Archive of SID

Iranian Journal of Animal Science
Vol 50, No 3, Autumn 2019 (171-184)
DOI: 10.22059/ijas.2019.282022.653709

علوم دامی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۸ (ص ۱۸۴-۱۷۱)

فراسنجه‌های متابولیک، وضعیت ضداکسیداتیو، تغییرات وزن بدن و عملکرد گاوها طی دوره انتقال

ابراهیم قاسمی[۱*]، محمد حسین صفری فروشانی[۲]، مسعود علیخانی[۳] و جواد شیرانی شمس آبادی[۲]
۱، ۲، ۳ و ۴. استادیار، دانشجوی دکتری و دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۱۶)

چکیده

در این پژوهش، تفاوت‌های متابولیک و وضعیت ضداکسیداتیو، تغییرات وزن و عملکرد تولیدی شمار ۱۲ راس گاو هلشتاین یک‌بار زایش (وزن زایش ۴۸±۶۴۳) در مقایسه با ۱۵ راس گاو چندبار زایش (وزن زایش ۶۵±۷۷۳) طی دوره انتقال بررسی شدند. نمونه خون جهت تجزیه فراسنجه‌های متابولیک و ضداکسیداتیو در روزهای ۱۴-، ۱+ و ۲۱+ (نسبت به زایمان)، وزن بدن و نمره بدنی در روزهای ۲۱-، ۱+ و ۲۱+، مصرف خوراک در کل دوره و تولید شیر اندازه‌گیری شد. خوراک مصرفی بین دو گروه پیش از زایمان مشابه بود ولی پس از زایمان، مصرف خوراک، تولید شیر و راندمان تولید شیر در گاوهای چندبار زایش بیشتر از گاوهای یک‌بار زایش بود. وزن بدن و نمره بدنی در هر دو گروه گاوهای یک‌بار و چندبار زایش روندی کاهشی در طی دوره انتقال داشتند ولی گاوهای چندبار زایش شدت توازن منفی انرژی (P=۰/۰۲) و تمایل (P=۰/۰۷) به کاهش وزن بیشتری پس از زایمان داشتند. غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه، بتاهیدروکسی بوتیرات و کلسترول در هر دو گروه مشابه بود، هرچند سطح گلوکز خون گاوهای یک‌بار زایش بیشتر از گاوهای چندبار زایش بود. از لحاظ وضعیت ضداکسیداتیو، غلظت مالون دی آلدهید زمان زایمان بیشتر و کل ظرفیت آنتی اکسیدانی پس از زایمان کمتری برای گاوهای یک‌بار زایش نسبت به چندبار زایش مشاهده شد. از نظر ارتباط بین فراسنجه‌های مختلف با عملکرد، سطح مالون دی‌آلدهید خون همبستگی معنی‌دار بالایی با توازن انرژی و همچنین عملکرد تولیدی گاوها داشت. نتایج نشان می‌دهد گاوهای یک‌بار زایش تحت شرایط تنش اکسیداتیو بیشتری نسبت به گاوهای چندبار زایش هستند ولی شدت بار متابولیک و توازن منفی انرژی کمتری طی دوره انتقال دارند.

واژه‌های کلیدی: دوره انتقال، یک‌بار زایش، چندبار زایش، وضعیت ضداکسیداتیو، وضعیت متابولیک.

Metabolic profile and antioxidative status, body weight, and performance of dairy cows in the periparturient period

Ebrahim Ghasemi[1*], Mohammad Hossein Safari Foroshani[2], Masood Alikhani[3] and Javad Shirani Shamsabadi[2]
1, 2, 3. Assistant Professor, Ph.D. Candidate and Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
(Received: Jun. 1, 2019 - Accepted: Aug. 7, 2019)

ABSTRACT

In this study, the metabolic and antioxidative differences, BW changes and performane of 12 primiparous (parturition BW 643±48 kg BW) and 15 multiparous (parturition BW 773±65 kg) cows were investigated during transition period. Blood sample for antioxidative and metabolic parameters on d -14, +1, and +21 (relative to parturition), DMI throughout the entire period, BW and BCS on d -21, +1, and +21 and milk yeild were measured. In prepartum, both groups had similar DMI, but DMI and milk yield were greater in multiparous than primiparous cows in postpartum. BW and BCS were decreased in both primiparous and multiparous cows during transition period, but multiparous cows tended to have more BW loss and negative energy balance after parturition. Concentrations of non-esterified fatty acids, beta hydroxy butyrate, and cholesterol were similar, but glucose level was lower in multiparous than primiparous cows. Regarding antioxidative status, primiparous cows had lower antioxidative status as malondialdehyde concentration at parturition was higher and that of total antioxidative status at postpartum were lower than multiparous cows. Regarding performance related parameters, mlondialdehyde level could be an apropriate index of energy balance, health and performance status. It is concluded that primiparous cows were under more oxidative stress during transtion period, but metabolic load and negative energy balance were more sever in multiparous cows.

Keywords: Antioxidative status, metabolic profile, multiparous, primiparous, transition period.

* Corresponding author E-mail: ghasemi@cc.iut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

دوره انتقال، بازه زمانی ۳ هفته قبل تا ۳ هفته بعد از زایمان، پرچالش‌ترین دوره فیزیولوژیک در بین چرخه شیردهی است (Drackley, 1999). مدیریت گاوهای شیری در این دوره به‌دلیل شیوع بیماری‌های متابولیک-عفونی و همچنین تأثیر آن بر عملکرد شیردهی و تولید مثل آتی بسیار حائز اهمیت است. رشد فزآینده جنین، کاهش حجم شکمبه، انتقال از وضعیت آبستنی به شیردهی و تغییرات مدیریت پرورشی (تغییر جیره، گروه‌بندی) گاو را با چالش جدی روبه‌رو می‌کند (Neave *et al.*, 2017). سطح ترشح و حساسیت بسیاری از هورمون‌ها در این دوره جهت آغاز فرآیند زایمان و تولید شیر تغییر می‌یابد. افزایش هورمون رشد و کاهش انسولین و یا مقاومت آن و سایر تنظیم کننده‌ها باعث تغییر نرخ مسیرهای متابولیک (مانند لیپولیز، گلوکونئوژنز)، فعالیت سامانه ایمنی بدن، ظرفیت ضداکسیداتیو، مصرف و رفتار خوراک و توازن انرژی و یون‌های معدنی از جمله کلسیم می‌شوند (Drackley, 1999). تقاضای بالای مواد مغذی جهت تولید شیر از یک سوء و افت مصرف خوراک (۳۰-۱۰درصد) از سوی دیگر منجر به توازن منفی انرژی، کاهش وزن و نمره بدنی می‌شود (Hayirli, 1998). این وقایع با بسیج اسیدهای چرب غیراستریفه (Non esterified fatty acids, NEFA) از ذخایر بافت چربی، اسیدهای آمینه از عضلات اسکلتی و گلوکز از گلیکوژن کبد جهت تامین سوبسترای مورد نیاز برای تولید شیر همراه می‌شود. افزایش غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه طبق نظریه اکسیداسیون کبدی (Hepatic oxidation theory) فراهمی انرژی (ATP) را برای سلول‌های کبدی افزایش داده و منجر به کاهش نرخ شعله‌وری (Firing) سیگنال‌های گرسنگی به مغز و مصرف خوراک می‌شود (Allen & Bradford, 2009). از طرف دیگر، کاهش گلوکز خون (Hypoglycemia) با اکسیداسیون ناقص NEFA، تجمع چربی در کبد و تولید اجسام کتونی مانند بتاهیدروکسی بوتیرات (β-hydroxyl butyrate, BHB) همراه است (Drackley, 1999). غلظت بیش از حد NEFA و BHB فعالیت فاگوسیتوزی- اکسیداتیو لکوسیت‌ها را افزایش ولی بقای نوتروفیل‌ها را کاهش می‌دهد (Scalia *et al.*, 2006). Giuliodori *et al.* (2013) و Bertoni *et al.* (2008) گزارش کردند افزایش NEFA پیش از زایمان و BHB پس از زایمان ضمن اختلال در عملکرد کبدی با افزایش پروتئین‌های فاز حاد (مانند هاپتوگلوبین)، التهاب و خطر اندومتریت همراه خواهد بود.

