

تأثیر سه منبع کروم بر صفات رشد، فراسنجه‌های تخمیر، جمعیت پروتوزوایی و برخی متابولیت‌های خون در بره‌های نر مهربانی

- محمد ابراهیم نوریان سرور (نویسنده مسئول)
استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.
- مسعود حقی قبادی
دانشجو دکتری دامپزشکی، گروه علوم پایه؛ دانشکده دامپزشکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.
- کیارش اسکندری
دانش آموخته دکتری دامپزشکی، گروه علوم پایه؛ دانشکده دامپزشکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.
- محمد مهدی معینی
دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳۳۶۷۶۰۶

Email: menooriyan@razi.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2018.121012.1654

چکیده

هدف این مطالعه بررسی تأثیر سه منبع کروم (نانو، آلی و بن‌زآ) بر عملکرد رشد، تخمیر شکمبه، برخی متابولیت‌های خونی و جمعیت پروتوزوایی بره‌های پرواری مهربانی بود. تعداد ۲۸ رأس بره نر مهربان (میانگین وزن ۲۷/۳۰ کیلوگرم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در چهار گروه ۷ رأسی به مدت ۶۳ روز در فصل سرما در آغل بدون سیستم گرمایش در دمای بین ۶- تا ۱۴/۶ درجه سانتی‌گراد پروار شدند. مصرف خوراک روزانه بره‌ها ثبت و مایع شکمبه از طریق لوله مری جمع‌آوری شد (روز ۰ و ۴۰ و ۶۰ پروار) و نمونه‌های خون در روزهای ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ آزمایش از سبزه‌ک و داج هر دام گرفته شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: شاهد (جیره پایه)، جیره پایه به علاوه ۸ میلی-گرم کروم متیونین، جیره پایه به علاوه ۰/۸ میلی‌گرم کروم نانو (خلوص ۹۹ درصد) و جیره پایه به علاوه ۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کروم بن‌زآ (نانوکیلات). نتایج نشان داد بره‌های دریافت‌کننده کروم متیونین نسبت به تیمار شاهد وزن نهایی و افزایش وزن روزانه بیشتری داشتند ($P=0/05$). افزایش وزن نهایی بره‌های دریافت‌کننده مکمل نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ($P=0/09$). در مقایسه با تیمار شاهد، ماده خشک مصرفی بره‌های گروه کروم نانو کاهش و گروه کروم بن‌زآ افزایش یافت ($P=0/001$). ضریب تبدیل گروه‌های دریافت‌کننده کروم متفاوت از گروه شاهد نبود ($P=0/11$). میزان گاز تولیدی، تجزیه‌پذیری ماده آلی و انرژی متابولیسمی در بره‌های دریافت‌کننده کروم متیونین و کروم بن‌زآ در روز ۶۰ آزمایش بالاتر از سایر گروه‌ها بود ($P<0/001$). نیتروژن آمونیاکی در بره‌های دریافت‌کننده کروم آلی و بن‌زآ در روزهای ۴۰ و ۶۰ نسبت به گروه‌های دیگر کاهش یافت ($P<0/05$). اسیدهای چرب فرار کل مایع شکمبه بره‌های مکمل شده با کروم در روز ۴۰ افزایش یافت ($P=0/03$). جمعیت پروتوزوایی تحت تأثیر افزودن مکمل کروم به جیره قرار نگرفت ($P<0/05$). آلومین سرم بره‌های دریافت‌کننده نانو کروم در مقایسه با گروه شاهد ۷/۴۲ درصد کاهش و غلظت اوره خون بره‌های دریافت‌کننده انواع مکمل کروم نسبت به گروه شاهد حداکثر ۲۵ درصد کاهش نشان داد ($P<0/05$). نتایج کلی نشان داد که اضافه نمودن کروم متیونین و کروم بن‌زآ سبب افزایش رشد بره‌ها شد ولی تأثیری بر جمعیت پروتوزوآ و سود ناخالص نداشت.

واژه‌های کلیدی: افزایش وزن روزانه، بره، پروتوزوآ، تخمیر شکمبه، کروم

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 123 pp: 149-166

Effects of three sources of chromium on growth traits, fermentation parameters, protozoa population and some blood metabolites in Mehraban male lambs

By: Mohammad Ebrahim Nooriyan Soroori^{1*}, Haghi Ghobadi², M, Eskandari, K³, Moeini, M.M⁴

1 Assistant Professor, Animal Science Department, Agriculture Faculty, Agricultural and Natural Resources Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

2 PhD Candidate in Veterinary Medicine, School of Veterinary Medicine, Razi University, Kermanshah, Iran.

3 PhD Candidate in Veterinary Medicine, School of Veterinary Medicine, Razi University, Kermanshah, Iran.

4 Associate Professor, Department of Animal Science, Agricultural and Natural Resources Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran.

Received: March 2018

Accepted: September 2018

The aim of this study was to evaluate the effect of three sources of chromium (Nano-Cr, Met-Cr and Bonza-Cr) on growth performance, ruminal fermentation, some blood metabolites and rumen protozoan population in Mehraban fattening lambs. Twenty-eight lambs 7 month of age (mean body weight of 27.30 ± 3.98 kg), were randomly allocated to four dietary treatments for 63 days during winter season, -6 to 15 centigrade, using completely randomized design. Daily dry matter intake was recorded, rumen liquor was collected via esophageal tube (days 40 and 60) and blood samples were taken on days 15, 30, 45 and 60 of experiment through the jugular vein of lambs. The experimental treatments were: Control (basal diet), basal diet plus 8 mg/Kg DM Met-Cr, basal diet plus 0.8 mg/Kg DM Nano-Cr and basal diet plus 0.8 mg/Kg DM of Bon-Cr (synthesized by Sodour Ahrar Shargh Company using nano chelating technology). The results showed that, lambs received Met-Cr had more final body weight and average daily gain compare to control ($P < 0.05$). Supplemented groups also tended to have more final body weight than control lambs ($P = 0.09$). The dry matter intake of lambs in Nano-Cr group was decreased ($P = 0.001$) and of lambs in Bon-Cr group was increased ($P = 0.001$) compared with control group. The feed conversion ratio of Cr supplemented groups were not different from that of control group ($P = 0.11$). The gas production, organic matter degradability and metabolizable energy in lambs receiving Met-Cr and Cr-Bonza on day 60 were higher than those of other groups ($P < 0.001$). The ammonia nitrogen decreased ($P < 0.05$) in lambs receiving Met-Cr and Bon-Cr compared to other groups on days 40 and 60 of experiment. Total volatile fatty acids of rumen liquor of lambs supplemented with Cr were increased ($P = 0.03$) compare to control on day 40 of experiment. The protozoa count did not influence due to incorporation of Cr to diet ($P > 0.05$). The serum albumin of lambs received Nano-Cr and blood urea concentration of Cr supplemented animals were affected ($P < 0.05$). The overall results indicated that the addition of Met-Cr and Bonza-Cr increased the growth of lambs, but it did not affect the population of protozoa and gross profits.

Key words: average daily gain; lamb; protozoa; rumen fermentation; chromium.

مقدمه

داشته باشند. اگر چه نیاز غذایی گوسفندان به کروم دقیقاً مشخص نیست ولی در زمان استرس افزایش می یابد (Suttle, 2010). کروم در نشخوارکنندگان برای بهبود سوخت و ساز ضروری است (NRC, 2007) و احتمال می رود سبب بهبود صفات رشد در تنش سرمایی گردد. پاسخ متابولیکی کرم به فرم شیمیایی آن بستگی دارد و تأثیر نوع آلی آن نسبت به غیر آلی بیشتر آن است

تاکنون مطالعه ای در خصوص تأثیر کروم بر صفات رشد، تخمیر شکمبه و پروتوزوآ در شرایط سرد سالن و کمتر از دمای مطلوب پرورش بره ها (۱۰-۲۵ درجه سانتی گراد) (Rodriguez و همکاران، ۲۰۱۶) گزارش نشده است؛ هر چند این دمای مطلوب متعلق به گوسفندان غیر ایرانی است. گوسفند مهربانی بومی مناطق سردسیر بوده و در شرایط تنش سرمایی ممکن است رشد کمتری

آلی و معدنی مشاهده نشده است (Mostaf-Tehrani و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین؛ استفاده از مکمل کروم (۰/۲۵ میلی-گرم در هر کیلوگرم ماده خشک) در جیره دو نژاد سافولک و رامبویه (Arvizu و همکاران، ۲۰۱۱) و (۰/۲۵۰، ۰/۳۷۵ و ۰/۵۰۰ میلی‌گرم کروم در هر روز در جیره بره‌ها (Dallago و همکاران، ۲۰۰۱) تأثیری بر افزایش وزن روزانه و وزن زنده نهایی بره‌ها نداشت. افزودن ۰/۸ میلی‌گرم کروم آلی پیکولینات (Besong و همکاران، ۲۰۰۱) و ۰/۴ و ۰/۸ میلی‌گرم کروم متیونین (Kegley و همکاران، ۲۰۰۰) در هر کیلوگرم ماده خشک جیره گوساله گوستی به روش دام زنده تأثیری بر ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه و غلظت اسیدهای چرب فرار کل مایع شکمبه آنها نداشته است. جمعیت پروتوزوآبی در گوسفندان تغذیه شده با کروم آلی نیز کاهش نشان داده‌اند (Dallago و همکاران، ۲۰۱۱).

