



# اثر کبالت و فرآوری دانه جو بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی در بره‌های پرواری

مهدی بابایی<sup>۱</sup>، یدالله چاشنی دل<sup>۲</sup>، عیسی دیرنده<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری  
۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۴)

### چکیده

این پژوهش برای بررسی اثر سطوح مختلف کبالت جیره‌ای و نوع فرآوری دانه جو بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی در بره‌های پرواری انجام شد. تعداد ۳۲ رأس بره نر پرواری آمیخته زل، با سن  $16 \pm 134$  روز و میانگین وزن اولیه  $2 \pm 25$  کیلوگرم به صورت آزمایش فاکتوریل  $2 \times 4$  در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و به مدت ۷۰ روز در تیمارهای آزمایشی زیر قرار گرفتند: دو نوع فرآوری دانه جو (دانه جو آسیاب شده و غلطک زده همراه با بخار) همراه با چهار سطح کبالت (۰، ۰/۲۵۰، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک). دام‌ها در طول دوره پرواربندی هر ۱۴ روز وزن-کشی شدند. نمونه مدفوع و مایع شکمبه از کل بره‌ها گرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که مصرف ماده خشک روزانه در بره‌های تغذیه شده با دانه جو فرآوری شده به صورت غلطک همراه با بخار بالاتر از بره‌های تغذیه شده با جو آسیاب شده بود ( $P=0/04$ ). همچنین تیمارهای حاوی سطح ۰/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل کبالت به صورت مستقل دارای غلظت بیشتر اسید پروپیونات ( $P=0/01$ ) و افزایش وزن بیشتر ( $P=0/04$ ) نسبت به تیمارهای حاوی سطح ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مکمل کبالت و تیمارهای سطوح صفر بودند. مکمل کبالت به صورت مستقل در تمام سطوح باعث افزایش غلظت گلوکز و ویتامین B<sub>12</sub> پلاسمای خون بره‌ها نسبت به سطح صفر شد ( $P=0/01$ ). به‌طور کلی مکمل کردن کبالت و همچنین جو فرآوری شده به صورت غلطک همراه با بخار سبب بهبود عملکرد بره‌های پرواری شد.

**واژه‌های کلیدی:** بره پرواری، دانه جو، فرآوری، مکمل کبالت

## مقدمه

کبالت از عناصر کم‌مصرف بوده و در تغذیه نشخوارکنندگان از اهمیت بالایی برخوردار است. میکروارگانیزم‌های شکمبه برای ساخت ویتامین B<sub>12</sub> نیاز به کبالت دارند (McDowell, 2000). در میکروارگانیزم‌های شکمبه ویتامین B<sub>12</sub> کوفاکتور آنزیم متیل‌مالونیل-کوآنزیم‌آموتاز است (Nagaraja et al., 1997). در پستانداران دو آنزیم وابسته به ویتامین B<sub>12</sub> هستند. آنزیم اول متیونین سنتتاز است که برای انتقال گروه متیل از شکل متیله شده اسید فولیک (۵-متیل ترا هیدرو فولات) به هموسیستئین برای بازسازی متیونین و ترا-هیدروفولات ضروری است (Bassler, 1997). دومین آنزیم متیل‌مالونیل‌کوآنزیم‌آموتاز است که تبدیل متیل‌مالونیل‌کوآنزیم‌آ به سوکسینیل‌کوآنزیم‌آ را برای ورود به چرخه کربس کاتالیز می‌کند.

شکل فیزیکی خوراک یکی از فاکتورهای مهم در مقدار مصرف خوراک به وسیله دام و همچنین قابلیت هضم خوراک است. عمل‌آوری و تغییر در اندازه ذرات می‌تواند روی برخی از صفات تولیدی و عملکردی دام تأثیر بگذارد (Church, 1986). تغییر در شکل فیزیکی خوراک به وسیله انواع روش‌های فرآوری مواد خوراکی ایجاد می‌شود. فرآوری خوراک و غلات می‌تواند باعث استفاده بهینه از مواد خوراکی شود، اتلاف مواد خوراکی را کاهش داده و نیز موجب استفاده دام‌ها از خوراکی متعادل‌تر می‌شود که در مدیریت تغذیه حیوان بسیار مهم است (Crocker et al., 1998). دو نوع فرآوری غلتک خشک و غلتک با بخار را در جیره بر پایه ذرت روی گاوهای شیری مورد بررسی قرار دادند و افزایش غلظت پروپیونات و کاهش غلظت بوتیرات شکمبه را در اثر فرآوری غلتک با بخار گزارش نمودند.

کمبود کبالت جیره نشخوارکنندگان باعث کاهش ساخت ویتامین B<sub>12</sub> میکروبی در شکمبه، محدودیت در مقدار ویتامین B<sub>12</sub> در دسترس میکروب‌ها و حیوان میزبان می‌شود (Tiffany and Spears, 2003). در نتیجه کمبود کبالت می‌تواند سوخت و ساز انرژی و پروتئین و متعاقب آن رشد و نمو حیوان را مختل کرده که به صورت تغییر در وزن و اندازه بدن نمود پیدا می‌کند (Wahab Nasser, 2010). از علائم کمبود کبالت می‌توان به کبد چرب (Johnson et al., 2004)، تغییر در کیفیت گوشت

(Kadim et al., 2004) و تفاوت در قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی (Kadim et al., 2003) اشاره نمود. علاوه بر این در جیره‌های دارای کمبود کبالت، سطح ویتامین B<sub>12</sub> در پلاسما و کبد و همچنین غلظت ویتامین B<sub>12</sub> و پروپیونات مایع شکمبه کاهش می‌یابد. همچنین غلظت متیل‌مالونیک اسید بالاتری در گوساله‌های پروری تغذیه شده با کبالت پایین مشاهده شد (Lesmeister and Heinrichs, 2004). با توجه به نقش ویتامین B<sub>12</sub> در عملکرد حیوان و نیاز نشخوارکنندگان به کبالت جهت ساخت این ویتامین و تأثیری که کبالت بر تولید پروپیونات در شکمبه دارد و همچنین نقشی که نوع فرآوری دانه جو در تولید اسیدهای چرب فرار شکمبه ایفا می‌کند هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر سطوح مختلف کبالت و نوع فرآوری دانه جو بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه، بازده مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای در بره‌های پروری بود.

