University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

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

The effect of different levels of bentonite sulfur on performance, wool quality, blood minerals, liver enzymes and thyroid hormones of Dalagh ewes

Kamel Amozadeh Araee[1]✉ | Taghi Ghoorchi[2] | Abdolhakim Toghdory[3]

1. Corresponding Author, Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-Mail: kamel.amozadeh_s00@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 13 February 2023
Received in revised form
26 August 2023
Accepted 27 August 2023
Published online 12 October 2023

Keywords:
Bentonite sulfur
blood minerals
Dalagh ewe
performance
wool quality

ABSTRACT

Introduction: Minerals affect wool production in sheep by affecting feed intake, altering rumen function and affecting the flow of nutrients from the rumen or by directly disrupting the animal's metabolism. Wool has the highest concentration of sulfur, which indicates the higher need of wool-producing sheep for sulfur than other breeds. The purpose of this study was to investigate the effect of different levels of bentonite sulfur on yield, wool quality, blood minerals, liver enzymes and thyroid hormones of ewes.

Materials and Methods: An experiment was conducted to evaluate the use of different levels of bentonite sulfur in sheep. For this purpose, 18 Dalagh ewes (average weight 38 ± 3.5 kg) were kept individually for 42 days with three treatments and 6 repetitions. Experimental treatments included: 1) control (without bentonite sulfur), 2) treatment containing 0.15 percent of bentonite sulfur and 3) treatment containing 0.3 percent of bentonite sulfur(based on dry matter). At first, to ensure the health of all the ewes, they are subjected to a thorough and thorough examination. The bentonite sulfur used in this research contanied 90% sulfur and 10% bentonite. The diets used in this experiment were prepared and adjusted according to the tables of NRC and were given to the ewes in the morning and evening. Ewes were weighed at the beginning and the end of the period after 16 hours of starvation using a digital scale. In order to determine the quality of sheep's wool, in the initial test, the ewes were arranged uniformly on the 41st day of the experiment, and samples were taken from the left side of the ewes in a 10 x 10 cm format according to the common and standard instructions using a manual wool picker. For determination of blood parameters, on the last day of the experiment, three hours after morning feeding, blood samples were taken from the jugular vein of the ewes.

Results and discussion: The results obtained from this research showed that with the increase in the level of bentonite sulfur in the diet, the length of fibers, efficiency, strength, kemp and the coefficient of variation of fiber diameter increased ($P<0.05$). Also, increasing the level of bentonite sulfur increased the concentration of serum sulfur and triiodothyronine hormone ($P<0.05$). Bentonite sulfur supplementation had no significant effect on final weight, daily weight gain, dry matter intake and feed conversion ratio of ewes. Also, different levels of bentonite sulfur had no significant effect on Non-Medullated fibers, Medullated fibers, average diameter and fiber crude protein. copper gallate, calcium, selenium, phosphorus and serum molybdenum. Addition of bentonite sulfur had no significant effect on serum concentrations of copper, calcium, selenium, phosphorus, molybdenum as well as the concentration of liver enzymes of experimental ewes.

Conclusion: The results of this study indicated that the use of bentonite sulfur up to the level of 0.3% of dry matter, could improve the strength and efficiency of wool fibers and it can be used in feeding ewes without having negative effects on their health and performance.

Cite this article: Amozadeh Araee, K., Ghoorchi, T., & Toghdory, A. (2023). The effect of different levels of bentonite sulfur on performance, wool quality, blood minerals, liver enzymes and thyroid hormones of Dalagh ewes. *Journal of Animal Production*, 25 (3), 267-279. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.355332.623730

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.355332.623730

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

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

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹٤x

تأثیر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر عملکرد، کیفیت پشم، مواد معدنی خون، آنزیم‌های کبدی و هورمون‌های تیروئیدی میش دالاق

کامل عموزاده آرائی[1]✉ | تقی قورچی[2] | عبدالحکیم توغدری[3]

۱. نویسنده مسئول، گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: kamel.amozadeh_s00@gau.ac.ir

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

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

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰

کلیدواژه‌ها:

عملکرد

کیفیت پشم

گوگرد بنتونیت‌دار

مواد معدنی خون

میش دالاق

چکیده

امکان استفاده از سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار در گوسفند با استفاده از ۱۸ رأس میش دالاق (با متوسط وزن ۳/۵±۳۸ کیلوگرم) به‌صورت جداگانه به‌مدت ۴۲ روز در سه تیمار و شش تکرار بررسی شد. تیمارها شامل شاهد (بدون گوگرد بنتونیت‌دار)، تیمار حاوی ۰/۱۵ درصد (براساس ماده خشک) گوگرد بنتونیت‌دار و تیمار حاوی ۰/۳ درصد (براساس ماده خشک) گوگرد بنتونیت‌دار بودند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح گوگرد بنتونیت‌دار در جیره، طول الیاف، راندمان، استحکام، کمپ و ضریب تغییرات قطر الیاف افزایش یافت ($P\leq$۰/۰۵). هم‌چنین افزایش سطح گوگرد بنتونیت‌دار سبب افزایش غلظت گوگرد سرم و هورمون تری‌یدوتیرونین شد ($P\leq$۰/۰۵). سطوح گوگرد بنتونیت‌دار اثری معنی‌داری بر وزن نهایی، افزایش وزن روزانه، ماده خشک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک میش‌ها نداشت. هم‌چنین سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار تأثیر معنی‌داری بر الیاف حقیقی، الیاف مدولایی، میانگین قطر، پروتئین خام الیاف، غلظت مس، کلسیم، سلنیوم، فسفر و مولیبدن سرم نداشت. افزودن گوگرد بنتونیت‌دار اثر معنی‌داری بر غلظت آنزیم‌های کبدی میش‌ها نداشت. درنتیجه استفاده از گوگرد بنتونیت‌دار به‌عنوان یک منبع گوگردی جدید تا سطح ۰/۳ درصد ماده خشک توانست استحکام و راندمان الیاف را بهبود ببخشد و بدون ایجاد اثرات منفی بر عملکرد در میش قابل‌استفاده است.

