Archive of SID.ir

Vol 26, No. 1, Spring 2024

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

The effect of different forms of chromium on weight changes and glucose and insulin tolerance test of *Afshari* ewes during the transition period under the influence of heat stress

Mohammad Asadi[1]✉ | **Taghi Ghoorchi**[2] | **Abdolhakim Toghdory**[3]

1. Corresponding auther, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-Mail: Mohammad.asadi_s97@gau.ac.ir
2. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-Mail: Ghoorchi@gau.ac.ir
3. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-Mail: Toghdory@gau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 19 September 2023
Received in revised form
6 February 2024
Accepted 7 February 2024
Published online 15 March 2024

Keywords:
Chromium
Glucose test
Heat stress
Transition period
Weight changes

ABSTRACT

Introduction: During pregnancy, especially the period around birth, animals make many metabolic adjustments to support the transition from pregnancy to lactation. Since the last two months of pregnancy (late pregnancy) constitute 75% of fetal growth, therefore, enriching the sheep diet can have positive consequences on the health and general performance of the ewe and lamb. In such conditions, using of management and nutritional strategies will reduce the problems during the transition period and heat stress condition. Under stress condition, the mobilization of glycogen reserves and glucose production occur to produce energy to maintain stability in the body. Chromium is one of the scarce essential minerals that plays an important role in the metabolism of carbohydrates, lipids, proteins and nucleic acids. Chromium is part of the glucose tolerance factor that increases the affinity of insulin receptors to insulin hormone and increases the sensitivity of receptors to insulin.

Material and Methods: This experiment was conducted to evaluate the effect of different forms of chromium in ewes during the transition period under the heat stress condition. Forty pregnant *Afshari* ewes from 42±5 days before the expected lambing were assigned to four treatments with 10 replications in a completely randomized design. Experimental treatments included: 1) basal diet without chromium supplementation (control), 2) basal diet containing three milligrams of inorganic chromium per kg of DM, 3) basal diet containing three milligrams of chromium in the form of chromium-methionine per kg of DM and 4) basal diet containing three milligrams of chromium in the form of chromium nanoparticles per kg of DM.

Results and Discussion: The results showed that ewes receiving chromium had less weight changes at two, four and six weeks after lambing ($P \leq 0.05$). Also, supplementation of different forms of chromium increased the body condition score of ewes at the time and six weeks after lambing ($P \leq 0.05$). Ewes receiving chromium-methionine and chromium nanoparticles had better body condition than control and inorganic chromium treatments. There was no significant difference in glucose concentration between the treatments 60 and 90 minutes after intravenous glucose injection. After 60, 90, 120 and 180 minutes after the intravenous injection of glucose, the insulin concentration of the ewes receiving different forms of chromium decreased compared to the control treatment ($P \leq 0.05$).

Conclusion: In general, the use of chromium, especially in the form of chromium-methionine and chromium nanoparticles, is recommended during the transition period of ewes under the influence of heat stress.

Cite this article: Asadi, M., Ghoorchi, T., & Toghdory, A. (2024). The effect of different forms of chromium on weight changes and glucose and insulin tolerance test of *Afshari* ewes during the transition period under the influence of heat stress. *Journal of Animal Production*, 26 (1), 33-44. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.365589.623760

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.365589.623760

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دوره بیست و ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

اثر شکل‌های مختلف کروم بر تغییرات وزنی و آزمون تحمل گلوکز و انسولین میش‌های افشار در دوره انتقال تحت تأثیر تنش گرمایی

محمد اسدی[۱]✉ | تقی قورچی[۲] | عبدالحکیم توغدری[۳]

۱. نویسنده مسئول، گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: Mohammad.asadi_s97@gau.ac.ir

۲. گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: Ghoorchi@gau.ac.ir

۳. گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: Toghdory@gau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵

کلیدواژه‌ها:

آزمون گلوکز

تغییرات وزنی

تنش گرمایی

دورهٔ انتقال، کروم

چکیده

مطالعه حاضر به‌منظور اثر شکل‌های مختلف کروم بر تغییرات وزنی و آزمون تحمل گلوکز و انسولین میش‌های افشار در دوره انتقال تحت تأثیر تنش گرمایی با استفاده از ۴۰ رأس میش افشاری آبستن (از ۵±۴۲ روز پیش از زایش مورد انتظار) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و ۱۰ تکرار بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیرهٔ پایهٔ بدون مکمل کروم (شاهد)، ۲- جیرهٔ پایهٔ حاوی سه میلی‌گرم کروم معدنی به‌ازای هر کیلوگرم مادهٔ خشک جیره، ۳- جیرهٔ پایهٔ حاوی سه میلی‌گرم کروم به شکل کروم-متیونین به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک و ۴- جیره پایه حاوی سه میلی‌گرم کروم به شکل نانوذرات کروم به‌ازای هر کیلوگرم مادهٔ خشک جیره بودند. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین میش‌های دریافت‌کننده شکل‌های مختلف مکمل کروم ازنظر تغییرات وزنی در شش، چهار و دو هفته قبل از زایش وجود نداشت. میش‌های دریافت‌کننده مکمل کروم تغییرات وزنی کم‌تری در زمان، دو، چهار و شش هفته پس از زایش از خود نشان دادند (P≤۰/۰۵). هم‌چنین شکل‌های مختلف مکمل کروم سبب افزایش امتیاز وضعیت بدنی میش‌ها در زمان و شش هفته پس از زایش شد (P≤۰/۰۵). میش‌های دریافت‌کننده کروم-متیونین و نانوذرات کروم وضعیت بدنی بهتری نسبت به تیمارهای شاهد و کروم معدنی داشتند. نتایج پژوهش نشان داد ۶۰ و ۹۰ دقیقه پس از تزریق درون‌رگی گلوکز، اختلاف معنی‌داری بین غلظت گلوکز تیمارها وجود نداشت. پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه پس از تزریق درون‌رگی گلوکز غلظت انسولین میش‌های دریافت‌کننده اشکال مختلف کروم نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (P≤۰/۰۵). براساس نتایج حاصل استفاده از کروم به‌ویژه به شکل‌های کروم-متیونین و نانوذرات کروم در دورهٔ انتقال میش‌ها تحت تأثیر تنش گرمایی توصیه می‌شود.

