

The interaction effect of corn grain processing and weaning method of Holstein suckling calves on blood metabolites, health and nutritional behavior

Amin Rahimi¹, GholamReza Ghorbani², Farzad Hashemzadeh³, Mahdi Mirzaei^{4*}

¹ PhD Student, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

² Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

³ Assistant Professor, Department of Animal Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

⁴ Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran, Email: mirzaee.1984@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 6/1/2025

Revised: 13/4/2025

Accepted: 13/4/2025

Keywords:

Abrupt weaning

Corn processing

Gradual weaning

Steam-flaked corn

Suckling calves

ABSTRACT

Background and Objectives: In recent years, the issue of rearing suckling calves in cattle herds has been highly considered. Corn processing in the form of steam flaked (using high temperature and humidity) causes gelatinization of the semi-crystalline form of starch, which facilitates access to starch and thus improves starch digestion and rumen development. Also, the weaning protocol is a vital factor in the physiological and morphological development of the calf's rumen. Several studies have been conducted to identify the appropriate method of weaning. The results of past studies show that weaning method is affected by rumen development. Therefore, the aim of the present study was to investigate the interaction effect of corn grain processing method (steam flaked and finally ground) with weaning method (gradual and abrupt) on blood metabolites, health and nutritional behavior of Holstein calves.

Materials and Method: The present study conducted with using 48 Holstein calves with 38.2 ± 1.60 kg body weight (12 in each treatment, 6 males and 6 females) at the age of 3 days. The experimental design was a 2×2 factorial arrangement, resulting in four treatment groups: 1) steam-flaked corn and gradual weaning, 2) steamed flaked corn and abrupt weaning, 3) ground corn and gradual weaning, and 4) ground corn and abrupt weaning were allocated. Abrupt weaning was don on day 68 and 69 with daily reduction 3.5 liters of milk, while gradual according to reduction plan weaning was don between days 60 and 69. Weaning was performed on day 70 in all treatments and the experiment continued until day 90. In order to investigate the effect of experimental treatments on blood parameters, blood samples were taken from the calves on days 40, 60 and 80. Feeding behavior activities were recorded for three consecutive days on days 70 to 72. Also, health indicators were recorded on a daily basis.

Results: The results of the present study showed that the concentration of total protein ($P=0.02$) and albumin ($P=0.04$) in blood was higher in calves that were weaned abruptly than in calves

that were weaned gradually. The interaction between corn processing type and weaning method for aspartate aminotransferase was significant ($P=0.01$), and calves receiving ground corn and weaned abruptly had higher concentrations of this enzyme compared to calves receiving steam-flaked corn and weaned abruptly. Calves receiving steam-flaked corn had lower respiratory scores ($P=0.01$) and general health status scores ($P=0.01$) than calves receiving ground corn. The interaction between corn grain processing method and weaning schedule on rectal temperature was significant ($P=0.01$), such that in calves receiving ground corn, abrupt weaning led to an increase in rectal temperature of calves. Except for feeding time ($P=0.01$), calf behavior was not affected by the experimental treatments. Gradual weaning of calves resulted in longer feeding time compared to abrupt weaning.

Conclusion: Based on the results obtained from this study, the use of steam-flaked corn decreased the level of blood urea nitrogen, which is probably due to the improvement of nitrogen utilization. Gradual weaning method decreased rectal temperature, albumin concentration, and also increased spent time for eating, which indicates stress reduction. In general, feeding the suckling calves with steam-flaked corn in combination with the gradual weaning method improved the performance of the suckling calves.

Cite this article: Rahimi, A., Ghorbani, Gh.R., Hashemzadeh, F., Mirzaei, M. (2025). The interaction Effect of corn grain processing and weaning method of Holstein suckling calves on blood metabolites, health and nutritional behavior. *Journal of Ruminant Research*, 13(3), 151-168.



© The Author(s)



[10.22069/EJRR.2025.23017.1987](https://doi.org/10.22069/EJRR.2025.23017.1987)

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

اثر متقابل فرآوری دانه ذرت و روش از شیرگیری گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بر متابولیت‌های خونی، سلامت و رفتارهای تغذیه‌ای

امین رحیمی^۱، غلامرضا قربانی^۲، فرزاد هاشم‌زاده^۳، مهدی میرزایی^{۴*}

^۱ دانش‌آموخته دکتری تخصصی، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

^۲ استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

^۳ دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

^۴ استادیار، گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی و محیط‌زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران، رایانامه: mirzaee.1984@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: در سال‌های اخیر موضوع پرورش گوساله شیرخوار در گله‌های گاوشیری و راهبردهای بهینه تغذیه‌ای آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است. فرآوری دانه ذرت به صورت ورقه‌ای شده با بخار (با استفاده از دما و رطوبت زیاد) باعث ژلاتینه شدن شکل نیمه‌بلوری نشاسته می‌شود که این موضوع دسترسی به نشاسته را تسهیل می‌کند و در نتیجه هضم نشاسته و توسعه شکمبه را بهبود می‌بخشد. همچنین پروتکل از شیر گرفتن از عوامل حیاتی در رشد فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی شکمبه گوساله محسوب می‌شود. مطالعات متعددی برای شناسایی روش مناسب شیرگیری انجام شده است. نتایج مطالعات گذشته نشان می‌دهد که شیرگیری موفق تحت تأثیر توسعه شکمبه قرار می‌گیرد؛ بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر متقابل روش فرآوری دانه ذرت (ورقه‌ای شده با بخار و آسیاب) با روش شیرگیری (تدریجی و ناگهانی) بر متابولیت‌های خون، سلامت و رفتار تغذیه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱/۲۵	مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر با استفاده از ۴۸ رأس گوساله شیرخوار با میانگین وزن بدن $1/60 \pm$ ۳۸/۲۶ رأس در هر تیمار، ۶ رأس نر و ۶ رأس ماده (در سن ۳ روزگی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل 2×2 که به ۴ تیمار آزمایشی شامل: ۱- ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری تدریجی، ۲- ذرت ورقه‌ای شده بخار و شیرگیری ناگهانی، ۳- ذرت آسیاب شده و شیرگیری تدریجی و ۴- ذرت آسیاب شده و شیرگیری ناگهانی انجام شد. شیرگیری ناگهانی در روز ۶۸ و ۶۹ با کاهش روزانه ۳/۵ لیتر شیر صورت گرفت، درحالی‌که شیرگیری تدریجی به طبق یک برنامه کاهشی بین روزهای ۶۰ تا ۶۹ انجام شد. شیرگیری در همه تیمارها در روز ۷۰ انجام شد و آزمایش تا روز ۹۰ ادامه پیدا کرد. به منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی در روزهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ از گوساله‌ها خون‌گیری انجام شد. ثبت فعالیت‌های رفتار تغذیه‌ای سه روز متوالی در روزهای ۷۰ تا ۷۲ انجام شد. همچنین شاخص‌های سلامت به صورت روزانه ثبت شد.
واژه‌های کلیدی: ذرت ورقه‌ای شده با بخار شیرگیری تدریجی شیرگیری ناگهانی فرآوری ذرت گوساله شیرخوار	یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که غلظت پروتئین تام ($P=0/02$) و آلبومین ($P=0/04$) خون در گوساله‌هایی که به روش ناگهانی از شیر گرفته شدند نسبت به گوساله‌هایی که به صورت تدریجی از شیر گرفته شده بودند بیشتر بود. اثر متقابل بین نوع فرآوری ذرت و روش شیرگیری برای آسپارات آمینوترانسفراز معنی‌دار بود ($P=0/01$) و گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت آسیاب شده و شیرگیری

به صورت ناگهانی غلظت بالاتری از این آنزیم را در مقایسه با گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری به صورت ناگهانی داشتند. گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت ورقه‌ای شده با بخار نسبت به گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت آسیاب شده نمره تنفسی ($P=0/01$) و نمره وضعیت عمومی سلامت ($P=0/01$) پایین‌تر بود. اثر متقابل بین روش فرآوری دانه ذرت و برنامه شیرگیری بر دمای رکتوم معنی‌دار بود ($P=0/01$) به حالتی که در گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت آسیاب شده، از شیرگیری ناگهانی منجر به افزایش دمای رکتوم گوساله‌ها شد. به جز زمان خوردن ($P=0/01$)، رفتار گوساله‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. از شیرگیری تدریجی گوساله‌ها منجر به طولانی‌تر شدن زمان خوردن خوراک در مقایسه با از شیرگیری ناگهانی شد.

