التیام، دوره ۶، شماره ۲: ۷۷-۵۵، ۱۳۹۸

Eltiam, 6 (2): 55-77, 2020

التیام

eltiam.ivsa@gmail.com

بیومکانیک حرکت، درجه بندی حرکتی در گله‌های شیری

شبناز مختار نظیف DVM*، مرضیه فائزی DVM

گروه تحقیق و ترویج سلامت گله‌های شیری (دام آسا)، مشهد

*smnazif@damasahhre.com

چکیده

امروزه لنگش یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های گله‌های شیری در دنیا است. لنگش به معنی خارج شدن گام از حالت طبیعی و به عنوان تظاهر بالینی یک ضایعه دردناک شناخته می‌شود. لنگش معمولا به دنبال جراحات انگشتی در گله‌های شیری دیده می‌شود. با این حال عوامل محیطی و درونی گاو هم می‌توانند بر حرکت آن تاثیرگذار باشند. با بزرگتر شدن گله‌ها و توجه کمتر دامداران به تک تک گاوها، معمولا تشخیص و درمان لنگش در مراحل حاد آن و زمانی‌که درمان کمترین تاثیر را بر بهبودی و کاهش شیوع آن دارد، صورت می‌گیرد. با توجه به این شرایط تمایل برای یافتن سیستم‌های خودکار شناسایی لنگش در سال‌های اخیر افزایش یافته است. در این مقاله با توجه به ویژگی‌های گام در گاو، به روش‌های شناسایی لنگش و عوامل تاثیرگذار بر آن و پیشرفت سیستم‌های خودکار شناسایی لنگش پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: لنگش، گام، رفتارشناسی، گاو شیری، اسکورینگ حرکتی، سیستم‌های خودکار شناسایی لنگش

مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت جهان، نیاز به شیر و محصولات لبنی نیز افزایش یافته است، این امر سبب شده است تا گاوداری‌ها از شکل سنتی به سمت صنعتی‌تر شدن حرکت کنند، در نتیجه تعداد دامداری‌ها کمتر شده اما تراکم گله‌ها افزایش یافته‌اند (۱). افزایش تعداد گاوها در گله باعث می‌شود تا توجه دامداران به تک مورد گاوها کمتر شده در نتیجه مشکلات و بیماری‌ها در مراحل حادتر شناسایی و درمان شوند (۲). در این بین یکی از اصلی‌ترین مواردی که موجب به خطر افتادن رفاه دام می‌شود، رخداد لنگش، در گله است (۳)، چرا که لنگش یک ضایعه دردناک بوده و باعث کاهش حرکت و کاهش بروز رفتارهای طبیعی گاو می‌شود.

لنگش به معنای خارج شدن گام از حالت طبیعی است و به عنوان تظاهر بالینی یک ضایعه دردناک مطرح می‌شود. لنگش در گله‌های شیری عمدتا به ۳ شکل شناسایی می‌شود: ۱) مشاهده مستقیم جراحت در باکس سم چینی ۲) مشاهده حرکت گاوها توسط یک فرد عامل و درجه بندی حرکت گاوها و ۳) شناسایی اتوماتیک لنگش. تا به امروز رایج‌ترین روش شناسایی لنگش در گله‌های تجاری روش دوم یعنی استفاده از یک ناظر آموزش دیده برای ارزیابی حرکت گاو است (۴). بدین منظور سیستم‌های مختلفی برای ارزیابی حرکت گاو ابداع شده اند که با استفاده از ویژگی‌های گام (مثل جاگذاری اندام‌ها، چرخش اندام‌ها به درون یا برون بدن، وزن‌گیری بر روی اندام‌ها

و ...) و یا وضعیت بدن حیوان در هنگام راه رفتن (وجود قوز پشت یا حرکات سر و ...) به ناظر این اجازه را می‌دهد که میزان لنگش گاو را شناسایی کند (۵-۷).

از آن‌جایی‌که لنگش معمولا به دنبال رخداد ضایعه‌ای دردناک در انگشتان و سیستم حرکتی رخ می‌دهد، شناسایی زود هنگام آن می‌تواند به بهبود سریع تر و جلوگیری از مزمن شدن عارضه و همچنین در پیشگیری از لنگش کمک کند (۸). تمامی روش‌هایی که برای شناسایی لنگش وجود دارند دارای مشکلاتی هستند، به طور مثال در روش مشاهده مستقیم ضایعات در باکس سم چینی معمولا هرگاو ۲-۳ بار در سال به باکس سم چینی ارجاع داده می‌شود (۹). استفاده از یک ناظر آموزش دیده، یک روش حسی بوده و اسکور حرکتی گاو بر اساس نظر اسکور دهنده تعیین می‌شود، همچنین در گله‌های بزرگ این روش زمان‌بر و پرهزینه است و امکان خطا در آن زیاد است. از این رو تقریبا از اوایل قرن ۲۱ میلادی دانشمندان به دنبال یافتن روش‌های برای شناسایی اتوماتیک لنگش هستند، که این روش‌ها نیز پرهزینه بوده و هنوز به صورت عمده شکل تجاری آن‌ها وارد بازار نشده است (۱).

در ادامه این مقاله ابتدا به معرفی گام طبیعی در گاو و سپس لنگش و ویژگی‌های آن پرداخته شده و سپس به مرور روش‌های دیداری و اتوماتیک شناسایی لنگش که تا به امروز مطالعه شده‌اند، پرداخته شده است.

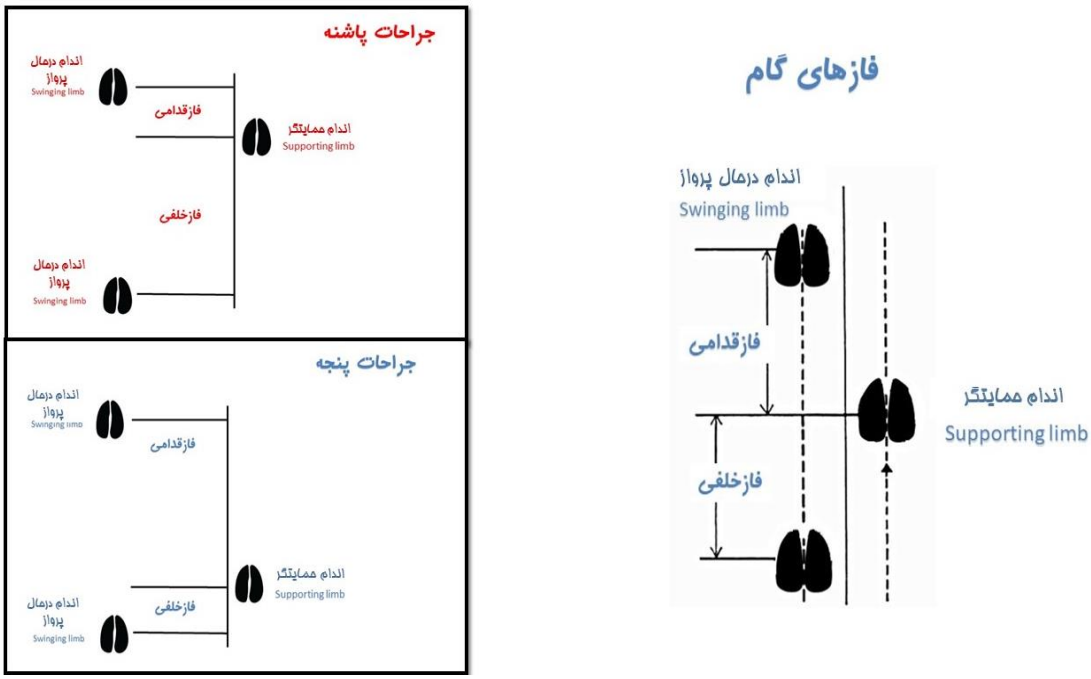
گاو سالم چگونه قدم برمی‌دارد؟

راه رفتن به معنای برداشتن قدم‌هایی است که در آن یک اندام با خم کردن مفاصل لگن، زانو/ خرگوشی و انقباض ماهیچه‌های خم کننده انگشتی (Digital flexor muscles)، کوتاه، وارد فاز پرواز (بلند شدن از زمین و عدم اتصال به آن) شده و سپس با باز کردن تدریجی مفاصل فرود می‌آید. در این زمان ابتدا استحکام زیر پا چک شده، سپس سم، محکم به زمین فشار می‌آورد و فاز حمایت (مرحله ارتباط سم با زمین) شروع می‌شود که دنبال آن فاز پرواز بعدی شروع خواهد شد (۱۰). در یک گام طبیعی ریتم قدم گذاری و فاصله بین گام‌ها یکسان بوده و اندام خلفی معمولا در محل یا کمی جلوتر از جای اندام قدامی فرود می‌آید (جاگذاری اندام Track-up). در این گام معمولا فاز حمایت طولانی‌تر از فاز پرواز است و دو گام متوالی کمتر از ۵۰٪ هم‌پوشانی در فاز پرواز را دارند (۱۱). و در ۱۸٪ از دوره کامل یک گام، ۳ اندام در فاز حمایت و یک اندام در فاز پرواز است (۱۲).

برای مطالعه بهتر بر روی سم ابزارهایی جهت آنالیز گام وجود دارند که رخدادهای بین اندام و سم را بررسی می‌کنند (۱۳). در این بین می‌توان از سرعت حرکت در گاو سالم (۰/۹-۱/۵ متر بر ثانیه (۱۴-۱۶) ، مدت زمان یک گام (در حدود ۱/۲۹-۱/۴۵ ثانیه) (۱۷) و زاویه فتلاک (Fetlock) که در هنگام باز شدن می‌تواند تاثیر به سزایی در گام برداشتن صحیح گاو داشته باشد، نام برد. بیشتر شدن این زاویه (حدود ۱۶۲ درجه) می‌تواند به موازی‌تر شدن سطح سم با زمین در نتیجه باز شدن راحت‌تر بند دوم و سوم کمک کند (۱۷).

از سایر ویژگی‌های گام می‌توان به فازها و طول گام اشاره کرد. فازهای گام در دو دسته پرواز یا حمایت و خلفی یا قدامی تعریف می‌شوند. هر اندام در فاز پرواز (که در بالا توضیح داده شد) دارای دو فاز قدامی و خلفی می‌باشد در یک گام سالم، نقطه اوج فاز پرواز دقیقا در مقابل اندام حمایت‌گر است (تصویر ۱)، فاصله نقطه شروع پرواز تا اندام حمایت‌گر فاز خلفی و نقطه اوج پرواز (مقابل اندام حمایت‌گر) تا نقطه فرود اندام، فاز قدامی نامیده می‌شود و در یک گام طبیعی با هم برابر هستند (تصاویر۲ و ۳) (۱۱). طول یک گام سالم (به معنی فاصله افقی بین تو رد پای متوالی یک سم (۱۸)) بین ۱ تا ۱/۶۶ متر گزارش شده است (تصویر ۳و ۴) (۱۷). کوتاه شدن طول گام و عدم جاگذاری صحیح اندام خلفی می‌تواند ارتباط مستقیمی با لنگش داشته باشد (۷).

تصویر ۱. در این تصویر نقطه اوج اندام خلفی سمت چپ در مقابل اندام خلفی سمت راست (اندام حمایت‌گر) قرار گرفته است.



تصویر۲. فازهای گام و تاثیر جراحات برروی آن‌ها

تصویر ۳. در تصویر سمت راست فاز خلفی (اندام خلفی سمت راست در ابتدای فاز پرواز است) و در تصویر سمت چپ فاز قدامی (انتهای فاز پرواز اندام خلفی سمت راست) با فلش نشان داده شده‌اند. همچنین در تصویر سمت چپ، نقطه اوج اندام قدامی راست در مقابل اندام حمایت‌گر دیده می‌شود.

تصویر ۴. رد پای دو گام متوالی با دایره آبی علامت گذاشته شده و طول گام نیز با فلش آبی نشان داده شده است.

هر گونه تغییر در ویژگی‌های گام به معنی گام غیر طبیعی در گاو بوده که می‌تواند به دنبال درد و ضایعه در اندام‌های حرکتی ایجاد شود. این عارضه لنگش نامیده می‌شود.

