University of Tehran Press

Journal of Veterinary Research

Homepage: jvr.ut.ac.ir

Online ISSN: 2251-6190

Original Article

J Vet Res, Volume 79, Number 1, 2024, 29-40

Association of Brisket Board Height and Neck-Rail Position in Freestall Barns with Some Comfort Indices in Dairy Cows

Fatemeh Kohansal[1]✉, Amir Hosein Ebrahimi[1]✉, Marzieh Faezi[2]✉, Ahmadreza Mohammadnia[3]✉

[1] *Graduated from the Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*
[2] *Graduated from the Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran*
[3] *Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*

Received: *22 September 2023****, Accepted:*** *25 December 2023*

10.22059/jvr.2023.362608.3369

Abstract

BACKGROUND: In free stalls, factors related to the surface and dimensions of the stall affect how the cows rest and comfort. The brisket board and the neck rail are the most controversial parts of the free stall in Iran's dairy farms, that can affect the stability of the stall and its lifespan, while improper use of these structures has led to significant discomfort for cows, causing substantial issues including lameness and hock, knee and withers lesions.

OBJECTIVES: This study aims to investigate Brisket boards and neck rails usage and measures in freestall barns and assess its possible impact on some comfort indices in dairy cows.

METHODS: Nine dairy farms with over 100 milk cows and freestall barns were selected using the Dairy Farmers of Canada protocols by a convenience sampling method. Horizontal, vertical, and diagonal distances of the neck rail, the presence or absence of brisket boards, and the brisket board height from the bedding were measured. The locomotion score based on a five-point scale as well as hygiene, knees, hocks, and withers scores were recorded. The correlation was evaluated using the Spearman correlation test and Pearson's correlation test.

RESULTS: In 68.3 % of the freestall barns, the brisket boards were at the bedding level or were not used at all; however, the mean brisket board height (11.2±10.8) was not significantly different from the standard height value of 10 cm (P>0.05). The vertical distance of the neck rail (120.4±10.4 cm) was significantly different from the standard values. The median of withers and locomotion scores were consistent among all farms. At the farm level, the median knee, hygiene, and hock scores did not show a significant correlation with the mean of neck rail measures and brisket board height (P>0.05). Also, the median locomotion score did not show a significant correlation with the mean horizontal distance of the neck rail at the individual freestall barn level (P>0.05). However, a significant correlation between the mean of knee scores and vertical distance of the neck rail at the farm level, and between the mean of locomotion score and horizontal distance of the neck rail at the individual freestall barn level were reported.

CONCLUSIONS: An increase in the mean vertical distance of the neck rail is associated with an increase in the median knee scores, while an increase in the mean horizontal distance in each barn was associated with an increase in the median locomotion score, indicating the potential impact of these measurements on cow comfort. However, further research using a larger sample size is needed.

Keywords: Brisket board height, Comfort, Freestall, Lameness, Vertical distance of the neck rail

Copyright © Journal of Veterinary Research: Open Access; Copying, distribution and publication are free for full use with attribution. ©The Author(s).
Publisher: University of Tehran Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest.

Corresponding author: Ahmadreza Mohammadnia, Tel/Fax: +9851-36579430

How to cite this article:

Kohansal F, Ebrahimi A H, Faezi M, Mohammadnia A. Association of Brisket Board Height and Neck-Rail Position in Freestall Barns with Some Comfort Indices in Dairy Cows. J Vet Res, 2024; 79(1): 29-40. doi: 10.22059/jvr.2023.362608.3369

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Brisket board usage in the study farms.
Table 2. Freestall measures in the study farms.
Figure 1. Different components of the stall.
Figure 2. Relative frequency of the comfort indices at the cow level.
Figure 3. Measured distances of the neck rail and the brisket board height in each farm (Farms are shown by an arrow). The mentioned variables were different in different pens.

مجله تحقیقات دامپزشکی
Homepage: jvr.ut.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۶۱۹۰-۲۲۵۱
انتشارات دانشگاه تهران
مقاله پژوهشی
دوره ۷۹، شماره ۱، ۱۴۰۳، ۴۰-۲۹

ارتباط تخته سینه و میله گردنی در فری استال با برخی از شاخص‌های آسایش گاو

فاطمه کهنسال[۱]، امیرحسین ابراهیمی[۱]، مرضیه فائزی[۲]، احمدرضا محمدنیا[۳]

[۱] دانش آموخته دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
[۲] دانش آموخته دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۳] گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۳۰ مهر ماه ۱۴۰۲، **تاریخ پذیرش:** ۴ دی ماه ۱۴۰۲

10.22059/jvr.2023.362608.3369

چکیده

زمینه مطالعه: در جایگاه‌های فری‌استال، عوامل مربوط به سطح و ابعاد استال بر چگونگی استراحت گاوها تأثیر می‌گذارد تخته سینه و میله گردنی از بحث‌برانگیزترین قسمت‌های فری‌استال در گاوداری‌های ایران می‌باشند و می‌توانند به استحکام استال و عمر بیشتر آن کمک کنند و از سوی دیگر عدم آسایش گاو در استال‌هایی که به درستی از این ساختارها استفاده نکرده‌اند، منجر به مشکلات بزرگی همچون لنگش و ضایعاتی بر روی جدوگاه، مفصل زانو و خرگوشی شده است.

هدف: ارزیابی اندازه‌ها و استفاده از تخته سینه و میله گردنی در فری‌استال و ارزیابی اثر این ساختارها بر شاخص‌های آسایش گاوهای شیری.

روش‌کار: در مطالعه حاضر ۹ گاوداری با سیستم فری‌استال و دارای بیش از ۱۰۰ رأس گاو دوشا، براساس پروتکل‌های Dairy Farmers of Canada، به روش آسان انتخاب شدند. فواصل افقی، عمودی و مورب میله گردنی، وجود و عدم وجود تخته سینه و همچنین ارتفاع تخته سینه از بستر اندازه‌گیری شدند. همچنین اسکور حرکتی گاوها براساس سیستم ۵ نقطه‌ای اسپرچر، اسکورهای بهداشتی، مفاصل زانو و خرگوشی و جدوگاه به‌عنوان شاخص‌های آسایش گاو ثبت شدند و ضمن گزارش توصیفی هریک از داده‌ها، ارتباط آن‌ها با یکدیگر ارزیابی شد.

نتایج: میانگین ارتفاع تخته سینه (۱۰/۸±۱۱/۲) با عدد استاندارد ۱۰ تفاوت معنی‌داری نشان نداد. هرچند ۶۸/۳ درصد از استال‌ها تخته سینه نداشته و یا تخته سینه‌ای هم‌سطح با بستر داشتند. میانگین فاصله عمودی میله گردنی (۱۰/۴±۱۲۰/۴) با اعداد استاندارد تفاوت معنی‌دار داشت. میانه اسکور جدوگاه و اسکور حرکتی در تمام گاوداری‌ها با هم برابر بودند. برای ارزیابی ارتباط خطی بین میانه هریک از شاخص‌های اسکور زانو، اسکور بهداشتی و اسکور مفصل خرگوشی با میانگین هریک از اندازه‌های میله گردنی و ارتفاع تخته سینه در سطح گاوداری و همچنین برای ارزیابی همبستگی اسکور حرکتی در سطح بهاربند با ارتفاع تخته سینه و هریک از اندازه‌های میله گردنی از ضریب همبستگی اسپیرمن (Spearman) استفاده شد. بین اندازه‌های ذکرشده و هریک از اسکورها همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. باتوجه‌به میانگین شاخص‌های آسایش ذکرشده از روش همبستگی پیرسون (Pearson) برای ارزیابی ارتباط خطی با اندازه‌های ابعاد استال استفاده شد. بین میانگین اسکور زانو با میانگین فاصله عمودی میله گردنی در سطح گاوداری و بین میانگین اسکور حرکتی و میانگین فاصله افقی میله گردنی در سطح بهاربند همبستگی معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری نهایی: با افزایش میانگین فاصله عمودی میله گردنی میانگین اسکور زانو افزایش داشت و با افزایش میانگین فاصله افقی در هر بهاربند، میانگین اسکور حرکتی افزایش نشان داد که این نشانگر امکان اثر این اندازه‌ها در شاخص‌های آسایش گاو می‌باشد. بااین‌حال این ارتباط نیازمند مطالعه بیشتر در اندازه‌های بزرگتر است.

