JAER

2026, 2(2): 1-6

Journal of Animal Environmental Reaserch

Journal homepage: http://www.journalaer.com

Research Article

Comparison of Two Physical Forms of Starter Diet (Meal vs. Steam-Flaked) on Growth Performance, Digestive Health and Rumen Fluid pH in Holstein Suckling Calves

Reza Zolfaghari, Javad Bayat Koohsar *, Farzad Ghanbari, Yousef Mostafaloo

Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbade Kavoos University, Gonbade Kavoos, Iran

Key Words

Calf
Flour starter
Grind grains starter
Structural Growth Measurement

Abstract

Introduction: The aim of this study was to compare the effect of two physical structures of starter feed, namely floury (ground grains) and flaked (steam-flaked grains), on growth performance, gastrointestinal health, and skeletal growth indices in suckling Holstein calves.

Materials & Methods: This research was conducted on twelve female Holstein calves, which were randomly assigned to one of two treatments: floury or flaked starter. Body weight and skeletal growth indices were measured weekly, while feed intake and fecal consistency score were recorded daily. Additionally, rumen fluid was collected on days 21 and 45 of the experiment to measure pH.

Results: The results showed that although there were no significant differences in average daily weight gain and skeletal growth indices between the two groups ($P>0.05$), calves receiving the flaked starter had a higher mean feed intake. Regarding gastrointestinal health, the flaked group showed a significantly lower (improved) fecal score compared to the floury group ($P<0.05$). Furthermore, the rumen pH in the floury group significantly decreased on day 45, indicating a potential for subacute ruminal acidosis, whereas the pH in the flaked group remained within the normal range.

Conclusion: Overall, the results suggest that the flaked starter feed offers significant advantages over the floury starter by improving gastrointestinal health and rumen pH, even though no significant effect on weight gain and skeletal growth was observed over the short 70-day period.

Article info

* Corresponding Author's email:
javad_bayat@yahoo.com

Received: 22 July 2025
Reviewed: 23 August 2025
Revised: 24 October 2025
Accepted: 22 November 2025

[Downloaded from www.journalaer.com on 2026-06-18]

مقاله علمی - پژوهشی

مقایسه دو ساختار فیزیکی جیره آغازین (آردی و آجیلی) بر عملکرد رشد، سلامت گوارش و pH مایع شکمبه در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

رضا ذوالفقاری، جواد بیات‌کوهسار، فرزاد قنبری، یوسف مصطفی‌لو*

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

کلمات کلیدی

گوساله
خوراک آغازین آردی
خوراک آغازین آجیلی
شاخص‌های رشد اسکلتی

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه، مقایسه تأثیر دو ساختار فیزیکی جیره آغازین، شامل آردی (غلات آسیاب شده) و آجیلی (غلات فلیک‌شده با بخار)، بر عملکرد رشد، سلامت گوارشی و شاخص‌های رشد اسکلتی در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.

مواد و روش‌ها: این پژوهش بر روی ۱۲ رأس گوساله ماده هلشتاین انجام شد که به‌صورت تصادفی به دو تیمار آردی و آجیلی اختصاص یافتند. وزن‌کشی و اندازه‌گیری شاخص‌های رشد اسکلتی به‌صورت هفتگی و مصرف خوراک و نمره قوام مدفوع به صورت روزانه ثبت شد. هم‌چنین، مایع شکمبه برای اندازه‌گیری pH در روزهای ۲۱ و ٤٥ آزمایش جمع‌آوری گردید.

نتایج: نتایج نشان داد که اگرچه افزایش وزن روزانه و شاخص‌های رشد اسکلتی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>0/05$)، اما گوساله‌هایی که خوراک آجیلی دریافت کردند، میانگین مصرف خوراک بیش‌تری داشتند. از نظر سلامت دستگاه گوارش، گروه آجیلی نمره مدفوع پایین‌تری (بهبود یافته) در مقایسه با گروه آردی نشان داد ($P<0/05$). هم‌چنین، pH شکمبه در گروه آردی در روز ٤٥ به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت که نشان‌دهنده احتمال اسیدوز تحت بالینی بود، درحالی‌که pH در گروه آجیلی در محدوده طبیعی باقی ماند.