کروم نانو و بن‌زآ از جدیدترین منابع آلی کروم هستند که به غیر از نوع کروم-متیونین ارایه شده‌اند. تأثیرات آنها بر صفات رشد، تخمیر شکمبه و پروتوزوآ خصوصاً در شرایط سرما و کمتر از دمای مطلوب بره‌های پرواری مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا این مطالعه با هدف بررسی تأثیر انواع کروم آلی، نانو و بن‌زآ بر صفات مذکور در شرایط کمتر از حد مطلوب بره‌های مهربان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در فصل زمستان، تعداد ۲۸ رأس بره‌ی نر ۷ ماهه مهربان (متوسط وزن ۲۷/۳ کیلوگرم) به صورت تصادفی در چهار گروه ۷ رأسی تقسیم بندی و در باکس‌های انفرادی برای مدت ۷۷ روز (۱۴ روز عادت‌پذیری و ۶۳ روز آزمایش) نگهداری شدند. بره‌ها در مدت ۶۳ روز آزمایش اصلی دسترسی آزاد به جیره پرواری کاملاً مخلوط (TMR) و آب داشتند و روزانه در ساعات ۸ صبح، ۱۳ و ۱۹ عصر تغذیه می‌شدند. کل مدت ۶۳ روز پروار به سه دوره ۲۱ روزه تقسیم و نسبت علوفه به کنسانتره در دوره اول، دوم و سوم به ترتیب ۴۰ به ۶۰؛ ۳۰ به ۷۰ و ۲۵ به ۷۵ بود.

(Page و همکاران، ۱۹۹۳) و مشخص شده است قابلیت جذب انواع کروم آلی (کروم-متیونین) ۲۰ تا ۳۰ درصد بیشتر از نوع غیر آلی آن است (Mowat، ۱۹۹۷).

مطالعات نشان داده است استفاده از مکمل آلی کروم در گوساله-های پرواری افزایش وزن و خوراک مصرفی را بهبود داده است (Mittal و Boakye، ۱۹۹۳). در مطالعه Soltan و همکاران (۲۰۱۲) استفاده از مکمل کروم افزایش وزن گوساله‌ها را نسبت به شاهد ۷/۵ درصد بهبود بخشیده است. همچنین استفاده از کروم (صفر، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک) در گوساله‌ها افزایش وزن و ضریب تبدیل را در طی ۵۶ روز بهبود بخشید (Bernhard و همکاران، ۲۰۱۲). در بره‌های پرواری نیز استفاده از سه سطح کروم (۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ میلی‌گرم در هر کیلوگرم)، فقط سطح ۰/۳ میلی‌گرم در مقایسه با شاهد وزن نهایی بره‌ها را (از ۴۶/۱ کیلوگرم به ۴۹/۱ کیلوگرم) افزایش داده است (Kraidees و همکاران، ۲۰۰۹). در بزها نیز مکمل معدنی کروم ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن روزانه را بهبود بخشیده است (Halder و همکاران، ۲۰۰۷). در بره‌های پرواری سنجابی نیز استفاده از ۰/۸ میلی‌گرم کروم نانو و کروم متیونین نشان داد که کروم آلی نسبت به دو گروه شاهد و کروم نانو، می‌تواند افزایش وزن روزانه را (۱۶۵ گرم در مقابل ۱۴۰ و ۱۴۶ گرم در روز) بدون تأثیر بر ضریب تبدیل و ماده خشک مصرفی بهبود ببخشد (قبصری، ۱۳۹۵).

بر خلاف نتایج فوق، در مطالعه Emami و همکاران (۲۰۱۳) افزودن سه سطح کروم-متیونین (۰/۵ و ۱/۵ میلی‌گرم در روز) در جیره پرواری بزهای نر مهابادی نیز هیچ‌گونه تأثیری بر صفات وزن نهایی، افزایش وزن روزانه، ماده خشک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک و همچنین غلظت نیترژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار نداشته است. در این بزها، تعداد پروتوزوآ کاهش نشان داد. همچنین؛ افزودن ۲۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم کروم آلی (نیکوتینیک کروم) ماده خشک مصرفی بره‌های شال را کاهش ولی تأثیری بر وزن‌ها هفته ۶ و ۱۲، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک آنها نداشته است؛ در این مطالعه تفاوتی بین کروم

جدول ۱ - اجزاء و ترکیبات شیمیایی جیره‌ی آزمایشی (درصد ماده خشک مصرفی)

ردیف	اجزاء جیره	سه هفته اول	سه هفته دوم	سه هفته سوم
۱	یونجه	۴۰	۳۰	۲۵
۲	ذرت	۱۶	۱۸	۲۱/۲۵
۳	جو	۱۷	۱۹	۱۹
۴	کود مرغی فرآوری شده	۱۳	۱۵	۱۶
۵	سبوس	۹/۷۵	۱۴/۲	۱۵
۶	نمک	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
۷	اوره	۱	۰/۳	۰
۸	بی کربنات سدیم	۱	۱/۲۵	۱/۵
۹	مکمل معدنی*	۱/۵	۱/۵	۱/۵
۱۰	دی کلسیم فسفات	۰/۵	۰/۵	۰/۵
سهم کنسانتره به علوفه				
		۴۰ به ۶۰	۳۰ به ۷۰	۲۵ به ۷۵

ترکیب شیمیایی جیره

ردیف	ماده خشک	۹۰/۱۲	۹۰	۹۰
۱	ماده خشک	۹۰/۱۲	۹۰	۹۰
۲	انرژی قابل سوخت و ساز (مگا کالری / کیلوگرم ماده خشک)	۲/۷	۳/۰	۳/۵۳
۳	پروتئین خام (درصد)	۱۴/۵	۱۳/۱۷	۱۲
۴	پروتئین خام (گرم در روز)	۱۷۴	۱۷۰	۱۸۵
۵	پروتئین قابل متابولیسم (گرم در روز)	۱۱۸	۱۲۹	۱۴۶
۶	لیاف شوینده‌ی خنثی (درصد)	۳۲	۳۱	۳۰
۷	لیاف شوینده‌ی اسیدی (درصد)	۲۴/۲۶	۲۳	۲۲

*کلسیم ۱۰۰، فسفر ۴۰، منیزیم ۲۰ گرم و روی ۴۷۶۵، کبالت ۵۰، ید ۷۱/۵، سلنیوم ۳۵/۵، منگنز ۳۰۰۰، مس ۱۱۹۰، بیوتین ۵۰، کولین پوشش دار ۷۰۰۰۰ و مونسین ۱۲۵۰ میلی گرم. ویتامین E ۳۰۰۰، ویتامین A ۹۵۵۰۰۰ و ویتامین D3 ۲۰۰۰۰ واحد بین المللی (شرکت پارس مین ویت).

انجمن ملی تحقیقات گوسفندان (۱۹۸۵) برای بره‌های با افزایش وزن ۳۰۰ گرم در روز متوازن گردید (جدول ۱). بر اساس پیشنهاد انجمن ملی تحقیقات (۱۹۸۵)، با افزایش سن نیاز دام به انرژی افزایش و پروتئین کاهش می‌یابد. لذا نیاز دام‌ها در سه جیره برای سه دوره ۲۱ روزه طراحی شد به نحوی که با افزایش سن پروتئین و انرژی به ترتیب کاهش و افزایش داشت.

آزمایش از ۲۸ آذر ماه ۱۳۹۴ شروع و تا ۳۰ بهمن به مدت ۶۳ روز ادامه پیدا کرد. در طی این مدت دمای آغل به صورت روزانه ثبت گردید (جدول ۲).

تیمارهای مورد مطالعه (جیره‌ها) عبارت بودند از: ۱؛ شاهد (جیره پایه)، ۲؛ جیره پایه به علاوه ۸ میلی گرم کروم متیونین (آلی) (شرکت صدور احرار شرق)، ۳؛ جیره پایه به علاوه ۰/۸ میلی گرم کروم نانو (خلوص ۹۹ درصد) و ۴؛ جیره پایه به علاوه ۰/۸ میلی گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جیره کروم بن‌زآ (نانوکیلات - شرکت صدور احرار شرق). کروم بن‌زآ با استفاده از تکنولوژی نانو کیلات سنتز شده است. مقادیر کروم ابتدا با سبوس مخلوط و قبل از توزیع غذا با تحریک بره‌ها به خوردن، در آخور آنها ریخته شده و بره‌ها کاملاً سبوس حاوی کروم را استفاده کردند. جیره پایه سه دوره ۲۱ روزه پروار (۶۳ روز) بر اساس توصیه

جدول ۲ - کمینه، بیشینه و میانگین دمای آغل در طول مدت آزمایش.