## مواد و روش‌ها

تعداد ۳۲ رأس بره نر پروری آمیخته زل، با سن ۱۶±۱۳۴ روز و میانگین وزن اولیه ۲±۲۵ کیلوگرم به صورت فاکتوریل ۲×۴ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در تیمارها قرار گرفتند. بره‌ها در طول دوره آزمایش (۷۰ روز) در قفس‌های انفرادی قرار داشتند. جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی (SRNS Small Ruminant Nutrition System) تنظیم شدند. اقلام خوراکی مورد استفاده در جیره، مقدار و ترکیبات شیمیایی آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. خوراک روزانه به صورت کاملاً مخلوط (TMR) و دو بار در روز و به فاصله ۱۲ ساعت (۷ صبح و ۱۹ عصر) در اختیار دام‌ها قرار گرفت. مصرف خوراک به صورت اختیاری بود. آب به صورت آزادانه در اختیار بره‌ها قرار گرفت و تعویض آب باقی مانده به صورت روزانه و هر روز آب تازه در اختیار بره‌ها قرار می‌گرفت. دام‌ها دو بار در دوره‌ی عادت‌پذیری (ابتدا و انتهای دوره) و در طول دوره‌ی پروراندی به طور مرتب هر ۱۴ روز با رعایت ۱۲ ساعت دوری از آب و خوراک وزن‌کشی شدند و میزان افزایش وزن روزانه‌ی آن‌ها جهت تجزیه آماری ثبت شد. بره‌ها در جایگاه‌های مربوطه به‌طور تصادفی تقسیم شدند. سپس دام‌ها مدت ۱۴ روز عادت-پذیری به جیره را گذراندند. در طول دوره عادت‌پذیری،

برای مدت زمان کافی در معرض بخار غنی از رطوبت قرار گرفته تا محتوای آب آنها به ۲۰-۱۸ درصد افزایش یابد، سپس از میان غلتک‌ها گذشته تا ورقه کاملی را تولید کنند (نیکخواه، ۱۳۸۰).

به منظور تعیین مقادیر پروتئین خام و چربی خام (AOAC, 2002) و دیواره سلولی (NDF) و (ADF) Van (Soest et al., 1991) نمونه‌های مدفوع و خوراک از کل بره‌ها گرفته شد. برای اندازه‌گیری چربی خام از دستگاه سوکسله (شرکت بهر آلمان، Behr. Labor-Technik) و برای اندازه‌گیری پروتئین خام از روش کلدال استفاده شد. مقدار کبالت جیره پایه ۰/۰۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره محاسبه شد.

جهت تعیین سطح ویتامین B<sub>12</sub>، کبالت و گلوکز پلاسما نمونه‌های خون در روزهای ۰ و ۶۸ آزمایش، قبل از تغذیه صبح، از راه ورید وداج گردن از کل بره‌ها گرفته شده و در لوله حاوی هپارین و با رعایت زنجیره سرد و در یونولیت تاریک به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه سانتریفیوژ (به مدت ۱۵ دقیقه، ۳۰۰۰ دور در دقیقه و دمای ۸ درجه سانتیگراد) شده و پلاسمای آن جدا و در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا زمان تجزیه نگهداری شد. غلظت گلوکز پلاسما با کیت تجاری پارس آزمون و غلظت ویتامین B<sub>12</sub> پلاسما با استفاده از روش الیزا و با استفاده از کیت (ICN, Casta Mesa, CA, USA) تعیین شد.

نمونه مایع شکمبه جهت تعیین pH و اسیدهای چرب فرار از راه دهانی و در روزهای ۳۵ و ۷۰ رأس ساعت ۱۱ صبح، از تعداد ۳۲ رأس بره (۴ بره به ازای هر تیمار) به وسیله سوند مری و پمپ خلا مایع شکمبه آنها استحصال شد. به منظور بررسی pH و اسیدهای چرب فرار (VFA)، محتوای مایع شکمبه به وسیله گازهای استریل صاف شد و بلافاصله pH آن به وسیله دستگاه pH متر (مدل ۳۵۰، JENMAY PH Meter) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. سپس به نمونه اخذ شده، به منظور بررسی انجام آنالیزهای VFA به ازای هر ۵ سی‌سی مایع شکمبه، حدود ۱ سی‌سی سولفوریک اسید ۶ نرمال افزوده و بلافاصله به فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل و ذخیره شدند.

مصرف اختیاری خوراک اندازه‌گیری شد، به طوری که مقدار خوراکی که در این دوره به دام‌ها داده می‌شد، ۱۰ درصد بیشتر از مصرف روز قبل بود، تا اولاً حق انتخاب از دام گرفته شود و نیز بیش از ۱۰ درصد کل خوراک نیز در انتهای آخور باقی نماند و آخور خالی از خوراک نباشد. دوره اصلی آزمایش شامل ۷۰ روز بود. در ابتدای هر روز قبل از خوراک دادن، پس مانده خوراک روز قبل جمع-آوری و توزین شد و بر اساس آن مقدار خوراک مصرفی روز بعد تعیین شد و هفته‌ای یک بار تمامی جایگاه‌ها تمیز، و با آهک ضدعفونی شدند. جیره‌های آزمایشی از لحاظ اجزاء مواد خوراکی کاملاً مشابه و تنها از نظر سطوح مکمل کبالت و نوع فرآوری دانه جو متفاوت بودند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- خوراک حاوی دانه جو آسیاب شده بدون مکمل کبالت، ۲- خوراک حاوی دانه جو آسیاب شده همراه با ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کبالت، ۳- خوراک حاوی دانه جو آسیاب شده همراه با ۰/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کبالت، ۴- خوراک حاوی دانه جو آسیاب شده همراه با ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کبالت ۵- خوراک حاوی دانه جو غلطک زده همراه با بخار بدون مکمل کبالت ۶- خوراک حاوی دانه جو غلطک زده همراه با بخار همراه با ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کبالت، ۷- خوراک حاوی دانه جو غلطک زده همراه با بخار همراه با ۰/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کبالت و ۸- خوراک حاوی دانه جو غلطک زده همراه با بخار همراه با ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کبالت بود.

