تولیدات دامی
دوره ۲۰ ■ شماره ۱■ بهار ۱۳۹۷
صفحه‌های ۱۹۰-۱۷۷

اثر سطح و نوع مکمل کبالت بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم، هماتولوژی و عملکرد در بزغالهٔ نر

سیدامیرحسین دزفولیان[۱] و حسنعلی عربی[۲*]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

۲. ا دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

تاریخ وصول مقاله:۱۳۹۵/۰۴/۰۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۰۲

چکیده

برای بررسی تأثیر سطح و نوع کبالت بر فراسنجه‌های خونی و عملکردتعداد ۳۰ رأس بزغالهٔ نر ۳ تا ۵ماهه نژاد بومی، با میانگین وزنی ۲/۵±۱۷/۸ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۵ تیمار شامل: ۱. جیرهٔ پایهٔ حاوی ۰/۰۷۶ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک (شاهد)؛ ۲. جیرهٔ پایه + ۰/۲۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک به شکل سولفات کبالت (سولفات ۰/۲۵)؛ ۳. جیرهٔ پایه + ۰/۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک به شکل سولفات کبالت (سولفات ۰/۵)؛ ۴. جیرهٔ پایه + ۰/۲۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک به شکل کبالت گلوکوهپتونات (گلوکوهپتونات ۰/۲۵) و ۵. جیرهٔ پایه + ۰/۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک به شکل کبالت گلوکوهپتونات (گلوکوهپتونات ۰/۵)اختصاص داده شدند. مادهٔ خشک مصرفی بزغاله‌هایی که در جیرهٔ خود ۰/۵ قسمت در میلیون کبالت، از منبع گلوکوهپتونات دریافت کردند، بیشتر از گروه شاهد بود. وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه، تحت تأثیر سطح مکمل قرار گرفت و در تیمارهای دریافت‌کنندهٔ سطح بالاتر کبالت به‌طور معناداری بالاتر از سایر تیمارها بود. با این وجود ضریب تبدیل خوراک، تفاوت معناداری بین تیمارها نداشت و تنها تفاوت عددی مشاهده شد. مکمل کبالت بر میزان گلوکز و ویتامین B_{12} سرم تأثیرگذار و بیشترین تفاوت مربوط به تیمار گلوکوهپتونات ۰/۵ بود. هرچند تیمار گلوکوهپتونات ۰/۵ از نظر گلوکز با تیمار شاهد تفاوت معناداری داشت. اما تفاوت آن با سایر تیمارهای دریافت‌کنندهٔ کبالت معنادار نبود. تیمارهای کبالت تأثیر معناداری بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم و هماتولوژی نداشتند. به‌طور کلی سطح کبالت تأثیر معناداری بر عملکرد بزها داشت به‌طوری که سطوح بالاتر کبالت سبب مصرف مادهٔ خشک و افزایش وزن روزانهٔ بیشتری شد. نتایج تحقیق حاضر، نشان داد که سطح نیاز ۰/۰۷ میلی‌گرم کبالت در روز که برای بزها تعیین شده، در محدودهٔ مرزی نیاز قرار دارد. مکمل آلی کبالت در شکمبه، بازده بهتری برای ساخت ویتامین B_{12} و همچنین گلوکز داشت و عملکرد بزها در سطح ۰/۵ بهتر از سطح ۰/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک بود.

کلیدواژه‌ها: بزغاله، جیره‌های پرواری، کبالت، گلوکز، ویتامین B_{12}.

* نویسنده مسئول Email: h_aliarabi@yahoo.com

مقدمه

کمبود کبالت در نشخوارکنندگان چراکننده‌ای که در دامنهٔ وسیعی از خاک‌ها و اقلیم‌ها از نواحی گرمسیری تا مناطقی با درجهٔ حرارت سرد پراکنده بودند، به شکل گسترده‌ای دیده شده است[۲۲]. میکروارگانیسم‌های شکمبه برای سنتز ویتامینB_{12} به کبالت نیاز دارند؛ زیرا ۴/۴ درصد از این ویتامین را کبالت تشکیل می‌دهد. کبالت، به‌طور طبیعی به مقادیر زیادی در داخل بدن ذخیره نمی‌شود، مقدار اندک ذخیره شده نیز نمی‌تواند به راحتی به داخل شکمبه یا روده برگردد. یعنی مکانی که میکروب‌های شکمبه می‌تواند از آن برای سنتز ویتامین B_{12} استفاده کند. بنابراین نشخوارکنندگان باید به طور مداوم در جیره، برای سنتز ویتامین B_{12}، کبالت کافی دریافت کنند[۵]. در حیوانات، ویتامین B_{12} کوفاکتور دو آنزیم متیل مالونیل کوآنزیم آ موتاز و متیونین سنتاز است و بنابراین در سوخت‌وساز انرژی و پروتئین بسیار حائز اهمیت است [۲۳].

یکی از عوارض کمبود کبالت، کاهش سنتز ویتامین B_{12} است که به نوبهٔ خود می‌تواند به کم‌خونی منجر شود [۱۶]. نشان داده‌اند که بزها و بره‌های دریافت کنندهٔ جیره‌های با کبالت کم در مقایسه با تیمارهای دریافت‌کنندهٔ مکمل کبالت شمارش گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت پایین‌تری داشتند[۴ و ۲۴]. از فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم یا پلاسما که ممکن است تحت تأثیر سطوح کبالت قرار گیرند می‌توان به گلوکز، آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز، آسپارتات ترانس آمیناز، آلانین ترانس آمینازو پروتئین سرم اشاره کرد. در تحقیقی که بر گاوهای هلشتاین انجام شد، تفاوتی در میزان گلوکز پلاسما در بین تیمارهای دریافت‌کنندهٔ کربنات کبالت، کبالت گلوکوهپتونات یا ویتامین B_{12} تزریقی مشاهده نشد [۳]. هرچند، برخلاف این نتایج، در تیمارهای دریافت کنندهٔ کبالت به شکل کربنات و پروتئینات، مقدار گلوکز خون در مقایسه با تیمار شاهد در گاوهای اخته افزایش داشت و این افزایش در مقایسه بین کربنات کبالت با پروتئینات به نفع تیمار پروتئینات بود[۲۳]. افزایش آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز و آسپارتات ترانس آمیناز و همچنین پروتئین کل سرم در بزهای دریافت‌کنندهٔ جیره‌های دچار کمبود کبالت گزارش شده است[۴]. براساس نتیجه‌گیری محققان، یکی از علائم وقوع لیپیدوز کبدی که ناشی از کمبود کبالت است، افزایش آنزیم آلکالین فسفاتاز است [۸].

