

اثر سطوح مختلف سلنیوم به صورت بلوس آهسته رهش قبل از جفت گیری بر عملکرد و برخی فراسنجه های خونی میش های لری بختیاری

مروارید ایمانی^۱، حسن علی عربی^{۲*}، داریوش علیپور^۲ و امیر فدایی^۳

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۳. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۲)

چکیده

به منظور بررسی کارایی بلوس آهسته رهش حاوی سطوح مختلف سلنیوم بر عملکرد و برخی فراسنجه های خونی و شیر میش های لری بختیاری، آزمایش حاضر طراحی شد. به این منظور ۴۵ راس میش به سه گروه ۱۵ راسی تقسیم شدند. تیمارها شامل (۱) میش های شاهد (۲) میش های دریافت کننده ۰/۲ میلی گرم سلنیوم در روز و (۳) میش های دریافت کننده ۰/۴ میلی گرم سلنیوم در روز. در روز اول آزمایش تمامی میش ها سیدر گذاری شدند و به گروه های مختلف بلوس مورد نظر خوراندند. در طول دوره تغذیه میش ها به صورت چرای آزاد روی مرتع بود. نمونه گیری از خون تمامی میش ها در ۷۶ روز پس از قوچ اندازی (اواسط آبستنی) و ۳۰ روز پس از زایمان قبل از رفتن به مرتع صورت گرفت. نتایج نشان داد که وزن تولد، وزن دو ماهگی، افزایش وزن روزانه، تولید شیر، مقدار چربی، پروتئین، مواد جامد بدون چربی و میزان سلنیوم شیر در تیمارهای دریافت کننده سلنیوم نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود ($P < 0.05$). تولید شیر میش های دریافت کننده سطح ۰/۴ میلی گرم سلنیوم در روز نسبت به سطح ۰/۲ میلی گرم سلنیوم در روز بالاتر بود ($P < 0.05$). غلظت سلنیوم و تری یدوتیرونین سرم و فعالیت گلوکوتاتیون پراکسیداز خون میش های دریافت کننده سطوح مختلف سلنیوم نسبت به گروه شاهد بالاتر بود ($P < 0.05$). به طور کلی، هر دو سطح سلنیوم سبب بهبود عملکرد بره های متولد شده و برخی فراسنجه های خون و شیر میش ها شد، اما استفاده از سطح ۰/۴ میلی گرم سلنیوم در روز به خاطر تولید شیر بالاتر توصیه می شود.

واژه های کلیدی: بلوس آهسته رهش، تری یدوتیرونین، شیر، گلوکوتاتیون پراکسیداز.

Influence of different levels of selenium as a slow release bolus pre-mating on performance and some blood metabolites of Lori Bakhtiari ewes

Morvarid Imani¹, Hassan Aliarabi^{2*}, Daryoush Alipour² and Amir Fadayifar³

1, 2. Former M.Sc. Student and Associate Professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3. Assistant Professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

(Received: Nov. 6, 2019 - Accepted: Apr. 22, 2019)

ABSTRACT

The present experiment was designed to evaluate the efficiency of the slow-release bolus containing different selenium levels on performance and some blood and milk parameters of Lori Bakhtiari ewes. For this purpose, 45 ewes were divided into three groups (15 in each). Treatments were: 1) control ewes; 2) ewes receiving 0.2 milligrams of selenium per day; and 3) ewes receiving 0.4 mg selenium per day. On the first day of the experiment, all ewes received CIDR and the boluses were fed to the different groups on the same day. During the feeding period the ewes were grazed on the pasture. Blood samples collected from all ewes at 76 days post-mating (mid-gestation) and 30 days postpartum before going to rangeland. The results showed that birth weight, weight at two months of age, average daily gain, milk production, fat content, protein content, non-fat solids content in milk and milk selenium concentration were higher in the groups receiving selenium than the control ($P < 0.05$). Milk production of ewes receiving 0.4 mg selenium per day was higher than those of receiving 0.2 mg selenium per day ($P < 0.05$). Serum selenium and triiodothyronine concentration and blood glutathione peroxidase activity in ewes receiving different levels of selenium were higher than those of control ($P < 0.05$). Overall, both levels of selenium improved the performance of the lambs and some of the blood and milk parameters of the ewes, but the use of 0.40 mg Se/day due to higher milk production is recommended.

Keywords: Glutathione peroxidase, milk, slow-release boluses, triiodothyronine.

* Corresponding author E-mail: H_aliarabi@yahoo.com

مقدمه

آبستنی یک مرحله مهم از رشد و تمایز سلولی برای مادر و جنین است. همچنین، یک دوره مهم از نظر تغذیه‌ای به ویژه مواد مغذی نسبت به سایر مراحل زندگی است. ناکافی بودن، عدم تعادل و یا بیش از حد بودن مواد مغذی دریافتی موجب آثار منفی بر مراحل مختلف تولیدمثلی می‌شود. برخی از این آثار نامطلوب شامل تأخیر در بلوغ، کاهش تخمک‌گذاری، کاهش نرخ لقاح، آسیب جنین و رویان، طولانی شدن مرحله‌ی آنستروس بعد از زایمان، شیردهی ضعیف، مرگ و میر زیاد نوزادان و عملکرد ضعیف آنها می‌باشد (Gambling & McArdle, 2004). سلیوم یک عنصر کم‌مصرف در تغذیه دام می‌باشد و در تولید، باروری و ایمنی دام مؤثر است. آنزیم گلوکوتیون‌پراکسیداز اولین سلنوآنزیم شناخته شده است که در جلوگیری از تخریب اکسیداتیو غشاء سلولی مؤثر است. با این حال تاکنون بیش از ۳۰ سلنوآنزیم در دام شناخته شده است. بیماری عضله سفید اولین ناهنجاری شناخته شده مرتبط با کمبود سلیوم در دام می‌باشد که سبب مرگ نوزادان تازه متولدشده و آسیب به روند تولید، در دام‌های جوان و بالغ به‌ویژه در نشخوارکنندگان می‌شود. کمبود سلیوم فعالیت تولید مثلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به طوری که می‌تواند سبب استروس خاموش، مرگ زودرس جنینی، مرده‌زایی یا زایش نوزاد ضعیف و سقط جنین در دام‌های نشخوارکننده شود (Suttle, 2010). سلیوم برای ساخت هورمون‌های تیروئیدی و تبدیل تیروکسین (شکل غیرفعال) به تری‌یدوتیرونین (شکل فعال) نقش مهمی دارد. همچنین پاسخ ایمنی بهینه نیازمند به سلیوم می‌باشد. ارتباط مستقیمی نیز بین متابولیسم سلیوم در جنین و مادر آبستن وجود دارد (Hefnawy & Tórtora-Pérez, 2010). براساس توصیه‌های NRC (2007)، نیاز گوسفند به سلیوم ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره می‌باشد. به هر حال گزارش‌هایی مبنی بر پاسخ به مقادیر بالاتر از نیاز (NRC, 2007) نیز گزارش شده است. به‌عنوان مثال، در بره‌های دریافت‌کننده جیره پایه حاوی ۰/۱۹ میلی‌گرم سلیوم در کیلوگرم ماده خشک، افزودن مکمل سلیوم در سطح ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره وضعیت ایمنی و حفاظت در مقابل رادیکال‌های