استناد: اسدی، محمد؛ قورچی، تقی و توغدری، عبدالحکیم (۱۴۰۳). اثر شکل‌های مختلف کروم بر تغییرات وزنی و آزمون تحمل گلوکز و انسولین میش‌های افشار در دوره انتقال تحت تأثیر تنش گرمایی. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۶ (۱)، ۳۳-۴۴.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.365589.623760

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱. مقدمه

دوره آبستنی به‌ویژه دوره پیرامون زایش، دام‌ها تنظیمات متابولیکی بسیاری برای پشتیبانی انتقال از دوره آبستنی به شیردهی انجام می‌دهند (Mullins *et al*., 2012). علاوه براین دام‌های شیری بیش از توانایی خود برای مصرف انرژی، شیر تولید می‌کنند درنتیجه، در اوایل شیردهی دام‌ها در تعادل منفی انرژی قرار می‌گیرند که ممکن است موجب کاهش ماندگاری دام در گله شده و سبب افزایش نرخ حذف دام‌های شیری شود (Meyer *et al*., 2011). تنش‌های گرمایی در اواخر آبستنی با محدودیت انرژی تشدید می‌شوند. شرایط محیطی و تغذیهٔ نامناسب همراه با تغییرات فیزیولوژیک در اواخر دورهٔ آبستنی و نزدیک به زمان زایش، مانند تغییر در ترشح پروژسترون، لاکتوفرین و استرادیول ۱۷–بتا، سبب القای مقاومت انسولینی در مادر می‌شود (Moezzi *et al*., 2012). ازآنجایی‌که دو ماه آخر آبستنی (اواخر آبستنی) ۷۵ درصد رشد جنین را تشکیل می‌دهد (Robinson *et al*., 1977)، لذا غنی‌سازی جیرهٔ غذایی مادر می‌تواند پیامدهای مثبتی بر سلامت و عملکرد کلی مادر و فرزندان داشته باشد (Harvey *et al*., 2021). در چنین شرایطی به‌کارگیری روش‌های مدیریتی و تغذیه‌ای سبب کاهش مشکلات در دورهٔ انتقال و تنش‌های گرمایی می‌شود. در شرایط تنش، بسیج ذخایر گلیکوژن و تولید گلوکز جهت تولید انرژی برای حفظ پایداری در بدن رخ می‌دهد (Kashfi *et al*., 2011).

۲. پیشینه پژوهش

کروم از جمله مواد معدنی ضروری کم‌مصرفی می‌باشد که در متابولیسم کربوهیدرات، لیپید، پروتئین و اسیدهای نوکلئیک نقش دارد (Komorowski *et al*., 2012). کروم جزئی از فاکتور تحمل گلوکز می‌باشد که میل ترکیبی گیرنده‌های انسولین را به هورمون انسولین افزایش می‌دهد و موجب افزایش حساسیت گیرنده‌ها به انسولین می‌گردد. هم‌چنین گزارش شده است کمبود کروم باعث مقاومت انسولینی و برخی اختلالات لیپیدی می‌شود که با مصرف مکمل کروم بهبود می‌یابند. کروم می‌تواند تأثیرگذاری انسولین را با افزایش پیوند به گیرنده‌های انسولین در سطح سلول و افزایش حساسیت سلول‌های هدف بهبود ببخشد (Besong *et al*., 2001; Owen *et al*., 2001). کروم اثر خود را به‌کمک یک الیگوپپتید (کرومودولین) که از چهار اسیدآمینه (گلایسین، سیستئین، آسپارتات و گلوتامات) تشکیل‌شده است، اعمال می‌کند (Besong *et al*., 2001). این الیگوپپتید آنزیم تیروزین کیناز متصل به گیرنده انسولین را فعال کرده و از این طریق پاسخ سلول‌ها به انسولین را افزایش می‌دهد. به‌عنوان مثال، مطالعات نشان می‌دهد که فراسنجه‌های مربوط به متابولیسم گلوکز در بزهای دریافت‌کننده مکمل کروم آلی نسبت تیمارهای دریافت‌کننده معدنی پس از تزریق درون‌رگی گلوکز در آزمون تحمل گلوکز بهبود یافت (Haldar *et al*., 2007). هم‌چنین مطالعات پژوهش‌گران نشان می‌دهد افزودن کروم به جیره بز باعث کاهش بیان ژن‌های دخیل در ساخت لیپیدها می‌شود و از طرفی دیگر کروم با افزایش فعالیت انسولین، انرژی دریافتی از خوراک را به سمت رشد و تولید ماهیچه سوق می‌دهد (Sadeghi *et al*., 2015).

ازاین‌رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر استفاده از شکل‌های مختلف کروم بر تغییرات وزنی و آزمون تحمل گلوکز و انسولین میش‌های افشار در دوره انتقال تحت تأثیر تنش گرمایی می‌باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در یک واحد گوسفندداری صنعتی واقع در شهرستان بندرگز و در تابستان ۱۴۰۱ انجام گرفت. تعداد ۴۰ رأس میش افشاری آبستن از ۵±۴۲ روز پیش از زایش موردانتظار در یک قالب طرح کاملاً تصادفی به چهار تیمار آزمایشی و ۱۰ تکرار در هر تیمار اختصاص یافتند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱– جیرهٔ پایه بدون مکمل کروم (شاهد)،

