



Impact of adding binder toxin to the milk on growth performance, digestibility of nutrients, health index, skeletal growth indices and blood metabolites of Simmental calves

Taghi Ghoorchi¹, Mehdi PiyadehKouhsar², Mostafa Hosseinabadi³,
Abdolhakim Toghdory⁴

1. Professor Dept. of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ghoorchi@yahoo.com
2. M.Sc Student Dept. of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mehdi.piyad1990@yahoo.com
3. Assistant Dept. of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: Mostafa_hosseinabadi@yahoo.com
4. Assistant Dept. of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: toghdory@yahoo.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	In order to investigate the effect of different levels of binder toxin on growth performance, apparent nutrient digestibility, health index, feeding behavior, blood and skeletal indices in calves, 18 male Simmental calves with an average age of ten days and a weight of 45±2.5 kg. were used in a completely randomized design with three treatments and six repetitions for 45 days. The experimental treatments included: 1- Control (without binder toxin), 2- with 5 grams of Spud, 3- with 5 grams of Spud Plus per calf per day. The diets were provided to the calves. For measuring the digestibility of nutrients, fecal and feed samples were collected for five days at the end of the experiment period. Skeletal growth indices were measured at the beginning and end of the experiment. Blood parameters were measured after an overnight fast on the final day. The results showed that adding different levels of binder toxin had no significant effect on some performance traits such as end weight, daily weight gain and feed conversion ratio, but it had a significant effect on daily dry matter intake and total dry matter intake (feed & milk) ($P<0.05$). The experimental treatments had no significant effect on dry matter digestibility, fecal consistency, glucose concentration, cholesterol, triglycerides, blood urea nitrogen and feed consumption behavior ($P\geq0.05$). According to the results of this study, binder toxin did not have a negative effect on the performance, skeletal growth indices and health of calves, rather it increased and improved feed intake. Therefore, it is recommended to use Spud Plus Binder toxin at a level of 5 grams per day in the diet of calves.
Article history: Received: 28 May 2024 Received in revised form: 2 July 2024 Accepted: 21 July 2024 Published online: Summer 2025	
Keywords: <i>Blood parameters, Digestibility, Health index, Simmental calf, Toxin binder.</i>	
Cite this article: Ghoorchi, T., Piyadeh Kouhsar, M., Hosseinabadi, M. & Toghdory, A. (2025). Impact of adding binder toxin to the milk on growth performance, digestibility of nutrients, health index, skeletal growth indices and blood metabolites of Simmental calves <i>Iranian Journal of Animal Science</i> , 56 (2), 239-253. DOI: https://doi.org/10.22059/ijas.2024.377088.654015	



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2024.377088.654015>

Publisher: The University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

Aflatoxins are produced by various moulds naturally present in 20 to 30% of global feeds (Streit *et al.*, 2013). These toxins, particularly Aflatoxin B₁ and are known for their hepatotoxic, carcinogenic and immunosuppressive effects, primarily produced by strains of *Aspergillus flavus*. Furthermore, Aflatoxins B₁ can be transformed into Aflatoxins M₁ in milk through metabolite hydroxylation (Creppy, 2002). Contamination of animal feed with fungi and their toxins leads to negative impact on them as reduced growth rates, disease and mortality, in addition to financial losses (Wagacha & Muthomi., 2008). Consumption of mycotoxin-contaminated feed by animals can result in symptoms such as digestive problems, soft stools,

diarrhea, suppression of the immune system, and reduced performance due to refusal to consume feed (Gallo *et al.*, 2020). Mineral absorbents physically bind to fungal toxins and prevent the movement of these toxins in the digestive system (Kermanshahi *et al.*, 2009). As feed constitutes about 65-70% of costs of raising calves, optimizing feed utilization can enhance digestibility and profitability in calf rearing (Dorne *et al.*, 2023). Zeolite has been shown to improve and prevents metabolic diseases, reducing the risk of hypocalcaemia (Katsoulos *et al.* 2005).

Material and Methods

The current study was carried out during the February and March 2024 in dairy cattle breeding unit located in the village of Karimabad (Gorgan, Iran) using 18 Simmental suckling male calves with an average weight of 45 ± 2.5 kg in a complete randomized design with three treatments and six repetitions for a 45- days (including a 7-day adaptation period). The experimental treatments included: 1- Control (without binder toxin), 2- with 5 grams of Spud, 3- with 5 grams of Spud Plus per calf per day. The toxin binders of this research reached the amount of 5 grams mixed in the milk of the calves in the morning and consumed by the animals. The samples were analyzed in the laboratories of the Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. In order to investigate the effect of experimental treatments on the performance of calves, daily food consumption was calculated through the difference between the amount of feed given and the amount of remaining feed every 24 hours during the experiment. A blood sample was taken to measure blood parameters on the last day of the experiment and before feeding, 10 cc was taken from the jugular vein without the use of anticoagulant, and it was quickly sent to the laboratory in a flask containing ice. The tubes were centrifuged at 3000xg for 10 minutes to separate the serum. The ration was adjusted based on NRC (2001) and was given to the calves in the form of TMR in the form of pellets daily at 8 am. The data was statistically analyzed using SAS9.1 software through a completely randomized design with three treatments and six repetitions. The data related to digestibility and performance of animals, average daily weight gain, daily feed consumption, food conversion ratio and final weight and blood parameters were analyzed using GLM. Also, the average treatments were compared through Duncan's test at a significance level of 5%.

Result

The results showed that adding different levels of binder toxin had no significant effect on some performance traits such as end weight, daily weight gain and feed conversion ratio, but it had a significant effect on daily dry matter intake and total dry matter intake (feed & milk) ($P < 0.05$). The experimental treatments had no significant effect on dry matter digestibility, fecal consistency, glucose concentration, cholesterol, triglycerides, blood urea nitrogen and feed consumption behavior ($P \geq 0.05$).

Conclusion

According to the results of this study, binder toxin did not have a negative effect on the performance, skeletal growth indices and health of calves, rather it increased and improved feed intake. Therefore, it is recommended to use Spud Plus Binder toxin at a level of 5 grams per day.

Author Contributions

Conceptualization, Taghi Ghoorchi., Mostafa Hosseinabadi.; and Abdolhakim Toghdory., *methodology*, Mehdi PiyadehKouhsar and Taghi Ghoorchi *software*, Mehdi PiyadehKouhsar and Abdolhakim Toghdory.; *validation*, Taghi Ghoorchi., Mostafa Hosseinabadi and Abdolhakim Toghdory.; *formal analysis*, Abdolhakim Toghdory.; *investigation*, Mehdi PiyadehKouhsar and Taghi Ghoorchi., *resources*, Taghi Ghoorchi.; *data curation*, Taghi Ghoorchi.; *writing—original draft preparation*, Mostafa Hosseinabadi.; and Mehdi PiyadehKouhsar., *writing—review and editing*, Taghi Ghoorchi.; *visualization*, Taghi Ghoorchi.; *supervision*, Taghi Ghoorchi.; *project administration*, Taghi Ghoorchi.; *funding acquisition*, Taghi Ghoorchi. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

We would like to thank the Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, for providing the field and laboratory facilities for this research. Also, thankful Mr. Mohsen Abedini for her cooperation in conducting this experiment at her dairy

cattle breeding unit, and to Bamdad Respina Livestock and Poultry Feed Additives Company for their cooperation in preparing and sending the toxin binder

Ethical considerations

The study was approved by the Ethics Committee of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

تأثیر افزودن توکسین بایندر به شیر بر عملکرد رشد، گوارش، پذیرش مواد مغذی، شاخص سلامت، شاخص‌های رشد اسکلتی و متابولیت‌های خون گوساله‌های شیر خوار سیمنتال

