مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۲ شماره ۴/ سال۱۴۰۱/ صفحات ۱۵ تا ۲۹

DOI: 10.22034/AS.2022.29102.1449

بررسی منحنی تغییرات درصد چربی و درصد پروتئین، و نسبت چربی به پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون گاوهای شیری ایران با استفاده از رگرسیون کوآنتایل

مرتضی نامجو[۱] و سیّد همایون فرهنگ‌فر[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰

[۱]دانش‌آموخته‌ی کارشناسی‌ارشد بخش علوم دام دانشگاه بیرجند

[۲]استاد گروه بخش علوم دام دانشگاه بیرجند

[*]مسئول مکاتبه: Email: hfarhangfar@birjand.ac.ir

چکیده

زمینه‌ی مطالعه: میزان تولید گاو در اوج تولید شیر، به‌جیره‌ی غذایی بعد از زایمان، توانایی ژنتیکی، شرایط بدنی حیوان در هنگام زایمان، نداشتن بیماری‌های عفونی و متابولیکی، بستگی دارد. نسبت چربی به پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون، سنجه‌ای کاربردی در رابطه با میزان سوخت و ساز چربی‌های بدن و میزان تعادل منفی انرژی است و می‌توان از آن به‌عنوان سنجه‌ی انتخاب، در جهت بهبود پایداری متابولیکی گاوهای شیری استفاده نمود. **هدف:** این تحقیق، با هدف بررسی منحنی تغییرات درصد چربی، درصد پروتئین و نسبت چربی به پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون گاوهای شیری ایران و با استفاده از رگرسیون چندجمله‌ای کوآنتایل اجرا گردید. **روش کار:** تعداد ۷۸٤٥۳۲ رکورد روز آزمون متعلّق به ۹۳۲۵۹ رأس گاو شیری شکم اوّل در ٦٦۰ گلّه که طیّ سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۲ زایش داشتند، توسّط مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گفت. صفت مورد بررسی، درصد چربی و درصد پروتئین و نسبت (درصد یا مقدار) چربی به پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون بود. مدل رگرسیون چندجمله‌ای کوآنتایل، توسّط نرم‌افزار SAS بر میانگین رکوردها برازش داده شد که در آن، روز شیردهی، به‌عنوان متغیّر مستقل و هر یک از صفات مذکور به‌عنوان متغیّر پاسخ معرفی شدند. **نتایج:** گرچه بیشترین مقدار نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های اوّل و دوّم شیردهی، و کمترین مقدار آن در ماه‌های ششم و هفتم دوره‌ی شیردهی مشاهده گردید، امّا به‌دلیل متفاوت بودن ضریب تابعیّت خطّی و درجه‌ی دوّم روز شیردهی، بیشترین و کمترین مقدار صفت مزبور، در چندک‌های مختلف، تغییرات داشت؛ به‌گونه‌ای که بر حسب قدر مطلق مقادیر، کوچکترین و بزرگترین ضریب تابعیّت خطّی روز شیردهی، به‌ترتیب در چندک‌های ۵ و ۹۵ مشاهده شد. مشابه با وضعیّت مزبور نیز برای ضریب تابعیّت درجه‌ی دوّم روز شیردهی به‌دست آمد. **نتیجه‌گیری نهایی:** یافته‌های تحقیق حاضر، نشان داد شیب بالارونده و پایین‌رونده منحنی تغییرات درصد چربی، درصد پروتئین و نسبت چربی به پروتئین در طول دوره‌ی شیردهی گاوهای شیری ایران، در چندک‌های مختلف از صفات مزبور، متفاوت است؛ و لذا توصیّه می‌شود که این تفاوت، در مدیریّت تغذیه و سلامت همچنین برنامه‌ی اصلاح نژادی گاوهای شیری مورد توجّه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: مدل‌سازی، نسبت ترکیبات شیر، رگرسیون کوآنتایل، گاو شیری

مقدّمه

سازه‌های بسیاری ممکن است بر مقدار کلّ تولید شیر در یک دوره‌ی شیردهی اثرگذار باشند (وود ۱۹٦۷) که در بین آن‌ها می‌توان به مواردی نظیر میزان تخلیه‌ی شیر از پستان، سن گاو در هنگام زایمان، وزن بدن، ماه‌های آبستنی و شرایط محیطی از قبیل فصل، دما و رطوبت اشاره کرد. برای داشتن یک دوره‌ی شیردهی با تولید بالا، گاوها باید اوج تولید شیر[1] و تداوم شیردهی[2] بالایی داشته باشند (قربانی و خسروی‌نیا ۲۰۱۱). میزان تولید گاو در اوج تولید شیر، به شرایط بدنی حیوان در هنگام زایمان، توانایی ژنتیکی، نداشتن بیماری‌های عفونی و متابولیکی و همچنین ترکیب جیره‌ی غذایی بعد از زایمان بستگی دارد. تداوم شیردهی در گاوهای شیرده یک صفت اقتصادی توارث‌پذیر و یک مشخصّه‌ی مهم از منحنی شیردهی می‌باشد. تغییرات این صفت، تحت تأثیر سازه‌های مختلفی از جمله ساختار ژنتیکی دام قرار دارد (قربانی و خسروی‌نیا ۲۰۱۱). ارتباط بین صفات سازگاری[3] و صفات تولید شیر به خوبی شناخته شده است (ساموره و همکاران ۲۰۱۰).

نمودار تولید شیر در طول یک دوره‌ی شیردهی را منحنی شیردهی می‌گویند؛ که عبارت از توصیف نموداری رابطه‌ی بین تغییرات تولید شیر و زمان می‌باشد. منحنی شیردهی گاو، معمولاً دارای یک مرحله‌ی افزایشی و یک مرحله‌ی کاهشی است (بوستان و همکاران ۲۰۱۰). آگاهی از روابط ژنتیکی میان ویژگی‌های منحنی شیردهی وبازده شیردهی، برای انتخاب مشترک هر دو صفت ضروری است (فریز و همکاران ۱۹۸۵). مواد جامد شیر حاوی لاکتوز، چربی، پروتئین و مواد معدنی است. (قربانی و خسروی‌نیا ۲۰۱۱)؛ مقادیر مواد جامد شیر در نژادهای مختلف متفاوت است.

صفات مربوط به سازگاری، امروزه به‌عنوان سنجه‌ای برای صفت‌های اقتصادی استفاده می‌شوند (زینک و همکاران ۲۰۱٤). استفاده از این سنجه‌ها می‌تواند به‌مقدار قابل توجّهی پیشرفت ژنتیکی صفاتی با وراثت‌پذیری پایین مانند سلامت و تولید مثل را افزایش دهد (زینک و همکاران ۲۰۱۲). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد امکان دارد نسبت چربی به پروتئین در شیر در اوایل شیردهی با عملکرد در طول دوره‌ی شیردهی همبستگی داشته باشد (باتچریت و همکاران ۲۰۱۲ وکوئک و همکاران ۲۰۱۳). معمولاً بین تولید شیر و درصد چربی و درصد پروتئین آن، رابطه‌ی معکوسی وجود دارد (قربانی و خسروی‌نیا ۲۰۱۱). به‌عبارت بهتر، هنگامی که تولید شیر در اوج خود قرار دارد، درصد چربی و همچنین درصد پروتئین شیر، در حدّاقل خود قرار می‌گیرند.

