Iranian Journal of Animal Science
Vol 47, No 4, Winter 2017 (507-517)
DOI: 10.22059/ijas.2017.137518.653386

علوم دامی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۵ (ص ۵۱۷-۵۰۷)

تأثیر قرص آهستهٔ رهش روی، سلنیوم و کبالت بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های خونی بزهای نر مرخز

حسن علی‌عربی[۱*]، مهدی بایروند[۲]، علی‌اصغر بهاری[۳]، پویا زمانی[۱]، امیر فدایی‌فر[٤] و رضا علی‌محمدی[٥]

۱، ۲ و ۵. دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۳. دانشیار، گروه علوم درمانگاهی، دانشکدهٔ پیرا دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

٤. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه لرستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۹/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۰)

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر قرص آهستهٔ رهش حاوی روی، سلنیوم و کبالت بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی بزهای نر مرخز به مدت شصت روز انجام شد. شمار هجده رأس بز نر مرخز با میانگین سن پانزده ماه و میانگین وزن بدن ۵/۱±۲٤/٤ کیلوگرم، به‌طور تصادفی به دو گروه ۹ رأسی شامل: ۱) گروه شاهد (دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ پایه بدون هرگونه مکمل کانی و بدون قرص آهستهٔ رهش) و ۲) گروه قرص (دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ پایه افزون بر یک عدد قرص آهستهٔ رهش) تقسیم شدند. میزان مادهٔ خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و بازدهٔ خوراک تعیین شد. فراسنجه‌های خونی در روزهای ۳۰ و ٦۰ آزمایش اندازه‌گیری شد. مصرف خوراک روزانه بین تیمارهای آزمایشی یکسان بود. در گروه شاهد، میزان افزایش وزن روزانه (۳۷/٤۱ گرم در روز)، غلظت ویتامین $B_{۱۲}$ (۱۸۵/۰۵ واحد در لیتر) و روی (۰/۸٦ میلی‌گرم در لیتر) پلاسما، فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز (۱٦۷/۳۱واحد در لیتر) سرم و گلوتاتیون پراکسیداز خون کامل (۲٦۱/۲۸ واحد در گرم هموگلوبین) و غلظت هورمون $T_۳$ سرم (۱/۳۵ نانو مول بر لیتر) در مقایسه با گروه دریافت‌کنندهٔ قرص کمتر بود (P<۰/۰۵). همچنین فعالیت آنزیم کراتین فسفوکیناز و غلظت $T_٤$ سرم در تیمار دریافت‌کنندهٔ قرص در مقایسه با گروه شاهد کمتر بود (P<۰/۰۵). به‌طورکلی، نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از قرص آهستهٔ رهش روی، سلنیوم و کبالت می‌تواند عملکرد و وضعیت گلوتاتیون‌پراکسیداز، ویتامین $B_{۱۲}$ و تری یدوتیرونین ($T_۳$) خون را در بزهای مرخز در مقایسه با گروه دریافت‌کنندهٔ جیرهٔ پایه بدون هرگونه مکمل کانی بهبود دهد.

واژه‌های کلیدی: بز، خون، رشد، روی، سلنیوم، قرص آهستهٔ رهش، کبالت.

Effect of feeding slow-release bolus of zinc, selenium and cobalt on growth performance and some blood metabolites of Markhoz male goats

Hassan Aliarabi[1*], Mehdi Bayervand[2], Aliasghar Bahari[3], Pouya Zamani[1], Amir Fadayifar[4] and Reza Alimohamady[5]

1, 2, 5. Associate Professor, Former M. Sc. Student and Ph. D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3. Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

4. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

(Received: Dec. 6, 2015 - Accepted: Feb. 28, 2017)

ABSTRACT

This trial was conducted to evaluate the effects of slow-release bolus containing zinc, selenium and cobalt on growth performance and blood parameters of Markhoz male goats for 60 days. Eighteen Markhoz male goats, 15 months of age with average weight of 24.4±5.1 kg were randomly divided into 2 groups (9 goats per group) including: 1) control group (basal diet without any mineral supplements and slow-release bolus and 2) bolus group (basal diet + one slow release bolus). The dry matter intake, average daily gain and feed efficiency were determined. Blood parameters were measured on days 30 and 60. Daily feed intake was similar among treatments. Daily weight gain (37.41 gr/day), plasma concentrations of vitamin B_{12} (185.05 IU/L) and Zinc (0.86 mg/L), the activity of serum alkaline phosphatase (167.31 IU/L) and whole blood glutathione peroxidase (261.28 IU/gr Hb) and serum T_3 level (1.35 nmol/L) were lower in control group than group receiving bolus (P<0.05). The activity of creatine phosphokinase and serum T_4 concentration were also significantly lower in group receiving bolus compared to control group (P<0.05). The overall results of this study showed that slow release bolus containing Zn, Se and Co could improve performance, blood glutathione peroxidase, vitamin B_{12} and tri-iodothyronine (T_3) status in Markhoz goats compared with the group that received the basal diet without any mineral supplements.

Keywords: Blood, cobalt, goat, growth, selenium, slow release bolus, zinc.

* Corresponding author E-mail: h_aliarabi@yahoo.com Tel: +98 8134424014

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

عنصرهایی مانند روی، سلنیوم و کبالت از گروه کانی‌های کم‌مصرف مورد نیاز دام بوده که کارکردهای مهمی را در بدن بر عهده دارند. روی عنصری است که تاکنون به‌عنوان یک ترکیب کلیدی در بیش از ۲۰۰ متالوآنزیم شناخته شده است (MacDonald, 2000). عملکرد بهینهٔ بسیاری از سامانه‌های آنزیمی مانند کربنیک‌انهیدراز، لاکتات‌دهیدروژناز، گلوتامات-دهیدروژناز، آلکالین‌فسفاتاز و تیمیدین‌کیناز وابسته به روی بوده و برای سوخت‌وساز (متابولیسم) اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها ضروری است (McDowell, 2003). روی با تحت تأثیر قرار دادن هورمون‌های میتوژنیک، سیگنال‌های انتقالی، همانندسازی ژن و ساخت (سنتز) RNA بر رشد، تولید مانند و عملکرد سامانهٔ ایمنی مؤثر است (MacDonald, 2000). ازآنجاکه بدن نمی‌تواند میزان زیادی از روی را ذخیره کند، لذا این عنصر یکی از محدودکننده‌ترین عنصرها در تغذیهٔ دام به‌شمار می‌رود (Pal *et al*., 2010). کبالت به‌واسطهٔ ساخت ویتامین B_{12} در تغذیهٔ نشخوارکنندگان اهمیت بالایی دارد (Tiffany &Spears, 2005) و این ریزجانداران (میکروارگانیسم‌های) شکمبه هستند که در صورت حضور کبالت، ویتامین B_{12} مورد نیاز دام را می‌سازند (Berger, 2006). از دیگر اثرگذاری‌های سودمند کبالت می‌توان به افزایش قابلیت هضم مواد مغذی (Kadim *et al*., 2003) به‌ویژه هضم الیاف (Tomlinson & Socha, 2003) اشاره کرد. مهم‌ترین وظیفهٔ سلنیوم مشارکت در ساختمان و عملکرد آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز بوده که از عامل‌های مهم دخیل در فرآیند پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) بدن است (Suttle, 2010). همچنین سلنیوم نقش مهمی در عملکرد تیروئید و فعالیت هورمون‌های تیروئیدی دارد (Beckett & Arthur, 2005). هرچند احتمال کمبود سلنیوم در همهٔ حیوان‌ها وجود دارد، ولی نشخوارکنندگان به دلیل جذب کمتر سلنیوم، به کمبود حساس‌تر هستند (Ramirez *et al*., 2004).