آزاد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Kumar *et al.*, 2008). از طرفی مکمل کردن جیره پایه (حاوی ۰/۱۰ میلی‌گرم سلیوم در کیلوگرم ماده خشک) تأثیر سطوح مختلف سلیوم ارگانیک (۰/۱۵، ۰/۳۰ و ۰/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) می‌شود در انتهای دوره آبستنی با ۰/۳۰ و ۰/۴۵ میلی‌گرم سلیوم، غلظت سلیوم و ایمینوگلوبین G جفت، سرم و آغوز را نسبت به گروه شاهد افزایش داد (Erdoğan *et al.*, 2017). همچنین مکمل کردن جیره (حاوی ۰/۴۹ میلی‌گرم سلیوم در کیلوگرم) با سطوح ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مکمل سلنومتیونین سبب بهبود رشد و وضعیت آنتی‌اکسیدانی بزها شد (Yue *et al.*, 2009).

خاک و گیاهان بسیاری از مناطق کشور دچار کمبود عنصر سلیوم بوده و گزارش‌هایی مبنی بر کمبود سلیوم در دام‌های کشور (Aliarabi & Fadayifar, 2013; Alimohamady *et al.*, 2013; Mohri *et al.*, 2011; Shokrollahi *et al.*, 2013; Talebian Masoudi *et al.*, 2010) وجود دارد. بنابراین، با توجه به نقش مهم سلیوم در عملکرد بیوشیمیایی بدن و کمبودهای گزارش‌شده در کشور، تحقیق حاضر با هدف بررسی خوراندن سطوح مختلف سلیوم به‌صورت بلوس آهسته‌رهش قبل از جفت‌گیری و تأثیر آن بر عملکرد بره‌های متولدشده و برخی فراسنجه‌های خون و شیر می‌ش‌های لری بختیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

دام آزمایشی و مدیریت آن

این آزمایش از اواسط اردیبهشت ۱۳۹۶ تا پایان آذر ۱۳۹۶ در یکی از روستاهای شمال غرب بخش مرکزی شهرستان خرم‌آباد استان لرستان انجام شد. گوسفندان مورد استفاده در این آزمایش اکثر ساعات روز را در مرتع چرا نموده و شب هنگام به ساختمان گوسفندداری انتقال داده شدند و لذا جیره غذایی آنها از گیاهان مرتعی تأمین شد و هیچ خوراک مکملی دریافت نکردند. به منظور انجام این آزمایش ۴۵ رأس میش ۳ تا ۵ ساله با میانگین وزن ۴/۵±۵/۴ کیلوگرم انتخاب و به مدت ۲۳۰ روز (۱۵ روز قبل از آبستنی،

ترکیبات شیر شامل درصد چربی، درصد پروتئین، درصد لاکتوز، درصد مواد جامد بدون چربی و غلظت سلنیوم به آزمایشگاه ارسال شد. درصد پروتئین، چربی، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی شیر با دستگاه میکواسکن (مدل: TM FT1) ساخت کشور دانمارک تعیین شد.

غلظت روی، مس و آهن سرم می‌ش‌ها با دستگاه جذب اتمی (Varian Spectr AA220) ساخت استرالیا تعیین شدند، غلظت سلنیوم سرم و شیر با دستگاه جذب اتمی و به روش تولید یون هیدرید اندازه‌گیری شد. قبل از اندازه‌گیری غلظت سلنیوم شیر، با اضافه کردن تری کلرواستیک اسید به نمونه‌های شیر با نسبت ۱:۱ و سانتیفریوژ کردن نمونه‌ها (به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه) پروتئین زدایی شدند (Pechova et al., 2009).

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۱ (2004) انجام شد. ابتدا اثر سن می‌ش‌ها (۳ تا ۵ سال سن) به عنوان کوواریت در آنالیزهای آماری لحاظ گردید ولی به علت معنی‌دار نبودن، اثر سن از تمامی مدل‌های آماری حذف گردید. داده‌های وزن تولد، وزن سن دو ماهگی بره‌ها و افزایش وزن روزانه بره‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس در قالب طرح کامل تصادفی تجزیه آماری شد، داده‌ها به صورت میانگین حداقل مربعات گزارش شده است و میانگین بین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال معنی‌داری ($P < 0.05$) مقایسه شد (معادله ۱). آثار متقابل بین تیمار، جنس بره (نر یا ماده) و نوع تولد (تک‌قلو یا دو قلو) معنی‌دار نبود، بنابراین اثر متقابل آنها از مدل حذف شد:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + A_j + B_k + e_{ijkl} \quad (\text{معادله ۱})$$

که در این مدل، μ : میانگین جامعه، T_i اثر تیمار، A_j اثر جنسیت (ماده یا نر)، B_k اثر نوع تولد (تک قلو یا دو قلو) و e اثر خطا است.

جهت آنالیز آماری تولید و ترکیبات شیر شامل درصد چربی، درصد پروتئین، درصد لاکتوز، درصد مواد جامد بدون چربی، غلظت عنصر سلنیوم از طرح کاملاً تصادفی از مدل ذیل (معادله ۲) استفاده شد:

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

۱۵۵ روز آبستنی و ۶۰ روز پس از زایمان) در فصل خارج از تولید مثل استفاده شدند. قبل از شروع آزمایش برای رعایت شرایط بهداشتی و پاکسازی انگل‌های داخلی از قرص ضد انگل (آلبندازول؛ شرکت تولید داروهای دامی ایران) استفاده گردید. تیمارهای مورد بررسی به صورت ذیل بودند: گروه اول می‌ش‌های شاهد بدون دریافت بلوس سلنیوم (۱۵ رأس)؛ گروه دوم می‌ش‌های دریافت‌کننده بلوس سلنیوم با نرخ رهش ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم در روز (۱۵ رأس) و گروه سوم می‌ش‌های دریافت‌کننده بلوس سلنیوم با نرخ رهش ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در روز (۱۵ رأس).

