The effect of using different forms of chromium around calving on feed intake, digestibility of nutrients, nutritional behavior of Afshar ewes and the performance of their lambs under the influence of heat stress

M Asadi[1]*, T Ghoorchi[2], A Toghdory[3]

Received: February 20, 2023 Accepted: January 30, 2024

[1] PhD, Department of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[2] Professor, Department of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
*Corresponding author: Email: mohammadasadiseyed1994@yahoo.com

پژوهش‌های علوم دامی
Animal Science Research

Journal of Animal Science/vol.34 No.2/ 2024/pp 101-117
https://animalscience.tabrizu.ac.ir

OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/as.2024.55492.1695

Introduction: During the time around parturition, animals make many metabolic adjustments to support the transition from pregnancy to lactation (Mullins *et al.* 2012). In addition, dairy cattle produce milk more than their ability to consume energy, as a result, they are in a negative energy balance at the beginning of lactation, which may reduce the longevity of the cattle in the herd and increase the rate of elimination of dairy cattle (Vallimont *et al.* 2001). Heat stress in late pregnancy is aggravated by energy restriction. In such conditions, the use of management and nutritional methods will reduce the problems during the transfer period and heat stress (Duffield *et al.* 2012). One of the ways to optimize the productive and reproductive conditions of livestock, through improving the metabolism of nutrients and eliminating or reducing stress conditions, is to use chromium as a metabolic improver (Meyer *et al.* 2012). Scientific sources suggested the amount of chromium needed for sheep 3 to 5 mg per day and for dairy cows 15 to 50 mg per day. Inorganic chromium has a bioavailability of about 0.5 percent. While organic chromium has more than 25 percent intestinal absorption, and therefore, consumption of inorganic chromium is not recommended due to its low bioavailability and toxic effects (Lashkari *et al.* 2018). Among the sources of organic chromium, chromium-methionine has been recognized by important global food and drug organizations as a compound with high bioavailability, impressive metabolic responses and no toxicity complications (Mousaie *et al.* 2014).

Materials and Methods: This experiment was conducted to investigate the effect of using different forms of chromium around calving on feed consumption, nutrient digestibility, nutritional behavior of Afshar ewes and the performance of their lambs under the influence of heat stress. Forty pregnant Afshari ewes were assigned to four experimental treatments with ten replications from 42 ± 5 days before the expected birth in a completely randomized design. Experimental treatments include: 1) basic diet without chromium supplementation (control), 2) basic diet containing 3 mg of chromium in mineral form per kg of dry matter, 3) basic diet containing 3 mg of chromium in the form of chromium-methionine per kg Each kilogram of dry matter and 4) the basic diet contained 3 mg of chromium in the form of chromium nanoparticles per kilogram of dry matter. The length of the test period was 84 days. Weighing of ewes was done at the beginning, at the time of calving and

at the end of the period. The rest of the feed is weighed every day and the daily feed consumption was calculated by deducting from the provided feed. In order to measure the digestibility of ewes, stool and feed samples were collected for 5 days from 10 to 6 days before possible calving and 31 to 35 days after calving. To determine the chemical composition of food and feces samples (dry matter, crude protein, crude fat, and organic matter), the methods of the official association of analytical chemists were used. The insoluble fiber in neutral detergent (NDF) and the insoluble fiber in acid detergent (ADF) were also determined by the Van Soest method. In relation to feed consumption behavior during 28 to 30 days after birth, it was measured as a 24-hour activity record. The time spent for the activities of eating, resting, standing and ruminating was recorded visually every 5 minutes and assuming that the activity continued in the last 5 minutes for all the animals during the day and night hours. After birth, the lambs were first dried and weighed after performing the necessary hygiene operations, and then they received the first portion of colostrum. Diarrhea status and duration of diarrhea and stool score were recorded daily. Stool scores were determined based on 1_ hard and consistent, 2_ soft and loose, 3_ loose and watery, 4_ watery with some blood and 5_ watery with blood and mucus. A digital thermometer was used to measure the rectal temperature. The thermometer was placed in the animal's rectum for 3 minutes and the temperature was recorded immediately. Respiration rate was measured by visual observation of the number of ups and downs of the animal's side in one minute. In order to measure the apparent digestibility of dry matter in lambs, feed and feces samples were sampled on the 35th day after birth using acid-insoluble ash (AIA) as an internal marker for six consecutive days.

Results and Discussion: The results showed that there was no significant difference in the weight of the ewes before calving. But from the beginning of ewes giving birth (P=0.0466) to 6 weeks after giving birth (P=0.0484), the treatments receiving different forms of chromium performed better than the control group of ewes. Dry matter consumption of ewes also had an upward trend from the third to the sixth week after giving birth in the ewes receiving chromium-methionine and chromium nanoparticles ($P < 0.05$). The digestibility of dry matter and insoluble fibers in neutral detergent increased during the period before and after the delivery of ewes under the influence of chromium intake (P=0.0001). Addition of chromium supplement to the diet of ewes did not cause a significant difference in the parameters of feed consumption behavior, but it caused a significant difference in the resting behavior of the ewes, so that the lowest and longest resting time was related to the treatment receiving chromium nanoparticles and the control, respectively (P=0.0411). Adding chromium supplement to the diet of ewes improves the birth weight, daily weight gain, digestibility and diarrhea condition of the born lambs ($P<0.05$).

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

Keywords: Chromium, Ewe, Heat stress, Nutrients digestibility, Transition period

مقاله علمی پژوهشی/نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۳۴ شماره ۲/ سال۱۴۰۳/ صفحات ۱۰۱ تا ۱۱۷
DOI: 10.22034/as.2024.55492.1695

تاثیر استفاده از شکل‌های مختلف کروم در پیرامون زایش بر مصرف خوراک، قابلیت‌هضم مواد مغذی، رفتارهای تغذیه‌ای میش‌های افشار و عملکرد بره‌های آن‌ها تحت تاثیر تنش گرمایی

محمد اسدی[1*]، تقی قورچی[2] و عبدالحکیم توغدری[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰

[1] دکتری تغذیه دام گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[2] استاد گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[3] استادیار گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*مسئول مکاتبه: mohammadasadiseyed1994@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: یکی از راهکارهای بهینه‌سازی شرایط تولیدی و تولیدمثلی دام، از طریق بهبود متابولیسم موادمغذی و رفع یا کاهش شرایط تنش، استفاده از کروم به‌عنوان بهبوددهنده‌های متابولیکی می‌باشد. **هدف:** این آزمایش به منظور بررسی تاثیر استفاده از شکل‌های مختلف کروم (کروم معدنی، کروم-متیونین و نانوذرات کروم) در پیرامون زایش بر مصرف خوراک، قابلیت‌هضم مواد مغذی، رفتارهای تغذیه‌ای میش‌های افشار و عملکرد بره‌های آن‌ها تحت تاثیر تنش گرمایی انجام شد. **روش کار:** چهل رأس میش افشاری آبستن از ٥±٤٢ روز پیش از زایش مورد انتظار در قالب طرح کاملا تصادفی به چهار تیمار آزمایشی با ده تکرار اختصاص یافتند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) جیره پایه بدون مکمل کروم (شاهد)، ۲) جیره پایه حاوی ۳ میلی‌گرم کروم به شکل معدنی به ازای هر کیلوگرم ماده خشک،۳) جیره پایه حاوی۳میلی‌گرم کروم به شکل کروم-متیونین به ازای هر کیلوگرم ماده خشک و٤) جیره پایه حاوی۳ میلی‌گرم کروم به شکل نانو ذرات کروم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک بودند. طول دوره آزمایش ٨٤ روز بود. **نتایج:** نتایج نشان داد که، اختلاف معنی‌داری از نظر وزن میش‌ها در زمان قبل زایش وجود نداشت. اما با شروع زایش میش‌ها (P=۰/۰٤٦٦) تا ٦ هفته پس از زایش (P=۰/۰٤٨٤) تیمارهای دریافت کننده شکل‌های مختلف کروم عملکرد بهتری را نسبت به گروه شاهد میش‌ها داشتند. ماده خشک مصرفی میش‌ها هم از هفته سوم تا ششم پس‌از زایش ماده خشک مصرفی در میش‌های دریافت‌کننده کروم-متیونین و نانوذرات کروم یک روند صعودی داشت (P <۰/۰٥). در زمان قبل و بعد زایش میش‌ها قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تحت تاثیر دریافت کروم افزایش یافت (P=۰/۰۰۰۱). **نتیجه-گیری نهایی:** بطورکلی دریافت کروم بویژه به شکل‌های کروم-متیونین و نانوذرات کروم در دوره‌ی انتقال میش‌ها تحت تاثیر تنش گرمایی قابل توصیه می‌باشد.