یک آسیاب چکشی، خوراک را به کمک میله‌های فلزی (چکش‌ها) در حال چرخش، فرآیند می‌کند که نهایتاً فرآورده آسیاب شده از یک غربال فلزی خارج می‌شود، اندازه ذرات فرآورده به وسیله تغییر دادن غربال کنترل می‌شود، و اندازه فرآورده از دانه بلغور شده گرفته تا پودر ریز تغییر می‌نماید. بخار دادن به وسیله عبور دادن بخار از بالای یک آسیاب غلتکی انجام می‌گیرد. در این روش دانه‌ها به مدت کوتاهی (۳-۵ دقیقه) قبل از غلتک خوردن، در معرض بخار قرار گرفته و سپس له می‌شوند. با بهره‌گیری از بخار می‌توان ذرات بزرگ‌تری را تولید کرده و یا ذرات ریز کم‌تری را ایجاد نمود. دانه‌هایی که با بخار ورقه می‌شوند نیز به روش مشابهی آماده می‌شوند. دانه‌ها

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب مواد مغذی مورد استفاده در جیره بره‌های پرواری براساس درصد ماده خشک

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets

Item	Ground diets	Steam rollers diets
Ground barley	56.72	---
Steam rollers barley	---	56.72
Soybean meal (48% CP)	14.84	14.84
Wheat bran	12.23	12.23
Wheat straw	6.12	6.12
Corn silage	8.59	8.59
Calcium carbonate	0.4	0.4
Animal supplement	0.7	0.7
Salt	0.4	0.4
Chemical composition, % DM		
Dry matter	69.46	69.26
Crude protein	15.9	16.2
NDF	35.0	35.13
Ether extract	2.7	2.8
Ca	0.53	0.39
P	0.53	0.53
Ash	5.8	5.7
Metabolizable energy (Mcal/kg)	2.43	2.43

دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از اتمام آزمایش نمونه‌های مدفوع هر بره با هم مخلوط شدند و خاکستر نامحلول در اسید تعیین شد (Van Keulen and Young, 1977).

داده‌هایی که در طول این پژوهش جمع‌آوری شد با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS به صورت فاکتوریل ۲×۴ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با رویه GLM تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد ارزیابی شد. مدل آماری این طرح به این ترتیب است:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : صفت مورد نظر

$\mu$ : میانگین کل

$(\alpha\beta)_{ij}$ : اثر متقابل سطح کبالت و نوع فرآوری

$\alpha_i$ : اثر سطح کبالت

غلظت استات، پروپیونات، بوتیرات، والرات و ایزو والرات در نمونه‌های مایع شکمبه به روش گازکروماتوگرافی به وسیله دستگاه GC - PHILIPS مدل PU4410 با نوع ستون 10PEG (طول ۲ متر، قطر ۴۵ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد.

برای تعیین قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی از روش "خاکستر نامحلول در اسید" به عنوان معرف داخلی استفاده شد (Van Keulen and Young, 1977). به منظور نمونه‌برداری جهت تعیین قابلیت هضم مواد مغذی در پنج روز آخر دوره طرح آزمایشی از ۳۲ رأس بره پرواری (چهار بره به ازای هر تیمار) استفاده شد. نمونه‌برداری مدفوع به صورت مستقیم از طریق رکتوم و دو نوبت در روز با فاصله سه ساعت انجام پذیرفت (اولین نوبت حدود ۴ ساعت پس از مصرف خوراک اخذ شد). نمونه مدفوع جمع‌آوری شده روزانه هر بره با هم مخلوط گردید و به صورت مجزا و به تفکیک روز در داخل کیسه‌های پلاستیکی ریخته شد و با رعایت زنجیره سرد به آزمایشگاه منتقل و داخل فریزر و در

کیلوگرم مکمل کبالت دارای pH مایع شکمبه پایین‌تری نسبت به تیمارهای حاوی ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. اثر متقابل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر pH شکمبه بره‌های پرواری در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش در جدول ۳ گزارش شده است. در ۳۵ روزگی اثر متقابل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت بر pH مایع شکمبه بره‌ها معنی‌دار بود ( $P = 0/01$ ، جدول ۳). در این دوره pH مایع شکمبه بره‌های تغذیه شده با تیمار سه نسبت به دیگر تیمارها پایین‌تر بود. این تفاوت در دوره ۷۰ روزگی معنی‌دار نبود (جدول ۳).

اثر نوع فرآوری

عوامل باقیمانده

### نتایج و بحث

اثر مستقل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر pH شکمبه بره‌های پرواری در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش در جدول ۲ گزارش شده است. نوع فرآوری دانه جو تاثیری بر pH مایع شکمبه بره‌ها نداشت ( $P > 0/05$ ). اثر سطوح مختلف کبالت بر pH مایع شکمبه بره‌ها در دوره ۳۵ روزگی معنی‌دار بود ( $P = 0/01$ ، جدول ۲). در این دوره تیمارهای حاوی سطح ۰/۵۰ میلی‌گرم در

جدول ۲- اثر مستقل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر pH شکمبه بره‌های پرواری در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش

Table 2. Effect of type of processing barley grain and different levels of supplemented cobalt on rumen pH in fattening lambs at days 35 and 70 of experiment

Variables	Type of processing		P value	SEM	Cobalt levels (mg/Kg Dry matter)				P value	SEM
	Ground	Steam rollers			0	0.25	0.50	0.75		
Day 35	6.36	6.46	0.13	0.04	6.50 <sup>a</sup>	6.51 <sup>a</sup>	6.23 <sup>b</sup>	6.39 <sup>ab</sup>	0.01	0.06
Day 70	6.79	6.65	0.19	0.07	6.76	6.72	6.64	6.76	0.82	0.10

<sup>a-c</sup> Means within a row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳- اثر متقابل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر pH شکمبه بره‌های پرواری در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش

Table 3. Effect of interaction of type of barley grain processing and different levels of supplemented cobalt on rumen pH in fattening lambs at days 35 and 70 of experiment

Time	Treatments*								P value	SEM
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Day 35	6.62 <sup>a</sup>	6.42 <sup>a</sup>	6.03 <sup>b</sup>	6.36 <sup>a</sup>	6.38 <sup>a</sup>	6.61 <sup>a</sup>	6.43 <sup>a</sup>	6.41 <sup>a</sup>	0.01	0.09
Day 70	6.77	6.81	6.63	6.93	6.73	6.64	6.64	6.59	0.63	0.14

<sup>a-c</sup> Means within a row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

\* 1- fed containing ground barley and without supplementation of cobalt, 2- fed containing ground barley with 0.25 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 3- fed containing ground barley with 0.50 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 4- fed containing ground barley with 0.75 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 5- fed containing steam rollers barley and without supplementation of cobalt, 6- fed containing steam rollers barley with 0.25 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 7- fed containing steam rollers barley with 0.50 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 8- fed containing steam rollers barley with 0.75 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements.

