Vol 27, No. 2, Summer 2025

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Designing a welfare model for cows in industrial dairy farms of Pakdasht county

Alireza Younesi[1] | **Kazem Karimi**[2]✉

1. Department of Animal Sciences, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran. E-mail: Younesi.agri906@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Animal Sciences, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran. E-mail: Kazem.karimi@iau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 22 October 2024
Received in revised form
13 April 2025
Accepted 14 April 2025
Published online 27 June 2025

Keywords:
Cow welfare
Industrial dairy farms
Micmac analysis
Structural-interpretive modeling

ABSTRACT

Introduction: The welfare of domestic animals raised in industrial environments using mechanical and semi-mechanical tools has always been one of the main concerns of livestock farmers, as attention to the welfare of these animals can lead to increased productivity and reduced injury to the animals.

Methods: The present research, considering the importance of the topic of welfare, has designed a model of cow welfare in industrial dairy farms based on a structural-interpretive model and using the fuzzy Delphi method. To this end, the factors affecting the welfare of cows were examined using library studies, and ultimately a final model was presented through the design of a fuzzy questionnaire. The statistical population of the research included experts and specialists in the fields of animal husbandry and industrial dairy farming in Pakdasht County, who were included in the study using a snowball sampling method. A total of 18 experts and specialists in the fields of animal husbandry and cattle breeding participated in the study as knowledgeable individuals in the care and maintenance of dairy cows. The main tool used for the research was a questionnaire developed by the researcher, which included a structured self-interaction matrix to conduct a survey among relevant elites and experts. The questionnaire consisted of two main sections: one included demographic characteristics related to the sample population, such as gender, age, education, work experience, and studies; the other contained a pairwise comparison table of factors affecting cow welfare in industrial dairy farms, where experts indicated the relationship between each component and other presented components using specific letters. The analysis of results was conducted using fuzzy methods, and finally, the nature of the variables was examined through MicMac analysis.

Results: The results indicated that among the internal factors, the health of the locomotor organ had the least influence and the highest dependency, while heat stress and automatic milking systems had the least dependency and the highest influence. The design of the flooring in the stalls and corridors, as well as the design of the barns based on wind direction and sunlight exposure, exhibited the least dependency and the highest influence. Among internal factors, variables such as infectious diseases, gastrointestinal and metabolic disorders, heat stress, automatic milking systems, design, size and dimensions of the barn and stalls, standing in barns, animal density in stalls, flooring design and type in stalls and corridors, density of dairy cows, barn design based on wind direction and sunlight exposure, and control of radiant heating acted as independent variables while other factors played a role as dependent variables. Among internal factors; locomotor health was the most influential factor while heat stress and automatic milking systems were the most susceptible factors. Among environmental factors; feed bunk and water trough conditions were the most influential while design aspects such as flooring type in stalls and corridors, barn designs based on wind direction and sunlight exposure, along with radiant heating control were found to be the most susceptible factors.

Conclusion: Factors such as the health of locomotor organs, feeding and watering facilities, healthcare practices, and humidity were significant at initial levels, while factors such as heat stress, automatic milking systems, design and type of flooring in housing and corridors, hall design based on wind direction and sunlight exposure, and control of radiant heating were significant at later levels affecting the welfare of dairy cows. Attention to these factors could be effective in improving the breeding conditions for cows.

Cite this article: Younesi, A., & Karimi, K. (2025). Designing a welfare model for cows in industrial dairy farms of Pakdasht county. *Journal of Animal Production*, 27 (2), 207-221. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.367154.623766

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.367154.623766

دوره بیست و هفتم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۴

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

طراحی مدل رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی شهرستان پاکدشت

علیرضا یونسی[۱] | کاظم کریمی[۲]✉

۱. گروه علوم دامی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران. رایانامه: Younesi.agri90@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران. رایانامه: Kazem.karimi@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۰۶

کلیدواژه‌ها:
تحلیل میک‌مک
دامداری‌های شیری صنعتی
رفاه گاو
مدل‌سازی ساختاری-تفسیری

چکیده

هدف: رفاه حیوانات اهلی پرورش‌یافته در محیط‌های صنعتی با استفاده از ابزارهای مکانیکی و نیمه‌مکانیکی همواره جزو دغدغه‌های اصلی دامداران بوده است به‌صورتی‌که توجه به رفاه حیوانات اهلی می‌تواند باعث بهره‌وری و کاهش آسیب‌دیدگی به حیوانات شود.

