



مطالعه سنتز نانو ذرات سلنیم و بررسی تأثیر تغذیه آن در مقایسه با سایر منابع سلنیم بر روی فراسنجه‌های خونی با تکیه بر شاخصه‌های عملکرد کبدی در گاوهای هلشتاین

صادق هاشمی^۱، مهدی گنج خانلو^۱، کامران رضایزدی^۱، ابوالفضل زالی^۱، روناک رفیع پور^۲، منوچهر امینی^۳

^۱ گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲ گروه شیمی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

^۳ دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران، ایران

doi 10.22059/jvr.2018.264746.2844

تاریخ دریافت: ۹ تیر ماه ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۱ مهر ماه ۱۳۹۸

چکیده

زمینه مطالعه: استفاده از منابع مختلف املاح معدنی و اثر این املاح با منابع مختلف بر روی عملکرد متابولیسمی مورد توجه مراکز علمی و تحقیقاتی می‌باشد. **هدف:** هدف از این مطالعه سنتز نانو ذرات سلنیم و بررسی تأثیر این نانو ذرات بر روی فراسنجه‌های خونی مرتبط با عملکرد کبدی گاوهای شیری هلشتاین در مقایسه با سایر منابع سلنیم بود.

روش کار: این مطالعه در دو مرحله آزمایشگاهی و مزرعه‌ای اجرا گردید. به منظور سنتز نانو ذرات سلنیم از واکنش‌های شیمیایی اکسایش - کاهش استفاده شد. با استفاده از تکنیک زتا سایزر تشکیل نانو ذرات سلنیم و عدم تغییر در اندازه این نانو ذرات در طی زمان اثبات گردید. به منظور آزمایش مزرعه‌ای، ۶ راس گاو شیری هلشتاین در قالب طرح چرخشی ۲۸ روزه به شکل مربع لاتین ۳*۳ با ۳ تیمار آزمایشی و تعداد ۲ تکرار استفاده شد. دام‌ها در ۳ تیمار آزمایشی توزیع گشتند که عبارت بودند از (۱) جیره محتوی سدیم سلنیت، (۲) جیره محتوی سدیم سلنیت کلوییدی، (۳) جیره محتوی نانو ذرات سلنیم. فراسنجه‌های خونی مرتبط با عملکرد کبدی شامل آل‌بومین، بیلی‌روبین و کلسترول کل در آزمایش حاضر اندازه‌گیری شدند. همچنین در طول دوره آزمایشی مقدار ماده خشک مصرفی دام‌ها اندازه‌گیری شد.

نتایج: میزان کلسترول پلاسماي خون در گروه گاوهای تغذیه شده از سدیم سلنیت کلوییدی بیشتر از گروه گاوهای تغذیه شده از نانو ذرات سلنیم بود ($P=0/01$). مقدار بیلی‌روبین ($P=0/04$) و آل‌بومین پلاسما ($P=0/03$) در گاوهای گروه سه پایین‌تر از گروه یک بود. ماده خشک مصرفی تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری نهایی: با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که مکمل نانو ذرات سلنیم در مقایسه با دو منبع دیگر سبب بهبود فراسنجه‌های خونی مرتبط با شاخص کبدی و در نتیجه عملکرد کبدی و در نهایت بهبود وضعیت سیستم ایمنی گاوهای شیری شده است.

کلمات کلیدی: نانوذرات سلنیم، شاخص عملکرد کبدی، فراسنجه‌های خونی، سدیم سلنیت کلوییدی، گاو شیری

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: مهدی گنج خانلو، گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
پست الکترونیکی: ganjkanlou@ut.ac.ir

مقدمه

گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر (ROS) است که عمدتاً در طول بیماری‌ها و شرایطی که (دوره انتقال گاوهای شیری) منجر به فعال شدن لوکوسایت‌ها شده، تولید می‌شوند (۹) در موارد کمبود سلنیم در اندام‌ها، متابولیسم کربوهیدرات، لپید و پروتئین و همچنین عملکرد کبد مختل می‌شود (۳۴). در طول

امروزه نقش حیاتی سلنیم در کاهش وقوع شمار زیادی از بیماری‌ها در انسان و حیوانات بصورت گسترده پذیرفته شده است (۶). مکانیسم این نقش، مرتبط با فعالیت برخی از سلنوپروتئین‌ها در محافظت از سلول‌ها، بویژه سلول‌های مرتبط با سیستم ایمنی (نوتروفیل‌ها، لمفوسیت‌های سیتوتوکسیک) از

NRC (۲۰۰۱) در برآوردی که از احتیاجات مواد مغذی برای گاوهای شیری بیان کرده است مقدار مورد نیاز این عنصر را در حدود ۰/۳ پی پی ام اعلام کرده است که این مقدار مورد نیاز بدون هیچ مسمومیتی مورد استفاده حیوان قرار می‌گیرد. همچنین در مطالعاتی که برای استفاده از این ماده انجام پذیرفته گزارش شده است که نانوذرات سلنیم در مقایسه با سلنیت، سلنیم-متیونین و متیل سلنو سیستین در تنظیم سلنو آنزیم‌ها با راندمان‌تر بوده و مسمومیت کمتری دارد. همچنین این نانوذرات در مقایسه با سایر ترکیبات سلنیم قابلیت دسترسی بالاتری داشته و این موارد در جوجه‌های گوشتی و بز به اثبات رسیده است. در رابطه با تجمع این ماده در حیوانات؛ در مطالعه‌ای تجمع کبدی در استفاده از نانو ذرات سلنیم در مقایسه با سلنیت در آبزیان گزارش شده است، با این حال، در همین مطالعه به استفاده از نانو ذرات سلنیم در بز و جوجه‌های گوشتی اشاره شده، که نه تنها مسمومیتی در رابطه با مصرف این نانو ذرات اشاره نشده بلکه اثرات مفید این نانو ذرات در مقایسه با ترکیبات سلنیمی دیگر گزارش شده است (۲۴).

