



"مقاله پژوهشی"

اثر بلوس آهسته رهش روی و سلیوم و یا تغذیه روزانه نمک‌های این عناصر بر عملکرد میش‌های آبستن و بره‌های آن‌ها

زهرا خرمی^۱، حسن علی عربی^۲، عباس فرح‌آور^۳ و امیر فدایی‌فر^۴

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

۳- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

۴- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱ تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۳

صفحه: ۷۷ تا ۸۹

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثر بلوس آهسته رهش روی و سلیوم و مقایسه آن با تغذیه روزانه این عناصر در اواخر دوره آبستنی و اوایل شیردهی، بر عملکرد میش‌ها و بره‌های آن‌ها بود. در فصل تولیدمثل تعداد ۲۱ رأس میش نژاد مهربان با میانگین وزنی 5 ± 0.2 کیلوگرم و اسکور بدنی ۳-۲/۵، با استفاده از اسفنج، همزمان سازی فحلی شدند. در زمان خروج اسفنج، کلیه میش‌ها ۴۰۰ واحد بین‌المللی PMSG (گنادوتروپین سرم مادبان آبستن) دریافت کردند و سپس با قوچ‌های نژاد افشار-برولا تلاقی داده شدند. ۴۵ روز قبل از تاریخ مورد انتظار زایش، میش‌های آبستن به یکی از این سه گروه اختصاص یافتند: ۱) تیمار شاهد (۲) تیمار ۲۰ میلی گرم روی و ۲/۰ میلی گرم سلیوم در روز به صورت بلوس آهسته رهش (۳) تیمار ۲۰ میلی گرم روی و ۲/۰ میلی گرم سلیوم به صورت تغذیه روزانه نمک این عناصر. مکمل سازی عناصر روی و سلیوم در هر دو روش، باعث افزایش غلظت روی و سلیوم پلاسما و فعالیت آنزیم‌های گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز میش‌ها در همه روزهای آزمایش و افزایش غلظت روی و سلیوم در آغوز و شیر شد ($p < 0.05$). مقدار هموگلوبین و تعداد گلبول‌های قرمز خون در هر دو گروه میش‌های دریافت کننده روی و سلیوم نسبت به گروه شاهد بالاتر بود ($p < 0.05$). در بره‌های حاصل از هر دو گروه میش‌های دریافت کننده روی و سلیوم، غلظت پلاسمایی این عناصر و فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت. مکمل سازی مادری عناصر روی و سلیوم در هر دو روش، باعث افزایش وزن ۲۰ و ۳۰ روزگی و افزایش وزن روزانه (۲۱ تا ۳۰ روزگی) بره‌ها شد. به طور کلی، مکمل سازی روی و سلیوم، باعث افزایش غلظت پلاسمایی این عناصر و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در میش‌ها و بره‌های آن‌ها و بهبود عملکرد رشد بره‌ها شد. بین دو روش بلوس و تغذیه روزانه عناصر تفاوتی مشاهده نشد. بنابراین به کار بردن بلوس‌ها به سبب سهولت استفاده از آن‌ها، توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبستنی، بلوس، شیردهی، عناصر کم مصرف، میش

مقدمه

می‌کند (۵۷)، که کمبود آن سبب بروز بیماری ماهیچه سفید در بره‌ها (۴۲)، سرکوب سیستم ایمنی (۶۷)، سقط جنین و جفت ماندگی (۵۸) می‌شود. در انتهای آبستنی و ابتدای شیردهی، افزایش شدید در احتیاجات انرژی موجب سوخت و ساز بیشتر و در نتیجه افزایش نیاز به اکسیژن می‌شود و تولید بالای گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) نیاز به آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و در نتیجه نیاز به عناصر روی و سلیوم را در میش‌ها افزایش می‌دهد (۲۲). کاهش در سطح روی پلاسما حوالی زایش، ممکن است مرتبط با تقاضای بالای روی در جنین برای توسعه و رشد اندام‌هایش یا محروم شدن از سنتز متالوتیونین در اثر استرس باشد. حیوانات آبستن به کمبود سلیوم نیز نسبت به حیوانات غیرآبستن مستعدترند (۵۳) و غلظت‌های سلیوم مادری و فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز در طی آبستنی کاهش می‌یابد (۳۸). اگرچه اولویت تأمین مواد مغذی با جنین می‌باشد، اما جنین و بره‌های تازه به دنیا آمده برای انتقال روی و سلیوم از طریق جفت و غده پستان، وابسته به مادر هستند که با غلظت این عناصر در خون میش‌ها مرتبط است (۵۰، ۱۵). این در حالیست که غلظت روی و سلیوم در خاک و بنابراین در گیاهان در بسیاری از مناطق کشور ایران پایین است (۵۰، ۴۰). بنابراین، استفاده از مکمل این

آبستنی و شیردهی باعث استرس متابولیک و تغییر در پروفیل مواد معدنی می‌شود به طوری که غلظت مواد معدنی در میش‌ها به سبب انتقال آن‌ها به بره‌ها از طریق جفت، آغوز و شیر در این شرایط فیزیولوژیکی کاهش می‌یابد (۳۰، ۲۳). عبور عناصر کم مصرف و سایر مواد مغذی از طریق جفت که برای اعمال فیزیولوژیکی مادری و جنینی در طی آبستنی ضروری است، به وضعیت تغذیه‌ای مادر و راندامان انتقال جفتی وابسته می‌باشد (۱۶). روی و سلیوم از جمله عناصری هستند که بیشترین تأثیر را بر روی تولیدمثل دارند (۲۴). روی یکی از عناصر کم مصرف می‌باشد که علاوه بر نقش آنتی اکسیدانی قوی (به واسطه کاربرد در ساختار آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و متالوتیونین)، در تولید و ترشح انسولین، مصرف گلوکز توسط سلول‌ها و بسیاری از فرآیندهای حیاتی بدن شرکت دارد (۴۵). سطوح ناکافی روی با سقط جنین، سخت زایی و وزن تولد پایین مرتبط است (۸). سلیوم یکی دیگر از مواد معدنی کم مصرف در حیوانات می‌باشد که برای حفظ اعمال فیزیولوژیکی نرمال بدن ضروری است. این عنصر نیز به واسطه شرکت در ساختار آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز، یک منبع جیره‌ای مهم از دفاع آنتی اکسیدانی برای حیوانات فراهم

در زمان خارج کردن اسفنج، همزمان‌سازی فحلی و سپس توسط قوچ‌های بارور نژاد افشار- برولا تلاقی داده شدند. میش‌ها، دو ماه قبل از تاریخ مورد انتظار زایش، به جایگاه انفرادی انتقال داده شدند و آدپتاسیون با جیره پایه (جدول ۱) به مدت ۲ هفته برای آن‌ها در نظر گرفته شد. جیره بر اساس ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره مطابق با NRC (۲۰۰۷) فرموله و دو بار در روز به میش‌ها خوراندند. آب به صورت آزاد برای همه میش‌ها در کل دوره فراهم شد. میش‌های آبستن ($n = 7$)، ۴۵ روز قبل از تاریخ مورد انتظار زایش، به صورت تصادفی به یکی از این سه گروه اختصاص یافتند: (۱) تیمار شاهد بدون دریافت مکمل روی و سلیوم؛ (۲) تیمار ۲۰ میلی‌گرم روی و ۰/۲ میلی‌گرم سلیوم در روز به صورت بلوس شیشه‌ای آهسته رهش و (۳) تیمار ۲۰ میلی‌گرم روی و ۰/۲ میلی‌گرم سلیوم در روز به صورت افزودن نمک‌های سولفات روی و سلنیت سدیم به جیره غذایی. برای ساخت بلوس آهسته‌رهش، مطابق با روش قبلاً ثبت شده عمل شد (۱۷) اما از فرمول و مواد متفاوتی برای ماتریکس بلوس، استفاده شد. بلوس‌های استفاده شده در این مطالعه، حاوی ۲۰ درصد روی و ۰/۲ درصد سلیوم و با میانگین وزن ۱۸ گرم و متوسط نرخ رهش ۱۰۰ میلی‌گرم در روز بودند که روزانه ۲۰ میلی‌گرم روی و ۰/۲ میلی‌گرم سلیوم در شکمبه- نگاری آزاد می‌نمودند. بلوس‌ها، ۴۵ روز قبل از زایش به کمک بلوس‌خوران و قبل از مصرف خوراک، به میش‌ها خوراندند.

عناصر ضروری می‌باشد زیرا نه تنها مادران را در طی آبستنی محافظت می‌کند بلکه وضعیت اکسیداتیو جنین را نیز بهبود می‌دهد.

چندین روش برای تأمین نیاز دام به مواد معدنی کم‌مصرف وجود دارد که شامل افزودن به جیره، تزریق، آجر لیسیدنی، افزودن به آب و بلوس آهسته رهش می‌باشد. بلوس‌ها مکمل‌سازی نسبتاً طولانی‌مدت از عناصر کم‌مصرف را فراهم می‌کنند. در این روش مکمل‌سازی، تکرار روزانه مورد نیاز نیست و حیوان به ذخیره عناصر برای مصرف بعدی احتیاج ندارد (۲۷). استفاده از بلوس هم‌چنین در مناطقی که مشکل کمبود حاشیه‌ای بیشتر از یک عنصر وجود دارد، بسیار مؤثر می‌باشد (۱۱). بنابراین هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثر بلوس آهسته‌رهش روی و سلیوم در مقایسه با افزودن نمک این عناصر به جیره بر عملکرد میش‌ها در شرایط حساس فیزیولوژیکی و بره‌های آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها حیوانات و آزمایشات

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی دامپروری دانشگاه بوعلی‌سینا انجام شد. تعداد ۲۱ رأس میش غیرآبستن نژاد مهربان (۳ تا ۴ ساله، با اسکور بدنی ۳-۲/۵ و میانگین وزن $55 \pm 5/2$ کیلوگرم) در فصل تولیدمثل از طریق اسفنج داخل واژنی حاوی ۶۰ میلی‌گرم مدروکسی پروژسترون استات برای ۱۲ روز و سپس تزریق داخل عضلانی ۴۰۰ واحد بین‌المللی هورمون گنادوتروپین سرم مادیاں آبستن (PMSG)

