14(3) 95-102, Autumn 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Comparison of the effect of organic, inorganic and nano-chromium supplements on growth performance and blood parameters of Mehraban fattening lambs

Farshid Ghasemi Kasmaei* *, *Shademan Safari Manjegh Tappeh

Department of Veterinary Science, Sahneh Branch, Islamic Azad University, Sahneh, Iran

Key Words
Chromium
Growth performance
Fattening lambs

Abstract

Introduction: This study was performed to evaluate and compare three types of chromium supplements, including: organic, inorganic and nano-chromium on some blood parameters as well as growth performance.

Materials & Methods: 24 Mehraban male lambs (3-4 months old with an average weight of 30.85±1.78 kg) in a completely randomized design, using four treatments (each treatment contains six repetitions) were used for 60 days. Experimental treatments were included: 1) control group (basic diet) 2) control group + 0.8 mg inorganic chromium 3) control group + 0.8 mg organic chromium 4) control group + 0.8 mg was nano chrome supplement.

Result: The use of organic chromium (treatment 3) compared to the control group caused a significant increase in the final weight of lambs ($p<0.05$), and all three treatments containing chromium increased daily weight and decreased feed conversion ratio. Treatment 4, significantly reduced the total antioxidant capacity (TAC) when compared to other treatments ($p<0.05$). All three chromium-containing treatments significantly reduced the amount of malondialdehyde (MDA) and the serum concentration of cholesterol ($p<0.05$) but did not affect on the increase in glutathione peroxidase (GSH-px) activity compared to the control group ($p>0.05$). Treatments 3 and 4 had a significant effect on serum glucose concentration compared to the control group ($p<0.05$).

Conclusion: Organic and nano-organic chromium supplements improved the lambs performance, increased total antioxidant capacity and reduced free radicals.

* Corresponding Author's email: farshid1380@gmail.com
Received: 28 May 2021; Reviewed: 1 July 2021; Revised: 22 September 2021; Accepted: 22 October 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.303215.2628

مقاله پژوهشی

مقایسه تاثیر مکمل‌های آلی، معدنی و نانو کروم بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری نژاد مهربان

فرشید قاسمی کسمائی**، شادمان صفری‌منجق تپه

گروه دامپزشکی، واحد صحنه، دانشگاه آزاد اسلامی، صحنه، ایران

کلمات کلیدی

کروم
عملکرد رشد
بره پرواری

چکیده

مقدمه : این پژهش به‌منظور بررسی و مقایسه سه نوع از مکمل‌های کروم، شامل: آلی، معدنی و نانو کروم بر روی بعضی از فراسنجه‌های خونی و هم‌چنین عملکرد رشد صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: از ۲٤ بره نر نژاد مهربان (٤-۳ ماهه با میانگین وزن ۱/۷۸±۳۰/۸۵ کیلوگرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی، با استفاده از ٤ تیمار (هر تیمار حاوی ٦ تکرار) و به‌مدت ٦۰ روز استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) تیمار شاهد (جیره پایه)، ۲) شاهد+ ۰/۸ میلی‌گرم کروم معدنی، ۳) شاهد+ ۰/۸ میلی‌گرم کروم آلی و ٤) شاهد+ ۰/۸ میلی‌گرم مکمل نانوکروم بود.

نتایج: استفاده از کروم آلی (تیمار ۳) نسبت به گروه شاهد، موجب افزایش معنی‌داری در وزن نهایی بره‌ها گردید ($p<۰/۰۵$). هر سه تیمار حاوی کروم، باعث افزایش وزن روزانه و کاهش ضریب تبدیل غذایی شدند. تیمار ٤ نسبت به سایر تیمارها، به‌طور معنی‌داری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) را کاهش داد ($p<۰/۰۵$). هر سه تیمار حاوی کروم، میزان آنزیم مالون دی آلدهید (MDA) وغلظت سرمی کلسترول را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند ($p<۰/۰۵$) اما تاثیری بر افزایش میزان فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز (GSH-px) نسبت به گروه شاهد نداشتند ($p>۰/۰۵$). تیمارهای ۳ و ٤ نسبت به گروه شاهد، تاثیر معنی‌داری بر غلظت گلوکز سرم، از خود بر جای گذاشتند ($p<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری و بحث: مکمل‌های آلی و نانو کروم باعث بهبود عملکرد بره‌ها، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و کاهش رادیکال‌های آزادگردیدند.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: farshid1380@gmail.com

تاریخ دریافت: ۷ خرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ داوری: ۱۰ تیر ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۳۱ شهریور ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۳۰ مهر ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.303215.2628