استناد: عموزاده آرائی، کامل؛ قورچی، تقی؛ و توغدری، عبدالحکیم (۱۴۰۲). تأثیر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر عملکرد، کیفیت پشم، مواد معدنی خون، آنزیم‌های کبدی و هورمون‌های تیروئیدی میش دالاق. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۵ (۳)، ۲۶۷-۲۷۹.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.355332.623730

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱- مقدمه

مواد معدنی با تأثیر بر مصرف خوراک، تغییر عملکرد شکمبه و تأثیر بر جریان مواد مغذی از شکمبه یا با ایجاد اختلال مستقیم در متابولیسم حیوان، بر تولید پشم در گوسفند تأثیر می‌گذارد. پشم از پروتئین پیچیده کراتین حاوی ۲۰ اسیدآمینه و محتوای گوگردی ۲/۷ تا ۵/۴ درصد وزن الیاف تشکیل‌شده است. بیش‌تر گوگرد پشم به‌صورت سیستین و مقادیر کم‌تری به‌صورت سیستئین و متیونین است (Sahoo & Soren, 2011). گوگرد عنصر ضروری برای نشخوارکنندگان است و فقط از خوراک تأمین می‌شود. استفاده از مکمل‌های گوگرد عنصری، معدنی یا اسیدهای آمینه محافظت‌شده مانند متیونین حاوی گوگرد، یک رویکرد عملی برای برآورده‌کردن نیازهای تغذیه‌ای نشخوارکنندگان است (Qi *et al*., 1994). پشم گوسفند دارای بیش‌ترین غلظت گوگرد (حدود چهار درصد) بوده که نشان‌دهنده نیاز بالاتر گوسفندان نژاد پشمی به گوگرد نسبت به سایر نژادها است. میزان گوگرد موجود در دو کیلوگرم پشم (تقریباً یک‌دوم رشد سالانه برای نژادهای پشمی) به‌اندازه گوگرد موجود در سایر اندام‌های بدن است (Underwood & Suttle, 1999). مطالعات نشان می‌دهد پروتئین میکروبی شکمبه قادر به تأمین اسیدهای آمینه گوگرددار کافی برای رشد الیاف نیست (Qi *et al*., 1994). بااین‌حال، مکمل‌های گوگردی را می‌توان به جیره اضافه کرد و اسیدآمینه گوگرددار را برای رشد پشم تأمین کرد. با توجه به میزان تغییر گوگرد در منابع گیاهی مصرفی نشخوارکنندگان (Underwood & Suttle, 1999) هم‌چنین کمبود گوگرد خاک در بسیاری از مناطق کشور افزودن گوگرد به جیره حائز اهمیت است (Qi *et al*., 1994). قابل‌توجه است که میکروارگانیسم‌های شکمبه قادر هستند انواع مختلف منابع گوگرد را مورداستفاده قرار دهند و از آن‌ها در ساختن اسیدهای آمینه گوگرددار که برای بافت‌های بدن ضروری هستند، بهره گیرند (Underwood & Suttle, 1999). کمبود گوگرد در خوراک دام ممکن است اثرات مضری بر عملکرد آن‌ها داشته باشد (NRC, 2007)، کمبود گوگرد ممکن است سبب کاهش هضم فیبر به‌دلیل رشد آهسته میکروارگانیسم‌ها در شکمبه، کاهش مصرف خوراک و کاهش روند رشد شود (Wu *et al*., 2015; Hall, 2018).

از طرف دیگر، هدف اصلی پرورش گوسفند در کشور تولید گوشت و پشم می‌باشد. پشم ماده اولیه صنعت فرش دستباف بوده و پس از تولید گوشت در اولویت دامداران قرار دارد و در بازار داخلی به فروش می‌رسد (Ansari-Renani *et al*., 2011). ارزش اقتصادی پشم به پارامترهای مختلفی مانند قطر الیاف، وزن پشم، درصد پشم شسته و مقاومت تار آن بستگی دارد. مقدار پشمی که یک گوسفند می‌تواند تولید کند به عوامل مختلفی مانند نژاد، ژنتیک و تغذیه بستگی دارد. درحالی‌که ظرفیت گوسفند برای تولید و کیفیت الیاف توسط ژنوتیپ آن تعیین می‌شود، توانایی گوسفند در بیان پتانسیل ژنتیکی آن به‌شدت تحت تأثیر دریافت خوراک است. تغذیه نقش مهمی در تولید پشم دارد، زیرا می‌توان از آن برای دست‌کاری عملکرد و کیفیت پشم حیوان استفاده کرد (Gelaye *et al*., 2021).

بنتونیت یا خاک رس از نوع مونتموریونیت، به‌طور گسترده در فرایند پلت‌کردن خوراک، برای بهبود کیفیت اتصال گلوله‌ها استفاده می‌شود. هم‌چنین علاقه زیادی به استفاده از بنتونیت در گوسفند برای افزایش رشد پشم وجود دارد. از طرفی دیگر، بنتونیت ممکن است بر تخمیر و هضم نیتروژن و پروتئین از طریق توانایی آن در اتصال آمونیاک و درنهایت پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه تأثیر بگذارد. به این ترتیب ممکن است راندمان سنتز پروتئین میکروبی بهبود یابد و مقادیر بیش‌تری از پروتئین جیره ممکن است به‌صورت تجزیه نشده از شکمبه عبور کند تا پروتئین بیش‌تری برای رشد پشم در دسترس حیوان قرار گیرد (Underwood & Suttle, 1999). با توجه به این‌که مطالعات کمی در مورد گوگرد عنصری به‌ویژه گوگرد بنتونیت‌دار صورت گرفته است، این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر عملکرد، کیفیت پشم، مواد معدنی خون، آنزیم‌های کبدی و هورمون‌های تیروئیدی میش دالاق انجام شد.

۲- پیشینهٔ پژوهش

محتوای گوگرد در پشم اثرات مهمی بر استحکام، طول و مقاومت پشم دارد. در این راستا مطالعات نشان داده‌اند که مکمل گوگرد باعث رشد پشم و بهبود کیفیت پشم می‌شود. نتایج پژوهش‌گران نشان می‌دهد که سطوح مختلف گوگرد (۰/۱۶، ۰/۲۳، ۰/۲۹ و ۰/۳۴ درصد ماده خشک) سبب افزایش طول و استحکام الیاف تولیدی بزهای نر اخته‌شده آنگورا شد (Qi *et al*., 1994). پژوهش‌گران سه سطح صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد ماده خشک گوگرد و سه سطح صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد کاه غنی‌شده با اوره را بر خصوصیات پشم بره‌های ورامینی موردمطالعه قراردادند و نتایج نشان داد که سطوح مختلف گوگرد بر افزایش قطر و طول تار پشم اثر معنی‌داری دارد (طاهرپور و همکاران، ۱۳۷۷). در پژوهشی دیگر، مشخص شد که هیچ افزایشی در رشد پشم در پاسخ به گنجاندن خاک‌های بنتونیتی در جیره‌های گوسفند وجود نداشت (Qi *et al*., 1994). در مطالعه‌ای تأثیر سطوح مختلف گوگرد بر توان تولیدی بزغاله‌های رائینی بررسی و نتایج نشان داد که سطوح مختلف گوگرد تأثیری بر طول و قطر کرک‌ها ندارد (رضا یزدی، ۱۳۸۱). از طرف دیگر، افزودن هفت گرم متیونین محافظت‌شده به جیره گوسفندان نژاد بارکی سبب افزایش قابل‌توجهی در طول الیاف نسبت به گروه شاهد شد (Ramadan *et al*., 2017). نتایج Azizi *et al*. (2017) نشان می‌دهد مصرف سطوح مختلف مکمل گوگرد عنصری و متیونین محافظت‌شده تأثیری بر مصرف ماده خشک، میانگین افزایش وزن روزانه و وزن نهایی بزغاله‌ها ندارد. هم‌چنین نتایج مطالعه دیگری نشان داد که سطوح مختلف گوگرد جیره تأثیری بر میانگین افزایش وزن روزانه، ماده خشک مصرفی روزانه ضریب تبدیل غذایی بزهای راینی ندارد. هرچند با افزایش سطح گوگرد از ۰/۱۴ تا ۰/۲۲ در ماده خشک جیره میانگین این صفات مذکور به‌تدریج کاهش یافت (رضا یزدی، ۱۳۸۱). از طرفی دیگر، یک برهم‌کنش سه طرفه بین مس، گوگرد و مولیبدن وجود دارد که جذب مس را کاهش می‌دهد. با تشکیل سولفید از سولفات جیره، در شکمبه که سپس با مولیبدات واکنش می‌دهد تیومولیبدات‌های نامحلول مس تشکیل می‌شود. فراهمی زیستی مس به میزان زیادی با غلظت بالای گوگرد در جیره غذایی کاهش می‌یابد که به‌احتمال زیاد به‌دلیل تشکیل سولفید مس و یا کمپلکس تیومولیبدات- مس است (Underwood & Suttle, 1999). در پژوهشی نشان داده شد که افزایش مصرف گوگرد تأثیری بر غلظت مس پلاسمای بره‌ها نداشت. بره‌های دریافت‌کننده سطوح مختلف مکمل گوگرد (۳/۹ تا ۷/۹ گرم در روز) هیچ نشانه‌ای از کمبود مس در طول مطالعه نشان ندادند (Ivancic Jr &Weiss, 2001). در مطالعه‌ای دیگر کاهش غلطت مس که به‌مدت ۱۵۵ روز گاوها با یک جیره غذایی با سطح گوگرد بالا تغذیه کرده‌اند گزارش شده است (Richter *et al*., 2012).