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی مواد خوراکی در جیره پایه

| اجزای خوراک | | | | | مواد مغذی |
|-------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---|
| جیره پایه | سبوس گندم (%) | دانه جو (۳۵٪) | کاه گندم (۲۵٪) | یونجه خشک (۳۵٪) | (درصد) |
| ۹۰/۹۳ | ۹۰/۲ | ۸۹ | ۹۲/۳ | ۹۲ | ماده خشک |
| ۹۳/۳۴ | ۹۳/۴ | ۹۴/۹ | ۹۳/۶ | ۹۱/۶ | ماده آلی (درصد ماده خشک) |
| ۱۰/۸۵ | ۱۶ | ۱۰/۵ | ۴/۶۱ | ۱۴/۹۱ | پروتئین خام (درصد ماده خشک) |
| ۱/۷۲ | ۱/۸۲ | ۱/۶ | ۱/۸ | ۱/۷۸ | عصاره اتری (درصد ماده خشک) |
| ۴۱/۸ | ۴۹/۳ | ۲۰/۷ | ۵۷/۸ | ۵۰/۴ | ان-دی-اف (درصد ماده خشک) |
| ۲۸/۱۷ | ۱۱/۵۳ | ۷ | ۵۰/۲۳ | ۳۶ | ای-دی-اف (درصد ماده خشک) |
| ۶/۸۱ | ۶/۶ | ۵/۱ | ۷/۰۲ | ۸/۴ | خاکستر (درصد ماده خشک) |
| ۲/۲۸ | ۲/۵ | ۳ | ۱/۵ | ۲/۱ | انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری) ^۱ |
| ۰/۶۹ | ۰/۱۳ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ | ۱/۸۸ | کلسیم (درصد ماده خشک) |
| ۰/۲۷ | ۰/۷۷ | ۰/۳۲ | ۰/۰۶ | ۰/۲۹ | فسفر (درصد ماده خشک) |
| ۲۰/۴۶ | ۷۸/۸ | ۲۰/۶ | ۸/۱۲ | ۲۰/۸ | روی (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) |
| ۷/۲۶ | ۸/۷ | ۷/۴۹ | ۴/۹۰ | ۸/۵ | مس (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) |
| ۱۸۱/۶۵ | ۱۶۰/۱ | ۹۰ | ۱۴۱/۶ | ۳۰۵ | آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) |
| ۰/۰۹ | ۰/۲۱ | ۰/۱۱ | ۰/۰۲ | ۰/۱۱ | سلیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) |

۱- انرژی قابل متابولیسم مطابق با NRC (۲۰۰۷) محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) و سوپراکسیددیسموتاز (SOD) جمع‌آوری شد. برای آنزیم SOD، ۰/۵ میلی‌لیتر از نمونه خون کامل هپارینه در ۹۰۰ g برای ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و پس از جداسازی پلاسما، سلول‌ها با سرم فیزیولوژیکی شسته شدند و این عمل برای سه بار تکرار شد. سپس گلبول‌های قرمز شسته شده با افزودن آب مقطر سرد به یک نسبت ۱ به ۵ رقیق شدند. همه نمونه‌ها در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی‌گراد تا آنالیز بعدی ذخیره شدند. برای آنالیز پارامترهای هماتولوژی، ۲ میلی‌لیتر از

نمونه‌گیری

نمونه‌های خون از سیاهرگ گردنی میش‌ها در روزهای ۱۰۵ آبستنی (شروع آزمایش)، ۱۳۵ آبستنی، روز زایش و روز ۱۵ شیردهی قبل از خوراک‌دهی نوبت صبح و از بره‌ها در ۱۵ روزگی، ۶ ساعت پس از جداسازی آن‌ها از مادرانشان، گرفته شد. نمونه‌های خون در دو لوله مجزا، یکی حاوی هپارین برای به‌دست آوردن پلاسما و دیگری بدون هپارین برای به‌دست آوردن سرم جمع‌آوری و در ۹۰۰ g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. هم‌چنین، نمونه‌های خون کامل هپارینه

اختصاص حروف تعیین کننده معنی دار بودن اختلاف بین آنها از گزینه‌ی SAS pdmix800 macro استفاده شد (۵۴). مدل آماری مورد استفاده برای این صفات به شرح زیر (معادله ۱) بود:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{aijk} + E_{bijkl} \quad (\text{معادله ۱})$$

در این مدل Y_{ijk} مقدار مشاهده شده متغیر وابسته، μ اثر میانگین، A_i اثر تیمار نام، B_j اثر زمان خونگیری نام، AB_{ij} اثر متقابل تیمار و زمان نمونه‌گیری، E_{aijk} اثر تصادفی حیوان و E_{bijkl} خطای باقیمانده هستند.

برای آنالیز پارامترهای هماتولوژی در میش‌ها مدل زیر (معادله ۲) به کار برده شد:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (\text{معادله ۲})$$

که Y_{ijk} مقدار مشاهده شده متغیر وابسته، μ میانگین کلی، T_i اثر تیمار و e_{ijkl} اثر خطا می‌باشد.

برای آنالیز پارامترها در بره‌ها مدل زیر (معادله ۳) استفاده شد:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + A_j + B_k \quad (\text{معادله ۳})$$

که Y_{ijk} مقدار مشاهده شده متغیر وابسته، μ میانگین کلی، T_i اثر تیمار، A_j اثر جنس، B_k اثر نوع تولد (تک قلو یا دو قلو) و e_{ijkl} اثر خطا می‌باشد.

از تست چند دامنه‌ای توکی و میانگین حداقل مربعات برای تشخیص معنی دار بودن تفاوت بین تیمارها، و از $P \leq 0.05$ به عنوان سطح معنی داری استفاده شد.

نتایج و بحث

شکل ۱ (الف و ب) به ترتیب غلظت عناصر روی و سلیوم پلاسمای خون میش‌ها را در روزهای تحت آزمایش نشان می‌دهد. برای این دو عنصر (روی و سلیوم)، اثرات متقابل بین تیمار و زمان معنی دار بود ($p=0.0008$ و $p<0.0001$). در هر دو روش تغذیه روزانه عناصر روی و سلیوم و بلوس آهسته‌رهش، غلظت روی و سلیوم پلاسمای در همه زمان‌های نمونه‌گیری در مقایسه با گروه شاهد به صورت معنی داری بالاتر بود (شکل ۱، الف و ب). مکمل سازی روی و سلیوم بر میزان کلسیم سرم تأثیر معنی داری نداشت ($p=0.9537$). همچنین بین غلظت فسفر در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری وجود نداشت ($p=0.2862$). اما غلظت کلسیم و فسفر تحت تأثیر روز قرار گرفت ($p=0.0464$ و $p=0.0146$) (جدول ۲). کمترین و بیشترین میزان کلسیم به ترتیب در روز ۱۵ شیردهی و روز زایش مشاهده شد که تفاوت بین آنها معنی دار بود. با پیشرفت آبستنی، غلظت فسفر کاهش و پس از زایش افزایش یافت. تفاوتی بین غلظت آهن و مس در پلاسمای میش در تیمارهای مختلف وجود نداشت (جدول ۲).

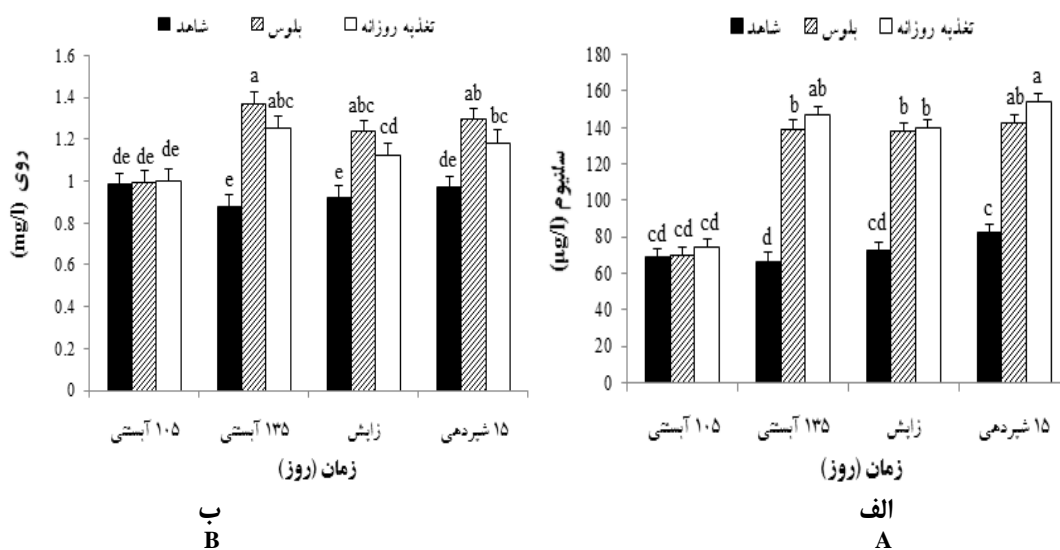
خون کامل در روز ۱۳۵ آبستنی از میش‌ها گرفته و در لوله‌های CBC حاوی EDTA ریخته و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شدند. همچنین نمونه‌های آغوز (در روز زایش) و شیر (روز ۱۵ پس از زایش) از میش‌ها از هر دو کارتیبه گرفته و تا آنالیز بعدی در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد ذخیره شد. وزن بدن بره‌ها در روزهای تولد، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روزگی، پس از ۶ ساعت جداسازی از مادر، ثبت شد.