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۲- جیرهٔ پایه حاوی سه میلی‌گرم کروم به شکل معدنی (کروم کلراید) به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک، ۳- جیرهٔ پایه حاوی سه میلی‌گرم کروم به شکل کروم-متیونین به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک و ۴- جیره پایه حاوی سه میلی‌گرم کروم به‌شکل نانوذرات کروم به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک بودند. میش‌ها به‌صورت جداگانه در باکس‌های انفرادی قرار داشتند و جیرهٔ پایه براساس جداول انجمن ملی تحقیقات گوسفند (NRC, 2007) تنظیم شد (جدول ۱) و مکمل‌ها از شرکت توسعه مکمل زیست‌فناور آریانا تهیه و روزانه به‌صورت سرک به جیرهٔ پایه اضافه شد. میش‌ها همگی ازنظر سن، تعداد جنین، وزن، تاریخ زایش موردانتظار و رنگ متعادل بودند. صحت آبستنی و زمان احتمالی زایش از طریق هم‌زمان‌سازی آبستنی و سونوگرافی میش‌ها قبل از آزمایش به تأیید رسید. آزمایش از ۴۲ روز قبل زایش شروع شد و به‌مدت ۸۴ روز به طول انجامید. به‌منظور اندازه‌گیری تغییرات وزنی میش‌ها وزن‌کشی دو، چهار و شش هفته قبل و بعد از زایش میش‌ها انجام شد. هم‌چنین نمره وضعیت بدنی میش‌ها نیز در زمان‌های شش هفته قبل از زایش، روز زایش و شش هفته پس از زایش اندازه‌گیری شد (Russel *et al.*, 1969).

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه میش‌ها

اجزای تشکیل جیره قبل از زایش (درصد ماده خشک)		اجزای تشکیل جیره بعد از زایش (درصد ماده خشک)	
کاه گندم	۵/۷	کاه گندم	۳۴
یونجه	۳۲	یونجه	۳۰
سیلوی ذرت	۳۰	دانه ذرت	۱۹/۷۵
دانه ذرت	۱۸/۵	کنجاله سویا	۷/۷۵
کنجاله سویا	۷/۲	تفاله چغندر قند	۲
تفاله چغندر قند	۱	سبوس گندم	۲/۷
سبوس گندم	۲/۹	پودر چربی	۲/۸
پودر چربی	۱/۵	کربنات کلسیم	۰/۴۲
کربنات کلسیم	۰/۷	نمک	۰/۳۳
نمک	۰/۳	مکمل معدنی-ویتامینی	۰/۲۵
مکمل معدنی-ویتامینی*	۰/۲		

ترکیب شیمیایی		ترکیب شیمیایی	
مواد مغذی جیره	مقدار	مواد مغذی جیره	مقدار
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲/۴۴	انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲/۵۴
پروتئین خام (درصد)	۱۴/۴۰	پروتئین خام (درصد)	۱۴/۴۰
چربی خام (درصد)	۴/۱۰	چربی خام (درصد)	۵/۲۰
کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد)	۳۲/۸۰	کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد)	۳۲/۱۰
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۴۴/۲۰	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۴۰/۹۰
نشاسته (درصد)	۲۱/۶۰	نشاسته (درصد)	۲۵/۰۰
خاکستر (درصد)	۷/۸۸	خاکستر (درصد)	۸/۴۰
کلسیم (درصد)	۱/۴۲	کلسیم (درصد)	۰/۸۹
فسفر (درصد)	۰/۷۱	فسفر (درصد)	۰/۵۲
کروم (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۰/۷۹	کروم (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۰/۸۲

* پیش مخلوط ویتامین و مواد معدنی ارائه‌شده به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A: ۱۰۰۰۰۰۰U، ویتامین U:D3 ۲۵۰۰۰۰، ویتامین U:E ۳۰۰۰، منیزیم ۳۲۰۰۰ میلی‌گرم. منگنز: ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ روی: ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ مس: ۳۰۰ میلی‌گرم؛ سلنیم ۱۰۰ میلی‌گرم؛ کلسیم: ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن: ۳۰۰۰ میلی‌گرم؛ کبالت ۱۰۰ میلی‌گرم؛ فسفر ۳۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ مونسین: ۱۵۰۰ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم.