افزایش تقاضای اکسیژن جهت سوخت‌وساز و سیتوکین‌های التهابی در پیرامون زایمان منجر به تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژنی (Reactive oxygen species, ROS) می‌شود. عدم توازن ROS با توان یا ظرفیت ضداکسیداتیو، تنش اکسیداتیو را به‌دنبال دارد. مطالعات نشان می‌دهند تنش اکسیداتیو عامل آسیب رسان اغلب ناهنجاری‌های متابولیک و پاسخ‌های التهابی گاوهای شیری است و مکمل‌های آنتی اکسیدانی همانند عناصر معدنی، ویتامین‌ها و ترکیبات فنولیک وضعیت ضداکسیداتیو را بهبود می‌دهند (Castillo *et al.*, 2005; Abuelo *et al.*, 2016; Safari *et al.*, 2018). ترشح هورمون‌هایی از قبیل گلوکوکورتیکوئیدها و استروژن و احتمالاً کاهش مصرف مواد مغذی از جمله ویتامین‌ها و عناصر معدنی باعث افت عملکرد سامانه ایمنی می‌شود (Bradford *et al.*, 2015). عدم تطابق به چنین چالش متابولیکی و سازوکار هوموراژی (homeorhetic mechanisms) به‌ویژه در گاوهای پرتولید، شیوع ناهنجاری‌های متابولیک (مانند تب شیر، کتوز، کبد چرب، جابجایی شیردان)، پستان (ورم پستان و ادم) و تولید مثلی (سخت‌زایی، جفت ماندگی، متریت) را در پی دارد (Drackley, 1999). امروزه مشخص شده است که ارتباط پیچیده‌ای بین سامانه اندوکرین تنظیم‌کننده سوخت‌وساز، فعالیت تخمدان و سامانه ایمنی گاو وجود دارد (Wankhade *et al.*, 2017). بنابراین حفظ سلامت، تولید شیر بهینه و راندمان باروری مطلوب آتی در گروی عبور موفقیت‌آمیز از دوره انتقال است. به‌عنوان مثال، تولید شیر در دوره پس از زایمان با وقوع بیماری‌های متابولیک مانند جابجایی شیردان ۸/۵ کیلوگرم در روز و جفت ماندگی و متریت ۸/۲ کیلوگرم در روز کاهش می‌یابد (Wallace *et al.*, 1996).

www.SID.ir

Archive of SID

حدود ۳۰ درصد گله مولد را تلیسه یا گاوهای یک‌بار زایش تشکیل می‌دهند (Neave *et al.*, 2017). تلیسه‌ها معمولاً برای نخستین بار در ۲۴ ماهگی با چالش زایمان مواجه می‌شوند. در این سن تلیسه‌ها از نظر فیزیولوژیک هنوز بالغ نبوده و علاوه بر احتیاجات جنین و تولید شیر نیازمند مواد مغذی برای رشد و نمو بدنی و توسعه غدد پستانی نیز می‌باشند. گروه‌بندی، شیردوشی، تغییرات جیره و تغذیه با سطح کنسانتره بالا ممکن است برای تلیسه‌ها تنش‌زا و چالش بیشتری ایجاد کند (Neave *et al.*, 2017). گاوهای یک‌بار زایش مصرف خوراک و تولید شیر کمتر و سطح برخی متابولیت‌های انرژی بالاتر (Nasrollahi *et al.*, 2017)، pH شکمبه پایین‌تر (Humer *et al.*, 2015) و توانایی انتخاب خوراک زیادتری (DeVries *et al.*, 2011) نسبت به گاوهای چندبار زایش دارند. نتایج مقایسه جیره‌ها کم نشاسته نسبت به پرنشاسته در گاوهای یک و چندبار زایش نشان می‌دهد گاوهای یک‌بار زایش در اوایل شیردهی پاسخ بهتری از نظر شاخص‌های متابولیک با مصرف جیره کم نشاسته دارند (اخلاقی و همکاران، منتشرنشده). Neave *et al.* (2017) نشان دادند تلیسه‌ها از نظر رفتارهایی مانند مدت زمان و تعداد دفعات خوردن، استراحت، خوراک مصرفی و رفتار اجتماعی با گاوهای چندبار زایش متفاوتند. همچنین نتایج متناقضی از نظر برخی فراسنجه‌های متابولیک برای گاوهای یک‌بار و چندبار زایش گزارش شده است. برخی بررسی‌ها (Vandehaar *et al.*, 1999) غلظت NEFA، BHB و عامل شبه انسولین کمتر و برخی دیگر (Colakoglu *et al.*, 2017) مقدار بیشتر برای گاوهای یک‌بار زایش در مقایسه با چند بار زایش گزارش نموده‌اند. تقریباً بررسی‌های اندکی به تفاوت‌های تلیسه و گاوهای بالغ‌تر (چندبار زایش) از نظر وضعیت متابولیک و بخصوص توان ضداکسیداتیو پرداخته است. از این‌رو، هدف از این پژوهش بررسی روند فراسنجه‌های متابولیک، وضعیت ضداکسیداتیو، مصرف خوراک و عملکرد گاوهای یک‌بار زایش در مقایسه با گاوهای چندبار زایش طی دوره انتقال بود.

مواد و روش‌ها

حیوانات و جیره آزمایشی

این پژوهش در مزرعه آموزشی- پژوهشی لورک متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) اجرا شد. شمار ۱۲ رأس تلیسه هلشتاین آبستن سنگین (وزن بدن kg ۴۸±۶۴۳ روز ۲۱ پیش از زایمان و نمره وضعیت بدنی ۰/۲۴±۳/۴۵) و ۱۵ راس گاو چند بار زایش (وزن kg ۶۵±۷۷۳ روز ۲۱ پیش از زایمان و نمره وضعیت بدنی ۰/۳۳±۳/۴۳) در این آزمایش استفاده شد. طول دوره آزمایش ۴۶ روز شامل ۲۵ روز قبل و ۲۱ روز بعد از زایمان بود. چهار روز ابتدای دوره تنها جهت عادت پذیری به جایگاه در نظر گرفته شد. گاوها با جیره‌های توصیه‌شده براساس NRC (2001) در دوره انتظار زایمان و تازه‌زا و فرموله شده با استفاده از نرم‌افزار CNCPS تغذیه می‌شدند. جیره کاملاً مخلوط (TMR) دوره انتظار شامل ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره و TMR دوره تازه‌زا شامل ۴۱ علوفه و ۵۹ درصد کنسانتره بود (جدول۱). جیره‌های در دو وعدهٔ صبح و عصر تغذیه می‌شدند.

داده برداری، نمونه برداری و تجزیه شیمیایی

وزن‌کشی گاوها در روزهای ۲۱-، ۱+ و ۲۱+ نسبت به زایمان انجام می‌شد. ثبت خوراک مصرفی (۱۰-۵ درصد پس آخور) و نمونه‌برداری از خوراک و پس‌آخور در طول آزمایش صورت می‌گرفت. ماده خشک نمونه‌ها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت تعیین شد. گاوها سه بار در روز در ساعت ۰۱:۰۰، ۰۹:۰۰، و ۱۷:۰۰ دوشیده می‌شدند. رکورد تولید شیر در دوره پس از زایمان به‌صورت یک روز در میان ثبت می‌شد. نمونه‌گیری از شیر از هر نوبت شیردوشی جهت تعیین چربی، پروتئین، لاکتوز و کل مواد جامد شیر انجام می‌گرفت (Foss 134 BN Electric, Hillerod, Denmark).

نمونه خون در طول دورهٔ آزمایش از طریق سیاهرگ دمی ۴ ساعت پس از مصرف خوراک و با استفاده از لوله‌های تحت خلأ حاوی هپارین در روزهای ۱۴-، ۱+ و ۲۱+ نسبت به زایمان گرفته می‌شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. اجزا و ترکیبات مغذی (براساس درصد ماده خشک، مگر آن‌چه که اشاره‌شده) جیره‌های دوره پیش و پس از زایمان

Table 1. Ingredients and nutrient composition (% of DM, unless otherwise noted) of prepartum and postpartum diets

Ingredients			Chemical composition		
Item	Prepartum %	Postpartum %	Item	Prepartum	Postpartum
Alfalfa hay	11.0	18.8	DM[1]	57.5	57.2
Corn silage	35.0	22.5	CP[1]	14.1	17.6
Wheat straw	4.0	-	RDP[1]	67.0	64.0
Barley grain	12.0	9.2	RUP[1]	33.0	36.0
Corn grain	10.6	16.9	NDF[1]	40.3	34.9
Soybean meal	6.6	14.0	PeNDF[1]	28.0	23.0
Canola meal	4.7	1.9	NFC[1]	34.4	37.1
Soybean whole, extruded	3.6	3.3	EE	3.1	3.9
Fish meal	-	0.94	NEL, Mcal/kg	1.53	1.61
Beet and pomegranate pulps	11.0	8.3	DCAD[1], meq/kg	220	293
Fat powder	-	0.94	Ca	0.48	0.81
Carbonate calcium	-	0.65	P	0.35	0.37
Magnesium oxide	-	0.31	Mg	0.26	0.41
White salt	-	0.31	K	1.30	1.28
Mineral premix[2]	0.67	0.63	Na	0.04	0.35
Vitamin premix[3]	0.67	0.63	Cl	0.05	0.23
Sodium bicarbonate	-	0.69	S	0.18	0.20

۱. ماده خشک، پروتئین خام، پروتئین تجزیه پذیر شکمبه، پروتئین تجزیه ناپذیر شکمبه، الیاف شوینده خنثی، کربوهیدرات‌های غیرالیافی، الیاف فیزیکی مؤثر، عصاره اتری، تفاوت کاتیون و آنیون جیره.

۲. در هر کیلوگرم پیش مخلوط حاوی ۱۶ گرم روی، ۱۰ گرم منگنز، ۴ گرم مس، ۰/۱۵ گرم ید، ۰/۱۲ گرم کبالت و ۰/۰۸ گرم سلنیوم.