نتیجه‌گیری: نتایج آزمایش حاضر نشان داد که استفاده از ذرت ورقه‌ای شده با بخار در جیره گوساله‌های شیرخوار باعث کاهش گلوکز و اوره خون شد که شاخصی از بهبود توسعه شکمبه و افزایش استفاده از نیتروژن شکمبه‌ای است. از طرفی روش شیرگیری تدریجی در مقایسه با روش شیرگیری ناگهانی موجب بهبود سلامت گوساله‌ها شد و پاسخ‌های مشاهده‌شده به نوع فرآوری ذرت بستگی داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که استراتژی از شیرگیری تدریجی می‌تواند بهبود سلامت گوساله را به دنبال داشته باشد و این پاسخ زمانی که گوساله‌ها از جیره حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار تغذیه کردند مشهودتر بود.

استناد: رحیمی، امین؛ قربانی، غلامرضا؛ هاشم‌زاده، فرزاد؛ میرزایی، مهدی. (۱۴۰۴). اثر متقابل فرآوری دانه ذرت و روش از شیرگیری گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بر متابولیت‌های خونی، سلامت و رفتارهای تغذیه‌ای. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۳(۳)، ۱۶۸-۱۵۱.



10.22069/EJRR.2025.23017.1987

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



مقدمه

در سال‌های اخیر موضوع پرورش گوساله شیرخوار در گله‌های گاوشیری به شدت مورد توجه قرار گرفته است. نتایج مطالعات گذشته نشان داده است که سن اولین تلقیح در تلیسه‌ها و همچنین سن کشتار در گوساله‌های نر تحت تأثیر مدت زمان شیرخوارگی قرار می‌گیرد که پایه و اساس آن داشتن گوساله‌هایی سالم و دارای رشد مناسب است (Bittar و همکاران، ۲۰۲۰). در هفته‌های ابتدایی زندگی گوساله‌های شیرخوار تغییرات فیزیولوژیک مهمی در دستگاه گوارش و همچنین منبع خوراک آغازین اتفاق می‌افتد که شامل انتقال از مرحله غیر نشخوارکنندگی به یک نشخوارکننده کامل (از هفته سوم تا ۶ یا ۸ هفتگی) است. رشد و توسعه فیزیکی و کاربردی شکمبه، موفقیت و سرعت در این مرحله از زندگی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و باعث ایجاد تغییراتی در مورفولوژی دستگاه گوارش و متابولیسم کبد گوساله‌های شیرخوار می‌شود (McLeod و همکاران، ۲۰۰۴). فرآوری دانه ذرت به صورت ورقه‌ای شده با بخار (با استفاده از دما و رطوبت زیاد) ممکن است باعث ژلاتینه شدن شکل نیمه‌بلوری نشاسته در دانه ذرت شود که دسترسی به نشاسته را برای میکروارگانیسم‌های شکمبه تسهیل می‌کند و در نتیجه هضم نشاسته را افزایش می‌دهد (Lesmeister و Heinrichs، ۲۰۰۴).

مقدار شیر و پروتکل از شیر گرفتن از عوامل حیاتی در رشد فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی شکمبه گوساله هستند. مطالعات متعددی برای شناسایی استراتژی‌هایی مناسب از شیر گرفتن انجام شده است (Fokink و همکاران، ۲۰۱۰). در پروتکل از شیر گرفتن ناگهانی، گوساله باید از نظر فیزیولوژیکی به اندازه کافی بالغ باشد تا سریعاً با خوراک جامد سازگار شود، خوراک آغازین را به اندازه کافی مصرف

کند و مواد مغذی موجود در خوراک جامد را به طور مؤثر هضم کند. در غیر این صورت، عملکرد گوساله به خطر می‌افتد. در برنامه از شیر گرفتن تدریجی، مقدار خوراک مایع ارائه شده به تدریج کاهش می‌یابد که منجر به انتقال راحت‌تر از خوراک مایع به خوراک جامد می‌شود (Steele و همکاران، ۲۰۱۷). Khan و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که پروتکل از شیرگیری تدریجی مصرف خوراک آغازین را افزایش داده و رشد گوساله‌های شیرخوار را نسبت به پروتکل از شیرگیری ناگهانی بهبود می‌بخشد. همچنین Steele و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که سرعت رشد پیش از شیرگیری در گوساله‌هایی که به صورت ناگهانی از شیر گرفته شده بودند بیشتر بود، اما گوساله‌هایی که به صورت تدریجی از شیر گرفته شدند پس از شیرگیری سرعت رشد بیشتری داشتند.

مطالعات قبلی تأثیر برنامه‌های از شیر گرفتن (Kocyigit و همکاران ۲۰۱۳؛ Steele و همکاران، ۲۰۱۷) و فرآوری دانه ذرت در خوراک آغازین (Lesmeister و Heinrichs، ۲۰۰۴) را بر عملکرد گوساله‌های شیرخوار بررسی کرده است. با این حال، بر اساس دانش ما، مطالعات کمی اثرات متقابل روش‌های فرآوری دانه ذرت در خوراک آغازین و استراتژی از شیر گرفتن را بر عملکرد گوساله‌های شیرخوار بررسی کرده است؛ بنابراین هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثر متقابل روش فرآوری دانه ذرت (ورقه‌ای شده با بخار و آسیاب) با روش از شیرگیری (تدریجی و ناگهانی) بر فراسنجه‌های خونی، سلامت و رفتار تغذیه‌ای گوساله‌های شیرخوار هلاشتاین بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از دی‌ماه ۱۴۰۰ لغایت اردیبهشت ۱۴۰۱ در شرکت کشت و دام آوین دشت تاکستان،

استان قروین اجرا گردید. از طریق اطلاعات ایستگاه هواشناسی تاکستان میانگین دما $11/0 \pm 6/04$ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی هوا $49/8 \pm 15/96$ درصد بود. در این آزمایش از ۴۸ رأس گوساله شیرخوار هلشتاین (۲۴ رأس نر و ۲۴ رأس ماده) با میانگین وزن بدن $1/60 \pm 38/2$ استفاده شد. گوساله‌هایی که شرایط مطلوب (وزنی و سلامتی) را داشتند در ۳ روزگی وزن‌کشی و وارد طرح آزمایشی شدند. تعداد ۶ رأس گوساله نر و ۶ رأس گوساله ماده به هر یک از تیمارها اختصاص داده شد. طرح بلوک کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل 2×2 برای این مطالعه اجرا گردید. در این آزمایش از دو روش فرآوری دانه ذرت (ورقه‌ای شده با بخار و آسیاب) و دو روش شیرگیری (تدریجی و ناگهانی) استفاده شد. بنابراین تیمارهای آزمایشی به ترتیب شامل: ۱) ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری تدریجی ۲) ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری ناگهانی ۳) ذرت آسیاب شده و شیرگیری تدریجی ۴) ذرت آسیاب شده و شیرگیری ناگهانی بودند.

