نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۵۸-۱۵۰

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 150-158

مطالعه تاثیر سطح و نوع گوگرد مصرفی در جیره های پیش از زایش بر فراسنجه های خون، آغوز و ترکیبات آن و غلظت پلاسمایی آنزیم های کبدی در دوره انتقال گاوهای شیری

اسماعیل منیدری[۱]- حمید امانلو[۲]- وحید کشاورز[۳*]- محمدرضا فروزان مهر[۴]- امیر جلایری نیا[۵]

تاریخ دریافت:۸۹/۹/۱۵
تاریخ پذیرش:۹۰/۴/۲۹

چکیده

جهت مطالعه تاثیر سطح و نوع گوگرد مصرفی در جیره های پیش از زایش بر فراسنجه های خون، ترکیبات آغوز و غلظت آنزیم های کبدی در حول و حوش زایش تعداد ۲۴ راس گاو شیری نژاد هلشتاین چند بار زایش کرده مورد استفاده قرار گرفت. میانگین وزن گاوها ۶۸۷/۹ کیلوگرم و تعداد روزهای مانده به زایش ۲۱/۸ روز بود. گاوها در یک طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و ۸ تکرار دسته بندی گردیدند. تیمارها شامل: ۱) جیره پایه، ۲) سطح ۰/۴۱ درصد گوگرد با منبع سولفات منیزیم و ۳) سطح ۰/۴۱ درصد گوگرد با منبع سولفات منیزیم به علاوه منبع آلی گوگرد (مپران) بودند. همچنین سطح گوگرد در جیره پایه ۰/۲۱ درصد بود. ماده خشک مصرفی پیش از زایش ($P = ۰/۰۰۱$) در تیمار ۲، پایین تر از بقیه تیمارها بودند. تیمارها بر تولید آغوز ($P < ۰/۰۰۰۱$)، درصد پروتئین آغوز ($P < ۰/۰۰۰۱$)، درصد ماده خشک آغوز ($P < ۰/۰۰۰۱$) و درصد خاکستر آغوز ($P = ۰/۰۰۶$) تاثیر معنی داری داشتند. فراسنجه های خون شامل کلسیم، مس و گلوکز در پیش و پس از زایش با مصرف کردن سولفات منیزیم در تیمار دو کاهش پیدا کردند ($P < ۰/۰۵$). دیگر فراسنجه های خون که شامل بتاهیدروکسی بوتیرات، اوره و اسیدهای چرب غیر استریفه بودند در پیش و پس از زایش با افزودن سولفات منیزیم در تیمار دو افزایش پیدا کردند ($P < ۰/۰۵$). آنزیم های کبدی که شامل آسپارتات آمینو ترانسفراز و کراتین فسفو کیناز بودند در پیش و پس از زایمان افزایش معنی داری در تیمار دوم نشان دادند که نشان دهنده افزایش میزان فعالیت کبد بود. نتایج آزمایش حاضر نشان داد علیرغم اینکه افزایش سطح گوگرد مصرفی به ۰/۴۱ درصد که تنها از منبع معدنی تامین شده است تاثیر منفی بر ماده خشک مصرفی، عملکرد حیوان و فعالیت کبد دارد اما با این وجود افزایش سطح گوگرد تامین شده به صورت توام از منبع معدنی و آلی تاثیر مفید بر عملکرد و ویژگی های سلامت حیوان دارد.

واژه های کلیدی: گوگرد، دوره انتقال، متابولیسم کبد، فراسنجه های خون

مقدمه

در زندگی گاو هیچ دوره ای بحرانی تر از دوره انتقال، که از اواخر دوره آبستنی تا اوایل دوره شیردهی می باشد، وجود ندارد. به طوری که در خلال این دوره بحرانی، خوراک مصرفی گاو در پایین ترین حد خود در طول شیردهی قرار دارد که با راهکارهای تغذیه ای می توان جهت کاهش مشکلات متابولیکی و سلامتی حیوان در این دوره اقدام نمود (۱۰). قابلیت زیست فراهمی عناصری مانند گوگرد، مس، روی و منیزیم در گله گاوهای شیری به دلیل افزایش بازدهی گاوهای شیرده از یک طرف و کاهش هزینه های جیره و عوارض زیست محیطی نیازمند توجه خاصی می باشند (۱۱). در این میان گوگرد یکی از عناصر معدنی است که در جیره پیش از زایش از آن استفاده می شود که تحت عنوان مکمل های سولفاته مورد استفاده قرار گرفته و به عنوان آنیون در مسیرهای مختلفی نقش ایفا می کند (۴). میکروارگانیسم های شکمبه برای رشد و توسعه طبیعی به گوگرد نیاز دارند. گوگرد جزیی ضروری از اسیدهای آمینه سیستین و متیونین است که در ساخت پروتئین ها به کار می رود (۱۳). در سال های اخیر نیاز زیادی برای افزودن گوگرد به جیره گاوهای شیری احساس شده است که یکی از دلایل مهم آن خورانیدن مقادیر زیاد ذرت سیلو شده که اغلب حاوی گوگرد پایینی است که به نظر می رسد مقدار

۱،۲،۳و۵- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و دانش آموختگان کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: keshavarz_vahid_msc@yahoo.com)
۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

گوگردی که دریافت می کننـد کـافی نباشـد (۴). از آن جـایی کـه در شکمبه تنها قسمتی از پروتئین جیره تجزیه می شود، مقـداری از ایـن عنصر بصورت پروتئین تجزیه نشده در شکمبه عبور کرده و نمی تواند به عنوان یک منبع گوگرد مورد استفاده میکرو ارگانیسم ها قرار گیرد. بنابراین لازم است در جیره های حاوی مقادیر زیاد پـروتئین عبـوری، تأمین گوگرد مورد نیاز میکرو ارگانیسم های شکمبه مورد توجـه قـرار گیرد (۲۷). اما از طرف دیگر تولید بیش از اندازه سولفید در شکمبه بـه خاطر مصرف بیش از اندازه گوگرد خطرناک مـی باشـد چـون گـوگرد بیش از حد ممکن است به سیستم دفع ادراری فشـار آورده و مصـرف خوراک و سایر اعمال تولیدی، افـزایش وزن و تولیـد شـیر را کـاهش دهد (۱۵). همچنین افزایش مصرف مواد معدنی نظیر مـس، گـوگرد و روی می تواند در متابولیسم کبد اختلال ایجاد کرده و کـارایی کبـد را در متابولیسم مواد مغذی دیگر کاهش دهد (۱۱).