کلمات کلیدی: آسایش، ارتفاع تخته سینه، فاصله عمودی میله گردنی، فری استال، لنگش

کپی‌رایت © مجله تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان.
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

نویسنده مسئول: احمدرضا محمدنیا، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

سیستم دام‌پروری بسته به خواسته‌های دامدار، دانش موجود، امکانات، باورها و سایر ضرورت‌ها انتخاب می‌شود (۱). انتخاب نوع سیستم نگهداری و مدیریت آن بر رفتار، سلامتی، مدت‌زمان استفاده، بهره‌وری گاوها و همچنین میزان تولید تأثیر می‌گذارد (۲). سیستم نگهداری فری‌استال از دهه ۱۹۶۰ استفاده شده است. مزیت اصلی این سیستم، در عین تمیز نگه داشتن حیوان، نیاز به بستر کمتر برای هر گاو است. جداسازی آسان گروه‌های گاو شیری (برحسب روز شیردهی، شکم زایش و وضعیت سلامتی) از دیگر مزایای آن می‌باشد (۳).

در جایگاه‌های فری‌استال، عوامل مربوط به سطح و ابعاد استال بر چگونگی استراحت گاوها تأثیر می‌گذارد (۴). ازآنجایی‌که جایگاه‌های فری‌استال اولیه فاقد ویژگی‌هایی بودند که راحتی گاو را به حداکثر می‌رساند، جایگاه‌های فری‌استال مدرن عموماً گاو محور می‌باشند و تمرکز زیادی بر راحتی گاو دارند (۵). آگاهی بیشتر از رفاه گاوهای شیری نیاز به درک تأثیر اجزای استال بر رفتار گاو شیری دارد و اثرات آن بر سلامت و بهره‌وری را بیشتر کرده است (۶). طراحی درست فری‌استال باعث بهینه‌سازی آسایش گاوهای لنگ و غیرلنگ در استال، برقراری امکان گردش گاو در جایگاه و خوابیدن آن در محل‌های متفاوت، تسهیل استفاده از آخور و آبخوری و بهبود آزادی رفتاری با به حداقل رساندنِ رقابت شده است. به‌کارگیری اندازه‌های درست استال و استفاده از آن در جایگاه‌هایی که اندازه گاوها تفاوت زیادی ندارند، به شکل مطلوب قابل انجام است. در هر صورت توصیه‌های طراحی استال و اندازه‌های آن باتوجه‌به تخمین وزن گاو در گاوهای شکم اول و چندشکم‌زا منتشر شده است (۷).

تخته سینه (Brisket board) و میله گردنی (Neck rail) از بحث‌برانگیزترین قسمت‌های فری‌استال در گاوداری‌های ایران می‌باشند. استال دارای پارتیشن‌های جانبی برای مشخص کردن ناحیه مختص به هر گاو، تخته سینه برای مشخص کردن کل منطقه خوابیدن، میله گردنی برای جلوگیری از ایستادن حیوان به‌صورت کامل در استال و ناحیه‌ای برای استراحت حیوان است. تخته سینه و میله گردنی به‌ترتیب محل خوابیدن و ایستادن گاو را محدود می‌کنند تا از ریختن ادرار و مدفوع در انتهای استال جلوگیری شود (۸) و استال تمیزتر بماند (۹). برای بهبود جایگاه نگهداری گاو، باید کارآمدی تخته سینه و میله گردنی در دستیابی به مزایای تعریف‌شده (مانند تمیزی استال) ارزیابی و در عین حال از نداشتن تأثیر منفی طراحی بر راحتی گاو اطمینان حاصل شود.

تخته‌های سینه، به‌ویژه آن‌هایی که چوبی‌اند، ممکن است استفاده از استال را کاهش دهند. زمان خوابیدن و طول مدت خوابیدن در استال‌هایی با تخته سینه، کمتر از استال‌های بدون تخته سینه ثبت شده است (۸). در این نوع تخته سینه تماس با اجزای استال در زمان استراحت گاو نامطلوب است و طول دوره‌های خوابیدن کاهش می‌یابد. میزان خوابیدن با استفاده از تخته‌های نرم‌تر، گردتر یا کوتاه‌تر نسبت به تخته‌های چوبی بیشتر است (۵).

برخی از ویژگی‌های جایگاه برای جلوگیری از دفع مدفوع در محل خوابیدن یا غذا خوردن در نظر گرفته شدند. فری‌استال‌ها معمولاً دارای یک میله در بالای میله‌های جداکننده استال می‌باشند (۱۰). میله گردنی به حلقه‌های جداکننده استحکام جانبی داده و به گاو در ایستادن در محل درست کمک می‌کند و ایستادن درست گاو به ریختن مدفوع کمتر روی بستر استال، بدون تداخل در استفاده از استال منجر می‌شود (۷) و با جلوگیری از ایستادن گاو با هر ۴ اندام در استال، به تمیز ماندن آن کمک می‌کند (۱۰). با نصب میله گردنی، درست بالای تخته سینه‌ای که به‌درستی به‌کار گرفته شده است، امکان ایستادن گاو با ۲ دست در استال که به افزایش خطر رخداد جراحات بافت شاخی منجر می‌شود، کاهش می‌یابد و در استال‌های حاوی تشک یا مت، به تشویق گاو به ایستادن بر سطح استال روی ۴ اندام منجر می‌شود (۷). موقعیت میله گردنی به‌ویژه در تعیین نوع ایستادن گاو در فضای فری‌استال بسیار مهم می‌باشد که ممکن است تحت تأثیر اندازه گاو باشد، زیرا گاوهای بزرگتر در مقایسه با گاوهای کوچکتر زمان کمتری را به ایستادن کامل در جایگاه اختصاص می‌دهند. قرار دادن میله گردنی دورتر از لبه استال، مدت‌زمانی را که گاوها به طور کامل در استال می‌ایستند، افزایش می‌دهد که احتمالاً برای سلامت سُم مفید است، اما تمیزی استال را کاهش می‌دهد (۱۱).

به‌طور خلاصه، به نظر می‌رسد میله‌های گردنی دارای اثرات منفی و مثبت می‌باشند. این میله‌ها هرچند نیاز به تمیز کردن مکرر استال را افزایش می‌دهند، مانع استفاده گاوها از استال به‌عنوان راه فراری از بستر بتنی در جاهای دیگر بهاربند می‌شوند و بهداشت استال را بهبود می‌بخشند. درمجموع باید از استفاده از میله‌های گردنی محدودکننده خودداری شود تا گاوها بتوانند از استال به‌عنوان مکانی خشک و راحت استفاده کنند. می‌توان از میله گردنی برای به حداقل رساندن ایستادن در استال (درنتیجه تمیز ماندن استال‌ها) استفاده کرد و هم‌زمان بستر بهتری را برای ایستادن در خارج از استال فراهم نمود (۱۰).