تقی قورچی^{۱*} | مهدی پیاده کوهسار^۲ | مصطفی حسین آبادی^۳ | عبدالحکیم توغدری^۴

۱. نویسنده مسئول، گروه تغذیه دام‌وپطیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: ghoorchit@yahoo.com
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه تغذیه دام‌وپطیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mehdi.piyad1990@yahoo.com
۳. گروه تغذیه دام‌وپطیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: Mostafa_hosseinabadi@yahoo.com
۴. گروه تغذیه دام‌وپطیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: toghdory@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف توکسین بایندر بر عملکرد رشد، گوارش پذیرش ظاهری مواد مغذی، شاخص سلامتی، رفتار تغذیه‌ای، فراسنجه‌های خونی و اسکلتی در گوساله‌ها، از ۱۸ رأس گوساله نر سیمنتال با میانگین سن ده روزه‌گی و وزن $45 \pm 2/5$ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و شش تکرار به‌مدت ۴۵ روز استفاده شد. تیمارهای آزمایشی عبارتند از: ۱- تیمار شاهد (بدون توکسین بایندر)، ۲- تیمار با ۵ گرم اسپاد، ۳- تیمار با ۵ گرم اسپاد پلاس به‌ازای هر رأس گوساله در روز. جیره‌ها در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. برای اندازه‌گیری گوارش پذیرش ظاهری مواد مغذی، نمونه‌گیری از مدفوع و خوراک گوساله‌ها به‌مدت ۵ روز در پایان دوره آزمایش انجام شد. شاخص‌های رشد اسکلتی در ابتدا و انتهای آزمایش اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی، نمونه‌گیری در روز پایانی به‌صورت ناشتا انجام شد. نتایج نشان داد افزودن سطوح مختلف توکسین بایندر تأثیر معنی‌داری بر روی صفات عملکردی از جمله وزن انتهای دوره، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشت، اما بر میزان مصرف ماده خشک روزانه و میزان مصرف ماده خشک کل (شیر+خوراک) تأثیر معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک، قوام مدفوع، غلظت گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسیرید، نیترژن اوره‌ای خون و رفتار مصرف خوراک نداشت ($P \geq 0.05$). با توجه به نتایج این تحقیق، توکسین بایندر تأثیر منفی بر عملکرد، شاخص‌های رشد اسکلتی و سلامت گوساله‌ها نداشته، بلکه باعث افزایش و بهبود مصرف خوراک شد، لذا توصیه می‌شود از توکسین بایندر اسپاد پلاس در سطح ۵ گرم در روز در جیره گوساله‌ها استفاده شود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۸	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۱۲	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۳۱	
تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۴	
کلیدواژه‌ها:	
توکسین بایندر، گوساله سیمنتال، شاخص سلامت، گوارش پذیرش ظاهری مواد مغذی، فراسنجه‌های خونی.	

استناد: قورچی، تقی؛ پیاده کوهسار، مهدی؛ حسین آبادی، مصطفی و توغدری، عبدالحکیم (۱۴۰۴). تأثیر افزودن توکسین بایندر به شیر بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری مواد مغذی، شاخص سلامت، شاخص‌های رشد اسکلتی و متابولیت‌های خون گوساله‌های شیرخوار سیمنتال. نشریه علوم دامی ایران، ۵۶ (۲)، ۲۳۹-۲۵۳. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2024.377088.654015>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijas.2024.377088.654015>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

با افزایش جمعیت، نیاز به گوشت افزایش یافته است، لذا یکی از روش‌های تولید گوشت با کیفیت، پرورش گوساله‌های شیری و پروری می‌باشد. تأمین مواد غذایی برای پرورش گوساله‌ها حدوداً ۶۵ تا ۷۰ درصد هزینه‌های آن‌ها را شامل می‌شود. به همین دلیل استفاده مطلوب از خوراک می‌تواند باعث افزایش گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی و سودآوری در پرورش گوساله‌ها شود (Dorne et al., 2023). وجود میکروارگانیسم‌های مختلف در خوراک‌ها از چالش‌های اساسی است که دامداران با آن روبرو هستند. فعالیت قارچ‌ها باعث تولید سموم و ترکیبات شیمیایی در محصولات کشاورزی می‌شود که تهدیدی جدی برای سلامت حیوانات و انسان به حساب می‌آید. از مهم‌ترین سموم قارچی موجود در این محصولات می‌توان به آفلاتوکسین B1، زرالنون، اکراتوکسین A، توکسین T2 و فومونیسین B1 اشاره کرد (اسکویان و همکاران، ۱۳۹۸). میکوتوکسین‌ها فراسنجه‌های ثانویه و سمی هستند که توسط قارچ‌های خاصی (مثل *آسپرژیلوس پارازیتیکوس*، *آسپرژیلوس فالتوئوس* و *آسپرژیلوس نومیوس* و غیره) تولید شده و بر روی مواد غذایی دام در زمان کاشت، داشت، برداشت و همچنین انبارداری، رشد و تکثیر می‌یابند. مصرف زیاد آفلاتوکسین‌ها بر سلامت، عملکرد و تولید مثل حیوانات تأثیر منفی می‌گذارد (Whitlow & Hagler, 2005). علائم مسمومیت مزمن با آفلاتوکسین در گوساله‌ها شامل کاهش اشتها، کاهش وزن، کارایی غذا و آسیب کبدی می‌باشد (Merle et al., 2023; Zavistanaviciute et al., 2023). میکوتوکسین‌ها در خوراک‌های آلوده به‌طور طبیعی و همچنین غذاهای مصرفی انسان مانند میوه‌ها و آجیل‌ها یافت می‌شوند (Richard et al., 2003).

پیشینه‌ی پژوهش

حیوانات به دنبال مصرف خوراک آلوده به میکوتوکسین، علائم متعددی از جمله مشکلات گوارشی، مدفوع نرم، اسهال، سرکوب سیستم ایمنی و کاهش عملکرد به دلیل امتناع از مصرف خوراک را بروز می‌دهند (Gallo et al., 2020). روش‌های مختلفی برای مهار سموم قارچی پیشنهاد شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به استفاده از جاذب‌های معدنی، جاذب‌های آلی، میکروارگانیسم‌ها، متابولیت‌های میکروبی و ترکیبات گیاهی و یا به‌طور کلی ترکیبی از آن‌ها (مهارکننده سموم قارچی چند جزئی) جهت مهار این سموم و بهبود عملکرد کبد و سیستم ایمنی اشاره کرد. به دلیل تفاوت ماهیت شیمیایی هر یک از سموم قارچی، استفاده از مجموعه مکانیسم‌های مختلف بسیار مؤثرتر عمل نموده، از این‌رو استفاده از مهارکننده‌های سموم قارچی چند جزئی برای حذف سموم قارچی در جیره دام منطقی‌تر است (اسکویان و همکاران، ۱۳۹۸). آفلاتوکسین‌ها در اغلب اجزای خوراک دام و طیور تولید می‌شوند. پراکنش جهانی و وسعت آلودگی در سراسر جهان، نگرانی‌های زیادی را در رابطه با این سموم ایجاد کرده است به‌طوری‌که طبق گزارش سازمان خواروبار جهانی فائو بیش از ۲۵ درصد مواد خوراکی در جهان آلوده به این سموم هستند. به دلیل شرایط انبارداری نامناسب، آلودگی به این سموم در برخی از نقاط ایران بیشتر از میانگین جهانی است. از روش‌های کنترل سموم قارچی می‌توان به جاذب‌ها اشاره کرد. جاذب‌ها به دو نوع معدنی و آلی تقسیم می‌شوند. معروف‌ترین جاذب‌های معدنی می‌توان به هیدروآلومینوسیلیکات‌ها مانند زئولیت و بنتونیت و از جاذب‌های آلی به کربن فعال و دیواره مخمر اشاره کرد (Ghofrani Tabari et al., 2018). جاذب‌های معدنی به‌صورت فیزیکی به سموم قارچی متصل می‌شوند و مانع جابجایی این سموم در دستگاه گوارش می‌گردند (Kermanshahi et al., 2009). آفلاتوکسین M1، در نشخوارکنندگان در بافت‌ها و مایعات حیوانی مانند ادرار و شیر و فرآورده‌های آن ظاهر می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که آفلاتوکسین‌ها در حیوانات باعث سرکوب سیستم ایمنی و جهش‌زایی می‌شوند. همچنین، آفلاتوکسین‌ها می‌توانند عملکرد روده‌ها را مختل کرده و مصرف جیره و عملکرد رشد حیوانات را کاهش دهند (Peng et al., 2018). با توجه به نقش توکسین بایندر‌ها بر سلامت دام و اهمیت مصرف خوراک سالم و نیز وجود تعداد محدود تحقیقات در مورد تأثیر توکسین بایندر‌ها بر روی عملکرد گوساله‌های شیرخوار، ضرورت انجام این تحقیق بیشتر به نظر می‌آید. لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف توکسین بایندر بر عملکرد