توصیه صورت گرفته برای نیـاز گـوگرد بـر اسـاس انجمـن ملـی تحقیقات سال ۲۰۰۱ سطح ۰/۲ درصد در ماده خشک جیره می باشد. امروزه میزان مصرف گوگرد در جیره نزدیک زایمان به دلیـل مصـرف نمک های سولفاته – که کاهش دهنده توازن کـاتیون- آنیـون جیـره می باشند و سبب بهبود وضعیت متابولیسم کلسیم می باشد- افـزایش می یابد (۲۳). در این پژوهش تاثیر سطح و نوع منبع گـوگرد مصـرفی بر ترکیبات آغوز، فراسنجه های خونی و غلظـت آنـزیم هـای کبـدی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها

تیمارها و جیره های آزمایشی

در این پژوهش تعداد ۲۴ رأس گاو هلشتاین سه و بیشتر از سه بار زایش کرده با میانگین وزن ۳۲/۳± ۶۸۷/۹ کیلوگرم و روزهای مانـده به زایـش مـورد انتظـار ۲/۴± ۲۱/۸ روز، انتخـاب و بـه طـور کـاملاً تصادفی به سه تیمار آزمایشی اختصـاص یافتنـد. گاوهـا در کـل دوره آزمایش به صورت انفرادی تغذیه می شدند. نیازهای غذایی گاوهـا بـا استفاده از جداول استانداردهای غذایی انجمـن ملـی تحقیقـات سـال ۲۰۰۱ تعیین و با کمک نرم افزار جیره نویسی ۲۰۰۱ NRC مربوطـه جیره های غذایی تنظیم گردیدند. بر اساس اهداف این پـژوهش، سـه جیره آزمایشی تهیه و آماده شدند (جدول ۱ و ۲). تفاوت جیـره هـا در سطح گوگرد مصرفی و در نوع منبع گوگرد استفاده شده و بـه صـورت زیر بود، جیره شاهد بدون مکمل گوگرد و سطح ۰/۲۱ درصـد گـوگرد در ماده خشک، جیره دو با سطح ۰/۴۱ درصد گوگرد در مـاده خشـک بود که تامین شده به تنهایی از مکمل معدنی گوگرد (سولفات منیزیم، ۰/۷۹ درصدی از ماده خشک) بود و جیـره سـه بـا سـطح ۰/۴۱ درصـد گوگرد در ماده خشک بود که تـامین شـده از مکمـل معـدنی گـوگرد (سولفات منیزیم، ۰/۵۷ درصدی از ماده خشک) و مکمـل آلـی (مپـران، ۰/۲۵ درصدی از ماده خشـک) بود. جیره های آزمایشی به صورت کاملاً مخلوط و روزی دو بار (۷ صبح و ۱۹ عصر) و در حد اشـتها در اختیـار گاوها قرار داده می شد و مقدار خوراک مصرفی تمام گاوهـا بـه طـور روزانه در تمام دوره آزمایش به صورت انفرادی ثبت می شدند. آب بـه طور پیوسته در دسترس گاوها قرار داشت.

جدول ۱- مواد خوراکی جیره های آزمایشی (بر اساس درصد ماده خشک)

مواد خوراکی	جیره های آزمایشی*		
	۱	۲	۳
یونجه خشک	۳۵/۵	۳۵/۵	۳۵/۵
ذرت سیلو شده	۲۴/۶۵	۲۴/۶۵	۲۴/۶۵
دانه جو	۴/۴۴	۴/۴۴	۴/۴۴
دانه ذرت	۷/۸۹	۷/۸۹	۷/۸۹
سبوس گندم	۱۶/۷۷	۱۶/۷۷	۱۶/۷۷
کنجاله سویا	۱/۵۸	۱/۵۸	۱/۵۸
کنجاله تخم پنبه	۲/۹۶	۲/۹۶	۲/۹۶
تفاله چغندر	۳/۵۵	۳/۵۵	۳/۵۵
مایکوزورب	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
مکمل(پاورین)[۱]	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
کلرید کلسیم	۲/۱۷	۱/۴۱	۱/۳۸
سولفات منیزیم	–	۰/۷۹	۰/۵۷
مپران	–	–	۰/۲۵

هرکیلوگرم مکمل پاورین حاوی ۵۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۳۰۰ میلی گرم ویتامین E، ۱۸۰ گرم کلسیم، ۱۶۰ گرم فسفر، ۱۹ گرم منیزیم، ۶۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳۰۰۰ میلی گرم آهن، ۳۰۰ میلی گرم مس، ۳۰۰۰ میلی گرم روی، ۱۰۰ میلی گرم کبالت، ۱۰۰ میلی گرم ید، ۱۰ میلی گرم سلنیوم و ۳۰۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان

جیره های آزمایشی شامل جیره ۱- حاوی ۰/۲۱ درصد گوگرد (جیره شاهد)، جیره ۲- حاوی ۰/۴۱ درصد گوگرد تامین شده از منبع معدنی (سولفات منیزیم) و جیره ۳- حاوی ۰/۴۱ درصد گوگرد تامین شده از منبع معدنی (سولفات منیزیم) به همراه منبع آلی (مپران)

روش های آزمایشگاهی و شیمیایی

نمونه هایی از مواد خـوراکی جمـع آوری و درصـد مـاده خشـک، پروتئین خام و خاکستر با روش AOAC (۱۹۹۰) تعیین گردید. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیـاف نـامحلول در شـوینده اسـیدی بـه روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱)، تعیین شد. مواد معدنی موجـود در مـواد خـوراکی بـه روش AOAC (۱۹۹۰) تعیـین گردیـد. مقـدار گوگرد آب مورد استفاده در گاوداری با روش اسپکتروفوتومتری تعیـین شد. وزن کشی و تعیین امتیاز شرایط بدنی گاوها در دو مقطـع زمـانی صورت گرفت.