به‌طور معمول، میزان محتوای چربی و پروتئین شیر در جمعیّت گاوهای شیری با یکدیگر در جهت مثبت مرتبطند. هرچند سطوح اجزا در نژادهای مختلف با یکدیگر متفاوت است (هنریچز و جونز ۲۰۱۷). عوامل زیادی علاوه بر خوراک وجود دارند که بر محتوی چربی و پروتئین شیر مؤثّر می‌باشند که می‌توان به مواردی نظیر گامه‌ی شیردهی، سن، فصل، بیماری‌ها و خصوصیّات ژنتیکی حیوان (که ۵۵ درصد اختلاف بین گاوها را در چربی و پروتئین شیر سبب می‌گردد) اشاره نمود (هنریچز و جونز ۲۰۱۷).

نسبت چربی به پروتئین با بیماری‌های پس از زایمان از قبیل جفت‌ماندگی، جابه‌جایی شیردان، عفونت رحمی، ورم پستان بالینی و همچنین حذف حیوان همبستگی دارد. نسبت درصد چربی به پروتئین، سنجه‌ی مناسبی برای سوخت و ساز چربی‌ها و سطح تعادل منفی انرژی محسوب می‌شود (تونی و همکاران ۲۰۱۱؛ فریجنز و همکاران ۲۰۰۷؛ زوخ گولوب و همکاران ۲۰۱۵) و لذا از آن به‌عنوان سنجه‌ی انتخاب، در جهت بهبود پایداری

[1] Peak of milk production
[2] Lactation persistency

[3] ویژگی‌هایی نظیر مقاومت به بیماری‌ها و زنده‌مانی، جزو صفات سازگاری محسوب می‌گردند.

متابولیکی می‌توان استفاده نمود (نیشویرا و همکاران ۲۰۱۵).

تاکنون در خصوص شکل منحنی شیردهی گاوهای شیری و مدل‌سازی آن، مطالعات فراوانی انجام شده است؛ که جستجو برای یافتن تابعی مناسب و کاربردی از دلایل اصلی این تحقیقات بوده است (لطفی و همکاران ۲۰۱٤).

به‌نظر می‌رسد علاوه بر اهمّیّت نسبت چربی به پروتئین، تاکنون در زمینه مدل‌سازی منحنی تغییرات ویژگی مزبور با استفاده از مدل‌های رگرسیونی کوآنتایل، پژوهشی انجام نشده باشد. ازاین‌رو، این تحقیق، با هدف بررسی منحنی تغییرات درصد چربی، درصد پروتئین، و نسبت چربی به پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون گاوهای شیری ایران برای یک دوره‌ی شیردهی استاندارد (به‌مدّت ۱۰ ماه) و با استفاده از تکنیک آماری رگرسیون چندجمله‌ای کوآنتایل اجرا گردید.

مواد و روش

داده‌های اوّلیّه‌ی این پژوهش، توسّط مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی ارائه گردید. داده‌های نهایی مورد استفاده (پس از انجام ویرایش‌های لازم بر روی مشاهدات خام) عبارت بودند از تعداد ۷۸٤٥۳۲ رکورد شیر روز آزمون متعلّق به ۹۳۲٥۹ رأس گاو شیری شکم اوّل (فرزندان ۲۷٤۱ رأس گاو نر و ۷۹۸٤۳ رأس گاو ماده) در ٦٦۰ گله که طیّ سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۲ زایش داشتند. صفت مورد آنالیز، درصد چربی و درصد پروتئین و نسبت (درصد یا مقدار) چربی به پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون بود. محدوده‌ی مجاز مقادیر درصدهای چربی و پروتئین روزانه در نژادهای مهم گاو شیری به‌ترتیب بین کمینه ۱/٥ و ۱ و بیشینه به‌ترتیب ۹ و ۷ می‌باشد (ایکار ۲۰۱۷).

در فایل داده‌ها، درصدهای چربی و پروتئین روز آزمون دارای کمینه‌ی به‌ترتیب ۱/٥ و ۱ ، و بیشینه‌ی به‌ترتیب ۷ و ۷ بودند. توسّط نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲٥) مقدار متوسّط صفت مزبور برای روزهای شیردهی (و در بازه روزهای ٤ تا ۳۰۰) در کلّ ارقام محاسبه، و سپس با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه‌ی ۹/٤) مدل رگرسیون چندجمله‌ای درجه‌ی دوّم کوآنتایل[1] (برای چندک‌های ٥ الی ۹٥ درصد و با تفاوت پلکانی ٥ درصد) بر داده‌ها برازش داده شد. در مدل مزبور، روز شیردهی به‌عنوان متغیّر مستقل، و هر یک از صفات درصد چربی، درصد پروتئین و نسبت درصد چربی به پروتئین به‌عنوان متغیّر وابسته معرفی شدند. به‌دلیل محدودیّت نرم‌افزار، اثر تصادفی گاوها در مدل برازش داده بر داده‌ها، گنجانده نشد. در جدول ۱، برخی سنجه‌های آمار توصیفی مربوط به صفت درصد چربی، درصد پروتئین و نسبت چربی به پروتئین درگامه‌های مختلف شیردهی آورده شده‌اند.

رگرسیون کوآنتایل، در حقیقت، یک روش آماری با قابلیّت محاسبه و رسم منحنی‌های رگرسیونی متفاوت و منطبق با نقاط صدکی مختلف می‌باشد که ضمن بیان تصویری کامل‌تر و جامع‌تر از داده‌ها، امکان سنجش ارتباط متغیّرهای مستقل با چندک‌های مورد نظر متغیّر وابسته را بدون نیاز به‌نرمال بودن داده‌ها و حتی در حضور نقاط پَرت فراهم می‌کند. فزون بر آن، برخلاف رگرسیون حدّاقل مربّعات که روی میانگین شرطی (یعنی پارامتر مکان) متمرکز است، رگرسیون کوآنتایل، راهبرد منظّمی را برای تعیین چگونگی اثر متغیّرهای مستقل روی مکان و مقیاس و شکل توزیع پیشنهاد می‌کند (کوئنکر و باست ۱۹۷۸).

مدل رگرسیون کوآنتایل مورد استفاده، به‌صورت زیر بود:

$$E(y|X=x)=X'\beta$$

[1]Quadratic polynomial quantile regression model

که تابع کوآنتایل شرطی خطّی:

$$Q(\tau|X=x)=x'\beta(\tau)$$

از طریق معادله‌ی زیر حاصل می‌گردد (بحری بیناباج و همکاران ۲۰۲۱):

$$\hat{\beta}(\tau)=\arg\min_{P\in R^P}\sum_{i}^{n}\rho_\tau(y_i-x_i'\beta)$$

که در معادلات فوق، y بردار مشاهدات (مربوط به درصدهای چربی و پروتئین و نسبت بین آن‌ها است)، β بردار ضرایب رگرسیون خطّی و درجه‌ی دوّم در صدک τ اُم است.

