

اثر نانوسلنیوم، سلنومتیونین و سدیم سلنیت بر شیر تولیدی، مقادیر سلنیوم و IgG بزهای خلخالی و بزغاله‌های آنها

رسول کجویی^۱، حسین عبدی بنمار^{۲*}، یعقوب منصور^۳ و جمال سیف دواتی^۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۴

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

^۲ به‌ترتیب دانشیار و استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

^۳ استاد گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه محقق اردبیلی

*مسئول مکاتبه: Email: abdibenemar@uma.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: در سال‌های اخیر تحقیقات بر روی بهترین منابع مکمل سلنیوم جهت به حداکثر رساندن عملکرد بیولوژیک متمرکز شده است. هدف: این مطالعه به منظور تعیین اثر منابع مختلف سلنیوم بر غلظت سلنیوم خون و سرم بزهای خلخالی در اواخر آبستنی و همچنین اثر این منابع بر غلظت سلنیوم خون و سرم بزغاله‌های آنها، غلظت ایمنوگلوبولین جی (IgG) سرم و آغوز مادران و بزغاله‌ها (بلافاصله بعد از تولد) و شیر تولیدی انجام شد. روش کار: آزمایش با استفاده از ۴۰ رأس بز خلخالی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۴ گروه ۱۰ رأسی اجرا شد. گروه شاهد هیچ‌گونه مکملی دریافت نکردند و تنها با جیره پایه حاوی $1 \text{ mg Se kg}^{-1} \text{ DM}$ تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۰/۶ میلی‌گرم سلنیوم به ازای هر راس در روز به شکل سلنومتیونین، نانو ذرات سلنیوم و سدیم سلنیت بود. نتایج: در بین گروه‌ها تفاوت معنی داری در غلظت IgG سرم بزها، غلظت IgG آغوز و همچنین غلظت IgG سرم بزغاله‌ها وجود داشت ($P < 0/05$). به طوری که سلنومتیونین کارایی بهتری داشت. غلظت سلنیوم سرم و خون بزها قبل از زایش تقریباً مشابه بود، اما در روز زایش، غلظت سلنیوم در سرم و خون بزهایی که مکمل دریافت کرده بودند بالاتر بود ($P < 0/05$). غلظت سلنیوم سرم و خون در بزهای دریافت کننده مکمل نانو سلنیوم در مقایسه با سایر گروه‌ها بالاتر بود ($P < 0/05$). همچنین غلظت سلنیوم سرم و خون بزغاله‌ها در هنگام تولد و غلظت سلنیوم آغوز گروه‌های آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی داری داشت ($P < 0/05$)، به جز گروه دریافت کننده نانو ذرات سلنیوم که کاهش معنی داری در مقایسه با گروه شاهد نشان داد. غلظت خونی سلنیوم در هفته اول زندگی بزغاله‌ها تنها در تیمار دریافت کننده مکمل آلی به طور معنی داری افزایش نشان داد ($P < 0/05$). نتیجه گیری نهایی: مکمل آلی سلنیوم در اواخر آبستنی در انتقال ایمنی خونی از بزها به بزغاله‌ها مؤثر بوده و سبب تغییر در غلظت IgG خون، سرم و آغوز بزها شد. همچنین مکمل سلنیوم سبب افزایش غلظت سلنیوم خون و سرم مادران شد و مکمل سلنیوم آلی انتقال مادری بهتری نسبت به سایر مکمل‌های سلنیوم نشان داد.

واژگان کلیدی: تولید شیر، بز خلخالی، سدیم سلنیت، سلنومتیونین، نانو ذرات سلنیوم، غلظت ایمنوگلوبولین G

مقدمه

سلنیوم به عنوان یک ریز مغذی ضروری در سال ۱۹۵۸ کشف شد. پس از کشف آن، تحقیقات ابتدا روی مقدار مورد نیاز بود و سپس روی بیماری‌هایی که کمبود سلنیوم باعث آن می‌شود متمرکز شد. در سال‌های اخیر تحقیقات بر روی بهترین منابع مکمل سلنیوم جهت به حداکثر رساندن عملکرد بیولوژیک متمرکز شده است. در طبیعت سلنیوم به شکل آلی و معدنی وجود دارد. عنصر سلنیوم (Se0) می‌تواند به سلنید احیا (Se-2) یا به سلنیت (Se+4) یا سلنات (Se+6) اکسید شود. از چهار شکل سلنیوم که در طبیعت وجود دارد تنها سلنیت و سلنات برای جذب گیاهان و مشارکت در شکل آلی سلنیوم (به شکل سلنومتیونین و سلنوسیسستن) به کار می‌رود (سورای ۲۰۰۶).

مونوز و همکاران (۲۰۰۹) اظهار کردند که در میش‌های دارای کمبود سلنیوم که در سرتاسر دوره آبستنی مکمل دریافت کردند در مقایسه با میش‌های دارای کمبود سلنیوم که در سه ماه آخر آبستنی مکمل دریافت کردند قدرت زنده‌مانی و بقاء بره‌ها افزایش پیدا کرد. بره میش‌های دریافت کننده مکمل سلنیوم نسبت به بره میش‌های که مکمل سلنیوم مصرف نکردند بودند، سریع‌تر ایستاده و شروع به شیر خوردن نمودند (مونوز و همکاران ۲۰۰۹).

مطالعات زیادی نشان دادند که دریافت مکمل سلنیوم کمی قبل از زایمان و کمی بعد از زایمان به صورت مستقیم به بره‌ها می‌تواند نرخ رشد در بره‌ها را افزایش دهد (کامار و همکاران ۲۰۰۹).

اختلافاتی میان مطالعات در مورد واکنش به تغذیه سلنیوم بر عملکرد وجود دارد. دلیل این اختلافات می‌تواند به علت فرم‌های شیمیایی سلنیوم مصرفی، میزان مکمل، وضعیت سلنیوم در گروه‌های آزمایشی، سن بره‌ها و مورد مطالعه و مسیرهای توزیع سلنیوم باشد. پیشنهاد NRC (2007) توضیح داده است که بیشترین نیاز سلنیوم بره‌ها در طول دوره‌های توسعه سریع

فیزیولوژیکی بخصوص از تولد تا از شیرگیری روی می‌دهد. عبدالغنی و همکاران (۲۰۰۸) و گابریسوزوک و کلویس (۲۰۰۲) پیشنهاد کردند که افزایش رشد بواسطه سلنیوم اغلب در دو هفته اول زندگی قابل توجه است. اگرچه سایر مطالعات پیشنهاد کردند که افزایش رشد بواسطه سلنیوم می‌تواند در بره‌های بالای یکسال هم نمایان شود (مونوز و همکاران ۲۰۰۹ و کامار و همکاران ۲۰۰۹).

دریافت مکمل سلنیوم مناسب در طول دوره‌های که جنین رشد سریعی دارد مانند اواخر آبستنی و اوایل شیردهی مهم است. عبدالغنی و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند که غلظت سلنیوم پلاسما و کبد مادری از اوایل آبستنی تا اواخر آبستنی کاهش می‌یابد. در عین حال غلظت سلنیوم در کبد و کلیه‌ها ی جنین از اوایل تا اواخر آبستنی افزایش یافت. مشاهده شده است که انتقال سلنیوم از جفت و آغوز به بره، حتی زمانی که کمبود سلنیوم وجود دارد اتفاق می‌افتد (عبدالغنی و همکاران ۲۰۰۷؛ ۲۰۰۸).