ازجمله روش‌های معمول مکمل کردن مواد کانی، می‌توان به مخلوط کردن مکمل در خوراک، دسترسی آزاد به بلوک‌های لیسیدنی مواد کانی و تزریق اشاره کرد (McDowell, 2003). روش‌های متداول یادشده هرکدام عیب‌هایی دارند که دسترسی به مواد کانی را محدود می‌کند. روش مخلوط کردن مکمل در خوراک در برخی از نظام‌های پرورش دام به‌ویژه نظام‌های سنتی و عشایری پرورش گوسفند و بز که دامداران امکانات و اطلاعات کافی را برای مخلوط کردن این مواد ندارند، در عمل استفاده نمی‌شوند. در زمان استفاده از بلوک‌های لیسیدنی، امکان شکسته شدن بلوک‌ها وجود دارد و حیوان با مصرف این قطعه‌ها، ممکن است بیش‌ازاندازه مکمل دریافت کند. از عیب‌های دیگر آن می‌توان به قرار گرفتن در معرض بارندگی و اطمینان نداشتن از مصرف متعادل توسط حیوان اشاره کرد (McDowell, 1992). هزینهٔ بالا، تنش و آسیب‌های ناشی از تکرار دوبارهٔ (McDowell, 2003; Kendall *et al*., 2001a) از جمله عیب‌های تزریق مواد کانی است. قرص‌های آهستهٔ رهش یکی دیگر از راه‌های تأمین مواد مغذی ضروری به‌ویژه در دام‌هایی هستند که امکان تغذیهٔ مناسب را نداشته و یا بسته به نوع نظام پرورش، قادر به دریافت مکمل به همراه خوراک نیستند. فرآیند کارکرد قرص‌های آهستهٔ رهش عنصرهای کم‌مصرف به‌گونه‌ای است که در شکمبه و نگاری مستقر شده و به مرور مواد کانی را در اختیار حیوان قرار می‌دهد. بااین‌وجود احتمال بر گرداندن قرص توسط دام وجود دارد، به همین جهت یکی از نکاتی که در طراحی قرص‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد وزن حجمی آن‌ها برای استقرار بلندمدت در شکمبه و نگاری هست. در این راستا Fadayifar (2014) ماندگاری قرص را طی مدت چهار ماه در شکمبه گوسفندان مرتعی تأیید کردند. با توجه به اینکه نیاز دام به مواد کانی در مراحل فیزیولوژیکی مختلف متفاوت است، قرص‌های آهستهٔ رهش می‌توانند با تأمین بخش عمده‌ای از نیاز، احتمال کمبود به این مواد را به‌ویژه در دام‌های چراگر به کمینه برساند. در این زمینه گزارش شده است که استفاده از قرص آهستهٔ رهش حاوی روی، کبالت و سلنیوم (Kendall *et al*., 2001) و مس، کبالت و سلنیوم (Kendall *et al*., 2012) سبب بهبود عملکرد و

Archive of SID

www.SID.ir

وضعیت این عنصرها نسبت به گروه شاهد در گوسفندان مرتعی می‌شود. با توجه به اینکه نظام پرورش دام‌های کوچک در ایران به‌طور عمده به شکل سنتی بوده و در این نظام به‌طورمعمول مکمل کانی استفاده نمی‌شود لذا این آزمایش با هدف بررسی تأثیر قرص‌های آهستهٔ رهش حاوی روی، کبالت و سلنیوم بر عملکرد و وضعیت این عنصرها در بز مرخز به‌عنوان روشی در جهت تأمین عنصرهای کم‌مصرف برای دام انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات دامپروری گروه علوم دامی دانشگاه بوعلی سینا (همدان) انجام شد. مدت دورهٔ اصلی آزمایش شصت روز و دورهٔ عادت‌پذیری نیز دو هفته به طول انجامید. در دورهٔ عادت‌پذیری از قرص استفاده نشد و دام‌ها تنها جیرهٔ پایه را مصرف کردند. بدین منظور شمار هجده رأس بز مرخز نر ۱۵ ماهه با میانگین وزن بدن ۵/۱±۲۴/۴ کیلوگرم استفاده شد. جایگاه نگه‌داری، پیش از قرار گرفتن دام‌ها، در آغاز تمیز و آنگاه با شعله افکن ضدعفونی شد. جیرهٔ پایه شامل یونجه (۵۳/۸٪)، دانهٔ جو (۲۷/۱٪) و کاه گندم (۱۹/۱٪) بود که با توجه به جدول‌های نیازهای غذایی انجمن ملی تحقیقات (NRC, 1985) تنظیم شد (جدول ۱). به‌منظور تعیین ترکیب شیمیایی نمونه‌های خوراک از روش‌های استاندارد AOAC (1990) استفاده شد. غلظت NDF (الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی) و ADF (الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی) نیز به روش Van soest *et al*. (1991) تعیین شد. خوراک به‌صورت کامل مخلوط در دو وعدهٔ صبح (ساعت ۰۹:۰۰) و عصر (ساعت ۱۷:۰۰) و به‌صورت آزاد در اختیار دام‌ها قرار داده شد. حیوان‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه ۹ رأسی تقسیم شدند: ۱) گروه شاهد که تنها جیرهٔ پایه (بدون مکمل کانی) را دریافت کرد و ۲) گروه قرص که به هرکدام از حیوانات این گروه افزون بر جیرهٔ پایه، در آغاز دورهٔ نمونه‌برداری یک عدد قرص آهستهٔ رهش توسط قرص خوران و در انتهای حلق دام قرار داده شد. قرص‌ها میانگین وزن ۱۸/۸۲ گرم با ۲۰ درصد وزنی روی، ۰/۲۳ درصد وزنی سلنیوم و ۰/۵ درصد وزنی کبالت داشتند و بر پایهٔ آزمایش‌های اولیه (آزمایش‌های *in sacco* و کشتار بره‌ها در زمان‌های مختلف برای بازیافت باقی‌ماندهٔ قرص) که توسط سازندگان قرص انجام شده بود (Fadayifar, 2014)، میانگین میزان رهش آن‌ها ۱۰۳/۵۵ میلی‌گرم در روز با طول عمر تا ۴ ماه و میزان روی آزادشده از قرص‌ها ۲۳/۰۱ میلی‌گرم در روز، میزان کبالت ۰/۵۳۵ میلی‌گرم در روز و میزان سلنیوم ۰/۲۵۸ میلی‌گرم در روز بوده است (ثبت اختراع ایران به شمارهٔ ۷۹۶۳۳). با توجه به توصیه‌های انجمن ملی تحقیقات (NRC, 2007) این میزان‌ها در حد نیاز و یا کمی بیش‌ازحد نیاز بزها بود. برای تأمین کبالت از سولفات کبالت، روی از سولفات روی و سلنیوم از سلنیت سدیم استفاده شد.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی مواد خوراکی و جیرهٔ پایهٔ مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Chemical composition of feed and basal diet used in the study