رشد، گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی، شاخص سلامتی، رفتار نشخوار، فراسنجه‌های خونی و اسکلتی در گوساله‌های شیرخوار سیمنتال انجام شد.

روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه در ماه‌های بهمن و اسفند ۱۴۰۲ در واحد شخصی پرورش گاو شیری آقای عابدینی واقع در روستای کریم آباد (گران) با استفاده از ۱۸ رأس گوساله‌های نر شیرخوار نژاد سیمنتال با میانگین حدود ده روزه‌گی و متوسط وزن $45 \pm 2/5$ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و شش تکرار به مدت ۴۵ روز (۷ روز دوره سازگاری) به طول انجامید. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- تیمار شاهد (بدون توکسین بایندر)، ۲- تیمار با ۵ گرم اسپاد، ۳- تیمار با ۵ گرم اسپاد پلاس به ازای هر رأس گوساله در روز. توکسین بایندرها این تحقیق به مقدار ۵ گرم در نوبت صبح در شیر گوساله‌ها مخلوط و به مصرف دام رسید. تجزیه نمونه‌ها در آزمایشگاه‌های دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گران صورت گرفت. جیره بر پایه NRC (2001) تنظیم شد و در قالب TMR روزانه ساعت ۸ صبح در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. گوساله‌ها در طول مدت آزمایش در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شده و در طول دوره دسترسی آزاد به آب داشتند. تغذیه شیر نیز در دو نوبت صبح و عصر (به میزان ۱۰ درصد وزن بدن در طول دوره) صورت گرفت. در ابتدا، تمامی گوساله‌ها تحت معاینه و بررسی کامل و دقیق قرار گرفتند تا از نظر سلامت و صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل شود. جیره غذایی آغازین مورد استفاده و مواد مغذی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب مواد مغذی جیره گوساله‌های شیرخوار

درصد	اجزای خوراک (براساس درصد ماده خشک)
۲۰/۰	علوفه پونجه
۲۲/۴	دانه ذرت
۲۴/۰	دانه جو
۱۲/۸	کنجاله سویا
۱۰/۴	کنجاله کلزا
۸/۰	سبوس گندم
۰/۹۶	مکمل معدنی و ویتامینی
۰/۶۴	نمک
۰/۸	جوش شیرین

ترکیب مواد مغذی

۸۹/۲۰	ماده خشک (درصد)
۱۸/۴۰	پروتئین خام (درصد)
۲/۲۴	چربی خام (درصد)
۲۶/۰۸	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۸/۱۶	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
۴/۷۱	خاکستر (درصد)
۲/۶۹	انرژی قابل سوخت و ساز (مگاکالری بر کیلوگرم)

مکمل ویتامین و معدنی شامل ویتامین A ۸۰۰/۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین D₃ ۷۰/۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین E ۴/۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین C ۳/۰۰۰ میلی گرم، مس ۱۰۰۰ میلی گرم، کبالت ۱۰ میلی گرم، ید ۲۰ میلی گرم، سلنیوم ۳۰ میلی گرم، کلسیم ۱۲۰/۰۰۰ میلی گرم، فسفر ۳۰/۰۰۰ میلی گرم، سدیم ۳۰/۰۰۰ میلی گرم، منگنز ۳/۰۰۰ میلی گرم، منیزیم ۳۵/۰۰۰ میلی گرم، روی ۴/۰۰۰ میلی گرم، مونسین ۱/۸۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم می باشد.

توکسین بایندرهایی استفاده شده در این طرح با نامهای تجاری اسپاد و اسپاد پلاس می باشد که از شرکت افزودنی های خوراک دام و طیور بامداد رسپینا تهیه شد و ترکیبات آنها به شرح ذیل: اسپاد: آلومینوسیلیکات های فراوری شده، کربن فعال، دیواره سلولی مخمر، اسیدهای آلی و پلیمرهای اختصاصی. اسپاد پلاس: آلومینوسیلیکات های فراوری شده، کربن فعال، دیواره سلولی مخمر، اسیدهای آلی، پلیمرهای اختصاصی، آنزیم های نو ترکیب و ترکیبات فایتوژنیک می باشد. جهت بررسی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد گوساله ها، مصرف غذای روزانه از طریق تفاضل مقدار خوراک داده شده و مقدار خوراک باقیمانده هر ۲۴ ساعت در طول آزمایش محاسبه شد. میزان افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه اندازه گیری و ضریب تبدیل خوراک محاسبه شد. گوساله ها در ابتدا و انتهای دوره وزن کشی و مقدار افزایش وزن طول دوره و میزان افزایش وزن روزانه اندازه گیری شد. مقدار شیر مصرفی گوساله ها نیز اندازه گیری و برای محاسبه ماده خشک شیر در ضریب ۱۲/۵ درصد ضرب شد. ضریب تبدیل خوراک به روش زیر محاسبه شد:

افزایش وزن روزانه / (مقدار ماده خشک مصرفی شیر + مقدار مصرف استارتر) = ضریب تبدیل خوراک