مقدمه

گوسفندان نژاد مهربان از همدان سرچشمه می‌گیرند که در درجه اول برای تولید گوشت پرورش یافته‌اند. تعداد آن‌ها تقریباً به ۳ میلیون راس می‌رسد. زایمان‌های متعدد، میزان باروری و بقا از بدو تولد تا از شیر گرفتن در این نژاد زیاد است. پشم فرش تولیدی این نژاد به رنگ قهوه‌ای روشن است که سال‌ها پیش در فرش‌های معروف ایران مورد پسند بوده است (۱). با توجه به سیر افزایش نیاز جامعه به پروتئین، موادمعدنی نیز به‌عنوان شرکت‌کننده در ساختمان بسیاری از کوآنزیم‌ها و نیز واکنش‌های آنتی‌اکسیدانی سبب بهبود بهره‌وری و نیز عملکرد دام می‌گردند. از آن‌جایی‌که مواد مغذی ضروری برای حیوان از طریق منابع مختلف تأمین می‌شوند برای بهبود سیستم غذایی دام، شناخت ویژگی‌های کمی و کیفی مواد خوراکی در ارتباط با ارزش غذایی خوراک مصرفی و هم‌چنین تأمین نیازهای حیوان برای اهداف مختلف پرورشی ضرورتی اجتناب ناپذیر است (۲). استفاده از این مواد به اشکال مختلف معدنی، آلی و نیز مکمل در جیره با توجه به نیاز دام یک ضرورت به‌شمار می‌رود (۳، ۴، ۵). کروم به‌عنوان یکی از این عناصر، دارای نشان Cr و عدد اتمی ۲۴ می‌باشد که برای انسان و حیوانات آزمایشگاهی ضروری است (۶) به‌طوری‌که نشان داده شد سنتز کلسترول و اسیدهای چرب توسط موش صحرایی، به‌وسیله کروم افزایش می‌یابد (۷). معمولی‌ترین حالت‌های اکسایش این عنصر ۲+، ۳+ و ۶+ است که ۳+ پایدارترین آن‌ها وحالت‌های ۴+ و ۵+ نسبتاً کمیاب هستند (۷). کروم سه ظرفیتی پایدارترین حالت اکسید کروم است که در موجودات زنده یافت می‌گردد و توانایی عبور آسان از غشاهای سلولی را ندارد و هم‌چنین دارای خاصیت احیاکنندگی پایینی است (۸). این عنصر به فرم‌های معدنی و آلی در تغذیه دام‌های مختلف و جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و سمیت کم‌تری نسبت به کروم شش ظرفیتی دارد (۹، ۱۰). دسترسی زیستی بالاتر منابع آلی کروم از منابع غیرآلی آن کاملاً پذیرفته شده‌است. در تحقیقی گزارش شد که زیست فراهمی کروم غیر آلی کم‌تر از ۳ درصد است درحالی‌که کروم آلی تقریباً ۱۰ برابر دسترسی زیستی بالاتری دارد (۱۱). دلایل زیست فراهمی پایین کروم غیرآلی متعدد می‌باشد و احتمالاً مرتبط با شکل‌گیری اکسیدهای غیرآلی کروم، اتصال کروم به ترکیبات دهنده کیلات‌های طبیعی در علوفه‌ها، تداخل با اشکال یونی دیگر مواد معدنی (روی و آهن)، هم‌چنین تبدیل دشوار ترکیبات غیرآلی کروم به اشکال فعال زیستی است (۱۱). عنصر کروم اغلب به‌صورت مکمل‌های معدنی کروم کلراید و مکمل‌های آلی کروم پیکولینات، کروم نیکوتینات و مکمل حاوی اسیدآمینه شامل کروم سیستئین و کروم متیونین شکمبه و جذب از طریق ناقل‌های اختصاصی در روده کوچک، استفاده میشود، اما بواسطه گریز از تجزیه میکروب شکل آلی آن زیست فراهمی بالاتری در مقایسه با شکل معدنی دارد (۱۲، ۱۳). از آن‌جاکه کروم جزو داخلی فاکتور تحمل گلوکز به‌شمار می‌آید و باعث افزایش فعالیت انسولین می‌گردد، بنابراین در تنظیم متابولیسم چربی‌ها نقش مهمی دارد و متابولیسم انسولین نیز بر پراکسیداسیون چربی‌ها تاثیر می‌گذارد. کروم کوفاکتور انسولین بوده و به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند (۱۴، ۱۵، ۶، ۸). بهبود پتانسیل جذب اسیدهای‌آمینه توسط عضلات اسکلتی بر مصرف پروتئین کل تاثیر می‌گذارد. تغذیه با کروم موجب افزایش جذب اسیدهای‌آمینه در پروتئین‌های قلب و سایر بافت‌های موش‌های صحرایی شد. برخی محققین گزارش نمودند که مکمل کروم از طریق تسهیل ارتباط انسولین با گیرنده‌هایش در سطح سلولی علاوه بر افزایش جذب گلوکز احتمالاً جذب برخی از اسیدآمینه‌ها را نیز افزایش می‌دهد (۱۱). کروم به‌عنوان یک فاکتور برای انسولین عمل می‌کند، بنابراین فعالیت کروم در ارگانیسم موازی با عملکردهای انسولین است. با وجود افزایش فعالیت انسولین، کروم نمی‌تواند جایگزین انسولین شود. در حضور کروم آلی سطح انسولین پایین‌تر برای دستیابی به نتایج مشابه کافی است (۱۶). تعدادی از نویسندگان اثر مکمل کروم در ترکیب لاشه، به‌ویژه از نظر چربی و محتوای عضله را مورد بررسی قرار دادند، اما این نتایج یکسان نبودند. Page و همکاران (۱۷)، Lindemann و همکاران (۱۸) و Mooney و Cromwell (۱۹) گزارش کرده‌اند که در پاسخ به استفاده از مکمل کروم، بافت عضلانی به‌طور نسبی افزایش یافته است. از طرف دیگر Ward و همکاران، هیچ تاثیری از مکمل کروم بر ترکیب لاشه خوک مشاهده نکردند (۲۰). به‌همین ترتیب، Crow و Newcomb (۲۱) و Crow و همکاران (۲۲) اثر کروم-پیکولینات را بر روی نسبت عضله و چربی نیافتند. Frank و همکاران (۲۳) و Frank و همکاران (۲۴) به‌طور تجربی کمبود کروم را در بزها بررسی کردند. افراد با کمبود کروم، افزایش وزن (۱۱/۷±۳۱/۱ درمقابل ۷/۳±۲۰/۰ کیلوگرم) برای دوره نظارت (۸۴ هفته) در مقایسه با گروه شاهد از خود نشان دادند. این محققین این اثر غیرمنتظره را با احتمال وجود کمبود کروم بیان می‌نمایند، اختلال در میزان گلوکز و افزایش ترشح انسولین متعاقباً منجر به هایپر انسولینمی می‌شود. در مطالعه‌ایی بر روی جوجه‌های گوشتی تحت شرایط استرس گرمایی مشاهده شد که کمبود کروم باعث آسیب به متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها شده، میزان حساسیت بافت‌های محیطی به انسولین را کاهش داده و از این‌رو به نرخ رشد آسیب وارد می‌کند. در این مطالعه نشان داده شد که مکمل کروم بر میزان فسفر سرم اثر معنی‌داری نداشت درحالی‌که باعث افزایش غلظت کلسیم و منیزیم در اولین نمونه‌گیری گردید. محققین هم‌چنین تاثیر مکمل کروم پیکولینات و اسیدآسکوربیک را بر ابقاء مواد معدنی و