روش پژوهش: در پژوهش حاضر، با توجه به اهمیت موضوع رفاه، با تکیه بر مدل ساختاری-تفسیری و روش فازی-دلفی، مدل رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی با رویکرد مدل‌سازی ساختاری-تفسیری طراحی شده است. برای این منظور، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، عوامل مؤثر بر رفاه گاوها بررسی شد و در نهایت با طراحی پرسش‌نامه فازی، الگوی نهایی ارائه گردید. جامعه آماری پژوهش، کارشناسان و خبرگان حوزه‌های دام‌پروری و پرورش گاوها به شیوه صنعتی بودند که به‌روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی در مطالعه شرکت نمودند. تعداد ۱۸ نفر از کارشناسان و خبرگان حوزه‌های دامپروری و پرورش گاو به‌عنوان افراد آگاه در حوزه مراقبت و نگهداری از گاوهای شیری در مطالعه شرکت نمودند. به‌عنوان ابزار اصلی مورداستفاده برای پژوهش، از پرسشنامه‌های ساخته‌شده توسط پژوهش‌گر استفاده شد که در آن با طراحی ماتریس خودتعاملی ساختاری، اقدام به انجام نظرسنجی در بین نخبگان و کارشناسان ذی‌ربط گردید. پرسشنامه از دو بخش اصلی تشکیل یافته بود که شامل مشخصات جمعیت شناختی مربوط به نمونه آماری همچون جنسیت، سن، تحصیلات، سابقه شغلی و مطالعاتی و هم‌چنین جدول مقایسه دو به دویی عوامل مؤثر بر رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی بود که در آن خبرگان و کارشناسان، رابطه بین هر مؤلفه با سایر مؤلفه‌های ارائه‌شده را با استفاده از حروف مشخص می‌کردند. تحلیل نظرسنجی صورت‌گرفته با استفاده از روش فازی بودکه در نهایت ماهیت متغیرها با استفاده از تحلیل میک‌مک موردبررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاکی از آن بود که از بین عوامل درونی سلامت اندام حرکتی دارای کم‌ترین میزان نفوذ و بیش‌ترین وابستگی و متغیرهای استرس گرمایی و سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک دارای کم‌ترین میزان وابستگی و بیش‌ترین نفوذ بودند. نوع طراحی کف جایگاه و راهروها و طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب دارای کم‌ترین وابستگی و بیش‌ترین نفوذ بودند. از بین عوامل درونی متغیرهای بیماری‌های عفونی، اختلالات گوارشی و متابولیکی، استرس گرمایی، سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک، طراحی، اندازه و ابعاد بهاربند و جایگاه، ایستادن در بهاربند، تراکم دام در جایگاه، طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها، تراکم گاوهای شیری، طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب و کنترل گرمایش تابشی در نقش متغیرهای مستقل بودند و سایر عوامل نقش متغیرهای وابسته را ایفا کردند. از بین عوامل درونی، سلامت اندام حرکتی تأثیرگذارترین و استرس گرمایی و سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک تأثیرپذیرترین عوامل بودند و از بین عوامل محیطی عوامل آخور و آبشخور، مراقبت‌های بهداشتی و رطوبت تأثیرگذارترین و عوامل طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها، طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب و کنترل گرمایش تابشی تأثیرپذیرترین عوامل بودند.

نتیجه‌گیری: عواملی نظیر سلامت اندام حرکتی، آخور و آبشخور و مراقبت‌های بهداشتی و رطوبت در سطوح اول و بسیار مؤثر و عواملی نظیر استرس گرمایی، سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک، طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها، طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب و کنترل گرمایش تابشی در سطوح آخر مؤثر بر رفاه گاوهای شیری قرار داشتند که توجه به آن می‌تواند در بهبود شرایط پرورشی گاوها مؤثر باشد.

استناد: یونسی، علیرضا و کریمی، کاظم (۱۴۰۴). طراحی مدل رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی شهرستان پاکدشت. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۷ (۲)، ۲۰۷-۲۲۱. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.367154.623766

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

باوجود تخصصی‌شدن امور پرورش دام از جنبه‌های تغذیه، فیزیولوژی و اصلاح‌نژاد، یک جنبه مهم یعنی فراهم‌سازی سیستم جایگاه راحت از بقیه این مسائل جا مانده است (Rushen *et al*., 2004). مفهوم رفاه حیوانات مدام در حال تغییر بوده و به‌تازگی پژوهش‌گران به این نتیجه رسیده‌اند که حیوانات می‌توانند احساسات و حالات عاطفی مثبت و منفی را تجربه کنند. در گذشته، دیدگاه رفاه حیوانات به‌طورعمده بر اجتناب از پیامدهای منفی رفاهی مانند درد، ترس، پریشانی، ناامیدی و بیماری‌ها متمرکز بود (Fraser, 2008). چند دهه پیش، توجه کشاورزان و دامپزشکان بر حصول اطمینان از شرایط بهداشتی خوب در حیواناتی بود که برای تولید غذا پرورش یافته بودند. عملکرد بالا در تولید و رهایی از بیماری‌های بالینی، به‌عنوان شاخصی برای حیوانات در شرایط رفاهی خوب در نظر گرفته می‌شد (Nicks & Vandenheede, 2014). پژوهش‌های انجام‌گرفته طی سالیان اخیر نشان داده‌اند که توجه به رفاه و آسایش گاو در طراحی جایگاه و مدیریت گله‌ها تا حد زیادی به سلامت، طول عمر اقتصادی، افزایش تولید و کاهش بیماری‌های آن‌ها کمک خواهد کرد (McPherson, 2020; Tucker & Weary, 2004).