واژگان کلیدی: تنش گرمایی، دوره‌ی انتقال، قابلیت‌هضم موادمغذی، کروم، میش

مقدمه

در زمان پیرامون زایش، دام‌ها، تنظیمات متابولیکی بسیاری برای پشتیبانی انتقال از دوره بارداری به شیردهی انجام می‌دهند (مولینس و همکاران ۲۰۱۲). دام‌ها قبل از زایش تحت تأثیرات بسیار زیاد متابولیکی، برای آماده‌سازی شرایط فیزیولوژی بدن در زمان پس از زایش و زمان شیردهی قرار می‌گیرند (والیمونت و همکاران ۲۰۰۱). علاوه براین دام‌های شیری بیش از توانایی خود برای مصرف انرژی، شیر تولید می‌کنند در نتیجه در اوایل شیردهی در بالانس منفی انرژی قرار می‌گیرند (دوفیلد و همکاران ۲۰۱۲)، که ممکن است موجب کاهش ماندگاری دام در گله شده و در افزایش حذف دام شیری مؤثر باشد (مایر و همکاران ۲۰۱۱). تنش‌های گرمایی در اواخر آبستنی با محدودیت انرژی تشدید می‌شوند. دام‌های تازه‌زا به دلیل تغییرات متابولیکی گسترده، نسبت به جذب مواد مغذی انعطاف پذیری بالایی دارند. در چنین شرایطی بکارگیری روش‌های مدیریتی و تغذیه‌ای سبب کاهش مشکلات در دوره انتقال و تنش‌های گرمایی می‌شود (کشفی و همکاران ۲۰۱۱). یکی از راهکارهای بهینه‌سازی شرایط تولیدی و تولیدمثلی دام، از طریق بهبود متابولیسم موادمغذی و رفع یا کاهش شرایط تنش، استفاده از کروم به‌عنوان بهبوددهنده‌های متابولیکی می‌باشد (کجوری و شیرازی ۲۰۰۷، مایر و همکاران ۲۰۱۱). مکمل کروم ممکن است باعث کاهش لیپولیز در گاوهای انتقال از آبستنی به شیردهی شود، از این رو مصرف خوراک، سلامت و تولید را بهبود می بخشد (پانتلیک و همکاران ۲۰۱۸، کارگر و همکاران ۲۰۱۸، یاری و همکاران ۲۰۱۰). بررسی‌ها نشان می‌دهند که افزودن کروم به جیره گاوهای شیری، موجب بهبود تولیدمثل و جلوگیری از کاهش وزن بعد از زایش (استهل‌هات و همکاران ۲۰۰۶) و در تلیسه‌ها موجب افزایش رشد آنها می‌شود (اسپیرس ۲۰۱۹). تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که کروم موجود در خوراک‌ها و سایر منابع معدنی حاوی کروم در جیره به‌دلیل جذب بسیار کم و زیست فراهمی پایین قادر به تأمین نیاز کروم حیوانات پرورشی نیست و این وضعیت با افزایش سرعت رشد، به ویژه در گونه‌ها و نژادهایی که سرعت رشد بالاتری دارند، تشدید می‌شود. لذا کروم باید به‌عنوان یک عنصر ضروری و مهم در شرایط استرس از طریق مکمل‌های خوراکی تأمین شود (موسائی و همکاران ۲۰۱۹ و لشکری و همکاران ۲۰۱۸). استفاده از کروم در جیره نشخوارکنندگان به میزان ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره مجاز اعلام شده‌است که در شرایط استرس حرارتی، خوراک گاوهای خشک، خوراک گاوهای تازه‌زا و بروز بیماری‌ها پیشنهاد می‌شود (هانگ و همکاران ۲۰۱٤). منابع علمی میزان کروم مورد نیاز برای گوسفند را ۳ تا ۵ میلی‌گرم در روز و برای گاو شیری ۱۵ تا ۵۰ میلی‌گرم در روز پیشنهاد کردند (موسائی و همکاران ۲۰۱٤، کارگر و همکاران ۲۰۱۸ و موسائی و همکاران ۲۰۱۹). کروم معدنی زیست فراهمی در حدود ۰/۵ درصد دارد (اوه و لی ۲۰۰۵) در حالیکه کروم آلی بیش از ۲۵ درصد جذب روده‌ای دارد (موریرا و همکاران ۲۰۲۰) و از این‌رو مصرف کروم معدنی به‌دلیل زیست فراهمی پایین و اثرات سمی آن، توصیه نمی‌شود. بسیاری از پژوهشگران معتقدند که زیست فراهمی منابع معدنی عناصر معمولا کمتر از شکل‌های نانو و کمپلکس‌های آلی است (هیل و همکاران ۲۰۱۷ و فان و همکاران ۲۰۲۰). به دلیل فراهمی زیستی، احتمالاً از نانوذرات آلی برای افزایش ارزش غذایی سیستم‌های خوراکی استفاده خواهدشد (حسن و همکاران ۲۰۱۷، کارگر و همکاران ۲۰۱۸، تراوان و همکاران ۲۰۰۹). علاوه بر این مواد معدنی نانو اثرات مفید قابل توجه خود را حتی در دوزهای کمتر از منابع معدنی معمولی نشان داده‌اند (راج و همکاران ۲۰۱۸، چوی و همکاران ۲۰۱۰، یاری و همکاران ۲۰۱۰).

قرارگرفتن بیشتر مناطق ایران در ناحیه خشک و نیمه-خشک و کمبود مواد خوراکی در تغذیه‌دام، توجه ویژه به استفاده از بهبوددهنده‌های متابولیکی را ایجاب می-کند. پرورش گوسفند در نواحی خشک و نیمه‌خشک ایران، از حیث تامین مواد خوراکی مورد نیاز، با مشکلات زیادی روبرو است. شرایط آب‌وهوایی نامناسب و استرس‌های ناشی از آن، سبب کاهش عملکردتولیدی و تولیدمثلی این دام شده‌است (کجوری و شیرازی ۲۰۰۷). ازاین‌رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر استفاده از شکل‌های مختلف کروم در پیرامون زایش بر مصرف خوراک، قابلیت‌هضم مواد مغذی، رفتارهای تغذیه‌ای میش‌های افشار و عملکرد بره‌های آن‌ها تحت تاثیر تنش گرمایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک واحد گوسفندداری صنعتی واقع در شهرستان بندرگز و در تابستان ۱٤۰۰ انجام گرفت. چهل رأس میش افشاری آبستن از ٥±٤۲ روز پیش از زایش مورد انتظار در قالب طرح کاملا تصادفی به چهار تیمار آزمایشی با ده تکرار اختصاص یافتند. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه بدون مکمل کروم (شاهد)، جیره پایه حاوی ۳ میلی‌گرم کروم به شکل معدنی به ازای هر کیلوگرم ماده خشک، جیره پایه حاوی۳ میلی-گرم کروم به شکل کروم-متیونین به ازای هر کیلوگرم ماده خشک و جیره پایه حاوی۳ میلی‌گرم کروم به شکل نانو ذرات کروم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک بودند. جیره پایه بر اساس جداول انجمن ملی تحقیقات گوسفند[1](۲۰۰۷) تنظیم شد که در جدول ۱ آمده‌است و مکمل‌ها روزانه به صورت سرک به جیره پایه اضافه شد (کارگر و همکاران ۲۰۱۸). میش‌ها همگی از نظر سن، تعداد جنین، وزن، تاریخ زایش مورد انتظار و رنگ متعادل بودند. صحت آبستنی و زمان احتمالی زایش از طریق همزمان سازی آبستنی و سونوگرافی میش‌ها قبل از آزمایش به تایید رسید. آزمایش از ٤۲ روز قبل زایش شروع شد و به مدت ۸٤ روز بطول انجامید. وزن‌کشی میش‌ها در ابتدا، زمان زایش و انتهای دوره انجام شد. باقیمانده خوراک در هر روز وزن شده و با کسر از خوراک ارائه‌شده، مصرف خوراک روزانه محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری قابلیت‌هضم میش‌ها، نمونه‌های مدفوع و خوراک در روزهای ۱۰ تا ٦ روز قبل از زایش احتمالی و ۳۱ تا ۳٥ روز پس‌از زایش به‌مدت ٥ روز جمع‌آوری شد. جهت تعیین ترکیب شیمیایی نمونه های خوراک و مدفوع (ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، و ماده آلی) از روش های انجمن رسمی شیمی‌دانان تجزیه (۲۰۰۰) استفاده شد. فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) نیز به روش ون‌سوست (۱۹۹٤) تعیین شد. در رابطه با رفتار مصرف خوراک طی روزهای ۲۸ تا ۳۰ روز پس از زایش بصورت ثبت فعالیت ۲٤ ساعته اندازه‌گیری شد. زمان صرف شده برای فعالیت‌های خوردن، استراحت ، ایستادن و نشخوار کردن به فاصله هر ٥ دقیقه به صورت چشمی و با فرض اینکه آن فعالیت در ٥ دقیقه گذشته نیز ادامه داشته است برای تمام دام‌ها در طی ساعات شبانه روز ثبت گردید (آریجو و همکاران ۲۰۰۸). بره‌ها پس از زایش ابتدا خشک گردیده و پس از انجام عملیات بهداشتی لازم توزین شدند و سپس اولین وعده آغوز را دریافت کردند. وضعیت اسهال و مدت ابتلا به اسهال و اسکور مدفوع بصورت روزانه ثبت شد. نمره‌های مدفوع بر اساس ۱_ سفت و با قوام، ۲_ نرم و شل، ۳_ شل و آبکی، ٤_آبکی همراه با مقداری خون و ٥_ آبکی همراه با خون و موکوس تعیین شد (لما و همکاران ۲۰۰۱). برای اندازه گیری دمای رکتومی از دماسنج دیجیتال استفاده شد به مدت ۳ دقیقه دماسنج در رکتوم حیوان قرار داده می‌شد و بلافاصله دمای آن یادداشت می‌گردید. تعداد تنفس با مشاهده چشمی تعداد بالا و پایین رفتن