۳- روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در ماه‌های مرداد و شهریور ۱۴۰۱ در واحد دامداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این آزمایش از ۱۸ رأس میش شکم اول غیر آبستن نژاد دالاق با میانگین وزن ۳/۵±۳۸ استفاده شد. در ابتدا جهت اطمینان از سلامتی تمام میش‌ها تحت معاینه و بررسی کامل و دقیق قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و شش تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۱- تیمار شاهد (بدون گوگرد بنتونیت‌دار)، ۲- تیمار حاوی ۰/۱۵ درصد (براساس ماده خشک) گوگرد بنتونیت‌دار و ۳- تیمار حاوی ۰/۳ درصد (براساس ماده خشک) گوگرد بنتونیت‌دار بودند. میش‌ها در هر تیمار در قفس‌های انفرادی به‌مدت ۴۲ روز نگهداری شدند. جیره‌های مورداستفاده در این آزمایش طبق جداول انجمن ملی تحقیقات گوسفند تهیه و تنظیم شدند و در حد اشتها در دو نوبت صبح (ساعت ۰۸:۰۰) و عصر (ساعت ۱۶:۰۰) در اختیار میش‌ها قرار داده شد. ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره مورداستفاده برای میش‌های دالاق (درصد از ماده خشک)

اجزای خوراک (براساس درصد ماده خشک)	درصد	ترکیب مواد مغذی	
کاه گندم	۴۰/۰۰	ماده خشک (درصد)	۸۷/۵۱
دانه جو	۲۰/۶۰	انرژی قابل سوخت‌وساز (مگا کالری بر کیلوگرم)	۲/۳۰
سبوس ذرت	۹/۸۱	پروتئین خام (درصد)	۱۳/۵۰
کنجاله سویا	۱۱/۳۶	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۲۷/۲۱
سبوس گندم	۵/۸۰	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۴۰/۹۴
تفاله چغندر	۴/۰۰	خاکستر (درصد)	۴/۶۲
کنجاله کلزا	۳/۰۰	گوگرد پایه (درصد ماده خشک)	۰/۱۰
نمک	۱/۰۰	نسبت نیتروژن به گوگرد جیره	۲۱/۶:۱
سنگ‌آهک	۱/۵۰		
پودر چربی	۱/۴۳		
اوره	۰/۵۰		
مکمل معدنی–ویتامینی*	۱/۰۰		

* پیش مخلوط ویتامین و مواد معدنی ارائه‌شده به ازای 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؛ سلنیوم ۱۰۰ میلی‌گرم؛ کلسیم: ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن: ۳۰۰۰ میلی‌گرم؛ کبالت ۱۰۰ میلی‌گرم؛ فسفر 30000 میلی‌گرم؛ مونسین: ۱۵۰۰ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم.

گوگرد بنتونیت‌دار مورداستفاده در این پژوهش دارای ۹۰ درصد گوگرد و ۱۰ درصد بنتونیت بود. با توجه به این‌که بنتونیت دارای حفره‌هایی در ساختار مولکولی خود می‌باشد، توانایی جذب و ذخیره آب و تأمین رطوبت کافی جهت تجزیه گوگرد را فراهم می‌کند. خوراک روزانه به‌صورت کامل مخلوط (۴۰ درصد علوفه و ۶۰ درصد کنسانتره) به دام‌ها داده شد. خوراک داده‌شده و باقی‌مانده خوراک برای هر حیوان در هر روز، وزن و ثبت شد. خوراک مصرفی روزانه از میانگین تفاوت خوراک داده‌شده به هر دام و خوراک باقی‌مانده همان دام در روز بعد محاسبه شد. وزن‌کشی میش‌ها در اول و آخر دوره پس از ۱۶ ساعت گرسنگی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۵۰ گرم انجام شد. به‌منظور تعیین افزایش وزن روزانه با تقسیم نمودن اختلاف وزن در یک دوره زمانی بر تعداد روزهای همان بازه زمانی محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک با تقسیم میانگین ماده خشک مصرفی بر میانگین افزایش وزن روزانه هر حیوان در کل دوره به‌دست آمد.

به‌منظور تعیین کیفیت پشم گوسفندان، در ابتدای آزمایش پشم میش‌ها به‌طور یکنواخت چیده شده و در روز ۴۱ آزمایش طبق دستورالعمل متداول و استاندارد با استفاده از پشم‌چین دستی (دوکارد)، از پهلوی چپ میش‌ها در قالب ۱۰×۱۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد و برای اندازه‌گیری پارامترهای موردنظر به آزمایشگاه الیاف دامی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور ارسال شد. صفات اندازه‌گیری‌شده شامل طول دسته الیاف، شناسایی الیاف (حقیقی، کمپ و مدولایی)، چربی، بازده الیاف (راندمان)، قطر (میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات)، پروتئین خام و استحکام و کشش‌پذیری بود. نحوه شناسایی الیاف بدین صورت بود که ابتدا یک دسته پشم به‌طور تصادفی از داخل نمونه شسته جدا شده و بر روی مخمل مخالف رنگ خود پشم، پشم حقیقی، الیاف مدولایی (هتروتیپ) وکمپ از هم جداشده و جداگانه در داخل بشر مربوط به خود و برچسبی که بر روی آن شماره نمونه و نوع الیاف نوشته‌شده بود قرار گرفت. روش اندازه‌گیری چربی الیاف بدین گونه است که ابتدا ۳ گرم از نمونه الیاف کاملاً خشک‌شده را داخل کاغذ صافی واتمن با شماره ۴۱ قرار داده و داخل کارتوش قرار داده شد و در محلول دی اتیل اتر با دستگاه سوکستک (soxtec) چربی پشم اندازه‌گیری شد. بازده الیاف هم به‌وسیله دستگاه پشم شویی و رابطه (۱) اندازه‌گیری و محاسبه شده است. هم‌چنین قطر الیاف در آزمایشگاه براساس استاندارد موجود و به‌وسیله دستگاه میکرو پروژکتور انجام شده است.

