



اثر منابع مختلف سلنیوم بر سلامت، عملکرد رشد و برخی فراسنجه‌های خونی در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

محسن زارعی^۱، جمال سیف دواتی^۱، غلامرضا قربانی^۲، حسین عبدی بنمار^۱، رضا سیدشرفی^۱ و عبدالحمید کریمی^۳

۱- گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسوول: jseifdavati@uma.ac.ir)

۲- گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۲

صفحه: ۴۸ تا ۵۵

چکیده

عناصر معدنی کم مصرف نظیر سلنیوم می‌تواند از منابع مختلف در جیره غذایی گنجانده شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات گنجانیدن عنصر سلنیوم معدنی، آلی و نانو در جیره غذایی گوساله‌های شیری بر عملکرد، سلامت، فاکتور رشد و برخی پارامترهای خونی آن‌ها انجام شده است. چهل و هشت گوساله تازه متولد شده هلشتاین در قالب یک طرح کاملا تصادفی در طی دوره ۶۰ روزه با چهار تیمار (۶ راس ماده و ۶ راس نر برای هر تیمار) به صورت زیر استفاده شد: (۱) جیره شاهد بدون سلنیوم، (۲) جیره مکمل شده با سلنیوم معدنی، (۳) جیره مکمل شده با سلنیوم آلی و (۴) جیره مکمل شده با نانو سلنیوم. به غیر از تیمار شاهد (۱) تیمارهای دیگر دارای غلظت سلنیوم (۰/۳ mg/kg جیره غذایی) یکسان بودند. تغییرات وزن بدن، فراسنجه‌های رشد، قوام مدفوع، نمرات سلامتی، متابولیت‌های بیوشیمیایی، فعالیت آنزیم‌های کبدی، گلوکوتایون پراکسیداز، ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام، مقادیر اسیدهای چرب غیر استریفیه، بتا‌هیدروکسی بوتیریک اسید و مالون دی‌آلدنید خون گوساله‌ها اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که منابع سلنیوم در تغذیه و دریافت مواد جامد گوساله‌های قبل از شیرگیری در طی آزمایش بی‌اثر بود. مکمل کردن جیره با سلنیوم بر وزن زنده بدن گوساله‌ها تأثیر نداشت. منابع سلنیوم بر فراسنجه‌های خونی تأثیری نداشتند، در حالی که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام خون در گوساله‌های حاوی سلنیوم آلی در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود (۰/۵۰۶ میلی‌مول در لیتر). طول بدن، دور سینه و ظرفیت بدن تحت تأثیر منبع مختلف سلنیوم قرار گرفت. با مکمل نانو سلنیوم ارتفاع جدوگاه گوساله‌ها در مقایسه با دیگر تیمارها افزایش یافت. نتایج حاضر نشان داد که منبع بهینه سلنیوم برای گوساله‌های شیری سلنیوم آلی بود.

واژه‌های کلیدی: منابع سلنیوم، سلامت، عملکرد رشد، گوساله‌های شیری

مقدمه

موجود در مخمر غنی از سلنیوم، در ترکیبات آلی مانند سلنومیتوین و سلنوسیسستین حضور دارد، بنابراین متابولیسم آن در بدن با سلنیوم معدنی متفاوت می‌باشد (۳۳،۳۱). سلنیوم معدنی منبع سنتی و قدیمی است که در خوراک دام استفاده می‌شود (۳۳،۳۱). نانو سلنیوم (Nanoselenium) دارای اثربخشی و کارآمدی بالاتری نسبت به منبع آلی و معدنی سلنیوم مانند سلنیت، سلنومیتوین و متیل سلنوسیسستین داشته (۳۸،۳۶) و سمیت کمتری دارد (۳۹،۴۰). شاید به‌خاطر ویژگی‌های جدید نانو ذرات با اندازه نانومتری باشد. با این حال، مطالعات کمی برای تعیین تأثیر نانو سلنیوم بر تغذیه گوساله انجام شده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر منابع مختلف سلنیوم بر عملکرد، سلامت، فاکتور رشد و برخی فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیری بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۴۸ راس گوساله نر و ماده هلشتاین (متوسط وزن بدن $5/8 \pm 39/2$ کیلوگرم و سن ۴ روزگی) استفاده شد. آزمایش در مزرعه گاوداری شیری پگاه استان فارس در شرایط گرمای تابستان انجام شد. چهار تیمار که هر کدام شامل ۶ راس گوساله نر و ۶ راس گوساله ماده بود، تیمارها عبارت بودند از:

(۱) جیره شاهد بدون سلنیوم، (۲) جیره مکمل شده با سلنیوم معدنی، (۳) جیره مکمل شده با سلنیوم آلی و (۴) جیره مکمل

سلنیوم (Se)، یکی از عناصر ریز مغذی، نقش کلیدی در سلامت و عملکرد حیوانات دارد. از آنجا که سیستم‌های ایمنی در گوساله‌های شیرخوار تکامل یافته و بالغ نیست بنابراین مکمل کردن جیره با سلنیوم در خوراک‌های گوساله‌های تازه متولد اهمیت ویژه‌ای دارد. کمبود و نقصان سلنیوم در خوراک دریافتی گاوهای شیری می‌تواند منجر به کیست تخمدانی، آسیب ناشی از استرس گرما، تولد گوساله‌های ناتوان و نحیف و مستعد ابتلا به بیماری با ایمنی ضعیف و بیماری عضلانی سفید شود (۲۵،۱۰). مکمل سلنیوم در جیره غذایی می‌تواند تولید الیاف حیوانی، نرخ رشد، افزایش وزن زنده، توانمندی و ظرفیت آنتی‌اکسیدان، مقاومت در برابر بیماری‌ها و کیفیت محصولات و تولیدات دامی را افزایش دهد (۳۷،۱۸۸).

