

اثر دفعات خوراک‌دهی روی قابلیت هضم، تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده: متاآنالیز و متارگرسیون

حمیدرضا میرزایی الموتی^{۱*}، مهدی کاظمی جوجیلی^۲، حمید امانلو^۳ و مینا وزیری گهر^۴

۱، ۲ و ۳. استادیار، کارشناس ارشد و استاد، دانشگاه زنجان

۴. دانشجوی سابق دکتری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج و محقق ارشد

(دکتری تغذیه نشخوارکنندگان)، شرکت زانیار آریایی، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۷/۴)

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی اثر دفعات تحویل جیره کاملاً مخلوط‌شده روی قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده با استفاده از روش‌های متاآنالیز و متارگرسیون بود. در این مطالعه از ۱۴ آزمایش شامل ۲۵ مقایسه آماری بین گروه‌های آزمایشی (دفعات خوراک‌دهی بیشتر) و شاهد (دفعات خوراک‌دهی کمتر) که شرایط لازم برای متاآنالیز را داشتند، استفاده شد. داده‌ها با استفاده از روش اندازه اثر در نرم‌افزار STATA/SE آنالیز شدند. افزایش دفعات خوراک‌دهی در روز، ماده خشک مصرفی را کاهش داد (تفاوت میانگین وزن‌داده‌شده = -0.134 کیلوگرم در روز)، اما اثری روی تولید شیر نداشت. سطح علوفه جیره و روزهای شیردهی، منابع ناهمگنی تفاوت میانگین استانداردشده ماده خشک مصرفی بودند. در این متاآنالیز دفعات خوراک‌دهی بیشتر اثری بر غلظت چربی شیر و غلظت و تولید پروتئین شیر نداشت. افزایش دفعات خوراک‌دادن، قابلیت هضم الیاف را بهبود داد (تفاوت میانگین وزن‌داده‌شده = 5.663 درصد). نتایج متارگرسیون تک‌متغیره نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌های با سطح غلات بالا باعث بهبود قابلیت هضم الیاف گاوهای شیرده شد، اما در جیره‌های با سطح علوفه بالا باعث کاهش هضم الیاف شد. به‌طورکلی، تحویل جیره کاملاً مخلوط‌شده با سطوح مساوی از کنسانتره و علوفه، سه بار در روز در مقابل یک بار، ماده خشک مصرفی را کاهش داد ولی روی تولید شیر اثری نداشت.

واژه‌های کلیدی: دفعات خوراک‌دهی، گاو شیرده، متاآنالیز.

مقدمه

جهت کاهش هزینه خوراک‌دهی در گاوداری شیری، جیره کاملاً مخلوط‌شده یک بار در روز آماده شده و به‌طور معمول یک یا دو بار در روز به گاوها داده می‌شود؛ اگرچه در گاوداری‌های مدرن خوراک‌دهنده‌های رباتیک موجود است و می‌توان با حداقل نیروی کارگری دفعات خوراک‌دادن را افزایش داد (Mäntysaari *et al.*, 2006). افزایش دفعات خوراک‌دهی به‌خصوص در مورد گاوهای پرتولید که مصرف خوراک زیادی دارند، مهم

است، زیرا با یک‌بار خوراک‌دهی ممکن است فضای آخور عامل محدودکننده باشد. علاوه بر اهمیت دفعات خوراک‌دادن در هزینه‌های تغذیه‌ای و مدیریتی، این مسئله می‌تواند روی عملکرد و سلامتی گاوهای شیرده نیز مؤثر باشد. از آنجا که تحویل خوراک تازه به حیوان، محرک قوی برای شروع فعالیت خوراک خوردن است، افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند روی رفتار خوراک‌خوردن، سلامتی و تولید شیر نیز مؤثر باشد (DeVries & vonKeyserlingk, 2005). با

استفاده از متاآنالیز که یک مطالعه مروری آماری و کمی است، با ترکیب داده‌ها از چند آزمایش مختلف و در نتیجه افزایش حجم نمونه می‌توان توان آماری بالاتری را در جهت کمی کردن اثر کلی تیمار (در این مطالعه یعنی دفعات خوراک‌دهی) ایجاد کرد (Lean *et al.*, 2009). یکی از اهداف مطالعه حاضر بررسی اثر دفعات خوراک‌دهی جیره کاملاً مخلوط‌شده روی قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، ماده خشک مصرفی و تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده با استفاده از متاآنالیز و روش آنالیز اندازه اثر^۲ بود. متارگرسیون^۳ روشی است برای ارزیابی اینکه چگونه پاسخ متغیرها^۴ (در این مطالعه یعنی قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، ماده خشک مصرفی و تولید و ترکیب شیر) به تیمار با عوامل^۵ دیگر (عوامل مختلف تغذیه‌ای، محیطی و غیره) پیچیده و درگیر شده است و به سؤالاتی پاسخ داد که نمی‌توان با آزمایش‌های انفرادی به آن‌ها رسید (Lean *et al.*, 2009). یکی دیگر از اهداف این مطالعه شناسایی عوامل مؤثر در ناهمگنی^۶ پاسخ متغیرها به تیمار افزایش دفعات خوراک‌دهی با استفاده از روش متارگرسیون بود.

مواد و روش‌ها

مرور منابع

مروری جامع بر مجله‌های معتبر (ارزیابی‌شده توسط داوران متخصص) انگلیسی‌زبان در زمینه علوم دامی (*Journal of Dairy Science, Journal of Animal Science, Canadian Journal of Animal Science, Animal Feed Science and Technology, Livestock Science, Agricultural System, Animal, Animal Science, Journal of Dairy Research, Journal of Agricultural Science, Animal Physiology and Animal Nutrition, and Acta Agriculturae Scandinavica-Section A*) برای یافتن مقاله‌های پژوهشی صورت پذیرفت که در آن‌ها اثر دفعات خوراک‌دهی بر عملکرد گاوهای شیرده بررسی شده بود. همچنین از منابع مقالات جمع‌آوری‌شده برای

افزایش دفعات خوراک‌دهی گاوها خوراک را در طول روز به‌طور یکنواخت مصرف می‌کنند و در نتیجه نوسان pH شکمبه کمتر می‌شود (French & Kennelly, 1990) و ممکن است با بهبود چربی شیر (Rottman *et al.*, 2014)، قابلیت هضم الیاف (Dhiman *et al.*, 2002) و بازده تولید شیر (Mäntysaari *et al.*, 2006) نیز همراه شود. در مقابل یک بار خوراک‌دهی در روز فعالیت خوراک خوردن را به‌شدت بلافاصله پس از تحویل خوراک تحریک کرده (DeVries *et al.*, 2005) و گاوها را مستعد به اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای به دلیل تغییرات شدید روزانه pH شکمبه می‌کند (Shabi *et al.*, 1999). با وجود این برخی گزارش‌ها بیان می‌کنند که دفعات بیشتر خوراک‌دهی تأثیرات منفی روی رفتار خوابیدن و استراحت کردن، خوراک‌خوردن و نشخوارکردن دارد (Phillips & Rind, 2001; Mäntysaari *et al.*, 2006)، به‌طوری‌که تمام این فعالیت‌ها برای تولید شیر، سلامتی و آسایش گاو حیاتی است (Haley *et al.*, 2000). در ۳۵ آزمایشی که Gibson (۱۹۸۴) در مطالعه‌ای مروری برای بررسی افزایش دفعات خوراک‌دهی در گاوهای شیرده استفاده کرده بود، تولید شیر در ۴ آزمایش افزایش یافت، در ۲۴ آزمایش تغییر نکرد و در ۷ آزمایش کاهش دیده شد؛ البته در بیشتر آزمایش‌هایی که در مطالعه Gibson (1984) استفاده شدند، کنسانتره و علوفه جداگانه تغذیه شده بود، از این رو این نتایج نمی‌تواند به‌طور مستقیم برای گاوهای پرتولید که امروزه که با جیره کاملاً مخلوط‌شده تغذیه می‌شوند، کاربرد داشته باشد. اثر دفعات خوراک‌دهی جیره‌های کاملاً مخلوط‌شده روی عملکرد گاوهای شیرده متفاوت است و به عوامل حیوانی مانند تعداد زایش (Hart *et al.*, 2014)، مدیریتی مانند نوع جایگاه (Phillips & Rind, 2001) و تغذیه‌ای (Klusmeyer *et al.*, 1990; Dhiman *et al.*, 2002) بستگی دارد.

به‌طور معمول مطالعات متاآنالیز^۱ در علوم کشاورزی و دامپزشکی استفاده می‌شوند که در جهت رفع تناقض‌های نتایج موجود در منابع علمی است. با

2. Effect size analysis
3. Meta-regression
4. Outcomes
5. Covariate
6. Heterogeneity

1. Meta-analysis

مغذی در کل دستگاه گوارش، تولید شیر، غلظت یا تولید چربی شیر و غلظت یا تولید پروتئین شیر) و همچنین مقدار واریانس (خطای استاندارد) آن متغیر گزارش شده باشد. معیار حذف مقاله‌ها یا تیمارهای آزمایشی داخل مقاله‌ها در این مطالعه متآنالیز به همراه نمونه‌ای برای هر معیار در جدول ضمیمه ۱ آورده شده است.