تفاوت نظر زیادی بین تولیدکنندگان مختلف در به‌کارگیری این قسمت‌ها (تخته سینه و میله گردنی) در فری‌استال وجود دارد. فارغ از نکاتی که مربوط به آسایش و بهداشت گاو است، تخته سینه و میله گردنی می‌توانند به استحکام استال و عمر بیشتر آن کمک کنند و از سوی دیگر عدم آسایش گاو در استال‌هایی که به‌درستی از این ساختارها استفاده نکردند، به مشکلات بزرگی منجر شده است. در مطالعه حاضر تلاش شده است وضعیت به کارگیری تخته سینه و میله گردنی ارزیابی و تأثیر احتمالی آن‌ها بر برخی شاخص‌های آسایش گاو بررسی شود.

مواد و روش کار

گاوداری‌هایی با بیش از ۱۰۰ رأس گاو دوشا در زمانی که از سیستم نگهداری فری‌استال استفاده می‌کردند، بررسی شدند. انتخاب گاوداری‌ها براساس فهرست گاوداری‌های تعاونی گاوداران صنعتی انجام شد. در مطالعه حاضر تمام ملاحظات اخلاقی و پروتکل‌های کار بر روی حیوانات آزمایشگاهی رعایت شد و مورد تأیید کمیته نظارت بر حقوق حیوانات آزمایشگاهی به شماره IR.UM.REC.1400.145 بود.

نمونه‌گیری و اندازه‌گیری ابعاد استال: در سیستم فری‌استال در هر بهاربند حداقل ۶ استال اندازه‌گیری شد. از هریک از انواع استال (روبه‌روی هم یا رو به دیوار)، یک ردیف انتخاب شد. اگر تعداد استال‌های موجود در ردیف زوج بود (مثلاً ۲، ۴، ۶ یا به همین ترتیب استال در یک ردیف)؛ ۲ استال اول، ۲ استال آخر و ۲ استال وسط انتخاب شدند، اما اگر تعداد فرد بود (مثلاً ۳، ۵، ۷، ۹ یا به همین ترتیب استال در یک ردیف) ۳ استال در وسط ردیف انتخاب شد.

اندازه‌گیری فاصله میله گردنی تا لبه پشتی استال (فاصله افقی میله گردنی)، ارتفاع میله گردنی (فاصله عمودی میله گردنی)، فاصله مورب میله گردنی و ارتفاع تخته سینه باتوجه‌به آنچه در تصویر ۱ دیده می‌شود، انجام شد. اندازه‌های تخته سینه براساس جدول ۱ دسته‌بندی شدند. اندازه‌گیری‌ها با استفاده از متر فلزی انجام شدند و دقت در حد سانتی‌متر لحاظ شد. برای اندازه‌گیری دقیق فاصله مورب از میله‌ای محکم استفاده شد.

اسکور حرکتی: حرکت تمام گاوها با دوربین گوشی موبایل شیائومی Mi 6 (دوربین دوگانه ۱۲+۱۲ مگاپیکسل) در زمان خروج از شیردوشی ثبت شد. سپس به‌منظور تأیید توافق مشاهده‌گرها و استفاده از سیستم اسکورینگ قابل تکرار، حرکت یک نمونه ۵۰ رأسی از گاوها را ۲ نفر مشاهده‌گر باتجربه اسکوردهی کردند و پس از ارزیابی میزان توافق بین ۲ مشاهده‌گر، باقی ارزیابی حرکتی را ۱ نفر مشاهده‌گر انجام داد. برای اسکوردهی از روش اسکور حرکتی ۵ نقطه‌ای اسپرچر و همکاران استفاده شد. این سیستم را شرکت زین‌پرو (Zinpro) تصحیح کرده است و در ایران سیستم‌های اصلاح شده روش زین‌پرو را محمدنیا معرفی کرده است که با آن‌ها راه رفتن گاوها تنها در حین حرکت بررسی می‌شود (۱۲).

اسکور مفصل خرگوشی و زانو و اسکور گردن: با مشاهده سطح خارجی مفصل خرگوشی پای چپ یا راست و همچنین با مشاهده زانوی پای چپ یا راست هر گاو و ناحیه گردن در هنگام قرارگیری در ردیف‌های شیردوشی، با استفاده از سیستم اسکوردهی ذکرشده در پروتکل Dairy Farmers of Canada انجام شد (۱۳).

اسکور بهداشتی: در حین شیردوشی گاوها، پس از قرارگیری گاو در چاله شیردوشی و بررسی میزان مدفوع چسبیده به نواحی اندام خلفی حیوان، باتوجه‌به سیستم اسکوردهی ذکرشده در مطالعه Kara و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۱۴) اسکور بهداشتی ثبت شد.

جدول ۱. دسته‌بندی استفاده از تخته سینه در گاوداری‌های مورد مطالعه.

دسته	ارتفاع تخته سینه
۱	عدم وجود تخته سینه
۲	هم‌سطح بستر است (ارتفاع ۰)
۳	کوچکتر مساوی ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از بستر است
۴	بیش از ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از بستر است

جدول ۲. ویژگی‌های استال در گاوداری‌های مورد مطالعه.

ویژگی‌های استال	کل گاوداری‌ها		
	میانگین ± انحراف‌معیار	(چارک سوم، چارک اول) میانه	بیشینه -کمینه
فاصله عمودی میله گردنی (سانتی‌متر)	۱۲۰/۴±۱۰/۴	۱۲۰ (۱۳۰، ۱۱۱)	۹۷، ۱۴۲
فاصله افقی میله گردنی (سانتی‌متر)	۱۶۹/۸±۲۰/۱	۱۶۳ (۱۸۴، ۱۱۵)	۱۳۷، ۲۴۶
فاصله مورب میله گردنی (سانتی‌متر)	۲۰۳/۳±۱۳	۲۰۱ (۲۱۱، ۱۹۱)	۱۷۹، ۲۴۵
فاصله تخته سینه تا لبه پشتی استال به (سانتی‌متر)	۲۳۳/۳±۲۹/۳	۲۲۷ (۲۵۲، ۲۱۸)	۱۷۶، ۳۱۵
ارتفاع تخته سینه (سانتی‌متر)	۱۱/۲±۱۰/۸	۱۳ (۱۸، ۰)	۰، ۴۱

توصیف داده‌ها و تحلیل آماری: پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات مربوط به درصد فراوانی هریک از اسکورها در سطح گاو بررسی شد. سپس میانه این شاخص‌ها در سطح گله همراه با چارک اول و سوم محاسبه شد. داده‌های مربوط به اندازه‌های میله گردنی و تخته سینه به‌صورت میانگین و انحراف‌معیار، میانه و چارک اول و سوم و بیشینه و کمینه در سطح گاوداری گزارش شد. وضعیت توزیع نرمال داده‌های گزارش‌شده با فراوانی کمتر از ۳۰ (براساس قضیه حد مرکزی (Central limit theorem))، با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنف بررسی شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها از تی‌تست و در غیر این صورت از Wilcoxon sign rank test برای مقایسه اندازه‌های ذکرشده با اعداد استاندارد منتشرشده (۷)، استفاده شد. همچنین میانگین اندازه‌ها در بهاربندهای هر گاوداری با یکدیگر مقایسه شدند. برای این کار باتوجه‌به تعداد بهاربندهای اندازه‌گیری‌شده و نرمال بودن یا نبودن داده‌ها از تست‌های تی، آنووا، من‌ویتنی یو و کروسکال والیس استفاده شد و معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ارزیابی شد.