در بررسی Mohapatra و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان داده شده است، مقدار رسوب سلنیم در بافت‌های مختلف در طیور تغذیه شده با جیره محتوی نانو ذرات سلنیم در مقایسه با جیره حاوی سدیم سلنیت (شکل رایج مکمل سلنیم) کمتر است (۲۰). در یک مقاله مروری (۲۶) به اهمیت این ماده مغذی برای درمان کبد چرب در گاوها اشاره شده است. با این حال برخی از تحقیقات دیگر وجود دارد که در تضاد با نتایج فوق هستند. با این وجود، همچنان که در مطالب فوق ذکر گردید پایین بودن فاصله مقدار مورد نیاز سلنیم و حد مسمومیت این ماده معدنی کم مصرف در گاوهای شیری، و اهمیت استفاده از این ماده معدنی؛ منجر به دقت بیشتر متخصصین تغذیه در فرموله کردن مناسب این عنصر در جیره خوراکی گاوهای شیری شده است. با توجه به نقش کبد به عنوان موتور تنظیم فعالیت‌های متابولیسمی و همچنین سمیت زدایی در بدن، در این بررسی از فعالیت کبدی به عنوان شاخص ارزیابی منابع مختلف سلنیم، بویژه نانو ذرات سلنیم در مقابل سایر منابع سلنیمی در گاوهای شیری استفاد شد. در پژوهش حاضر از فراسنجه‌های خونی مرتبط با شاخص عملکرد کبدی، از فراسنجه‌های خونی بیلی‌روبین، کلسترول و آلبومین استفاده شد که به نوعی هم بازگوی عملکرد کبدی، و هم نشاندهنده‌ی

دهه‌های اخیر کمبود سلنیم در دام‌های اهلی در برخی از کشورها به عنوان یک چالش مطرح شده است (۱۱)، این سبب گشته که افزودن سلنیم به مواد خوراکی در مزارع برای تأمین مقدار کافی این عنصر، به دلیل اثرات مثبتش بر روی عملکرد گاوهای شیری، به صورت گسترده رایج گردد (۲). جیره‌های با ترکیبات سلنیم برای رشد و سلامتی سیستم ایمنی در انسان و حیوان ضروری هستند (۱۵، ۲۷). سلنیم در آنزیم‌های همچون گلوکاتایون پراکسیداز که فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشته موجود بوده و بوسیله حفاظت سلول‌ها در برابر اثرات آسیبی و سمی رادیکال‌های آزاد، در رشد و توسعه سلول‌ها نقش دارند (۱). سطوح کافی سلنیم در خوراک تجمع هیدروپراکسیدهای لپیدی در ارگان‌ها و بافت‌ها جلوگیری کرده و آن‌ها را در برابر گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر محافظت می‌کند. سلنیم در طبیعت با عدد اکسایش متنوع (۲-، ۰، ۴+، ۶+) به غیر از (۲+) وجود دارد. سلنیم غیر محلول با عدد اکسایشی صفر را می‌توان در مقیاس نانو با یک کاهنده قوی بوجود آورد (۳۲). نانو ذرات سلنیم قرمز رنگ نه تنها اثرگذاری بیشتری بر روی تنظیم سلنوآنزیم‌ها دارند همچنین بر اساس مطالعات *In vivo* و *In vitro* در مقایسه با سایر ترکیبات سلنیم دارای سمیت کمتری می‌باشند (۲۹). ترکیبات متنوعی از سلنیم در جیره‌های غذایی به کار می‌روند، اما به دلیل فعالیت بیولوژیکی بالای سلنیم نگرانی‌های در کاربرد این نانوذرات وجود دارد (۳۵). کلیدی-ترین عامل موثر مکمل‌های مینرالی ضرورتاً قابلیت دسترسی بیولوژیکی آن‌ها نیست و همراه با آن فعالیت بیولوژیکی نیز نقش مهمی دارد (۱۸). تفاوت بین مقدار نیاز به سلنیم و حد مسمومیت آن کم بوده و کمبودش در حیوانات مزرعه‌ای نسبت به مسمومیتش پایین می‌باشد (۲۵). در نشخوارکنندگان بر خلاف غیر نشخوارکنندگان جذب سلنیت سدیم پایین می‌باشد این بیشتر به دلیل محیط کاهنده شکمبه بوده که سبب تبدیل ترکیبات سلنیم به سلنیم غیر محلول یا سلنیداز می‌شود (۳۰). همچنین گزارش شده که برخی ترکیبات در جیره که به نوعی فعالیت کاهندگی دارند همچون وجود اسید آسکوربیک همراه با رطوبت باعث کاهش عدد اکسایش سلنیم موجود در جیره شده و قابلیت بیولوژیکی آن را پایین می‌آورد (۱۰). یافته‌های اخیر نشان دادند که گاوهای تغذیه شده با سلنیم ارگانیک، سلنو-مخمر، در انتقال سلنیم به گوساله از طریق انتقال جفتی در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با سلنیت سدیم موفق‌تر بودند (۱۴). جدا از تفاوت گونه‌ها در تجمع کبدی یا دفع نانو سلنیم،