استخراج و تلفیق داده‌ها

الگویی برای استخراج داده‌ها از مقالات به ازای هر متغیر در صفحات اکسل تشکیل شد که شامل نام نویسنده و سال انتشار مقاله و حداقل میانگین مربعات، مقدار واریانس و تعداد گاوها برای گروه آزمایشی و شاهد بود. همچنین برای اجرای آنالیز متارگرسیون و بررسی منابع ناهمگنی پاسخ متغیر به تیمار، هرکدام از داده‌های زیر که در مطالعات گزارش شده بودند، استخراج و با داده‌های اصلی تلفیق شدند که شامل نژاد حیوان، روزهای شیردهی در شروع آزمایش، تعداد زایش (یک‌بار زایش کرده، چندبار زایش کرده یا مخلوط آن‌ها)، طرح آزمایشی (پیوسته یا مربع لاتین)، نوع جایگاه حیوان (بسته^۲ یا آزاد^۳) طول دوره آزمایشی (به روز)، تعداد دفعات شیردوشی، نوع و مقدار مواد خوراکی جیره‌ها، استفاده از مکمل بافوری (بله یا خیر) و مکمل چربی در جیره (بله یا خیر) بود. بنابراین برخی عوامل کواریت به‌صورت عامل گسسته^۴ و برخی به‌صورت پیوسته^۵ در نظر گرفته شد. قبل از شروع آنالیز آماری داده‌ها، کل مقدار غلات و علوفه (بر اساس گرم در کیلوگرم ماده خشک) در هر جیره آزمایشی محاسبه شد.

آنالیز آماری

متآنالیز اثر دفعات خوراک‌دهی روی ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم مواد مغذی و تولید و ترکیب شیر با استفاده از نرم‌افزار (Stata (Stata/SE version) Stata (Stata/SE version) LP, College Station, TX انجام گرفت. داده‌ها برای هر متغیر با استفاده از مدل‌های

یافتن سایر مطالعات استفاده شد. در نهایت مخزن داده که واجد شرایط لازم برای این متآنالیز بود، شامل ۱۳ مقاله پژوهشی، ۱۴ آزمایش و ۲۵ مقایسه آماری بین گروه‌های آزمایشی (دفعات خوراک‌دهی بیشتر) و شاهد (دفعات خوراک‌دهی کمتر) بود. هر مشاهده در مخزن داده برابر با حداقل میانگین مربعات^۱ یک تیمار آزمایشی بود.

معیار انتخاب مقالات و تیمارهای آزمایشی داخل مقالات

آزمایش‌هایی که اثر دفعات خوراک‌دهی جیره کاملاً مخلوط‌شده را روی عملکرد گاوهای شیرده بررسی کرده بودند، برای این متآنالیز انتخاب شدند. آزمایش‌های انتخاب‌شده باید حداقل دو سطح مختلف خوراک‌دهی را در روز (۱ در مقابل ۲ یا چند بار در روز، ۲ در مقابل ۳ یا چند بار در روز و غیره) بررسی کرده بوده باشند. دفعات خوراک‌دهی کمتر به‌عنوان گروه شاهد و دفعات خوراک‌دهی بیشتر به‌عنوان گروه آزمایشی در نظر گرفته شد. در این متآنالیز تعداد دفعات خوراک‌دهی در روز (۱، ۲، ۳ و غیره) ارزیابی شد؛ بنابراین مطالعاتی که گاوها را به‌صورت پیوسته یا یک روز در میان تغذیه کرده بودند، از متآنالیز حذف شدند. همچنین از مقالاتی استفاده شد که گاوها را با جیره کاملاً مخلوط‌شده تغذیه کرده بودند و آن دسته از آزمایش‌هایی که علوفه و کنسانتره را جداگانه تغذیه کرده بودند، از متآنالیز حذف شدند. مقالاتی که از حیوانات دیگر به غیر از گاوهای شیرده (مثل گاوهای در حال رشد، گوسفند و غیره) استفاده کرده بودند یا در ترکیب جیره غذایی بین گروه آزمایشی و شاهد تغییر ایجاد کرده بودند، از این مطالعه حذف شدند. در این مطالعه از مقالاتی استفاده شد که تمام مواد خوراکی جیره‌های آزمایشی را گزارش کرده بودند و همچنین گاوها را به صورت انفرادی (نه به‌صورت خوراک‌دهی گروهی) و داخل جایگاه (نه در مرتع به‌صورت آزاد) تغذیه کرده بودند. همچنین در مقاله‌ها لازم بود حداقل یکی از متغیرهای مورد نظر (ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم مواد

2. Individual tie-stall

3. Loose housing (free-stalls)

4. Class

5. Continuous

1. Least squares means

به هر مقایسه به‌عنوان متغیر وابسته^۸ در نظر گرفته شد. متارگرسیون ابتدا به‌صورت تک‌متغیره روی تمام عوامل و با در نظر گرفتن سطح معناداری کمتر از ۰/۳۰ انجام گرفت. سپس تمام متغیرهایی که در متارگرسیون تک‌متغیره معنادار شدند، برای ارزیابی متارگرسیون چندمتغیره استفاده شدند. در این روش از حذف مرحله‌ای عقب‌گرد^۹ تا زمانی که تمام متغیرهای باقیمانده در سطح ۰/۰۵ معنادار شوند، استفاده شد (Lean et al., 2009; Rabiee et al., 2012).

نتایج

مخزن داده‌ها

داده‌های عوامل حیوانی و خوراکی و نوع تیمارهای آزمایشی مربوط به هر مطالعه^۵ استفاده شده در این متآنالیز در جدول ۱ خلاصه شده‌اند. در برخی مقالات چندین آزمایش گزارش شده بود و برخی آزمایش‌ها چندمقایسه‌ای بودند (یک گروه شاهد در مقایسه با دو یا چند گروه آزمایشی). در بیشتر مطالعات یک بار خوراک‌دهی در روز با بیش از یک بار مقایسه شده بود و در چند مطالعه، دو بار در روز با بیش از دو بار مقایسه شده بود. بنابراین در این متآنالیز به‌طور میانگین ۱/۰ × (گروه شاهد) با ۳/۳ × (گروه آزمایشی) مقایسه شد. در بیشتر مطالعاتی که یک بار خوراک‌دهی ارزیابی شده بود، گاوها در صبح (قبل از ۱۲:۰۰) خوراک داده شده بودند؛ اگرچه در مطالعه^۶ Niu et al. (2014) یک بار خوراک‌دهی در دو زمان مختلف (صبح یا عصر) ارزیابی شده بود، به‌طوری‌که نشان داده شد که زمان تحویل خوراک روی عملکرد گاوهای شیرده می‌تواند مؤثر باشد (Nikkhah et al., 2008; Niu et al., 2014). در آن دسته از تیمارهای آزمایشی که خوراک‌دهی بیش از یک بار بود، وعده‌های خوراک به مقدار مساوی به گاو داده شده بود. در تمام آزمایش‌ها از گاوهای هلشتاین استفاده شده بود، به‌جز مطالعه^۷ Mäntysaari et al. (2006) که از ایرشایر فنلاندی استفاده کرده بودند. همچنین در بیشتر آزمایش‌ها گاوهای چندبار زایش و در برخی

اثرات تصادفی برای تخمین اندازه اثر، ۹۵ درصد دامنه^۱ اطمینان^۱ و سطح معناداری آماری^۲ اندازه اثر، آنالیز آماری شدند. تمام متغیرها در این مطالعه به‌صورت داده‌های پیوسته بودند. اندازه اثر برای داده‌های پیوسته، تفاوت میانگین استاندارد شده^۳ است (Lean et al., 2009). استفاده از مدل اثرات تصادفی برای متآنالیز صحیح‌تر است، زیرا این مدل اثرات مدیریت، واریانس بین حیوانات و سایر تفاوت‌های موجود در اجرای هر مطالعه را که با اثرات تیمار آزمایشی تداخل می‌کنند، در نظر می‌گیرد (St-Pierre, 2001; Rabiee et al., 2012). تفاوت میانگین وزن داده شده^۴ هر متغیر برای گزارش میانگین خام مقدار هر پاسخ محاسبه شد. «نمودار جنگلی^۵» با استفاده از دستور «metan» رسم شد تا بتوان تفاوت میانگین استاندارد شده^۶ مربوط به هر مقایسه را مشاهده کرد. در نمودار جنگلی نقطه^۷ زرد رنگ داخل هر مربع نشان‌دهنده^۸ میانگین اندازه اثر هر مقایسه است و خط افقی روی هر مربع نشان‌دهنده^۹ دامنه اطمینان ۹۵ درصد اندازه اثر است (Lean et al., 2009; Rabiee et al., 2012). آزمون خطای انتشار^{۱۰} برای بررسی اهمیت حضورنداشتن مطالعات کوچک (مطالعاتی که دارای اثر معنادار دفعات خوراک‌دهی روی عملکرد گاو شیرده نبوده‌اند و در مجلات علمی انتشار نیافته‌اند و در نتیجه در این متآنالیز وارد نشده‌اند) در این متآنالیز روی نتایج مطالعه اجرا شد. این آزمون با استفاده از دستور «meta bias» و نمودار کیفی^{۱۱} ارزیابی شد (Lean et al., 2009; Rabiee et al., 2012). با توجه به اینکه عوامل حیوانی، خوراکی و مدیریتی متفاوتی می‌توانند روی متغیرها اثرگذار باشند، بررسی تداخل این عوامل با اثر تیمار آزمایشی مهم است؛ بنابراین آنالیز متارگرسیون با استفاده از دستور «metareg» برای ارزیابی منبع ناهمگنی پاسخ هر متغیر به تیمار آزمایشی انجام گرفت. در این روش «اندازه اثر» مربوط

1. Confidence interval (CI)
2. P-value
3. Standardized mean differences (SMD)
4. Weighted mean differences (WMD)
5. Forest plot
6. Publication bias test
7. Funnel plot

8. Dependent variable

9. Backward elimination

نگهداری شده بودند. نوع و مقدار علوفه و غلات بین جیره‌های آزمایشی و شاهد (داخل مقایسه‌ها) تغییر نکرده بود که این موضوع یکی از معیارهای انتخاب مقالات بود. میانگین (\pm انحراف معیار) سطح علوفه و غلات در جیره‌های آزمایشی به ترتیب $۵۳۹ \pm ۸۹/۹$ و $۲۷۴ \pm ۱۰۴/۲$ گرم در کیلوگرم ماده خشک بود.