Item	Feedstuff			Basal diet
	Alfalfa hay	Barley grain	Wheat straw	
Dry matter (%)	90.00	91.00	92.00	90.65
Organic matter (%DM)	93.00	95.40	94.10	93.86
Crude protein (%DM)	17.06	11.37	3.40	12.91
Metabolizable energy*	2.10	3.00	1.50	2.22
Ether extract (%DM)	3.30	1.60	1.30	2.46
Neutral detergent fiber (%DM)	51.30	20.70	69.40	46.46
Acid detergent fiber (%DM)	28.30	9.70	37.10	24.94
Zinc (mg/kg DM)	23.05	25.33	6.15	20.43
Selenium (mg/kg DM)	0.03	0.07	-	0.04
Cobalt (mg/kg DM)	0.14	0.05	0.033	0.093
Copper (mg/kg DM)	10.00	7.80	3.84	8.23
Iron (mg/kg DM)	372.60	94.50	145.39	253.83

* انرژی قابل سوخت‌وساز بر پایهٔ مگا کالری در کیلوگرم مادهٔ خشک است که با استفاده از جدول‌های انجمن ملی تحقیقات (NRC, 2007) محاسبه شده است.

* Metabolizable energy (M Cal/kg DM) calculated by National Research Council (NRC, 2007).

Archive of SID

www.SID.ir

برای بررسی تغییر وزن زنده، بزها در آغاز آزمایش و در روزهای ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ وزن‌کشی شدند. برای تعیین میزان خالص مصرف مادهٔ خشک، خوراک داده شده و پسمانده آن برای هر حیوان به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی فراسنجه‌های خونی، در روزهای ۳۰ و ۶۰ آزمایش، پیش از خوراک‌دهی نوبت صبح از بزها خون‌گیری به عمل آمد. نمونه‌های خون مربوط به هر دام در هر روز در دو لوله‌آزمایش جداگانه گردآوری شدند. یک لوله حاوی هپارین که برای استخراج پلاسما و تهیهٔ نمونهٔ خون کامل و یک لوله بدون مادهٔ ضد انعقاد برای استخراج سرم بود. نمونه‌های خون گردآوری‌شده دو لوله، به مدت پانزده دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شدند و سرم و یا پلاسمای آن‌ها جدا شد. سپس نمونه‌های گردآوری‌شده تا زمان اندازه‌گیری عامل‌های خونی در دمای ۸۰- درجهٔ سلسیوس نگهداری شدند. از نمونهٔ خون کامل برای تعیین فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز استفاده شد. غلظت عنصرهای روی، مس و آهن پلاسما بنابر روش Rimbach *et al.* (1998) و با دستگاه جذب اتمی (Varian SpectrAA220)، غلظت ویتامین B_{12} پلاسما با استفاده از کیت (ICN, Costa Mesa, CA, USA) و توسط دستگاه گاما کانتر، فعالیت آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز (GPX) خون کامل با استفاده از کیت RANSEL محصول شرکت RANDOX انگلیس، فعالیت آلکالین فسفاتاز سرم توسط کیت (ساخت شرکت Elitech، فرانسه) و فعالیت آنزیم کراتین فسفوکیناز با استفاده از کیت (ساخت شرکت پارس آزمون، ایران) و بنابر دفترچهٔ راهنمای شرکت‌های سازنده تعیین شدند. برای اندازه‌گیری غلظت تری یدوتیرونین و تترایدوتیرونین سرم از کیت الایزا (ساخت شرکت پادتن گستر، ایران) و بر پایهٔ سنجش ایمنی‌شناختی (ایمونولوژیکی) آنزیمی رقابتی بنا بر دفترچهٔ راهنمای شرکت سازنده استفاده شد.

تجزیهٔ داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (2004) با استفاده از رویهٔ GLM صورت گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD با سطح احتمال خطای آلفا برابر با ۰/۰۵ انجام شد.

برای صفات وزن اولیه، وزن پایانی و افزایش وزن روزانه از مدل آماری طرح کامل تصادفی زیر استفاده شد. ضمن اینکه وزن بزها در آغاز آزمایش در تجزیه‌وتحلیل وزن نهایی و افزایش وزن روزانه به‌عنوان کوواریت در نظرگرفته شد، اما با توجه به معنی‌دار نبودن در مدل استفاده نشد.

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

Y_{ij}= میزان هر مشاهده؛ μ= اثر ثابت میانگین کل؛ Ti= اثر ثابت تیمار؛ Bx_{ij}= ضریب تابعیت؛ e_{ij}= اثر تصادفی خطای آزمایشی.

ویژگی‌های مربوط به فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز، کراتین فسفوکیناز، گلوتاتیون‌پراکسیداز، غلظت هورمون‌های T_3 و T_4 سرم، همچنین میزان ویتامین B_{12} و عنصرهای روی، آهن و مس پلاسما، در چارچوب طرح کامل تصادفی به‌صورت داده‌های تکراری در زمان بنابر معادله مدل زیر تجزیهٔ آماری شد که در آن عامل اصلی تیمار و عامل فرعی زمان بود.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij}+ Ea_{i.k}+ Eb_{ijk}$$

Y_{ijk}= مشاهده مربوط به تیمار i و زمان اندازه‌گیری j در تکرار kام؛ μ= اثر ثابت میانگین کل؛ A_i= اثر ثابت تیمار i؛ B_j= اثر ثابت زمان اندازه‌گیری (روز ۳۰ و ۶۰) j؛ AB_{ij}= اثر ثابت برهمکنش تیمار i و زمان اندازه‌گیری j؛ $Ea_{i.k}$= اشتباه اصلی (شامل دام درون تیمار)؛ Eb_{ijk}= اشتباه فرعی (اثر باقی‌ماندهٔ مدل).