ابتدا برای شناسایی و گروه‌بندی می‌ش‌ها، تمامی می‌ش‌ها قبل از شروع آزمایش پلاک گوش دریافت کردند. در روز اول آزمایش، تمامی می‌ش‌ها برای همزمان‌سازی فحلی، سیدرگذاری شدند و در همان روز به گروه‌های دریافت‌کننده بلوس با استفاده از بلوس خوران، بلوس مربوطه خوراندند. در روز سیزدهم آزمایش پس از بیرون کشیدن سیدر، مقدار ۴ سی‌سی هورمون سرم گنادوتروپین (PMSG) حاوی ۴۰۰ واحد بین‌المللی به صورت عضلانی تزریق و در روز ۱۴ آزمایش به‌ازای هر ۵ می‌ش یک قوچ به درون گله رها شدند. می‌ش‌ها در تمام روزهای آزمایش در یک گله مشترک نگهداری و به صورت گروهی به چراگاه رفتند و مکمل معدنی دیگری دریافت نکردند. بلوس‌ها دارای میانگین وزن 10 ± 0.05 گرم به ترتیب با ۲ و ۴ درصد وزنی سلنیوم بودند که بر اساس آزمایش‌های اولیه (آزمایشات *in sacco* و کشتار بره‌ها در زمان‌های مختلف جهت بازیافت باقیمانده بلوس) که توسط سازندگان بلوس انجام شده بود، متوسط نرخ رهش آنها ۱۰ میلی‌گرم در روز بود که روزانه به ترتیب ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در شکمبه نگاری آزاد می‌کردند (ثبت اختراع ایران با شماره ثبت، ۸۸۱۸۶). جهت تهیه نمونه خون در ۷۶ روز پس از قوچ اندازی (اواسط دوره آبستنی) و ۳۰ روز پس از زایمان از تمامی می‌ش‌ها قبل از رفتن به مرتع در ساعت ۰۸:۰۰ صبح خون‌گیری از طریق ورید وداج صورت گرفت. میزان تولید شیر بر اساس روش Ayar et al. (2009) اندازه‌گیری شد. در روز آخر ثبت رکورد شیر، یک نمونه از شیر دوشیده شده با دست جهت تعیین

جدول ۱. وزن تولد، وزن دو ماهگی و افزایش وزن روزانه بره‌های متولد شده از مادران دریافت‌کننده سطوح مختلف سلنیوم

Table 1. Birth weight, Weight at two months of age and average daily gain (kg) in lambs whose mothers were given different levels of selenium

Treatment	Birth weight	Weight at two months of age	Daily weight gain
Zero	3.311 ^b	11.655 ^b	0.139 ^b
0.2	3.781 ^{ab}	14.190 ^{ab}	0.173 ^{ab}
0.4	3.953 ^a	15.023 ^a	0.184 ^a
SEM	0.1474	0.6477	0.0109
Gender			
Male	3.839	13.426	0.159
Female	3.524	13.820	0.171
SEM	0.1171	0.5144	0.0087
Type of Birth			
Singleton	4.139 ^a	15.623 ^a	0.191 ^a
Twin	3.224 ^b	11.622 ^b	0.139 ^b
SEM	0.1352	0.5940	0.0100
P-Value			
Treatment	0.0224	0.0062	0.0305
Gender	0.0903	0.6185	0.3808
Type of Birth	0.0003	0.0003	0.0033

* حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت میانگین‌های در سطح ۰/۰۵ است.

* The same letters in each column indicate no significant difference among the means at 0.05 level.

همچنین بزغاله‌های متولدشده از مادران دریافت‌کننده سطح ۰/۲۵ میلی‌گرم سلنیوم در روز، عملکرد بالاتری در مقایسه با بزغاله‌های متولدشده از مادران گروه شاهد داشتند (Rahmati, 2017). بهبود عملکرد بره‌های متولدشده از مادران دریافت‌کننده بلوس آهسته‌رهش حاوی سلنیوم گزارش شده است (Zarbalizadeh-Saed *et al.*, 2019). تزریق سلنیوم و ویتامین E به مادر در ۴ هفته قبل از زایمان و تکرار آن در هفته ۱۲ شیردهی به‌طور معنی‌داری سبب بهبود عملکرد بره‌های آنها شد (Soliman *et al.*, 2012). بهبود عملکرد نتاج، ممکن است نشان‌دهنده بهبود متابولیسم در میش‌های مادر و انتقال سلنیوم به بره‌ها از طریق جفت یا شیر باشد.

تولید شیر و ترکیبات شیر

جدول ۲ نتایج مربوط به میانگین تولید شیر روزانه و برخی ترکیبات شیر میش‌های دریافت‌کننده سطوح مختلف سلنیوم به‌صورت بلوس آهسته‌رهش در خارج از فصل تولیدمثل را نشان می‌دهد. تولید شیر، مقدار چربی، مقدار پروتئین و مقدار مواد جامد بدون چربی شیر در میش‌های دریافت‌کننده مکمل سلنیوم نسبت به گروه شاهد بالاتر بود ($P < 0.05$).

در این مدل Y_{ij} هر مشاهده (داده) در آزمایش؛ μ میانگین جامعه؛ T_j اثر تیمار؛ e_{ij} اشتباه آزمایشی هستند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال معنی‌داری ($P < 0.05$) انجام شد.

فراسنجه‌های خونی میش‌ها به‌صورت اندازه‌های تکرار شده در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه شدند که مدل آماری آن در زیر (معادله ۳) نشان داده شده است:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{aij} + E_{bijkl} \quad (3 \text{ معادله})$$

در این مدل μ اثر میانگین، A_i اثر تیمار i ام، B_j اثر زمان خون‌گیری j ام، AB_{ij} اثر متقابل تیمار و زمان نمونه‌گیری، E_{aij} اثر تصادفی حیوان و E_{bijkl} خطای باقیمانده هستند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال معنی‌داری ($P < 0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد بره‌های متولدشده

میانگین حداقل مربعات وزن تولد، وزن دو ماهگی و افزایش وزن روزانه به‌طور معنی‌داری در بره‌های متولدشده از مادران دریافت‌کننده سطح ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در روز نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود (جدول ۱؛ $P < 0.05$). اما بره‌های متولدشده از مادران دریافت‌کننده سطح ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم در روز نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). میانگین حداقل مربعات وزن تولد، وزن دو ماهگی و افزایش وزن روزانه تحت تأثیر اثر جنسیت قرار نگرفت ($P > 0.05$)، اما بره‌های دوقلو به‌طور معنی‌داری میانگین حداقل مربعات وزن تولد، وزن دو ماهگی و افزایش وزن روزانه کمتری نسبت به بره‌های تک قلو داشتند ($P < 0.05$). مطابق با تحقیق حاضر، افزودن سلنیوم به میزان ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره پایه حاوی ۰/۰۳ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک باعث افزایش وزن و مصرف خوراک روزانه بالاتر در بزها شد (Shi *et al.*, 2011). گزارش شده است که وزن از شیرگیری بره‌های متولد شده از میش‌های دریافت‌کننده قرص‌های آهسته‌رهش حاوی سلنیوم در مقایسه با تیمار شاهد بالاتر بود (Aliarabi *et al.*, 2018).