یکبار زایش یا مخلوطی از گاوهای یک و چندبار زایش استفاده شده بود. مرحله شیردهی گاوها در شروع آزمایش به‌طور میانگین (\pm انحراف معیار) $۱۱۵ \pm ۴۴/۲$ روز بود. در بیشتر آزمایش‌ها گاوها در جایگاه‌های بسته نگهداری شده بودند و در مطالعات *Mäntysaari et al.* (2006) و *Hart et al.* (2014) گاوها آزاد در فری-استال

جدول ۱. حیوانات، طرح آزمایشی، مدیریت و مواد خوراکی عمده جیره‌های شاهد و آزمایشی مطالعات استفاده‌شده در متاآنالیز

مطالعه	گاوها	طرح آزمایشی (روز)	طول دوره آزمایشی (روز)	روزهای شیردهی	تعداد زایش	نوع جایگاه	دوش	تعداد دفعات	تیمار ^۱		غلظت ^۲	غلظت ^۳	مکمل باغی ^۴
									گروه آزمایشی	زیر تیمار ^۱			
Nocek & Braund (1985)-E1	۴	مربع‌لایتن ۱۴	۵۰	یکبار	بسته	۲	۲	$۰.۶۰۰ = x1$ و $۱۸۰۰ = x2$	—	سیلاژ ذرت+ سیلاژ محصولات زراعی (۱ به ۱)، ۴۰۰	ذرت، ۳۸۵	نه، نه	
	۴							$۰.۶۰۰ = x1$ و $۱۸۰۰ = x2$ و $۱۲۰۰ = x4$	—	سیلاژ ذرت+ سیلاژ محصولات زراعی (۱ به ۱)، ۴۰۰	ذرت، ۳۸۵	نه، نه	
	۴							$۰.۶۰۰ = x1$ و $۱۲۰۰ = x4$ و $۰.۹۰۰ = x8$	—	سیلاژ ذرت+ سیلاژ محصولات زراعی (۱ به ۱)، ۴۰۰	ذرت، ۳۸۵	نه، نه	
Nocek & Braund (1985)-E2	۱۵	پیوسته ۲۸	۱۳۳	یکبار	بسته	—	—	$۱.۰۰۰ = x1$ و $۱۶۰۰ = x4$	—	سیلاژ ذرت+ سیلاژ محصولات زراعی (۱ به ۱)، ۴۰۰	ذرت، ۳۸۵	نه، نه	
Robinson & Sniffen (1985)	۳	مربع‌لایتن ۲۰	۹۰	چندبار	بسته	۲	۲	$۱۸۰۰ = x1$ و $۲۴۰۰ = x4$	—	مخلوط گراس و لگوم خشک، ۶۵۰	ذرت، ۲۶۰	نه، نه	
Klusmeyer et al. (1990)	۲۰	مربع‌لایتن ۲۸	۱۰۸	—	بسته	۲	۲	$۱۱۰۰ = x1$ و $۲۳۰۰ = x2$ و $۱۷۰۰ = x4$	—	جیره پلت یونجه خشک، ۵۵۰	ذرت، ۲۰۰	نه، نه	
Le Liboux & Peyraud (1994)	۴	مربع‌لایتن ۲۸	۱۳۶	—	بسته	۲	۲	$۰.۷۱۵ = x2$ و $۱۹۰۰ = x4$ و $۱۳۰۰ = x6$ و $۱۶۰۰ = x8$	—	سیلاژ ذرت+ مخلوط یونجه و گراس خشک (۳ به ۴)، ۶۹۰	گندم، ۲۱۴	بله، بله	
	۴							$۰.۷۱۵ = x2$ و $۱۹۰۰ = x4$ و $۱۳۰۰ = x6$ و $۱۶۰۰ = x8$	—	سیلاژ ذرت+ مخلوط یونجه و گراس خشک (۳ به ۴)، ۶۹۰	گندم، ۲۱۴	بله، بله	
Shabi et al. (1999)	۴	مربع‌لایتن ۱۴	۱۰۳	چندبار	بسته	۲	۲	$۰.۶۰۰ = x1$ و $۱۸۰۰ = x2$ و $۱۲۰۰ = x4$	—	سیلاژ ذرت+ علف مرغی خشک (۳ به ۴)، ۴۸۸	ذرت، ۴۰۰	نه، بله	
	۴							$۰.۶۰۰ = x1$ و $۱۸۰۰ = x2$ و $۱۲۰۰ = x4$	—	سیلاژ ذرت+ علف مرغی خشک (۳ به ۴)، ۴۸۸	ذرت، ۴۰۰	بله، بله	
Dhiman et al. (2002)	۲۰	مربع‌لایتن ۲۱	۱۰۰	چندبار	بسته	۲	۲	$۰.۷۰۰ = x1$ و $۲۱۰۰ = x4$	—	ذرت کاملاً یونجه خشک+ سیلاژ ذرت (۴ به ۱)، ۴۵۰	ذرت، ۳۵۰	بله، بله	
	۲۰							$۰.۷۰۰ = x1$ و $۲۱۰۰ = x4$	—	یونجه خشک+ سیلاژ ذرت (۴ به ۱)، ۴۵۰	ذرت، ۳۵۰	بله، بله	
Thivierger et al. (2002)	۸	مربع‌لایتن ۱۴	۱۶۱	چندبار	بسته	۲	۲	$۰.۶۴۵ = x1$ و $۱۹۰۰ = x2$ و $۱۳۴۵ = x4$ و $۲۰۱۵ = x7$	—	سیلاژ ذرت+ سیلاژ گراس (۱ به ۱)، ۶۱۰	جو، ۳۶۷	نه، نه	
	۸							$۰.۶۴۵ = x1$ و $۱۹۰۰ = x2$ و $۱۳۴۵ = x4$ و $۲۰۱۵ = x7$	—	سیلاژ ذرت+ سیلاژ گراس (۱ به ۱)، ۶۱۰	جو، ۳۶۷	نه، نه	

ادامه جدول ۱. حیوانات، طرح آزمایشی، مدیریت و مواد خوراکی عمده جیره‌های شاهد و آزمایشی مطالعات استفاده‌شده در متآنالیز

مطالعه	گاوها	طرح آزمایشی (روز)	طول دوره آزمایشی (روز)	روزهای شیردهی	تعداد زایش	نوع جایگاه	تعداد دفعات دوش	تیمار ^۱		زیر تیمار ^۱	علوفه ^۲	غلات ^۳	مکمل چربی، بافری ^۴
								گروه شاهد	گروه آزمایشی				
Alzahal et al. (2006)	۱۲	چرخشی	۲۱	۱۶۸	مخلوط	بسته	۲	×۲ = ۰۷۰۰ و ×۳ = ۱۳۰۰	۱۷۰۰	سیلاژ ذرت + یونجه خشک (۴ به ۳)، ۶۱۲	ذرت، ۲۰۰	نه، نه	
Mantysaari et al. (2006)	۲۰	پیوسته	۱۹۶	۱	مخلوط	آزاد	۲	×۱ = ۱۶۰۰ و ×۵ = ۱۳۲۰، ۱۸۰۰ و ۱۹۴۰	۱۶۰۰	سیلاژ گراس، ۴۹۰	جو، ۳۰۹	نه، نه	
Hart et al. (2014)	۶	مربع‌لاتین	۲۱	۷۹	یکبار	آزاد	۳	×۱ = ۱۴۰۰ و ×۲ = ۲۲۰۰ و ۱۴۰۰	۱۴۰۰	گاوهای یکبار زایش (۶ به ۵)، ۵۲۴ (۱)، ۲۸۳	ذرت + مخلوط گندم و جو (۵ به ۵)	بله، نه	
	۶	چندبار	۷۹	۷۹	چندبار	آزاد	۳	×۱ = ۱۴۰۰ و ×۲ = ۲۲۰۰ و ۱۴۰۰	۱۴۰۰	گاوهای چندبار زایش (۶ به ۵)، ۵۲۴ (۱)، ۲۸۳	ذرت + مخلوط گندم و جو (۵ به ۵)	بله، نه	
	۶	یکبار	۷۹	۷۹	یکبار	آزاد	۳	×۱ = ۱۴۰۰ و ×۳ = ۲۲۰۰، ۱۴۰۰ و ۰۶۰۰	۱۴۰۰	گاوهای یکبار زایش (۶ به ۵)، ۵۲۴ (۱)، ۲۸۳	ذرت + مخلوط گندم و جو (۵ به ۵)	بله، نه	
	۶	چندبار	۷۹	۷۹	چندبار	آزاد	۳	×۱ = ۱۴۰۰ و ×۳ = ۲۲۰۰، ۱۴۰۰ و ۰۶۰۰	۱۴۰۰	گاوهای چندبار زایش (۶ به ۵)، ۵۲۴ (۱)، ۲۸۳	ذرت + مخلوط گندم و جو (۵ به ۵)	بله، نه	
Niu et al. (2014)	۹	مربع‌لاتین	۱۴	۱۰۹	چندبار	بسته	۲	×۱ = ۰۸۳۰ و ×۲ = ۲۰۳۰ و ۰۸۳۰	۰۸۳۰	سیلاژ ذرت + مخلوط یونجه و گراس خشک (۲ به ۱)، ۶۰۱	ذرت، ۷۷	بله، نه	
	۹							×۱ = ۰۸۳۰ و ×۲ = ۲۰۳۰ و ۰۸۳۰	۲۰۳۰	سیلاژ ذرت + مخلوط یونجه و گراس خشک (۲ به ۱)، ۶۰۱	ذرت، ۷۷	بله، نه	
Rottman et al. (2014)	۱۷	چرخشی	۲۱	۱۱۵	چندبار	بسته	۲	×۱ = ۰۸۰۰ و ×۴ = ۱۲۰۰، ۰۶۰۰ و ۲۴۰۰	۰۸۰۰	سیلاژ ذرت + یونجه خشک (۳ به ۱)، ۶۰۰	ذرت، ۱۰۸	بله، نه	
Akbari & Mirzaei-Alamouti (2014)	۶	پیوسته	۲۸	۱۹۵	مخلوط	بسته	۲	×۱ = ۰۸۰۰ و ×۳ = ۱۴۰۰، ۰۸۰۰ و ۲۰۰۰	۰۸۰۰	سیلاژ ذرت + یونجه خشک (۳ به ۱)، ۶۰۰	جو، ۱۶۱	بله، بله	
	۶							×۱ = ۰۸۰۰ و ×۳ = ۱۴۰۰، ۰۸۰۰ و ۲۰۰۰	۰۸۰۰	سیلاژ ذرت + یونجه خشک (۳ به ۱)، ۶۰۰	جو، ۱۶۱	بله، بله	

