Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 15, Issue 4, 2024 p: 36-47

OPEN ACCESS

Research Paper

Effects of Different Sources of Selenium on Digestibility, Rumen Parameters, and Carcass Characteristics in Crossbred Zel Fattening Male Lambs

Rademan Bakhtiyari[1], Yadollah Chashnidel[2] and Asdolah Teymouri Yansari[3]

1- M.Sc Student in Animal Nutrition, Sari University of Agricultural and Natural Resources, Sari, Iran
2- Associate Professor, Department of Animal Sciences, Sari University of Agricultural and Natural Resources, Sari, Iran, (Corresponding author: ychashnidel2002@yahoo.com)
3- Professor, Department of Animal Sciences, Sari University of Agricultural and Natural Resources, Sari, Iran

Received: 25 April, 2024 Accepted: 13 August, 2024

Extended Abstract

Background: Generally, most feeds used in livestock nutrition are deficient in some nutrients and require nutritional supplements. Among the supplements, micro and macro minerals are of particular importance. Selenium is a scarce and essential mineral in animal nutrition, and its importance has been well confirmed in the health and productivity of animals. Selenium plays a role in enzyme activity and acts as an antioxidant to prevent oxidative damage to body tissues. The use of selenium supplements in the diet of sheep can stimulate rumen microbial activity, digestive microorganisms, and their enzyme activity and improve rumen fermentation. It is believed that the low selenium absorption in ruminants is due to the deficiency of selenium in the ration and its conversion into an insoluble form. The reasons for improving the digestibility of feed nutrients in response to selenium supplementation include an increase in protozoan activity and an increase in the activity of cellulolytic bacteria. The use of different organic and inorganic forms of selenium affects its absorption in the digestive system. The use of organic selenium supplements, such as selenium chelates, with organic acids and amino acids increases the ability to absorb this element in the digestive system. There is a direct relationship between the amount of selenium in the soil and plants, and based on the published reports, the soil of our country is deficient in terms of the condition of this element, which shows the necessity of using selenium supplements in the ration of livestock in many regions of Iran. As a result, this study aimed to investigate the effects of organic and inorganic selenium supplements on digestibility, rumen parameters, microbial protein production, rumen protozoa populations, and carcass characteristics of crossbred Zel fattening male lambs.

Methods: Twenty-five male lambs aged 4-5 months and with an average body weight of 32.4 ± 1.5 kg were assigned to five treatments with five replications as a completely randomized design for 84 days. The experimental treatments were:1) basal diet without selenium supplement (control), 2) basal diet + 0.5 mg Se/kg DM as selenium glycine, 3) basal diet + 0.5 mg Se/kg DM as selenium methionine, 4) basal diet + 0.5 mg Se/kg DM as selenium cysteine, and 5) basal diet + 0.5 mg Se/kg DM as sodium selenite. The apparent digestibility of feed nutrients was determined using the acid-insoluble ash internal indicator method. Ruminal fluid was collected 3 hours after consuming the morning feed on the 84th day of the experiment to determine the protozoa population and the pattern of volatile fatty acids in the rumen fluid. In the last week of the experiment, urine was collected to estimate the production of microbial protein by measuring the excretion of purine derivatives from urine. After completing the experiment, 15 lambs were weighed and slaughtered to evaluate the carcass and meat characteristics. Data were analyzed as a completely randomized design using the General Linear Model (GLM) procedure of SAS.

Results: In treatments containing selenium methionine and selenium cysteine supplements, the digestibility of dry matter and insoluble fibers in neutral detergent increased significantly compared to the inorganic selenium and control groups ($P < 0.05$). The digestibility of organic matter in treatments supplemented with selenium methionine and selenium cysteine increased significantly compared to that in the control group ($P < 0.05$). In addition, crude protein digestibility improved significantly in all treatments supplemented with selenium compared to that in the control group ($P < 0.05$). No statistically significant difference was observed in the digestibility of ether extract and acid detergent insoluble fibers (ADF) among experimental treatments ($P < 0.05$). The rumen fluid pH was significantly lower in all lambs receiving selenium supplements than in the control group ($P < 0.05$). In treatments containing selenium methionine

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

Copyright ©2024 Bakhtiyari et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

and selenium cysteine, the concentration of propionic acid increased compared to the treatment containing sodium selenite and the control group ($P < 0.05$), and the acetic acid/propionic acid ratio decreased significantly compared to the treatment containing inorganic selenium and the control group ($P < 0.05$). The concentration of butyric acid in all treatments supplemented with organic selenium was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$). Moreover, the experimental treatments did not affect the concentrations of ammonia nitrogen, other volatile fatty acids, and total fatty acids in the rumen liquid of lambs ($P < 0.05$). In the present study, the use of organic and inorganic selenium supplements did not significantly affect microbial protein production, rumen fluid protozoa population, carcass characteristics, and the chemical composition of lamb meat ($P > 0.05$).
Conclusion: In general, it can be concluded that adding 0.5 mg Se/kg DM to the basic diet (containing 0.07 mg Se/kg DM of feed) from organic sources of selenium supplements (especially selenium methionine and selenium cysteine supplements) compared to the inorganic source of selenium has a better effect on the digestibility of feed nutrients and rumen parameters of fattening lambs.

Keywords: Digestibility, Lamb, Microbial protein, Selenium supplement, Volatile fatty acid

How to Cite This Article: Bakhtiyari, R., Chashnidel, Y., & Tymouri Yansari, A. (2024). Effects of Different Sources of Selenium on Digestibility, Rumen Parameters, and Carcass Characteristics in Crossbred Zel Fattening Male Lambs. *Res Anim Prod,* 15(4), 36-47. DOI: 10.61186/rap.15.4.36

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

مقاله پژوهشی

تأثیر منابع مختلف سلنیوم بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و ویژگی‌های لاشه بره‌های پرواری آمیخته زل

رادمان بختیاری[۱]، یداله چاشنی‌دل[۲] و اسداله تیموری یانسری[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: ychashnidel2002@yahoo.com)
۳- استاد، گروه علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۳
صفحه ۳۶ تا ۴۷

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: به‌طور کلی اکثر جیره‌های مورد استفاده در تغذیه دام دارای کمبود برخی مواد مغذی بوده و نیاز به مکمل‌های غذایی دارند. در میان مکمل‌های خوراکی، مواد معدنی کم‌مصرف و پرمصرف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. سلنیوم یکی از مواد معدنی کم‌مصرف و ضروری در تغذیه دام است که اهمیت آن برای سلامت و بهره‌وری حیوانات به‌خوبی تأیید شده است. سلنیوم در فعالیت آنزیم‌ها و به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان در پیشگیری از آسیب‌های اکسیداتیو به بافت‌های بدن نقش دارد. استفاده از مکمل‌های سلنیوم در جیره گوسفندان می‌تواند فعالیت میکروبی شکمبه، میکروارگانیسم‌های گوارشی و فعالیت آنزیمی آن‌ها را تحریک کرده و سبب بهبود تخمیر شکمبه‌ای شود. از جمله دلایل بهبود قابلیت هضم مواد مغذی خوراک در پاسخ به مصرف مکمل سلنیوم، می‌توان به افزایش فعالیت پروتوزوآیی و افزایش فعالیت باکتری‌های سلولولیتیک اشاره کرد. اعتقاد بر این است که جذب کم سلنیوم در نشخوارکنندگان به‌دلیل کمبود سلنیوم در جیره و تبدیل آن به شکل نامحلول است. استفاده از اشکال مختلف آلی و معدنی سلنیوم، بر میزان جذب آن در دستگاه گوارش تأثیر می‌گذارد. استفاده از مکمل‌های آلی سلنیوم مانند کیلات‌های سلنیوم با اسیدهای آلی و آمینواسیدها، سبب افزایش قابلیت جذب این عنصر در دستگاه گوارش می‌شود. ارتباط مستقیمی بین مقدار سلنیوم خاک و گیاه وجود دارد و بر اساس گزارش‌های منتشر شده خاک کشور ما از نظر وضعیت این عنصر مواجه با کمبود می‌باشد و لزوم استفاده از مکمل سلنیوم در جیره دام‌های بسیاری از مناطق ایران نشان داده شده است. در نتیجه، هدف از این پژوهش بررسی اثرات مکمل‌های آلی و معدنی سلنیوم بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های شکمبه‌ای، ساخت پروتئین میکروبی، جمعیت پروتوزوآ شکمبه و برخی ویژگی‌های لاشه بره‌های نر پرواری آمیخته زل بود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش با استفاده از تعداد ۲۵ رأس بره نر پرواری آمیخته زل با سن ۴ تا ۵ ماه و میانگین وزن بدن (۱/۵±۳۲/۴ کیلوگرم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۵ تکرار به‌مدت ۸۴ روز انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره مصرفی پایه بدون مکمل سلنیوم (حاوی ۰/۰۷۳ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک) به‌عنوان گروه شاهد، ۲- جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به‌شکل سلنیوم گلایسین، ۳- جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به‌شکل سلنیوم متیونین، ۴- جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به‌شکل سلنیوم سیستئین و ۵- جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به‌شکل سلنیت سدیم بودند. برای تعیین قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی خوراک، از روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید استفاده شد. مایع شکمبه ۳ ساعت پس از مصرف خوراک صبحگاهی در روز ۸۴ آزمایش به‌منظور تعیین جمعیت پروتوزوآ و الگوی اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه جمع‌آوری گردید. در هفته آخر آزمایش، جمع‌آوری ادرار به‌منظور برآورد ساخت پروتئین میکروبی با استفاده از روش اندازه‌گیری دفع مشتقات پورینی از ادرار انجام شد. پس از اتمام آزمایش، ۱۵ رأس از بره‌ها، وزن‌کشی و کشتار شده و ویژگی‌های لاشه و گوشت مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار آماری SAS انجام شد.