دمای سالن (سانتی گراد)			زمان آزمایش
متوسط دما	بیشینه دما	کمینه دما	هفته
۴/۱	۱۰/۰	-۱/۴	دو هفته سازگاری
۳/۱	۸/۵	-۱/۵	اول
۳/۵	۹/۷	-۱/۹	دوم
۳/۵	۷/۳	۰/۰۰	سوم
۳/۷	۱۱/۴	-۳/۲	چهارم
۶/۴	۱۴/۶	-۲/۰	پنجم
۲/۰	۵/۴	-۱/۳	ششم
۱/۳	۸/۴	-۶/۰	هفتم
۴/۳	۱۱/۵	-۲/۳	هشتم
۴/۷	۱۱/۸	-۳/۴	نهم
۳/۸۸	۱۰/۴۸	-۲/۴۷	کل

ضریب تفکیک پذیری (میلی گرم ماده آلی تجزیه شده بخش بر گاز تولیدی) جیره‌های آزمایشی چهار تیمار انجام شد. لذا مایع شکمبه در روزهای ۴۰ و ۶۰ آزمایش و در حالت ناشتا با استفاده از لوله‌ی مری از همه گوسفندان چهار تیمار دریافت شد، و توسط چهار فلاسک جداگانه برای هر چهار تیمار به آزمایشگاه منتقل شد. در شرایط بی‌هوازی مایع شکمبه با نسبت یک به دو؛ با بافر بی‌کربنات مخلوط و سپس میزان ۳۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه‌ی بفری به هر یک از بطری‌های ویتن حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم جیره‌ی پایه (جدول ۱) اضافه شد (Steingass و Menke, ۱۹۸۸). از هر فلاسک تعداد ۷ تکرار (۷ بطری ۱۲۰ میلی‌لیتری) و به تعداد کل ۲۸ بطری؛ تهیه گردید. محیط‌های تخمیر یا همان بطری‌های ویتن ۱۲۰ میلی‌لیتری (Wheaton Bottle) و محتویات داخل آن در دمای ۳۹ درجه سلسیوس و به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری (انکوباسیون) شد.

انرژی قابل سوخت و ساز تیمارهای مورد مطالعه با استفاده از رابطه (۱) برآورد گردید (Menke و همکاران، ۱۹۷۹).

$$ME_{MJ/kg DM} = [(2/2) + (0/136 \times GP) + (0/0057 \times CP) + (0/00029 \times EE^2)] \quad (\text{رابطه ۱})$$

مقادیر مصرفی و باقیمانده خوراک هر بره به صورت روزانه ثبت و به صورت هفتگی از خوراک مصرفی و باقیمانده نمونه‌هایی برای تعیین آنالیز تقریبی (ماده خشک، ماده آلی، عصاره اتری، پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (AOAC, ۱۹۹۵)) در کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شد. به این صورت که روزانه از جیره مورد استفاده یک کیلوگرم برداشته و در پایان هفته کلیه خوراک‌ها جمع‌آوری شده مخلوط و یک نمونه از آن برداشته شد. در پایان کلیه نمونه‌های هر هفته نیز با دقت تمام با هم مخلوط و آسیاب شد. سپس به چهار دسته تقسیم و مشابه تیمارها به آنها کروم افزوده و مخلوط گردید. مقدار ماده خشک جیره، خاکستر، پروتئین خام، عصاره اتری و NDF بر اساس روش‌های استاندارد تعیین گردید (AOAC, ۱۹۹۵). با هدف دستیابی به صفات رشد و ضریب تبدیل خوراک، بره‌ها هر هفته و در طی ۹ هفته پیاپی و به صورت ناشتا در صبحگاه با ترازوی دیجیتال وزن کشی شدند.

آزمون تولید گاز

این بخش از آزمایش با هدف اندازه‌گیری فراسنجه‌های تخمیر گاز تولیدی، انرژی قابل سوخت و ساز، تجزیه پذیری ماده آلی و

روی تا زمان آزمایش در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. غلظت نیترژن آمونیاکی به وسیله روش فنول-هیوکلریت و با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر تعیین گردید (Broderick و Kang، ۱۹۸۰).

به منظور تعیین غلظت کل اسیدهای چرب فرار بلافاصله پس از گرفتن مایع شکمبه از گوسفندان مصرف کننده مکمل های کروم، مایع شکمبه هر گوسفند با اسید فسفریک ۲۰ درصد (۴ مایع شکمبه و ۱ اسید فسفریک) رقیق گردید. نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه باقی ماند تا پروتئین محلول رسوب کند، سپس سانتریفیوژ (دمای ۴ درجه، ۱۴۰۰۰، ۱۵ دقیقه) شد. محلول رویی تا زمان آزمایش در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. غلظت کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول در لیتر) به روش Reid و Barnett (۱۹۵۷) با استفاده از دستگاه مارخام برآورد شد.

در این روش مقدار ۲ میلی لیتر از مایع شکمبه تصفیه شده و ۲ میلی لیتر از محلول بافر اگزالات (اسید اگزالیک ۵ درصد و اگزالات پتاسیم ۱۰ درصد با نسبت ۱ به ۱) به دستگاه شیشه ای مارخام تزریق شد. در حین حرارت به دستگاه، بقایای تقطیر شده در ارلن داخل حمام یخ جمع گردید. سپس به محتویات داخل ارلن ۳ تا ۴ قطره فنل فتالین اضافه شده و در پایان محلول داخل ارلن توسط سود ۰/۱ نرمال تیترا شد. بعد از افزودن سود رنگ محلول باید کاملاً صورتی شود. غلظت کل اسیدهای چرب فرار بر اساس رابطه ۳ محاسبه گردید.

VFA mmol/L = (رابطه ۳)

$$\left[\left(\frac{N \times 0.01}{RF} \right) \times 1.2 \right] \times 1000$$

در این رابطه N حجم سود مصرفی به هنگام تیتراسیون، RF حجم مایع شکمبه که ۱ میلی لیتر است، ۱/۲ ضریب رقت مایع شکمبه و ۱۰۰۰ ضریب تبدیل غلظت اسید چرب کوتاه زنجیر در لیتر است.

که در این رابطه، ME انرژی قابل سوخت و ساز (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)، GP: گاز تولیدی ساعت ۲۴ (میلی لیتر)، CP: پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، و EE: عصاره اتری (گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود.

ماده ای آلی تجزیه شده (OMDe) نیز به کمک رابطه ۲ محاسبه شد (Vercoe و همکاران، ۲۰۱۰).

$$\text{OMDe (mg)} = c - (a - b) \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در معادله مذکور OMDe: ماده آلی تجزیه نشده برحسب میلی گرم؛ C: ماده آلی وزن شده در هر بطری (میلی گرم)، a مقدار مواد تجزیه نشده در هر بطری (a mg)، b مقدار خاکستر مواد تجزیه نشده در هر بطری (b mg) است.

بعد از اندازه گیری حجم گاز تولیدی در طی ۲۴ ساعت نگهداری در گرمخانه، محتویات داخل بطری شیشه ای ویتن به داخل یک بشر انتقال داده شد و توسط محلول شوینده خنثی و حرارت به مدت یک ساعت در دستگاه مجهز به سرد کننده شسته شد. سپس محتویات داخل محلول شوینده توسط کاغذ صافی بدون خاکستر تصفیه و باقی مانده توسط آون در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس، به مدت ۱۰ ساعت خشک شد. با کسر نمودن وزن بوته خالی از بوته با محتویات بعد از آون، مقدار مواد تجزیه نشده در هر بطری (a) محاسبه شد. سپس بوته و محتویات داخل آن به کوره انتقال داده شد و در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس مقدار خاکستر آن (b) محاسبه شد. با کسر نمودن مقدار b از a، ماده آلی تجزیه نشده برحسب میلی گرم محاسبه شد.

نیترژن آمونیاکی و کل اسیدهای چرب فرار

در روزهای ۴۰ و ۶۰ آزمایش و در حالت ناشتا (۷/۳۰ صبح) با استفاده از لوله ای مری از همه گوسفندان و از هر گوسفند مقدار ۵۰ سی سی مایع شکمبه دریافت شد. دقیقاً پس از گرفتن مایع شکمبه از گوسفندان شاهد و همه گوسفندان مصرف کننده مکمل های کروم، مایع شکمبه هر گوسفند با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال (۱ مایع شکمبه و ۵ اسید) رقیق شد. سپس نمونه تهیه شده سانتریفیوژ (۴ درجه سلسیوس، ۱۵۰۰۰ دور، ۱۰ دقیقه) و محلول-

شمارش جمعیت پروتوزوآ

صبح خون‌گیری انجام شد. خون در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد جمع‌آوری و بعد از جداسازی پلاسما متابولیت‌های خونی آلبومین، پروتئین کل، اوره خون، کراتنن، تری گلیسرید و کلسترول آن توسط کیت‌های آزمایشگاهی پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای مقایسه بین تیمارها؛ داده‌های صفات رشد، خوراک، تخمیر شکمبه و پروتوزوآ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS ۲۳ (۲۰۱۶) به روش آنالیز یک طرفه (One Way Anova) تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن و بر اساس مدل آماری $Y_{ijk} = \mu + T_i + e$ انجام گرفت. که در آن، Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار و ϵ_{ijk} مقدار باقیمانده بود.