۱. دفعات خوراک‌دهی در روز، زمان ارائه هر وعده خوراک پس از مساوی آمده است.

۲. زیر تیمار که در مورد آزمایش‌ها فاکتوریل است.

۳. نوع علوفه در جیره، نسبت هر ماده خوراکی در پراتنژ نشان داده شده است، مقدار علوفه در جیره (بر اساس گرم در کیلوگرم ماده خشک) بعد از کاما آمده است.

۴. نوع غلات در جیره، نسبت هر ماده خوراکی در پراتنژ نشان داده شده است، مقدار غلات در جیره (بر اساس گرم در کیلوگرم ماده خشک) بعد از کاما آمده است.

۵. استفاده یا عدم استفاده از مکمل چربی یا بافری در جیره.

آزمایش اول (E1)، آزمایش دوم (E2)؛ پیوسته (continuous)، چرخشی (cross-over)؛ یکبار زایش (primiparous cows)، چندبار زایش (multiparous cows)؛ بسته (tie-stall)، آزاد (loose housing or free-stall)؛ شاهد (control)، آزمایشی (treatment)؛ زیر تیمار (subtreatment)؛ غلات (grain)؛ سیلاژ ذرت (corn silage)، سیلاژ محصولات زراعی (hay crop silage)، گراس و لگوم خشک (grass and legume hay)، علف مرغی خشک (vetch hay)، سیلاژ گراس (grass silage)، یونجه خشک (alfalfa hay).

دستگاه گوارش را بهبود داد ($P < 0.001$)، اما اثری روی هضم مواد آلی نداشت ($P > 0.10$)؛ جدول ۲). نتایج متارگرسپون نشان داد که تفاوت در مقدار علوفه و غلات

قابلیت هضم، ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیب شیر در این متآنالیز افزایش دفعات خوراک‌دهی (به‌طور میانگین $1/4 \times$ در مقابل $3/8 \times$) قابلیت هضم الیاف در کل

گروه شاهد به ترتیب ۲۲/۴±۴/۹۴ و ۳۲/۸±۹/۰۸ کیلوگرم در روز بود (جدول ۲). آزمون خطای انتشار برای نتایج ماده خشک مصرفی، تولید شیر و چربی شیر معنادار نبود، ولی شواهدی از خطای انتشار برای نتایج اثر دفعات خوراک‌دهی روی پروتئین شیر مشاهده شد (جدول ۲). نتایج متارگرسینو چندمتغیره نشان داد که مقدار علوفه جیره و روزهای شیردهی منابع ناهمگنی تفاوت میانگین استاندارد شده ماده خشک مصرفی بودند (جدول ۳). نتایج متارگرسینو تک‌متغیره نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌هایی با سطح غلات بالا می‌تواند تولید شیر را افزایش دهد (جدول ۳). در این متاآنالیز سه بار خوراک‌دهی در مقابل یک بار خوراک‌دهی تولید چربی شیر را به مقدار ۱۵/۰۲ گرم در روز افزایش داد ($P < 0.001$)، اما اثری روی غلظت چربی شیر، غلظت و تولید پروتئین شیر نداشت ($P > 0.10$)؛ (جدول ۲).

جیره‌ها، منابع ناهمگنی تفاوت میانگین استاندارد شده قابلیت هضم الیاف بودند (جدول ۳). در این متاآنالیز، ۵ آزمایش (شامل ۱۰ مقایسه) قابلیت هضم الیاف را ارزیابی کرده بودند (جدول ۲) و میانگین (\pm انحراف معیار) مقدار علوفه و غلات در جیره‌های آن‌ها ۵۶۵±۹۱/۰ و ۱۲۵/۸±۲۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک بود. آزمون خطای انتشار برای داده‌های قابلیت هضم معنادار نبود (جدول ۲). شکل ۱ خلاصه نتایج ۱۴ آزمایش و ۲۵ مقایسه آماری بین گروه‌های آزمایشی و شاهد را به ترتیب روی ماده خشک مصرفی و تولید شیر نشان می‌دهد. افزایش دفعات خوراک‌دادن (به‌طور میانگین $1/0 \times$ در مقابل $3/3 \times$) ماده خشک مصرفی را به مقدار ۱۳۴ گرم در روز کاهش داد ($P < 0.001$)؛ ۹۵ درصد دامنه اطمینان = $0.505 -$ تا 0.236 کیلوگرم در روز، اما اثری روی تولید شیر نداشت ($P > 0.10$)؛ (جدول ۲). میانگین (\pm انحراف معیار) ماده خشک مصرفی و تولید شیر در

جدول ۲. اندازه اثر (تفاوت میانگین استاندارد شده) دفعات خوراک‌دهی روی ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم در کل دستگاه

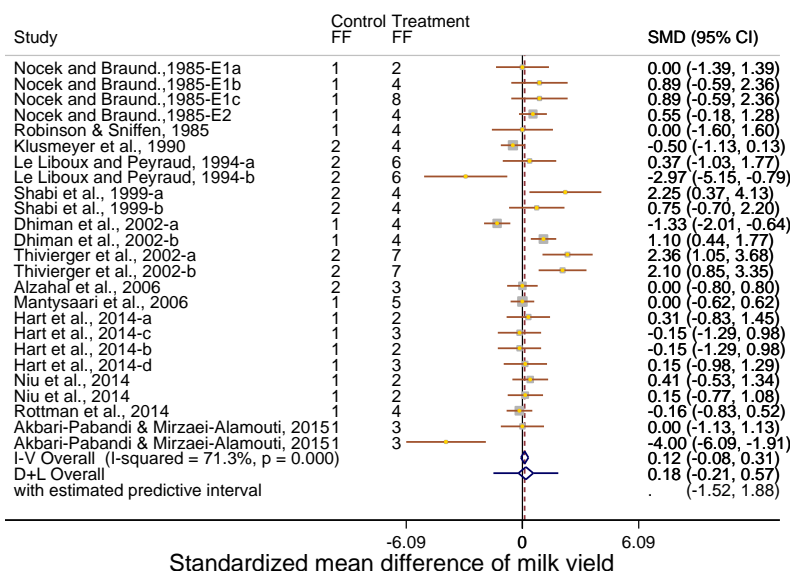
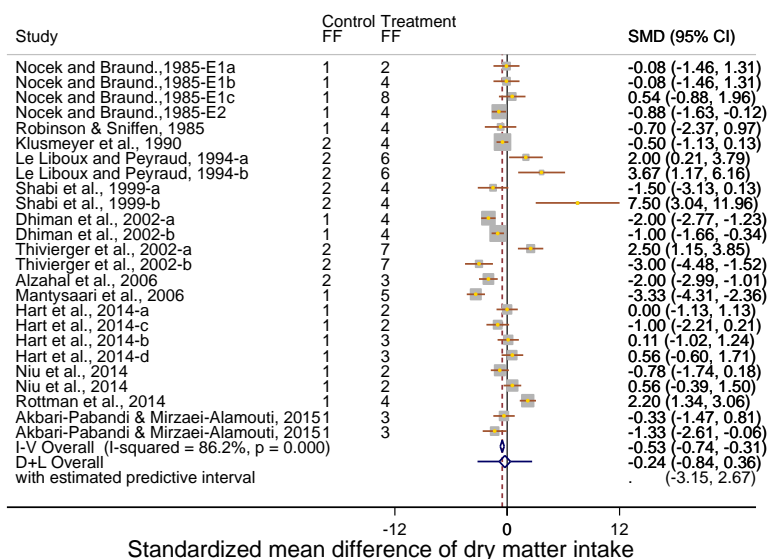
گوارش، تولید و ترکیب شیر در گاوهای شیرده^۱