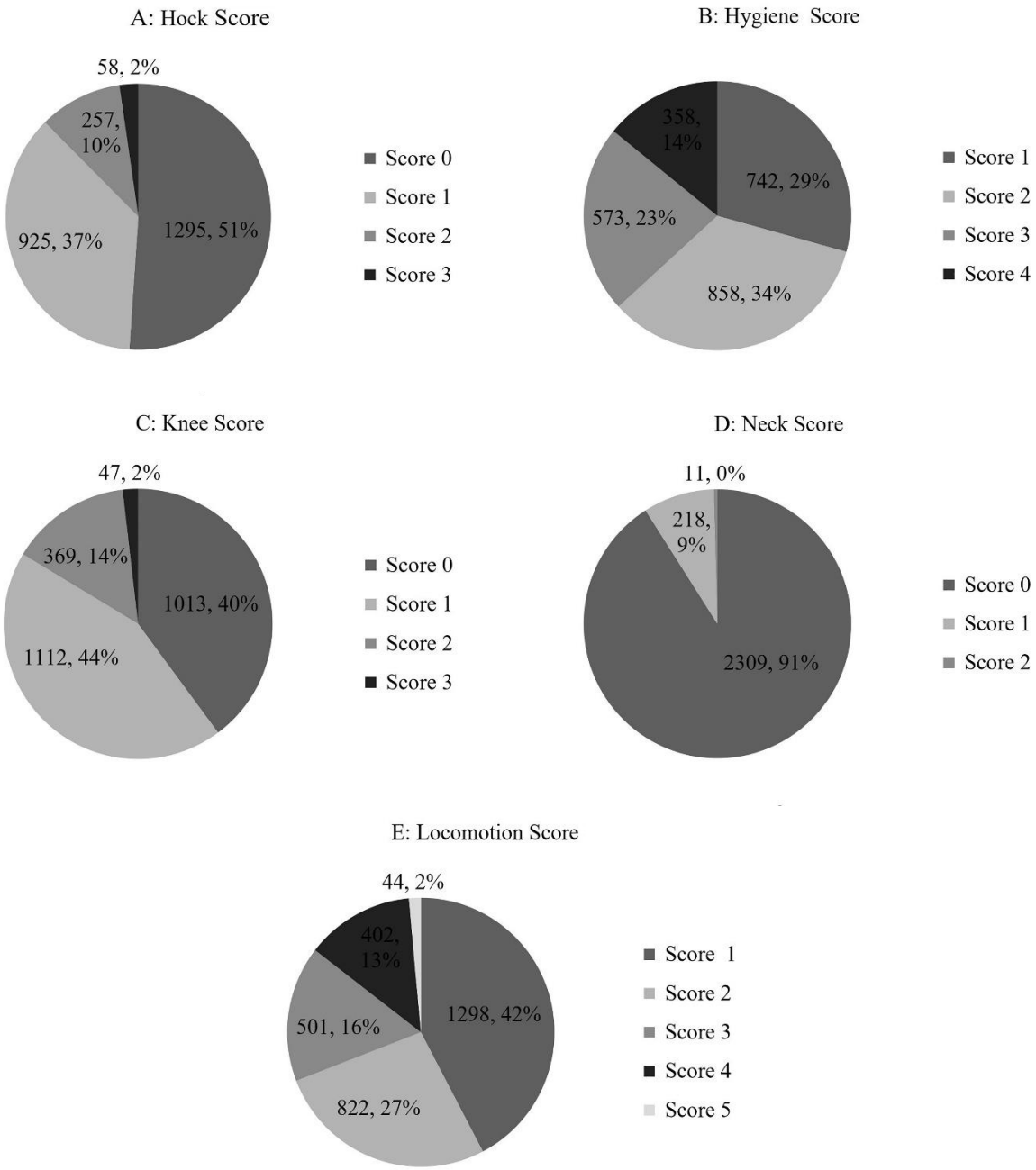
ارزیابی توافق افراد در اختصاص اسکور حرکتی به هر دام با آزمون Kohen's weighted Kappa انجام شد. میزان همبستگی بین میانه و میانگین هریک از شاخص‌های ارزیابی‌شده و ابعاد ذکرشده استال به‌ترتیب با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن و پیرسون در سطح گاوداری و بهاربندها بررسی شد. در مطالعه حاضر از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ برای محاسبات آماری استفاده شد.

نتایج

از بین ۱۸ گاوداری ثبت‌شده در اتحادیه گاوداران صنعتی که دارای بیش از ۱۰۰ رأس گاو دوشا بودند، تنها ۹ گاوداری در مطالعه حاضر وارد شدند. سایر گاوداری‌ها به دلایل مختلفی مانند عدم همکاری، تعطیلی و نبود فری‌استال از مطالعه حذف شدند.

گاوداری‌های فری‌استال از ۱۰۰ رأس تا ۱۹۲۴ رأس دام دوشا داشتند. ۶۷ درصد از این واحدها (۶ واحد از ۹ واحد) بیش از ۲۰۰ رأس گاو دوشا داشتند. آخرین میانگین تولید متوسط روزانه این دامداری‌ها ۳۵/۷۳±۱/۴۷ لیتر گزارش شد. ۶۲ درصد از این واحدها (۵ گاوداری از ۸ واحد) جمع تولید روزانه را بیش از ۱۰۰۰۰ لیتر اعلام کردند.