گوساله‌ها ۳ روز ابتدایی بعد از تولد در آغوزخانه نگهداری می‌شدند. مقدار آغوز دریافتی به ترتیب ۲/۵ لیتر در یک ساعت ابتدایی بعد از تولد و ۲ لیتر در ۱۲ ساعت بعدی بود. جهت اندازه‌گیری کیفیت آغوز رفکترمتر دیجیتال مورد استفاده قرار گرفت و همه گوساله‌ها آغوز با عدد بریکس بالاتر از ۲۲ دریافت کردند. گوساله‌ها بعد از روز سوم وزن‌کشی شدند و به جایگاه‌های انفرادی (ابعاد $2/5 \times 1/2$ متر) دارای بستر از جنس ماسه انتقال داده شدند. شیر سالم و قابل فروش از ۴ روزگی در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت برای گوساله‌هایی که به روش ناگهانی قطع شیر شدند به این صورت که ۴ لیتر برای روز ۴ تا ۱۵، سپس ۷ لیتر برای ۱۶ تا ۶۷ روزگی. شیرگیری به صورت ناگهانی در روز ۶۸ و ۶۹ با کاهش روزانه

۳/۵ لیتر شیر صورت گرفت. در گوساله‌هایی که به صورت تدریجی از شیر گرفته شدند ۴ لیتر برای روز ۴ تا ۱۵، سپس ۷ لیتر برای ۱۶ تا ۵۹ روزگی. از شیرگیری به صورت تدریجی در روز ۶۰ تا ۶۹ صورت گرفت. برنامه از شیرگیری به صورت ۶ لیتر شیر از روز ۶۰ تا ۶۱، ۵ لیتر شیر از روز ۶۲ تا ۶۳، ۴ لیتر شیر از روز ۶۴ تا ۶۵، ۳ لیتر شیر از روز ۶۶ تا ۶۷، ۲ لیتر شیر در روز ۶۸ و یک لیتر شیر در روز ۶۹ بود. گوساله‌هایی که به صورت تدریجی از شیر گرفته شدند دوره شیرگیری ده روز به طول انجامید و گوساله‌هایی به صورت ناگهانی از شیر گرفته شدند شیرگیری در دو روز انجام شد. گوساله‌ها در ۷۰ روزگی از شیر گرفته شدند و در ۹۰ روزگی طرح آزمایشی خاتمه یافت. دسترسی به آب تازه و خوراک در زمان اجرای طرح آزمایشی برای گوساله‌ها فراهم بود. ترکیبات و تجزیه شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر در جدول شماره یک نشان داده شده است. همچنین جدول شماره دو نشان‌دهنده میانگین هندسی اندازه ذرات می‌باشد.

جمع‌آوری نمونه‌ها و تجزیه آزمایش

فراسنجه‌های خونی: برای بررسی تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی گوساله‌ها (۱۰ رأس گوساله در هر تیمار، ۵ رأس نر و ۵ رأس ماده) انتخاب و خون‌گیری شدند. خون‌گیری‌ها به ترتیب در روزهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ انجام شد. نمونه خون توسط هولدر و سرسوزن سبز (مدل G2) از ورید وداچ گرفته و سپس در لوله آزمایشی تحت خلأ دارای فعال‌کننده لخته (مدل Franklin, Vacutainer BD NJ, Lakes، ساخت ایالت متحده آمریکا) ریخته شد. برای جداسازی پلاسما، نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه با ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند.

جدول ۱- اجزا، ترکیب شیمیایی و میانگین هندسی اندازه ذرات جیره‌های آزمایشی

Table 1- Components, chemical composition and geometric mean particle size of experimental diets

آردی (%)	ورقه‌ای شده با بخار (%)	اقدام خوراکی	
Ground corn (%)	Steam flaked (%)	Ingredients	
5.00	5.00	Wheat straw	کاه گندم
-	50.42	Corn grain, steam-faked	ذرت ورقه شده با بخار
50.42	-	Corn grain, ground	ذرت آسیاب شده
35.08	35.08	Soybean meal	کنجاله سویا
1.67	1.67	Calcium carbonate	کربنات کلسیم
0.54	0.54	Dicalcium phosphate	دی کلسیم فسفات
1.67	1.67	Sodium bicarbonate	جوش شیرین
2.05	2.05	Vitamin mix	مکمل ویتامینی ^۱
2.14	2.14	Mineral mix	مکمل معدنی ^۲
0.55	0.55	Magnesium oxide	اکسید منیزیم
0.89	0.89	Salt	نمک
		Chemical composition	ترکیب شیمیایی
0.90	0.90	Dry matter %	ماده خشک %
2.74	2.71	انرژی قابل متابولیسم ^۳ ، مگا کالری/کیلوگرم ماده خشک	
		Metabolizable energy, Mcal/kg	
14.5	14.2	NDF % DM	فیبر نامحلول در شوینده خشتی، درصد از ماده خشک
50.3	50.4	کربوهیدرات‌های غیر فیبری، درصد از ماده خشک	
		Non-fiber carbohydrates % DM	
21.2	21.0	Crude protein % DM	پروتئین خام، درصد از ماده خشک
3.5	3.5	Ether extract % DM	عصاره اتری، درصد از ماده خشک
0.96	0.96	Calcium % DM	کلسیم ^۳ ، درصد از ماده خشک
0.51	0.51	Phosphorus % DM	فسفر ^۳ ، درصد از ماده خشک

^۱ هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی: ۱۰۰ گرم کلسیم، ۱۰ گرم فسفر، ۲۰ گرم منیزیم، ۵۰۰ میلی گرم منگنز، ۱۰۰۰ میلی گرم روی، ۲۵۰ میلی گرم مس، ۵۰ میلی گرم ید، ۵۰ میلی گرم سلنیوم و ۶۰ میلی گرم کبالت.

^۲ هر کیلوگرم مکمل ویتامینه حاوی: ۷۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D، ۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E.

^۳ گرفته شده از نرم‌افزار CNCPS.

^۱ Mineral mix (per kg) contained: Ca = 100 g, P = 10 g, Mg = 20 g, Zn = 1,000 mg, Cu = 250 mg, I = 50 mg, Co = 60 mg, Mn = 500 mg, Se = 50 mg.

^۲ Vitamin mix (per kg) contained: vitamin A = 750,000 IU, vitamin D₃ = 25,000 IU, vitamin E = 500 IU.

^۳ Estimated using the NRC (2001) models.

جدول ۲- میانگین هندسی اندازه ذرات جیره‌های آزمایشی

Table 2- Geometric mean particle size of experimental diets

آردی (%)	ورقه‌ای شده با بخار (%)	الک sieve
Ground corn (%)	Steam flaked (%)	
30.2 ± 2.9	20.4 ± 1.5	۴/۷۵ میلی متر 4.75 mm
65.3 ± 4.2	70.4 ± 1.9	۲/۳۶ میلی متر 2.36 mm
1.8 ± 0.3	3.6 ± 0.3	۱/۱۸ میلی متر 1.18 mm
1.3 ± 0.3	2.4 ± 0.3	۰/۰۶ میلی متر 0.6 mm
1.1 ± 0.2	2.0 ± 0.2	۰/۳ میلی متر 0.3 mm
0.4 ± 0.1	0.6 ± 0.3	۰/۱۵ میلی متر 0.15 mm
0.3 ± 0.5	0.5 ± 0.0	تشتک Pan
1.24 ± 0.09	2.4 ± 0.01	میانگین هندسی اندازه ذرات، میلی متر Geometric mean particle sized , mm

سرم در ویال‌های ۱/۵ میلی‌لیتری ریخته شدند و در ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شد. پس از یخ‌گشایی، غلظت‌های گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، آلومین، پروتئین کل، آسپاراتات آمینو ترانسفراز^۱، آلانین آمینو ترانسفراز^۲ در خون گوساله‌ها با استفاده از دستگاه اتو آنالایزر توسط کیت‌های تجاری (پارس آزمون، تهران، ایران) تعیین گردید. همچنین غلظت بتا‌هیدروکسی بوتیریک اسید^۳ با استفاده از دستگاه اتو آنالایزر و با کیت تجاری کالری متریک (Randox Laboratories Ltd, Ardmore, UK) اندازه‌گیری شد. رفتارشناسی: تمام گوساله‌ها در دوره پس از شیرگیری، سه روز متوالی (روزهای ۷۰ تا ۷۲) از ساعت ۰۸:۰۰ صبح تا ساعت ۱۶:۰۰ عصر به‌طور چشمی برای ثبت فعالیت‌های رفتار تغذیه‌ای زیر نظر گرفته شدند. بنابراین کل مدت‌زمان مشاهده برای هر دام ۸ ساعت در هر روز بود. گوساله‌ها هر ۵ دقیقه یک‌بار مشاهده می‌شدند و نوع رفتار ثبت می‌شد: خوابیدن (بدون انجام عمل جویدن)، ایستادن (بدون انجام عمل جویدن)، خوردن خوراک آغازین، نشخوار کردن (خوابیده یا ایستاده) و رفتارهای غیر تغذیه‌ای (لیسیدن هر سطحی، لوله کردن زبان و خوردن مواد بستر) (Ghavidel و همکاران، ۲۰۲۴).