متغیر پاسخ‌دهنده ^۱	تعداد آزمایش‌ها (تعداد مقایسه‌ها)	دفعات خوراک‌دهی ^۲ (شاهد مقابل تیمار)	متغیر پاسخ‌دهنده در گروه شاهد، میانگین \pm انحراف معیار (حدافل - حداکثر)	تفاوت میانگین وزن‌داده شده (۹۵ درصد دامنه اطمینان)	تفاوت میانگین استاندارد شده (۹۵ درصد دامنه اطمینان)	آزمون خطای انتشار
P-value	خطا (SE)	P-value	مدل اثرات تصادفی	P-value	خطا (SE)	P-value
قابلیت هضم، درصد مواد آلی	۵ (۹)	۱/۴ مقابل ۳/۸	۲/۵۰ ± ۶۹/۴ (۷۳/۱ - ۶۶/۵)	۱/۶۳۳ (۴/۵۲۷، -۱/۲۶۱)	۰/۲۹۲ (۱/۳۲۷، -۰/۷۴۳)	۰/۴۸ (۲/۹۴۳)
NDF	۵ (۱۰)	۱/۴ مقابل ۳/۸	۴/۲۵ ± ۴۶/۸ (۵۲/۶ - ۳۹/۲)	۵/۶۶۳ (۱۰/۶۹، ۰/۱۶۳۱)	۰/۵۵۴ (۲/۱۸۴، -۱/۰۷۶)	۰/۴۹ (۴/۲۰۴)
ماده خشک مصرفی، کیلوگرم در روز	۱۴ (۲۵)	۱/۰ مقابل ۳/۳	۴/۹۴ ± ۲۲/۴ (۳۲/۶ - ۱۶/۶)	-۰/۱۳۴ (۰/۲۳۶، -۰/۵۰۵)	-۰/۲۴۳ (۰/۳۵۷، -۰/۸۴۲)	۰/۱۰ (۱/۵۳۰)
تولید، گرم در روز یا به صورت بیان شده						
شیر، کیلوگرم در روز	۱۴ (۲۵)	۱/۰ مقابل ۳/۳	۹/۰۸ ± ۳۲/۸ (۵۰/۵ - ۲۱/۱)	۰/۰۹۱ (۰/۳۱۳، -۰/۱۳۱)	۰/۱۸۱ (۰/۵۷۰، -۰/۲۰۸)	۰/۶۴ (۱/۰۹۶)
چربی شیر	۱۱ (۲۰)	۱/۰ مقابل ۳/۰	۳۴۹/۵ ± ۱۱۵۸ (۱۷۲۰ - ۶۷۱)	۱۵/۰۲ (۴۰/۹۶، -۱۰/۹۳)	-۰/۳۴۸ (۰/۷۵۶، -۰/۰۶۰)	۰/۴۷ (۱/۲۷۴)
پروتئین شیر	۱۱ (۲۰)	۱/۰ مقابل ۳/۰	۲۸۱/۳ ± ۱۰۶۸ (۱۴۹۰ - ۶۵۹)	۴/۴۴۹ (۱۷/۶۳، -۸/۷۳۱)	-۰/۴۳۲ (۱/۰۴۱، -۰/۱۷۶)	۰/۲۸ (۱/۵۲۸)
غلظت، گرم در کیلوگرم						
چربی شیر	۱۳ (۲۳)	۱/۰ مقابل ۳/۰	۳/۸۲ ± ۳۴/۸ (۴۱/۶ - ۲۷/۶)	۰/۲۵۵ (۱/۰۲۳، -۰/۵۱۲)	۰/۰۲۳ (۰/۳۸۷، -۰/۳۴۰)	۰/۳۵ (۱/۰۰۶)
پروتئین شیر	۱۳ (۲۳)	۱/۰ مقابل ۳/۰	۱/۱۶ ± ۳۱/۷ (۳۴/۲ - ۲۹/۵)	۰/۲۱۴ (۰/۵۲۸، -۰/۱۰۱)	۰/۴۵۲ (۰/۹۱۲، -۰/۰۰۹)	۰/۰۲ (۰/۹۰۲)

۱. واحدهای گزارش شده، به مقدار متغیر در گروه شاهد و تفاوت میانگین وزن‌داده شده مربوط هستند.

۲. میانگین دفعات خوراک‌دهی در گروه شاهد در مقابل تیمار.

اندازه اثر (effect size)، دفعات خوراک‌دهی (feeding frequency)، تفاوت میانگین استاندارد شده (standardized mean difference)، متغیر پاسخ‌دهنده (response variable)، تفاوت میانگین وزن‌داده شده (weighted mean differences)، خطا (bias)، آزمون خطای انتشار (publication bias test).



شکل ۱. نمودار جنگلی (forest plot) اثر دفعات خوراک‌دهی (feeding frequency, FF) روی ماده خشک مصرفی (بالا) و تولید شیر (پایین) در گاوهای شیرده. خلاصه‌ای از تخمین اثر تیمار با استفاده از مدل اثرات تصادفی (روش D+L) نشان داده شده است. محور Xها تفاوت میانگین استاندارد شده را نشان می‌دهد. اندازه مربعات به نسبت وزن مربوط به هر مطالعه است و مقدار عددی آنها نیز در همان خط بیان شده است. طول خطوط افقی (که روی مربعات قرار گرفته است) ۹۵ درصد دامنه اطمینان تفاوت میانگین استاندارد شده دفعات خوراک‌دهی روی ماده خشک مصرفی و تولید شیر در هر مقایسه (۲۵ مقایسه) را نشان می‌دهد. الماسی (لوزی) که در انتها در سمت چپ (برای ماده خشک مصرفی) یا سمت راست (برای تولید شیر) خط صاف آمده است، اثر کلی افزایش دفعات خوراک‌دهی را روی ماده خشک مصرفی و تولید شیر در بین تمام مقایسه‌ها نشان می‌دهد.

در نظر گرفته شود (Mäntysaari et al., 2006). از آنجا که گاوداران به‌طور معمول و متناوب جیره‌های مختلفی در طول دوره شیردهی به حیوان می‌دهند، دانستن اثر دفعات خوراک‌دهی جیره‌های کاملاً مخلوط شده با ترکیب متفاوت (مثلاً نسبت‌های متفاوت کنسانتره به علوفه) روی عملکرد گاوهای شیرده مهم است.

بحث

بسیاری از گاوداران جهت کاهش هزینه‌های کارگری، به گاوها یک‌بار در روز خوراک می‌دهند؛ اگرچه افزایش دفعات خوراک‌دهی به حیوان در برخی شرایط مانند تغییر در ترکیب جیره می‌تواند به‌عنوان روش مدیریتی راحت و قابل اجرایی جهت افزایش بازده استفاده از جیره جدید

جدول ۳. منابع ناهمگنی نتایج ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش، تولید و ترکیب شیر در پاسخ به افزایش دفعات خوراک‌دهی در گاوهای شیرده حاصل از آنالیز متارگرسیون

Adjusted R-Square	F ² residual, %	Tau-Square	P-value	عوامل مداخله‌کننده		عرض از مبدأ			متغیر پاسخ‌دهنده
				ضریب (خطای استاندارد)	مورد	P-value	ضریب (خطای استاندارد)	معادله	
قابلیت هضم، درصد									
۳۲/۶	۷۵/۸	۱/۷۷	۰/۰۷۴	۰/۰۱	غلزات، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۵)	۰/۱۵	-۱/۸۴	۱	مواد آلی
۹/۷۷	۷۹/۱	۲/۳۷	۰/۱۸۱	-۰/۰۱	علوفه، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۹)	۰/۱۷	۸/۴۸	۲	
۷۲/۵	۷۷/۷	۱/۹۴	۰/۰۰۵	-۰/۰۲	علوفه، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۵)	۰/۰۰۴	۱۴/۳	۱	NDF
۶۴/۹	۸۰/۵	۲/۴۶	۰/۰۰۷	۰/۰۲	غلزات، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۵)	۰/۰۲۳	-۳/۵۶	۲	
۲۱/۶	۸۸/۵	۵/۵۳	۰/۱۸۳	۲/۶۶	مکمل چربی، نه در مقابل بله (۱/۸۲۵)	۰/۲۸	-۲/۹۷	۳	
۶/۰۴	۸۵/۹	۱/۹۶	۰/۲۴۵	-۰/۶۵	تعداد زایش، یک بار مقابل چندبار زایش (۰/۵۴۵)	۰/۴۷	۰/۸۲	۱	ماده خشک مصرفی، کیلوگرم در روز
۳/۹۹	۸۵/۳	۲/۲۹	۰/۲۶۶	۰/۰۰۵	علوفه، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۴۳)	۰/۲۳	-۲/۸۴	۲	
۳/۴۹	۸۵/۵	۲/۳۰	۰/۲۸۸	-۰/۰۰۹	روزهای شیردهی (۰/۰۰۸۵)	۰/۴۳	۰/۸۵	۳	
۲۹/۴	۸۱/۷	۱/۶۹	۰/۰۴۲	۰/۰۱	علوفه، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۴)	۰/۱۴	-۳/۲۸	۴	
			۰/۰۴۴	-۰/۰۲	روزهای شیردهی (۰/۰۰۹)				
تولید، گرم در روز یا به صورت بیان شده									
۱۲/۴	۶۹/۸	۰/۶۴	۰/۰۵۰	۰/۰۰۴	غلزات، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۲۱)	۰/۱۲	-۰/۱۰	۱	شیر، کیلوگرم در روز
۱/۵۱	۷۱/۷	۰/۷۲	۰/۱۸۷	-۰/۶۴	مکمل بافری، نه مقابل بله (۰/۴۶۷)	۰/۱۴	۱/۱۹	۲	
-۱/۷۴	۷۰/۶	۰/۶۷	۰/۲۵۰	-۰/۴۲	تعداد زایش، یک بار مقابل چندبار زایش (۰/۳۵۳)	۰/۱۴	۱/۰۹	۳	
۴/۴۳	۶۷/۷	۰/۵۳	۰/۲۹۵	۰/۵۴	مکمل بافری، نه در مقابل بله (۰/۵۰۲)	۰/۵۳	-۰/۵۷	۱	چربی شیر
۱۰/۳	۸۵/۲	۱/۶۴	۰/۰۶۵	۰/۰۰۷	غلزات، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۳۳)	۰/۲۰	-۱/۲۵	۱	پروتئین شیر
غلظت، گرم در کیلوگرم									
۱۲/۰	۶۲/۵	۰/۴۵	۰/۱۴۴	۰/۶۸	مکمل بافری، نه در مقابل بله (۰/۴۴۶)	۰/۱۷	-۱/۰۷	۱	چربی شیر
۱۳/۲	۷۴/۷	۱/۱۶	۰/۱۳۲	۰/۰۰۴	غلزات، گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره (۰/۰۰۲۷)	۰/۴۰	-۰/۶۹	۱	پروتئین شیر
-۰/۷۰	۷۷/۸	۱/۳۴	۰/۲۱۱	-۱/۰۸	مکمل چربی، نه در مقابل بله (۰/۸۴۱)	۰/۱۰	۱/۷۶	۲	