اندازه‌گیری پارامترها

غلظت کلسیم و فسفر در نمونه سرم خون میش و بره‌ها با استفاده از دستگاه اتونالایزر (Alpha-Classic, Iran) و مطابق با دستورالعمل سازنده کیت‌های شیمیایی در دسترس (Pars Azmon, Tehran, Iran) تعیین شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای هماتولوژی، نمونه‌های کامل خون در روز ۱۳۵ آبستنی با استفاده از یک سل کانتر اتوماتیک آنالیز شدند (EXIGO, Sweden). برای اندازه‌گیری غلظت عناصر روی، مس، آهن و سلیوم در نمونه‌های پلاسمای ابتدا تری کلرواستیک اسید با نسبت ۱:۱ به نمونه‌ها جهت پروتئین زدایی اضافه و سپس در ۹۰۰g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد (۴۸). برای آماده‌سازی نمونه‌های شیر و آغوز از روش وسترن استفاده شد (۶۵). غلظت روی، مس و آهن در نمونه‌های پلاسمای شیر و خوراک با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Varian Spectr AA 220, Australia) و غلظت سلیوم این نمونه‌ها با دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیتی (Thermo Spectr, America) و به روش تولید یون هیدرید تعیین شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های گلوکاتینون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز گلبول قرمز خون از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Optima, SP-300, Korea) به ترتیب در طول موج ۳۴۰ و ۵۰۵ نانومتر استفاده شد. فعالیت آنزیم گلوکاتینون پراکسیداز بر اساس روش پاگلیا و ولنتین (۴۵) و با استفاده از کیت تجاری (Biorex, Tehran, Iran) با شماره کاتالوگ BXCO551 و بر اساس دستورالعمل کیت اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز گلبول قرمز خون نیز به کمک کیت تجاری بایورکس به شماره کاتالوگ BXCO531 و بر اساس دستورالعمل آن تعیین شد.

آنالیز آماری

نرمال بودن داده‌های حاصل با روش Shapiro-Wilk در Proc Univariate تست شد و داده‌ها با انجام تبدیلات لازم برای آنالیز آماری آماده و با استفاده از Proc Mixed نرم‌افزار SAS 9.1 آنالیز شدند (۵۲). آنالیز پارامترهای مربوط به میش (به جز پارامترهای هماتولوژی) به صورت اندازه‌های تکرار شده در واحد زمان در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. بهترین ساختار واریانس - کواریانس (مدلی که مقادیر معیارهای AIC و BIC آن کوچکتر باشد) برای آنالیز انتخاب و نتایج حاصل از آن مدل گزارش شد. برای گروه‌بندی میانگین تیمارها و



شکل ۱- غلظت روی (الف) و سلنیوم (ب) پلاسمای میش‌ها در گروه‌های مختلف
Figure 1. Concentrations of plasma zinc (A) and selenium (B) of ewes in different groups

a-e حروف مختلف، نشان‌دهنده تفاوت آماری بین تیمارها و روزها می‌باشد ($P < 0.05$).

تیمارها: (۱) شاهد (۲) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم در روز به صورت بلوس آهسته‌رهش روی و سلنیوم (۳) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم به صورت تغذیه روزانه نمک عناصر

یک مطالعه نشان داد که در میش‌های مکمل شده با ۰/۳ و ۰/۴۵ میلی گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک، سطوح سلنیوم جفت، سرم و آغوز در مقایسه با گروه شاهد افزایش یافت (۱۶).

مشخص شده است که افزایش غلظت عنصر روی در جیره ممکن است به صورت آنتاگونیست با جذب سایر کاتیون‌های دو ظرفیتی از قبیل آهن و مس تداخل ایجاد کند و در نتیجه غلظت این عناصر را در خون تحت تأثیر قرار دهد (۲۰). مشابه با نتایج این پژوهش، افزودن میزان ۲۰ و ۴۰ میلی گرم روی در کیلوگرم ماده خشک در جیره بزهای آنقوره تأثیری بر غلظت فسفر و کلسیم سرم نداشت (۶۸). در مطالعه‌ای، در بره‌های پرواری دریافت‌کننده روی، افزایش غلظت روی سرم و عدم تغییر در مس سرم گزارش شد (۲۰). سلنیوم نیز قادر است توزیع برخی از مواد معدنی مانند آهن و مس را تحت تأثیر قرار دهد. مشابه با مطالعه حاضر، سطوح کلسیم و فسفر سرم بره‌های نر توسط مکمل‌سازی ۰/۱۵ میلی گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به صورت آلی و غیرآلی تحت تأثیر قرار نگرفت (۳۳). اما بر خلاف نتایج این آزمایش، در مطالعه‌ای مکمل‌سازی روزانه سلنیوم باعث کاهش معنی‌دار غلظت مس در سرم خون بره‌ها شد (۹). کاهش معنی‌داری در غلظت آهن خون در گروه‌های تغذیه شده با سلنیوم در مقابل گروه شاهد گزارش شده است (۴، ۹). در مطالعه اسدی و همکاران (۷)، تزریق و خوراندن سلنیوم و ویتامین E به بره‌های شیرخوار سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن و فعالیت آنزیم گلوکاتینون پراکسیداز در مقایسه با گروه شاهد شد.

غلظت نرمال روی، ۰/۸ تا ۱/۴ میلی گرم در لیتر برای گوسفند در نظر گرفته می‌شود (۶۱). بنابراین همه میش‌های مطالعه حاضر غلظت روی پلاسمای نرمال داشتند. مشابه با نتایج این پژوهش، تغذیه یک بلوس آهسته‌رهش (روی، کبالت و سلنیوم) به گوسفند، سطح روی پلاسما را در حیوانات دریافت‌کننده بلوس در مقایسه با گروه کنترل افزایش داد (۲۸، ۲۹). همچنین در پژوهش دیگری، غلظت روی در میش‌های آبستن دریافت‌کننده بلوس حاوی عناصر روی، سلنیوم و کبالت در همه زمان‌های نمونه‌گیری در مقایسه با گروه شاهد بالاتر بود (۳). در مطالعه‌ای مکمل‌سازی خوراکی کوتاه‌مدت سه شکل آلی و غیرآلی روی، غلظت روی در پلاسمای خون را به صورت معنی‌دار افزایش داد (۴۸). همچنین در آزمایش نعمت‌پور و همکاران (۴۴)، استفاده از منابع مختلف روی در اوایل شیردهی باعث افزایش معنی‌دار میزان روی در سرم خون گاوهای هلشتاین شد. غلظت نرمال سلنیوم در سرم خون میش‌ها ۱۲۰ تا ۱۵۰ میکروگرم در لیتر است (۱) در حالی که مقادیر بین ۲۵ تا ۵۰ میکروگرم در لیتر کمبود در نظر گرفته می‌شوند (۴۶). بنابراین، در مطالعه حاضر، احتمالاً میش‌های گروه شاهد با کمبود حاشیه‌ای سلنیوم مواجه بودند که با مکمل‌سازی آن در هر دو گروه تیماری مقدار سلنیوم در دامنه نرمال قرار گرفت. موافق با یافته‌های ما، در یک مطالعه گزارش شد که تغذیه بلوس آهسته‌رهش (سلنیوم، مس و کبالت) سطح سلنیوم پلاسما را در میش‌های آبستن در ۳ ماه پیش از زایش تا ۳ ماه پس از زایش افزایش داد (۷۲). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، مکمل‌سازی سلنیوم باعث افزایش مقدار سلنیوم پلاسمای میش‌ها شد (۱۲). نتایج

جدول ۲- غلظت عناصر کلسیم، فسفر، مس و آهن در خون میش‌ها در تیمارهای مختلف^۱
Table 2. Concentration of calcium, phosphorus, copper and iron elements in blood of ewes in different treatments

| تیمار ^۲ | کلسیم (میلی گرم در دسی لیتر) | فسفر (میلی گرم در دسی لیتر) | مس (میلی گرم در لیتر) | آهن (میلی گرم در لیتر) |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| شاهد | ۹/۳۰ | ۷/۳۲ | ۰/۸۶ | ۱/۸۹ |
| بلوس | ۹/۳۷ | ۶/۹۵ | ۰/۸۵ | ۱/۸۷ |
| تغذیه روزانه | ۹/۳۶ | ۷/۱۷ | ۰/۸۶ | ۱/۸۹ |
| خطای معیار میانگین | ۰/۲۰۰۲ | ۰/۱۶۶۰ | ۰/۰۲۶۹ | ۰/۰۷۳۶ |
| روز | | | | |
| ۱۰۵ آبستنی | ۹/۴۹ ^{ad} | ۷/۶۰ ^a | ۰/۹۵ ^a | ۱/۹۴ |
| ۱۳۵ آبستنی | ۹/۳۳ ^{ad} | ۶/۸۷ ^b | ۰/۸۳ ^b | ۱/۸۷ |
| زایش | ۹/۶۱ ^a | ۶/۸۶ ^d | ۰/۸۱ ^d | ۱/۸۲ |
| ۱۵ شیردهی | ۹/۱۲ ^d | ۷/۲۶ ^{ab} | ۰/۸۳ ^d | ۱/۸۹ |
| خطای معیار میانگین | ۰/۱۵۳۷ | ۰/۱۸۳۸ | ۰/۰۳۳۶ | ۰/۰۶۲۶ |
| سطح معنی داری | | | | |
| تیمار | ۰/۹۵۳۷ | ۰/۲۸۶۲ | ۰/۹۳۹۰ | ۰/۹۴۳۶ |
| روز | ۰/۰۴۶۴ | ۰/۰۱۴۶ | ۰/۰۲۷۹ | ۰/۱۴۴۰ |
| تیمار×روز | ۰/۷۹۸۲ | ۰/۹۷۷۴ | ۰/۹۸۶۷ | ۰/۰۸۱۳ |

۱. حروف متفاوت داخل یک ستون، تفاوت آماری معنی دار را نشان می‌دهد ($p < 0.05$).
۲. تیمارها: (۱) شاهد (۲) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلیوم در روز به صورت بلوس آهسته رهش روی و سلیوم (۳) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلیوم به صورت تغذیه روزانه نمک عناصر

پلازما و شیر گزارش شده است (۶۳). نتایج ما با یافته‌های برخی محققین همخوانی داشت که گزارش کردند مکمل سازی روی در میش‌ها، غلظت‌های روی شیر و پلازما را افزایش داد (۶۶، ۷۰). همچنین استفاده از بلوس‌های آهسته رهش حاوی روی، کبالت و سلیوم غلظت روی را در شیر میش‌ها افزایش داد (۳). غلظت سلیوم شیر نیز همبستگی مثبتی با غلظت سلیوم پلازما دارد (۳۷). افزایش غلظت سلیوم در شیر میش‌های مکمل شده با بلوس و تغذیه روزانه نمک عناصر در مطالعه حاضر، انتقال سلیوم از این منابع به شیر را نشان می‌دهد. مطابق با یافته‌های ما، برخی محققین گزارش کردند که غلظت‌های سلیوم در آغوز و شیر می‌تواند توسط مکمل سازی سلیوم غیرآلی در گوسفند (۵۰) و بزها (۶۹) افزایش یابد. همچنین در بررسی دیگر، غلظت سلیوم در پلازما و شیر میش‌های دریافت کننده بلوس حاوی عناصر روی، سلیوم و کبالت نسبت به گروه شاهد به صورت معنی داری بالاتر بود (۳).