حیوانات نشخوارکننده نسبت به غیرنشخوارکنندگان در برابر کمبود کبالت حساس‌تر هستند، و در این بین گوسفند از گاو و بز حساس‌تر است[۱۹]. احتیاجات کبالت بزغاله‌ای با ۲۰ کیلوگرم وزن در حدود ۰/۰۷ میلی‌گرم کبالت در روز است [۱۹]. توصیهٔ مقادیر ۰/۱-۰/۲ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم مادهٔ خشک در گوسفند عمدتاً براساس تحقیقاتی است که روی حیوانات چراکننده انجام شده است [۲۴]. بز اغلب در محدودهٔ بین گوسفند و گاو در نظر گرفته شده است. هرچند، براساس چندین تحقیق [۱، ۲، ۶، ۸ و ۲۴] سطح ۰/۱-۰/۲ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم مادهٔ خشک احتیاجات میکروبی شکمبه به کبالت برای سنتز ویتامین B_{12} را در گوسفند یا بز تأمین نمی‌کند. برخی محققان این باور عمومی را که بزها نسبت به گوسفند حساسیت کمتری به کمبود کبالت دارند رد کرده‌اند و با تحقیق بر بزهای عمانی این ادعا را مردود دانسته‌اند[۴ و ۸]. تا آنجا که بررسی‌های ما مشخص ساخته نتایج قطعی دربارهٔ مقایسهٔ منابع کبالت و تأثیر آنها در بز موجود نیست. بنابراین تحقیق حاضر با این هدف طراحی شد که اثر دو نوع مکمل کبالت (معدنی در برابر آلی) را در دو سطح (۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک) بر برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم، هماتولوژی و عملکرد در بزغاله‌های نر بررسی کند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، در سال ۱۳۹۴ انجام شد. تعداد ۳۰ رأس بزغالهٔ نر ۳تا ۵ماهه نژاد بومی، با میانگین وزنی ۲/۵±۱۷/۸ کیلوگرم پس از گذراندن دورهٔ عادت‌پذیری به مدت دو هفته و دریافت داروهای ضد انگل و واکسیناسیون، به صورت تصادفی به ۵ تیمار شامل: ۱. جیرهٔ پایهٔ حاوی ۰/۰۷۶ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک (شاهد)؛ ۲. جیرهٔ پایه + ۰/۲۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک به شکل سولفات کبالت (سولفات ۰/۲۵)؛ ۳. جیرهٔ پایه + ۰/۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک به شکل سولفات کبالت (سولفات ۰/۵)؛ ۴. جیرهٔ پایه + ۰/۲۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک به شکل کبالت گلوکوهپتونات (گلوکوهپتونات ۰/۲۵) و ۵. جیرهٔ پایه + ۰/۵ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک به شکل کبالت گلوکوهپتونات (گلوکوهپتونات ۰/۵) تقسیم شدند. این پژوهش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مقایسهٔ میانگین‌ها با روش آزمون توکی و فرض خطای ۰/۰۵ انجام شد. در مقایسهٔ میانگین صفاتی که در آنها مشاهدهٔ از دست رفته وجود داشت از میانگین‌های تصحیح شده براساس حداقل مربعات استفاده شد. تجزیهٔ آماری داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS ویرایش ۹/۲ انجام شد. جیرهٔ پایه براساس نیاز بزغاله‌های نر با وزن بین ۱۵–۲۰ کیلوگرم [۱۹] طوری تنظیم شد که تمامی احتیاجات غذایی این حیوانات را تأمین کند (جدول ۱).

جدول ۱. اجزاء و ترکیب شیمیایی مواد خوراکی و جیرهٔ پایه[1] بر حسب درصدی از مادهٔ خشک

مواد مغذی	مادهٔ خوراکی و سهم آن از جیره		
	یونجه (۶۱ درصد)	دانهٔ جو (۳۰ درصد)	سویا (۹ درصد)
مادهٔ خشک (درصد)	۹۲/۵	۹۳	۹۳/۵
مادهٔ آلی (درصد مادهٔ خشک)	۹۰/۸۷	۹۵/۲	۹۲/۶۳
پروتئین خام (درصد مادهٔ خشک)	۱۴/۵	۱۲/۵	۴۴/۹
عصارهٔ اتری (درصد مادهٔ خشک)	۱/۶	۱/۶۵	۲/۱
الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (درصد مادهٔ خشک)	۵۴/۳۵	۲۰/۰۵	۲۷/۷۳
کربوهیدرات غیرفیبری (درصد مادهٔ خشک)	۲۰/۴۲	۶۱	۱۷/۹
خاکستر خام (درصد مادهٔ خشک)	۹/۱۳	۴/۸	۷/۳۷
انرژی قابل سوخت‌وساز (مگاکالری بر کیلوگرم مادهٔ خشک)	۲/۱۷	۳/۰۴	۳/۱۸
کلسیم (درصد)	۱/۳۵	۰/۰۶	۰/۳
فسفر (درصد)	۰/۲۵	۰/۴۳	۰/۷۱
منیزیم (درصد)	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۴
روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک)	۲۵/۲	۱۹/۸	۵۳
مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک)	۱۰/۵	۹/۳	۲۱
آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک)	۱۴۵	۹۵/۵	۱۸۵
کبالت (میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک)	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۱

۱. مقدار انرژی قابل‌سوخت‌وساز براساس جداول [۱۹] محاسبه و سایر اجزاء جیره اندازه‌گیری شدند.

این آزمایش در ۷۵ روز انجام پذیرفت و در آن تأثیر تیمارها بر فراسنجه‌های عملکردی بزها شامل افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی، فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم شامل ویتامین B_{12}، گلوکز، فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز، آسپارتات ترانس آمیناز، آلانین ترانس آمیناز، پروتئین کل، گاما گلوتامیل ترانسفراز، بیلی روبین، کراتینین و ازت اوره‌ای خون و همچنین فراسنجه‌های هماتولوژی شامل شمارش گلبول‌های قرمز خون، هماتوکریت، هموگلوبین، متوسط اندازه سلول‌های قرمز، مقدار هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز، اندازهٔ سلول به ازای هر گلبول قرمز، شمارش گلبول‌های سفید و لمفوسیت‌ها در آن بررسی شد.