۳. در هر کیلوگرم پیش مخلوط: ۱۳۰۰۰۰۰ واحد بین مللی ویتامین آ، ۳۶۰۰۰۰ واحد ویتامین دی، ۱۲۰۰ واحد ویتامین ای.

1. Dry matter; crude protein; rumen degradable protein; rumen undegradable protein; neutral detergent fiber; non fibrous carbohydrate; physically effective NDF; ether extract; dietary cation and anion differences.

2. Contained per kilogram (DM basis) 0.8 g of iron; 16 g of zinc; 10 g of manganese; 4 g of copper; 0.15 g of iodine; 0.12 g of cobalt; and 0.08 g of selenium.

3. Contained per kilogram (DM basis) 1,300,000 IU of vitamin A; 360,000 IU of vitamin D3; 12,000 IU of vitamin E.

یک نمونه خون کامل جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز و هموگلوبین و یک نمونه خون جهت استخراج پلاسما در نظر گرفته شد. فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز با استفاده از کیت آزمایشگاهی رندوکس (Randox Laboratories Ltd., Ardmore, UK) اندازه‌گیری شد. نمونه پلاسما پس از سانتریفیوژ به‌مدت ۲۰۰۰ دقیقه در دور g×۲۰۰۰ حاصل شد و در ریزلوله (میکروتیوب) تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های موردنظر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شد. پس از یخ‌گشایی نمونه‌ها، غلظت فراسنجه‌های متابولیک خونی گلوکز، تری‌آسیل گلیسرول، کلسترول، پروتئین کل، آلبومین و آسپارتات آمینوترانسفراز با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون (Pars Azmun Co. Ltd., Karaj) با روش طیف‌سنج نوری و دستگاه تجزیه‌گر خودکار (BT 1500, Biotecnica SpA, Rome, Italy) تجزیه شدند. غلظت BHB و NEFA و کل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مطابق با کیت تجاری رندوکس (Randox Laboratories Ltd., Ardmore, UK) اندازه‌گیری شدند. غلظت مالون‌دی‌آلدهید با واکنش با تیوباربیتوریک اسید مطابق با روش Zhang *et al*., 2006 اندازه‌گیری شد.

محاسبات و تجزیه آماری

تولید شیر تصحیح‌شده برای انرژی (Energy corrected milk) و توازن انرژی (Energy balance) از روابط زیر مطابق NRC (2001) محاسبه شدند:

تولید شیر تصحیح‌شده برای انرژی (kg/d) =
(تولید شیر × ۰/۳۲۳ + تولید پروتئین × ۷/۱۳ + تولید چربی × ۱۲/۸۲)

تولید شیر تصحیح‌شده برای چربی ٪۳/۵ (kg/d) =
(تولید چربی × ۱۶/۲۱۶ + تولید شیر × ۰/۴۳۲۳)

مورد‌نیاز نگهداری NEL (Mcal/d) =
۰/۰۸ Mcal/kg × $BW^{0.75}$

مورد‌نیاز آبستنی NEL (Mcal/d) =
$$\frac{[(\text{وزن تولد گوساله} \times 0.0352) - (\text{روز آبستنی} \times 0.00318)]}{0.218}$$

مورد نیاز شیر NEL (Mcal/d) =
(٪لاکتوز × ۰/۰۳۹۵ + ٪پروتئین × ۰/۰۵۴۷ + ٪چربی × ۰/۰۹۲۹) × تولید شیر

www.SID.ir

Archive of SID

= توازن انرژی پیش از زایمان (Mcal/d)
(NEL مورد نیاز آبستنی + NEL موردنیاز نگهداری)-
(DMI × NEL جیره)

= توازن انرژی پس از زایمان (Mcal/d)
(NEL موردنیاز شیر + NEL موردنیاز نگهداری)-
(DMI × NEL جیره)

تجزیه آماری داده‌های مربوط به مصرف خوراک، وزن بدن، نمره وضعیت بدنی، تولید شیر و متابولیت‌های خونی در قالب طرح کامل تصادفی با در نظر گرفتن اثر گاو به‌عنوان اثر تصادفی و اثر ثابت زمان، تعداد زایش، تعداد زایش× زمان، و مکمل با رویه مدل خطی مختلط (MIXED) نرم‌افزار آماری SAS (SAS Institute, 2003) صورت گرفت. زمان نمونه‌برداری از خون و یا ثبت مصرف خوراک و تولید شیر به‌عنوان اندازه‌گیری مکرر در نظر گرفته شد. داده‌های محاسبه‌شده برای کاهش وزن و نمره بدنی روزانه بعد از زایمان بدون در نظرگرفتن اندازه‌گیری‌های مکرر تجزیه و تحلیل شدند. ضریب همبستگی پیرسون بین تغییرات وزن، تولید شیر، مصرف خوراک و متابولیت‌های خونی با استفاده از رویه کور (CORR) در دوره قبل و بعد از زایمان تعیین شد. سطح P<۰/۰۵ معنی‌داری و سطح ۰/۰۵<P<۰/۱۰ تمایل به معنی داری در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

وزن بدن، خوراک مصرفی، تولید شیر و توازن انرژی

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن بدن، نمره وضعیت بدنی، مصرف خوراک و تولید شیر را نشان می‌دهد. آثار مورد بررسی شامل اثر تعداد زایش، زمان اندازه‌گیری (قبل از زایمان، زایمان و پس از زایمان) و اثر متقابل زایش× زمان اندازه‌گیری می‌شوند. گاوهای یک‌بار زایش ۲۰ درصد وزن کمتر نسبت به گاوهای چندبار زایش داشتند و هر دو گروه گاوها در زمان زایمان افت وزنی حدود ۱۰ درصد داشتند (شکل ۱). در همین راستا، Neave *et al.* (2017) نیز افت وزن بدنی حدود ۱۰ و ۱۳ درصد به‌ترتیب برای گاوهای یک و چندبار زایش گزارش نمودند. پس از زایمان نیز تداوم کاهش وزن در هر دو گروه گاوها ادامه داشت. هرچند، گاوهای چندبار زایش تمایل (P=۰/۰۷) به کاهش وزن بیشتری در مقایسه با گاوهای یک‌بار زایش (۲/۲۶ در مقایسه با ۱/۴۴ کیلوگرم در روز) داشتند (جدول ۲). مصرف خوراک روزانه نیز در هر دو گروه گاوهای یک‌بار و چندبار زایش در دوره پیش از زایمان یکسان بود (جدول ۲) که با نتایج Proudfoot *et al.* (2009) همخوانی ندارد. Neave *et al.* (2017) مصرف خوراک پیش از زایمان در گاوهای یک‌بار و چندبار زایش به ترتیب حدود ۱۴/۵ و ۱۵/۴ کیلوگرم در روز گزارش کردند که کمتر از پژوهش حاضر بود ولی روند مشابهی بین دو گروه با بررسی حاضر داشت. با نزدیک شدن زایمان، مصرف خوراک حدود ۳۰ درصد در گاو کاهش می‌یابد (Drackley, 1999). در این پژوهش، خوراک مصرفی در گاوهای چندبار زایش با نزدیک شدن زایمان تقریبا تغییری نیافت ولی برای گاوهای یک‌بار زایش حدود ۲۰ درصد کاهش یافت (شکل ۱). با توجه به زایمان برای نخستین بار، تلیسه‌ها احتمالاً با تنش بالاتر و در نتیجه کاهش مصرف خوراک بیشتر مواجه هستند. کاهش مصرف خوراک عموماً به افزایش رشد سریع جنین و کاهش حجم شکمبه مربوط می‌باشد اگرچه تغییرات هورمونی از جمله ترشح کورتیکواستروئیدها و نیز تأثیرگذار هستند (Drackley, 1999). بعد از زایمان، مصرف خوراک بالاتری برای گاوهای چندبار زایش (۱۸/۷ kg/d در مقایسه با ۱۵/۴) نسبت به یک‌بار زایش وجود داشت، هرچند خوراک مصرفی بر اساس درصد وزن بدن در هر دو گروه گاوها قبل (۲/۲۵ درصد وزن بدن) و پس از زایمان (۲/۷۶ درصد وزن بدن) یکسان بود که مطابق با نتایج پژوهش‌های گذشته (Kertz *et al.*, 1991; Proudfoot *et al.*, 2009) است. Neave *et al.* (2017) بیان کردند اگرچه گاوهای یک‌بار زایش مدت زمان بیشتری صرف خوردن می‌کنند اما به‌علت نرخ آرام‌خوردن، این گاوها در کل مصرف خوراک کمتری نسبت به گاوهای چندبار زایش دارند. گاوهای چندبار زایش احتمالاً بدلیل جثه بزرگتر و همچنین تقاضای بالای مواد مغذی برای تولید شیر، خوراک مصرفی بالاتری دارند. از نقطه نظر عملی، در این پژوهش گاوها بصورت انفرادی تغذیه می‌شدند و همان‌طورکه ملاحظه می‌شود مصرف خوراک یکسان برای گاوها در هر دو گروه قبل از زایمان مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین جدابودن این گاوها می‌تواند سبب جلوگیری از کاهش مصرف خوراک گاوهای یک‌بار زایش شود. برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که جدابودن تلیسه‌ها از گاوهای چندبار زایش سبب افزایش دفعات غذا خوردن، نرخ خوردن، افزایش مصرف خوراک و عملکرد تولیدی آنها شده است (Krohn & Konggaard, 1979).