مکمل سازی در هر دو شکل باعث افزایش مقدار روی در شیر شد ($p < 0.0001$) اما تفاوتی بین غلظت روی آغوز و شیر مشاهده نشد ($p = 0.2654$) (جدول ۳). غلظت سلیوم نیز در شیر هر دو گروه میش دریافت کننده مکمل به صورت معنی داری افزایش یافت ($p = 0.0028$). به علاوه، مقدار سلیوم در آغوز به صورت معنی داری نسبت به شیر بیشتر بود ($p < 0.0001$). غلظت سلیوم آغوز و شیر در گروه شاهد به ترتیب ۲۲/۸۸ و ۱۷/۰۲ میکروگرم در لیتر بود که تفاوت معنی داری با غلظت آن‌ها در گروه‌های تیماری بلوس (۳۴/۱۰ و ۲۷/۸۸) و تغذیه روزانه عناصر (۳۸/۱۳ و ۲۹/۱۳) داشت. همچنین غلظت روی آغوز و شیر در گروه شاهد به ترتیب ۴/۳۷ و ۴/۲۱ میلی گرم در لیتر بود که تفاوت معنی داری با غلظت آن‌ها در گروه‌های تیماری بلوس (۶/۸۰ و ۶/۳۹) و تغذیه روزانه عناصر (۶/۹۱ و ۶/۸۷) داشت. مکمل سازی روی و سلیوم بر مقدار مس و آهن شیر اثر معنی دار نداشت اما غلظت این دو عنصر در آغوز به صورت معنی دار بیشتر از شیر بود (جدول ۳). همبستگی‌های معنی داری بین غلظت روی

جدول ۳- غلظت عناصر روی، سلیوم، مس و آهن در شیر و آغوز در تیمارهای مختلف^۱
Table 3. Concentration of zinc, selenium, copper and iron elements in colostrum and milk in different treatments^۱

| تیمار ^۲ | روی (میلی گرم در لیتر) | سلیوم (میکروگرم در لیتر) | مس (میلی گرم در لیتر) | آهن (میلی گرم در لیتر) |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| شاهد | ۴/۲۹ ^b | ۱۹/۹۵ ^b | ۰/۳۸ | ۰/۶۱ |
| بلوس | ۶/۶۰ ^a | ۳۰/۹۹ ^a | ۰/۳۸ | ۰/۶۱ |
| تغذیه روزانه | ۶/۸۹ ^a | ۳۳/۶۳ ^a | ۰/۳۷ | ۰/۶۱ |
| خطای معیار میانگین | ۰/۱۵۳۲ | ۲/۵۲۴۵ | ۰/۰۳۳۹ | ۰/۰۱۱۰ |
| روز | | | | |
| زایش (آغوز) | ۶/۰۳ | ۳۱/۷۰ ^a | ۰/۴۲ ^a | ۰/۷۳ ^a |
| روز ۱۵ | ۵/۸۳ | ۲۴/۶۸ ^b | ۰/۳۳ ^b | ۰/۵۰ ^b |
| خطای معیار میانگین | ۰/۱۱۷۴ | ۱/۵۴۰۷ | ۰/۰۲۲۹ | ۰/۰۱۱۰ |
| سطح معنی داری | | | | |
| تیمار | <۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۲۸ | ۰/۹۵۷۳ | ۰/۹۳۶۰ |
| روز | ۰/۲۶۵۴ | <۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۱۷۷ | <۰/۰۰۰۱ |
| تیمار×روز | ۰/۶۸۴۱ | ۰/۵۳۸۸ | ۰/۷۶۰۹ | ۰/۹۷۸۴ |

۱. حروف متفاوت داخل یک ستون، تفاوت آماری معنی دار را نشان می‌دهد ($p < 0.05$).
۲. تیمارها: (۱) شاهد (۲) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلیوم در روز به صورت بلوس آهسته رهش روی و سلیوم (۳) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلیوم به صورت تغذیه روزانه نمک عناصر

غلظت عناصر کلسیم، فسفر، مس و آهن در خون بره‌ها تحت تأثیر تیمار قرار نگرفت (جدول ۴).

مقدار روی و سلنیوم پلاسما در بره‌های متولد شده از میش‌های هر دو گروه بلوس و تغذیه روزانه عناصر، نسبت به گروه شاهد بالاتر بود ($p=0.0129$ و $p=0.0053$) (جدول ۴).

جدول ۴- غلظت عناصر معدنی در خون بره‌ها در تیمارهای مختلف^۱

Table 4. Concentration of mineral elements in blood of lambs in different treatments¹

| سطح معنی‌داری | | | خطای معیار میانگین | | تیمار ^۲ | | شاهد |
|---------------|--------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|
| تولد | جنس | تیمار | میانگین | تغذیه روزانه | بلوس | تغذیه روزانه | |
| ۰/۰۹۴۷ | ۰/۶۳۶۳ | ۰/۰۱۲۹ | ۰/۱۱۷۰ | ۱/۰۵ ^a | ۱/۰۷ ^a | ۰/۸۳ ^{ab} | روی (میلی گرم در لیتر) |
| ۰/۵۱۹۹ | ۰/۵۱۳۸ | ۰/۰۰۵۳ | ۳/۶۰۵۳ | ۸۵/۸۷ ^a | ۸۴/۲۶ ^a | ۶۸/۷۰ ^b | سلنیوم (میکروگرم در لیتر) |
| ۰/۷۹۲۶ | ۰/۷۹۴۱ | ۰/۱۲۵۸ | ۰/۲۲۶۳ | ۹/۸۴ | ۹/۹۰ | ۱۰/۴۵ | کلسیم (میلی گرم در دسی لیتر) |
| ۰/۱۱۱۰ | ۰/۴۱۵۶ | ۰/۴۰۶۸ | ۰/۱۴۱۰ | ۷/۷۱ | ۷/۴۳ | ۷/۴۸ | فسفر (میلی گرم در دسی لیتر) |
| ۰/۲۶۸۵ | ۰/۶۸۶۸ | ۰/۹۳۵۴ | ۰/۰۵۶۱ | ۰/۷۲ | ۰/۷۰ | ۰/۷۲ | مس (میلی گرم در لیتر) |
| ۰/۸۸۴۶ | ۰/۴۲۵۴ | ۰/۷۶۵۹ | ۰/۰۵۰۱ | ۱/۷۵ | ۱/۷۶ | ۱/۷۱ | آهن (میلی گرم در لیتر) |

۱. حروف متفاوت داخل یک ستون، تفاوت آماری معنی‌دار را نشان می‌دهد ($P<0.05$).

۲. تیمارها: (۱) شاهد (۲) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم در روز به صورت بلوس آهسته‌رهش روی و سلنیوم (۳) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم به صورت تغذیه روزانه نمک عناصر

سرم خون بره‌های آن‌ها در هنگام تولد و افزایش آهن در ۱، ۳ و ۴ هفتهگی آن‌ها شد (۳۲). در پژوهش دیگری، مکمل‌سازی مادری سلنیوم با سدیم سولیت و سلنومین در طی اواخر آبستنی در بزهای خلخالی، باعث افزایش مس و کاهش روی در سرم و آغوز بزها و افزایش آهن بزغاله‌ها شد (۲۵).

وزن بدن بره‌ها در روزهای ۲۰ و ۳۰ و میانگین افزایش وزن از ۲۱ تا ۳۰ روزگی در هر دو گروه بره‌هایی که مادرانشان عناصر روی و سلنیوم دریافت کرده بودند، در مقایسه با گروه شاهد به صورت معنی‌داری بیشتر بود ($p<0.05$) (جدول ۵). میانگین افزایش وزن از ۱۱ تا ۲۰ روزگی نیز در هر دو گروه دریافت‌کننده عناصر بالاتر بود اما فقط در روش تغذیه روزانه، تفاوت با گروه شاهد معنی‌دار بود ($p=0.0235$). علیرغم بالاتر بودن وزن بدن بره‌ها در روز تولد و ۱۰ روزگی و افزایش وزن از روز تولد تا ۱۰ روزگی در بره‌های حاصل از میش‌های دریافت‌کننده روی و سلنیوم، تفاوت آماری با گروه شاهد مشاهده نشد (جدول ۵).

سطح بالاتر روی و سلنیوم پلاسما بره‌ها در گروه‌های تیمار شده با بلوس و تغذیه روزانه عناصر در مطالعه حاضر، ممکن است یک انعکاس از غلظت بالاتر این عناصر در شیر باشد و نشان می‌دهد که سلنیوم از آغوز و شیر به صورت مؤثری به بره‌ها انتقال یافته است. مشابه با نتایج ما، تغذیه یک بلوس آهسته‌رهش سلنیوم، مس، روی، کبالت، فسفر، منگنز و ید در اواخر آبستنی (۶۰ روز قبل از زایش) به میش‌ها سطح روی و سلنیوم را در سرم بره‌های متولد شده از این حیوانات در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد (۲). در مطالعه‌ای مکمل‌سازی طولانی‌مدت سدیم سولیت در بزها باعث افزایش معنی‌دار سلنیوم و فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز در بزغاله‌های آن‌ها در مقایسه با گروه شاهد شد (۳۹). در مطالعه دیگری، در بره‌های حاصل از میش‌های آبستن تغذیه شده با سلنیوم اضافی، غلظت‌های بالاتر سلنیوم در خون و کبد و فعالیت بالاتر گلوکاتایون پراکسیداز در سن ۱۲ ساعت گزارش شد (۵۰). بر خلاف نتایج این پژوهش، تزریق سلنیوم و ویتامین E به میش‌های آبستن باعث کاهش غلظت آهن در