بحث و نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، نتایج حاکی از آن است که خوراک آغازین آجیلی با بهبود سلامت دستگاه گوارش و pH شکمبه، مزایای مهمی نسبت به خوراک آردی دارد، هرچند که در یک دوره کوتاه ۷۰ روزه، تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن و رشد اسکلتی مشاهده نشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
javad_bayat@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۳۱ تیر ١٤٠٤
تاریخ داوری: ۱ شهریور ١٤٠٤
تاریخ اصلاح: ۲ آبان ١٤٠٤
تاریخ پذیرش: ۱ آذر ١٤٠٤

[Downloaded from www.journalaer.com on 2026-06-18]

مقدمه

صنعت پرورش گاو شیری به‌شدت به موفقیت در پرورش گوساله‌ها وابسته است، چراکه گوساله‌ها آینده هر گله شیری را تضمین می‌کنند (۱). در این میان، تغذیه صحیح، به‌ویژه در دوران شیرخوارگی، نقشی حیاتی در رشد و تکامل دستگاه گوارش گوساله دارد. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در این مرحله، ترغیب گوساله‌ها به مصرف زودهنگام خوراک جامد است که فرآیند تبدیل آن‌ها از یک حیوان تک‌معده‌ای به یک نشخوارکننده بالغ را تسریع می‌کند (۱۸). این فرآیند تکاملی برای جذب مواد مغذی، افزایش ظرفیت شکمبه و در نهایت رشد بهینه گوساله ضروری است. یکی از عوامل کلیدی تأثیرگذار بر مصرف و هضم خوراک، ساختار فیزیکی آن است. روش‌های مختلف فرآوری غلات، مانند آسیاب کردن (تولید خوراک آردی) و پولکی کردن با بخار (تولید خوراک آجیلی)، می‌توانند بر قابلیت هضم نشاسته و در دسترس بودن مواد مغذی تأثیر بگذارند. برای مثال، فرآوری با بخار و پولکی کردن (Steam Flake) منجر به ژلاتینه شدن نشاسته می‌شود که این امر، دسترسی میکروب‌های شکمبه به نشاسته را افزایش داده و در نتیجه، تولید اسیدهای چرب فرار (VFA) مانند پروپیونات و بوتیرات را بهبود می‌بخشد (۳). این اسیدها نه تنها منبع اصلی انرژی برای گوساله هستند، بلکه محرک اصلی رشد پرزهای شکمبه و تکامل آن محسوب می‌شوند (۱۶). با این‌حال، تحقیقات پیشین در این زمینه نتایج متناقضی را نشان می‌دهند. برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که خوراک‌های بافت‌دار (مانند آجیلی) به‌دلیل خوش‌خوراکی بیش‌تر و بهبود قابلیت هضم نشاسته، منجر به افزایش مصرف ماده خشک و رشد بهتر می‌شوند (۷، ۱۰). در مقابل، برخی دیگر از پژوهش‌ها تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن روزانه یا بازده خوراک بین خوراک‌های آردی و آجیلی مشاهده نکرده‌اند (۱۳). علاوه بر این، تأثیر ساختار فیزیکی خوراک بر سلامت دستگاه گوارش، به‌ویژه نمره قوام مدفوع، کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است؛ درحالی‌که اسهال یکی از مهم‌ترین علل مرگ و میر در گوساله‌های جوان است (۴). از این رو، بررسی دقیق‌تر تأثیر این دو نوع خوراک بر شاخص‌های رشد اسکلتی و سلامت گوارش می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را فراهم کند. بنابراین، با توجه به نتایج متناقض و محدودیت‌های موجود در تحقیقات قبلی، هدف از این مطالعه مقایسه تأثیر دو نوع ساختار فیزیکی خوراک آغازین (آردی و آجیلی) بر عملکرد رشد (مصرف خوراک و افزایش وزن)، شاخص‌های رشد اسکلتی و pH مایع شکمبه شکمبه در گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.