امروزه، علاقه فزاینده‌ای به چگونگی مفهوم‌سازی و ارزیابی زمان، مکان، چرایی و چگونگی بروز و ادراک احساسات توسط حیوانات وجود دارد (Mendl *et al*., 2010). از طرفی، درک چگونگی ارتباط حیوانات با وضعیت عاطفی خود در محیط بسیار مهم است و استفاده از شاخص‌های مبتنی بر حیوانات برای ارزیابی رفاه حیوانات مزرعه به‌طور جهانی پذیرفته شده است. بنابراین برای بهبود رفاه حیوانات نه‌تنها باید براساس آنچه حیوانات از آن رنج می‌برند یا ندارند به موضوع نگاه شود، بلکه باید مزایای رفاهی ناشی از فراهم‌کردن فرصت‌هایی برای تجربیات مثبت دام نیز در نظر گرفته شود (Descovich *et al*., 2017).

در طی سالیان گذشته، شاخص‌های مختلف در رابطه با رفاه گاو موردمطالعه قرار گرفته‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به شاخص رفاه گاو (CCI)[1] یا ضریب رفاه گاو (CCQ)[2] و شاخص استفاده از جایگاه (SUI)[3] یا نسبت استراحت مطلوب (PEL)[4] و غیره اشاره کرد. محاسبه شاخص رفاه گاو روشی نسبتا جدید برای نظارت بر رفاه گاوهاست. این شاخص به‌صورت نسبتی از گاوهای در حال استراحت به کل گاوهای موجود در بهاربند شامل‌های گاوهای در حال استراحت و گاوهای ایستاده تعریف می‌گردد (Cook *et al*., 2005; Von Keyserlingk *et al*., 2012). یکی از مسائلی که با رفاه گاوهای شیری مرتبط بوده است، شرایط اسکان (برای مثال، طراحی محل تغذیه، استراحت و پیاده‌روی) آن‌هاست، چرا که این حیوانات بیش‌تر عمر خود را در داخل بهاربندها می‌گذرانند (Arnott *et al*., 2017). رابطه بین کف‌پوش و شیوع لنگش نشان داده شده است که خطر ابتلا به لنگش در مزارع با بستر مشبک، در مقایسه با مزارع با کف‌پوش نرم بیش‌تر است (Dippel *et al*., 2009).

طراحی آبشخور از دیگر عواملی است که می‌تواند بر رفتار و سلامت گاوهای شیری تأثیر بگذارد. زمان ایستادن زیاد در جایگاه و تعداد کم‌تر جلسات استفاده از جایگاه برای گاوها در جایگاه‌های دارای بستر نرم و مرتفع‌تر در مقایسه با جایگاه‌های با بستر عمیق‌تر می‌تواند بر روی رفاه گاوها تأثیر بگذارد و شدت آسیب به مفصل خرگوشی، کم‌تر شود (Cook *et al*., 2004; Kester *et al*., 2014). مشخص شده است که فعل و انفعالاتی که بین گاوهای شیری و مراقبت‌کنندگان آن‌ها رخ می‌دهد نیز می‌تواند بر رفتار و بهره‌وری گاوهای شیری تأثیر بگذارد (Grandin, 1997). از طرفی تأثیر عوامل سرپناه و مدیریت بر شاخص‌های منتخب پروتکل کیفیت رفاه در گاوهای شیری بررسی شده است

1. Cow Comfort Index
2. Cow Comfort Quotient
3. Stall Usage Index
4. Proportion Eligible Lying

(Gieseke *et al*., 2022). علاوه بر این، انواع مختلفی از کف‌پوش‌ها مانند بتن صاف، بتن شیاردار، بتن نواری، تسمه‌های لاستیکی، خاک و مرتع در دسترس هستند. با وجود همه این گزینه‌ها، تعیین بهترین ترکیب کف‌پوش و سرپناه برای محافظت از رفاه گاوهای شیری دشوار است (Bewley *et al*., 2001).

تصمیم‌های مدیریتی دامداران نیز می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر سطح رفاه دام گاوهای شیری تأثیر بگذارد. پوشیدن دستکش در حین شیردوشی در گله‌هایی که تعداد سلول‌های سوماتیک شیر مخزن کم‌تر از ۴۰۰ هزار سلول در میلی‌لیتر دارند، بیش‌تر رخ می‌دهد و استفاده از واکسن ماستیت کلیفرم تعداد سلول‌های سوماتیک شیر مخزن را کاهش می‌دهد (Wenz *et al*., 2007). علاوه بر این، آنتی‌بیوتیک‌های معمول در طول دوره خشکی خطر ابتلا به ورم پستان تحت بالینی را در مزارع کاهش می‌دهد (Doherr *et al*., 2007).

براساس نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه شاخص‌های آسایش گاو و عوامل مؤثر بر آن‌ها در گله‌های گاو شیری، شاخص آسایش گاو، شاخص استفاده از بهاربند و شاخص ایستادن در بهاربند از مهم‌ترین شاخص‌ها هستند (قشقایی، ۱۳۹۵). مطالعات نشان داد جایگاه‌های شیردوشی اتوماتیک می‌تواند در کاهش تنش، کاهش اعمال فشارهای بی‌مورد از سوی کارگر و از همه مهم‌تر کاهش زمان ایستادن دام جهت شیردوشی مؤثر واقع شود که این امر درحفظ سلامتی دام‌ها یک پیشرفت چشم‌گیر است (سلطانعلی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج پژوهش‌ها بر روی گاوهای شیری از نظر عوامل رفاه همچون ساختار گله، تولید شیر و پاسخ به استرس گرمایی نشان داد که سطح استرس گرمایی مهم‌ترین محدودیت برای بهره‌وری و رفاه گاوها بود، به‌طوری‌که حتی در ارتفاعات که ملایم‌ترین استرس گرمایی وجود داشت تولید شیر کم بوده و وزن بدن و وضعیت فیزیکی گاوها نگران‌کننده بود (Bang *et al*., 2021). نتایج حاصل از پژوهش تأثیر موسیقی در سیستم شیردوشی خودکار بر عملکرد و رفاه گاوها نشان داد که گاوهای موردبررسی در گروه با موسیقی، تولید شیر بیش‌تری داشتند و سطح آسایش بیش‌تری را به ثبت رساندند (Lemcke *et al*., 2021).