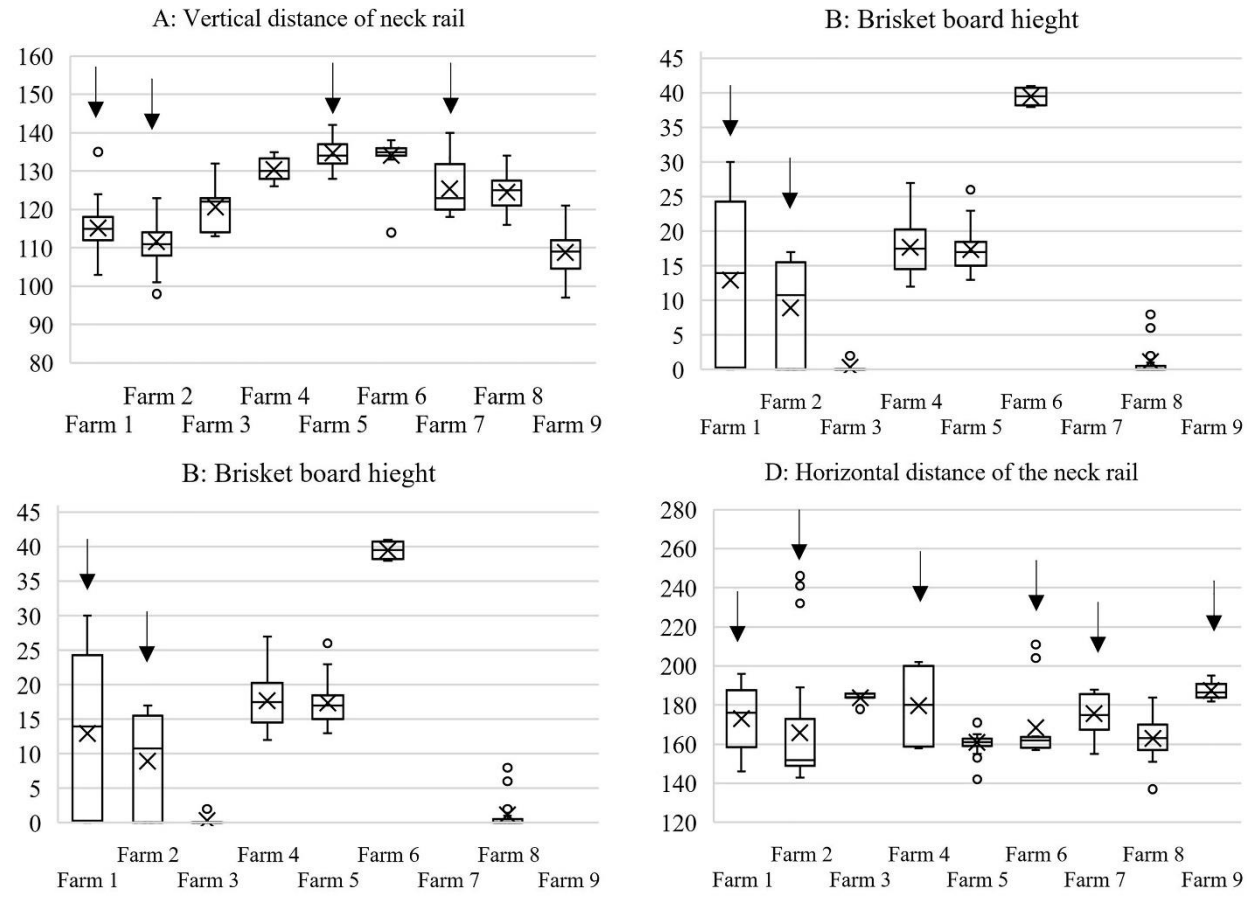
برای ارزیابی توافق در اسکور حرکتی و اطمینان از قابل تکرار بودن روش اسکوردهی، توافق ارزیابی حرکتی بین ۲ مشاهده‌گر بررسی شد. میزان توافق بین ۲ فرد (۹۵ درصد، ۹۸/۳-۶۶/۵ درصد :CI) ۸۲/۴ درصد ارزیابی شد (Cohen's weighted Kappa، $P<0/01$).



تصویر ۱. اجزای مختلف استال.

در سطح گاو، مجموع ۲ اسکور بهداشتی ۳ و ۴، ۳۷ درصد بود که نشان‌دهنده درصد گاوهایی می‌باشد که مدفوع زیادی به ناحیه کپل و زانوی آن‌ها چسبیده بود (تصویر ۲). مجموع اسکورهای ۲ و ۳ مفاصل خرگوشی و زانو (ریزش مو و درجاتی از تورم در ناحیه) به‌ترتیب ۱۲ درصد و ۱۶ درصد، اسکور ۲ جدوگاه ۰/۰۰۴درصد و درصد فراوانی گاوهای دچار لنگش با اسکورهای ۴و ۵، ۱۵ درصد ثبت شد. درمجموع ۲۳۷ استال در ۳۹ بهاربند ارزیابی شدند که ۸۲/۰۵ درصد از این تعداد از نوع سربه‌سر بودند.

براساس دسته‌بندی صورت‌گرفته در جدول ۱، فراوانی (درصد فراوانی) هریک از دسته‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ به‌ترتیب ۱۲۴ (۵۲/۳ درصد)، ۳۸ (۱۶ درصد)، ۱۵(۶/۳ درصد) و ۶۰ (۲۵/۳ درصد) بود. اطلاعات مربوط به ارتفاع و فاصله تخته سینه تا لبه پشتی استال، فاصله عمودی، افقی و مورب میله گردنی گاوداری‌ها در جدول ۲ قابل مشاهده است.

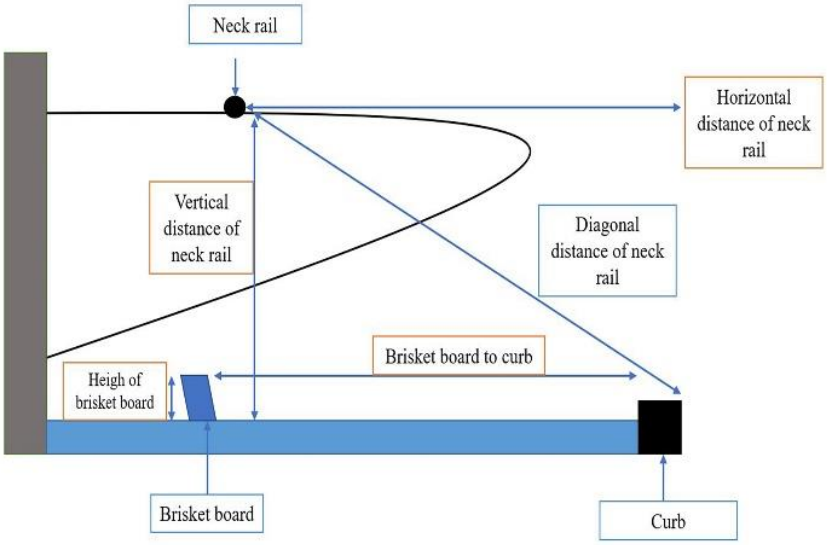


تصویر ۲. درصد فراوانی هریک از شاخص‌های آسایش در سطح گاو.

بحث

در مطالعه حاضر بین میانگین ارتفاع تخته سینه با عدد استاندارد (۱۰ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۲۲۴، تی‌تست). باتوجه‌به نتایج حاصل از جدول ۱ درمی‌یابیم که ۶۸/۳ درصد از استال‌ها تخته سینه نداشتند و یا تخته سینه هم‌سطح با بستر بود که این موارد بیشتر برای گاوهایی با وزن ۲۷۰ تا ۳۶۰ کیلوگرم مناسب است، اما به‌طور کلی میانگین ارتفاع تخته سینه در استال‌های موردمطالعه برای گاوهایی با وزن ۶۴۰ کیلوگرم و بیشتر، مناسب است. یافته‌های جدول ۲ نشان دادند میله گردنی جلوتر از تخته سینه قرار گرفته و در محل مناسب نیست. حال آن که لزوم قرارگیری میله گردنی درست در بالای تخته سینه (۷) قبلاً گزارش شده بود. در مطالعه حاضر میانه اسکور جدوگاه و اسکور حرکتی در تمام گاوداری‌ها با هم برابر بودند (به ترتیب (۰/۰)۰ و (۱/۳) ۲). میزان همبستگی میانه اسکور زانو، اسکور بهداشتی و اسکور خرگوشی با میانگین ارتفاع تخته سینه در سطح گاوداری و میزان همبستگی میانه اسکور حرکتی در سطح بهاربند با میانگین ارتفاع تخته سینه با ضریب همبستگی اسپیرمن ارزیابی شد و در تمام موارد همبستگی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). همچنین میزان همبستگی بین میانگین هریک از شاخص‌های نام‌برده با میانگین ارتفاع تخته سینه در هر بهاربند و در سطح گاوداری با ضریب همبستگی پیرسون ارزیابی شد و در تمام موارد همبستگی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

تخته سینه، جلوی حرکت رو به جلوی اندام جلویی را در زمان بلند شدن گاو می‌گیرد و استفاده از استال را کاهش می‌دهد و گاو آن را دوست ندارد (۹). مشکل طراحی تخته سینه، تداخل با حرکت اندام جلویی گاو در هنگام بلند شدن در استال می‌باشد. برای تسهیل بلند شدن، گاو باید یک گام کامل به جلو بردارد، برای اکثر گاوها بلند کردن حدود ۱۰ سانتی‌متری پا از سطح استال دشوار است (۷). نتایج مطالعه Cook در سال ۲۰۰۷ نشان داد استفاده از لوله‌ها یا قالب‌های پلاستیکی گردتر،



تصویر ۳. وضعیت فواصل اندازه‌گیری‌شده به تفکیک گاوداری. در گاوداری‌های مشخص‌شده با فلش ابعاد نام‌برده در بهاربندهای مختلف متفاوت می‌باشند.