درد چگونه می‌تواند باعث تغییر رفتار در گاو شود؟

گاو در طبیعت همیشه به عنوان یک شکار مطرح بوده است و برای این‌که بتواند از دست شکارچی خود فرار کند به طور ذاتی توانایی پنهان کردن درد را دارد (۱۹). در نتیجه تا درد در حیوان به مراحل شدید خود نرسد علائم ظاهری آن بروز نخواهد کرد (۲۰). به دنبال درد، گاو به سه شکل ممکن است پاسخ دهد ۱) تغییر رفتار مخصوص به درد ۲) تغییر رفتارهایی که حیوان به طور طبیعی تمایل زیادی به انجام آن‌ها دارد (مثل خوردن خوراک) و ۳) ایجاد انتخاب (به این معنی تمایل بیشتر به رفتاری کم درد در مقابل عدم تمایل به رفتارهای دردناک) (۲۱). رفتارهای مختص به درد و به میزان کمتر ارزیابی رفتارهای طبیعی حیوان، کاربرد بیشتری در در مطالعه رفتاری گاو دارند، هرچند اندازه‌گیری تغییرات رفتارهای طبیعی نیز به دلیل نیاز به زمان طولانی مشاهدات، خیلی مناسب نیستند (۲۲). با آن‌که گاو حیوانی مغلوب است و توانایی پنهان کردن درد را دارد اما مطالعات در دیگر گونه‌های شکار مثل اسب‌ها، موش‌ها و خرگوش‌ها مشخص کرده‌اند که تغییرات رفتاری می‌توانند شاخص‌های خوبی برای شناسایی درد باشند. این تغییرات رفتاری شامل تغییر در توجه، موقعیت سر و گوش‌ها، گشاد شدن چشم‌ها و تغییر در ترشحات بینی، جوش، دندان قروچه، سر و صدا، لرز، تنسموس (Tenesmus) عضلانی،

وضعیت پشت و تغییر وزن بر روی اندام‌ها می‌باشد (۲۲). نواحی پرخطر رخداد جراحت، التهاب و در نهایت درد در گاوهای شیری شامل پستان‌ها، اندام های تولید مثلی و انگشتان است (۲۲). گاوهای لنگ تغییرات رفتاری جزئی را جهت کاهش درد خود بروز می‌دهند. این تغییرات رفتاری شامل کاهش حرکت، کاهش مصرف خوراک، کم شدن پاسخ‌های ذهنی، دندان قروچه و تغییر در وضعیت (مثل قوز کردن، تغییر وضعیت سر) و کاهش فعالیت‌های اجتماعی است (۲۲و ۲۳).

دمای انگشتان در گاوهای لنگ ممکن است بیشتر از گاوهای سالم باشد که می‌تواند به دلیل التهاب ناشی از جراحات انگشتی باشد. این گاوها آستانه درد پایین‌تری دارند و به محرک‌های درد پاسخ های شدیدتری می‌دهند (۲۴و ۲۵). مطالعات نشان داده‌اند که گاوهای دارای جراحات انگشتی تا ۳۰٪ آستانه درد کمتری دارند اما به دلیل توانایی تطابق با درد، گام‌هایی طبیعی دارند که این می‌تواند یک زنگ خطر برای عدم توجه به جراحات در مراحل اولیه باشد (۱۷).

درجه	۰	۱	۲
توجه به اطراف	گاو متوجه و فعال است.	ساکت و افسرده	
	فعال: فعالیت‌های نظیر خوردن، نشخوار و ... را انجام می‌دهد.	گاو فعال نیست و از ارتباط چشمی با افراد پرهیز می‌کند و از آن‌ها دور می‌شود.	
	به طراف توجه دارد و کنجکاو است.		
وضعیت سر	سر بالا نگه داشته شده و یا در امتداد جدوگاه است.	سر در امتداد جدوگاه نگه داشته شده.	پایین نگه داشته شده. گاو فعالیتی ندارد و ممکن است بعد از بلند شدن بالافاصله به حالت خوابیده برگردد.
		گاو فعالیتی نظیر خوردن یا نشخوار ندارد.	
وضعیت گوش‌ها	هر دو گوش به سمت جلو متمایل شده‌اند یا یک گوش به سمت جلو و یا عقب است و گوش دیگر مشغول شنیدن.	گوش‌ها به سمت عقب و نامتقارن و در جهت‌های مختلف در حرکت‌اند.	هردو گوش به سمت اطراف و پایین‌تر از حالت عادی نگهداشته شده‌اند.
حالات صورت	کنجکاو و دارای وضعیتی خنثی است. گاو به فعایتی که انجام می‌دهد (مثل خوردن یا نشخوار) توجه دارد.	گاو چهره‌ای نگران و مضطرب دارد.	
وضعیت پشت	طبیعی	پشت کمی خمیده است.	پشت کاملا خمیده است.

جدول ۱. تغییرات رفتاری مرتبط با درد (۲۲)

یافته‌های معمول در گاوهای لنگ

لنگش به عنوان تظاهر بالینی از یک ضایعه دردناک تعریف می‌شود که عمدتا در ارتباط با سیستم حرکتی می‌باشد که در نتیجه آن گام از حالت طبیعی خود خارج شده و گاو حرکتی غیر طبیعی دارد. شدت لنگش می‌تواند از سفتی اندام‌ها تا کاهش تقارن بین اندام‌ها و در نهایت عدم توانایی وزن‌گیری بر روی یک اندام و زمین گیری کامل متفاوت باشد (۱۱). افزایش لنگش در گام ارتباط مستقیمی با افزایش عدم تقارن در گام‌ها دارد. تقارن در گام به این معنی است که تمامی ویژگی‌های گام مثل فرود اندام روی زمین در دو اندام متقابل یکسان باشد (۲۶). در گاوهای لنگ تقارن کمتری بین اندام‌های راست و چپ حیوان مشاهده می‌شود که یکی از دلایل آن می‌تواند کوتاه‌تر شدن طول گام در اندام دردناک باشد (۱۶و ۱۸). همچنین تفاوت در سرعت حرکت در گاوهای لنگ بیشتر از گاوهای سالم است (۲۷). گاوهای لنگ نسبت به گاو سالم طول گام کوتاه‌تری دارد که در نتیجه آن جاگذاری اندام خلفی در محل اندام قدامی صورت نمی‌گیرد. به این معنی که در گاو لنگ اندام خلفی در پشت ردپای اندام قدامی فرود می‌آید. هر

چه میزان لنگش بیشتر باشد اندام خلفی در محل دورتری فرود می‌آید (۷).

هنگام وجود درد در اندام‌های خلفی، حیوان سر خود را پایین تر از جدوگاه نگه می‌دارد، تا از وزن آن بر روی اندام خلفی کم کند. همچنین بالعکس، هنگامی‌که جراحت و درد در اندام‌های قدامی باشد، هنگام وزن‌گیری بر روی اندام دردناک حیوان سر خود را بالاتر نگه می‌دارد تا وزن آن بیشتر بر روی اندام‌های خلفی باشد (۲۶). این افزایش حرکت سر (Head bob) در حین راه رفتن یکی از ویژگی‌های گام برای شناسایی لنگش است، چرا که حیوان سالم در حین حرکت معمولا سر خود را ثابت نگه می‌دارد (۷).

پایین‌تر نگه داشتن سر حیوان در هنگام بروز درد موجب می‌شود تا ستون مهره حیوان زاویه‌دار شده و حالت قوز کرده به خود بگیرد (۲۶). همچنین حیوان برای غلبه بر درد خود، وزن خود را بر روی اندام مقابل می‌اندازد، که این خود باعث خمیدگی بیشتر پشت حیوان می‌شود (۲۸). مطالعات نشان داده‌اند که احتمال وجود لنگش در گاوهای دارای خمیدگی پشت تا ۹ برابر بیشتر است. در نتیجه این ویژگی می‌تواند یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های شناسایی لنگش باشد که در بسیاری از روش‌های متداول شناسایی لنگش از آن استفاده می‌شود (۵ و ۷). در شناسایی لنگش متوجه شده‌اند که خمیدگی پشت از ۴ هفته قبل از رخداد زخم در گاو مشاهده می‌شود و تا ۴ هفته پس از آن هم ادامه می‌یابد (۱۴). گاوهای لنگ سعی می‌کنند تا وزن کمتری را بر روی انگشت دردناک تحمل کنند. به این معنی که در گاوهای لنگ هرچه درد بیشتر باشد مدت زمان قرارگیری اندام دردناک بر روی زمین کمتر بوده (کوتاه شدن فاز حمایتی) و می‌تواند تا عدم وزن‌گیری مطلق بر روی آن اندام و پرش از روی اندام دردناک پیش رود (۵). وجود جراحت در پاشنه یا پنجه نیز می‌تواند بر طول فازهای قدامی یا خلفی اثر گذاشته در نتیجه گام‌های گاو غیر طبیعی شوند (۲۹). سفتی در مفاصل هنگام حرکت یکی دیگر از ویژگی‌های لنگش است. البته خم نشدن مفاصل در حین حرکت می‌تواند به دلیل التهاب آن‌ها بوده و ارتباطی به جراحات انگشتی نداشته باشد (۳۰). چرخش اندام‌ها به بیرون یا درون بدن(Abduction/ Adduction) یکی دیگر از تغییراتی است که به دلیل درد در گاوهای لنگ دیده می‌شود (۷).

درجه بندی حرکتی

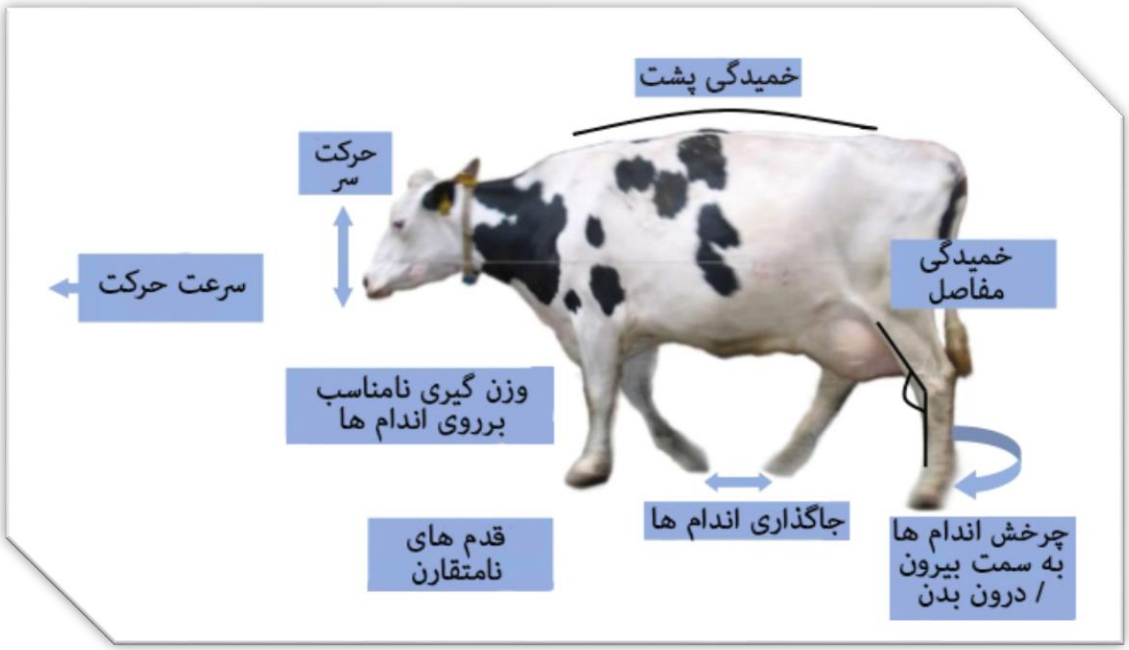
درجه بندی حرکتی، ثبت یک سری یافته از حرکت گاو است که تا حدود زیادی کاری حسی است با این حال هنوز در وجود ارتباط بین اسکور حرکتی بالا و درد تردید وجود دارد (۳۱). پاسوس و همکاران در سال ۲۰۱۷ (۳۲) توانستند ارتباط معنی‌داری بین اسکور حرکتی بالا و درد پیدا کنند. همچنین مطالعات تغییرات معنی‌داری در اسکور حرکتی را پس از تزریق ضد دردها و مسکن‌ها در سیستم‌های دستی و اتوماتیک لنگش را نشان داده‌اند. با این وجود تغییر اسکور حرکتی (۰/۲۵ تا ۰/۳) در سیستم‌های دستی را باید با احتیاط بررسی کرد چرا که تست‌های آماری انجام شده مناسب درجه بندی‌های پیوسته بودند در حالی‌که سیستم‌های دستی معمولا درجه بندی گسسته دارند در نتیجه کاهش اسکور کمتر از ۰/۵ بی‌معنی است.