نتایج پژوهش‌ها بر روی زمان استراحت و رفاه گاوهای شیری نشان می‌دهد که ریسک لنگش در محیط‌هایی که شرایط نامساعدی برای دراز کشیدن گاوها فراهم می‌کند و گاوها مجبور به ایستادن می‌شوند، افزایش می‌یابد (Tucker *et al*., 2021). براساس مطالعات انجام‌گرفته روی فناوری‌های مربوط به رفاه گاوهای شیری به ویژه در ارزیابی لنگش، ورم پستان و وضعیت بدنی مشخص گردید که بهره‌مندی از فناوری‌های نوین می‌تواند در کاهش آسیب به گاوها و افزایش رفاه آن‌ها مؤثر واقع شود (Silva *et al*., 2021). هم‌چنین مطالعات نشان دادند که بهبود در مراقبت‌های بهداشتی، اسکان و تغذیه باعث کاهش کشتار اجباری گاوهای شیری می‌گردد (De Vries & Marcondes, 2020). مطالعات چالش‌های رفاهی گاوهای شیری در کشور هند نشان داد که توجه به مسائلی نظیر تمیزکردن محل اسکان، توجه به راه‌کارهای جلوگیری از استرس گرمایی، اسکان حیوانات متناسب با شرایط محیطی و ارزیابی پروتکل‌های رفاهی در طول سال باید در دستور کار دامداران این مناطق قرار گیرد (Mullan *et al*., 2020). با وجود انجام مطالعات مختلف در زمینه رفاه گاوهای شیری، تاکنون عوامل تأثیرگذار به‌صورت تجمیعی کم‌تر موردمطالعه قرار گرفته است. از این‌رو، هدف مطالعه حاضر این است که با بهره‌گیری از مدل ساختاری–تفسیری و پرسشنامه فازی و با استفاده از نظرسنجی از خبرگان و کارشناسان داخلی در خصوص عواملی که در مطالعات به آن‌ها پرداخته نشده، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رفاه گاوها استخراج شود و در نهایت به دسته‌بندی و اولویت‌بندی عوامل مورد تأیید کارشناسان و خبرگان این حوزه بپردازد.

۲. روش پژوهش

برای انجام پژوهش حاضر از هر دو روش کیفی و کمی استفاده شده است. ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای

به‌صورت کیفی و طراحی پرسشنامه باز و بسته از خبرگان و کارشناسان حوزه‌های دامپروری و پرورش گاو، عوامل رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی بررسی شد، سپس به‌منظور تأیید صحت و سقم این عوامل و معیارها، با استفاده از مطالعه کمی و طراحی پرسشنامه فازی، بررسی کم و کیف ماجرا به‌صورت میدانی و روش دلفی فازی بررسی شده و در نهایت الگوی نهایی پژوهش ارائه گردید. روش دلفی- فازی یک فرایند قوی مبتنی بر ساختار ارتباطی گروهی است که در مواردی که دانشی ناکامل و نامطمئن در دسترس باشد (Häder & Häder, 1995) با هدف دستیابی به اجماع گروهی در بین خبرگان استفاده می‌شود (Keeney *et al*., 2001). جامعه آماری پژوهش، کارشناسان و خبرگان حوزه‌های دامپروری و پرورش گاوها به شیوه صنعتی بود که ضمن آگاهی نسبت به‌روش‌ها و چگونگی پرورش گاوهای شیری در محیط‌های صنعتی و نیمه‌صنعتی، اشراف کاملی به موضوعات مرتبط با رفاه این حیوانات دارند. تعداد ۱۸ نفر از کارشناسان و خبرگان حوزه‌های دامپروری و پرورش گاو به‌عنوان افراد آگاه در حوزه مراقبت و نگهداری از گاوهای شیری در مطالعه شرکت نمودند. به‌منظور انتخاب نمونه موردمطالعه از شیوه نمونه‌گیری گلوله‌برفی استفاده شد.