Table 1. Some descriptive statistics for fat percentage, protein percentage and fat to protein ratio test day records in different lactation stages of Iranian dairy cows

Lactation Stage	No. test day records	Fat (%)			Protein (%)			FPR		
		Average	Min	Max	Average	Min	Max	Average	Min	Max
1	67499	3.6878	1.50	7.00	3.1195	1.00	6.98	1.1958	0.2496	4.0631
2	86842	3.2633	1.50	7.00	2.9085	1.00	6.77	1.1354	0.3311	4.4797
3	81535	3.2012	1.50	7.00	2.9439	1.00	6.40	1.0987	0.3852	3.8726
4	84646	3.2084	1.50	7.00	3.0043	1.05	6.93	1.0787	0.2528	5.2381
5	81739	3.2446	1.50	7.00	3.0584	1.00	7.00	1.0712	0.3409	3.5904
6	83836	3.2901	1.50	7.00	3.1026	1.00	6.53	1.0703	0.3201	3.3500
7	81782	3.3367	1.50	7.00	3.1365	1.00	6.19	1.0735	0.3412	3.3500
8	82152	3.3898	1.50	7.00	3.1689	1.00	6.95	1.0789	0.2809	3.8559
9	74164	3.4530	1.50	7.00	3.2043	1.00	6.95	1.0861	0.2522	3.6545
10	60337	3.5130	1.50	7.00	3.2430	1.00	6.34	1.0908	0.3063	3.3611
Total	784532	3.3464	1.50	7.00	3.0818	1.00	7.00	1.0966	0.2496	5.2381

نتایج

در جدول ۲ برآورد پارامترهای عرض از مبداء[1]، ضریب رگرسیون مربوط به اثر خطّی[2] روز شیردهی و ضریب رگرسیون مربوط به اثر درجه‌ی دوّم[3] روز شیردهی برای درصد چربی در چندک‌های مختلف آورده شده‌اند. برآورد پارامتر عرض از مبداء در چندک ۵ درصد کمترین و در چندک ۹۵ درصد بیشترین مقدار را دارا بود. برآورد پارامتر ضریب رگرسیون مربوط به اثر خطّی روز شیردهی در چندک ۹۵ درصد کمترین ولی در چندک ۵ درصد بیشترین مقدار را نشان داد. برآورد پارامتر ضریب رگرسیون مربوط به اثر درجه‌ی دوّم روز شیردهی (مانند پارامتر عرض از مبداء) کمترین مقدار را در چندک ۵ درصد و بیشترین مقدار را در چندک ۹۵ درصد داشت.

[1] Intercept
[2] Linear regression coefficient
[3] Quadratic regression coefficient

Table 2. Estimated parameters of intercept and regression coefficients for linear (multiply by 10^6) and quadratic (multiply by 10^6) effect of days in milk in different quantiles for fat percentage

(%) Quantiles	Intercept	Linear effect of days in milk	Quadratic effect of days in milk
5	3.15723	-89	4.329
10	3.17649	-247	4.750
15	3.20806	-578	5.608
20	3.22073	-708	5.985
25	3.23659	-856	6.398
30	3.25282	-1061	7.039
35	3.27909	-1337	7.765
40	3.30285	-1567	8.378
45	3.30555	-1588	8.423
50	3.32207	-1739	8.785
55	3.34307	-1924	9.246
60	3.34556	-1903	9.166
65	3.39581	-2388	10.341
70	3.48657	-3268	12.474
75	3.53043	-3646	13.366
80	3.62968	-4611	15.751
85	3.80980	-6311	19.809
90	3.98734	-8058	24.178
95	4.19533	-10085	29.257

در شکل ۱ مقدار پیش‌بینی شده‌ی درصد چربی در روزهای مختلف شیردهی در چندک‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۹۵ درصد نشان داده شده است. بر اساس شکل مذکور، در ابتدای شیردهی، بیشترین تفاوت درصد چربی در بین چندک‌های مختلف وجود داشت. تغییرات منحنی در طول مدّت شیردهی حیوان بین چندک‌های بالایی و پایینی متفاوت بود به‌طوری که در چندک‌های بالایی روند به‌صورت نزولی صعودی است و در چندک‌های پایینی روند به‌صورت افزایشی تغییر می‌کند. بعد از زایمان، مواد مغذّی موجود در خوراک توانایی تأمین هم‌زمان افزایش تولید شیر و نگهداری بدن را ندارد (اولسون و همکاران ۲۰۱۰). بنابراین، حیوان برای جبران کمبود انرژی از ذخایر چربی بدن استفاده می‌کند و در پی آن، میزان درصد چربی شیر متأثّر از این استفاده می‌شود (باتچریت و همکاران ۲۰۱۲ ؛ کوئک و همکاران ۲۰۱۳).

در حالی‌که شرایط فیزیولوژیکی بیشتر حیوانات در مایعات بدن آن‌ها منعکس می‌شود، در گاوهای شیری شرایط فیزیولوژیک در ترکیبات شیرآن‌ها منعکس می‌شود؛ در هنگام وقوع تعادل منفی انرژی، محصولات حاصل از تخریب چربی ذخیره‌ای بدن در دو راه متابولیکی اصلی در بافت‌های پستان و کبد دیده می‌شوند. در بافت پستان این اسیدهای چرب آزاد نسبت چربی به پروتئین را در شیر افزایش می‌دهند و در کبد اسیدهای چرب آزاد سوخت‌وساز را تغییر می‌دهند که حاصل آن افزایش محصولات کتونی است. به‌دنبال کمبود انرژی و تجزیه‌ی بیش از اندازه‌ی چربی ذخیره‌ای بدن، افزایش چربی و کاهش پروتئین در شیر رُخ می‌دهد؛ سطح غلظت بالای چربی شیر معمولاً با تعادل منفی انرژی همراه است (کیرواسکی ۲۰۱۱).