بزغاله‌ها در جایگاه‌های انفرادی قرار داده شدند و در دو نوبت صبح و بعدازظهر (۰۰: ۸ و ۰۰: ۱۶) با جیرهٔ کاملاً مخلوط تغذیه شدند و آب به‌طور دائم در اختیارشان بود. مواد معدنی و کبالت آب اندازه‌گیری شدند ولی به دلیل اینکه مقدار کبالت آب بسیار ناچیز بود در جدول وارد نشده است. بزغاله‌ها در ابتدای دورهٔ آزمایشی (روز صفر) و پس از آن در فواصل دوهفته‌ای، قبل از نوبت خوراک‌دهی صبح و پس از ۱۶ ساعت گرسنگی و تشنگی وزن‌کشی شدند. مقدار خوراک مصرفی و باقیماند- خوراک روزانه توزین و ثبت شد. مقدار خوراک روزانه با توجه به پسماند روز قبل طوری تنظیم شد که ۵ تا ۱۰ درصد باقیمانده داشته باشد. مکمل سولفات کبالت (محصول شرکت مرک آلمان) به شکل $CoSO_4.7H_2O$ بود و کبالت گلوکوهپتونات (ZinPro آمریکا با نام تجاری COPRO) از شرکت یسنامهر تهران تهیه شد. نخست مکمل‌های کبالت با کنجالهٔ سویای آسیاب شده به‌عنوان حامل مخلوط شدند. سپس با توجه به میزان خوراک مصرفی روزانهٔ هر بز، مقدار معینی از مخلوط مکمل+کنسانتره که معادل با غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ قسمت در میلیون مورد نظر بود برداشته شد. در هر نوبت خوراک‌دهی صبح مخلوط مکمل+کنسانتره به همراه بخش کنسانتره خوراک در اختیار بزها قرار گرفت.

خون‌گیری از طریق سیاهرگ وداج در روزهای صفر، ۳۵ و ۷۵ آزمایش[۶] و قبل از خوراک‌دهی صبح و وزن‌کشی انجام شد. به‌منظور جلوگیری از تابش نور به نمونه‌ها و از بین رفتن ویتامین B_{12} لوله‌های آزمایش ونوجکت۱۰ میلی‌لیتری توسط فویل آلومینیومی پوشیده شدند. برای جداسازی سرم، نمونه‌های خون به مدت ۲۰ دقیقه با ۳۰۰۰دور و دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و مقدار ۲میلی‌لیتر از سرم، با سمپلر به داخل میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری ریخته و در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شد. اندازه‌گیری ویتامین B_{12} سرم با استفاده از کیت الایزای ویتامین B_{12} (شرکت Monobindساخت کشور آمریکا) انجام شد. برای این منظور از دستورالعمل کیت آزمایشی و دستگاه microplate reader (مدل Rayto RT-2100Cساخت چین) استفاده کردند. اساس این آنالیز برپایهٔ آنالیز آنزیمی رقابتی تأخیری است. برای اندازه‌گیری غلظت گلوکز، BUN، فعالیت آنزیم‌های آسپارتات آمینوترانسفراز، آلانین ترانس آمیناز، آلکالین فسفاتاز، بیلی‌روبین، گاماگلوتامیل ترانسفراز، پروتئین کل در سرم خون، نمونه‌های مربوط به روزهای صفر، ۳۵ و ۷۵ به آزمایشگاه تشخیص پزشکی ارسال و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (مدل Hitachi 912ساخت کشور ژاپن) و کیت‌های آزمایشی (شرکت پارس آزمون) آنالیز شدند. برای اندازه‌گیری و محاسبهٔ فراسنجه‌های خونی درنمونه‌های خون از دستگاه سلول شمار اتوماتیک (Sysmexمدل KX – 21 N) استفاده شد.

برای صفاتی مثل وزن بدن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل غذایی، قابلیت هضم مواد خوراکی از مدل آماری ۱ استفاده شد و وزن اولیه به‌عنوان کوواریت درنظر گرفته شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (1)$$

که Y_{ij}، مقدار مشاهدهٔ تیمار i ام در تکرار j ام؛ μ، اثر میانگین؛ T_i، اثر تیمار i ام و e_{ij}، اثرخطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام است.

فراسنجه‌های خونی با استفاده از رویه MIXED در نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) برای مدل ۲ تجزیه شدند.

$$Y_{ijk}= \mu+T_i+D_j+TD_{ij}+Ea + Eb \quad (2)$$

که μ، میانگین کل متغیر مورد بررسی؛ T_i، اثر تیمار؛ D_j، اثر زمان؛ TD_{ij}، برهم‌کنش تیمار و زمان؛ Ea، خطای اصلی؛ و Eb، خطای فرعی بود.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به عملکرد بزغاله‌ها در جدول ۲ آمده است. مادهٔ خشک مصرفی **بزغاله‌هایی که در جیرهٔ خود ۰/۵ قسمت در میلیون کبالت از منبع** گلوکوهپتونات دریافت کردند بیشتر از گروه شاهد بود ($p<۰/۰۵$).

وزن نهایی و میانگین افزایش وزن روزانه تحت تأثیر نوع مکمل قرار گرفت و در تیمارهای دریافت‌کنندهٔ سطح بالاتر کبالت به‌طور معناداری بالاتر از سایر تیمارها بود. با این وجود ضریب تبدیل خوراک تفاوت معناداری بین تیمارها نداشت و تنها تفاوت عددی مشاهده شد. در تحقیق حاضر نیز جیرهٔ پایه، حاوی ۰/۰۷۶ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم مادهٔ خشک بود که به نظر می‌رسد با دادن ۰/۲۵ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم مادهٔ خشک نتوانست نیاز بزغاله‌های درحال رشد را تأمین کند و افزودن سطح ۰/۵ میلی‌گرم سبب بهبود رشد شد. سطح ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک سطح بهینه‌ای برای عملکرد بره‌ها گزارش شده است [۶ و ۲۴].