جدول ۵- عملکرد رشد بره‌ها تا سن ۳۰ روزگی در تیمارهای مختلف^۱

Table 5. Growth performance of lambs until 30 days of age in different treatments¹

| سطح معنی‌داری | | | خطای معیار | | تیمار ^۲ | | شاهد | فاکتور |
|---------------|--------|---------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|--|--------|
| تولد | جنس | تیمار | میانگین | تغذیه روزانه | بلوس | تغذیه روزانه | | |
| ۰/۱۶۶۴ | ۰/۷۰۲۷ | ۰/۲۳۴۱ | ۰/۱۲۳۳ | ۴/۵۳ | ۴/۳۵ | ۴/۲۰ | وزن تولد (کیلوگرم) | |
| ۰/۴۱۴۶ | ۰/۵۸۶۸ | ۰/۰۷۸۵ | ۹/۸۹۰۰ | ۳۳۷/۵۴ | ۳۴۶/۷۱ | ۳۱۳/۸۷ | افزایش وزن روزانه ۱ تا ۱۰ روزگی (گرم) | |
| ۰/۵۳۵۰ | ۰/۵۴۸۴ | ۰/۰۶۷۱ | ۰/۱۷۰۹ | ۶/۹۱ | ۶/۸۲ | ۶/۳۴ | وزن ۱۰ روزگی (کیلوگرم) | |
| ۰/۲۳۳۹ | ۰/۶۴۱۳ | ۰/۰۲۳۵ | ۱۳/۳۴۲۷ | ۱۹۳/۰۸ ^a | ۱۵۸/۱۸ ^{ab} | ۱۳۴/۰۵ ^b | افزایش وزن روزانه ۱۱ تا ۲۰ روزگی (گرم) | |
| ۰/۰۴۵۰ | ۰/۱۷۶۹ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۱۴۹۵ | ۸/۷۵ ^a | ۸/۳۸ ^a | ۷/۶۶ ^b | وزن ۲۰ روزگی (کیلوگرم) | |
| ۰/۸۹۱۳ | ۰/۵۶۳۱ | ۰/۰۰۲۸ | ۴/۹۹۶۲ | ۱۹۴/۸۴ ^a | ۱۸۸/۵۸ ^a | ۱۶۷/۲۰ ^b | افزایش وزن روزانه ۲۱ تا ۳۰ روزگی (گرم) | |
| ۰/۰۴۷۳ | ۰/۱۳۶۳ | <۰/۰۰۰۱ | ۰/۱۵۴۵ | ۱۰/۷۰ ^a | ۱۰/۲۷ ^a | ۹/۳۳ ^b | وزن ۳۰ روزگی (کیلوگرم) | |

۱. حروف متفاوت داخل یک ستون، تفاوت آماری معنی‌دار را نشان می‌دهد ($P<0.05$).

۲. تیمارها: (۱) شاهد (۲) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم در روز به صورت بلوس آهسته‌رهش روی و سلنیوم (۳) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم به صورت تغذیه روزانه نمک عناصر

رشد شبه انسولین نوع ۱ (IGF-I) نیز اثرگذار است (۳۶). همچنین روی می‌تواند هورمون‌های تیروئیدی، که نقش مهمی در رشد و نمو بدن دارند، را تحت‌تأثیر قرار دهد به طوری که کمبود روی با کاهش کارایی گیرنده‌های تری‌یدوتیرونین همراه است و منجر به کاهش تأثیر هورمون‌های تیروئیدی می‌شود (۱۹). بنابراین، کاهش وزن

مشخص شده است که کمبود روی، مقادیر هورمون‌های کوله‌سیستوکینین و لپتین، که به عنوان سیگنال‌های سیری عمل می‌کنند، را افزایش می‌دهد (۳۴، ۱۰). به همین دلیل، یکی از نشانه‌های متداول کمبود روی، کاهش اشتها و مصرف اختیاری خوراک می‌باشد (۳۵). عنصر روی در تولید و ترشح هورمون‌های مؤثر در رشد بدن مانند هورمون رشد و عامل

تحت تأثیر مکمل سازی با عناصر روی و سلیوم قرار نگرفتند، تعداد لنفوسیت ها و گرانولوسیت ها در هر دو روش مکمل سازی از لحاظ عددی نسبت به گروه شاهد بزرگتر بودند (جدول ۶). ۸۰ درصد رشد جنین در دو ماه آخر آبستنی رخ می دهد و بنابراین تقاضا برای انرژی و اکسیژن به شدت افزایش می یابد. گلبول های قرمز در انتقال اکسیژن و دی اکسید کربن در بدن درگیر هستند، بنابراین کاهش تعداد آن ها باعث کاهش سطح اکسیژن حمل شده به بافت ها و کاهش بازگشت دی اکسید کربن به ریه ها در میش ها می شود. با توجه به این که در مطالعه ما هم تعداد گلبول قرمز و هم غلظت هموگلوبین در گروه شاهد نسبت به سایر گروه ها کمتر بود، بنابراین کاهش در مقدار هموگلوبین ممکن است به علت افزایش نرخ توزیع یا کاهش در نرخ تشکیل گلبول قرمز باشد (۵۵). مشابه با نتایج این پژوهش، در مطالعه ای در رت های با کمبود روی، هموگلوبین و تعداد کل گلبول قرمز کاهش یافت (۱۴). در مطالعه دیگری، در برهه های مکمل شده با مخمر غنی از سلیوم، تعداد گلبول قرمز بالاتری نسبت به گروه شاهد گزارش شد (۱۸). همچنین تغذیه بلوس آهسته رهش سلیوم در میش های آبستن تأثیری بر مقدار هموگلوبین در برهه های متولد شده از آن ها نداشت اما به صورت معنی داری تعداد گلبول های قرمز را افزایش داد (۷۱). در مطالعه ای بر روی گوسفند، تفاوتی در هماتوکریت و تعداد گلبول های قرمز در گروه های دریافت کننده سدیم سلیت و نانوذرات سلیوم در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد (۵۱). در مطالعه دیگری، افزودن سدیم سلیت و مخمر سلیومی به جیره برهه ها، بر مقادیر هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول های سفید اثری نداشت (۴). افزایش تعداد گلبول های قرمز و در نتیجه هموگلوبین در گروه های دریافت کننده روی و سلیوم در مطالعه حاضر، می تواند مربوط به نقش این عناصر در سنتز و حفاظت گلبول های قرمز و هموگلوبین از آسیب اکسیداتیو باشد (۵۵، ۳۲).

در حیوانات با کمبود روی، می تواند یک نتیجه مستقیم از کمبود روی به خودی خود، یک اثر غیرمستقیم مرتبط با کاهش مصرف خوراک یا ترکیبی از هر دو باشد. بهبود رشد برهه های حاصل از میش های مکمل شده با عناصر روی و سلیوم در این تحقیق، با سطح بالاتر روی و سلیوم در شیر مصرف شده توسط این برهه ها و در نتیجه افزایش این عناصر در پلاسما، خون آن ها قابل توجیه است. مشابه با نتایج این مطالعه، استفاده از بلوس آهسته رهش سلیوم، مس، روی، کبالت، فسفر، منگنز و ید در اواخر آبستنی میش (۶۰ روز قبل از زایش) باعث افزایش معنی دار وزن برهه ها در ۳۰ روزگی نسبت به گروه شاهد شد و تفاوتی در وزن تولد آن ها مشاهده نشد (۲). مطالعه دیگری نشان داد که مکمل سازی مادری روی، سلیوم و کبالت به صورت بلوس شکمبه ای آهسته رهش در اواخر آبستنی به افزایش وزن تولد و از شیرگیری و میانگین افزایش روزانه وزن برهه ها منتج شد (۳). همچنین گزارش شد که مکمل سازی سطوح مختلف روی (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک) وزن از شیرگیری و افزایش وزن روزانه برهه های متولد شده از میش های مکمل شده را افزایش داد ولی تأثیر معنی داری بر وزن تولد نداشت (۴۱). در مطالعه دیگری، میانگین وزن از شیرگیری برهه ها و متوسط افزایش روزانه وزن برهه ها در حیوانات دریافت کننده بلوس آهسته رهش سلیوم و سلیوم به علاوه ید در مقایسه با تیمار شاهد به صورت معنی داری بالاتر بود (۷۱). اما در مطالعه احسانی و همکاران (۱۳)، استفاده از قرص آهسته رهش و کپسول مواد معدنی در بزها اثر معنی داری بر وزن تولد و از شیرگیری بزغاله های آن ها نداشت.

مقدار هموگلوبین در هر دو گروه دریافت کننده عناصر روی و سلیوم (بلوس و تغذیه روزانه عناصر) به صورت معنی داری نسبت به گروه شاهد بالاتر بود ($p=0.0217$). همچنین تعداد گلبول های قرمز خون تحت تأثیر مکمل سازی در هر دو روش به صورت معنی داری افزایش یافت ($p=0.0073$) (جدول ۶). اگرچه پارامترهای مربوط به سیستم ایمنی از لحاظ آماری