ارزیابی سلامت: طی انجام طرح آزمایشی (روز ۱ تا ۹۰)، سلامت تمامی گوساله‌ها حداقل یک‌بار در روز توسط دامپزشک بدون آگاهی از تیمارها بررسی شد. دمای راست روده هر روز بین ساعت ۱۳ الی ۱۵ با دماسنج دیجیتالی اندازه‌گیری شد. روزانه نمره مدفوع (۱=طبیعی، ۲=صاف و مقداری شل، ۳=شل و کمی آبکی، ۴=آبکی، موکوسی و مقداری خونی و ۵=موکوسی، آبکی و خونی) و ظاهر عمومی (۱=سر حال، ۲=گوش‌ها کمی افتاده، ۳=سروگوش‌ها

افتاده، ۴=سروگوش‌ها افتاده و بی‌حال و ۵=کاملاً بی‌حال) بر اساس روش یک تا پنج نمره‌ای به‌صورت روزانه بررسی شدند. گوساله‌هایی که تعداد روزهایی با دمای راست‌روده ۳۹/۴ درجه سانتی‌گراد و بیشتر، نمره مدفوع سه و بیشتر و نمره وضعیت عمومی سه و بیشتر داشتند تفکیک شدند. این تفکیک به‌عنوان روزهایی با دمای راست‌روده، ظاهر عمومی و نمره مدفوع غیرطبیعی مشخص شد (Rahimi و همکاران، ۲۰۲۳).

واکاوی آماری: داده‌ها در قالب طرح فاکتوریل ۲×۲ با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۲، سال ۲۰۰۳)، از رویه MIXED برای داده‌های تکرارپذیر و برای سایر داده‌ها از رویه GLM طبق مدل آماری زیر آنالیز شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند:

رابطه (۱)

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + W_j + CP_k + TL + (W \times T)_{il} + (CP \times T)_{jk} + (W \times CP \times T)_{jkl} + B(x_i - x) + e_{ijkl}$$

انجام شد، جایی که Y_{ijkl} متغیر وابسته است؛ μ میانگین کل، A_i اثر تصادفی گوساله، W_j اثر ثابت روش از شیرگیری، CP_k اثر ثابت فراوری دانه ذرت، TL اثر ثابت دوره، $(W \times T)_{il}$ اثر ثابت بین روش از شیرگیری و دوره، $(CP \times T)_{jk}$ اثر متقابل بین روش از شیرگیری و فراوری دانه ذرت، $(W \times CP \times T)_{jkl}$ اثر سه‌جانبه بین روش شیرگیری، فراوری دانه ذرت و دوره، $B(x_i - x)$ متغیر کووریت و e_{ijkl} خطای تصادفی باقی‌مانده است. قبل از آنالیزها، همه داده‌ها برای تست نرمالیت به استفاده از روش Univariate نرم‌افزار SAS موردبررسی قرار گرفتند. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ $P <$ و سطح تمایل به معنی‌داری ۰/۱۰ $P <$ در نظر گرفته شد.

^۱. Aspartate amino-transferase

^۲. Alanine amino-transferase

^۳. Beta-hydroxy butyric acid

نتایج و بحث

به گلوبولین و آلانین آمینو ترانسفراز در روزهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ معنی‌دار نبود، اما گوساله‌هایی که با خوراک آغازین مبتنی بر ذرت آسیاب شده تغذیه شدند، غلظت نیتروژن اوره‌ای خون ($P=0/01$) بالاتری را در مقایسه با گوساله‌هایی که با خوراک آغازین مبتنی بر ذرت ورقه‌ای شده با بخار تغذیه شدند، نشان دادند. اثر روش از شیرگیری بر غلظت گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، گلوبولین، نسبت آلبومین به گلوبولین، بتا هیدروکسی بوتیریک اسید و آلانین آمینو ترانسفراز در روزهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ معنی‌دار نبود، اما برنامه از شیر گرفتن ناگهانی منجر به افزایش غلظت پروتئین کل ($P=0/02$) و آلبومین ($P=0/04$) شد.

داده‌های مربوط به متابولیت‌های خون در جدول ۳ ارائه شده است. اثر متقابل بین اثرات اصلی برای میزان گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، آلبومین، پروتئین کل، گلوبولین، نسبت آلبومین به گلوبولین و آلانین آمینو ترانسفراز خون در روزهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ معنی‌دار نشد ($P>0/05$). اثر متقابل بین اثرات اصلی برای آسپاراتات آمینو ترانسفراز معنی‌دار بود ($P=0/01$) که تیمار دریافت‌کننده ذرت آسیاب شده و شیرگیری به صورت ناگهانی نسبت به سایر تیمارها غلظت بالاتری داشت. با این حال اثر متقابل روش فرآوری دانه ذرت و روش از شیرگیری برای آلبومین ($P=0/06$) تمایل به معنی‌داری نشان داد. اثر روش فرآوری دانه ذرت بر غلظت آلبومین، نسبت آلبومین

جدول ۳- اثر فرآوری دانه ذرت (ورقه‌ای شده با بخار و آسیاب ریز) و روش از شیرگیری (تدریجی و ناگهانی) بر فراسنجه‌های خونی در گوساله‌های شیرخوار

Table 3- The effect of corn grain processing (Steam flaked and Ground corn) and weaning method (Gradual and Abrupt) on blood metabolites in suckling calves

P-value			خطای استاندارد	آسیاب شده		ورقه‌ای شده با بخار		پارامتر Items
C*W	W	C		تدریجی	ناگهانی	تدریجی	ناگهانی	
			میانگین‌ها SEM	Gradual	Abrupt	Gradual	Abrupt	
0.28	0.60	0.49	3.1	102	108	104	102	Glucose, mg/dL میلی گرم/دسی لیتر
0.37	0.33	0.01	0.63	23.80	23.90	19.70	21.50	Urea, mg/dL میلی گرم/دسی لیتر
0.21	0.02	0.77	0.07	5.57	5.65	5.49	5.78	Total protein, g/dL پروتئین کل، گرم/دسی لیتر
0.06	0.04	0.25	0.03	3.21	3.21	3.08	3.24	Albumin, g/dL آلبومین، گرم/دسی لیتر
0.76	0.23	0.39	0.07	2.36	2.43	2.40	2.53	Globulin, g/dL گلوبولین، گرم/دسی لیتر
0.64	0.95	0.42	0.04	1.38	1.35	1.31	1.33	Albumin: globulin آلبومین: گلوبولین
0.78	0.65	0.84	0.01	0.16	0.15	0.16	0.16	بتا هیدروکسی بوتیریک اسید، میلی مول/لیتر
								BHB, mmol/L
0.01	0.65	0.35	3.01	48.60 ^{ab}	55.30 ^a	53.80 ^{ab}	44.00 ^b	آسپاراتات آمینو ترانسفراز
								Aspartate aminotransferase, IU/L
0.93	0.69	0.63	0.62	14.20	14.00	14.00	13.60	آلانین آمینو ترانسفراز
								Alanine aminotransferase, IU/L

^{a,b,c} تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P<0/05$). C = فرآوری ذرت، W = روش شیرگیری، C*W = اثر متقابل

فرآوری ذرت و روش شیرگیری

^{a,b,c}, the difference of means with different letters in each row is significant ($P<0.05$). C= (Corn processing), W= (Weaning program), C*W= Interaction effects between corn processing method and weaning program

همان طور که در جدول ۳ گزارش شده است اثر متقابل بین روش شیرگیری و روش فرآوری دانه ذرت برای آسپاراتات آمینوترانسفراز معنی دار شده است و بیشترین غلظت مربوط به گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری ناگهانی است. به‌طور کلی آنزیم‌های کبدی به‌خصوص آسپاراتات آمینوترانسفراز به‌عنوان شاخصی از سلامت کبد در نشخوارکنندگان موردبررسی قرار می‌گیرند. این آنزیم دارای فعالیت بالایی در سیتوزول سلول‌های کبدی است و با نکروزه شدن و یا آسیب‌های حاد و مزمن سلول‌های کبدی، سطح سرمی این آنزیم در سرم به دلیل تراوش به خون افزایش می‌یابد (Russell و Roussel، ۲۰۰۷).