نمونه های مدفوع و خوراک در پایان دوره به مدت پنج روز جمع آوری شد و گوارش پذیری ماده خشک و ماده آلی با استفاده از نشانگر داخلی (خاکستر نامحلول در اسید) تعیین شد (Van Keulen & Young, 1977). در آخر دوره، رفتار نشخوار به صورت ثبت فعالیت برای طول مدت ۲۴ ساعت اندازه گیری شد. در این مدت، گوساله ها زیر نظر قرار گرفته شده و فراسنجه های خوردن، نشخوار کردن، جویدن و استراحت کردن در فاصله زمانی هر پنج دقیقه به صورت چشمی و با فرض اینکه آن فعالیت در پنج دقیقه گذشته نیز ادامه داشته است، برای تمام دام ها طی ساعات شبانه روز مشاهده و ثبت شد (Araujo et al., 2008). اندازه گیری برخی کمیت های بدنی از قبیل طول بدن، ارتفاع از جدوگاه، ارتفاع از کپل، محیط قفسه سینه، محیط مچ پا، محیط مچ دست، اندازه محیط دور شکم، فاصله دو سر استخوان پین، فاصله دو استخوان هیپ، عرض سینه، عرض کپل، عمق بدن در ابتدا و انتهای دوره انجام شد. برای این منظور، گوساله ها در یک سطح کاملاً صاف و تمیز ثابت نگه داشته شده، سپس ابعاد بدن با متر و کولیس اندازه گیری و ثبت شد (Khan et al., 2011). به منظور بررسی قوام ظاهری مدفوع در طول مدت آزمایش، روزانه شکل ظاهری مدفوع مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیازدهی قوام مدفوع به عنوان شاخص سلامت دام به صورت روزانه برای هر یک از گوساله ها در نظر گرفته شد. نمره دهی مدفوع بر اساس روش (Larson et al., 1977)، مورد ارزیابی و نمره دهی قرار گرفت. بر اساس این روش مدفوع سفت و با قوام نمره ۱، مدفوع سفت و بی قوام نمره ۲، مدفوع طبیعی نمره ۳، مدفوع آبکی نمره ۴ و مدفوع آبکی همراه با خون نمره ۵ امتیازدهی شد. نمونه گیری از خون جهت اندازه گیری فراسنجه های خونی شامل گلوکز، کلسترول، تری گلیسیرید، اوره، پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و کراتین در روز آخر آزمایش و قبل از تغذیه به صورت ناشتا به میزان ۱۰ سی سی از ورید گردن و بدون استفاده از ماده ضد انعقاد گرفته شد و در فلاسک حاوی یخ به سرعت به آزمایشگاه ارسال شد. لوله ها در دور 3000×g به مدت ۱۰ دقیقه برای جداسازی پلاسما، سانتریفیوژ شد. داده های به دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و شش تکرار با استفاده از نرم افزار (SAS 2004) ویرایش ۹/۱ تجزیه آماری شد. داده های مربوط به گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی و عملکرد دام ها، میانگین افزایش وزن روزانه، خوراک مصرفی روزانه، ضریب تبدیل غذایی و وزن نهایی و فراسنجه های خونی با استفاده از رویه (GLM) تجزیه و تحلیل شدند. همچنین میانگین تیمارها از طریق آزمون دانکن در سطح معنی داری ۵ درصد مقایسه شدند. مدل استفاده شده برای این طرح به شرح زیر می باشد:

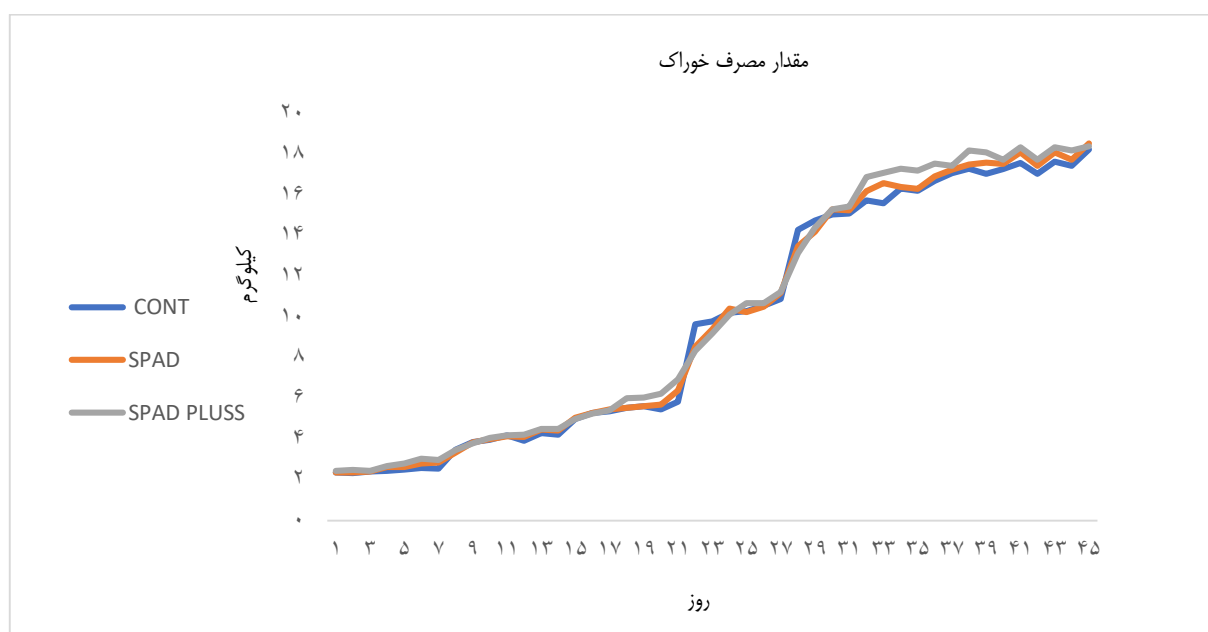
$$y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

y_{ij} : مقدار مشاهده i ام در تکرار j ام، μ : اثر میانگین ها، T_i : اثر تیمار i ام، e_{ij} : اثر خطای آزمایشی مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام.

یافته های پژوهشی

عملکرد رشد و گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف توکسین بایندر بر عملکرد رشد و گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی در جدول ۲ آمده است. مطابق نتایج به دست آمده، وزن انتهای دوره، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، اما تیمار حاوی توکسین بایندر اسپاد پلاس اختلاف معنی داری در مصرف ماده خشک روزانه و مصرف ماده خشک کل با تیمار شاهد و تیمار اسپاد داشت ($P < 0.05$). مقایسه روند مصرف خوراک تیمارهای آزمایشی در طول دوره در شکل ۱ نشان داده شده است. همچنین میزان گوارش پذیری ظاهری ماده خشک و ماده آلی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$).



شکل ۱. نمودار مصرف خوراک روزانه گوساله‌های شیرخوار سیمنتال

جدول ۲. اثر سطوح مختلف توکسین بایندر بر عملکرد و گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی گوساله‌های شیرخوار سیمنتال

تیمارهای آزمایشی (درصد ماده خشک)					صفت
value-P	SEM	اسپاد پلاس	اسپاد	شاهد	
۰/۲۳۴۳	۰/۹۴۴	۴۶/۱۶	۴۷/۱۶	۴۴/۶۶	وزن ابتدای دوره (کیلوگرم)
۰/۲۵۱۹	۱/۱۳۶	۶۰/۰۰	۶۰/۱۶	۵۷/۶۶	وزن انتهای دوره (کیلوگرم)
۰/۲۳۰۰	۰/۳۷۷	۱۳/۸۴	۱۳/۰۰	۱۳/۰۰	تغییرات وزنی (کیلوگرم)
۰/۲۳۰۰	۰/۰۰۸	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۹	افزایش وزن روزانه (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۹	^a ۱/۵۰	^{ab} ۱/۴۷	^b ۱/۴۵	مصرف ماده خشک روزانه جیره آغازین (کیلوگرم در روز)
۰/۰۱۳۰	۰/۰۱۰	^a ۲/۱۵	^{ab} ۲/۱۳	^b ۲/۱۰	مصرف ماده خشک کل (شیر+خوراک) (کیلوگرم در روز)
۰/۳۷۰۰	۰/۱۸۴	۷/۰۲	۷/۳۷	۷/۳۲	ضریب تبدیل خوراک
۰/۲۸۵۳	۳/۴۷۲	۴۲/۲۸	۴۰/۸۰	۵۰/۳۰	گوارش پذیری ظاهری ماده خشک (درصد)
۰/۳۵۴۲	۳/۷۷۶	۴۷/۲۰	۴۵/۷۰	۵۵/۰۱	گوارش پذیری ظاهری ماده آلی (درصد)

^{a-b}: تفاوت ارقام در هر ردیف با حروف نامشابه، معنی دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد از میانگین.

رفتار تغذیه‌ای

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف توکسین بایندر بر رفتار نشخوار گوساله‌های شیرخوار سیمنتال در جدول ۳ آمده است. صفات استراحت، جویدن، خوردن و نشخوار در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نداشت. نسبت علوفه به کنسانتره در تمام تیمارهای آزمایشی در پژوهش حاضر به یک نسبت در نظر گرفته شد و اندازه ذرات علوفه مورد استفاده در همه گروه‌ها یکسان بود.