جدول ۶- پارامترهای هماتولوژی در میش در تیمارهای مختلف^۱

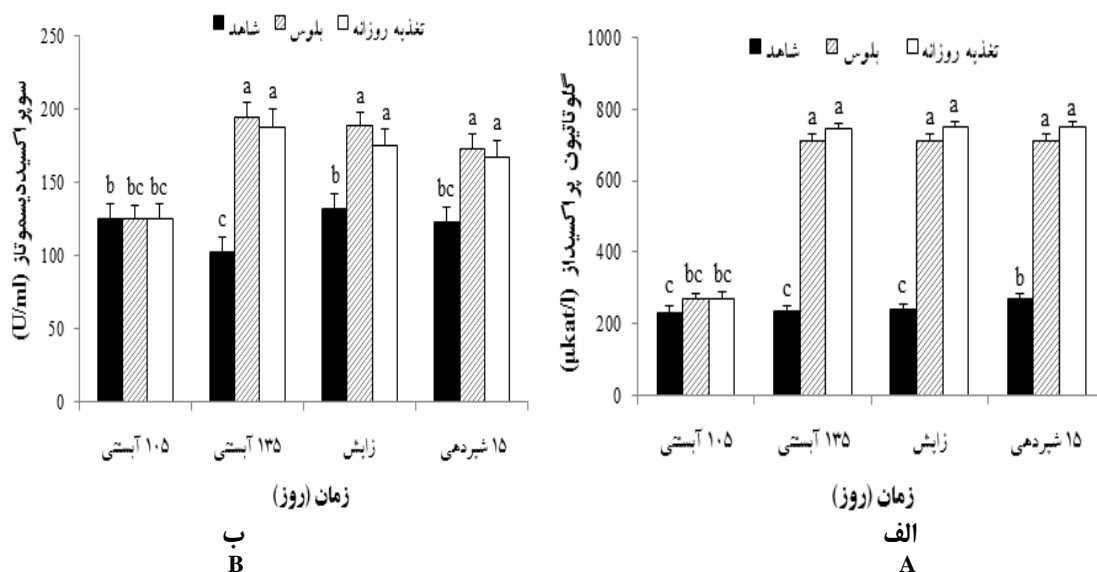
| شاهد | بلوس | تغذیه روزانه | خطای معیار میانگین | سطح معنی داری |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| RBC (در ۱۰ ^{۱۲} لیتر) | ۱۲/۳۴ ^a | ۱۳/۵۷ ^a | ۰/۳۱۱۹ | ۰/۰۰۷۳ |
| WBC (در ۱۰ ^۹ لیتر) | ۷/۵۹ | ۸/۶۷ | ۰/۶۳۶۱ | ۰/۵۳۲۰ |
| HGB (گرم در دسی لیتر) ^۵ | ۱۱/۳۶ ^b | ۱۲/۱۵ ^a | ۰/۲۲۶۴ | ۰/۰۲۱۷ |
| HCT (درصد) ^۶ | ۳۵/۶۰ | ۳۵/۵۷ | ۱/۴۲۶۸ | ۰/۹۶۳۸ |
| MCV (فمتولیتر) ^۷ | ۲۹/۰۹ | ۲۹/۵۵ | ۰/۶۰۵۹ | ۰/۴۱۵۸ |
| MCH (پیکوگرم) ^۸ | ۹/۲۷ | ۹/۲۷ | ۰/۱۴۴۴ | ۰/۲۲۰۳ |
| MCHC (گرم در دسی لیتر) ^۹ | ۳۱/۹۹ | ۳۱/۴۷ | ۰/۲۶۹۹ | ۰/۴۴۵۹ |
| MPV (فمتولیتر) ^{۱۰} | ۵/۲۰ | ۵/۰۵ | ۰/۱۴۹۵ | ۰/۷۸۲۴ |
| RDW-CV (درصد) ^{۱۱} | ۲۴/۰۰ | ۲۳/۶۲ | ۰/۳۲۰۰ | ۰/۱۹۰۵ |
| RDW-SD (فمتولیتر) ^{۱۲} | ۲۱/۲۵ | ۲۱/۶۲ | ۰/۵۰۶۳ | ۰/۵۴۰۶ |
| PLT (در ۱۰ ^۹ لیتر) ^{۱۳} | ۴۵۴/۸۷ | ۴۷۸/۵۰ | ۲۸/۷۳۵۴ | ۰/۴۱۷۳ |
| LYM (در ۱۰ ^۹ لیتر) ^{۱۴} | ۳/۰۴ | ۳/۶۷ | ۰/۲۸۱۴ | ۰/۳۳۶۹ |
| LYM (درصد) ^{۱۵} | ۴۷/۳۶ | ۴۹/۶۲ | ۱/۸۹۰۱ | ۰/۶۶۳۰ |
| GRAN (در ۱۰ ^۹ لیتر) ^{۱۶} | ۳/۳۴ | ۳/۵۰ | ۰/۳۲۸۰ | ۰/۹۴۳۲ |
| GRA (درصد) ^{۱۷} | ۴۴/۳۶ | ۴۶/۹۷ | ۱/۶۷۴۵ | ۰/۵۲۶۰ |
| MONO (در ۱۰ ^۹ لیتر) ^{۱۸} | ۰/۷۰ | ۰/۷۳ | ۰/۰۵۳۱ | ۰/۹۴۲۸ |
| MON (درصد) ^{۱۹} | ۷/۸۷ | ۷/۹۰ | ۰/۳۶۴۴ | ۰/۷۲۵۲ |

۱. حروف متفاوت داخل یک ستون، تفاوت آماری معنی دار را نشان می دهد ($p<0.05$). ۲. تیمارها: (۱) شاهد (۲) ۲۰ میلی گرم روی و ۲۰ میلی گرم سلیوم در روز به صورت بلوس آهسته رهش روی و سلیوم (۳) ۲۰ میلی گرم روی و ۲۰ میلی گرم سلیوم به صورت تغذیه روزانه نمک عناصر ۳. گلبول قرمز خون، ۴. گلبول سفید خون، ۵. هموگلوبین، ۶. هماتوکریت، ۷. حجم متوسط گلبول های قرمز، ۸. میانگین میزان هموگلوبین در گلبول های قرمز، ۹. میزان هموگلوبین در حجم مشخصی از گلبول های قرمز، ۱۰. حجم متوسط پلاکتی، ۱۱. ضریب تغییرات پراکندگی حجم گلبول قرمز، ۱۲. انحراف معیار پراکندگی حجم گلبول قرمز، ۱۳. مقدار پلاکت خون، ۱۴. تعداد لنفوسیت، ۱۵. درصد لنفوسیت، ۱۶. تعداد گرانولوسیت، ۱۷. درصد گرانولوسیت، ۱۸. تعداد مونوسیت، ۱۹. درصد مونوسیت

سیستم ایمنی و تغییرات گلبول‌های سفید به نوع حیوان، تفاوت‌های فردی، تغذیه، درجه درگیری حیوان و حضور استرس وابسته است، بنابراین احتمالاً عدم تأثیر مکمل‌سازی روی و سلنیوم بر سیستم ایمنی در مطالعه حاضر به این تفاوت‌ها مربوط می‌باشد.

شکل ۲ (الف و ب) به ترتیب فعالیت آنزیم‌های گلوکاتاتیون پراکسیداز (GPx) و سوپراکسیددیسموتاز (SOD) گلبول قرمز خون میش‌ها را در روزهای آزمایش نشان می‌دهد. مکمل‌سازی روی و سلنیوم در هر دو روش بلوس و تغذیه روزانه، فعالیت آنزیم‌های GPx و SOD را در میش‌ها در همه روزها نسبت به گروه شاهد به صورت معنی‌داری افزایش داد ($p < 0.05$). مقادیر آنزیم‌های GPx و SOD در بره‌ها در جدول ۷ لیست شده است. فعالیت آنزیم GPx در هر دو گروه بره‌های متولد شده از میش‌هایی که بلوس دریافت کرده بودند و یا به صورت روزانه با عناصر روی و سلنیوم تغذیه شده بودند، نسبت به بره‌های گروه شاهد به صورت معنی‌داری بالاتر بود ($p < 0.001$). فعالیت آنزیم SOD نیز در این بره‌ها بالاتر بود اما تفاوت آن با گروه شاهد معنی‌دار نبود ($p = 0.7569$).

سلول‌های ایمنی، برای کشتن پاتوژن‌ها، رادیکال‌های آزاد تولید می‌کنند (۶۲). مشخص شده است که روی علاوه بر نقش در آنزیم روی-مس سوپراکسیددیسموتاز، که وظیفه حفاظت سلول‌ها در برابر رادیکال‌های مضر سوپراکسید را دارد، در تمایز و تقسیم گلبول‌های سفید به ویژه لنفوسیت‌ها مؤثر است (۶۴). عنصر روی عملکرد ایمنی و دفاعی بدن را با افزایش تولید تیمولین (هورمون تیموسی) و عملکرد گلبول‌های سفید بهبود می‌دهد (۶۰). همچنین روی به واسطه تحریک سنتز متالوتیونین، قادر به کاهش اثرات مخرب فلزات سمی مانند کادمیوم بر سیستم آنتی‌اکسیدانی نیز می‌باشد (۵۹). کمبود سلنیوم موجب کاهش مقدار ایمینوگلوبولین‌های G خون، اختلال در فعالیت و چرخه زندگی نوتروفیل‌ها، ماکروفاژها، لنفوسیت‌ها و اینترلوکین‌های نوع ۱ و ۲ می‌شود که می‌تواند به علت کاهش فعالیت گلوکاتاتیون پراکسیداز باشد (۶۴۹). در کمبود سلنیوم متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی نیز مختل می‌شود. کم‌کاری تیروئید اثرات مضر بر عملکرد ایمنی دارد، به طوری که توانایی نوتروفیل‌ها برای پاسخ به ارگانیسم‌های خارجی را مختل می‌کند (۶). در مطالعاتی افزایش پاسخ ایمنی در حیوانات تغذیه شده با روی و یا سلنیوم گزارش شده است (۷۱، ۲۶، ۱۴). با توجه به این که پاسخ



شکل ۲- فعالیت آنزیم‌های گلوکاتاتیون پراکسیداز (GPx) (الف) و سوپراکسیددیسموتاز (SOD) (ب) میش‌ها در گروه‌های مختلف

Figure 2. Activities of GPx (A) and SOD (B) enzymes of ewes in different groups

a-c حروف مختلف، نشان دهنده تفاوت آماری بین تیمارها و روزها می‌باشد ($p < 0.05$).

تیمارها: (۱) شاهد (۲) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم در روز به صورت بلوس آهسته‌رهش روی و سلنیوم (۳) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم به صورت تغذیه روزانه نمک عناصر

جدول ۷- فعالیت آنزیم‌های گلوکاتاتیون پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز بره‌ها در گروه‌های مختلف

Table 7. GPx and SOD enzymes activity of lambs in different groups

| سطح معنی‌داری | | | تیمار ^۱ | | | |
|---------------|--------|----------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| تولد | جنس | تیمار | خطای معیار میانگین | تغذیه روزانه | بلوس | شاهد |
| ۰/۶۹۸۱ | ۰/۸۶۴۵ | < ۰/۰۰۰۱ | ۱۶/۳۱۲۰ | ۶۰۰/۷۸ ^a | ۵۶۷/۷۸ ^a | ۲۳۲/۵۷ ^b |
| ۰/۴۳۴۱ | ۰/۱۵۴۲ | ۰/۷۵۶۹ | ۱۷/۵۵۴۷ | ۱۹۶/۶۲ | ۱۸۴/۷۴ | ۱۷۶/۶۲ |

۱. حروف متفاوت داخل یک ستون، تفاوت آماری معنی‌دار را نشان می‌دهد ($p < 0.05$).

