

اثر خوراندن منابع مختلف مواد معدنی کم مصرف بر عملکرد و سلامت میش های آبستن افشاری و بره های آنها

حمید امانلو^۱، مرضیه خبری^۲، بهنام رستمی^۳، نجمه اسلامیان فارسونی^{۴*}، طاهره امیرآبادی فراهانی^۵ و محسن خلیلی^۶
۱، ۲، ۳ و ۶. استاد، دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و پژوهشگر پسادکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۴. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
۵. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۹)

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر خوراندن منابع متفاوت مواد معدنی کم مصرف (روی، مس، منگنز، سلنیوم و کبالت) از ۵ هفته پیش از زایش تا ۵ هفته پس از زایش بر عملکرد و سلامت میش ها و بره های افشاری بود. سی و شش رأس میش افشاری آبستن از 32.5 ± 5 روز پیش از زایش مورد انتظار به طور تصادفی به سه تیمار آزمایشی اختصاص یافتند. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه فاقد مکمل معدنی کم مصرف (شاهد، $n=12$)، جیره پایه به علاوه شکل سولفات مواد معدنی کم مصرف (تیمار سولفات، $n=12$) و جیره پایه به علاوه شکل کیلیت با گلیسین مواد معدنی کم مصرف (تیمار گلیسینات، $n=12$) بودند. حیوانات در هر تیمار براساس تعداد جنین، وزن و تاریخ زایش مورد انتظار متوازن شدند. ماده خشک مصرفی، وزن بدن، امتیاز وضعیت بدنی و تغییرات آنها، تولید آغوز، تولید شیر و ترکیبات شیر میش ها تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند ($P>0.05$). هیچ اثری از تیمار روی غلظت متابولیت های سرمی وجود نداشت ($P>0.05$)، به استثنای غلظت گلوکز سرمی پیش از بزایی که در تیمار سولفات و گلیسینات نسبت به تیمار شاهد تمایل به افزایش داشت ($P=0.07$). میانگین وزن تولد بره ها بین تیمارهای آزمایشی مشابه بود، اما وزن نهایی بره ها در ۳۵ روزگی در میش های تغذیه شده با تیمار گلیسینات نسبت به تیمارهای سولفات و شاهد بیش تر بود ($P=0.05$). همچنین، افزایش وزن روزانه در ۳۵ و ۷۰ روزگی بره های متولد شده در تیمار گلیسینات نسبت به تیمارهای سولفات و شاهد تمایل به افزایش داشت ($P=0.07$). در مجموع، خوراندن شکل کیلیت مواد معدنی کم مصرف پیش و پس از زایش به میش ها منجر به بهبود عملکرد رشد بره های افشاری تا ۷۰ روزگی شد.

واژه های کلیدی: اواخر آبستنی، مواد معدنی کم مصرف، میش افشاری.

Effects of feeding different trace mineral sources on performance and health of Afshari ewes and lambs

Hamid Amanlou¹, Marziyeh Khebbri², Behnam Rostami³, Najme Eslamian Farsuni^{4*}, Tahere Amirabadi Farahani⁵ and Mohsen Khalili⁶

1, 2, 3, 6. Professor, Former M. Sc. Student, Assistant Professor and Post Doctoral Researcher, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

4. Assistant Professor, Department of Animal Science, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran

5. Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

(Received: Jan. 10, 2020 - Accepted: Aug. 8, 2020)

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of feeding different trace minerals (Zn, Cu, Mn, Se and Co) sources from 4 weeks pre-lambing until 5 week post-lambing on performance and health of Afshari ewes and lambs. Thirty six pregnant Afshari ewes were randomly assigned to 1 of 3 treatments at 32.5 ± 5 d before expected lambing date. Experimental treatments were basal diet without supplemental trace minerals (Control, $n=12$), basal diet plus sulfate sources of trace minerals (Sulfate, $n=12$) and basal diet plus organic sources of trace minerals chelating to Glycine (Glycinate, $n=12$). In each treatment, ewes were balanced for fetal number, body weight (BW), Body condition score (BCS) and expected lambing date. Dry matter intake, BW, BCS and their changes, colostrum and milk yield and milk composition were not affected by treatments ($P>0.05$). There was no effect of treatments on serum metabolites concentrations, except a tendency ($P=0.07$) to increase in serum glucose concentrations pre-lambing for ewes receiving sulfate sources of trace minerals compared to those in Glycinate group. Birth weight of lambs was similar among treatments, but lambs BW from ewes fed glycinate source of trace minerals at 35 d was greatest among treatments ($P=0.05$). Likewise, average daily gain (ADG) of lambs from Glycinate ewes tended to be greater at 35 and 70 d compared to control and sulfate groups ($P=0.07$). Overall, feeding chelated trace minerals pre- and post-lambing Afshari ewes improved growth performance of lambs until 70d.

Keywords: Afshari ewe, late pregnancy, trace minerals.

* Corresponding author E-mail: N.E.Farsuni@gmail.com

مقدمه

مواد معدنی کم‌مصرف برای فرآیندهای بیولوژیکی گوناگون ضروری هستند (Suttle, 2010). برخی از مواد معدنی کم‌مصرف مانند مس و روی در ساختار آنزیم‌ها و پروتئین‌ها وجود دارند که مکانیسم‌های ایمنی را حمایت می‌کنند (Shim & Harris, 2003; Hackbart *et al.*, 2010). کبالت یک ماده معدنی کم‌مصرف ضروری برای نشخوارکنندگان است. کبالت جزئی از ویتامین B12 است که به‌عنوان کوبالامین نیز شناخته می‌شود. ویتامین B12 یک کوفاکتور ضروری برای دو آنزیم متیونین سنتاز و متیل‌مالونیل کوانزیم آ موتاز است (Banerjee & Chowdhury, 1999). منگنز برای فعالیت طبیعی آنزیم‌ها، ایمنی و تولیدمثل، ضروری است (NRC, 1996)؛ بنابراین کمبود مواد معدنی کم‌مصرف می‌تواند سبب کاهش خوراک مصرفی، کاهش عملکرد و ایمنی شود (Hackbart *et al.*, 2010).