[1] - National Research Council

پهلوی دام در مدت یک دقیقه مورد اندازه گیری قرار گرفت.

جهت اندازه‌گیری قابلیت‌هضم ظاهری ماده خشک در بره‌ها نمونه‌های خوراک و مدفوع در روز ۳۵ پس از تولد به روش خاکستر نامحلول در اسید (AIA[1]) به عنوان مارکر داخلی به‌مدت شش روز متوالی نمونه‌برداری شد. بعد از خشک کردن نمونه‌های خوراک و مدفوع و اندازه‌گیری خاکستر نامحلول در اسید آنها با استفاده از فرمول زیر قابلیت هضم‌ماده خشک محاسبه شد:

$$\text{قابلیت هضم ظاهری ماده خشک (در صد)} = 100 - \left(\frac{\text{درصد AIA در خوراک}}{\text{درصد AIA در مدفوع}} \times 100\right)$$

شاخص دمایی-رطوبتی (THI)[2]

جهت محاسبه شاخص دمایی-رطوبتی از داده‌های اداره هواشناسی شهرستان بندرگز استفاده شد. پژوهش حاضر بین ماه‌های جولای تا سپتامبر (خرداد تا شهریور) انجام شد که در شکل ۱ آمده‌است. داده‌های بدست آمده شامل حداکثر، حداقل و میانگین دما و درصد رطوبت نسبی روزانه بود که بر اساس فرمول آلفانو(۲۰۱۱) محاسبه گردید:

$$\text{THI} = 0.8 \times (\text{بیشینه دما}) + (\text{کمینه رطوبت نسبی} - \text{بیشینه دما}) \times (0.01 \times \text{کمینه رطوبت نسبی}) + 46.4$$

تجزیه و تحلیل آماری

در نهایت اطلاعات حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ۱۰ تکرار بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (۲۰۰٤) صورت گرفت. مدل آماری و فرضیات آزمایش به‌صورت زیر بود و مقایسات میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

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

Y_{ij}= مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام،

μ= اثر میانگین،

Ti= اثر تیمار i ام،

eij= اثر خطای آزمایشی مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام

[1] Acid insoluble ash
[2] Temperature-humidity Index

Table 1. The ingredients and chemical composition of dairy ewe diet

Ingredient (%) DM basis	Pre-partum	Post-partum
Wheat straw	5.7	-
Alfalfa	32.0	30.0
Corn silage	30.0	34.0
Corn grain	18.5	19.75
Soybean meal	7.2	7.75
Beet pulp sugar	1.0	2.0
Wheat bran	2.9	2.7
Fat powder	1.5	2.8
Calcium carbonate	0.7	0.42
Salt	0.3	0.33
Mineral-vitamin supplement*	0.2	0.25
Chemical composition	**Amount**	**Amount**
Metabolic energy (Kcal/kg)	2.44	2.54
Crude protein (%)	14.40	14.40
Crude fat (%)	4.10	5.20
Non-fibrous carbohydrates (%)	32.80	32.10
NDF (%)	44.20	40.90
Starch (%)	21.60	25.00
Ash (%)	7.88	8.40
Calcium (%)	1.42	0.89
Phosphorus (%)	0.71	0.52
Cr (mg/kg)	0.79	0.82

*Each kilogram contained: 140 g of Ca, 20 g of P, 35 g of Mg, 40 g of S, 1200 mg Mn, 1000 mg of Zn, 800 mg of Cu, 8 mg of Co, 10 mg of I, 400 mg of Fe, 10 mg of Se, 20000 mg of Niacin (B3) and 350000, 60000 and 4000 IU of A, D and E respectively and 650 g of Anionic salts.

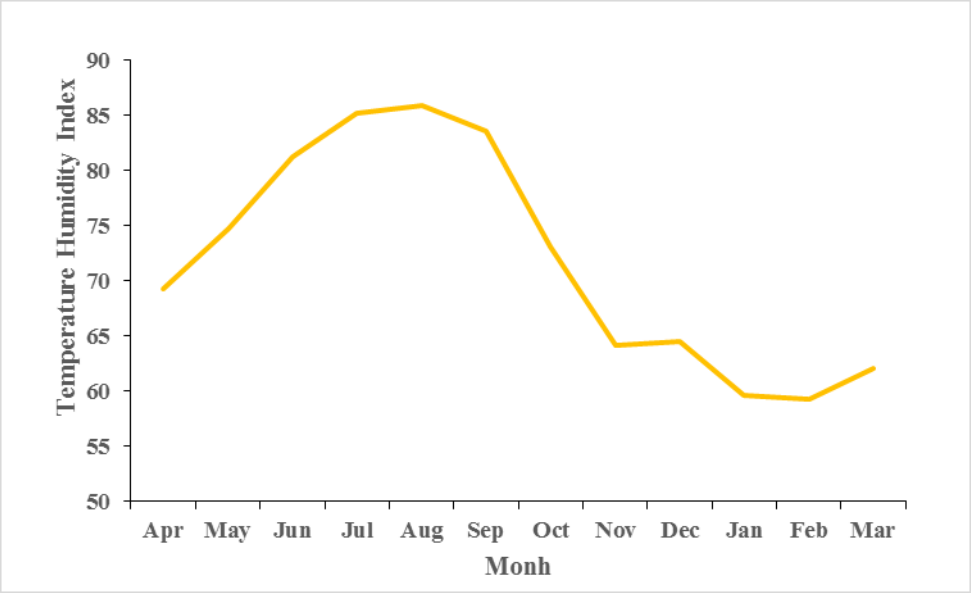

Figure 1. Temperature-humidity index of Bandargaz city

نتایج و بحث

اطلاعات مربوط به عملکرد میش‌ها در جدول ۲ و شکل ۲ آمده است. همانطور که نشان داده شده اختلاف معنی‌داری از نظر وزن میش‌ها در زمان قبل زایش وجود نداشت. اما با شروع زایش میش‌ها تا ٦ هفته پس از زایش تفاوت معنی‌داری بین وزن میش‌ها وجود داشت ($P<۰/۰۵$). بطوریکه تیمارهای دریافت کننده شکل‌های مختلف کروم عملکرد بهتری را نسبت به گروه شاهد در زمان زایش و ٦ هفته پس‌از زایش میش‌ها داشتند.