جدول ۲. اثر سطوح مختلف سلنیوم به صورت بولوس آهسته‌رهش بر تولید شیر روزانه و برخی ترکیبات شیر

Table 2. Effect of different levels of selenium as slow-release bolus on daily milk yield and some milk compositions

Parameters	Selenium level (mg Se per day)			SEM	P-value
	Zero	0.2	0.4		
Milk yield (kg/d)	0.812 ^c	1.107 ^b	1.376 ^a	0.0412	<.0001
Milk composition					
Fat (%)	5.070	5.120	5.404	0.2235	0.5206
Fat (gr/d)	35.124 ^c	56.738 ^b	79.938 ^a	2.8829	<.0001
Protein (%)	6.762	6.792	6.264	0.2459	0.2556
Protein (gr/d)	54.936 ^c	75.233 ^b	86.011 ^a	3.1820	<.0001
Solids Not Fat (%)	12.315	12.302	12.126	0.2839	0.8633
Solids Not Fat (gr/d)	100.041 ^c	136.300 ^b	166.595 ^a	5.1071	<.0001
Selenium (µg/L)	17.150 ^b	29.392 ^a	36.590 ^a	2.5750	0.0007

* حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت میانگین‌های در سطح ۰/۰۵ است.

* The same letters in each column indicate no significant difference among the means at 0.05 level.

گاوهای شیری (Calamari *et al.*, 2010)، بز (Pechova *et al.*, 2009; Tufarelli & Laudadio, 2011) و میش (Lacetera *et al.*, 1999) سبب افزایش مقدار چربی شیر شد. مطابق نتایج تحقیق حاضر، برخی گزارش‌ها (Gong *et al.*, 2014; Juniper *et al.*, 2006) هیچگونه اثر معنی‌داری بر روی درصد چربی شیر گاوهای شیری ملاحظه نشده با سلنیوم مشاهده نکردند.

درصد پروتئین شیر، درصد مواد جامد بدون چربی شیر تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند، که با نتایج (Rashnoo, 2017) مطابقت داشت. آنها در تحقیق خود تنها در مورد درصد چربی شیر، اختلاف معنی‌دار در زمینه سطح سلنیوم و اثر تیمار مشاهده کردند به گونه‌ای که بزهای دریافت‌کننده سطح ۰/۲۵ میلی‌گرم سلنیوم در روز درصد چربی بالاتری در شیر نشان دادند که در تضاد با نتایج مطالعه حاضر بود. مطالعه (Bagnicka *et al.*, 2014) نشان داد که افزودن سلنیوم به جیره بزهای شیری سبب افزایش تولید شیر، کل پروتئین و همچنین لاکتوز شیر شد که با نتایج ما مطابقت داشت. در تحقیق حاضر، درصد پروتئین شیر تحت تأثیر مکمل سلنیوم قرار نگرفت. ولی گزارش شده است که درصد پروتئین شیر در گاوهای شیری دریافت‌کننده مخمر سلنیوم (۰/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) (Phipps *et al.*, 2008) و بزهای دریافت‌کننده ۰/۲۰ میلی‌گرم سدیم سلنیت و ۲۰ میلی‌گرم درروز ویتامین E افزایش یافت (Tufarelli & Laudadio, 2011). به‌طور مشابه با نتایج تحقیق حاضر، (Pirestani & Eghbalsaeed, 2011) مشاهده کردند که سلنیوم همراه با ویتامین E

همچنین میزان فراسنجه‌ها در میش‌های دریافت‌کننده سطح ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در روز نسبت به تیمار ۰/۲ بالاتری بود ($P < 0.05$). غلظت سلنیوم شیر میش‌های دریافت‌کننده مکمل سلنیوم نسبت به گروه شاهد بالاتر بود ($P < 0.05$)، اما بین سطوح ۰/۲ و ۰/۴ تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج تحقیق حاضر در زمینه افزایش تولید شیر با نتایج Rashnoo (2017) مطابقت داشت، آنها نشان دادند که بزهای دریافت‌کننده سطح ۰/۲۵ میلی‌گرم سلنیوم در روز، تولید شیر روزانه و غلظت سلنیوم شیر بالاتری نسبت به سطح صفر سلنیوم داشتند. همچنین (Tufarelli & Laudadio, 2011) مشاهده کردند که بزهای تغذیه شده با مکمل‌های ۰/۲۰ میلی‌گرم سدیم سلنیت به‌ازای هر بز و ۲۰ میلی‌گرم ویتامین E در هر روز به‌ازای هر بز در مقایسه با تیمارهای شاهد سبب افزایش تولید شیر شد. تولید شیر در گاوهای هلستاین تغذیه شده با جیره‌های حاوی مکمل سلنیوم در سطوح ۰/۱۵ و ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک نیز بیشتر از گروه شاهد بود (Wang *et al.*, 2009). در مقابل با نتایج تحقیق حاضر، برخی محققین افزایش تولید شیر به سبب افزودن سلنیوم به جیره دام مشاهده نکردند (Juniper *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2008). به هر حال، ممکن است یکی از دلایل بهبود عملکرد بره‌ها در مطالعه حاضر مربوط به افزایش تولید شیر مادران دریافت‌کننده بولوس‌های آهسته‌رهش سلنیوم باشد. نتایج تحقیق حاضر در توافق با پژوهش‌های قبلی است که نشان دادند جیره‌های مکمل شده با سلنیوم در

نگرفتند ($P > 0.05$). غلظت تیروکسین و نسبت تیروکسین به تری‌یدوتیرونین سرم میش‌های دریافت‌کننده سطوح ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در روز نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کمتر بود ($P < 0.05$)، اما بین سطوح ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در روز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت تری‌یدوتیرونین سرم میش‌ها قبل از زایمان به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه‌گیری در ۳۰ روز پس از زایمان کمتر بود ($P < 0.05$). نسبت تیروکسین به تری‌یدوتیرونین سرم میش‌ها قبل از زایمان به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه‌گیری در ۳۰ روز پس از زایمان بالاتر بود ($P < 0.05$).

نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های Zervas (1988) مطابقت داشت این محقق گزارش کرد که استفاده از قرص‌های آهسته‌رهش (سلنیوم، مس و کبالت) سبب افزایش یافتن سطح سلنیوم پلاسما در میش‌های آبستن در ۳ ماه قبل از زایمان تا ۳ ماه بعد از زایمان شد. همچنین Rashnoo (2017) نشان داد که غلظت سلنیوم سرم در بزهای دریافت‌کننده سطح ۰/۲۵ میلی‌گرم سلنیوم در روز به‌صورت بولوس آهسته‌رهش نسبت به سطح صفر بالاتر بود و کمبود آنها تا حد زیادی برطرف شد. در تطابق با یافته‌های تحقیق حاضر، (Aliarabi et al., 2018; Zarbalizadeh-Saed et al., 2019) نشان دادند خوردن قرص آهسته‌رهش حاوی سلنیوم به میش‌های آبستن، سبب افزایش غلظت سلنیوم پلاسما قبل و بعد از زایمان شد.

به‌طور معنی‌داری سبب افزایش مقدار پروتئین شیر در مقایسه با تیمار کنترل شد.

همچنین نتایج تحقیق حاضر در مورد غلظت سلنیوم شیر با نتایج Rashnoo (2017) مطابقت داشت. گزارش‌ها نشان‌دهنده وجود یک رابطه قوی بین غلظت سلنیوم در شیر و میزان مکمل کردن آن در جیره می‌باشد (Rozenska et al., 2013). همچنین Aliarabi et al. (2018) گزارش کردند که میش‌های دریافت‌کننده قرص‌های آهسته‌رهش محتوی روی، سلنیوم و کبالت، غلظت سلنیوم شیر بالاتری داشتند. گزارش‌ها نشان می‌دهند که با بالا رفتن غلظت سلنیوم جیره، غلظت این عنصر در شیر نیز افزایش پیدا می‌کند. بنابراین همواره لازم است میزان صحیح نیازمندی این عنصر، مورد شناسایی قرار بگیرد و در تناسب با آن مکمل‌سازی انجام شود.

فراسنجه‌های خونی

غلظت سلنیوم، گلوکاتایون پراکسیداز و تری‌یدوتیرونین سرم (جدول ۳) میش‌های دریافت‌کننده مکمل سلنیوم نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.05$)، اما بین سطوح ۰/۲ و ۰/۴ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت کراتین فسفوکیناز و تیروکسین سرم میش‌ها تحت تأثیر تیمارها و روزهای نمونه‌گیری قرار نگرفتند ($P > 0.05$). غلظت روی، مس و آهن سرم میش‌ها تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند ($P > 0.05$). همچنین غلظت سلنیوم، روی، مس و آهن سرم میش‌ها تحت تأثیر روزهای نمونه‌گیری قرار

جدول ۳. فراسنجه‌های خونی میش‌های دریافت‌کننده سطوح مختلف سلنیوم به‌صورت بولوس آهسته‌رهش
Table 3. Blood parameters of ewes receiving different levels of selenium as slow-release bolus

	Se ($\mu\text{g/l}$)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	GPX ($\mu\text{kat/l}$)	CPK (U/dl)	T ₃ (nmol/l)	T ₄ (nmol/l)	T ₄ /T ₃
Treatment									
Zero	64.83 ^b	0.820	0.588	1.474	200.75 ^b	150.00	1.439 ^b	79.543 ^a	55.806 ^a
0.2	131.79 ^a	0.774	0.709	1.670	777.90 ^a	109.00	1.673 ^a	59.163 ^b	35.486 ^b
0.4	148.75 ^a	0.876	0.577	1.622	856.65 ^a	113.16	1.748 ^a	62.181 ^b	35.708 ^b
SEM	5.465	0.0957	0.0807	0.0839	62.873	13.482	0.0357	2.8229	2.1628
Day									
-75	111.01	11.655	0.615	1.622	703.24	132.86	1.589 ^b	65.559 ^a	42.615 ^a
30	130.42	14.190	0.633	1.547	606.40	110.33	1.692 ^a	65.917 ^a	39.372 ^a
SEM	7.029	0.0678	0.0266	0.0689	31.031	10.359	0.0311	2.3284	1.3678
P-value									
Treatment	0.0001	0.6846	0.5621	0.3151	0.0001	0.1017	0.0007	0.0027	0.0002
Day	0.1217	0.3334	0.5886	0.4801	0.0648	0.1891	0.0157	0.8959	0.0671
Treatment×Day	0.2701	0.3529	0.2347	0.1996	0.5695	0.2716	0.0620	0.8741	0.1293

* حروف یکسان در هر بخش از هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت میانگین‌های در سطح خطای ۰/۰۵ است.

* The same letters in each column indicate no significant difference among the means at 0.05 level.

GPX=Glutathione Peroxidase, CPK= Creatine Phosphokinase, Se= Selenium, Zn= Zinc, Cu= Copper, Fe= Iron, T₃= Triiodothyronine, T₄= Thyroxine

گزارش شده است که تلیسه‌های دریافت‌کننده یک دوز تزریق سلنیوم و ویتامین E، غلظت مس سرم بالاتری در هنگام گوساله‌زایی و روز تولد در مقایسه با گروه کنترل داشتند (Moeini *et al.*, 2011). در مقابل با نتایج تحقیق حاضر گزارش شده است که تزریق مکمل سلنیومی به صورت سلنیت سدیم به بره‌ها، سبب کاهش غلظت آهن سرم شد (Kojouri & Shirazi, 2007). آنها علت این امر را به اثر سلنیوم در افزایش بیان ژن ترانسفرین به عنوان ناقل آهن به درون سلول نسبت دادند.

به طور مشابه با نتایج تحقیق حاضر، Aliarabi *et al.* (2018) گزارش کردند که میش‌های دریافت‌کننده قرص آهسته‌رهش حاوی روی، سلنیوم و کبالت در اواخر آبستنی میزان فعالیت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز افزایش یافت. همچنین Lacetera *et al.* (1999) بیان کردند که تزریق سلنیوم در ۳۰ روز قبل از زایمان سبب افزایش فعالیت گلوکوتاتیون پراکسیداز قبل و بعد از زایمان در میش‌ها شد. در تحقیق دیگری گزارش شده است، که استفاده از قرص‌های آهسته‌رهش حاوی مس، کبالت و سلنیوم در ۳ ماه قبل از زایمان در میش‌ها، سبب افزایش گلوکوتاتیون پراکسیداز تا ۳ ماه بعد از زایمان شد (Zervas, 1988). همچنین Misurova *et al.* (2009) و Pavlata *et al.* (2012) مشاهده کردند که افزودن سلنیوم به جیره بزهای آبستن سبب افزایش فعالیت گلوکوتاتیون پراکسیداز پس از زایمان در مقایسه با گروه کنترل شد. سلنیوم به عنوان بخشی از آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز درون سلولی اولین و دومین سد دفاعی بدن در برابر عوامل اکسیدکننده را ایجاد می‌کند و آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز در جهت کاهش اکسیداسیون ساختارهای داخلی سلولی ضروری است (Surai, 2002).