مواد و روش‌ها

تیمارها و جیره‌های آزمایشی: این مطالعه درموسسه شرکت دامپروری احرار سپاهان واقع درشهرستان اصفهان از آذر ۹۷ تا بهمن ۹۷ به‌مدت ۷۰ روز انجام شد. تعداد ۱۲ راس گوساله ماده هلشتاین در بدو تولد انتخاب و بعد از وزن‌کشی، بند ناف گوساله‌ها با استفاده از تنتوریدکاملاً ضدعفونی شد. گوساله‌ها به‌صورت تصادفی به یکی از دو تیمار: ۱) گوساله‌های دریافت کننده خوراک آغازین آردی (شاهد) و ۲) گوساله‌های دریافت‌کننده خوراک آغازین آجیلی اختصاص داده شدند. گاوهای آبستن در گاوداری احرار سپاهان همواره تحت کنترل کارگران زایشگاه قرار داشتند. در مدت آزمایش نیز طبق روال، با مشخص شدن علائم زایمان، گاو بلافاصله از بقیه گاوهای آماده زایش جدا شده و به زایشگاه منتقل شدند و تا زمان زایمان تحت مراقبت قرار گرفتند. گوساله‌ها بلافاصله پس از تولد از مادر جدا و وارد محوطه نگه‌داری قرنطینه گوساله‌های دیگر شدند. جدا کردن گوساله‌ها بلافاصله پس از تولد یکی از اقدامات بهداشتی مهم در جلوگیری از انتقال بیماری‌ها به‌حساب می‌آید. گوساله‌ها پس از جدا شدن از مادر به‌وسیله ترازوی دیجیتال ویژه گوساله‌ها وزن شدند. بعد از این اقدام گوساله‌ها به جایگاه انفرادی بتونی که قبلاً شعله و ضدعفونی شده بودند، منتقل شدند. برای بستر گوساله‌ها در این جایگاه از کاه گندم به‌مقدار کافی استفاده شد. گوساله‌ها در طی یک ساعت پس از تولد با ۲ لیتر آغوز تغذیه شدند، سپس در فاصله ۶ ساعت پس از تولد با ۲ لیتر دیگر آغوز تغذیه شدند و در ادامه، تا سن ۳ روزگی با آغوز و شیر انتقالی تغذیه شده و از سن ۳ روزگی وارد تیمارهای آزمایشی شدند.

اندازه‌گیری‌های صفات: خوراک مصرفی، قوام مدفوع و وزن گوساله‌ها، شاخص‌های رشد اسکلتی و pH مایع شکمبه اندازه‌گیری شدند. تمامی گوساله‌ها روزانه معادل ۱۰ درصد وزن بدن شیر کامل دریافت کردند که به دو وعده مساوی (۰۴:۰۰ و ۱۶:۰۰) تقسیم می‌شد. این رژیم شیردهی تا زمان شیرگیری به‌طور ثابت برای هر گوساله اعمال شد تا تأثیر ساختار فیزیکی استارتر بدون تداخل تغذیه با شیر ارزیابی گردد. مصرف جیره آغازین روزانه از روز سوم تولد، هم‌زمان با شروع تیمارهای آزمایشی، به‌طور دقیق اندازه‌گیری و ثبت شد. خوراک باقی‌مانده روز قبل نیز به‌طور روزانه جمع‌آوری و پس از توزین کنار گذاشته می‌شد. برای محاسبه درصد ماده خشک خوراک آغازین و باقی‌مانده، نمونه ۱۰۰ گرمی از خوراک آغازین و باقی‌مانده در آون با حرارت ۶۰ درجه به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده می‌شد. پس از این زمان، نمونه‌ها از آون خارج شده و سپس با ترازویی با دقت ۰/۰۱ وزن می‌شدند. خوراک مصرفی روزانه از طریق تفاضل مقدار

[Downloaded from www.journalaer.com on 2026-06-18]

خوراک باقی‌مانده از خوراک ریخته شده (بر اساس ماده خشک) برای هر گوساله در طی ۲۴ ساعت تعیین شد. قوام ظاهری مدفوع همه روزه از طریق چشمی ارزیابی و امتیازدهی به‌صورت: ۱) مدفوع سفت، ۲) مدفوع کمی شل (به‌صورت کپه‌ای) و ۳) مدفوع شل (جاری بر روی زمین) انجام شد (۱۲). وزن‌کشی گوساله‌ها بلافاصله پس از تولد، در زمان ورود گوساله‌ها به طرح و سپس تا آخر دوره به‌صورت هفتگی با استفاده از باسکول دیجیتالی انجام شد. شاخص‌های رشد اسکلتی شامل قد از جدوگاه، قد از کپل، اندازه دور سینه و طول بدن در روز تولد و هر دو هفته تا روز ۷۰ اندازه‌گیری شدند. pH مایع شکمبه چهار ساعت پس از تغذیه صبح با استفاده از لوله مری در سنین ۲۱ و ۴۵ توسط pHمتر دیجیتال (مدل ۶۹۱، شرکت Metrohm) ثبت گردید.

تجزیه آماری داده‌ها: داده‌های وزن اولیه و نهایی بدن، میانگین افزایش وزن بدن، شاخص‌های رشد اسکلتی و مصرف ماده خشک قبل و بعد از شیرگیری و میانگین روزهای از شیرگیری در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شدند. داده‌هایی که به‌صورت مکرر در زمان‌های مختلف جمع‌آوری شدند (افزایش وزن هفتگی، میانگین نمره مدفوع هفتگی، pH شکمبه‌ای) مطابق با طرح تکرار در زمان و با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) آنالیز شد. مدل آماری طرح به شکل زیر می‌باشد:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + TP_{ij} + e_{ijk}$$

در این مدل: μ = اثر میانگین، T_i = اثر تیمار، P_j = اثر زمان، TP_{ij} = اثر متقابل دوره با تیمار و e_{ijk} = خطای آزمایشی بود.

برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد خطا استفاده شد.

نتایج

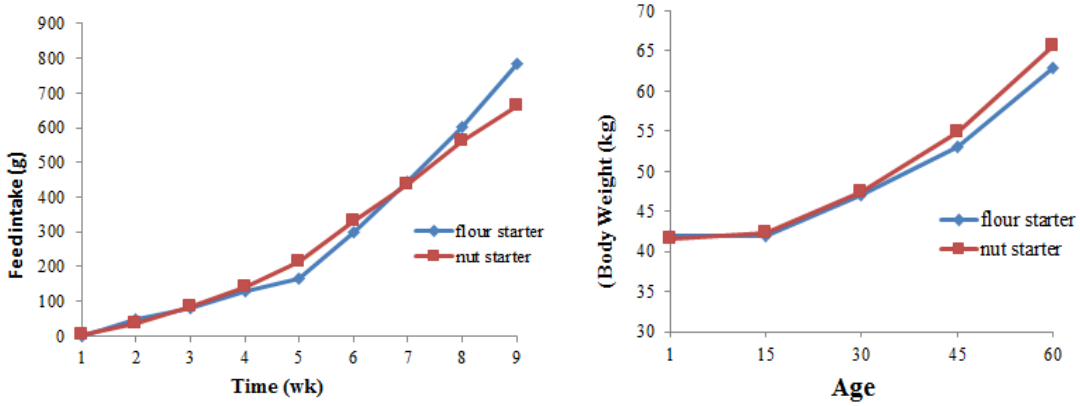
عملکرد گوساله‌ها: تأثیر ساختار فیزیکی استارتر بر میانگین وزن بدن و مصرف خوراک گوساله‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر میانگین افزایش وزن کل دوره، میانگین افزایش وزن روزانه و میانگین مصرف خوراک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). میانگین مصرف خوراک روزانه در گروه آجیلی ۲۷۶/۷۳ گرم و در گروه آردی ۲۰۲/۷۲ گرم بود.

جدول ۱: تاثیر ساختار فیزیکی استارتر بر میانگین وزن بدن و مصرف خوراک گوساله‌ها

Table 1. Effect of Physical Starter Structure on Mean Body Weight and Feed Intake of Calves

Item	treatments		*P*-valve
	flour starter	flaked starter	
Number of calves	6	6	-
Initial body weight (kg)	41.33	41.83	0.483
Final body weight (kg)	62.83	65.68	0.258
Average total weight gain (kg)	21.5	23.52	0.279
Average daily weight gain (kg)	0.358	0.392	0.279
Average feed intake (g/day)	202.72	276.73	0.383

الگوی تغییرات مصرف خوراک و وزن بدن گوساله‌ها در طول ۹ هفته در شکل ۱ نشان داده شده است. مصرف خوراک در هر دو گروه با افزایش سن گوساله‌ها افزایش یافت و روند رشد وزن بدن نیز صعودی بود. گروه آجیلی در بیش‌تر هفته‌ها مصرف خوراک بالاتری نسبت به گروه آردی داشت.



شکل ۱: تغییرات وزن بدن و مصرف استارتر گوساله‌ها در طول دوره آزمایش

Figure 1. Changes in calf body weight and starter intake during the experimental period

[Downloaded from www.journalaer.com on 2026-06-18]

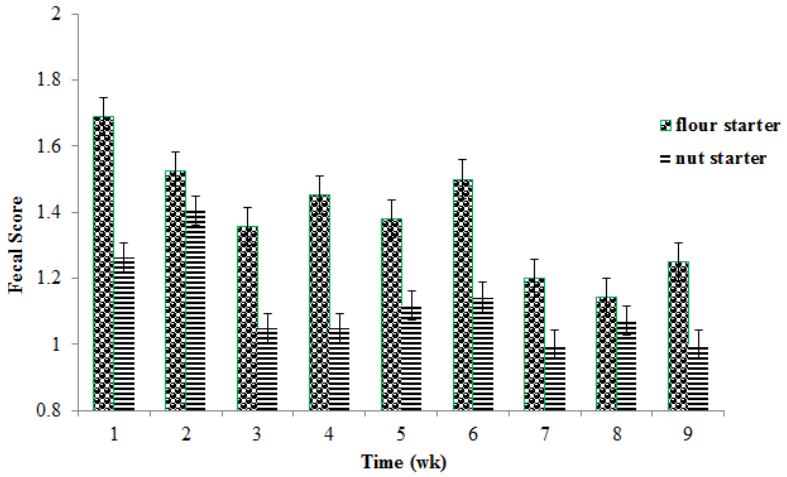
شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌ها: نتایج مربوط به شاخص‌های رشد اسکلتی (قد از جدوگاه، قد از کپل، دور سینه و طول بدن) در جدول ۲ ارائه شده است. در هیچ‌یک از شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در روزهای مختلف، تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار مشاهده نشد (P<۰/۰۵). تمامی شاخص‌ها با افزایش سن گوساله‌ها روند افزایشی داشتند.