عناصر معدنی کم مصرف نظیر سلنیوم می‌تواند از منابع مختلف (آلی، معدنی و نانو) در جیره غذایی گنجانده شود. سلنیوم آلی جزء ترکیب سلنوسیسستین (Selenocysteine) است. سلنوسیسستین یک اسید آمینه است که نقش مهمی در عملکرد سلولی و سیستم ایمنی دارد (۳۲). همچنین سلنیوم بخشی از آنزیم گلوکوتایون پراکسیداز است. این آنزیم از پراکسید هیدروژن آب تولید می‌کند و در سیستم آنتی‌اکسیدانی سلولی نقش مهمی ایفا می‌کند (۲۳). سلنیت سدیم و مخمر غنی از سلنیوم، دو شکل معمول سلنیوم خوراکی بوده که به جیره دام افزوده می‌شوند بخش عمده‌ای از سلنیوم

است، که به‌طور جداگانه ثبت گردید. سایر نمرات سلامتی و بهداشتی گوساله‌ها نیز با استفاده از روش توصیفی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ویسکانسین-مدیسون (۱۹)، در قالب نمودار نمره سلامت گوساله‌ها در فرم ویژه ثبت و بررسی شدند. در انتهای آزمایش، نمونه‌گیری خون از ورید وداج (جوگولار) ۳ ساعت پس از خوراک‌دهی وعده صبح انجام شد. نمونه‌های خون گرفته شده به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ با دور $1500 \times g$ برای به‌دست آوردن سرم سانتریفیوژ شد و پس از آن سرم‌ها در دمای منفی ۲۰ درجه سلسیوس تا تجزیه شیمیایی مربوطه نگهداری شد. در روز تجزیه شیمیایی، نمونه‌ها در دمای اتاق از انجماد خارج و هم دمای اتاق شدند و برای متابولیت‌های بیوشیمیایی از جمله گلوکز، پروتئین کل، کلرید (Cl⁻)، آلومین، کلسترول، HDL، تری‌گلیسرید و فعالیت آنزیم‌های کبدی نظیر آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) آلانین آمینوترانسفراز (ALT) توسط کیت‌های تجاری آزمایشگاهی (پارس آزمون، تهران، ایران) با استفاده از سیستم اتوآنالایزر (Biotechnica, Targa 3000, رم، ایتالیا) ارزیابی و آنالیز شدند. فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز با کیت (GPx, Ransel®, Randox, UK)، ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام با کیت (TAC, Randox, UK)، اسیدهای چرب غیر استریفیه با کیت (NEFA, Randox)، بتاهیدروکسی بوتیریک اسید با کیت (AN, BHBA, Beta-hydroxybutyric acid, UK)، MDA، باکسید (MDA)، با استفاده از اسپکتروفتومتر آزمایشگاهی (UNIQUE 2000, USA)، با روش رنگ‌سنجی تعیین شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری GLM PROC نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ انجام در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از مدل زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

به‌طوری‌که Y_{ij} : متغیر وابسته است؛ μ : میانگین صفت مورد مطالعه است؛ T_i : اثر تیمار و e_{ij} : خطای باقی‌مانده است. برای تعیین تفاوت بین تیمارها و مقایسه میانگین‌ها با روش LSMEAN و سطح معنی‌داری ($p < 0.01$) در نظر گرفته شد.

شده با نانو سلنیوم. به‌غیر از تیمار شاهد (۱) تیمارهای دیگر دارای غلظت سلنیوم (0.3 mg / kg جیره غذایی) یکسان بودند. گوساله‌ها از مادرها بلافاصله پس از تولد جدا شده و به قفس‌های انفرادی ($1/2 \times 1/8$ متر، عرض \times عمق) منتقل شدند. در طی ۱۲ ساعت اول زندگی و ۳ روز بعد بر اساس ۱۰ درصد وزن بدن گوساله‌ها ۴ کیلوگرم آغوز دریافت کردند. پس از آن، گوساله‌ها با سطل خوراکی ۴ لیتر در روز، شیر کامل از زمان تولد تا ۴۰ روزگی و ۸ لیتر در روز جایگزین شیر از ۴۱ تا ۶۰ روزگی در دو وعده خوراکی، تقریباً در ساعت ۸۰۰ و ۱۸۰۰ دریافت کردند. حجم شیر از ۶۰ تا ۷۰ روزگی به اِزاء هر روز ۲۰ درصد کاهش داده شد به‌طوری‌که از شیرگیری در روز ۵۶ انجام گرفت. قفس‌ها هر دو روز یک بار از تمامی مواد بستری و مدفوع پاکسازی شده و مواد بستری جدید و تمیز با آن جایگزین شد. جیره شروع کننده یا استارتر گوساله به‌طور آزاد *ad libitum* در اختیار گوساله‌ها قرار داده شد و مصرف روزانه از روز چهارم ثبت و یادداشت شد. خوراک استارتر بر اساس توصیه‌های شورای ملی تحقیقات (۲۲) برای گوساله‌های شیری تنظیم شد. جدول ۱ اقلام و مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره غذایی استارتر را نشان می‌دهد. یونجه خشک خرد شده پس از سن ۲۰ روزگی به جیره غذایی گوساله‌ها گنجانده شد. نمونه‌های خوراک و پسمانده آخور به صورت روزانه جمع‌آوری شد و به آرامی مخلوط شدند و برای غربال و آسیاب از الک یک میلی‌متر روی صفحه نصبی در آسیاب آزمایشگاهی استفاده شد. برای تعیین ماده خشک از (روش ۹۳۴/۰۱)، پروتئین خام (روش ۹۲۰/۸۷) و خاکستر (روش ۹۲۴/۰۵) بر اساس توصیه AOAC سال ۱۹۹۰ (۲) استفاده شد. تغییرات وزن بدن گوساله‌ها با ترازوی مخصوص توزین گوساله‌ها در هر ۱۰ روز در طول آزمایش اندازه‌گیری شد. فراسنجه‌های رشد بدن شامل طول بدن، ارتفاع جدوگاه و دور سینه در ابتدا و انتهای آزمایش (۱۸) ثبت شد. فراسنجه‌های سلامت و زنده‌مانی مانند ترشحات بینی، چشم و گوش، سرفه کردن و قوام مدفوع با استفاده از سیستم نمره‌دهی سلامت گوساله ویسکانسین مدیسون هر روز صبح (۰۸۰۰ ساعت) با ثبت در برگه سیستم امتیاز ۱ الی ۵ به‌دست آمد. منظور از امتیاز سلامتی، تعداد روز ابتلا به بیماری تا بهبود وضعیت سلامتی برای هر گوساله