کاهش در غلظت سلنیوم پلاسما مادری و در مقابل افزایش غلظت سلنیوم در جنین به این اشاره دارد که تقاضا برای سلنیوم با پیشرفت آبستنی افزایش یافت. این امکان هست که اگر سلنیوم برای میش‌ها پیش از زایمان فراهم شود (تغذیه پیش از زایمان) مقدار کافی سلنیوم برای بره‌ها در زمان تولد و سرتاسر دوره رشد شان تامین شود. اثر بخشی انتقال جفتی بسیار وابسته به فرم شیمیایی مکمل سلنیوم است. منابع آلی سلنیوم نسبت به منابع معدنی بسیار آسان‌تر انتقال می‌یابد (کین کواید و راک ۱۹۹۹).

سلنیوم موجود در آغوز و شیر نیز منابع مهمی برای بره تازه متولد شده است. مشاهده شده است که غلظت سلنیوم در آغوز با افزایش سلنیوم موجود در خوراک به صورت خطی افزایش می‌یابد (عبدالغنی و همکاران ۲۰۰۷؛ ۲۰۰۸ و داویس و همکاران ۲۰۰۶). داویس و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که غلظت سلنیوم در آغوز

کاملاً مشابه بود و دام‌های مورد آزمایش به صورت انفرادی و روزانه دو نوبت با یونجه و کنسالتره تغذیه می‌شدند. هیچ گونه مکمل مواد معدنی و ویتامینه به جیره مصرفی اضافه نشد و تنها مکمل مصرف شده در این تحقیق، مکمل سلنیوم، به شکل آلی، معدنی و نانو سلنیوم بود. ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی بر اساس AOAC (۱۹۹۵) اندازه گیری شد.

مکمل‌ها به صورت روزانه مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل: تیمار ۱: گروه شاهد که هیچ مکملی دریافت نکردند، تیمار ۲: بزهایی که ۰/۶ میلی‌گرم سلنیوم به شکل مکمل آلی سلنومتیونین به صورت روزانه و انفرادی در دو نوبت دریافت کردند، تیمار ۳: بزهایی که ۰/۶ میلی‌گرم سلنیوم به شکل مکمل معدنی سلنیت سدیم به صورت روزانه و انفرادی در دو نوبت دریافت کردند، تیمار ۴: بزهایی که ۰/۶ میلی‌گرم سلنیوم به شکل نانو ذرات سلنیوم به صورت روزانه و انفرادی در دو نوبت دریافت کردند. ۶۰ روز قبل از زایش، در محوطه ای مسقف و در قفس به صورت انفرادی نگهداری می‌شدند و روزانه در دو نوبت صبح و عصر تغذیه انجام می‌شدند. ترکیبات و اجزا جیره پایه مورد استفاده در تحقیق در جدول یک نشان داده شده است.

نانو ذرات سلنیوم بر اساس روش زانک و همکاران (۲۰۰۴) با کمی تغییرات آماده سازی شد. اندازه گیری سطح این ذرات با دستگاه میکروسکوپ الکترونی (فیلیپس XL30) با بزرگنمایی ۵۰k در تصویر یک نشان داده شده است.

نسبت به شیر بهتر بود (از ۷۰۵ به ۵۷ نانوگرم در کیلو گرم در روز ۳ شیردهی کاهش یافت). در سن ۳ روزگی اوج غلظت سلنیوم در پلاسما بره انعکاسی از افزایش غلظت سلنیوم در آغوز است.

اخیراً نانو سلنیوم به دلیل زیست‌فراهمی بالا و سمیت کم توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. زیرا این ذرات نانومتری دارای ویژگی‌های جدیدی از جمله سطح بسیار ویژه، سطح فعالیت بالا، مراکز سطحی فعال بیشمار، کارایی کاتالیکی بالا و توانایی جذب قوی و سمیت پایین می‌باشد. شی و همکاران (۲۰۱۱) اثر سلنیت سدیم، مخمر سلنیت و نانو سلنیوم را بر عملکرد رشد، غلظت سلنیوم و وضعیت آنتی‌اکسیدانی در رشد بزهای نر را گزارش نمودند که میانگین افزایش وزن روزانه در گروه‌های دریافت کننده نانو سلنیوم و مخمر سلنیوم بیشتر از سایر گروه‌ها بود. تحقیقات بسیاری نشان دادند که نانو سلنیوم کارایی بالاتری نسبت به سلنیت (شکل معدنی سلنیوم)، سلنومتیونین و متیل سلنوسیسستین (شکل آلی سلنیوم) در موش و موش صحرایی داشته است و همچنین سمیت کمتری نشان می‌دهد.

در این مطالعه اثر مکمل سلنومتیونین، سدیم سلنیت و نانوذرات سلنیوم بر انتقال مادری این عنصر، عملکرد بزغاله‌ها و شیر و غلظت ایمنوگلوبولین جی سرم و آغوز بزهای خلخالی در اواخر آبستنی و بزغاله‌ها آن‌ها بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در واحد گوسفندداری دانشگاه محقق اردبیلی واقع در شهرستان اردبیل در اواخر بهمن ماه ۱۳۹۵ تا اواخر اردیبهشت ۱۳۹۶ به مدت ۳ ماه انجام شد. تعداد ۴۰ رأس بز نژاد خلخالی از سن حدود دو سال (۲±۰/۵) در یک دوره آزمایش ۹۰ روزه برای اجرای این آزمایش در نظر گرفته شد. میانگین وزن زنده اولیه بزها ۳±۳ کیلوگرم بود. تغذیه تمام بزها

سیاهرگ و داج خونگیری شد و نمونه‌های بدون افزودن ماده ضد انعقاد پس از انتقال به آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده کشاورزی به مدت ۱۵ دقیقه، در سانتیفریژ ۳۰۰۰ دور در دقیقه جهت تهیه سرم سانتیفریژ شدند. سپس از هر نمونه سرم چهار تکرار تهیه گردید و پس از برچسب زدن در فریزر ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. برای اندازه‌گیری غلظت سلنیوم آغوز حدود یک ساعت پس از زایش، از آغوز هر بز ۱۰ میلی‌لیتر تهیه و در فریزر ۲۰- درجه سلسیوس تا زمان آنالیز نگهداری شد. در ۴ هفته اول شیردهی، بزها هر روز به وسیله ماشین شیردوشی دوشیده و شیر تولیدی در وعده‌های صبح، عصر اندازه‌گیری شده و مجموع آن‌ها ثبت گردید. تمامی بزغاله‌های متولد شده از بزهای آزمایشی و شاهد در روز تولد، قبل از انتقال به باکس توزین می‌شدند.

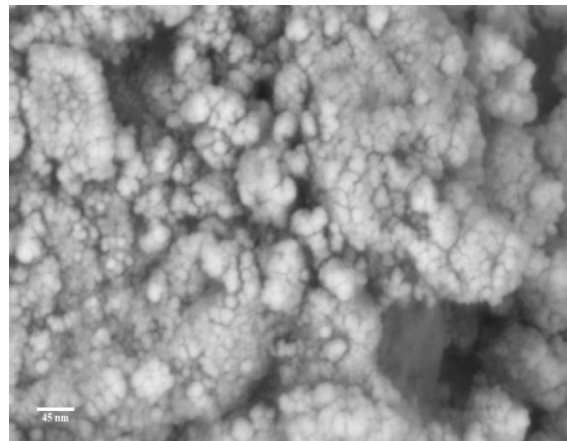
جدول ۱- درصد ترکیبات و اجزا جیره پایه

Table 1- Basal diet compounds and components

Ingredients (% of DM)	
Alfalfa	55
Corn	16.2
Soybean Meal	5.5
Barley	16.8
Wheat Bran	6.5
Chemical composition	
Metabolizable energy (Mcal/ Kg)	2.45
Crude protein (%)	16
NDF (%)	34.48
Selenium (mg / kg)	0.1
Copper (mg / kg)	16.69
Zinc (mg / kg)	28.55
Iron (mg / kg)	125.96

*No mineral supplement was added to the daily ration.