مقایسه فراسنجه‌های تخمیر و پروتوزوآی بین مرحله روز ۴۰ با روز ۶۰ نیز به روش آزمون تی جفت شده (غیرمستقل) انجام شد. داده‌های متعلق به متابولیت‌های خونی به روش اندازه‌های تکرار پذیر در زمان (Repeated Measurements) تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

صفات رشد

وزن نهایی بره‌های دریافت کننده کروم متیونین (آلی) در مقایسه با گروه شاهد ۵/۱ و گروه نانو کروم ۵/۶ کیلوگرم بیشتر بود (۰/۰۴۵ = P). ماده خشک مصرفی بره‌های مصرف کننده کروم متیونین برابر بره‌های گروه شاهد بود.

مایع شکمبه گرفته شده از همه بره‌ها (۲۸ رأس) در ۲۸ لوله فالکون به صورت مجزا با محلول فرمال سالین (مقدار ۸/۱ گرم NaCl در ۹۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید و سپس مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر فرمالین ۳۶ درصد به آن افزوده شد) با نسبت ۱ به ۵ ترکیب و تا روز شمارش در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد. جمعیت پروتوزوآی مژکدار انتودینیها، افریواسکالکس کاوداتوس، افریواسکالکس پورکینجی، دیپلودینیها، اپی‌دینویم‌ها، ایزوتریچیدا، داسی تریچیدا و پروتوزوآی کل (Dehority، ۲۰۰۳) با استفاده از لام هموسیتومتر و میکروسکوپ نوری (مدل Nikon, YS 100) با عدسی ۱۰X (بزرگنمایی ۱۰۰) در ۳ تکرار برای هر بره از هر تیمار شمارش گردید. دو نوع پروتوزوآ ایزو و داسی تریچیدا با عدسی ۴۰X (بزرگنمایی ۴۰۰) از هم تفکیک شدند. با هدف کنترل دقیق شناسایی انواع پروتوزوآ از اطلس شناسایی پروتوزوآ (Imai و Ogimoto، ۱۹۸۱) استفاده شد. تعداد پروتوزوآ در هر میلی‌لیتر مایع شکمبه بر اساس رابطه ۴ محاسبه شد.

$$NPml = \frac{N}{[areamm \cdot Dmm \cdot \frac{1}{n}]} \times 1000 \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در این رابطه؛ NP تعداد پروتوزوآی شمارش شده در هر میلی‌لیتر، N تعداد پروتوزوآ در هر بار شمارش لام، area mm مساحت هر بخش لام (۱ میلی متر مربع)، Dmm عمق هر بخش لام (۰/۱ میلی متر) و $\frac{1}{n}$ ضریب رقت (یک پنجم) است.

متابولیت‌های خونی

در روزهای ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ از ورید وداج گردن همه ۲۸ رأس بره متعلق به چهار تیمار، ۶ ساعت بعد از وعده خوراکی دهی

جدول ۳- اثر انواع کروم (نانو، آلی و بن زآ) بر صفات رشد و خوراک مصرفی بره‌های مهربانی.

شاخص آماری	SEM	تیمارها (منبع کروم)				صفات رشد
		بن زآ	متیونین	نانو	شاهد	
سطح معنی داری						
۰/۱۳۹	۰/۷۴	۲۷/۱	۲۹/۶	۲۶/۰	۲۷/۸	وزن اولیه بدن (کیلوگرم)
۰/۰۴۵	۰/۸۰	۴۶/۲ ^{ab}	۴۹/۸ ^a	۴۴/۲ ^b	۴۴/۷ ^b	وزن نهایی (کیلوگرم)
۰/۰۹۰	۰/۶۲	۱۹/۱	۲۰/۲	۱۸/۲	۱۶/۹	افزایش وزن کل (کیلوگرم)
۰/۰۳۵	۹/۵۴	۳۰/۲ ^{ab}	۳۲/۱ ^a	۲۸/۸ ^b	۲۶/۸ ^b	افزایش وزن روزانه (گرم/روز)
۰/۰۰۱	۴۶/۲۴	۱۶۴۹ ^a	۱۵۳۴ ^b	۱۳۸۱ ^c	۱۵۱۳ ^b	ماده خشک مصرفی (گرم/روز)
۰/۱۱۱	۰/۲۰	۵/۴۶	۴/۷۷	۴/۷۹	۵/۶۴	ضریب تبدیل خوراک
۰/۰۸۵	۱۳۶۳۱	۱۳۱۹۶۹	۱۲۱۷۸۰	۱۰۷۷۱۶	۱۱۷۰۳۳	هزینه خوراک کل دوره (تومان)
۰/۳۰۵	۳۵۷۵	۴۴۴۹۵۰	۴۱۹۳۲۰	۳۹۹۹۶۰	۳۷۰۹۲۰	درآمد حاصل از اضافه وزن (تومان)
۰/۳۵۱	۱۲۸۹۰	۲۸۷۳۵۰	۳۲۳۳۱۶	۲۹۲۲۴۳	۲۵۳۸۶۶	سود ناخالص (تومان)

حروف غیر متشابه در هر سطر نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهاست.

(Mittal و Boakye همکاران، ۱۹۹۳) را بهبود بخشیده است. به علاوه افزودن کروم در جیره، از طریق کاهش چربی ذخیره‌ای و افزایش مقدار عضله در بره‌ها (Kitchalong و همکاران، ۱۹۹۵) و گوساله‌های پرواری (Pollard و همکاران، ۲۰۰۲) موثر بوده است.

در برخی از مطالعات نیز وزن نهایی و ضریب تبدیل خوراک بره‌ها با استفاده از ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم کرم آلی (Moreno-Camarena و همکاران، ۲۰۱۵) و افزایش وزن روزانه بره‌ها با استفاده از ۰/۲۵ میلی‌گرم کروم آلی در هر کیلوگرم ماده خشک (Arvizu و همکاران، ۲۰۱۱) در مقایسه با شاهد تغییری نداشته است. استفاده از ۰/۲۵، ۰/۳۷۵ و ۰/۵۰۰ میلی‌گرم کروم پیکولینات در ۸۴ روز پرواربندی بره‌ها، در مقایسه با گروه شاهد تأثیری بر افزایش وزن روزانه و افزایش وزن کل نداشته است (Dallago و همکاران، ۲۰۱۱).

در گوساله‌های پرواری افزودن ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میکروگرم کروم آلی تأثیری بر وزن هفته ۳ و ۶، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک به گوشت گوساله‌ها نداشت (Swanson

در مقایسه بین سه گروه بره‌های دریافت کننده انواع کروم، مقدار ماده خشک مصرفی بره‌های دریافت کننده کروم بن زآ بیشتر از سایرین و تیمار کروم نانو از سایرین کمتر بود ($P = 0/001$). در حالی که ضریب تبدیل خوراک در هر سه تیمار تحت تاثیر انواع کروم قرار نگرفت ($P = 0/111$). با توجه به این که ضریب تبدیل هر دو تیمار دارای کروم آلی و بن زآ برابر با بره‌های شاهد بود، افزایش وزن روزانه ۳۲۱ و ۳۰۲ گرم در روز این دو گروه نشان دهنده تاثیرات مثبت این دو نوع کروم بر رشد بره‌های مهربان در شرایط دمایی کمتر از حد مطلوب بره‌هاست. به نظر می‌رسد مکمل آلی کروم از طریق افزایش فعالیت لیپاز حساس به هورمون در چربی زیر پوست، افزایش فعالیت آنابولیکی عضله و مهار فعالیت آنزیم‌های سازنده‌ی چربی سبب افزایش عضله و کاهش میزان چربی می‌شود (Xi و همکاران، ۲۰۰۱).

مشابه با نتایج تحقیق حاضر، استفاده از ۰/۳ میلی‌گرم کروم-مخمر در جیره بره‌ها؛ در مقایسه با گروه شاهد وزن نهایی دام را به میزان ۳ کیلوگرم (Kraidees و همکاران، ۲۰۰۹) و در بررسی دیگر استفاده کروم آلی افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک

روز داشته‌اند. لذا به نظر می‌رسد بره‌های پرواری توانایی تحمل شرایط سرد سالن را دارند. ولی به دلیل سرمای محیط؛ مصرف آب در دامها کاهش و دو رأس از بره‌های مورد آزمایش به سنگ مجاری ادراری مبتلا و حذف شدند. چون این اختلال درمان ندارد.

نتایج داده‌های اقتصادی نشان داد هرچند بره‌های گروه کروم متیونین و کروم بن زآ افزایش وزن روزانه معنی‌داری نسبت به دو گروه دیگر داشته‌اند، ولی سود ناخالص ناشی از افزایش وزن بره‌های سه گروه دریافت‌کننده کروم هیچ تفاوتی با هم و در مقایسه با گروه شاهد نداشت ($P=0/351$).