جدول ۱- ترکیب شیمیایی جیره استارتر گوساله‌های شیر خوار هلشتاین

Table 1. Chemical composition of the starter diet of suckling Holstein calves

درصدی از ماده خشک	ترکیب ماده مغذی جیره	درصدی از ماده خشک	اقدام جیره
۳/۰۳	انرژی قابل متابولیسم ^۲ (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۲۷	آرد ذرت
۱/۷۳	انرژی خالص شیردهی ^۳ (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۳۵/۵	آرد جو
۹۰	ماده خشک	۱۴	فاکتور رشد شکمبه‌ای ^۱
۲۲/۷	پروتئین خام	۱۰	کنجاله سویا (۴۵٪ پروتئین خام)
۱۶/۴	NDF ^۴	۰/۸	دانه سویا کامل (چربی کامل)
۸/۴	ADF ^۵	۰/۸	دی کلسیم فسفات
۲/۸	چربی خام	۰/۶	بی کرینات سدیم
۸/۰	خاکستر خام	۰/۴	اکسید منیزیم
۰/۷۸	کلسیم	۰/۷	نمک
۵/۵	فسفر	۱/۵	مکمل ویتامینه ^۲
		۱/۵	مکمل معدنی ^۲

(RGF : Rumen Growth Factor برابر فاکتور رشد شکمبه‌ای است،

۲ هر کیلوگرم مکمل حاوی ۲۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین آ، ۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین د، ۱۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین ای، ۲/۲۵ گرم منگنز، ۱۲۰ گرم کلسیم، ۷/۷ گرم روی، ۲۰ گرم فسفر، ۲۰/۵ گرم منیزیم، ۱۸۶ گرم سدیم، ۱/۲۵ گرم آهن، ۳ گرم گوگرد، ۱۴ میلی‌گرم کبالت، ۱/۲۵ میلی‌گرم مس، ۵۶ میلی‌گرم ید و ۱۰ میلی‌گرم سلنیوم.

۳ محاسبه شده بر اساس شورای تحقیقات ملی (۱۴).

۴ NDF یا Neutral Detergent Fiber معادل دیواره سلولی یا همان الیاف نامحلول در شوینده خنثی است.

۵ ADF یا Acid detergent Fiber معادل دیواره سلولی عاری از همی سلولز یا همان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی می‌باشد.

نتایج و بحث

مصرف خوراک و افزایش وزن

مصرف خوراک و وزن بدن گوساله‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. منابع مختلف سلنیوم در طی این آزمایش تأثیری بر میزان مصرف خوراک گوساله‌های دوره شیرخوارگی نداشت. میانگین مصرف استارتر گوساله‌های دریافت کننده سلنیوم آلی در ماه اول و کل دوره شیرخوارگی (به ترتیب ۰/۴۳۴ کیلوگرم در روز و ۰/۶۲۰ کیلوگرم در روز) ضمن تمایل معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر از بقیه نبودند.

وزن نهایی گوساله‌ها در این مطالعه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار قرار نگرفت. افزایش وزن بدن و راندمان خوراک گوساله‌ها با استفاده از تیمارهای مختلف منابع سلنیوم تغییر معنی‌داری نیافته بود (جدول ۲). توصیه‌های افزودن سلنیوم به جیره‌های گوساله‌های جوان ۰/۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره است (۲۲). با این حال، ماده خشک مصرفی در این مرحله اولیه از زندگی گوساله‌های شیری بسیار پایین است و شیر منبع تقریباً همه مواد مغذی است، اما تنها حاوی میانگین ۰/۰۲ تا ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک می‌باشد.