هضم نمونه‌هایی خوراک، خون، سرم و آغوز جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر به روش کچویی و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد. در این روش به نسبت یک به یک، ابتدا ۳ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس اضافه شد. سپس ۱ میلی‌لیتر اسید کلریدریک اضافه و سپس ۵ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن اضافه شد تا رنگ نمونه‌های شفاف شود و سپس با آب



شکل ۱- سطح نانوذرات سلنیوم آماده سازی شده
Figure 1- Level of the prepared nano-selenium particles

پس از زایش بزها به مدت ۴ هفته در قفس باقی مانده و روزانه در دو نوبت صبح، عصر شیردوشی می‌شدند. هنگام شیردوشی وضعیت سلامت عمومی دام‌ها بررسی می‌شد، تا چنانچه مشکلی از نظر ورم پستان، اسهال، ناراحتی سم و یا سایر بیماری‌ها دارند، هر چه سریعتر برطرف شود. کف جایگاه نگهداری دام‌ها هر روز کود روبی و تمیز شده و پس از جمع آوری، کودها به بیرون از گوسفنداری منتقل می‌شد.

بزغاله‌ها پس از تولد توزین شده و به باکس مربوط به بزغاله‌های تازه متولد شده منتقل و شماره گذاری می‌شدند. هر بزغاله به طور اختصاصی از آغوز مادر خود تغذیه می‌شدند. در نوبت اول ۲۷۰-۲۵۰ گرم آغوز با استفاده از بطری پستانک‌دار به بزغاله‌ها داده می‌شد و ۱۰-۸ ساعت بعد مجدداً با همین میزان آغوز تغذیه شدند. در ادامه، بزغاله‌ها سه روز متوالی، سه نوبت در روز به فاصله حدود ۸ ساعت با آغوز مادر خود تغذیه شده و پس از آن تا هفت روزگی دوبار در روز به فاصله ۱۲ ساعت با شیر تغذیه شده و سپس به قفس‌های انفرادی منتقل می‌شدند. قبل از مصرف مکمل و نیز روز زایش از سیاهرگ و داج کلیه بزها خون‌گیری انجام گردید. از بزغاله‌ها نیز در روز تولد (قبل از خوردن آغوز) و چهار هفته اول زندگی به صورت هفتگی از

مکمل‌های سلنیوم از لحاظ آماری وجود نداشت. در این آزمایش نشان داده شد که میزان شیر تولیدی در پاسخ به مکمل سلنیوم تاثیری بر روی شیر تولیدی نداشت. اگرچه، در بزهای مکمل شده با سلنیوم به صورت عددی، شیر تولیدی افزایش یافته است. برای شیر تولیدی بزهای خلخالی تا هفته چهارم اثر تیمار در زمان ($P=0/9$) و اثر تیمار ($P=0/24$) معنی دار نبود و اثر زمان ($P=0/001$) معنی دار بود.

تا کنون مطالعه‌ای در مورد اثر نانوذرات سلنیوم بر آغوز و شیر تولیدی انجام نگرفته است. با این حال مطالعات انجام شده بر روی اثر مکمل آلی و معدنی سلنیوم بر روی شیر و آغوز تولیدی بیان می‌کنند مکمل سلنیوم تاثیر معنی داری بر تولید شیر و آغوز نداشت (کجویی و همکاران ۲۰۱۴). در مقابل معینی و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند استفاده از مکمل سلنیوم در تلیسه باعث افزایش تولید شیر در ماه چهارم شیردهی شد. همچنین لاسترا و همکاران (۱۹۹۶) در مورد گاو آتروشی و همکاران (۱۹۸۵) نتایجی متفاوت با این مطالعه گزارش کردند.

فیپس و همکاران (۲۰۰۸) در گاو شیری مشاهده کردند منبع سلنیوم مصرفی که شامل سدیم سلنیت و سلنیوم مخمری بود بر شیر تولیدی تاثیر نداشت و همچنین تولید شیر بین گروه کنترل و گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی داری نداشت. همچنین کجویی و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که مکمل آلی و معدنی در سطح ۰/۳ میلی گرم به ازای هر راس تاثیر معدنی بر شیر تولیدی در بز نداشت، که نتایج مطالعه ذکر شده با مطالعه حاضر تطابق داشت. جونپیر و همکاران (۲۰۰۶) و هیارد و همکاران (۲۰۰۷) نیز نتایج مشابهی را مشاهده کردند.

لاسترا و همکاران (۱۹۹۶) بیان کردند، فعالیت مطلوب سلول‌های ترشحی به وضعیت سلامت غشا و اندامک‌های داخل سلولی وابسته است. با توجه به نقش آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز وابسته به سلنیوم در حفظ غشاء سلولی و جلوگیری از تخریب پراکسیداسیونی سلول،

مقطر دوبار تقطیر نمونه‌هایی خون به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پس از سرد شدن در دمای اتاق به کمک دستگاه ICP-OES کمپانی Perkin Elmer مدل DV ۷۳۰۰ ساخت کشور آمریکا، آنالیز شد.

این طرح در قالب طرح کامل تصادفی اجرا شد و وزن اولیه به عنوان عامل کوواریت در نظر گرفته شد. داده‌ها با رویه‌ی GLM، نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شدند. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

در این فرمول X_{ij} نشان دهنده مقدار عددی هر مشاهده در آزمایش، μ میانگین کل جامعه‌ای است که از طریق نمونه‌ها با فرض صفر مورد بررسی قرار گرفتند، T_i نشان دهنده اثر مکمل آزمایشی و ε_{ij} : نشان دهنده اثر خطا است.

مدل آماری استفاده شده برای بزغاله‌ها بر اساس طرح کاملا تصادفی به صورت داده‌های تکرار شده در زمان براساس زیر می‌باشد:

$$X_{ijk} = \mu + bX_i + T_i + P_j + TP_{ij} + e_{ijk}$$

در این فرمول X_{ijk} نشان دهنده مقدار عددی هر مشاهده در آزمایش، μ میانگین کلی مشاهده‌ها است که از طریق نمونه‌های با فرض صفر مورد بررسی قرار گرفتند، b_k ضریب کوواریت وزن تولد، T_i نشان دهنده اثر مکمل آزمایشی، P_j اثر زمان اندازه گیری j ، TP_{ij} برهم کنش تیمار و زمان اندازه گیری و ε_{ijk} خطاها باقیمانده است.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به میزان شیر تولیدی بزهای خلخالی تا هفته چهارم و آغوز تولیدی تا روز سوم در جداول دو و سه ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که تولید شیر در هفته‌های سوم و چهارم به اوج رسیده است. اختلاف معنی داری از نظر میزان شیر تولیدی در بین تیمارها در هفته اول، دوم، سوم و چهارم بعد از زایش مشاهده نشد ($P > 0/05$). همچنین تفاوت معنی داری بین

اما نتایج ذکر شده در این مطالعه با گزارش‌های کچویی و همکاران (۲۰۱۴) روی بزهای آبستن نشان دادند مکمل آلی و معدنی تاثیر معنی داری بر روی میانگین وزن تولد بزغاله‌ها ندارد. نتایج حاضر با گزارش مونوز و همکاران (۲۰۰۹) بر روی میش‌های آبستن مطابقت داشت.