باین‌حال، افزایش فعالیت سرمی این آنزیم نشان‌دهنده عملکرد غیرطبیعی یا اختلال در کبد نیست. آسپاراتات آمینوترانسفراز در بافت‌های زیادی از بدن یافت می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها کبد و ماهیچه هستند. گلبول‌های قرمز نیز حاوی فعالیت بالایی از این آنزیم هستند. آسیب یا نکروز عضلانی و کبدی ممکن است منجر به افزایش قابل توجه فعالیت آسپاراتات آمینوترانسفراز شود (Russell و Roussel، ۲۰۰۷). برای تعیین منبع بافت آسیب‌دیده زمانی که این سطوح آنزیم غیرطبیعی است، باید آن را همراه با سایر آنزیم‌های اختصاصی ارزیابی کرد. همچنین آسپاراتات آمینوترانسفراز ممکن است به دلیل نشت از گلبول‌های قرمز به‌طور کاذب افزایش یابد (Russell و Roussel، ۲۰۰۷). غلظت گلوبولین خون در گوساله‌هایی که به‌صورت ناگهانی از شیر گرفته شده‌اند افزایش یافت که احتمالاً نشانه‌ای از پاسخ ایمنی ناشی از وقوع عفونت و التهاب مزمن یا عدم انتقال ایمنی فعال است.

غلظت نیتروژن اوره‌ای خون برای اندازه‌گیری بازده مصرف پروتئین خوراک مورد استفاده قرار

می‌گیرد. نشخوارکنندگان برای تأمین پروتئین موردنیاز خود از پروتئین موجود در خوراک یا پروتئین میکروبی ساخته شده در شکمبه استفاده می‌کنند (Khan و همکاران، ۲۰۰۷)؛ بنابراین در گوساله‌های شیرخوار تغییرات بالقوه در ساخت پروتئین میکروبی و نیتروژن اوره‌ای رخ می‌دهد. افزایش نیتروژن اوره‌ای خون به دنبال مصرف خوراک آغازین آسیاب شده در مطالعه حاضر احتمالاً به دلیل بازده بیشتر گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت ورقه‌ای شده با بخار در استفاده از نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه و ساخت پروتئین میکروبی است. در توافق با نتایج مطالعه حاضر Rahimi و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که استفاده از ذرت ورقه‌ای شده با بخار در مقایسه با ذرت آسیاب شده در خوراک آغازین گوساله‌های شیرخوار باعث کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون شد. همچنین Kehoe و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که سطح نیتروژن اوره‌ای خون در گوساله‌هایی که در سنین مختلف از شیر گرفته شدند (۳، ۴، ۵ و ۸ هفتگی) تفاوت معنی‌داری نداشت. در تضاد با نتایج مطالعه حاضر Jafarpour و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که روش فرآوری دانه ذرت تأثیری بر غلظت نیتروژن اوره‌ای، بتا هیدروکسی بوتیریک اسید و گلوکز خون گوساله‌های شیرخوار نداشت.

همان طور که در مطالعات گذشته نشان داده شده است افزایش سطح بتا هیدروکسی بوتیریک اسید در ارتباط با مصرف کنسانتره مشاهده شده است (Bittar و همکاران، ۲۰۲۰؛ Rahimi و همکاران، ۲۰۲۳). این متابولیت می‌تواند به‌عنوان شاخصی از بلوغ فیزیولوژیکی اپیتلیوم شکمبه عمل کند. غلظت‌های بالاتر بتا هیدروکسی بوتیریک اسید نشان‌دهنده توسعه و انطباق بیشتر اپیتلیوم شکمبه با هضم و تخمیر خوراک جامد است. در تضاد با نتایج مطالعه حاضر Makizadeh و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که

گوساله‌هایی که ذرت ورقه‌ای شده با بخار دریافت کرده بودند در مقایسه با گوساله‌هایی که ذرت آسیاب شده دریافت کردند غلظت بتا هیدروکسی بوتیرات در دوره قبل از شیرگیری بیشتر بود، اما این تفاوت دوره پس از شیرگیری مشاهده نشد. Bittar و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که روش از شیرگیری تدریجی و ناگهانی تأثیری بر غلظت گلوکز و پروتئین کل نداشت، اما غلظت بتا هیدروکسی بوتیریک اسید در زمان شیرگیری در گوساله‌هایی که به صورت تدریجی از شیر گرفته شده بودند بیشتر بود. Jafari و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که هیچ کدام از فراسنجه‌های خونی (گلوکز، کلسترول، تری گلیسیرید، بتا هیدروکسی بوتیریک، آلبومین و پروتئین کل) به جز نیتروژن اوره‌ای تحت تأثیر مصرف خوراک آغازین بافت دار یا آسیاب شده قرار نگرفتند. این محققان گزارش کردند زمانی که از خوراک آغازین آسیاب شده استفاده کردند غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بالاتر بود. تنوع در نتایج مطالعات گذشته ممکن است به دلیل تفاوت در سن یا روش شیرگیری، سطح شیر، منبع غلات، روش فرآوری غلات یا خوراک آغازین باشد. نشان داده شد که توسعه شکمبه با افزایش BHBA رابطه تنگاتنگی دارد به این صورت که با توسعه شکمبه، پرزهای شکمبه بیشتر بوتیرات را مورد استفاده قرار دهند و در نهایت BHBA که حاصل سوخت و ساز بوتیریک اسید در پرزهای شکمبه است در خون افزایش پیدا می‌کند (Khan و همکاران، ۲۰۱۱). نیتروژن اوره‌ای خون یک شاخص مهم برای بررسی کارایی نیتروژن است زیرا رابطه خطی قوی با دفع نیتروژن ادراری دارد. هرچه نیتروژن اوره‌ای خون کم‌تر باشد نشان‌دهنده استفاده بیشتر از نیتروژن برای ساخت پروتئین میکروبی است (Jafarpour و همکاران، ۲۰۲۳). نیتروژن اوره‌ای خون زمانی افزایش می‌یابد که در شکمبه تخریب پروتئین با افزایش تولید

آمونیاک افزایش یابد. همچنین در دوره‌های محدودیت انرژی، بدن می‌تواند از طریق کاتابولیسم پروتئین، کمبود انرژی را تا حدی جبران کند که به دنبال آن غلظت آمونیاک افزایش می‌یابد (Lama و همکاران، ۲۰۱۴). در مطالعه حاضر کاهش نیتروژن اوره‌ای خون در گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت ورقه‌ای شده با بخار نشان‌دهنده استفاده بیشتر از منبع آمونیاک برای سنتز پروتئین میکروبی و کاهش دفع آن از طریق ادرار است (Rahimi و همکاران، ۲۰۲۳).

سلامت: داده‌های مربوط به سلامت گوساله‌های شیرخوار در جدول ۴ گزارش شده است. همان‌طور که در جدول ۴ گزارش شده است، اثر متقابل بین اثرات اصلی برای روزهای با نمره مدفوع بالاتر از ۳، نمره تنفس، روزهای با نمره تنفس بالاتر از ۳، نمره وضعیت عمومی، روزهای با نمره وضعیت عمومی بالاتر از ۳، روزهای با دمای رکتوم بالاتر از ۳۹/۴ و روزهای دریافت دارو تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$). باین حال اثر متقابل بین اثرات اصلی برای نمره مدفوع ($P = 0.04$) و دمای رکتوم ($P = 0.01$) معنی‌دار بود، که بیشترین عدد به ترتیب برای تیمار ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری ناگهانی و تیمار ذرت آسیاب شده و شیرگیری ناگهانی بود. اثر روش فرآوری دانه ذرت بر نمره مدفوع، روزهای با نمره مدفوع بالاتر از ۳، روزهای با نمره تنفس بالاتر از ۳، روزهای با نمره وضعیت عمومی بالاتر از ۳ و روزهای دریافت دارو معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). نمره تنفس ($P = 0.01$)، نمره وضعیت عمومی سلامت ($P = 0.01$) و دمای رکتوم ($P = 0.01$) در گوساله‌هایی که ذرت ورقه‌ای شده با بخار دریافت کردند نسبت به گوساله‌هایی که ذرت آسیاب شده دریافت کردند کم‌تر بود. همچنین در گوساله‌هایی که ذرت آسیاب شده دریافت کردند روزهای با دمای رکتوم بالاتر از ۳۹/۴ تمایل به

معنی‌داری داشت. اثر روش از شیرگیری بر هیچ کدام از شاخص‌های سلامت معنی‌دار نبود ($P>0/05$).
گرفته‌شده بودند، دمای رکتوم بالاتری نسبت به گوساله‌هایی که به‌صورت تدریجی از شیر گرفته‌شده بودند داشتند ($P=0/01$).