جدول ۳. اثر سطوح مختلف توکسین بایندر بر رفتار نشخوار گوساله‌های شیرخوار سیمنتال (دقیقه در روز)

value-P	SEM	تیمارهای آزمایشی (درصد ماده خشک)			صفت
		اسپاد پلاس	اسپاد	شاهد	
۰/۷۲۴۳	۱۴/۵۱۶	۳۲۳/۳۳	۳۴۰/۰۰	۳۳۱/۶۶	خوردن
۰/۶۶۹۸	۵/۰۷۲	۲۲۸/۳۳	۲۳۱/۶۶	۲۲۴/۶۶	نشخوار کردن
۰/۶۵۱۶	۱۵/۸۹۴	۵۵۱/۶۶	۵۷۱/۶۶	۵۵۵/۸۳	جویدن
۰/۶۵۱۶	۱۵/۸۹۴	۸۸۸/۳۳	۸۶۸/۳۳	۸۸۴/۱۶	استراحت

شاخص‌های رشد اسکلتی

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف توکسین بایندر بر شاخص‌های رشد اسکلتی در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس نتایج، جیره‌های آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر طول بدن، قد از جدوگاه، قد از کپل، محیط شکم، محیط مچ دست، محیط مچ پا، و عرض کپل، عرض سینه و عمق بدن گوساله‌ها در ابتدا و انتهای دوره نداشت ($P \geq 0.05$).

جدول ۴. اثر سطوح مختلف توکسین بایندر بر رشد اسکلتی (سانتی متر) گوساله‌های شیرخوار سیمنتال

value-P	SEM	تیمارهای آزمایشی (درصد ماده خشک)			صفت
		اسپاد پلاس	اسپاد	شاهد	
					طول بدن (سانتی‌متر)
۰/۹۰۲۶	۱/۳۰۵	۷۱/۶۷	۷۱/۳۴	۷۰/۸۴	ابتدای دوره
۰/۹۲۸۰	۱/۲۱۶	۷۶/۱۷	۷۶/۵۰	۷۵/۸۳	انتهای دوره
					ارتفاع از جدوگاه (سانتی‌متر)
۰/۵۲۵۹	۱/۴۲۹	۷۸/۸۳	۷۷/۵۰	۷۶/۵۰	ابتدای دوره
۰/۴۳۰۵	۱/۳۴۷	۸۳/۱۶	۸۲/۳۳	۸۰/۶۶	انتهای دوره
					ارتفاع از کپل (سانتی‌متر)
۰/۳۸۹۶	۱/۱۰۷	۸۲/۵۰	۸۰/۶۶	۸۰/۵۰	ابتدای دوره
۰/۳۸۲۲	۱/۱۹۰	۸۶/۳۴	۸۴/۳۳	۸۴/۱۶	انتهای دوره
					محیط قفسه سینه (سانتی‌متر)
۰/۰۶۰۸	۱/۰۲۷	۷۹/۰۰	۷۸/۵۰	۷۵/۵۰	ابتدای دوره
۰/۰۲۰۹	۱/۱۰۶	^a ۸۴/۰۰	^{ab} ۸۳/۱۶	^b ۷۹/۳۴	انتهای دوره

محیط دور شکم (سانتی متر)				
۷۳/۳۳	۷۵/۵۰	۷۷/۸۳	۱/۴۱۲	۰/۱۱۲۴
ابتدای دوره				
۸۰/۱۶	۸۲/۶۶	۸۴/۰۰	۱/۶۴۰	۰/۲۷۵۳
انتهای دوره				
محیط مچ پا (سانتی متر)				
۱۴/۳۳	۱۴/۶۶	۱۴/۸۳	۰/۴۴۰	۰/۷۲۱۷
ابتدای دوره				
۱۶/۸۳	۱۷/۵۰	۱۷/۵۰	۰/۵۱۶	۰/۵۵۵۹
انتهای دوره				
محیط مچ دست (سانتی متر)				
۱۱/۸۳	۱۳/۱۶	۱۲/۸۴	۰/۴۰۱	۰/۰۸۰۸
ابتدای دوره				
۱۴/۶۶	۱۵/۵۰	۱۵/۱۷	۰/۴۹۰	۰/۴۹۱۷۹
انتهای دوره				
فاصله دو سراسخوان پین (سانتی متر)				
۷/۳۳	۸/۰۰	۸/۱۶	۰/۳۳۶	۰/۲۱۲۳
ابتدای دوره				
^b ۱۰/۱۶	^{ab} ۱۰/۶۶	^a ۱۲/۱۶	۰/۴۳۵	۰/۰۱۴۱
انتهای دوره				
فاصله دو سراسخوان هیپ (سانتی متر)				
۱۰/۱۶	۱۰/۸۳	۱۰/۰۰	۰/۳۲۸	۰/۱۹۷۶
ابتدای دوره				
^b ۱۲/۳۳	^a ۱۴/۰۰	^{ab} ۱۳/۳۳	۰/۳۷۵	۰/۰۲۱۷
انتهای دوره				
عرض سینه (سانتی متر)				
۱۰/۱۷	۱۰/۰۰	۱۰/۳۴	۰/۳۶۷	۰/۸۱۶۵
ابتدای دوره				
۱۲/۱۶	۱۲/۶۶	۱۳/۰۰	۰/۳۹۷	۰/۳۵۲۸
انتهای دوره				
عمق بدن (سانتی متر)				
۳۵/۳۳	۳۶/۶۷	۳۶/۵۰	۰/۶۸۵	۰/۳۵۰۱
ابتدای دوره				
۴۰/۳۳	۴۱/۳۳	۴۱/۰۰	۰/۷۳۵	۰/۶۲۸۳
انتهای دوره				
عرض کپل (سانتی متر)				
۱۴/۸۳	۱۶/۱۷	۱۵/۰۰	۰/۵۳۴	۰/۱۹۱۳
ابتدای دوره				
۱۸/۱۶	۱۹/۵۰	۱۸/۶۷	۰/۷۱۲	۰/۴۲۹۷
انتهای دوره				

قوام مدفوع

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف توکسین بایندر بر عملکرد قوام مدفوع در جدول ۵ آمده است. همان طور که مشاهده می شود میانگین نمره قوام مدفوع در طول مدت آزمایش، تفاوت معنی داری بین تیمارها نداشت.

جدول ۵. اثر سطوح مختلف توکسین بایندر بر قوام مدفوع گوساله های شیرخوار سیمنتال

تیمارهای آزمایشی (درصد ماده خشک)					
value-P	SEM	اسپاد پلاس	اسپاد	شاهد	صفت
۰/۸۵۱۴	۰/۴۷۷	۴/۱۶	۳/۸۳	۳/۸۳	قوام مدفوع ابتدای دوره
۰/۸۷۲۵	۰/۴۴۹	۳/۳۳	۳/۶۶	۳/۵۰	قوام مدفوع انتهایی دوره

فراسنجه‌های خونی

نتایج و اطلاعات مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی در جدول ۶ ارائه شده است. سطوح مختلف توکسین بایندر تأثیری بر کلسترول، تری‌گلیسیرید و گلوکز خون در گوساله‌های شیرخوار نداشت ($P \geq 0.05$).