جدول ۲. تغییرات وزن بدن، مصرف خوراک، تولید و ترکیب شیر گاوهای یک وچندبار زایش طی دوره انتقال

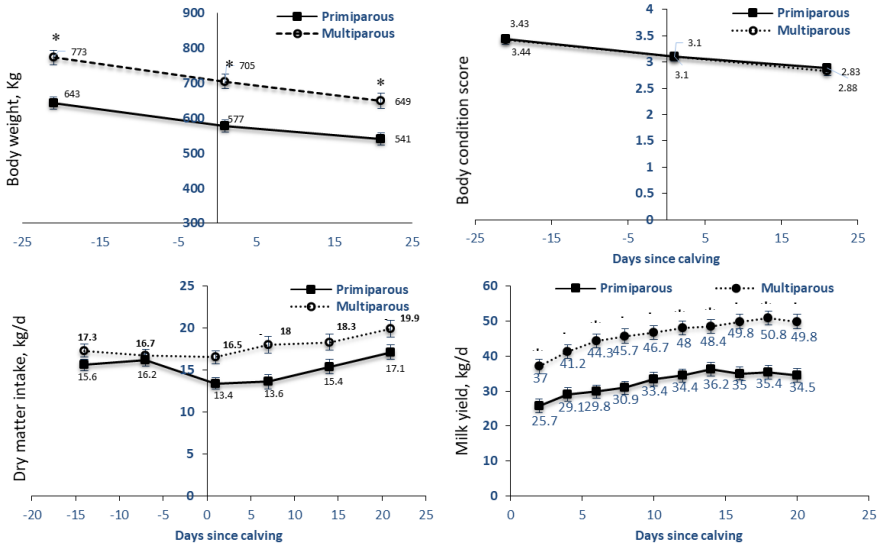
Table 2. Body weight, feed intake, milk yield and composition in primiparous and multiparous dairy cows during transition period

	Parity		SE[1]	P-value		
	Primiparous	Multiparous		Parity	Day	Parity×Day
	BW[2], kg/d					
BW d -21 (parturition)	643	773	18.0	<0.01	-	-
BW d +21 (parturition)	541	649	19.6	<0.01	-	-
Mean BW	586	709	18.2	<0.01	<0.01	0.26
BW decrease after parturition	-1.44	-2.26	0.291	0.07	-	-
BCS[2]						
BCS d -21 (parturition)	3.44	3.43	0.099	0.97	-	-
BCS d +21 (parturition)	2.88	2.83	0.076	0.67	-	-
Mean BCS	3.14	3.12	0.078	0.87	<0.01	0.90
BCS decrease after parturition	-0.229	-0.267	0.065	0.69	-	-
DMI[2], kg/d						
Pre-partum, kg/d	15.9	17.0	0.50	0.18	0.98	0.35
Pre-partum, % of BW	2.31	2.22	0.111	0.54	-	-
Post-partum, kg/d	15.4	18.7	0.864	<0.01	<0.01	0.07
Post-partum, % of BW	2.74	2.79	0.165	0.82	-	-
Energy balance, Mcal/d						
Pre-partum	9.89	11.2	1.05	0.36	-	-
Post-partum	-6.48	-11.7	1.36	0.02	-	-
Yield, kg/d	32.4	46.2	1.70	<0.01	<0.01	0.49
ECM[2], kg/d	31.4	45.1	1.68	<0.01	-	-
Milk composition, %						
Fat	3.07	3.45	0.135	0.06	-	-
Protein	3.22	3.18	0.086	0.71	-	-
Lactose	5.0	4.92	0.152	0.71	-	-
Total solids	12.75	12.71	0.241	0.91	-	-
Milk/DMI, kg/kg	2.15	2.43	0.093	0.05	-	-
ECM/DMI	2.06	2.46	0.109	0.02	-	-

۱. اشتباه معیار.

۲. وزن بدن، تغییرات وزن بدن پس از زایمان، نمره وضعیت بدنی، تغییرات نمره بدنی پس از زایمان، ماده خشک مصرفی، تولید شیر تصحیح‌شده براساس انرژی.

1. Standard error
2. BW, Body weight; BWC, BW change after parturition; BCS, Body condition score; BCSC, BCS change after parturition; DMI, Dry matter intake; ECM, Energy corrected milk.



شکل ۱. وزن بدن، نمره وضعیت بدنی، خوراک مصرفی و تولید شیر گاوهای یک وچندبار زایش طی دوره انتقال.

(داده‌ها به شکل میانگین حداقل مربعات با خطای معیار نشان داده شده‌اند. * معنی‌دار در سطح ۵ درصد).

Figure 1. Body wight, body condition score, dry matter intake and milk yield of primiparous and multiparous dairy cows during transition period. Data were expressed as LSM with SE error bars. *P < 0.05.

www.SID.ir

Archive of SID

با وجود مصرف خوراک بالاتر برای گاوهای چندبار زایش، این گاوها شدت توازن انرژی منفی بیشتری (P=۰/۰۲) داشتند. توازن انرژی از تفاوت انرژی دریافتی (خوراک مصرفی) از انرژی خروجی (نگهداری، شیر و آبستنی) محاسبه می‌شود. در این پژوهش گاوهای چندبار زایش تولید شیر (۴۶/۲ kg/d در مقایسه با ۳۲/۴) بیشتری نسبت به گاوهای یک‌بار زایش داشتند (شکل۱). Neave *et al.* (2017) نیز گزارش نمودند گاوهای یک‌بار زایش طی ۲۱ روز پس از زایمان ۴۰ درصد تولید شیر کمتری دارند. افزایش یک‌باره احتیاجات NEL (۲۶ درصد) و پروتئین قابل متابولیسم (۲۵ درصد) برای تولید شیر با تأخیر در روند افزایش مصرف خوراک باعث توازن منفی انرژی می‌شود (Drackley, 1999). در این تحقیق، تولید شیر بیشتر (با وجود مصرف خوراک بالاتر) گاوهای چندبار زایش عامل اصلی در شدت توازن انرژی منفی شده است. هرچه نمره وضعیت بدنی گاو در زمان زایمان بیشتر باشد گاو درمعرض تعادل منفی انرژی شدیدتری قرارمی‌گیرند زیرا که این گاوها احتمالاً سطح بافت چربی سفید و لپتین بیشتر دارند (Drackley, 1999). در بررسی Colakoglu *et al.* (2017) نمره وضعیت بدنی و ذخایر چربی در گاوهای چندبار زایش بیشتر از گاوهای یک‌بار زایش بود. در این پژوهش، نمره وضعیت بدنی و تغییرات آن در هر دو گروه گاوهای یک و چندبار زایش یکسان بود و طی ۲۱ روز حدود ۰/۲۵ کاهش یافت. برای به‌حداقل رساندن اختلالات متابولیکی و تولیدمثل پس از زایمان، یکی از مهمترین اهداف مدیریت بایستی جلوگیری از تعادل منفی انرژی شدید باشد تا منجر به حداقل‌شدن افت نمره وضعیت بدنی در هفته‌های اولیه پس از زایمان (حداکثر تا اولین تلقیح ۰/۵ واحد) گردد (Ingvartsen *et al.*, 2003). راندمان غذایی در گاوهای یک‌بار زایش کمتر از گاوهای چندبار زایش بود که با نتایج برخی از پژوهشگران در دوره اواسط شیردهی (Nasrollahi *et al.*, 2017) موافق و با برخی دیگر (DeVries *et al.*, 2011) طی دوره اوایل و اواسط شیردهی مخالف بود. احتیاجات غذایی برای رشد در گاوهای یک‌بار زایش می‌تواند یکی از دلایل کاهش راندمان غذایی برای گاوهای یک‌بار زایش باشد.

متابولیت‌های انرژی

داده‌های مربوط به متابولیت‌های انرژی در گاوهای یک و چندبار زایش در جدول ۳ ارائه شده است. از نظر گلوکز خون، مقدار گلوکز در زمان زایمان در هر دو گروه گاوها کاهش یافت و گاوهای یک‌بار زایش غلظت گلوکز خون بیشتری نسبت به گاوهای چند بار زایش در قبل و بعد از زایمان داشتند (شکل ۲). کاهش گلوکز خون در زمان زایمان می‌تواند به دلیل تقاضای جنین و تولید شیر و همچنین کاهش خوراک مصرفی باشد. در طی دوره پیش از زایمان ترشح هورمون رشد و گلوکوکورتیکوئیدها باعث مقاومت انسولینی شده و مانع استفاده از گلوکز توسط بافت‌های کبدی، عضلات و بافت چربی می‌شوند و باعث بسیج اسیدهای چرب از بافت چربی (لیپولیز) برای تولید شیر می‌شوند. تولید شیر بالا و توزان منفی بیشتر گاوهای چندبار زایش می‌تواند دلیلی برای مصرف بالاتر گلوکز (تولید لاکتوز شیر) و در نتیجه سطح گلوکز خون کمتر در آنها باشد. غلظت کلسترول، تری آسیل گلیسرول، NEFA و BHB تحت تأثیر تعداد زایش گاوها قرار نگرفت. DeVries *et al.* (2011) نیز تفاوتی در غلظت متابولیت‌های خونی مانند BHB و NEFA بین گاوهای یک‌بار و چندبار زایش مشاهده نکرد ولی این پژوهشگران دریافتند که گاوهای چندبار زایش گلوکز خون متمایل به کمتری نسبت به گاوهای یک‌بار زایش دارند. نتایج مطالعات در مورد غلظت NEFA، BHB در گاوهای یک‌بار و چندبار زایش متفاوت است.