مواد و روش کار

حیوانات، جیره‌های غذایی و طراحی آزمایش: این مطالعه

در دو بخش آزمایشگاهی و مزرعه‌ای با هدف مقایسه منابع مختلف سلنیم بر روی فراسنجه‌های خونی مرتبط با شاخص‌های عملکرد کبدی انجام پذیرفت. بخش آزمایشگاهی که عبارت بود از سنتز سلنیم اکسید شده با عدد اکسایش صفر و نانو ذرات سلنیم در آزمایشگاه تغذیه‌ی گروه علوم دامی دانشگاه تهران انجام شد. در بخش مزرعه‌ای تعداد ۶ راس گاو شیری هلشتاین (60 ± 5) روز شیردهی و وزن 675 ± 25 کیلوگرم) در ایستگاه تحقیقاتی بخش علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران مطابق با دستورالعمل‌های انجمن مراقبت از حیوانات ایران (۱۹۹۵) حیوانات در قالب طرح چرخشی متوازن با سه جیره غذایی تغذیه شدند. گاوها در جایگاه انفرادی برای سه دوره آزمایشی ۲۱ روزه (در مجموع ۶۳ روزه) قرار داده شدند و ۳ جیره به دام‌ها ارائه شد: ۱) جیره محتوی سدیم سلنیت (0.3 پی‌پی‌ام سلنیم)، ۲) جیره محتوی سلنیم اکسید شده (0.3 پی‌پی‌ام سلنیم)، و ۳) جیره محتوی نانو ذرات سلنیم (0.3 پی‌پی‌ام در روز نانو ذرات سلنیم). به طوری که هر سه تیمار در کل دوره آزمایش مورد تغذیه دام‌های مورد آزمایش قرار گرفتند. جیره خوراکی برای تأمین احتیاجات بر اساس NRC (۲۰۰۱) فرموله شد (جدول ۱). سدیم سلنیت، سدیم سلنیت کلوییدی و نانو ذرات سلنیم به عنوان منبع سلنیم در ترکیب مکمل مواد معدنی اضافه شدند. جیره‌ها در حد اشتها در دو وعده غذایی در ساعت‌های ۸ و ۱۶ در سرتاسر دوره آزمایشی مورد تغذیه دام‌ها قرار گرفتند. تجزیه شیمیایی نمونه‌های خوراک بر اساس روش‌های AOAC (۲۰۰۰) انجام گرفت. برای اندازه‌گیری ماده خشک از آون خاکستر و برای سنجش میزان ماده آلی، از کوره الکتریکی استفاده شد، پروتئین خام با دستگاه کج‌دال (Foss Electric, Copenhagen, Denmark)، چربی خام با دستگاه سوکسله، دیواره سلولی و دیواره بدون سلولی بدون همی سلولز نیز با استفاده از دستگاه تعیین فیبر (Fibertic system, Tecator, 1010, Denmark) و بر اساس روش Van soest و همکاران در سال ۱۹۹۱ اندازه‌گیری شدند (جدول ۲).

وضعیت ایمنی و متابولیسی هستند. به نظر می‌رسد مقایسه هم زمان این فراسنجه‌ها که در زیر گروه پروتئین‌های فاز حاد منفی و تأثیر گذار بر این نوع پروتئین‌ها هستند نمایانگر خوبی از عملکرد متابولیسی وضعیت بدن دام‌ها باشد. همچنان که کاهش غلظت‌های آلبومین، کلسترول و ویتامین A می‌تواند منتج شده از کاهش سنتز کبدی پروتئین‌های معمول؛ پایین‌تر بودن غلظت لیپوپروتئین‌ها (ناشی از پایین‌تر بودن غلظت کلسترول پلاسما)، و پایین‌تر بودن غلظت رتینول متصل به پروتئین (ناشی از پایین بودن غلظ ویتامین A) باشد. این وضعیت در طول دوره واکنش فاز حاد، فعالیت کبد را به سنتز سایر پروتئین‌ها همچون فیبریونون، هاپتوگلوبین پروتئین واکنش گر C، سروپلاسمین یا متالوتیونین به جای محصولات پروتئینی کبدی نرمال منحرف می‌کند (۳). فراسنجه خونی بیلی‌روبین پروتئین نبوده اما کلیرنس آن به سبب آنزیم‌های کبدی می‌باشد (۱۶). افزایش بیلی‌روبین عمدتاً به دلیل کاهش سنتز کبدی آنزیم‌های مسئول کلیرنس بیلی‌روبین است. Bertoni و همکاران در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که تغییرات غلظت بیلی‌روبین می‌تواند به عنوان شاخصی از تغییرات سنتز کبدی پروتئین‌های فاز حاد منفی باشد. همچنان که این محققان شاخص عملکرد کبدی را بیان کردند که اجزای آن آلبومین، کلسترول و بیلی‌روبین بود، که در واقع محققین با استفاده از این شاخص بهتر می‌توانند در رابطه با وضعیت عملکرد متابولیسی، تولید مثلی (به دلیل همبستگی این شاخص با وضعیت تولید مثلی) و التهاب دام‌ها قضاوت کنند.

تحقیقات در رابطه با استفاده از نانو ذرات مواد معدنی هنوز در مراحل ابتدایی است و قابلیت‌های این نانو ذرات به منظور سرعت بخشیدن به تولید در دام و شیلات در حال بررسی است. در پژوهش حاضر، هدف مقایسه منابع سلنیمی (که با روش شیمیایی از شدت سمیت آن‌ها کاسته شده و همچنین با اثرگذاری بیشتر (نانوذرات سلنیم و یا کمتر (سلنیم کلوییدی)) با منبع سلنیم رایج در جیره‌های گاوهای شیری بر روی ماده خشک مصرفی و فراسنجه‌های خونی مرتبط با شاخص فعالیت کبدی می‌باشد. که به نوعی این فراسنجه‌ها به عنوان شاخصی از فعالیت کبدی نمایانگر فعالیت بیولوژیکی منابع مختلف سلنیم در نظر گرفته شده‌اند.

جدول ۱. ترکیب جیره.