جدول۲- ترکیب مواد مغذی جیره های آزمایشی (بر اساس ماده خشک)

مواد مغذی	جیره های آزمایشی*		
	۱	۲	۳
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم)	۱/۵۸	۱/۵۸	۱/۵۸
پروتئین خام (درصد)	۱۳/۳	۱۳/۳	۱۳/۵
دیواره سلولی (درصدی از ماده خشک)	۳۷/۹	۳۷/۹	۳۷/۹
دیواره سلولی علوفه ای (درصدی از ماده خشک)	۲۶/۴	۲۶/۴	۲۶/۴
دیواره سلولی منهای همی سلولز (درصدی از ماده خشک)	۲۳/۶	۲۳/۶	۲۳/۶
کربوهیدرات غیر الیافی (درصدی از ماده خشک)	۳۹/۳	۳۹/۳	۳۹/۳
کلسیم (درصدی از ماده خشک)	۱/۴	۱/۲۳	۱/۲۳
فسفر (درصدی از ماده خشک)	۰/۸	۰/۸	۰/۸
منیزیم (درصدی از ماده خشک)	۰/۴۱	۰/۵۴	۰/۵۰
پتاسیم (درصدی از ماده خشک)	۱/۴۹	۱/۴۹	۱/۴۹
سدیم (درصدی از ماده خشک)	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳
کلر (درصدی از ماده خشک)	۱/۴۴	۱/۰۷	۱/۰۶
گوگرد (درصدی از ماده خشک)	۰/۲۱	۰/۴۱	۰/۴۱
تفاوت کاتیون – آنیون جیره (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک)	-۳۲	-۳۲	-۳۲

*: جیره های آزمایشی شامل جیره ۱- حاوی ۰/۲۱ درصد گوگرد (جیره شاهد)، جیره ۲- حاوی ۰/۴۱ درصد گوگرد تامین شده از منبع معدنی (سولفات منیزیم) و جیره ۳- حاوی ۰/۴۱ درصد گوگرد تامین شده از منبع معدنی (سولفات منیزیم) به همراه منبع آلی (میران)

اولین وزن کشی و تعیین نمره امتیاز وضعیت بدنی (BCS) در موقع جدا کردن گاوها برای انجام آزمایش و انتقال به جایگاه برای تمامی گاوها انجام شد. دومین وزن کشی و تعیین BCS، در زمان زایش و موقع انتقال گاو به جایگاه گاوهای تازه‌زا صورت گرفت. برای تعیین امتیاز وضعیت بدنی گاوها در دوره آزمایش از سیستم ۵ امتیازی روش محققان ویرجینیا[1] که پوشش دنده‌ها، استخوان نشیمنگاهی و دنبالچه را مورد توجه قرار می‌دهند، استفاده شد.

جهت تعیین ترکیبات خون برای هر یک از گاوها در هفته پایانی پیش از زایش مورد انتظار در حدود ۳ ساعت پس از خوراک دهی صبح و ۱۲ ساعت پس از زایش از محل سیاهرگ دمی خون گیری انجام شد. جهت تهیه نمونه های پلاسما، نمونه های خون بلافاصله توسط دستگاه سانتریفوژ (ROTOFIX 32 GERMANY) با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد و پلاسمای حاصل جدا شد ودر داخل فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد. پس از اتمام آزمایش، فراسنجه های پلاسما از قبیل اسیدهای چرب غیر استریفیه (NEFA)، بتا هیدروکسی بوتیرات (BHBA)، کلسیم، فسفر، مس، اوره، آنزیم آسپارتات آمینو ترنسفراز (AST) و آنزیم کراتین فسفوکیناز (CPK) توسط کیت های تجاری در آزمایشگاه اندازه گیری شد. گلوکز خون در زمان خون گیری از گاوها با دستگاه گلوکز سنج (GLOCO TRAND 2 GERMANY) و کیت اکیوچک (ACCU-CHEK) اندازه گیری شد. نمونه های ادرار در دو روز متوالی در هفته پایانی مانده به زایش در دو نوبت صبح و عصر از حیوانات گرفته شد و PH ادرار توسط دستگاه PH متر (Eil ABB Kent Taylor Ltd, Kent England) ثبت گردید.

پستان هر گاو درطی ۴ ساعت اول پس از زایش به طور کامل تخلیه شد وآغوز به طور کامل جهت یکنواخت شدن مخلوط می شد، سه نمونه ۴۰ گرمی پس از مخلوط شدن از آغوز هر گاو گرفته شد و پس از سرد شدن در یخچال به فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد جهت نگهداری منتقل می شد. چربی، پروتئین، ماده خشک و خاکستر فاکتورهایی بودند که از هر نمونه آغوز توسط دستگاه (Foss 5000 Foss Electric, Hillerød, Denmark) اندازه گیری شدند.

تجزیه آماری داده ها و مدل آماری

داده های به دست آمده توسط نرم افزار SAS تجزیه آماری گردید. مدل زیر برای متغیرهایی در نظر گرفته شد که تکرار در زمان[2] داشتند و با استفاده از رویه میکس تجزیه گردید:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + Z_j + ZT_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

در این مدل Y_{ij} متغیر وابسته، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار i

1- Virjinya

2- Repeated measurement

(سطح و منبع گوگرد)، Z_j اثر زمان نمونه گیری j، ZT_{ij} اثر متقابل بین زمان j و جیره i، و ε_{ij} اثر باقی مانده در نظر گرفته شد. سطح معنی داری در $P <$ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و همچنین تا سطح $P <$ ۰/۱۵ جهت تعیین روند صفات در جداول ذکر گردیده است. کواریت ها شامل وزن اولیه، امتیاز شرایط بدنی اولیه و روزهای مانده به زایش گاوها را در شروع آزمایش بود. برای مقایسه میانگین ها از حداقل مربعات استفاده کردیم.