Colakoglu *et al.* (2017) گزارش کردند گاوهای یک‌بار زایش غلظت NEFA، BHB بیشتر و کلسترول کمتری نسبت به گاوهای چندبار زایش پس از زایمان دارند. Wathes *et al.* (2007) مشاهده کردند که گاوهای چندبار زایش NEFA کمتر و BHB بیشتری نسبت به گاوهای یک‌بار زایش دارند. تفاوت در نتایج گزارش شده می‌تواند مربوط به تفاوت در ذخایر بدنی و نمره وضعیت بدنی باشد. به‌عنوان مثال در پژوهش Colakoglu *et al.* (2017) گاوهای یک‌بار زایش نمره وضعیت بدنی کمتر و سطح BHB بیشتر داشتند. درهرحال، به‌طور معمول گاوهای چندبار زایش ذخایر چربی بیشتری داشته و تقاضای بالاتری برای تولید شیر دارند. از طرف دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

گاوهای یک‌بار زایش اگرچه ذخایر چربی کمتری دارند ولی هنوز در حال رشد بود و نیازمند مواد مغذی برای رشد و همچنین تولید شیر می‌باشند. بنابراین این دو گروه گاوها احتیاجات فیزیولوژیک و مصرف انرژی متفاوتی دارند. در این پژوهش نمره وضعیت بدنی و غلظت این متابولیت‌ها در هر دو گروه گاوها یکسان بود.

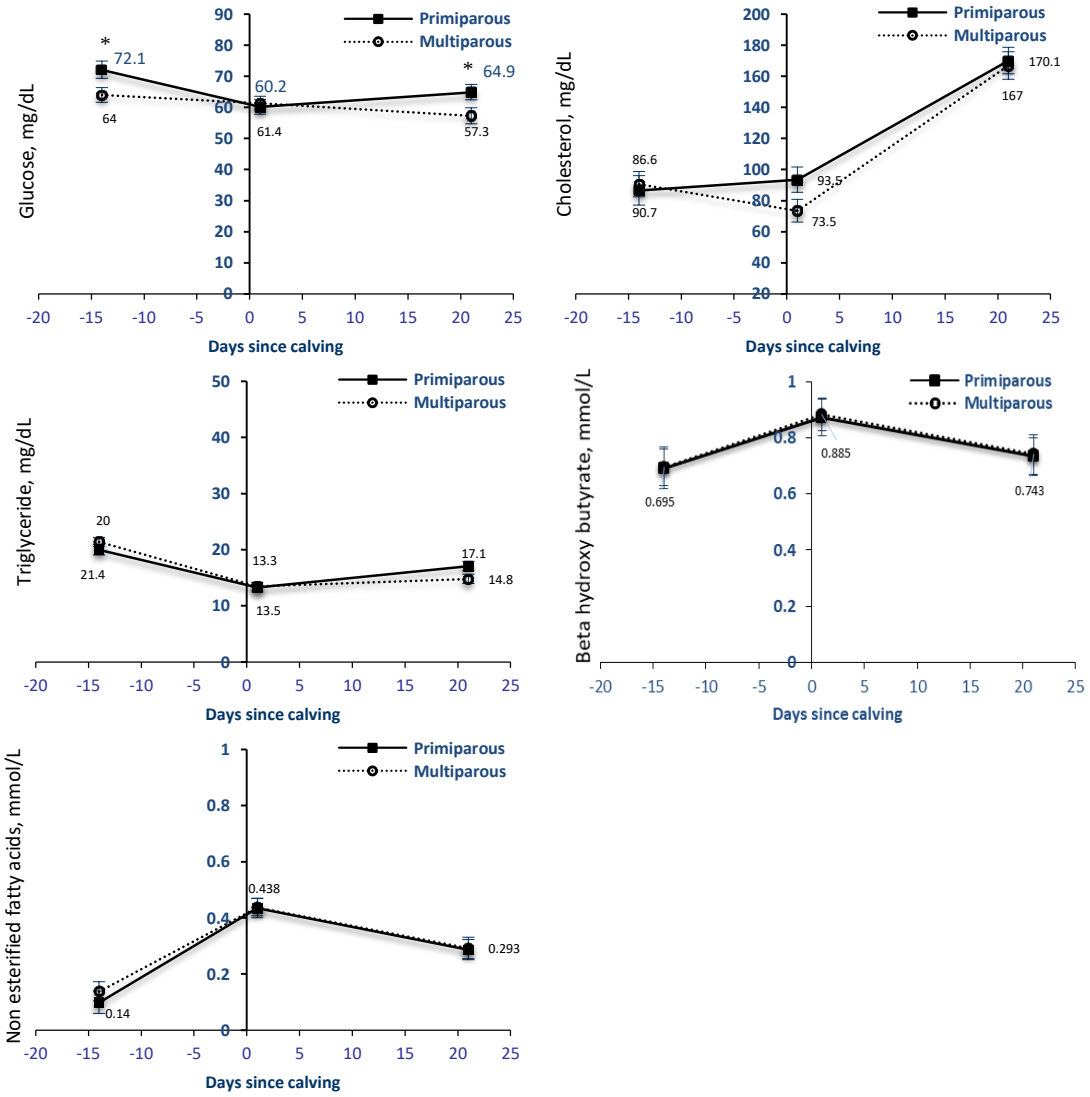
جدول ۳. متابولیت‌های مربوط به انرژی پلاسما گاوهای یک وچندبار زایش طی دوره انتقال

Table 3. Plasma energy related metabolites in primiparous and multiparous dairy cows during transition period

	Parity			P-value		
	Primiparous	Multiparous	SE[1]	Parity	Day	Parity×Day
Glucose, mg/dL	65.7	60.9	1.20	0.01	0.01	0.12
Cholesterol, mg/dL	116.7	110.4	4.65	0.34	<0.01	0.33
Triacylglycerol, mg/dL	16.8	16.6	0.38	0.68	<0.01	0.12
Non-esterified fatty acids, mmol/L	0.274	0.290	0.185	0.55	<0.01	0.86
β-hydroxibutyrate, mmol/L	0.768	0.774	0.045	0.92	<0.01	0.99

1. Standard error

۱. اشتباه معیار



شکل ۲. متابولیت‌های شاخص انرژی خون گاوهای یک و چندبار زایش طی دوره انتقال.

(داده‌ها به شکل میانگین حداقل مربعات با خطای معیار نشان داده شده‌اند. * معنی دار در سطح ۵ درصد.)

Figure 2. Blood energy metabolites of primiparous and multiparous dairy cows during transition period. Data were expressed as LSM with SE error bars. *P < 0.05.

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت متابولیت‌های انرژی در زمان‌های مختلف دوره انتقال بطور مشخصی متفاوت بود (P=۰/۰۱). به عبارت دیگر، با نزدیک‌شدن زایمان غلظت تری آسیل گلیسرول کاهش یافت و بعد از آن روند افزایشی داشت (شکل ۲). غلظت کلسترول نیز با نزدیک‌شدن زایمان تقریباً ثابت و پس از آن افزایش یافت. به‌طور معکوسی غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی در زمان زایمان افزایش و پس از آن کاهش یافتند. اندازه‌گیری این شاخص‌ها طی دوره انتقال می‌تواند ابزاری مناسب برای بررسی وضعیت سلامتی و مدیریت گاوها باشد (Drackley, 1999). Ospina *et al.* (2013) با بررسی ۱۰۰ گله با ۲۷۵۸ گاو دوره انتقال (۳۵ درصد گاو یک‌بار زایش و ۶۵ درصد گاو چندبار زایش) مقادیر حد آستانه برای NEFA و BHB جهت پیش‌بینی بیماری‌ها طی ۳۰ روز پس از زایمان و کارآیی تولیدمثل توسعه دادند. آنها پیشنهاد دادند که غلظت NEFA بیشتر از ۰/۳-۰/۵ mEq/L≤ قبل از زایمان و ۰/۸ -۰/۶ mEq/L پس از زایمان و برای BHB ۰/۷-۱ mmol/L قبل از زایمان و ۱/۴-۱ mmol/L پس از زایمان خطر بیماری‌های متابولیک (۴-۲ برابر بیماری‌هایی مانند جابجایی شیردان، کتوز، متریت و جفت ماندگی) را افزایش و نرخ باروری را کاهش می‌دهند. به‌عنوان نمونه، Zhang *et al.* (2016) گزارش کردند گاوهای مبتلا به کتوز تولید شیر کمتر (۳۵ در مقایسه با ۴۲ کیلوگرم) نسبت به گاوهای سالم دارند و گاوهای در معرض کتوز ۱۲ بار بیشتر در معرض جابجایی شیردان و گاوهای جفت مانده در معرض بیشتر ورم پستان و کتوز قرار دارند. معمولاً کاهش وقوع یک بیماری وقوع دیگر بیماری‌ها را کاهش می‌دهد. در این بررسی، مقدار NEFA در حد معمول ولی سطح BHB پیش از زایمان تقریباً بالا (۰/۷ میلی‌مول در لیتر) بود.