جدول ۶. اثر سطوح مختلف توکسین بایندر بر فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیرخوار سیمتال

تیمارهای آزمایشی (درصد ماده خشک)					
value-P	SEM	اسپاد پلاس	اسپاد	شاهد	صفت
۰/۵۰۲۱	۱۱/۷۷۱	۱۰۱/۷۵	۹۳/۲۵	۱۱۷/۷۵	کلسترول (میلی گرم/دسی‌لیتر)
۰/۵۲۷۳	۴/۶۸۵	۳۳/۷۵	۴۳/۲۵	۳۸/۰۰	تری‌گلیسیرید (میلی گرم/دسی‌لیتر)
۰/۸۸۴۸	۵/۲۵۹	۷۵/۲۵	۷۷/۰۰	۷۲/۵۰	گلوکز (میلی گرم/دسی‌لیتر)
۰/۵۸۴۹	۳/۱۰۹	۲۵/۶۵	۲۳/۲۲	۲۸/۹۵	اوره (میلی گرم/دسی‌لیتر)
۰/۸۹۶۹	۰/۲۵۶	۶/۹۷	۶/۷۸	۶/۹۲	پروتئین کل (گرم/دسی‌لیتر)
۰/۹۷۱۲	۰/۰۷۸	۳/۵۲	۳/۴۸	۳/۵۰	آلبومین (گرم/دسی‌لیتر)
۰/۹۴۴۲	۰/۲۹۸	۳/۴۶	۳/۳۰	۳/۴۲	گلوبولین (میلی گرم/دسی‌لیتر)
۰/۹۸۸۶	۰/۰۲۹	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۱	کراتینین (میلی گرم/دسی‌لیتر)

بحث

نتایج حاضر در این تحقیق همسو با (محسنی‌سلطانی و همکاران، ۱۴۰۰)، که بیان کردند مصرف توکسین بایندر باعث افزایش مصرف خوراک می‌گردد بود. همچنین در گزارش دیگر اعلام شد که تیمار آزمایشی اثری بر مصرف ماده خشک نداشت، اما استفاده از توکسین بایندر سبب افزایش وزن روزانه، وزن نهایی و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد (هادوی و کارگر، ۱۴۰۳). بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن روزانه می‌تواند به دلیل افزایش گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی با کمک ترکیبات موجود در توکسین بایندر و غیرفعال کردن توکسین‌های موجود در خوراک باشد. تحقیقات نشان داد که افزودن برخی از افزودنی‌های غذایی باعث بهبود فلور میکروبی روده و تغییر در میزان گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی و به دنبال آن تغییر در افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی می‌شود (Anderson et al., 1997). محققین با بررسی تأثیر توکسین بایندر در خوک، دریافتند که استفاده از توکسین بایندر عملکرد رشد را بهبود بخشیده و گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی را افزایش داد (Clarke et al., 2018). همچنین بر خلاف تحقیق حاضر، (Mehany & Shams., 2019) در گزارشی که بر روی تأثیر توکسین بایندرها بر عملکرد تولیدی گاوهای شیرده فریزین انجام شد، مصرف ماده خشک در گروه‌های استفاده کننده از توکسین بایندر در جیره نسبت به گروه شاهد کاهش یافت. در گزارشی (Britton et al., 1978) استفاده از بنتونیت در جیره بره‌ها، سبب افزایش گوارش پذیری ظاهری ماده خشک و ماده آلی شد. در حالی که (Martin et al., 1969) نشان دادند که استفاده از بنتونیت در سطح ۴ و ۸ درصد در جیره گوسفندان، تأثیری بر گوارش پذیری ظاهری ماده خشک و ماده آلی نداشت. بهبود گوارش پذیری

ظاهری ممکن است به دلیل افزایش زمان ماندگاری خوراک در شکمبه باشد (Ellis et al., 1983). افزایش گوارش پذیری ظاهری مواد مغذی با مصرف بنتونیت با غلظت ماده خشک در گاو شیری گزارش شد (Soliman et al., 2003). با افزودن جاذب بنتونیت و کربن فعال به جیره غذایی آلوده میزان تجزیه پذیری ماده خشک و آلی بهبود یافت (اسد زاده هروی و همکاران، ۱۳۹۷). به طوریکه تحقیقات (Jiang et al., 2018)، نشان داده است که کارایی جذب آفلاتوکسین در جیره های حاوی ماده جاذب توکسین وابسته به میزان آفلاتوکسین و مقادیر ماده جاذب مورد استفاده در جیره غذایی گاوهای شیری است و افزودن بیش از حد جاذب آفلاتوکسین با از دسترس خارج کردن مواد مغذی و معدنی مانع از هضم و جذب بهینه آنها می شود.

خصوصیات فیزیکی جیره می تواند رفتار تغذیه ای و عملکرد دام را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین الیاف جیره اعم از علوفه ای و غیرعلوفه ای در تحریک نشخوار کردن متفاوت عمل میکنند، زیرا اندازه ذرات و زمان ماندگاری متفاوتی در شکمبه دارند (قورچی و همکاران، ۱۴۰۲). تغییرات در مدت زمان نشخوار کردن احتمالاً مرتبط با تفاوت در ماده خشک مصرفی و نیز گوارش پذیری مواد مغذی باشد و همچنین فعالیت نشخوار به عنوان علتی برای تشخیص سلامت شکمبه به دلیل تحریک ترشح بزاق در نظر گرفته می شود (Maekawa et al., 2002). به طور کلی مدت زمان جویدن با کاهش اندازه ذرات و محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی کاهش می یابد (Grant et al., 1990). احتمال می رود محتوای پایین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و ماهیت شیمیایی و فیزیکی آن، موجب کاهش عمل نشخوار کردن و جویدن شود (Van Soest., 1994).

همسو با نتایج مطالعه حاضر (Toprak et al., 2016)، هیچ اثر قابل توجهی به دلیل افزودن زئولیت میکرونیزه شده به خوراک بره از نظر نیتروژن اوره ای خون، گلوکز پلاسما، کراتینین سرم و غلظت تری گلیسیرید، سدیم، پتاسیم و کلر مشاهده نکردند. بر خلاف نتایج حاضر (Mehany & Shams., 2019)، مقدار پروتئین کل، گلوبولین و گلوکز در گروه های دریافت کننده توکسین بایندر به صورت معنی داری نسبت به گروه شاهد افزایش داشت، اما میزان غلظت آلبومین کاهش معنی دار داشت. نتایج آلبومین ممکن است به دلیل افزایش استفاده از اسیدهای آمینه برای سنتز پروتئین باشد (Abdelmawla et al. 1998). از سوی دیگر، داده های پروتئین کل پلاسمای خون، مقادیر آلبومین و گلوبولین بین تیمارهای مکمل بنتونیت به جیره بره های در حال رشد تفاوت معنی داری نداشت (Salem et al., 2001). استفاده از توکسین بایندر هربال بنتومکس چیتیکا بر گلوکز و تری گلیسیرید خون تأثیر معنی داری نداشت، اما میزان کلسترول در تیمارهای حاوی توکسین بایندر نسبت به گروه شاهد کاهش معنی داری داشت (هادوی و کارگر، ۱۴۰۳).

در سنین اولیه گوساله ها که مصرف خوراک آغازین بسیار کم است، نمره مدفوع و اسهال گوساله ها تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند عوامل محیطی، بهداشتی، مدیریتی و فیزیولوژیکی قرار دارد (رجب پور و همکاران، ۱۴۰۲) و کمتر تحت تأثیر نوع و ترکیب خوراک ابتدایی قرار می گیرد (Lesmeister et al., 2004). در تحقیق حاضر، نمره قوام مدفوع گوساله های تغذیه شده با تیمارهای مختلف در حدود سه بود و این نمره به عنوان حد طبیعی در گوساله های در حال رشد در نظر گرفته می شود (حسین آبادی و همکاران، ۱۴۰۱).