دفعات خوراک‌دهی (feeding frequency)، متغیر پاسخ‌دهنده (response variable)، عرض از مبدأ (intercept)، عوامل مداخله‌کننده (covariates)، خطای استاندارد (SE).

خوراک مصرفی

نشان داده شده است که تحویل خوراک تازه، محرک قوی جهت شروع فعالیت خوراک خوردن گاوهای شیرده است و فعال‌ترین زمان خوراک خوردن بلافاصله پس از تحویل خوراک تازه است (DeVries & von Keserlingk, 2005). بنابراین افزایش دفعات خوراک‌دهی ممکن است کل مدت زمان خوراک خوردن را افزایش دهد (Le Liboux & Peyraud, 1999; Hart et al., 2014). افزایش مصرف خوراک نیز شود (Le Liboux & Peyraud, 1999; Shabi et al., 1999). در این متآنالیز، به‌طور متوسط سه بار خوراک‌دهی در روز در مقابل یک بار، ماده خشک مصرفی را کاهش داد. این کاهش می‌تواند به دلیل تفاوت در رفتار خوراک خوردن گاوها باشد. افزایش دفعات خوراک‌دهی رفتار تهاجمی^۱ بیشتر و آرامش کمتری در محل آخور ایجاد کرده و به گاوها فرصت کافی برای برداشت لقمه‌های دهان‌پرکن نمی‌دهد؛ بنابراین مصرف خوراک کاهش می‌یابد (Phillips & Rind, 2001; Mäntysaari et al., 2006). با وجود این برخی شواهد وجود دارد که دفعات بیشتر تحویل خوراک، نرخ تخمیر ثانویه^۲ خوراک را در محل آخور به‌خصوص در فصل تابستان کاهش می‌دهد و می‌تواند مصرف خوراک را افزایش دهد (Kudrna et al., 2001). در این مطالعه اثر فصل به عنوان عامل کواریت در متارگرسیون در نظر گرفته نشد، زیرا هیچ‌کدام از مطالعات (به‌جز مطالعه Mäntysaari et al., 2006 که آزمایش در زمستان اجرا شده بود) این داده را گزارش نکرده بودند.

در نتایج متارگرسیون مقدار علوفه جیره و روزهای شیردهی، ناهمگنی اثر دفعات خوراک‌دهی روی ماده خشک مصرفی را توضیح دادند (ناهمگنی در نتایج بین مقایسه‌ها در شکل ۱ مشاهده می‌شود). رابطه مثبت بین مقدار علوفه جیره و تفاوت میانگین استاندارد شده ماده خشک مصرفی بیان می‌کند که در جیره‌های با علوفه بالا، افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند خوراک مصرفی را افزایش دهد. نشان داده شده است که رفتار

جداسازی جیره کاملاً مخلوط‌شده توسط گاوها از زمان اوج تولید شیر (حدود ۵۰ روز از زایش) تا اوج مصرف خوراک (حدود ۱۱۰ روز از زایش) تغییر نمی‌کند (DeVries et al., 2011) و دفعات خوراک‌دهی روی رفتار خوراک خوردن و جداسازی مؤثر است (DeVries et al., 2005)؛ بنابراین به نظر می‌رسد که دفعات خوراک‌دهی اثر متفاوتی روی عملکرد گاوها در طول دوره شیردهی نداشته باشد. اگرچه مطالعه مستقیمی روی اثر دفعات خوراک‌دهی در مراحل مختلف شیردهی انجام نگرفته است. در این مطالعه در نتایج متارگرسیون اثر منفی مرحله شیردهی روی میانگین استاندارد شده ماده خشک مصرفی نشان می‌دهد که هرچه مرحله شیردهی بیشتر شود (در گاوهای اواخر دوره شیردهی و کم‌تولید) افزایش دفعات خوراک‌دهی بیشتر باعث کاهش ماده خشک مصرفی می‌شود. یک بار در روز خوراک‌دهی جیره کاملاً مخلوط‌شده، جداسازی خوراک توسط گاو را افزایش می‌دهد. این جداسازی کیفیت جیره کاملاً مخلوط‌شده را در طول روز کاهش می‌دهد و در شرایط خوراک‌دهی گروهی باعث کاهش عملکرد گاوهای مطیع و خجالتی (آن‌هایی که هنگام تحویل خوراک می‌ترسند به طرف آخورها بروند) می‌شود (DeVries et al., 2005). به‌علاوه نشان داده شده است که الگوی خوراک خوردن گاوهای یک و چندبار زایش کرده با هم متفاوت است و گروه اول جداسازی بیشتری علیه ذرات بلند و اجزای مؤثر فیزیکی جیره دارند و خوردن ذرات ریز را بیشتر ترجیح می‌دهند (DeVries et al., 2011)؛ بنابراین انتظار می‌رود که اثر دفعات خوراک‌دهی روی خوراک مصرفی گاوهای یک‌بار زایش کرده در مقایسه با گاوهای چندبار زایش کرده بیشتر باشد. در این مطالعه نتایج متارگرسیون تک‌متغیره نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در گاوهای چندبار زایش کرده در مقایسه با گاوهای یک‌بار زایش کرده، اثر بیشتری روی کاهش ماده خشک مصرفی داشت. مطابق با این نتایج، در مطالعه Mäntysaari et al. (2006) نیز ۵ بار در روز ارائه جیره کاملاً مخلوط‌شده در مقابل یک بار در گاوهای یک‌بار زایش کرده، اثری

1. More aggressive and less relaxed
2. Secondary fermentation

شود، جداسازی خوراک توسط گاو افزایش می‌یابد (DeVries *et al.*, 2005)؛ به‌خصوص زمانی که سطح علوفهٔ جیره کم باشد (DeVries *et al.*, 2007). نشان داده شده است که گاوها ترجیحاً اجزای غلات جیره را انتخاب می‌کنند و اجزای علوفه‌ای بلند و بنابراین لیاف و لیاف مؤثر فیزیکی را پس می‌زنند (Leonardi & Armentano, 2003; DeVries *et al.*, 2007). جداسازی بیش از حد جیره کاملاً مخلوط‌شده باعث افزایش مصرف کربوهیدرات سریع‌التخمیر، افزایش تغییرات روزانه pH شکمبه و افزایش خطر بروز اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای می‌شود (Stone, 2004; DeVries *et al.*, 2008). افزایش دفعات خوراک‌دهی روشی برای کاهش اثر منفی تخمیر سریع نشاسته در شکمبه است (Robinson & McNiven, 1994). نتایج متارگسیون مطالعه حاضر نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌های با سطح علوفهٔ بیشتر باعث کاهش قابلیت هضم لیاف و مواد آلی می‌شود که این می‌تواند به دلیل افزایش خوراک مصرفی، کاهش مدت‌زمان نشخوارکردن و افزایش نرخ عبور از شکمبه و در نتیجه کاهش قابلیت هضم لیاف در شکمبه باشد.