اثر مستقل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه (میلی مول بر لیتر) در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج نشان داد میانگین غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه بره‌ها در دوره ابتدایی و انتهایی آزمایش تحت تأثیر نوع فرآوری دانه جو قرار نگرفت. اثر سطوح مختلف کبالت بر میانگین غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه بره‌ها در دوره ابتدایی معنی دار نبود؛ اما در دوره انتهایی تیمارهایی که حاوی سطح ۰/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مکمل کبالت بودند دارای غلظت بالاتری از اسید پروپیونات نسبت به تیمارهای حاوی سطح ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مکمل کبالت و تیمارهای سطوح صفر بودند ( $P = 0/01$ ، جدول ۴). اما در مورد غلظت دیگر اسیدهای چرب فرار و غلظت کل اسیدهای چرب فرار بین سطوح مکمل کبالت در دو دوره ابتدایی و انتهایی تفاوت وجود نداشت ( $P > 0/05$ ).

اسیدهای چرب فرار منبع مهمی از انرژی را برای نشخوارکنندگان تشکیل می‌دهند و سطح آن‌ها در خون پس از مصرف مواد خوراکی سریعاً تغییر می‌کند. اسیدهای چرب اصلی از پیرواتی که طی گلیکولیز کربوهیدرات‌ها تشکیل شده‌اند، تولید می‌شوند. غلظت اسیدهای چرب فرار برای بررسی وضعیت تخمیر شکمبه استفاده می‌شود (Ruiz *et al.*, 2002). گوساله‌هایی که از مکمل کبالت استفاده کردند، پروپیونات بیشتر و استات و بوتیرات شکمبه‌ای کمتری نسبت به گوساله‌هایی که از مکمل کبالت استفاده نکردند داشتند اما افزودن مکمل کبالت اثر معنی‌داری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار نداشت (Tiffany and Spears, 2005). کاهش نسبت پروپیونات مشاهده شده در گوساله‌هایی که از مکمل کبالت استفاده نکردند ممکن است بازتاب پائین بودن غلظت ویتامین B<sub>12</sub> شکمبه‌ای باشد. در مطالعه‌ای مشابه گوساله‌هایی که در دوره پروراز از مکمل کبالت استفاده کرده بودند، پروپیونات بالاتر و ایزوبوتیرات و ایزووالرات شکمبه‌ای کمتری نسبت به گوساله‌هایی که مکمل کبالت دریافت نکردند نشان دادند (Tiffany *et al.*, 2003). نشخوارکنندگان به ویتامین B<sub>12</sub> نیازمندند و محققین متعددی نشان دادند که ویتامین B<sub>12</sub> یک عامل مهم برای رشد بعضی از میکروارگانیسم‌های شکمبه به شمار می‌رود (Tiffany *et al.*, 1994).

اثر نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر غلظت گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) و ویتامین B<sub>12</sub> (پیکوگرم بر میلی‌لیتر) پلاسمای خون در روزهای صفر و ۶۸ آزمایش در جدول ۵ گزارش شده است. در روز صفر آزمایش اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر سطح گلوکز پلازما مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ) ولی در روز ۶۸ آزمایش غلظت گلوکز پلازما تحت تأثیر مکمل کبالت قرار گرفت و تیمار گروه شاهد که از جیره بدون مکمل کبالت تغذیه شد کمترین سطح گلوکز را داشت ( $P < 0/05$ ، جدول ۵)، اما بین سطوح متفاوت مکمل کبالت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اثر مکمل کبالت بر غلظت ویتامین B<sub>12</sub> پلاسمای خون بره‌ها در دوره ۶۸ روزگی برای سطوح مختلف مکمل کبالت معنی‌دار بود. مکمل کبالت در تمام سطوح باعث افزایش غلظت ویتامین B<sub>12</sub> پلاسمای خون بره‌ها نسبت به سطح صفر شد (جدول ۵).

اثر مستقل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه (میلی مول بر لیتر) در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج نشان داد میانگین غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه بره‌ها در دوره ابتدایی و انتهایی آزمایش تحت تأثیر نوع فرآوری دانه جو قرار نگرفت. اثر سطوح مختلف کبالت بر میانگین غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه بره‌ها در دوره ابتدایی معنی دار نبود؛ اما در دوره انتهایی تیمارهایی که حاوی سطح ۰/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مکمل کبالت بودند دارای غلظت بالاتری از اسید پروپیونات نسبت به تیمارهای حاوی سطح ۰/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مکمل کبالت و تیمارهای سطوح صفر بودند ( $P = 0/01$ ، جدول ۴). اما در مورد غلظت دیگر اسیدهای چرب فرار و غلظت کل اسیدهای چرب فرار بین سطوح مکمل کبالت در دو دوره ابتدایی و انتهایی تفاوت وجود نداشت ( $P > 0/05$ ).

اسیدهای چرب فرار منبع مهمی از انرژی را برای نشخوارکنندگان تشکیل می‌دهند و سطح آن‌ها در خون پس از مصرف مواد خوراکی سریعاً تغییر می‌کند. اسیدهای چرب اصلی از پیرواتی که طی گلیکولیز کربوهیدرات‌ها تشکیل شده‌اند، تولید می‌شوند. غلظت اسیدهای چرب فرار برای بررسی وضعیت تخمیر شکمبه استفاده می‌شود (Ruiz *et al.*, 2002). گوساله‌هایی که از مکمل کبالت استفاده کردند، پروپیونات بیشتر و استات و بوتیرات شکمبه‌ای کمتری نسبت به گوساله‌هایی که از مکمل کبالت استفاده نکردند داشتند اما افزودن مکمل کبالت اثر معنی‌داری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار نداشت (Tiffany and Spears, 2005). کاهش نسبت پروپیونات مشاهده شده در گوساله‌هایی که از مکمل کبالت استفاده نکردند ممکن است بازتاب پائین بودن غلظت ویتامین B<sub>12</sub> شکمبه‌ای باشد. در مطالعه‌ای مشابه گوساله‌هایی که در دوره پروراز از مکمل کبالت استفاده کرده بودند، پروپیونات بالاتر و ایزوبوتیرات و ایزووالرات شکمبه‌ای کمتری نسبت به گوساله‌هایی که مکمل کبالت دریافت نکردند نشان دادند (Tiffany *et al.*, 2003). نشخوارکنندگان به ویتامین B<sub>12</sub> نیازمندند و محققین متعددی نشان دادند که ویتامین B<sub>12</sub> یک عامل مهم برای رشد بعضی از میکروارگانیسم‌های شکمبه به شمار می‌رود (Tiffany *et al.*, 2003).