مطابق با نتایج مطالعه حاضر، Rashnoo (2017) هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری در فعالیت آنزیم کراتین فسفوکیناز در بین بزهای بالغ دریافت‌کننده سطوح مختلف سلنیوم (صفر و ۰/۲۵ میلی‌گرم) مشاهده نکردند. همچنین در سایر مطالعات، فعالیت آنزیم کراتین فسفوکیناز در میش‌های بالغ تحت تأثیر افزودن سلنیوم به جیره غذایی یا تزریق سلنیوم قرار نگرفت (Faixova *et al.*, 2007; Zarbalizadeh-Saed *et al.*, 2019).

همچنین Hefnawy & Tórtora-Pérez (2010) آثار افزودن سلنیوم در جیره‌های گوسفند را قبل و بعد از زایمان مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که افزودن سلنیوم قبل از زایمان یک نقش فعال را در حفظ سطح بهینه سلنیوم در پلاسما بازی می‌کند، در حالی که افزودن سلنیوم بعد از زایمان در حفظ سطح سلنیوم در شیر نقش دارد. غلظت سلنیوم سرم در گروه‌های دریافت‌کننده بلوس‌های آهسته‌رهش سلنیوم نشان‌دهنده تأمین مناسب سلنیوم است، در صورتی که در گروه کنترل کمبود حاشیه‌ای سلنیوم مشاهده می‌شود. گزارش شده است زمانی که غلظت سلنیوم خون کمتر از ۸۰ میکروگرم در لیتر باشد حیوان وارد مرحله کمبود سلنیوم می‌شود (Bickhardt *et al.*, 1999). به هر حال اخیراً، برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که غلظت ۶۳ تا ۱۵۸ میکروگرم در لیتر غلظت نرمال سلنیوم سرم خون محسوب می‌شود (Schweinzer *et al.*, 2017).

غلظت عناصر روی، مس و آهن خون تحت تأثیر مکمل سلنیوم قرار نگرفت (جدول ۳). هر چند گزارش شده است که غلظت روی در پلاسمای میش‌ها در زمان زایمان در تیمارهای مکمل‌شده با سلنیوم در مقایسه با شاهد به میزان معنی‌داری کاهش یافت (Jalilian *et al.*, 2012). همچنین Moeini *et al.* (2011) گزارش کردند غلظت‌های عنصر روی سرم در روز زایمان در تلیسه‌های مکمل‌شده با سلنیوم در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت. یکی از ویژگی‌های برجسته سلنیوم توانایی آن برای اکسیدکردن تیول‌ها در شرایط احیا می‌باشد. در نتیجه یکی از مکانیسم‌های عملی که اخیراً برای سلنیوم پیشنهاد شده است اکسیداسیون گروه‌های تیول متالوتیونین و در نتیجه فراهم کردن روی برای واکنش‌های ضروری می‌باشد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که ترکیبات کلات‌شده با روی به میزان زیادی در برابر ترکیبات اکسیدکننده سلنیومی واکنش نشان می‌دهند. این امر می‌تواند بیان ژن، بازسازی DNA و در نتیجه پایداری ژنومی را تحت تأثیر قرار دهد (Blessing *et al.*, 2004). برخی محققین گزارش کردند که تغییری در غلظت مس سرم با افزودن سلنیوم به جیره غذایی بزهای مرغز مشاهده نشد (Kachuee *et al.*, 2014). از طرفی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فعالیت غده تیروئید و ترشحات هورمون‌های متابولیکی آن می‌تواند تحت تأثیر مکمل سازی سلنیوم قرار گیرد. مشابه با نتایج ما، افزایش غلظت سرمی تری‌یدوتیرونین و کاهش غلظت هورمون تیروکسین در میش‌های دریافت‌کننده بلوس آهسته‌رهش حاوی سلنیوم مشاهده گردید (Aliarabi et al., 2018). پاسخ مشابهی در غلظت تیروکسین، با افزودن سلنیوم به جیره غذایی میش گزارش شده است (El-Shahat & Monem, 2011)، اما این محققین تغییر معنی‌داری در غلظت تری‌یدوتیرونین مشاهده نکردند. همچنین Pavlata et al. (2004) نیز با تزریق دو دوز سلنیوم و ویتامین E در ۸ و ۴ هفته قبل از زایمان در گاوهای شیری افزایش در غلظت تری‌یدوتیرونین گزارش کردند. در مطالعه دیگری، مکمل‌سازی سلنیوم در بزها منجر به افزایش غلظت تری‌یدوتیرونین سرم و نسبت T₃ به T₄ همراه با کاهش غلظت تیروکسین سرم شد (El-Sisy et al., 2008). وظایف نرمال غده تیروئید وابسته به حضور برخی عناصر (ید، سلنیوم، روی و آهن) هم برای ساخت و هم متابولیسم هورمون‌های تیروئید است (Arthur et al., 1999). سلنیوم نقش بحرانی در سنتز کنترل هموستازی هورمون‌های تیروئید دارد. حدود ۸۰ درصد تری‌یدوتیرونین سرم در کبد، کلیه، ماهیچه و تمامی بافت‌های حاوی دیدینازهای وابسته به سلنیوم تولید می‌شود (Köhrle, 2000). غده تیروئید گوسفند بالغ حاوی حدود ۹۰/۴ درصد T₄، ۸/۸ درصد تری‌یدوتیرونین و ۰/۷ درصد rT₃ می‌باشد (Fisher et al., 1972). در گوسفند بالغ بیشتر از ۹۹/۹ درصد T₄ و ۹۹/۵ درصد تری‌یدوتیرونین توسط باندشدن به پروتئین‌های پلاسما در خون منتقل می‌شوند (Todini, 2007). تنها فرم‌های آزاد هورمون‌های تیروئیدی در داخل خون فعالیت بیولوژیکی دارند و هورمون‌های باندشده با پروتئین‌های پلاسما به‌عنوان یک ذخیره قابل