نیتروژن در مرغان تخم‌گذار پرورش یافته در شرایط دمای پایین بررسی کردند. نتایج نشان داد که ابقاء نیتروژن، کلسیم، فسفر، روی، آهن و کروم بهبود یافت و دفع آن‌ها در نتیجه استفاده از مکمل کروم و ویتامین C، کاهش یافت (۲۵). در تحقیقی دیگر بر روی بره‌های نژاد آواسی مشخص گردید که استفاده از ترکیب حاوی کروم، تاثیر معنی داری بر میزان ابقای پروتئین در بدن دام‌ها داشت (۱۰). Mostafa-Tehrani و همکاران، مشاهده نمودند که استفاده از کروم نیکوتینات در تغذیه بره‌های پرواری نژاد شال، نسبت به کروم کلراید، باعث افزایش معنی‌داری در وزن کبد، کلیه‌ها و پوست بدن شد و میزان چربی داخل شکمی را کاهش داد (۲۶). در پژوهشی دیگر، محققین دریافتند که به‌طورکلی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از مکمل آلی کروم- متیونین در جیره بره‌های پرواری سبب کاهش مصرف خوراک می‌شود و افزایش غلظت مکمل از ۱/۵ به ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک سبب بهبود بازده تبدیل خوراک می‌شود اما بر قابلیت هضم مواد مغذی خوراک و غلظت متابولیت‌های خون تاثیری ندارد (۲۷). پژوهشی دیگر نشان داد که استفاده از ترکیب کروم- مخمر در جیره غذایی بره‌های تحت استرس حمل و نقل (سطح ۰/۳ بخش در میلیون) بدون توجه به وجود یا عدم وجود استرس، موجب بهبود عملکرد رشد بره‌ها می‌گردد (۲۸). محققین دریافتند تعداد اریتروسیت‌ها در خون بره‌هایی که از خوراک دارای پروتئین زیاد و حاوی کروم (کروم تریپیکولینات) تغذیه نمودند، بیش‌تر بود و کروم باعث کاهش وزن کبد و افزایش وزن کلیه دام‌ها گردید (۲۹). در مطالعه‌ای دیگر بر روی بره‌های تجاری مشاهده شد که وزن نهایی بدن، میزان افزایش وزن روزانه و بازدهی خوراک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت درحالی‌که میزان خوراک مصرفی و وزن چربی داخل شکمی کاهش یافت (۳۰). هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر سه نوع از ترکیبات عنصر کروم به اشکال معدنی، آلی و نانو بر روی برخی فراسنجه‌های خونی و نیز عملکرد بره‌های نژاد مهربان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از بیست و چهار راس بره نر نژاد مهربان (۴-۳ ماهه با میانگین وزن ۱/۷۸±۳۰/۸۵ کیلوگرم) استفاده گردید. جهت عادت‌پذیری دام‌ها به جیره جدید، در یک‌دوره زمانی دو هفته‌ای، بره‌ها با جیره پایه بدون مکمل کروم تغذیه شدند، سپس در حالت ناشتا توزین و به‌طور تصادفی به ۴ گروه تیماری (هر تیمار حاوی ۶ تکرار) تقسیم گردیدند. تیمارهای مورد بررسی شامل موارد زیر بودند: ۱- تیمار شاهد با جیره پایه و بدون مکمل کروم. ۲- شاهد+ ۰/۸ میلی‌گرم کروم معدنی. ۳-شاهد+۰/۸ میلی‌گرم کروم آلی (کروم- متیونین). ۴- شاهد+۰/۸ میلی‌گرم مکمل کروم نانو. جیره‌ها با توجه به جداول احتیاجات غذایی NRC (۱۲) تنظیم شد و مکمل‌های کروم شرکت دانش بنیان صدور احرار شرق جهت این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در طول دوره آزمایش (۶۰ روز) خوراک‌دهی دو بار در روز (ساعات ۸:۰۰ صبح و ۱۸:۰۰ غروب) انجام شد و مصرف خوراک روزانه، توسط کسر خوراک داده شده از خوراک باقی‌مانده (هر روز در ساعت ۸،۰۰ صبح) ثبت گردید. بره‌ها علاوه بر روز نخست، در پایان هر هفته وزن‌کشی شدند و در روزهای صفر، ۳۰ (دوره اول آزمایش) و ۶۰ (دوره دوم آزمایش) در حالت ناشتا و با محدودیت غذایی ۱۲ ساعته، از طریق ورید وداج گردنی، از آن‌ها خونگیری به‌عمل آمد، طوری‌که نمونه‌های خون در دو لوله حاوی ماده ضدانعقاد و فاقد ماده ضدانعقاد به‌ترتیب جهت اخذ پلاسما و سرم، به آزمایشگاه انتقال داده شد و به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ (۱۳۷۲ g) گردیدند و جهت سنجش متابولیت‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند.

جدول ۱: ترکیب شیمیایی و اجزاء خوراکی جیره پایه مورد استفاده در آزمایش

ماده خوراکی	گرم در کیلوگرم ماده خشک
علوفه یونجه	۴۰۰
دانه جو	۳۶۰
دانه ذرت	۱۲۰
کنجاله سویا	۱۰۰
دی‌کلسیم فسفات	۱۰
بیکربنات سدیم	۳
مکمل ویتامینی – معدنی	۵
نمک طعام	۲
ترکیب شیمیایی	
ماده خشک (درصد)	۹۰/۸۲
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری)	۲/۵۷
پروتیین خام (درصد)	۱۵/۰۷
چربی (درصد)	۳/۷۵
NDF (درصد)	۳۶
خاکستر (درصد)	۷
کلسیم (درصد)	۸/۵
فسفر (درصد)	۵/۹

هر کیلوگرم مکمل ویتامینی- معدنی حاوی ۷۶۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲۰۰ گرم کلسیم، ۲۵گرم منیزیم، ۲ میلی‌گرم مس، ۴/۵ میلی گرم منگنز، ۸/۸ میلی‌گرم روی، ۳۰ پی‌پی‌ام کبالت، ۴۴ پی‌پی‌ام‌سلنیوم، ۷۰ پی‌پی‌ام ید و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام آنتی‌اکسیدان بود. NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی

ترکیب شیمیایی نمونه خوراک شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر با استفاده از روش AOAC (انجمن رسمی