نتایج حاصل از این مطالعه همچنین با مشاهدات لاسترا و همکاران (۱۹۹۶) مطابقت داشت. مطالعات زیادی نشان دادند که دریافت مکمل سلنیوم کمی قبل از زایمان و کمی بعد از زایمان به صورت مستقیم به بره‌ها می‌تواند نرخ رشد در بره‌ها را افزایش دهد (کامار و همکاران ۲۰۰۹؛ شپیرد و همکاران ۱۹۸۴).

به نظر می‌رسد در صورتی که سطح Se خون در حد مطلوب باشد، افزودن مکمل به جیره و یا تزریق آن تأثیر چندانی بر رشد و میانگین افزایش وزن روزانه ندارد (ویس ۲۰۰۳ و شی و همکاران ۲۰۱۰).

تأمین سلامت سلول‌های ترش‌خیزی غدد پستان‌ها و بهبود کمیت و کیفیت شیر از نتایج استفاده از مکمل سلنیوم خواهد بود.

بین فعالیت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز تولید شیر در گونه‌های مختلف دامی ارتباط مثبتی گزارش شده است (آتروشی و همکاران ۱۹۸۵). با توجه به این‌که سلنیوم جزئی از آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز است و بین غلظت سلنیوم و فعالیت آنزیم همبستگی بالایی ($r = 0.9$) وجود دارد (پاولاتا و همکاران ۲۰۰۵ و شاقی و همکاران ۲۰۱۷)، میتوان با افزایش غلظت سلنیوم سرمی افزایش فعالیت آنزیم و تولید شیر را انتظار داشت.

میانگین وزن تولد در بزغاله‌های گروه کنترل و تیمارهای که مکمل سلنیوم دریافت کردند در جدول ۴ نشان داده شده است. تفاوت معنی داری بین گروه‌های آزمایشی دیده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۲- میانگین تولید شیر بزهای خلخالی از زمان زایش تا هفته چهارم (گرم در روز)

Table 2- Average milk production of Khalkhali goats from birth to the fourth week (grams per day)

	First week	Second week	Third week	Fourth week
Control group	665.3±29.23	760.5±26.34	781.8±29.28	781.8±34.27
Organic selenium	708.3±35.59	795.6±28.60	815.9±42.67	924.9±34.80
Inorganic selenium	686.7±34.13	768.2±28.60	799.1±52.31	911.9±39.76
Selenium nanoparticles	660.0±32.46	758.4±29.57	771.6±38.73	856.2±41.48

Mean ± standard deviation

جدول ۳- میانگین تولید آغوز بزهای خلخالی از زمان زایش تا روز سوم (گرم در روز)

Table 3. Average colostrum production of Khalkhali goats of from birth to day 3 (g / day)

	First day	Second day	Third day
Control group	560±41.55	480±32.20	425±28.45
Organic selenium	585±30.89	509±29.85	445±31.03
Inorganic selenium	425±50.04	465±40.01	415±26.91
Selenium nanoparticles	535±45.17	460±39.21	410±39.74

Mean ± standard deviation

بیان کردند استفاده از سلنیوم آلی سبب افزایش بیشتر غلظت سلنیوم خون و سرم در گاو های شیری نسبت به مکمل معدنی سلنیوم شد. نجف نژاد و همکاران بیان کردند که مکمل آلی سلنیوم به طور معنی داری باعث افزایش سلنیوم شیر گاوهای هلشتاین نسبت به گروه های مصرف کننده مکمل معدنی و نانوسلنیوم شد. هنگامی که سلنیوم غیرآلی مانند سدیم سلنیت خوراکی یا سدیم سلنات مصرف می‌شود این منابع ابتدا باید به هیدروژن سلنید (H_2Se) احیا شوند. هیدروژن سلنید سپس به سلنوفسفات ($HSePO_3^{2-}$) تبدیل شده و می‌تواند در ساختمان سلنوپروتئین‌ها شرکت کند. اگر مقدار زیادی سلنیوم در بدن موجود باشد، هیدروژن سلنید به وسیله یک سری واکنش‌های پشت سر هم به گونه واکنش پذیر به اکسیژن تبدیل و اکسید می‌شود. در نتیجه سوپراکسید تولید شده و منجر به مسمومیت خواهد شد. در مقابل هنگامی که منابع آلی سلنیوم مصرف می‌شود، سلنیوم می‌تواند به طور غیر ویژه به داخل پروتئین بافت‌ها وارد می‌شود (ریمن و همکاران ۲۰۰۸). میانگین غلظت سلنیوم سرم بزغاله‌های گروه های آزمایشی در جدول ۵ نشان داده شده است. مقایسه میانگین داده‌ها بین غلظت سلنیوم سرم بزغاله های گروه شاهد و تیمارهای مکمل شده با منابع مختلف سلنیوم تفاوت معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). همچنین میان منابع مختلف سلنیوم در غلظت سلنیوم سرم و خون بزغاله‌ها روز زایش، از نظر آماری تفاوت معنی داری دیده شد و غلظت سلنیوم سرم و خون بزغاله‌های تیمار دریافت کننده نانوذرات سلنیوم به طور معنی داری کاهش نشان داد. مشاهده شده است که انتقال سلنیوم از جفت به بره، حتی زمانی که کمبود سلنیوم وجود دارد اتفاق می‌افتد (عبدالغنی و همکاران ۲۰۰۷؛ ۲۰۰۸؛ ۲۰۱۰). این امکان هست که اگر سلنیوم به مقدار فوق تغذیه‌ای برای میش‌ها پیش از زایمان فراهم شود (تغذیه پیش از زایمان) مقدار کافی سلنیوم برای بره‌ها در زمان تولد و سرتاسر دوره رشد شان تامین شود.

میانگین غلظت سلنیوم سرم، خون و آغوز گروه شاهد و تیمارهای که مکمل سلنیوم دریافت کردند در جدول پنج نشان داده شده است. با مقایسه میانگین داده‌ها قبل از زایش، از نظر آماری تفاوت معنی داری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P > 0.05$)، که ممکن است به دلیل مشابهت عوامل مدیریتی، محیطی و شرایط فیزیولوژیکی بزها باشد.

با مقایسه میانگین داده‌ها، از نظر آماری تفاوت معنی-داری بین گروه شاهد و تیمارهای دریافت کننده مکمل سلنیوم در غلظت سلنیوم سرم و خون روز زایش دیده شد و میان منابع سلنیوم نیز در غلظت سلنیوم سرم و خون روز زایش، از نظر آماری تفاوت معنی داری دیده شد ($P < 0.05$). تیمار دریافت کننده نانو سلنیوم بیشترین غلظت سلنیوم در سرم و خون در روز زایش را نشان داد. در مطالعات موجود در زمینه نانوتکنولوژی اثرات نانوذرات سلنیوم در این دوران حساس تاکنون بررسی نشده است. اما در دام‌های پرواری و حیوانات آزمایشگاهی کارهای صورت گرفته است که نشان دادند مکمل نانوسلنیوم قابلیت بیشتری در افزایش غلظت سلنیوم داشته است (زاهانگ و همکاران ۲۰۰۷ و زان و همکاران ۲۰۰۷). از طرفی جونپیر و همکاران (۲۰۰۶) نتایج مشابهی در گاو شیری بدست آوردند. میزان سلنیوم پلاسما در حیوانات گروه شاهد در این مطالعه تقریباً ۱/۶ بار بیشتر از میزان ۸۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر حساب شده برای کمبود بود که به طور واضح نشان می‌دهد، سطح سلنیوم بزهای استفاده شده این مطالعه در حد کفایت بوده است. باومگارسر و همکاران (۱۹۹۸) با مقایسه دو منبع سلنیوم به صورت سلنومیونین و سدیم سلنیت تفاوت معنی داری در سطح سلنیوم خون در گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد. از طرفی داویدو و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که مکمل سلنیوم در گاوهای شیری منجر به افزایش سلنیوم در خون و سرم دام‌های آزمایشی شد. فلاویو و همکاران (۲۰۰۷) و همچنین گییاوت و همکاران (۲۰۰۷)