جدول ۴- اثر مستقل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه (میلی مول بر لیتر) بره‌های پرواری در روزهای ۳۵ و ۷۰ آزمایش

Table 4. Effect of type of barley grain processing and different levels of supplemented cobalt on rumen volatile fatty acids (mmol/L) in fattening lambs at days 35 and 70 of experiment

Time	Type of processing		P value	SEM	Cobalt levels (mg/Kg Dry matter)				P value	SEM
	Ground	Steam rollers			0	0.25	0.50	0.75		
<b>Day 35</b>										
Acetate	45.82	41.01	0.34	3.39	42.00	44.10	42.12	45.45	0.90	4.80
Propionate	31.66	35.04	0.20	1.72	32.29	37.67	31.45	34.95	0.15	2.43
Butyrate	12.05	11.89	0.94	1.66	12.25	9.95	11.47	14.20	0.65	2.35
Valerate	0.19	0.20	0.09	0.03	0.35	0.25	0.20	0.15	0.12	0.05
Isovalerate	0.77	0.72	0.83	0.16	0.92	0.75	0.55	0.77	0.74	0.23
Total	90.51	88.94	0.84	5.48	84.85	92.75	85.80	95.50	0.72	7.75
<b>Day 70</b>										
Acetate	44.53	40.39	0.41	3.40	41.38	43.50	41.50	43.53	0.97	4.80
Propionate	35.54	40.27	0.08	1.73	30.60 <sup>c</sup>	39.30 <sup>ab</sup>	45.30 <sup>a</sup>	36.43 <sup>bc</sup>	0.01	2.44
Butyrate	11.88	11.71	0.94	1.67	12.05	9.85	11.30	14.00	0.67	2.36
Valerate	0.19	0.29	0.09	0.03	0.35	0.25	0.20	0.15	0.12	0.05
Isovalerate	0.78	0.73	0.83	0.16	0.93	0.75	0.55	0.78	0.74	0.23
Total	92.92	93.39	0.95	5.44	85.30	93.60	98.85	94.88	0.66	7.69

<sup>a-c</sup> Means within a row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

جدول ۵- اثر نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر غلظت گلوکز ( میلی گرم بر دسی لیتر) و ویتامین B<sub>12</sub> ( پیکوگرم بر میلی لیتر) پلاسمای خون بره‌های پرواری در روزهای صفر و ۶۸ آزمایش

Table 5. Effect of type of barley grain processing and different levels of supplemented cobalt on plasma glucose (mg/dl) and B12 (pg/ml) concentration in fattening lambs at days 0 and 68 of experiment

Time	Type of processing		P Value	S.E.M	Cobalt levels (mg/Kg Dry matter)				P Value	SEM
	Ground	Steam rollers			0	0.25	0.50	0.75		
Glucose (mg/dl)										
D 0	80.56	79.08	0.44	1.35	80.37	79.21	80.53	79.17	0.93	1.90
D 68	87.08	83.85	0.07	1.18	80.14	85.16	91.16	85.40	0.002	1.67
B12 (pg/ml)										
D 0	1127.3	1209.3	0.54	93.98	1163.80	939.30	1168.20	1401.80	0.15	132.91
D 68	1404.7	1297.0	0.34	78.80	478.20 <sup>b</sup>	1652.20 <sup>a</sup>	1629.00 <sup>a</sup>	1644.20 <sup>a</sup>	0.001	111.39

<sup>a-c</sup> Means within a row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ). D= Day

*ruminantium* دارد (Kennedy *et al.*, 1991)، در نتیجه پروبیونات کمتری در شکمبه تولید می‌شود و روی غلظت گلوکز پلازما اثر منفی می‌گذارد ( Tiffany and Spears, 2005). از طرفی کاهش غلظت ویتامین B<sub>12</sub> سبب کاهش فعالیت آنزیم متیل مالونیل کوآنزیم آ موتاز می‌شود که این امر تبدیل متیل مالونیل کوآنزیم آ به سوکسینیل کوآنزیم آ را در کبد کاهش می‌دهد، در نتیجه سبب کاهش تولید

نشخوارکنندگان گلوکز اندکی از دستگاه گوارش جذب می‌کنند، از این رو جهت به دست آوردن گلوکز به فرآیند گلوکونئوزنر نیازمندند. پروبیونات به عنوان مهمترین پیش‌ساز گلوکونئوزنر در نشخوارکنندگانی که تغذیه مناسبی دارند تلقی می‌شود. کمبود کبالت باعث کمبود ویتامین B<sub>12</sub> در شکمبه شده و این خود اثر بازدارندگی بر باکتری‌های تولید کننده پروبیونات نظیر *Selenomonas*

توانایی زیادی در هضم علوفه‌های با کیفیت پایین دارند، به کبالت با سطوح بالاتر نیاز دارند و یا ممکن است نتیجه‌ای از این موضوع باشد که کاتیون کبالت دو ظرفیتی باعث تشکیل پل عرضی بین باکتری‌های باردار منفی و ذرات علوفه باردار منفی می‌شود و بنابراین به باکتری به‌طور موثری امکان چسبیدن به ذرات علوفه را خواهد داد (Lopez-Guisa and Satter, 1992). مکمل کبالت با بالا بردن فعالیت باکتری‌ها می‌تواند هضم الیاف را بهبود بخشد که این یک عامل اصلی اثرگذار در مصرف اختیاری خوراک است (Hussein et al., 1994). بعضی از گزارشات حاکی از آن است که تغذیه با جیره‌هایی که از لحاظ کبالت فقیرند کاهش تعدادی از میکروارگانیسم‌های شکمبه را در پی دارد (Wang et al., 2007; Kadim et al., 2003) که منجر به کاهش هضم شکمبه‌ای مواد مغذی می‌شوند. در نشخوارکنندگانی که سطح ناکافی کبالت دریافت کردند ممکن است جذب روده‌ای مواد مغذی کاهش یابد (Berger and Cunha, 1993). افزون بر این در حیواناتی که کمبود ویتامین B<sub>12</sub> داشتند طول پرزهای روده‌ای کوتاه‌تر بود (Pond et al., 1995). حضور کبالت در جیره نشخوارکنندگان ضروری است، همچنین افزایش کبالت می‌تواند بازده هضم فیبری که به وسیله باکتری‌ها انجام می‌شود را در شکمبه بهبود بخشد (Berger and Cunha, 2007; Wang et al., 1993). تغذیه بره‌های در حال رشد با پنج سطح مختلف کبالت (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک خوراک) نشان داد بالاترین مقدار قابلیت هضم مواد مغذی در سطح میانی (۰/۵) بود (Wang et al., 2007). در مقابل قابلیت هضم ظاهری ماده خشک در جیره شاهد تفاوتی با جیره‌های حاوی مکمل کبالت نداشت (Tiffany et al., 2003).