سیستم‌های درجه بندی حرکتی در دو نوع سیستم‌های دستی درجه بندی حرکتی (Manual Locomotion Scoring Systems, MLSSs) و سیستم‌های خودکار درجه بندی حرکتی (Automatic Locomotion Scoring Systems, ALSSs) تعریف شده‌اند (۳۳). حداقل ۲۵ نوع سیستم درجه بندی دستی و ۱۵ نوع سیستم درجه بندی اتوماتیک برای حرکت گاو وجود دارد که تمامی این روش‌ها با هدف پیشگیری، شناسایی و مدیریت موثر مواردی که منجر به لنگش می‌شوند، می‌باشد. تمامی این سیستم‌ها از ویژگی‌های گام یا وضعیت قرارگیری حیوان و متغیرهای مشاهده شده یا اندازه‌گیری شده (به ترتیب در سیستم‌های دستی و اتوماتیک) استفاده می‌کنند که می‌توانند مربوط به اندام‌ها (تقارن گام‌ها، توانایی وزن‌گیری بر روی اندام‌ها، یا میزان فشار به زمین) وضعیت بدن (میزان خمیدگی پشت یا حرکت سر) و یا اطلاعات رفتاری و تولید مثلی (مثل میزان تولید، سرعت حرکت، زمان استراحت) باشد (۳۳).

درجه بندی حرکتی به روش مشاهده‌ای، رایج‌ترین روش شناسایی لنگش در محاسبه شیوع لنگش می‌باشد (۴). چرا که این روش ارزان و به راحتی قابل اجرا در گله است (۳). فرد ناظر با مشاهده ویژگی‌های خاص گام و وضعیت حیوان، به حرکت گاو نمره مناسب را در مقیاسی که در آن بیشترین درجه به معنی بیشترین شدت لنگش و کمترین درجه به معنی سلامت گاو است، می‌دهد (۳۳). سیستم‌های دستی درجه بندی حرکتی ابتدا در سال ۱۹۸۸ توسط منسون و لیور (۶) به روش ۹ نقطه‌ای معرفی شدند. با این وجود بیش از ۷۰٪ مقالات در رابطه با این سیستم‌ها بعد از سال ۲۰۰۷ به چاپ رسیده‌اند. این سیستم‌ها بر پایه ویژگی‌هایی از گام و وضعیت حیوان است که به اختصار در جدول زیر، آورده شده است.

ویژگی	تعریف
گام	
چرخیدن گام به داخل یا خارج از بدن	تمایل به چرخش اندام به سمت بیرون و مفصل خرگوشی به سمت درون بدن(چرخش به بیرون) و یا تمایل اندام به چرخش به سمت بدن
گام نامتقارن	عدم تقارن در فاصله/زمان دو رد پا در دو گام متوالی
خمیدگی مفاصل	مشاهده واضح سفتی اندام در نتیجه عدم خمش مناسب مفاصل
کوتاه شدن گام	کاهش در فاصله/زمان رد پای تو گام متوالی در اندام‌های راست و چپ
جاگذاری اندام ها	فاصله بین محل قرار گیری رد سم اندام قدامی و اندام خلفی یک سمت بدن در یک گام پیاپی
وضعیت بدن	
قوز پشت	خمیدگی پشت که توسط ستون مهره‌ها از جدوگاه تا مهره‌های دمی ایجاد شده است
لگن نامتقارن	تمایل دو خط فرضی که استخوان پین را به هم متصل می‌کنند (از زاویه پشتی)
حرکات سر	حرکت شدید سر هنگام فرود اندام آسیب دیده بر زمین
سایر	
سختی در چرخش	سختی در تغییر مسیر در حین راه رفتن
سختی در بلند شدن	افزایش زمان مورد نیاز برای بلند شدن
سرعت	کاهش در سرعت قرار دادن اندام‌ها بر زمین

جدول۲. ویژگی‌های گام و وضعیت بدنی گاو در رخداد لنگش (۳۳)



تصویر ۵. ویژگی‌های مهم در شناسایی لنگش گاو

سیستم‌های دیداری درجه بندی حرکتی اساسا بر روی استفاده از مقیاس‌هایی برای تعیین حدت لنگش استوار هستند (۱). منسون و لیور درجه بندی حرکت در گاو را اولین بار با جزئیات تعریف کردند، در این سیستم گاوها با استفاده از اسکورینگ ۹ نقطه‌ای براساس وجود یا عدم وجود پارامترهایی درجه بندی می‌شدند (۶). در جدول زیر سیستم‌های درجه بندی حرکتی که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند به همراه ویژگی‌های اصلی گام که در این روش ها به آن‌ها توجه می‌شود به طور خلاصه آورده شده است.

نگارنده	ویژگی های گام
منسون و لیور ۱۹۸۷ (۶)	میزان سفتی در اندام‌ها، دوری پاها از مرکز بدن هنگام راه رفتن و سختی در چرخیدن/ بلند شدن/ راه رفتن
ولز ۱۹۹۳ (۳۴)	قدم‌های نامتقارن و محدودیت حرکت
اسپرچر و همکاران۱۹۹۷(۵)	وضعیت پشت در حین حرکت و ایستادن، طول گاو، وزن‌گیری بر روی اندام‌ها
بروئر و همکاران ۲۰۰۰(۳۵)	افزودن حرکات سر به سیستم‌های حرکتی
وینکلر و ویلن ۲۰۰۱(۳۶)	افزودن گام‌های نامتفارن، کوتاه شدن طول گام و عدم وزن‌گیری به سیستم اسپرچر
فلاور و ویری ۲۰۰۶(۷)	تکان سر، جاگذاری اندام‌ها و انحنای مفصل، خمیدگی پشت و حرکات سر
دایر و همکاران۲۰۰۷(۳۱)	مسیر حرکت سم و نحوه قرارگیری سم بر زمین هنگام فرود، محور اندام‌ها، چرخش سم

جدول ۳. سیستم‌های رایج درجه بندی حرکتی

وجود گام غیرطبیعی و سفتی مفاصل در افراد آشنا و ناآشنا به سیستم‌های درجه بندی حرکتی بیشترین یافته مشابه بوده است بعد از آن، خمیدگی پشت و افزایش چرخش اندام‌ها به خارج از بدن بوده که به طور معنی‌داری در افراد آشنا بیشتر از افراد ناآشنا قابل شناسایی بوده و در آخر حرکت سر و جاگذاری اندام‌ها کمترین میزان مشاهده را در بین افراد آشنا و ناآشنا داشته است (۳۷).

درجه بندی در سیستم‌های اسکورینگ حرکتی به دو روش صورت می‌گیرد:

درجه بندی ترتیبی (Numerical rating Systems, NRS): به حرکت گاو بر اساس ویژگی‌های گام و وضعیت قرارگیری حیوان نمره به خصوصی داده می‌شود (به طور مثال در سیستم فلاور و ویری، گاوی که داری پشتی صاف یا کمی خمیده است، سر را حین حرکت ثابت نگه می‌دارد، جاگذاری اندام‌ها با کمی نقص انجام می‌شود، مفاصل کمی سفت شده‌اند، گام کمی نامتقارن شده اما وزن گیری بر روی چهار اندام برابر است، درجه حرکتی برابر با ۲ دارد)، در برخی موارد هنگامی‌که گاو ویژگی‌های یک نمره را رد کرده باشد اما تمامی ویژگی‌های نمره بعد را نداشته باشد، درجه با دقت ۰/۵ داده خواهد شد (۷) سیستم‌های توضیح داده شده در بالا همگی NRS هستند، که در تمامی آن‌ها درجه ۱ به معنی گاو با حرکت طبیعی و بالاترین درجه نیز به معنی بیشتری میزان لنگش و گاهی زمین‌گیری در اثر لنگش است.

درجه بندی پیوسته (Visual Analogue scale, VAS): ویژگی‌های گام مثل قوز پشت توسط یک فرد ناظر نمره‌ای معمولا از صفر تا ۱۰۰ (می‌تواند ۰-۱ و یا ۰-۱۰ هم باشد) می گیرند که یک انتها به معنی سالم‌ترین و طبیعی‌ترین حالت ممکن (در مثال قوز پشت، پشتی کاملا صاف) و انتهای دیگر به معنی شدیدترین حالت ممکن است (در مثال خمیدگی پشت شدیدترین میزان خمیدگی پشت که توسط فرد ناظر مشاهده کرده است) (۷). تنها ۲٪ مقالات از این روش برای درجه بندی حرکتی استفاده کرده‌اند (۷ و ۳۳).

سیستم‌های توضیح داده شده در بالا عمدتا در سیستم‌های فری‌استال (Free stall) و یا بهاربندها استفاده می‌شوند. سیستم‌هایی مثل سیستم درجه بندی استرالیایی (۳۸) برای درجه بندی حرکتی در مرتع طراحی شده‌اند که در این سیستم ۴ نقطه‌ای (۰-۳) بر سرعت حرکت، خمیدگی پشت وضعیت سر، وزن‌گیری بر روی اندام‌ها توجه شده است. همچنین لیچ و همکاران در سال ۲۰۰۹ (۳۹) سیستمی را برای شناسایی لنگش در گاوهایی که در سیستم‌های تای‌استال (Tie stall) نگهداری می‌شوند طراحی کردند. در این روش با مشاهده تعداد دفعات جابه جایی اندام‌ها، استراحت در یک اندام بیش از اندام‌های دیگر و وزن‌گیری نابرابر بر روی اندام‌های هنگامی‌که حیوان تشویق به حرکت از یک سمت به سمت دیگر می‌شوند و عدم وزن‌گیری بر روی یک اندام لنگ و یا سالم بودن حیوان را تشخیص دادند.

رایج‌ترین سیستم NRS که در گله‌های تجاری در دنیا و ایران استفاده می‌شود، سیستم درجه بندی حرکتی ۵ نقطه‌ای به روش اسپرچر و همکاران (۵) است که این روش توسط شرکت زین‌پرو (Zinpro) تصحیح شده است (۴۰) و در ایران سیستم‌های اصلاح شده روش زین‌پرو توسط محمدنیا معرفی شده که حرکت گاوها تنها در حین راه رفتن مورد بررسی قرار می‌گیرند. از آن‌جایی‌که درجه بندی حرکتی به روش اسپرچر، رایج‌ترین سیستم اسکورینگ در ایران است، در جدول ۴ نحوه درجه بندی حرکتی به این روش به اختصار توضیح داده شده است. روش بعدی که در مقالات بیشترین استفاده را دارد سیستم فلاور ویری (۷) است. با این وجود تمامی این سیستم‌های دیداری به دلیل حساسیت به ویژگی‌های فردی ناظر و میزان آموزش او، محدودیت‌هایی دارند. همچنین به دلیل وجود تفاوت‌های فردی در الگوهای حرکت گاو، تاثیر لنگش و متغیر های اندازه‌گیری شده برای تمامی گاوها یکسان نیستند. گاو هم به عنوان یک موجود زنده دارای پیچیدگی‌ها و تفاوت‌های فردی است که می‌تواند لنگش را به طرق مختلف نشان دهد. به طور مثال آناتومی و وضعیت حیوان می‌توانند بر متغیرهایی مثل طول گام، میزان خمیدگی پشت، وضعیت قرارگیری سر و سرعت حرکت تاثیرگذار باشند (۴۱).

اسکور حرکتی	توصیف بالینی	نحوه ی اسکوردهی
۱	راه رفتن دام طبیعی است	ایستادن و راه رفتن حیوان طبیعی است و در هنگام حرکت دام، تمام اندام‌های حرکتی در جای درست خود قرار می‌گیرند
۲	لنگش خفیف	در حالت ایستاده پشت دام صاف است و خمیده نیست، اما در هنگام حرکت پشت خمیده است. راه رفتن به صورت بسیار کمی غیر طبیعی است.
۳	لنگش متوسط	در هنگام راه رفتن و ایستادن پشت دام خمیده است گام‌ها در یک یا تعداد بیشتری از اندام‌ها کوتاه است
۴	گاو دچار لنگش بالینی	در هنگام راه رفتن و ایستادن پشت دام خمیده است ودر یک یا چند اندام وزن‌گیری کامل صورت نمی‌گیرد
۵	لنگش شدید	پشت دام خمیده است روی یکی از اندام‌ها وزن گیری صورت نمی‌گیرد. دام از حالت نشسته، بلند نمی‌شود یا به سختی بلند می‌شود.