در گزارشی (رجب پور و همکاران، ۱۴۰۲)، بیان کردند که افزودن سطوح مختلف عسل طبیعی در شیر گوساله های شیرخوار هلشتاین بر شاخص های رشد اسکلتی اثری نداشت، اما این تحقیق نشان داد که شاخص های اسکلتی شامل، محیط قفسه سینه، فاصله دو سراسخوان پین و فاصله دو سراسخوان هیپ، تحت تأثیر تیمارهای مختلف توکسین بایندر قرار گرفت و نسبت به گروه شاهد معنی دار شد ($P < 0.05$) که افزایش رشد در گوساله های تغذیه شده با جیره های حاوی توکسین بایندر را می توان به بهبود مصرف خوراک روزانه و به طبع آن، بهبود رشد شاخص های اسکلتی نسبت داد.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد افزودن سطوح مختلف توکسین بایندر تأثیر معنی داری بر روی صفات عملکردی از جمله وزن انتهای دوره، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشت، اما بر میزان مصرف ماده خشک روزانه و میزان مصرف ماده خشک کل

(شیر+خوراک) تأثیر معنی داری داشت. تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر قابلیت هضم ماده خشک، قوام مدفوع، غلظت گلوکز، کلسترول، تری گلیسیرید، نیتروژن اورهای خون و رفتار مصرف خوراک نداشت. با توجه به نتایج این تحقیق، توکسین بایندر تأثیر منفی بر عملکرد، شاخص های رشد اسکلتی و سلامت گوساله ها نداشته، بلکه باعث افزایش و بهبود مصرف خوراک شد، لذا توصیه می شود از توکسین بایندر اسپاد پلاس در سطح ۵ گرم در روز در جیره گوساله ها استفاده شود.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای محسن عابدینی بابت همکاری لازم جهت انجام این آزمایش در واحد پرورش گاو شیری ایشان، شرکت افزودنی های خوراک دام و طیور بامداد رسپینا بابت همکاری در زمینه تهیه و ارسال توکسین بایندر و همچنین از دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که در انجام این پژوهش یاری رساندند، قدردانی به عمل می آید.

"هیچگونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

منابع

- اسکوتیان، احسان، کارگر، فاروق، کرمانشاهی، حسن، و سالاری پور، هدی (۱۳۹۸). مروری بر سموم قارچی مهم خوراک طیور، بیماری زایی و روش های از بین بردن آن ها. تازه ها در میکروپزشناسی دامپزشکی، ۲(۲)، ۸۴-۱۰۴.
<https://doi.org/10.22034/nfvm.2020.122887>
- حسین آبادی، مصطفی، تربتی نژاد، نورمحمد، قورچی، تقی، و توغدیری، عبدالحکیم (۱۴۰۱). اثر سطح و روش فرآوری دانه کتان بر عملکرد، شاخص های رشد اسکلتی، سلامت و رفتار نشخوار گوساله های شیرخوار. تحقیقات تولیدات دامی. ۱۱(۲)، ۳۱-۴۲.
<https://doi.org/10.22124/ar.2022.19593.1617>
- رجب پور، زهرا، قورچی، تقی، توغدیری، عبدالحکیم، و اسدی، محمد (۱۴۰۲). اثر غنی سازی شیر با عسل طبیعی بر عملکرد، قابلیت هضم، متابولیت های خون و شاخص های رشد اسکلتی گوساله های شیرخوار هلستاین. تحقیقات تولیدات دامی. ۱۲(۴)، ۷۹-۸۸.
<https://doi.org/10.22124/ar.2024.7391>
- قورچی، تقی، حسین آبادی، مصطفی، و توغدیری، عبدالحکیم (۱۴۰۲). اثر متیونین و کولین محافظت نشده بر مصرف خوراک، رشد، قابلیت هضم، امتیاز مدفوع، متابولیت های خون و رفتار مصرف خوراک گوساله های شیرخوار. تحقیقات تولیدات دامی. ۱۲(۲)، ۳۱-۴۱.
<https://doi.org/10.22124/ar.2023.23543.1742>
- محسنی سلطانی، دانیال، آقاشاهی، علیرضا، اقدام شهریار، حبیب، ابراهیم نژاد، یحیی، و حسینی، سیدعبدالله (۱۴۰۰). اثرات افزودن توکسین بایندرها و پریبیوتیک، بر عملکرد جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره های آلوده به آفلاتوکسین B1. تولیدات دامی. ۲۳(۳)، ۴۰۹-۴۲۰.
<https://doi.org/10.22059/jap.2021.314509.623577>
- هادوی، آرش، و کارگر، فاروق (۱۴۰۳). استفاده از توکسین بایندر چندجزئی هربال بنتومکس چیتیکا در گوساله های نر پرواری هلستاین بر عملکرد، قابلیت هضم و برخی از فراسنجه های خون. نهمین کنفرانس ملی مهندسی محیط زیست و منابع طبیعی.

REFERENCES

- Abdelmawla, S. M., El-Kerdawy, D. M. A., & Salem, F. A. F. (1999). Productive performance and blood constituents of lactating goats fed diets supplemented with sodium bentonite. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 1(1), 53-61.
- Anderson, W. G., McKinley, R. S., & Colavecchia, M. (1997). The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. *North American Journal of Fisheries Management*, 17(2), 301-307.
- Araujo, R. C., Pires A. V., Susin, I., Mendes, C. Q., Rodrigues, G. H., Packer I. U., & Eastridge, M. L. (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: 3511-3521.
[DOI: 10.2527/jas.2008-0940](https://doi.org/10.2527/jas.2008-0940)
- Assadzadeh, S., Tahmasbi, A., Naserian, A. A., Valizadeh, R. (2018). The Effect of Organic and Inorganic