$$\text{راندمان پشم} = \frac{\text{وزن پشم شسته (گرم)} - \text{وزن اولیه پشم ناشور (گرم)}}{\text{وزن اولیه پشم ناشور (گرم)}} \times ۱۰۰ \qquad \text{رابطه ۱)}$$

به‌منظور تعیین فراسنجه‌های خونی، غلظت کلسیم، گوگرد، فسفر، مس، سلنیوم و مولیبدن خون، آنزیم‌های کبدی شامل آسپارتات آمینوترانسفراز (AST)، آلکالاین فسفاتاز و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و هورمون تیروئیدی شامل تری‌یدوتیرونین، تترایدوتیرونین و آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در روز پایانی آزمایش سه ساعت پس از تغذیه صبح از سیاهرگ گردنی (وداج) میش‌ها نمونه خون‌گرفته و به آزمایشگاه ارسال شد. برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های خون، از کیت‌های شیمیایی شرکت پارس آزمون استفاده شد.

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) برای مدل (۲) تجزیه و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج درصد مقایسه شد.

$$Y_{ij}= \mu+T_i+e_{ij}$$ رابطه ۲)

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- یافته‌های پژوهش

اختلاف معنی‌داری بین میش‌های دریافت‌کننده سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار از نظر وزن انتهایی، تغییرات وزنی، افزایش وزن روزانه، مصرف ماده خشک روزانه و ضریب تبدیل خوراک وجود نداشت (جدول ۲).

جدول ۲. اثر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر عملکرد میش‌ها

صفت	جیره‌های آزمایشی			SEM	P-Value
	شاهد	۰/۱۵ درصد ماده خشک	۰/۳ درصد ماده خشک		
وزن ابتدای دوره (کیلوگرم)	۳۸/۴۲	۳۸/۷۹	۳۸/۴۳	۰/۹۵۷	۰/۹۵۸۰
وزن انتهای دوره (کیلوگرم)	۴۳/۴۶	۴۴/۱۴	۴۴/۱۲	۱/۱۹۴	۰/۹۰۴۴
تغییرات وزنی (کیلوگرم)	۵/۰۴	۵/۳۴	۵/۶۹	۰/۵۲۳	۰/۷۰۲۷
افزایش وزن روزانه (گرم در روز)	۱۲۰/۰۰	۱۲۷/۱۴	۱۳۵/۴۷	۱۰/۷۷۷	۰/۰۸۳۴
مصرف ماده خشک روزانه (گرم در روز)	۱۱۵۷/۵۵	۱۲۰۳/۹۱	۱۲۸۵/۴۲	۵۸/۱۴۶	۰/۶۲۰۹
ضریب تبدیل خوراک	۹/۶۴	۹/۴۶	۹/۴۸	۰/۶۴۲	۰/۰۷۱۵

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

نتایج تأثیر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر کیفیت پشم میش‌های دالاق در جدول (۳) ارائه شده است که سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار سبب افزایش طول، راندمان، استحکام، کمپ و ضریب تغییرات قطر الیاف میش‌ها شد ($P\leq ۰/۰۵$). با این‌حال، افزودن گوگرد بنتونیت‌دار تأثیر معنی‌داری بر چربی، پروتئین خام، الیاف مدولایی، الیاف حقیقی، میانگین و انحراف معیار قطر الیاف نداشت.

بین تیمارهای دریافت‌کننده گوگرد بنتونیت‌دار از نظر غلظت کلسیم، فسفر، مس، سلنیوم و مولیبدن سرم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). با توجه به نتایج به‌دست آمده، اثر تیمارهای حاوی گوگرد بنتونیت دار بر میزان گوگرد خون نسبت به تیمار شاهد اختلاف داشت ($P\leq ۰/۰۵$).

سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار اثر معنی‌داری بر غلظت آسپارتات آمینوترانسفراز، آلکالاین فسفاتاز و آلانین آمینوترانسفراز میش‌های دالاق نداشت (جدول ۵).

در جدول (۶) اطلاعات مربوط به هورمون تریدوتیرونین، تترایدوتیرونین و آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز ارائه‌شده است. نتایج نشان می‌دهد با افزایش سطوح گوگرد بنتونیت‌دار غلظت هورمون تریدوتیرونین افزایش می‌یابد ($P\leq ۰/۰۵$). افزودن گوگرد بنتونیت‌دار به جیره میش‌ها تأثیر معنی‌داری بر غلظت هورمون تترایدوتیرونین و آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز نداشت.

جدول ۳. تأثیر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر کیفیت پشم میش‌های دالاق

صفت	جیره‌های آزمایشی			SEM	P-value
	شاهد	۰/۱۵ درصد ماده خشک	۰/۳ درصد ماده خشک		
طول الیاف (سانتی‌متر)	۳/۰۳[b]	۳/۶۵[a]	۳/۸۰[a]	۰/۱۲	۰/۰۲۸۰
چربی خام الیاف (درصد)	۳/۴۳	۳/۳۲	۳/۲۵	۰/۳۰	۰/۰۶۱۶
پروتئین خام (درصد)	۶۲/۱۹	۶۹/۴۷	۶۳/۲۱	۲/۷۳	۰/۱۶۳۷
راندمان (درصد)	۷۹/۲۳[b]	۷۹/۳۷[b]	۸۳/۴۹[a]	۰/۹۴	۰/۰۱۵۱
استحکام	۵/۱۴[b]	۵/۸۱[b]	۵/۹۵[a]	۰/۴۰	۰/۰۳۱۹
کمپ (درصد)	۲/۱۰[b]	۴/۷۳[a]	۳/۳۰[a]	۰/۵۵	۰/۰۱۳۴
الیاف مدولایی (درصد)	۱۱/۲۳	۹/۷۵	۹/۱۷	۰/۷۷	۰/۲۱۴۶
الیاف حقیقی (درصد)	۸۶/۶۶	۸۵/۵۳	۸۸/۵۴	۰/۹۳	۰/۱۱۸۱
میانگین قطر الیاف (میکرون)	۳۰/۵۱	۳۰/۸۱	۳۶/۸۰	۱/۱۳	۰/۱۶۳۳
انحراف معیار قطر الیاف	۱۷/۸۸	۱۴/۷۴	۱۷/۶۵	۰/۹۴	۰/۰۷۱۷
ضریب تغییرات قطر الیاف (درصد)	۵۲/۰۳[b]	۵۷/۵۹[a]	۵۲/۶۵[b]	۱/۳۵	۰/۰۳۵۴