دسترس جهت به تأخیر انداختن اثر کاهش ترشح تیروئید یا همانند بافر در برابر افزایش ناگهانی فعالیت ترشحات تیروئید عمل می‌کنند (Utiger, 2001). مقدار اندکی هورمون فعال تری‌یدوتیرونین به‌وسیله غده تیروئید ترشح می‌شود، اما در گوسفند بالغ حداقل ۵۰ درصد تری‌یدوتیرونین و ۹۷ درصد rT₃ سرم توسط بافت‌های محیطی از تیروکسین مشتق می‌شود (Fisher & MacPherson, 1991). ید زدایی از تیروکسین و تبدیل آن به تری‌یدوتیرونین در اکثر بافت‌ها، اما نه همه بافت‌ها اتفاق می‌افتد، ولی کبد و کلیه بیشترین فعالیت را نشان می‌دهند (Todini, 2007). آنزیم‌های دیدیناز سلنوپروتئین‌هایی هستند که از لحاظ ساختاری متفاوت هستند و توزیع آنها در بین بافت‌های بدن متفاوت است (Chadio et al., 2006). ایزومر نوع ۱ دیدیناز در کبد و کلیه، ایزومر نوع ۲ آن در مغز، هیپوفیز، عضلات اسکلتی، پوست و بافت چربی قهوه‌ای و ایزومر نوع ۳ آن به‌طور گسترده‌ای در سرتاسر بدن و جفت توزیع یافته است (Todini, 2007). گزارش شده است که در هنگام کمبود سلنیوم فعالیت دیدینازها کاهش پیدا می‌کند که این امر سبب افزایش غلظت تیروکسین سرم می‌شود (Bates et al., 2000). بنابراین کاهش یافتن غلظت تیروکسین در سرم میش‌های دریافت‌کننده سطوح ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در روز نسبت به سطح صفر سلنیوم نشان‌دهنده تأمین مناسب‌تر سلنیوم بوده و احتمالاً موجب افزایش فعالیت دیدینازها شده است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی هر دو سطح سلنیوم سبب بهبود عملکرد بره‌های متولد شده و برخی فراسنجه‌های خون و شیر میش‌ها شد، اما استفاده از سطح ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در روز به‌خاطر تولید شیر بالاتر توصیه می‌شود.

REFERENCES

1. Aliarabi, H. & Fadayifar, A. (2013). Effect of slow-release bolus on some blood metabolites and lambing performance of ewes. *The Second International Conference on Agriculture and Natural Resources*, pp. 8-10.
2. Aliarabi, H., Fadayifar, A., Alimohamady, R. & Dezfoulan, A.H. (2018). 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*, 1-8.

3. Alimohamady, R., Aliarabi, H., Bahari, A. & Dezfoulian, A. H. (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, 45-54.
4. Arthur, J. R., Beckett, G. J. & Mitchell, J. H. (1999). The interactions between selenium and iodine deficiencies in man and animals. *Nutrition Research Reviews*, 12, 55-73.
5. Ayar, A., Sert, D. & Akin, N. (2009). The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle Anatolia Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 1-12.
6. Bagnicka, E., Jarczak, J., Kaba, J., Kosciuczuk, E., Czopowicz, M. & Krzyzewski, J. (2014). Effect of organic vs. inorganic selenium supplementation on milk production traits of Polish dairy goats. *European Regional Conference on Goats*, p. 12.
7. Basini, G. & Tamanini, C. (2000). Selenium stimulates estradiol production in bovine granulosa cells: possible involvement of nitric oxide. *Domestic Animal Endocrinology*, 18, 1-17.
8. Bates, J. M., Spate, V. L., Morris, J. S., St. Germain, D. L. & Galton, V. A. (2000). Effects of selenium deficiency on tissue selenium content, deiodinase activity, and thyroid hormone economy in the rat during development. *Endocrinology*, 141, 2490-2500.
9. Bickhardt, K., Ganter, M., Sallmann, P. & Fuhrmann, H. (1999). Investigations on manifestations of vitamin E and selenium deficiency in sheep and goats. DTW. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 106, 242-247.
10. Blessing, H., Kraus, S., Heindl, P., Bal, W. & Hartwig, A. (2004). Interaction of selenium compounds with zinc finger proteins involved in DNA repair. *European Journal of Biochemistry*, 271, 3190-3199.
11. Calamari, L., Petrera, F. & Bertin, G. (2010). Effects of either sodium selenite or Se yeast (Sc CNCM I-3060) supplementation on selenium status and milk characteristics in dairy cows. *Livestock Science*, 128, 154-165.
12. Chadio, S. E., Kotsampasi, B. M., Menegatos, J. G., Zervas, G. P. & Kalogiannis, D. G. (2006). Effect of selenium supplementation on thyroid hormone levels and selenoenzyme activities in growing lambs. *Biological Element Research*, 109, 145-154.
13. El-Shahat, K. & Monem, U. A. (2011). Effects of dietary supplementation with vitamin E and/or selenium on metabolic and reproductive performance of Egyptian Baladi ewes under subtropical conditions. *World Applied Sciences Journal*, 12, 1492-1499.
14. El-Sisy, G., Abdel-Razek, A., Younis, A., Ghallab, A. & Abdou, M. (2008). Effect of dietary zinc or Selenium supplementation on some reproductive hormone levels in male Baladi Goats. *Global Veterinary*, 2, 46-50.
15. Erdoğan, S., Karadaş, F., Yılmaz, A., Karaca, S. (2017). The effect of organic selenium in feeding of ewes in late pregnancy on selenium transfer to progeny. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46, 147-155.
16. Faixova, Z., Faix, Š., Leng, E., Vaczi, P., Makova, Z. & Szaboova, R. (2007). Haematological, blood and rumen chemistry changes in lambs following supplementation with Se-yeast. *Acta Veterinaria Brno*, 76, 3-8.
17. Fisher, D., Chopra, I. & Dussault, J. (1972). Extrathyroidal conversion of thyroxine to triiodothyronine in sheep. *Endocrinology*, 91, 1141-1144.
18. Fisher, G. & MacPherson, A. (1991). Effect of cobalt deficiency in the pregnant ewe on reproductive performance and lamb viability. *Research in Veterinary Science*, 50, 319-327.
19. Gambling, L. & McArdle, H. J. (2004). Iron, copper and fetal development. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 553-562.
20. Gong, J., Ni, L., Wang, D., Shi, B. & Yan, S. (2014). Effect of dietary organic selenium on milk selenium concentration and antioxidant and immune status in midlactation dairy cows. *Livestock Science*, 170, 84-90.
21. Hefnawy, A. E. G. & Tórtora-Pérez, J. (2010). The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *Small Ruminant Research*, 89, 185-192.
22. Hemingway, R., Parkins, J. & Ritchie, N. (2001). Enhanced reproductive performance of ewes given a sustained-release multi-trace element/vitamin ruminal bolus. *Small Ruminant Research*, 39, 25-30.
23. Jalilian, M., Moeini, M. & Karkodi, K. (2012). Effect of selenium and vitamin E supplementation during late pregnancy on colostrum and plasma Se, Cu, Zn and Fe concentrations of fat tail Sanjabi ewes and their lambs. *Acta Agriculturae Slovenica (Slovenia)*.
24. Juniper, D. T., Phipps, R. H., Jones, A. K. & Bertin, G. (2006). Selenium supplementation of lactating dairy cows: effect on selenium concentration in blood, milk, urine, and feces. *Journal of Dairy Science*, 89, 3544-3551.
25. Kachuee, R., Moeini, M. & Souri, M. (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, 1016-1022.