با توجه به نقش‌های بیولوژیک مختلف مواد معدنی، توجه به استفاده از اشکال مختلف مواد معدنی در تغذیه افزایش یافته است (Strusinska *et al.*, 2003). در حیوانات، شکل‌های معدنی و آلی مواد معدنی کم‌مصرف دارای سطوح متفاوتی از جذب و قابلیت استفاده هستند (Peterson *et al.*, 1987; Huerta *et al.*, 2002). مواد معدنی کم‌مصرف با ترکیبات آلی سبب سهولت در جذب این مواد از دستگاه گوارش می‌شود (Ashmead, 1970) و ممکن است به‌لحاظ بیولوژیکی، زیست‌فراهم‌تر از نمک‌های غیرآلی این مواد معدنی باشند (Henry *et al.*, 2001; Guo *et al.*, 1992). در پژوهشی که با بره‌های پرواری انجام شد، بره‌های دریافت‌کننده شکل‌های آلی روی، دفع کم‌تری از روی در مدفوع و ادرار نسبت به اکسید روی داشتند (Kinal & Slupczynska, 2011). Nayeri *et al.* (2014) گزارش کردند که خوراندن روی با منبع آلی به گاوهای آبستن به بهبود بازده خوراک منجر شد و هم‌چنین افزودن کمپلکس مس، روی، منگنز آمینواسید و کبالت گلوتامات به جیره گاوهای دوره انتقال سبب بهبود تولید شیر گردید (Osorio *et al.*, 2015). بنابراین، با توجه به نتایج سودمند شکل آلی مواد معدنی کم‌مصرف در گونه‌های مختلف، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر افزودن اشکال متفاوت مواد

معدنی کم‌مصرف به جیره میش‌ها از ۳۰ روز پیش از بره‌زایی مورد انتظار تا ۳۵ روز پس از بره‌زایی روی عملکرد و سلامت میش‌ها و بره‌های افشاری بود.

مواد و روش‌ها

طرح پژوهشی، جیره‌های آزمایشی و مدیریت دام
پژوهش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در واحد گوسفندداری دانشگاه زنجان از فروردین‌ماه تا تیرماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. پیش از شروع آزمایش، میش‌های آبستن (متوسط امتیاز وضعیت بدنی میش‌ها $4/3 \pm 0/2$ واحد و متوسط وزن معادل $95/3 \pm 2/1$ کیلوگرم) در $32/5 \pm 5$ روز پیش از زایش سونوگرافی شدند و براساس تعداد جنین (تک یا دو قلو) بلوک بندی شدند و به‌طور تصادفی به سه تیمار آزمایشی اختصاص یافتند. میش‌ها با یک جیره پایه پیش (مس، روی، منگنز، کبالت و سلنیوم به‌ترتیب $0/15$ ، $0/32$ ، $48/07$ ، $31/07$ ، $7/64$ میلی‌گرم در کیلوگرم) و پس از بره‌زایی (مس، روی، منگنز، کبالت و سلنیوم به‌ترتیب $8/37$ ، $41/05$ ، $53/60$ ، $0/27$ و $0/18$ میلی‌گرم در کیلوگرم) تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی برای تأمین انرژی و پروتئین مطابق با توصیه شورای تحقیقات ملی آمریکا (NRC, 2007) برای میش‌های دوقلو آبستن توسط نرم‌افزار جیره‌نویسی دانشگاه کرنل (CNCPS) متوازن شدند (جدول ۱).
جیره‌های آزمایشی شامل جیره پایه فاقد هر نوع مکمل معدنی/آلی کم‌مصرف (شاهد، $n=12$)، جیره پایه به‌علاوه شکل سولفات‌ها مواد معدنی کم‌مصرف مس، روی، کبالت، منگنز و سلنیوم (تیمار سولفات‌ها، $n=12$) و جیره پایه به‌علاوه شکل کی‌لیت مواد معدنی کم‌مصرف با گلاسیسین (Glystar® Mn-22; Arkop (Sp. Z o.o., ul. Kolejowa, Bukowno, Poland بودند (تیمار گلاسیسین، $n=12$). جهت تأمین مس، روی، منگنز، کبالت و سلنیوم مطابق با توصیه شورای ملی تحقیقات (۲۰۰۷) برای دوره پیش و پس از بره‌زایی در تیمارهای معدنی و آلی از فرم سولفات‌ها برای مس، روی، منگنز، کبالت و سلنیت سدیم برای سلنیوم و فرم کی‌لیت شده با گلاسیسین (مس، روی، منگنز و کبالت) و سلنوم‌تیونین برای سلنیوم استفاده شد.

جدول ۱. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره پایه (درصدی از ماده خشک)

Table 1. Ingredients and chemical composition of basal diet (based on % DM)

Ingredients	Pre-lambing	Post-lambing
Legume forage hay	40	20.59
Normal corn silage	22	27.39
Wheat straw	9.0	-
Barley grain	9.0	23.11
Ground, dry corn grain	8.3	-
Wheat bran	9.0	19.73
Soybean meal, solvent	1.94	6.16
Sodium bicarbonate	-	1.04
Salt	0.1	0.51
Calcium phosphate-Di	0.33	0.49
Calcium Carbonate	0.33	0.50
Magnesium oxide	0.001	0.18
Vitamin premix	-	0.30
Chemical composition		
Metabolizable energy, Mcal/kg	2.0	2.16
Crude protein, %	10.21 ± 1.8	12.91 ± 0.5
NDF, %	48.54 ± 3.37	45.05 ± 2.14
NFC, %	28.9	29.5
Ash, %	8.79 ± 0.88	9.32 ± 1.89
EE, %	2.4	2.6
Cu, ppm	7.64	8.37
Zn, ppm	31.07	41.05
Mn, ppm	48.07	53.60
Co, ppm	0.32	0.27
Se, ppm	0.15	0.17

Vitamin premix: vitamin A = 1500000 IU/kg, vitamin D = 400000 IU/kg, vitamin E = 6000 IU/kg

مخلوط ویتامینه شامل ۱,۵۰۰,۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم ویتامین A، ۴,۰۰۰,۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم ویتامین D و ۶,۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم ویتامین E است.