فایبرگلاس یا پی‌وی‌سی به‌جای تخته‌های سینه سنتی (فرم چوبی) عملکرد قابل قبولی داشتند. هرچند به‌دلیل پایین‌تر، نرم‌تر و محدودتر بودن، برخی از گاوها ترجیح می‌دهند آن را نادیده بگیرند. به همین علت طرحی به نام «تخته سینه شیب‌دار (Brisket slope)» برای تعیین موقعیت گاو طراحی شده است و به اندازه کافی پایین است تا به گاو اجازه دهد با دست خود بخوابد. همچنین به اندازه کافی شیب دارد که به گاو اجازه دهد هنگام بلند شدن دست خود را روی شیب بگذارد (۱۵).

مطالعات انجام‌شده بر ساختارهای فری‌استال‌ها نشان داد که اندازه تخته سینه به میزان ۱۵/۲۴ سانتی‌متر و وجود بتن در پشت تخته سینه به شیوع بیشتر لنگش منجر می‌شود (۱۶). Espejo و Endres در سال ۲۰۰۷ گزارش کردند که ارتفاع تخته سینه (بیش از ۱۰ سانتی‌متر) جدا از سطح استال عامل خطری برای لنگش است (۱۶). هرچند چندین مطالعه اپیدمیولوژیک ارتباطی بین شیوع آسیب با ارتفاع تخته سینه پیدا نکردند. در تعداد کمی از مطالعات به ارتباط معنی‌دار بین آسایش گاو و ارتفاع تخته سینه اشاره شده و افزایش ارتفاع تخته سینه را با افزایش ۵/۷ درصدی شیوع لنگش همراه دانسته‌اند. تأثیر ارتفاع تخته سینه بر وضعیت آسایش گاوهای شیری در دو مطالعه تجربی بررسی شده است (۱۷). در گاوهایی که در فری‌استال‌هایی بدون تخته سینه نگهداری می‌شوند، زمان خوابیدن ۱/۲ ساعت در روز و طول دوره خوابیدن ۰/۲ ساعت در دوره افزایش یافته است (۹). در مقابل، کاهش ارتفاع دیواره تخته سینه (از ۲۰ به ۵ سانتی‌متر) بر زمان خوابیدن، طول دوره خوابیدن، یا مدت‌زمان آن تأثیری نشان نداده است. همچنین شواهد نشان دادند گاوها در استال‌های بدون تخته سینه جلوتر می‌خوابند و این باعث می‌شود در هنگام بلند شدن تماس آن‌ها با میله گردنی افزایش یابد (۱۷). ارتباط بین ارتفاع تخته سینه و لنگش ثابت نشده است، اما Tucker و همکاران در سال ۲۰۰۶ نشان دادند وجود تخته سینه به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بر استفاده از استال توسط گاوهای غیرلنگ تأثیر منفی می‌گذارد (۶) و گاوها ترجیح می‌دهند از استال‌هایی با تخته سینه چوبی ۲۰ سانتی‌متری استفاده نکنند و در استال‌هایی بدون تخته بخوابند (۹). این یافته به این معنی نیست که باید استال‌ها بدون تخته سینه ساخته شوند، بلکه در ۱ استال کوتاه (کمتر از ۲/۴۴ متر)، می‌توان تخته سینه با طراحی ضعیف را برداشت تا به بهبود قابل مشاهده در استفاده از استال منجر شود، اما استال‌های بزرگتر به تخته سینه برای کمک به موقعیت گاو نیاز دارند (۱۵).

در مطالعه حاضر ۱۵/۶ درصد از استال‌هایی که دارای تخته سینه (با ارتفاعی بیش از سطح بستر) بودند ارتفاعی بیش از ۲۰ سانتی‌متر داشتند. هرچند بین شاخص‌های آسایش و ارتفاع تخته سینه ارتباط معنی‌داری پیدا نشده است. با هدف بررسی تفاوت‌های احتمالی اندازه‌های تخته سینه در بهاربندهای مختلف یک گاوداری و ارزیابی این نکته که این اندازه‌ها در هر بهاربند براساس چه الگوی مشخصی طراحی شدند، ارتفاع تخته سینه در بین بهاربندها در هر گاوداری با یکدیگر مقایسه شد (تصویر ۳). در ۲۲/۲ درصد از گاوداری‌ها

ارتفاع تخته سینه در بهاربندهای مختلف یک گاوداری با هم تفاوت داشت و در ۲۲/۲ درصد از گاوداری‌ها تنها استال‌های یک بهاربند دارای تخته سینه بودند. فراوانی تنوع در به‌کارگیری تخته سینه شاید بیش از هر چیز نشانگر نبود دانش کافی در به‌کارگیری این ابزار مهم در طراحی و مدیریت فری‌استال باشد. در مطالعه حاضر ارتباطی بین این اندازه‌ها و رخداد مؤلفه‌های لنگش و آسایش نبود، اما زنگ خطری را به صدا درمی‌آورد که نیازمند مطالعه بیشتر در گاوداری‌های بزرگتر و صنعتی‌تر به‌منظور یکدست کردن اندازه‌ها و یافتن ارتباطات احتمالی با رخدادهای لنگش و آسایش است.

میانگین کلی فاصله عمودی میله گردنی با اعداد استاندارد مقایسه شد و با تمام اعداد استاندارد تفاوت معنی‌دار داشت ($P>0/05$، تی‌تست). میانگین فاصله عمودی میله گردنی در هر گاوداری نیز با اعداد استاندارد مقایسه شد و در ۳۳/۳ درصد از گاوداری‌ها با اعداد استاندارد ۱۱۴، ۱۲۲ و ۱۰۷ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری نداشت ($P=0/278$ و $P=0/585$، تی‌تست و $P=0/354$، تی‌تست)، در سایر گاوداری‌ها میانگین با ابعاد توصیه‌شده تفاوت معنی‌دار داشت (تی‌تست، Wilcoxon sign rank test، $P<0/05$). همچنین ارتباط خطی بین میانه اسکور زانو، اسکور بهداشتی و اسکور خرگوشی با میانگین اندازه‌های میله گردنی در سطح گاوداری و ارتباط خطی بین میانه اسکور حرکتی در سطح بهاربند با میانگین هریک از اندازه‌های میله گردنی با ضریب همبستگی اسپیرمن ارزیابی شد و در تمام موارد همبستگی معنی‌دار نبود ($P>0/05$). در بررسی رابطه خطی بین میانگین شاخص‌های آسایش با اندازه‌های میله گردنی در سطح گاوداری، بین میانگین اسکور زانو با میانگین ارتفاع میله گردنی همبستگی معنی‌دار (رابطه بسیار قوی) مشاهده شد (ضریب همبستگی پیرسون، $P=0/009$، $r=0/842$). در سطح بهاربند، بین میانگین اسکور حرکتی و میانگین فاصله افقی میله گردنی (فاصله از میله گردنی تا لبه پشتی استال) همبستگی معنی‌دار (رابطه متوسط) مشاهده شد (ضریب همبستگی پیرسون، $P=0/001$، $r=0/555$). به این معنی که هرچه ارتفاع میله گردنی بیشتر بود، میانگین اسکور زانو هم بیشتر و در سطح بهاربند هرچه فاصله افقی بیشتر، میانگین اسکور حرکتی بالاتر بود.