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

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ٤. تأثیر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر مواد معدنی خون میش‌های دالاق (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)

صفت	جیره‌های آزمایشی			SEM	P-value
	شاهد	۰/۱۵ درصد ماده خشک	۰/۳ درصد ماده خشک		
کلسیم	۳/۶۰	۳/۳۲	۳/۴۵	۰/۱۲۷	۰/۳۳۸۵
گوگرد	۰/۲۲[b]	۰/۳۴[a]	۰/۳۸[a]	۰/۰۳۸	<.۰۰۰۱
فسفر	۱/۶۶	۱/۵۷	۱/۴۲	۰/۰۴۹	۰/۴۸۰۱
مس	۱/۰۶	۱/۰۵	۱/۰۶	۰/۰۰۹	۰/۳۸۹۹
سلنیوم	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۰۱۱	۰/۲۵۰۹
مولیبدن	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۰۱۹	۰/۹۷۳۸

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

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۵. تأثیر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر غلظت آنزیم کبدی میش‌های دالاق (واحد در لیتر)

فراسنجه آنزیم کبدی	جیره‌های آزمایشی			SEM	P-value
	شاهد	۰/۱۵ درصد ماده خشک	۰/۳ درصد ماده خشک		
آلانین آمینوترانسفراز	۲۱/۵۷	۲۲/۵۰	۲۰/۰۱	۱/۰۰۲	۰/۲۴۴۶
آسپارتات آمینوترانسفراز	۹۹/۲۱	۹۹/۱۱	۹۸/۶۴	۱/۰۱۵	۰/۹۱۵۳
آلکالاین فسفاتاز	۳۷۷/۷۶	۴۶۱/۶۴	۴۷۸/۷۷	۳۸/۵۳۴	۰/۱۹۵۸

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ٦. تأثیر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت‌دار بر هورمون تیروئیدی میش‌های دالاق

صفت	جیره‌های آزمایشی			SEM	P-value
	شاهد	۰/۱۵ درصد ماده خشک	۰/۳ درصد ماده خشک		
تریدوتیرونین (نانوگرم/ دسی‌لیتر)	۱۰/۵۴[b]	۱۲/۴۴[a]	۱۳/۱۵[a]	۰/۲۸۱	<.۰۰۰۱
تترایدوتیرونین (میکروگرم/ دسی‌لیتر)	۱۲۰/۳۹	۱۱۲/۷۶	۱۱۳/۶۰	۲/۴۹	۰/۱۵۲۶
آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (واحد بر گرم هموگلوبین)	۷/۰۵	۷/۶۱	۷/۷۰	۰/۲۵۴	۰/۲۵۰۰

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

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

۵- بحث

موافق با نتایج حاضر برخی پژوهش‌گران گزارش کردند استفاده از گوگرد تا سطح ۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک هیچ تفاوتی در مصرف ماده خشک مصرفی ایجاد نمی‌کند (Richter *et al*., 2012). هم‌چنین در راستای نتایج این پژوهش گزارش شد که استفاده از بلوک‌های خوراک حاوی ۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک گوگرد، مصرف خوراک در گاوهای گوشتی را تغییر نداد (Cherdthong *et al*., 2018). نتایج پژوهش‌گران نشان می‌دهد افزودن مکمل گوگرد به میزان ۴/۲ و ۶/۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک در جیره تأثیری بر مصرف خوراک گاوهای دورگ نداشت (Uwituze *et al*., 2011). استفاده از سطوح مختلف مکمل گوگرد عنصری و متیونین محافظت‌شده تأثیری بر مصرف ماده خشک، میانگین افزایش وزن روزانه و وزن نهایی بزغاله‌ها نداشت (Azizi *et al*., 2017). هم‌چنین کاهش خطی در افزایش وزن روزانه و راندمان خوراک را هنگامی‌که تیمارها جیره‌هایی با غلظت بالا حاوی ۰/۱۸، ۰/۱۹، ۰/۲۲، ۰/۲۹ و ۰/۴۰ درصد ماده خشک گوگرد مصرف کردند، گزارش کردند (Loneragan *et al*., 2001). دلیل این اختلاف نتیجه را می‌توان به نوع دام، غلظت گوگرد جیره و نوع گوگرد مصرفی مرتبط دانست. در شکمبه، باکتری‌های کاهنده گوگرد، گوگرد عنصری، سولفات‌های معدنی و اسیدهای آمینه حاوی گوگرد را به سولفید هیدروژن تبدیل می‌کنند که ممکن است به بخش گازی شکمبه منتقل شوند یا برای تشکیل بی‌سولفید در بخش مایع جدا شوند، تصور می‌شود که این تفکیک وابسته به pH است. به‌عنوان‌مثال، در pH هفت، تقریباً ۵۰ درصد از H2S برای تشکیل بی سولفید در مقایسه با نرخ تجزیه پنج درصد در pH ۵/۵ جدا می‌شود. افزایش H2S شکمبه با کاهش تحرک شکمبه و افزایش زمان ماندگاری خوراک، یا با ایجاد ناراحتی در حیوان، ماده خشک مصرفی را کاهش می‌دهد. درواقع، این فرضیه وجود دارد که pH شکمبه‌دلیل اصلی تفاوت در تحمل گوگرد بین حیوانات تغذیه‌شده با علوفه و کنسانتره است (Schoonmaker & Beitz, 2012).

مطالعات نشان می‌دهد پروتئین میکروبی شکمبه قادر به تأمین اسیدهای آمینه گوگردی کافی برای رشد الیاف نیست. از این‌رو، با اضافه‌کردن مکمل‌های گوگرد دار به جیره می‌توان اسیدآمینه گوگردی را برای رشد پشم تأمین کرد، هم‌چنین گوگرد می‌تواند با مشارکت در سنتز پروتئین توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه باعث رشد پشم شود (Underwood &Suttle, 1999). نسبت نیتروژن به گوگرد در پشم حدود ۵:۱ و در پروتئین میکروبی حدود ۱:۱۳ است، بنابراین با به‌کاربردن نسبت نیتروژن به گوگرد جهت تولید پروتئین میکروبی ممکن است رشد پشم محدود گردد. نسبت نیتروژن به گوگرد در پروتئین میکروبی دارای دامنه تغییرات قابل‌توجهی است. دلیل این امر آن است که حدود ۶۶ درصد از پروتئین میکروبی از پروتئین حقیقی تشکیل‌شده و بقیه آن از دیواره سلولی میکروب‌ها و اسیدهای نوکلئیک است. مقدار گوگرد موجود در میکروارگانیسم‌ها بستگی مستقیم به میزان پروتئین حقیقی و رابطه عکس با مقدار اسیدهای نوکلئیک آن‌ها دارد. هم‌چنین راندمان استفاده از پروتئین میکروبی برای رشد الیاف پائین است، درصورتی‌که این راندمان برای تولیدات دیگر مانند گوشت و شیر بالاتر است (رضا یزدی، ۱۳۸۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نسبت مطلوب نیتروژن به گوگرد قابل تجزیه بین ۲: ۲۱/۲ تا ۱: ۱۱/۴ در بز و گوسفند بالغ و ۱: ۱۶/۴ تا ۱: ۹/۱ در بزغاله‌های در حال رشد بوده است (Qi *et al*., 1994).