نتایج و بحث

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، باوجود نداشتن تفاوت معنی‌دار بین دو گروه در آغاز آزمایش، وزن نهایی در بزغاله‌های دریافت‌کنندهٔ قرص در مقایسه با گروه شاهد بیشتر بود ($P<0/05$). میزان مادهٔ خشک مصرفی روزانه بین تیمارها تفاوتی نداشت. درحالی‌که میانگین افزایش وزن روزانه و بازدهٔ مادهٔ خشک مصرفی در گروه دریافت‌کنندهٔ قرص بالاتر بود ($P<0/05$). به‌نظر می‌رسد با توجه به میزان عددی کمتر مصرف خوراک در گروه قرص نسبت به شاهد (۶۸۴/۳۰ و ۷۱۵/۳۰ گرم در روز)، بهبود عملکرد را می‌توان به نقش مثبت عنصرهای کم‌نیاز در بهبود سلامت و سوخت وساز عمومی، قابلیت هضم خوراک و در نهایت بازدهٔ استفاده از خوراک نسبت داد (Fadayifar *et al.*, 2011; Alimohamady *et al.*, 2013).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. عملکرد بزهای دریافت‌کنندهٔ قرص آهستهٔ رهش و گروه شاهد

Table 2. Performance of goats received slow-release bolus and control group

Treatment	Initial body weight (kg)	Final body weight (kg)	Average daily gain (g/day)	Average dry matter intake (g/day)	Feed efficiency
Control	24.28	26.60[b]	37.41[b]	715.30	0.062[a]
Bolus	24.57	28.68[a]	66.42[a]	684.30	0.096[b]
SEM	0.492	0.430	4.78	77.55	0.013
P-Value	0.865	0.014	0.006	0.729	0.044

حرف‌های غیرهمسان در هر ستون نشان‌دهندهٔ اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ هست.

Means with different letters in columns are significantly different (P<0.05).

میزان افزایش وزن روزانه برای گروه قرص، ۶۶/۴۲ گرم در روز به دست آمد که به‌طور معنی‌داری از گروه شاهد (۳۷/۴۱ گرم در روز) بالاتر بود (P<۰/۰۵). افزایش وزن روزانه بزهای نژاد مرخز با توجه به سن و وزن از حدود ۳۲ تا ۴۶ گرم در روز گزارش شده است (Zaboli *et al.*, 2013) که در این تحقیق نیز نزدیک به این میزان هست. همسان با نتایج این تحقیق، Kendall *et al.* (2012) گزارش کردند که بره‌های در حال رشد دریافت‌کنندهٔ قرص‌های آهستهٔ رهش روی، کبالت و سلنیوم افزایش وزن روزانه بالاتری نسبت به گروه شاهد (بدون قرص) داشتند. همچنین Aliarabi & Fadayifar (2013) نشان دادند، استفاده از قرص‌های آهستهٔ رهش روی، سلنیوم و کبالت در شش هفته پیش از زایمان در میش‌های آبستن، سبب تولد بره‌هایی با وزن بالاتر در میش‌های دریافت‌کنندهٔ قرص نسبت به گروه شاهد (بدون قرص) شد. با توجه به نقش عنصر سلنیوم در محافظت از تیروئید در برابر رادیکال‌های آزاد و ساخت شکل فعال‌تر هورمون‌های تیروئیدی (Beckett & Arthur, 2005) که به‌طور مستقیم با سوخت‌وساز بدن در ارتباط می‌باشند و همچنین نقش عنصر روی در تقسیم یاخته‌ای، بیان ژن، تولید و ترشح هورمون‌های مرتبط با رشد (MacDonald, 2000) و گزارش‌هایی مبنی بر بهبود ساخت ویتامین B_{12} در نتیجه مکمل کردن کبالت و در نتیجه بهبود سوخت‌وساز انرژی در دام (Tomlinson & Socha, 2003; Suttle, 2010)، رشد و بازدهی بهتر خوراک با استفاده از قرص آهستهٔ رهش حاوی روی، سلنیوم و کبالت شایان توجه است. نتایج این تحقیق با نتایج Fadayifar *et al.* (2011) و Jia *et al.* (2008) در ارتباط با اثر عنصر روی و Bishehsari *et al.* (2010) و Wang *et al.* (2007) در ارتباط با تأثیر عنصر کبالت و همچنین Shi *et al.* (2011) در ارتباط با تأثیر عنصر سلنیوم بر عملکرد دام همخوانی دارد، اما با نتایج Zaboli *et al.* (2013) در ارتباط با تأثیر عنصر روی و Alimohamady *et al.* (2013) در ارتباط با تأثیر سلنیوم بر عملکرد همسو نیست. تفاوت در نتیجهٔ تحقیقات مختلف احتمال دارد مربوط به غلظت‌های متفاوت عنصرهای در جیرهٔ پایه، نوع دام، غلظت عنصرهای در قرص در پژوهش‌های مختلف، شکل شیمیایی عنصرهای موجود در قرص‌ها و مرحلهٔ فیزیولوژیکی دام باشد. در این تحقیق غلظت روی جیرهٔ پایه ۲۰/۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در تحقیق Zaboli *et al.* (2013) مبنی بر اینکه جیرهٔ پایهٔ حاوی ۲۲/۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، نیاز بزهای مرخز را تأمین می‌کند و نزدیک بودن میزان روی مورد استفاده در این مطالعه با سطح روی مورد استفاده در تحقیق یادشده، احتمال دارد که عملکرد بهتر بزهای دریافت‌کنندهٔ قرص‌های آهستهٔ رهش مربوط به دیگر عنصرهای موجود در قرص باشد و یا با کاهش میزان روی از ۲۲/۱۲ به ۲۰/۴۳، نیاز بزها تأمین نشده و مکمل سازی سبب افزایش عملکرد بزها شده باشد.