جدول ۲. مقادیر مورد استفاده از اشکال سولفات و کی‌لیت مواد معدنی کم‌مصرف در تیمارهای آزمایشی (میلی‌گرم در روز)

Table 2. The amounts of trace minerals from sulfate and chelate form used in experimental treatments (mg/day)

Inorganic / organic forms	Pre-lambing			Post-lambing		
	Control	Sulfate	Glycinate	Control	Sulfate	Glycinate
Zinc sulfate / glycinate	-	290.5	401.28	-	388.30	528
Cobalt sulfate / glycinate	-	1.52	3.04	-	3.65	7.30
Copper sulfate / glycinate	-	81.168	81.168	-	77.08	77.08
Manganese sulfate / glycinate	-	218.88	308.56	-	132.30	186.4
Selenium premix inorganic/organic	-	36.48	364.80	-	57.0	570

عرضه شده و باقیمانده آخور به صورت روزانه ثبت گردید. نمونه خوراک هر هفته از خوراک ارائه شده پس از مخلوط کردن در آخور و باقیمانده خوراک جمع‌آوری و برای انجام اندازه‌گیری‌های بعدی فریز شدند. نمونه‌های TMR و باقیمانده خوراک در روز بره‌زایی برای جیره پیش از بره‌زایی و در پایان آزمایش آزمایشی مخلوط شدند و در ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. سپس جهت تعیین ماده خشک (AOAC, 1990; method 930.15)، پروتئین خام (AOAC, 1990; method 984.13)، خاکستر (AOAC, 1990, ignition at 600°C for 2 h; method 942.05) و لیاف حاصل از شوینده خنثی

مقادیر مورد استفاده در هر تیمار در جدول ۲ آورده شده است. منبع آلی کی‌لیت گلایسینات روی، کبالت، مس، منگنز و سلنیوم به‌ترتیب دارای ۲۵، ۱۰، ۲۴، ۲۲ و ۰/۱ درصد خلوص بودند و همچنین منبع سولفات روی، کبالت، مس، منگنز و سلنیوم به‌ترتیب دارای ۳۲، ۲۱، ۲۴، ۳۱ و ۱ درصد خلوص بودند.

جمع‌آوری و آنالیز نمونه‌ها

صفات مربوط به میش‌ها

جیره به صورت کاملاً مخلوط (TMR) و دو بار در روز از ۳۲/۵±۵ روز پیش از زایش تا ۳۵ روز پس بره‌زایی در ساعت‌های ۸ و ۱۸ عرضه شد و مقدار خوراک

Iran) و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتری (WPA lightwave) آنالیز شدند.

صفات مربوط به بره‌ها

صفات مربوط به روز تولد شامل جنسیت، تعداد بره‌های زنده متولد شده و درصد مرگ‌ومیر بره طی آزمایش ثبت شدند (جدول ۳). بره‌ها در زمان تولد و ۳۵ و ۷۰ روزگی توزین شدند و افزایش وزن روزانه، اندازه‌گیری شد.

جدول ۳. تعداد بره‌های متولد شده در تیمارهای آزمایشی
Table 3. Number of lambs born, sex and mortality in experimental treatments

Number of lambs	Treatments (T)		
	Control	Sulfate	Glycinate
Male	13	7	12
Female	6	10	8
Lambing, %	158.3	141.6	166.6
Lamb mortality, %	5.26	0	10

تجزیه و تحلیل آماری

مدل صفات مربوط به میش‌ها (وزن بدن، تغییرات وزن بدن، BCS، تغییرات BCS، تولید آغوز و متابولیت‌های خونی پیش از بره‌زایی) شامل اثر ثابت تیمار و تیپ تولد (تک یا دوقلو) و اثر متقابل آن‌ها و اثر تصادفی میش در تیمار در نوع تولد بود. ماده خشک پیش و پس از بره‌زایی، تولید شیر و ترکیبات آن و متابولیت‌های خونی پس از بره‌زایی توسط رویه Mixed با اندازه‌های تکرار شده با مدل یکسان با افزودن اثر زمان و آثار متقابل آن آنالیز شدند. دو رأس میش از گروه معدنی و شاهد به دلیل مشکل فیزیکی وارد شده به آن‌ها از طرح خارج شدند. مدل استفاده شده برای صفات مربوط به عملکرد بره (وزن تولد بره، وزن در ۳۵ و ۷۰ روزگی و افزایش وزن روزانه) شامل اثر ثابت تیمار جیره‌ای مادری، تیپ تولد (تک قلو و دوقلو) و جنس بره (نر و ماده) و آثار متقابل آن‌ها بود. اثر میش در تیمار جیره‌ای × جنس × تیپ تولد به عنوان اثر تصادفی وارد مدل شد و توسط رویه Mixed نرم‌افزار SAS آنالیز شدند. پس از تجزیه واریانس، میانگین مربوط به هر صفت با آزمون توکی مورد مقایسه قرار گرفتند و میانگین حداقل مربعات در سطح $P < 0.05$ معنی‌دار و در سطح $P > 0.05$ به صورت تمایل به معنی‌داری منظور گردید.

(Van Soest *et al.*, 1991) آنالیز شدند. خاکستر حاصل از نمونه‌ها با استفاده از اسیدکلریک هضم شدند و در نهایت از کاغذ صافی عبور داده شدند (AOAC, 2005) و در مرحله بعد از این نمونه‌ها برای تعیین مواد معدنی کم مصرف در جیره پایه به وسیله دستگاه جذب اتمی استفاده شد.

میش‌ها پیش از عرضه خوراک وعده صبح در شروع آزمایش ($32/5 \pm 5$) پیش از زایش، ۳ روز پیش از بره‌زایی، روز بره‌زایی، ۳۵ و ۷۰ روز پس از بره‌زایی وزن شدند. نمره وضعیت بدنی میش‌ها در آغاز، روز بره‌زایی، ۳۵ روز پس از بره‌زایی بر مبنای سیستم امتیازدهی ۱ تا ۵ (Jefferies *et al.*, 1961) نمره‌دهی شدند.

تولید آغوز با وزن کردن بره پیش و پس از خوردن آغوز (Ocak *et al.*, 2005) در ۲۴ ساعت پس از زایش و تولید شیر به روش دوشش با تزریق عضلانی هورمون اکسی‌توسین (Purroy & Jaime, 1995) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های شیر هر دو هفته یکبار جهت تعیین ترکیبات (درصد چربی و پروتئین) توسط دستگاه میکواسکن (Combifoss 5000 Foss Electric, Hillerød, Denmark) آنالیز شدند.