Archive of SID.ir

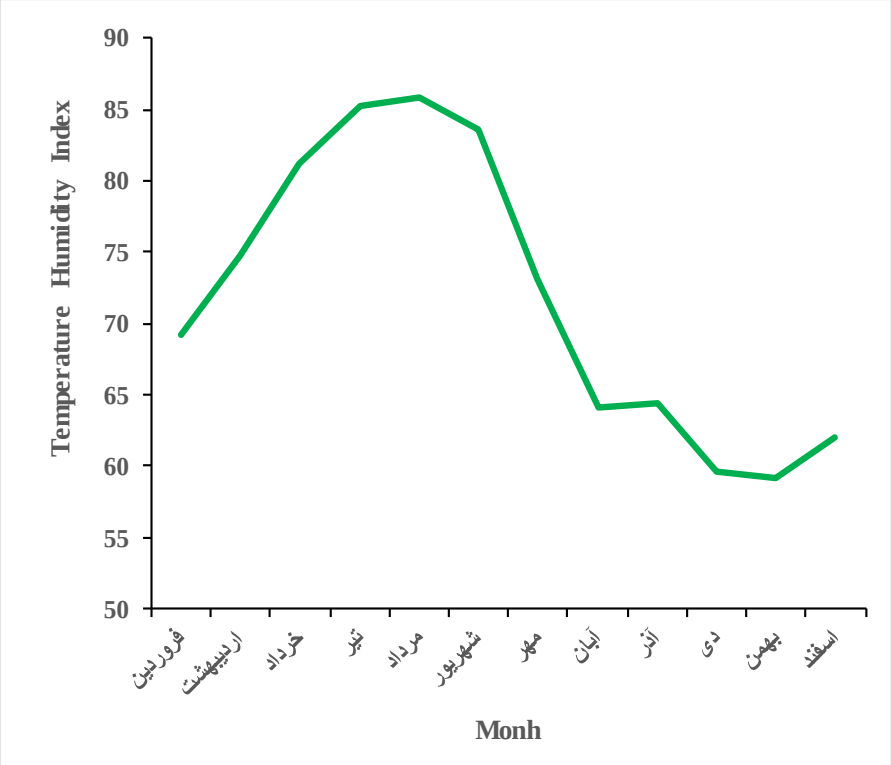
Archive of SID.ir

به‌منظور ارزیابی وضعیت متابولیسم گلوکز در یک هفته پس از زایش آزمون تحمل گلوکز به‌روش تزریق درون‌رگی گلوکز انجام شد (Kitchalong *et al*., 1995). برای این منظور از ۲۴ میش (شش میش در هر گروه آزمایشی) ابتدا پنج دقیقه قبل از تزریق گلوکز، خون‌گیری انجام شد. سپس ۰/۵ میلی‌گرم گلوکز به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده (به شکل دکستروز ۵۰ درصد، تزریقی با نام تجاری، GLUCOJET50% شرکت داروسازی ابوریحان، ایران) در مدت ۳۰ ثانیه به درون سیاهرگ وداج تزریق شد و متعاقب آن در زمان‌های صفر، پنج، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه بعد از تزریق به میزان سه میلی‌لیتر در هر بار خون‌گیری شد. تمامی نمونه‌های سرم پس از جداسازی تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌ها در فریزر منفی ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شد. فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز و انسولین به‌وسیله کیت‌های مربوطه (شرکت پارس‌آزمون، ایران) به کمک دستگاه اسپکتوفتومتری (مدل UV/VIS-6000، آلمان) و جهت اندازه‌گیری انسولین نیز از کیت انسولین (مونوبایند) اندازه‌گیری شد. هم‌چنین مساحت زیر منحنی (AUC) نیز از طریق محاسبه هندسی مساحت ذوزنقه و به‌کمک نرم‌افزار اکسل محاسبه گردید.

۳. ۱. شاخص دمایی–رطوبتی (THI)

جهت محاسبه شاخص دمایی– رطوبتی از داده‌های اداره هواشناسی شهرستان بندر گز استفاده شد. پژوهش حاضر بین ماه‌های جولای تا سپتامبر (خردادماه تا شهریورماه) انجام شد که در شکل (۱) آمده است. داده‌های به‌دست‌آمده شامل حداکثر، حداقل و میانگین دما و درصد رطوبت نسبی روزانه بود که براساس فرمول آلفانو محاسبه گردید:

THI = ۰/۸ × بیشینه دما + (کمینه رطوبت نسبی /۱۰۰) × (بیشینه دما −۱۴/۴) + ۴۶/۴



شکل ۱. شاخص دمایی– رطوبتی شهرستان بندرگز

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه۹/۱) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$ رابطه۱)

که در این رابطه، Y_{ij}، مقدار مشاهده تیمار iام در تکرار jام؛ μ، اثر میانگین؛ T_i، اثر تیمار iام؛ e_{ij}، اثر خطای آزمایشی است.

۴. نتایج

تفاوت معنی‌داری بین میش‌های دریافت‌کننده شکل‌های مختلف مکمل کروم ازنظر تغییرات وزنی در شش، چهار و دو هفته قبل از زایش وجود نداشت (جدول ۲). میش‌های دریافت‌کننده مکمل کروم تغییرات وزنی کم‌تری در زمان، دو، چهار و شش هفته پس از زایش از خود نشان دادند (P≤۰/۰۵). به‌طوری‌که در میش‌های دریافت‌کننده کروم–متیونین و نانوذرات کروم کاهش وزن کم‌تری پس از زایش نسبت به دو تیمار دیگر مشاهده شد.

جدول ۲. اثر شکل مکمل کروم بر تغییرات وزن بدن میش‌ها قبل و بعد از زایش

تغییرات وزنی میش‌ها (کیلوگرم)	شاهد	شکل‌های مختلف کروم			خطای استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
		کروم معدنی	کروم–متیونین	نانوذرات کروم		
وزن میش‌ها شش هفته قبل از زایش	۵۴/۵۴	۵۴/۲۲	۵۵/۲۲	۵۴/۹۵	۱/۵۵۳	۰/۷۲۳۷
وزن میش‌ها چهار هفته قبل از زایش	۵۳/۴۰	۵۳/۲۱	۵۴/۱۲	۵۳/۷۶	۱/۷۴۹	۰/۶۹۸۷
وزن میش‌ها دو هفته قبل از زایش	۵۱/۶۲	۵۱/۲۴	۵۲/۶۰	۵۲/۱۶	۱/۸۰۱	۰/۷۱۷۶
وزن میش‌ها زمان زایش	۴۶/۸۲^{b}	۴۷/۲۵^{ab}	۴۸/۹۹^{a}	۴۹/۱۰^{a}	۰/۹۸۷	۰/۰۴۶۶
وزن میش‌ها دو هفته بعد از زایش	۴۴/۰۱^{b}	۴۵/۱۸^{ab}	۴۶/۷۹^{a}	۴۷/۱۴^{a}	۱/۷۴۹	۰/۰۰۴۹
وزن میش‌ها چهار هفته بعد از زایش	۴۳/۶۶^{b}	۴۵/۰۵^{ab}	۴۶/۲۸^{a}	۴۶/۹۲^{a}	۱/۶۵۵	۰/۰۲۴۴
وزن میش‌ها شش هفته بعد از زایش	۴۳/۷۸^{b}	۴۵/۲۷^{ab}	۴۶/۷۹^{a}	۴۷/۰۸^{a}	۱/۵۴۶	۰/۰۴۸۴

a-b: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

اثر شکل‌های مختلف کروم بر امتیاز وضعیت بدنی میش‌ها در جدول (۳) ارائه شده است که شکل‌های مختلف مکمل کروم سبب افزایش شاخص امتیاز وضعیت بدنی میش‌ها در زمان زایش و شش هفته پس از زایش شد (P≤۰/۰۵). میش‌های دریافت‌کننده کروم–متیونین و نانوذرات کروم وضعیت بدنی بهتری نسبت به تیمارهای شاهد و کروم معدنی داشتند. با این‌حال، افزودن اشکال مختلف کروم تأثیر معنی‌داری بر امتیاز وضعیت بدنی میش‌ها در شش هفته قبل از زایش نداشت.