بر پایهٔ جدول ۳، فعالیت آنزیم‌های گلوتاتیون پراکسیداز و آلکالین فسفاتاز و غلظت ویتامین B_{12} بزهای دریافت‌کنندهٔ قرص، در مقایسه با بزهای گروه شاهد بیشتر، اما فعالیت کراتین فسفوکیناز در تیمار دریافت‌کنندهٔ قرص از گروه شاهد کمتر بود (P<۰/۰۵). ضمن اینکه اثر متقابل تیمار در زمان نیز نزدیک به معنی‌دار شدن بود (P<۰/۱۰) که نشان‌دهندهٔ این است که ممکن است کارکرد تیمارها از نظر فراسنجه‌های ارائه‌شده در زمان‌های مختلف یکسان نباشد. اما با توجه به سطح خطا می‌توان عملکرد تیمارها را در زمان‌های مختلف یکسان در نظر گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز خون، غلظت ویتامین B_{12} پلاسما، آلکالین فسفاتاز و کراتین فسفوکیناز سرم بزهای دریافت‌کنندهٔ قرص و گروه شاهد

Table 3. Glutathione peroxidase activity, plasma concentration of vitamin B_{12}, serum alkaline phosphatase and creatine phosphokinase activity in goats received slow-release bolus and control group

Treatment	Glutathione peroxidase (μkat/L)	Vitamin B_{12} (pmol/L)	Alkaline phosphatase (U/L)	Creatine phosphokinase (U/L)
Control	261.28[a]	185.05[b]	167.31[b]	126.48[a]
Bolus	379.07[a]	572.21[a]	195.9[a]	86.31[b]
SEM	8.171	15.93	2.293	2.063
Day 30	321.06	338.97	179.43	109.45
Day 60	304.56	369.90	180.20	108.35
SEM	11.44	15.508	1.995	2.171
P-Value of treatment	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
P-Value of day	0.568	0.121	0.979	0.121
P-Value of treatment *day	0.089	0.065	0.069	0.065

حرف‌های غیرهمسان در هر ستون نشان‌دهندهٔ اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ هست.

Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز یکی از شاخص‌های ارزیابی وضعیت سلنیوم در بدن هست (Suttle, 2010). در پژوهشی، Kendall *et al.* (2012) افزایش معنی‌دار فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز را در بره‌های دریافت‌کنندهٔ قرص آهستهٔ رهش حاوی روی، سلنیوم و کبالت گزارش کرده که با نتایج این تحقیق همسو هست. همچنین Qin *et al.* (2007) با افزودن میزان ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم و Alimohamady *et al.* (2013) با افزودن سلنیوم به میزان ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیرهٔ پایه حاوی ۰/۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم در بره‌های در حال رشد، افزایش معنی‌دار فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز را گزارش کردند. در مقابل، Juniper *et al.* (2006) با افزودن سلنیوم به جیرهٔ پایهٔ حاوی ۰/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم در گاو شیری تفاوت قابل توجهی را بیان نکردند، این تفاوت می‌تواند به میزان بالاتر سلنیوم در جیرهٔ پایهٔ آن تحقیق نسبت داده شود. با توجه به اینکه میزان سلنیوم جیرهٔ پایه در این تحقیق برابر با میزان کمینه دامنهٔ حاشیه‌ای سلنیوم (۰/۰۴-۰/۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) بود (Suttle, 2010). لذا می‌توان به این نتیجه رسید که تجویز قرص آهستهٔ رهش حاوی سلنیوم با تأمین پیوسته و کافی این عنصر سبب به حد بهینه رسیدن فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز شده است.

در پژوهشی، Kendall *et al.* (2001 & 2012) با استفاده از قرص‌های آهستهٔ رهش حاوی روی، سلنیوم و کبالت افزایش معنی‌دار غلظت ویتامین B_{12} خون را گزارش کردند که با نتایج این تحقیق همسو هست. به نظر می‌رسد که دلیل این امر تأمین روزانهٔ عنصر کبالت برای ریزجانداران شکمبه برای ساخت ویتامین B_{12} هست. زیرا نشخوارکنندگان به کبالت به‌صورت روزانه نیاز دارند و کبالت نمی‌تواند در بدن ذخیره شود. میزان کمی هم که ذخیره می‌شود، قادر به بازگشت به شکمبه و استفادهٔ دوباره توسط ریزجانداران نیستند (Berger, 2006; Suttle, 2010). همچنین Mburu *et al.* (1993) غلظت‌های پایین‌تر از ۲۵۰-۲۰۰ واحد ویتامین B_{12} را ناکافی گزارش کردند. این در حالی است که غلظت ویتامین B_{12} در گروه شاهد پایین‌تر از این محدوده نیز هست (۱۸۵ واحد) که نشان‌دهندهٔ ناکافی بودن میزان کبالت جیرهٔ پایه (۰/۰۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که قرص آهستهٔ رهش با تأمین میزان مناسب کبالت، غلظت ویتامین B_{12} را به حد مطلوب رسانده است.

همسان با نتایج این تحقیق، استفاده از قرص‌های آهستهٔ رهش حاوی روی، سلنیوم و کبالت در شش هفته پیش از زایمان در میش‌های آبستن، سبب افزایش فعالیت آلکالین‌فسفاتاز به‌عنوان یکی از شاخص‌های سنجش وضعیت روی در بدن در میش‌های دریافت‌کنندهٔ قرص در مقایسه با گروه شاهد شده است (Aliarabi & Fadayifar, 2013). همچنین افزودن روی به جیرهٔ پایهٔ بره‌های در حال رشد (Fadayifar *et al.*, 2011) و بز کشمیر (Jia *et al.*, 2009) نیز با افزایش معنی‌دار فعالیت آلکالین‌فسفاتاز همراه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به اینکه کراتین فسفوکیناز آنزیمی درون یاخته‌ای است که افزایش آن در پلاسمای خون نشان‌دهندهٔ آسیب بافت‌های ماهیچه‌ای در اثر تنش، عفونت و کمبود پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان)هایی مانند سلنیوم است (Andres *et al*., 1996; Davis *et al*., 2008)، کاهش فعالیت این آنزیم در بزهای دریافت‌کنندهٔ قرص می‌تواند مربوط به تأمین سلنیوم در تأثیر مصرف قرص باشد. این آزمایش همسو با گزارش‌های چندی مبنی بر تأثیر افزودن سلنیوم به‌صورت خوراکی و تزریقی بر کاهش فعالیت این آنزیم در دام‌های روبه‌رو با کمبود سلنیوم هست (Faixova *et al*., 2007; Mohri *et al*., 2011). در مقابل، استفاده از میزان‌های مختلف سلنیوم از دو منبع آلی و کانی در تحقیق Vignola *et al*. (2009) تغییری در میزان فعالیت کراتین فسفوکیناز ایجاد نکرد. این محققان دلیل این امر را کافی بودن میزان سلنیوم جیرهٔ پایه عنوان کردند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که میزان سلنیوم جیرهٔ پایه (۰/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مادهٔ خشک) کمتر از میزان نیاز بزها بوده است و قرص آهستهٔ رهش با تأمین سلنیوم به‌صورت تدریجی از آسیب احتمالی بافت‌ها و به دنبال آن افزایش فعالیت آنزیم کراتین فسفوکیناز جلوگیری کرده است.