جدول ۲. اثر سطح و نوع کبالت بر مادهٔ خشک مصرفی، میانگین افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی بزغاله‌های نر

تیمارهای آزمایشی[۱]	وزن اولیه (کیلوگرم)	وزن نهایی (کیلوگرم)	مادهٔ خشک مصرفی (گرم در روز)	میانگین افزایش وزن روزانه (گرم در روز)	ضریب تبدیل
شاهد	۱۸/۳۸	۲۷/۸۰^{b}	۶۰۲/۶۲^{b}	۵۹/۰۳^{b}	۱۰/۲۹
سولفات ۰/۲۵	۱۷/۶۳	۲۸/۱۲^{b}	۶۰۹/۰۰^{ab}	۵۷/۲۰^{b}	۱۰/۷۳
سولفات ۰/۵	۱۷/۸۸	۲۹/۴۲^{ab}	۶۷۷/۵۴^{ab}	۷۱/۱۹^{a}	۹/۵۲
گلوکوهپتونات ۰/۲۵	۱۸/۱۵	۲۸/۸۸^{b}	۶۱۷/۴۳^{ab}	۶۱/۳۱^{b}	۱۰/۲۸
گلوکوهپتونات ۰/۵	۱۷/۳۶	۳۰/۵۵^{a}	۶۸۷/۵۶^{a}	۷۰/۶۳^{a}	۹/۷۸
SEM	۱/۷۷	۱/۱۲	۲۲/۶۹	۲/۸۲	۰/۵۴
Pvalue تیمار	۰/۹۹۴	۰/۰۰۴	۰/۰۵۷	۰/۰۰۳	۰/۶۲

۱. شاهد: جیرهٔ پایه (۰/۰۷۶ قسمت در میلیون عنصر کبالت)، سولفات ۰/۲۵: جیرهٔ پایه + سولفات کبالت (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، سولفات ۰/۵: جیرهٔ پایه + سولفات کبالت (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۲۵: جیرهٔ پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۵: جیرهٔ پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۳. اثر سطح و نوع مکمل کبالت بر ویتامین B_{12} و گلوکز سرم در بزغاله‌های نر

تیمارهای آزمایشی[1]	ویتامین B_{12} (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)	گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)
شاهد	۳۱۶/۵^{c}	۵۶/۱۱^{b}
سولفات ۰/۲۵	۳۵۰/۰^{c}	۵۹/۲۰^{ab}
سولفات ۰/۵	۳۹۵/۴^{bc}	۵۸/۲۶^{ab}
گلوکوهپتونات ۰/۲۵	۵۰۴/۸^{ab}	۶۰/۶۴^{ab}
گلوکوهپتونات ۰/۵	۶۰۳/۳^{a}	۶۲/۰۰^{a}
SEM	۳۸/۳	۱/۲۸
Pvalue تیمار	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۴

۱. شاهد: جیرهٔ پایه (۰/۰۷۶ قسمت در میلیون عنصر کبالت)، سولفات ۰/۲۵: جیرهٔ پایه + سولفات کبالت (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، سولفات ۰/۵: جیرهٔ پایه + سولفات کبالت (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۲۵: جیرهٔ پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۵: جیرهٔ پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

در نشخوارکنندگان، کمبود ویتامین B_{12} ناشی از کمبود کبالت، سبب کاهش مصرف خوراک و کاهش افزایش وزن روزانه می‌شود [۲۱]. همچنین متوسط افزایش وزن روزانهٔ گاوهای پرواری در تیمارهای دریافت کنندهٔ کبالت در کل دورهٔ پایانی بالاتر بود، اما در دورهٔ رشد گاوها تفاوت معناداری بین تیمار شاهد و تیمارهای دریافت‌کنندهٔ کبالت از دو منبع معدنی و آلی مشاهده نشد [۲۳]. در تحقیقی بر گوسفند، متوسط افزایش وزن روزانه و متوسط مادهٔ خشک مصرفی در تیمارهای دریافت‌کنندهٔ کبالت بالاتر از تیمار شاهد بود و همچنین راندمان افزایش وزن به خوراک مصرفی نیز تفاوت معناداری داشت [۱۸]. همچنین در تحقیق بر گوسفند نشان داده شد که تیمارهای دریافت‌کنندهٔ کبالت نسبت به شاهد اشتها و افزایش وزن بالاتری داشتند [۲۴]. در گاوهای اخته نیز جیره‌هایی که از نظر میزان کبالت در سطح مرزی یا حاشیه‌ای هستند تأثیر نامطلوبی بر عملکرد می‌گذارند[۲۲].

نتایج مربوط به ویتامین B_{12} و گلوکز سرم در جدول ۳ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مکمل کبالت بر میزان گلوکز و ویتامین B_{12} سرم تأثیرگذار و بیشترین تفاوت مربوط به تیمار گلوکوهپتونات ۰/۵ بود. هرچند تیمار گلوکوهپتونات ۰/۵ از نظر گلوکز با تیمار شاهد تفاوت معناداری داشت؛ اما تفاوت آن با سایر تیمارهای دریافت‌کنندهٔ کبالت معنادار نبود.

ویتامین B_{12} همواره به‌عنوان شاخصی از وضعیت کبالت بدن و تغذیه استفاده می‌شود. در تحقیق حاضر، اثر مثبت مکمل کبالت بر غلظت ویتامین B_{12} کاملاً مشهود است. غلظت سرمی ویتامین B_{12} در تیمارهای گلوکوهپتونات بیشتر از تیمارهای سولفات بود که بیان می‌کند مکمل آلی یا همان گلوکوهپتونات کبالت، برای میکروارگانیسم‌های شکمبه، قابلیت دسترسی بیشتری دارد. افزودن کبالت در سطح ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک در گوسفند ایرانی سبب افزایش ویتامین B_{12} و گلوکز خون شد؛ اما بالاتر از آن تأثیر معناداری بر این پارامترها نگذاشت [۱ و ۲]. افزودن کبالت به جیره‌های

حاوی ۰/۰۷ تا ۰/۰۸ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم مادهٔ خشک در گاوهای نر در حال رشد سبب افزایش غلظت ویتامینB_{12} پلاسما و کبد شد [۲۱]. برخی محققان نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند [۲۳]. طبق گزارش این محققان، افزایش سطح مکمل کبالت از دو منبع متفاوت در جیرهٔ گاوهای اخته، سبب افزایش غلظت ویتامین B_{12} در پلاسما می‌شود؛ اما نوع مکمل، تأثیری در میزان سنتز ویتامین B_{12} ندارد. در تحقیقی روی بره‌های نر مهربان گزارش شد که سطح ۰/۵ میلی‌گرم کبالت به‌طور معناداری از سطح ۰/۲۵ و شاهد ویتامین B_{12} بالاتری در بره‌های درحال رشد داشت؛ اما تفاوت آن با سطح ۱ میلی‌گرم معنادار نبود [۶]. در بز نیز ویتامین B_{12} سرم در بزهای دچار کمبود کبالت نسبت به بزهای دریافت کنندهٔ مکمل افت کرد و به ۱۴۰ پیکوگرم بر میلی‌لیتر رسید [۷] که پایین‌تر از سطح طبیعی گزارش شده برای بزها است [۱۵].