جدول ۳. اثر شکل مکمل کروم بر تغییرات وضعیت بدنی میش‌ها قبل و بعد از زایش

شاخص امتیاز بدنی میش‌ها	شاهد	شکل‌های مختلف کروم			خطای استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
		کروم معدنی	کروم–متیونین	نانوذرات کروم		
شش هفته قبل از زایش	۳/۶۰	۳/۵۹	۳/۶۴	۳/۶۲	۰/۱۴۵	۰/۷۲۸۹
زمان زایش	۳/۲۱^{b}	۳/۲۷^{b}	۳/۴۴^{a}	۳/۴۷^{a}	۰/۱۴۱	۰/۰۰۰۱
شش هفته بعد از زایش	۳/۱۷^{b}	۳/۲۵^{b}	۳/۴۱^{a}	۳/۴۲^{a}	۰/ ۱۶۳	۰/۰۰۲۱

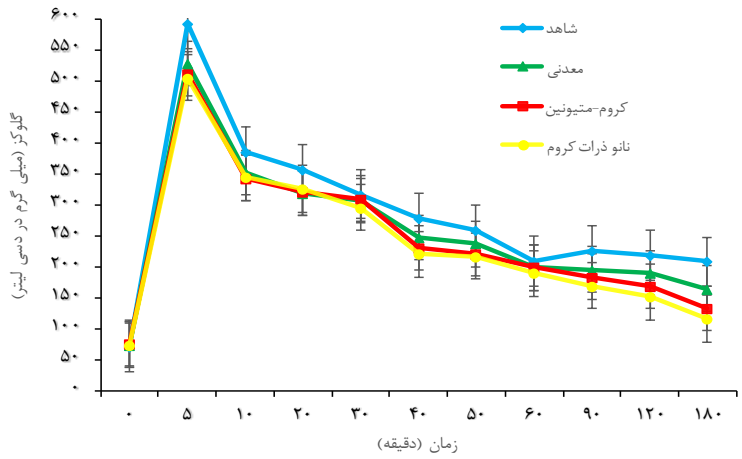
a-b: تفاوت میانگین ها در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نتایج مربوط به آزمون تحمل گلوکز میش‌ها در جدول (۴) گزارش‌شده است. تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های صفر تا ۶۰ دقیقه پس از تزریق درون‌رگی گلوکز بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. اما در زمان ۹۰ دقیقه پس از تزریق، غلظت گلوکز در تیمارهای شاهد و دریافت‌کننده کروم معدنی از تیمارهای دریافت‌کننده کروم–متیونین و نانوذرات کروم بیش‌تر بود (P≤۰/۰۵). غلظت گلوکز در زمان‌های ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه پس از تزریق، در تیمار شاهد بیش‌ترین و در تیمار دریافت‌کننده نانوذرات کروم کم‌ترین مقدار بود (P≤۰/۰۵).

نتایج نشان داد ۶۰ و ۹۰ دقیقه پس از تزریق درون‌رگی گلوکز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). اما سطح زیر منحنی از صفر تا ۱۲۰ دقیقه پس از تزریق گلوکز در میش‌های دریافت‌کننده نانوذرات کروم نسبت به سه تیمار دیگر نیز کم‌تر بوده (P≤۰/۰۵)؛ هم‌چنین در زمان صفر تا ۱۸۰ دقیقه پس از تزریق گلوکز غلظت پلاسمایی گلوکز بین تیمارهای دریافت‌کننده کروم و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P≤۰/۰۵).



شکل ۲. تأثیر استفاده از مکمل کروم بر تست تحمل گلوکز در میش‌ها با روش تزریق درون‌رگی گلوکز

جدول ٤. تأثیر استفاده از مکمل کروم بر تست تحمل گلوکز در میش‌ها با روش تزریق درون‌رگی گلوکز (میلی‌گرم در دسی لیتر)

سطح زیر منحنی (AUC) گلوکز	شاهد	شکل‌های مختلف کروم			خطای استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
		کروم معدنی	کروم–متیونین	نانوذرات کروم		
AUC گلوکز ۶۰–۰ دقیقه	۱۳۰۱۲	۱۲۸۹۱	۱۲۶۲۲	۱۲۴۲۵	۸۴۹/۵۵۴	۰/۵۴۱۱
AUC گلوکز ۹۰–۰ دقیقه	۱۷۲۸۲	۱۶۶۲۵	۱۶۷۱۱	۱۵۹۱۹	۶۸۸/۲۲۷	۰/۷۱۴۲
AUC گلوکز ۱۲۰–۰ دقیقه	۲۱۱۲۵^{a}	۱۹۲۲۴^{ab}	۱۹۱۲۱^{ab}	۱۸۷۹۸^{b}	۷۴۸/۱۰۱	۰/۰۱۲۷
AUC گلوکز ۱۸۰–۰ دقیقه	۲۴۱۸۹^{a}	۲۲۲۸۹^{b}	۲۱۰۰۸^{c}	۲۰۱۱۹^{c}	۴۶۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱

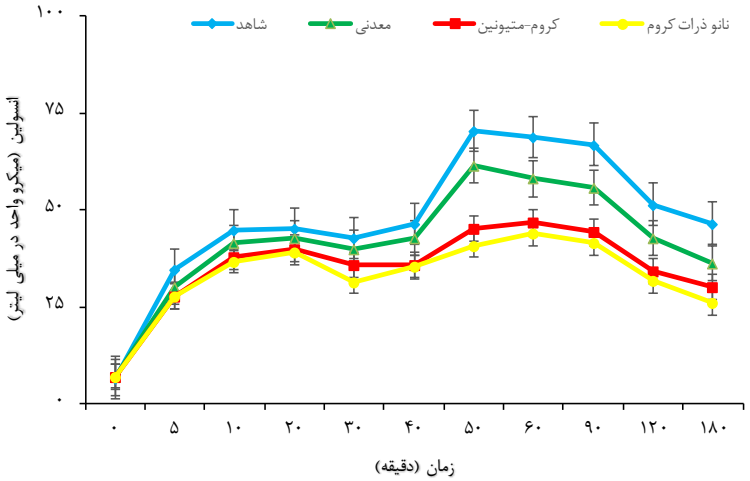
a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

نتایج مربوط به آزمون تحمل انسولین میش‌ها در جدول (۵) آمده است. غلظت انسولین در زمان صفر تا ۲۰ دقیقه پس از تزریق گلوکز بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد. اما در زمان‌های ۳۰ تا ۶۰ دقیقه پس از تزریق، غلظت انسولین در تیمار شاهد از تیمارهای دریافت‌کننده کروم بیش‌تر بود (P≤۰/۰۵). غلظت انسولین در زمان‌های ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه پس از تزریق تحت تأثیر مصرف کروم قرار گرفت. به‌طوری‌که تیمار شاهد بالاترین میزان انسولین و تیمار دریافت‌کننده نانوذرات کروم کم‌ترین مقدار را نشان داد (P≤۰/۰۵).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نتایج نشان داد که پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه پس از تزریق درون‌رگی گلوکز، غلظت انسولین میش‌های دریافت‌کننده اشکال مختلف کروم نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (P≤۰/۰۵).