خونگیری از سیاهرگ وداج پیش از خوراک‌دهی صبح از هر میش در شروع آزمایش و یک هفته مانده به بره‌زایی، روز بره‌زایی، ۱۰، ۲۰، ۳۵ و ۷۰ روز، پس از بره‌زایی انجام شد. نمونه‌های خون به مدت ۱۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه برای جدا کردن سرم سانتریفیوژ شدند و برای اندازه‌گیری گلوکز (روش گلوکز اکسیداز- فنول ۴- آمینوآنتی‌پایرن پراکسیداز)^۱، آل‌بومین (روش برموکریسول سبزرنگ در pH اسیدی)^۲، پروتئین کل (روش بایرنت)^۳، کراتین کیناز (روش IFCC)^۴ و کلسترول (روش کلسترول اکسیداز- فنول ۴- آمینوآنتی‌پایرن پراکسیداز)^۵ با کیت‌های تشخیصی شرکت پارس‌آزمون (Pars Azmoon Laboratory, Tehran, Iran)

1. Glucose oxidase-phenol 4-aminoantipyrine peroxidase method
2. Bromocresol green method at acidic pH
3. Biuret method
4. International Federation of Clinical Chemistry method
5. Cholesterol oxidase-phenol 4-aminoantipyrine peroxidase method

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی

میانگین ماده خشک مصرفی میش‌ها پیش از بره‌زایی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی، تیپ تولد و جنس و آثار متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۴). اما میش‌های تک‌قلو نسبت به میش‌های دوقلو تمایل به مصرف خوراک بالاتری داشتند (۱/۸۲ در برابر ۱/۷۶ کیلوگرم در روز؛ $P=0/07$). ماده خشک مصرفی پس از بره‌زایی نیز تحت تأثیر هیچ‌یک از اجزای مدل به جز زمان قرار نگرفت و با افزایش هفته‌های شیردهی، ماده خشک مصرفی افزایش یافت، به طوری که برای ۲/۸۳ و ۱۴،۷ روز پس از بره‌زایی به ترتیب ۲/۵۷، ۲/۸۳ و ۲/۹ کیلوگرم در روز بود ($P<0/01$).

در راستای نتایج پژوهش حاضر، اغلب پژوهش‌هایی که اثر افزودن مواد معدنی را در نشخوارکنندگان بررسی کردند تفاوتی در مصرف خوراک مشاهده نکردند. Kincaid & Socha (2007) با استفاده از سطوح مختلف کبالت در گاوهای آبستن، اثری روی ماده خشک مصرفی مشاهده نکردند. Pal *et al.* (2010) با افزودن مواد معدنی به جیره میش‌ها با استفاده از کی‌لیت روی و مس متیونین در مقایسه با شکل سولفات‌ها این عناصر مشاهده کردند که میانگین خوراک مصرفی بین گروه‌های آزمایشی یکسان بود. Meyer *et al.* (2010) با خوراندن سطوح مختلف سلنیوم در میش‌های آبستن تأثیری بر ماده خشک مصرفی میش‌ها مشاهده نکردند. در پژوهشی که با افزودن مواد معدنی به جیره گاوهای هلشتاین با دو شکل مختلف مس، روی، منگنز و کبالت از ۶۰ روز پیش از زایش تا ۳۰ روز پس از آن انجام شد. در گروه سولفات‌ها مقدار ماده خشک مصرفی در پیش از زایش از لحاظ عددی بالاتر از گروه آلی بود، اما طی دوره شیردهی مقدار ماده خشک مصرفی در بین گروه‌های آزمایشی یکسان بود (Osorio *et al.*, 2016).

تولید آغوز، شیر و ترکیبات شیر

تولید آغوز طی ۲۴ ساعت اول پس از بره‌زایی تحت تأثیر افزودن مواد معدنی کم‌مصرف به شکل معدنی یا آلی، تیپ تولد و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۴). اما میش‌های دوقلو تمایل داشتند تا آغوز بیش‌تری نسبت به

میش‌های تک‌قلو تولید کنند (جدول ۴؛ $P=0/06$ در برابر ۰/۴ کیلوگرم در روز؛ $P=0/06$). تولید شیر، درصد چربی شیر، مقدار ترکیبات شیر تحت تأثیر افزودن مواد معدنی کم‌مصرف به جیره پیش و پس از بره‌زایی قرار نگرفتند. اما میش‌ها در گروه شاهد تمایل داشتند درصد پروتئین پایین‌تری نسبت به گروه معدنی و آلی داشته باشند (۴/۵۸ در برابر ۵/۳۶ و ۵/۲۱ درصد؛ $P=0/01$). درصد چربی شیر در میش‌ها با دو قلوزایی نسبت به تک قلوزاها بالاتر بود ($P\leq 0/05$). همچنین، مقدار تولید شیر به طور عددی در دو قلوها بیش‌تر از تک قلوها بود (جدول ۴؛ $P=0/98$ در برابر ۱/۳ کیلوگرم در روز؛ $P=0/15$).

در پژوهشی که روی گاوهای هلشتاین با دو شکل مختلف روی از 28 ± 15 روز پیش از زایش مورد انتظار تا روز ۲۵۰ شیردهی انجام شد، درصد چربی شیر، تولید شیر، کیلوگرم چربی و پروتئین شیر در گروه سولفات روی بالاتر بود، اما درصد پروتئین شیر و اثر تیمار در زمان برای درصد چربی شیر معنی دار نبود (Nayeri *et al.*, 2014). Hassan *et al.* (2011) با مقایسه شکل سولفات‌ها و دو سطح کی‌لیت روی متیونین در میش‌های آبستن نژاد بارکی مشاهده کردند که تولید شیر و ترکیبات شیر در هر دو سطح گروه آلی نسبت به گروه سولفات‌ها بالاتر بود، که مخالف با نتایج پژوهش حاضر است. هم‌چنین در پژوهش دیگری که در ۴۶ گاو پرتولید نژاد فرزین در ۱۰ روز پس از زایش با استفاده از کی‌لیت روی، مس، منگنز، کبالت، آهن و ید و گروه شاهد انجام شد، مشاهده شد که در گروه آلی تولید شیر نسبت به گروه شاهد بالاتر بود (Formigoni *et al.*, 1993).

وزن بدن میش‌ها

وزن بدن و تغییرات وزن میش‌ها از شروع تا پایان آزمایش در جدول ۵ آورده شده است. وزن و تغییرات وزن بدن میش‌ها پیش و پس از بره‌زایی تحت تأثیر افزودن مواد معدنی کم‌مصرف به صورت معدنی و آلی در جیره پیش و پس از بره‌زایی قرار نگرفتند. وزن بدن نهایی ۳ روز پیش از بره‌زایی و تغییرات وزن بدن ۳ روز پیش از بره‌زایی در میش‌های دوقلو نسبت به تک قلو بیش‌تر بود ($P<0/05$).