چربی شیر

در تحقیقات بسیاری گزارش شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی، کمینهٔ pH شکمبه را افزایش و نوسان‌های pH شکمبه را کاهش می‌دهد (Kauffman *et al.*, 1976; French & Kennelly, 1990; Shabi *et al.*, 1999)؛ بنابراین انتظار می‌رود که غلظت چربی شیر افزایش یابد. در این متاآنالیز غلظت چربی شیر تحت تأثیر دفعات خوراک‌دهی قرار نگرفت. این پاسخ می‌تواند به دلیل نوع جیره پایه استفاده‌شده در آزمایش‌های این متاآنالیز باشد، به‌طوری که در هیچ‌کدام از آزمایش‌ها (به‌جز مطالعهٔ Akbari-Pabandi & Mirzaei-Alamouti (2015)) روغن‌های گیاهی در جیره استفاده نشده بود. نشان داده شده است که سطح بالای کنسانترهٔ جیره و افت pH شکمبه به‌تنهایی باعث بروز افت چربی شیر نمی‌شود (Alzahal *et al.*, 2009) و برای بروز افت چربی شیر هر دو عامل کنسانترهٔ بالا (برای افت pH شکمبه و

روی مادهٔ خشک مصرفی نداشت، اما در گاوهای چندبار زایش‌کرده باعث کاهش خوراک مصرفی شد؛ اگرچه این داده‌ها از مطالعهٔ Mäntysaari *et al.* (2006) به مخزن داده‌های این متاآنالیز وارد نشد، زیرا خطای استاندارد آن‌ها گزارش نشده بود. این تفاوت در تعداد زایش‌ها می‌تواند به دلیل تفاوت در ظرفیت تولید شیر و خوراک مصرفی باشد. گاوهای پرتولید چندبار زایش‌کرده لقمه‌های بزرگ را سریع‌تر از گاوهای کم‌تولید یک‌بار زایش‌کرده می‌خورند (Dado & Allen, 1994).

تولید شیر و قابلیت هضم

در این متاآنالیز با افزایش دفعات خوراک‌دهی مادهٔ خشک مصرفی کاهش یافت، اما اثری روی تولید شیر نداشت که بخشی از آن می‌تواند به دلیل بهبود قابلیت هضم لیاف در کل دستگاه گوارش باشد. نشان داده شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی باعث افزایش قابلیت هضم لیاف در شکمبه، پس از شکمبه (انتهای دستگاه گوارش) یا هر دو مکان می‌شود (Shabi *et al.*, 1999). همچنین نشان داده شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند باعث افزایش هضم پس از شکمبه‌ای مواد آلی و کربوهیدرات غیرساختمانی شود (Shabi *et al.*, 1999) که این می‌تواند به دلیل بهبود فعالیت آنزیمی در روده باشد. در برخی تحقیقات بیان شده است که ظرفیت هضم نشاسته در روده، به تأمین آنزیم آمیلاز پانکراس بستگی دارد و ترشح آمیلاز می‌تواند با افزایش ورود پروتئین به دئودنوم افزایش یابد (Huntington, 1997). به‌طوری که هضم پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارش پروتئین خام در مطالعهٔ Shabi *et al.* (1999) با افزایش دفعات خوراک‌دهی افزایش یافت. نتایج متارگسیون نشان داد که افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌های با سطح غلات بالاتر، باعث بهبود قابلیت هضم لیاف و مواد آلی در کل دستگاه گوارش گاوهای شیرده شده است که این موضوع می‌تواند به دلیل تعدیل نوسان‌های روزانهٔ pH شکمبه باشد (Le Liboux & Peyraud, 1999; Dhiman *et al.*, 2002). وقتی جیره کاملاً مخلوط‌شده یک بار در روز داده

دفعات خوراک‌دهی جیره حاوی مکمل چربی غنی از اسیدلینولئیک (روغن پسماندهای آشپزخانه^۱) غلظت چربی شیر را کاهش داد، اما در جیره بدون مکمل چربی باعث افزایش غلظت چربی شیر شد (Akbari-Pabandi & Mirzaei-Alamouti, 2015). به خوبی نشان داده شده است که وارد کردن مکمل‌های چربی غنی از 18:2n-6 در جیره گاوهای شیرده باعث افزایش غلظت *trans-10,cis-12 CLA* چربی شیر می‌شود (Vazirigohar *et al.*, 2015a)؛ اگرچه مطالعه مستقیمی که اثر دفعات خوراک‌دهی را روی غلظت واسطه‌های بیوهیدروژناسیون چربی شیر بررسی کرده باشد، انجام نگرفته است. در مطالعه Dhiman *et al.* (2002) افزایش دفعات خوراک‌دهی (یک بار در مقابل چهار بار در روز)، غلظت اسیدهای چرب 18:1 *trans* و 18:2 شیر را که می‌توانند حاوی 18:1 *trans-10,cis-12 CLA* و *trans-9,cis-11 CLA* نیز باشند و دارای خواص آنتی‌لیپوژنیک هستند (Vazirigohar *et al.*, 2014) تغییر نداده است.

نتیجه‌گیری کلی

افزایش دفعات خوراک‌دهی در روز (به‌طور میانگین سه بار در مقابل یک بار) با کاهش ماده خشک مصرفی همراه بود اما اثری روی تولید شیر نداشت. مقدار علوفه جیره و روزهای شیردهی، منابع ناهمگنی تفاوت میانگین استاندارد شده ماده خشک مصرفی بودند. سه بار خوراک‌دهی در مقابل یک بار در روز، تولید چربی شیر را افزایش داد، اما اثری روی غلظت چربی شیر، غلظت و تولید پروتئین شیر نداشت. افزایش دفعات خوراک‌دادن، قابلیت هضم الیاف در کل دستگاه گوارش را بهبود داد. افزایش دفعات خوراک‌دهی در جیره‌های با سطح غلات بالا باعث بهبود قابلیت هضم الیاف شد، اما در جیره‌های با سطح علوفه بالا باعث کاهش هضم الیاف شد.

تغییر جمعیت میکروبی شکمبه و اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند دوگانه^۱ به‌خصوص اسیدلینولئیک (18:2n-6) در جیره لازم است (Shingfield & Griinari, 2007; Alzahal *et al.*, 2014; Vazirigohar *et al.*, 2009). هنگام استفاده از این نوع جیره‌ها (با سطح بالای کنسانتره و اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند دوگانه) مسیر بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع با چند باند دوگانه در شکمبه تغییر می‌کند و به سمت تولید واسطه‌های بیوهیدروژناسیون آنتی‌لیپوژنیک^۲ از جمله *trans-10,cis-12 CLA* سوق می‌یابد؛ بنابراین نرخ عبور این واسطه‌ها از شکمبه افزایش یافته و سپس در دسترس سلول‌های اپیتلیال پستانی قرار می‌گیرند و از بیان ژن‌های لیپوژنیک و سنتز اسیدهای چرب شیر به‌خصوص اسیدهای چرب حاصل از سنتز *de novo* (نیمی از 16:0 و تمام اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیرتر از 16:0) جلوگیری می‌کنند و در نهایت منجر به بروز افت چربی شیر^۳ می‌شوند (Shingfield & Griinari, 2007)؛ به طوری که به خوبی مشخص شده است که افزایش غلظت اسیدهای چرب 18:2 در شیر از جمله رابطه نزدیکی دارند (Shingfield & Griinari, 2007; Vazirigohar *et al.*, 2014, 2015b). در برخی مطالعات استفاده شده در این متاآنالیز افزایش دفعات خوراک‌دهی باعث کاهش غلظت چربی شیر نیز شده است. نشان داده شده است که افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند باعث کاهش میانگین pH شکمبه گاوهای شیرده (Klusmeyer *et al.*, 1990; Yang & Varga, 1989; Shabi *et al.*, 1999) شود. همچنین افزایش دفعات خوراک‌دهی می‌تواند به افزایش نرخ جریان ذرات و مایعات از شکمبه گاوهای شیرده بینجامد (Klusmeyer *et al.*, 1990; LeLiboux & Peyraud, 1999) و بنابراین نرخ جریان واسطه‌های بیوهیدروژناسیون از جمله آنتی‌لیپوژنیک‌ها را از شکمبه افزایش دهد. در مطالعه اخیر افزایش

1. Polyunsaturated fatty acids (PUFA)
2. Antilipogenic biohydrogenation intermediates
3. Milk fat depression (MFD)

جدول ضمیمه ۱. معیار حذف مقاله‌ها و تیمارهای آزمایشی داخل مقاله‌ها در این متاآنالیز به همراه گزارش یک مطالعه برای هر معیار

مطالعه	مجله	دفعات خوراک‌دهی ^۱	دلایل رد شدن مطالعه
Kaufmann, 1976	<i>Livestock Production Science</i>	۲/۷	تغذیه کنسانتره و علوفه به‌طور جداگانه
Thomas et al., 1976	<i>Journal of Dairy Research</i>	۲ به‌طور پیوسته	خوراک‌دادن ۲ بار در روز یا به‌طور پیوسته
Chen et al., 1987	<i>Journal of Dairy Science</i>	۱۲/۱	آزمایش به‌طور صحیح اجرا نشده است
Klumsmeier et al., 1990	<i>Journal of Dairy Science</i>	۲/۴	در یک زیر تیمار (جیره پلت نشده) تغذیه کنسانتره و علوفه به‌طور جداگانه
Aronen, 1991	<i>Animal Feed Science and Technology</i>	۲/۱	در حیوانات در حال رشد
Shabi et al., 1998	<i>Journal of Dairy Science</i>	۴/۲	دفعات خوراک‌دهی در هر دوره آزمایش تغییر کرده بود
Dehority et al., 2001	<i>Journal of Animal Science</i>	۲۴/۶/۱	در گوسفند
Phillips & Rind, 2001	<i>Journal of Dairy Science</i>	روزانه یک روز در میان	خوراک‌دادن روزانه در مقابل یک روز در میان
Devries et al., 2005	<i>Journal of Dairy Science</i>	۴/۲ یا ۲/۱	داده‌های لازم گزارش نشده بود
Manninen et al., 2006	<i>Livestock Science</i>	روزانه ۳ روز یکبار	suckler cows خوراک‌دادن روزانه در مقابل سه روز در میان
Huhtanen et al., 2007	<i>Animal Feed Science and Technology</i>	۱۸/۲	در گاوهای نر فریزین و تلیسه‌های ایرشایر
Robles et al., 2007	<i>Journal of Animal Science</i>	۴/۳/۱	در تلیسه
Pulido et al., 2009	<i>Livestock Science</i>	۴/۳/۲	بررسی دفعات خوراک‌دهی کنسانتره در گاوهای چرکننده
Bava et al., 2012	<i>Italian Journal of Animal Science</i>	۳/۲ یا ۲/۱	خوراک‌دادن گاوها به‌صورت گروهی (نه انفرادی)

۱. دفعات خوراک‌دهی بررسی شده در مطالعه مورد نظر.