با توجه به این که در این آزمایش از میش‌های آبستن استفاده شده بود و قرار گرفتن میش‌ها در توازن منفی انرژی، به علت تولید زیاد و مصرف خوراک کمتر، به ناچار از ذخایر بدنی خود استفاده کردند. همسو با نتایج حاضر گزارش کرده‌اند که، تغییرات وزن بدن میش‌ها در دوره پیش از زایش تحت تاثیر مکمل کروم قرار نگرفت (نوری و همکاران ۲۰۱۵). همسو با نتایج پژوهش حاضر، در گزارشی نشان داده‌شد که میش‌های دریافت‌کننده کروم-متیونین و نانو ذرات کروم کاهش وزن کمتری نسبت به دو تیمار دیگر پس از زایمان داشتند (یاری و همکاران ۲۰۱۸).

گوساله‌های تغذیه شده با جیره غذایی مکمل کروم-متیونین، وزن بدن سنگین‌تری در مقایسه با گوساله‌های گروه شاهد داشتند. بره‌های تغذیه شده با مقدار ۳ میلی‌گرم کروم در هر کیلوگرم خوراک به لحاظ عددی وزن نهایی بیشتری در مقایسه با گروه شاهد و بره‌های دریافت‌کننده ۱/۵ میلی‌گرم کروم داشتند (سیفعلی نسب و همکاران ۲۰۱۹).

همانطور که شکل ۳ نشان می‌دهد مکمل کروم از ٦ هفته پیش از زایش تا ۲ هفته بعد زایش میش اثری بر ماده خشک مصرفی میش‌ها نداشت. اما از هفته سوم تا ششم پس‌از زایش ماده خشک مصرفی میش‌ها یک روند صعودی داشت ($P<۰/۰۵$) و بیشترین ماده خشک مصرفی مربوط به تیمارهای دریافت‌کننده کروم-متیونین و نانوذرات کروم بود. مطابق با پژوهش حاضر نتایج نشان می‌دهد مصرف سطوح مختلف مکمل کروم در بز (هالدر و همکاران ۲۰۰۹)، بره‌های ماده (موسایی و همکاران، ۲۰۱٤)، گاومیش (دکا و همکاران ۲۰۱۵) و گاوهای شیری نیز سبب افزایش مصرف خوراک گزارش شده است (سلطان و همکاران ۲۰۱۰).

در مطالعه‌ای دیگر سطوح صفر تا ۰/۵ میلی‌گرم کروم در بره‌ها تأثیری بر مصرف خوراک نداشت (دالاگو و همکاران، ۲۰۱۱). این نتایج متغیر ممکن است تفاوت در نوع مکمل کروم، میزان استرسی که دام در معرض آن قرار گرفته‌اند، مرحله فیزیولوژیکی، وزن بدن و سن، مقدار و فراهمی زیستی کروم در جیره پایه، یا فراهمی زیستی مکمل‌ها باشد (اسپیرس ۲۰۱۹، یاری و همکاران ۲۰۱۰).

اثر مثبت مکمل کروم بر عملکرد میش‌ها می‌تواند به نقش کروم در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها مرتبط باشد. کروم باعث تقویت عمل انسولین از طریق بهبود اتصال آن به گیرنده سلولی‌اش می‌شود. تقویت پیام رسانی انسولین سبب افزایش ساخت پروتئین‌ها، بهبود بازده انتقال اسیدهای آمینه، کاهش تجزیه پروتئین‌ها و افزایش استفاده از لیپیدها و کربوهیدرات‌ها می‌شود (دبسکی و همکاران ۲۰۰٤). انرژی آزاد شده از این فرآیندها می‌تواند مسئول اثرات مثبت کروم بر عملکرد میش‌ها باشد (دومینگاز و همکاران ۲۰۰۹).

Table 2. The effect of consumption of different forms of chromium on weight performance and dry matter intake of ewes

Weight performance traits (Ewes)	Experimental Treatments				SEM	P-Value
	Control	Inorganic- Cr	Cr-Met	Nano- Cr		
Initial weight (kg)	54.54	54.22	55.22	54.95	1.553	0.7237
Parturition weight (kg)	46.82 ^{b}	47.25 ^{ab}	48.89 ^{a}	49.10 ^{a}	0.987	0.0466
Final weight (kg)	44.78^{b}	45.97^{ab}	46.79^{a}	47.08^{a}	1.546	0.0484
Average of DMI before parturition (g)	1354.27^{b}	1349.85^{b}	1404.70^{a}	1397.30^{a}	36.014	0.0202
Average of DMI after parturition (g)	1446.45^{b}	1528.86^{ab}	1605.47^{a}	1581.26^{a}	44.128	0.0341

SEM= standard error of means;

^{a,b} Means with different superscripts in the same row differ significantly (P < 0.05).

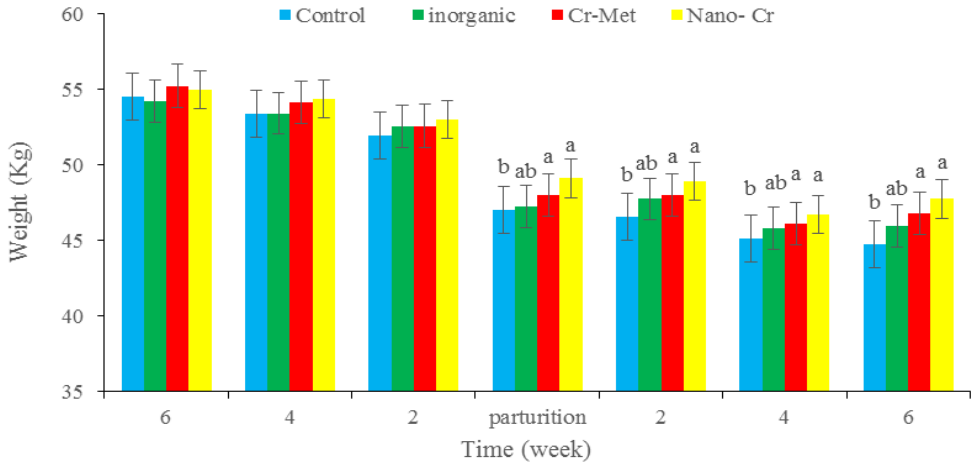

Figure 2. Effect of consumption of different forms of chromium on weight performance of ewes (week)

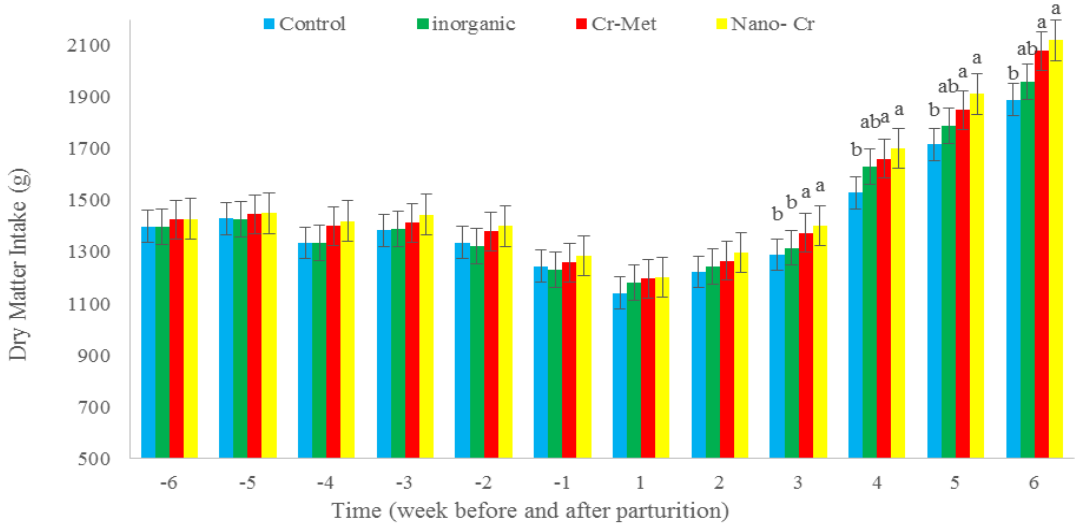

Figure 3. The effect of consumption of different forms of chromium on dry matter intake of ewes (week)

نتایج جدول ۳ بیانگر آن است که سطوح مختلف کروم بر قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و چربی خام در زمان قبل و بعد زایش میش‌های افشار تاثیر معنی‌داری نداشت. اما در زمان قبل و بعد زایش میش‌ها از نظر قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد بیشترین قابلیت هضم ماده خشک مربوط