جدول ۴- اثر فراآوری دانه ذرت (ورقه‌ای شده با بخار و آسیاب ریز) و روش از شیرگیری (تدریجی و ناگهانی) بر

شاخص‌های سلامت در گوساله‌های شیرخوار

Table 4- The effect of corn grain processing (steam flaked and ground corn) and weaning method (gradual and abrupt) on health indicator in suckling calves

P-value			خطای استاندارد	آسیاب شده Ground corn		ورقه‌ای شده با بخار Steam flaked		پارامتر Items
C*W	W	C		تدریجی Gradual	ناگهانی Abrupt	تدریجی Gradual	ناگهانی Abrupt	
0.04	0.85	0.86	0.01	1.01 ^b	1.00 ^b	1.00 ^b	1.03 ^a	نمره مدفوع (روز ۶۰ تا ۹۰) Fecal score (day 60-90)
0.95	0.62	0.87	0.34	1.16	1.00	1.12	0.91	روز های با نمره مدفوع بالاتر از ۳ Days with fecal score $\geq$ 3
0.42	0.79	0.01	0.02	1.13	1.14	1.05	1.02	نمره تنفس (روز ۶۰ تا ۹۰) Respiratory score (day 60-90)
0.19	0.81	0.28	1.54	7.25	4.58	3.13	5.00	روز های با نمره تنفس بالاتر از ۳ Days with respiratory score $\geq$ 3
0.72	0.32	0.01	0.02	1.15	1.13	1.06	1.03	نمره وضعیت عمومی سلامت (روز ۶۰ تا ۹۰) General appearance score (day 60-90)
0.56	0.81	0.32	0.73	2.08	1.41	0.80	1.08	روز های با نمره وضعیت عمومی بالاتر از ۳ Days with general appearance score $\geq$ 3
0.01	0.01	0.01	0.01	38.6 ^b	38.8 ^a	38.6 ^b	38.6 ^b	دمای رکتوم °C، (روز ۶۰ تا ۹۰) Rectal temperature, °C (day 60-90)
0.53	0.92	0.08	1.62	8.33	7.16	4.07	5.16	روز های با دمای رکتوم بالاتر از ۳۹/۴ °C Days with rectal temperature $\geq$ 39.4 °C
0.23	0.91	0.76	0.41	1.58	1.41	1.06	1.66	روز های دریافت دارو Days medicated

^{a,b,c} تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P<0/05$). C= فراآوری ذرت، W= روش شیرگیری، C*W= اثر متقابل فراآوری ذرت و روش شیرگیری

^{a,b,c}, The difference of means with different letters in each row is significant ($P<0.05$). C= (Corn processing), W= (Weaning program), C*W= Interaction effects between corn processing method and weaning program

التهابی محلول (Osorio, ۲۰۲۰) و تنظیم مثبت ژن‌هایی پیش‌التهابی در RNA مدفوع رخ می‌دهد؛ بنابراین، با افزایش سن گوساله‌ها، تغییرات سیستمیک شدیدی در پاسخ‌های ایمنی ایجاد می‌شود (Wolfe و همکاران، ۲۰۲۳).

Welk و همکاران (۲۰۲۴) در یک مطالعه مروری بیان کردند که استرس در گوساله‌های شیرخوار که در سن دیرتر از شیر گرفته‌شده بودند، مدت‌زمان از

در بدو تولد، گوساله‌ها آگلوبولینمی به دنیا می‌آیند و برای محافظت در برابر عوامل بیماری‌زا کاملاً به دفاع ایمنی ذاتی وابسته هستند. بیماری‌های روده‌ای در گوساله‌های شیرخوار و پیش از شیرگیری با نابالغی مورفولوژیکی و عملکردی مرتبط است. حدود ۲ هفته پس از تولد، افزایش امتیاز مدفوع (Rosa و همکاران، ۲۰۱۸) و تنظیم مثبت ژن‌های پیش‌التهابی در مدفوع گوساله و همچنین افزایش بیومارکرهای خونی پیش

شیرگیری طولانی‌تر بود و شیرگیری بر اساس مصرف خوراک آغازین بود، کمتر از سایر گوساله‌ها بود که در نتیجه اثر مثبتی بر سلامت داشت. این محققان گزارش کردند که در بسیاری از این مطالعات سلامت گوساله‌های شیرخوار تحت تأثیر روش شیرگیری قرار نگرفت و به‌طور کلی شاخص‌های سلامت به‌عنوان یک معیار ثانویه در نظر گرفته شده است که تحت تأثیر فاکتورهای دیگر قرار می‌گیرد. علاوه بر این، هنگام ارزیابی سلامت گوساله‌های شیرخوار در برنامه‌های مختلف از شیرگیری، مقدار شیر و ترکیب شیر باید در نظر گرفته شود. شیرگیری ناگهانی ممکن است نشانگرهای رفتاری استرس را القا کند که می‌تواند منجر به بروز برخی اختلالات و بیماری‌ها شود.

Wolfe و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای اقدام به بررسی اثر متقابل سن از شیرگیری با روش از شیرگیری کردند نتایج این مطالعه نشان داد که سن بیشتر در هنگام شیر گرفتن باعث افزایش تعداد تنفس شد، درحالی‌که گوساله‌هایی که به تدریج از شیر گرفته شده بودند، سرعت تنفس کمتری داشتند. ضربان قلب در گوساله‌هایی که به‌صورت تدریجی از شیر گرفته شده بودند کمتر از گروه‌هایی بود که ناگهانی از شیر گرفته شده بودند. امتیاز مدفوع در گروه‌هایی که دیر از شیر گرفته شده‌اند تمایل به افزایش داشت و در گوساله‌هایی که به تدریج از شیر گرفته شده‌اند به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. هیچ تفاوتی در دمای بدن بر اساس سن یا روش از شیرگیری مشاهده نشد (Wolfe و همکاران ۲۰۲۳).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گوساله‌هایی که ذرت آسیاب شده دریافت کردند نمره تنفس، نمره وضعیت عمومی و دمای رکتوم، و گوساله‌هایی که به‌صورت ناگهانی از شیر گرفته شدند دمای رکتوم بیشتر از سایر گوساله‌ها بود. اگرچه این شاخص‌ها

تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرند، اما ممکن است نشان‌دهنده افزایش میزان سرعت عبور در هنگام مصرف ذرت آسیاب شده باشد همچنین از شیرگیری ناگهانی نسبت به از شیرگیری تدریجی ممکن است باعث ایجاد استرس و اختلال در عملکرد دستگاه گوارش و افزایش سرعت عبور شود.

همان‌طور که در جدول یک گزارش شده است میانگین هندسی اندازه ذرات در خوراک آغازین مبتنی بر ذرت ورقه‌ای شده با بخار و ذرت آسیاب شده به ترتیب ۲/۴ و ۱/۲۴ میلی‌متر می‌باشد. مطالعات گذشته نشان داده است که تغذیه گوساله‌ها با خوراک آغازین با اندازه ذرات کمتر، زمان ماندگاری خوراک در شکمبه را کاهش می‌دهد و باعث عبور سریع‌تر مواد مغذی می‌شود. کاهش اندازه ذرات باعث افزایش سرعت عبور و انتقال خوراک به انتهای دستگاه گوارش می‌شود که این موضوع قوام مدفوع را کاهش می‌دهد و شاخص‌های سلامت از جمله شادابی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Genis و همکاران، ۲۰۲۱؛ Zebeli و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعه همسو قابلیت هضم ماده خشک (۷۲/۳ در مقابل ۶۴/۵) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۶۱/۱ در مقابل ۵۰/۱) در گوساله‌هایی که خوراک آغازین مبتنی بر ذرت ورقه‌ای شده با بخار دریافت کرده بودند بیشتر از گوساله‌های دریافت‌کننده ذرت آسیاب شده بود که احتمالاً به دلیل افزایش اندازه ذرات و ماندگاری بیشتر خوراک آغازین حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار در شکمبه می‌باشد (Rahimi و همکاران، ۲۰۲۴).