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه

گاز تولیدی در روز ۴۰ تحت تأثیر انواع کروم قرار نگرفت. چون در این زمان (روز ۴۰ ام پروار) جیره بره‌ها با نسبت ۳۰ به ۷۰ (علوفه به کنسانتره) بود؛ لذا مشخص می‌شود در این ترکیب جیره؛ انواع کروم تأثیری بر گاز تولیدی نداشت. اما در پایان دوره پروار (روز ۶۰) در جیره با ترکیب ۲۵ به ۷۵ (علوفه به کنسانتره)، کروم -متیونین گاز تولیدی ناشی از تخمیر را افزایش داد. متناسب با افزایش گاز، در روز ۶۰ تجزیه پذیری ماده آلی و ماده خشک مایع شکمبه بره‌های دریافت‌کننده کروم آلی نیز افزایش نشان داده است ($P=0/001$). افزایش قابلیت هضم و تجزیه پذیری ماده آلی بره‌های این گروه با افزایش وزن معنی‌دار روزانه بره‌های این گروه هم‌خوانی دارد.

و همکاران، ۲۰۰۰). در بره‌های پرواری درست نیز استفاده از ۴۰۰ و ۸۰۰ میکروگرم کروم در هر کیلوگرم ماده خشک جیره تأثیری بر افزایش وزن کل و افزایش وزن روزانه نداشت (Yan و همکاران، ۲۰۰۸). استفاده از ۰/۲۵۰، ۰/۳۷۵ و ۰/۵۰۰ میلی‌گرم کروم پیکولینات در هر روز برای هر بره در طی مدت ۸۴ روز پروار نیز تأثیری بر افزایش وزن روزانه و وزن نهایی بره‌ها نداشته است (Dallago و همکاران، ۲۰۱۱).

مقدار ماده خشک مصرفی روزانه بره‌های دریافت‌کننده کروم نانو و کروم بن‌زآ به ترتیب کمترین و بیشترین بود و هر دو تیمار مذکور با تیمارهای شاهد و دریافت‌کننده کروم متیونین تفاوت معنی‌دار داشتند ($P=0/001$). ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P=0/111$). مشابه با نتایج تحقیق حاضر استفاده از ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ مکمل کروم آلی (Kraidees و همکاران، ۲۰۰۹) و ۰/۲۵۰، ۰/۳۷۵ و ۰/۵۰۰ میلی‌گرم کروم در هر روز؛ در بره‌های پرواری (Dallago و همکاران، ۲۰۱۱) در طی ۸۴ روز پرواربندی تأثیری بر ضریب تبدیل خوراک آنها نداشت. ولی بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، استفاده از ۰/۸ میلی‌گرم کروم آلی در هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی گوساله‌های پرواری تأثیری بر ماده خشک مصرفی روزانه نداشته است (Besong و همکاران، ۲۰۰۱).

در مطالعات بر روی گوسفندان خارجی گزارش شده است که دمای مطلوب رشد بره‌های پرواری ۲۰-۱۰ است (Rodríguez و همکاران، ۲۰۱۶). در حالی که بره‌های پرواری تحقیق حاضر در دامنه دمایی ۶- تا ۱۴+ افزایش وزن مناسب ۲۶۷ تا ۳۲۱ گرم در

جدول ۳ - اثر انواع کروم بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه بره‌های مهربانی.

شاخص آماری	تیمار (نوع کروم)					زمان نمونه - گیری		فراسنجه‌های تخمیر
	SEM	بن ز آ	متیونین	نانو	شاهد	روز	روز	
۰/۳۸۵	۰/۶۷۷	۳۵/۸	۳۶/۳	۳۷/۷	۳۷/۵	۴۰	۴۰	گاز تولیدی ۲۴ ساعت (میلی لیتر)
۰/۰۰۱	۱/۹۹	۴۳/۳ ^b	۵۵/۷ ^a	۳۸/۹ ^b	۳۸/۵ ^b	۶۰	۶۰	
		۰/۲۴۴	۰/۰۰۸	۰/۴۹۹	۰/۷۰۵		Sig ®	
۰/۳۸۵	۰/۹۷۲	۷۵/۴	۷۶/۱	۷۸/۲	۷۷/۸	۴۰	۴۰	تجزیه پذیری آزمایشگاهی ماده آلی (میلی گرم)
۰/۰۰۱	۲/۸۶	۸۶/۲ ^b	۱۰۴/۰ ^a	۷۹/۹ ^b	۷۹/۲ ^b	۶۰	۶۰	
		۰/۲۴۴	۰/۰۰۸	۰/۴۹۹	۰/۷۰۵		Sig	
۰/۳۸۵	۰/۶۰۲	۴۶/۷	۴۷/۲	۴۸/۴	۴۸/۲	۴۰	۴۰	تجزیه پذیری آزمایشگاهی ماده آلی (درصد)
۰/۰۰۱	۱/۷۷	۵۳/۴ ^b	۶۴/۴ ^a	۴۹/۵ ^b	۴۹/۱ ^b	۶۰	۶۰	
		۰/۲۴۴	۰/۰۰۸	۰/۴۹۹	۰/۷۰۵		Sig	
۰/۰۱۶	۱۵/۴	۲۲۲/۳ ^b	۲۳۱/۰ ^b	۲۴۱/۳ ^b	۳۱۷/۰ ^a	۴۰	۴۰	نیترژن آمونیاکی (میلی گرم در لیتر)
۰/۰۰۱	۱۱/۵	۱۸۴/۰ ^c	۱۹۲/۴ ^{bc}	۱۹۹/۴ ^b	۲۷۵/۰ ^a	۶۰	۶۰	
		۰/۱۶۴	۰/۲۱۱	۰/۱۸۳	۰/۰۰۳		Sig	
۰/۳۸۵	۰/۰۱۱	۲/۱۰	۲/۱۰	۲/۰۷	۲/۰۸	۴۰	۴۰	PF (میلی گرم ماده آلی تجزیه شده/ میلی لیتر گاز تولیدی)
۰/۰۰۱	۰/۰۲۴	۱/۹۹ ^a	۱/۸۷ ^b	۲/۰۵ ^a	۲/۰۶ ^a	۶۰	۶۰	
		۰/۴۰۲	۰/۰۰۵	۰/۴۶۴	۰/۶۲۴		Sig	
۰/۰۳۴	۱۷/۰	۲۵۹/۰ ^a	۲۷۳/۰ ^a	۲۳۴/۰ ^{ab}	۱۵۶/۰ ^b	۴۰	۴۰	اسیدهای چرب کل (مول/لیتر) (روش بارنت و رید)
۰/۴۰۱	۱۵/۸	۲۱۶/۰	۲۴۰/۰	۲۶۱/۰	۲۲۰/۰	۶۰	۶۰	
		۰/۸۶۸	۰/۰۳۴	۰/۳۴۸	۰/۵۰۹		Sig	
۰/۷۳۰	۰/۰۹۲	۷/۰۶	۷/۱۳	۷/۳۳	۷/۳۰	۴۰	۴۰	انرژی قابل سوخت و ساز (مگاژول)
۰/۰۰۱	۰/۲۷۱	۸/۱ ^b	۹/۸ ^a	۷/۵ ^b	۷/۴ ^b	۶۰	۶۰	
		۰/۲۴۴	۰/۰۰۸	۰/۵۰۰	۰/۷۰۵		Sig	

¥: مقایسات ردیفی مربوط به تیمارها و مقایسات ستونی مربوط به دو زمان نمونه گیری می‌باشد.

a-c: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی دار است ($P < 0/01$).

Sig: مقادیر کمتر از ۰/۰۵ بیانگر وجود تفاوت معنی دار بین دو زمان نمونه‌گیری مایع شکمبه است.

®: نسبت کنسانتره به علوفه در روز ۴۰ و ۶۰ به ترتیب ۷۰ به ۳۰ و ۷۵ به ۲۵ بود.

داشته‌اند؛ لذا این تفاوت تنها ناشی از حضور کروم- متیونین است. افزایش گاز که ناشی از تجزیه‌پذیری است ولی افزایش تجزیه پذیری نیاز به بررسی بیشتر دارد. غلظت نیترژن آمونیاکی در روزهای ۴۰ و ۶۰ دوره پروار؛ در

اما در مقایسه مقادیر روزهای ۴۰ با ۶۰، تنها در بره‌های دریافت کننده کروم متیونین در روز ۶۰ فراسنجه‌های گاز تولیدی و تجزیه‌پذیری افزایش داشته است ($P=0/008$). چون در روز ۶۰ پروار بندی همه بره‌های چهار تیمار جیره‌ای با ۷۵ درصد کنسانتره

متابولیت‌های خونی

نتایج نشان داد تنها دو متابولیت آلومین و اوره خون تحت تأثیر منابع کروم قرار گرفته است (جدول ۴). در مقایسه با تیمار شاهد؛ کروم نانو مقدار آلومین خون را کاهش داد ($P=0/056$). هر سه نوع منبع کروم، اوره خون را کاهش داد ($P=0/008$). اثر زمان تنها بر سه متابولیت معنی‌دار بوده و دو متابولیت اوره و تری گلیسرید خون با افزایش طول دوره پرورار کاهش و آلومین افزایش داشته است.