جدول ۲- عملکرد گوساله‌ها (تعداد ۴۸ راس) در طی دوره شیرخوارگی

Table 2. Performance of calves (n = 48) during the weaning period

P-value	SEM	تیمارهای آزمایشی			شاهد (۱)	شرح عملکرد
		مکمل نانو سلنیوم (۴)	مکمل سلنیوم آلی (۳)	مکمل سلنیوم معدنی (۲)		
						مصرف استارتر (کیلوگرم)
۰/۰۸۶۵	۰/۰۰۷	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۳۷	روز ۱ تا ۳۰
۰/۲۷۵۷	۰/۰۰۹	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۷۴	روز ۳۰ تا ۶۰
۰/۰۵۸۵	۰/۰۰۹	۰/۵۸	۰/۶۲	۰/۶۱	۰/۵۶	کل دوره
						وزن بدن
۰/۲۸۴۹	۰/۵۵۷	۴۰/۸۳	۳۸/۶۶	۳۹/۲۵	۴۱/۲۳	شروع دوره
۰/۸۵۷۶	۰/۷۸۵	۷۴/۳۳	۷۵/۰۸	۷۶/۲۵	۷۴/۹۱	پایان دوره
						افزایش وزن بدن (کیلوگرم)
۰/۳۹۴۸	۰/۰۰۷	۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۵۰	روز ۱ تا ۳۰
۰/۴۹۴۹	۰/۰۱۵	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۳	۰/۶۵	روز ۳۰ تا ۶۰
۰/۱۶۴۷	۰/۰۰۷	۰/۴۷	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۴۷	کل دوره
						ضریب تبدیل غذایی
۰/۹۱۷۸	۰/۰۲۶	۱/۲۳	۱/۲۵	۲/۲۴	۱/۲۹	روز ۱ تا ۳۰
۰/۹۴۸۵	۰/۰۲۸	۰/۸۸	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۹۰	روز ۳۰ تا ۶۰
۰/۸۵۶۸	۰/۰۲۵	۱/۲۶	۱/۲۱	۱/۱۷	۱/۲۴	کل دوره

SEM: میانگین خطای استاندارد. P-value سطح معنی‌داری

و لوئرج (۶) نیز هیچ تاثیری در عملکرد گاوهای گوشتی در حال رشد، زمانی که سدیم سولیت (شکل غیر آلی سلیوم) به‌همراه ویتامین ایی به جیره اضافه شده مشاهده نکردند. ریچارد و همکاران (۲۴) در تحقیقات خود اثر سلیوم بر عملکرد گوساله‌های گاو گوشتی را تأیید نکردند. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن منبع آلی، معدنی و نانو سلیوم در استارتر بر عملکرد گوساله‌های شیری تأثیر نداشت. سلیوم به پروتئین‌های پلازما متصل می‌شود و به بافت‌های مختلف منتقل می‌شود (۲۳). اما اثر مثبت سلیوم (به هر شکل) بر عملکرد بره (۱۶) گزارش شده است. مسیرهای متابولیسم اشکال مختلف سلیوم در بدن به‌طور کامل روشن نشده است، اما مشخص شده است که سلیوم خواص آنتی‌اکسیدانی داشته و با شرکت در ترکیب آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز موجب حذف پراکسیدها و در نتیجه کاهش تشکیل رادیکال‌های آزاد می‌شود. تمام اشکال این مواد معدنی به آنزیم‌های وابسته به سلیوم یا پروتئین‌های خاص اضافه و الحاق شده‌اند.

اسپیز و همکاران (۳۰) مقدار ۵/۵ میلی‌گرم سلیوم به هر گوساله‌ی گاو گوشتی تزریق و کاهش مرگ و میر ۱۵/۳ تا ۱۴/۲٪ همراه با افزایش اندکی در وزن از شیرگیری مشاهده کردند. در همان مطالعه، یک گروه حیوانی مشابه با ۰/۴۰ میلی‌گرم سلیوم در هر کیلوگرم ماده خشک مکمل‌دهی شد و هیچ تفاوتی در عملکرد مشاهده نشد. جنکینز و هیدروگو (۱۲) نشان دادند که افزودن سدیم سولیت تا مقدار ۵ میلیون در قسمت به جایگزین شیر گوساله در افزایش روزانه یا راندمان خوراکی، تفاوت معنی‌داری نداشت؛ علاوه بر این، در افزودن ۱۰ میلیون در قسمت سدیم سولیت مقادیر این صفات کاهش یافت شد. مطالعات زیادی وجود دارد که اثرات قابل توجه سلیوم بر عملکرد گوساله‌ها را در شرایط عادی مشاهده نمی‌کند. با توجه به یافته‌های جونپیر و همکاران (۱۳)، مکمل‌های خوراکی با منبع مخمر سلیوم یا شکل آلی (۰/۱۵ تا ۵/۶ میلی‌گرم سلیوم به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک) بر عملکرد گوساله تأثیر نداشت. دروک

جدول ۳- غلظت متابولیت‌های خونی گوساله‌های شیرخوار با مصرف جیره حاوی منابع مختلف سلیوم

Table 3. Blood metabolite concentration of suckling calves by diet containing various selenium sources