به‌عنوان ابزار اصلی مورداستفاده برای پژوهش، از پرسشنامه‌های ساخته‌شده توسط پژوهش‌گر استفاده شد که در آن با طراحی ماتریس خودتعاملی ساختاری، اقدام به انجام نظرسنجی در بین نخبگان و کارشناسان ذی‌ربط گردید. پرسشنامه از دو بخش اصلی تشکیل یافته بود که شامل مشخصات جمعیت شناختی مربوط به نمونه آماری همچون جنسیت، سن، تحصیلات، سابقه شغلی و مطالعاتی و هم‌چنین جدول مقایسه دو به دویی عوامل مؤثر بر رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی بود که در آن خبرگان و کارشناسان، رابطه بین هر مؤلفه با سایر مؤلفه‌های ارائه‌شده را با استفاده از حروف مشخص می‌کردند. پیش از پرداخت به مراحل دلفی-فازی، صحت‌سنجی عوامل شناسایی‌شده از مطالعات کتابخانه‌ای با استفاده از دو تحلیل روایی و پایایی انجام گرفت. به‌منظور بررسی روایی از آزمون CVR لاوشه استفاده گردید که نشانگر میزان ارتباط هر یک از عوامل شناسایی‌شده با رفاه در گاوهای شیری است. تحلیل روایی تمامی عوامل شناسایی‌شده با استفاده از آزمون CVR مورد تأیید قرار گرفت و از این‌رو می‌توان گفت که این عوامل کاملاً با موضوع اصلی پژوهش یعنی بحث رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی مرتبط بوده‌اند. پس از تأیید روایی، از مراحل مختلف نظرسنجی با تکیه بر آزمون CVI برای ارزیابی پایایی استفاده شد. در هنگام ارزیابی پایایی عوامل جدیدی که مدنظر کارشناسان و خبرگان بوده‌اند نیز اضافه و موردبررسی و آزمون قرار گرفت. در نهایت پس از چند مرحله ارزیابی، عوامل نهایی استخراج و برای تحلیل فازی استفاده گردید.

شرط لازم برای تأیید پرسشنامه ها و نظرسنجی‌ها داشتن روایی بالاتر از ۷۰ درصد بود، لذا عواملی نظیر طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب، کنترل گرمایش تابشی، ارتفاع سالن‌ها جهت بهینه‌سازی گردش هوا، ایزولاسیون سقف جهت کنترل گرایش تشعشعی و شیب سقف سالن‌ها به‌عنوان عوامل جدید اضافه شد. از طرفی، عواملی مانند مشکلات باروری، بیماری مشترک انسان و دام و موسیقی پس از نظرسنجی اولیه از مطالعه حذف گردید. در نهایت نظرسنجی دوم بدون حضور این عوامل و با اضافه‌شدن عوامل جدید طراحی و افراد در آن شرکت نمودند. برای نظرسنجی دوم نیز مشخص گردید که همه عوامل ارائه‌شده از این شرط لازم برخوردار باشند و در این مرحله هیچ عاملی حذف نگردید. برای اطمینان از اجماع نظر بر روی عوامل مذکور، شرط کافی نیز بررسی گردید، بدین ترتیب که تعداد پاسخ‌های مربوط به افراد برای هر یک از گزینه‌های طیف فوق به‌عنوان معیار نهایی در نظر گرفته شد و این عدد بر تعداد کل افراد شرکت‌کننده یعنی ۱۸ نفر تقسیم گردید تا عواملی که از اجماع نظر کافی بین دیدگاه‌های کارشناسان شرکت‌کننده برخوردار بودند به‌عنوان عوامل نهایی انتخاب شوند.

جدول ۱. عوامل نهایی مؤثر بر رفتار گاوهای شیری جهت انجام تحلیل فازی

کد	عوامل درونی	کد	عوامل محیطی
I_1	بیماری‌های عفونی	C_1	تمیز کردن محل اسکان
I_2	اختلالات گوارشی و متابولیکی	C_2	طراحی، اندازه و ابعاد بهاربند
I_3	تغذیه	C_3	جایگاه
I_4	استرس گرمایی	C_4	ایستادن در بهاربند
I_5	رفتار استراحت/دراز کشیدن	C_5	نوع بستر
I_6	مدت زمان دوشش	C_6	آخور و آبشخور
I_7	سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک*	C_7	تراکم دام در جایگاه
I_8	سلامت اندام حرکتی	C_8	تهویه
		C_9	طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها
		C_{10}	مراقبت‌های بهداشتی
		C_{11}	دما
		C_{12}	تراکم گاوهای شیرده
		C_{13}	رطوبت
		C_{14}	طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب
		C_{15}	کنترل گرمایش تابشی

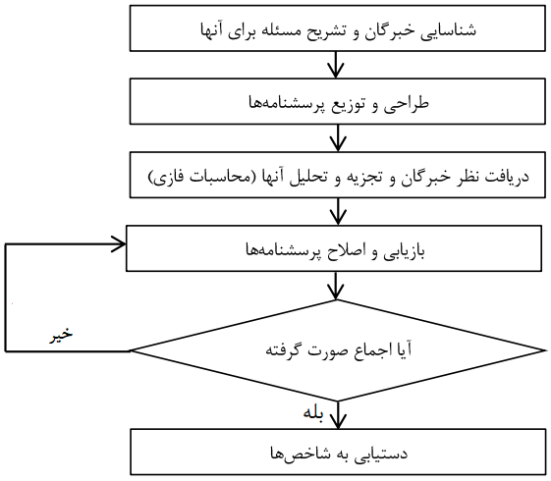
* ازآنجاکه این عامل نقش گوساله را بازی می‌کند و استفاده از آن در دوران شیردهی الزامی و اجتناب‌ناپذیر است این عامل در دسته عوامل درونی طبقه‌بندی شد.