نتایج و بحث

مصرف خوراک، تولید آغوز و ترکیبات آن

داده های مربوط به ماده خشک مصرفی، ترکیبات آغوز و همچنین تغییرات وزن و امتیاز بدنی و pH ادرار در جدول ۳ گزارش گردیده است. میانگین ماده خشک مصرفی در دوره پیش از زایش تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان داد (P = ۰/۰۰۱). مکمل گوگرد معدنی به شدت ماده خشک مصرفی را کاهش داد (جدول ۳). نتایج تحقیقات پیشین نشان می دهد که استفاده از سطوح بالای گوگرد در جیره سبب کاهش ماده خشک مصرفی می شود (۱۶ و ۱۷)، بنابراین وقتی که مقدار زیادی ترکیبات گوگرددار در جیره وجود داشته باشد، خوش خوراکی جیره پایین می آید و با کاهش خوش خوراکی جیره مقدار ماده خشک مصرفی کاهش می یابد (۲۲). محققین گزارش کردند که سطوح بالای گوگرد مصرفی باعث افزایش غلظت سولفید در گازهای شکمبه ای و منجر به ناراحتی های تنفسی، کاهش خوراک مصرفی و کاهش تحرک شکمبه ای می شود (۱۷). به نظر می رسد افزودن شکل آلی و معدنی ترکیبات مواد معدنی در جیره ها پاسخ های عینا مشابهی ایجاد نکنند و شدت پاسخ ها نیز متفاوت خواهد بود (۲۴).

افزایش سطح گوگرد مصرفی تاثیر معنی داری را بر میزان تولید آغوز، درصد پروتئین آغوز، درصد ماده خشک آغوز (P<۰/۰۰۰۱) و درصد خاکستر آغوز (P = ۰/۰۰۶)، نشان داد، اما درصد چربی آغوز تنها تمایل به معنی دار شدن را نشان داد (P = ۰/۰۵۹). بالا بودن درصد پروتئین آغوز در تیمار مکمل شده با منبع آلی و معدنی نسبت به تیمار شاهد و تیمار با گوگرد معدنی، ممکن است مربوط به این باشد که چون در این تیمار از مکمل معدنی (سولفات منیزیم) به همراه مکمل آلی (مپران) جهت بالا بردن سطح گوگرد جیره استفاده شده و از آن جایی اسید آمینه متیونین به عنوان اولین اسید آمینه محدود کننده تولید شیر و پروتئین شیر در جیره های بر پایه ذرت شناخته شده است (۲۰)، لذا تأمین این اسید آمینه توسط مپران در جیره پیش از زایش، بر روی پروتئین آغوز نیز تاثیر مثبت داشته است (۱۲ و ۲۰).

سطوح مختلف گوگرد تأثیر معنی داری بر امتیاز وضعیت بدنی و وزن بدن از شروع آزمایش تا هنگام زایش (P < ۰/۰۰۰۱) نشان داد. از آن جایی که ماده خشک مصرفی پیش از زایش در تیمار حاوی گوگرد معدنی باعث کاهش خوش خوراکی جیره و کاهش ماده خشک مصرفی گردید بیانگر این است که گاوهای تیمار دوم مجبور گردیدند که برای تامین انرژی مورد نیاز خود امتیاز شرایط بدنی بیشتری را نسبت به دو تیمار دیگر از شروع آزمایش تا هنگام زایش از دست بدهند و همچنین میزان کاهش وزن آن ها نسبت به دو تیمار دیگر نیز بیشتر بود (جدول ۳).

pH ادرار

مقایسه میانگین pH ادرار در گاوهای آزمایشی، تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان داد (جدول ۳). نتایج نشان داد که در تیمار شاهد pH ادرار کمتر از دو تیمار دیگر بود. چون از یک سو در تیمار شاهد از نمک آنیونی (کلرید کلسیم) بالاتری جهت یکسان سازی تفاوت آنیون-کاتیون جیره (DCAD) با تیمارهای دیگر که منبع گوگرد داشتند استفاده شد و از سوی دیگر نمک های کلرور در مقایسه با نمک های سولفاته اسیدوژنیک تر می باشند (۸)، بنابراین pH ادرار در این تیمار نسبت به دو تیمار دیگر کاهش پیدا کرده است. تحقیق ها نشان داده است که pH ادراری کمتر از حدود ۶ حاکی از اسیدی کردن بیش از حد جیره غذایی است. وقتی که جیره غذایی بیش از حد اسیدی شود، امکان اینکه ماده خشک مصرفی افت کرده باشد وجود دارد (۷). مقدار آنیون های اضافه شده به جیره پیش از زایش باید کاهش یابد، در غیر این صورت ممکن است ماده خشک مصرفی گروه پیش از زایش به طور غیر ضروری کاهش پیدا کند (۲). با توجه به این که توصیه مقدار DCAD در (NRC ۲۰۰۱) در جیره های پیش از زایش از صفر تا ۷۵- (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک جیره) می باشد و DCAD جیره های تحقیق حاضر برابر ۳۲- (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک جیره) بود که در دامنه DCAD توصیه شده قرار داشته است.

فراسنجه های خون و آنزیم های کبدی

نتایج تجزیه آماری داده های مربوط به فراسنجه های خون و آنزیم های کبدی در پیش و پس از زایمان در جدول ۴ گزارش گردیده است. مقایسه میانگین گلوکز خون در پیش و پس از زایش تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان داد. در تیمار حاوی منبع معدنی گوگرد گلوکز خون بیشترین کاهش را نشان داد، اما در تیمار گوگرد با منبع آلی به اضافه معدنی گلوکز خون بیشترین بود.

وانگر و مارتون (۱۹۶۷)، گزارش کردند که مایع شکمبه گوسفندانی که دارای کمبود گوگرد هستند، حاوی مقادیر زیادی لاکتات است.

جدول ۳- تاثیر منابع معدنی و آلی گوگرد در جیره های پیش از زایش بر مصرف خوراک، تولید و ترکیبات آغوز، تغییرات وزن، امتیاز شرایط بدنی و PH ادرار

فراسنجه	جیره های آزمایشی*			P-value	SEM
	۱	۲	۳		
ماده خشک مصرفی پیش از زایش (کیلوگرم در روز)	۸/۷۱^{ab}	۷/۴۶^{b}	۹/۶۹^{a}	۰/۰۰۱	۰/۳۶
تولید آغوز (کیلوگرم)	۱۸/۴۷^{a}	۱۱/۲۱^{c}	۱۶/۳۳^{b}	<۰/۰۰۰۱	۲/۴۵
چربی آغوز (درصد)	۴/۴۱	۵/۶۱	۵/۶۸	۰/۰۵۹	۰/۷
پروتئین آغوز (درصد)	۱۶/۴۱^{a}	۱۴/۲۸^{b}	۱۴/۴۰^{b}	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۶
ماده خشک آغوز (درصد)	۲۲/۴۸^{c}	۲۴/۱۹^{b}	۲۶/۴۱^{a}	<۰/۰۰۰۱	۱/۰۹
خاکستر آغوز (درصد)	۱/۱۷^{b}	۱/۲۳^{ab}	۱/۴۰^{a}	۰/۰۰۶	۰/۰۵
تغییرات BCS	−۰/۴۹^{b}	−۰/۷۷^{a}	−۰/۴۸^{b}	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۲
تغییرات BW (کیلوگرم)	−۷۴/۹۹^{b}	−۸۵/۴۹^{a}	−۷۴/۶۶^{b}	<۰/۰۰۰۱	۲/۱۱
pH ادرار	۵/۲۴^{b}	۵/۳۷^{ab}	۵/۴۰^{a}	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۶