شیر هنگامی که سلنیوم آلی استفاده شد به دلیل این است که سلنومتیونین موجود در سلنیوم آلی به پروتئین شیر متصل و وارد غدد پستانی می‌شود، بنابراین فاکتورهایی که روی سنتز پروتئین شیر تاثیر می‌گذارد ممکن است روی سلنیوم خروجی شیر نیز تاثیر بگذارد. میانگین غلظت سلنیوم سرم و خون گروه کنترل و تیمارهای دریافت کننده مکمل سلنیوم در هفت روزگی در جدول پنج نشان داده شده است که مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تفاوت بین گروه‌ها از نظر آماری معنی دار بود ($P < 0.05$). در آزمایش‌های دیویس و همکاران (۲۰۰۶) غلظت سلنیوم پلاسما در بره، به صورت خطی با افزایش سلنیوم در جیره مادر افزایش یافت، به طوری که غلظت سلنیوم پلاسما در بره میش‌هایی که با بالاترین میزان مکمل تغذیه شده بودند، در سه روزگی، از تمام گروه‌ها بیشتر و در گروه شاهد از همه کمتر بود. ممکن است با توجه به اینکه در روز سوم شیردهی اوج غلظت سلنیوم در شیر می‌باشد بعد از روز سوم میزان سلنیوم بزغاله شروع به کاهش می‌کند. اما به دلیل اینکه سلنیوم آلی قدرت ابقایی بیشتری نسبت به سلنیوم معدنی دارد در سن هفت روزگی بزغاله‌های این گروه نیز دارای میزان بالایی سلنیوم می‌باشد.

میانگین غلظت ایمنوگلوبولین G (IgG) سرم در گروه شاهد و گروه‌های مکمل شده با سلنیوم در جدول شش نشان داده شده است. قبل از زایش، با مقایسه میانگین داده‌ها، از نظر آماری تفاوت معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$). میانگین غلظت IgG سرم در گروه شاهد و گروه‌های مکمل شده با منابع مختلف سلنیوم در روز زایش از نظر آماری تفاوت معنی داری با هم داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۶). در تمام تیمارها غلظت IgG در روز زایش پایین تر از یک ماه قبل از زایش بود، که احتمالاً به دلیل انتقال IgG از خون به آغوز می‌باشد. مطالعه‌ای در مورد اثر نانوذرات سلنیوم بر روی میزان ایمنوگلوبولین‌ها در نشخوار کنندگان

اثر بخشی انتقال جفتی بسیار وابسته به فرم شیمیایی مکمل سلنیوم است. منابع آلی سلنیوم نسبت به منابع معدنی بسیار آسان‌تر انتقال می‌یابد (کین کواید و راک ۱۹۹۹).

غلظت سلنیوم آغوز در گروه شاهد و تیمارهای که مکمل سلنیوم دریافت کردند در جدول ۵ نشان داده شده است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اختلاف بین گروه شاهد و تیمارهای مکمل شده با منابع مختلف سلنیوم در آغوز معنی دار است ($P < 0.05$). غلظت سلنیوم آغوز در گروه نانوذرات سلنیوم پائین‌تر از گروه شاهد و در گروه دریافت کننده سلنیوم آلی در بالاترین سطح قرار داشت. که با نتایج عبدالغنی و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۰۸) و داویس و همکاران (۲۰۰۶) و گییاوت و همکاران (۲۰۰۷) در گاوهای شیری آبستن مطابقت داشت. این محققان بیان کردند که سلنیوم در فرم آلی بیشترین انتقال سلنیوم از مادر به آغوز را داشت.

معینی و همکاران (۲۰۱۱b, ۲۰۱۱a) بیان کردند استفاده از مکمل سلنیوم در گاوهای شیری سبب افزایش غلظت سلنیوم در گروه‌های آزمایشی شد. داویس و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که غلظت سلنیوم در آغوز نسبت به شیر بهتر بود (از ۷۰۵ به ۵۷ نانوگرم در کیلوگرم در روز سه شیردهی کاهش یافت). نتایج مطالعات دیویس و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که غلظت سلنیوم آغوز تحت تأثیر سلنیوم جیره قرار گرفته و با افزایش سلنیوم جیره به صورت خطی افزایش می‌یابد. در سن سه روزگی اوج غلظت سلنیوم در پلاسمای بره انعکاسی از افزایش غلظت سلنیوم در آغوز بود.

سلنومتیونین فرم اصلی سلنیوم موجود در سلنیوم آلی است، بز نمی‌تواند از سلنیوم معدنی برای سنتز سلنومتیونین استفاده کند. اما سلنومتیونین خوراکی در طول انتقال پروتئینی می‌تواند یک پارچه و سالم و بدون تمایز بین متیونین و آنالوگ‌های سلنومتیونین بماند. پرسون (۱۹۹۳) پیشنهاد داد که علت سلنیوم بیشتر در

آزمایشی که در سال ۲۰۰۴ توسط لیان و همکاران انجام شد، نشان داد غلظت IgG آغوز در با کمبود سلنیوم (بدون مکمل) ۱۲۳ گرم در لیتر و در تیمار آزمایشی مکمل شده با سلنات باریم، ۱۲۴ گرم در لیتر بوده و استفاده از مکمل بر غلظت IgG آغوز مؤثر نبوده است.

نتیجه گیری

افزایش نیاز جنین و کاهش ماده خشک مصرفی توسط دام در اواخر آبستنی منجر به کمبود برخی مواد مغذی از جمله سلنیوم در مادر و نوزاد آن می‌شود، بنابراین استفاده از مکمل سلنیوم در این دوره توسط بسیاری از محققین پیشنهاد شده است. مکمل سلنیوم با افزایش غلظت این مواد در خون و بهبود عملکرد ایمنی، نقش عمده‌ای در حفظ سلامت و مقاومت در برابر بیماری‌ها ایفا می‌کنند که احتمالاً منجر به بهبود وضعیت تولید مثلی و افزایش تولید دام خواهد شد. همچنین باتوجه به جذب بهتر سلنیوم آلی نسبت به سلنیوم معدنی، به خاطر تفاوت در متابولیسم، این مکمل عملکرد بهتری در بدن دارد. مکمل آلی سلنیوم در اواخر آبستنی در انتقال ایمنی خونی از بزها به بزغاله‌ها مؤثر بوده و سبب تغییر در غلظت IgG خون، سرم و آغوز بزها شد. غلظت سلنیوم در خون، سرم و آغوز در گروه‌های مکمل شده با سلنیوم آلی به طور معنی داری افزایش یافت. تفاوت معنی داری بین منابع سلنیوم وجود داشت و سلنیوم آلی در انتقال مادری و انتقال از طریق آغوز عملکرد بهتری نسبت به نانوسلنیوم و سدیم سلنیت داشت.