جدول ۴. درجه بندی حرکتی به روش اسپرچر و همکاران (۵)

سیستم پنج نقطه‌ای مبتنی بر سیستم اسپرچر که در ایران توسط محمدنیا و همکاران به کار برده می‌شود تنها گاو را در حالت حرکت ارزیابی می‌نماید و مهمترین تغییرات گام را به شکلی که در جدول ۵ آورده شده است ارزیابی می کند (۲۹).

اسکور حرکتی	خمیدگی پشت	طول گام طبیعی است	وزن گیری انجام می شود	حرکت سر غیرطبیعی	لنگش بالینی
	در حال حرکت				
اسکور ۱	−	+	+	−	−
اسکور ۲	+	+	+	−	−
اسکور ۳	+	−	+	−/+	−
اسکور ۴	+	−	+	+	+
اسکور ۵	+	−	−	+	+

جدول ۵. سیستم ۵ نقطه‌ای مبتنی بر اسپرچر استفاده شده توسط دکتر محمدنیا و همکاران

عوامل تاثیرگذار بر درجه بندی حرکتی

انجام اسکورینگ (scoring) یا درجه بندی حرکتی در گله‌های شیری نیازمند اصولی است که رعایت آن منجر به دریافت نتایج قابل اعتمادتر و تکرارپذیرتر خواهد بود. ضرورت انجام اسکورینگ انجام آن در محیطی باز با شرایط زیر است.

کف راهرویی که اسکورینگ در آن انجام می گیرد باید سر نباشد و گاو به راحتی در آن عبور کند. هر نوع شیب چه به سمت بالا چه به سمت پایین می‌تواند اسکورینگ حرکتی را دچار اختلال نماید. هر نوع وضعیت غیر متعارف آب و هوایی مانند سرمای ناگهانی، گرمای ناگهانی، باد، طوفان، بارندگی غیر متعارف همه می‌توانند نتایج اسکورینگ حرکتی را مختل نمایند. هل دادن یا ایجاد تهییج در گاو به هر شکلی توسط کارگر یا دستگاه های اتوماتیک نتایج غیر قابل اعتماد به همراه خواهد داشت. همان‌گونه که در بالا راجع به سیستم‌های اسکورینگ توضیح داده شد، توجه به این نکته که اسکورینگ حاصل ثبت احساس عامل اسکور دهنده بر اساس آموزش‌هایی که دیده است می باشد. بنابراین انتخاب فرد خاص برای انجام اسکورینگ حرکتی که هر ماهه همین فرد اسکور دهد، می‌تواند در ثبات نتایج و قابل تحلیل‌تر کردن نتایج موثر باشد. در تجربیاتی که در ایران وجود دارد، توصیه می‌گردد که اسکورینگ در محلی مانند خروجی شیردوشی انجام گیرد. در خروجی شیردوشی، از آن‌جایی‌که گاو مدتی در شیردوشی ایستاده است بالاترین میزان لنگش را ممکن است نشان دهد. باید توجه داشت به علت مدیریت سیستم‌های فاضلاب شیردوشی‌ها بسیاری از شیردوشی‌ها اندکی از زمین بلندتر هستند و گاوها در زمان خروج از یک رامپ (ramp) شیب‌دار خارج می‌شوند و این رامپ می‌تواند خود عاملی برای ثبت اسکورهای غیر طبیعی باشد. اسکورینگ حرکتی در فواصل زمانی مختلفی انجام می‌گیرد و شاید بهترین فاصله زمانی برای انجام آن، فاصله یک ماهه باشد. هر چند بنابر ضرورت این فاصله ممکن است کمتر یا بیشتر گردد.

عوامل محیطی و داخلی گاو می‌توانند بر گام تاثیر گذاشته و سبب تشخیص اشتباه لنگش یا عدم وجود آن در گاو شوند(۴۲). به طور مثال گاوهایی که بر روی سطوح شیاردار (Slatted) راه می‌روند نسبت به گاوهایی که بر روی بتن صاف حرکت می‌کنند، معمولا اسکور حرکتی بالاتری می‌گیرند (۴۳). همچنین گاوها برروی این سطح نسب به کف با ماسه فشرده نیز گام‌های کوتاه‌تر و جاگذاری ضعیف‌تری دارند (۴۴). همچنین گاوها در مرتع سرعت حرکت بالاتر و طول گام‌های بلندتری را نسبت به حرکت بر روی آسفالت دارند (۴۵). شرایط جوی نیز می‌تواند بر حرکت گاو موثر باشد: در هوای بارانی و هنگام وزش باد گاوها با سرعت کمتری حرکت کرده، سر خود را پایین نگه می‌دارند و گام‌های خود را کوتاه‌تر و نامتقارن‌تر بر می‌دارند (۴۲) لیچ و همکاران در سال ۲۰۱۲ (۸) عنوان کردند که حرکات ناشی از مگس، اضطراب و دلایل دیگر نامرتبط با زخم‌ها می‌توانند بر ارزیابی وزن گیری اندام‌ها تاثیر گذاشته و سبب ایجاد نتایج مثبت کاذب در شناسایی لنگش شوند.

آزمایشات زیادی نشان داده‌اند که شرایط گاو نیز می‌تواند بر گام او تاثیرگذار باشد. به طور مثال بلکی و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۴۶) گزارش کردند، پس از زایش خمیدگی پشت و سفتی اندام‌ها در گاو افزایش می‌یابد که ممکن است به دلیل درد و ناراحتی در پستان ها باشد. و نیز گاوهای چند شکم زا به طور کلی اسکور حرکتی بالاتری را نسب به گاوهای شکم یک دارند (۱۴)، گاوها حرکت سریع‌تری به سمت خوراک نسبت به زمانی‌که به سمت یک عامل دردناک حرکت می‌کنند، دارند (۴۷).

گاوها هنگام خروج از شیردوشی گام‌های بلندتر و و طولانی تری برمی دارند، که ممکن است حاصل سبک‌تر شدن پستان‌ها و وجود انگیزه در رسیدن به خوراک تازه باشد. بزرگی و ظاهر غیر طبیعی پستان‌ها می‌تواند بر حرکت گاو و بازتر شدن پاها از هم هنگام راه رفتن تاثیر گذاشته و سبب اختلال در درجه بندی حرکت حیوان شود (۴۱ و ۴۸). با این حال خاقانی و همکاران تغییری در اسکور حرکتی گاوها پس زایش مشاهده نکردند (۴۹). فائزی و همکاران تاثیر معنی‌دار شکم زایش و میزان تولید بر لنگش را مشاهده کرده، اما گزارش کردند که روز شیردهی در دو گروه کمتر و بیش تر از ۱۲۰ روز، تاثیری بر اسکور حرکتی نداشته و بازتابی از رخداد لنگش در گله را نشان می‌دهد و می‌تواند در نمونه گیری اسکورینگ حرکتی

استفاده شود (۵۰). همچنین رخداد بیماری‌هایی که در شکم و سینه ایجاد درد می‌کنند می‌توانند باعث ایجاد قوز پشت در حیوان شده و با درد ناشی از جراحات انگشتی اشتباه گرفته شود (۵۱). گاوها نیز مانند سایر موجودات زنده دارای تفاوت‌های فردی هستند. به طور مثال برخی گاوها در حین راه رفتن ممکن است پشتی خمیده و یا قدم های نامتقارن داشته باشند در حالی‌که فاقد جراحت هستند و می‌توان گفت شاید این نوع حرکت در حیوان ذاتی است و ارتباطی با رخداد زخم یا درد در او ندارد (۵۲). شرایط مدیریتی گله نیز ممکن است بر حساسیت روش‌های شناسایی درد مثل درجه بندی حرکتی تاثیر گذار باشند. در مزارعی که با گاوها به خوبی رفتار نمی‌شود، یا آن‌ها عادت به حضور کارگران ندارند، گاوها خجالتی‌تر هستند، در نتیجه پاسخ مناسب به راهبرد ارائه شده را نداده شناسایی رفتارهای درد در آن‌ها سخت‌تر شده و حساسیت سیستم ارزیابی کاهش می‌یابد (۲۲).

اسکورینگ حرکتی نیازمند مشاهده‌گری است که بتواند قدم‌های طبیعی از غیر طبیعی را از هم تشخیص دهد. از آن‌جایی‌که اسکور دهی بر اساس قضاوت مشاهده‌گر است، تفسیر آن به درجاتی متفاوت است. بنابراین مشاهده‌گرها باید آموزش ببینند و توسط افراد آشنا با سیستم‌های اسکور بندی حرکتی بازآموزی شوند، تا به درجه بالایی از توافق دربین مشاهده‌گران و یک مشاهده‌گر با خودش برسیم و دوره‌های بازآموزی برای رسیدن به سطح قابل قبول در بین مشاهده‌گرها برگزار شود. توافق در بین مشاهده گران مختلف به این معناست که چند درصد از مشاهده گران آموزش دیده می‌توانند به یک گاو یک اسکور یکسان را تخصیص بدهند. همچنین توافق در داخل مشاهده‌گران به این معناست که یک مشاهده‌گر تا چه حد می‌تواند به یک گاو در دو یا چند مشاهده، اسکور یکسانی تخصیص بدهد. برای افزایش سطح اطمینان در داخل و بین مشاهده‌گران، گاهی استفاده از درجات کمتر حرکتی (سیستم‌های اسکورینگ که تعداد درجات کمتری دارند برای مثال به جای استفاده از سیستم ۵ نقطه‌ای، از سیستم ۳ نقطه‌ای استفاده شود) توصیه شده است. تفاوت‌های بین و داخل مشاهده‌گرها در مطالعات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مشاهده‌گرهای آموزش دیده و کمتر آموزش دیده حتی اگر کم و بیش نظرات مشابهی داشته باشند، ممکن است گاوها را در درجات متفاوتی قرار دهند (۵۳). اُکلاهاگان و همکاران توافق بین و داخل مشاهده‌گرها را با استفاده از معیار ۵ نقطه ای ۵۶٪ و ۳۷٪ نشان دادند و در صورتی که تا یک درجه تغییر را قبول کنیم، این اطمینان میتواند تا ۹۳٪ و ۸۱٪ هم افزایش یابد(۵۳). توافق بالا دربین مشاهده‌گرها پیش نیازی برای رسیدن به اسکوردهی پویا است. توافق بین مشاهده‌گرها نمی‌تواند درداخل جایگاه تعیین گردد، چرا که گام‌ها متحرک هستند و می‌توانند در دو موقعیت جدا تغییر کنند. توافق بین مشاهده‌گرها با توجه به تحصیلات مشاهده‌گر و تجربه کار با گاو شیری با ضبط ویدیویی و تنوع بسیار زیاد گام‌ها مطالعه شده است. گروه‌هایی از کشاورزان، دامپزشکان، دانشجویان سال اول و چهارم دامپزشکی، محققان و ارزیاب‌هایی که تجربه‌ای از گاو نداشتند، با استفاده از سیستم ۵ نقطه‌ای اسکوردهی حرکتی، راه رفتن گاوها را ارزیابی کردند (تعداد ۱۰۲ نفر مشاهده‌گر). جلسات حداقل ۷۵ دقیقه‌ای ارزیابی برای همه گروه‌ها مشابه و متشکل از مقدمه، آزمون الف، دوره آموزشی کوتاه، استراحت و آزمون ب بود. به طور کلی ویدیویی از ۲۲ گاو دوبار به روش تصادفی نمایش داده شد. (۱۱ گاو در هر آزمایش × دوبار تکرار). پس از تثبیت اثرات ثابت نمونه‌های ویدیویی و حواشی اسکورینگ حرکتی، احتمال دوبار اختصاص یک اسکور حرکتی به یک گاو از ۵۵٪ (در ارزیاب معمولی) تا ۷۲٪ (در دانشجوی سال چهارم دامپزشکی) متفاوت بود. مشاهدهگ‌رهایی که صفت پشت خمیده یا اسکور حرکتی کلی (براساس قدم‌های نابرابر) را مدن ظر قراردادند، بیشترین توافق را داشتند (به ترتیب ۶۹ یا ۶۸٪). سیستمی از اسکورینگ حرکتی می‌تواند به اندازه‌ای از تکرارپذیری در بین مشاهده‌گرها برسد تا اجازه تخمین میزان توافق بین مشاهده‌گرها را بدهد و بدین ترتیب در مقایسه با بقیه سیستم‌های اسکور دهی قابل اطمینان‌تر خواهد بود (۵۴).