آنالیز شیمیایی مواد غذایی) و هم‌چنین NDF با روش Van soest و همکاران، اندازه‌گیری شد (۳۱). اندازه‌گیری کلسیم و فسفر نمونه‌های خوراک هم با دستگاه جذب اتمی (مدل Variant spectorAA220) صورت گرفت. فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (Glutathion peroxidase: GSH-px)، مالون دی‌آلدهید (Malondialdehyde:MDA)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC:Total Antioxidant Capacity)، میزان گلوکز و کلسترول سرم و هم‌چنین غلظت کلسیم و فسفر پلاسما، توسط کیت‌های مخصوص و طبق دستورالعمل شرکت سازنده کیت، گروه KTG اندازه‌گیری گردید. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) و براساس مدل آماری زیر انجام شد: $Y_{ij}= \mu + T_i + e_{ij}$

Y_{ij}: مقدار مشاهده تکرار jام از تیمار iام، μ: اثر میانگین، T_i: اثر تیمار iام، e_{ij}: اثر خطای آزمایشی مربوط به تکرار jام از تیمار iام

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل ویرایش و توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند (۳۲). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن با سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج

صفات عملکرد رشد: در این تحقیق فاکتورهای مختلفی نظیر وزن نهایی (Final body weight)، میانگین افزایش وزن روزانه (Average daily gain)، میزان خوراک مصرفی (Feed intake)، کل افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی (Feed conversion ratio) دام‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. مطابق جدول ۲، استفاده از کروم آلی (تیمار ۳) نسبت به گروه شاهد، موجب افزایش معنی‌دار وزن نهایی بره‌ها گردید ($p<۰/۰۵$) و تیمارهای ۲ و ۴ تاثیر معنی‌داری بر وزن نهایی دام‌ها نداشتند. هم‌چنین هر سه تیمار آزمایشی حاوی کروم به‌طور معنی‌داری باعث افزایش وزن روزانه و کاهش ضریب تبدیل غذایی گردیدند ($p<۰/۰۵$) ولی تاثیر معنی‌داری بر خوراک مصرفی بره‌ها نداشتند ($p>۰/۰۵$).

فاکتورهای خونی: فراسنجه‌های خونی مورد آزمایش در این تحقیق شامل: مالون‌دی‌آلدهید، گلوتاتیون پراکسیداز، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، کلسترول، گلوکز، کلسیم و فسفر بود. در این آزمایش، در طی دوره اول، تیمارهای ۳ و ۴ نسبت به گروه شاهد (تیمار ۱) بر کاهش میزان MDA تاثیر معنی‌داری داشتند، ولی در پایان دوره دوم هر سه نوع تیمار حاوی کروم، میزان این متابولیت را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند ($p<۰/۰۵$) که این نشان از اثرات مفید مکمل‌های حاوی کروم می‌باشد (جدول ۳). مطابق جدول ۴ در طی دوره دوم آزمایش، تیمار نانو کروم نسبت به سایر تیمارها، به‌طور معنی‌داری میزان TAC را افزایش داد ($p<۰/۰۵$) و پس از آن تیمار ۳ نسبت به گروه شاهد باعث افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) میزان این متابولیت گردید (جدول ۴) که این نشان از اثرات مفید مکمل آلی و نانو کروم دارد. هم‌چنین در این تحقیق، برابر جدول ۵، گرچه تیمارهای حاوی کروم نسبت به گروه شاهد تاثیر معنی‌داری بر افزایش میزان گلوتاتیون پراکسیداز نداشتند ($p>۰/۰۵$). براساس جدول ۶ در طی دوره اول آزمایش، تیمار ۳ (حاوی کروم آلی) نسبت به گروه شاهد، به‌طور معنی‌داری میزان گلوکز سرم خون را کاهش داد، ولی در طی دوره دوم آزمایش، تیمارهای ۳ و ۴ (حاوی نانوکروم) گرچه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما تاثیر معنی‌داری بر غلظت گلوکز سرم، نسبت به گروه شاهد، نشان دادند ($p<۰/۰۵$). یکی دیگر از نقش‌های کروم، تاثیر بر روی میزان چربی خون شامل تری‌گلیسیریدها و کلسترول می‌باشد. در این تحقیق براساس جدول ۷، به‌طور کلی استفاده از مکمل حاوی کروم باعث روند کاهشی میزان کلسترول سرم خون گردید، اما در طی دوره دوم آزمایش، هر سه نوع تیمار ۲، ۳ و ۴ (به‌ترتیب حاوی کروم معدنی، آلی و نانو) به‌طور معنی‌داری باعث کاهش غلظت سرمی کلسترول گردیدند ($p<۰/۰۵$) گرچه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. در آزمایش حاضر براساس جدول ۸، تیمارهای حاوی کروم (تیمار ۲، ۳ و ۴) نسبت به گروه شاهد، تاثیر معنی‌داری بر غلظت دو عنصر کلسیم و فسفر در پلاسمای خون نداشتند ($p>۰/۰۵$)، اما به‌صورت کلی موجب افزایش غلظت این دو عنصر گردیدند.

جدول ۲: تاثیر مکمل کروم بر عملکرد بره‌های پرواری

تیمار	وزن اولیه (کیلو گرم)	وزن نهایی (کیلوگرم)	میانگین افزایش وزن روزانه (کیلوکرم در روز)	میانگین خوراک مصرفی (کیلوکرم در روز)	ضریب تبدیل غذایی
شاهد	۳۰/۲۶	۳۸/۳۶^{b}	۰/۱۳۵^{b}	۱/۲۱۹	۸/۹۹^{a}
کروم معدنی	۳۰/۵۱	۴۱/۱۳^{ab}	۰/۱۷۷^{a}	۱/۳۰۹	۷/۳۸^{b}
کروم آلی	۳۱/۸	۴۳/۰۲^{a}	۰/۱۸۷^{a}	۱/۳۱۸	۷/۰۵^{b}
نانو کروم	۳۰/۸۳	۴۱/۶۴^{ab}	۰/۱۸۰^{a}	۱/۲۲۶	۶/۸^{b}
SEM	۱/۲۶	۲/۲۲	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۶۷

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری می باشد ($p<۰/۰۵$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۳: تاثیر مکمل کروم بر روی میزان فعالیت مالون دی‌آلدهید (MDA) سرم خون بره‌های آزمایشی (نانومول/ میلی‌لیتر)