وضعیت ضداکسیداتیو

داده‌های مربوط به شاخص آنزیمی و غیرآنزیمی وضعیت ضداکسیداتیو از قبیل ظرفیت کل ضداکسیداتیو، غلظت مالون‌دی‌آلدهید و فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز در جدول ۴ ارائه شده است. فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز قبل از زایمان بیشتر از دوره شیردهی گاوها بود (P=۰/۰۱) و تحت تأثیر تعداد زایش گاوها قرار نگرفت. ظرفیت ضداکسیداتیو خون در گاوهای چندبار زایش و دوره پس از زایمان به‌ترتیب بالاتر از دوره گاوهای یک‌بار زایش و دوره پیش از زایمان بود (شکل۳). به‌طور معکوسی غلظت مالون‌دی‌آلدهید پلاسما در زمان زایمان و به‌ویژه در گاوهای یک‌بار زایش بالاتر از گاوهای چندبار زایش بود. تغییرات فیزیولوژیک و احتیاجات غذایی گسترده و همچنین افزایش بار متابولیکی طی دوره انتقال باعث تغییر شاخص‌های اکسیداتیو و تنش اکسیداتیو می‌شوند (Abuelo *et al.*, 2016). برای گاو یک‌بار زایش مواردی از جمله تغییر جیره (تغذیه با سطح کنسانتره بالا)، گروه‌بندی و تولید شیر برای اولین بار تجربه می‌شوند (Neave *et al.*, 2017). از این‌رو، این گاوها همان‌طورکه غلظت بالاتر مالون‌دی‌آلدهید و ظرفیت ضداکسیداتیو کمتری دارند، احتمالاً تحت تنش اکسیداتیو زیادتری نسبت به گاوهای چندبار زایش قرار دارند. افزایش تولید ROS از عوامل ایجادکننده تنش اکسیداتیو در گاوهای شیری در دوره انتقال است. تولید بیش از حد این مواد سبب افزایش بیان سیتوکین‌های التهابی مانند TNF-a و سرم آمیلوئید-A در کبد می‌شود. این سیتوکین‌ها اثر منفی بر مرکز سیری مغز می‌گذارند و سبب کاهش مصرف خوراک می‌شوند بنابراین یکی از دلایل افت شدید مصرف خوراک در گاوهای یک‌بار زایش می‌تواند به‌دلیل تنش اکسیداتیو بالاتر آنها با فرآیند زایمان باشد (Loor *et al.*, 2005). بنابراین لزوم توجه به تغذیه مکمل‌های آنتی اکسیدانی مانند ویتامین‌های A، E و C و مواد معدنی کم‌مصرف (مثل سلنیوم، مس و روی) برای بهبود سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدان به‌ویژه برای گاوهای یک‌بار زایش توصیه می‌شود. ویتامین E و A سرم به‌طور چشم‌گیری حول و حوش زمان زایمان کاهش می‌یابند که حداقل تا حدودی به‌خاطر چالش افزایش یافته اکسیدان است (Abuelo *et al.*, 2016). با تغذیه ویتامین E یا سلنیوم یا ترکیبات پلی فنولیک، وضعیت اکسیداتیو بهبود یافت و عملکرد سلول ایمنی در مواجه با چالش پاتوژن افزایش یافت (Bradford *et al.*, 2015; Safari *et al.*, 2018).

www.SID.ir

Archive of SID

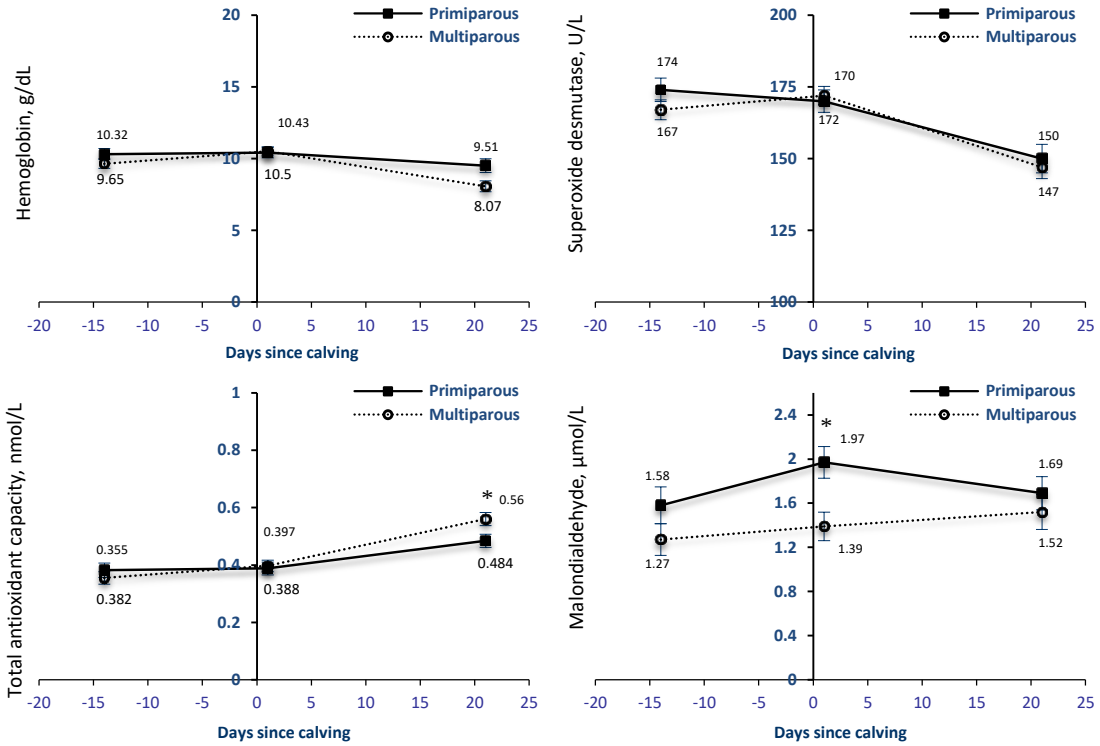
جدول ۴. وضعیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی گاوهای یک و چند بار زایش طی دوره انتقال

Table 4. Blood enzymatic and non-enzymatic antioxidant status in primiparous and multiparous dairy cows during transition period

	Parity		SE[1]	P-value		
	Primiparous	Multiparous		Parity	Day	Parity×Day
Malondialdehyde, µmol/L	1.74	1.40	0.085	<0.01	0.22	0.36
Superoxide dismutase, U/L	165	162	2.0	0.30	<0.01	0.50
Total antioxidant capacity, nmol/L	0.418	0.437	0.014	0.23	<0.01	0.13

1. Standard error.

۱. اشتباه معیار.



شکل ۳. وضعیت آنتی اکسیداتیو خون گاوهای یک و چندبار زایش طی دوره انتقال.

(داده‌ها به شکل میانگین حداقل مربعات با خطای معیار نشان داده شده‌اند. * معنی دار در سطح ۵ درصد.)

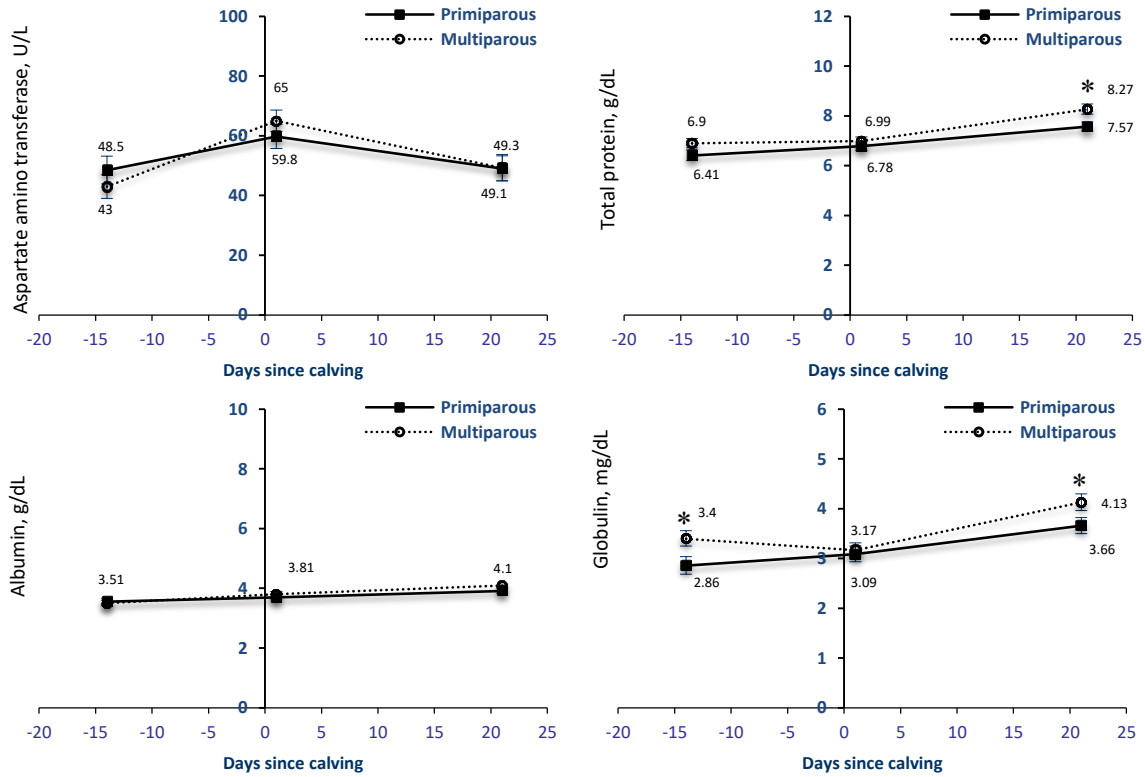
Figure 3. Blood antioxidant status of primiparous and multiparous dairy cows during transition period. Data were expressed as LSM with SE error bars. *P < 0.05.