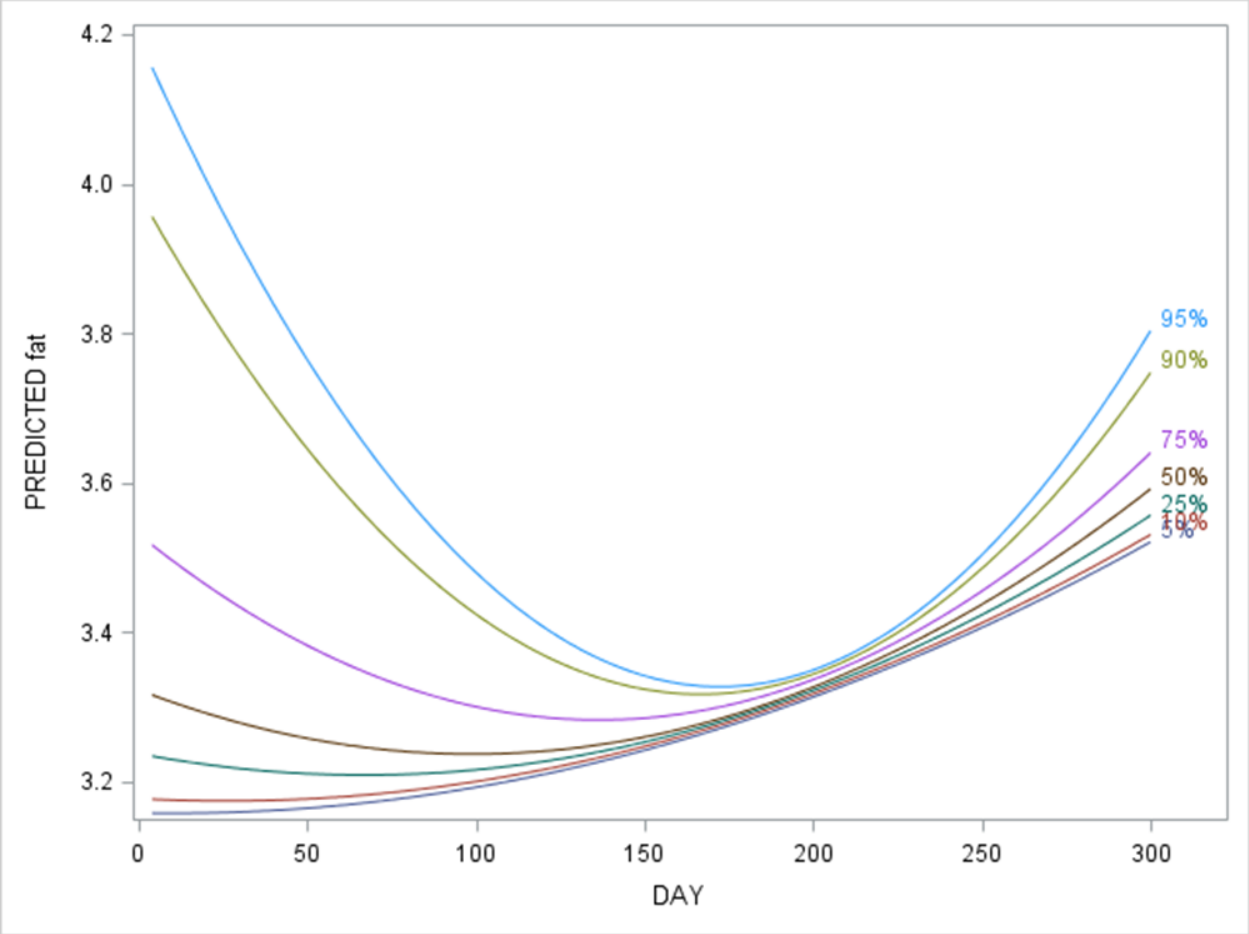

Figure 1. Predicted curve of fat percentage in different days of lactation separated for some quantiles

در جدول ۳ برآورد پارامترهای عرض از مبداء، ضریب رگرسیون مربوط به اثر خطّی روز شیردهی و ضریب رگرسیون مربوط به اثر درجه‌ی دوّم روز شیردهی برای درصد چربی در چندک‌های مختلف آورده شده‌اند. برآورد پارامتر عرض از مبداء در چندک ۵ درصد کمترین و در چندک ۹۵ درصد بیشترین مقدار را دارا بود.

برآورد پارامتر ضریب رگرسیون مربوط به اثر خطّی روز شیردهی در چندک ۹۵ درصد کمترین ولی در چندک ۵ درصد بیشترین مقدار را نشان داد. برآورد پارامتر ضریب رگرسیون مربوط به اثر درجه‌ی دوّم روز شیردهی (مانند پارامتر عرض از مبداء) کمترین مقدار را در چندک ۵ درصد و بیشترین مقدار را در چندک ۹۵ درصد داشت.

در شکل ۲ مقدار پیش‌بینی شده‌ی درصد پروتئین در روزهای مختلف شیردهی در چندک‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۹۵ درصد نشان داده شده است. بر اساس شکل مذکور، در ابتدای شیردهی، بیشترین تفاوت درصد پروتئین در بین چندک‌های مختلف وجود داشت، منحنی در چندک‌های بالایی دارای تغییرات نزولی- صعودی و در چندک‌های پایینی دارای سیر صعودی در طول مدّت شیردهی حیوان است. در پی کمبود انرژی و مصرف ناکافی کربوهیدرات‌ها، سنتز پروتئین توسّط میکروارگانیسم‌ها در شکمبه کاهش می‌یابد؛ در نتیجه این کاهش، جریان یافتن آمینواسیدها به بافت پستان نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه پروتئین شیر نیز کاهش می‌یابد (باتچریت و همکاران ۲۰۱۱). طبق یافته‌های نامجو و همکاران (۲۰۱۶) وقوع تعادل منفی انرژی (کمبود انرژی)، در روزهای شیردهی دارای تغییرات نزولی – صعودی

است، که با چندک‌های بالایی نتایج منحنی پیش‌بینی شده درصد پروتئین در روزهای مختلف شیردهی مطابقت دارد.

Table 3. Estimated parameters of intercept and regression coefficients for linear (multiply by 10^6) and quadratic (multiply by 10^6) effect of days in milk in different quantiles for protein percentage

Quantiles (%)	Intercept	Linear effect of days in milk	Quadratic effect of days in milk
5	2.79197	2060	-1.929
10	2.79894	2010	-1.782
15	2.80468	1960	-1.662
20	2.81048	1920	-1.588
25	2.81220	1910	-1.565
30	2.82029	1840	-1.352
35	2.82039	1850	-1.384
40	2.83166	1750	-1.106
45	2.84307	1640	-0.865
50	2.85431	1550	-0.668
55	2.86044	1490	-0.505
60	2.88184	1290	-0.032
65	2.90294	1110	0.356
70	2.92621	900	0.813
75	2.95080	680	1.330
80	3.03028	-50	0.42
85	3.11494	-82	4.795
90	3.24322	-209	7.929
95	3.42992	-386	12.234

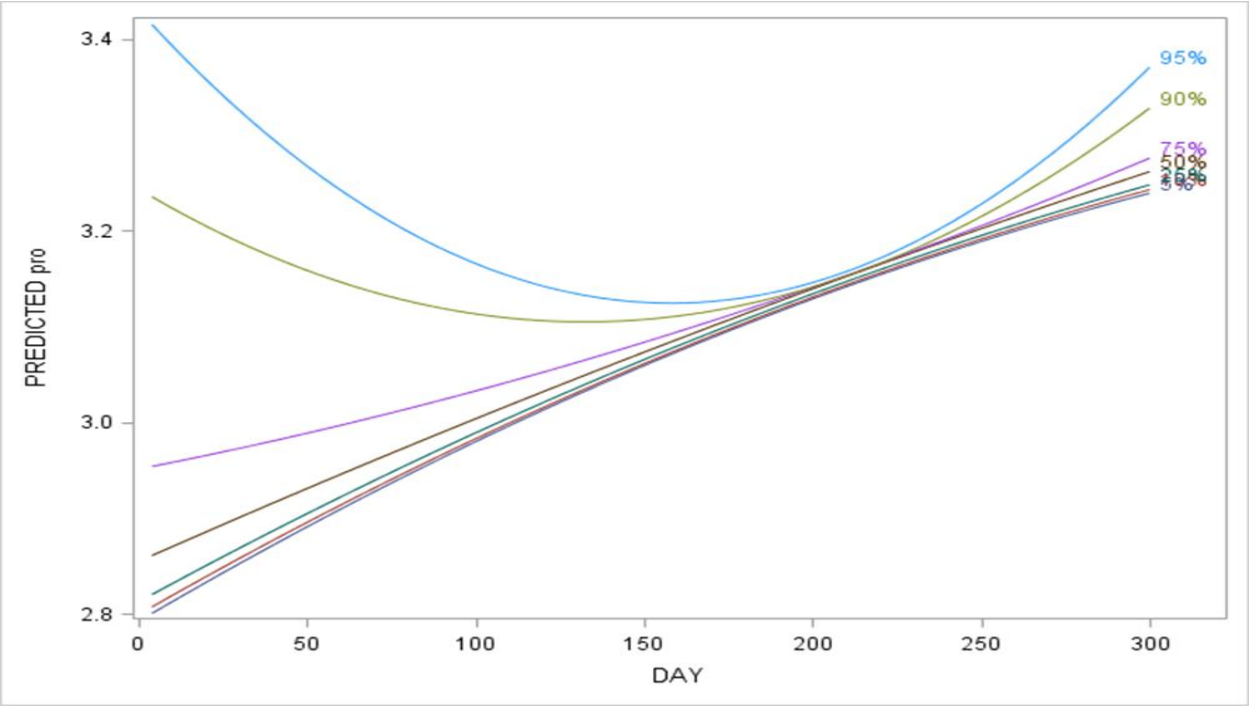

Figure 2. Predicted curve of protein percentage in different days of lactation separated for some quantiles

در جدول ٤ برآورد پارامترهای عرض از مبداء، ضریب رگرسیون مربوط به اثر خطّی روز شیردهی و ضریب رگرسیون مربوط به اثر درجه‌ی دوّم روز شیردهی برای نسبت چربی به پروتئین در چندک‌های مختلف آورده شده‌اند. برآورد پارامتر عرض از مبداء در چندک ٥ درصد کمترین و در چندک ۹۵ درصد بیشترین مقدار را

دارا بود. برآورد پارامتر ضریب رگرسیون مربوط به اثر خطّی روز شیردهی در چندک ۹۵ درصد کمترین ولی در چندک ۵ درصد بیشترین مقدار را نشان داد. برآورد پارامتر ضریب رگرسیون مربوط به اثر درجه‌ی دوّم روز شیردهی (مانند پارامتر عرض از مبداء) کمترین مقدار را در چندک ۵ درصد و بیشترین مقدار را در چندک ۹۵ درصد داشت.