- Aflatoxin B1 Absorbents on in Vitro Digestibility and Rumen Fermentation Characteristics. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 9(4), 413-423. DOI:10.22067/ijasr.v4i1.43789. (In Persian).
- Britton, R. A., Colling, D. P., & Klopfenstein, T.J. (1978). Effect of complexing sodium bentonite with SBM or urea in vitro ruminal ammonia release and nitrogen utilization in ruminants. *Journal of Animal Science*, 46(6), 1738-1747. <https://doi.org/10.2527/jas1978.4661738x>
- Clarke, L.C., Sweeney, T., Curley, E., Duffy, S.K., Vigors, S., Rajauria, G., & O'Doherty, J.V. (2018). Mycotoxin binder increases growth performance, nutrient digestibility and digestive health of finisher pigs offered wheat based diets grown under different agronomical conditions. *Animal Feed Science and Technology*, 240, P 52-65. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.03.013>.
- Creppy, E. E., (2002). Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in europe. *Toxicology Letters*. 127(1-3), 19-28. DOI: 10.1016/s0378-4274(01)00479-9
- Dorne, J. L. C., Cortiñas-Abrahantes, J., Spyropoulos, F., Darney, K., Lautz, L., Louisse, J., ... & Robinson, T. (2023). TKPlate 1.0: An Open-access platform for toxicokinetic and toxicodynamic modelling of chemicals to implement new approach methodologies in chemical risk assessment. *EFSA Journal*, 21(11), e211101. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.e211101>.
- Ellis, W.C., Horn, G. W., Delancy, D., & Pund, K. R. (1983). Effect of ionophores on grazed forage utilization and their economic value for cattle on wheat pastures. In: G. W. Hom (Ed) *Proc. National Wheat pastures Symp.* Pp. 343. Oklahoma Agric. Exp sta. MP115, Still water.
- Gallo, A., Minuti, A., Bani, P., Bertuzzi, T., Cappelli, F. P., Doupovec, B., & Trevisi, E. (2020). A mycotoxin-deactivating feed additive counteracts the adverse effects of regular levels of Fusarium mycotoxins in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11314-11331. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18197>.
- Ghofrani Tabari, D., Kermanshahi, H., Golian, A., & Majidzadeh Heravi, R. (2018). In vitro Binding Potentials of Bentonite, Yeast Cell Wall and Lactic Acid Bacteria for Aflatoxin B1 and Ochratoxin A. *Iranian Journal of Toxicology*, 12(2), 7-13. <https://doi.org/10.29252/arakmu.12.2.7>.
- Ghoorchi, T., Hossein Abadi, M., & Toghdory, A. H. (2023). Effect of unprotected methionine and choline on feed intake, growth, digestibility, fecal score, blood metabolites, and feeding behavior of suckling calves. *Animal Production Research*, 12(2), 31-41. doi: 10.22124/AR.2023.23543.1742. (In Persian).
- Grant, R. J., Colenbrander, V. F., & Mertens, D. R. (1990). Milk fat depression in dairy cows: role of particle size of alfalfa hay. *Journal of Dairy Science*, 73, 1823-1833. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78862-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78862-5).
- Hadavi, A., & Kargar, F., (2024, May). The use of multicomponent herbal binder toxin Bentomax Chitica in fattening male Holstein calves on performance, digestibility and some blood parameters. *The 9th National Conference on Environmental Engineering and Natural Resource*. (In Persian).
- Hossein Abadi, M., Torbati Nejad, N. M., Ghoorchi, T., & Toghdory, A. H. (2022). Effect of flaxseed level and processing method on performance, skeletal growth indices, health, and rumination behavior of suckling calves. *Animal Production Research*, 11(2), 31-42. doi: 10.22124/AR.2022.19593.1617. (In Persian).
- Jiang, Y., Ogunade, I. M., Kim, D. H., & Li, X. (2018). Effect of adding clay with or without a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on the health and performance of lactating dairy cows challenged with dietary aflatoxin B1. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3008-3020. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13678>
- Katsoulos, P. D., Roubies, N., Panousis, N., Arsenos, G., Christaki, E., & Karatzias, H. (2005). Effects of long-term dietary supplementation with clinoptilolite on incidence of parturient paresis and serum concentrations of total calcium, phosphate, magnesium, potassium, and sodium in dairy cows. *Am. J. Vet. Res*, 66(12), 2081-5. doi: 10.2460/ajvr.2005.66.2081
- Kermanshahi, H., Hazegh, A., & Afzali, N. (2009). Effect of Sodium Bentonite in broiler chickens fed diets contaminated with Anatoxin B1. *Journal of Animal and Veterinary Advances*; 8(8): 1631-6. (In Persian).
- Khan, M.A., Weary, D. M & Keyserlingk, M. A. (2011). Invited review :Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 94:1071-1081. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>
- Larson, L. L., Owen, F. G., Albright, J. L., Appleman, R. D., Lamb, R. C., & Muller, L. D.(1977). Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. *Journal of Dairy Science*, 60: 989-991.10.3168/jds.S0022-0302(77)83975-1
- Lesmeister, K., Heinrichs, A., & Gabler, M. (2004). Effects of supplemental yeast *Saccharomyces cerevisiae* culture on rumen development, growth characteristics and blood parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 87, 1832-1839. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73340-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73340-8).

- Maekawa, M., Beauchemin, K. A., & Christensen, D. A. (2002). Chewing activity, saliva production, and ruminal pH of primiparous and multiparous Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 85, 1176-1182. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74180-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74180-5).
- Martin, L. C., Clifford, A. J., & Tillman, A. D. (1969). Studies on sodium bentonite in ruminant diets containing urea. *Journal of Animal Science*, 29(5), 777-782. <https://doi.org/10.2527/jas1969.295777x>
- Mehany, A. A., & Shams., A. Sh. E. (2019). Effect of toxin binder on productive performance of lactating Friesian cows. *Journal of Animal and Poultry Production*, 10 (12), 405- 413. <https://doi.org/10.21608/jappmu.2019.82461>.
- Merle, R., Weise, S., Gorisek, L., Baer, J., Robé, C., Friese, A., & Jensen, K. C. (2023). The therapy frequency of antibiotics and phenotypical resistance of *Escherichia coli* in calf rearing sites in Germany. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1152246. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1152246>.
- Mohseni Soltani, D., Aghashahi, A., Aghadamshahryar, H., Ebrahimnejad, Y., & Hosseini, S. A. (2021). The effects of toxin binders and prebiotics on performance, intestinal microbial population, stress and antioxidant indexes of broiler chicks fed diets contaminated with aflatoxin B1. *Journal of Animal Production*, 23(3), 409-420. <https://doi.org/10.22059/jap.2021.314509.623577>. (In Persian).
- Oskoueian, E., kargar, F., kermanshahi, H., salaripour, M. (2020). A Review on Important Poultry Feed Mycotoxins, their Pathogenicity and Methods of Combating. *New Findings in Veterinary Microbiology*, 2(2), 84-104. <https://doi.org/10.22034/nfvm.2020.122887>. (In Persian).
- Peng, W. X., Marchal, J. L. M., & van der Poel, A. F. B. (2018). Strategies to prevent and reduce mycotoxins for compound feed manufacturing. *Animal Feed Science and Technology*, 237, 129-153. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.01.017>.
- Rajabpour, Z., Ghoorchi, T., Toghdory, A., & Asadi, M. (2023). Effect of milk fortified with natural honey on performance, digestibility, blood metabolites, and skeletal growth indices of suckling Holstein calves. *Animal Production Research*, 12(4), 79-88. doi: 10.22124/AR.2024.7391. (In Persian).
- Richard, J. L., Payne, G. A., Desjardins, A. E., Maragos, C., Norred, W. P., & Pestka, J. J. (2003). Mycotoxins: risks in plant, animal and human systems. *CAST Task Force Report*, 139, 101-103.
- Salem, F.A.F., Hanaa, El-Amary & Hassanin, S.H. (2001). Effect of Bentonite supplementation on nutrients digestibility, rumen fermentation, some blood physiological parameters and performance growing Lambs. *Egyptian Journal Nutrition and Feed*, (4) 9(Special Issue), 179-191.
- Soliman, A. M., El-Shabrawy, H. M., Rashed, M., El-Saadany, S. A., & Abd-El-Kabeer, A. M. (2003). Effect of using ammonia treatment and bentonite supplement to minimize hazards of aflatoxin on crossbred Friesian lactating cows milk production. *Egyptian Journal Nutrition and Feed*, 6(Special Issue), 603-616.
- Streit, E., Naehrer, K., Rodrigues, I., Schatzmayr, G. (2013). Mycotoxin occurrence in feed and feed raw materials worldwide: Longterm analysis with special focus on Europe and Asia. *J. Sci. Food Agric*. 93(12), 2892-9. doi: 10.1002/jsfa.6225. Epub 2013 Jun 26.
- Toprak, N.N., Yılmaz, A., Öztürk, E., O., Yigit, O., & Cedden, F. (2016). Effect of micronized zeolite addition to lamb concentrate feeds on growth performance and some blood chemistry and metabolites. *South African Journal of Animal Science*, 46(3), 313-320. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v46i3.11>.
- Van Keulen, J. B., & Young, A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44(2), 282-287. <http://doi.org/10.2527/jas1977.442282x>.
- Van Soest, P. J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminants. Cornell University Press, Ithaca, New York. steers. Nebraska Beef Cattle Reports, 67A, 72-74.
- Wagacha, J., Muthomi, J. (2008) Mycotoxin problem in Africa current status implications to food safety and Health and possible management strategies. *Int J of Food Microbiol*, 124(1), 1-12.
- Whitlow, L. W., & Hagler, W. M. (2005). Mycotoxins in dairy cattle: Occurrence, toxicity, prevention and treatment. In Proc. *Southwest Nutr. Conf* (pp. 124-138).
- Zavistanaviciute, P., Ruzauskas, M., Antanaitis, R., Televicius, M., Lele, V., Santini, A., & Bartkiene, E. (2023). Antimicrobial and mycotoxin reducing properties of lactic acid bacteria and their influence on blood and feces parameters of newborn calves. *Animals*, 13(21), 3345. <https://doi.org/10.3390/ani13213345>