دوره	تیمار				SEM
	شاهد	کروم معدنی	کروم آلی	نانو کروم	
۰	۱/۳۵	۱/۳۷	۱/۳۴	۱/۳۶	۰/۰۴
۳۰	۱/۵۷^{a}	۱/۴۷^{ab}	۱/۳۲^{b}	۱/۳۱^{b}	۰/۰۷۲
۶۰	۱/۴۵^{a}	۱/۳^{b}	۱/۲۸^{b}	۱/۲۶^{b}	۰/۰۶۳

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری می باشد (p<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۴: تاثیر مکمل کروم بر روی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) سرم خون بره‌های آزمایشی(نانومول/ میلی‌لیتر)

دوره	تیمار				SEM
	شاهد	کروم معدنی	کروم آلی	نانو کروم	
۰	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۰۲
۳۰	۰/۳۸	۰/۴۳	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۰۲
۶۰	۰/۴۰^{a}	۰/۴۲^{b}	۰/۴۶^{ab}	۰/۵۱^{a}	۰/۰۲۲

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری می باشد (p<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۵: تاثیر مکمل کروم بر میزان آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز خون بره‌های آزمایشی (واحد بر گرم هموگلوبین)

دوره	تیمار				SEM
	شاهد	کروم معدنی	کروم آلی	نانو کروم	
۰	۱۲۶/۳۴	۱۲۹/۱۲	۱۳۰/۳۶	۱۳۳/۱۷	۱/۴۲
۳۰	۱۳۲/۷۸	۱۲۸/۵۶	۱۲۸/۳۹	۱۳۰/۶۴	۱/۰۳
۶۰	۱۳۴/۶۴	۱۳۱/۵۲	۱۲۹/۳۶	۱۲۹/۷۷	۱/۲۰

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۶: تاثیر مکمل کروم بر روی غلظت گلوکز سرم خون بره‌های آزمایشی (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)

دوره	تیمار				SEM
	شاهد	کروم معدنی	کروم آلی	نانو کروم	
۰	۷۲/۱	۷۱/۴	۷۲/۵	۷۳/۳	۴/۵۲
۳۰	۷۵/۳^{a}	۶۹/۲^{ab}	۶۵/۴^{b}	۶۸/۴^{ab}	۴/۵۲
۶۰	۷۷/۱^{a}	۶۷/۴^{ab}	۶۴/۲^{b}	۶۵/۱^{b}	۵/۰۸

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری می باشد (p<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۷: تاثیر مکمل کروم بر روی غلظت کلسترول سرم خون بره‌های آزمایشی (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)

دوره	تیمار				SEM
	شاهد	کروم معدنی	کروم آلی	نانو کروم	
۰	۹۲	۸۵	۹۰	۸۰	۳/۱۰
۳۰	۱۰۷	۸۲	۷۹	۷۸	۸/۸۲
۶۰	۱۱۳	۹۴	۸۵	۸۰	۹/۵۴

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۸: تاثیر مکمل کروم بر روی غلظت کلسیم و فسفر سرم خون بره‌های آزمایشی (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)

دوره	تیمار								SEM	
	شاهد		کروم معدنی		کروم آلی		نانو کروم			
	کلسیم	فسفر	کلسیم	فسفر	کلسیم	فسفر	کلسیم	فسفر	کلسیم	فسفر
۰	۹/۲۰	۴/۱۰	۸/۷۵	۳/۶۵	۹/۰۰	۴/۲۰	۸/۰۰	۳/۸۰	۰/۲۶	۰/۱۳
۳۰	۸/۸۷	۳/۸۵	۷/۹۵	۳/۵۲	۹/۲۳	۳/۴۵	۹/۰۰	۴/۳۰	۰/۲۸	۰/۱۹
۶۰	۹/۱۱	۴/۰۵	۸/۵۳	۳/۷۴	۸/۵۱	۳/۸۵	۷/۵۲	۴/۱۵	۰/۳۳	۰/۰۹