به تیمارهای دریافت‌کننده کروم-متیونین و نانو ذرات کروم در زمان قبل و بعد زایش میش‌ها است. همچنین تیمارهای دریافت‌کننده کروم از نظر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی نسبت تیمار شاهد بیشتر بود. پاسخ قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی به تغذیه با مکمل‌های کروم متغیر بوده‌است. با وجود این، در پژوهشی بر روی گاومیش‌های شیری، اثر استفاده از سطوح صفر تا ۱/۵ میلی‌گرم کروم بر قابلیت هضم مواد مغذی بررسی شد (دکا و همکاران ۲۰۱۵). در پژوهش یاد شده، تمام سطوح مکمل کروم سبب افزایش قابلیت هضم ماده آلی شد اما قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تنها در گروه دریافت‌کننده ۱/۵ میلی‌گرم کروم در مقایسه با شاهد افزایش یافت. همچنین هالدر و همکاران (۲۰۰۹) در بز، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی در پاسخ به مصرف مکمل کروم گزارش کردند. سازوکار دقیق تاثیر کروم بر قابلیت هضم مواد مغذی مشخص نشده‌است. پژوهشگران دلیل اثرات متفاوت کروم بر قابلیت هضم مواد مغذی خوراک را به نوع و مقدار مکمل کروم، ترکیب جیره و مرحله تولیدی حیوان مرتبط دانسته‌اند (دکا و همکارن ۲۰۱۵، دالاگو و همکاران ۲۰۱۱). در گزارشی آمده‌است که افزودن کروم به جیره‌ی گاو میش تاثیری بر قابلیت-هضم مواد مغذی ندارد (کومار و همکاران ۲۰۱۳). همچنین نشان داده‌شد که مصرف مکمل کروم تاثیری بر قابلیت هضم ماده آلی و چربی خام در بره‌های پرواری (سیفعلی نسب و همکاران ۲۰۱۹) و گاوهای هلشتاین در دوره قبل و بعد زایش (افتخاری و همکاران،۲۰۱٤) نداشت. هنوز سازوکار دقیق اثرات بهبود دهنده قابلیت هضم احتمالی کروم مشخص نشده است. با این حال، ممکن است مکمل کروم سبب تغییر در جمعیت باکتریایی شکمبه شود به نحوی که فعالیت برخی گونه‌های باکتریایی به‌ویژه باکتری‌های هضم NDF و ADF را افزایش دهد و یا تاثیر کروم بر جمعیت پروتوزوایی شکمبه بتواند بر قابلیت هضم خوراک اثر بگذارد (دالاگو و همکاران ۲۰۱۱).

Table 3. The effect of consumption of different forms of chromium on nutrients digestibility of ewes

Nutrients digestibility (Ewes) g/kgDMI	Experimental Treatments				SEM	P-Value
	Control	inorganic- Cr	Cr-Met	Nano- Cr		
Pre-partum						
Dry Matter	642.80[b]	660.50[b]	674.29[a]	674.70[a]	24.446	0.0001
Organic Matter	704.29	702.70	712.80	701.50	27.441	0.0658
Crude Protein	654.60	650.90	627.10	624.40	18.840	0.3165
Acid Detergent Fiber	541.10	533.30	527.10	524.40	25.409	0.1144
Neutral Detergent Fiber	542.10[b]	573.40[a]	598.10[a]	600.40[a]	19.974	0.0001
Ether Extract	637.30	641.40	632.11	629.87	22.189	0.3349
Post-partum						
Dry Matter	710.50[b]	718.60[b]	731.50[a]	747.70[a]	26.956	0.0001
Organic Matter	766.70	762.00	768.70	757.70	21.228	0.6028
Crude Protein	662.00	662.34	671.28	666.00	17.898	0.9670
Acid Detergent Fiber	384.70	372.40	367.20	381.20	14.995	0.7462
Neutral Detergent Fiber	597.20[b]	640.70[a]	670.20[a]	672.50[a]	18.565	0.0001
Ether Extract	850.70	841.90	862.70	854.10	29.202	0.7499

SEM= standard error of means;

[a,b] Means with different superscripts in the same row differ significantly ($P < 0.05$).

اطلاعات مربوط به رفتار مصرف خوراک میش‌ها در جدول ٤ آمده است. همانطور که نشان داده شد افزودن مکمل کروم به جیره میش‌ها اختلاف معنی‌داری در پارامترهای خوردن، نشخوار و جویدن میش‌ها نسبت به

گروه شاهد ایجاد نکرد. افزودن کروم به جیره سبب اختلاف معنی‌داری در رفتار استراحت میش‌ها شد (P<۰/۰۵). کم‌ترین و بیشترین زمان استراحت هم به‌ترتیب مربوط تیمار دریافت‌کننده نانوذرات کروم و شاهد بود. شواهد کمی در مورد تأثیر مکمل‌های کروم جیره بر رفتار تغذیه‌ای میش‌ها وجود دارد. مطالعات نشان داد گوساله‌های تغذیه شده با جیره کروم-متیونین در مقایسه با گوساله‌های تغذیه شده با جیره شاهد، زمان استراحت کمتر و رفتار زمان ایستادن بیشتری داشتند (یاری و همکاران ۲۰۱۸) که همسو با نتایج حاضر بود. پژوهشی دیگر نشان می‌دهد در طول دوره پیش و پس از شیرگیری گوساله‌های هلشتاین، زمان صرف شده برای خوردن و نشخوار کردن تحت تأثیر تیمار کروم قرار نگرفت. در طول دوره پس از شیرگیری، زمان نشخوار بی‌تأثیر بود اما زمان کل غذا خوردن در گوساله‌های دریافت‌کننده کروم افزایش یافت. زمان صرف شده برای استراحت، خوردن و ایستادن و رفتارهای خوراکی غیر مغذی تحت تأثیر درمان‌ها در دوره‌های قبل و بعد از شیر گرفتن قرار نگرفت (کارگر و همکاران، ۲۰۱۸). درجه حرارت محیط نیز ممکن است فعالیت نشخوار را کاهش داده باشد. در گرما، سرعت هضم مواد مغذی در دستگاه گوارش حیوانات کندتر است و منعکس کننده کاهش تحرک شکمبه و در نتیجه کاهش مصرف خوراک بود (اسزیسکا و همکاران ۲۰۱۲). فقدان اثر تیمار بر زمان نشخوار ممکن است نشانه‌ای از عدم بار حرارتی شدید محیطی بر میش‌ها در مطالعه حاضر باشد. مکانیسم‌های کنترل مصرف خوراک به تعامل بین جیره غذایی و وضعیت فیزیولوژیکی حیوانات بستگی دارد. سن، آبستنی، شیردهی و چاقی عوامل اصلی تاثیرگذار بر وضعیت فیزیولوژیکی هستند که با تفاوت در حساسیت به انسولین بافت‌ها و سطوح پلاسمایی انسولین و احتمالاً هورمون‌های دیگر مانند هورمون رشد و لپتین مشخص می‌شود (آلن و پیانتونی ۲۰۱٤). بهبود عملکرد میش‌های تغذیه شده با مکمل کروم در این مطالعه با کاهش گلوکز خون ممکن است نشان دهنده این باشد که بافت‌های محیطی از مواد مغذی با راندمان بیشتری استفاده کرده‌اند که منجر به تغییر در زمان رفتار استراحت و ایستادن شده است (یاری و همکاران ۲۰۱۸).

Table 4. The effect of consumption of different forms of chromium on feeding behaviors of ewes

Feeding behaviors (Ewes)	Experimental Treatments				SEM	P-Value
	Control	Inorganic-Cr	Cr-Met	Nano- Cr		
Eating (min/day)	280.20	287.90	285.70	292.30	17.174	0.8861
Rumination (min/day)	252.80	245.50	248.50	252.10	14.628	0.4836
Chewing (min/day)	543.00	533.40	534.20	544.40	18.795	0.6549
Resting (min/day)	445.20[a]	363.20[b]	374.60[b]	359.80[b]	12.274	0.0411
Standing (min/day)	451.80[b]	543.40[a]	531.20[a]	535.80[a]	19.721	0.0404

SEM= standard error of means;

[a,b] Means with different superscripts in the same row differ significantly (P < 0.05).