P-value	SEM	تیمارهای آزمایشی			شاهد (۱)	شرح عملکرد
		مکمل نانو سلیوم (۴)	مکمل سلیوم آلی (۳)	مکمل سلیوم معدنی (۲)		
۰/۱۰۶۸	۴/۱۳۵	۹۷/۰ ^b	۱۱۸/۲۷ ^{ab}	۱۰۶/۰ ^a	۱۰۱/۲۷ ^{ab}	گلوکز (میلی‌گرم در دسی لیتر)
۰/۲۴۶۷	۸/۵۱۵	۱۵۱/۲۶	۱۰۶/۲۹	۱۲۳/۲۹	۱۴۲/۵۷	کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر)
۰/۶۸۷۵	۳/۳۵۶	۳۳/۰۰	۳۱/۲۶	۴۲/۵۸	۳۳/۲۷	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی لیتر)
۰/۱۸۷۹	۴/۵۷۹	۴۸/۲۸	۵۳/۲۷	۴۳/۵۷	۷۰	آسپاراتات آمینو ترانسفراز (واحد در لیتر)
۰/۹۴۵۹	۰/۷۸۶	۹/۶۶	۸/۶۶	۸/۶۶	۹/۶۶	آلانی آمینو ترانسفراز (واحد در لیتر)
۰/۰۵۷۶	۰/۰۰۸	۰/۳۸	۰/۵۱	۰/۴۴	۰/۴۰	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (میلی‌مول در لیتر)
۰/۸۷۵۶	۰/۰۰۹	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۲۰	بتا‌هیدروکسی بوتیریک اسید (میلی‌مول در لیتر)
۰/۹۲۵۷	۰/۰۸۷	۳/۴۶	۳/۵۸	۳/۶۶	۳/۵۹	آلبومین (گرم در دسی لیتر)
۰/۸۷۶۸	۰/۱۶۵	۷/۰۶	۷/۴۳	۷/۰۶	۷/۰۶	پروتئین (گرم در دسی لیتر)
۰/۳۵۸۵	۲/۸۷	۴۵/۰۰	۳۰/۵۸	۳۵/۵۶	۳۶/۵۶	لیپوپروتئین با تراکم بالا (HDL) (میلی‌گرم در دسی لیتر)
۰/۰۱۵۸	۴/۱۵	۴۷/۵۸ ^{ab}	۵۰/۰ ^{ab}	۷۰/۲۹ ^a	۴۰/۰ ^c	گلوکاتایون پراکسیداز (واحد در گرم هموگلوبین)
۰/۱۱۵۷	۰/۰۴	۰/۹۳	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۳۳	مالون دی‌آلدئید (نانومول در میلی‌لیتر)
۰/۶۸۵۶	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۶	اسیدهای چرب غیر استریفیه (میلی‌مول در لیتر)

SEM; میانگین خطای استاندارد. P-value سطح معنی‌داری

نامطلوب استرس گرما کاهش دهد و اجازه و امکان کاهش فراسنجه‌های عملکرد حیوان را نسبت به تیمارهای شاهد نمی‌دهد.

گروه‌های مکمل شده با سلیوم در این مطالعه فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز بالاتری نسبت به شاهد داشتند ($p < 0.05$). ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام (TAC) سرم شاخصی است که موازنه بین پراکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها را شرح می‌دهد. گوساله‌های دریافت‌کننده جیره حاوی مکمل سلیوم آلی غلظت گلوکز (۱۴۸/۳ میلی‌گرم در دسی لیتر) بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. اسدی و همکاران (۳) گزارش کردند که با تزریق سلیوم به بره، فراسنجه‌های گلوکز و تری‌گلیسرید خون افزایش نشان داد.

یکی از حالت‌های طبیعی دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز است. گروه‌های مکمل شده با سلیوم در این مطالعه فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز بالاتری (تیمار مکمل

فراسنجه‌های خونی

فراسنجه‌های خون گوساله‌های شیری مکمل شده با منبع مختلف سلیوم در جدول ۳ ارائه شده است. تیمارهای سلیوم در این مطالعه روی برخی از فراسنجه‌های خون مانند غلظت گلوکز، ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام و گلوکاتایون پراکسیداز تأثیر گذاشت. غلظت گلوکز گوساله‌هایی که مکمل سلیوم آلی افزوده شده بود نسبت به سایر تیمارها افزایش یافته بود ($p < 0.05$). ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام گروه مکمل‌سازی شده با سلیوم آلی ۰/۵۰۶ میلی‌مول در لیتر بود. تمایل به معنی‌داری شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام احتمالاً به دلیل اثر حرارتی است. استرس گرمایی، استرس اکسیداتیو را افزایش می‌دهد و فعالیت هورمون‌های تیروئیدی را کاهش می‌دهد. بنابراین، با توجه به الحیدری و همکاران (۱)، مکمل کردن جیره با سلیوم در طول استرس گرما، ممکن است وضعیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت هورمون تیروئید بهبود دهد و اثرات

فراسنجه‌های رشد

نتایج این تحقیق ارائه شده در جدول ۵، نشان‌داد که مکمل سلیوم می‌تواند بر فراسنجه‌های رشد تأثیر بگذارد. به طوری که طول بدن و دور سینه توسط منبع مختلف سلیوم تحت تأثیر قرار گرفتند. ارتفاع جدوگاه یا قد با تیمارهای مختلف تغییر داشت. همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، تفاوت فراسنجه‌های رشد تیمارها در طول دوره آزمایش نشان داد که مکمل کردن جیره با سلیوم در گوساله‌ها عموماً هیچگونه تأثیری بر عملکرد رشد گوساله نداشت (۹،۲۷). اثرات مثبت مصرف مکمل سلیوم در زمانی که گوساله‌ها با کمبود سلیوم مواجه بودند، مشاهده شد (۴).

مه‌دی و دوفرانسن (۲۰) نشان دادند که دوز سلیوم نقش مستقیمی در ارتقای و تحریک رشد گوساله‌ها نداشت. اما می‌تواند باعث کاهش محدودیت‌ها و حذف موانع رشد گردد. تزریق سلیوم روش مفید و سریع در بهبود وضعیت سلیوم گوساله‌ها می‌باشد با این حال، روش تزریق نباید به‌عنوان منبع دائمی مصرف سلیوم مورد توجه قرار گیرد. سالس و همکاران (۲۸) ملاحظه کردند که مکمل سلیوم به‌عنوان یک محرک رشد عمل نمی‌کند. آن‌ها فرض کردند که میزان افزایش وزن روزانه بیش از ۴۰ گرم در روز در گوساله‌های مکمل شده با سلیوم مشاهده شده است که منجر به افزایش دور سینه در حدود ۸ سانتی‌متر تا ۳۰ روز شده بود. این فراسنجه رشد نشان‌دهنده و شاخصی از بهبود در رشد و توسعه حیوانات است (۱۷). بنابراین مطابق با سایر مطالعات (۲۱،۷،۲۹) می‌توان گفت زمانی اثرات مثبت مصرف مکمل سلیوم مشاهده خواهد شد که گوساله‌ها با کمبود سلیوم مواجه باشند.