یافت نشد. IgG₁ و IgG₂ با یک مکانیسم بسیار اختصاصی از خون به آغوز منتقل می‌شوند. بنابراین غلظت IgG در مادر ۲ تا ۳ هفته قبل از زایش کاهش می‌یابد و چندین هفته زمان لازم است تا غلظت IgG سرم، به وضعیت اولیه خود برسد (معینی و همکاران ۲۰۱۱b و گیوگلی ۲۰۰۲). لارسون و همکاران (۱۹۸۰) در گاو شیری و هایک و همکاران (۱۹۸۹) در مورد خوک نشان دادند استفاده از مکمل اثری بر غلظت IgG پس از زایش نداشته است. در حالی که آواده و همکاران (۱۹۸۸) نشان دادند مکمل سلنیوم به فرم آلی و یا معدنی باعث افزایش غلظت IgG و IgM در پلاسما تیمارهای آزمایشی نسبت به گروه شاهد شده است. میانگین غلظت IgG گروه شاهد و گروه‌های مکمل شده با منابع مختلف سلنیوم در بزغاله‌ها روز تولد قبل از مصرف آغوز از نظر آماری تفاوت معنی داری با هم داشت ($P < 0.05$) و بیشترین میزان مربوط به تیمار سلنیوم آلی بود (جدول ۶). به دلیل تعداد لایه های جفتی در نشخوار کنندگان IgG از طریق جفت به جنین منتقل نمی‌شود و جفت به عنوان سد در برابر انتقال IgG از مادر به جنین عمل میکند، به همین علت غلظت آن در نوزادها بسیار پائین است و نوزاد نشخوارکنندگان بدون داشتن ایمنی خونی کافی متولد می‌شوند و بعد از تولد به طور کامل به انتقال IgG مادر از طریق آغوز وابسته اند (سورای ۲۰۰۱). لاسترا و همکاران (۱۹۹۶) میانگین غلظت IgG سرم را بلافاصله پس از تولد در گروه آزمایشی که مکمل دریافت کرده بودند ۱۶۰ و در گروه شاهد ۹۰ میلی‌گرم در دسی لیتر گزارش دادند. درآزمایش لیان و همکاران (۲۰۰۴) نیز نتایج مشابهی بدست آمد و غلظت IgG گوساله‌ها قبل از خوردن آغوز بسیار پائین بود. غلظت IgG درآغوز بزها در جدول (۶) نشان داده شده است. در مقایسه میانگین داده‌ها اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود داشت ($P > 0.05$) و بیشترین میزان مربوط به تیمار سلنیوم آلی بود.

جدول ۴- میانگین وزن بدن بزغاله‌های خلخالی از زمان زایش تا هفته چهارم (کیلوگرم در روز)

Table 4- Average body weight of Khalkhali kids from birth to the fourth week (kg per day)

	Time of birth	first week	second week	third week	fourth week
Control group	2.41±0.49	3.20±0.53	4.23±0.21	5.00±0.81	5.75±0.77
Organic selenium	2.70±0.10	3.40±0.11	4.41±0.28	5.46±0.55	6.2±0.50
Inorganic selenium	2.63±0.21	3.42±0.10	4.36±0.20	5.21±0.73	6.22±0.88
Selenium nanoparticles	2.53±0.17	3.56±0.20	4.34±0.42	5.44±0.29	5.85±0.65

Mean ± standard deviation

جدول ۵- میانگین غلظت سلنیوم آغوز و سرم بزها و بزغاله‌ها (میکروگرم در لیتر)

Table 5- Concentration of selenium in colostrum and serum of goats and kids (micrograms per liter)

Selenium concentration		Control group	Organic Selenium	Inorganic selenium	Selenium nanoparticles
Blood	Goat (before supplement)	120.41±9.88	115.92±9.65	118.19±9.81	116.83±8.6
	Goat (day of calving)	123.74±6.50 ^d	435.86±12.81 ^b	291.15±10.94 ^c	584.15±17.15 ^a
Serum	Goat (before supplement)	64.56±7.98	61.18±7.84	59.41±8.47	62.72±7.33
	Goat (day of calving)	66.94±7.93 ^d	283.69±12.14 ^b	195.38±10.04 ^c	351.62±18.03 ^a
Colostrum		55.54±8.82 ^c	342.94±9.14 ^a	254.82±10.51 ^b	44.65±6.60 ^d
Blood	Kids (birthday)	120.11±8.91 ^c	467.85±14.10 ^a	225.56±10.65 ^b	107.33±9.09 ^d
	Kids (7 day old)	113.97±9.46 ^c	391.34±16.49 ^a	173.58±13.43 ^b	111.38±6.25 ^c
Serum	Kids (birthday)	74.13±9.69 ^c	172.11±17.09 ^a	102.78±10.68 ^b	56.28±10.18 ^d
	Kids (7 day old)	66.52±8.48 ^c	151.02±16.55 ^a	82.30±8.69 ^b	66.93±5.33 ^c

^{a, b, c} Least square means in a row with differing letters differ significantly ($P < 0.05$).

Mean ± standard deviation.

منابع مورد استفاده

- Abd El-Ghany H, López-Arellano AE, Revilla-Vázquez R, RamírezBribiesca A and Tórtora-Pérez EJ, 2008. Effect of pre- and postpartum selenium supplementation in sheep. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7: 61–67.
- Abd El-Ghany H, López-Arellano AE, Revilla-Vázquez R, RamírezBribiesca A and Tórtora-Pérez EJ, 2007. Interrelationship between fetal and maternal selenium concentrations in small ruminants. *Small Ruminants Research* 73:174–180.
- Abdelrahman MM and Kincaid RL, 1995. Effect of selenium supplementation on maternal transfer of selenium in the bovine. *Journal of Dairy Science* 78: 625–630.
- Anke M, Angelow L and Angelow L, 1987. Effect of selenium deficiency upon reproduction and milk production of goats. Pp. 440–447. In: *Proceedings of the Macro- and Trace Element Seminar*, University Leipzig-Jena, Germany.
- Atroshi F, Sankari S and Linstrom VB, 1985. Glutathione peroxidase activity in dairy goat erythrocytes in relation to somatic cell counts and milk production. *Archiv fur experimentelle Veterinarmedizin* 39:520–527.