شکل ۳. تأثیر استفاده از مکمل کروم بر تست تحمل انسولین در میش‌ها با روش تزریق درون‌رگی گلوکز

جدول ۵. تأثیر استفاده از مکمل کروم بر تست تحمل انسولین در میش‌ها با روش تزریق درون‌رگی گلوکز (میکرو واحد در میلی لیتر)

سطح زیر منحنی انسولین (AUC)	شاهد	شکل‌های مختلف کروم			خطای استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
		کروم معدنی	کروم-متیونین	نانوذرات کروم		
AUC انسولین ۶۰-۰ دقیقه	۱۸۷۴/۲۱^{a}	۱۶۵۴/۵۲^{ab}	۱۵۵۵/۲۷^{b}	۱۵۶۰/۱۲^{b}	۷۹۴/۵۱۲	۰/۰۳۴۴
AUC انسولین ۹۰-۰ دقیقه	۳۵۷۴/۳۳^{a}	۲۶۵۴/۸۴^{b}	۲۵۶۶/۴۱^{b}	۲۴۹۶/۸۴^{b}	۸۱۱/۶۲۷	۰/۰۰۰۱
AUC انسولین ۱۲۰-۰ دقیقه	۴۸۷۷/۶۲^{a}	۳۲۱۳/۵۷^{b}	۳۰۱۲/۲۸^{b}	۳۱۱۴/۶۸^{b}	۷۰۶/۳۳۰	۰/۰۰۰۱
AUC انسولین ۱۸۰-۰ دقیقه	۶۱۴۴/۱۰^{a}	۴۸۷۱/۹۵^{b}	۴۳۱۲/۶۹^{b}	۴۲۷۸/۵۶^{b}	۸۸۹/۰۱۷	۰/۰۰۰۱

a-b: تفاوت میانگین ها در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۵. بحث

نتایج وزن زنده گروه‌های آزمایشی مختلف نشان داد که تا زمان زایش، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت که این نتیجه همسو با (موسائی و همکاران، ۱۳۹۷) بود، گزارش شده است که در زمان زایش و یک هفته پس از زایش میش‌های دریافت‌کننده کروم میانگین وزن بالاتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند (موسائی و همکاران، ۱۳۹۷). همسو با نتایج پژوهش حاضر گزارش‌شده است که تغییرات وزن بدن میش‌ها در دوره پیش از زایش تحت تأثیر مکمل کروم قرار نگرفت (Noori *et al.*, 2015). هم‌چنین، در آزمایش دیگری بره‌های تغذیه‌شده با مقدار سه میلی‌گرم کروم در هر کیلوگرم ماده خشک خوراک به لحاظ عددی وزن نهایی بیش‌تری در مقایسه با گروه شاهد و بره‌های دریافت‌کننده ۱/۵ میلی‌گرم کروم داشتند (سیفعلی نسب و همکاران، ۱۳۹۸). تأثیر مثبت مکمل کروم بر تغییرات وزنی میش‌ها می‌تواند به‌علت اثر کروم در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها باشد. کروم موجب تقویت عمل انسولین از طریق بهبود اتصال آن به گیرندهٔ سلولی‌اش می‌شود که این عمل سبب افزایش ساخت پروتئین‌ها، بهبود بازده انتقال اسیدهای آمینه، کاهش

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نرخ تجزیهٔ پروتئین‌ها و افزایش استفاده از لیپیدها و کربوهیدرات‌ها می‌شود. در نتیجه انرژی آزادشده می‌تواند علت تأثیر مثبت کروم بر تغییرات وزنی میش‌ها باشد (Dominguez-Vara *et al*., 2009).

امتیاز وضعیت بدنی میزان چاقی و لاغری دام را مشخص می‌نماید و هدف اصلی از بررسی آن کنترل وضعیت تغذیه‌ای برای افزایش استفاده از منابع خوراک، تشخیص تفاوت‌های کوچک در ظاهر دام‌ها، آگاهی از کاهش وضعیت بدنی و بررسی تغییرات در خوراک و وزن دام بوده است. از طرفی دیگر، بررسی وضعیت شاخص بدنی میش‌ها و تغییرات آن‌ها در طول دوره تولیدمثل می‌تواند سبب بهبود وزن تولد و نرخ زنده‌مانی بره‌ها شود (Mathias-Davis *et al*., 2013). میش‌هایی که نمره بدنی بهتری در زمان زایش دارند، معمولاً بره‌های بزرگ‌تری نیز تولید می‌کنند، علاوه بر این افزایش امتیاز وضعیت بدنی میش در زمان زایش تأثیر مستقیمی بر زنده‌مانی بره‌ها دارد. گزارش‌شده است که میش‌هایی که امتیاز بدنی آن‌ها کم‌تر از ۲/۵ باشد تلفات بره زایی در آن‌ها بیش‌تر است (Morgan-Davies *et al*., 2008). تاکنون مطالعات بسیار اندکی در رابطه تأثیر کروم بر امتیاز وضعیت بدنی میش‌ها وجود دارد. با این حال برخی پژوهشگران نشان دادند که ارتفاع از جدوگاه در گوساله‌های دریافت‌کننده مکمل کروم در مقایسه با گروه شاهد تحت تأثیر قرار نگرفت، هرچند دور سینه در تیمارهای دریافت‌کننده کروم بیش‌ترین مقدار بود (Ghorbani *et al*., 2012). علاوه بر این پژوهش‌گران گزارش کردند که افزودن مکمل کروم–متیونین به جیره گوساله‌های شیرخوار پیش از شیرگیری تأثیر معنی‌داری بر دور سینه داشت، درحالی‌که عرض پین و ارتفاع از جدوگاه تفاوت معنی‌داری را از خود نشان نداد (Kargar *et al*., 2018).