*: جیره های آزمایشی شامل جیره ۱- حاوی ۰/۲۱ درصد گوگرد (جیره شاهد)، جیره ۲- حاوی ۰/۴۱ درصد گوگرد تامین شده از منبع معدنی (سولفات منیزیم) و جیره ۳- حاوی ۰/۴۱ درصد گوگرد تامین شده از منبع معدنی (سولفات منیزیم) به همراه منبع آلی (میران)

a,b- میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵).

همچنین در این شرایط مشخص شد که لاکتات خون و ادرار گوسفندان نیز افزایش می یابد. دلیل احتمالی این مسأله این است که در هنگام کمبود گوگرد، لاکتات تولید شده توسط میکروارگانیسم ها تبدیل به پروپیونات نمی شود. زیرا گوگرد برای فعالیت آنزیمهای موثر بر تبدیل لاکتات به پروپیونات از طریق مسیر آکریلیت ضروری است (۲۸). نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش سطح گوگرد جیره به ۰/۴۱ درصد در ماده خشک جیره با مکمل معدنی (سولفات منیزیم) به اضافه مکمل آلی (میران) باعث افزایش مقدار گلوکز خون شده است، ممکن است به دلیل تبدیل بیشتر لاکتات به پروپیونات و در نتیجه افزایش مقدار پروپیونات سبب افزایش مقدار گلوکز خون شده است. در حالی که در تیمار دو که سطح ۰/۴۱ درصد گوگرد در ماده خشک جیره فقط با مکمل معدنی (سولفات منیزیم) تأمین شده است، باعث شده که تجزیه پذیری گوگرد در شکمبه افزایش پیدا کند و در نتیجه با تولید سولفات بالا باعث اختلال در فعالیت میکرو ارگانیسم ها شکمبه و کاهش مقدار تولید پروپیونات از لاکتات و کاهش گلوکز خون نسبت به دو تیمار دیگر شده است. از طرف دیگر به دلیل کاهش خوش خوراکی جیره با ترکیبات معدنی گوگرددار مقدار ماده خشک مصرفی در این تیمار نسبت به دو تیمار دیگر کاهش پیدا کرده است (۹)، و کاهش ماده خشک مصرفی سبب کاهش مقدار گلوکز خون در این تیمار شده است. در مورد غلظت گلوکز در پلاسما در بعد از زایش می توان بیان کرد که مقدار گلوکز خون نسبت به پیش از زایش کاهش می یابد (۲۶). از آن جایی که فراسنجه های به دست آمده در ۱۲ ساعت پس از زایش هنوز تحت تأثیر ماده خشک مصرفی پیش از زایش بوده اند استدلال های فوق در مورد گلوکز خون پیش از زایش می تواند برای گلوکز خون پس از زایش نیز به کار رود و مشاهده می شود که میانگین تیمارها در پس از زایش همان روند پیش از زایش را دارندکه در تیمار با منبع آلی به اضافه معدنی گوگرد بالاترین مقدار گلوکز خون، تیمار گوگرد با منبع معدنی پایین ترین مقدار گلوکز خون و تیمار شاهد از نظر مقدار گلوکزخون بین این دو تیمار قرار داشت.

مقایسه میانگین اسیدهای چرب غیر استریفیه خون در تیمارهای مختلف پیش از زایش تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان داد. گاوهایی که با کمبود انرژی مواجه هستند، چربی های بدن را برای کمک به تأمین نیازهای انرژی بدن، موبایلیزه (تجزیه) می کنند. غلظت NEFA در پلاسما تقریباً دو تا سه هفته پیش از زایش تا ۲ الی ۳ روز پیش از زایش دو برابر می شود سپس غلظت به طور محسوس افزایش می یابد تا زمانی که زایش کامل شود (۵ و ۲۶).

از طرف دیگر در تیمار گوگرد با منبع معدنی، ماده خشک مصرفی نسبت به دو تیمار دیگر کاهش پیدا کرد که به دلیل محدودیت گلوکز و انرژی ناشی از کاهش ماده خشک مصرفی، مقدار NEFA افزایش یافته است. ولی در دو تیمار دیگر که مقدار ماده خشک مصرفی تقریباً یکسان و بالاتر از تیمار دو بوده است مقدار NEFA هم در این دو تیمار نسبت به تیمار دو پایین تر بود. مقایسه میانگین NEFA پلاسمای خون پس از زایش تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان نداد (P = ۰/۲۶). نتایج تحقیق پیشین نشان می دهد که غلظت NEFA پلاسما به سرعت پس از زایش کاهش می یابد ولی غلظت آن در مقایسه با پیش از زایش بالاتر باقی می ماند (۱۰).

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود چون فراسنجه های خونی پس از زایش، ۱۲ ساعت پس از زایش بدست آمده بنابراین تحت تأثیر ماده خشک مصرفی پیش از زایش بوده اند و نتایج میانگین ها نشان می دهد که در تیمار گوگرد با منبع معدنی که ماده خشک مصرفی بیشتر از دو تیمار دیگر کاهش پیدا کرده است، غلظت NEFA پلاسما از نظر عددی بیشترین مقدار می باشد، هر چند که از لحاظ آماری معنی داری را نشان نداد.