معدنی، آلی و نانو به ترتیب ۷۰/۳، ۵۰ و ۴۷/۶ واحد در گرم هموگلوبین) نسبت به شاهد (۴۰ واحد در گرم هموگلوبین) داشتند. سلیوم جزء ضروری از آنزیم گلوکاتینون پراکسیداز است که هیدروژن پراکسید هیدروژن و هیدروپراکسید لیپید را از بین می‌برد (۲۶). هوگان و همکاران (۱۱) دریافت کردند که مکمل سلیوم باعث بهبود فاگوسیتوز در جمعیت سلول‌های سفید خون می‌شود.

فعالیت فاگوسیتیک گوساله‌های دریافت‌کننده مواد معدنی حاوی سلیوم در مقایسه با گوساله‌های دریافت‌کننده مواد معدنی بدون سلیوم بهبود یافته بود (۳۴). فالک و همکاران (۷) گزارش کردند که افزودن سلیوم آلی غلظت سرمی سلیوم بیشتر و فعالیت آنزیم گلوکاتینون پراکسیدازی بالاتری ایجاد کرد.

سلامت و زنده‌مانی

تیمارها تأثیر معنی‌داری بر سلامت و امتیازهای مرتبط نداشتند (جدول ۴). دمای مقعدی گروه دریافت‌کننده نانو سلیوم ۳۸/۶۷ درجه سلسیوس بود که کمتر از سایر گروه‌ها بود ($P=0.0367$).

تیزارد (۳۵) گزارش داد که گوساله‌های شیرخوار به علت تغییرات سریع هماتولوژیک حتی پس از پیشرفت سیستم ایمنی بدن آن‌ها نسبت به ابتلای بیماری‌ها بیشتر حساس‌تر هستند. سالس و همکاران (۲۸) مشاهده کردند که مکمل کردن جیره با سلیوم، عملکرد حیواناتی را که تشخیص اسهال داشتند، بهبود می‌بخشید. بنابراین مطابق با گزارش مهره‌کش و همکاران (۲۱) احتمالاً تزریق سلیوم به دام مادر قبل از تولد گوساله پاسخ بهتری نسبت به افزودن سلیوم پس از زایش خواهد داشت.

جدول ۴- امتیاز مدفوع، دمای بدن، امتیاز تنفسی گوساله‌های شیرخوار با مصرف جیره حاوی منابع مختلف سلیوم

Table 4. Fecal score, body temperature, respiratory score of suckling calves by diet containing various selenium sources

P-value	SEM	تیمارهای آزمایشی			شاهد (۱)	شرح
		مکمل نانو سلیوم (۴)	مکمل سلیوم آلی (۳)	مکمل سلیوم معدنی (۲)		
۰/۲۲۶۸	۰/۱۷۸	۲/۳۶	۲/۱۸	۳/۲۰	۲/۴۴	امتیاز سلامتی
۰/۹۷۵۹	۰/۰۶۹	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۰	۰/۳۳	ترشحات بینی
۰/۴۱۵۷	۰/۰۸۶	۰/۴۵	۰/۷۲	۰/۹۰	۰/۶۶	چشم یا گوش
۰/۴۳۵۷	۰/۰۱۷	۰/۰۹	.	.	.	سرفه کردن
۰/۰۳۶۷	۰/۰۵۸	۳۸/۶۷ ^b	۳۸/۹۱ ^{ab}	۳۹/۱۵ ^a	۳۸/۹۷ ^{ab}	دمای مقعدی (سلسیوس)
۰/۳۸۵۶	۰/۰۹۷	۲/۱۸	۲/۰۹	۲/۴۰	۱/۸۸	امتیاز مدفوع

SEM: میانگین خطای استاندارد. P-value سطح معنی‌داری.

طول بدن برای تیمار شاهد با ۴۹/۷۳ سانتی‌متر و صفت دور سینه گوساله‌ها برای تیمارهای شاهد و مکمل معدنی به ترتیب با ۷۵/۷۸ و ۷۴ سانتی‌متر بود. بنابراین مکمل سلیوم می‌تواند روی برخی متابولیت‌های خون و عوامل رشد تأثیر بگذارد. نتایج حاضر نشان‌داد که منبع بهینه سلیوم برای گوساله‌های شیری سلیوم آلی بود.