آلومین خون هر چهار گروه در دامنه نرمال (۲/۴-۳/۰) گرم در دسی لیتر) قرار دارد (Jackson و Cockcroft؛ ۲۰۰۲). آلومین ۳۵-۵۰ درصد پروتئین پلاسما را تشکیل داده و فراوان-ترین پروتئین پلاسما است. آلومین تامین‌کننده اسیدهای آمینه برای بازچرخش طبیعی پروتئین در بافت‌های بدن است (Kaneko، ۲۰۰۸). آلومین فاکتور تنظیم و مهارکننده لیپوپروتئین‌های تولیدی در کبد بوده و با کاهش این فاکتور مهارکننده؛ لیپوپروتئین بیشتری در پلاسما آزاد می‌گردد. لذا در سندروم‌های کبدی هایپرلیپیمیای ایجاد شده ناشی از کمبود آلومین پلاسما است. گرچه در صورت بروز بیماری‌های عفونی و تنش‌های محیطی نیز غلظت آلومین در خون کاهش پیدا می‌کند (Kaneko، ۲۰۰۸). کاهش جزئی آلومین در گروه کروم نانو در حدی بوده که تأثیر منفی یا مثبت بر رشد و لیپوپروتئین‌های پلاسما بره‌ها نداشته است.

اوره یا نیتروژن اوره‌ای خون (BUN) محصول نهایی نیتروژن خوراک دام است. لوله گوارشی محل اصلی جذب آمونیاک یا اوره خون است ولی سایر بافت‌ها مانند عضله و کلیه توانایی تولید آمونیاک را دارند (Kaneko، ۲۰۰۸) لذا انتظار می‌رود با افزایش منبع ازته خوراک، اوره خون نیز افزایش پیدا کند. به همین خاطر در بررسی حاضر با کاهش نیتروژن مایع شکیمه، اوره خون نیز

دامنه نرمال آن (۸۵-۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) (McDonald و همکاران، ۲۰۱۰) قرار داشت و انواع منابع کروم نسبت به گروه شاهد آن را کاهش داد. چون این کاهش همچنان در دامنه طبیعی قرار دارد؛ مطلوب تلقی می‌گردد. با توجه به افزایش وزن قابل توجه بره‌های این دو گروه به نظر می‌رسد منابع نیتروژن به جای تولید آمونیاک به سمت تولید پروتئین تغییر مسیر داده است. چون در دوره سوم پرورار (۴۲-۶۳ روز) درصد پروتئین جیره کاهش یافته بود تا حدودی مقادیر نیتروژن آمونیاکی نسبت به دوره دوم (۲۱-۴۲ روز) کاهش نشان داد ولی همچنان غلظت نیتروژن آمونیاکی در محدوده طبیعی آن قرار داشت.

در روز ۴۰ پروار بندی غلظت اسیدهای چرب فرار در هر سه گروه بره‌هایی که مکمل کروم دریافت کرده بودند افزایش یافت ($P=0/034$). اما در روز ۶۰، غلظت اسیدهای چرب فرار تغییری نداشت. همچنین در مقایسه بین روز ۴۰ با ۶۰ نیز تنها تیمار شاهد افزایش غلظت اسید چرب نشان داد گرچه این تفاوت معنی‌دار نیست ($P=0/509$) و مابقی تیمارها در روز ۶۰ با وجود افزایش درصد کنسانتره جیره (نسبت ۷۰ به ۳۰ کنسانتره به علوفه)، تفاوتی با روز ۴۰ (نسبت ۷۵ به ۲۵ کنسانتره به علوفه) نداشت. با وجود این که در روز ۶۰ پروار بندی نسبت کنسانتره هر چهار گروه بره‌ها ۷۰ درصد بود ولی در گروه بره‌های دریافت‌کننده کروم متیونین مقدار انرژی قابل سوخت و ساز نسبت به سایر بره‌ها افزایش نشان داد ($P=0/001$).

انرژی قابل سوخت و ساز چون بر اساس معادله برآورد شده است؛ لذا تغییرات این فراسنجه دقیقاً تابع تغییرات گاز تولیدی در تیمارهاست. مایع شکیمه بره‌هایی که کروم متیونین دریافت کرده‌اند بیشترین مقدار انرژی را نشان داد.

کلیستروپ پلاسما نسبت به گروه شاهد (Bunting و همکاران، ۱۹۹۴). همچنین در نشخوارکنندگان کاهش سطح تری گلیسرید در اثر کروم آلی (Yan و همکاران، ۲۰۰۸؛ Zho و همکاران، ۲۰۱۳) و در اثر کروم غیر آلی (Uyanic، ۲۰۰۱) کاهش کلیستروپ در اثر کروم آلی (Zho و همکاران، ۲۰۱۳) گزارش شده است

در بره‌های دریافت‌کننده مکمل کروم، غلظت کلیستروپ و اوره پلاسما تحت تأثیر مکمل قرار نگرفتند (Dominguez-Vara و همکاران، ۲۰۰۹) ولی سطح ۰/۲۵ میلی گرم از مخمر کروم باعث کاهش (درجه دوم) غلظت تری گلیسرید پلاسما در بره‌ها شد. از طرفی غلظت تری گلیسرید و کلیستروپ سرم در گوسفندان دریافت‌کننده مکمل مخمر کروم کاهش یافت و در تمام روزهای آزمایش به طور معنی‌داری متفاوت از گروه شاهد بود (Zho و همکاران، ۲۰۱۳).

کاهش نشان داده است. نقاطی از سلول‌های کبدی (هپاتوسیت‌ها) دارای آنزیم کاربامویل فسفات سنتتاز و دیگر آنزیم‌های سیکل اوره هستند که مسول تبدیل آمونیاک به اوره هستند (Kaneko، ۲۰۰۸). با توجه به کاهش آمونیاک مایع شکمبه، به نظر می‌رسد سوبسترای لازم برای این آنزیم‌ها فراهم نبوده و لذا کاهش اوره خون حاصل شده است.

مشابه با نتایج حاضر؛ در مطالعه Soltan و همکاران (۲۰۱۲) مکمل کروم در طول دوره استرس گوساله‌های پرواری تأثیری بر پروتئین کل خون نداشته است. همچنین افزودن مکمل کروم تری پیکولینات به جیره بره‌های سافولک و بره‌های بومی سواحل خلیج فارس تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلیستروپ و تری گلیسرید خون نداشت (Forbes و همکاران، ۱۹۹۸).

ولی برخلاف نتایج مطالعه حاضر؛ افزودن ۳۷۰ میکروگرم در کیلوگرم ماده خشک کروم به جیره گوساله‌ها باعث کاهش

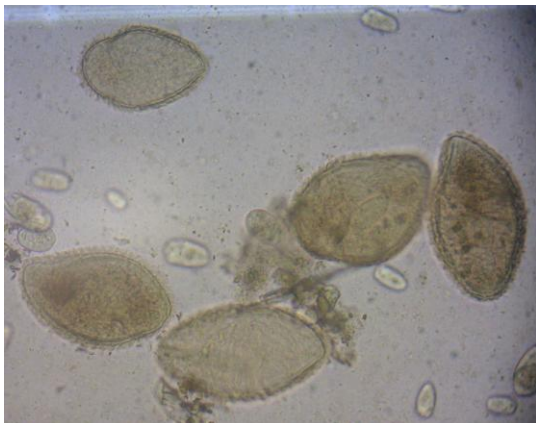
جدول ۴- اثر انواع کروم بر متابولیت‌های خونی بره‌های مهربانی.

متابولیت‌های خون						تیمار
کلیستروپ	تری گلیسرید	کراتینین	اوره	پروتئین کل	آلبومین	
میلی گرم/دسی لیتر	میلی گرم/دسی لیتر	میلی گرم/دسی لیتر	میلی گرم/دسی لیتر	گرم/لیتر	گرم/دسی لیتر	
۷۹/۳	۳۷/۴	۰/۹۳	۳۱/۶ ^a	۷/۱۴	۴/۳۱ ^a	شاهد
۷۵/۶	۳۶/۰۵	۰/۹۶	۲۸/۵ ^{ab}	۷/۰۶	۳/۹۹ ^b	کروم نانو
۷۶/۸	۳۶/۷	۰/۹۴	۲۴/۲ ^b	۶/۹۴	۴/۰۲ ^{ab}	کروم متیونین
۷۳/۸	۳۵/۴	۰/۹۷	۲۳/۴ ^b	۷/۰۹	۴/۲۳ ^{ab}	کروم بن زآ
۰/۵۹۲	۰/۲۱۰	۰/۸۵۳	۰/۰۰۸	۰/۳۶۹	۰/۰۴	سطح معنی‌داری
۱/۴۸	۰/۴۸۶	۰/۰۱۹	۱/۱۷	۰/۴۷۰	۰/۰۵۶	SEM
						اثر زمان خونگیری (روز پروار)
۷۳/۲	۳۸/۶ ^a	۰/۹۵	۳۳/۸ ^a	۷/۲۰ ^b	۴/۱۸	۱۵
۷۳/۶	۳۸/۱ ^a	۰/۹۴	۲۶/۸ ^b	۷/۱۸ ^b	۴/۱۵	۳۰
۷۸/۱	۳۴/۸ ^b	۰/۹۶	۲۴/۹ ^b	۷/۰۵ ^b	۴/۱۴	۴۵
۸۰/۷	۳۴/۱ ^b	۰/۹۴	۲۲/۳ ^b	۷/۸۱ ^a	۴/۰۸	۶۰
۰/۳۰۹	۰/۰۰۱	۰/۹۸۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۵۸	سطح معنی‌داری