Table 4. Estimated parameters of intercept and regression coefficients for linear (multiply by 10^6) and quadratic (multiply by 10^6) effect of days in milk in different quantiles for fat to protein ratio

(%) Quantiles	Intercept	Linear effect of days in milk	Quadratic effect of days in milk
5	1.14745	-953.564	2.514
10	1.14972	-965.939	2.571
15	1.16423	-1125.232	2.990
20	1.16661	-1129.794	3.035
25	1.16916	-1156.881	3.112
30	1.17699	-1245.035	3.370
35	1.18059	-1283.948	3.515
40	1.18561	-1337.879	3.669
45	1.18815	-1354.624	3.714
50	1.18799	-1334.818	3.652
55	1.19037	-1352.368	3.697
60	1.19564	-1400.561	3.824
65	1.19893	-1438.102	3.948
70	1.20176	-1518.753	4.160
75	1.21103	-1536.362	4.178
80	1.23836	-1603.017	4.353
85	1.22311	-1624.930	4.385
90	1.22920	-1641.699	4.368
95	1.23819	-1797.661	4.973

در شکل ۳ مقدار پیش‌بینی شده‌ی نسبت چربی به پروتئین در روزهای مختلف شیردهی در چندک‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۹۰ و ۹۵ درصد نشان داده شده است. بر اساس شکل مذکور، در ابتدای شیردهی، بیشترین مقدار نسبت چربی به پروتئین وجود داشت و به‌طور کلّی، منحنی دارای تغییرات نزولی- صعودی در طول مدّت شیردهی حیوان است که با یافته‌های پیشین مطابقت دارد (قوی حسین‌زاده ۲۰۱۶).

بیشترین مقدار نسبت چربی به پروتئین در اوایل دوره‌ی شیردهی وجود دارد که می‌تواند مربوط به وقوع تعادل منفی انرژی و تنش زایمان و اوج تولید شیر باشد (باتچریت و همکاران۲۰۱۰؛ تونی و همکاران۲۰۱۱ و جامروزیک و اسچیفر ۲۰۱۲). در تحقیق نامجو و همکاران (۲۰۱۶) بیشترین احتمال وقوع تعادل منفی انرژی گاوهای شیری ایران در گامه‌های اوّل شیردهی به‌دست آمد. در هنگام وقوع تعادل منفی انرژی، محصولات حاصل از تخریب چربی ذخیره‌ای بدن در دو راه متابولیکی اصلی در بافت‌های پستان و کبد دیده می‌شوند. در بافت پستان این اسیدهای چرب آزاد نسبت چربی به پروتئین را در شیر افزایش می‌دهند و در کبد اسیدهای چرب آزاد سوخت‌وساز را تغییر می‌دهند که حاصل آن افزایش محصولات کتونی است. به‌دنبال کمبود انرژی و تجزیه‌ی بیش از اندازه‌ی چربی ذخیره‌ای بدن، افزایش چربی و کاهش پروتئین در شیر رُخ می‌دهد؛ سطح غلظت بالای چربی شیر معمولاً با تعادل منفی انرژی همراه است (کیرواسکی، ۲۰۱۱). دلیل افزایش چربی شیر افزایش مقدار اسیدهای چرب در خون است و کاهش در پروتئین شیر ناشی از تأخیر در فرآیند تولید پروتئین (که نیازمند انرژی است) می‌باشد. کمبود انرژی منجر به

افزایش سنتز چربی در بافت پستان برای تولید شیر می‌شود و از طرف دیگر، کمبود دریافت کربوهیدرات‌ها، سبب عدم کارآیی مناسب باکتری‌های شکمبه برای سنتز کافی پروتئین می‌شود و در پی آن، کاهش در محتوای شیر رُخ می‌دهد (باتچریت و همکاران ۲۰۱۰ و گورتلر و اسپیگر ۲۰۰۵).

به‌هنگام ایجاد تعادل منفی انرژی ناشی از لیپولیز پس از زایش، درصد چربی شیر افزایش و درصد پروتئین آن کاهش پیدا می‌کند (دپیترز و کنت ۱۹۹۲ ؛ هامان و کرومکر ۱۹۹۷ و دمارچی و همکاران ۲۰۱٤).

تعادل انرژی روزانه، ممکن است بهترین سنجه‌ی عملکرد متابولیکی باشد، امّا اندازه‌گیری عملی آن خیلی مشکل و هزینه‌بر است (کافی و همکاران ۲۰۰۱). از این رو باید از سنجه‌ی مناسب برای مشخّص نمودن تعادل انرژی استفاده کرد. ترکیبات شیر می‌توانند به‌عنوان سنجه‌ی غیرمستقیم انتخاب برای تعادل انرژی، مورد استفاده قرارگیرند (دراکلی و همکاران ۱۹۹۹ ؛ فریجنز و همکاران ۲۰۰۷). در اوایل شیردهی همبستگی بین نسبت چربی به پروتئین و تعادل انرژی، بیشترین مقدار (۰/٦۲-) است (باتچریت و همکاران ۲۰۱۱). تعادل انرژی در گاوهای شیری را به دو روش می‌توان اندازه‌گیری نمود. یک روش بر اساس سنجه‌های ورودی – خروجی انرژتیک و روش دیگر بر مبنای تغییر ذخایر بدنی حیوان قرار دارد (فریجنز و همکاران ۲۰۰۷). گزینه‌ی سومی نیز وجود دارد که استفاده به ترکیبات شیر برمی‌گردد؛ به گونه‌ای که نسبت چربی به پروتئین می‌تواند به‌عنوان سنجه‌ای (کم هزینه و قابل استفاده تحت شرایط مزرعه‌ای) از وضعیّت تعادل انرژی محسوب گردد (فریجنز و همکاران ۲۰۰۷). با این حال، دقّت و صحّت روش مزبور تا حدّ زیادی وابسته به این امر است که درصدهای چربی و درصد پروتئین در شیر با چه میزان خطایی اندازه‌گیری می‌گردند. ضمن آن که نسبت چربی به پروتئین، در حقیقت، مصالحه‌ای بین "موجود بودن[1] (امکانات) و صحّت[2] (سنجش)" در رابطه با پایش سلامت متابولیکی گله گاو شیری محسوب می‌گردد (زوخ‌گولب و همکاران ۲۰۱۵). تعادل منفی انرژی به‌عنوان یک سنجه‌ی مناسب برای رفاه حیوان (مانند رفتار، سلامت و باروری) در نظر گرفته می‌شود (رودریگرز و همکاران ۲۰۰۸). از مطالعات پیشین ، نتیجه می‌شود که تجزیه و تحلیل اجزای شیر در اوایل پس از زایمان، به‌ویژه نسبت درصد چربی به پروتئین، سنجه‌ی ارزشمندی برای نشان دادن وضعیّت تجزیه‌ی چربی‌های بدن و وضعیّت تعادل منفی انرژی در پس از زایمان است. از آن‌جا که یک نمونه‌ی شیر ساده برای تهیّه اطّلاعاتی ارزشمند کافی است، پیشنهاد می‌گردد به‌عنوان یک برنامه افزودنی ارزشمند برای سلامتی گلّه در دامداری‌ها باشد (تونی و همکاران ۲۰۱۱). از نسبت چربی به پروتئین می‌توان در تخمین نرخ آبستنی آینده حیوان و بیماری‌های متابولیکی متداول پس از زایمان استفاده نمود (سرانجام و همکاران ۲۰۱۹). علاوه براین نسبت چربی به پروتئین می‌تواند به‌عنوان سنجه‌ای برای تخمین میزان انرژی خوراک مصرفی در نظر گرفته شود (گازداس‌کاس و همکاران ۱۹۷۳). بنابراین، نسبت چربی به پروتئین می‌تواند سنجه‌ی کاربردی برای تشخیص گاوهایی باشد که توانایی بهتری برای مقابله با چالش‌های اوایل شیردهی دارند.