یافته‌ها: قابلیت هضم ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در تیمارهای حاوی مکمل‌های سلنومتیونین و سلنوسیستئین نسبت به گروه‌های سلنیوم معدنی و شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0/05$). قابلیت هضم ماده آلی در تیمارهای مکمل‌شده با سلنومتیونین و سلنوسیستئین افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد داشت ($p<0/05$). همچنین قابلیت هضم پروتئین خام در تمامی تیمارهای مکمل‌شده با سلنیوم نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود یافت ($p<0/05$). اختلاف آماری معنی‌داری در قابلیت هضم عصاره اتری و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($p>0/05$). pH مایع شکمبه در تمامی بره‌های دریافت‌کننده مکمل‌های سلنیوم نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<0/05$). در تیمارهای حاوی سلنومتیونین و سلنوسیستئین غلظت اسید پروپیونیک نسبت به تیمار حاوی سلنیت سدیم و گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($p<0/05$) که در نتیجه آن، نسبت اسید استیک به اسید پروپیونیک در این دو تیمار نسبت به گروه‌های سلنیوم معدنی و شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p<0/05$). غلظت اسید بوتیریک مایع شکمبه در تیمارهای مکمل‌شده با سلنیوم آلی نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کمتر بود ($p<0/05$). همچنین تیمارهای آزمایشی تأثیری بر غلظت نیتروژن آمونیاکی، سایر اسیدهای چرب فرار و کل اسیدهای چرب مایع شکمبه بره‌ها نداشتند ($p>0/05$). در پژوهش حاضر استفاده از مکمل‌های سلنیوم به‌صورت آلی و معدنی تأثیر معنی‌داری بر ساخت پروتئین میکروبی، جمعیت پروتوزوآهای مایع شکمبه، ویژگی‌های لاشه و ترکیبات شیمیایی گوشت بره‌ها نداشت ($p>0/05$).

نتیجه‌گیری کلی: به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت، افزودن ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به جیره پایه (حاوی ۰/۰۷۳ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک) از منابع آلی مکمل سلنیوم (به‌ویژه مکمل‌های سلنیوم متیونین و سلنیوم سیستئین) در مقایسه با منبع معدنی سلنیوم، تأثیر بهتری بر قابلیت هضم مواد مغذی خوراک و فراسنجه‌های شکمبه‌ای بره‌های پرواری دارد.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب فرار، بره، پروتئین میکروبی، قابلیت هضم، مکمل سلنیوم

مقدمه

به‌منظور بهینه‌سازی تولید و سلامت دام، وجود مقادیر کافی مواد معدنی در جیره ضروری است. مواد معدنی سبب بهبود عملکرد متابولیک سلولی و در نتیجه افزایش نرخ رشد و بازده تولید گوشت می‌شوند (Mousaie *et al.*, 2014). در میان عناصر کمیاب و کم‌مصرف معدنی، عنصر سلنیوم از اهمیت خاصی برخوردار است که برای سلامتی، ایمنی و عملکرد تولیدی بهینه حیوانات ضروری است (Suttle, 2010). سلنیوم با شرکت در ساختمان سلنوپروتئین‌ها، نقش‌های بیوشیمیایی مهمی در سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن ایفا می‌نماید (Song *et al.*, 2015). آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز اولین سلنوآنزیم شناخته شده است که در خنثی نمودن پراکسید هیدروژن تولید شده طی

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

متابولیسم و رادیکال‌های پراکسید حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها مؤثر است (Zhang *et al.*, 2013). در رابطه با تأثیر سلنیوم بر جمعیت میکروبی و فراسنجه‌های شکمبه‌ای و همچنین گوارش‌پذیری مواد مغذی خوراک، پژوهش‌های کمتری انجام شده است که در این مطالعات به افزایش فعالیت و رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی خوراک اشاره شده است (Xun *et al.*, 2012؛ Wang *et al.*, 2009). از جمله دلایل بهبود قابلیت هضم مواد مغذی خوراک در پاسخ به مصرف مکمل سلنیوم در پژوهش‌های مختلف، می‌توان به افزایش فعالیت پروتوزوآیی (Mihalikova *et al.*, 2005) و افزایش فعالیت میکروبی به‌ویژه فعالیت باکتری‌های شکمبه اشاره کرد (Wang *et al.*, 2009). سلنیوم با ارتقای توان آنتی‌اکسیدانی محیط شکمبه موجب افزایش بقا و فعالیت پروتوزوآهای شکمبه می‌شود (Panev *et al.*, 2013). استفاده از مکمل‌های آلی سلنیوم مانند کیلات‌های سلنیوم با اسیدهای آلی و آمینواسیدها، سبب افزایش قابلیت جذب این عنصر در دستگاه گوارش دام شده است (Shi *et al.*, 2011). فعالیت زیستی سلنیت‌سدیم پایین می‌باشد و نیز مشارکت پایینی در فرآیندهای متابولیکی درون سلولی دارد (Suttle, 2010). سلنیوم مخمری به‌طور متوسط دارای ۶۰ درصد سلنومتیونین و ۴۰ درصد سلنوسیستئین می‌باشد که سلنوسیستئین توان ذخیره‌شوندگی پایین‌تری نسبت به سلنومتیونین دارد، در حالی‌که نوع معدنی سلنیوم دارای زیست‌فراهمی ۵۰ درصد است؛ این در حالی‌است که سلنیوم مخمری دارای زیست‌فراهمی ۷۵ الی ۹۵ درصد می‌باشد و زیست‌فراهمی برای نوع سلنومتیونین به بیش از ۹۵ درصد می‌رسد (Oskoueian *et al.*, 2021). خاک کشور ما از نظر سلنیوم با کمبود مواجه است و لزوم استفاده از مکمل سلنیوم در جیره دام‌های بسیاری از مناطق ایران به اثبات رسیده است. در نتیجه این پژوهش با هدف مقایسه اثر مکمل‌های آلی و معدنی سلنیوم بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و برخی ویژگی‌های لاشه بره‌های نر پرواری آمیخته زل به‌انجام رسید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات دامپروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در پاییز سال ۱۴۰۱ انجام شد. بدین‌منظور از تعداد ۲۵ رأس بره نر نژاد آمیخته زل با سن ۴ تا ۵ ماه و میانگین وزن بدن (۱/۵ ± ۳۲/۴ کیلوگرم) به‌مدت ۸۴ روز (۱۴ روز عادت‌پذیری و ۷۰ روز آزمایش) استفاده شد. بره‌ها با شروع دوره اصلی آزمایش، وزن‌کشی شده و سپس به‌طور تصادفی به ۵ تیمار (هر تیمار شامل ۵ بره) در قفس‌های انفرادی تقسیم‌بندی شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- جیره مصرفی پایه بدون مکمل سلنیوم (حاوی ۰/۰۷۳ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک) به‌عنوان گروه شاهد؛ ۲- جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک به‌شکل سلنیوم گلایسین (با خلوص ۰/۱۸ درصد)؛ ۳- جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک به‌شکل سلنیوم متیونین (با خلوص ۰/۱۸ درصد)؛ ۴- جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک به‌شکل سلنیوم سیستئین (با خلوص ۰/۲ درصد) و ۵- جیره پایه + ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک به‌شکل سلنیت سدیم (با خلوص ۲ درصد) بودند. در این پژوهش از سبوس گندم نیز به عنوان حامل مکمل‌ها استفاده گردید و جیره بره‌های پرواری با نرم‌افزار SRNS تنظیم شد و اقلام خوراکی مورد استفاده به‌صورت جیره کاملاً مخلوط (TMR) حاوی علوفه و کنسانتره به‌نسبت ۷۰:۳۰ در اختیار حیوانات مورد آزمایش قرار گرفت. ترکیبات جیره غذایی در جدول (۱) نمایش داده شده است و جهت تعیین مقدار ترکیبات شیمیایی جیره از روش‌های استاندار (AOAC, 1995؛ Van Soest *et al.*, 1991) استفاده شد.