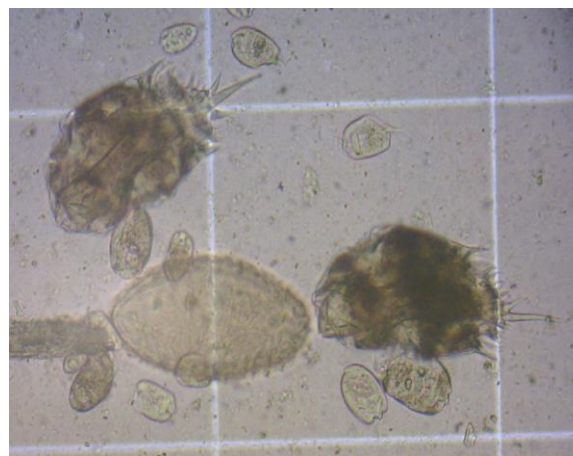
شمار پروتوزوآ

در بررسی Emami و همکاران (۲۰۱۳) استفاده از چهار سطح کروم آلی (صفر، ۰/۵۰، ۱/۰۰ و ۱/۵۰ میلی گرم کروم-متیونین) در جیره بره‌های پرواری جمعیت پروتوزوآیی تحت تاثیر سطوح کروم قرار نگرفته است. بر خلاف مطالعه حاضر؛ افزایش کروم از مقدار صفر تا ۰/۲۵، ۰/۳۷۵ و ۰/۵۰۰ میلی گرم کروم در روز در جیره بره‌ها، جمعیت پروتوزوآیی کاهش یافت (Dallago و همکاران، ۲۰۱۱). اما آنچه که قابل توجه است بالا بودن جمعیت پروتوزوآیی کل همه چهار تیمار آزمایشی است که تعداد آن بیشتر از مقادیر گزارش شده در مقالات متعدد است.

جمعیت پروتوزوآ کل در طی هر دو روز ۴۰ و ۶۰ دوره پروار متأثر از انواع کروم نانو، متیونین و بن‌زآ نشد (جدول ۵) ($P < 0/05$). از بین همه انواع پروتوزوآ مطالعه شده تنها جمعیت اپی‌دینویم‌ها (شکل ۳) در اثر افزودن کروم نانو و آلی بیشتر از گروه شاهد و بن‌زآ بود ($P = 0/006$) ولی چون جمعیت این نوع پروتوزوآ کم هست؛ لذا تغییرات آن بر جمعیت کل موثر نبوده است. در مطالعه حاضر جنس انتودینیوم‌ها (شکل ۴) در بین همه انواع جمعیت پروتوزوآیی بیشترین و افریواسکالکس پورکینجی و دیپلودینه‌ها کمترین جمعیت را دارند.



شکل ۲: پروتوزوآ جنس ایزوتریچیدا و داسی تریچیدا



شکل ۱: پروتوزوآ افریواسکالکس کائوداتوم

جدول ۵- اثر انواع کروم بر جمعیت پروتوزوآ مؤکدار ($10^6 \times N$ در میلی لیتر) بره های مهربانی.

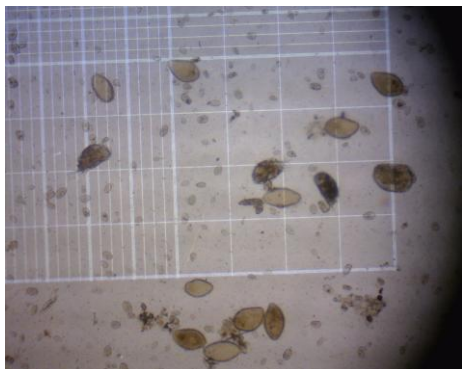
شاخص آماری	تیمار (نوع کروم)				زمان نمونه گیری		پروتوزوآ جنس
	SEM	بن زآ	متونین	نانو	شاهد	روز	
۰/۲۱۳	۹/۲۳	۱۴۵/۹۲	۱۳۱/۶۱	۱۰۵/۵۸	۱۳۶/۱۷	۴۰	پروتوزوآ کل
۰/۲۰۳	۲۰/۳۷۴	۱۴۳/۰۴	۱۲۷/۱۱	۱۰۴/۶۳	۱۹۰/۲۷	۶۰	
		۰/۲۶۱	۰/۰۵۴	۰/۷۹۶	۰/۳۸۵	Sig	
۰/۴۳۲	۹/۰۷۶	۱۴۳/۴۲	۱۲۸/۲۸	۹۹/۹۷	۱۳۴/۸۳	۴۰	انتودینه ها
۰/۱۸۳	۲۰/۲۹	۱۳۹/۹۶	۱۲۳/۰۰	۹۹/۳۷	۱۸۸/۳۰	۶۰	
		۰/۱۸۷	۰/۰۲۳	۰/۹۳۲	۰/۳۹۰	Sig	
۰/۴۷۵	۰/۱۹۲	۰/۹۱۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۲۶۷	۴۰	آفریواسکالکس کاوداتوس
۰/۳۶۸	۰/۱۷۰	۰/۸۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۴۳۳	۶۰	
		۰/۵۵۱	۰/۰۸۱	۰/۰۳۹	۰/۰۱۹	Sig	
۰/۵۲۹	۰/۱۹۲	۰/۱۶۷	۰/۵۵۵	۰/۰۰۰	۰/۱۰۰	۴۰	آفریواسکالکس پورکینجی
۰/۲۴۵	۰/۰۴۴۵	۰/۱۶۷	۰/۰۵۵۵	۰/۰۰۰	۰/۱۶۷	۶۰	
		۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۱۶۴	Sig	
۰/۲۹۸	۰/۱۵۴	۰/۱۲۵	۰/۵۵۵	۰/۷۰۸	۰/۰۰۰	۴۰	دیپلودینه
۰/۱۳۲	۰/۱۹۰	۰/۲۵۰	۰/۷۷۷	۰/۹۱۷	۰/۰۰۰	۶۰	
		۰/۰۸۲	۰/۱۶۹	۰/۰۹۶	۱/۰۰	Sig	
۰/۰۰۶	۰/۴۹۷	۰/۰۰۰ ^b	۱/۴۴۴ ^{ab}	۴/۲۵۰ ^a	۰/۰۰۰ ^b	۴۰	ای بی دینومها
۰/۰۰۹	۰/۳۵۷	۰/۰۰۰ ^b	۱/۳۳۳ ^{ab}	۳/۰۰۰ ^a	۰/۰۰۰ ^b	۶۰	
		۱/۰۰	۰/۷۳۸	۰/۰۴۲	۱/۰۰	Sig	
۰/۲۵۷	۰/۱۳۲	۰/۱۲۱	۰/۸۳۳	۰/۷۵۰	۰/۷۰۰	۴۰	ایزوتریچیدا (خانواده)
۰/۲۱۰	۰/۱۶۰	۱/۱۶۶	۱/۱۶۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۶۰	
		۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	Sig	
۰/۱۷۵	۰/۰۶۱۷	۰/۸۳۳	۰/۲۷۷	۰/۰۰۰	۰/۲۶۷	۴۰	داسی تریچیدا (خانواده)
۰/۱۱۸	۰/۰۸۵۵	۰/۱۶۷	۰/۴۴۴	۰/۰۰۰	۰/۳۶۷	۶۰	
		۰/۱۶۶	۰/۰۸۱	۱/۰۰	۰/۰۸۲	Sig	

مقایسات ردیفی مربوط به تیمارها و مقایسات ستونی مربوط به دو زمان نمونه گیری می باشد. a-c: تفاوت میانگین ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی دار است ($P < 0.01$). Sig: مقادیر کمتر از ۰/۰۵ بیانگر وجود تفاوت معنی دار بین دو زمان نمونه گیری مایع شکمبه است. نسبت کسانتره به علوفه در روز ۴۰ و ۶۰ به ترتیب ۷۰ به ۳۰ و ۷۵ به ۲۵ بود.

در حدود ۳۰-۲۰ برابر مقادیر گزارش شده است به این دلیل است که در مطالعه حاضر؛ مایع شکمبه بعد از اخذ از دام توسط پارچه تنظیف تصفیه نگردید و سریعاً با فرمال سالین ترکیب شد. چون مطالعه به روش دام زنده است لذا ضرورت داشت برای دسترسی

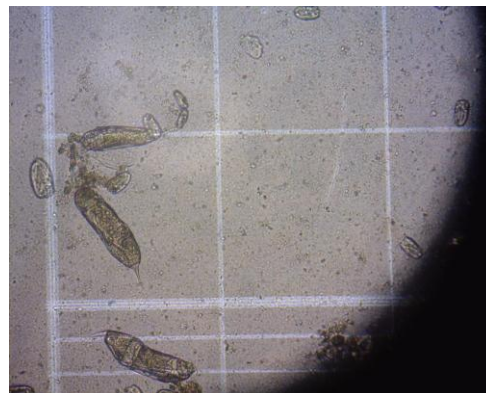
جمعیت پروتوزوآ کل مایع شکمبه گوسفندان ایرانی که تاکنون گزارش شده است معمولاً در دامنه $10^5 \times 11$ تا $10^5 \times 11$ در میلی لیتر می باشد (نوریان سرور و معینی، ۱۳۹۵؛ قربانی و همکاران، ۱۳۹۶). تفاوت بسیار زیاد جمعیت پروتوزوآیی در این مطالعه که تقریباً

غیر واقعی و حذف برخی از انواع پروتوزا مانند افریواسکالکس (شکل ۱) می‌گردد.