در محاسبه میزان حساسیت سیستم‌های درجه بندی حرکتی در شناسایی گاوهای سالم، هنگامی‌که سن و شیرواری به الگوریتم اضافه می‌شوند میزان حساسیت ۱۰٪ افزایش می‌یابد.

(میزان حساسیت به ترتیب برای اولین و دومین الگوریتم ۷۰٪ و ۸۰٪ بوده است). نتیجه مطالعات نشان داده است که بهره‌گیری از احتمال تاثیر فاکتورها بر حرکت گاو به کاهش تعداد موارد مثبت کاذب در سیستم‌های معمول شناسایی لنگش کمک می کند. هرچند که مطالعات بیشتری برای درک بهتر این فاکتورها و دیگر فاکتورهای تاثیرگذاراحتمالی (مثل سم چینی و آسایش) در گاوهای غیر لنگ با حرکات طبیعی مورد نیاز است (۵۳).

محدودیت‌های سیستم‌های دیداری درجه بندی حرکتی و حسی بودن آن‌ها سبب می‌شود تا دقت و قابلیت اطمینان آن‌ها مورد توجه قرار گیرد. در هر آزمایشی میزان موافقت و قابلیت اطمینان یکی از عوامل مهم سازگاری و تکرارپذیری آن تست است (۵۵). توافق به معنی توانایی افراد ناظر مختلف به تخصیص یک درجه حرکتی مشخص به یک گاو می‌باشد و کیفیت آزمایش را نشان می‌دهد. قابلیت اطمینان به معنی توانایی فرد ناظر در تفریق درجه‌های حرکتی از یکدیگر در هنگام درجه بندی حرکتی است، این ویژگی علاوه بر این که معرف کیفیت تست است به شدت وابسته به یک دست بودن جمعیت مورد مطالعه است (جمعیتی با شیوع پایین لنگش یک دست شناخته می‌شود) (۳۳). با وجود اهمیت توافق و قابلیت اطمینان، مطالعات زیادی این دو ویژگی در سیستم‌های درجه بندی حرکتی را بررسی نکرده‌اند و یا از تست‌های آماری درستی برای سنجش آن‌ها استفاده نشده است.

ادغام اسکورهای مختلف روشی برای بهبود اطمینان از وضعیت اسکورینگ در گله بوده است. در مطالعه‌ای، اسکورها بعد از فرم اصلی ۵ نقطه‌ای به ۴، ۳، و یا ۲ نقطه‌ای برای بهبود اطمینان وتوافق ارزیابی‌ها تغییر داده شدند. راه‌های مختلف ادغام برای بهینه سازی شفافیت، قابلیت اطمینان وتوافق در اسکورهای حرکتی ارزیابی شده‌اند. در نهایت قابلیت اطمینان و توافق بین ارزیاب ها و هر ارزیاب با خودش در معیار ۵ نقطه‌ای که به ۴، ۳ و ۲ به روش‌های مختلف ادغام شده‌اند مشخص شد. توافق ارزیاب‌ها با خودشان ۷۶/۴٪ در اسکور ۱، ۶۸/۵٪ در اسکور ۶۵٪/۲ در اسکور۳، ۷۷/۲٪ در۴ و ۸۰٪ در اسکور ۵ بود. توافق بین ارزیاب‌ها ۶۴/۷٪ در اسکور۱، ۵۷/۵٪ در اسکور ۲، ۵۰٪/۸ در اسکور ۳، ۶۰٪ در اسکور۴ و ۴۵/۲٪ در اسکور ۵ بوده است. توافق داخل و بین ارزیاب‌ها نشان می‌دهد که درجات ۲ و ۳ بیش از سایر درجات در سیستم ۵ نقطه‌ای مشکل آفرین است. توافق و اطمینان در داخل و بین ارزیاب‌ها برای معیار دو نقطه‌ای در هنگامی که ارزیابی ۵ نقطه‌ای به شکل‌های (۱،۲)، (۳،۴،۵) و یا (۱،۲،۳)، (۴،۵) تغییر یافت، افزایش یافته بود (۵۶).

یک سوال همیشگی در بین دامداران مطرح است و آن این‌که چه درصدی از گاوهای با اسکور حرکتی بالا می‌توانند جراحات انگشتی داشته باشند و این‌که اصولا آیا اسکورهای حرکتی توانایی شناسایی جراحات انگشتی را دارند؟ اگر جواب منفی است پس به چه دلیل اسکور حرکتی داده می‌شود؟ برای پاسخ به این سوال ابتدا جست و جویی در کارهایی که انجام شده است انجام می‌دهیم تا پس از آن نسبت به ارزیابی اطلاعات اقدام نماییم. توانایی سیستم‌های درجه بندی حرکتی در شناسایی زخم‌های انگشتی در مطالعات متغیر است. به طور مثال چپینال و همکاران در سال ۲۰۰۹ (۱۴) عنوان کردند که خمیدگی پشت و سیستم NRS می‌توانند گاوهای دارای جراحت را از ۴ هفته قبل از رخداد بالینی آن تا ۴ هفته بعد شناسایی کنند. گارسیا مونز و همکاران در سال ۲۰۱۶ (۴۸) مشاهده کردند که بیش از ۵۰٪ گاوهای دارای اسکور حرکتی ۱ و ۲ دارای جراحت بوده‌اند. مطالعات دیگر نیز، نبود جراحت در ۳۵٪-۲۱٪ گاوهای دارای اسکور حرکتی ۴ را گزارش کرده اند (۹ و ۵۷). زخم‌های کف سم و نکروباسیلوز بین انگشتی الزاماً باعث افزایش اسکور حرکتی نشده‌اند. در یافته‌های دیگری تنها ۵۲٪ از گاوها با اسکور بالای حرکتی در سیستم ۵ نقطه ای زخم هایی را در سم نشان می‌دادند، که تفاوت‌هایی را با توجه به زمان اسکوردهی و اسکور دهنده نشان می‌دادند (۲۸٪-۷۲٪). رضایی و همکاران قابلیت بالای اسکورینگ حرکتی را در شناسایی زخم‌های ناحیه ۴ انگشت (زخم های کف سم) گزارش کرده‌اند (۵۳).

درجه بندی حرکتی، سیستم دقیقی در شناسایی جراحات انگشتی نیست. همان‌طور که اشاره شد این سیستم‌ها حسی هستند و تقریبا نمیتوان توافق ۱۰۰٪ بین دو مشاهده‌گر یا

حتی یک مشاهده‌گر در دو بار اسکورینگ حرکتی را مشاهده کرد (۵۳). باتوجه به پایداری اسکورهای حرکتی (۵۸) و عدم ارتباط مستقیم آن‌ها با رخداد جراحات انگشتی (۵۳) نمی‌توان یک میزان استاندارد از وقوع لنگش را برای گله‌ها تعیین کرد. به دلیل حسی بودن سیستم‌های درجه بندی حرکتی و تاثیر پذیری آن‌ها از شرایط محیطی توصیه می‌گردد، درجه بندی حرکتی همواره توسط یک فرد ثابت خارج از گله که آشنایی با گاوها و شرایط مدیریتی گله ندارد و در شرایط محیطی متعادل (شرایط جوی طبیعی مثل عدم بارندگی، یخ بندان، باد و بوران و ...، عدم وجود سرو صدای زیاد و ...) صورت گیرد. درنظر داشته باشید که درجه بندی حرکتی تنها شاخصی از وزن لنگش در گله می‌باشد و تغییرات ناگهانی در آن می‌تواند به عنوان زنگ خطری از رخداد واقعه‌ای در گله باشد. به طور مثال هم‌زمان با رخداد استرس گرمایی در تابستان اسکور حرکتی ممکن است افزایش یابد اما الزاما هم‌زمان با افزایش رخداد جراحات نخواهد بود، چنانچه این استرس کنترل نشود می توان احتمال افزایش رخداد جراحات بافت شاخی در ماه‌های مهر و آبان را داشت (۲۹).

پاسخ به این پرسش که اسکور حرکتی چه مدت بالا می‌ماند، در مطالعات مختلف بازتاب داشته است به گونه‌ای که در عمل ثابت شده است که گاوهایی با اسکور حرکتی بالا مدت زمان بیشتری در اسکور بالا باقی می‌مانند. کیوانی راد و همکاران (۵۹) نشان دادند که دو ماه بعد از رخداد لنگش (اسکور حرکتی ۴ و ۵) در اسکور حرکتی ۵ نقطه‌ای ۵۷/۰۱٪ از گاوها همچنان در همان اسکور باقی مانده بودند و ۳ ماه بعد به ۳۶/۸۴٪ و چهار ماه بعد به ۲۱/۹۲٪ کاهش یافتند و درنهایت ۵ ماه بعد از اسکوردهی همچنان ۷/۰۱٪ گاوها در اسکور حرکتی بالا بودند. شفیق و همکاران(۶۰) تفاوتی بین ۴۳/۵۵٪ تا ۵۶/۹۹٪ را در ماندگاری در اسکور بالای حرکتی در ماه اول پس از درمان گزارش کرده‌اند. خلیلی‌فر و همکاران نیز بالا بودن اسکور حرکتی را در دو ماه قبل و دو ماه بعد وقوع زخم گزارش کرده‌اند. هاشمی‌فر و همکاران بالا بودن اسکور حرکتی را در سه ماه قبل و سه ماه بعد از زخم‌های بافت شاخی سم گزارش کرده‌اند (۵۳). فائزی و همکاران در سال ۱۳۹۸ بالا بودن اسکور حرکتی تا ۶ ماه پس از اسکورینگ حرکتی را در یک مطالعه گزارش کردند (۵۸).

با توجه به آنچه گفته شد در این‌جا باز می‌گردیم به این‌که در یک گله اسکورینگ حرکتی انجام شده است و نیاز به دادن پاسخ به چندین سوال زیر وجود دارد؟

۱. اسکورینگ حرکتی چند وقت یک بار انجام شود؟

۲. از چه روشی برای اسکورینگ حرکتی استفاده شود؟

۳. چه توزیعی از اسکورهای حرکتی قابل قبول است؟

۴. اسکورهای حرکتی چه میزان قابلیت شناسایی جراحات انگشتی را دارند؟

۵. چه برخوردی با اسکورهای حرکتی درگله انجام شود؟

۶. دام دسته از گاوها در اسکورهای حرکتی مختلف ارزیابی گردند؟

تقریبا پاسخ به تمامی این پرسش‌ها در مطالب تحلیلی بالا آورده شده است و تنها در این‌جا یک جمع بندی ارائه می‌گردد. انجام اسکورینگ حرکتی به روش پنج نقطه‌ای که در بالا گفته شد با فاصله یک ماهه می‌تواند گویای وضعیت حرکتی در گله باشد. درمورد توزیع اسکورهای حرکتی و این‌که در چه توزیعی از اسکور ها وضعیت گله مناسب است؟ نمی‌توان به استاندارد قابل تعمیم دست یافت. آنچه مسلم است، تغییرات اسکورها در طول زمان ارزش بیشتری تا حضور تعداد خاصی از گاو در هر اسکور دارد. مثلا در گله‌ای اگر ۲۰ درصد گاوها در اسکور ۴ قرار داشتند، نمی‌توان گفت که به شکل ذاتی این گله دچار لنگش بالینی جدی است، چرا که ممکن است دیدگاه سخت گیرانه‌تری در اسکورینگ این گله وجود داشته که منجر به این رخداد شده است. در چنین گله‌ای بیشتر، تغییرات این اسکور در طول زمان و همچنین در دسته بندی‌های گاوها حائز اهمیت است. مثلا در اسکورینگ این ماه گاوهای شکم یک بیشتر، مبتلا به اسکور چهار بوده‌اند، در صورتی‌که در ماه بعدی بیشتر گاوهای شکم ۳ مبتلا شده‌اند و جمع کلی اسکور چهار ثابت مانده است. بنابر این در پاسخ به این سوال باید بیشتر تغییرات اسکورحرکتی به طور کلی، در هر اسکور، در دسته بندی‌های مدیریتی مختلف مثل روز شیردهی، تولید و شکم را ارزیابی نمود و در هر مورد تصمیم درست گرفت. بدون تردید

اسکورحرکتی می‌تواند آگهی دهنده از رخدادهایی که در دسته خاص یا کل گله در حال تکوین است، باشد (۲۸).