جدول ۲: تاثیر ساختار فیزیکی استارتر بر شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌ها

Table 2. Effect of physical structure of starter on skeletal growth indices of calves

Item	Postnatal Days	Treatments		*P*-valve
		flour starter	flaked starter	
Height at withers	1	75.66	75.56	0.213
	15	76.16	76.5	0.419
	30	79.16	78.83	0.244
	45	82.5	82.5	0.349
	65	86.66	87.33	0.388
Height at hip	1	80.8	79.8	0.341
	15	81.8	81.2	0.487
	30	82.66	82.83	0.513
	45	85.66	86.00	0.214
	65	89.00	89.33	0.145
Chest girth	1	81.66	81.83	0.513
	15	83.00	83.33	0.219
	30	85.66	86.33	0.441
	45	89.16	89.66	0.276
	65	93.16	94.16	0.115
Body length	1	41.66	41.33	0.112
	15	42.16	41.83	0.145
	30	46.16	42.83	0.321
	45	44.66	44.5	0.125
	65	46.66	46.5	0.412

قوام مدفوع: نتایج قوام مدفوع (نمره مدفوع) در طول دوره ۹ هفته‌ای نشان داد که گوساله‌های دریافت‌کننده خوراک آردی در بیش‌تر هفته‌ها نمره مدفوع بالاتری نسبت به گروه آجیلی داشتند (P<۰/۰۵). در هر دو گروه، با افزایش سن، نمره مدفوع کاهش یافت. روند تغییرات در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: نمودار تغییرات قوام مدفوع گوساله‌ها در طول دوره آزمایش

Figure 2. Changes in the fecal consistency of calves during the experimental period

تاثیر ساختار فیزیکی جیره آغازین بر pH شکمبه: میانگین pH مایع شکمبه در دو تیمار و دو زمان نمونه‌برداری در جدول ۳ آمده است. در روز ۲۱ پس از تولد، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت و میانگین pH در هر دو گروه در محدوده طبیعی (حدود ۶/۶) قرار داشت. در روز ۴۵، pH شکمبه در هر دو گروه کاهش یافت، اما این کاهش در گروه آردی بیش‌تر بود، به‌طوری‌که میانگین pH در این گروه به ۵/۹۶ رسید، درحالی‌که در گروه آجیلی مقدار ۶/۱۸ ثبت گردید.

[Downloaded from www.journalaer.com on 2026-06-18]

جدول ۳: تأثیر ساختار فیزیکی استارتر بر pH شکمبه

Table 3. Effect of Physical Starter Structure on Rumen pH

Item	Postnatal Days	treatments		value-*P*
		flour starter	flaked starter	
pH	21	6.78	6.09	0.051
	45	6.43	6.67	0.050