پیش‌ساز گلوکز می‌شود (Tiffany and Spears, 2005; Tiffany et al., 2003). در گوسفند، کمبود کبالت باعث نقص در متابولیسم پروپیونات می‌شود و این مهار متابولیسم می‌تواند منجر به کاهش سطح گلوکز خون شود (Wang et al., 2007).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بره‌های گروه شاهد که با جیره دارای کبالت پائین تغذیه شدند غلظت ویتامین B<sub>12</sub> پلاسما کمتری در مقایسه با سایر گروه‌ها داشتند. با توجه به اینکه میکروارگانیسم‌های شکمبه برای تولید ویتامین B<sub>12</sub> نیاز به فراهمی کبالت دارند در نتیجه کاهش غلظت ویتامین B<sub>12</sub> در پلاسما بره‌های گروه شاهد را توجیه می‌نماید. غلظت ویتامین B<sub>12</sub> پلاسما در گوسفند (Bishehshari et al., 2010) و گاو (Stangl et al., 2000) که با جیره دارای کمبود کبالت تغذیه شدند کاهش یافت. با افزودن کبالت به جیره با کبالت پائین افزایش سطح گلوکز پلاسما مشاهده شد. از آنجا که پروپیونات عمده پیش‌ساز گلوکز است و علاوه بر این غلظت ویتامین B<sub>12</sub> مشاهده شده در بره‌های گروه شاهد ممکن است به سبب کاهش فعالیت آنزیم متیل مالونیل کوآنزیم A وابسته به ویتامین B<sub>12</sub>، تبدیل متیل مالونیل کوآنزیم A به سوکسینیل کوآنزیم A را کاهش داده و در نتیجه پیش-سازهای گلوکونوژنیک کاهش یافته و متعاقب آن سطح گلوکز پلاسما کاهش یابد (Tiffany and Spears, 2005).

نتایج نشان داد قابلیت هضم ماده خشک تحت تاثیر نوع فرآوری دانه جو قرار نگرفت، اما قابلیت هضم ماده خشک با مکمل کردن کبالت در سه سطح ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک نسبت به سطح صفر مکمل کبالت بیشتر بود ( $P < 0/05$ ، جدول ۶). این اختلاف بین سطوح مختلف کبالت معنی دار نبود. میانگین درصد قابلیت هضم ظاهری NDF در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت، به این ترتیب که تیمارهای ۱ و ۶ کمترین قابلیت هضم NDF را نسبت به دیگر تیمارها داشتند ( $P < 0/05$ ، جدول ۷)، اما بین تیمارهای مختلف از نظر قابلیت هضم پروتئین خام، خاکستر، چربی خام و ADF تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۷). به نظر می‌رسد مکمل کردن کبالت هضم شکمبه‌ای مواد خوراکی به ویژه علوفه با کیفیت پایین‌تر را، افزایش می‌دهد (Lopez-Guisa and Satter, 1992). این اثر ممکن است به دلیل این باشد که بعضی از جمعیت‌های میکروبی که



جدول ۶- اثر نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد بره‌های پرواری طی ۷۰ روز

Table 6. Effect of type of barley grain processing and different levels of supplemented cobalt on nutrient digestibility and performance in fattening lambs during 70 days

Nutrient	Type of processing			Cobalt levels (mg/Kg Dry matter)				P value	SEM
	Ground	Steam rollers	P value	0	0.25	0.50	0.75		
Dry matter	74.87	73.92	0.58	69.47 <sup>b</sup>	75.70 <sup>a</sup>	77.68 <sup>a</sup>	74.70 <sup>a</sup>	0.02	2.36
Crude protein	75.30	74.96	0.90	71.86	75.09	78.67	74.91	0.35	3.62
Crude fat	66.71	65.84	0.92	63.86	66.30	66.15	68.81	0.98	12.44
NDF	51.35	51.25	0.97	43.38 <sup>b</sup>	53.38 <sup>a</sup>	53.70 <sup>a</sup>	54.75 <sup>a</sup>	0.01	3.43
ADF	40.83	37.57	0.26	35.20	42.56	43.14	35.89	0.12	3.96
Ash	40.97	43.42	0.38	40.64	42.45	43.11	42.60	0.92	3.80
Dry matter intake	824.65	858.56 <sup>a</sup>	0.01	809.37 <sup>c</sup>	852.38 <sup>ab</sup>	875.05	829.62	0.01	16.85
Weight gain (g/ d)	170.28	175.77	0.17	163.64 <sup>b</sup>	173.46 <sup>ab</sup>	180.00	175.01	0.04	3.90
Feed efficiency	0.21	0.21	0.92	0.21	0.21	0.22	0.22	0.86	0.01

<sup>a-c</sup> Means within a row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

(2004) انجام دادند، ماده خشک مصرفی در خوراک بافت- دار شده بیشتر از خوراک آسیاب شده و پلت شده بود. بالاترین مصرف ماده خشک در جیره حاوی دانه‌های غلطک خشک زده و سپس به ترتیب در دانه کامل، غلطک زدن همراه با بخار، پهن کردن همراه با بخار و در آخر دانه‌های آسیاب شده و خرد شده مشاهده شد. در تایید نتایج آزمایش حاضر بررسی پنج سطح مکمل کبالت صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ میلی‌گرم کبالت در کیلوگرم ماده خشک در بره‌های پرواری نشان داد کبالت باعث افزایش ماده خشک مصرفی و افزایش وزن در بره‌ها شده و بره‌های تغذیه شده با سطح میانی کبالت، بیشترین میانگین افزایش وزن روزانه را داشتند (Wang *et al.*, 2007). مطالعات متعددی کاهش یافتن مصرف خوراک و یا وزن-گیری را در گوسفند تغذیه شده با جیره‌های بر پایه جو یا علوفه دارای کمبود کبالت، نسبت به آن‌هایی که مکمل کبالت دریافت کردند، خاطر نشان کردند (Bishehsari *et al.*, 2010; Abou-Zeina *et al.*, 2008). جیره غذایی بر پایه جو یا ذرتی که دارای کمبود کبالت (۰/۰۲، ۰/۴۰ میلی‌گرم کبالت به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک خوراک) بود دریافت کردند، اثرات نامطلوبی بر عملکرد و وضعیت ویتامین B<sub>12</sub> نشان دادند و اضافه کردن کبالت باعث افزایش ماده خشک مصرفی، متوسط افزایش وزن روزانه و راندمان تولید در کل آزمایش شد و همچنین درصد لاشه و وزن گرم لاشه را در کشتارگاه افزایش داد

اثر نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد بره‌های پرواری در جدول ۶ گزارش شده است. نتایج مربوط به فاکتورهای عملکردی نشان داد که نوع فرآوری غلتک همراه با بخار نسبت به آسیاب دانه جو سبب افزایش مصرف ماده خشک می‌شود. همچنین سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک مکمل کبالت نیز ماده خشک مصرفی را افزایش داد (جدول ۲) که همراه با افزایش معنی‌دار افزایش وزن روزانه بود (جدول ۷). میانگین مصرف ماده خشک تحت تاثیر اثر متقابل فرآوری دانه جو و سطوح کبالت قرار گرفت و تیمار شش بیشترین مصرف خوراک را در بین تیمارها داشت (جدول ۷).