آزمایش آزمون گلوکز جهت تشخیص کمبود کروم، متابولیسم گلوکز و انسولین در دام‌ها انجام می‌شود. این روش ساده، توانایی دام را به حفظ پایداری گلوکز به‌واسطه ترشح انسولین پس از تزریق گلوکز به دام موردسنجش قرار می‌دهند. در همین راستا، همسو با پژوهش حاضر نتایج نشان می‌دهد در زمان‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه پس از تزریق گلوکز تفاوتی بین غلظت گلوکز خون بره‌های ماده بلوچی وجود نداشت. بره‌های تغذیه‌شده با مکمل کروم–سلنیم در بازه زمانی صفر تا ۱۲۰ دقیقه پس از تزریق AUC گلوکز کم‌تری در مقایسه با گروه شاهد داشتند، هم‌چنین تغذیه بره‌ها با مکمل‌های کروم باعث کاهش AUC گلوکز پس از تزریق داخل وریدی گلوکز شد (موسائی و همکاران، ۱۳۹۷). کم‌تر بودن AUC گلوکز در میش‌های دریافت‌کننده مکمل کروم، می‌تواند به‌دلیل تأثیر این عنصر بر بهبود حساسیت انسولین باشد که این کاهش حساسیت را می‌تواند به افزایش غلظت هورمون رشد در خون، تجمع چربی بدن و افزایش ترشح هورمون‌های تستوئید آدرنال باشد (Gatford *et al*., 2004). مطالعات نشان می‌دهد افزودن کروم پیکولینات به جیره خوک‌ها، غلظت گلوکز و انسولین خون پس تزریق کاهش یافت (Owen *et al*., 2001). AUC در بره‌های پرواری دریافت‌کننده کروم و الکارنیتین از زمان صفر تا ۱۲۰ دقیقه بعد از تزریق گلوکز نسبت به تیمار شاهد کم‌تر بود (مسیبی و همکاران، ۱۳۹۶). کروم به‌عنوان جزئی از فاکتور تحمل گلوکز می‌باشد و سبب افزایش میل ترکیبی گیرنده‌های انسولین به لیگاند خود می‌شود و این عمل باعث افزایش حساسیت گیرنده‌ها به انسولین می‌شود و در نتیجه از ترشح زیاد انسولین از سلول‌های بتای پانکراس جلوگیری می‌کند (Owen *et al*., 2001).

AUC انسولین در تیمارهای دریافت‌کننده مکمل کروم کم‌تر از تیمار شاهد بود که همسو با مطالعه موسائی و همکاران (۱۳۹۷) بود. افزودن کروم آلی به‌جیره بره‌های ماده بلوچی و تزریق گلوکز پس از ۱۸۰ دقیقه سبب کاهش انسولین نسبت به تیمار شاهد شده است. پژوهش‌های اندکی در رابطه با اثر کروم بر مقاومت انسولینی در دام‌ها وجود دارد. همان‌طور که اشاره شد، کروم به‌عنوان بخشی از فاکتور تحمل گلوکز باعث تسهیل عملکرد انسولین می‌شود. کروم، متابولیسم گلوکز را از طریق کرومودولین الیگوپپتید تغییر می‌دهد و با حفظ ساختار فعال گیرنده‌های انسولین باعث بهبود حساسیت انسولینی و جذب بافتی بیش‌تر آن می‌شود (Vincent, 2000). از همین‌رو، مطالعات نشان داده که مکمل کروم

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

باعث کاهش مقاومت انسولینی در گاوهای شیری در شرایط تعادل منفی انرژی قبل از زایمان شد (Hayirli *et al*., 2001). از طرفی دیگر انسولین با تحریک برداشت گلوکز در بافت‌های حساس به انسولین سبب افزایش ساخت گلیکوژن لیپوژنز و کاهش گلوکوتئوژنز می‌شود (موسائی و همکاران، ۱۳۹۷).

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

افزودن سه میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک مکمل کروم به جیرهٔ میش‌ها در دوره انتقال سبب بهبود تغییرات وزنی شد. هم‌چنین مکمل‌کردن جیره با کروم سبب بهبود شاخص امتیاز بدن میش‌ها گردید. از سوی دیگر بهبود حساسیت انسولینی که با شاخص سطح زیر منحنی (AUC) گلوکز سنجیده می‌شود نیز در تیمارهای تغذیه‌شده با مکمل کروم مشاهده شد. به‌طور کلی، با توجه به بهبود وزن بدن، امتیاز بدنی و آزمون تحمل گلوکز و انسولین میش‌ها، دریافت کروم به‌ویژه به شکل‌های کروم–متیونین و نانوذرات کروم در دورهٔ انتقال میش‌ها تحت تأثیر تنش گرمایی قابل‌توصیه می‌باشد.

۷. تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به دلیل تأمین امکانات برای انجام پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض و منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

موسائی، امیر؛ ولی‌زاده، رضا؛ ناصریان، عباسعلی، حیدرپور، محمد؛ کاظمی مهرجردی، حسین (۱۳۹۷). عملکرد و پاسخ به تنش انتقال بره‌های ماده بلوچی تغذیه شده با سطوح مازاد بر نیاز مکمل‌های آلی کروم و سلنیم. *پژوهش‌های علوم دامی ایران*، ۱۰(۱)، ۱–۱۰.

سیفعلی نسب، اسما؛ موسائی، امیر؛ ستایی مختاری، مرتضی؛ دوماری، حسین (۱۳۹۸). تأثیر مکمل آلی کروم بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، برخی فراسنجه‌های تخمیری شکمبه و متابولیت‌های خون در بره‌های پرواری. پژوهش‌های تولیدات دامی، ۱۰(۲۳)، ۶۵–۷۴.