- Awadeh FT, Kincaid RL and Johnson KA, 1998. Effect of level and source of dietary selenium on concentrations of thyroid hormones and immunoglobulin in beef cows and calves. *Journal of Dairy Science* 76: 1204–1215.
- Boland TM, Keane N, Nowakowski P, Brophy PO and Crosby TF, 2005. High mineral and vitamin E intake by pregnant ewe lowers colostral immunoglobulin G absorption by the lamb. *Journal of Dairy Science* 83: 871–878.
- Bourne N, Wathes DC, Lawrence KE, McGowan M and Laven RA, 2008. The effect of parenteral supplementation of vitamin E with selenium on the health and productivity of dairy cattle in the UK. *Veterinary Journal* 177:381-7.
- Brzezinska Slebodzinska E, Miller JK and Quigley JD, 1994. Antioxidant status of dairy cows supplemented pre-partum with vitamin E and selenium. *Journal of Dairy Science* 77: 3087–3095.
- Castellan DM, Mass JP, Gardner IA, Oltjen JW and Sween ML, 1999. Growth of suckling beef calves in response to parenteral administration of selenium and the effect of dietary protein provided to their dams. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 214: 816–821.
- Cohen RD, King BD, Guenther C and Janzen ED, 1991. Effects of prepartum parenteral supplementation of pregnant beef cows with selenium/vitamin E on cow and calf plasma selenium and productivity. *Canadian Veterinary Journal* 32: 113–115.
- Cuesta PA, Mc Dowell LR, Kunkle WE, Wilkinson NS and Martin FG, 1995. Effect of high dose prepartum injection of selenium and vitamin E on milk and serum concentration in ewes. *Small Ruminants Research* 18: 99–103.
- Davidov I, Radinovic M, Bobos S and Eredeljan M. 2011. Influence of selenium on mammary glands and milk somatic cells in dairy cows. *Savremena poljoprivreda* 60: 342-347.
- Davis PA, McDowell LR, Wilkinson NS, Buergelt CD, Van Alstyne R, Weldon RN and Marshall TT, 2006. Effects of selenium levels in ewe diets on selenium in milk and the plasma and tissue selenium concentration of lamb. *Small Ruminants Research* 65:14–23.
- Enjalbert F, Lebreton P, Salat O and Schelcher F, 1999. Effects of pre-or postpartum selenium supplementation on selenium status in beef cows and their calves. *Journal of Animal Science* 77: 223–229.
- Gabryszuk M and Klewicz J, 2002. Effects of injecting 2 and 3-year-old ewes with selenium and selenium–vitamin E on reproduction and rearing of lambs. *Small Ruminants Research* 43: 127–132.
- Gerloff BJ, 1992. Effect of selenium supplementation on dairy cattle performance. *Journal of Animal Science* 70: 3934–3940.
- Givens DI, Allison R, Cottrill B and Blake JS, 2004. Enhancing the selenium content of bovine milk through alteration of the form and concentration of selenium in the diet of the dairy cow. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84: 811–817.
- Grasso P, Scholz RW, Erskine RJ and Eberhart RJ, 1990. Phagocytosis, bactericidal activity, and oxidative metabolism of mammary neutrophils from dairy cows fed selenium adequate and selenium-deficient diets. *American Journal of Veterinary Research* 51: 269-277.
- Gunter SA, Beck PA and Phillips JM, 2003. Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves. *Journal of Animal Science* 81: 856–864.
- Guyot H, Spring P, Andrieu S and Rollin F. 2007. Comparative responses to sodium selenite and organic selenium supplements in Belgian Blue cows and calves. *Livestock Science* 111: 259–263.
- Harrison JH and Hancock DD, 1999. Role of selenium and vitamin E deficiency in postpartum reproductive diseases of the bovine. Pp. 85–99. In: *The Alvin Lloyd Moxon Honorary Lectures on Selenium and Vitamin E*. Ohio Agricultural Research and Development Center. USA.
- Harrison JH, Hancock DD and Conrad HR, 1984. Vitamin E and selenium for reproduction of dairy cow. *Journal of Dairy Science* 67: 123–132.
- Heard JW, Stockdale CR, Walker GP, Leddin CM, Dunshea FR, McIntosh GH, Shields PM, McKenna A, Young GP and Doyle PT, 2007. Increasing selenium concentration in milk: effects of amount of selenium

- from yeast and cereal grain supplements in early and late lactation. *Journal of Dairy Science* 90: 4117–4127.
- Juniper DT, Phipps RH, Jones AK and Bertin G, 2006. Selenium supplementation of lactating cows: effect on selenium concentration in blood, milk, urine, and feces. *Journal of Dairy Science*. 89 3544–3551.
- Kachuee R, Moeini M and 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.
- Kachuee R, Moeini MM and Souri M, 2013. The effect of dietary organic and inorganic selenium supplementation on serum Se, Cu, Fe and Zn status during the late pregnancy in Merghoz goats and their kids. *Small Ruminant Research* 110:20-27.
- Kincaid RL, and Rock MJ, 1999. Selenium intakes during late gestation on immunoglobulins and thyroid hormones in sheep. *Federation of American Societies for Experimental Biology Journal* 13:A249.
- Kojouri GA, 2002. A study on relationship between concentrations of selenium, copper, manganese, zinc and iodine in soil, plant and animal in Bakhtiari, provience. Final Project Technical Research Council of Islamic Republic of Iran, Grant No. 4297.
- Koller LD, Whitbeck GA and South PJ, 1984. Transplacental transfer and colostral concentration of Se in beef cattle. *American Journal of Veterinary Research* 45: 2507–2508.
- Kumar M, Garg AK, Dass RS, Chaturvedi VK, Mudgal V and Varshney VP, 2009. Selenium supplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. *Animal Feed Science and Technology* 153: 77–87.
- Lacetera N, Bernabuci U, Ronchi B and Nardone A, 1996. Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrums and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. *American Journal of Veterinary Research* 57 :1776–1780.
- Mahan DC, 2000. Effect of organic and inorganic selenium sources and levels on sow colostrums and milk selenium content. *Journal of Animal Science* 78: 100–105.
- Moeini MM, Karami H, Mikaeili E and Mostafaei A, Abstract no: 996, 2008. Effect of selenium and vitamin E supplementation during late pregnancy on serum IgG concentration in heifers and serum IgG concentration and passive immunity in their calves. Pp. 230.In: In Proceeding of XXV WBC, Budapest, Hungry.
- Mohri M, Seifi HA and Khodadi J, 2005. Effects of pre-weaning parenteral supplementation of Vitamin E and selenium on hematology, serum proteins and weight gain in dairy calves. *Comp. Journal of Clinical Pathology* 14: 149–154.
- Munoz C, Carson AF, McCoy MA, Dawson LER, Connell NE and Gordon AW, 2009. Effect of plane of nutrition of 1- and 2-year- old ewes in early and mid pregnancy on ewe reproduction and offspring performance up to weaning. *Animal* 3:657-669.
- Morgante M, Beghelli D, Pauselli M, Dallara P, Capucella M and Ranucci S, 1999. Effect of administration of vitamin E and selenium during the dry period on mammary health and milk cell counts in dairy ewes. *Journal of Dairy Science* 82: 623–631.
- Najafnejad B, Aliarabi H, Taghizadeh A, Alipour D, 2014. Comparison effects of different selenium sources in cottonseed rich diets on digestibility of the diet, performance and hematological parameters of lactating dairy cows. *Journal of Ruminant Research* 2: 79-98
- National Research Council, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6th rev. ed. National Academy of Sciences (NAS), Washington, D.C.
- Oliver SP and Calvino IF, 1995. Influence of inflammation on mammary gland metabolism and milk composition. *Journal of Animal Science* 73: 18–33.
- Pavlata L, Prasek J, Podhorsky A, Pechova A and Haloun T, 2003. Selenium metabolism in cattle-maternal transfer of selenium to newborn calves at different concentrations in dams. *Acta Veterinaria Brno* 72: 639–646.

- Phipps RH, Grandison AS, Jones AK, Juniper DT, Ramos-Morales E and 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.
- Rajala-Schultz PJ, Grohn YT, MC Culloch CE and Guard CL, 1999. Effects of clinical mastitis on milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82: 1–11.
- Ramirez JE, Bribiesca JL, Tortora M, Huerta LM, Hernandez Lopez R and Crosby MM, 2005. Effect of selenium–vitamin E injection in selenium-deficient dairy goats and kids on the Mexican plateau. *Journal Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 57: 77–84.
- Shayeghi V, Ramin AG, Asri-Rezaei S and Hassanzadeh A, 2017. Effects of nano selenium particles, mineral selenium and α -tocopherol on glutathione peroxidase activity, blood selenium level and weight gain in suckling lambs. *Journal of Animal Science Researches* 27: 149-163.
- Sheppard AD, Blom L and Grant AB, 1984. Levels of selenium in blood and tissues associated with some selenium deficiency diseases in New Zealand sheep. *New Zealand Veterinary Journal* 32:91-95.
- Shi LG, Xun WJ, Yue WB, Zhang CX, Ren YS, Liu Q, Wang Q and Shi L, 2011. Effect of elemental nano-selenium on feed digestibility, rumen fermentation, and purine derivatives in sheep. *Animal Feed Science and Technology* 163: 136-142
- Smith KL, Harrison JH, Hancock DD, Todhunter DA and Conrad HR, 1984. Effect of vitamin E and selenium supplementation on incidence of clinical mastitis and duration of clinical symptoms. *Journal of Dairy Science* 67: 1293–1300.
- Smith KL, Hogan JS and Weiss WP, 1997. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality. *Journal of Animal Science* 75:1659–1665.
- Surai PF, 2006. Selenium in nutrition and health. Nottingham University, press, Nottingham.
- Vanegas JR and Atwill Reynolds ER, 2004. Effects of an injectable trace mineral supplement on first-service conception rate of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87: 3665–3671.
- Weiss WP, 2003. Relationship of mineral and vitamin supplement with mastitis and milk quality. Pp. 37–44. In: National Mastitis Council Annual Meeting Proceeding, Orlando, FL, USA.
- Weiss WP, Todhunter DA, Hogan JS and Smith KL, 1990. Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin E on preparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 73:3187.
- Wichtel JJ, Craigie Varela-Alvarez ALH and Williamson NB, 1994. The effect of intraruminal selenium pellets on growth rate, lactation and reproductive-efficiency in dairy cattle. *New Zealand Veterinary Journal* 42: 205–211.
- Zhan X, Wang M, Zhao R, Li W and Xu Z, 2007. Effects of different selenium source on selenium distribution, loin quality and antioxidant status in finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 132:202-211.
- Zhang J, Wang X and Xu T, 2007. Elemental selenium at nano size (Nano-Se) as a potential chemopreventive agent with reduced risk of selenium toxicity: comparison with se-methylselenocysteine in mice. *Toxicological Sciences* 101:22-31.