جیره ^۱			
تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱	مواد غذایی درصد ماده خشک جیره ^۱
۲۳/۳۰	۲۳/۳۰	۲۳/۳۰	یونجه خشک
۲۰/۲۰	۲۰/۲۰	۲۰/۲۰	ذرت سیلو شده
۷/۰۵	۷/۰۵	۷/۰۵	تفاله‌ی چغندر قند
۱۶/۵۷	۱۶/۵۷	۱۶/۵۷	دانه جو
۹/۴۴	۹/۴۴	۹/۴۴	دانه ذرت
۷/۱۶	۷/۱۶	۷/۱۶	کنجاله سویا
۳/۳۹	۳/۳۹	۳/۳۹	کنجاله تخم پنبه
۱/۴۵	۱/۴۵	۱/۴۵	کنجاله کانولا
۱/۶۲	۱/۶۲	۱/۶۲	گلوتن ذرت
۱/۷۴	۱/۷۴	۱/۷۴	پودر چربی کلسمی
۱/۵۹	۱/۵۹	۱/۵۹	پودر گوشت
۱/۲۲	۱/۲۲	۱/۲۲	پودر ماهی
-	-	۱/۳۴	مکمل معدنی و ویتامینی (به همراه سدیم سلنیت) ^۲
-	۱/۳۴	-	مکمل معدنی و ویتامینی (به همراه سدیم سلنیت کلوتیدی) ^۲
۱/۳۴	-	-	مکمل معدنی و ویتامینی (به همراه نانوذرات سلنیم) ^۳
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	بیوتین
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	نمک
۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	دی کلسیم فسفات
۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	اکسید منیزیم
۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	پروپیلین گلایکول
۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	جوش شیرین
۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۶۲	سنگ آهک
۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۴	زئولیت

۱. جیره همراه با سدیم سلنیت، ۲: جیره همراه با سدیم سلنیت کلوتیدی، ۳: جیره همراه با نانوذرات سلنیم. ۲. حاوی ۱۹۶، ۹۶، ۷۱، ۳، ۰/۳، ۲، ۳، ۰/۱، ۰/۱ و ۳ گرم/کیلو گرم به ترتیب از کلسیم، فسفر، سدیم، منیزیم، آهن، مس، منگنز، روی، کبالت، ید و آنتی اکسیدانت. ۳. ویتامین A (۵۰۰۰۰ IU)، ویتامین D (۱۰۰۰۰ IU) و ویتامین E (۱۰۰ میلی گرم) بود.

جدول ۲. غلظت انرژی و مواد مغذی (درصد ماده خشک).

جیره ^۱			
تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱	ماده مغذی
۵۲	۵۲	۵۲	ماده خشک(درصد)
۱۷	۱۷	۱۷	پروتئین خام(درصد)
۴/۱	۴/۱	۴/۱	عصاره اتری(درصد)
۳۰/۴	۳۰/۴	۳۰/۴	الیاف نامحلول در شوینده خنثی(درصد)
۱۹/۷	۱۹/۷	۱۹/۷	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی(درصد)
۲۳/۳	۲۳/۳	۲۳/۳	الیاف علوفه‌ای(درصد)
۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	سلنیم (میلی گرم/کیلو گرم)

۱. جیره همراه با سدیم سلنیت، ۲: جیره همراه با سدیم سلنیت کلوتیدی، ۳: جیره همراه با نانوذرات سلنیم. ۲. شاخص‌های درصد ماده خشک، پروتئین خام، دیواره سلولی، چربی خام، از طریق تجزیه شیمیایی در آزمایشگاه بر آورد گردید.

جدول ۳. مجموع میانگین حداقل مربعات ماده خشک مصرفی و غلظت فراسنجه‌های خونی گاوهای تغذیه شده با منابع مختلف سلنیم.

P-Value							شاخص
تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	SEM	۱*۲	۱*۳	۲*۳	
۱۷/۱	۱۶/۸	۱۶/۵	۰/۴۵	² NS	NS	NS	ماده خشک مصرفی (کیلو گرم)
۱۵۲/۳۴ ^{ab}	۱۶۲/۸ ^a	۱۲۸/۸۷ ^b	۱۰/۵۷	NS	NS	۰/۰۱	کلسترول (میلی گرم/دسی لیتر)
۰/۲۶۵۱ ^a	۰/۲۲۲۵ ^b	۰/۲۳۰۵ ^{ab}	۰/۰۱۷	۰/۰۴	NS	NS	بیلی روبین (میلی گرم/دسی لیتر)
۴/۴۲۱۰ ^a	۴/۳۸ ^{ab}	۴/۳۳ ^b	۰/۱۱	NS	۰/۰۳	NS	آلبومین (گرم/دسی لیتر)

۱. جیره همراه با سدیم سلنیت، ۲. جیره همراه با سدیم سلنیت کلوئیدی، ۳. جیره همراه با نانوذرات سلنیم. ۲. عدم معنی داری.

همکاران در سال ۲۰۰۴ سنتز شد (۳۶). اندازه ذرات و پایداری این نانوذرات با استفاده از دستگاه زتا سایزر (Zetasizer nano, Malvern Instruments Ltd., U.K.) مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری: در این تحقیق از طرح مربع لاتین ۳*۳ با دو تکرار و به صورت اجرای چرخشی متوازن با ۳ جیره غذایی، ۳ دوره آزمایشی ۲۸ روزه استفاده گردید. طول دوره آزمایشی ۸۴ روز بود. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌های این تحقیق از روش GLM و نرم افزار SAS استفاده گردید.

مدل آماری مورد استفاده این تحقیق بصورت $Y_{ijk} = \mu + Ti + Pj + Bk + e_{ijk}$ بود که در این طرح، Y_{ijk} ، Pj ، Ti ، μ ، Bk و e_{ijk} رکورد مشاهده شده، میانگین کل جمعیت، اثر جیره i ام، اثر دوره آزمایشی j ام، اثر مربع k ام و اثر اشتباه آزمایشی.

نتایج

سنتز نانو ذرات سلنیم: سنتز نانو ذرات سلنیم با متوسط اندازه ذرات ۱۲۲ نانومتر با استفاده از دستگاه نانو زتاسایزر (Zetasizer nano, Malvern Instruments Ltd., U.K.) نشان داده شد. همچنین اندازه این نانو ذرات در ۲ ماه بعد از سنتز دوباره توسط دستگاه نانو زتا سایزر مورد بررسی قرار گرفت که نتایج این بررسی نشان دهنده‌ی عدم تغییر محسوس در اندازه این ذرات بود. **سنتز سدیم سلنیت کلوئیدی:** با تغییر رنگ سدیم سلنیت به رنگ آجری توسط واکنش اکسایش کاهش بین سدیم سلنیت با آسکوربیک اسید انجام پذیرفت.