در راستای نتایج ما گزارش‌شده است که افزودن سطوح مختلف گوگرد عنصری به جیره سبب افزایش طول دسته و درصد کمپ الیاف بزغاله‌ها شد (Azizi *et al*., 2017). به‌طور مشابه، مکمل‌های سولفات روی طول الیاف را بدون هیچ تأثیری بر ظرافت آن بهبود می‌بخشد که احتمالاً به‌دلیل افزایش محتوای سیستئین توسط مکمل‌های گوگردی است که در نتیجه شرایط بهینه را برای رشد الیاف فراهم می‌کند. هم‌چنین نتایج حاکی از آن است که افزودن گوگرد معدنی به جیره غذایی گوسفند، رشد پشم و کیفیت پشم را بهبود می‌بخشد (Sahoo &Soren, 2011). نشان داده‌شده که استفاده

از مخلوط اسیدآمینه‌های مختلف که دریافت متیونین را محدود می‌کنند، منجر به کاهش طول، قطر و سرعت رشد پشم در گوسفند می‌شود. پژوهش‌گران دریافتند که افزودن متیونین محافظت‌شده به جیره باعث افزایش استحکام و میانگین قطر الیاف می‌شود، اگرچه تأثیر قابل‌توجهی بر قطر الیاف نداشت (Ramadan *et al*., 2017). این افزایش می‌تواند به‌دلیل تأمین مقادیری از گوگرد پشم به‌صورت متیونین باشد (Sahoo &Soren, 2011). در تضاد با نتایج حاضر گزارش‌شده است که گوگرد به هر دو شکل آلی و غیر آلی (Nezamidoust *et al*., 2012) بر طول الیاف تأثیر نمی‌گذارد. به‌طور مشابه، پاسخ موهر به جیره‌های غذایی حاوی ۰/۱۶، ۰/۲۳، ۰/۲۹ یا ۰/۳۴ درصد گوگرد (براساس ماده خشک) را تعیین کردند و دریافتند که قطر موهر، الیاف مدوله و کمپ تحت تأثیر افزودن گوگرد قرار نگرفته است (Qi *et al*., 1994). این اختلاف نتیجه را می‌توان به‌دلیل نوع دام، نوع گوگرد مصرفی و جذب گوگرد در شکمبه عنوان کرد. با توجه به این‌که افزایش قطر الیاف باعث کاهش قیمت آن در بازارهای جهانی می‌شود اضافه‌نشدن بر قطر الیاف نقطه مثبتی در این پروژه محسوب می‌شود که همسو با نتایج Azizi *et al*. (2017) بوده است. قطر الیاف عامل اصلی تعیین‌کننده کیفیت پشم است و با عملکرد ریسندگی مرتبط است. میانگین و محدوده قطرهای مختلف در پشم گوسفند در ابتدا توسط ژنوتیپ حیوان تعیین می‌شود که اندازه و ظرفیت سنتزی فولیکول‌ها را تعیین می‌کند، اما به‌طور قابل‌توجهی توسط عوامل خارجی به‌ویژه تغذیه تغییر می‌کند (Khan, 2011). این عوامل خارجی باعث تغییر قطر در طول الیاف می‌شوند. افزایش تولید پشم حاصل از تغذیه بهبودیافته تقریباً همیشه با افزایش میانگین قطر الیاف مرتبط است. گوسفندان ایران ازجمله نژادهای با پشم ضخیم هستند و لذا تأثیر تغذیه در قطر الیاف پشم آن‌ها اهمیت زیادی دارد و باید به آن توجه داشت. یکی دیگر از عوامل مهم تعیین‌کننده کیفیت پشم طول الیاف است که مؤلفه طول الیاف با سرعت رشد و طول دوره رشد مرتبط است (Khan *et al*., 2012).

در تغذیه نشخوارکنندگان، گوگرد، با مولیبدن، مس، کلسیم، سلنیوم و فسفر واکنش نشان می‌دهد. ولی مکانیسم این واکنش به‌خوبی روشن نشده است. هم‌چنین مقدار زیاد سولفات و مولیبدن از جذب یا نگهداری مس در بدن جلوگیری می‌کند. بنابراین، در تغذیه نشخوارکنندگان تعادل دقیق بین این عناصر ضروری می‌باشد (Underwood &Suttle, 1999). یکی از این برهم‌کنش‌ها، واکنش بین گوگرد، مس و مولیبدن است که با هم ترکیب می‌شوند و تتراتیومولیبدات مس را تشکیل می‌دهند. این کمپلکس مس را برای حیوان غیرقابل دسترس می‌کند. همسو با نتایج حاضر گزارش شده است که افزودن ۲/۵ و پنج گرم در روز متیونین محافظت‌شده به جیره بره‌های آواسی اثر معنی‌داری بر غلظت مس سرم نداشت (Abdelrahman, 2012). هم‌چنین سطوح مختلف گوگرد (۰، ۰/۱۵ و ۰/۳ درصد ماده خشک) تأثیر معنی‌داری روی غلظت مس گاوهای شیری ندارد (Spears *et al*., 2011). در تضاد با نتایج مطالعه حاضر گزارش‌شده است که مصرف یک جیره غذایی با گوگرد بالا برای ۲۸ روز باعث کاهش مس پلاسما (تقریباً ۳۴ درصد) در مقایسه با گروه شاهد شد. کاهش مشابهی در غلظت مس پلاسما در زمانی وجود دارد که گاوها یک جیره غذایی با سطح گوگرد بالا برای ۷۶ روز، ۱۴۹ روز (Pogge & Hansen, 2013) یا ۱۵۵ روز (Richter *et al*., 2012) مصرف کرده‌اند. این اختلاف نتیجه را می‌توان به‌مدت‌زمان پژوهش، نوع، جذب، مقدار گوگرد مصرفی و نوع دام مرتبط دانست. در راستای نتایج حاضر گزارش کرده‌اند که استفاده از سطوح مختلف گوگرد معدنی و آلی در جیره گاوهای شیری تأثیر معنی‌داری روی غلظت فسفر سرم قبل و بعد از زایش گاوها ندارد (منیدری و همکاران، ۱۳۹۰;Kazemi-Bonchenari *et al*., 2014).