اندازه‌گیری غلظت گلوکز در کنار اندازه‌گیری ویتامین B_{12} ضروری است چون ویتامین B_{12} به‌عنوان کوفاکتور آنزیم متیل‌مالونیل‌کوآنزیم آ موتاز در تبدیل پروپیونیک اسید به سوکسینیک اسید نقش دارد [۹] و هرگونه کمبود ویتامین B_{12}، می‌تواند به کاهش فعالیت این آنزیم و متعاقباً افت گلوکز خون بیانجامد. در تحقیق حاضر غلظت گلوکز سرمی در تمامی تیمارها در محدودهٔ طبیعی (۵۷ تا ۶۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) است. در گوسفند، کمبود کبالت باعث نقص در سوخت‌وساز پروپیونات می‌شود و این مهار سوخت‌وساز می‌تواند به کاهش قند خون منجر شود. زیرا گلوکونئوژنز کاهش می‌یابد [۲۴]. در گاوهای شیردهی که سطوح مختلفی از کبالت را دریافت می‌کردند؛ غلظت گلوکز سرم تفاوت معناداری با هم نداشت[۱۲].

درتحقیق حاضر با مقایسهٔ بین نتایج عملکرد و ویتامین B_{12} سرم، مشاهده می‌شود که افزایش کبالت جیره، سبب بهبود تولید ویتامین B_{12} و متعاقباً بهبود عملکرد نسبت به تیمار شاهد شده است. دربارهٔ عملکرد، بایستی در نظر داشت که برخلاف ویتامین B_{12} سطح مکمل کبالت تأثیرگذار بوده، نه نوع آن. کبالت علاوه بر نقشی که در سنتز ویتامین B_{12} دارد، نقش دیگری نیز در دستگاه گوارش ایفا می‌کند، که کمک به هضم فیبر خصوصاً در خوراک‌های علوفه‌ای کم‌کیفیت است[۱۴]. به‌نظر می‌رسد افزودن مکمل کبالت در مقادیری بیش از آنچه برای سنتز ویتامین B_{12} ضروری است (۰/۲۵ تا ۰/۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک) سبب بهبود هضم شکمبه‌ای مواد خوراکی می‌شود. در تحقیق حاضر، عدم تفاوت معنادار بین نوع مکمل کبالت در افزایش عملکرد بیانگر این موضوع است که کبالت در قالب سولفات یا گلوکوهپتونات در داخل شکمبه تأثیر مشابهی بر هضم شکمبه‌ای داشته است و عامل مهم سطح عنصر بوده است، که توانسته عملکرد را بهبود بخشد.

افزودن مکمل کبالت در جیرهٔ بزغاله‌های نر، تأثیر معناداری بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم شامل آلکالین فسفاتاز، پروتئین کل، گاماگلوتامیل ترانسفراز، بیلی روبین، آسپارتات آمینوترانسفراز، آلانین ترانس آمیناز، کراتینین و ازت اوره‌ای خون نداشت (جدول ۴).

فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز سرم در بزهایی که مکمل کبالت دریافت می‌کردند در محدودهٔ ۱۱۳ تا ۱۳۵ واحد بر لیتر باقی ماند ولی در تیمار شاهد که دچار کمبود کبالت بودند مقدار آلکالین فسفاتاز از ۱۲۰ به ۶۵۴ واحد بر لیتر افزایش داشت[۸]. سطح طبیعی آلکالین فسفاتاز سرم برای بز بین ۲۷ تا ۳۸۷ واحد بین‌المللی بر لیتر است [۱۱]. در تحقیق حاضر فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز تا روز ۷۵ در تمامی تیمارها در محدودهٔ طبیعی بود. در برخی تحقیقات [۸و۱۷] گزارش کرده‌اند که سطوح کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم مادهٔ خشک در بز، به بیماری کبد سفید گوسفندی و آسیب کبدی در آنها می‌انجامد، از این رو فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم آنالیز شدند تا از وضعیت سلامت کبد دام‌ها در شروع آزمایش و در ادامهٔ تحقیق مطمئن شده و آثار کمبود احتمالی کبالت در تیمار شاهد بررسی شود.

جدول ۴. اثر نوع و سطح مکمل کبالت بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم در بزغاله‌های نر

تیمارهای آزمایشی[1]	ALP* (واحد بین‌المللی بر لیتر)	پروتئین کل (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	GGT (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	بیلی روبین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	AST (واحد بین‌المللی بر لیتر)	ALT (واحد بین‌المللی بر لیتر)	کراتینین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	BUN (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)
شاهد	۲۲۲/۳	۶/۷۵	۶۰/۶۱	۰/۰۹۲	۸۷/۵	۱۷/۰	۰/۸۰۰	۱۷/۲۸
سولفات ۰/۲۵	۲۵۶/۱	۷/۰۹	۶۳/۶۳	۰/۱۰۵	۷۲/۶	۱۶/۲۶	۰/۷۲۱	۱۷/۰۶
سولفات ۰/۵۰	۲۴۸/۸	۶/۳۸	۶۲/۳۹	۰/۰۸۸	۸۵/۰	۱۷/۲	۰/۷۵۷	۱۶/۰۸
گلوکوهپتونات ۰/۲۵	۲۰۴/۹	۶/۴۸	۶۵/۱۸	۰/۰۹۷	۸۴/۵	۱۶/۳	۰/۷۱۹	۱۵/۷۷
گلوکوهپتونات ۰/۵۰	۱۹۰/۹	۶/۵۷	۵۵/۲۴	۰/۱۰۱	۸۵/۴	۲۰/۴۶	۰/۷۰۱	۱۶/۰۰
SEM	۲۵/۱۱	۰/۲۱	۰/۶۳	۰/۰۱۱	۴/۷۲	۱/۳۳	۰/۰۳۶	۰/۸۷
Pvalue تیمار	۰/۶۶	۰/۱۶	۰/۸۷	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۶۶

* ALP: آلکالین فسفاتاز؛ GGT: گاماگلوتامیل ترانسفراز؛ AST: آسپارتات آمینوترانسفراز؛ ALT: آلانین ترانس آمیناز؛ BUN: ازت اوره‌ای خون.