پایین بودن مصرف ماده خشک در بره‌های تغذیه شده با جیره مبتنی بر جو آسیاب شده نسبت به بره‌های تغذیه شده با جو غلطک خورده همراه با بخار می‌تواند به علت خیلی ریز آسیاب کردن خوراک و دانه غلات باشد که موجب تولید مقدار قابل توجهی گرد و خاک شده که باعث کاهش مصرف خوراک می‌شود (Hale, 1980). از طرفی، با وجود اینکه به نظر می‌رسد شکل آردی دانه‌ها، قابلیت هضم بیشتری دارند اما فرآوری بیش از حد دانه نیز موجب افزایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای شده و اغلب کاهش مصرف خوراک را در پی خواهد داشت (Allen, 2000). روش‌های مختلف فرآوری دانه غلات بر مصرف ماده خشک مؤثر است. در پژوهشی که Lesmeister and Heinrichs

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی مکمل کردن کبالت قابلیت هضم جیره را بهبود بخشید و مصرف خوراک را افزایش داد. همچنین جو فرآوری شده به‌صورت غلطک همراه با بخار سبب بهبود قابلیت هضم الیاف و افزایش مصرف ماده خشک در بره‌های پرواری شد.

(Tiffany and Spears, 2005). گوساله‌هایی که از جیره با کمبود کبالت (۰/۰۵ تا ۰/۰۴ میلی‌گرم کبالت به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک خوراک) تغذیه شدند، خوراک مصرفی، متوسط افزایش وزن روزانه و راندمان تولید کمتر از گوساله‌هایی که از مکمل کبالت استفاده کرده بودند داشتند، به علاوه کاهش ویتامین B<sub>12</sub> کبد و پلاسما، کاهش پروپینونات و ویتامین B<sub>12</sub> مایع شکمبه و افزایش متیل مالونیک اسید پلاسما نیز در این گوساله‌ها که از جیره با کمبود کبالت استفاده کردند مشاهده شد (Tiffany *et al.*, 2002, 2003; Johnson *et al.*, 2004). تزریق ویتامین B<sub>12</sub> در بزهایی که کمبود کبالت دارند باعث نقص در متابولیسم انرژی و پروتئین می‌شود و می‌تواند بر شکل، اندازه بدن، افزایش وزن و رشد اثر بگذارد (Kadim *et al.*, 2006).

جدول ۷- اثر متقابل نوع فرآوری دانه جو و سطوح مختلف کبالت مکمل شده بر قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد بره‌های پرواری طی ۷۰ روز

Table 7. Effect of type of barley grain processing and different levels of supplemented cobalt on nutrient digestibility and performance in fattening lambs during 70 days

Nutrient	Treatments								P value
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Dry matter	68.26	77.48	79.67	74.05	70.68	73.93	75.69	75.36	0.43
Crude protein	71.23	78.00	79.14	72.84	72.50	72.19	78.19	76.98	0.58
Crude fat	53.53	67.23	78.55	67.55	74.20	68.38	53.74	70.07	0.37
NDF	37.76 <sup>c</sup>	59.88 <sup>a</sup>	54.93 <sup>ab</sup>	52.84 <sup>ab</sup>	49.00 <sup>ab</sup>	46.87 <sup>bc</sup>	52.48 <sup>ab</sup>	56.67 <sup>ab</sup>	0.02
ADF	34.11	45.58	47.37	36.25	36.29	39.54	38.91	35.53	0.54
Ash	40.52	43.11	42.21	38.06	40.75	41.79	44.01	47.14	0.55
Dry matter intake (g/d)	804.16 <sup>c</sup>	797.77 <sup>c</sup>	880.87 <sup>ab</sup>	815.80 <sup>c</sup>	814.58 <sup>c</sup>	906.99 <sup>a</sup>	869.23 <sup>ab</sup>	843.43 <sup>bc</sup>	0.01
Weight gain (g/d)	158.05	171.15	176.15	175.77	169.22	175.77	183.85	174.25	0.69
Feed efficiency	0.20	0.20	0.22	0.21	0.22	0.22	0.20	0.22	0.21

<sup>a-c</sup> Means within a row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

Treatments: 1- fed containing ground barley and without supplementation of cobalt, 2- fed containing ground barley with 0.25 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 3- fed containing ground barley with 0.50 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 4- fed containing ground barley with 0.75 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 5- fed containing steam rollers barley and without supplementation of cobalt, 6- fed containing steam rollers barley with 0.25 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 7- fed containing steam rollers barley with 0.50 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements, 8- fed containing steam rollers barley with 0.75 mg per kilogram of dry matter Cobalt Supplements.

## فهرست منابع

نیکخواه، ا. ۱۳۸۰. آثار تغذیه دانه سورگوم جارویی فرآیند شده با بخار بر کیفیت و عملکرد گاوهای شیری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.