اطلاعات مربوط به عملکرد بره‌های متولد شده از میش-های آزمایشی در جدول ٥ آمده است. همانطور که نشان داده شد افزودن مکمل کروم به جیره میش‌ها سبب افزایش وزن تولد، وزن نهایی و افزایش وزن روزانه بره‌های متولدشده می‌شود (P<۰/۰۵) بطوریکه میش‌های دریافت کننده کروم به شکل کروم-متیونین و نانو ذرات کروم بره‌هایی با وزن تولد و افزایش وزن روزانه بیشتر نسبت به گروه شاهد متولد نمودند. اما افزودن کروم به جیره میش‌ها اثر معنی‌داری بر دفع جفت میش پس‌از زایش، بازده تنفس و دمای رکتوم بره‌ها نداشت. نتایج بیانگر این بود که بهترین امتیاز قوام مدفوع و کمترین تعداد بره و روزهای ابتلا به

اسهال را در تیمارهای دریافت کننده کروم وجود دارد (P<۰/۰۵). همچنین قابلیت هضم ماده خشک بره‌ها با دریافت کروم توسط مادرانشان افزایش یافت (P<۰/۰۵).

مشخص شده‌است که مکمل کروم به‌تنهایی تاثیری بر بیماری‌های متابولیکی بالینی و عوارض بالینی زایش ندارد(پتری و واتسون ۱۹۹۹). همسو با نتایج حاضر، در رابطه با زمان دفع جفت پس از زایش قندهاری و همکاران (۲۰۱۷) بیان داشتند که دریافت کروم در گاوهای شیری در زمان آبستنی تاثیری بر زمان دفع جفت ندارد. در تضاد با ما، در مطالعه‌ای نشـــان داده اســـت که اســـتفاده از کروم می‌تواند جفت‌ماندگی در گاوهای شـــیری را تـــا ٤٠ درصد کاهش دهد (اسپیرس ۲۰۱۹). علت جفت‌ماندگی به‌طور کامل شناخته شده نیست. به هر حال، اختلال در عملکرد ایمنی ممکن است نقش مهمی در جفت ماندگی داشته باشد (گوف و هورست ۱۹۹۷). کاهش نوتروفیل‌ها در بافت جنینی گاوهای دارای جفت‌ماندگی مشاهده شده است (سای و همکاران ۱۹۹٤). علاوه بر این ناتوانی لوکوسیت‌ها در حمله به مواد کوتیلدون موجود قبل از زایمان در گاوها، جفت‌ماندگی را افزایش می‌دهد (گاننیک، ۱۹۸٤). اما همسو با نتایج حاضر، در پژوهش خلیلی و همکاران (۲۰۱۱) آمده‌است که مصرف کروم به‌تنهایی تاثیری بر عارضه جفت‌ماندگی نداشته‌است.

در رابطه با این موضوع که دریافت کروم توسط میش-های آبستن سبب بهبود عملکرد بره‌ها می شود اطلاعات اندکی وجود دارد. در پژوهش حاضر افزایش عملکرد وزنی بره‌ها را تحت تاثیر دریافت کروم توسط مادرانشان شاهد بودیم. همسو با ما، در بره‌های نر (دینگ و همکاران ۲۰۰۸)، بزغاله‌ها (هالدر و همکاران ۲۰۰۹) و بره‌های ماده (موسائی و همکاران ۲۰۱٤) گزارشاتی مبنی بر بهبود بازده استفاده از مواد مغذی برای رشد وجود دارد که این مسئله به‌صورت کاهش ضریب تبدیل خوراک مشاهده شد. با وجود این، برخی از پژوهش‌ها عدم تأثیر مکمل‌های کروم بر عملکرد رشد را گزارش کرده‌اند. در پژوهشی، استفاده از مقادیر کروم آلی تأثیری بر افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک گوساله‌ها (ککلی و همکاران ۲۰۰۰) و بره‌ها (دالاگو و همکاران، ۲۰۱۱) نداشت. در پژوهشی روی بزغاله‌های نر مهابادی، تغذیه کروم تأثیری بر عملکرد رشد و ضریب تبدیل خوراک نداشت (امامی و همکاران ۲۰۱۵). با توجه به وجود گزارش‌های متفاوت در رابطه با تاثیرگذاری میزان مصرف مکمل کروم بر شاخص-های رشد بنظر می‌رسد مقدار موثر کروم بسته به شرایط مختلف تولیدی و مدیریتی مانند نوع دام، ترکیب جیره و دمای محیط متفاوت است (وینسنت و همکارن ۲۰۰۷، یاری و همکاران ۲۰۱۰). در پژوهش حاضر تأثیر مثبت مکمل کروم بر افزایش وزن بره‌ها به‌ویژه در شکل‌های آلی و نانو ذرات احتمالا می‌تواند به نقش کروم در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها مرتبط باشد. کروم سبب تقویت عملکرد انسولین از طریق بهبود اتصال این هورمون به گیرنده سلولی‌اش می‌شود، زیرا کرومودولین که حاوی کروم است جزء ضروری برای انتقال پیام انسولین می‌باشد، تقویت پیام‌رسانی انسولین سبب افزایش ساخت پروتئین‌ها و افزایش استفاده از لیپیدها وکربوهیدرات‌ها برای رشد می‌شود و انرژی آزادشده از این فرایند می‌تواند سبب ایجاد اثرات مثبت بر رشد و بهبود بهره‌وری از مواد مغذی برای رشد شود (وینسنت و همکارن ۲۰۰۷ و دومینگاز و همکاران ۲۰۰۹).

در رابطه با تأثیر مکمل کروم بر قابلیت هضم، همسو با نتایج پژوهش حاضر هالدر و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای بیان داشتند که استفاده از سطوح ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم مکمل کروم-کلراید سبب بهبود قابلیت هضم ظاهری ماده خشک در بزغاله‌ها می‌شود. در تضاد با نتایج حاضر، استفاده از سطوح مختلف صفر تا ۰/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک مصرفی از مکمل کروم-مخمر، بر قابلیت هضم مواد مغذی خوراک بره‌ها تأثیری

نداشت (افتخاری و همکاران ۲۰۱٤). همچنین پژوهش‌ها بر روی گاومیش (کومار و همکاران، ۲۰۱۳) و گاو شیری (کرایدیس و همکاران ۲۰۰۹) نیز عدم تأثیر کروم بر قابلیت هضم مواد مغذی را نشان دادند. هنوز سازوکار دقیق اثرات بهبود دهنده قابلیت هضم احتمالی کروم مشخص نشده است. با این حال، می‌توان دلیل نتایج متفاوت در قابلیت هضم را با تاثیر احتمالی کروم بر تغییر جمعیت باکتریایی و پروتوزوآ شکمبه که در گزارشات دالاگو و همکاران (۲۰۱۱) و صدری و همکاران (۲۰۰۹) آمده‌است، توجیه نمود.

اسهال یکی از مهمترین بیماری‌ها در دام‌های شیرخوار است که سبب مرگ و میر بره‌ها شده و بر سلامت و اقتصاد گله تأثیر دارد. استفاده از عناصر معدنی کم مصرف می‌تواند باعث کاهش این بیماری در دام‌های شیرخوار شود (اسدی و همکاران ۲۰۲۲). در در شرایط معمولی در سنین ابتدایی که مصرف خوراک آغازین بسیار کم است نمره مدفوع و اسهال بره‌ها متاثر از عوامل فیزیولوژیکی، محیطی، بهداشتی و مدیریتی است و کمتر تحت تأثیر نوع و ترکیب خوراک آغازین قرار می‌گیرد، اما در شرایط بروز تنش نقش ریز مغذی‌های خوراکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود (لیسمیستر و هینریچز، ۲۰۰٤). همسو با نتایج حاضر ایشیکاوا (۱۹۹۳) در یک مطالعه بر گوساله‌های شیرخوار مشاهده کرد که سطوح سلنیوم و کروم در گوساله‌های مبتلا به اسهال مداوم پایین بوده است. او گزارش کرد که در این گوساله‌ها هیچ‌گونه پاتوژن اختصاصی قابل تشخیص وجود نداشته است. همه‌ی گوساله‌های مبتلا به اسهال نسبت به درمانی که در آن از سلنیوم و کروم استفاده شده بود پاسخ مثبت دادند لذا در موارد اسهال‌های مداوم گوساله‌ها می‌توان کمبود این دو ماده‌ی آنتی اکسیدان را نیز مد نظر داشت. همچنین، مطالعات بر روی گوســاله‌های تحت استرس-های قطع شیر، حمل و نقل و محدودیت مصرف نیز نشان داد که استفاده از کروم در خوراک آنها موجب بهبـود عملکرد سیستم ایمنی و کاهش ابتلا به بیماری-های تنفسی و اسهال می‌شود (اسپیرس ۲۰۰۰).