REFERENCES

- Akbari-Pabandi, K. & Mirzaei-Alamouti, H. R. (2015). Effects of feeding frequency and plant oil supplementation on performance and feeding behavior of Holstein lactating cows. *Journal of Animal Production*, 17, 119-129. (in Farsi)
- Alzahal, H., Benford, J. L., Widowski, T., Walton, J. P., Plaizeir, J. C., Duffield, T., Odongo, N. E. & McBride, B. W. (2006). Effects of frequency of feed delivery on dairy cattle behavior. *Journal of Professional Animal Scientist*, 22, 80-83.
- AlZahal, O., Or-Rashid, M. M., Greenwood, S. L., Douglas, M. S. & McBride, B. W. (2009). The effect of dietary fiber level on milk fat concentration and fatty acid profile of cows fed diets containing low levels of polyunsaturated fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 92, 1108-1116.
- Bava, L., Tamburini, A., Penati, C., Riva, E., Mattachini, G., Provolo, G. & Sandrucci, A. (2012). Effects of feeding frequency and environmental conditions on dry matter intake, milk yield and behaviour of dairy cows milked in conventional or automatic milking systems. *Italian Journal of Animal Science*, 11, e42.
- Dado, R. G. & Allen, M. S. (1994). Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77, 132-144.
- DeVries, T. J. & von Keyserlingk, M. A. G. (2005). Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 625-631.
- DeVries, T. J., Beauchemin, K. A. & von Keyserlingk, M. A. G. (2007). Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 5572-5579.
- DeVries, T. J., Dohme, F. & 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, 3958-3967.
- DeVries, T. J., Holtshausen, L., Oba, M. & 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.
- DeVries, T. J., von Keyserlingk, M. A. G. & Beauchemin, K. A. (2005). Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 3553-3562.
- Dhiman, T. R., Zaman, M. S., MacQueen, I. S. & Boman, R. L. (2002). Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *Journal of Dairy Science*, 85, 217-226.
- French, N. & 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.
- Gibson, J. P. (1984). The effects of frequency on milk production of dairy cattle: an analysis of published results. *Animal Production*, 38, 181-189.
- Haley, D. B., Rushen, J. & de Passilli, A. M. (2000). Behavioural indicators of cow comfort: Activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science*, 80, 257-263.
- Hart, K. D., McBride, B. W., Duffield, T. F. & DeVries, T. J. (2014). Effect of frequency of feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97, 1-12.

16. Huntington, G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, 75, 852-867.
17. Klusmeyer, T. H., Cameron, M. R., McCoy, G. C. & Clark, J. H. (1990). Effects of feed processing and frequency on ruminal fermentation, milk production, and milk composition. *Journal of Dairy Science*, 73, 3538-3543.
18. Kauffman, W. (1976). Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livestock Production Science*, 3, 103-114.
19. Kudrna, V. (2003). Effect of different feeding frequency employing total mixed ration (TMR) on dry matter intake and milk yield in dairy cows during the winter. *Acta Veterinaria (Brno)*, 72, 533-539.
20. Kudrna, V., Lang, P. & Mlázovská, P. (2001). Frequency of feeding with TMR in dairy cows in summer season. *Czech Journal of Animal Science*, 46, 313-319.
21. Lean, I. J., Rabiee, A. R., Duffield, T. F. & Dohoo, I. R. (2009). Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: Methods and applications. *Journal of Dairy Science*, 92, 3545-3565.
22. Le Liboux, S. & Peyraud, J. L. (1999). Effects of forage particle size and feeding frequency on fermentation patterns and sites and extent of digestion in dairy cows fed mixed diet. *Animal Feed Science and Technology*, 76, 297-319.
23. Leonardi, C. & 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.
24. Mäntysaari, P., Khalili, H., Sariola, J. (2006). Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89, 4312-4320.
25. Nikkhah, A., Furedi, C. J., Kennedy, A. D., Crow, G. H. & Plaizier, J. C. (2008). Effects of feed delivery time on feed intake, milk production, and blood metabolites of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 4249-4260.
26. Niu, M., Ying, Y., Bartell, P.A. & Harvatine, K.J. (2014). The effects of feeding time on milk production, total-tract digestibility, and daily rhythms of feeding behavior and plasma metabolites and hormones in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97, 1-13.
27. Nocek, J. E. & Braund, D. G. (1985). Effect of feeding frequency on diurnal dry matter and water consumption, liquid dilution rate and milk yield in first lactation. *Journal of Dairy Science*, 68, 2238-2247.
28. Phillips, C. J. C. & Rind, M. I. (2001). The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84, 1979-1987.
29. Rabiee, A. R., Breinhild, K., Scott, W., Golder, H. M., Block, E. & Lean, I. J. (2012). Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*, 95, 3225-3247.
30. Robinson, P. H. & McNiven, M. A. (1994). Influence of flame roasting and feeding frequency of barley on performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77, 3631-3643.
31. Robinson, P. H. & Sniffen, C. J. (1985). Forestomach and whole tract digestibility for lactating dairy cows as influenced by feeding frequency. *Journal of Dairy Science*, 68, 857-867.
32. Rottman, L. W., Ying, Y., Zhou, K., Bartell, P. A. & Harvatine, K. J. (2014). The daily rhythm of milk synthesis is dependent on the timing of feed intake in dairy cows. *Physiological Reports*, 2(6), 1-12.
33. Shabi, Z., Bruckental, I., Zamwell, S., Tagari, H. & 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.
34. Shingfield, K. J. & Griinari, J. M. (2007). Role of biohydrogenation intermediates in milk fat depression. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 799-816.
35. St-Pierre, N. R. (2001). Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *Journal of Dairy Science*, 84, 741-755.
36. Thivierge, M. C., Bernier, J. F. & H. Lapierre. (2002). Effects of supplemental protein and energy and feeding frequency on the performance of lactating dairy cows fed a protein-deficient diet. *Canadian Journal of Animal Science*, 82, 225-231.
37. Vazirigohar, M., Dehghan-Banadaky, M., Rezayazdi, K., Krizsan, S. J., Nejati-Javaremi, A. & Shingfield, K. J. (2014). Fat source and dietary forage-to-concentrate ratio influences milk fatty acid composition in lactating cows. *Animal*, 8, 163-174.
38. Vazirigohar, M., Dehghan-Banadaky, M., Rezayazdi, K. & Nejati-Javaremi., A. (2015a). A meta-analysis of the impact of plant oils rich in 18:2n-6 on milk fatty acid composition in lactating cows. *Animal Science Reserches*, 25, 123-140. (in Farsi)
39. Vazirigohar, M., Rezayazdi, K., Dehghan-Banadaky, M. & Nejati-Javaremi, A. (2015b). A meta-analysis of the impact of plant oils rich in 18:2n-6 on digestibility, milk production and composition in lactating cows. *Animal Science Reserches*, 25, 167-186. (in Farsi)
40. Yang, C.-M. J. & Varga, G. A. (1989). Effect of three concentrate feeding frequencies on rumen protozoa, rumen digesta kinetics, and milk yield in dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 72, 950-957.

Effect of Feeding Frequency on Digestibility, Milk Production and Composition in Lactating Cows: A Meta-analysis and Meta-regression

Hamidreza Mirzaei-Alamouti^{1*}, Mehdi Kazemi-Joujili², Hamid Amanlou³, and Mina Vazirigohar⁴

1, 2, 3. Assistant Professor, Former M. Sc. Student and Professor, University of Zanjan, Iran

4. Ph.D. Graduated Student, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran and Senior Scientist (Ruminant Nutrition, PhD), Xaniar Ariaie Co., Tehran, Iran

(Received: Mar. 10, 2015 - Accepted: Sep. 26, 2015)

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of frequency of feeding total mixed ration (TMR) on total-tract digestibility, milk production and composition in lactating cows, using meta-analysis and meta-regression approaches. Data of fourteen experiments having containing 25 comparisons between treatment (higher feeding frequency) and control (lower feeding frequency) groups, defined selection criteria, were used. Data were analyzed using effect size method in STATA/SE. Increasing frequency of feeding decreased dry matter intake (DMI; weighted mean difference (WMD)= -0.134 kg/d) but had no effect on milk yield. Forage level of diet and days in milk (DIM) were the source of heterogeneity for standardized mean difference (SMD) of DMI. In this meta-analysis, higher feeding frequency had no effect on milk fat and milk protein content and yield. Increasing feeding frequency improved NDF digestibility (WMD= 5.663%). Results of univariate meta-regression showed that increasing frequency of feeding in diets containing high level of grains improved NDF digestibility, but in high forage diets lowered NDF digestion. In conclusion, delivery of TMR containing equal amounts of forage and concentrate three times vs. one times in a day decreased DMI but did not change milk yield.

Keywords: feeding frequency, lactating cow, meta-analysis.