مقایسه میانگین غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات (BHBA) سرم خون پیش و پس از زایش تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان داد. در این پژوهش تیمار با منبع معدنی گوگرد بالاترین غلظت BHBA و تیمار با منبع آلی به اضافه معدنی گوگرد پایین ترین مقدار BHBA را داشتند. با توجه به توازن منفی انرژی در دوره انتقال و به خصوص پس از زایش که تولید شیر افزایش می یابد و همچنین کاهش اشتها و خوراک مصرفی، حیوان از چربی های بدن برای تأمین انرژی استفاده می کند. به منظور اکسیده شدن کامل NEFA در چرخه کربس پیش سازهای گلوکوژنیک باید قابل دسترس باشند (۲۶). اگر پیش سازهای گلوکوژنیک (گلوکز ساز) به مقدار کم فراهم باشند، اکسیداسیون NEFA به وسیله کبد ناقص بوده و اجسام کتونی را تولید می نماید. میانگین تیمارها نشان داد که در تیمار گوگرد با منبع معدنی به دلیل کاهش ماده خشک مصرفی هم در پیش و هم پس از زایش و محدودیت گلوکز و انرژی در اثر این کاهش ماده خشک مصرفی، غلظت BHBA خون بالاترین می باشد. پس می توان نتیجه گرفت که کاهش ماده خشک مصرفی و به تبع آن کاهش گلوکز و انرژی در گاوهای دوره انتقال سبب افزایش غلظت های NEFA و BHBA می شود.

مقایسه میانگین اوره سرم خون تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی در پیش و پس از زایش نشان داد. افزایش اوره در تیمار دو احتمالاً به خاطر این است که سطوح گوگرد بالا تامین شده با مکمل معدنی در شکمبه، به جای اینکه نیتروژن را برای ساخت پروتئین میکروبی به دام بیندازد، تولید سولفید را افزایش داده و با تاثیر منفی بر میکروب ها هضم پروتئین کمی مختل شده و تولید اوره افزایش یافته است. در کل با افزایش سطوح گوگرد تجزیه پذیر در شکمبه، حالتی به نام ازتمیا[1] بوجود می آید که باعث تجمع ازت در خون می شود و کار کلیه ها برای دفع اوره و کراتینین مختل شده و بنابراین مقدار اوره و کراتینین خون افزایش می یابد (۱۶). تحقیقات کی و همکاران (۱۹۹۲)، نیز نشان داد که با افزایش سطح گوگرد از ۰/۱۶ درصد تا ۰/۳۶ درصد در ماده خشک جیره در بزهای شیرده نژاد آلپاین باعث افزایش معنی دار اوره خون می گردد.

مقایسه میانگین کلسیم گاوهای آزمایشی در تیمارهای متفاوت نشان داد که استفاده از منبع گوگرد معدنی کلسیم خون را کاهش می دهد. پایین تر بودن مقدار کلسیم خون در تیمار گوگرد معدنی نسبت به دو تیمار دیگر ممکن است نشان دهنده این باشد که با افزایش سطح گوگرد با مکمل معدنی، سطح سولفید در شکمبه بالا رفته و سولفید می تواند با عناصر معدنی از قبیل کلسیم، مس و روی ترکیب شده و آنرا از دسترس میکرو ارگانیسم ها خارج نماید (۱).

پژوهش های مک کنزی و همکاران (۲۰۰۹)، نشان داد که در سطوح بالای گوگرد (۱/۰۱ درصد گوگرد در ماده خشک) سطوح کلسیم خون به شدت کاهش یافت، اما سطح ۰/۶۲ درصد گوگرد، کلسیم خون در دامنه طبیعی خود (۱۱/۲۱– ۸/۴۱ میلی گرم در دسی لیتر) را حفظ کرد. استفاده از کلرید کلسیم جهت متعادل کردن DCAD جیره در تیمار یک (شاهد) نیز بر غلظت کلسیم خون تاثیر داشته است. از طرفی مقدار کلسیم خون پس از زایش در هر سه تیمار به زیر دامنه طبیعی خود (۱۱/۲۱– ۸/۴۱ میلی گرم در دسی لیتر) رسید که دلیل این کاهش می تواند به خاطر ورود کلسیم از خون به داخل آغوز در پس از زایش باشد.

مقایسه میانگین فسفر سرم خون در پیش از زایش تمایل به معنی داری را بین تیمارها نشان داد (P = ۰/۰۵۷). ولی در پس از زایش تفاوت معنی داری را بین تیمارها نشان نداد (P = ۰/۱۵). مقدار فسفر خون در پیش و پس از زایش در هر سه تیمار در دامنه طبیعی خود (۶/۵–۵/۶ میلی گرم در دسی لیتر) (۲۴)، قرار داشت.

مقایسه میانگین مس پلاسمای خون پیش و پس از زایش تفاوت معنی داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان داد که این ممکن است به دلیل رابطه متقابل مس با گوگرد باشد. تیمار با منبع معدنی گوگرد کاهش بیشتر مس خون را نسبت به دو تیمار دیگر نشان داد. جذب مس جیره غذایی با حضور گوگرد و مولیبدن در جیره غذایی کاهش می یابد (۱). منابع گوگرد می توانند در داخل شکمبه تبدیل به سولفید شوند که منتهی به تشکیل رسوبات سولفید مس می شود که مس را غیر قابل دسترس می سازد (۶). همچنین پیشنهاد شده که گوگرد و مولیبدن تشکیل تتراتیومولیبدات در فاز جامد ماده خورده شده موجود در شکمبه می دهند. تتراتیومولیبدات با اتصال به مس تشکیل یک ترکیب پیچیده به شدت نامحلول می کند که مس را از دسترس خارج می کند (۱).

غلظت پلاسمایی آنزیم های کبدی

آنزیم های کبدی به عنوان شاخص های فعالیت کبد می باشند که افزایش یا کاهش آن ها وضعیت فیزیولوژیکی کبد و نهایتا حیوان را نشان می دهد (۲۶). همانطور که در جدول ۴ گزارش گردیده است میزان غلظت پلاسمایی آنزیم آسپارتات آمینو ترانسفراز کبدی در تیمار دوم در پیش و پس از زایش از تیمارهای دیگر بیشتر بود. مک کنزی

1- Azotemia

و همکاران (۲۰۰۹)، گزارش کردند که در سطوح بالای گـوگرد (۱/۰۱ درصد در ماده خشک جیره) باعـث افـزایش غلظـت آنـزیم آسـپارتات آمینوترانسفراز در خارج از دامنه طبیعی شد.