غلظت روی پلاسمای بزهای نر دریافت‌کنندهٔ قرص در مقایسه با بزهای نر شاهد افزایش داشت ($P<0/05$). اما غلظت مس و آهن پلاسما تحت تأثیر تیمار قرار نگرفت (جدول ۴). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات Kendall *et al*. (2012)، Jia *et al*. (2008) و Puchala *et al*. (1999) مبنی بر افزایش غلظت روی پلاسما با استفاده از مکمل این عنصر چه از راه تجویز قرص‌های آهستهٔ رهش و چه از راه خوراک همخوانی دارد. غلظت روی پلاسما یا سرم در نشخوارکنندگان در دامنهٔ ۰/۸ تا ۱/۴ میلی‌گرم در لیتر قرار دارد (Suttle, 2010)، که داده‌های به‌دست‌آمده از این آزمایش نیز در این دامنه است. افزایش مشاهده‌شده در غلظت روی پلاسما در گروه دریافت‌کنندهٔ قرص نسبت به گروه شاهد، نشان‌دهندهٔ ناکافی بودن میزان روی جیرهٔ پایهٔ مصرف‌شده توسط دام‌ها است. از سوی دیگر، ظرفیت ذخیرهٔ روی در بدن ضعیف بوده (Miller, 1970) و نیاز است که این عنصر به‌طور پیوسته از راه جیره تأمین شود. بنابراین تجویز قرص‌های آهستهٔ رهش حاوی روی در این مسیر مؤثر بوده است. ضمن اینکه اثر متقابل تیمار در زمان نیز معنی‌دار نبود ($P>0/05$).

جدول ۴. غلظت روی، مس و آهن پلاسمای بزهای دریافت‌کنندهٔ قرص و گروه شاهد

Table 4. Plasma concentration of zinc, copper and iron in goats received slow-release bolus and control group

Treatment	Zinc (mg/L)	Copper (mg/L)	Iron (mg/L)
Control	0.86[b]	1.09	1.17
Bolus	1.11[a]	1.03	1.21
SEM	0.043	0.036	0.023
Day 30	0.96	1.02	1.18
Day 60	0.97	1.04	1.20
SEM	0.04	0.038	0.027
P-Value of treatment	0.001	0.846	0.316
P-Value of day	0.842	0.849	0.691
P-Value of treatment *day	0.435	0.971	0.703

حرف‌های غیرهمسان در هر ستون نشان‌دهندهٔ اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

غلظت مس پلاسما تحت تأثیر قرص آهستهٔ رهش قرار نگرفت. در بین سه عنصر موجود در ترکیب قرص، بیشترین رابطهٔ ناهمسازی (آنتاگونیستی) با مس، مربوط به عنصر روی بوده و تحقیقات نشان می‌دهد که مقادیر بالاتر از نیاز روی با تحریک ساخت متالوتیونین در یاخته‌های روده افزون بر جلوگیری از افزایش بیش‌ازحد جذب روی، کاهش جذب مس را به همراه دارد (Attia *et al*., 1987). با در نظر گرفتن این نکته می‌توان چنین نتیجه گرفت که به‌رغم وجود رابطهٔ ناهمسازی بین روی و مس، میزان ۲۳/۰۱

Archive of SID

www.SID.ir

میلی‌گرم روی آزادشده در روز از قرص آهستهٔ رهش، اختلالی در جذب مس ایجاد نکرده است. بنابر این نتایج، Zaboli *et al.* (2013) با افزودن روی به میزان ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک، از منابع مختلف به جیرهٔ بزهای مرخز، تغییر نکردن معنی‌دار غلظت مس پلاسما را گزارش کردند.

نتایج این تحقیق در زمینهٔ تغییرناپذیری غلظت آهن پلاسما با استفاده از قرص آهستهٔ رهش حاوی روی، سلنیوم و کبالت در بز، با نتایج تحقیق Kachuee *et al.* (2013) در ارتباط با تأثیر عنصر سلنیوم و Elamin *et al.* (2013) در ارتباط با تأثیر عنصر روی همخوانی دارد. در مقابل، Garg *et al.* (2008) گزارش کردند که با افزودن ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به جیرهٔ پایهٔ بره‌های در حال رشد، غلظت آهن سرم به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. همچنین، Kojouri *et al.* (2011) کاهش معنی‌دار غلظت آهن سرم را با تزریق مکمل سلنیوم به گوسفند گزارش کردند. ایشان علت این امر را به اثر سلنیوم در افزایش بیان ژن ترانسفرین به‌عنوان ناقل آهن به درون یاخته نسبت دادند.

نتایج ارائه‌شده در جدول ۵ نشان می‌دهد که غلظت T_3 در بزهای دریافت‌کنندهٔ قرص، به‌طور معنی‌داری بالاتر و غلظت T_4 و نسبت T_4 به T_3 در مقایسه با بزهای گروه شاهد، کمتر بود ($P<0/05$). همچنین اثر متقابل تیمار در زمان معنی‌دار نبود ($P>0/05$).

جدول ۵. غلظت هورمون‌های تیروئیدی سرم خون بزهای دریافت‌کنندهٔ قرص و گروه شاهد

Table 5. Thyroid hormone concentration of blood serum in goats received slow-release bolus and control group

Treatment	T3 (nmol/L)	T4 (nmol/L)	T4/T3
Control	1.35[b]	85.76[a]	63.77[a]
Bolus	1.68[a]	70.84[b]	42.07[b]
SEM	0.018	0.705	0.984
Day 30	1.51	79.32	53.64
Day 60	1.48	79.15	54.92
SEM	0.013	0.69	0.595
P-Value of treatment	<0.0001	<0.0001	<0.0001
P-Value of day	0.192	0.889	0.196
P-Value of treatment *day	0.342	0.875	0.259

حرف‌های غیرهمسان در هر ستون نشان‌دهندهٔ اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

Means with different superscript letters in columns are significantly different (P<0.05).