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره آزمایشی (بر حسب درصد ماده خشک جیره یا واحد بیان شده)

Table 1. Ingredients and chemical compounds of experimental diet (% DM or as stated)

اجزاء و ترکیبات شیمیایی جیره (Ingredients and chemical composition)	مقدار (درصد) Amount (%)
یونجه (Alfalfa hay)	20
کاه گندم (Wheat straw)	10
دانه جو (Barley grain)	21
سبوس گندم (Wheat bran)	17/15
دانه ذرت (Corn grain)	14/5
کنجاله سویا (Soybean meal)	10/5
تفاله چغندر قند (Sugar beet pulp)	2/5
بی‌کربنات سدیم (Sodium bicarbonate)	1
کربنات کلسیم (Calcium carbonate)	1
بنتونیت (Bentonite)	1
پرمیکس دامی[1] (Livestock premix[1])	0/75
نمک طعام (Common salt)	0/5
توکسین بایندر (Toxin binder)	0/1
ماده خشک (Dry matter)	92/93
ماده آلی (Organic matter)	92/74
پروتئین خام (Crude protein)	13/38
عصاره اتری (Ether extract)	5/82
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (Neutral Detergent Fiber (NDF))	37/62
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (Acid Detergent Fiber (ADF))	25/84
خاکستر خام (Ash)	7/26
سلنیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم) (Selenium (mg/kg DM))	0/073

[1]هر کیلوگرم از مکمل شامل: ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3 و ۱/۰ گرم ویتامین E. هر کیلوگرم از مکمل شامل: ۱۸۰ گرم کلسیم، ۹۰ گرم فسفر، ۲۰ گرم منیزیم، ۶۰ گرم سدیم، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم آهن، ۰/۳ گرم مس، ۳ گرم روی، ۱/۰ گرم کبالت، ۱/۰ گرم سلنیوم، ۱/۰ گرم ید، ۳ گرم آنتی‌اکسیدانت

[1]Every Kg of supplement contained 500000 IU vitamin A, 100000 IU vitamin D_3, 1.0 IU vitamin E, every Kg of supplement contained 180 g Ca, 90 g P, 20 g Mn, 60 g Na, 2 g Mg, 3 g Fe, 0.3 g Cu, 3 g Zn, 1.0 Co, 1.0 Se, 1.0 g I, 3 g Antioxidant

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

جمع‌آوری نمونه‌ها و تجزیه آزمایشگاهی

برای تعیین قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی خوراک، از روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید (AIA) استفاده شد (Van Keulen & Young, 1977). نمونه‌گیری از مدفوع و باقی‌مانده‌های خوراک مربوط به دام‌های آزمایشی هر تیمار در ۵ روز پایانی آزمایش به‌منظور تعیین خاکستر نامحلول در اسید و میزان ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام بر اساس روش انجمن تجزیه شیمیدانان (AOAC, 1995) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) به‌روش ون‌سوست و همکاران (Van Soest *et al.*, 1991) انجام شد. پس از تعیین خاکستر نامحلول در اسید نمونه‌های خوراک و مدفوع، قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی بر حسب درصد، با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$D = 100 - \{100 \times (\frac{\text{AIA feed}}{\text{AIA fecal}} \times \frac{\text{N fecal}}{\text{N feed}})\}$$ رابطه (۱)

در هفته آخر آزمایش، مایع شکمبه ۳ ساعت پس از مصرف خوراک صبحگاهی با استفاده از سوند مری و پمپ خلاء جمع‌آوری شد. اندازه‌گیری pH مایع شکمبه، بعد از صاف کردن مایع با پارچه چهار لایه، بلافاصله با کمک دستگاه pH متر دیجیتال (مدل ۸۲۷ متررون)، انجام شد. در این آزمایش پس از صاف‌کردن مایع شکمبه به‌میزان ۵ میلی‌لیتر از هر نمونه، مستقیم در دستگاه تقطیر کلدال قرار داده شد. به‌وسیله محلول ۰/۲ مولار بورات سدیم (۱۲/۴ گرم اسید بوریک و ۴ گرم سود سوزآور با آب مقطر به حجم یک لیتر برسد) که به‌جای اسید بوریک ۲ درصد استفاده می‌شود، تقطیر شده و پس از تیتراسیون محلول جمع‌آوری شده، میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش انجمن تجزیه شیمیدانان (AOAC, 1995) محاسبه شد. برای اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای چرب فرار نیز ۲۵ میلی‌لیتر از مایع شکمبه صاف شده، با ۱/۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۶ نرمال مخلوط گردید، سپس بلافاصله در ظرف درب‌دار ریخته شده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد. تعیین الگوی اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه (استیک، پروپیونیک، بوتیریک، والریک و ایزووالریک) با دستگاه گازکروماتوگرافی (GC-2014-Shimadzu، ساخت ژاپن) انجام شد.

برای برآورد ساخت پروتئین میکروبی از روش پیشنهاد شده توسط چن و گومز (Chen & Gomes, 1992) استفاده شد. اساس این روش اندازه‌گیری دفع مشتقات پورینی از ادرار است. لذا جمع‌آوری ادرار دام‌های آزمایشی برای ۵ روز متوالی صورت گرفت تا اثر تغییرات روزانه حذف شود. حجم ادرار تولید شده توسط هر حیوان به‌طور روزانه ثبت شده و سپس نمونه‌ای به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر تهیه و پس از رقیق‌سازی به‌میزان ۳ برابر، با اسید سولفوریک ۱۰ درصد، pH آن زیر ۳ حفظ شد. میزان گزانتین، هیپوگزانتین و آلانتوئین به‌روش رنگ‌سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، مقدار اسید اوریک به‌روش آنزیمی و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد. به مجموع گزانتین، هیپوگزانتین، آلانتوئین و اسید اوریک مشتقات پورینی اطلاق می‌شود. لذا برای برآورد کل مشتقات پورینی ابتدا دفع هرکدام از این مشتقات بر اساس میلی‌مول در روز محاسبه شد. سپس از کل مشتقات پورینی دفع شده در روز برای برآورد پروتئین میکروبی ساخته شده در شکمبه استفاده شد.