جدول ۴. اثر تغذیه منابع مختلف مواد معدنی پیش و پس از بره‌زایی روی ماده خشک مصرفی، تولید آغوز، تولید شیر و ترکیبات شیر میش‌های افشاری

Table 4. Effects of feeding different trace mineral sources pre- and post-lambing on DMI, colostrum, milk and composition in Afshari ewes

Items	Treatments (T)				Birth type (BT)			P-value				
	Control	Sulfate	Glycinate	SEM	Single	Twin	SEM	T	BT	Time	T×BT	T×Time
DMI pre-lambing (kg)	1.82	1.75	1.80	0.04	1.82	1.76	0.032	0.17	0.07	0.30	0.73	0.70
DMI post-lambing (kg)	2.81	2.79	2.79	0.07	2.70	2.80	0.06	0.90	0.43	<0.01	0.72	0.35
Colostrum yield (kg)	0.52	0.51	0.48	0.12	0.41	0.60	0.10	0.90	0.06	-	0.13	-
Milk yield (kg)	1.32	1.05	1.06	0.20	0.98	1.3	0.18	0.50	0.15	0.60	0.51	0.31
Fat (%)	6.52	6.23	5.80	0.40	5.71	6.66	0.30	0.49	0.05	0.08	0.76	0.73
Protein (%)	4.85	5.36	5.21	0.17	5.28	4.90	0.40	0.08	0.12	0.19	0.27	0.17
Fat (Kg/d)	0.085	0.066	0.057	0.022	0.057	0.088	0.017	0.40	0.03	0.62	0.60	0.32
Protein (kg/d)	0.065	0.057	0.053	0.015	0.051	0.065	0.012	0.70	0.26	0.82	0.58	0.23

اضافی دریافت نکردند افزایش BCS کمتری در مقایسه با گاوهای گروه سولفات و آلی طی سه ماه پایانی آبستنی داشتند. اما در مطالعه‌ای که با بررسی اثر سطوح مختلف سلنیوم از روز ۴۰ آبستنی تا روز ۲۰ شیردهی انجام شد، میش‌هایی که جیره با سلنیوم بالا را دریافت کردند از روز ۹۵ آبستنی تا روز بره‌زایی و هم‌چنین در دوره شیردهی BCS بالاتری نسبت به میش‌هایی که جیره با سلنیوم متوسط را دریافت کردند، داشتند (Meyer *et al.*, 2010).

فراسنجه‌های خونی

از آنجایی که منگنز برای ساخت کلسترول و پیش‌ساز استروژن، پروژسترون و تستوسترون ضروری است در این پژوهش، غلظت آن در پیش و پس از بره‌زایی اندازه‌گیری شده است. فراسنجه‌های خونی پیش و پس از بره‌زایی در جدول ۷ آورده شده است. در پیش از بره‌زایی هیچ‌یک از فراسنجه‌های خونی تحت تأثیر اجزای مدل قرار نگرفتند. اما یک تمایل به افزایش ($P=0/07$) در سطح گلوکز خون در تیمار معدنی (۹۶/۱۶ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) و آلی (۹۳/۶۴ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) نسبت به گروه شاهد (۸۰/۷۸ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) مشاهده شد.

فراسنجه‌های خونی و آنزیم‌های کبدی آسپارات آمینوترانسفراز و کراتینین پس از بره‌زایی تحت تأثیر افزودن مواد معدنی کم‌مصرف به شکل معدنی و آلی قرار نگرفتند (جدول ۷). اما همانند گلوکز پیش از بره‌زایی، غلظت گلوکز خون پس از بره‌زایی نیز تمایل به افزایش در گروه آلی نسبت به گروه کنترل داشت (۷۲/۹، ۷۴/۰۷ و ۷۸/۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر

همسو با نتایج پژوهش حاضر (Neville *et al.*, 2008) با بررسی اثر تغذیه منبع سلنیوم از 5 ± 50 روز آبستنی میش‌ها و هم‌چنین در دوره شیردهی مشاهده کردند که وزن ابتدایی و نهایی میش‌ها تحت تأثیر قرار نگرفت. در پژوهشی که با مقایسه اثر شکل سولفات و شکل آلی روی و مس-متیونین در میش‌های آبستن انجام شد، تفاوتی در وزن بدن میش‌ها در شروع و پایان آزمایش در ۲۴۰ روز مطالعه مشاهده نشد (Pal *et al.*, 2010). در مطالعه دیگر، با تجویز روزانه کپسول‌های ژلاتینه با دو شکل متفاوت سولفات و کمپلکس آمینواسید روی و مس به مدت ۵۶ روز روی گوسفند، وزن بدن در پایان مطالعه و تغییرات وزن بدن از شروع تا پایان مطالعه در گروه مکمل‌شده نسبت به گروه شاهد که مکملی را دریافت نکردند بالاتر بود (Hatfield *et al.*, 2001).

امتیاز وضعیت بدنی

تغذیه میش‌های افشاری با منابع مختلف مواد معدنی کم‌مصرف در اواخر آبستنی و ۳۵ روز پس از بره‌زایی میش‌ها هیچ اثر معنی‌داری را روی BCS و هم‌چنین تغییرات آن در طول مدت آزمایش نداشت (جدول ۶). Yasui *et al.* (2014) با بررسی شکل هیدروکسی مس، روی و منگنز در مقایسه با شکل سولفات در گاوهای هلشتاین از ۲۱ روز پیش از زایش مورد انتظار تا ۸۴ روز پس از زایش گزارش کردند که BCS و تغییرات BCS در طی آبستنی بین گروه‌های آزمایشی یکسان بود. درحالی‌که Marques *et al.* (2016) با مقایسه شکل سولفات و کمپلکس آلی مس، روی، منگنز و کبالت در ۸۴ رأس گاو آبستن مشاهده کردند که گاوهای گروه شاهد که هیچ نوع مکمل معدنی

شیردهی می‌ش‌ها مشاهده کردند که غلظت آلبومین و اوره در گروه آلی نسبت به گروه سولفات‌ها پایین‌تر بود، در حالی‌که غلظت سایر فراسنجه‌های خونی در بین گروه‌های آزمایشی یکسان بود و تفاوت معنی‌داری نداشت (Hassan et al., 2011).

صفات مربوط به بره

وزن بدن

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که وزن تولد بره‌ها در بین گروه‌های آزمایشی با استفاده از تغذیه می‌ش‌ها با منابع مختلف مواد معدنی کم‌مصرف در یک ماه آخر آبستنی یکسان است (جدول ۸). اما وزن تولد بره‌ها، در می‌ش‌ها دوقلوها نسبت به می‌ش‌های تک‌قلوزا بالاتر بود ($P < 0.05$).