مطالعات نشان می‌دهد سلنیوم و گوگرد دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مشابهی هستند و تعدادی از مطالعات نشان می‌دهد که افزایش گوگرد جیره باعث کاهش زیست‌فراهمی سلنیوم می‌شود (Underwood &Suttle, 1999) که در این آزمایش مشاهده نشده است. افزایش گوگرد از ۲/۱ به چهار یا ۷ گرم در کیلوگرم جیره منجر به کاهش خطی

سلنیوم پلاسما و جذب سلنیوم در گاوهای شیرده شد (Ivancic Jr &Weiss, 2001). این تضاد نتیجه را می‌توان به عواملی همچون منابع مختلف گوگرد، جذب گوگرد در شکمبه، سطوح مختلف گوگرد و نوع دام مرتبط دانست. سلنیوم در سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی سلولی، به‌طور عمده از طریق آنزیم‌های پراکسیداز، متابولیسم تیروکسین و متابولیسم اسید آراشیدونیک نقش دارد. مولکول‌های غنی از سیستئین، مانند متالوتیونین، نقش حیاتی در محافظت از حیوانات در برابر مس، کادمیوم و روی اضافی دارند، درحالی‌که سایر مولکول‌ها بر انتقال سلنیوم تأثیر می‌گذارند و از بافت‌ها در برابر سمیت سلنیوم محافظت می‌کنند (Underwood &Suttle, 1999). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که با افزایش سطح گوگرد در جیره، غلظت گوگرد خون نیز افزایش یافت (P≤۰/۰۵). هم‌چنین مقدار اندکی از سولفید تولیدشده در شکمبه از دیواره شکمبه جذب می‌شود. سولفید جذب‌شده از طریق خون وارد کبد شده و در آنجا اکسیده شده و تبدیل به سولفات می‌شود. سپس سولفات وارد خون شده و در مایع خارج سلولی بدن توزیع می‌گردد، که علت تفاوت بین تیمارها می‌تواند به‌دلیل افزایش دسترسی میش‌ها به گوگرد عنوان کرد (Azizi *et al*., 2017).

آنزیم‌های کبدی شاخص‌های فعالیت کبد می‌باشند که افزایش یا کاهش آن‌ها بر وضعیت فیزیولوژیکی کبد و در نهایت حیوان تأثیر دارد و جهت اطمینان از صحت و سلامت کبد اندازه‌گیری می‌شوند (منیدری و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج این پژوهش نشان داد که مقایسه میانگین میزان فعالیت آسپارتات آمینوترانسفراز، آلکالاین فسفاتاز و آلانین آمینوتراسفراز کبدی حاصل از سرم خون در میش‌ها تفاوت معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان نداد. مطالعات بسیار اندکی در مورد تأثیر گوگرد بر فعالیت آنزیم‌های کبدی میش‌ها وجود دارد و در مجموع این فراسنجه‌ها در مقالات به میزان کمی بررسی‌شده‌اند. با توجه به این موضوع همسو با پژوهش حاضر گزارش‌شده است که جیره‌های حاوی گوگرد (۰/۶۲ درصد ماده خشک) بر فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز گاوهای شیری تأثیر معنی‌داری ندارد و در محدوده طبیعی خود یعنی ۱۷۰-۳۰ واحد بر لیتر قرار داشتند (McKenzie *et al*., 2009). هرچند همان پژوهش‌گر گزارش نمود که سطوح بالاتر گوگرد (۱/۰۱ درصد ماده خشک) باعث افزایش فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز می‌شود و از دامنه طبیعی خود خارج شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزودن ۰/۴۱ درصد ماده خشک مکمل گوگرد معدنی (سولفات منیزیم) به جیره گاوهای شیری باعث افزایش فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز نسبت به دو تیمار دیگر می‌شود و در تیمار دیگر که همین سطح گوگرد با مکمل معدنی (سولفات منیزیم) به‌اضافه مکمل آلی (متیونین محافظت‌شده) دریافت کرده‌اند، میزان فعالیت نسبت به تیمار دریافت‌کننده مکمل گوگرد معدنی کاهش پیداکرده است، اما در کل نسبت به گروه شاهد هر دو تیمار افزایش فعالیت داشته‌اند (منیدری و همکاران، ۱۳۹۰). در پژوهش دیگری، با افزودن مکمل گوگرد معدنی و آلی به جیره گاوهای شیری فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز افزایش یافت و در تیمارهای دریافت‌کننده گوگرد معدنی فعالیت این آنزیم بیش‌تر بوده است (Kazemi-Bonchenari *et al*., 2014). این اختلاف نتیجه را می‌توان به منابع مختلف گوگرد، جذب گوگرد در شکمبه، سطوح مختلف گوگرد، نوع دام و زمان آزمایش مرتبط دانست.

مطالعات بسیار اندکی رابطه بین متابولیسم گوگرد و هورمون تیروئید را در نشخوارکنندگان بررسی کرده‌اند. با این‌حال، همسو با این نتایج گزارش کرده‌اند که مکمل گوگرد در یک جیره با نیترات بالا باعث افزایش غلظت سرمی هورمون تریدوتیرونین در بزهای آنگورا می‌شود (Gulcan *et al*., 2018). افزایش هورمون تریدوتیرونین می‌تواند به علت سولفاته شدن تیروگلوبولین، پیش‌ساز هورمون تیروئید در غده تیروئید باشد که یک مسیر اصلی برای سنتز هورمون تیروئید است. گلوتاتیون ازجمله ترکیباتی است که حاوی گوگرد می‌باشد. گلوتاتیون ممکن است جذب مس توسط کبد را تسهیل کند. گلوتاتیون هم‌چنین با تبدیل بین حالت احیاشده (GSH) و حالت اکسیدشده (GS-SG) از بافت‌ها در برابر اکسیدانت‌ها محافظت می‌کند و ممکن است از گلبول‌های قرمز در برابر سمیت سرب محافظت کند (& Underwood

Suttle, 1999). هیچ مطالعه‌ای تا به امروز رابطه بین متابولیسم گوگرد و هورمون تیروئید را در نشخوارکنندگان بررسی نکرده است. تغییرات در غلظت هورمون‌های تریدوتیرونین، تترایدوتیرونین و آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز با گوگرد برای تحریک تولید و ترشح هورمون‌های تیروئید در میش‌های دالاق تداخل نداشته است هرچند به پژوهش‌های بیش‌تری نیاز دارد.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزودن گوگرد بنتونیت‌دار در جیره میش‌های دالاق تا سطح ۰/۳ درصد ماده خشک، طول الیاف، راندمان، استحکام، کمپ، ضریب تغییرات قطر الیاف، غلظت گوگرد سرم و هورمون تریدوتیرونین افزایش می‌یابد. هم‌چنین استفاده از گوگرد بنتونیت‌دار تأثیر منفی بر غلظت مواد معدنی سرم، آنزیم‌های کبدی و هورمون‌های تیروئیدی نداشت. با توجه به نتایج و قیمت کم‌تر آن نسبت به سایر منابع گوگرد می‌توان استفاده از گوگرد بنتونیت‌دار را به‌عنوان منبع عنصری گوگرد در جیره میش‌ها توصیه کرد.