کارکرد کبد

شاخص‌های مربوط به سلامت و عملکرد کبد شامل فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز و غلظت آلبومین، گلوبولین و کل پروتئین خون در جدول ۵ گزارش شده است. غلظت کل پروتئین و آلبومین طی دوره انتقال روند افزایشی داشت و بیشترین فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز خون در زمان زایمان مشاهده شد (شکل۴). AST شاخصی از عملکرد کبد می‌باشد و از آن برای بیماری‌های کبدی استفاده می‌کنند. در پژوهش Colakoglu *et al.* (2017) افزایش بسیج چربی و تجمع چربی در کبد در گاوهای یک‌بار زایش سبب افزایش غلظت AST سرم شد. غلظت پروتئین کل و گلوبولین پلاسما در گاوهای چندبار زایش بالاتر از گاوهای یک‌بار زایش بود ولی غلظت آلبومین و فعالیت آسپارتات آمینوترانسفراز تحت تأثیر تعداد زایش گاوها قرار نگرفت. هرچند غلظت این متابولیت‌ها در هر دو گروه از گاوها در دامنه طبیعی برای پروتئین کل (۶/۵-۷/۵ g/dl) و گلوبولین (۳/۰-۳/۵ g/dl) برای گاوهای شیری است. در تطابق با نتایج این پژوهش، Nasrollahi *et al.* (2017) نیز غلظت پروتئین کل و گلوبولین کمتری برای گاوهای یک‌بار زایش نسبت به چندبار زایش در اواسط شیردهی گزارش کردند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. وضعیت فعالیت کبدی گاوهای یک و چندبار زایش طی دوره انتقال.

(داده‌ها به شکل میانگین حداقل مربعات با خطای معیار نشان داده شده‌اند. * معنی دار در سطح ۵ درصد.)

Figure 4. Liver function status of primiparous and multiparous dairy cows during transition period. Data were expressed as LSM with SE error bars. *P < 0.05.

جدول ۵. وضعیت متابولیک کبدی گاوهای یک وچندبار زایش طی دوره انتقال

Table 5. Liver function status in primiparous and multiparous dairy cows during transition period

	Parity		SE[1]	P-value		
	Primiparous	Multiparous		Parity	Day	Parity×Day
Albumin, g/dL	3.72	3.81	0.050	0.25	<0.01	0.50
Globulin, g/dL	3.20	3.57	0.129	0.05	<0.01	0.10
Albumin: globulin, g/g	1.19	1.11	0.045	0.20	<0.01	0.06
Total protein, g/dL	6.91	7.34	0.134	0.02	<0.01	0.30
Aspartate amino transferase, U/L	52.5	52.4	2.55	0.97	<0.01	0.40

1. Standard error. ۱. اشتباه معیار.

همبستگی فراسنجه‌ها

با توجه به رابطه متابولیت‌های مختلف با سلامت، عملکرد تولیدی یا باروری، از این متابولیت‌ها به‌طور وسیعی در گله گاوهای شیری استفاده می‌شود (Wankhade *et al.*, 2017; Colakoglu *et al.*, 2017). همبستگی بین سنجه‌های مختلف در قبل و بعد از زایمان به ترتیب در جدول‌های ۶ و ۷ مشاهده می‌شود. طی دوره انتظار زایمان، همبستگی مثبت بالایی (r=۰/۹۳، P<۰/۰۱) بین توازن انرژی و خوراک مصرفی مشاهده شد، درحالی‌که بعد از زایمان همبستگی معنی داری وجود نداشت. پس از زایمان همبستگی توازن انرژی و تولید شیر معنی‌دار بود. این نتیجه همانطور که قبلاً ذکر شد بیان می‌کند که سطح تولید شیر (انرژی خروجی) نقش مهمتری در توازن انرژی نسبت به مصرف خوراک (انرژی دریافتی) دارد. علاوه بر این، گاوهای که تغییرات وزن بالاتری پس از زایمان داشتند تمایل به توازن منفی انرژی (r=۰/۴۰، P=۰/۰۷) و تولید شیر (r=۰/۵۰، P<۰/۰۵) بیشتری داشتند. درصد چربی شیر بیشترین همبستگی با توازن انرژی (r=-۰/۸۴، P<۰/۰۱)، غلظت گلوکز (r=۰/۴۱،

www.SID.ir

Archive of SID

P<۰/۰۵) و کلسترول (r=۰/۴۴، P<۰/۰۵) داشت. در طول دوره توازن مثبت انرژی مانند اواسط و اواخر شیردهی تولید شیر مهمترین عامل تنظیم‌کننده مصرف خوراک است. برعکس در طول دوره توازن منفی انرژی، افزایش دریافت انرژی باعث افزایش تولید شیر می‌شود ولی مصرف خوراک توسط سطح شیر تعیین نمی‌شود (Wankhade *et al*., 2017). بنابراین تولید شیر (و نه مصرف خوراک) در دوره اوایل شیردهی مهمترین عامل مؤثر بر توازن انرژی است. همبستگی معنی‌داری بین سطح گلوکز و اسیدهای چرب غیراستریفه قبل و پس از زایمان وجود داشت. همچنین، همبستگی مثبت معنی‌داری بین اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات در قبل و بعد از زایش وجود داشت. با این وجود، همبستگی معنی داری بین سطح گلوکز خون و بتاهیدروکسی بوتیرات مشاهده نشد. از نظر همبستگی بین سنجه‌های مختلف، بالاترین همبستگی معنی‌دار بین تولید شیر (r=-۰/۴۷، P<۰/۰۵)، توازن انرژی (r=-۰/۵۰، P<۰/۰۵)، گلوکز خون (r=-۰/۵۴ P<۰/۰۵) و اسیدهای چرب غیراستریفه (r=۰/۴۷، P<۰/۰۵) با شاخص اکسیداتیو یعنی مالون‌دی‌آلدهید (نه BHB یا NEFA) مشاهده شد. به‌عبارت دیگر گاوهایی که NEFA یا BHB بالایی داشتند تولید شیر کم یا توازن منفی انرژی بیشتری نداشتند، ولی گاوهایی که سطح مالون‌دی‌آلدهید خون بالایی داشتند سطح گلوکز خون و تولید شیر کمتر و توازن منفی انرژی بیشتری داشتند. اگرچه در برخی مطالعات افزایش سطح NEFA و BHB را با کاهش تولید شیر مشاهده کردند، نتایج در مورد گاوهای یک‌بار و چندبار زایش متفاوت است. Ospina *et al*. (2013) دریافتند که سطح زیاد NEFA و BHB در دوره پس از زایمان سبب افزایش و کاهش تولید شیر به‌ترتیب در گاوهای یک‌بار و چندبار زایش می‌شود.

جدول ۶. ضریب همبستگی بین مصرف خوراک، توازن انرژی و فراسنجه‌های متابولیک خونی گاوهای شیری پیش از زایمان

Table 6. Correlations between DMI, EB, and blood metabolic parameters of dairy cows over prepartum period

	DMI[1]	EB	Glucose	Cholesterol	NEFA	BHB	TAC	MDA
DMI		0.93**	-0.30	0.30	-0.04	0.02	0.007	0.11
EB			-0.18	0.41	-0.09	0.13	0.03	0.32
Glucose				0.0	-0.44*	-0.03	0.12	0.16
Cholesterol					0.31	0.44*	-0.32	0.47*
NEFA						0.47*	-0.36	0.07
BHB							-0.49*	0.41
TAC								-0.15

۱. ماده خشک مصرفی، توازن انرژی، اسیدهای چرب غیراستریفه، بتاهیدروکسی بوتیریک اسید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، مالون‌دی‌آلدهید.

1. DMI, Dry matter intake; EB, Energy balance; NEFA, Non-esterified fatty acids; BHB, Beta hydroxyl butyrate; TAC, Total antioxidant capacity; MDA, Malondialdehyde.