به‌ترتیب برای گروه کنترل، معدنی و آلی؛ ($P = 0.07$). اثر زمان در مورد غلظت گلوکز ($88/42$ ، $72/33$ ، $74/7$ ، $73/5$ و $66/3$ میلی‌گرم در دسی‌لیتر به‌ترتیب در روز بره‌زایی، 10 ، 20 ، 35 و 70 روز پس از بره‌زایی؛ ($P < 0.01$) و کراتین‌کیناز سرم ($115/57$ ؛ $P = 0.05$)، $62/38$ ، $81/6$ ، $67/3$ و $33/9$ میلی‌مول در دسی‌لیتر به‌ترتیب در روز بره‌زایی، 10 ، 20 ، 35 و 70 روز پس از بره‌زایی) نشان داد که با پیشرفت شیردهی غلظت هر دو فراسنجه کاهش یافت. پژوهشی که در گوسفند در سه ماه آخر آبستنی با دو سطح متفاوت 15 و 25 میلی‌گرم از کی‌لیت روی - متیونین و شکل سولفات روی انجام شده است و با اندازه‌گیری غلظت سرمی گلوکز، آلبومین، کلسترول، آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز، کراتینین و اوره در دوره

جدول ۵. اثر تغذیه منابع مختلف مواد معدنی پیش و پس از بره‌زایی، روی وزن و تغییرات وزن بدن می‌ش‌های افشاری (کیلوگرم)
Table 5. Effects of feeding different trace mineral sources pre- and post-lambing on body weight (BW) and BW loss in Afshari ewes (Kg)

Items	Treatments (T)				Birth type (BT)			P-value		
	Control	Sulfate	Glycinate	SEM	Single	Twin	SEM	T	BT	T×BT
Initial BW	95.51	92.23	94.44	3.24	93.38	94.75	2.50	0.58	0.59	0.11
BW 3d pre- lambing	100.85	97.24	101.13	3.22	97.45	102.02	2.60	0.40	0.09	0.12
BW at lambing	88.82	85.74	88.09	3.47	88.22	88.49	2.74	0.31	0.92	0.42
BW loss at 3 d pre- lambing	5.07	5.01	6.69	1.86	4.07	7.27	1.50	0.69	0.04	0.47
BW at 35 d post- lambing	84.05	80.58	81.58	2.50	83.37	80.76	2.00	0.37	0.20	0.80
BW at 70 d post- lambing	70.40	69.36	68.90	2.57	70.23	68.80	2.06	0.80	0.12	0.79
BW loss at 35 d post lambing	-4.15	-5.16	-6.51	1.96	-4.58	-7.73	1.50	0.47	0.16	0.89
BW loss at 70 d post- lambing	-18.42	-16.38	-19.19	3.02	-17.99	-19.69	2.34	0.52	0.23	0.58

جدول ۶. اثر تغذیه منابع مختلف مواد معدنی کم پیش و پس از بره‌زایی روی BCS می‌ش‌های افشاری

Table 6. Effects of feeding different trace mineral sources pre- and post-lambing on BCS and BCS loss in Afshari ewes

Items	Treatments (T)				Birth type (BT)			P-value		
	Control	Sulfate	Glycinate	SEM	Single	Twin	SEM	T	BT	T×BT
Initial BCS	4.41	4.18	4.20	0.25	4.23	4.30	0.19	0.58	0.71	0.91
BCS at lambing	3.85	4.05	4.04	0.27	3.93	4.02	0.22	0.75	0.70	0.20
BCS loss at lambing	-0.56	-0.13	-0.18	0.28	-0.30	-0.28	0.22	0.70	0.60	0.21
BCS at 3 d pre- lambing	3.47	3.15	3.65	0.3	3.54	3.31	0.23	0.20	0.34	0.73
BCS at 35 d post- lambing	-0.38	-0.9	-0.40	0.36	-0.39	-0.71	0.28	0.24	0.27	0.13

جدول ۷. اثر تغذیه مواد معدنی کم‌مصرف پیش و پس از بره‌زایی روی غلظت فراسنجه‌های خونی

Table 7. Effects of feeding different trace mineral sources pre- and post-lambing on serum metabolites in Afshari ewes

Items	Treatments (T)				Birth type (BT)			P-value				
	Control	Sulfate	Glycinate	SEM	Single	Twin	SEM	T	BT	T×BT	Time	T×Time
Serum metabolites pre-lambing												
Glucose (mg/dL)	80.87	96.16	93.64	4.90	73.25	70.01	4.40	0.07	0.56	0.88	-	-
Albumin (gr/dL)	3.41	3.51	3.45	0.20	3.53	3.45	0.17	0.93	0.54	0.50	-	-
Total protein (gr/dL)	7.30	7.60	7.62	0.63	8.06	6.95	0.51	0.80	0.04	0.29	-	-
Cholesterol (mg/dL)	72.05	79.51	76.00	6.04	79.06	72.64	5.40	0.67	0.35	0.51	-	-
Serum metabolites post-lambing												
Glucose (mg/dL)	72.90	74.07	78.10	2.40	77.48	72.60	1.99	0.23	0.06	0.67	0.01	0.76
Albumin (gr/dL)	3.09	3.05	3.12	0.10	3.08	3.06	0.08	0.80	0.90	0.80	0.90	0.63
Total protein (gr/dL)	7.55	7.86	7.59	0.19	7.66	7.60	0.16	0.44	0.90	0.15	0.80	0.45
Cholesterol (mg/dL)	60.04	65.79	61.00	2.40	61.01	62.02	2.10	0.18	0.75	0.13	0.50	0.36
Keratein kinase (mg/dL)	74.15	65.80	76.00	24.80	68.42	75.90	19.70	0.80	0.70	0.58	0.05	0.90
AST (mmol/L)	20.90	24.09	25.70	4.80	21.68	25.50	3.70	0.60	0.31	0.50	0.29	0.90

وزن بره‌ها در ۳۵ روزگی در بره‌های متولدشده از میش‌های تغذیه‌شده با منبع آلی عناصر کم مصرف، نسبت به گروه سولفات و گروه شاهد بالاتر بود ($P < 0.05$)؛ $16/31, 14/1$ کیلوگرم به ترتیب برای شاهد، سولفات و آلی). به همین ترتیب افزایش وزن روزانه بره‌ها از زایش تا ۳۵ روزگی نیز در گروه آلی نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ($P < 0.05$)؛ $0/25$ ، $0/26$ و $0/33$ کیلوگرم در روز به ترتیب برای گروه شاهد، سولفات و آلی). وزن بره‌ها در ۷۰ روزگی در گروه آلی نسبت به گروه شاهد و سولفات تمایل به افزایش داشت ($P = 0.07$)، $23/3$ ، $22/6$ و $27/4$ کیلوگرم به ترتیب برای گروه شاهد، سولفات و آلی) و همچنین افزایش وزن روزانه بره‌ها تا ۷۰ روزگی در گروه آلی نسبت به گروه شاهد و سولفات تمایل به معنی‌داری را نشان داد ($P = 0.06$)، $0/34$ در برابر $0/29$ و $0/27$ کیلوگرم در روز به ترتیب برای گروه آلی، شاهد و سولفات).