به‌منظور بررسی جمعیت پروتوزوآهای مایع شکمبه بره‌های آزمایشی، پس از اخذ مایع شکمبه از دام‌ها در پایان دوره آزمایش، با استفاده از پارچه کرباس چهار لایه صاف و با حجم مساوی از فرم‌آلدهید (فرمالین ۱۸ درصد) برای ثابت کردن پروتوزوآها مخلوط شد و پس از رنگ‌آمیزی با رنگ متیلن‌بلو، بریلیانت گرین و لوگول در تاریکی و در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. برای شمارش، یک میلی‌لیتر از نمونه رنگ‌آمیزی شده با ۹ میلی‌لیتر گلیسرول ۳۰ درصد رقیق و سپس شمارش مژکداران با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی 40× انجام شد. هر نمونه ۴ بار با لام هماسیتومتر (نئوبار) مورد شمارش قرار گرفت. نتایج شمارش به‌صورت غلظت (تعداد پروتوزوآ در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه) با استفاده از رابطه (۲) گزارش شد (Dehority, 2003).

$$N = 10.4 \times a \times d$$ رابطه (۲)

N = تعداد مژکداران در ۱ میلی‌لیتر مایع شکمبه؛ a = تعداد مژکداران در ۴ بخش در لام هماسیتومتر (نئوبار)؛ d = نرخ رقت نمونه.

برای اندازه‌گیری صفات لاشه، در پایان آزمایش بعد از ۲۴ ساعت از آخرین توزین خوراک، از هر تیمار سه بره انتخاب و کشتار شدند. پس از توزین دام‌ها و کشتار، کلیه امعاء و احشا از بدن خارج و سپس لاشه گرم توزین و ثبت شد. پس از آن لاشه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در سردخانه نگهداری شدند. پس از طی این مدت لاشه‌ها از سردخانه خارج شده و دوباره وزن‌کشی و به‌عنوان وزن لاشه سرد ثبت شدند و همچنین قسمت‌های سردست، ران و گردن تفکیک شده و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری pH گوشت، ۲۴ ساعت پس از کشتار حدود ۱۰ گرم از نمونه گوشت چرخ شده که از ماهیچه راسته ناحیه بین دنده ۱۲ و ۱۳ گرفته شد در ۴۰ گرم آب دیونیزه مخلوط شد. سپس مخلوط آماده شده از کاغذ صافی مخصوص زبر (واتمن متوسط با قطر ۱ میلی‌متر) عبور داده شد. در نهایت با استفاده از pH متر دیجیتال در دمای ۲±۲۴ درجه سانتی‌گراد با ۳بار تکرار اندازه‌گیری شد (Jeacocke, 1977). همچنین ترکیبات نمونه اخذ شده از لاشه شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به‌روش انجمن تجزیه شیمیدانان (AOAC, 1995) اندازه‌گیری شد.

این آزمایش با استفاده از تعداد ۲۵ رأس بره نر پرواری (۵ تیمار و ۵ تکرار)، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه (9.1) و بر اساس رابطه (۳) تجزیه‌وتحلیل شد:

$$Yij = \mu + Ti + eij$$ رابطه (۳)

Y_{ij} = مقدار مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام؛ μ = میانگین جمعیت؛ T_i = اثر تیمار i ام؛ e_{ij} = اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

نتایج و بحث

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی خوراک

یافته‌های مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی خوراک در جدول (۲) نشان داده شده است. قابلیت هضم ماده خشک در تیمارهای حاوی مکمل‌های سلنیوم متیونین و سلنیوم سیستئین نسبت به گروه‌های سلنیوم معدنی و شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (p=۰/۰۲۵۰)، در حالی‌که قابلیت هضم ماده آلی در این دو تیمار تنها نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (p=۰/۰۲۲۵). اختلاف آماری معنی‌داری در قابلیت هضم عصاره اتری و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (p>۰/۰۵). همچنین قابلیت هضم پروتئین خام در تمامی برهه‌های دریافت‌کننده مکمل سلنیوم نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (p=۰/۰۴۱۵). قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در برهه‌های تغذیه شده با مکمل‌های سلنیوم متیونین و سلنیوم سیستئین نسبت به تیمار حاوی سلنیت سدیم و گروه شاهد افزایش معنی‌داری داشت (p=۰/۰۱۷۲). به‌طور کلی نتایج نشان داد قابلیت هضم مواد مغذی خوراک با استفاده از مکمل‌های سلنیوم نسبت به گروه شاهد بهبود پیدا کرد که بر خلاف نتایج پژوهشی بر روی برهه‌های شیرخوار نژاد دالاق بود (Asadi *et al.*, 2018).

از جمله دلایل بهبود قابلیت هضم مواد مغذی خوراک در پاسخ به مصرف مکمل سلنیوم در پژوهش‌های مختلف، می‌توان به افزایش فعالیت پروتوزوآیی (Mihalikova *et al.*, 2005) و افزایش تخمیر شکمبه‌ای در نتیجه مقاومت و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه فعالیت باکتری‌های سلولولایتیک (Wang *et al.*, 2009) اشاره کرد. همچنین با توجه به گزارشی مبنی بر افزایش فعالیت و رشد جمعیت میکروبی شکمبه در برهه‌ها با استفاده از مخمر سلنیومی (Faixova *et al.*, 2007)، می‌توان دلیل اصلی نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر را نیز به اثر مثبت سلنیوم آلی بر رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه نسبت داد. تفاوت مشاهده شده را می‌توان به نوع مکمل استفاده شده نسبت داد، زیرا بخشی زیادی از سلنیوم معدنی در شکمبه به‌شکل نامحلول تبدیل شده و احتمالاً با اثرات منفی حاصل از تجمع آن بر میکروب‌های شکمبه مرتبط است (Spears, 2003). همسو با نتایج ما، در پژوهشی با افزودن مقدار ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک از مکمل سلنیوم متیونین به جیره برهه‌های کرمانی، گزارش کردند که تغذیه برهه‌ها با مقدار ۱ میلی‌گرم سلنیوم در هر کیلوگرم ماده خشک خوراک سبب افزایش قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در مقایسه با گروه شاهد شد (Al-Saadi *et al.*, 2018). همچنین با استفاده از سطوح ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به‌شکل مخمر سلنیوم و سلنیت سدیم در برهه‌های پرواری مهربان، گزارش شد که تغذیه برهه‌ها با مکمل آلی سلنیوم سبب افزایش گوارش‌پذیری تمامی مواد مغذی جیره به‌جز چربی خام نسبت به گروه دریافت‌کننده مکمل معدنی و شاهد شد، به‌گونه‌ای که بیشترین میانگین متعلق به سلنیوم آلی به‌میزان ۰/۲ میلی‌گرم بود (Alimohamady *et al.*, 2013). برخلاف نتایج این پژوهش، شی و همکاران (Shi *et al.*, 2011) گزارش کردند با استفاده از سطوح ۰/۳، ۳ و ۶ گرم نانوسلنیوم در کیلوگرم ماده خشک در جیره گوسفندان، قابلیت هضم مواد مغذی خوراک تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. با وجود عدم تفاوت معنی‌دار، از لحاظ عددی بیشترین افزایش قابلیت هضم مواد مغذی مربوط به تیمار حاوی ۳ گرم نانوسلنیوم بود. همچنین در پژوهشی دیگر با افزودن مقدار ۰/۱۵ و ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم به‌صورت سلنیت سدیم به جیره پایه حاوی ۰/۱۹ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک به جیره برهه‌های نر پرواری، تفاوت قابل‌توجهی را در قابلیت هضم مواد مغذی خوراک مشاهده نکردند (Kumar *et al.*, 2008).