اهمیت اندازه‌گیری فاصله مورب میله گردنی در این است که شاخصی حساس‌تر نسبت به تغییر محل قرارگیری میله گردنی می‌باشد، زیرا هم با تغییر ارتفاع و هم با تغییر فاصله از لبه استال تغییر می‌کند، درحالی‌که در صورت تغییر ارتفاع میله گردنی فاصله از لبه پشتی استال تغییر نمی‌کند و بالعکس.

میله گردنی باید بسته به اندازه گاو در محل درست خود (در ارتفاع ۱۱۷ تا ۱۳۲ سانتی‌متری نسبت به بستر) براساس اندازه و وزن گاو قرار گیرد. میله‌های گردنی، تعیین‌کننده نحوه ایستادن گاو در استال است و معمولاً در جلوی مسیر قدم گذاشتن گاو به جلو در زمان بلند شدن قرار می‌گیرند (۱۰). در استالی که به‌خوبی طراحی شده باشد، میله گردنی باید ارتفاع کافی داشته باشد و گاوها درصورتی‌که از عدم وجود مانع برای حرکت طبیعی بلند شدنشان مطمئن باشند، خود را با آن وفق می‌دهند و به طرف عقب قدم برمی‌دارند (۱۸). Tucker و همکاران در سال ۲۰۰۵ نشان دادند زمان صرف‌شده برای ایستادن با ۴ اندام در استال زمانی که فاصله افقی میله گردنی کمتر باشد، کوتاه‌تر است. در مقابل، هنگامی که این فاصله بیشتر است، گاوها زمان کمتری را صرف ایستادن با اندام‌های جلویی در استال می‌کنند (۱۰). Sudolar و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان دادند، موقعیت میله گردنی تأثیر قابل توجهی بر رفتار تلیسه‌ها ندارد (۱۸). Gieseke و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان دادند میزان شیوع لنگش شدید با افزایش فاصله عمودی ۳/۰ درصد به ازای هر ۱۰ سانتی‌متر افزایش، همراه بوده است (۱۹). گاوهای شیری زمان بیشتری را با کل بدن خود در استال‌های بدون میله گردنی (۰/۶±۰/۰۶ ساعت در روز) در مقایسه با استال‌های معمولی دارای میله گردنی (۰/۰۵±۰/۰۶ ساعت در روز) ایستادند (۱۹). زمان طولانی‌تر ایستادن با هر ۴ اندام درون استال برای سلامت سم مفید است، زیرا نسبت به راهروها کمتر در معرض کود قرار می‌گیرند و بیشتر خشک می‌مانند (۱۰). در آمریکای شمالی هیچ ارتباطی بین فاصله عمودی گردنی و لنگش مشاهده نشده است (۱۹). در هر صورت با فاصله مورب بیشتر از ۱۹۴ سانتی‌متر، گاوهای لنگ کمتری دیده شدند (۲۰). به‌طور کلی بین شیوع لنگش و وجود مانعی برای حرکت سر (فاصله مورب یا افقی خیلی کم) ارتباط معنی‌داری وجود دارد (۱۶) و با افزایش ارتفاع میله گردنی لنگش شدید معادل افزایش ۳ درصد با هر ۱۰ سانتی‌متر افزایش این فاصله کاهش یافت (۱۹). محل قرارگیری میله گردنی در استال‌هایی که بسترهای عمیق با بافت نرم دارند، به‌علت بلندتر شدن دیواره عقبی که گاو نمی‌خواهد روی آن بایستد، پیچیده‌تر می‌شود. وقتی که محل میله گردنی مشخص شد،

به‌گونه‌ای که درمورد استال‌های با تشک گزارش شد، گاو به شکل عرضی روی محل استراحت می‌ایستد و بستر را با ادرار و مدفوع آلوده می‌کند. برای این منظور، در استال‌هایی که بسترهای عمیق با لبه‌های پشتی بلند دارند، فاصله افقی میله گردنی در حدود ۱۵ سانتی‌متر باید کوتاه‌تر شود و بدین ترتیب گاو به حرکت به طرف عقب استال و ایستادن با ۲ دست در استال وادار می‌شود. میله گردنی به‌منظور جلوگیری از آسیب گردنی به گاو در زمان بلند شدن از زمین باید مرتفع باشد. این موقعیت‌گماری متفاوت، در زمانی که از بستر عمیق استفاده می‌شود، باید جدی‌تر در نظر گرفته شود (۷).

باتوجه‌به اینکه در مطالعه حاضر میانگین اندازه‌های میله گردنی (افقی، عمودی و مورب) در سطح گاوداری با اعداد استاندارد تفاوت معنی‌داری داشتند و با افزایش ارتفاع میله گردنی اسکور زانو افزایش یافته است و با افزایش فاصله افقی میله گردنی، اسکور حرکتی نیز در سطح بهاربند افزایش یافته است، می‌توان نتیجه گرفت علی‌رغم اهمیتی که اندازه‌های مناسب میله گردنی در شاخص‌های آسایش و بهبود رفاه و سلامت گاو دارد، در گاوداری‌های موردمطالعه طراحی این اجزا باتوجه‌به محدوده‌های وزنی گاو به‌درستی صورت نگرفته است و نیاز به توجه بیشتری دارد. این نتایج می‌توانند به مدیران گله و دام‌پروران کمک کند تا در طراحی و بهینه‌سازی استال‌های خود، به سلامت و رفاه گاوها توجه کنند و از این طریق به بهبود عملکرد و سودآوری گله کمک کنند.

با هدف بررسی تفاوت‌های احتمالی اندازه‌های میله گردنی در بهاربندهای مختلف یک گاوداری و ارزیابی این نکته که این اندازه‌ها در هر بهاربند براساس چه الگوی مشخصی طراحی شده‌اند، فاصله‌های عمودی، مورب و افقی میله گردنی در بین بهاربندها در هر گاوداری با یکدیگر مقایسه شدند (تصویر ۳). در ۴۴/۴ درصد از گاوداری‌ها فاصله عمودی، در ۶۶/۶ درصد فاصله افقی و در ۵۵/۵ درصد از گاوداری‌ها فاصله مورب میله گردنی در بهاربندهای مختلف یک گاوداری با هم تفاوت داشت (T test، $P=۰/۰۱$ و U- Mann-Whitney، $P<۰/۰۵$ و ANOVA، $P<۰/۰۰۱$ ، Kruskal-Wallis، $P=۰/۰۰۱$ و ANOVA، $P=۰/۰۰۲$ ، Kruskal-Wallis، $P=۰/۰۰۱$ و ANOVA، $P<۰/۰۰۱$ و Kruskal-Wallis، $P<۰/۰۵$).