مس، روی، منگنز و کبالت نقش‌های مهمی را در عملکردهای آنزیمی و متابولیکی طی رشد جنین ایفا می‌کنند (Hostetler *et al.*, 2003; Griffiths *et al.*, 2007) و از آنجایی که استفاده از جیره‌های حاوی کمپلکس آلی غلظت کبدی روی، مس و کبالت را در گوساله‌های متولدشده در مادرهای تغذیه شده با شکل آلی نسبت به گروه شاهد افزایش داد، بنابراین خوراندن جیره‌های آلی در اواخر آبستنی توسعه پس از تولد نتایج را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Marques *et al.*, 2016). Hatfield *et al.* (1995) دریافتند که جیره‌های حاوی روی متیونین بالاتر از توصیه‌های NRC (1985) عملکرد بره‌های پرواری را بهبود داد و با اثر مثبت بر تولید شیر منجر به افزایش وزن از شیرگیری شد. همسو با نتایج این پژوهش Stanton *et al.* (2000) و

میش‌های متولدشده از میش‌های تغذیه‌شده با منبع آلی عناصر کم مصرف، نسبت به گروه شاهد بالاتر بود. (Sprinkle *et al.* 2006) مشاهده کردند که مکمل کردن گاوهای گوشتی با منابع آلی و غیر آلی در اواخر آبستنی هیچ اثری روی وزن تولد گوساله نداشت. Norouzian *et al.* (2014) با تزریق مس، کبالت و ید در ۱۲۰ روز آبستنی میش، مشاهده کردند که وزن تولد بره‌ها بین گروه‌های آزمایشی یکسان بود. Marques *et al.* (2016) نیز با مقایسه شکل سولفات و آلی مس، روی، منگنز و کبالت در گاوهای آبستن مشاهده کردند که وزن تولد گوساله‌ها در بین گروه‌های آزمایشی یکسان بود، اما وزن گوساله‌ها در زمان از شیرگیری در گروه آلی بالاتر از گروه شاهد بود و این تفاوت تا زمان کشتار حفظ شد. در صورتی که بین گروه شاهد و معدنی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت. برخلاف نتایج پژوهش حاضر، Masters & Fels (1980) با مکمل کردن روی در میش‌های مرینو در چراگاه از زمان جفت‌گیری تا آبستنی مشاهده کردند که وزن بره‌ها در گروه دریافت‌کننده روی نسبت به گروه شاهد بالاتر بود.

جدول ۸. اثر تغذیه میش با مواد معدنی کم مصرف پیش از بره‌زایی روی وزن تولد بره‌ها و افزایش وزن روزانه بره‌ها

Table 8. Effects of feeding different trace mineral sources pre- and post-lambing on birth weight and average daily gain (ADG) of lambs

Items	Treatments (T)				Birth type (BT)			P-value				
	Control	Sulfate	Glycinate	SEM	Single	Twin	SEM	T	BT	T×BT	Sex	T × Sex
Birth weight (kg)	4.97	5.03	4.87	0.23	4.80	5.80	0.19	0.80	0.05	0.20	0.28	0.15
BW at 35d (kg)	14.37 ^b	14.10 ^b	16.31 ^a	0.56	16.80	13.04	0.90	0.05	<0.01	0.80	0.05	0.90
ADG until 35 d (kg/d)	0.25 ^b	0.26 ^b	0.33 ^a	0.02	0.29	0.34	0.025	0.05	<0.01	0.87	0.05	0.94
BW at 70 d (kg)	23.30	22.60	27.40	1.90	26.70	21.90	1.50	0.07	<0.01	0.30	0.68	0.90
ADG until 70 d (kg/d)	0.29	0.27	0.34	0.02	0.35	0.26	0.02	0.06	<0.01	0.31	0.70	0.97

نتیجه‌گیری

نداشت. اما وزن بدن بره‌های متولد شده در گروه آلی در ۳۵ روزگی بالاتر از شاهد و سولفات بود و هم‌چنین در ۷۰ روزگی تمایل به افزایش را نشان داد. به‌طورکلی، عملکرد بره‌های متولدشده در گروه آلی بهتر بود.

براساس نتایج پژوهش حاضر، تغذیه میش‌های افشاری در اواخر آبستنی و اوایل دوره شیردهی با منابع مختلف مواد معدنی کم‌مصرف اثری بر ماده خشک مصرفی، وزن و BCS و عملکرد میش‌ها

REFERENCES

1. Abdollahi, E. & Kohram, H. (2015). Effects of a sustained-release multi-trace element ruminal bolus on sex ratio, reproductive traits and lamb's growth in synchronized Afshari ewes. *The Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 7(1), 1-11.
2. Aliarabi, H. & Fadayifar, A. (2013). Effect of slow-release bolus on some blood metabolites and lambing performance of ewes. In: *The second International Conference on Agriculture and Natural Resources*, pp. 8-10.
3. Ashmead, H.D. (1970). Tissue transportation of organic trace minerals. *Journal of Applied Nutrition*, (22), 42-51.
4. Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official Methods of Analysis: Changes in Official Methods of Analysis Made at the Annual Meeting. Supplement* (Vol. 15). Association of Official Analytical Chemists.
5. Banerjee, R. & Chowdhury, S. (1999). Methylmalonyl-CoA Mutase. In: *Chemistry and Biochemistry of B12*. 707-729. New York.
6. Formigoni, A., Parisini, P. & Corradi, F. (1993). The use of amino acid chelates in high production milk cows. *The Roles of Amino Acid Chelates in Animal Nutrition*. Ashmead HD, ed. Noyes Publ., Park Ridge, NJ, 170-186.
7. Griffiths, L. M., Loeffler, S. H., Socha, M. T., Tomlinson, D. J. & Johnson, A. B. (2007). Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. *Animal Feed Science and Technology*, 137(1-2), 69-83.
8. Guo, R., Henry, P. R., Holwerda, R. A., Cao, J., Littell, R. C., Miles, R. D. & Ammerman, C. B. (2001). Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic copper sources for poultry. *Journal of Animal Science*, 79(5), 1132-1141.
9. Hackbart, K. S., Ferreira, R. M., Dietsche, A. A., Socha, M. T., Shaver, R. D., Wiltbank, M. C. & Fricke, P. M. (2010). Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *Journal of Animal Science*, 88 (12), 3856-3870.
10. Hassan, A. A., El Ashry, G. M. & Soliman, S. M. (2011). Effect of supplementation of chelated zinc on milk production in ewes. *Food and Nutrition Sciences*, 2(7), 706-713.
11. Hatfield, P. G., Snowden, G. D., Head Jr, W. A., Glimp, H. A., Stobart, R. H. & Besser, T. (1995). Production by ewes rearing single or twin lambs: effects of dietary crude protein percentage and supplemental zinc methionine. *Journal of Animal Science*, 73(5), 1227-1238.
12. Hatfield, P. G., Swenson, C. K., Kott, R. W., Ansotegui, R. P., Roth, N. J. & Robinson, B. L. (2001). Zinc and copper status in ewes supplemented with sulfate-and amino acid-complexed forms of zinc and copper. *Journal of Animal Science*, 79(1), 261-266.
13. Henry, P. R., Ammerman, C. B. & Littell, R. C. (1992). Relative bioavailability of manganese from a manganese-methionine complex and inorganic sources for ruminants. *Journal of Dairy Science*, 75(12), 3473-3478.
14. Hostetler, C. E., Kincaid, R. L. & Miranda, M. A. (2003). The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. *The Veterinary Journal*, 166(2), 125-139.
15. Huerta, M., Kincaid, R. L., Cronrath, J. D., Busboom, J., Johnson, A. B. & Swenson, C. K. (2002). Interaction of dietary zinc and growth implants on weight gain, carcass traits and zinc in tissues of growing beef steers and heifers. *Animal Feed Science and Technology*, 95(1-2), 15-32.
16. Jefferies, B. C. (1961). Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*, 32, 19-21
17. Kinal, S., Korniewicz, A., Jamroz, D., Zieminski, R. & Slupczynska, M. (2005). Dietary effects of zinc, copper and manganese chelates and sulphates on dairy cows. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 3(1), 168-172.