با در نظر گرفتن شاخص‌های هماتولوژیک، اثر روش از شیر گرفتن به‌طور قابل‌توجهی پیچیده‌تر می‌شود. اقدامات بالینی مانند افزایش تعداد تنفس و ضربان قلب می‌تواند نشان‌دهنده استرس باشد (Lorenz، ۲۰۲۱)، بنابراین اقدامات بالینی می‌تواند به‌عنوان یک ارزیابی برای بررسی استرس از شیر

مقابل بین اثرات اصلی برای مدت زمان خوردن، نوشیدن، رفتارهای غیرتغذیه‌ای، نشخوار کردن، استراحت کردن، ایستادن و خوابیدن تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P>0/05$). هیچ کدام از رفتارهای تغذیه‌ای تحت تأثیر روش فرآوری دانه ذرت قرار نگرفته است ($P>0/05$). به جز زمان خوردن، هیچ کدام از رفتارهای تغذیه‌ای گوساله‌ها (نوشیدن، رفتارهای غیرتغذیه‌ای، نشخوار کردن، استراحت کردن، ایستادن و خوابیدن) تحت تأثیر روش شیرگیری قرار نگرفت. از شیرگیری تدریجی گوساله‌ها منجر به طولانی تر شدن زمان خوردن خوراک در مقایسه با از شیرگیری ناگهانی شد ($P=0/01$).

گرفتن استفاده شود. در مطالعات قبلی، گوساله‌هایی که به طور ناگهانی از شیر گرفته شده‌اند، پاسخ‌های نوتروفیل‌ها را کاهش داده، لکوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها را افزایش داده و همچنین سروصدا (زمان داد زدن بعد از شیرگیری) را افزایش داده‌اند (Haley و همکاران، ۲۰۰۵؛ Hulbert و همکاران، ۲۰۱۱؛ Lambertz و همکاران، ۲۰۱۵؛ Lynch و همکاران، ۲۰۱۰). در تضاد با نتایج مطالعه حاضر Wolfe و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که نمره مدفوع در گوساله‌هایی که به تدریج از شیر گرفته شده بودند افزایش یافت.

رفتار تغذیه‌ای: داده‌های مربوط به رفتار تغذیه‌ای گوساله‌های شیرخوار در جدول ۵ گزارش شده است. داده‌های ارائه شده در این جدول نشان می‌دهد که اثر

جدول ۵- اثر فرآوری دانه ذرت (ورقه‌ای شده با بخار و آسیاب ریز) و روش از شیرگیری (تدریجی و ناگهانی) بر رفتارهای تغذیه‌ای در گوساله‌های شیرخوار

Table 5- The effect of corn grain processing (steam flaked and ground corn) and weaning method (gradual and abrupt) on feeding behaviors in suckling calves

P-value			خطای استاندارد SEM	آسیاب ریز Ground corn		ورقه‌ای شده با بخار Steam flaked		پارامتر، دقیقه در روز Item, min
C*W	W	C		تدریجی Gradual	ناگهانی Abrupt	تدریجی Gradual	ناگهانی Abrupt	
0.76	0.01	0.44	4.37	84.9	80.4	90.0	76.7	خوردن Eating
0.74	0.42	0.71	0.73	10.3	11.3	10.3	10.7	نوشیدن Drinking
0.76	0.47	0.76	6.42	51.3	54.2	51.3	58.5	رفتارهای غیر تغذیه‌ای Non nutritional behavior
0.91	0.58	0.63	7.91	135	129	138	134	نشخوار کردن Ruminating
0.91	0.51	0.60	11.1	198	205	190	200	استراحت کردن Resting
0.82	0.62	0.80	8.32	174	178	174	184	ایستادن Standing
0.82	0.62	0.80	12.3	306	302	306	296	خوابیدن Laying

^{a,b,c} تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است ($P<0/05$).

C= فرآوری ذرت، W= روش شیرگیری، C*W= اثر متقابل فرآوری ذرت و روش شیرگیری

^{a,b,c} The difference of means with different letters in each row is significant ($P<0.05$).

C= (Corn processing), W= (Weaning program), C*W= Interaction effects between corn processing method and weaning program

مطابق با یافته‌های مطالعه همراه Rahimi و همکاران، (۲۰۲۴) مبنی بر اینکه خوراک آغازین حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری تدریجی، مصرف خوراک آغازین را برای گوساله‌ها افزایش می‌دهد (ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری تدریجی: ۱/۲۳ کیلوگرم در روز، ذرت ورقه‌ای شده با بخار و شیرگیری ناگهانی: ۱/۰۵ کیلوگرم در روز، ذرت آسیاب شده و شیرگیری تدریجی ۱/۱۲ کیلوگرم در روز و ذرت آسیاب شده و شیرگیری ناگهانی ۱/۱۱ کیلوگرم در روز). به‌خوبی نشان داده‌شده است که گوساله‌های هلشتاین که زمان بیشتری را صرف مصرف خوراک آغازین می‌کنند تمایل دارند در دوره‌های پیش از شیرگیری و پس از شیرگیری بیشتر نشخوار کنند (Bittar و همکاران، ۲۰۲۰). این تفاوت در رفتار تغذیه‌ای به توسعه شکمبه و استرس کمتر در زمان شیرگیری نسبت داده می‌شود. با این حال، در مطالعه ما، باوجود تفاوت در اندازه ذرات خوراک آغازین (جدول ۱)، هیچ تفاوتی در رفتار نشخوار بین تیمارها برای روش فرآوری دانه ذرت مشاهده نشد. مطالعات بیشتری برای درک رابطه بین رفتار تغذیه گوساله و فرآوری دانه ذرت در خوراک‌های آغازین مبتنی بر علوفه موردنیاز است، زیرا نوع، مقدار و اندازه ذرات خوراک نیز از عوامل حیاتی در رفتار نشخوار گوساله هستند. در توافق با نتایج مطالعه حاضر، Mojahedi و همکاران (۲۰۱۸) هیچ تفاوتی در زمان مصرف خوراک آغازین گوساله‌ها در تغذیه با جیره‌های حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار یا ذرت آسیاب شده با یا بدون یونجه پیدا نکردند. همچنین Bittar و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند صرف‌نظر از مقدار مصرف کنسانتره زمانی که گوساله‌ها به روش

تدریجی از شیر گرفته شدند، زمان مصرف خوراک آغازین افزایش پیدا کرد. فعالیت‌های رفتاری مانند رفتار غیر تغذیه‌ای از رفتارهای معمول گوساله‌هایی است که با برنامه‌های مختلف از شیر گرفته می‌شوند. De Passille و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که رفتار غیر تغذیه‌ای و سروصدا کردن عمدتاً به دلیل دریافت کمتر انرژی به دلیل دریافت شیر کمتر است. در مطالعه حاضر با توجه به اینکه مصرف خوراک و دریافت انرژی قابل‌متابولیسم در گوساله‌هایی که به تدریج از شیر گرفته شدند بیشتر از گوساله‌هایی بود که ناگهانی از شیر گرفته شدند؛ اما رفتارهای غیر تغذیه‌ای تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از ذرت ورقه‌ای شده با بخار به جای ذرت آسیاب شده که در گله‌های ایران به صورت معمول استفاده می‌شود، باعث کاهش سطح گلوکز و نیتروژن اوره‌ای خون شد که نشان‌دهنده افزایش استفاده از نیتروژن شکمبه‌ای است. روش شیرگیری تدریجی در مقایسه با روش از شیرگیری ناگهانی موجب بهبود وضعیت سلامت گوساله‌ها شد و پاسخ‌های مشاهده‌شده به نوع فرآوری دانه ذرت بستگی داشت. تجزیه و تحلیل اثرات متقابل بین روش فرآوری دانه ذرت و روش از شیرگیری نشان داد که روش از شیرگیری تدریجی می‌تواند بهبود وضعیت سلامت گوساله‌های شیرخوار را به دنبال داشته باشد و این پاسخ زمانی که از جیره حاوی ذرت ورقه‌ای شده با بخار تغذیه کردند مشهودتر بود.