Table 5. The effect of consuming different forms of chromium on the performance of lambs born from experimental ewes

Performance (lambs)	Experimental Treatments				SEM	P-Value
	Control	Inorganic- Cr	Cr-Met	Nano- Cr		
Placental expulsion (min)	252.80	245.50	248.50	252.10	14.628	0.4836
Initial weight (kg)	3.40^{b}	3.90^{ab}	4.10^{a}	4.30^{a}	0.748	0.0267
Final weight (kg)	11.37^{b}	12.40^{ab}	13.28^{a}	13.40^{a}	1.095	0.0117
Daily weight gain (g)	189.76^{b}	202.38^{ab}	218.57^{a}	216.66^{a}	12.666	0.0024
Breathing rate (beats / min)	110.24	106.49	109.87	108.74	8.974	0.7491
Rectal temperature (c°)	40.12	39.28	39.64	39.77	0.897	0.6489
Faeces score	2.50^{b}	1.45^{a}	1.42^{a}	1.37^{a}	0.120	0.0008
Number of affected lambs	4^{a}	2^{b}	2^{b}	2^{b}	0.333	0.0001
Number of days of diarrhea	5^{a}	3.5^{b}	3^{b}	3^{b}	0.500	0.0001
Dry matter digestibility (%)	62.80^{b}	67.57^{a}	66.80^{a}	68.18^{a}	5.641	0.0011

SEM= standard error of means;

^{a,b} Means with different superscripts in the same row differ significantly ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از کروم در میش‌های آبستن در دوره‌ی انتقال باعث مقاومت دام در برابر کاهش وزن بعد از زایش می‌شود در واقع دریافت به شکل‌های کروم-متیونین و نانو ذرات باعث افزایش مصرف خوراک و وزن زایش میش‌ها و وزن تولد بره‌های آنها می‌شود. کروم باعث بهبود قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در میش‌ها و قابلیت هضم ماده خشک در بره‌های شیرخوار شد. همچنین افزودن مکمل کروم به

جیره میش‌ها سبب بهبود نمره قوام مدفوع و وضعیت اسهال بره‌های شیرخوار شد. در مجموع با توجه به نتایج حاضر استفاده از کروم بویژه به شکل‌های کروم-متیونین و نانوذرات کروم در دوره‌ی انتقال میش‌ها تحت تاثیر تنش گرمایی جهت بهبود عملکرد و سلامتی دام توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

Alfano FRDA, Palella BI and Riccio G, 2011. Thermal environment assessment reliability using temperature—humidity indices. Industrial Health 49 (1): 95-106.

Al-Saiady MY, Al-Shaikh MA, Al-Mufarrej SI, Al-Showeimi TA, Mogawer HH and Dirrar A, 2004. Effect of chelated chromium supplementation on lactation performance and blood parameters of Holstein cows under heat stress. Animal Feed Science and Technology 117 (3-4): 223-233.

AOAC, 2000. Official Methods of Analysis, 17 thed. Association of official analytical chemists, Arlington, VA.

Araujo RC, Pires AV, Susin I, Mendes CQ, Rodrigues GH, Packer IU and Eastridge ML, 2008. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (Cynodon species) hay. Journal of Animal Science 86 (12): 3511-3521.

Asadi M, Toghdory A, Hatami M and Ghassemi Nejad J, 2022. Milk supplemented with organic iron improves performance, blood hematology, iron metabolism parameters, biochemical and immunological parameters in suckling Dalagh lambs. Animals 12 (4): 510.

Aupperle H, Schoon HA and Frank A, 2001. Experimental copper deficiency, chromium deficiency and additional molybdenum supplementation in goats–pathological findings. Acta Veterinaria Scandinavica 42 (3): 1-11.

Bell AW, Greenwood PL and Ehrhardt RA, 2005. Regulation of metabolism and growth during prenatal growth. In: Burrin DG, Mersmann HJ, editor. Biology of metabolism in growing animals. Edinburgh, UK: Elsevier Limited.

Cai TQ, Weston PG, Lund LA, Brodie B, McKenna DJ and Wagner WC, 1994. Association between neutrophil functions and periparturient disorders in cows. American Journal of Veterinary Research 55 (7): 934-943.

Choi SJ, Oh JM and Choy JH, 2010. Biocompatible nanoparticles intercalated with anticancer drug for target delivery: pharmacokinetic and biodistribution study. Journal of Nanoscience and Nanotechnology 10 (4): 2913-2916.

Dallago BSL, McManus CM, Caldeira DF, Lopes AC, Paim TDP, Franco E and Louvandini H, 2011. Performance and ruminal protozoa in lambs with chromium supplementation. Research in Veterinary Science 90 (2): 253-256.

Dębski B, Zalewski W, Gralak MA and Kosla T, 2004. Chromium-yeast supplementation of chicken broilers in an industrial farming system. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 18 (1): 47-51.

Deka RS, Mani V, Kumar M, Shiwajirao ZS and Kaur H, 2015. Chromium supplements in the feed for lactating Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis*): influence on nutrient utilization, lactation performance, and metabolic responses. Biological Trace Element Research 168: 362-371.

Ding J, Zhou ZM, Ren LP and Meng QX, 2008. Effect of monensin and live yeast supplementation on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and ruminal fermentation parameters in lambs fed steam-flaked corn-based diets. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 21 (4): 547-554.

Domínguez-Vara IA, González-Muñoz SS, Pinos-Rodríguez JM, Bórquez-Gastelum JL, Bárcena-Gama R, Mendoza-Martínez G and Landois-Palencia LL, 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 (1-2): 42-49.

Duffield TF, Merrill JK and Bagg RN, 2012. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. Journal of Animal Science 90 (12): 4583-4592.

Eftekhari M, Zali A, Banadaki MD and Ganjkhanlou M, 2014. Effect of chromium methionine and energy source on production and nutrient digestibility of Holstein cows in prepartum and postpartum. Iranian Journal of Animal Science 45:2. (In Persian).

Emami A., Khanlou, M. G., Zali, A., Afjani, A. A and Hozhbari, A. 2013. Effect of chromium supplementation on performance and on carcass characteristics, Mahabadi goat kids. Iranian Journal of Animal Science 44(1), 97-104. (In Persian).

Ghandehari M, Khodaei Motlagh M and Kazemi-Bonchenari M, 2017. Effect of supplementation of monensin and chromium in close-up diets on some production and reproduction parameters in Holstein dairy cows. Journal of Animal Production 19(2): 361-370. (In Persian).

Goff JP and Horst RL, 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. Journal of Dairy Science, 80 (7): 1260-1268.

Gunnink JW, 1984. Pre-partum leucocytic activity and retained placenta. Veterinary Quarterly 6 (2): 52-54.

Haldar S, Mondal S, Samanta S and Ghosh TK, 2009. Effects of dietary chromium supplementation on glucose tolerance and primary antibody response against pestedespetitsruminants in dwarf Bengal goats (Capra hircus). Animal 3 (2): 209-217.

Haldar S, Mondal S, Samanta S, and Ghosh TK, 2009b. Performance traits and metabolic responses in goats (Capra hircus) supplemented with inorganic trivalent chromium. Biological Trace Element Research, 131, 110-123.

Hassan FA, Mahmoud R and El-Araby IE, 2017. Growth performance, serum biochemical, economic evaluation and IL6 gene expression in growing rabbits fed diets supplemented with zinc nanoparticles. Zagazig Veterinary Journal 45 (3): 238-249.

Hill EK and Li J, 2017. Current and future prospects for nanotechnology in animal production. Journal of Animal Science and Biotechnology, 8 (1): 1-13.

Hung AT, Leury BJ, Sabin MA, Collins CL and Dunshea FR, 2014. Dietary nano-chromium tripicolinate increases feed intake and decreases plasma cortisol in finisher gilts during summer. Tropical animal health and production 46: 1483-1489.

Ishikawa H, 1993. Calf diarrhea accompanied with decrease of serum tocopherol and Sn concentrations in Japanese Black Cattle of a breeding farm. The Tohoku Journal Veterinary Clinics 16:13-17.

Jardón-Maximino N, Pérez-Alvarez M, Sierra-Ávila R, Ávila-Orta CA, Jiménez-Regalado E, Bello AM and Cadenas-Pliego G, 2018. Oxidation of copper nanoparticles protected with different coatings and stored under ambient conditions. Journal of Nanomaterials.