26. Köhrle, J. (2000). The deiodinase family: selenoenzymes regulating thyroid hormone availability and action. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 57, 1853-1863.
27. Kojouri, G. & Shirazi, A. (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, 136-139.
28. Kumar, N., Garg, A. K., Mudgal, V., Dass, R. S., Chaturvedi, V. K. & Varshney, V. P. (2008). Effect of different levels of selenium supplementation on growth rate, nutrient utilization, blood metabolic profile, and immune response in lambs. *Biological Trace Element Research*, 126, 44-56.
29. Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B. & Nardone, A. (1999). The effects of injectable sodium selenite on immune function and milk production in Sardinian sheep receiving adequate dietary selenium. *Veterinary Research*, 30, 363-370.
30. Liu, Z. L., Yang, D. P., Chen, P., Dong, W. X. & Wang, D. M. (2008). Supplementation with Selenium and Vitamin E Improves Milk Fat Depression and Fatty Acid Composition in Dairy Cows Fed Fat Diet. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 21, 838-844.
31. Misurova, L., Pavlata, L., Pechova, A. & Dvorak, R. (2009). Selenium metabolism in goats—maternal transfer of selenium to newborn kids. *Veterinarni Medicina*, 54, 125-130.
32. Moeini, M. M., Kiani, A., Mikaeili, E. & Shabankareh, H. K. (2011). Effect of prepartum supplementation of selenium and vitamin E on serum Se, IgG concentrations and colostrum of heifers and on hematology, passive immunity and Se status of their offspring. *Biological Trace Element Research*, 144, 529-537.
33. Mohri, M., Ehsani, A., Norouzian, M., Bami, M. H. & Seifi, H.A. (2011). Parenteral selenium and vitamin E supplementation to lambs: hematology, serum biochemistry, performance, and relationship with other trace elements. *Biological Trace Element Research*, 139, 308-316.
34. NRC. (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. *National Academy of Science, Washington, DC 347p*.
35. Pavlata, L., Misurova, L., Pechova, A., Husakova, T. & Dvorak, R. (2012). Direct and indirect assessment of selenium status in sheep—a comparison. *Veterinárni Medicina*, 57, 219-223.
36. Pavlata, L., Prasek, J., Filipek, J. & Pechova, A. (2004). Influence of parenteral administration of selenium and vitamin E during pregnancy on selected metabolic parameters and colostrum quality in dairy cows at parturition. *Veterinarni Medicina-UZPI (Czech Republic)*.
37. Pechova, A., Misurova, L., Pavlata, L. & Dvorak, R. (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, 112-121.
38. Phipps, R. H., Grandison, A. S., Jones, A. K., Juniper, D. T., Ramos-Morales, E. & Bertin, G. (2008). Selenium supplementation of lactating dairy cows: effects on milk production and total selenium content and speciation in blood, milk and cheese. *Animal*, 2, 1610-1618.
39. Pirestani, A. & Eghbalsaeed, S. (2011). The comparison effects of bolus and dietary supplements on production, milk compositions and udder immune system of Holstein dairy cattle. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10, 1404-1407.
40. Rahmati, Z. (2017). *Evaluation of performance and some blood parameters of the kids born to mothers receiving a slow-release plate containing iodine and selenium*. M.Sc. thesis. Lorestan University, Iran. (in Farsi)
41. Rashnoo, M. (2017). *Effect of slow-release bolus including I and Se at late pregnancy on yield and composition of milk and some of blood parameters of Lori goats*. M.S.C Thesis. Lorestan University. Iran. (in Farsi)
42. Rozenska, L., Hejtmankova, A., Kolihsova, D. & Miholova, D. (2013). Effects of lactation stage, breed, and lineage on selenium and iodine contents in goat milk. *Czech Journal of Food Sciences*, 31, 318-322.
43. Schweinzer, V., Iwersen, M., Drillich, M., Wittek, T., Tichy, A., Mueller, A. & Krametter-Froetscher, R. (2017). Macromineral and trace element supply in sheep and goats in Austria. *Veterinárni Medicina*, 62, 62-73.
44. Shi, L., Xun, W., Yue, W., Zhang, C., Ren, Y., Shi, L., Wang, Q., Yang, R. & Lei, F. (2011). Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium on growth performance, Se concentration and antioxidant status in growing male goats. *Small Ruminant Research*, 96, 49-52.
45. Shokrollahi, B., Mansouri, M. & Amanlou, H. (2013). The effect of enriched milk with selenium and vitamin E on growth rate, hematology, some blood biochemical factors, and immunoglobulins of newborn goat kids. *Biological Trace Element Research*, 153, 184-190.
46. Soliman, E., AKI, A.E.-M. & Kassab, A. (2012). Combined effect of vitamin E and selenium on some productive and physiological characteristics of ewes and their lambs during suckling period. *Egyptian Journal of Sheep and Goats Sciences*, 7, 31-42.

47. Surai, P. F. (2002). Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. *Nottingham University Press Nottingham*.
48. Suttle, N. F. (2010). Mineral nutrition of livestock. *Cabi*.
49. Talebian Masoudi, A., Azizi, F., Zahedipour, H. (2010). Selenium and iodine status of sheep in the Markazi province, Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 11, 78-83.
50. Todini, L. (2007). Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors. *Animal*. 1, 997-1008.
51. Tufarelli, V. & Laudadio, V. (2011). Dietary supplementation with selenium and vitamin E improves milk yield, composition and rheological properties of dairy Jonica goats. *Journal of Dairy Research*, 78, 144-148.
52. Utiger, R. D. (2001). The thyroid: physiology, thyrotoxicosis, hypothyroidism, and the painful thyroid. *Endocrinology and Metabolism*, 261-348.
53. Wang, C., Liu, Q., Yang, W., Dong, Q., Yang, X., He, D., Zhang, P., Dong, K. & Huang, Y. (2009). Effects of selenium yeast on rumen fermentation, lactation performance and feed digestibilities in lactating dairy cows. *Livestock Science*, 126, 239-244.
54. Yue, W., Zhang, C., Shi, L., Ren, Y., Jiang, Y. & Kleemann, D. (2009). Effect of supplemental selenomethionine on growth performance and serum antioxidant status in Taihang Black goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22, 365-370.
55. Zarbalizadeh-Saed, A., Seifdavati, J., Abdi-Benemar, H., Salem, A. Z., Barbabosa-Pliego, A., Camacho-Diaz, L. M., Fadayifar, A. & Seyed-Sharifi, R. (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.
56. Zervas, G. (1988). Treatment of dairy sheep with soluble glass boluses containing copper, cobalt and selenium. *Animal Feed Science and Technology*, 19, 79-83.