جدول ۲- تأثیر مکمل‌های سلنیوم بر قابلیت هضم مواد مغذی خوراک در تیمارهای مختلف

Table 2. Effects of selenium supplements on the digestibility of feed nutrients in different treatments

صفت (درصد) Parameter (%)	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1]					خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری P-value
	تیمار ۱ Treatment 1	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۳ Treatment 3	تیمار ۴ Treatment 4	تیمار ۵ Treatment 5		
ماده خشک Dry matter	69.61[b]	71.70[ab]	74.19[a]	74.48[a]	70.63[b]	0.354	0.0250
ماده آلی Organic matter	71.57[b]	74.43[ab]	76.36[a]	77.10[a]	74.28[ab]	0.345	0.0225
عصاره اتری Ether extract	69.10	70.09	71.62	71.03	71.14	0.655	0.7583
پروتئین خام Crude protein	64.23[b]	67.68[a]	67.81[a]	68.01[a]	67.75[a]	0.300	0.0415
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF	52.49[b]	54.69[ab]	56.48[a]	56.98[a]	54.12[b]	0.274	0.0172
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF	47.54	50.23	51.31	51.18	49.91	0.603	0.3937

*میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۵).

[1]تیمار ۱) شاهد (فاقد سلنیوم)، تیمار ۲) حاوی سلنیوم گلایسین، تیمار ۳) حاوی سلنیوم متیونین، تیمار ۴) حاوی سلنیوم سیستئین و تیمار ۵) حاوی سلنیت سدیم.

*The averages shown in different Latin letters in each row indicate statistically significant differences (p<0.05).

[1]Treatment 1) control, treatment 2) selenium glycine, treatment 3) selenium methionine, treatment 4) selenium cysteine and treatment 5) sodium selenite.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

فراسنجه‌های شکمبه‌ای

نتایج مربوط به فراسنجه‌های شکمبه‌ای بره‌ها در تیمارهای مختلف در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که pH مایع شکمبه در تمامی بره‌های دریافت‌کننده مکمل‌های آلی و معدنی سلنیوم نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (p=۰/۰۰۲۹). با وجود عدم تفاوت معنی‌دار، از لحاظ عددی غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در تیمارهای مکمل‌شده با سلنیوم نسبت به گروه شاهد کمتر بود (p>۰/۰۵). در تیمارهای حاوی سلنیوم متیونین و سلنیوم سیستئین غلظت اسید پروپیونیک نسبت به تیمار حاوی سلنیت سدیم و گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (p=۰/۰۲۷۶) که در نتیجه آن، نسبت اسید استیک به اسید پروپیونیک در این دو تیمار نسبت به گروه‌های سلنیوم معدنی و شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (p=۰/۰۱۷۷). غلظت اسید بوتیریک مایع شکمبه در تمامی بره‌های دریافت‌کننده مکمل‌های سلنیوم نسبت به گروه شاهد کمتر بود، اما تنها تیمارهای مکمل‌شده با سلنیوم آلی نسبت به گروه شاهد اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (p=۰/۰۴۳۳). همچنین تیمارهای آزمایشی تأثیری بر غلظت اسیدهای استیک، والریک و ایزووالریک و کل اسیدهای چرب مایع شکمبه بره‌ها نداشتند (p>۰/۰۵).

با توجه به جدول قابلیت هضم نیز ملاحظه می‌شود که تیمارهای دریافت‌کننده سلنیوم قابلیت هضم خوراک بیشتری دارند که به‌نظر می‌رسد آمونیاک به‌میزان بیشتری در بره‌های دریافت‌کننده مکمل سلنیوم مورد استفاده قرار گرفته است و احتمالاً تأییدی بر افزایش رشد و فعالیت میکروبی و تولید بیشتر اسیدهای چرب فرار است. در برخی پژوهش‌های ذکر شده بر روی دام‌های نشخوارکننده (Wang *et al.*, 2009؛ Xun *et al.*, 2012)، غلظت نیتروژن آمونیاکی با استفاده از سطوح مازاد سلنیوم کاهش یافت که این پژوهشگران بهبود استفاده از نیتروژن آمونیاکی برای ساخت پروتئین میکروبی را از جمله دلایل این کاهش بیان کردند. این محققین بیان داشته‌اند که سلنیوم به‌طور نسبی فعالیت میکروبی شکمبه را در جهت تولید پروپیونات بهبود می‌دهد. همچنین قابلیت دسترسی بیشتر سلنیوم آلی نسبت به سلنیوم معدنی برای استفاده میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه باکتری‌های سلولولیتیک که منحصراً از ازت آمونیاکی استفاده می‌کنند را می‌توان به‌عنوان دلیل احتمالی تفاوت اثر نوع مکمل سلنیوم دانست (Wang *et al.*, 2009).

در تطابق با نتایج ما، در پژوهشی با استفاده از ۰/۳، ۳ و ۶ گرم نانوسلنیوم در کیلوگرم ماده خشک در گوسفندان نر، نشان دادند که pH مایع شکمبه و غلظت نیتروژن آمونیاکی در تیمارهای مکمل‌شده با نانوسلنیوم نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش و غلظت کل اسیدهای چرب فرار نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد. همچنین در تیمارهای حاوی مکمل سلنیوم نسبت مولی استات به پروپیونات در اثر افزایش مقدار مولی پروپیونات در مقایسه با گروه شاهد به‌طوری معنی‌داری کاهش یافت (Shi *et al.*, 2011). در پژوهشی دیگر با استفاده از سطوح ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به شکل مخمر سلنیوم و سلنیت سدیم در بره‌های مهربان، گزارش کردند که در مقایسه با گروه شاهد، مقدار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی به‌طور معنی‌داری تولید کل اسیدهای چرب فرار شکمبه را افزایش و غلظت آمونیاک شکمبه را کاهش داد. همچنین بیان کردند که استفاده از مکمل‌های سلنیومی سبب افزایش تولید اسیدهای چرب فرار شکمبه و کاهش غلظت آمونیاکی نسبت به تیمار شاهد شده است و غلظت آمونیاک در بره‌های مکمل‌شده با مخمر سلنیومی نسبت به سلنیت سدیم به صورت معنی‌داری کمتر بود (Aliarabi *et al.*, 2013). برخلاف نتایج این پژوهش، دهقانی و همکاران (Dehghani *et al.*, 2019) با استفاده از ۰/۳ ppm سلنیوم به‌صورت نانوسلنیوم، سلنومتیونین و سلنیت سدیم در گوسفند نژاد قزل، مشاهده کردند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر pH مایع شکمبه و میزان غلظت نیتروژن آمونیاکی وجود نداشت، اما تیمار مکمل‌شده با نانوسلنیوم به‌طور معنی‌داری سبب افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار نسبت به تیمارهای آلی و معدنی شد. همچنین گزارش شد که تغذیه بره‌های کرمانی با مکمل سلنیوم متیونین به‌میزان ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک تأثیری بر pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه ندارد. همچنین بیان کردند که با وجود عدم تفاوت معنی‌دار، مقادیر عددی نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در گروه‌های دریافت‌کننده سلنیوم نسبت به گروه شاهد کمتر بود (Al-Saadi *et al.*, 2018).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

جدول ۳- تأثیر مکمل‌های سلنیوم بر اسیدیته، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه در تیمارهای مختلف
Table 3. Effects of selenium supplements on pH, ammonia nitrogen and VFA in different treatments