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

بحث

موافق با نتایج آزمایش حاضر، در یک آزمایش بر روی بره‌های سنجابی استفاده از مکمل کروم در جیره غذایی موجب افزایش وزن روزانه بره‌ها و کاهش ضریب تبدیل غذایی در آن‌ها گردید، هر چند برخلاف نتایج مطالعه حاضر میزان خوراک مصرفی دام‌ها نیز افزایش داشت (۳۳). در مطالعه‌ای دیگر مصرف مکمل کروم باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن زنده بزهای بنگالی گردید، اما تاثیری بر میزان ماده خشک مصرفی نداشت (۳۴). Seifalinasab و همکاران، نشان دادند که استفاده‌از مکمل کروم- متیونین در بره‌های کرمانی منجربه بهبود بازده‌خوراک و ضریب تبدیل غذایی شد (۲۷). افزون بر این‌نتایج به‌دست آمده‌در این تحقیق با یافته‌های بر شمرده قبلی‌در زمینه‌افزایش‌وزن‌مطابقت‌دارد (۲۹، ۳۰، ۳۵، ۲۸). هم‌چنین استفاده از سطوح‌مختلف‌مکمل کروم‌در خوراک‌دهی‌روزانه گوسفندان (۳۶) و گوساله‌های‌پرواری (۳۷) تاثیری بر میزان ماده‌خشک‌مصرفی نداشت. اما مخالف با نتایج‌حاضر، نشان‌داده شد‌که تغذیه‌گوساله‌های تحت تنش نقل و انتقال در یک‌دوره پرواری ۶۸ روزه با جیره حاوی کروم، تاثیری بر افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی مشاهده نشد (۳۸). بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در آزمایش حاضر نشان‌دهنده نقش کروم از طریق تاثیر انسولین بر جذب گلوکز و تامین انرژی لازم برای رشد می‌باشد (۳۹). گلوتاتیون پراکسیداز به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان (حاوی سلنیوم) در تنظیم فرایندهای اکسیداتیو و محافظت از غشای‌سلولی و نیز‌کنترل سطوح پراکسیدهیدروژن و پراکسیدهای‌لیپید ایفای‌نقش‌می‌کند (۴۰، ۴۱). مالون‌دی‌آلدهید نیز به‌عنوان شاخص‌پراکسیداسیون لیپیدی می‌باشد که باعث‌افزایش‌رادیکال‌های آزاد‌می‌گردد‌و از‌طرفی‌یکی‌از محصولات نهایی پراکسیداسیون اسیدهای چرب اشباع نشده در سلول‌ها است و به‌عنوان نشانگر استرس‌اکسیداتیو درنظر‌گرفته می‌شود (۴۱). ولی افزایش میزان TAC یا ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، باعث کاهش رادیکال‌های‌آزاد می‌گردد (۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶) که در این تحقیق نیز نتیجه مشابه به‌دست آمد. در تحقیقی غلظت مالون دی‌آلدئید و ظرفیت‌آنتی‌اکسیدانی‌بره‌ها درطول دوره آزمایش اندازه‌گیری گردید. ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی سرم خون در دام‌هایی که از سیاهدانه و کروم متیونین یا سیاهدانه و روی متیونین درجیره مصرفی استفاده نمودند، بیش‌تر بود. مکمل سیاهدانه و کروم متیونین در جیره، بهبود قابل ملاحظه‌ای را در غلظت مالون دی‌آلدئید نشان داد و سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی سرم گردید (۳۳). در یک مطالعه بر روی بره‌های تحت استرس حمل و نقل زمانی که با کروم- متیونین تغذیه شدند، غلظت مالون دی آلدئید کاهش یافت و ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی سرم‌خون افزایش یافت‌که این امر با یافته‌های موجود در این‌تحقیق‌مطابقت‌دارد (۴۶). یکی از نقش‌های مهم فیزیولوژیکی کروم، شرکت در ساختمان "مولکول آلی-فلزی عامل تحمل گلوکز" می‌باشد‌که این کمپلکس، محرک‌گیرنده‌های هورمون انسولین است، در نتیجه موجب فعال شدن هورمون انسولین می‌گردد و کلاً کروم نقش مهمی در متابولیزم چربی و کربوهیدرات در پستانداران ایفا می‌کند (۴۶). در‌مطابقت با تحقیق‌حاضر، در‌طی‌آزمایشاتی‌که توسط Bunting و همکاران (۳۹) و Haldar و همکاران (۴۷) صورت گرفت، نشان‌داده شد‌که استفاده از‌کروم در‌جیره‌غذایی‌موجب‌کاهش غلظت گلوکز خون گردید. نتایج تحقیقی دیگر در مورد تاثیر مخمر کروم بر روی برخی شاخصه‌ها ازجمله عملکرد رشد و قند خون در بره‌ها بیانگر کاهش قند‌خون بود که مطابق‌نتایج پژوهش حاضر است، ولی بر روی کیفیت لاشه بی‌تاثیر بود (۴۸). هم‌چنین، Hashemian و همکاران، در مطالعه ای دیگر دریافتند که استفاده از تغذیه مکمل کروم و نیاسین (B3) موجب کاهش قند خون می‌گردد (۴۹). در مطالعه‌ای دیگر مشاهده گردید که استفاده از مکمل کروم- متیونین باعث کاهش معنی‌دار سطح کلسترول سرم می‌شود (۳۳). در شرایط بروز استرس‌میزان‌کورتیزول‌خون‌افزایش‌می‌یابد‌که‌با‌تاثیر بازدارندگی بر روی‌انسولین، از ورود‌گلوکز به‌بافت‌عضلانی‌و بافت‌چربی جلوگیری می‌کند، اما کروم به‌دلیل‌نقش ضداسترسی‌خود، باعث‌افزایش فعالیت انسولین و کاهش سطح کورتیزول خون می‌گردد (۴۷). عنصر کروم به‌عنوان یک ماده معدنی کم مصرف، رابطه آنتاگونیستی با عناصر

پرمصرفی مانند کلسیم و فسفر ندارد، بلکه حتی تاثیر مثبتی بر روی میزان ابقاء این دو عنصر در بدن دارد (۶). هم‌چنین این عنصر با بهبود مصرف انرژی کمبود عناصری نظیر کلسیم را که می‌تواند میزان بهره‌وری از انرژی را با نقصان مواجه نماید، تا حدی جبران نماید (۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۷) که در تحقیق حاضر نیز به‌صورت کلی موجب افزایش غلظت عناصر کلسیم و فسفر گردید. مکمل کروم اثرات متفاوت و متناقضی در مطالعات مختلف نشان داد و محققین این تناقضات را مربوط به اختلافات در گونه، نژاد، سن، دوره آزمایشی، جیره غذایی، نوع منبع کروم و نحوه افزودن آن به جیره غذایی می‌دانند (۴۷، ۲۸، ۲۶). در موافقت با پژوهش حاضر، Sahraei و همکاران، اشاره داشتند که درصورت تغذیه بره‌ها با مکمل‌ها و ترکیبات جایگزین شیر علاوه بر اطمینان از رشد مناسب بره‌ها، می‌توان با قطع زود هنگام شیردهی میش‌های مادر، ضمن پیشگیری از مصرف ذخائر بدنی، آن‌ها را برای دوره بارداری بعدی سریع‌تر آماده نمود (۵۵).