مسیبی، محمود؛ علی عربی، حسن؛ فرح آور، عباس (۱۳۹۶). اثر افزودن کروم آلی و ال–کارنیتین به جیره بره‌های پرواری بر عملکرد، متابولیسم گلوکز و برخی فراسنجه‌های خونی. *نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۵(۱)، ۸۱–۱۱۰.

References

Besong, S., Jackson, J. A., Trammell, D. S., & 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 of Dairy Science*, *84*(7), 1679-1685.

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., & Landois-Palencia, L .L. (2009). Effect of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 152, 42-49.

Gatford, K. L., De Blasio, M. J., Thavaneswaran, P., Robinson, J. S., McMillen, I. C., &Owens, J. A. (2004). Postnatal ontogeny of glucose homeostasis and insulin action in sheep. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, *286*(6), E1050-E1059.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Ghorbani, A., Sadri, H., Alizadeh, A. R., & Bruckmaier, R. M. (2012). Performance and metabolic responses of Holstein calves to supplemental chromium in colostrum and milk. *Journal of Dairy Science*, *95*(10), 5760-5769.

Haldar, S., Samanta, S., Banarjee, R., Sharma, B., & Ghosh, T. K. (2007). Glucose tolerance and serum concentrations of hormones and metabolites in goats (*Capra hircus*) fed diets supplemented with inorganic and organic chromium salts. *Animal*, *1*(3), 347-356.

Harvey, K. M., Cooke, R. F., & Marques, R. S. (2021). Supplementing trace minerals to beef cows during gestation to enhance productive and health responses of the offspring. *Animals*, 11(4), 1159.

Hayirli, A., Bremmer, D. R., Bertics, S. J., Socha, M. T., & Grummer, R. R. (2001). Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *84*(5), 1218-1230.

Kargar, S., Mousavi, F., Karimi-Dehkordi, S., & Ghaffari, M. H. (2018). Growth performance, feeding behavior, health status, and blood metabolites of environmentally heat-loaded Holstein dairy calves fed diets supplemented with chromium. *Journal of Dairy Science*, *101*(11), 9876-9887.

Kashfi, H., Yazdani, A. R., &Latifi, M. (2011). Economical study of effective management strategies on prevention of displaced abomasum in transition period in commercial dairy farms in Shahroud. *Research on Animal Production*, 2(4), 61-70.

Kitchalong, L., Fernandez, J. M., Bunting, L. D., Southern, L. L., & Bidner, T. D. (1995). Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. *Journal of Animal Science*, *73*(9), 2694-2705.

Komorowski, J. R., Tuzcu, M., Sahin, N., Juturu, V., Orhan, C., Ulas, M., & Sahin, K. (2012). Chromium picolinate modulates serotonergic properties and carbohydrate metabolism in a rat model of diabetes. *Biological Trace Element Research*, *149*, 50-56.

Mathias-Davis, H. C., Shackell, G. H., Greer, G. J., Bryant, A. I., & Everett-Hincks, J. M. (2013). Ewe body condition score and the effect on lamb growth rate. In *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 73, 131-135.

Meyer, A. M., Reed, J. J, Neville, L., Thorson, J., Maddock-Carlin, R., Taylor, B., Reynolds, P., Redmer, A., Luther, S., Hammer, J., Vonnahme, A., & Caton, S. (2011). Nutritional plane and selenium supply during gestation affect yield and nutrient composition of colostrum and milk in primiparous ewes. *Journal of Animal Science*, 89, 1627-1639.

Moezzi, A., McDonagh, A. M., & Cortie, M. B. (2012). Zinc oxide particles: Synthesis, properties and applications. *Chemical Engineering Journal*, 185, 1-22.

Morgan-Davies, C., Waterhouse, A., Pollock, M. L., & Milner, J. M. (2008). Body condition score as an indicator of ewe survival under extensive conditions. *Animal Welfare*, *17*(1), 71-77.

Mosayebi, M., Aliarabi, H., & Farahavar, A. (2017). Effect of adding organic chromium and L-carnitine to feedlot lamb's diet on performance, glucose metabolism and some blood parameters. *Journal of Ruminant Research*, 5(1), 81-110. (In Persian).

Mousaie, A., Valizadeh, R., Naserian, A. A., Heidarpour, M., & Kazemi-mehrjerdi, H. (2018). Performance and physiological response to transportation stress of Baluchi ewe lambs fed selenium-methionine and chromium-methionine supplements. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *10*(1). (In Persian).

Mullins, C. R., Mamedova, L. K., Brouk, M. J., Moore, C. E., Green, H. B., Perfield, K. L., & Bradford, B. J. (2012). Effects of monensin on metabolic parameters, feeding behavior, and productivity of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1323-1336.

Noori, G. H., Amanlou, R. H., Harakinejhad, M. T., Eskandainasab, M. P., & Mirzayee, H. R. (2015). The effects of chromium supplementation during late pregnancy on performance and blood metabolites of twin-bearing ewes. *Journal of Ruminant Research*, 3-1.

Owen, K. Q., Jit, H., Maxwell, C. V., Nelssen, J. L., Goodband, R. D., Tokach, M. D., ... & Koo, S. I. (2001). Dietary L-carnitine suppresses mitochondrial branched-chain keto acid dehydrogenase activity and enhances protein accretion and carcass characteristics of swine. *Journal of Animal Science*, *79*(12), 3104-3112.

Robinson, J. J., McDonald, I., Fraser, C., & Crofts, R. M. J. (1977). Studies on reproduction in prolific ewes I. Growth of the products of conception. *The Journal of Agricultural Science*, 88(3), 539-552.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Russel, A. J. F., Doney, J. M., & Gunn, R. G. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 72 (3), 451-454.

Sadeghi, M., Panah, M. J. N., Bakhtiarizadeh, M. R., & Emami, A. (2015). Transcription analysis of genes involved in lipid metabolism reveals the role of chromium in reducing body fat in animal models. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *32*, 45-51.

Seifalinasab, A., Mousaie, A., Sattaei Mokhtari, M., & 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).

Vincent, J. B. (2000). The biochemistry of chromium. *The Journal of Nutrition*, *130*(4), 715-718.

Archive of SID.ir