بحث

یافته‌های این مطالعه نشان‌داد که شکل‌فیزیکی خوراک آغازین تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه گوساله‌ها نداشت. این نتیجه با گزارش برخی از تحقیقات پیشین هم‌خوانی دارد، به‌طوری‌که در بررسی اشکال مختلف فرآوری ذرت نیز تفاوت معنی‌داری در افزایش وزن روزانه مشاهده نشده است (۱۳). با وجود این، همان‌طورکه در جدول ۱ نشان داده شد، میانگین مصرف خوراک روزانه در گروه آجیلی (۲۷۶/۷۳ گرم) به‌مراتب بالاتر از گروه آردی (۲۰۲/۷۲ گرم) بود. اگرچه این اختلاف از نظرآماری معنی‌دار نبود، اما تفاوت عددی قابل‌توجه (حدود ۳۷درصد) بیانگرخوش‌خوراکی بالاترخوراک آجیلی است. این افزایش مصرف احتمالاً ناشی‌از فرآیندژلاتینه‌سازی نشاسته در هنگام پولکی کردن با بخار است که سبب نرم‌تر شدن بافت و بهبود طعم خوراک می‌شود و گوساله‌ها را به مصرف بیش‌تر تشویق می‌کند. افزایش مصرف خوراک در گروه آجیلی، هرچند منجر به تفاوت معنی‌دار در وزن‌گیری کوتاه‌مدت نشد، می‌تواند گامی مهم در جهت توسعه شکمبه و بهبود عملکرد در مراحل بعدی زندگی باشد. این یافته با پژوهش‌هایی هم‌سو است که نشان داده‌اند لایه‌برداری دانه‌های‌ذرت با بخار، موجب‌افزایش‌وزن‌روزانه، بهبودبازدهی خوراک و افزایش تولید اسیدهای چرب فرار شکمبه می‌شود (۱۰). از این‌رو، می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر شکل فیزیکی خوراک بر عملکرد گوساله‌ها ممکن است در دوره‌های بلندمدت‌تر آشکار گردد، حتی اگر در دوره شیرخوارگی اختلاف آماری مشخصی مشاهده نشود. نتایج شاخص‌های رشد اسکلتی (قد از جدوگاه، قد از کپل، دور سینه و طول بدن) نیز نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت (P>۰/۰۵). هرچند تمامی شاخص‌ها با افزایش سن روند صعودی داشتند، اما تأثیر شکل فیزیکی استارتر بر رشد اسکلتی قابل ملاحظه نبود. این یافته با نتیجه اصلی مطالعه، مبنی بر عدم تفاوت معنی‌دار در افزایش وزن روزانه، هم‌خوانی دارد. رشد اسکلتی معمولاً ارتباط مستقیم با رشد کلی بدن و افزایش وزن دارد (۸). از آن‌جا که در این پژوهش افزایش وزن بین دو تیمار تفاوت معنی‌داری نداشت، شباهت‌در رشد استخوانی‌نیز امری منطقی است. از سوی دیگر، دوره ۷۰ روزه آزمایش ممکن است برای آشکار شدن تفاوت‌های معنی‌دار در رشد اسکلتی کافی نباشد، زیرا رشد استخوان فرآیندی تدریجی و وابسته به زمان است. مطالعاتی که بر دوره‌های طولانی‌تر انجام شده‌اند، نشان داده‌اند که تغییرات تغذیه‌ای می‌توانند در مراحل بعدی زندگی بر تراکم و رشد استخوان‌ها تأثیرگذار باشند (۲). این نتیجه با یافته‌های سایر پژوهش‌ها نیز مطابقت دارد؛ برای مثال، در مطالعه‌ای مشابه، با وجود تغییر در برخی از فراسنجه‌های شکمبه، تفاوت معنی‌داری در عملکرد رشد، سن از شیرگیری یا شاخص‌های اسکلتی مشاهده نشد (۵). این امر بیانگر آن است که تا زمانی‌که نیازهای‌تغذیه‌ای‌گوساله برای رشد تأمین شود، فرم فیزیکی خوراک تأثیر قابل‌توجهی بر ابعاد استخوانی ندارد. در مقابل، زمانی که تفاوت‌های شدید در جیره و در نتیجه در مصرف خوراک و افزایش وزن رخ دهد، رشد اسکلتی نیز ممکن است تحت‌تأثیر قرار گیرد (۹). از نظر سلامت دستگاه گوارش، نتایج نشان داد که اسکور مدفوع در گروه آردی در اغلب هفته‌های آزمایش به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه آجیلی بود (P<۰/۰۵). این تفاوت بیانگر مدفوع شل‌تر و احتمال بروز اسهال بیش‌تر در گوساله‌های دریافت‌کننده خوراک آردی است. در هر دو گروه، اسکور مدفوع با افزایش سن کاهش یافت که روندی‌طبیعی و نشان‌دهنده بلوغ تدریجی سیستم گوارشی است. مقدار بالای اسکور مدفوع در هفته‌های اولیه (نزدیک به ۱/۷) نشان‌دهنده وجود مدفوع نرم‌تر در دوره‌ی ابتدایی زندگی است که با رشد و مصرف بیش‌تر خوراک جامد به تدریج کاهش می‌یابد. بالا بودن اسکور مدفوع در گروه آردی می‌تواند ناشی از سرعت بالاتر تخمیر نشاسته در شکمبه و عبور سریع‌تر مواد مغذی از دستگاه گوارش باشد (۱۷). این وضعیت ممکن است منجر به جذب ناکافی آب و بروز مدفوع شل‌تر شود. در مقابل، خوراک آجیلی به‌دلیل فرآوری با بخار و داشتن بافت نرم‌تر و ذرات درشت‌تر، قابلیت هضم بهتری دارد و می‌تواند سبب ثبات محیط شکمبه و بهبود سلامت روده شود. این یافته‌ها با گزارش‌های پیشین هم‌راستا است که نشان داده‌اند فرآوری غلات با بخار علاوه بر بهبود قابلیت هضم نشاسته، موجب پایداری بیش‌تر محیط شکمبه و کاهش بروز اسهال در گوساله‌ها می‌شود (۱۵). هم‌چنین، بافت و اندازه ذرات خوراک از عوامل کلیدی در سلامت روده و کنترل اسهال در گوساله‌های شیرخوار محسوب می‌شود (۶). اهمیت این نتایج از آن جهت است که اسهال یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ‌ومیر در گوساله‌های جوان به شمار می‌رود (۱۴). بنابراین، کاهش اسکور مدفوع و بهبود قوام آن در گوساله‌های دریافت‌کننده خوراک آجیلی نه‌تنها از دیدگاه فیزیولوژیکی، بلکه از نظر اقتصادی‌و مدیریتی نیز حائز اهمیت است. نتایج مربوط به pH شکمبه نیز اهمیت ساختار فیزیکی جیره را در ثبات محیط شکمبه نشان داد. همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده شد، در روز ۲۱، pH شکمبه در هر دو گروه در محدوده طبیعی ۶/۶ قرار داشت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. در روز ۴۵، مقدار pH در هر دو گروه کاهش یافت، اما این کاهش در گروه دریافت‌کننده خوراک آردی شدیدتر بود، به‌طوری‌که pH به ۵/۹۶