بر اساس یافته‌های نامجو و همکاران (۲۰۱٦) بیشترین میزان وقوع تعادل منفی انرژی در ماه‌های اوّل و دوّم و میزان وقوع در ماه‌های ششم و هفتم شیردهی به کمینه‌ی خود می‌رسد و پس از آن (تا انتهای دوره‌ی شیردهی) سیر صعودی با شیب افزایشی کم را طیّ می‌کند.

بر اساس شکل ۳ مشاهده می‌گردد که نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مزبور به کمینه‌ی خود رسید و پس از آن، سیر صعودی داشت. افزایش نسبت فوق در ماه‌های انتهایی دوره‌ی شیردهی، می‌تواند به‌دلیل افزایش وقوع تعادل منفی انرژی در پی افزایش نیاز به انرژی

[1] Availability

[2] Accuracy

گاوهای باردار سنگین[1] (برای حمایت از تولید شیر و رشد پیشرفته‌ی جنین) و همچنین کاهش هم‌زمان حجم دستگاه گوارش باشد (نگوسئی و همکاران ۲۰۱۳ و نامجو و همکاران ۲۰۱۶). یافته‌های تحقیق حاضر همچنین نشان داد که منحنی تغییرات نسبت چربی به پروتئین، در چندک‌های مختلف، با یکدیگر تفاوت دارند؛ به‌گونه‌ای که میزان شیب کاهشی و همچنین شیب افزایشی در چندک ۹۵ درصد، نسبت به چندک ۵ درصد، به‌مراتب بیشتر است. با توجّه به پژوهش نامجو و همکاران در چندک‌های بالایی نسبت چربی به پروتئین، احتمال وقوع تعادل منفی انرژی بیشتر می‌شود (نامجو و همکاران ۲۰۱۶). از طرفی در پژوهش حاضر نشان داده شد که در چندک‌های بالایی، نسبت چربی به پروتئین تغییرات شدیدتری را در سیر منحنی متحمل می‌شود. شاید بتوان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که با وقوع تعادل منفی انرژی در گاوهای شیری شیب منحنی نسبت چربی به پروتئین دچار تغییرات شدیدتری می‌شود. کاهش نسبت چربی به پروتئین (چندک‌های پایینی) به اختلال متابولیکی کاهش چربی شیر منجر می‌شود که این امر نتیجه‌ی عدم تعادل انرژی و احتمالاً اسیدوز در شکمبه است (بومن و گریناری ۲۰۰۳ ؛ بومن و همکاران ۲۰۰۸ و پلایزر و همکاران ۲۰۰۸). پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که عوامل مختلفی نظیر نوع اسپرم استفاده شده در تلقیح گاوهای ماده، فصل تولید، سن هنگام نخستین زایش، اثر تصادفی پدر و گامه‌ی شیردهی بر وقوع اختلال متابولیکی کاهش چربی شیر اثر دارند (فرهنگ‌فر ۲۰۱۲؛ مقدّم و همکاران ۲۰۱۳). در پژوهش فرهنگ‌فر (۲۰۱۲) منحنی بسامد نسبی اختلال کاهش چربی شیر در گامه‌های مختلف شیردهی بر منحنی این پژوهش منطبق است به گونه‌ای که میانگین احتمال وقوع کاهش چربی شیر از ابتدا (۰/۱۹۸۹) تا اواسط دوره‌ی شیردهی (۰/۳۱۹۲) روندی صعودی و سپس روند رو به کاهش نشان داد. بزرگترین نسبت احتمال وقوع کاهش چربی شیر در ماه پنجم شیردهی نسبت به ماه دهم شیردهی (۱/۳۱۳) بود.

نسبت چربی به پروتئین، دارای زمینه‌ی ژنتیکی قابل توجّه‌ای است که وراثت‌پذیری بزرگتر یا مشابه صفت تولید شیر دارد؛ ضمن آن که با تولید شیر و شمار سلول‌های سوماتیک، در سطوح ژنتیکی و محیطی، ارتباط قوی ندارد. مقدار شیر روزانه، نسبت چربی به پروتئین، و شمار سلول‌های سوماتیک، از طریق سیستم رکوردبرداری شیر برای اکثر طرح‌های اصلاح‌نژاد گاو شیری، به‌راحتی در دسترس می‌باشند. نسبت چربی به پروتئین، علاوه بر شمار سلول‌های سوماتیک و تولید شیر، به‌طور بالقوّه، می‌تواند یک افزونه‌ی ارزشمند محسوب گردد، که به‌عنوان یک صفت نشانگر مطلوب برای انتخاب گاوها در رابطه با ورم پستان مورد استفاده قرار گیرد (جامروزیک و اسچیفر ۲۰۱۲).

پس هنگامی‌که از نسبت چربی به پروتئین برای اهدافی نظیر مدیریّت تغذیه و ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری استفاده می‌شود، لازم است تفاوت‌های بالقّوه در شکل منحنی تغییرات نسبت مذکور را درنظر گرفت.