۱. شاهد: جیرهٔ پایه (۰/۷۶ قسمت در میلیون عنصر کبالت)، سولفات ۰/۲۵: جیرهٔ پایه + سولفات کبالت (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، سولفات ۰/۵: جیرهٔ پایه + سولفات کبالت (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۲۵: جیرهٔ پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۵: جیرهٔ پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)

SEM : خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۵. اثر نوع و سطح مکمل کبالت بر فراسنجه‌های خون‌شناسی در بزغاله‌های نر

تیمارهای آزمایشی[1]	RBC* (×۱۰^۶ بر میکرولیتر)	PCV (درصد)	Hb (گرم بر دسی لیتر)	MCV (فمتولیتر)	MCH (پیکوگرم)	MCHC (گرم بر دسی لیتر)	WBC (×۱۰^۳ بر میکرولیتر)	LYM (×۱۰^۳ بر میکرولیتر)
شاهد	۱۷/۵۲	۱۹/۰۱	۸/۷۰	۱۱۲/۳	۵۳/۹	۴۷/۹۶	۱۵/۲۳	۸/۸۹
سولفات ۰/۲۵	۱۷/۸۳	۲۳/۹۷	۸/۲۰	۱۱۵/۰	۳۹/۹	۳۴/۹۳	۱۲/۶۲	۷/۸۲
سولفات ۰/۵۰	۱۸/۳۱	۲۲/۶۵	۹/۳۱	۱۱۰/۴	۵۰/۷	۳۹/۷۵	۱۴/۲۸	۹/۳۰
گلوکوهپتونات ۰/۲۵	۱۸/۴۴	۲۲/۷۶	۸/۸۸	۱۱۷/۹	۵۴/۴	۴۶/۰۵	۱۵/۱۰	۹/۱۸
گلوکوهپتونات ۰/۵۰	۱۸/۱۱	۲۲/۰۹	۸/۱۹	۱۱۹/۴	۴۵/۵	۳۷/۹۹	۱۴/۸۸	۷/۹۷
SEM	۰/۹	۲/۶۲	۰/۴۰	۱/۹۷	۵/۹۳	۴/۲۲	۰/۹۵	۰/۷۸
Pvalue تیمار	۰/۹۵	۰/۷۲	۰/۱۹	۰/۰۷۲	۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۴۶

* RBC: شمارش گلبول‌های قرمز خون؛ PCV: هماتوکریت؛ Hb: هموگلوبین؛ MCV: متوسط اندازهٔ سلول‌های قرمز؛ MCH: مقدار هموگلوبین به‌ازای هر گلبول قرمز؛ MCHC: اندازهٔ سلول به ازای هر گلبول قرمز؛ WBC: شمارش گلبول‌های سفید وLYM: لمفوسیت‌ها

۱. شاهد: جیرهٔ پایه (۰/۰۷۶ قسمت در میلیون عنصر کبالت)، سولفات ۰/۲۵: جیرهٔ پایه + سولفات کبالت (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، سولفات ۰/۵: جیرهٔ پایه + سولفات کبالت (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۲۵: جیرهٔ پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۲۵ قسمت در میلیون کبالت)، گلوکوهپتونات ۰/۵ : جیرهٔ پایه + کبالت گلوکوهپتونات (۰/۵ قسمت در میلیون کبالت)

SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها

افزایش آلکالین فسفاتاز اغلب در بیماری‌های مزمن کبدی، فیبروز کبدی، التهاب کیسهٔ صفرا و بیشتر مواقع در لیپیدوز کبدی گزارش می‌شود [۲۰]. ویتامین B_{12} نقش مهمی در سوخت‌وساز کلی پروتئین دارد و کمبود آن می‌تواند به افت سطح پروتئین کل سرم بیانجامد. با این وجود، دلیل افت پروتئین کل سرم در بزهای دچار کمبود کبالت/ویتامین B_{12} را نتیجهٔ افت خوراک مصرفی دانسته‌اند[۸]. سطح طبیعی پروتئین کل سرم در بز بین ۶/۴ تا ۷ گرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است [۱۱]. در تحقیق حاضر عدم تفاوت بین تیمارها از نظر پروتئین کل سرم پس از ۷۵ روز، بیانگر این حقیقت است که سطح کبالت در جیرهٔ پایه، درحدی پایین نبوده که سبب ایجاد تغییرات زیان‌باری در سوخت‌وساز کبدی و سوخت‌وساز پروتئین بدن شود.

آنزیم سیتوپلاسمی گاماگلوتامیل ترانسفراز، نخستین آنزیمی است که حتی در آسیب‌های کبدی خفیف افزایش می‌یابد [۱۰]. سطح طبیعی گاماگلوتامیل ترانسفراز در بز بین ۲۰ تا ۵۰ واحد بین‌المللی بر لیتر و بیلی روبین بین ۰/۱ تا ۰/۲ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است [۱۳]. در بزهایی که دچار لیپیدوز کبدی و ضایعات ناشی از آن در کبد بودند سطح گاماگلوتامیل ترانسفرازسرم و بیلی‌روبین کل افزایش داشت[۸]. در مقایسه با گزارش این محققان مشاهده می‌شود که سطح گاماگلوتامیل ترانسفراز و بیلی‌روبین کل در سرم بزهای شاهد در تحقیق حاضر تفاوت معناداری با تیمارهای دریافت‌کنندهٔ کبالت نداشته است. البته طول دورهٔ آزمایش در تحقیق مذکور [۸]، ۱۰ماه بود در حالی‌که تحقیق اخیر، در حدود دو ماه به طول انجامید. سطح طبیعی برای آنزیم‌های آسپارتات‌آمینوترانسفرازو آلانین ترانس‌آمینازدر بز

به‌ترتیب ۶۶-۲۳۰ و ۱۵-۵۲ واحد بین‌المللی بر لیتر بیان شده است [۱۳]. در تحقیق حاضر در تمامی تیمارها سطح این آنزیم‌های عمدتاً کبدی در محدودهٔ طبیعی قرار داشت. بررسی وضعیت پروتئین تام، کراتینین و اورهٔ خون نشان می‌دهد که سطح کبالت در تیمار شاهد در حدی پایین نبوده که بر سوخت‌وساز پروتئین در بدن آنها اخلالی ایجاد کند. و به نظر می‌رسد سطح ۰/۰۷۶ میلی‌گرم کبالت بر کیلوگرم مادهٔ خشک در حفظ سطح طبیعی سوخت‌وساز پروتئین در بدن کافی باشد.