سلنیوم پس از ید، مهم‌ترین نقش را در ساخت، فعالیت و سوخت‌وساز هورمون‌های تیروئیدی دارد و مشخص شده است که غلظت سلنیوم در غدهٔ تیروئید بالا بوده و ارتباط نزدیکی بین میزان این عنصر در بدن و ساخت و فعالیت هورمون‌های تیروئیدی وجود دارد (Josef & Ouml, 1999). افزون بر نقش پاداکسندگی سلنیوم در حفاظت از تیروئید، این عنصر در ساختار دیدینازها که مسئول تبدیل T_4 به فرم با فعالیت و اثرگذاری سوخت‌وسازی بیشتر یعنی T_3 هستند، نیز وجود دارد (Beckett & Arthur, 2005). بنابراین کاهش غلظت T_4 و افزایش غلظت T_3 سرم خون، با استفاده از قرص آهستهٔ رهش را می‌توان به وجود سلنیوم در قرص و نقش آن در تبدیل T_4 به T_3 نسبت داد. طی پژوهشی، Dalir-Naghadeh & Rezaei (2008) گزارش کردند که غلظت T_3 سرم و نسبت T_3 به T_4 در بره‌های در معرض بیماری تحلیل ماهیچه‌ای نسبت به بره‌های سالم کمتر است و با در نظر گرفتن این نکته و با توجه به نسبت بالاتر T_3 به T_4 در گروه دریافت‌کنندهٔ قرص، می‌توان به این نتیجه رسید که تجویز قرص آهستهٔ رهش حاوی سلنیوم با تأمین میزان کافی این عنصر در بهینه شدن میزان ساخت و فعالیت هورمون‌های تیروئیدی (از راه تبدیل T_4 به T_3) و به دنبال آن بهبود سوخت‌وساز عمومی بدن مؤثر است. نتایج این تحقیق با نتایج Alimohamady *et al.* (2013) در بره‌های در حال رشد و Pechova *et al.* (2012) در بزهای پرواری همخوانی دارد. در مقابل، Kumar *et al.* (2008 & 2009) با افزودن سلنیوم به جیرهٔ بره‌های پرواری،

Archive of SID

www.SID.ir

تغییری در غلظت T_3، T_4 و نسبت این دو هورمون مشاهده نکردند. دلیل این امر می‌تواند ناشی از بالا بودن میزان سلنیوم جیرهٔ پایهٔ (۰/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تحقیق ایشان نسبت به این آزمایش (۰/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی، استفاده از قرص آهستهٔ رهش روی، سلنیوم و کبالت در بزها، با تأمین این عنصرهای سبب بهبود شاخص‌های مرتبط با این عنصرهای مانند فعالیت آنزیم پاداکسندگی گلوتاتیون‌پراکسیداز، غلظت ویتامین B_{12} پلاسما و ساخت شکل فعال‌تر هورمون‌های تیروئیدی (T_3) شده و از این راه عملکرد دام را افزایش داد. همچنین استفاده از این قرص‌ها، کاهش معنی‌دار شاخص‌های آسیب بافتی مانند آنزیم کراتین فسفوکیناز را به همراه داشت.

REFERENCES

1. Aliarabi, H. & Fadayifar, A. (2013). Effect of slow-release bolus on some blood metabolites and lambing performance of ewes. *The second international conference on agriculture and natural resources*, 2, 8-10.
2. Alimohamady, R., Aliarabi, H., Bahari, A. A. & Dezfoulian, A. H. (2013). Influence of different amounts and sources of selenium supplementation on performance, some blood parameters, and nutrient digestibility in lambs. *Biological Trace Element Research*, 154, 45-54.
3. Andres, S., Mane, M. C., Sanchez, J., Barrera, R. & Jimenez, A. (1996). Changes in GSHPx and muscle enzyme activities in lambs with nutritional myodegeneration following a single treatment with sodium selenite. *Small Ruminant Research*, 23, 183-186.
4. AOAC. (2000). *Association of Official Analytical Chemist. In: Horwitz W (ed) Official methods of analysis of AOAC International*, (17th ed). AOAC International, Maryland-Gaithersburg, USA.
5. Attia, A. N., Awadalla, S. A., Esmail, E. Y. & Hady, M. M. (1987). Role of some microelements in nutrition of water buffalo and its relation to production. 2. Effect of zinc supplementation. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 18, 91-100.
6. Beckett, G. J. & Arthur, J. R. (2005). Selenium and endocrine systems. *Journal of Endocrinology*, 184, 455-465.
7. Berger, L. B. (2006). Salt and trace mineral for livestock, poultry and other animals. Salt Institute.
8. Bishehsari, SH., Tabatabaei, M. M., Aliarabi, H., Alipour, D., Zamani, P. & Ahmadi, A. (2010). Effect of dietary cobalt supplementation on plasma and rumen metabolites in Mehraban lambs. *Small Ruminant Research*, 90, 170-173.
9. Dalir-Naghadeh, B. & Rezaei, S. A. (2008). Assessmant of serum thyroid hormone concentrations in lambs with selenium deficiency myopathy. *American Journal of Veterinary Research*, 69, 659-663
10. Davis, P. A., McDowell, L. R., Wilkinson, N. S., Buergelt, C. D., Van Alstyne, R., Weldon, R. N., Marshall, T. T. & Matsuda-Fugisaki, E. Y. (2008). Comparative effects of various dietary levels of Se as sodium selenite or Se yeast on blood, wool, and tissue Se concentrations of wether sheep. *Small Ruminant Research*, 74, 149-158.
11. Elamin, K. M., Dafalla, N. A., Abdel Atti, K. A. & Tameem Eldar, A. A. (2013). Effects of zinc supplementation on growth performance and some blood parameters of goat kids in Sudan. *International Journal of Pure and Applied Biological Research and Sciences*, 1, 1.
12. Fadayifar, A. (2014). *Effect of different sources of zinc on growth, some rumen and plasma metabolites of Mehraban male lambs*. Ph.D. thesis. Faculty of Agriculture Bu-Ali Sina University, Iran.
13. Fadayifar, A., Aliarabi, H., Tabatabaei, M. M., Zamani, P., Bahari, A. A., Maleki, M. & Dezfoulian, A. H. (2011). Improvement in lamb performance on barley based diet supplemented with zinc. *Journal of Livestock Science*, 144, 285-289.
14. Faixova, Z., Faix, S., Leng, L., Vaczi, P., Makova, Z. & Szaboova, R. (2007). Haematological, blood and rumen chemistry changes in lambs following supplementation with Se-yeast. *Acta Veterinaria Brno*, 76, 3-8.
15. Garg, A. K., Mudgal, V. & Dass, R. S. (2008). Effect of organic zinc supplemen-tation on growth, nutrient utilization and mineral profile in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 144, 82-96.
16. Jia, W., Xiaoping, Z. H., Wei, Z. H., Jianbo, C. H., Cuihua, G. & Zhihai, J. (2009). Effects of source of supplemental zinc on performance, nutrient digestibility and plasma mineral profile in Cashmere goats. *Asian Australian Journal of Animal Science*, 22, 1648-1653.
17. Jia, W. B., Jia, Z. H., Zhang, W., Wang, R. L., Zhang, S. W. & Zhu, X. P. (2008). Effects of dietary zinc on performance, nutrient digestibility and plasma zinc status in Cashmere goats. *Small Ruminant Research*, 80, 68-72.