Kargar S. Mousavi S, Karimi-Dehkordi M and Ghaffari MH, 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: 1–12

Kashfi H, Yazdani AR and 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 (Scientific and Research) 2 (4): 61-70.

Kegley EB, Galloway DL and Fakler TM, 2000. Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef steers. Journal of Animal Science 78 (12): 3177-3183.

Khalili, M., Foroozandeh, A. D., and Toghyani, M. 2011. Lactation performance and serum biochemistry of dairy cows fed supplemental chromium in the transition period. African Journal of Biotechnology 10 (50): 10304-10310.

Kojouri GA and Shirazi A, 2007. Serum concentrations of Cu, Zn, Fe, Mo and Co in newborn lambs following systemic administration of vitamin E and selenium to the pregnant ewes. Small Ruminant Research 70 (2-3): 136-139.

Kojouri, GA and Shirazi A, 2007. Serum concentrations of Cu, Zn, Fe, Mo and Co in newborn lambs following systemic administration of Vitamin E and selenium to the pregnant ewes. Small Ruminant Research 70:136-139.

Kraidees M S, Al-Haidary IA, Mufarrej SI, Al-Saiady MY, Metwally HM and Hussein MF, 2009. Effect of supplemental chromium levels on performance, digestibility and carcass characteristics of transport-stressed lambs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 22 (8): 1124-1132.

Król B, Słupczyńska M, Kinal S, Bodarski R, Tronina W and Mońka M, 2017. Bioavailability of organic and inorganic sources of chromium in broiler chicken feeds. Journal of Elementology 22 (1).

Kumar M, Kaur H, Tyagi A, Mani V, Deka RS, Chandra G and Sharma VK, 2013. Assessment of chromium content of feedstuffs, their estimated requirement, and effects of dietary chromium supplementation on nutrient utilization, growth performance, and mineral balance in summer-exposed buffalo calves (*Bubalus bubalis*). Biological Trace Element Research 155: 29-37.

Lashkari S, Habibian M, and Jensen SK, 2018. A review on the role of chromium supplementation in ruminant nutrition—effects on productive performance, blood metabolites, antioxidant status, and immunocompetence. Biological Trace Element Research 186: 305-321.

Lema M, Williams L and Rao D. 2001. Reduction of fecal shedding of enterohemorrhagic Escherichia coli O157: H7 in lambs by feeding microbial feed supplement. Small ruminant research 39: 31-39.

Lesmeister KE and Heinrichs AJ, 2004. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. Journal of Dairy Science 87 (10): 3439-3450.

Meyer AM, Reed JJ, Neville L, Thorson J, Maddock-Carlin R, Taylor B, Reynolds P, Redmer A, Luther S, Hammer J, Vonnahme A and 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 AM, and Cortie MB, 2012. Zinc oxide particles: Synthesis, properties and applications. Chemical Engineering Journal, 185, 1-22.

Moreira PSA, Palhari C and Berber RCA, 2020. Dietary chromium and growth performance animals: a review. Scientific Electronic Archives 13 (7): 59-66.

Mousaie A, Valizadeh R, Naserian AA, Heidarpour M and Mehrjerdi HK, 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.

Mousavi F, Karimi-Dehkordi S, Kargar S and Ghaffari MH, 2019. Effect of chromium supplementation on growth performance, meal pattern, metabolic and antioxidant status and insulin sensitivity of summer-exposed weaned dairy calves. Animal 13 (5): 968-974.

Mousavi F, Karimi-Dehkordi S, Kargar S, Khosravi-Bakhtiari M, 2019. Effects of dietary chromium supplementation on calf performance, metabolic hormones, oxidative status, and susceptibility to diarrhea and pneumonia. Animal Feed Science and Technology 248:95–105.

Mullins CR, Mamedova LK, Brouk MJ, Moore CE, Green HB, Perfield KL and Bradford BJ, 2012. Effects of monensin on metabolic parameters, feeding behavior, and productivity of transition dairy cows. Journal of dairy science 95 (3): 1323-1336.

National Research Council, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, goats, cervide and new world camelids. Washington, DC: National Academy Press.

Noori GH, Amanlou RH, Harakinejhad MT, Eskandainasab MP and Mirzayee HR, 2015. The effects of chromium supplementation during late pregnancy on performance and blood metabolites of twin-bearing ewes. Journal of Ruminant Research 3 1.

Ohh S J and Lee JY, 2005. Dietary chromium-methionine chelate supplementation and animal performance. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 18 (6): 898-907.

Pantelić M, Jovanović LJ, Prodanović R, Vujanac I, Đurić M, Ćulafić T and Kirovski D, 2018. The impact of the chromium supplementation on insulin signalling pathway in different tissues and milk yield in dairy cows. Journal of animal physiology and animal nutrition 102 (1): 41-55.

Pechova A, Podhorský A, Lokajova E, Pavlata L and Illek J, 2002. Metabolic effects of chromium supplementation in dairy cows in the peripartal period. Acta Veterinaria Brno 71 (1): 9-18.

Petrie A and Watson P, 1999. Statistics for veterinary and animal science. Balckwell Science Ltd. Malden, USA.

Phan, TTV, Huynh TC, Manivasagan P, Mondal S and Oh J, 2020. An up-to-date review on biomedical applications of palladium nanoparticles. Nanomaterials, 10 (1): 66.

Raje K, Ojha S, Mishra A, Munde VK, Rawat C and Chaudhary SK, 2018. Impact of supplementation of mineral nano particles on growth performance and health status of animals: A review. Journal of Entomology and Zoology Studies 6: 1690-1694.

Sadri H, Ghorbani GR, Rahmani HR, Samie AH, Khorvash M and Bruckmaier RM, 2009. Chromium supplementation and substitution of barley grain with corn: Effects on performance and lactation in periparturient dairy cows. Journal of Dairy Science 92 (11): 5411-5418.

SAS Institute, 2004. User's Guide. Version 9.1: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

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).

Soltan MA, 2010. Effect of dietary chromium supplementation on productive and reproductive performance of early lactating dairy cows under heat stress. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 94 (2): 264-272.

Spears JW, 2000. Micronutrients and immune function in cattle. Proceedings of the Nutrition Society 59 (4): 587-594.

Spears JW, 2019. Boron, chromium, manganese, and nickel in agricultural animal production. Biological Trace Element Research 188 (1): 35-44.

Stahlhut HS, Whisnant CS, Lloyd KE, Baird EJ, Legleiter LR, Hansen SL and Spears JW, 2006. Effect of chromium supplementation and copper status on glucose and lipid metabolism in Angus and Simmental beef cows. Animal Feed Science and Technology, 128 (3-4): 253-265.

Szyszka O, Tolkamp B J, Edwards SA and Kyriazakis I, 2012. The effects of acute versus chronic health challenges on the behavior of beef cattle. Journal of Animal Science 90 (12): 4308-4318.

Travan A, Pelillo C, Donati I, Marsich E, Benincasa M, Scarpa T and Paoletti S, 2009. Non-cytotoxic silver nanoparticle-polysaccharide nanocomposites with antimicrobial activity. Biomacromolecules 10 (6): 1429-1435.

Uyanik F, Kaya Ş, Kolsua AH, Eren MERYEM and Şahin N, 2002. The effect of chromium supplementation on egg production, egg quality and some serum parameters in laying hens. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 26 (2): 379-387.

Vallimont JE, Varga GA, Arieli A, Cassidy TW and Cummins KA, 2001. Effects of prepartum somatotropin and monensin on metabolism and production of periparturient Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science 84 (12): 2607-2621.

Van Soest PJ, 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, New York, EUA. Cornell University Press.

Vincent J, 2007. The Nutritional Biochemistry of Chromium (III) Elsevier Science. Amsterdam, the Netherlands.

Yari M, Baharifar M, Alizadeh Masuleh A and Mousaie A, 2018. Growth performance, feeding behavior and physiological responses of young growing Holstein male calves to dietary chromium-methionine (Cr-Met) supplementation related to body weight and age. Iranian Journal of Applied Animal Science 8 (3): 415-422.

Yari M, Nikkhah A, Alikhani M, Khorvash M, Rahmani H and Ghorbani GR, 2010. Physiological calf responses to increased chromium supply in summer. Journal of Dairy Science 93 (9): 4111-4120.