عامل لنگش از بین عوامل درونی و عوامل روشنایی، ساختار گله، میزان فضای گردشگاه، سهولت جابه‌جایی، فرایندهای درمانی، فناوری‌های نوین، سطح صدا در سوله‌ها، رفتار پرسنل دامداری، کنترل گرمایش تابشی، ارتفاع سالن‌ها جهت بهینه‌سازی گردش هوا، عایق‌بندی سقف جهت کنترل گرمایش تشعشعی و شیب سقف سالن‌ها که مورد توافق اکثریت کارشناسان شرکت‌کننده نبودند نیز از جمله عوامل محیطی بودند که از بین عوامل مؤثر بر رفاه گاوهای شیری حذف شدند. در نهایت هشت عامل درونی و ۱۵ عامل محیطی مورد تأیید قرار گرفتند که تحلیل فازی بر روی آن‌ها انجام گرفت (جدول ۱).

۱. ۲. محاسبات فازی

در روش دلفی سنتی، نظرات خبرگان در قالب اعداد قطعی بیان می‌شود، در حالی که افراد خبره از شایستگی‌های ذهنی خود برای بیان نظر استفاده می‌کنند و این نشان‌دهنده احتمالی‌بودن عدم قطعیت حاکم بر این شرایط است. احتمالی‌بودن عدم قطعیت، با مجموعه‌های فازی سازگاری دارد. بنابراین، بهتر است داده‌ها در قالب زبان طبیعی از خبرگان اخذ و با استفاده از مجموعه‌های فازی مورد تحلیل قرار گیرند (Azar & Faraji, 2010). بدین منظور، پیشنهاد ادغام روش دلفی سنتی با تئوری فازی تحت عنوان روش دلفی فازی ارائه شد (Murry *et al*., 1985). در این روش از توابع عضویت برای نشان‌دادن نظر خبرگان استفاده می‌شود (Kardaras *et al*., 2013).

پژوهش‌گران با به‌کارگیری تئوری فازی در روش دلفی، الگوریتم یکپارچه دلفی–فازی را توسعه دادند (Ishikawa *et al*., 1993). مزیت روش دلفی فازی در توجه به هر یک از نظرات و یکپارچه نمودن آن‌ها برای دستیابی توافق گروهی است (Cheng & Kuo, 2009)، مراحل اجرایی این روش ترکیبی از روش دلفی سنتی و تحلیل داده‌های هر مرحله با استفاده از تعاریف نظریه مجموعه‌های فازی مطابق شکل (۱) بود.



شکل ۱. مراحل اجرای روش دلفی فازی (Hsueh *et al*., 2016)

تکرار مراحل دلفی تا آنجا پیش رفت که اختلاف نظر خبرگان بین دو مرحله نظرسنجی به کم‌تر از حد آستانه خیلی کم (۰/۲) برسد و در این صورت فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود (Ling *et al*., 2011). نکته مهم در اجرای تکنیک دلفی اندازه پانل خبرگان است. در ارتباط با اندازه پانل موردنیاز برای دلفی سنتی و دلفی فازی اجماع نظر وجود ندارد (Mullen, 2003). اندازه معمول پانل خبرگان بین هشت تا ۱۲یا بین ۱۱ تا ۱۸ نفر است (Cavalli-Sforza & Ortolano, 1984). در پژوهش حاضر اعضای پانل خبرگان گروهی از پژوهش‌گران، مدیران و کارشناسان دامداری‌های شهرستان پاکدشت بودند که براساس چهار ویژگی دانش، تجربه، تمایل و زمان کافی برای شرکت در مراحل دلفی با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند یا قضاوتی شناسایی و انتخاب شدند. پس از تعیین اعضای پانل، پرسشنامه‌های هر دور به‌صورت حضوری و در مواردی که امکان دسترسی به خبرگان وجود نداشت به شیوه الکترونیکی توزیع و جمع‌آوری شد. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط خبرگان، نتایج آن موردبررسی قرار گرفت. بدین ترتیب که مقادیر کیفی متغیرها به مقادیر کمی فازی تبدیل شده و میانگین فازی مربوط به هر معیار به‌طور جداگانه تعیین گردید. سپس میانگین فازی نظرات کلیه خبرگان در مورد هر معیار به‌دست‌آمده و مقادیر آن فازی‌زدایی شدند. روش فازی‌زدایی روش مرکز سطح (مرکز ثقل) بوده است. مرکز ثقل سطح زیر نمودار تابع عضویت فازی به‌عنوان ارزش قطعی عدد فازی تعیین گردید. به‌منظور فازی‌سازی نظرات خبرگان از اعداد فازی استفاده می‌شود.