مکمل کردن جیره گوساله‌های شیرخوار با ۰/۳ میلی‌گرم سلیوم آلی باعث افزایش سطح سرمی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام شد. علاوه بر این، مکمل‌های سلیوم عملکرد حیوانات را حفظ کرد. گروه‌های مکمل‌دهی شده با سلیوم در این مطالعه فعالیت گلوکاتینون پراکسیداز بالاتری (تیمار مکمل معدنی، آلی و نانو به ترتیب ۷۰/۳، ۵۰ و ۴۷/۶ واحد در گرم هموگلوبین) نسبت به شاهد (۴۰ واحد در گرم هموگلوبین) داشتند. صفت

جدول ۵- اندازه‌گیری رشد ریخت و نمرات وضعیت بدنی گوساله‌های شیر خوار با مصرف جیره حاوی منابع مختلف سلینیوم
Table 5. Frame growth measurements and body condition scores of suckling calves by diet containing various selenium sources

P-value	SEM	تیمارهای آزمایشی			شاهد (۱)	شرح
		مکمل نانو سلینیوم (۴)	مکمل سلینیوم آلی (۳)	مکمل سلینیوم معدنی (۲)		
۰/۰۰۶۹	۰/۵۷۸	۴۸/۰۸ ^c	۴۸/۶۲ ^b	۴۸/۰۰ ^c	۴۹/۷۳ ^a	طول بدن (سانتی متر)
۰/۰۵۷۸	۰/۵۰۸	۸۲/۱۶	۸۲/۳۳	۸۲/۰۸	۸۳/۷۳	ارتفاع جدوگاه (سانتی متر)
۰/۰۰۶۷	۰/۶۸۷	۷۱/۰۴ ^b	۷۰/۳۳ ^c	۷۴/۰۰ ^a	۷۵/۷۸ ^a	دور سینه (سانتی متر)

SEM: میانگین خطای استاندارد. P-value سطح معنی‌داری

منابع

- Alhidary, I., S. Shini, R. Al-Jassim and J. Gaughan. 2012. Effect of various doses of injected selenium on performance and physiological responses of sheep to heat load. *Journal of Animal Science*, 90(9): 2988-2994.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis; 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Asadi, M., A. Toghory and T. Ghoorchi. 2018. Effect of Oral Administration and injection of selenium and vitamin e on performance, blood metabolites and digestibility of nutrients in suckling Dalagh lambs. *Research on Animal Production*, 20(9): 79-87.
- Castellan, D.M., J.P. Maas, I.A. Gardner, J.W. Oltjen and M.L. Sween. 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(6): 816-821.
- Didarkhah, M and M. Bashtani. 2018. Effects of probiotic and peribiotic supplementation in milk on performance and nutrition digestibility in holstein calves. *Research on Animal Production*, 20(9): 70-78.
- Droke, E.A. and S.C. Loerch. 1989. Effects of parenteral selenium and vitamin E on performance, health and humoral immune response of steers new to the feedlot environment. *Journal of Animal Science*, 67(5): 1350-1359.
- Falk, M., P. Lebed, A. Bernhoft, T. Framstad, A. Kristoffersen, B. Salbu and M. Oropeza_Moe. 2019. Effects of sodium selenite and L-selenomethionine on feed intake, clinically relevant blood parameters and selenium species in plasma, colostrum and milk from high-yielding sows. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 52: 176-185.
- Gabbedy, B.G. 1971. Effect of selenium on wool production body weight and mortality of young sheep in Western Australia. *Australian Veterinary Journal*, 47(7): 318-322.
- Gunter, S.A., P.A. Beck and J.M. Phillips. 2003. Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves. *Journal of Animal Science*, 81(4): 856-864.
- Hartikainen, H. 2005. Biochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 18(4): 309-318.
- Hogan, J.S., K.L. Smith, W.P. Weiss, D.A. Todhunter and W.L. Schockey. 1990. Relationships among vitamin E, selenium, and bovine blood neutrophils. *Journal of Dairy Science*, 73(9): 2372-2378.
- Jenkins, K.J. and M. Hidiroglou. 1986. Tolerance of the preruminant calf for selenium in milk replacer. *Journal of Dairy Science*, 69(7): 1865-1870.
- Juniper D.T., R.H. Phipps, D.L. Givens, A.K. Jones, C. Green and G. Bertin. 2008. Tolerance of ruminants animals to high dose in-feed administration of a selenium-enriched yeast. *Journal of Dairy Science*, 86(1): 197-204.
- Juniper, D.T., R.H. Phipps, A.K. Jones and G. Bertin. 2006. Selenium supplementation of lactating cows: effect on selenium concentration in blood, milk, urine and feces. *Journal Dairy Science*, 89: 3544-3551.
- Kojouri, G.A., S. Sadeghian, A. Mohebbi and M.R. Mokhber Dezfouli. 2011. The Effects of oral consumption of selenium nanoparticles on chemo tactic and respiratory burst activities of neutrophils in comparison with sodium selenite in sheep. *Biological Trace Element Research*, 146: 160-166.
- Kumar, N., A. Garg, R. Dass, V. Chaturvedi, V. Mudgal and V.P. Varshney. 2009. Selenium supplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 153(1): 77-87.
- Lesmeister, K.E. and A.J. Heinrichs. 2004. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 87(10): 3439-3450.