صفت Parameter	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1]					خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری P-value
	تیمار ۱ Treatment 1	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۳ Treatment 3	تیمار ۴ Treatment 4	تیمار ۵ Treatment 5		
اسیدیته pH	6.86[a]	6.51[b]	6.41[b]	6.35[b]	6.50[b]	0.200	0.0029
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم/دسی لیتر) NH_3-N (mg/dl)	8.72	8.54	8.55	8.64	8.59	0.050	0.7729
کل اسیدهای چرب (میلی‌مول/لیتر) T-VFA (mmol/l)	103.20	104.01	104.61	107.01	104.86	0.798	0.6598
اسید استیک (میلی‌مول/لیتر) acetic acid (mmol/l)	67.69	67.18	64.99	66.77	68.84	1.086	0.8438
اسید پروپیونیک (میلی‌مول/لیتر) propionic acid (mmol/l)	23.92[b]	26.81[ab]	29.09[a]	29.48[a]	25.52[b]	0.397	0.0276
اسید بوتیریک (میلی‌مول/لیتر) butyric acid (mmol/l)	8.67[a]	7.24[b]	7.05[b]	6.92[b]	7.70[ab]	0.133	0.0433
اسید والریک (میلی‌مول/لیتر) valeric (mmol/l)	1.83	1.57	2.19	2.51	1.54	0.181	0.4669
اسید ایزووالریک (میلی‌مول/لیتر) isovaleric (mmol/l)	1.11	1.22	1.29	1.34	1.27	0.301	0.2795
نسبت اسید استیک به پروپیونیک acetic acid/propionic acid	2.83[a]	2.51[ab]	2.23[b]	2.27[b]	2.70[a]	0.039	0.0177

*میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۵).
[1]تیمار ۱) شاهد (فاقد سلنیوم)، تیمار ۲) حاوی سلنیوم گلایسین، تیمار ۳) حاوی سلنیوم متیونین، تیمار ۴) حاوی سلنیوم سیستئین و تیمار ۵) حاوی سلنیت سدیم.
*The averages shown in different Latin letters in each row indicate statistically significant differences (p<0.05).
[1]Treatment 1) control, treatment 2) selenium glycine, treatment 3) selenium methionine, treatment 4) selenium cysteine and treatment 5) sodium selenite.

ساخت پروتئین میکروبی و جمعیت پروتوزوآ

نتایج مربوط به ساخت پروتئین میکروبی و جمعیت پروتوزوآهای مایع شکمبه بره‌ها در پایان آزمایش در جدول (۴) نشان شده است. تفاوت معنی‌داری در مقدار مشتقات پورینی ادرار، ساخت پروتئین میکروبی و جمعیت پروتوزوآهای مایع شکمبه بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت (p>۰/۰۵). با وجود عدم تفاوت معنی‌دار، بیشترین مقدار تولید پروتئین میکروبی و تأمین نیتروژن میکروبی در بره‌های دریافت‌کننده مکمل سلنیوم سیستئین مشاهده شد. همچنین بیشترین جمعیت پروتوزوآهای مایع شکمبه در ۳ ساعت بعد از خوراک‌دهی مربوط به تیمار حاوی سلنیوم گلایسین بود، در حالی‌که کمترین جمعیت پروتوزوآها در تیمار حاوی سلنیت سدیم دیده شد که دلیل این امر احتمالاً به تبدیل بخشی زیادی از سلنیوم معدنی در شکمبه به‌شکل نامحلول و اثرات منفی حاصل از تجمع آن بر میکروارگانیسم‌های شکمبه مرتبط است (Spears, 2003).

همسو با نتایج این پژوهش، در تحقیقی با استفاده از ۰/۳ ppm سلنیوم به‌صورت نانوسلنیوم، سلنومتیونین و سلنیت سدیم در گوسفند نژاد قزل، گزارش کردند که تیمار مکمل‌شده با سلنیوم آلی سبب افزایش معنی‌دار تعداد کل پروتوزوآ نسبت به تیمارهای مکمل‌شده با سلنیوم معدنی و نانوسلنیوم شد. همچنین عنوان کردند که افزودن مکمل سلنیوم خصوصاً به‌شکل نانوسلنیوم نسبت به فرم رایج معدنی آن، سبب بهبود فرآیند تخمیر و فعالیت میکروارگانسیم‌ها در محیط شکمبه می‌شود (Dehghani *et al.*, 2019). در پژوهشی دیگر با استفاده از سطوح ۰/۳، ۳ و ۶ گرم نانوسلنیوم در کیلوگرم ماده خشک در جیره گوسفندان، گزارش کردند که مکمل نانوسلنیوم در جیره پایه می‌تواند فعالیت میکروبی شکمبه، میکروارگانیسم‌های گوارشی و فعالیت آنزیمی آن‌ها را تحریک کرده و سبب بهبود تخمیر و رشد جمعیت میکروبی شکمبه شود و سطح بهینه نانوسلنیوم را در حدود مقدار ۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک در گوسفند عنوان کردند (Shi *et al.*, 2011). میهالیکوا و همکاران (Mihalikova *et al.*, 2005) با استفاده از ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به جیره پایه حاوی ۰/۰۷ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم به‌صورت سلنیت سدیم و مخمر سلنیوم در گوسفند، گزارش کردند که جنس *افریواسکولکس* فقط در محتویات شکمبه گوسفندهای تغذیه شده با مکمل سلنیوم مشاهده شد اما در تیمار فاقد مکمل سلنیوم این جنس وجود نداشت، که تنها دلیل آن‌را می‌توان به اثرات آنتی‌اکسیدانی سلنیوم برای ابقای *افریواسکولکس* نسبت داد و این بدان معنی است که سلنیوم با ارتقای توان آنتی‌اکسیدانی محیط شکمبه و به‌تبع آن گونه‌های میکروبی موجود در آن، مانند *افریواسکولکس*، سبب بقای آن در محیط شکمبه شده است و همچنین فعالیت برخی از گونه‌های پروتوزوآ را در شکمبه افزایش دهد. افزودن سطوح مازاد بر نیاز سلنیوم به‌میزان ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک به‌صورت نانوسلنیوم و مخمر سلنیوم به جیره گوسفند، فعالیت باکتری‌ها و آنزیم‌های پروتئولایتیک را افزایش داده، که توانسته است جمعیت میکروبی شکمبه را بالا برده و بازدهی نیتروژن میکروبی را افزایش دهد (Xun *et al.*, 2012).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

جدول ۴- تأثیر مکمل‌های سلنیوم بر ساخت پروتئین میکروبی و جمعیت پروتوزوآ در تیمارهای مختلف
Table 4. Effects of selenium supplements on microbial protein and protozoa population in different treatments

صفت Parameter	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1]					خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری *p*-value
	تیمار ۱ Treatment 1	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۳ Treatment 3	تیمار ۴ Treatment 4	تیمار ۵ Treatment 5		
آلانتوئین (میلی‌مول/روز) Allantoin (mmol/d)	6.38	6.46	6.47	6.65	6.36	0.055	0.5271
اسید اوریک (میلی‌مول/روز) Uric acid (mmol/d)	1.49	1.54	1.51	1.61	1.57	0.077	0.9849
گزانتین+ هیپوگزانتین (میلی‌مول/روز) Xanthine+Hypoxanthine (mmol/d)	0.53	0.58	0.62	0.64	0.59	0.035	0.8732
کل مشتقات پورینی دفع‌شده (میلی‌مول/روز) Excreted purine derivatives (mmol/d)	8.40	8.59	8.61	8.92	8.53	0.089	0.5279
کل مشتقات پورینی جذب‌شده (میلی‌مول/روز) Absorbed purine derivatives (mmol/d)	9.26	9.47	9.49	9.84	9.37	0.108	0.5706
تأمین نیتروژن میکروبی (گرم/روز) Microbial nitrogen (g/d)	6.74	6.88	6.90	7.15	6.81	0.078	0.5767
تولید پروتئین میکروبی (گرم/روز) Microbial protein (g/d)	42.10	43.02	43.10	44.72	42.57	0.494	0.5737
جمعیت پروتوزوآ ($10^4\times$ در میلی‌لیتر مایع شکمبه) Protozoa population	3.33	3.67	3.37	3.29	2.94	0.237	0.9049

*میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۵).
[1]تیمار ۱) شاهد (فاقد سلنیوم)، تیمار ۲) حاوی سلنیوم گلایسین، تیمار ۳) حاوی سلنیوم متیونین، تیمار ۴) حاوی سلنیوم سیستئین و تیمار ۵) حاوی سلنیت سدیم.
*The averages shown in different Latin letters in each row indicate statistically significant differences (P<0.05).
[1]Treatment 1) control, treatment 2) selenium glycine, treatment 3) selenium methionine, treatment 4) selenium cysteine and treatment 5) sodium selenite.