در جدول ۵ اثر سطح و نوع مکمل کبالت بر فراسنجه‌های خون‌شناسی بزغاله‌ها آمده است. تیمارها بر فراسنجه‌های خون‌شناسی شمارش گلبول‌های قرمز خون، هماتوکریت، هموگلوبین، متوسط اندازهٔ سلول‌های قرمز، مقدار هموگلوبین به ازای هر گلبول قرمز، اندازهٔ سلول به‌ازای هر گلبول قرمز، شمارش گلبول‌های سفید و لمفوسیت‌ها اثر معناداری نداشتند.

در تحقیق حاضر برخلاف [۴] بزهای تیمار شاهد با کبالت دریافتی ۰/۰۷۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک تفاوت معناداری از نظر هیچ‌کدام از فراسنجه‌های هماتولوژی با تیمارهای دریافت‌کننده کبالت نداشتند. دلیل این امر می‌تواند به کفایت سطح کبالت جیرهٔ پایه در حفظ فراسنجه‌های هماتولوژی در محدودهٔ طبیعی برگردد. تفاوت کبالت جیرهٔ پایه، گونه، نژاد و حتی سن حیوان می‌توانند عواملی بسیار تعیین‌کننده در تفاوت‌هایی باشند که بین تحقیقات مختلف دیده می‌شود. یکی از عوارض کمبود کبالت کاهش سنتز ویتامین B_{12} است که به نوبهٔ خود می‌تواند به کم‌خونی منجر شود [۱۶]. بزهای دریافت‌کنندهٔ جیره‌ای با حدود ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم کبالت نسبت به بزهای تیمار شده با ویتامین B_{12} در پایان دورهٔ ۱۰ماهه ازنظر فراسنجه‌های خونی به‌طور معناداری پایین‌تر بودند [۴]. محققان بیان داشتند که بزهای مورد آزمایش به میزان زیادی شبیه به بزهای [۱۷] مبتلا به کبد سفید گوسفندی بودند که جیره‌های حاوی کمتر از ۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک کبالت دریافت می‌کردند. کمبود کبالت سبب کاهش سنتز ویتامین B_{12} و متعاقباً اخلال در سوخت وساز چربی و پروتئین می‌شود. یکی از مهم‌ترین عوارض ناشی از اخلال در سوخت‌وساز چربی تجمع آن در سلول‌های کبدی و ایجاد کبد چرب موسوم به کبد سفید گوسفندی است. سطح طبیعی گلبول‌های سفید و لمفوسیت‌ها در بز به‌ترتیب ۴-۱۵ و ۲-۹ ($\times 10^3$ بر میکرولیتر) است [۱۳]. سطح سلول‌های سفید خون و لمفوسیت‌ها شاخصی از سلامت سیستم ایمنی حیوان هستند و با توجه به اینکه برخی از حیوانات طرح حاضر پیش از شروع طرح با چالش بیماری روبه‌رو بودند و دورهٔ درمانی را سپری کرده بودند این فراسنجه‌ها اندازه‌گیری شدند تا از سلامت حیوانات اطمینان حاصل شود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود میزان این دو فراسنجه در تمامی تیمارها در محدودهٔ طبیعی است. با توجه به نتایج به‌دست آمده مکمل آلی کبالت در شکمبه راندمان بهتری در سنتز ویتامین B_{12} و متعاقباً گلوکز دارد و سطح ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مادهٔ خشک آن سبب بهبود عملکرد بزها می‌شود.

منابع

[۱]. بابایی م، چاشنی‌دل ی و دیرنده ع (۱۳۹۵) اثر کبالت و فراوری دانهٔ جو بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی در بره‌های پرواری. تحقیقات تولیدات دامی ۵(۱): ۱-۱۳.

[۲]. بیشه‌سری ش، علی عربی ح و طباطبایی م (۱۳۹۱) اثر سطوح مختلف کبالت در جیره بر عملکرد، غلظت ویتامین B۱۲ پلاسما و سنتز پروتئین میکروبی در بره‌های نر مهربان. مجلهٔ علوم دامی ایران ۴۳(۱): ۲۳-۳۱.

[3]. Akins MS, Bertics S, Socha M and Shaver R (2013) Effects of cobalt supplementation and vitamin B12 injections on lactation performance and metabolism of Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science 96:1755-1768.

[4]. Al-Habsi K, Johnson EH, Kadim IT, Srikandakumar A, Annamalai K, Al-Busaidy R and Mahgoub O (2007) Effects of low concentrations of dietary cobalt on liveweight gains, haematology, serum vitamin B 12 and biochemistry of Omani goats. The Veterinary Journal 173(1):131-137.

[5]. Berger LL and Cunha TJ (1993) Salt and trace minerals for livestock, poultry and other animals (pp. 17-23). Alexandria, Va, USA: Salt Institute.

[6]. Bishehsari S, Tabatabaei MM, Aliarabi H, Alipour D, Zamani P and Ahmadi A (2010) Effect of dietary cobalt supplementation on plasma and rumen metabolites in Mehraban lambs. Small Ruminant Research 90(1):170-173.

[7]. Clark RG, Mantelman L and Vervek GA (1986) Failure to obtain a weight gain response to vitamin B12 treatment in young goats grazing pasture that was cobalt deficient for sheep. New Zealand Veterinary Journal 35:38–39.

[8]. Johnson EH, Al-Habsi K, Kaplan E, Srikandakumar A, Kadim IT, Annamalai K and Mahgoub O (2004) Caprine hepatic lipidosis induced through the intake of low levels of dietary cobalt. The Veterinary Journal 168(2):174-179.

[9]. Kadim IT, Johnson EH, Mahgoub O, Srikandakumar A, AI-Ajmi DS, Ritchie A, Annamalai K and AlAlhaliAS (2003) Effect of low levels of dietary cobalt on apparent nutrient digestibility in Omani goats. Animal Feed Science and Technology109:209–216.