- Allen M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83: 1598-1624.
- AOAC. 1990. *Official Methods for Analysis*, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 69-90.
- Abd el- Wahab Nasser M. E. 2010. Influence of dietary cobalt on performance, nutrient digestibility and rumen activity in lambs. *Lucrări Științifice -53, Seria Zootehnie*.
- Abou-Zeina H. A., Zaghawa A., Nasr S. M. and Keshta H. 2008. Effects of dietary cobalt deficiency on performance, blood and rumen metabolites and liver pathology in Sheep. *Metabolism*, 1: 12-18.
- Bassler K. H. 1997. Enzymatic effects of folic acid and vitamin B<sub>12</sub>. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research*, 67: 385-388.
- Bishehsari S., Tabatabaei M. M., 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: 170-173.
- Berger L. L. and Cunha T. J. 1993. Salt and trace minerals for livestock, poultry and other animals. Salt Institute.
- Chen M. and Wolin M. 1981. Influence of Heme and vitamin B<sub>12</sub> on growth and fermentations of bacteroides species. *Journal of Bacteriology*, 145: 466-471.
- Hale W. H. 1980. In: D. C. Church (Ed) *Digestion Physiology and Nutrition of Ruminants*, Vol. 3 (2nd ed.) pp. 19-35. O&B. Book, Inc., Corvallis, OR.
- Hussein H., Fahey G., Wolf B. and Berger L. 1994. Effects of cobalt on *in vitro* fiber digestion of forages and by-products containing fiber. *Journal of Dairy Science*, 77: 3432-3440.
- Johnson E. H., Al-Habsi K., Kaplan E., Srikandakumar A., Kadim I. T., Annamalai K., Al-Busaidy R. and Mahgoub O. 2004. Caprine hepatic lipidosis induced through the intake of low levels of dietary cobalt. *The Veterinary Journal*, 168: 174-179.
- Kadim, I. T., Johnson E. H., Mahgoub O., Srikandakumar A., AL-Ajmi D. S., AL-Maqbaly R. S., and AL-Saqri N. M. 2003. Effect of low levels of dietary cobalt on apparent nutrient digestibility in Omani goats. *Animal Feed Science and Technology*, 109: 209-216.
- Kadim, I., Mahgoub O., Al-Kindi A., Al-Marzooqi W. and Al-Saqri N. 2006. Effects of transportation at High Ambient Temperatures on Physiological Responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani Goats. *Meat Science*, 73: 626-634.
- Kennedy D. G., O'harte F. P., Blanchflower W. J. and Rice D. A. 1991. Sequential changes in propionate metabolism during the development of cobalt/vitamin B<sub>12</sub> deficiency in sheep. *Biological Trace Element Research*, 28: 233-241.
- Kennedy D., Young P., Blanchflower W., Scott J., Weir D., Molloy A. and Kennedy S. 1993. Cobalt-vitamin B<sub>12</sub> deficiency causes lipid accumulation, lipid peroxidation and decreased alpha-tocopherol concentrations in the liver of Sheep. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 64: 270-276.
- Kennedy D., Kennedy S., Blanchflower W., Scott J., Weir D., Molloy A. and Young P. 1994. Cobalt-Vitamin B<sub>12</sub> deficiency causes accumulation of Odd-Numbered, branched-chain fatty acids in the tissues of sheep. *British Journal of Nutrition*, 71: 67-76.
- Lesmeister K. E. and Heinrichs A. J. 2004. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 87: 3439-3450.
- Lopez-Guisa J. M. and Satter L. D. 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: 247-256.
- McDowell L. R. 2000. Vitamin B<sub>12</sub>. In *vitamins in animal and human nutrition*. Iowa State Univ. Press, Ames. Pages 523.
- Nagaraja T. G., Newbold C. J., Van Nevel C. J. and Demeyer D. I. 1997. Manipulation of ruminal fermentation. Page 582 in the *Rumen Microbial Ecosystem*. P. N. Hobson and C. S. Stewart, ed. Blackie Academic & Professional, London, U.K.
- Pond W., Church D. and Pond K. 1995. *Basic Animal Nutrition and Feeding*, fourth ed. Wiley, New York.
- Ruiz R., Tedeschi L., Marini J., Fox D., Pell A., Jarvis G. and Russell J. 2002. The effect of a ruminal nitrogen (N) deficiency in dairy cows: evaluation of the Cornell net carbohydrate and protein system ruminal N deficiency adjustment. *Journal of Dairy Science*, 85: 2986-2999.
- Schwarz F. J., Kirchgessner M. and Stangl G. I. 2000. Cobalt requirement of beef cattle-Feed intake and growth at different levels of cobalt supply. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 83: 121-131.

- Stangl G. I., Schwarz F. J., Muller 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 Nutrition*, 84: 645–653.
- Strobel H. J. 1992. Vitamin B<sub>12</sub>-dependent propionate production by the ruminal bacterium *Prevotella ruminicola* 23. *Applied and Environmental Microbiology*, 58: 2331-2333.
- Tiffany M. E. and Spears J. W. 2005. Differential responses to dietary cobalt in finishing steers fed corn vs. barley-based diets. *Journal of Animal Science*, 83: 2580–2589.
- Tiffany M., Fellner V. and Spears J. 2006. Influence of cobalt concentration on vitamin B production and fermentation of mixed ruminal microorganisms grown in continuous culture flow-through fermenters. *Journal of Animal Science*, 84: 635-640.
- Tiffany M., Spears J., 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: 3151-3159.
- Tomlinson D. and Socha M. 2003. More Cobalt for Mature Cows. *Feed International*, 8: 20-22.
- Van Keulen J. and Young B. A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 26: 119-128.
- Van Soest P. J., Roberston J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fibre NDF and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583–3597.
- Wang R., Kong X., Zhang Y., Zhu X. and Jia Z. 2007. Influence of Dietary Cobalt on Performance, Nutrient Digestibility and Plasma Metabolites in Lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 135: 346-352.



## **Effect of cobalt and barley grain processing on performance, digestibility of nutrients and rumen and blood parameters in fattening lambs**

**M. Babaei<sup>1</sup>, Y. Chashnidel<sup>2</sup>, E. Dirandeh<sup>2\*</sup>**

1. Msc. Student, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2. Msc. Student, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: 12-9-2015 – Accepted: 14-3-2016)

### **Abstract**

This study was conducted to evaluate the effects of different levels of dietary cobalt and processing barley grain on dry matter intake, daily gain, feed efficiency, nutrient digestibility and rumen and blood parameters in fattening lambs. Thirty two mixed Zill lambs, 134±16 d with an average initial weight 25 ± 2 Kg randomly assigned to a factorial experiment 4 × 2 as a completely randomized design. Lambs during the experiment (70 days) were in individual boxes. Treatments were; two type of barley grain processing (ground barley and steam rollers barley) and four level of Cobalt (0, 0.25, 0.50 and 0.75 mg/Kg dry matter). The results showed that daily dry matter intake in lambs fed barley is processed with steam rollers above the lambs were fed a ground barley ( $P = 0.04$ ). Treatment containing of 0.50 mg per kg Cobalt Supplements have higher weight gain ( $P = 0.04$ ) and acid propionate concentration than other treatments ( $P = 0.01$ ) compared to 0.75 mg per kg of dry matter and treatments without Cobalt supplements ( $P = 0.01$ ). Plasma levels of glucose and vitamin B<sub>12</sub> was greater in lambs fed Cobalt supplements compared to other treatments ( $P = 0.0001$ ). In general Cobalt supplementation and barley processing with steam rollers improved performance of the lambs.

**Keywords:** Fattening lamb, Barley, Processing, Cobalt supplement

\*Corresponding author: dirandeh@gmail.com