شکل ۴: پروتوزا جنس انتودینینه‌ها (کوچکترها)؛ ایزو تریچیدا و افریواسکالکس‌ها.

به جمعیت واقعی پروتوزوآ، مایع شکمبه تصفیه نگردد. تجربه نشان داده تصفیه نمودن مایع شکمبه توسط پارچه تطیف سبب محاسبه



شکل ۳: پروتوزوآ جنس اپی‌دینیوم

نامه کارشناسی ارشد؛ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی. ۱۲۰ صفحه.

نوریان سرور م.ا.، و معینی، م.م. (۱۳۹۵). تأثیر پودر میوه عناب بر فراسنجه‌های تخمیری، جمعیت پروتوزوآیی و تولید گاز متان به روش برون تنی. علوم دامی ایران، دوره ۴۷، شماره ۱. ۱۲۲-۱۱۳.

AOAC, (1995). International Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis 16.

Arvizu, R., Domínguez, I., Rubio, M., Bórquez, J., Pinos-Rodríguez, J., González, M. and Jaramillo, G. (2011). Effects of genotype, level of supplementation, and organic chromium on growth performance, carcass, and meat traits grazing lambs. *Meat science*. 88: 404-408.

Barnet, A.J. G. and Reid, R.L. (1957). Studies on the production of volatile fatty acids from grass by rumen liquor in an artificial rumen. I. The volatile fatty acid Production of fresh grass. *Journal of Agriculture Science*. 48: 315-321.

نتیجه‌گیری کلی

انواع کروم در بره‌های پرواری؛ نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه را کاهش و تأثیری بر پروتوزوآ ندارند. کروم-متیونین گاز کل تولیدی، ماده آلی تجزیه شده آزمایشگاهی و انرژی قابل سوخت و ساز را نیز افزایش می‌دهد. کروم ضمن کاهش نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه، اوره خون را نیز کاهش داد. افزودن ۸ میلی‌گرم کروم متیونین و ۰/۸ میلی‌گرم کروم بن‌زآ رشد دام را در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۱۹ و ۱۲ درصد افزایش داد؛ لذا پیشنهاد می‌گردد در مواقع تنش‌های سرمایی در جیره دام استفاده گردد.

منابع

قربانی، ا.، نوریان سرور، م.ا.، و معینی، م.م. (۱۳۹۶). تأثیر مکمل‌های روی و سلنیوم بر مصرف خوراک، قابلیت هضم و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در گوسفند. نشریه علوم دامی) پژوهش و سازندگی). شماره ۱۱، ۳۶-۱۷.

قیصری، س (۱۳۹۵). بررسی اثر منابع مختلف کروم در جیره بر عملکرد رشد و برخی فراسنجه‌های خونی بره‌های سنجابی. پایان

- Bernhard, B.C., Burdick, N.C., Rounds, W., Rathmann, R.J., Carroll, J.A., Finck, D.N., Jennings, M.A., Young, T.R. and Johnson, B.J. (2012). Chromium supplementation alters the performance and health of feedlot cattle during the receiving period and enhances their metabolic response to a lipopolysaccharide challenge. *Journal of Animal Science*. 90:3879–3888.
- Besong, S., Jackson, J. A., Trammell, D. S. and Akay, V. (2001). Influence of Supplemental Chromium on Concentrations of Liver Triglyceride, Blood Metabolites and Rumen VFA Profile in Steers Fed a Moderately High Fat Diet. *Journal Dairy Science*. 84:1679–1685.
- Boakye, K. and Mittal, G.S. (1993). Changes in pH and water holding properties of *Longissimus dorsi* muscle during beef ageing. *Meat Science*. 34: 335-349.
- Broderick, G.A. and Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determinations of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal Dairy Sci*. 63: 64–75.
- Dallago, B., McManus, C., Caldeira, D., Lopes, A., Paim, T., Franco, E., Borges, B., Teles, P., Correa, P. and Louvandini, H. (2011). Performance and ruminal protozoa in lambs with chromium supplementation. *Veterinary Science Research*. 90: 253-256.
- Dehority, B. A. (2003). Rumen Microbiology. First published. British Library Cataloguing in Publication Data.
- Dominguez-Vara, I.A., González-Munoz, S.S., Pinos-Rodriguez, J.M., Borquez-Gastelum, J.L., Barcena-Gama, R., Mendoza-Martinez, G., Zapata, L.E. and Landois-Palencia, L.L. (2009). Effects of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites. *Animal Feed Science and Technology*. 152: 42-49.
- Emami, A., Zali, A., Ganjkhanelou, M., Hozhabri, A. and Afjani, A.A. (2013). Online version is available on: www.ijas.ir. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 3: 273-278.
- Forbes, C.D., Fernandez, J.M., Bunting, L.D., Southern, L.L., Thompson, D.L., Gentry, L.R. and Chapa, A.M. (1998). Growth and metabolic characteristics of Suffolk and Gulf Coast Native yearling ewes supplemented with chromium tripicolinate. *Small Ruminant Research*. 28(2): 149-160.
- Jackson.P.P.G. and Cockcroft, P.D.D.(2002). *Clinical Examination of Farm Animals*. Blackwell Science Ltd, a Blackwell Publishing Company. Iowa State Press, a Blackwell Publishing Company, 2121 State Avenue, Ames, Iowa.50014-8300, USA.
- Kaneko, J.J.(2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6th ed. Academic Press, Inc., San Diego.
- Kegley, E. B., Galloway, D. L. and Fakler, T. M. (2000). Effect of dietary Chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef steers. *Journal of Animal Science*. 78: 3177-83.
- Kitchalong, L., Fernandez, J. M., Bunting, L. D., Southern, L. L. and Bidner, T. D. (1995). Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. *Journal of Animal Science*. 73: 2694–2705.
- Kraidees, M., Al-Haidary, I., Mufarrej, S., Al-Saiady, M., Metwally, H. and Hussein, M. (2009). Effect of supplemental chromium

- levels on performance, digestibility and carcass characteristics of transport-stressed lambs. *Asian-Aust. Journal Animal Science*. 22: 1124-1132.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F.D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. and Wilkinson, R.G. (2010). *Animal Nutrition*, 7th Edition. Prentice Hall/Pearson.
- Menke, K. H., Raab L, Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D. and Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agri. Sci. (Camb.)* 92, 217-222.
- Menke, K. H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*. 28: 7-55.
- Moreno-Camarena, L., Domínguez-Vara, I., Bórquez-Gastelum, J., Sánchez-Torres, J., Pinos-Rodríguez, J., Mariezcurrena-Berasain, A., Morales-Almaráz, E. and Salem, A. (2015). Effects of organic chromium supplementation to finishing lambs diet on growth performance, carcass characteristics and meat quality. *Journal of Integrative Agriculture*. 14 (3): 567-574
- Mostafa-Tehrani, A., G. Ghorbani, A. Zare-Shahneh and S. Mirhadi. (2006). Non-carcass components and wholesale cuts of Iranian fat-tailed lambs fed chromium nicotinate or chromium chloride. *Small Ruminant Research*. 63:12-19.
- Mowat, D.N. (1997). *Organic chromium in animal nutrition*. Chromium books. Guelph. Ontario
- NRC, 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Ogimoto, K and Imai, S. (1981). *Atlas of rumen microbiology*. Japan Scientific Societies Press, Khordad 11, 1360 AP - Science - 231 pages
- Pollard, G. V., Richardson, C. R. and Karnezos, T. P. (2002). Effects of supplemental organic chromium on growth, feed efficiency and carcass characteristics of feedlot steers. *Animal Feed Science and Technology*. 98: 121-128.
- Rodríguez, M., Bello, J., González, J. and Fernandez, N. (2016). Housing: A major success factor in feedlot lambs. *Small Ruminant Research*. 142: 72-77.
- SPSS Darren George, Paul Mallery (2016). *SPSS Statistics 23 Step by Step: A Simple Guide and Reference* 14th Edition.
- Soltan, M.A., Almujaalli, A.M., Mandour, M.A. and Abeer, M.E.S. (2012). Effect of dietary chromium supplementation on growth performance, rumen fermentation characteristics and some blood serum units of fattening dairy calves under heat stress. *Pakistan Journal of Nutrition*. 11(9): 751-756.
- Suttle, N.F. (2010). *Mineral Nutrition of livestock*. CABI North American Office. 4th edition. London. UK.
- Swanson, K., Harmon, D., Jacques, K., Larson, K., Richards, C., Bohnert, D. and S. Paton. (2000). Efficacy of chromium-yeast supplementation for growing beef steers. *Animal Feed Science and Technology*. 86, 95-105.