برای بررسی وضعیت متابولیسم گاوها، نمونه خون از همه گاوها در روزهای اول و آخر آزمایش در ساعت ۰۷:۳۰ (پیش از خوراکدهی صبح) با استفاده از لوله‌های تحت خلا دارای هپارین از راه رگ‌های دمی خون‌گیری به عمل آمد و نمونه‌های خون روی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتیگراد برای ۱۰ تا ۱۵ دقیقه نگهداری و با ۳۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفیوژ شدند و پلاسما توسط میکروپیپت جدا شد. پلاسما تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری گردید و سپس برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های پلاسمایی؛ کلسترول، بیلی روبین و آلبومین به آزمایشگاه دامپزشکی فرستاده شد. کیت آزمایشگاهی برای کلسترول از شرکت فرآسمد و آلبومین و بیلی روبین از کیت پارس آزمون استفاده شد. در طول دوره آزمایشی آب تازه در هر جایگاه بصورت نامحدود در دسترس دامها قرار گرفت. جایگاه‌ها با استفاده از مت-های پلاستیکی بستر سازی شده و این جایگاه‌ها در طول دوره آزمایشی مجهز به سیستم تشکیل شده از سیستم پنکه و مه پاش بودند. در طول دوه آزمایشی گاوها اجازه داشتند در طول هفته ۱ تا ۲ ساعت نرمش روزانه داشته باشند. وضعیت سلامت گاوها طبق دستورالعمل مزرعه توسط کارگر آموزش دیده روزانه بررسی شد. **سنتز سدیم سلنیت کلوئیدی و نانو ذرات سلنیم:** سدیم سلنیت و آلبومین سرم گاوی در آب مقطر دی استریله حل شده تا محلولی از این دو ترکیب تهیه شود. محلول اسید آسکوربیک برای سنتز نانو ذرات سلنیم و سدیم سلنیت کلوئیدی تهیه گردید. سدیم سلنیت کلوئیدی با شاخصه رنگ آجری مورد سنتز قرار گرفت. نانو ذرات سلنیم مطابق با روش پیشنهاد شده Zhang و

کردند در مقایسه با جوجه‌های گروه کنترل تحت تأثیر قرار نگرفت (۳۳). در گاوهای اوایل شیردهی تغذیه مکمل سلنیم تأثیری بر روی کلسترول پلازما نداشت (۱۲). Netto و همکاران در سال ۲۰۱۴ گزارش کردند که مقدار کلسترول گوشت در هنگامی که مکمل سلنیم به جیره اضافه شد کاهش پیدا کرد (۲۳). گلوپاتینون پراکسیداز ۴ یک سلنو آنزیم آنتی اکسیدان ضروری برای محافظت در مقابل پرواکسیده شدن لپیدها است بنابراین سلنیم در تغییر متابولیسم لپید نقش دارد. در گاوهای شیری تغذیه شده با مکمل آلی سلنیم کاهش مقدار کلسترول نشان داده شده است (۱۹). در این مطالعه، گاوهای تغذیه شده از نانو ذرات سلنیم کمترین مقدار کلسترول را داشتند که به نظر می‌رسد این پایین بودن، از ویژگی‌های نانو ذرات، که در بخش مقدمه اشاره شد، ناشی شده باشد.

پایین بودن نسبت آلبومین: گلوبولین و افزایش غلظت آن نشان دهنده‌ی فعالیت وضعیت سیستم ایمنی حیوانات است (۴)، در مطالعه‌ی Bunglavan و همکاران در سال ۲۰۱۴، افزودن مقدار ۰/۱۵ پی‌پی‌ام نانوذرات سلنیم و سایر منابع سلنیم سبب کاهش در نسبت آلبومین: گلوبولین، و افزایش گلوبولین مشاهده شد که این نتایج، اثرگذاری بیشتر این منابع بر روی سیستم ایمنی را بیان می‌کند. در مقابل، Yang و همکاران در سال ۲۰۱۲ با افزودن ۰/۳ پی‌پی‌ام در جیره‌های جوجه گوشتی این تأثیر را مشاهده نکردند (۳۳). با این حال، هنگامی که تلیسه‌های بوفالو مقدار ۰/۲ پی‌پی‌ام سلنیم مصرف کردند افزایش در مقدار گلوبولین و کاهش در مقدار آلبومین و نسبت آلبومین: گلوبولین را تجربه کردند (۱۳). همچنین این نتایج در گوساله‌های بوفالوهای نر که مقدار ۰/۳ پی‌پی‌ام مصرف کردند مشاهده شد (۲۱). این نتایج در مرغ‌های تخم‌گذاری که با ۰/۳ پی‌پی‌ام نانو ذرات سلنیم تغذیه شده بودند نیز مشاهده شد (۲۰). همچنان که مطالعات نشان می‌دهد علاوه بر خود سلنیم نوع منبع سلنیم بر متابولیسم آلبومین و نسبت گلوبولین به آلبومین تأثیر گذار است و نتایج پژوهش حاضر تأثیر گذاری بیشتر نانو ذرات سلنیم نسبت به منابع دیگر سلنیم را نشان داد. در مطالعه Zavodnik و همکاران در سال ۲۰۱۱ مکمل سلنیم با منبع آلی در مقایسه با نیتريت سلنیم به طور قابل توجهی فعالیت بیلی‌روبین و ترکیباتش را در خوک کاهش داد (۳۴). همچنین کمبود سلنیم سبب افزایش فعالیت گلوپاتینون اس- ترانسفراز شده که این هم منجر به افزایش جایگاه‌های اتصال شده و در نهایت مقدار ترکیباتی از قبیل بیلی‌روبین، هم و سایر آنیون‌های آلی را افزایش می‌دهد (۱۷). در یک پژوهش نشان داده شد که مکمل سلنیم سبب کاهش