همان‌گونه که در قبل نیز توضیح داده شد، اسکورحرکتی مبین وجود درد در اندام حرکتی است و با عنایت به بیماری‌زایی بسیاری از جراحات انگشتی رخداد درد، قبل از رخداد جراحت در جعبه شاخی سم اتفاق می‌افتد. بنابراین وجود اسکور بالا به تنهایی نمی‌تواند علتی برای رخداد جراحات بیشتر باشد. مثلا در زمانی‌که استرس گرمایی در گله رخ می‌دهد، به علت تغییرات پاتوفیزیولوژیکی که اتفاق می‌افتد به درجاتی لامینایتیس تحت درمانگاهی رخ می‌دهد که این خود ممکن است به درجاتی منجر به افتادگی بند سوم و ایجاد درد در جعبه شاخی سم گردد و این مورد اسکورحرکتی را تغییر خواهد داد، بدون این‌که تغییری در رخداد جراحت در گله دیده شود. بنابراین به عنوان یک پاسخ روشن باید گفت که از اسکورحرکتی به عنوان شاخصی برای بیماریابی استفاده نمی‌شود و بیشتر برای پیش‌بینی آینده آسایش گاو، ناشی از اندام حرکتی استفاده می‌گردد (۲۸).

در پاسخ به این پرسش که چه برخوردی با گاوهای اسکور بالای حرکتی شود باید گفت که این برخورد در بسیاری از مواقع تابع سیستم گاوداری و این‌که چه میزان برنامه مراقبت از سم در گله وجود دارد، چه تعداد گاو در گله است، چه امکانات بررسی وجود دارد می‌تواند متفاوت باشد. در هر صورت گاوهای مشکوک به لنگش در اسکورینگ پنج نقطه‌ای (حداقل گاوهای با اسکور چهار و پنج و در شرایط ایده‌آل گاوهای با اسکور سه، چهار و پنج) باید بازدید شده و حداقل سطوح وزن‌گیری سم به منظور به حداقل رساندن امکان رخداد جراحات تنظیم گردد. با عنایت به آنچه در زمینه بروز لنگش در مقاله دیگر این نگاشته آمده است بهتر است گاوهایی که در ماه جاری مبتلا به اسکور حرکتی بالا شده‌اند و در ماه قبل این اسکور را نداشته‌اند بازدید گردند (۲۸).

در نهایت بهتر است کلیه گاوهای مولد گله اسکورداده شوند و به ویژه حضور گاوهای خشک در اسکورینگ نیز می‌تواند اطلاعات بسیار جامع‌تر و بهتری در گله به دست دهد (۲۸).

سم چینی می‌تواند تاثیر به سزایی در درجه بندی حرکتی داشته باشد. به طور کلی سم چینی و درمان جراحات با تاثیر مثبت بر گام و کاهش حساسیت حیوان به درد، تاثیر مثبتی در آسایش حیوان دارد (۳۲). با این وجود برخی مطالعات نشان داده‌اند که در صورت وجود زخم، سم چینی در ابتدا اسکور حرکتی را بالا برده و سپس کاهش می‌دهد (۳۱). محمدنیا و همکاران بالا رفتن غیر معنی‌دار اسکورهای ۱و ۲ در معیار ۵ نقطه‌ای درجه بندی حرکتی بعد از سم چینی را گزارش کرده‌اند (۶۱).

استفاده از سیستم های خودکار در شناسایی لنگش

روش‌های حسی و دیداری شناسایی لنگش مبتنی بر آموزش فرد ناظر و وجود مقیاسی برای اندازه گیری درجه بندی حرکتی هستند (۶۲). از آن‌جایی‌که روش‌های دیداری درجه بندی حرکتی زمان بر بوده و همان‌طور که اشاره شد امکان خطا در آن‌ها وجود دارد از این رو دانشمندان به دنبال ساختن دستگاه‌هایی برای شناسایی خودکار لنگش می‌باشند. این سیستم‌ها با ۵ هدف کلی ایجاد شده اند: ۱) شناسایی سریع و دقیق لنگش به خصوص در موارد ملایم. ۲) شناسایی سریع جراحات انگشتی. ۳) فراهم کردن اطلاعات از روند بهبود بعد از مداخلات ارتوپدی. ۴) ایجاد اطلاعات از تاثیر درمان یا راهبردهای مدیریتی و ۵) ارزیابی تاثیر شرایط محیطی مثل وضعیت جایگاه بر حرکت گاو (۴۵). در گاوداری‌های مدرن امروز تقاضا برای استفاده از سیستم‌های خودکار نظارت بر سلامت و رفاه دام افزایش یافته است. خصوصا گاوداری‌هایی که از سیستم‌های اتوماتیک مثل شیردوشی‌های خودکار (AMS) استفاده می نند بعد از اطلاع از عواقب لنگش در گله خود، متقاضی استفاده از این سیستم‌ها می‌شوند (۶۳). دامداران اکثرا استفاده از گجت‌های پوشیدنی (Wearing gadgets) را به تکنولوژی‌های جایگزین مانند ساخت راهرو مخصوص یا سیستم‌های دوربینی ترجیح می‌دهند (۱). این سیستم‌ها با هدف جایگزینی سیستم‌های دستی درجه بندی حرکتی، با اندازه‌گیری ویژگی‌های حرکتی و رفتاری گاو، ایجاد

شده و برای استفاده در تحقیقات و یا گله‌های تجاری عرضه شده‌اند.

میزان پیشرفت این سیستم‌ها را می توان در ۴ مرحله تقسیم بندی کرد. سطح ۱) دارای سنسور (Sensor) هستند و اطلاعات خام را در اختیار کاربر قرار می‌دهند. سطح ۲) با کمک الگوریتم‌های خاص و قابل اعتماد، پردازش اطلاعات خام را هم انجام داده و اجازه دسته بندی و اندازه گیری پارامترهای خاص رفتاری را می‌دهد. سطح ۳) شامل اطلاعات علمی در دسترس جهت بررسی میزان اعتبار الگوریتم در شناسایی لنگش یا جراحات انگشتی نیز هستند. سطح ۴) علاوه بر موارد بالا اجازه تفسیر خودکار اطلاعات و ایجاد اطلاعات برای تصمیم گیری در گله (مانند سیستم اخطار) را دارند (۱).

سیستم‌های خودکار شناسایی لنگش بر ۳ روش کلی استوار هستند: ۱) آنالیز کینماتیک (Kinematic) گام که به معنی تغییر در قسمت خاصی از بدن در طول زمان است. مثل سینماتوگرافی (Cinematography) سرعت بالا در گاوها برروی تردمیل، تکنیک‌های پردازش تصویر یا شتاب سنج‌ها. ۲) ارزیابی کینتیک گام که به معنی فشار وارد شده بر بدن است که در آن از سیستم‌های اندازه‌گیری ۱-۳ بعدی نیروی واکنش زمین (Grand reaction forces) یا راهروهای حساس به فشار استفاده می‌شود و ۳) روش‌های غیر مستقیم که در آن از متغیر های غیر مرتبط با گام مانند میزان خوراک، نشخوار، سرعت حرکت و .... استفاده می‌شود. سیستم‌های پردازش تصویر شامل آنالیز حرکت مارکرهایی هستند که به سم، مفاصل پا، جدوگاه یا خط پشت متصل‌اند که اولین بار توسط فلاور و همکاران در سال ۲۰۰۵ معرفی شدند که در این روش آنالیز ویدیوها در زمان حرکت گاوها صورت می‌گیرد (۱۲). روش دیگر شامل پیش پردازش تصویر است، به این معنی که ویدیو تبدیل به تصاویر دوتایی پشت سر هم می‌شود، تا جایگاه‌های آناتومیکی بهتر شناسایی شوند، این روش توانسته است با بررسی موقعیت سم و هم‌پوشانی گام‌ها و نیز آنالیز متوالی به ترتیب ۹۴/۸٪ و ۹۶٪ موفقیت در شناسایی لنگش داشته باشد (۶۴ و ۶۵). یکی دیگر از روش‌های پردازش تصویر استفاده از الگوی حرکت بدن (Body movement pattern) است. فرض بر این است که گاوهایی که لنگش یک طرفه دارند وزن خود را به سمت اندام سالم می‌اندازند و سبب قوز غیر طبیعی در پشت می‌شوند که از زاویه پشتی- شکمی (Dorso-ventral) قابل مشاهده هستند. ویازی و همکاران در سال ۲۰۱۳ (۴۱) با استفاده از این روش در ۲۲۳ گاو توانستند لنگش را با دقت ۷۶٪ تشخیص دهند. همچنین جبار و همکاران در سال ۲۰۱۷ (۶۶) در مطالعه‌ای بر روی ۲۲ گاو دقت این روش را ۹۵/۷٪ اعلام کردند. حرکت گاوها و ترافیک ایجاد شده توسط آن‌ها باعث اختلال در این سیستم‌ها شده چرا که جدا کردن عکس‌ها هنگامی‌که گاوها با هم در ارتباط‌اند مشکل است، همچنین شکم زایش، اندازه گله، مرحله شیرواری و مدت زمان شیردوشی از مهم‌ترین عواملی هستند که بر آنالیز ویدیوهای ضبط شده تاثیر می‌گذارد (۶۷).

راهروهای حساس به حرکت برای اندازه‌گیریکینماتیک فضایی و متغیرهای وزن ساخته شده‌اند. این روش‌ها دقتی در حدود ۸۴٪ در تفکیک گاوهای سالم از گاوهایی با لنگش ملایم و گاوهای شدیدا لنگ دارند (۱). روش دیگر استفاده از شتاب سنج‌ها است. شتاب سنج‌ها ابزارهای الکترونیکی با یک یا چند سنسور هستند، که می‌توانند داده‌های ۱ یا ۳ بعدی را اندازه‌گیری ضبط و منتقل کنند. با استفاده از یک الگوریتم مشخص می‌توان از داده‌های خام برای شناسایی رفتارهای مختلف حرکتی استفاده کرد. این سیستم‌ها در دو نوع فرکانس پایین (تا ۴۰ هرتز) و فرکانس بالا (۴۰۰ هرتز) وجود دارند. بسیاری از شتاب سنج‌های ۳ بعدی امروز در مزارع تجاری برای بررسی میزان فعالیت حیوان خصوصا شناسایی فحلی استفاده می‌شوند (۶۸) . این سنسورها با اندازه‌گیری ویژگی‌هایی مثل تعداد دفعات استراحت، اندازه‌گیری زمان ایستادن گاو، اندازه گیری طول گام و سرعت حرکت با دقت بالا (حساسیت ۹۰/۲٪ و ویژگی ۹۱/۷٪) لنگش را شناسایی می‌کنند (۶۹ و ۷۰). آل سعود و همکاران در سال ۲۰۱۷ (۷۱) با استفاده از شتاب سنج‌های فرکانس بالا (۴۰۰ هرتز) توانستند به تفسیر گام گرافی (Pedogram) بپردازند و با درنظر گرفتن ۲٪/۵۳ تفاوت در فاز ایستایی بین اندامها توانس‌تند به حساسیت و ویژگی ۱۰۰٪ در تشخیص لنگش برسند. در روش‌های کینتیک از

سیستم‌های اندازه‌گیری نیروی واکنش زمین (GRF) ۱و ۳ بعدی برای اندازه‌گیری توزیع فشار عمودی و افقی در حالت ایستایی و حرکت استفاده می‌شود (۷۲-۷۵). این سیستم‌ها توانایی تشخیص گاو لنگ از سالم و تشخیص اندام بیمار و همچنین اندازه‌گیری وزن و سرعت حرکت گاو را دارند (۷۶). دانتورن و همکاران در سال ۲۰۱۵ (۷۷) توانستند به حساسیت و ویژگی ۹۰٪ با استفاده از سیستم‌های ۳ بعدی اندازه‌گیری نیروی واکنش زمین در مقابل حساسیت ۵۲٪ و ویژگی ۸۰٪ سیستم‌های تک بعدی آن‌ها در تشخیص لنگش برسند. استفاده از پلتفرم‌های چهارترازویی (Four-scale weighting platform) نسبت به سیستم‌های اندازه‌گیری نیروی واکنش زمین، توزین وزن در گاو ایستاده را راحت‌تر اندازه‌گیری کرده و لنگش را بهتر شناسایی می‌کنند (۱). چپینال و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۷۸) پیشنهاد کردند، که استفاده از چند روش خودکار کنار هم مثل اندازه‌گیری توزیع وزن، رفتارهای استراحت و سرعت حرکت می‌تواند دقت تشخیص لنگش را بالا ببرد. اندازه‌گیری نحوه توزیع وزن برروی اندام‌ها می‌تواند درجه لنگش را هم مشخص کند. سختی این روش قرار دادن مناسب سم حیوان برروی صفحات اندازه‌گیری وزن می‌باشد (۷۹).