[10]. Kaneko JJ, Harvey JW and Bruss ML (1997) Clinical biochemistry of domestic animals. Academic press, Inc., San Diego, London, Boston, NewYork, Sydney.

[11]. Kaneko JJ, Harvey JW and Bruss ML (2008) Clinical biochemistry of domestic animals. Academic press.

[12]. Kincaid R, Lefebvre L, Cronrath J, Socha M and Johnson A (2003) Effect of dietary cobalt supplementation on cobalt metabolism and performance of dairy cattle. Journal of Dairy Science 86:1405-1414.

[13]. Latimer KS (Ed.) (2011) Duncan and Prasse's veterinary laboratory medicine: clinical pathology. John Wiley & Sons.

[14]. Lopez-Guisa JM and Satter LD (1992) Effect of copper and cobalt addition on digestion and growth in heifers fed diets containing alfalfa silage or corn crop residues. Journal of Dairy Science 75(1):247-256.

[15]. Mburu JN, Kamau JMZ and Badamana MS (1993) Changes in serum levels of vitamin B12, feed, live weight and haematological parameters in cobalt deficient small East African goats. International Journal for Vitamin and Nutrition Research 63:135–139.

[16]. McDowell LR (2003) Minerals in animal and human nutrition. Elsevier Science BV, Amsterdam, Netherlands.

[17]. Mgongo FOK, Ogaa JS and Gombe S (1985) Effects of cobalt deficiency on hypophysis in goats. Indian Veterinary Journal (India).

[18]. Nasser MEA and Ismail AM (2011) Effect of cobalt supplementation on gas production

measurements, estimated energy values and microbial protein, in vitro. Lucrari stiintifice. Seria Zootehnie-Universitatea de Stiinte Agricolesi Medicina Veterinara Ion Ionescu de la Brad (Romania).

[19]. National Research Council (2007) Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academies Press, Washington DC.

[20]. Smith BP (1996) Alterations in alimentary and hepatic function. In: Smith, B.P. (Ed.), Large Animal Internal Medicine. Mosby, St.Louis, MO, pp. 118–142.

[21]. Stangl GI, Schwarz FJ, Müller H and Kirchgessner M (2000) Evaluation of the cobalt requirement of beef cattle based on vitamin B12, folate, homocysteine and methylmalonic acid. British Journal of Nutrition84:645–653.

[22]. Tiffany M and Spears J (2005) Differential responses to dietary cobalt in finishing steers fed corn-versus barley-based diets. Journal of Animal Science 83:2580-2589.

[23]. Tiffany ME, Spears JW, Xi L and Horton J (2003) Influence of dietary cobalt source and concentration on performance, vitamin B status, and ruminal and plasma metabolites in growing and finishing steers. Journal of animal science 81(12):3151-3159.

[24]. Wang RL, Kong XH, Zhang YZ, Zhu XP and Jia ZH (2007) Influence of dietary cobalt on performance, nutrient digestibility and plasma metabolites in lambs. Animal Feed Science and Technology 135(3):346-352.

[25]. Patel PK, Edwerds HM and Baker DH (1997) Removal of vitamin and trace mineral supplements from broiler finisher diets. Journal Applied Poultry Research 6: 191-198.

[26]. Regilda SDR, Moreira JFF, Zapata MDF, Mria DFF, Fuentes EM and Sampaio GAM (1998) The effect of dietary vitamin and mineral supplements withdrawal on broiler carcass yield and meat composition. Ciena Tecnology Alimentary 18: 192-198.

[27]. Ruiz N and Harms RH (1990) The lack of response of broiler chickens to supplemental niacin when fed a corn-soya bean meal diet from 3 to 7 weeks of age. Poultry Science 69: 2231-2234.

[28]. SAS (2003) SAS user’s guide. Release 9.1. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

[29]. Skinner JT, Waldroup AL and Waldroup PW (1992) Affects of removal mineral supplements from grower and finisher diets on live performance and carcass composition of broilers. Journal Applied Poultry Research 1: 280-286.

[30]. Waldroup PW, Bowen TE, Morrison HL, Hull SJ and Tollett VE (1991) The influence of EDTA on performance of chicks fed corn-soybean meal diets with and without trace mineral supplementation. Poultry Science 47: 956-960.

Journal of
Animal Production
(College of Abouraihan – University of Tehran)
Vol. 20■ No. 1 ■ Spring 2018

Effect of level and source of cobalt on serum biochemistry, hematology and performance of male goat kids

Seyed Amir Hossein Dezfoulian[1], Hasan Aliarabi[2]*

1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: June 29, 2016 **Accepted: April 22, 2017**

Abstract

To evaluate the effect of cobalt source and level on blood parameters and performance, 30 indigenous breed male goat kids of 3-5 months age, with an average BW of 17.8±2.5 kg were assigned to five treatments in a completely randomized design: 1. Basal diet containing 0.076 mg Co/kg DM (Control), 2. basal diet + 0.25 mg Co/kg DM as Co-sulphate (sulphate 0.25), 3. basal diet + 0.5 mg Co/kg DM as Co-sulphate (sulphate 0.5), 4. basal diet + 0.25 mg Co/kg DM as co-glucoheptonate (glucoheptonate 0.25), 5. basal diet + 0.5 mg Co/kg DM as Co-glucoheptonate (glucoheptonate 0.5). Goat kids receiving 0.5 ppm of Co from glucoheptonate had higher DMI compared to control. Final body weight and average daily gain was affected by the level of Co supplement and was significantly higher in 0.5 ppm receiving treatments. However, feed conversion ratio did not differ significantly between treatments and differences were only numerical. Cobalt supplements affected serum glucose and vitamin B_{12} and the highest difference was for glucoheptonate 0.5 treatment. Although the glucoheptonate 0.5 treatment differed significantly with control, there were no significant differences with other treatments. Cobalt treatments had no significant effect on serum biochemical and hematological parameters. In general, the level of cobalt had a significant effect on goat performance given that higher levels of cobalt caused greater dry matter intake and average daily gain. The results of the present study showed that the requirement level of 0.07 mg/d for goats is marginally adequate and the organic Co source performed better in the rumen for vitamin B_{12} synthesis and consequently glucoseand goat performance was better at 0.5 as compared to 0.25 mg Co/Kg DM.

Keywords: cobalt, fattening ration, glucose, goat kid, vitamin B_{12}.

Email: h_aliarabi@yahoo.com