* P<0.05, ** P<0.01.

جدول ۷. ضریب همبستگی بین تولید شیر، مصرف خوراک، تغییرات وزن بدن، توازن انرژی و فراسنجه‌های متابولیک خونی گاوهای شیری پس از زایمان

Table 7. Correlations between MY, DMI, BWC, EB, and blood metabolic parameters of dairy cows over postpartum period

	MY	MF	DMI	BWC	EB	Glucose	CH	NEFA	BHB	TAC	MDA
MY		0.24	0.56*	0.54*	-0.50*	-0.28	0.18	-0.29	0.02	0.31	-0.47*
MF			0.13	0.28	-0.84**	0.41*	-0.44*	-0.23	-0.09	-0.03	-0.48*
DMI				0.26	0.28	0.03	0.07	-0.32	-0.09	0.25	-0.12
BWC					-0.40	-0.18	0.16	0.12	0.31	0.11	0.02
EB						0.36	0.17	0.14	0.07	0.02	-0.50*
Glucose							0.10	0.40*	-0.18	-0.35	-0.54*
CH								0.18	0.24	0.04	0.25
NEFA									0.62*	-0.21	0.47*
BHB										0.0	0.14
TAC											-0.35

۱. تولید شیر، درصد چربی شیر، ماده خشک مصرفی، تغییرات وزن بدن بعد از زایمان، توازن انرژی، اسیدهای چرب غیراستریفه، بتاهیدروکسی بوتیریک اسید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، مالون‌دی‌آلدهید.

1. MY, Milk yield; MF, Milk fat content, DMI, Dry matter intake; BWC, Body weight change after parturition; EB, Energy balance; CH, Cholesterol; NEFA, Non-esterified fatty acids; BHB, Beta hydroxyl butyrate; TAC, Total antioxidant capacity; MDA, Malondialdehyde.

* P<0.05, ** P<0.01.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

اختلال شاخص‌های متابولیک زنگ خطری برای عملکرد تولیدی و باروری آتی گاوهای شیری است. با شروع شیردهی، گاوهای یک‌بار زایش افت وزن و توازن منفی انرژی کمتر نسبت به گاوهای چندبار زایش داشتند که احتمالاً مربوط به تولید شیر پایین‌تر و یا ادامه رشد آنها است. البته به‌نظر می‌رسد گاوهای یک‌بار زایش تحت تنش اکسیداتیو بیشتری قرار دارند چراکه سطح مالون‌دی‌آلدهید بالاتر و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کمتری نسبت به گاوهای چندبار زایش داشتند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که غلظت مالون‌دی‌آلدهید نه تنها به‌عنوان وضعیت ضداکسیداتیو می‌تواند بکار رود بلکه بدلیل همبستگی بالا با وضعیت عملکردی و سلامتی می‌تواند به‌عنوان شاخصی جهت ارزیابی آنها طی دوره انتقال به‌کار گرفته شود.

سپاسگزاری

از دانشگاه صنعتی اصفهان به‌جهت تأمین مالی و شرایط لازم جهت اجرای این آزمایش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Abuelo, A., Hernandez, J., Benedito, J. L. & Castillo, C. (2016). Association of oxidative status and insulin sensitivity in periparturient dairy cattle: An observational study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100, 279-286.
2. Allen, M. S. & Bradford, B. J. (2009). Control of eating by hepatic oxidation of fatty acids. A note of caution. *Appetite*, 53(2), 272-273.
3. Bertoni, G., Trevisi, E., Han, X. & Bionaz, M. (2008). Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3300-3310.
4. Bradford, B. J., Yuan, K., Farney, J. K., Mamedova, L. K. & Carpenter, A. J. (2015). Invited review: Inflammation during the transition to lactation: New adventures with an old flame. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 6631-6650.
5. Castillo, C., Hernandez, J., Bravo, A., Lopez-Alonso, M., Pereira, V. & Benedito, J. L. (2005). Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. *Veterinary Journal*, 169(2), 286-292.
6. Colakoglu, H. E., Polat, I. M., Vural, M. R., Kuplulu, S., Pekcan, M., Yazlik, M. O. & Baklaci, C. (2017). Associations between leptin, body condition score, and energy metabolites in Holstein primiparous and multiparous cows from 2 to 8 weeks postpartum. *Revue De Medecine Veterinaire*, 168(4-6), 93-101.
7. 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.
8. Drackley, J.K., 1999. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?. *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259-2273.
9. Giuliodori, M., Magnasco, R. P., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I. M., Risco, C. A. & de la Sota, R. L. (2013). Clinical endometritis in an Argentinean herd of dairy cows: Risk factors and reproductive efficiency. *Journal of Dairy Science*, 96, 210-218.
10. Hayirli, A. (1998). A mathematical model for describing dry matter intake of transition dairy cows. *Journal of Animal Science*, 76(1), 296.
11. Humer, E., Khol-Parisini, A., Gruber, L., Gasteiner, J., AbdelRaheem, Sh. M. & Zebeli, Q. (2015). Long-term reticuloruminal pH dynamics and markers of liver health in early-lactating cows fed diets differing in grain processing. *Journal of Dairy Science*, 98, 6433-6448.
12. Ingvartsen, K. L., Dewhurst, R. J. & Friggens, N. C., 2003. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock Production Science*, 83(2-3), 277-308.
13. Kertz, A. F., Reutzel, L. F. & Thomson, G. M. (1991). Dry matter intake from parturition to midlactation. *Journal of Dairy Science*, 74, 2290-2295.
14. Krohn, C. C. & Konggaard, S. P. (1979). Effects of isolating first lactation cows from older cows. *Livestock Production Science*, 6, 137-146.
15. Loor, J. J., Dann, H. M., Everts, R. E., Oliveira, R., Green, C. A., Guretzky, N. A. J., Rodriguez-Zas, S. L., Lewin, H. A. & Drackley, J. K. (2005) Temporal gene expression profiling of liver from periparturient dairy cows reveals complex adaptive mechanisms in hepatic function. *Physiological Genomics*, 23, 217-226.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Nasrollahi, S. M., Ghorbani, G. R., Zali, A. & Kahyani, A. (2017). Feeding behaviors, metabolism, and performance of primiparous and multiparous dairy cows fed high-concentrate diets. *Livestock Science*, 198, 115-119.
17. Neave, H. W., Lomb, J., von Keyserlingk, M. A. G., Behnam-Shabahang, A. & Weary, D. M. (2017). Parity differences in the behavior of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 548-561.
18. Ospina, P. A., McArt, J. A., Overton, T. R., Stokol, T. & Nydam, D. V. (2013). Using nonesterified fatty acids and β-hydroxybutyrate concentrations during the transition period for herd-level monitoring of increased risk of disease and decreased reproductive and milking performance. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29, 387-412.
19. Proudfoot, K. L., Veira, D. M., Weary, D. M. & von Keyserlingk, M. A. G. (2009). Competition at the feed bunk changes the feeding, standing, and social behavior of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 3116-3123.
20. Safari, M., Ghasemi, E., Alikhani, M. & Ansari-Mahyari, S. (2018). Supplementation effects of pomegranate by-products on oxidative status, metabolic profile, and performance in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(12), 11297-11309.
21. Scalia, D., Lacetera, N., Bernabucci, U., Demeyere, K., Duchateau, L. & Burvenich, C. (2006). *In vitro* effects of nonesterified fatty acids on bovine neutrophils oxidative burst and viability. *Journal of Dairy Science*, 89, 147-154.
22. Vandehaar, M. J., Yousif, G., Sharma, B. K., Herdt, T. H., Emery, R.S., Allen, M.S. & Liesman, J. S. (1999). Effect of energy and protein density of prepartum diets on fat and protein metabolism of dairy cattle in the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, 82(6), 1282-1295.
23. Wallace, R. L., McCoy, G. C., Overton, T. R. & Clark, J. H. (1996). Effect of adverse health events on dry matter consumption, milk production, and body weight loss of dairy cows during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 79(Suppl 1), 205.
24. Wankhade, P. R., Manimaran, A., Kumaresan, A., Jeyakumar, S., Ramesha, K. P., Sejian, V., Rajendran, D. & Varghese, M. R. (2017). Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review. *Veterinary World*, 10 (11), 1367.
25. Wathes, D. C., Cheng, Z., Bourne, N., Taylor, V. J., Coffey, M. P. & Brotherstone, S. (2007). Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic Animal Endocrinology*, 33(2), 203-225.
26. Zhang, X. Y., Tan, Y. L., Cao, L. Y., Wu, G. Y., Xu, Q., Shen, Y., & Zhou, D. F. (2006). Antioxidant enzymes and lipid peroxidation in different forms of schizophrenia treated with typical and atypical antipsychotics. *Schizophrenia Research*, 81, 291-300.
27. Zhang, G., Hailemariam, D., Dervishi, E., Goldansaz, S. A., Deng, Q., Dunn, S. M. & Ametaj, B. N. (2016). Dairy cows affected by ketosis show alterations in innate immunity and lipid and carbohydrate metabolism during the dry off period and postpartum. *Research in Veterinary Science*, 107, 246-256.

www.SID.ir