روش‌های غیر مستقیم شناسایی لنگش شامل اندازه‌گیری دمای سطح سم و نوار تاجی، میزان خوراک حیوان، میزان استفاده حیوان از برس‌های خودکار، دفعات استفاده حیوان از سیستم‌های خودکار شیردوشی و میزان تولید شیر است. اندازه گیری دمای سم کاری غیر تهاجمی، آسان و کم هزینه است(۸۰) با این حال دمای محیط، وجود آلودگی و ذرات ریز و رطوبت می‌توانند بر روی آن تاثیر داشته باشد (۸۱). مطالعات نشان داده‌اند که افزایش دمای سطح پلنتار (Plantar) سم می تواند با وجود درماتیت انگشتی در ارتباط باشد. حساسیت و ویژگی این روش در مطالعات مختلف متفاوت و به ترتیب از ۵۰٪ تا ۹۳٪ و ۳۵٪ تا ۹۳٪ متغیر بوده‌اند (۱). در ارتباط با میزان مصرف خوراک و حرکت حیوان به سمت آخور در گاوهای لنگ و سالم مطالعات نتایج متفاوتی را نشان داده‌اند. برخی مطالعات کاهش زمان صرف خوراک و نشخوار را در گاوهای لنگ گزارش کرده‌اند(۷۰ و ۸۲). در حالی‌که تروپ و همکاران در سال ۲۰۱۶ (۸۳) اعلام کردند که لنگش تاثیری بر نشخوار و میزان ماده خشک دریافتی ندارد. با این وجود مطالعه‌ای اخیرا (سال ۲۰۱۸) کاهش دفعات رفتن حیوان به سمت آخور، کاهش زمان مصرف خوراک و حرکات فک را در گاوهای با لنگش ملایم نسبت به گاوهای سالم گزارش کرده است (۸۴). مطالعات همچنین نشان داده‌اند، میزان استفاده از برس‌های خودکار و رفتن حیوان به شیردوشی‌های خودکار در حیوانات لنگ کمتر از حیوانات سالم می‌باشد که شاید بتوان دلیل آن‌را ناشی از ناراحتی ناشی از درد در حیوانات لنگ عنوان کرد (۱).

تولید شیر در حیوانات لنگ از ۶-۸ هفته قبل از رخداد بالینی لنگش کاهش می‌یابد (۸۵). کامفیوس و همکاران در سال ۲۰۱۳ با استفاده از سنسورهای سنجش وزن، میزان حرکت و میزان تولید توانستند، با دقت ۵۰٪ و حساسیت ۸۰٪ از ۱۴ روز قبل از رخداد لنگش، گاوهای لنگ را از گاوهای سالم تشخیص دهند (۸۶). در بررسی میزان قابلیت اطمینان و اعتبار سیستم‌های اتوماتیک معمولا سیستم‌های دستی شناسایی لنگش به عنوان استاندارد طلایی برای محاسبه حساسیت، ویژگی و سطح زیر نمودار شناخته می‌شوند. با این وجود در بسیاری از موارد به دلیل اندازه‌گیری حساسیت و ویژگی در گله‌های آزمایشی که دارای شرایط کنترل شده و جمعیت کوچکی هستند، ممکن است بیش از آنچه در شرایط طبیعی هستند، محاسبه شوند. بیشترین نگرانی در ارتباط با محاسبه قابلیت اطمینان و اعتبار سیستم‌های خودکار، استفاده از سیستم‌های درجه بندی دستی به عنوان استاندارد طلایی می‌باشد (۳۳).

با بزرگ‌تر شدن گله‌ها، نظارت بر رفتار فردی گاوها روز به روز سخت‌تر می‌شود، سیستم‌های خودکار، نظارت بر رفتارهای گاو را تسهیل می‌کنند اما تا به امروز بیشتر سیستم‌های خودکار شناسایی لنگش در مرحله تحقیق و توسعه هستند و به طور تجاری وارد بازار نشده‌اند. فضای مورد نیاز برای این سیستم‌ها بیشتر بستگی به نوع سیستمی که استفاده می‌شود دارد، حداقل فضای مورد نیاز یک فضای دفتری برای مسئول این بخش جهت چک کردن داده‌ها حداقل دو بار در روز است. برای

این‌که بتوان از سیستم‌های خودکار شناسایی لنگش استفاده کرد، این سیستم‌ها باید داده‌های مورد نیاز را فراهم و از الگوریتم‌های با حساسیت و ویژگی بالا استفاده کنند. مهم‌ترین دلایل استفاده از سیستم‌های خودکار شناسایی لنگش توانایی این سیستم‌های در شناسایی اندام مجروح، هزینه تجهیزات، و امکان نظارت طولانی مدت بر فعالیت گاوها است. موارد شدید لنگش توسط گاودار و کارگران گاوداری شناسایی می‌شوند اما این سیستم‌های خودکار باید به نحوی طراحی شوند که کوچک‌ترین موارد لنگش را شناسایی کرده و به دنبال آن درمان زود هنگام صورت گیرد و احتمال بهبودی کامل گاو افزایش یابد (۱). با توجه به هزینه‌های بالای این سیستم‌های، به نظر می‌رسد که در گله‌های بزرگ احتمالا از این سیستم‌ها سود خواهند برد، اما گله‌های کوچک که شیوع لنگش پایینی دارند، تنها در صورتی از این سیستم‌ها سود می‌برند که هزینه نصب اولیه آن‌ها پایین، عملکرد بالا و طول عمر طولانی داشته باشند (۸۷).

منابع

1. Alsaaod M, Fadul M, Steiner A. Automatic lameness detection in cattle. Vet J. 2019;246:35–44.
2. Whay HR, Waterman AE, Webster AJF. Associations between locomotion, claw lesions andnociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. Vet J. 1997 Sep 1;154(2):155–61.
3. Whay H. Locomotion scoring and lameness detection in dairy cattle. In Pract. 2002;24(8):444–9.
4. Flower FC, Weary DM. Gait assessment in dairy cattle. Animal. 2009;3(1):87–95.
5. Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology. 1997;47(6):1179–87.
6. Manson FJ, Leaver JD. The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. Anim Prod. 1988;47(2):185–90.
7. Flower FC, Weary DM. Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. J Dairy Sci. 2006;89(1):139–46.
8. Leach KA, Tisdall DA, Bell NJ, Main DCJ, Green LE. The effects of early treatment for hindlimb lameness in dairy cows on four commercial UK farms. Vet J. 2012 Sep 1;193(3):626–32.
9. Thomsen PT, Munksgaard L, Sørensen JT. Locomotion scores and lying behaviour are indicators of hoof lesions in dairy cows. Vet J. 2012;193(3):644–7.
10. Hildebrand M. Gaits Quadrupedal of Vertebrates. Bioscience. 1989;39(11):766–75.
11. Van Nuffel A, Zwertvaegher I, Pluym L, Van Weyenberg S, Thorup VM, Pastell M, et al. Lameness detection in dairy cows: Part 1. How to distinguish between non-lame and lame cows based on differences in locomotion or behavior. Animals. 2015;5(3):838–60.
12. Flower FC, Sanderson DJ, Weary DM. Hoof pathologies influence kinematic measures of dairy cow gait. J Dairy Sci. 2005;88(9):3166–73.
13. Eilam D. Postnatal development of body architecture and gait in several rodent species. J Exp Biol. 1997;200(9):1339–50.
14. Chapinal N, de Passillé AM, Weary DM, von Keyserlingk MAG, Rushen J. Using gait score, walking speed, and lying behavior to detect hoof lesions in dairy cows. J Dairy Sci. 2009;92(9):4365–74.
15. Zillner JC, Tücking N, Plattes S, Heggemann T, Büscher W. Using walking speed for lameness detection in lactating dairy cows. Livest Sci. 2018;218:119–23.
16. Thorup VM, do Nascimento OF, Skjøth F, Voigt M, Rasmussen MD, Bennedsgaard TW, et al. Short communication: Changes in gait symmetry in healthy and lame dairy

cows based on 3-dimensional ground reaction force curves following claw trimming. J Dairy Sci. 2014;97(12):7679–84.
17. Carvalho V, Bucklin RA, Shearer JK, Shearer L, Naas IA, Neto M. Dairy Cattle Linear and Angular Kinematics during the Stance Phase. Agric Eng. 2007;IX:1–10.
18. Flower FC, Sanderson DJ, Weary DM. Effects of milking on dairy cow gait. J Dairy Sci. 2006;89(6):2084–9.
19. Bomzon A. Pain and stress in cattle: A personal perspective. Isr J Vet Med. 2011;66(2):12–20.
20. Hudson C, Whay H, Huxley J. Recognition and management of pain in cattle. In Pract. 2008;30(3):126–34.
21. Weary DM, Niel L, Flower FC, Fraser D. Identifying and preventing pain in animals. Appl Anim Behav Sci. 2006;100(1–2):64–76.
22. Gleerup KB, Andersen PH, Munksgaard L, Forkman B. Pain evaluation in dairy cattle. Appl Anim Behav Sci. 2015;171:25–32.
23. Nechanitzky K, Starke A, Vidondo B, Müller H, Reckardt M, Friedli K, et al. Analysis of behavioral changes in dairy cows associated with claw horn lesions. J Dairy Sci. 2016;99(4):2904–14.
24. Rodríguez AR, Olivares FJ, Descouvieres PT, Werner MP, Tadich NA, Bustamante HA. Thermographic assessment of hoof temperature in dairy cows with different mobility scores. Livest Sci. 2016;184(December):92–6.
25. Jabbar KA, Hansen MF, Smith ML, Smith LN. Locomotion Traits of Dairy Cows from Overhead Three-Dimensional Video. Icpr. 2016;5–8.
26. Chapinal N, De AM, Rushen J. Measurement of acceleration while walking as an automated method for gait assessment in dairy cattle. 2011;2895–901.
27. Neveux S, Weary DM, Rushen J, Keyserlingk MAG Von, Passille AM De. Hoof Discomfort Changes How Dairy Cattle Distribute Their Body Weight. 2006;2503–9.
28. Mohamadnia A. Workshop of basics of lameness detection in dairy cows. Jaghargh, Iran; 1397.
29. Alsaaod M, Bucher E, Feierabend M, Haerdi-Landerer MC, Steiner A. Detection and localisation of unilateral hindlimb pathologies in cattle using the cow pedogram. Vet Rec. 2019;184(10):1–3.
30. Dyer RM, Neerchal NK, Tasch U, Wu Y, Dyer P, Rajkondawar PG. Objective determination of claw pain and its relationship to limb locomotion score in dairy cattle. J Dairy Sci. 2007;90(10):4592–602.
31. Passos LT, Cruz EA d., Fischer V, Porciuncula GC d., Werncke D, Dalto AGC, et al. Dairy cows change locomotion score and sensitivity to pain with trimming and infectious or non-infectious lesions. Trop Anim Health Prod. 2017;49(4):851–6.
32. Schlageter-Tello A, Bokkers EAM, Koerkamp PWGG, Van Hertem T, Viazzi S, Romanini CEB, et al. Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: A review. Prev Vet Med. 2014;116(1–2):12–25.
33. Whay H. Locom ~ otion scoring and lam ~ eness detection in dairy cattle. 2002;(September).
34. Wells SJ, Trent AM, Marsh WE, Mcgovern PG. Individual cow risk factors for clinical lameness in lactating dairy cows. 1993;17:95–109.
35. Breuer K, Hemsworth P., Barnett J., Matthews L., Coleman G. Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. Appl Anim Behav Sci. 2000 Mar 1;66(4):273–88.
36. Winckler C, Willen S. The Reliability and Repeatability of a Lameness Scoring System for Use as an Indicator of Welfare

in Dairy Cattle. Acta Agric Scand Sect A — Anim Sci. 2001 Jan 1;51(sup030):103–7.