[1]Heavily pregnant cows

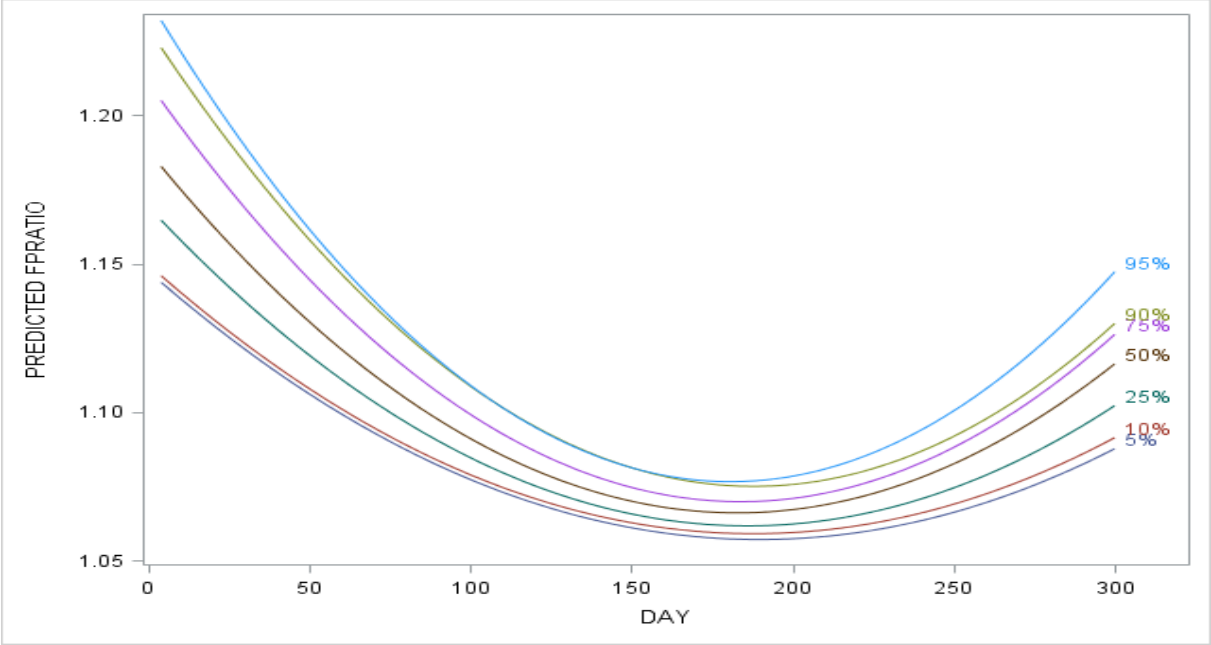

Figure 3. Predicted curve of fat to protein ratio in different days of lactation separated for some quantile

نتیجه‌گیری کلّی

شکل منحنی تغییرات درصد چربی، درصد پروتئین و نسبت چربی به پروتئین شیر در یک دوره‌ی شیردهی، تابع تفاوت‌های انفرادی (و یا حداقّل تفاوت‌های گروهی) است. گاوهایی که نسبت چربی به پروتئین شیر آن‌ها، بالاتر از متوسّط جمعیّت قرار داشته باشد، شیب‌های کاهشی و افزایشی منحنی مزبور برای آن‌ها بیشتر است. با توجّه به اهمّیّت نسبت چربی به پروتئین شیر به‌عنوان سنجه‌ی کاربردی که با استفاده از آن می‌توان وضعیّت فیزیولوژیکی (تعادل منفی انرژی)، تغذیه‌ای و سلامت (ورم پستان، بیماری‌های متابولیکی متداول پس از زایش) دام را بررسی کرد، یکسان درنظر گرفتن این ویژگی در بین گاوهای شیری، می‌تواند سبب کاهش دقّت و صحّت ارزیابی ژنتیکی گردد. لذا توصیه می‌شود در مدیریّت تغذیه و ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری، این تفاوت‌های بالقوّه در نظر گرفته شود.

سپاس‌گزاری

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، توسّط مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی (وابسته به وزارت جهاد کشاورزی) ارائه گردیده‌اند؛ که بدین‌وسیله، مراتب تشکّر و سپاس خود را از مسؤولین محترم آن اعلام می‌نمائیم.

منابع مورد استفاده

Bahri Binabaj F, Farhangfar SH and Jafari M, 2021. Inbreeding affected differently on observations distribution of a growth trait in Iranian Baluchi sheep. Animal Bioscience 24:506-515.

Bauman DE and Griinari JM, 2003.Nutritional regulation of milk fat syndrome. Annual Review of Nutrition 23:203-227.

Bauman DE, Perfield JW, Harvatine KJ and Baumgard LH, 2008. Regulation of fat synthesis by conjugated linoleic acid: Lactation and the ruminant model. Journal Nutrition 138:403-409.

Bostan A, Moradi Shahrbabak MV and Nejati Javaromi A, 2010.Comparison of different functions for estimating lactation curve area in different parts of first and second lactation of Holstein cows using test day records. Iranian Journal of Animal science 41:73-80. (In Persian)

Buttchereit N, Stamer E, Junge W and Thaller G, 2010. Evaluation of five lactation curve models fitted for fat:protein ratio of milk and daily energy balance. Journal of Dairy Science 93:1702-1712.

Buttchereit N, Stamer E, Junge W and Thaller G, 2012. Genetic parameters for energy balance, fat/protein ratio, body condition score and disease traits in German Holstein cows. Journal of Animal Breeding and Genetics 129:280–288.

Buttchereit N, Stamer E, Junge WT and Thaller G, 2011. Genetic relationships among daily energy balance, feed intake, body condition score, and fat to protein ratio of milk in dairy cows. Journal of Dairy Science 94:1586-1591.

Coffey MP, Emmans GC and Brotherstone S, 2001. Genetic evaluation of dairy bulls for energy balance traits using random regression. Journal of Animal Science 73:29–40.

De Marchi M, Toffanin V, Cassandro M and Penasa M, 2014. Invited review: Mid-infrared spectroscopy as phenotyping tool for milk traits. Journal of Dairy Science 97(3): 1171-1186.

DePeters EJ and Cant JP, 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review. Journal of Dairy Science 75(8): 2043-2070.

Drackley JK, 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? Journal of Dairy Science 82:2259-2273.

Farhangfar H, 2012. Logistic analysis of lactation stage influence on probability of milk fat depression in Iranian Holstein cows. Animal Production Research 1:21-31. (In Persian)

Ferris TA, Mao IL and Anderson CR, 1985. Selecting for lactation curve and milk yield in dairy cattle. Journal of Dairy Science 68:1438-1448.

Friggens NC, Ridder C and Lovendahl P, 2007. On the use of milk composition measures to predict the energy balance of dairy cows. Journal of Dairy Science 90:5453-5467.

Ghavi Hossein-Zadeh N, 2016. Modelling lactation curve for fat to protein ratio in Holstein cows. Animal Science Papers and Reports 34:233-246.

Ghorbani GH and Khosraviniya HA, 2011. Principles of Dairy science (second edition). Nashr Press, University of Esfehan. (In Persian)

Gurtler H and Schweiger FJ, 2005.Physologie der Laktation. In: W. von Engelhard, C. Breves (ed.), Physologie der Haustiere. Vol. 2. EnkeVerlag, Stuttgart, Germany, pp. 552-573.

Gwazdauskas FC, Thatcher WW and Wilcox CJ, 1973. Physiological, environmental, and hormonal factors at insemination which may affect conception. Journal of Dairy Sciences 56(7): 873-877.

Hamann J and Kromker V, 1997. Potential of specific milk composition variables for cow health management. Livestock Production Science 48(3): 201-208.

Heinriches J and Jones C, 2017. Milk components: understanding the causes and importance of milk fat and protein variation in your dairy herd. Web Address: http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/diet-formulation-and-evaluation.

ICAR, 2017. Guidelines for Dairy Cattle Milk Recording. Section 2 - Cattle Milk Recording, p. 27.

Jamrozik J and Schaeffer LR, 2012. Test-day somatic cell score, fat-to-protein ratio and milk yield as indicator traits for sub-clinical mastitis in dairy cattle. Journal of Animal Breeding and Genetics 129:11-19.

Kirovski D, 2011. Evaluation of energy status of dairy cows using milk fat, protein and urea concentration. Macedonian Veterinary Review 34:39-45.

Koeck A, Miglior F, Jamrozik J, Kelton DF and Schenkel FS, 2013. Genetic associations of ketosis and displaced abomasum with milk production traits in early first lactation of Canadian Holsteins. Journal of Dairy Science 96:4688–4696.