ماده خشک مصرفی: تیمارهای آزمایشی مورد بررسی قرار گرفته در این پژوهش، یا به عبارتی بهتر منابع مختلف سلنیم تأثیر معنی‌داری بر روی ماده خشک مصرفی دام‌ها نداشت (جدول ۳).
فراسنجه‌های خونی مرتبط با عملکرد کبدی: همچنان‌که در جدول ۳ نشان داده شده است تفاوت معنی‌داری در فراسنجه‌های خونی مرتبط با عملکرد کبدی در بین تیمارهای آزمایشی دیده می‌شود. بطوریکه میزان کلسترول پلاسمای خون در گروه گاوهای تغذیه شده از سدیم سلنیت کلوتیدی، بیشتر از مقدار کلسترول پلاسمای گروه گاوهای تغذیه شده از نانو ذرات سلنیم بود و این تفاوت معنی‌داری بود ($P=0/01$)، در عین حال با گروه گاوهای تغذیه شده با سدیم سلنیت تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین مقدار بیلی‌روبین پلازما در گروه گاوهای تغذیه شده با مکمل معدنی دارای سدیم سلنیت کلوتیدی، به طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه گاوهای تغذیه شده با جیره همراه سدیم سلنیت بود ($P=0/04$) و با گروه گاوهای تغذیه شده با جیره همراه نانو ذرات سلنیم تفاوت معنی‌داری نداشت. میزان آلبومین پلاسمای خون در گروه گاوهای تغذیه شده با جیره دارای نانو ذرات سلنیم به طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه گاوهای تغذیه شده با سدیم سلنیت بود ($P=0/03$) در حالیکه با گاوهای تغذیه شده با سدیم سلنیت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت.

بحث

همچنان که در بخش نتایج نشان داده شد میزان کلسترول کل در دام‌ها تحت تأثیر نوع منبع سلنیم قرار گرفت بطوریکه این نتایج مشابه با نتایج Bunglavan و همکاران در سال ۲۰۱۴ بود. بدین ترتیب که این پژوهشگران، اثر تغذیه منابع مختلف سلنیم بر روی موش صحرائی را مورد مطالعه قرار دادند، در مطالعه مذکور، برخی از منابع سلنیم در مقایسه با گروه کنترل باعث کاهش کلسترول کل خون شد، این اثر گذاری در نانوذرات بیشتر قابل مشاهده بود (۴). پیشنهاد شده مکمل سلنیم فعالیت گیرنده‌های لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (LDL) را افزایش می‌دهد (۷) و بیان ۳-OH-متیل-گلوپاتریل کوآنزیم آردوکتاز را کاهش می‌دهد (۸) که این هم منجر به کاهش مقدار LDL کلسترول و کلسترول کل می‌شود (۳۱). همچنین این نتایج در مطالعه‌ی Mohapatra و همکاران در سال ۲۰۱۴ که اثرات نانوذرات سلنیم را بر روی مرغ‌های تخم‌گذار بررسی کردند مشاهده می‌شود (۲۰). همچنین Yang و همکاران در سال ۲۰۱۲ گزارش کردند که کلسترول کل جوجه‌های گوشتی که به مدت ۴۲ روز از مکمل سلنیم استفاده

نظر می‌رسد که استفاده از منابع سلنیمی با پایداری بیشتر در مقابل عوامل کاهنده همچون اسید آسکوربیک، در جیره خوراکی گاوهای شیری مثرتر باشد. با این حال، تحقیقات در رابطه با استفاده از نانو ذرات مواد معدنی هنوز در مراحل ابتدایی است و قابلیت‌های این نانو ذرات به منظور سرعت بخشیدن به تولید در دام و شیلات در حال بررسی است.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، همکاران ایستگاه آموزشی و پژوهشی و کارکنان آزمایشگاه تغذیه گروه علوم دامی قدردانی بعمل می‌آید. همچنین از بنیاد حمایت از نخبگان و صندوق حمایت از پژوهشگران ریاست جمهوری به خاطر حمایت‌های مالی در این پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

فعالیت آنزیم‌های مرتبط با افزایش دهنده بیلی‌روبین شده است (۲۸) که در واقع این کاهش از تعادل بین درجه تنش اکسیداتیو و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در کبد نشأت می‌گیرد (۵) در مطالعه Zofia و همکاران در سال ۲۰۰۲ نشان داده شد که مکمل سلنیم تأثیری بر مقدار بیلی‌روبین موش صحرایی نداشت (۲۲).

با توجه به نتایج به دست آمده از سه شاخص مرتبط با فعالیت کبدی فوق، و با نظر به اینکه برآیند نتایج این شاخصه‌ها در پژوهش حاضر نشان دهنده بهبود فعالیت عملکرد کبدی در گاوهای تغذیه کننده از نانو ذرات سلنیم می‌باشد، از اینرو می‌توان گفت که استفاده از این نانو ذرات در هنگامی که گاوها در معرض تجربه چالش در فعالیت کبدی باشند (همچون دوره انتقال در گاوهای شیری) می‌تواند مورد تحقیق و بررسی پژوهشگران باشد.

خلاصه: با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که مکمل نانو ذرات سلنیم در مقایسه با دو منبع دیگر، بخصوص سدیم سلنیت کلوئیدی سبب بهبود فراسنجه‌های خونی مرتبط با شاخص کبدی و در نتیجه عملکرد کبدی و در نهایت بهبود وضعیت سیستم ایمنی گاوهای شیری شده است. از طرفی دیگر با توجه به نتایج گاوهای تغذیه شده با مکمل سدیم سلنیت، به