The effect of nano-selenium, seleno-methionine and sodium selenite on milk production, selenium and IgG levels of Khalkhali goats and their kids

R Kachuee¹, H Abdi-Benemar^{2*}, Y Mansoori³ and J Seifdavati²

Received: January 13, 2019

Accepted: May 25, 2019

¹PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabi, Iran

²Associate Professor and Assistant Professor, respectively, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabi, Iran

³ Professor Department of Applied Chemistry, Faculty of Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

* Corresponding author, E-mail address: abdi-benemar@uma.ac.ir

Introduction: Selenium (Se), as an antioxidant element, is a neutralizing mineral for oxidative stress and urging apoptosis in stressed biological systems. Selenium is a necessary trace element for ruminants that participates in varied biological processes like antioxidant defense, production of thyroid hormone, and response of immune system. In recent years, researches have focused on the best supplementary sources of selenium to maximize biological performance. The studies about reproductive performance, such as that of Gabryszuk and Klewicz (2002), showed that injecting ewes with Se four weeks before breeding and again during the last four weeks of gestation caused a 32% increase in lambing percentage compared with Se-deficient ewes. Furthermore, adequate Se status of the newborn lambs not only ensures prevention of nutritional myopathy, but also decreases losses in lamb productivity. Lambs from Se-supplemented ewes showed faster progression to stand and nurse compared with lambs from unsupplemented ewes and leading to an overall decrease in lamb mortality (Muñoz et al. 2009). It has been observed that selenium mineral supplements, such as sodium selenite and sodium selenate, have the same bioavailability. However, organic selenium supplements such as yeast selenium more effectively increase the concentration of selenium in blood and milk and may have a better bioavailability. However, the recently developed red elemental selenium has promising uses in the environmental protection from the pollution of the excessive selenium (Zhang et al. 2007). Zhang et al. (2007) synthesized nano red elemental selenium (nano-Se) with the size of 5 – 100 nm and observed that nano-Se had a similar bioavailability in rat and much less acute toxicity in mice compared with selenite. Recently, Wang et al. (2007) showed that nano-Se (20 – 60 nm) possesses equal efficacy in increasing the activities of GSH-Px in plasma and liver from male Kunming mice compared with selenomethionine. The periparturient period is the foremost necessary stage in farm animals about health standing and production. The objective of this study was to determine the effect of different sources of selenium on blood and serum selenium concentration of Khalkhali goats during late pregnancy, as well as the effect of these sources on the concentration of selenium in their kids up to four weeks and serum and colostrum immunoglobulin concentration (IgG) of mothers and kids (immediately after birth).

Material and methods: The experiment was conducted using 40 Khalkhali goats in a completely randomized design divided into four groups with 10 goats per each group. The goats were randomly allocated to four treatments to receive supplementations of 0 (control), 0.6 mg Se head⁻¹ day⁻¹ of seleno-methionine (SM), 0.6 mg Se head⁻¹ day⁻¹ of nano-selenium (SN), and 0.6 mg Se head⁻¹ day⁻¹ of sodium selenite (SS) from four weeks before the expected day of delivery. Their blood samples were taken at that time and on the kidding day. In addition, colostrums were collected in pre-cleaned polyethylene bottles from the goats as immediately as possible after kidding. Instantly after delivery, newborn kids were taken apart from their dams. The control group did not receive any supplement and received only the basal ration containing 0.1 mg Se kg⁻¹ DM. Blood samples were collected from goats three weeks before the expected kidding. Blood samples

of kids were taken from the jugular vein on the day of birth and 7 days after birth. Blood samples were centrifuged at 3000 rpm for 15 minutes to prepare the serum. The ELISA method was used to determine the concentration of IgG and selenium concentration was measured using the ICP-OES device. The weight of kids at the birth and up to four weeks, colostrum production in the first three days and milk production of goats for four weeks were recorded and analyzed.

Results and discussion: There were no significant differences in birth weight, weight of kids up to four weeks, colostrum production in the first three days, and milk production until the fourth week in goats. There was a significant difference between the groups in serum IgG concentration, colostrum IgG, and blood IgG concentration of kids ($P < 0.05$). No significant differences were observed between mineral selenium, nano-selenium, and control group. However, selenomethionine had a significantly better performance than nano-selenium and sodium selenite. Serum and blood selenium concentrations were similar before kidding, but the concentration of selenium in serum and blood of supplemented goats was significantly higher than the control ones ($P > 0.05$). The results of this experiment showed that serum and blood selenium concentrations in nano-selenium received goats were significantly higher compared with other groups ($P < 0.05$). Serum and blood selenium concentrations of kids at birth and colostrum selenium concentration in the experimental groups were significantly higher than the control group ($P < 0.05$), except for the goats supplemented with selenium nanoparticles, which significantly decreased compared to the control goats. The serum selenium and blood levels of selenomethionine received group showed the highest selenium levels in comparison with other groups. Selenium blood levels increased significantly in the first week of life of the kids only in the organic supplementation treatment ($P < 0.05$).

Conclusion: Organic selenium supplementation in late pregnancy was effective in transferring blood immunity from the goats to the kids and led to changes in serum and colostrum IgG levels of goats. The supplementation of different Se forms (sodium selenite, selenomethionine and elemental nano-Se) into pregnant goats' diet increased Se status in the whole blood and serum compared with controls. Among Se sources, nano-selenium exhibited an excellent increasing Se status in pregnant goats. Current results showed differences in the transplacental Se transfer capacities of sodium selenite, selenium nanoparticles, and selenomethionine. When comparing these three Se sources, the results of the study clearly demonstrated that kids from goats receiving selenomethionine had higher whole-blood and serum-Se concentrations compared with kids from goats receiving sodium selenite and selenium nanoparticles. There was a failure of nano-selenium to increase newborn Se concentrations as compared with control. Seleno-methionine had higher transplacental transfer of Se and also resulted in higher Se concentrations in colostrum. Goats supplemented with selenomethionine had greater colostrum Se concentrations than goats supplemented with sodium selenite and selenium nanoparticles.

Keyword: Milk production, Khalkhali goat, Sodium selenite, Seleno-methionine, Selenium nanoparticles, Immunoglobulin G concentration