Koenker R, and Bassett GW, 1978. Regression Quantiles. Econometrica 46:33-50.

Lotfi S, Lotfi R, Vahidiyan Kamyad A, and Farhangfar H, 2014. Application of sinus function for modelling of lactation curve of Holstein cows and its comparison with Wood and Dijkstra functions in a Holstein herd. Iranian Journal of Animal science 45:59-68. (In Persian)

Moghadam M, Farhangfar H, Bashtani M and Eghbal AR, 2013. Logistic analysis of some factors affecting on milk far syndrome disorder of early lactating Iranian Holstein cows. Animal Production 15:79-88. (In Persian)

Namjou M, Farhangfar H, Bashtani M and Eghbal AR, 2016. Assessment of the impacts of different factors on the occurrence of negative energy balance in Iranian dairy cows using a logistic generalised linear model. Journal of Ruminant Research 4:93-116. (In Persian)

Negussie E, Standen I and Mantysaari EA, 2013. Genetic associations of test-day fat:protein ratio with milk yield, fertility, and udder health traits in Nordic Red cattle. Journal of Dairy Science 96:1237-1250.

Nishiura A, Sasaki O, Aihara M, Takeda H and Satoh M, 2015. Genetic analysis of fat-to-protein ratio, milk yield and somatic cell score of Holstein cows in Japan in the first three lactations by using a random regression model . Journal of Animal Science 86:961-969.

Olson KM, Cassell BG and Hanigan MD, 2010. Energy balance in first-lactation Holstein, Jersey, and reciprocal F1 crossbred cows in a planned crossbreeding experiment. Journal of Dairy Science 93: 4374–4385.

Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN and McBride BW, 2008.Subacuteruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. Veterinary Journal 176:21-31.

Rodriguez M, Hultgren J, Båge1 RA, Bergqvist S, Svensson G, Bergsten G, Lidfors L, Gunnarsson S, Algers B, Emanuelson U, Berglund B, Anderson G, Håård A, Lindhé B, Stålhamma B and Gustafsso H, 2008. Reproductive performance in high-producing dairy cows: Can we sustain it under current practice? 108:1-23.

Samore AB, Rizzi R, Rossoni A and Bagnato A, 2010. Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. Italian Journal of Animal Science 9: 145–152.

Saranjam N, Farhoodi M, Akbari M and Farzaneh N, 2019. Association of postpartum milk fat, protein and fat-to-protein ratio with 120 days pregnancy risk in Holstein dairy cows. Veterinary Clinical Pathology 13(15): 291-303.

Toni F, Vincenti L, Grigoletto L, Ricci A and Schukken YH, 2011. Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production, and survival. Journal of Dairy Science 94:1772-1783.

Wood PDP, 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature 216:164-165.

Zink V, Lassen J and Stipkova M, 2012. Genetic parameters for female fertility and milk production traits in first-parity Czech Holstein cows. Czech Journal of Animal Science 57:108-114.

Zink V, Zavadilová L, Lassen J, Štípková M, Vacek M and Štolc L, 2014. Analyses of genetic relationships between linear type traits, fat-to-protein ratio, milk production traits, and somatic cell count in first-parity Czech Holstein cows. Czech Journal of Animal Science 59(12):539-547.

Zoche-Golob V, Heuweiser W and Kromker V, 2015. Investigation of the association between the test day milk fat-protein ratio and clinical mastitis using a Poisson regression approach for analysis of time-to-event data. Preventive Veterinary Medicine 121:64-73.

A study on the curve of far percentage, protein percentage and fat to protein ratio in test day milk records of Iranian dairy cows using quantile regression statistical technique

M Namjou[1] and SH Farhangfar[2*]

Received: September 17, 2019 Accepted: February 9, 2022
[1]MSc Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
[2]Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
[*]Corresponding author: hfarhangfar@birjand.ac.ir

پژوهش‌های علوم دامی Animal Science Research
Journal of Animal Science/vol.32 No.4/ 2022/pp 15-29
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.2022.29102.1449

Introduction: While the physiological conditions of most animals are reflected in their body fluids, in dairy cows, physiological conditions are reflected in milk combinations. When negative energy balance occur, production that caused body fat store destruction, goes in two major metabolic ways in liver and breast tissues. In breast tissues, free fatty acids increase fat to protein ratio and in liver, free fatty acid change metabolism leading to increase of ketone bodies. Lactation persistency in dairy cows is one of inheritable economic trait and important characteristic of the lactation curve. The change of this trait is under control of different factors such as animal genetics structure. The amount of cow production at the peak of milk production depends on the calving physical condition, genetics, the absence of infectious and metabolic diseases, and postpartum diet. Fat to protein ratio in early lactation is associated with performance during lactation. Fat to protein ratio is also correlated with some diseases such as retained placenta, displacement of abomasum, metritis, endometritis, mastitis and culling. Fat to protein ratio (FPR) in test day milk records is a good indicator for body fat metabolism and the level of negative energy balance, and that it could be used as a selection criterion to improve metabolic stability. Quantile regression has not been widely used for modeling of biologic characteristics of livestock and this research aimed to evaluate the shape of fat percentage, protein percentage and FPR in test day milk records of Iranian dairy cows using a polynomial quantile regression model.
Material and methods: The data used in this study were provided by the Animal Breeding Centre, Iran. Initial data set were edited by Excel and Foxpro software. The traits under consideration were fat percentage, protein percentage and fat to protein ratio (calculated based on the magnitude of the first two traits). All cows had value for all traits. Final data comprised a total of 784,532 test day records collected from 93,259 first-parity dairy cows (progeny of 2741 sires and 79843 dams) distributed in 660 herds over the country and calved between 2003 and 2013. In the data, test day fat percentage and protein percentage had a minimum of 1 and 1.5 and a maximum of 7 and 7, respectively. By SPSS software, some statistical characteristics of the traits were calculated, and by SAS software a quadratic polynomial quantile regression model (in the range of quantiles 5 to 95) was fitted to the data. Based upon the fitted model, linear and quadratic regression coefficients were estimated for the effect of day of lactation on each trait in different quantiles. In the model, traits and day of lactation were response and independent variables, respectively. Quadratic effect of day of lactation is considered due to nonlinear variation of the traits over the course of the lactation curve.
Results and discussion: Mean fat percentage, protein percentage and fat to protein ratio over the

lactation course were found to be 3.35%, 3.08% and 1.1, respectively. As expected, for each trait a nonlinear change was observed over the lactation period. The highest content of fat to protein ratio occurs in the early period of lactation and the lowest was observed in the sixth and seventh months of lactation. In terms of absolute values, minimum (953.564) and maximum (1797.661) linear regression coefficient of days in milk were obtained in quantiles 5 and 95, respectively. The same trend was also observed for quadratic regression coefficient of days in milk. Linear and quadratic regression coefficients of fat and protein percentages ranged over different quantiles, so that minimum and maximum absolute values were observed in quantiles 5 and 95, respectively. **Conclusion**: Quantile regression model is an appropriated statistical technique for evaluate the effects of an independent factor which differently affects the shape of a response variable. In this research, the effect of days in milk on three traits (fat and protein percentage, as well as fat to protein ratio) was modeled by quantile regression. The findings of the present research indicated that the curve shape of fat percentage, protein percentage and fat to protein ratio are different for the quantiles suggesting that these differences are needed to be taken into account in nutrition management and cattle breeding scheme.

Keywords: Dairy cow, Modeling, Quantile regression, Ratio of milk composition