جدول ٤- تاثیر افزایش سطح گوگرد تامین شده با منبع معدنی و یا منبع آلی در جیره های پیش از زایش بر فراسنجه های خون و آنزیم های کبدی گاوهای آزمایشی قبل و پس از زایش

فراسنجه ها	جیره های آزمایشی *			P-value	SEM
	۱	۲	۳		
پیش از زایش					
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	۵۷/۱۵^{b}	۴۵/۳۷^{c}	۶۵/۶۳^{a}	۰/۰۰۰۳	۲/۳۸
اوره خون (میلی گرم در دسی لیتر)	۲۶/۵۸^{b}	۳۸/۲۵^{a}	۲۰/۹۹^{c}	۰/۰۰۰۱	۱/۲۵
اسیدهای چرب غیر استریفه (میلی مول بر لیتر)	۱/۳۳^{ab}	۱/۶۴^{a}	۱/۱۸^{b}	۰/۰۰۱	۰/۰۶
بتاهیدروکسی بوتیرات (میلی مول بر لیتر)	۰/۹۸^{b}	۱/۵۶^{a}	۰/۷۹^{b}	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹
کلسیم (میلی گرم در دسی لیتر)	۹/۸۸^{a}	۸/۴۶^{b}	۸/۹۹^{b}	۰/۰۰۱	۰/۲۸
فسفر (میلی گرم در دسی لیتر)	۷/۹۱	۵/۷۲	۷/۳۶	۰/۰۵	۰/۴۸
مس (میکرو گرم در دسی لیتر)	۱۱۸/۴۵^{a}	۸۵/۱۵^{c}	۱۰۲/۵۶^{b}	۰/۰۰۰۳	۳/۶۴
آسپارتات آمینو ترانسفراز (واحد بر لیتر)	۸۳/۰۹^{c}	۱۱۱/۹۲^{a}	۹۲/۱۵^{b}	۰/۰۰۹	۵/۷۴
کراتین فسفوکیناز (واحد بر لیتر)	۱۵۹^{c}	۲۱۳^{a}	۱۸۹^{b}	۰/۰۰۰۱	۱۲/۷۷
پس از زایش					
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	۵۱/۸۸^{b}	۳۸/۱۵^{c}	۵۷/۲۹^{a}	۰/۰۰۰۱	۱/۷۳
اوره خون (میلی گرم در دسی لیتر)	۳۷/۳۳^{b}	۴۶/۱۶^{a}	۲۹/۱۶^{c}	۰/۰۰۰۵	۲/۳۴
اسیدهای چرب غیر استریفه (میلی مول بر لیتر)	۱/۴۸	۱/۶۳	۱/۳۵	۰/۲۶	۰/۱۰
بتاهیدروکسی بوتیرات (میلی مول بر لیتر)	۱/۱۹^{b}	۱/۶۲^{a}	۱/۰۸^{c}	۰/۰۰۵	۰/۰۸
کلسیم (میلی گرم در دسی لیتر)	۸/۰۵^{a}	۷/۰۵^{b}	۷/۲۴^{ab}	۰/۰۱	۰/۲۱
فسفر (میلی گرم در دسی لیتر)	۶/۶۶	۴/۹۳	۶/۱۵	۰/۱۵	۰/۴۸
مس (میکرو گرم در دسی لیتر)	۱۰۹/۵۲^{a}	۸۲/۲۳^{c}	۹۱/۴۷^{b}	۰/۰۳	۶/۱۹
آسپارتات آمینو ترانسفراز (واحد بر لیتر)	۹۴/۱۲^{c}	۱۲۶/۶۶^{a}	۱۰۵/۱۱^{b}	۰/۰۰۲	۵/۲۲
کراتین فسفو-کیناز (واحد بر لیتر)	۱۷۴^{c}	۲۴۹^{a}	۲۲۱^{b}	۰/۰۰۲	۱۲/۲۵

*: جیره های آزمایشی شامل جیره ۱- حاوی ۰/۲۱ درصد گوگرد (جیره شاهد)، جیره ۲- حاوی ۰/۴۱ درصد گوگرد تامین شده از منبع معدنی (سولفات منیزیم) و جیره ۳- حاوی ۰/۴۱ درصد گوگرد تامین شده از منبع معدنی (سولفات منیزیم) به همراه منبع آلی (مپران)

a,b,c- میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P<0/05$)

دامنه طبیعی فعالیت این آنزیم در گاو شیری حدود ۱۳۲-۷۸ واحد بر لیتر ذکر شده است (۱۴). نتایج بدست آمده حاکی از این است که با افزایش سطوح گوگرد بالاتر از مقدار مورد نیـاز (تیمـار شـاهد) میـزان غلظت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز افزایش یافته است و هر چه این سطوح بالا در شکمبه از منابع با تجزیه پذیری بیشتر تامین شده باشد میزان غلظت آنزیم افزایش بیشتری خواهد داشت.

مقایسه میانگین میزان غلظت پلاسمایی آنزیم کراتین فسفو-کیناز کبدی حاصل از سرم خون در پـیش و پـس از زایـش، تفـاوت معنـی داری را بین تیمارهای آزمایشی نشـان داد. مـک کنـزی و همکـاران (۲۰۰۹)، گزارش کردند که سطح ۰/۶۲ درصد گوگرد در مـاده خشـک جیره، میزان غلظت آنزیم کراتین فسفوکیناز سـرم خـون را بـه ۱۶۴۰ واحد در لیتر افزایش داد، در حالی که دامنه طبیعی آن ۲۰۰- ۱۰ واحد بر لیتر می باشد (۲۲). با توجه به اینکـه سـطح غلظـت هـر دو آنـزیم شاخص کبدی در تیمار سوم نسبت به تیمار دوم کـاهش یافتـه اسـت نشان می دهد که صرف نظر از سطح گوگرد مصرفی نوع منبع آن نیز می تواند در پاسخ های کبدی تاثیر داشته باشد. بـر ایـن اسـاس مـی توان بیان نمود که با افزایش سطوح گوگرد تامین شده از منبع معدنی نسبت به گوگرد تامین شده از منبع معدنی به همراه منبع آلی، میـزان غلظت این آنزیم ها در زمان تـامین گـوگرد از منبـع معـدنی افـزایش بیشتری نشان می دهند. با توجه به اینکـه گـوگرد معـدنی متابولیسـم شکمبه را تحت تاثیر قرار داده و می تواند بر ماده خشک مصرفی تاثیر داشته باشد (۱۷)، و همچنین بر متابولیسم کبد نیز تـاثیر داشـته اسـت (۲۴)، در نهایت ممکن است بر فعالیت آنزیم ها و پاسخ کبـد نیـز اثـر داشته باشدکه تایید این مورد نیاز به آزمایش های بعدی نیز دارد.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد کـه افـزایش سـطح گـوگرد مصـرفی تامین شده از منبع معدنی سبب کاهش ماده خشک مصـرفی، کـاهش غلظت ترکیبات آغوز، کاهش غلظت کلسیم و مس پلاسما و افـزایش غلظت اوره گردید. با توجه به غلظت های پلاسمایی دو آنزیم AST و CPK کبدی می توان بیان نمود که مصـرف مکمـل معـدنی گـوگرد تاثیر منفی بر فعالیت کبد در دوره انتقـال گاوهـای شـیری داشـت. از طرف دیگر نتایج پژوهش حاضر نشان داد مصرف توام منبع معـدنی و آلی گوگرد تاثیر مثبتی بر ماده خشک مصرفی و فراسنجه های خـونی و در نهایت سلامت دام در دوره انتقال خواهد داشت.