References

1. Abedelahi, A., Salehnia, M., Allameh, A. (2008). The effects of different concentrations of sodium selenite on the in vitro maturation of preantral follicles in serum-free and serum supplemented media. *J Assist Reprod Genet*, 25, 483-488. <http://doi.org/10.1007/s10815-008-9252-z> PMID: 18814023
2. Basini, G., Tamanini, C. (2000). Selenium stimulates estradiol production in bovine granulosa cells: possible involvement of nitric oxide. *Domest Anim Endocrinol*, 18, 1-17. [https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(99\)00059-4](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(99)00059-4)
3. Bertoni, G., Trevisi, E. (2013). Use of the liver activity index and other metabolic variables in the assessment of metabolic health in dairy herds. *Veterinary Clinics of North America. Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 29, 413-431. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.04.004>
4. Bunglavan, S., Garg, A., Dass, R., Shrivastava, S. (2014). Effect of supplementation of different levels of selenium as nanoparticles/sodium selenite on blood biochemical profile and humoral immunity in male Wistar rats. *Vet World*, 7, 1075-1081. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2014.1075-1081>
5. Cano-Europa, E., Blas-Valdivia, V., Franco-Colin, M., Gallardo-Casas, C.A., Ortiz-Butrón, R. (2011). Methimazole-induced hypothyroidism causes cellular damage in the spleen, heart, liver, lung and kidney. *Acta Histochem*, 113, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.acthis.2009.07.004> PMID: 19775732
6. Cappelli, F.P., Trevisi, E., Mbuta, B., Gubbiotti, A. (2007). Change of selenium in plasma of dairy cows receiving two levels of sodium-selenite during the transition period. *Ital J Anim Sci*, 6, 336-338. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.336>
7. Dhingra, S., Bansal, M.P. (2006a). Attenuation of LDL receptor gene expression by selenium deficiency during hypercholesterolemia. *Mol Cell Biochem*, 282, 75-82. <https://doi.org/10.1007/s11010-006-1266-1> PMID: 16317514
8. Dhingra, S., Bansal, M.P. (2006b). Modulation of hypercholesterolemia-induced alterations in apolipoprotein B and HMG-CoA reductase expression by selenium supplementation. *Chem Biol Interact*, 161, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2006.02.008> PMID: 16581047
9. Eaton, S. (2006). The biochemical basis of antioxidant therapy in critical illness. *Proc Nutr Soc*, 65, 242-249. <https://doi.org/10.1079/PNS2006501>
10. Eisenberg, S. (2007). Relative stability of selenites and selenates in feed premixes as a function of water activity. *J Aoac Int*, 90, 349-353. PMID: 17474503
11. Euybov, I., Shirinov, N., Rzaev, R. (1983). Effect of selenium on reproductive organs and fertility of animals. *Ital J Anim Sci*, 28, 103-105.
12. Falkowska, A., Minakowski, D., Tywoczuk, J. (2000). The effect of supplementing rations with selenium and vitamin E on biochemical parameters in blood and performance of cows in the early stage of lactation. *J Anim Feed Sci*, 9, 271-282. <https://doi.org/10.22358/jafs/68045/2000>
13. Ganie, A.A., Baghel, R., Mudgal, V., Sheikh, G. (2012). Effect of selenium supplementation on blood metabolic profile of buffalo heifers. *Indian J Anim Sci*, 46(4), 407-409.
14. Gunter, S., Beck, P., Phillips, J. (2003). Effects of supplementary selenium source on the performance and blood

- measurements in beef cows and their calves. *J Anim Sci*, 81, 856-864. <https://doi.org/10.2527/2003.814856x>
15. Hoffmann, P.R., Berry, M.J. (2008). The influence of selenium on immune responses. *Mol Nutr Food Res*, 52, 1273-1280. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200700330> PMID: [18384097](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18384097/)
 16. Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L. (2008). Clinical biochemistry of domestic animals. *J Anthropol Res*, 4, 134-137.
 17. Kim, Y., Mahan, D. (2003). Biological aspects of selenium in farm animals. *Asian-Australas J Anim Sci*, 16, 435-444. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.435>
 18. Lamella, O., Sonika, G., Abhishek, K., Ravi, P., Shahid H. (2018). Trace minerals and its role on reproductive performance of farm animals. *J Entomol*, 4, 1406-1409.
 19. Mehdi, Y., Dufresne, I. (2016). Selenium in Cattle: A Review. *Molecules*, 21, 545-558. <https://doi.org/10.3390/molecules21040545> PMID: [27120589](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27120589/)
 20. Mohapatra, P., Swain, R., Mishra, S., Behera, T., Swain, P., Mishra, S., Behura, N., Sabat, S., Sathy, K., Dhama, K. (2014). Effects of dietary nano-selenium on tissue selenium deposition, antioxidant status and immune functions in layer chicks. *Int J Pharmacol*, 10, 160-167. <https://doi.org/10.3923/ijp.2014.160.167>
 21. Mudgal, V., Garg, A.K., Dass, R.S., Varshney, V.P. (2012). Effect of selenium, zinc, and copper supplementation on blood metabolic profile in male buffalo (*Bubalus bubalis*) calves. *Biol Trace Elem Res*, 145, 304-311. <http://dx.doi.org/10.1007/s12011-011-9209-4> PMID: [21947859](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21947859/)
 22. Myśliwiec, Z., Machoy-Mokrzyńska, A., Juzyszyn, Z., Czerny, B., Put, A. (2002). Effects of selenium on serum lipids and enzyme activities in fluoride-intoxicated rats. *Fluoride J*, 35, 168-175.
 23. Netto, A.S., Zanetti, M.A., Del Claro, G.R., de Melo, M.P., Vilela, F.G., Correa, L.B. (2014). Effects of copper and selenium supplementation on performance and lipid metabolism in confined brangus bulls. *Asian-Australas J Anim Sci*, 27, 488-494. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13400>
 24. Pelyhe, C., Mézes, M. (2013). Myths and facts about the effects of nano selenium in farm animals—mini-review. *Biol Trace Elem Res*, 2, 1049-1052. <http://dx.doi.org/10.17628/ecb.2013.2.1049-1052>
 25. Rtanuvras, Y. (2014). Importance of minerals on reproduction in dairy cattle. *Int J Environ*, 6, 2051 – 2057.
 26. Sarkar, B., Bhattacharjee, S., Daware, A., Tribedi, P., Krishnani, K., Minhas, P. (2015). Selenium Nanoparticles for Stress-Resilient Fish and Livestock. *Nanoscale Res Lett*, 10, 1. <https://doi.org/10.1186/s11671-015-1073-2>
 27. Schrauzer, G.N., Surai, P.F. (2009). Selenium in human and animal nutrition: resolved and unresolved issues. *A. Crit Rev Biotechnol*, 29, 2-9. <https://doi.org/10.1080/07388550902728261> PMID: [19514898](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19514898/)
 28. Tashkandi, B.M., Saleh, H.A., Jambi, H. (2014). The protective effect of Vitamin E and selenium on methimazole-induced hepato-renal toxicity in adult rats. *J Life Sci*, 11, 893-899.
 29. Wang, H., Zhang, J., Yu, H. (2007). Elemental selenium at nano size possesses lower toxicity without compromising the fundamental effect on selenoenzymes: comparison with selenomethionine in mice. *Free Radic Biol Med*, 42, 1524-1533. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.013> PMID: [17448899](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17448899/)
 30. Wright, P., Bell, M. (1966). Comparative metabolism of selenium and tellurium in sheep and swine. *Am J Physiol*, 2, 6-10. <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1966.211.1.6> PMID: [5911055](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5911055/)
 31. Yang, K.-C., Lee, L.-T., Lee, Y.-S., Huang, H.-Y., Chen, C.-Y., Huang, K.-C. (2010). Serum selenium concentration is associated with metabolic factors in the elderly: a cross-sectional study. *Nutr Metab*, 7, 38-43. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-38> PMID: [20459618 -38](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20459618-38/)
 32. Yang, L., Shen, Y., Xie, A., Liang, J., Zhang, B. (2008). Synthesis of Se nanoparticles by using TSA ion and its photocatalytic application for decolorization of cango red under UV irradiation. *Mater Res*, 43, 572-582. <https://doi.org/10.1021/la049318l>
 33. Yang, Y., Meng, F., Wang, P., Jiang, Y., Yin, Q., Chang, J., Zuo, R., Zheng, Q., Liu, J. (2012). Effect of organic and inorganic selenium supplementation on growth performance, meat quality and antioxidant property of broilers. *Afr J Biotechnol*, 11, 3031-3036. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.3382>
 34. Zavodnik, L., Shimkus, A., Belyavsky, V., Voronov, D., Shimkiene, A., Voloshin, D. (2011). Effects of organic selenium yeast administration on perinatal performance, growth efficiency and health status in pigs. *Arch Zootech*, 14, 5-20.
 35. Zhang, J.-S., Gao, X.-Y., Zhang, L.-D., Bao, Y.-P. (2001). Biological effects of a nano red elemental selenium. *Biofactors*, 15, 27-38. PMID: [11673642](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11673642/)
 36. Zhang, J., Wang, H., Bao, Y., Zhang, L. (2004). Nano red elemental selenium has no size effect in the induction of selenoenzymes in both cultured cells and mice. *J Life Sci*, 75, 237-244. <http://doi.org/10.1016/j.lfs.2004.02.004> PMID: [15120575](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15120575/)