تشکر و قدردانی

این پژوهش براساس طرحی برگرفته از همین عنوان و با مجوز دانشگاه آزاد اسلامی واحد صحنه انجام شده است که بدین‌وسیله از حمایت مالی صورت پذیرفته در این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. **Bathaei, S.S., 1994.** World Review of Animal Production. 29(1).
2. **Aghajanzadeh-Golshani, A., Maheri Sis, N., SalamatDoust-Nobar, R., Ebrahimnezhad, Y. and Ghorbani, A., 2020.** Estimating nutritional value of wheat and barley grains by in vitro gas production technique using rumen and faeces liquor of Gezel rams. Journal of Animal Environment. 10(3): 47-52. (In Persian)
3. **Soliman, S.G., Shoemaker, C.E. and D'andrea, G.H., 2006**. The effect of high dietary Cu on health, growth performance, and Cu status in young goats. Small Rum. Res. 66: 85-91.
4. **Princewill, O.I., Uchenna, A.E., Charles, O.I. and Uwaezuoke, I.M., 2015.** Interactions between Dietary Minerals and Reproduction in farm Animal. Global Jr. Anim. Scient. Res. 3524-535.
5. **Yazin, A.M., Al-Taie, A. and Mozhir K.K., 2021.** Effect of Selenium and Zinc Doses and Interaction between Them on Production Performance and Some Carcass Traits of Awassi Lambs. Annals of R.S.C.B. ISSN: 1583-6258. 25(4): 2506-2520.
6. **Vincent, J., 2011.** The nutritional biochemistry of chromium (III). J. Biol. Trace. elem. Res. 166: 7-12.
7. **Amata, I.A., 2013.** Chromium in Livestock Nutrition. Global Advanced Research Journal of Agricultural. 2(12): 289-306.
8. **Moreno-Camarena, L. and Domínguez-Vara, I., 2015.** Effects of organic chromium supplementation on growth. performance and carcass characteristics of finishing lambs.،J. Integr. Agric. 14(3): 567-574.
9. **Dorton, K.L., Engle T.E. and Enns R.M., 2006.** Effects of Trace Mineral Supplementation and Source, 30 Days Post-weaning and 28 Days Post Receiving, on Performance and Health of Feeder Cattle. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19(10): 1450-1454.
10. **Aldoori, Z.T., 2013.** Effect of defferent levels of chromium yeast on performance and some carcass characteristics of local awassi lambs. Department of public health, college of veterinary medicine. University of Tikrit/Iraq. I.J.A.B.R. 3(2): 191-194.
11. **Pechova, A. and Pavlata, L., 2007.** Chromium as an essential nutrient: a review. Veterinari Medivina. 1: 1-18.
12. **NRC. 2005.** Mineral Tolerance of Animals. National Academies Press, Washington, DC. USA. 183 p.
13. **Suttle, N.F., 2010.** Mineral nutrition of livestock. 4th ed. CABI, Wallingford, Oxford shire, UK. 579 p.
14. **Arvizu, R., Domínguez, I., Rubio, M., Bórquez, J. and Pinos-Rodríguez, J., 2011.** Effects of enotype, level of supplementation and organic chromium on growth performance, carcass and meat traits grazing lambs. Meat Sci. 88: 404-408.
15. **Toghyani, M., Khalili, M. and Foroozandeh, A.D., 2011.** Lactation performance and serum biochemistry of dairy cows fed supplemental chromium in the transitionperiod. Afri. Jr. Biotech. 10(50): 10304-10310.
16. **Mertz, W., 1993.** Chromium in human nutrition: a review. The Journal of Nutrition. 123: 626-633.
17. **Page, T.G., Southern, L.L., Ward, T.L. and Thompson, D.L., 1993.** Effect of chromium picolinate on growth and serum carcass traits of growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 71: 656-662.
18. **Lindemann, M.D., Wood, C.M., Harper, A.F., Kornegay, E.T. and Anderson, R.A., 1995.** Dietary chromium picolinate additions improve gain/feed and carcass characteristic in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. J. Anim. Sci. 73: 457-465.
19. **Mooney, K.W. and Cromwell, G.L., 1995.** Effects of chromium picolinate supplementation on growth, characteristics, and accretion rates of carcass tissues in growing-finishing swine. J. Anim. Sci. 73: 3351-3357.
20. **Ward, T.L., Southern, L.L. and Anderson, R.A., 1995.** Effect of dietary chromium source on growth, carcass characteristics, and plasma metabolite and hormone concentrations in growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 73(1): 189.
21. **Crow, S.D. and Newcomb, M.D., 1997.** Effect of dietary chromium additions along with varying protein levels on growth performance and carcass characteristics of growing and finishing pigs. J. Anim. Sci. 79(1): 79.
22. **Crow, S.D., Newcomb, M.D. and Ruth P., 1997.** Effect of dietary chromium addition on growth performance and carcass characteristics of growing and finishing pigs. J. Anim. Sci. 79 (1): 79.
23. **Frank, A., Anke, M. and Danielsson, R., 2000.** Experimental copper and chromium deficiency and additional molybdenum supplementation in goats. I. Feed consumption and weight development. Science of the Total Environment. 249: 133-142.
24. **Frank, A., Danielsson, R. and Jones, B., 2000.** Experimental copper and chromium deficiency and additional molybdenum supplementation in goats. II. Concentrations of trace and minor elements in liver, kidneys and ribs: haematology and clinical chemistry. Science of the Total Environment. 249: 143-170.
25. **Sirirat, N., Lu, J., Tsung-Yu Hung, A., Chen, Sh. and Lien, T., 2012.** Effects Different Levels of Nanoparticles Chromium Picolinate Supplementation on Growth Performance, Mineral Retention, and Immune Responses in Broiler Chickens. J of Agricultural Science. 4(12): 48-58.

Performance, Rumen Fermentation, and Serum Parameters in Lambs Fed Starter with Limited Ewe–Lamb Interaction. Animals. 9: 825. doi:10.3390/ani9100825.