۲. تیمارها: (۱) شاهد (۲) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم در روز به صورت بلوس آهسته‌رهش روی و سلنیوم (۳) ۲۰ میلی گرم روی و ۰/۲ میلی گرم سلنیوم به صورت تغذیه روزانه نمک عناصر

مطالعه ناگالاکشمی (۴۳)، مکمل سازی ۱۵ میلی گرم روی در کیلوگرم جیره در بره ها فعالیت آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز را در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد.

نتایج این مطالعه نشان داد که مکمل سازی پیش و پس از زایش عناصر روی و سلیوم، باعث بهبود غلظت عناصر روی و سلیوم در پلاسمای میش و بره و در آغوز و شیر، بهبود آنزیم های آنتی اکسیدانی گلوتاتیون پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز و وزن بدن بره ها شد. به صورت کلی تفاوتی بین روش بلوس و روش تغذیه عناصر به صورت روزانه مشاهده نشد. بنابراین به کار بردن بلوس ها در گله هایی مانند گله های عشایری که امکان تغذیه دستی در آن ها وجود ندارد، به سبب سهولت استفاده از آن ها نسبت به مکمل سازی روزانه خوراک با عناصر کم مصرف، با اطمینان بیشتری توصیه می شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از دانشگاه بوعلی سینا به سبب فراهم ساختن امکانات تحقیق، قدردانی می شود.

روی و سلیوم، به ترتیب اجزای اصلی آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز هستند. این آنزیم ها یک نقش مهم در دفاع آنتی اکسیدانی ایفا می کنند. در طی آبستنی و شیردهی، افزایش شدید در احتیاجات انرژی و اکسیژن با تولید زیاد گونه های فعال اکسیژن (ROS) همراه است. SOD اولین خط دفاعی در مقابل ROS است و در خنثی سازی رادیکال سوپراکسید فعال می باشد. هیدروژن پراکسید تولید شده در این واکنش در حضور کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز به آب تبدیل می شود (۲۱). مشابه با نتایج ما، علی عربی و همکاران (۳) گزارش کردند که در میش های دریافت کننده بلوس آهسته رهش روی، سلیوم و کبالت و همچنین در بره های آن ها فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز افزایش یافت. در مطالعه دیگری، بره های دریافت کننده یک پلت آهسته رهش حاوی روی، سلیوم و کبالت فعالیت بالاتر GPx نسبت به گروه شاهد داشتند (۲۹). زرواس (۷۲) گزارش کرد که تغذیه یک بلوس آهسته رهش (حاوی مس، کبالت و سلیوم) به میش ها ۳ ماه قبل زایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز را تا ۳ ماه بعد از بره زایی افزایش داد. در

منابع

1. Abd El-Ghany, H., A. López-Arellano, R. Revilla-Vázquez, A. Ramírez-Briebesca and E. Tórtora-Pérez. 2007. Interrelationship between fetal and maternal selenium concentrations in small ruminants. *Small Ruminant*, 73: 174-180.
2. Abdelrahman, M.M., R.S. Aljumaah and R.U. Khan. 2017. Effects of prepartum sustained-release trace elements ruminal bolus on performance, colostrum composition and blood metabolites in Najdi ewes. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(10): 9675-9680.
3. Aliarabi, H., A. Fadayifar, R. Alimohamady and A.H. Dezfoulan. 2019. The effect of maternal supplementation of zinc, selenium and cobalt as slow-release ruminal bolus in late pregnancy on some blood metabolites and performance of ewes and their Lambs. *Biological Trace Element Research*, 187(2): 403-410.
4. Alimohamady, R., H. Aliarabi, A. Bahari and A.H. Dezfoulan. 2013. Influence of different amounts and sources of selenium supplementation on performance, some blood parameters, and nutrient digestibility in lambs. *Biological Trace Element Research*, 154(1): 45-54.
5. Alloway, B.J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition.
6. Arthur, J.R., R.C. McKenzie and G.J. Beckett. 2003. Selenium in the immune system. *The Journal of Nutrition*, 133(5): 1457S-1459S.
7. Asadi, M., A. Toghdory and T. Ghoorchi. 2018. Effect of oral administration and injection of selenium and vitamin E on performance, blood metabolites and digestibility of nutrients in suckling Dalagh lambs. *Research on Animal Production*, 9(20): 79-87 (In Persian).
8. Bedwal, R. and A. Bahuguna. 1994. zinc, copper and selenium in reproduction. *Experientia*, 50(7): 626-640.
9. Chalabis-Mazurek, A. and G. Walkuska. 2014. Effect of different forms of selenium on trace elements in the blood serum and liver tissue of lambs. *Journal of Elementology*, 19(1).
10. Cousins, R.J. 1998. A role of zinc in the regulation of gene expression. *Proceedings of the Nutrition Society*, 57(2): 307-311.
11. Cymru, H.C. 2011. Meat promotion wales. Reducing methane emissions through improved lamb production. Tŷ Rheidol, UK.
12. Davis, P., L. McDowell, N. Wilkinson, C. Buergelt, R. Van Alstyne, R. Weldon and T. Marshall. 2006. Effects of selenium levels in ewe diets on selenium in milk and the plasma and tissue selenium concentrations of lambs. *Small Ruminant Research*, 65(1-2): 14-23.
13. Ehsani, M., M.M. Sharifi Hosseini, H. Sadeghipanah, O. Dayani and M. Asadi Foozi. 2017. The effect of slow-release mineral supplements and eCG injection on twinning, birth weight and weaning weight to fluffy Raeini goats. *Research on Animal Production*, 8(15): 76-83 (In Persian).
14. El Hendy, H.A., M.I. Yousef and N.I.A. El-Naga. 2001. Effect of dietary zinc deficiency on hematological and biochemical parameters and concentrations of zinc, copper, and iron in growing rats. *Toxicology*, 167(2): 163-170.
15. Enjalbert, F. 2009. The relationship between trace elements status and health in calves. *Revue de Medecine Veterinaire*, 160: 429-435.

16. Erdoğan, S., F. Karadaş, A. Yılmaz and S. Karaca. 2017. The effect of organic selenium in feeding of ewes in late pregnancy on selenium transfer to progeny. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(2): 147-155.
17. Fadayifar, A. and H. Aliarabi. 2013. Slow-release bolus (trace mineral) for ruminants. Iranian Patent, 79633 (In persian).
18. Faixova, Z., Š. Faix, L. Leng, P. Vaczi, Z. Makova and R. Szaboova. 2007. Haematological, blood and rumen chemistry changes in lambs following supplementation with Se-yeast. *Acta Veterinaria Brno*, 76(1): 3-8.
19. Freake, H.C., K.E. Govoni, K. Guda, C. Huang and S.A. Zinn. 2001. Actions and interactions of thyroid hormone and zinc status in growing rats. *The Journal of Nutrition*, 131(4): 1135-1141.
20. Garg, A., V. Mudgal and R. Dass. 2008. Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization and mineral profile in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 144(1-2): 82-96.
21. Gonzales, R., C. Auclair, E. Voisin, H. Gautero, D. Dhermy and P. Boivin. 1984. Superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase in red blood cells from patients with malignant diseases. *Cancer Research*, 44(9): 4137-4139.
22. Gorecka, R., M. Kleczkowski, W. Klucinski, R. Kasztelan and E. Sitarska. 2002. Changes in antioxidant components in blood of mares during pregnancy and after foaling. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, 46(2): 301-306.
23. Hanan, Z., N. Ibrahim, G. Donia, F. Younis and Y. Shaker. 2014. Scrutinizing of trace elements and antioxidant enzymes changes in Barki ewes fed salt-tolerant plants under South Sinai conditions. *Journal of American Science*, 10(2): 54-62.
24. Hostetler, C.E., R.L. Kincaid and M.A. Mirando. 2003. The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. *The Veterinary Journal*, 166(2): 125-139.
25. Kachuee, R., H. Abdi-Benemar, Y. Mansoori, P. Sánchez-Aparicio, J. Seifdavati, M.M. Elghandour, R.J. Guillén and A.Z. Salem. 2019. Effects of sodium selenite, L-selenomethionine, and selenium nanoparticles during late pregnancy on selenium, zinc, copper, and iron concentrations in Khalkhali Goats and their kids. *Biological Trace Element Research*, 191(2): 389-402.
26. Kachuee, R., M. Moeini and M. Souiri. 2014. Effects of organic and inorganic selenium supplementation during late pregnancy on colostrum and serum Se status, performance and passive immunity in Merghoz goats. *Animal Production Science*, 54(8): 1016-1022.
27. Kendall, N., D. Jackson, A. Mackenzie, D. Illingworth, I. Gill and S. Telfer. 2001. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on the trace element status of extensively grazed sheep over winter. *Animal Science*, 73(1): 163-169.
28. Kendall, N., A. Mackenzie and S. Telfer. 1997. Effect a soluble cobalt, selenium and zinc glass bolus on humoral immune response and trace elements status in lambs. In: *Trace Element in Men and Animals-9: Proc. Ninth Int. Symp. Trace Elements in Man and Animals*. NRC Research Press, Ottawa Canada, 442-444.
29. Kendall, N., A. Mackenzie and S. Telfer. 2012. The trace element and humoral immune response of lambs administered a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus. *Livestock Science*, 148(1-2): 81-86.
30. Kincaid, R. 2008. Changes in the concentration of minerals in blood of peripartum cows. In: *Mid-South Ruminant Nutrition Conference*, 1-8.
31. Kojouri, G. and A. Shirazi. 2007. Serum concentrations of Cu, Zn, Fe, Mo and Co in newborn lambs following systemic administration of Vitamin E and selenium to the pregnant ewes. *Small Ruminant Research*, 70(2-3): 136-139.
32. Kraus, A., H.P. Roth and M. Kirchgessner. 1997. Supplementation with vitamin C, vitamin E or β -carotene influences osmotic fragility and oxidative damage of erythrocytes of zinc-deficient rats. *The Journal of Nutrition*, 127(7): 1290-1296.
33. Kumar, N., A. Garg, R. Dass, V. Chaturvedi, V. Mudgal and V. Varshney. 2009. Selenium supplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 153(1-2): 77-87.
34. Kwun, I.S., Y.E. Cho, R.A.R. Lomeda, S.T. Kwon, Y. Kim and J.H. Beattie. 2007. Marginal zinc deficiency in rats decreases leptin expression independently of food intake and corticotrophin-releasing hormone in relation to food intake. *British Journal of Nutrition*, 98(3): 485-489.
35. Levin, G., U. Cogan and S. Mokady. 1992. Food restriction and membrane fluidity. *Mechanisms of ageing and development*, 62(2): 137-141.
36. MacDonald, R.S. 2000. The role of zinc in growth and cell proliferation. *The Journal of Nutrition*, 130(5): 1500S-1508S.
37. Mannan, S. and M.F. Picciano. 1987. Influence of maternal selenium status on human milk selenium concentration and glutathione peroxidase activity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 46(1): 95-100.
38. Mistry, H.D. and P.J. Williams. 2011. The importance of antioxidant micronutrients in pregnancy. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*.