اعداد فازی، مجموعه‌های فازی هستند که در مواجه با عدم قطعیت در مورد یک پدیده به‌همراه داده‌های عددی تعریف می‌شود. در روابط متغیرها، ماتریس دسترسی نهایی تشکیل گردید. هم‌چنین برای اطمینان، روابط ثانویه کنترل شد. برای تعیین روابط و سطح‌بندی معیارها مجموعه خروجی‌ها و مجموعه ورودی‌ها برای هر معیار از ماتریس دریافتی استخراج شد. مجموعه ورودی‌ها شامل خود معیار و معیارهایی است که بر آن تأثیر می‌گذارند و مجموعه خروجی‌ها شامل خود معیار و معیارهایی است که از آن تأثیر می‌پذیرد. سپس اشتراک این مجموعه‌ها برای هر یک از شاخص‌ها تعیین گردید که در نهایت مجموعه مشترک برای هر شاخص به‌دست آمد. شاخص‌هایی که مجموعه خروجی و مشترک آن‌ها کاملاً مشابه باشند، در بالاترین سطح از سلسله مراتب مدل ساختاری تفسیری قرار می‌گیرند. برای تحلیل نتایج از تکنیک مدل‌سازی ساختاری–تفسیری (ISM: Interpretive Structural Modeling) استفاده شد (Gorane & Kant, 2013). در نهایت، به‌منظور ارزیابی نقش عوامل تأییدشده، تحلیل MICMAC نیز بر روی عوامل انجام گرفت.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

ماتریس خود تعاملی ساختاری اولین گام در طراحی مدل ساختاری–تفسیری بود که نشانگر روابط علّی بین عوامل مربوط به هر یک از عوامل درونی و محیطی بود. عوامل درونی و محیطی به‌صورت زوجی با یکدیگر مقایسه شدند و افراد براساس دستورالعمل مشخص به ماتریس زوجی مربوطه پاسخ دادند. برای رسیدن به اجماع نظر از بین پاسخ‌های مختلف و نظارت متعدد کارشناسان و خبرگان درخصوص روابط زوجی بین عوامل درونی و محیطی، از روش مُدگیری در نرم‌افزار اکسل استفاده شد تا بدین ترتیب، بالاترین فراوانی مربوط به هر یک از روابط زوجی به‌عنوان شاخص اصلی در نظر گرفته شود.

۳. ۱. ماتریس دسترسی اولیه

ماتریس خودتعاملی ساختاری به یک ماتریس دودویی مبتنی بر اعداد صفر و یک تبدیل می‌شود. بنابراین، نتایج ماتریس خودتعاملی به ماتریس دسترسی اولیه تبدیل شد(جدول‌های ۲ و ۳).

جدول ۲. نتایج ماتریس دسترسی اولیه عوامل درونی با توجه به نظر خبرگان

عوامل	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8
I_1	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱
I_2	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱
I_3	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱
I_4	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
I_5	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱
I_6	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱
I_7	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
I_8	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

جدول ۳. نتایج ماتریس دسترسی اولیه عوامل محیطی با توجه به نظر خبرگان

عوامل	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
C_1	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C_2	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰
C_3	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰
C_4	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰
C_5	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰
C_6	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C_7	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰
C_8	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰
C_9	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰
C_{10}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C_{11}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰
C_{12}	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰
C_{13}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
C_{14}	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱
C_{15}	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱

۳. ۲. ماتریس دسترسی نهایی

با ملاحظه قدرت نفوذ و میزان وابستگی عوامل شناسایی‌شده در هر یک از ابعاد درونی و محیطی می‌توان گفت که متغیرهای استرس گرمایی و سلامت اندام حرکتی از عوامل درونی دارای کم‌ترین میزان نفوذ و هم‌چنین متغیر سلامت اندام حرکتی دارای بیش‌ترین وابستگی و متغیرهای استرس گرمایی و سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک دارای کم‌ترین میزان وابستگی بودند (جدول ۴).

به‌علاوه، نتایج در جدول (۵) نشان داد که عوامل محیطی نیز متغیر طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب دارای بیش‌ترین نفوذ و متغیرهای آخور و آبشخور، مراقبت‌های بهداشتی و رطوبت دارای کم‌ترین میزان نفوذ بودند، حال آن‌که متغیر مراقبت‌های بهداشتی دارای بالاترین میزان وابستگی و متغیرهای طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها و هم‌چنین طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب دارای کم‌ترین وابستگی بودند.

جدول ٤. نتایج ماتریس دسترسی نهایی عوامل درونی به‌منظور تعیین میزان نفوذ

عوامل	۱I	۲I	۳I	٤I	٥I	٦I	۷I	۸I	میزان نفوذ
۱I	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۶
۲I	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۶
۳I	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۶
۴I	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۷
۵I	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۶
۶I	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۲
۷I	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	−++−*/ ۵
۸I	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۷/۱۷
میزان وابستگی	۵	۵	۶	۱	۶	۷	۱	۸	

جدول ۵. نتایج ماتریس دسترسی نهایی عوامل محیطی به‌منظور تعیین میزان نفوذ

عوامل	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	میزان نفوذ
C_1	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۳
C_2	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱۲
C_3	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱۲
C_4	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱۰
C_5	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱۰
C_6	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
C_7	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱۰
C_8	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۹
C_9	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱۳
C_{10}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
C_{11}	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۶
C_{12}	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱۱
C_{13}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
C_{14}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۴
C_{15}	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱۰
میزان وابستگی	۱۲	۵	۴	۹	۱۱	۱۲	۹	۱۱	۱	۱۳	۱۱	۸	۱۲	۱	۲	

لازم به ذکر است نتایج دسترسی ماتریس اولیه و دسترسی ماتریس نهایی به‌عنوان پایه برای ترسیم مدل ساختاری–تفسیری و در نهایت تحلیل میک‌مک قرار گرفت.