18. Mahima, C., A.K. Garg, G.K. Mittal and V. Mudgal. 2006. Effect of supplementation of different levels and sources of selenium on the performance of guinea pigs. *Biological Trace Element Research*, 133(2): 217-226.
19. McGuirk, S.M. 2008. Disease management of dairy calves and heifers. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1): 139-53.
20. Mehdi, Y. and I. Dufrasne. 2016. Selenium in cattle: A Review. *Molecules*, 21(4): 545.
21. Mohrekesh, M., A.D. Foroozandeh Shahraki, G.R. Ghalamkari and H. Guyot. 2018. Effects of three methods of oral selenium-enriched yeast supplementation on blood components and growth in Holstein dairy calves. *Animal Production Science*, 59(2): 260-265.
22. National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh ed. National Academic Science, Washington, DC.
23. National Research Council. 2005. Mineral tolerance of animals,. Second revised ed. National Academic Science, Washington, DC.
24. Richards, C., H. Blalock, K. Jacques and H. Loveday. 2011. Efficacy of feeding selenium-enriched yeast to finishing beef cattle. *Professional Animal Scientist*, 27(1): 1-8.
25. Rock, M.J., R.L. Kincaid and G.E. Carstens. 2001. Effects of prenatal source and level of dietary selenium on passive immunity and thermo metabolism of newborn lambs. *Small Ruminant Research*, 40(2): 129-138.
26. Rotruck, J.T., A.L. Pope, H.E. Ganther, A.B. Swanson, D.G. Hafeman and W.G. Hoekstra. 1973. Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science*, 179(4073): 588-90.
27. Rowntree, J.E., G.M. Hill, D.R. Hawkins, J.E. Link, M.J. Rincker, G.W. Bednar and R.A. Jr. Kreft. 2004. Effect of Se on selenoprotein activity and thyroid hormone metabolism in beef and dairy cows and calves. *Journal of Animal Science*, 82(10): 2995-3005.
28. Salles, M.S.V., M.A. Zanetti, L.C.R. Junior, F.A. Salles, A.E. Caleiro Seixas Azzolini, E.M. Soares, L.H. Faccioli and Y.M.L.Valim. 2014. Performance and immune response of suckling calves fed organic selenium. *Animal Feed Science and Technology*, 188(1): 28-5.
29. Shi, L., W. Xun, W. Yue, C. Zhang, Y. Ren, Q. Liu, Q. Wang and L. Shi. 2011. Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium on growth performance, Se concentration and antioxidant status in growing male goats. *Small Ruminants Research*, 96: 49-52.
30. Spears, J.W., R.W. Harvey and E.C. Segerson. 1986. Effects of marginal selenium deficiency and winter protein supplementation on growth, reproduction and selenium status of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 63(2): 586-594.
31. Surai, P.F. 2006a. Selenium in food and feed: selenomethionine and beyond. In: *Selenium in Nutrition and Health*. Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom, 151-212.
32. Surai, P.F. 2006b. Selenium and immunity. In: Surai, P.F. (Ed.), *Selenium in Nutrition and Health*. Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom, 213-278.
33. Surai, P.F. 2006c. Selenium in ruminant nutrition. In: *Selenium in Nutrition and Health*. Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom, 487-587.
34. Teixeira, A.G., F.S. Lima, M.L. Bicalho, A. Kussler, S.F.Lima, M.J. Felipe and R.C. Bicalho. 2014. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc and manganese on immunity, health, and growth of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(7): 4216-4226.
35. Tizard, I.R. 1979. *Inmunologia Veterinária*, first ed. Nueva Editorial Interamericana S.A., México.
36. Wang, H., J. Zhang and H. Yu. 2007. Elemental selenium at nano size possesses lower toxicity without compromising the fundamental effect on selenoenzymes: comparison with selenomethionine in mice. *Free Radical Biology and Medicine*, 42(10): 1524-1533.
37. Whelan, B.R., N.J. Barrow and D.W. Peter. 1994. Selenium fertilizers for pastures grazed by sheep. II. Wool and live weight responses to selenium. *Australian Journal of Agricultural Research*, 45(4): 877-887.
38. Zhang, J.S., H.L. Wang, X.X. Yan and L.D. Zhang. 2005. Comparison of short-term toxicity between Nano-Se and selenite in mice. *Life Science Journal*, 76(10): 1099-1109.
39. Zhang, J.S., X.F. Wang and T.W. Xu. 2008. 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(1): 22-31.
40. Zhang, J.S., X.Y. Gao, L.D. Zhang and Y.P. Bao. 2001. Biological effects of a nano red elemental selenium. *Biofactors*, 15(1): 27-38.

The Effect of Different Sources of Selenium on Performance, Health, Growth Factor and Some Blood Parameters of Holstein Dairy Calves

Mohsen Zarei¹, Jamal Seif Davati¹, Gholamreza Gharbani², Hossein Abdi Banmar¹,
Reza Seyed Sharifi¹ and Abdolhamid Karimi³

1- Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University
(Corresponding author: jseifdavati@uma.ac.ir)

2- Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology

3- Department of Animal Science Research, Fars Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Received: July 2, 2019

Accepted: October 14, 2019

Abstract

The low-consumption elements such as selenium can be included in the diet from a variety of sources. The purpose of this study was to investigate the effects of incorporation of inorganic, organic and nano selenium in the diets of dairy calves on their performance, health, growth factor and some of their blood parameters. Forty-eight newborn Holstein calves were used in a completely randomized design over a 60-day period with four treatments (6 females and 6 males per treatment) as follows: 1) control diet without selenium, 2) mineralized selenium supplemented diet, 3) organic selenium supplemented diet, and 4) nano selenium supplemented diet. Except for control (1) other treatments had the same concentration of selenium (0.3 mg / kg diet). Body weight changes, growth parameters, fecal consistency, health scores, biochemical metabolites, liver enzymes activity, glutathione peroxidase, total antioxidant capacity, non-esterified fatty acid values, beta-hydroxybutyric acid and malondialdehyde were measured. The results showed that selenium sources were ineffective on feeding and DM intake before weaning. Supplementation with selenium did not affect the live weight of the calves. Selenium sources had do not affect on blood parameters, while total blood antioxidant capacity was higher in calves containing organic selenium compared to other treatments (0.506 mmol / L). Body length, chest circumference and body capacity were affected by different sources of selenium. Nano-selenium supplementation increased the height of calves in comparison with other treatments. The present results showed that the optimum source of selenium was organic selenium for dairy calves.

Keywords: Dairy Calves, Growth Performance, Health, Selenium Sources