39. Misurova, L., L. Pavlata, A. Pechova and R. Dvorak. 2009. Effect of a long-term peroral supplementation with sodium selenite and selenium lactate-protein complex on selenium status in goats and their kids. *Veterinárni Medicína*, 54(7): 324-332.
40. Mohri, M., A. Ehsani, M. Norouzian, M.H. Bami and H.A. Seifi. 2011. Parenteral selenium and vitamin E supplementation to lambs: hematology, serum biochemistry, performance, and relationship with other trace elements. *Biological Trace Element Research*, 139(3): 308-316.
41. Monem, U.A. and K. El-Shahat. 2011. Effect of different dietary levels of inorganic zinc oxide on ovarian activities, reproductive performance of Egyptian Baladi ewes and growth of their lambs. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 14(2): 116-123.
42. Muth, O., J. Oldfield, L. Remmert and J. Schubert. 1958. Effects of selenium and vitamin E on white muscle disease. *Science*, 128(3331): 1090-1090.
43. Nagalakshmi, D., K. Dhanalakshmi and D. Himabindu. 2009. Effect of dose and source of supplemental zinc on immune response and oxidative enzymes in lambs. *Veterinary Research Communications*, 33(7): 631-644.
44. Nematpour, M., K. Rezaizadi, M. Ganj Khanlou and A. Towhidi. 2020. Effects of zinc sources on bioavailability, production performance, and digestibility in early lactation of Holstein dairy cows. *Research on Animal Production*, 66-73 (In Persian).
45. Olechnowicz, J., A. Tinkov, A. Skalny and J. Suliburska. 2018. Zinc status is associated with inflammation, oxidative stress, lipid, and glucose metabolism. *The Journal of Physiological Sciences*, 68(1): 19-31.
46. Overnes, G., K. Moksnes, A. Frøslie, J. Nørstebø and J. Flaas. 1985. The effect of different levels of selenium in mineral mixtures and salt licks on selenium status in sheep. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 26(3): 405-416.
47. Paglia, D.E. and W.N. Valentine. 1967. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 70(1): 158-169.
48. Pechova, A., L. Misurova, L. Pavlata and R. Dvorak. 2009. The influence of supplementation of different forms of zinc in goats on the zinc concentration in blood plasma and milk. *Biological Trace Element Research*, 132(1-3): 112-121.
49. Radostits, O., C.C. Gay, D.C. Blood and K.W. Hinchcliff. 2000. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. *Veterinary Medicine*, 9: 603-700.
50. Rock, M., R. Kincaid and G. Carstens. 2001. Effects of prenatal source and level of dietary selenium on passive immunity and thermometabolism of newborn lambs. *Small Ruminant Research*, 40(2): 129-138.
51. Sadeghian, S., G.A. Kojouri and A. Mohebbi. 2012. Nanoparticles of selenium as species with stronger physiological effects in sheep in comparison with sodium selenite. *Biological Trace Element Research*, 146(3): 302-308.
52. SAS, S. 2003. User's Guide: Statistics Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
53. Sattar, A., R. Mirza and S. Hussain. 2007. Effect of prepartum treatment of vitamin e-selenium on postpartum reproductive and productive performance of exotic cows and their calves under subtropical conditions. *Pakistan Veterinary Journal*, 27(3): 105.
54. Saxton, A. 1998. A macro for converting mean separation output to letter groupings in Proc Mixed. *Proceedings of the 23rd SAS Users Group International*, 22-25 Mar 1998, Nashville, 1243-1246.
55. Shakoori, A., F. Aziz, J. Alam and S. Ali. 1990. Toxic effects of Talstar, a new synthetic pyrethroid, on blood and liver of rabbit. *Pakistan Journal of Zoology*, 22(3): 289-300.
56. Shakoori, A.R., F. Aslam, M. Sabir and S.S. Ali. 1992. Effect of prolonged administration of insecticide (cyhalothrin/karate) on the blood and liver of rabbits. *Folia Biologica*, 40: 91-99.
57. Sordillo, L.M. 2013. Selenium-dependent regulation of oxidative stress and immunity in periparturient dairy cattle. *Veterinary Medicine International*.
58. SPEARS, J. 2011. Selenium deficiency and its prevention in grazing ruminants. *Salt and Trace Minerals*.
59. Spears, J.W. and W.P. Weiss. 2008. Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176(1): 70-76.
60. Stehbens, W.E. 2003. Oxidative stress, toxic hepatitis, and antioxidants with particular emphasis on zinc. *Experimental and Molecular Pathology*, 75(3): 265-276.
61. Suttle, N.F. 2010. Mineral nutrition of livestock. Cabi.
62. Tinggi, U. 2008. Selenium: its role as antioxidant in human health. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 13(2): 102.
63. Van Niekerk, F. and C. Van Niekerk. 1990. Concentrations of plasma copper and zinc and blood selenium in ewes and lambs of Merino, Dohne Merino and SA Mutton Merino sheep. *South African Journal of Animal Science*, 20(1): 21-26.
64. Wapnir, R. 1990. Zinc absorption and sufficiency as affected by protein and other nutrients. *Protein Nutrition and Mineral Absorption*, 7: 131-155.
65. Westerma, L. and F. Constabel. 1982. Plant tissue culture methods 2deev. Sasatoon: National Research Council of Canada, Prairie Regional Laboratory.

66. White, C., B. Chandler and D. Peter. 1991. Zinc supplementation of lactating ewes and weaned lambs grazing improved mediterranean pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 31(2): 183-189.
67. Yamini, B. and T. Mullaney. 1985. Vitamin E and selenium deficiency as a possible cause of abortion in food animals. In: *Proceedings of annual meeting-American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians (USA)*.
68. Zaboli, K., H. Aliarabi, A.A. Bahari and A.K.R. ABBAS. 2013. Role of dietary nano-zinc oxide on growth performance and blood levels of mineral: A study in Iranian Angora (Markhoz) goat kids. *Journal of Pharmaceutical and Health Sciences*, 2(1): 19-26.
69. Zachara, B., C. Wardak, W. Didkowski, A. Maciag and E. Marchaluk. 1993. Changes in blood selenium and glutathione concentrations and glutathione peroxidase activity in human pregnancy. *Gynecologic and Obstetric Investigation*, 35(1): 12-17.
70. Zali, A. and M. Ganjkanlou. 2009. Effect of zinc from zinc sulfate on trace mineral concentrations of milk in Varamini ewes. *African Journal of Biotechnology*, 8(22).
71. Zarbalizadeh-Saed, A., J. Seifdavati, H. Abdi-Benemar, A.Z. Salem, A. Barbabosa-Pliego, L.M. Camacho-Diaz, A. Fadayifar and R. Seyed-Sharifi. 2019. Effect of slow-release pellets of selenium and iodine on performance and some blood metabolites of pregnant Moghani ewes and their lambs. *Biological Trace Element Research*, 1-11.
72. Zervas, G. 1988. Treatment of dairy sheep with soluble glass boluses containing copper, cobalt and selenium. *Animal Feed Science and Technology*, 19(1-2): 79-83.

The Effect of Slow-Release Bolus of Zinc and Selenium or Daily Feeding of Salts of These Elements on the Performance of Pregnant Ewes and Their Lambs

Zahra Khorrami¹, Hassan Aliarabi², Abbas Farahavar³ and Amir Fadayifar⁴

1- Ph.D. Student, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University of Hamadan, Iran

2- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University of Hamadan, Iran

3- Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University of Hamadan, Iran

4- Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

Received: August 24, 2020

Accepted: January 30, 2021

Abstract

The aim of this study was to evaluate effect of zinc and selenium slow-release bolus and compared to daily feeding of these elements in late pregnancy and early lactation on performance of ewes and their lambs. In the breeding season, 21 non-pregnant ewes of Mehraban breed with an average weight of 55 ± 5.2 kg and a body score of 2.5-3 were estrus synchronized using sponge. At the time of sponge removal, all ewes received 400 international units of PMSG (pregnant mare serum gonadotropin) and then crossbred with Afshar-Brola rams. 45 days before the expected date of parturition date, pregnant ewes were assigned to one of these three groups: 1) control treatment, 2) treatment of 20 mg of zinc and 0.2 mg of selenium per day in the form of a slow release bolus, 3) treatment of 20 mg of zinc and 0.2 mg of selenium per day in the form of daily feeding of salt of these elements. Zinc and selenium supplementation in both methods increases plasma zinc and selenium concentrations and the activity of glutathione peroxidase and superoxide dismutase enzymes of ewes on all test days and increased zinc and selenium concentrations in colostrum and milk ($P < 0.05$). The amount of hemoglobin and the number of red blood cells in both groups of ewes receiving zinc and selenium were higher than the control group ($P < 0.05$). In both groups of ewes receiving zinc and selenium, plasma concentrations of these elements and glutathione peroxidase activity increased compared to control. Maternal supplementation of zinc and selenium in both methods increased the weight of 20 and 30 days and daily weight (21 to 30 days) of lambs. In general, zinc and selenium supplementation increased the plasma concentrations of these elements and the activity of antioxidant enzymes in ewes and their lambs and improved the growth performance of lambs. No differences were observed between the two methods of bolus and daily feeding. Therefore, boluses are recommended due to their ease of use.

Keywords: Bolus, Ewe, Lactation, Microelements, Pregnancy