[Downloaded from www.journalaer.com on 2026-06-18]

رسید، درحالی‌که در گروه آجیلی مقدار pH در سطح ۶/۱۸ باقی ماند. کاهش شدید pH در گروه آردی می‌تواند نشانه‌ای از بروز اسیدوز تحت‌بالینی شکمبه (Subacute Ruminal Acidosis – SARA) باشد. این وضعیت معمولاً در اثر سرعت بالای تخمیر کربوهیدرات‌ها در خوراک‌های آردی و تولید زیاد اسیدهای چرب فرار (VFA) رخ می‌دهد (۱۱). در مقابل، خوراک آجیلی به‌دلیل بافت درشت‌تر و فرآیند تخمیر تدریجی‌تر، سبب افزایش ترشح بزاق (به‌عنوان بافر طبیعی) می‌شود و از افت شدید pH جلوگیری می‌کند (۶، ۱۵). این یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین که ارتباط بین اندازه ذرات خوراک و پایداری محیط شکمبه را تأیید کرده‌اند، هم‌سو است (۱۷). به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که هرچند تفاوت معنی‌داری در رشدظاهری گوساله‌ها بین دو ساختار فیزیکی خوراک مشاهده نشد، اما خوراک آجیلی با بهبود قوام مدفوع و حفظ pH شکمبه در محدوده طبیعی، تأثیر مثبتی بر سلامت دستگاه گوارش داشت. از این‌رو، استفاده از خوراک آغازین آجیلی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار تغذیه‌ای مؤثر برای ارتقای سلامت گوارشی و بهبود عملکرد گوساله‌های شیرخوار توصیه شود.

نتیجه‌گیری کلی: مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر ساختار فیزیکی جیره آغازین بر مصرف خوراک، قوام مدفوع و pH مایع شکمبه در گوساله‌های شیری انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از جیره آغازین آجیلی (غلتک‌زده شده با بخار) در مقایسه با جیره آردی، منجر به بهبود معنی‌دار قوام مدفوع و حفظ pH شکمبه در محدوده طبیعی گردید. این یافته‌ها حاکی از آن است که فرآوری فیزیکی جیره نقش مهمی در تنظیم محیط شکمبه و ارتقاء سلامت دستگاه گوارش دارد. به‌طورکلی، نتایج این پژوهش بر مزایای تغذیه گوساله‌های شیرخوار با جیره آغازین آجیلی تأکید می‌کند که می‌تواند به سلامت دستگاه گوارش کمک کند. بنابراین، انتخاب نوع فرآوری جیره آغازین به‌عنوان یک راهکار مدیریتی مهم توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه شرکت دامپروری احرار سپاهان به خاطر فراهم آوردن کلیه امکانات لازم برای اجرای طرح تشکر می‌شود.