References

- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N. R., Skidmore, A. L., Godden, S. & Leslie, K. E. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93: 3713-3721.
- Bittar, C. M. M., Gallo, M. P., Silva, J. T., de Paula, M. R., Poczynek, M. & Mourão, G. B. (2020). Gradual weaning does not improve performance for calves with low starter intake at the beginning of the weaning process. *Journal of Dairy Science*, 103: 4672-4680.
- Brown, R. E., Davis, C. L., Staubus, J. R. & Nelson, W. O. (1960). Production and absorption of volatile fatty acids in the perfused rumen. *Journal of Dairy Science*, 43: 1788-1795.
- De Passillé, A. M., Borderas, T. F. & Rushen, J. (2011). Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *Journal of Dairy Science*, 94: 1401-1408.
- Fokink, W. B., Hill, T. M., Bateman, H. G., Aldrich, J. M., Schlotterbeck, R. L. & Kertz, A. F. (2010). Simulated straw bedding intake and effect of high and low cereal grain starters on rumen development of neonatal Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 93: 300-311.
- Ghavidel, M., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Asadi, M. (2024). Impacts of Chelated Iron Supplement with Organic Acid and Amino Acid on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Feeding Behaviors, and Blood Parameters in Suckling Calves. *Research On Animal Production*, 15: 120-131.(In Persian)
- Genís, S., Verdú, M., Cucurull, J. & Devant, M. (2021). Complete feed versus concentrate and straw fed separately: Effect of feeding method on eating and sorting behavior, rumen acidosis, and digestibility in crossbred Angus bulls fed high-concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, 273: 114820.
- Haley, D. B., Bailey, D. W. & Stookey, J. M. (2005). The effects of weaning beef calves in two stages on their behavior and growth rate. *Journal of Animal Science*, 83, 2205-2214.
- Hulbert, L. E., Cobb, C. J., Carroll, J. A. & Ballou, M. A. (2011). Effects of changing milk replacer feedings from twice to once daily on Holstein calf innate immune responses before and after weaning. *Journal of Dairy Science*, 94: 2557-2565.
- Jafari, A., Azarfar, A., Ghorbani, G. R., Mirzaei, M., Khan, M. A., Omid-Mirzaei, H. & Ghaffari, M. H. (2020). Effects of physical forms of starter and milk allowance on growth performance, ruminal fermentation, and blood metabolites of Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103: 11300-11313.
- Jafarpour, M., Alikhani, M., Riasi, A., Omid-Mirzaei, H., Khorvash, M. & Ghaffari, M. H. (2023). Effects of corn grain processing and protein source on calf performance, rumen fermentation, and blood metabolites. *Scientific Reports*, 13:,10129.
- Kehoe, S. I., Dechow, C. D. & Heinrichs, A. J. (2007). Effects of weaning age and milk feeding frequency on dairy calf growth, health and rumen parameters. *Livestock Science*, 110: 267-272.
- Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Ki, K. S., Hur, T. Y. & Choi, Y. J. (2007). Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90: 3376-3387.
- Khan, M. A., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2011). Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. *Journal of Dairy Science*, 94:3547-3553.
- Kocyigit, R., Diler, A., Yanar, M., Guler, O., Aydin, R. & Avci, M. (2013). Effect of weaning methods on growth, feed efficiency and some behavioural traits of Brown Swiss calves. *Journal of Dairy Science*, 23:1242-1246.

- Lama, S. P., Grilli, D., Egea, V., Fucili, M., Allegretti, L., & Guevara, J. C. (2014). Rumen development and blood metabolites of Criollo kids under two different rearing systems. *Livestock Science*, 167: 171-177.
- Lambertz, C., Farke- Röver, A. & Gauly, M. (2015). Effects of sex and age on behavior and weight gain in beef calves after abrupt weaning. *Animal Science Journal*, 86: 345-350.
- Lesmeister, K. E., & Heinrichs, A. J. (2004). Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 87,3439-3450.
- Lorenz, I. (2021). Calf health from birth to weaning-an update. *Irish Veterinary Journal*, 74: 1-8.
- Lynch, E. M., Earley, B., McGee, M. & Doyle, S. (2010). Effect of abrupt weaning at housing on leukocyte distribution, functional activity of neutrophils, and acute phase protein response of beef calves. *BMC Veterinary Research*, 6:1-9.
- Makizadeh, H., Kazemi-Bonchenari, M., Mansoori-Yarahmadi, H., Fakhraei, J., Khanaki, H., Drackley, J. K. & Ghaffari, M. H. (2020). Corn processing and crude protein content in calf starter: Effects on growth performance, ruminal fermentation, and blood metabolites. *Journal of Dairy Science*, 103: 9037-9053.
- Moeini, H., Mahdavi, A. H., Riasi, A., Ghorbani, G. R., Oskoueian, E., Khan, M. A. & Ghaffari, M. H. (2017). Effects of physical form of starter and forage provision to young calves on blood metabolites, liver composition and intestinal morphology. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101:755-766.
- Mojahedi, S., M. Khorvash, G. R. Ghorbani, E. Ghasemi, M. Mirzaei. & F. Hashemzadeh-Cigari. 2018. Performance, nutritional behavior, and metabolic responses of calves supplemented with forage depend on starch fermentability. *Journal of Dairy Science*, 101:7061–7072.
- Osorio, J. S. (2020). Gut health, stress, and immunity in neonatal dairy calves: the host side of host-pathogen interactions. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11: 105.
- Rahimi, A., Ghorbani, G. R., Hashemzadeh, F., Mirzaei, M., Saberipour, H. R., Ahmadi, F. & Ghaffari, M. H. (2023). Impact of corn processing and weaning age on calf performance, blood metabolites, rumen fermentation, and behavior. *Scientific Reports*, 13: 10701.
- Rahimi, A., Hashemzadeh, F., Ghorbani, G. R., Mirzaei, M., Saberipour, H. R. & Ahmadi, F. (2024). Effects of corn grain processing method in starter ration and weaning strategy on performance, nutrient digestion, rumen fermentation, and blood metabolites of Holstein calves. *Animal Feed Science and Technology*, 308: 115860.
- Rosa, F., Busato, S., Avaroma, F. C., Linville, K., Trevisi, E., Osorio, J. S. & Bionaz, M. (2018). Transcriptional changes detected in fecal RNA of neonatal dairy calves undergoing a mild diarrhea are associated with inflammatory biomarkers. *PLoS One*, 13: 191599.
- Russell, K. E. & Roussel, A. J. (2007). Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 23:403-426.
- Steele, M. A., Doelman, J. H., Leal, L. N., Soberon, F., Carson, M. & Metcalf, J. A. (2017). Abrupt weaning reduces postweaning growth and is associated with alterations in gastrointestinal markers of development in dairy calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning period. *Journal of Dairy Science*, 100: 5390-5399.
- Svihus, B., Uhlen, A. K. & Harstad, O. M. (2005). Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 122:303-320.

- Vi, R. B., McLeod, K. R., Klotz, J. L. & Heitmann, R. N. (2004). Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre-and postweaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, 87:55-65.
- Welk, A., Neave, H. W. & Jensen, M. B. (2024). Invited review: The effect of weaning practices on dairy calf performance, behavior, and health—a systematic review. *Journal of Dairy Science*. 107: 5237-5258
- Wolfe, A. R., Rezamand, P., Agostinho, B. C., Konetchy, D. E. & Laarman, A. H. (2023). Effects of weaning strategies on health, hematology, and productivity in Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 106: 7008-7019.
- Zebeli, Q., Tafaj, M., Weber, I., Dijkstra, J., Steingass, H. & Drochner, W. (2007). Effects of varying dietary forage particle size in two concentrate levels on chewing activity, ruminal mat characteristics, and passage in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90: 1929-1942.