به نظر می‌رسد در بهاربندهای مختلف گاوداری‌های موردمطالعه الگوی خاصی برای تعیین اندازه استال‌ها باتوجه‌به اندازه گاو دنبال نمی‌شود. این امر ممکن است تحت تأثیر اندازه دامداری و تعداد رأس گاو قرار بگیرد، اما این الگوی متفاوت، نشان از داشتن برنامه مشخص نیست. باتوجه‌به آنچه پیش‌تر درمورد احتمال بیماری‌زایی این فواصل گفته شد، شاید بتوان گفت نبود برنامه مشخص برای طراحی هر یک از این عوامل، مؤلفه جدی در عدم توانایی در مدیریت لنگش و آسایش در گله باشد.

یافته‌های گزارش‌شده در غیاب بررسی عوامل تأثیرگذار دیگر آورده شده است که بدون تردید لنگش و آسایش، پدیده‌هایی چندین عاملی می‌باشند که تنها یک عامل نمی‌تواند تعیین‌کننده وجود یا عدم وجود آن‌ها باشد و یافته‌های حاضر نیز گواه بر این مدعا است. به‌گونه‌ای که در این یافته‌ها مشخص می‌شود تنها تغییرات اندازه‌ها ممکن است به رخدادی مشخص، بنابر آنچه در سایر مطالعات آورده شده است، منجر نشود و اسکور حرکتی یا سایر اسکورها مثل اسکور زانو و غیره علاوه‌بر اندازه‌های استال می‌توانند تحت تأثیر سایر عوامل نیز باشند.

نتیجه‌گیری نهایی: نبود تخته سینه یافته‌ای نسبتاً معمول در استال‌های موردمطالعه بود که تأثیر چشم‌گیری بر رخداد اسکورهای متفاوت مفاصل خرگوشی و زانو نداشت و همچنین اسکور حرکتی از آن متأثر نمی‌شد. میله‌های گردنی در استال‌ها بر اساس مبنای مطالعاتی درست مبتنی بر اندازه گاوها و نیازهای گاوداری‌ها طراحی نشده بودند. به‌گونه‌ای که ارتفاع عمودی میله گردنی تفاوت معنی‌دار با استاندارد نشان می‌داد. نبود همبستگی بین اندازه‌های میله گردنی با اسکورهای مفاصل خرگوشی، زانو و بهداشتی نشان از عدم تأثیر تنها اندازه میله گردنی بر این شاخص‌ها دارد و در هنگامی که این یافته‌ها تغییر می‌کنند علاوه‌بر اندازه های میله گردنی باید به دیگر عواملی که می‌توانند بر آن تأثیرگذار باشند نیز توجه شود. از سوی دیگر یافته‌های متناقض، مثل افزایش اسکور حرکتی با افزایش فاصله افقی میله گردنی خود می‌تواند دلیل دیگری بر ضرورت انجام مطالعاتی بیشتر و در مقیاس بزرگتر و در سطح گاو با بهره‌گیری از سایر عوامل اثرگذار بر اسکورهای حرکتی باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از اتحادیه گاوداران مشهد، شرکت آسایش مهتران ایرانیان (آما) و گاوداران مشهد، همچنین آقای جواد چیداز، آقای سپهر باقری و خانم آمنه قلی‌پور که در انجام کارهای عملی و تحلیلی مطالعه حاضر همکاری کردند، سپاسگزاری نمایند.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

References

1. Mohamadnia, A. Risk factors for cattle lameness. Eltiam. 2019;11(2):41.(In Persian)
2. Sangtarash R. Cow comfort, a basis for lameness control. Eltiam. 2019;11(2):78. (In Persian)
3. Bickert W, Light R. Housing systems. J Dairy Sci. 1982;65(3):502-8. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(82)82224-8
4. Robles I, Zambelis A, Kelton D, Barkema H, Keefe G, Roy J, et al. Associations of freestall design and cleanliness with cow lying behavior, hygiene, lameness, and risk of high somatic cell count. J Dairy Sci. 2021;104(2):2231-42. doi: 10.3168/jds.2020-18916 PMID: 33309370
5. Bewley J, Robertson L, Eckelkamp E. A 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. J Dairy Sci. 2017;100(12):10418-31. doi: 10.3168/jds.2017-13251 PMID: 29153173
6. Cook N, Marin M, Mentink R, Bennett T, Schaefer M. Comfort zone-design free stalls: Do they influence the stall use behavior of lame cows?. J Dairy Sci. 2008;91(12):4673-8. doi: 10.3168/jds.2007-0910 PMID: 19038943
7. Cook NB. Optimizing resting behavior in lactating dairy cows through freestall design. Veterinary Clinics: Food Animal Practice. 2019;35(1):93-109. doi: 10.1016/j.cvfa.2018.10.005 PMID: 30686468
8. Bickert W, Holmes B, Janni K, Kammel D, Stowell R, Zulovich J. Dairy Freestall Housing and Equipment (MWPS-7). 7th ed. Ames, IA: Mid West Plan Service. 2000.
9. Tucker C, Zdanowicz G, Weary D. Brisket boards reduce freestall use. J Dairy Sci. 2006;89(7):2603-7. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72337-2 PMID: 16772580
10. Tucker CB, Weary DM, Fraser D. Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use, and cleanliness. J Dairy Sci. 2005;88(8):2730-7. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72952-0 PMID: 16027186
11. Fregonesi J, Von Keyserlingk M, Tucker C, Veira D, Weary D. Neck-rail position in the free stall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. J Dairy Sci. 2009;92(5):1979-85. doi: 10.3168/jds.2008-1604 PMID: 19389955
12. Faezi M. Locomotion biomechanic and scoring in dairy farms. Eltiam. 2020;11(2):55. (In Persian).
13. Robichaud MV, Rushen J, De Passillé A, Vasseur E, Orsel K, Pellerin D. Associations between on-farm animal welfare indicators and productivity and profitability on Canadian dairies: I. On freestall farms. J Dairy Sci. 2019;102(5):4341-51. doi: 10.3168/jds.2018-14817 PMID: 30879812
14. Kara NK, Galic A, Koyuncu M. Effects of stall type and bedding materials on lameness and hygiene score and effect of lameness on some reproductive problems in dairy cattle. J Appli Anim Res. 2011;39(4):334-8. doi: 10.1080/09712119.2011.607890
15. Cook NB. Free-stall design for maximum cow comfort. WCDS Advances in Dairy Technology. 2009;21:255-68.
16. Endres MI. The relationship of cow comfort and flooring to lameness disorders in dairy cattle. Veterinary Clinics: Food Anim Practice. 2017;33(2):227-33. doi: 10.1016/j.cvfa.2017.02.007 PMID: 28377041
17. McPherson S, Vasseur E. Graduate Student Literature Review: The effects of bedding, stall length, and manger wall height on common outcome measures of dairy cow welfare in stall-based housing systems. J Dairy Sci. 2020;103(11):10940-50. doi: 10.3168/jds.2020-18332 PMID: 32952019
18. Sudolar NR, Panivivat R, Sopannarath P. Effects of two neck rail positions on heifer behavior and stall cleanliness in free stall barn. Agriculture and Natural Resources. 2017;51(5):432-5. doi: 10.1016/j.anres.2017.05.001

19. Gieseke D, Lambertz C, Gauly M. Effects of cubicle characteristics on animal welfare indicators in dairy cattle. Animal. 2020;14(9):1934-42. doi: 10.1017/S1751731120000609 PMID: 32264993

20. Rouha-Mülleder C, Iben C, Wagner E, Laaha G, Troxler J, Waiblinger S. Relative importance of factors influencing the prevalence of lameness in Austrian cubicle loose-housed dairy cows. Prev Vet Med. 2009;92(1-2):123-33. doi: 10.1016/j.prevetmed.2009.07.008 PMID: 19682757