Archive of SID

www.SID.ir

18. Josef, K. & Ouml, H. (1999). The trace element selenium and the thyroid gland. *Biochemie*, 81, 527-533.
19. Juniper, D. T., Phipps, R. H., Jones, A. K. & Bertin, G. (2006). Selenium supplementation of lactating dairy cows: effect on selenium concentration in blood, milk, urine and feces. *Journal of Dairy Science*, 89, 3544-3551.
20. Kachuee, R., Moeini, M. M. & Souri, M. (2013). The effect of dietary organic and inorganic selenium supplementation on serum Se, Cu, Fe and Zn status during the late pregnancy in Merghoz goats and their kids Merghoz goats and their kids. *Small Ruminant Research*, 110, 20- 27.
21. Kadim, I. T., Johnson, E. H., Mahgoub, O., Srikandakumar, A., Al-Ajmi, D., Ritchie, A., Annamalai, K. & Al-Halhali, A. S. (2003). Effect of low levels of dietary cobalt on apparent nutrient digestibility in Omani goats. *Animal Feed Science and Technology*, 109, 209-216.
22. Kendall, N. R., Jackson, D. W., Mackenzie, A. M., Illingworth, D. V., Gill, I. M. & Telfer, S. B. (2001a). The effect of zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on the trace element status of extensively grazed sheep over winter. *Animal Science*, 73, 163-169.
23. Kendall, N. R., Mackenzie, A. M. & Telfer, S. B. (2001b). The effect of a copper, cobalt and selenium soluble glass bolus given to grazing sheep. *Livestock Production Science*, 68, 31-39.
24. Kendall, N. R., Mackenzie, A. M. & Telfer, S. B. (2012). The trace element and humoral immune response of lambs administered a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus. *Livestock Science*, 148, 81-86.
25. Kojouri, G. A., Jahanabadi, S., Shakibaie, M., Ahadi, A. M. & Shahverdi, A. R. (2012). Effect of selenium supplementation with sodium selenite and selenium nanoparticles on iron homeostasis and transferrin gene expression in sheep: a preliminary study. *Research in Veterinary Science*, 93, 275-278.
26. Kumar, M., Garg, A. K., Dass, R. S., Chaturvedi, V. K., Mudgal, V. & Varshney, V. P. (2009). Seleniumsupplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 153, 77-87.
27. Kumar, N., Garg, A. K. & Mudgal, V. (2008). Effect of different levels of selenium supplementation ongrowthrate, nutrient utilization, blood metabolic profile, and immune response in lambs. *Biological Trace Element Research*, 126, S44-56.
28. MacDonald, R. S. (2000). The role of zinc in growth and cell proliferation. *Journal of Nutrition*, 130, 1500-1508.
29. Mburu, J. N., Kamau, J. M. Z. & Badamana, M. S. (1993). Changes in serum levels of vitamin B12, feed, live weight and haematological parameters in cobalt deficient small East African goats. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research*, 63, 135-139.
30. McDowell, L. R. (1992). *Minerals in Animal and Human Nutrition*. Academic, London.
31. McDowell, L. R. (2003). *Minerals in Animal and Human Nutrition*. New York, Academic Press.
32. Miller, W. J. (1970). Zinc nutrition of cattle. A review. *Journal of Dairy Science*, 53, 1123-1135.
33. Mohri, M., Ehsani, A., Norouzian, M. A., Heidarpour, M. & Seifi, H. A. (2011). Parenteral selenium and vitamin E supplementation to lambs: hematology, serum biochemistry, performance, and relationship with other trace elements. *Biological Trace Element Research*, 139, 308-316.
34. NRC (2007). *National Research Council (Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids.* National Academy Press, Washington, DC.
35. NRC. (1985). *Nutrient Requirements of Sheep.* (5th ed). National Academy of Sciences, Washington, DC.
36. Pal, D. T., Gowda, N. K. S., Prasad, C. S., Amarnath, R., Bharadwaj, U., SureshBabu, G. & Sampath, K. T. (2010). Effect of copper and zinc-methionine supplementatio n on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 24, 89-94.
37. Pechova, A., evcikova, L., Pavlata, L. & Dvorak, R. (2012). The effect of various forms of selenium supplied to pregnant goats on selected blood parameters and on the concentration of Se in urine and blood of kids at the time of weaning. *Veterinarni Medicina*, 57(8), 394–403.
38. Puchala, R., Sahlu, T. & Davis, J. (1999). Effects of zinc-methionine on performance of Angora goats. *Small Rumininant Research*, 33, 1-8.
39. Qin, S., Gao, J. & Huang, K. (2007). Effects of different selenium sources on tissue selenium concentrations, blood GSH-Px activities and plasma interleukin levels in finishing lambs. *Biological Trace Element Research*, 116, 91-102.
40. Ramirez, B. E., Hernandez, C. E., Hernandez, C. L. M. & Tortora, P. J. L. (2004). Effect of parenteral supplement with sodium selenite on lamb mortality and hematic values of selenium. *Agrociencia*, 38, 43-51.
41. Rimbach, G., Walter, A., Most, E. & Pallauf, J. (1998). Effect of microbial phytase on zinc bioavailability and cadmium and lead accumulation in growing rats. *Food and Chmical Toxicology*, 36, 7-12.

Archive of SID

www.SID.ir

42. SAS Institute. (2004). User's Guide. Version 9.1: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.
43. Shi, L., Xun, W., Yue, W., Zhang, C., Ren, Y., Shi, L., Wang, Q., Yang, R. & Lei, F. (2011). Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium ongrowthperformance, Se concentration and antioxidant status ingrowing male goats. *Small Ruminant Research*, 96, 49-52.
44. Suttle, N. F. (2010). *Mineral Nutrition of Livestock* (4th ed). CAB International, Oxford, UK.
45. Tiffany, M. E. & Spears, J. W. (2005). Differential responses to dietary cobalt in finishing steers fed corn vs. barley-base diets. *Journal of Animal Science*, 83, 2580-2589.
46. Tomlinson, D. & Socha, M. (2003). More cobalt for mature cows?. *Feed. Int*., 8, 20-22.
47. Underwood, E. J. & Suttle, N. F. (1999). *The mineral nutrition of livestock*. CAB international, Wallingford, U.K.
48. Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods of dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3587.
49. Vignola, G., Lambertini, L., Mazzone, G., Giammarco, M., Tassinari, M., Martelli, G. & Bertin, G. (2009). Effects of selenium source and level of supplementation on the performance and meat quality of lambs. *Meat Science*, 81, 678-685.
50. Wang, R. L., Kong, X. H., Zhang, Y. Z., Zhu, X. P. & Narenbatu, Z. H. (2007). Influence of dietary cobalt on performance, nutrient digestibility and plasma metabolites in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 135, 346-352.
51. Zaboli, Kh., Aliarabi, H., Tabatabaei, M. M., Bahari, A. A. & Zareighane, Z. (2013). Effect of zinc oxide nano particle and zinc oxide on performance and some blood parameters in male Markhoz goat kids. *Animal Production Research*, 2, 29-41.

Archive of SID

www.SID.ir