18. Kincaid, R. L. & Socha, M. T. (2007). Effect of cobalt supplementation during late gestation and early lactation on milk and serum measures. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1880-1886.
19. Marques, R. S., Cooke, R. F., Rodrigues, M. C., Cappellozza, B. I., Mills, R. R., Larson, C. K., ... & Bohnert, D. W. (2016). Effects of organic or inorganic cobalt, copper, manganese, and zinc supplementation to late-gestating beef cows on productive and physiological responses of the offspring. *Journal of Animal Science*, 94(3), 1215-1226.
20. Masters, D. G. & Fels, H. E. (1980). Effect of zinc supplementation on the reproductive performance of grazing Merino ewes. *Biological Trace Element Research*, 2(4), 281-290.
21. Meyer, A. M., Reed, J. J., Neville, T. L., Taylor, J. B., Hammer, C. J., Reynolds, L. P. & Caton, J. S. (2010). Effects of plane of nutrition and selenium supply during gestation on ewe and neonatal offspring performance, body composition, and serum selenium. *Journal of Animal Science*, 88(5), 1786-1800.
22. National Research Council, Committee on the Nutrient Requirements of Small Ruminants, Board on Agriculture, Division on Earth & Life Studies. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*.
23. Nayeri, A., Upah, N. C., Sucu, E., Sanz-Fernandez, M. V., DeFrain, J. M., Gorden, P. J. & Baumgard, L. H. (2014). Effect of the ratio of zinc amino acid complex to zinc sulfate on the performance of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4392-4404.
24. Neville, T. L., Ward, M. A., Reed, J. J., Soto-Navarro, S. A., Julius, S. L., Borowicz, P. P., ... & Caton, J. S. (2008). Effects of level and source of dietary selenium on maternal and fetal body weight, visceral organ mass, cellularity estimates, and jejunal vascularity in pregnant ewe lambs. *Journal of animal science*, 86(4), 890-901.
25. Norouzian, M. A., Malaki, M. & Khadem, A. A. (2014). Effects of the Parenteral Administration of Cobalt, Copper and Iron in Late Pregnancy on Ewe Hematology and Lamb Vigour. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4(2), 285-289.
26. NRC. (1996). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington D. C. Sci., Washington DC.
27. Ocak, N., Cam, M. A. & Kuran, M. (2005). The effect of high dietary protein levels during late gestation on colostrum yield and lamb survival rate in singleton-bearing ewes. *Small Ruminant Research*, 56(1-3), 89-94.
28. Osorio, J. S., Trevisi, E., Li, C., Drackley, J. K., Socha, M. T. & Looor, J. J. (2016). Supplementing Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from cobalt glucoheptonate during the periparturient period benefits postparturient cow performance and blood neutrophil function. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1868-1883.
29. Pal, D. T., Gowda, N. K. S., Prasad, C. S., Amarnath, R., Bharadwaj, U., Babu, G. S. & Sampath, K. T. (2010). Effect of copper-and zinc-methionine supplementation on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 24(2), 89-94.
30. Peterson, M. K., Streeter, C., Clark, C.K. (1987). Mineral availability with lambs fed yeast culture. *Nutrition Reports International*, 36, 521-528.
31. Purroy, A. & Jaime, C. (1995). The response of lactating and dry ewes to energy intake and protein source in the diet. *Small Ruminant Research*, 17(1), 17-24.
32. Shim, H. & Harris, Z. L. (2003). Genetic defects in copper metabolism. *The Journal of Nutrition*, 133(5), 1527S-1531S.
33. Sprinkle, J. E., Cuneo, S. P., Frederick, H. M., Enns, R. M., Schafer, D. W., Carstens, G. E. & Reggiardo, C. (2006). Effects of a long-acting, trace mineral, reticulorumen bolus on range cow productivity and trace mineral profiles. *Journal of Animal Science*, 84(6), 1439-1453.
34. Stanton, T. L., Whittier, J. C., Geary, T. W., Kimberling, C. V. & Johnson, A. B. (2000). Effects of trace mineral supplementation on cow-calf performance, reproduction, and immune function. *The Professional Animal Scientist*, 16(2), 121-127.
35. Strusinska, D., Iwanska, S., Mierzejewska, J. & Skok, A. (2003). Effect of mineral-vitamin and yeast supplements on concentrations of some biochemical parameters in the blood serum of cows. *MEDYCYNA WETERYNARYJNA*, 59(4), 323-326.
36. Suttle, N.F. (2010). *Mineral Nutrition of Livestock*. Fourth Edition CAB International. 284- 545. Oxfordshire, United Kingdom.
37. Van Soest, P. V., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
38. Yasui, T., Ryan, C. M., Gilbert, R. O., Perryman, K. R. & Overton, T. R. (2014). Effects of hydroxy trace minerals on oxidative metabolism, cytological endometritis, and performance of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3728-3738.