منابع

1- Allen, J. D., and J. M. Gawthorne. 1987. Involvement of the solid phase of rumen digesta between copper, molybdenum and sulfur in sheep. Br. J. Nutr. 58:265.
2- Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 83: 1598-1624.
3- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. (13th ed.). AOAC, Washington, DC.
4- Bal, M. A., D. and Ozturk. 2006. Effects of sulfur containing supplements on ruminal fermentation and microbial protein synthesis. J. Anim. Vet. Sci. 11: 33-36.
5- Bertics, S. J., R. R. Grummer, C. Cadorniga-Valino, and E. E. Stoddard. 1992. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. J. Dairy Sci. 75: 1914– 1922.
6- Bird, P. R. 1970. Sulfur metabolism and excretion studies in ruminants. III: The effect of sulfur intake on the availability of copper in sheep. Proceeding of the Australian Society of Animal Production, 8: 212-218.
7- Goff, J. P., and R. L. Horst. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. J. Dairy Sci. 80: 1260– 1268.
8- Goff, J. P., and R. L. Horst. 1998. Use of hydrochloric acid as a source of anions for prevention of milk fever. J. Dairy Sci. 81: 2874– 2880.
9- Goodrich, R. D., T. S. Kahalon, D. E. Pamp, and D. P. Cooper. 1978. Sulfur in ruminanat nutrition. National Feed Ingredient Association. Des Moiens, USA.
10- Grummer, R., D. Mashek, and A. Hayirli. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. Vet. Clin. North Am. 20: 447-470.
11- Hristov, A. N., W. Hazen, and J. W. Ellsworth. 2007. Efficiency of use of imported magnesium, sulfur, copper and zinc in Idaho dairy farms. J. Dairy Sci. 90:3034–3043.
12- Huhtanen, P., and A. N. Hristov. 2009. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. J. Dairy Sci. 92: 3222–3232.
13- Hume, I. D., and P. R. Bird. 1970. Synthesis of microbial protein in rumen. IV: The influence of the level and form of dietary sulfur. Australian Journal of Agricultural Research, 21: 315-325.
14- Kaneko, J., J. W. Harvey, and M. L. Bruss. 2008. Clinical biochemistry of domestic animals, Sixth edition.
15- Kul, O., S. Karahan, M. Basalan, and N. Kabakci. 2006. Polioencephalomalacia in cattle: A consequence of prolonged feeding barley malt sprouts. J. Vet. Med. 53, 123–128.
16- Kung, L. 2008. Burping can be dangerous if you are a ruminant: Issues with high sulfur diets. Ruminant Nutrition and Microbiology Laboratory, University of Deleware.
17- Macdowell, L. R. 2003. Mineral in animal and human nutrition. Second edition, Department of animal science, university of florida.
18- McKenzie, R. A., A. M. Carmichael, M. L. Schibrowski, S. A. Duigan, J. A. Gibson, and J. D. Taylor. 2009. Sulfur-associated polioencephalomalacia in cattle grazing plants in the family Brassicaceae. Australian veterinary journal. 8: Nov 1th.
19- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
20- Overton, T. R., L. S. Emmert, and J. H. Clark. 1998. Effects of source of carbohydrate and protein and rumen protected methionine on performance of cows. J. Dairy Sci. 81: 221-228.
21- Qi, K., F. N. Owens, and C. D. Lu. 1992. Sulfate supplementation of Alpine goats: effect on milk yield and composition, metabolites, nutrient digestibility and acid base. J. Anim. Sci. 70: 3541-3551.
22- Shirley, R. L. 1992. Sulfur In: minerals in animal and human nutrition. Ed. McDowell, L. R., pp. 137-151. Academic Press, USA.
23- Tucker, W. B., J. F. Hogue, G. D. Adams, M. Aslam, I. S. Shin, and G. Morgan. 1992. Influence of dietary cation-anion balance during the dry period on the occurrence of parturient paresis in cows fed excess calcium. J. Anim.

Sci. 70:1238– 1250.

24- Underwood, E. J., and N. F. Suttle. 1999. The mineral nutrition of livestock, 3rd edition. CABI Publishing, New York. pp. 283– 342.

25- Van Soest P. J., J. B. Roberts, and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3397.

26- Veenhuizen, J. J., J. K. Drackley, M. J. Richard, T. P. Sanderson, L. D. Miller, and J. W. Young. 1991. Metabolic changes in blood and liver during development and the early treatment of experimental fatty liver and ketosis in cows. J. Dairy Sci. 74:4238– 4253.

27- Weston, R. H., J. R. Lindsay, D. B. Purser, G. L. R. Gordon, and O. Davis. 1988. Feed intake and digestion response in sheep to addition of inorganic sulfur to herbage diet of low sulfur content. Australian Journal of Agricultural Research, 48: 1081-1087.

28- Whanger, P. D., and G. Martone. 1967. Metabolism of lactic, succinic and acrylic acids by rumen microorganisms from sheep fed sulfur adequate and sulfur deficient diets. Biochemistry Biophysic Acta, 136: 27-37.