۷- تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌خاطر فراهم‌نمودن امکانات لازم برای انجام پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸- تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹- منابع

منیدری، اسماعیل؛ امانلو، حمید؛ کشاورز، وحید؛ فروزان‌مهر، محمدرضا؛ جلایری نیا، امیر (۱۳۹۰). مطالعه تاثیر سطح و نوع گوگرد مصرفی در جیره‌های پیش از زایش بر فراسنجه‌های خون، آغوز و ترکیبات آن و غلظت پلاسمایی آنزیم‌های کبدی در دوره انتقال گاوهای شیری، *نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران*. ۳(۲)، ۱۵۰-۱۵۸.

طاهرپور دری، نصرت اله؛ نیکخواه، علی؛ منعم، منوچهر؛ کاشانیان، ناصر (۱۳۷۷). اثر گل گوگرد و کاه غنی‌شده بر خصوصیات پشم بره‌ها. *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۲۹(۱)، ۳۵-۴۵.

رضا یزدی، کامران (۱۳۸۱). بررسی تأثیر سطوح مختلف گوگرد جیره بر ظرفیت تولیدی بزهای راینی. *پایان نامه دوره دکتری*، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱-۱۴۹.

References

Abdelrahman, M. M. (2012). Status of some minerals of growing Awassi lambs fed calcium salt fat and protected sulfur amino acid. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 13(1), 1698-1703.

Ansari-Renani, H. R., Moradi, S., Baghershah, H. R., Ebadi, Z., & Salehi, M. (2011). Determination of wool follicle characteristics of Iranian sheep breeds. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(8), 1173-1177.

Azizi, O., Shadman, S., & Sadeghi, G. (2017). Effect of source and level of sulfur supplementation on mohair characteristics and growth in male goat kids. *Journal of Livestock Science & Technologies,* 5(2), 19-27.

Cherdthong, A., Khonkhaeng, B., Seankamsorn, A., Supapong, C., Wanapat, M., Gunun, N., & Polyorach, S. (2018). Effects of feeding fresh cassava root with high-sulfur feed block on feed utilization, rumen fermentation, and blood metabolites in Thai native cattle. *Tropical Animal Health & Production*, 50(6), 1365-1371.

Gelaye, G., Sandip, B., & Mestawet, T. (2021). A review on some factors affecting wool quality parameters of sheep. *African journal of food agriculture nutrition & development*, 21(10), 18980-19000.

Gulcan, A. V. C. I., Birdane, Y. O., Ozdemir, M., Kucukkurt, I., & Eryavuz, A. (2018). Effects of Sulfur Supplementation on Thyroid Hormones in Angora Goats Fed with a High-Nitrate Diet. *Kocatepe Veterinary Journal,* 11(3), 203-207.

Ivancic Jr, J., &Weiss, W. P. (2001). Effect of dietary sulfur and selenium concentrations on selenium balance of lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science,* 84(1), 225-232.

Kazemi-Bonchenari, M., Manidari, E., Amanlou, H., Keshavarz, V., & Taghinejad-roudbaneh, M. (2011). Effects of level and Source of Sulfur in Close-Up Diets of Holstein Dairy Cows on Intake, Blood Metabolites, Liver Enzymes and Lactation Performance. *Journal of Animal Science*, 4(6), 875-882.

Khan, M. J. (2011). *Equine and Camel Production*. Lambert Acadmic Publishing, Germany. 50.

Khan, M. J., Abbas, A., Ayaz, M., Naeem, M., Akhter, M. S., & Soomro, M. H. (2012). Factors affecting wool quality and quantity in sheep. *African Journal of Biotechnology*, 11(73), 13761-13766.

Loneragan, G. H., Wagner, J. J., Gould, D. H., Garry, F. B., & Thoren, M. A. (2001). Effects of water sulfate concentration on performance, water intake, and carcass characteristics of feedlot steers. *Journal of Animal Sscience,* 79(12), 2941-2948.

Manidari, A., Amanlou, H., Keshavarz, V., Forozan Mehr, M. R., & Jalairi Nia, A. (2012). Studying the effect of the level and type of sulfur consumed in prenatal rations on the parameters of blood, colostrum and its compounds and the plasma concentration of liver enzymes in the transition period of dairy cows. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3(2), 150-158. (In Persian).

McKenzie, R. A., Carmichael, A. M., Schibrowski, M. L., Duigan, S. A., & Gibson, J. A. (2009). Sulfur-associated polioencephalomalacia in cattle grazing plants in the Family Brassicaceae. *Australian Veterinary Journal*, 87(1-2), 27-32.

Nezamidoust, M., Alikhani, M., Ghorbani, G. R., & Edris, M. A. (2012). Effects of betaine and sulfate supplementation on milk and wool production of Naeini ewes. *Small Ruminant Research*, 105(1-3), 170-175.

Pogge, D. J., & Hansen, S. L. (2013). Supplemental vitamin C improves marbling in feedlot cattle consuming high sulfur diets. *Journal of Animal Science*, 91(9), 4303-4314.

Qi, K., Owens, F. N., & Lu, C. D. (1994). Effects of sulfur deficiency on performance of fiber-producing sheep and goats: A review. *Small Ruminant Research*, 14(2), 115-126.

Ramadan, W. A., El-Harairy, M. A., Khalil, W. A., & Youssef, H. (2017). Impact of ading Rumen Protected Lysine or/and Methionine on Some Wool Characteristics in Barki Sheep. *Journal of Animal & Poultry Production,* 8(7), 173-177.

Reza Yazdi, K. (2002). Investigating the effect of different levels of dietary sulfur on the productive capacity of Rayini goats. Thesis of the phd course of the Faculty of Agriculture, Tehran University 1-149. (In Persian).

Richter, E. L., Drewnoski, M. E., & Hansen, S. L. (2012) Effects of increased dietary sulfur on beef steer mineral status, performance, and meat fatty acid composition. *Journal of Animal Science*, 90(11), 3945-3953.

Sahoo, A., & Soren, N. M. (2011). Nutrition for Wool Production. WebmedCentral Nutrition, 2(10), WMC002384.

Schoonmaker, J. P., & Beitz, D. C. (2012). Hydrogen sulphide: synthesis, physiological roles and pathology associated with feeding cattle maize co-products of the ethanol industry. *Blofuel Co-Products as Livestock Feed,* 101.

Spears, J. W., Lloyd, K. E., & Fry, R. S. (2011). Tolerance of cattle to increased dietary sulfur and effect of dietary cation-anion balance. *Journal of Animal Science,* 89(8), 2502-2509.

Taherpour dari, N., Nik-khah, A., Monem, M., & Kashanian, N. (1988). Effects of different levels of elemental sulfur and Urea-treated barley straw on wool characteristics of lambs. *Iranian Journal of Agriculture Science,* 29, 1. (In Persian).

Underwood, E. J., & Suttle, N. F. (1999). Essentially toxic elements. The mineral nutrition of livestock. 3rd Edition. Oxon, UK: CABI Publication 252-67.

Uwituze, S., Parsons, G. L., Karges, K. K., Gibson, M. L., Hollis, L. C., Higgins, J. J., & Drouillard, J. S. (2011). Effects of distillers grains with high sulfur concentration on ruminal fermentation and digestibility of finishing diets. *Journal of Animal Science,* 89(9), 2817-2828.