42. **Regoli, F. and Principato, G., 1995.** Glutathione, glutathione-dependent and antioxidant enzymes in mussel Mytilus galloprovincialis, exposed to metals under field and laboratory conditions: implications for the use of biochemical biomarkers. Aquat. Toxicol. 31: 143-164.
43. **Sahin, K., Sahin, N. and Kucuk, O., 2003.** Effects of chromium, and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites, and antioxidant status of broiler chickens reared at a high ambient temperature. Nutr. Res. 23(32C): 225-238.
44. **Kumar, N., Garg, A.K., Dass, R.S., Chaturvedi, V.K., Mudgal, V. and Varshney, V.P., 2009.** Selenium supplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. Anim. Feed Sci. Technol. 153: 77-87.
45. **Wang, H.F., Yang, W.R., Wang, Y.X., Yang, Z.B. and Cui, Y.H., 2011.** The study on the effects of Chinese herbal mixtures on growth, activity of post-ruminal digestive enzymes and serum antioxidant status of beef cattle. Agric. Sci. China. 10: 448-455.
46. **Mousaie, A., Valizadeh, R., Naserian, A.A., Heidarpour, M. and Mehrjerdi, H.K., 2014.** Impacts of feeding selenium-methionine and chromium-methionine on performance, serum components, antioxidant status, and physiological responses to transportation stress of baluchi ewe lambs. Biological trace element research. 162: 113-123.
47. **Haldar, S., Ghosh, T., Pakhira, M. and De, K., 2006.** Effects of incremental dietary chromium (Cr3+) on growth, hormone concentrations and glucose clearance in growing goats (*Capra hircus*). J Agric. Sci. 144: 269-280.
48. **Moreno-Camarena, L., Dominguez-Vara, I., Morales-Almaraz, E., Borquez-Gastelum, J.L., Trujillo-Gutierrez, D., Acosta-Dibarrat, J.P., Sanchez-Torres, J.E., Pinos-Rodriguez, J.M., Modragon-Ancelmo, J., Barajas-Cruz, R. and Rodriguez-Gaxiola, M.A., 2020**. Effects of dietary chromium-yeast level on growth performance, blood metabolites, meat traits and muscle fatty acids profile, and microminerals content in liver and bone of lambs. Ital. J. Anim. Sci. 19: 1542.
49. **Hashemian, K., Norouzian, M.A. and Mohammadi-Sangcheshmeh, A., 2020.** Dietary upplemental chromium and niacin influence the growth performance and fat deposition in lambs. Anim. Prod. Sci. 60(5): 618-624.
50. **Sun, X. and Zmel, M.B., 2004.** Calcium and dairy products inhibit weight and fat regain during ad libitum consumption following energy restriction in Ap2-agouti transgenic mice. J Nutr. 134: 3054-3060.
51. **Anderson, R.A., 2008.** Chromium and polyphenols from cinnamon improve insulin sensitivity. Proc Nutr Soc. 67: 48-53.
52. **Ge, C.R., Gao, S.Z., Jia, J.J. and Jois, M., 2008.** Diet induced thermogenesis. Agric. Sci. China. 7: 1133-1139.
53. **Smantha, S., Haldar, S., Bahadur, V. and Ghosh, T.K., 2008.** Chromium picolinate can ameliorate the negative effects of heat stress and enhance performance, carcass and meat traits in broiler chikens by reducing the circulatory cortisol level. J Sci Food Agric. 88: 787-796.
54. **Yan, X.G., Zhang, F.Y., Li., D., Zhu, X.P. and Jia, Z.H., 2010.** Effects of chromium on energy metabolism in lambs fed with different dietary protein levels. Asian Austral J Anim. 23: 205-212.
55. **Sahraei, M., Asadzadeh, N. and Abarghani, A., 2018.** Effect of different supplementary feeding methods on performance of Moghani lamb in its native habitat. Journal of Animal Environmental. 10(3): 47-52. (In Persian)

26. **Mostafa-Tehrani, A., Ghorbani, G., Zare-Shahneh, A. and Mirhadi, S., 2006.** Non-carcass components and wholesale cuts of Iranian fat-tailed lambs fed chromium nicotinate or chromium chloride. Small rumin res. 63:12-19.
27. **Seifalinasab, A., Mousaie, A., Sattaei Mokhtari, M. and Doumari, H., 2019.** The Effect of Organic Chromium Supplement on Growth Performance, Nutrients Digestibility and Some Ruminal Fermentation parameters and Blood Metabolites in Fattening Lambs. Research on Animal Production. 10(23): 65-74. (In Persian)
28. **Kraidees, M.S., Al-Haidary, I.A., Mufarrej, S.I., Al Saiady, M.Y., Metwally, H.M. and Hussein, M.F., 2009.** Effect of supplemental chromium levels on performance, digestibility and carcass characteristics of transport-stressed lambs. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 22(8): 1124-1132.
29. **Gentry, L.R., Fernandez, J.M., Ward, T.L., White, T.W. and Southern, L.L., 1999.** Dietary protein and chromium tripicolinate in Suffolk wether lambs: effects on production characteristics, metabolic and hormonal responses, and immune status. J Anim. Sci. 77: 1284-1294.
30. **Abd El-Monem, U.M. and Abd El-Hamid, A.A., 2008.** Effect of chromium picolinate supplementation on growth performance, carcass traits, biochemical parameters and blood constituents of growing lambs under the summer Egyptian conditions. Egyptian J. of Sheep and Goat Sciences. 3(1): 95-100.
31. **Van Soest, P.J., Roberson, J.B. and Lewis, B.A., 1991.** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
32. **SAS Institute Inc. 2012.** SAS OnlineDoc® 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.
33. **Moeini, M.M., Kaki Soumar**, **S., Hozhabri, F. and Nikousefat, Z., 2018.** The effect of black seed with chromium-methionine or zinc-methionine on the blood parameters, antioxidant capacity and performance of Sanjabi lambs under transport stress. J. Rum. Res. 6(1): 85-100.
34. **Haldar, S., Mondal, S., Samanta, S. and Ghosh, T., 2009.** Effects of dietary chromium supplementation on glucose tolerance and primary antibody response against peste des petits ruminants in dwarf Bengal goats (*Capra hircus*). Animal. 3: 209-217.
35. **Domínguez-Vara, I.A., González-Muñoz, S.S., Pinos Rodríguez, J.M., Bórquez-Gastelum, J.L., Bárcena Gama, R., Mendoza-Martínez, G., Zapata, L.E. and Landois-Palencia, L.L., 2009.** Effect of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and bloodhormones and metabolites. Anim. Feed Sci. Technol. 152: 42-44.
36. **Dallago, B., McManus, C., Caldeira, D., Lopes, A. and Paim, T., 2011.** Performance and ruminal protozoa in lambs with chromium supplementation. Res Vet Sci. 90: 253-256.
37. **Kegley, E., Galloway, D. and Fakler, T., 2000.** Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef steers. J. Anim. Sci. 78: 3177-3183.
38. **Chang, X. and Mowat D.N., 1992.** Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. J. Anim. Sci. 70: 559-565.
39. **Bunting, L., Fernandez, J., Thompson, Jr. and Southern, L., 1994.** Influence of chromium picolinate on glucose usage and metabolic criteria in growing Holstein calves. J. Anim. Sci. 72: 1591-1599.
40. **Cao, S.T., Wang, C.C., Wu, H., Zhang, Q.H., Jiao, L.F. and Hu, C.H., 2018**. Weaning disrupts intestinal antioxidant status, impairs intestinal barrier and mitochondrial function, and triggers mitophagy in piglets. J. Anim. Sci. 96: 1073-1083.
41. **Shiqin, W., Tao, M., Guohong, Zh., Naifeng, Zh., Yan, T., Fadi, L., Kai, C., Yanliang, B., Hongbiao, D. and Qiyu D., 2019.** Effect of Age and Weaning on Growth