منابع

1. **Anderson, K.L., Nagaraja, T.G., Morrill, J.L., Avery, T.B., Galitzer, S.J. and Boyer, J.E., 1987.** Ruminal microbial development in conventionally or early weaned calves. *Journal of Animal Science*. 64: 1215-1226. doi: https://doi.org/10.2527/jas1987.6441215x
2. **Coleman, M.E., Hill, S.R., Schone, D.E. and Hill, T.M., 2008.** Effects of nutritional management on bone growth and development in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*. 91(1): 323-333. doi: https://doi.org/10.3168/jds.2007-0331
3. **Crocker, L.M., DePeters, E.J., Fadel, J.G., Perez Monti, H., Taylor, S.J., Wyckoff, J.A. and Zinn, R.A., 1998.** Influence of processed corn grain in diets of dairy cows on digestion of nutrients and milk composition. *Journal of Dairy Science*. 81: 2394-2407. doi: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (98)75812-7
4. **Cruywagen, C.W., Jordaan, I. and Venter, L., 1996.** Effect of *Lactobacillus acidophilus* supplementation of milk replacer on preweaning performance of calves. *Journal of Dairy Science*. 79: 483-486. doi: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (96)76378-2.
5. **Fathi Nasri, M.H., 2012.** The effect of steam-flaked barley on pre-weaning performance and some ruminal metabolites of Holstein dairy calves. *Journal of Animal Science Research*. 22(1). (In Persian)
6. **Fitzpatrick, S.E., von Keyserlingk, M.A.G., de Passillé, A.M. and Weary, D.M., 2022.** The effect of calf starter texture and particle size on feed intake and performance in pre-weaned dairy calves. *Animal Feed Science and Technology*. 283: 115160. doi: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115160
7. **Franklin, T., Amaral-Phillips, D.M., Jackson, J.A. and Campbell, A.A., 2003.** Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter. *Journal of Dairy Science*. 86: 2145-2150.
8. **Hill, T.M., Bateman, H.G., Aldrich, J.M. and Schlotterbeck, R.L., 2012.** Methods of reducing milk replacer to replacer have been fed. *American Registry of Professional Animal Scientists*. 28: 332-337.
9. **Hudson, C.H., Drackley, J.K. and Shields, D.R., 2006.** Growth and skeletal development in Holstein calves fed different levels of milk replacer and starter grain. *Journal of Dairy Science*. 89(7): 2697-2708. doi: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (06)72251-X.
10. **Kazemi-Bonchenari, M., Makizadeh, H., Mansoori Yarahmadi, H., Fakhraei, J., Khanaki, H., Drackley, J.K. and 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. doi: https://doi.org/10.3168/jds.2020-18578.
11. **Kim, S.M., Lim, J., Park, S., Jeong, J., Park, K.S. and Kim, Y.H., 2023.** Effects of different corn processing methods on growth, feed efficiency, and ruminal fermentation characteristics in Holstein calves. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 36(6): 843-851. doi: https://doi.org/10.5713/ajas.23.0033
12. **Larson, L.L., Owens, F.G., Albright, J.L., Appleman, R.D., Lamb, R.C. and Muller, L.D., 1977.** Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. *Journal of Dairy Science*. 60: 989-991. doi: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (77)83975-1
13. **Lesmeister, K.E. and 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. doi: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302 (04)73340-8
14. **Li, S., Luo, Z., Xu, Y., Jin, T., Zhang, Y. and Cao, Z., 2021.** Impact of highly digestible calf starter on intestinal health and growth performance of pre-weaned dairy calves. *Frontiers in Veterinary Science*. 8: 644566.
15. **Malekkhahi, M., Naserian, A.A., Rahimi, A., Bazgir, A., Vyas, D. and Razzaghi, A., 2021.** Effects of ground, steam-flaked, and super-conditioned corn grain on production performance and total-tract digestibility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 104(6): 6756-6767. doi:10.3168/jds.2020-19202
16. **Naserian, A.B., Farzaneh, N., Hasani, S., Bashtani, M. and Foroughi, A., 2006.** Large Dairy Herd Management. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian)
17. **Weidner, A.M., St-Pierre, N.R. and Schone, D.E., 2021.** The effect of particle size and processing of calf starter on growth, feed efficiency, and fecal scores of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*. 104(10): 10839-10850. doi: https://doi.org/10.3168/jds.2021-20150.
18. **Williams, P.E.V. and Frost, A.I., 1992.** Feeding the young ruminant. In Varley, M.A., Williams, P.E.V. and Lawrence, T.L.J., (Eds.), Neonatal Survival and Growth. *British Society of Animal Production.* 15: 109-118.

[Downloaded from www.journalaer.com on 2026-06-18]