37. Van Nuffel A, Sprenger M, Tuyttens FAM, Maertens W. Cow gait scores and kinematic gait data: Can people see gait irregularities? Anim Welf. 2009;18(4):433–9.
38. Dairy Australia. Lameness Scoring (Video) [Internet]. Vol. 2016. 2016. p. 2016. Available from: https://youtu.be/yldSs75RYTQ
39. Leach KA, Dippel S, Huber J, March S, Winckler C, Whay HR. Assessing lameness in cows kept in tie-stalls. J Dairy Sci. 2009 Apr 1;92(4):1567–74.
40. Berry SL, Cook N, Prairie E. Locomotion scoring of dairy cattle. Eden Prairie MN USA Zinpro Corp. 2001;
41. Viazzi S, Bahr C, Schlageter-Tello A, Van Hertem T, Romanini CEB, Pluk A, et al. Analysis of individual classification of lameness using automatic measurement of back posture in dairy cattle. J Dairy Sci. 2013;96(1):257–66.
42. Van Nuffel A, Van De Gucht T, Saeys W, Sonck B, Opsomer G, Vangeyte J, et al. Environmental and cow-related factors affect cow locomotion and can cause misclassification in lameness detection systems. Animal. 2016;10(9):1533–41.
43. Fjeldaas T, Sogstad ÅM, Østerås O. Locomotion and claw disorders in Norwegian dairy cows housed in freestalls with slatted concrete, solid concrete, or solid rubber flooring in the alleys. J Dairy Sci. 2011;94(3):1243–55.
44. Telezhenko E, Bergsten C. Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. Appl Anim Behav Sci. 2005;93(3–4):183–97.
45. Alsaaod M, Huber S, Beer G, Kohler P, Schüpbach-Regula G, Steiner A. Locomotion characteristics of dairy cows walking on pasture and the effect of artificial flooring systems on locomotion comfort. J Dairy Sci. 2017;100(10):8330–7.
46. Blackie N, Bleach E, Amory J, Scaife J. Impact of lameness on gait characteristics and lying behaviour of zero grazed dairy cattle in early lactation. Appl Anim Behav Sci. 2011;129(2–4):67–73.
47. Pajor EA, Rushen J, De Passillé AMB. Aversion learning techniques to evaluate dairy cattle handling practices. Appl Anim Behav Sci. 2000;69(2):89–102.
48. García-Muñoz A, Vidal G, Singh N, Silva-del-Río N. Evaluation of two methodologies for lameness detection in dairy cows based on postural and gait abnormalities observed during milking and while restrained at headlock stanchions. Prev Vet Med. 2016;128(October):33–40.
49. Khaghani A, Kazemi E, Emadpur H, Leilaeiun A, Asgharzade N, Mohamadnia A. Evaluation of Possible Post Parturient Elevation of Locomotion Score. In: Second International Symposium of Veterinary Surgery. Kerman, Iran; 2008.
50. Faezi M, Mohamadnia A. Sampling Cows for Locomotion Scoring. Does It Works? In: 5th ICLAP. Tehran, Iran; 2019.
51. Hoffman AC, Moore DA, Vanegas J, Wenz JR. Association of abnormal hind-limb postures and back arch with gait abnormality in dairy cattle. J Dairy Sci. 2014;97(4):2178–85.
52. Stilwell GT, Ferrador AM, Santos MS, Domingues JM, Carolino N. Use of topical local anesthetics to control pain during treatment of hoof lesions in dairy cows. J Dairy Sci. 2019;102(7):6383–90.
53. Mohamadnia A. Lameness Monitoring, Use of Locomotion Scoring. In: 1st RCCCL. Tehran, Iran; 2016. p. 38–46.
54. Garcia E, König K, Allesen-Holm BH, Klaas IC, Amigo JM, Bro R, et al. Experienced and inexperienced observers achieved relatively high within-observer agreement

on video mobility scoring of dairy cows. J Dairy Sci. 2015;98(7):4560–71.
55. Kottner J, Audigé L, Brorson S, Donner A, Gajewski BJ, Hróbjartsson A, et al. Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. J Clin Epidemiol. 2011 Jan 1;64(1):96–106.
56. Schlageter-Tello A, Bokkers EAM, Groot Koerkamp PWG, Van Hertem T, Viazzi S, Romanini CEB, et al. Effect of merging levels of locomotion scores for dairy cows on intra- and interrater reliability and agreement. J Dairy Sci. 2014;97(9):5533–42.
57. Bicalho RC, Cheong SH, Cramer G, Guard CL. Association Between a Visual and an Automated Locomotion Score in Lactating Holstein Cows. J Dairy Sci. 2007 Jul 1;90(7):3294–300.
58. Faezi M, Nejati A, Mokhtarnazif S, Zojaji V, Mohamadnia A. Constancy of clinical lameness (Locomotion score 4 and 5) in dairy cows. In: 14th ISVSAD. Shahrekord, Iran; 2019.
59. Keyvanirad N, Shafigh S, Ebrahimi R, Khaghani A, Mohamadnia A. Evaluation of lame cow locomotion scores in a 6 month period. In: 10th ISVSAR. Tabiz, Iran; 2013.
60. Shafigh S, Khaghani A, Alipour F, Kalami A, Mohamadnia A. Evaluation of high locomotion score stability in dairy herds. In: 10th ISVSAR. Tabiz, Iran; 2013. p. 10–2.
61. Mohamadnia A, Gholami M, Kazemi E. Does hoof trimming affect locomotion of the cows? In: XXVWII World Buiatrics Congress. Lisbon, Portugal.; 2012.
62. March S, Brinkmann J, Winkler C. Effect of training on the inter-observer reliability of lameness scoring in dairy cattle. Anim Welf. 2007;16(2):131–3.
63. Van De Gucht T, Saeys W, Van Nuffel A, Pluym L, Piccart K, Lauwers L, et al. Farmers' preferences for automatic lameness-detection systems in dairy cattle. J Dairy Sci. 2017 Jul 1;100(7):5746–57.
64. Song X, Leroy T, Vranken E, Maertens W, Sonck B, Berckmans D. Automatic detection of lameness in dairy cattle (1)--gait analysis in dairy cattle by vision. Commun Agric Appl Biol Sci. 2007;72(1):23.
65. Poursaberi A, Bahr C, Pluk A, Van Nuffel A, Berckmans D. Real-time automatic lameness detection based on back posture extraction in dairy cattle: Shape analysis of cow with image processing techniques. Comput Electron Agric. 2010 Oct 1;74(1):110–9.
66. Jabbar KA. 3D Video based Detection of Early Lameness in Dairy Cattle. Cent Mach Vision, Bristol Robot Labaratory, Dep Eng Des Math Fac Environ Technol. 2017;
67. Van Hertem T, Schlageter Tello A, Viazzi S, Steensels M, Bahr C, Romanini CEB, et al. Implementation of an automatic 3D vision monitor for dairy cow locomotion in a commercial farm. Biosyst Eng. 2018;173:166–75.
68. Shahriar MS, Smith D, Rahman A, Freeman M, Hills J, Rawnsley R, et al. Detecting heat events in dairy cows using accelerometers and unsupervised learning. Comput Electron Agric. 2016 Oct 1;128:20–6.
69. Beer G, Alsaaod M, Starke A, Schuepbach-Regula G, Müller H, Kohler P, et al. Use of extended characteristics of locomotion and feeding behavior for automated identification of lame dairy cows. PLoS One. 2016;11(5):1–18.
70. Nechanitzky K, Starke A, Vidondo B, Müller H, Reckardt M, Friedli K, et al. Analysis of behavioral changes in dairy cows associated with claw horn lesions. J Dairy Sci. 2016;99(4):2904–14.
71. Alsaaod M, Luternauer M, Hausegger T, Kredel R, Steiner A. The cow pedogram—Analysis of gait cycle variables allows the detection of lameness and foot

pathologies. J Dairy Sci. 2017;100(2):1417–26.
72. Van Der Tol PPJ, Metz JHM, Noordhuizen-Stassen EN, Back W, Braam CR, Weijs WA. The vertical ground reaction force and the pressure distribution on the claws of dairy cows while walking on a flat substrate. J Dairy Sci. 2003;86(9):2875–83.
73. van der Tol PPJ, Metz JHM, Noordhuizen-Stassen EN, Back W, Braam CR, Weijs WA. The Pressure Distribution Under the Bovine Claw During Square Standing on a Flat Substrate. J Dairy Sci. 2002;85(6):1476–81.
74. Skjøth F, Thorup VM, do Nascimento OF, Ingvartsen KL, Rasmussen MD, Voigt M. Computerized identification and classification of stance phases as made by front or hind feet of walking cows based on 3-dimensional ground reaction forces. Comput Electron Agric. 2013;90:7–13.
75. Scott GB. Changes in limb loading with lameness for a number of friesian cattle. Br Vet J. 1989;145(1):28–38.
76. Rajkondawar PG, Lefcourt AM, Neerchal NK, Dyer RM, Varner MA, Erez B, et al. The development of an objective lameness scoring system for dairy herds: pilot study. Trans ASAE. 2002;45(4):1123.
77. Dunthorn J, Dyer RM, Neerchal NK, McHenry JS, Rajkondawar PG, Steingraber G, et al. Predictive models of lameness in dairy cows achieve high sensitivity and specificity with force measurements in three dimensions. J Dairy Res. 2015;82(4):391–9.
78. Chapinal N, de Passillé AM, Rushen J, Wagner S. Automated methods for detecting lameness and measuring analgesia in dairy cattle. J Dairy Sci. 2010 May 1;93(5):2007–13.
79. Pastell ME, Kujala M. A Probabilistic Neural Network Model for Lameness Detection. J Dairy Sci. 2007;90(5):2283–92.
80. Alsaaod M, Schaefer AL, Büscher W, Steiner A. The role of infrared thermography as a non-invasive tool for the detection of lameness in cattle. Sensors (Switzerland). 2015;15(6):14513–25.
81. Alsaaod M, Büscher W. Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. J Dairy Sci. 2012 Feb 1;95(2):735–42.
82. Bach A, Iglesias C, Calsamiglia S, Devant M. Effect of Amount of Concentrate Offered in Automatic Milking Systems on Milking Frequency, Feeding Behavior, and Milk Production of Dairy Cattle Consuming High Amounts of Corn Silage. J Dairy Sci. 2007 Nov 1;90(11):5049–55.
83. Thorup VM, Nielsen BL, Robert PE, Giger-Reverdin S, Konka J, Michie C, et al. Lameness affects cow feeding but not rumination behavior as characterized from sensor data. Front Vet Sci. 2016;3(MAY):1–11.
84. Weigele HC, Gygax L, Steiner A, Wechsler B, Burla JB. Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. J Dairy Sci. 2018;101(3):2370–82.
85. Reader JD, Green MJ, Kaler J, Mason SA, Green LE. Effect of mobility score on milk yield and activity in dairy cattle. J Dairy Sci. 2011;94(10):5045–52.
86. Kamphuis C, Frank E, Burke JK, Verkerk GA, Jago JG. Applying additive logistic regression to data derived from sensors monitoring behavioral and physiological characteristics of dairy cows to detect lameness. J Dairy Sci. 2013 Nov 1;96(11):7043–53.
87. Van De Gucht T, Saeys W, Van Meensel J, Van Nuffel A, Vangeyte J, Lauwers L. Farm-specific economic value of automatic lameness detection systems in dairy cattle: From concepts to operational simulations. J Dairy Sci. 2018 Jan 1;101(1):637–48.

Abstract in English

Locomotion biomechanic and scoring in dairy farms

Shabnaz Mokhtar Nazif DVM*, Marzieh Faezi DVM

Damasa Research and Extension Group, Mashhad

*smnazif@damasahhre.com

Lameness is one of the biggest challenges in modern dairy farm around the world. Lameness is defined as the clinical manifestation of painful disorder resulting in deviation from normal gait or posture. It usually happens following claw lesions, although internal and external factors can affect it. Following herd size growing, farmer's attention to individual cows has been reduced, therefore lameness diagnostic accrued in sever stages when treatments have the least effect on recovery and prevention. In this article, we try to understand pain basics and behavior changes related to it, using these changes in gait (i.e. back arch, walking speed, track up, head bob etc.) to assess different locomotion scoring systems and their use in dairy farms.

Key Words: Lameness, Cow's behavior, Dairy cow, Locomotion scoring