ویژگی‌های کمی و کیفی لاشه

نتایج مربوط به اثر منابع مختلف مکمل سلنیوم بر خصوصیات کمی و کیفی لاشه بره‌ها در جدول (۵) ارائه شده است. در پژوهش حاضر استفاده از مکمل‌های سلنیوم به‌صورت آلی و معدنی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های لاشه و ترکیبات شیمیایی گوشت بره‌ها نداشت (p>۰/۰۵). با وجود عدم تفاوت معنی‌دار، از لحاظ عددی مقدار چربی خام گوشت در تمامی بره‌های دریافت‌کننده مکمل‌های آلی و معدنی سلنیوم نسبت به گروه شاهد افزایش یافت. در راستای نتایج سایر محققین می‌توان نتیجه گرفت که سلنیوم خوراکی دارای پتانسیل محدودی برای بهبود کیفیت گوشت است، به‌ویژه در مواردی که پایداری اکسیداسیون موردتوجه باشد (Juniper *et al.*, 2006).

همسو با نتایج این پژوهش، در تحقیقاتی با استفاده از سطوح ۰/۳۵ و ۰/۶ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک به‌صورت مخمر سلنیوم در میش‌ها به‌مدت ۶۰ روز (Velazquez-Garduno *et al.*, 2016) و با استفاده از ۰/۹ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک به‌صورت مخمر و قارچ غنی‌شده با سلنیوم و سلنیت سدیم در گوساله‌های پرواری (Lee *et al.*, 2006)، گزارش کردند تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها در ویژگی‌های فیزیکی لاشه‌ها مشاهده نکردند. همچنین عنوان کردند که مکمل‌های سلنیوم می‌توانند سبب بهبود امتیاز رنگ گوشت به‌دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی سلنیوم همراه با ویتامین E شوند. وینولا و همکاران (Vignola *et al.*, 2009) گزارش کردند هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در ویژگی‌های لاشه (وزن لاشه گرم و لاشه سرد) و آنالیز شیمیایی گوشت (ماده خشک، خاکستر، چربی و پروتئین) بره‌های دریافت کننده ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم به‌صورت سلنیت سدیم و ۰/۳ و ۰/۴۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم به‌صورت مخمر سلنیومی (علاوه بر جیره پایه حاوی ۰/۱۳ میلی‌گرم سلنیوم) به‌مدت ۶۳ روز مشاهده نکرده‌اند و همچنین رنگ گوشت و پایداری اکسیداتیو در طی ۹ روز نگهداری در یخچال تحت تأثیر مکمل‌های غذایی سلنیوم قرار نگرفت، که نشان می‌دهد سطوح استفاده شده سلنیوم در این آزمایش حتی از منبع آلی، پتانسیل محدودی برای کاهش اکسیداسیون چربی دارد. در پژوهشی دیگر گزارش شد با استفاده از ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک خوراک به‌صورت مخمر غنی‌شده با سلنیوم در گوساله‌ها، تأثیر قابل توجهی در ویژگی‌های لاشه شامل رنگ و ترکیب شیمیایی گوشت (ماده خشک، پروتئین، چربی و خاکستر) مشاهده نکردند (Skrivanova *et al.*, 2007). همچنین در پژوهشی با افزودن ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم به‌صورت معدنی، آلی و نانو به جیره گوساله‌های شیرخوار هلشتاین، گزارش کردند که استفاده از مکمل‌های سلنیوم باعث کاهش مقدار صفاتی مانند طول بدن، ارتفاع جدوگاه و دور سینه شد (Zarei *et al.*, 2019).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

جدول ۵- تأثیر مکمل‌های سلنیوم بر برخی از ویژگی‌های لاشه بره‌ها در تیمارهای مختلف
Table 5. Effects of selenium supplements on some carcass characteristics of lambs in different treatments

صفت Parameter	تیمارهای آزمایشی[1] Experimental treatments[1]					خطای استاندارد میانگین SEM	احتمال معنی‌داری P-value
	تیمار ۱ Treatment 1	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۳ Treatment 3	تیمار ۴ Treatment 4	تیمار ۵ Treatment 5		
وزن لاشه گرم (کیلوگرم) Hot carcass weight (kg)	25.56	24.14	24.58	25.47	24.05	0.293	0.4130
بازده لاشه گرم (درصد) Hot carcass efficiency (%)	52.22	51.23	51.01	52.77	49.36	0.544	0.4279
وزن لاشه سرد (کیلوگرم) Cold carcass weight (kg)	24.82	23.29	23.70	24.46	23.44	0.287	0.4549
بازده لاشه سرد (درصد) Cold carcass efficiency (%)	50.71	49.43	49.18	50.69	48.09	0.496	0.4879
درصد سردست به لاشه Shoulder/carcass (%)	8.25	7.98	8.26	9.02	8.51	0.273	0.7961
درصد ران به لاشه Thigh/carcass (%)	11.26	11.06	12.27	12.33	11.87	0.350	0.7107
درصد گردن به لاشه Neck/carcass (%)	6.14	6.46	6.13	6.49	7.25	0.327	0.8091
ترکیبات شیمیایی گوشت							
رطوبت گوشت (درصد) Meat moisture (%)	52.93	52.29	50.06	51.84	49.78	0.522	0.3479
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	21.96	23.01	21.99	22.32	22.37	0.416	0.9233
چربی خام (درصد) Crude fat (%)	24.04	28.82	25.26	27.12	28.06	1.096	0.6507
خاکستر خام (درصد) Ash (%)	1.80	1.98	1.78	1.73	1.75	0.079	0.8634
اسیدیته گوشت Meat pH	6.20	6.12	6.15	6.25	6.28	0.044	0.7717

*میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).
[1]تیمار ۱) شاهد (فاقد سلنیوم)، تیمار ۲) حاوی سلنیوم گلایسین، تیمار ۳) حاوی سلنیوم متیونین، تیمار ۴) حاوی سلنیوم سیستئین و تیمار ۵) حاوی سلنیت سدیم.
*The averages shown in different Latin letters in each row indicate statistically significant differences (P<0.05).
[1]Treatment 1) control, treatment 2) selenium glycine, treatment 3) selenium methionine, treatment 4) selenium cysteine and treatment 5) sodium selenite.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که جیره پایه از لحاظ سلنیوم (۰/۰۷ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک) کمبود داشته و استفاده از مکمل‌های آلی و معدنی سلنیوم به‌مقدار ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک، سبب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی خوراک و فراسنجه‌های شکمبه‌ای مانند افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار و کاهش غلظت آمونیاک شد که نشان‌دهنده بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی و متابولیسمی در بره‌های دریافت‌کننده مکمل سلنیوم است. اما استفاده از مکمل‌های سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر روی ساخت پروتئین میکروبی، جمعیت پروتوزوآهای مایع شکمبه و ویژگی‌های کمی و کیفی لاشه بره‌ها نداشت. همچنین مکمل‌های سلنیوم متیونین و سلنیوم سیستئین نسبت به مکمل‌های سلنیوم گلایسین و سلنیت سدیم عملکرد مطلوب‌تری داشتند. باتوجه به نتایج به‌دست آمده افزودن ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم در کیلوگرم ماده خشک از هر دو منبع آلی و معدنی به جیره بره‌های پرواری قابل توصیه است.

تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جهت فراهم نمودن شرایط و امکانات لازم برای انجام این پژوهش و همچنین از شرکت مرکا (ساری، ایران) جهت تأمین مکمل‌های مواد معدنی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Aliarabi, H., Alimohammadi, R., Behari, A. A., & Zamani, P. (2013). The effect of different sources of selenium supplementation on growth, hematology parameters and rumen in Mehraban fattening lambs. *Ruminant Research Journal*, 2(3), 51-68 [In Persian]

Alimohamady, R., Aliarabi, H., Bahari, A., & Dezfoulian, A. H. (2013). Influence of different amounts and sources of selenium supplementation on performance, some blood parameters, and nutrient digestibility in lambs. *Biological Trace Element Research*, *154*, 45-54. https://doi.org/10.1007/s12011-013-9698-4

Al-Saadi, H., Mousai, A., Esmailipour, A.A., & Ziyaei, N. (2018). Effect of organic selenium supplementation on growth performance, nutrient digestibility and some blood metabolites of fattening lambs. *Ruminant Research Journal*, 6(2), 17-30. https://doi.org/10.22069/ejrr.2018.14829.1625 [In Persian]

AOAC, A., 1995. Official methods of analysis 16th Ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA. Sci. Educ.

Asadi M, Toghdory A, Ghoorchi T. (2018). Effect of Oral Administration and Injection of Selenium and Vitamin E on Performance, Blood Metabolites and Digestibility of Nutrients in Suckling Dalagh Lambs. *Research on Animal Production*. *9*(20), 79-87. https://doi.org/10.29252/rap.9.20.79 [In Persian]

Chen, X. B., Gomes, M. J. (1992). Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-An overview of the technical details, International Feed

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

Resources Unit, Rowett Research Institute, Bucksburn Aberdeen AB2 9SB, UK Occasional Publication.

Dehghani, S., Taghizadeh, A., & Mohammadzadeh, H. (2019). Effect of different forms of selenium on parameters of gas production, rumen fermentation and rumen protozoa population. *Iran Animal Science Research*, 11(3), 307-317. https://doi.org/10.22067/ijasr.v11i3.68454 [In persian]

Dehority, B. A. (2003). *Rumen microbiology* (Vol. 372). Nottingham: nottingham University press.

Faixova, Z., Faix, Š., Leng, Ľ., Vaczi, P., Makova, Z., & Szaboova, R. (2007). Haematological, blood and rumen chemistry changes in lambs following supplementation with Se-yeast. *Acta Veterinaria Brno*, *76*(1), 3-8. https://doi.org/10.2754/avb200776010003

Jeacocke, R. E. (1977). Continuous measurements of the pH of beef muscle in intact beef carcases. *International Journal of Food Science & Technology*, *12*(4), 375-386. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1977.tb00120.x

Juniper, D. T., Phipps, R. H., Jones, A. K., & Bertin, G. (2006). Selenium supplementation of lactating dairy cows: effect on selenium concentration in blood, milk, urine, and feces. *Journal of Dairy Science*, *89*(9), 3544-3551. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72394-3

Kumar, N., Garg, A. K., Mudgal, V., Dass, R. S., Chaturvedi, V. K., & Varshney, V. P. (2008). Effect of different levels of selenium supplementation on growth rate, nutrient utilization, blood metabolic profile, and immune response in lambs. *Biological Trace Element Research*, *126*, 44-56. https://doi.org/10.1007/s12011-008-8214-8

Lee, S. H., Park, B. Y., Lee, S. S., Choi, N. J., Lee, J. H., Yeo, J. M., ... & Kim, W. Y. (2006). Effects of spent composts of selenium-enriched mushroom and sodium selenite on plasma glutathione peroxidase activity and selenium deposition in finishing Hanwoo steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *19*(7), 984-991. http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2006.984

Mihaliková, K., Gresakova, L., Boldizarova, K., Faix, S., Leng, L., & Kisidayova, S. (2005). The effects of organic selenium supplementation on the rumen ciliate population in sheep. *Folia Microbiologica*, *50*(4), 353-356. http://dx.doi.org/10.1007/BF02931418

Mousaie, A., Valizadeh, R., Naserian, A. A., Heidarpour, M., & Mehrjerdi, H. K. (2014). Impacts of feeding selenium-methionine and chromium-methionine on performance, serum components, antioxidant status, and physiological responses to transportation stress of Baluchi ewe lambs. *Biological Trace Element Research*, *162*, 113-123. https://doi.org/10.1007/s12011-014-0162-x

Oskoueian, A., Salaripour, M., Jahormi, M. F., & Shekar Yazdan, P. (2021). Importance and effect of using organic selenium on growth performance, production, reproduction and safety in livestock and poultry. *Fodder and Animal Feed*, 2(1), 48-58 [In persian].

Panev, A., Hauptmanová, K., Pavlata, L., Pechová, A., Filípek, J., & Dvorak, R. (2013). Effect of supplementation of various selenium forms and doses on selected parameters of ruminal fluid and blood in sheep. *Czech Journal of Animal Science*, *58*(1), 37-46. https://doi.org/10.17221/6524-CJAS

Shi, L., Xun, W., Yue, W., Zhang, C., Ren, Y., Liu, Q., ... & Shi, L. (2011). Effect of elemental nano-selenium on feed digestibility, rumen fermentation, and purine derivatives in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, *163*(2-4), 136-142. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.10.016

Skřivanová, E., Marounek, M., De Smet, S., & Raes, K. (2007). Influence of dietary selenium and vitamin E on quality of veal. *Meat Science*, *76*(3), 495-500. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.01.003

Song, Y. X., Hou, J. X., Zhang, L., Wang, J. G., Liu, X. R., Zhou, Z. Q., & Cao, B. Y. (2015). Effect of dietary selenomethionine supplementation on growth performance, tissue Se concentration, and blood glutathione peroxidase activity in kid boer goats. *Biological Trace Element Research*, *167*, 242-250. https://doi.org/10.1007/s12011-015-0316-5

Spears, J.W. (2003) "Trace mineral bioavailability in ruminants". *Journal of Nutrition*. 133:1506-1509.

Suttle NF (2010) Mineral Nutrition of Livestock. 4th ed. CABI, Wallingford, Oxford shire, UK. 579 pp.

Van Keulen, J. Y. B. A., & Young, B. A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, *44*(2), 282-287. https://doi.org/10.2527/jas1977.442282x

Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, *74*(10), 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

Velázquez-Garduño, G., Mariezcurrena-Berasain, M. A., Salem, A. Z., Gutiérrez-Ibañez, A. T., Bernal-Martínez, L. R., Pinzón-Martínez, D. L., ... & Mariezcurrena-Berasain, M. D. (2015). Effect of organic selenium-enriched yeast supplementation in finishing sheep diet on carcasses microbiological contamination and meat physical characteristics. *Italian Journal of Animal Science*, *14*(3), 3836. https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3836

Vignola, G., Lambertini, L., Mazzone, G., Giammarco, M., Tassinari, M., Martelli, G., & Bertin, G. (2009). Effects of selenium source and level of supplementation on the performance and meat quality of lambs. *Meat Science*, *81*(4), 678-685. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.11.009

Wang, C., Liu, Q., Yang, W. Z., Dong, Q., Yang, X. M., He, D. C., ... & Huang, Y. X. (2009). Effects of selenium yeast on rumen fermentation, lactation performance and feed digestibilities in lactating dairy cows. *Livestock Science*, *126*(1-3), 239-244. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.07.005

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]

Xun, W., Shi, L., Yue, W., Zhang, C., Ren, Y., & Liu, Q. (2012). Effect of high-dose nano-selenium and selenium–yeast on feed digestibility, rumen fermentation, and purine derivatives in sheep. *Biological Trace Element Research*, *150*, 130-136. https://doi.org/10.1007/s12011-012-9452-3

Zarei M, Seifdavati J, Ghorbani G R, Abdi Benemar H, Seyed Sharifi R, Karimi A. (2019). The Effect of Different Sources of Selenium on Performance, Health, Growth Factor and Some Blood Parameters of Holestine Dairy Calves. *Research on Animal Production*, *10*(26), 48-55. https://doi.org/10.29252/rap.10.26.48 [In Persian]

Zhang, L., Zhou, Z. Q., Li, G., & Fu, M. Z. (2013). The effect of deposition Se on the mRNA expression levels of GPxs in goats from a Se-enriched county of China. *Biological Trace Element Research*, *156*, 111-123. https://doi.org/10.1007/s12011-013-9830-5

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.61186/rap.15.4.36]