Study of Selenium Nanoparticles Synthesis and Investigation of its Effect Compared with Other Selenium Sources on the Blood Parameters Associated with the Liver Functional Index of Holstein Dairy Cow

Sadegh Hashemi¹, Mehdi Ganjkanloo¹, Kamran Rezayazdi¹, Abolfazl Zali¹, Ronak Rafipour², Manochehr Amini³

¹Department of Animal Sciences, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Tehran University, Karaj, Iran

²Department of Chemistry, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

³Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

doi [10.22059/jvr.2018.264746.2844](https://doi.org/10.22059/jvr.2018.264746.2844)

Received 30 June 2019, Accepted 23 September 2019

Abstract

BACKGROUND: Application of different source of minerals and their effect on metabolic performance a current issue in animal science and research centers.

OBJECTIVES: The objective of this study was synthesis of selenium nanoparticles and to investigate its effect compared with other selenium sources on the blood parameters associated with the liver functional index of Holstein dairy cow.

METHODS: This study was conducted in two phases: laboratory and farm. Oxidation-reduction chemical reactions were used to synthesize selenium nanoparticles. The formation and non-change of Se nanoparticles size were confirmed by particle size analyzer. In order to perform farm experiment, 6 dairy cows were allocated into three treatments and 2 replicates in a 3x3 Latin square experiment with 28 days change over the period. The animals were distributed to three treatment groups. Treatments (diets) were 1) control (sodium selenite source), 2) colloid sodium selenite and 3) selenium nanoparticles. Blood parameters associated with the liver functional index, including albumin, bilirubin and total cholesterol were measured in the present experiment. Also, dry matter intake of cows was recorded.

RESULTS: The blood plasma cholesterol of cows fed the colloidal sodium selenite was higher than cows fed the selenium nanoparticles (P -Value =0.01). The blood serum albumin (P -Value =0.03) and bilirubin levels (P -Value =0.04) were lower in group 3 compared with group 1. Dry matter intake was not affected by treatments.

CONCLUSIONS: According to the results of this experiment it seems selenium nanoparticles supplementation improves blood parameters associated with the liver functional index, which can better improve immune system of dairy cows than two other sources of selenium.

Keywords: Selenium nanoparticles, Liver functional index, Blood parameters, Colloidal sodium selenite, Dairy cow

Copyright © 2020. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author's email: ganjkanlou@ut.ac.ir Tel/Fax: 026-32248082, 026-32246752

How to cite this article:

Ferdowsi, H., Vodjgani, M., Gharagozloo, F., Talebkhan Garoussi, M., Niasari Naslaji, A., Akbarinejad, V. (2020). The Effects of eCG Injection Time on the Reproductive Performance in Shal Ewes Treated with Short-Term Synchronization Program During the Breeding Season. J Vet Res, 75(1), 109-117. <https://doi.org/10.22059/jvr.2018.264746.2844>

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Ingredient composition of diet.

Table 2. Energy and nutrient concentration (% dry matter).

Table 3. Least square means for dry mater intake and blood parameters of cows fed with different selenium sources.