۳. ۳. ترسیم مدل ساختاری– تفسیری

با استفاده از سطح‌بندی انجام‌شده دیاگرام‌هایی با عنوان مدل ساختاری تفسیری عوامل درونی و محیطی ترسیم گردید. نتایج مربوط به سطح‌بندی متغیرها در عوامل درونی نشان داد که سلامت اندام حرکتی در سطح اول، طول زمان شیردهی در سطح دوم، بیماری‌های عفونی، اختلالات گوارشی و متابولیکی، تغذیه و رفتار استراحت/درازکشیدن در سطح سوم و در نهایت، استرس گرمایی و سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک در سطح سوم جای گرفتند (جدول ۶).

هم‌چنین رتبه‌بندی عوامل محیطی (جدول ۷) نیز نشان داد که آخور و آبشخور، مراقبت‌های بهداشتی و رطوبت در سطح اول، تمیزکردن محل اسکان در سطح دوم، نوع بستر، تهویه و دما در سطح سوم، ایستادن در بهاربند، تراکم دام در جایگاه و تراکم گاوهای شیری در سطح چهارم، طراحی، اندازه و ابعاد بهاربند و جایگاه در سطح پنجم و در نهایت، طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها، طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب و کنترل گرمایش تابشی در سطح ششم جای گرفتند. لازم به توضیح است که هرچه از سطوح بالایی به سمت سطوح پایین‌تر حرکت می‌کنیم از میزان تأثیرپذیری شاخص‌ها کاسته و بر میزان تأثیرگذاری آن‌ها افزوده می‌شود.

جدول ٦. تعیین سطوح مختلف مدل ساختاری–تفسیری برای هر یک از عوامل درونی

سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ٤
۱– سلامت اندام حرکتی	۱– مدت زمان دوشش	۱– بیماری‌های عفونی	۱– استرس گرمایی
		۲– اختلالات گوارشی و متابولیکی	۲– سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک
– **		۳– تغذیه	
		۴– رفتار استراحت/ دراز کشیدن	

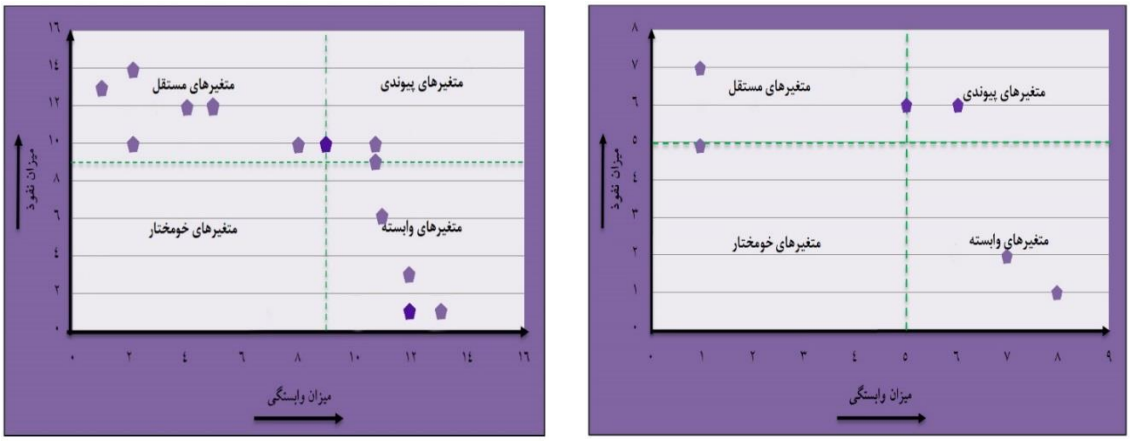
جدول ۷. تعیین سطوح مختلف مدل ساختاری–تفسیری برای هر یک از عوامل محیطی

سطح/* ۱	سطح ۲	سطح ۳
۱– آخور و آبشخور	۱– تمیز کردن محل اسکان	۱– نوع بستر
۲– مراقبت‌های بهداشتی		۲– تهویه
۳– رطوبت		۳– دما
سطح ٤	**سطح ٥**	**سطح ٦**
۱– ایستادن در بهاربند	۱– طراحی، اندازه و ابعاد بهاربند و جایگاه	۱– طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها
۲– تراکم دام در جایگاه		۲– طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب
۳– تراکم گاوهای شیری		۳– کنترل گرمایش تابشی

۳. ۴. تحلیل میک‌مک

نتایج تحلیل فازی نشان داد که متغیرهای بیماری‌های عفونی، اختلالات گوارشی و متابولیکی، استرس گرمایی، سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک، طراحی، اندازه و ابعاد بهاربند، جایگاه، ایستادن در بهاربند، تراکم دام در جایگاه، طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها، تراکم گاوهای شیری، طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب و کنترل گرمایش تابشی در نقش متغیرهای مستقل بودند. هم‌چنین عواملی نظیر طول زمان شیردهی، سلامت اندام حرکتی، تمیزکردن

محل اسکان، آخور و آبشخور، مراقبت‌های بهداشتی، دما و رطوبت نقش متغیرهای وابسته را ایفا کردند. در نهایت، نتایج به‌دست‌آمده مشخص نمود که متغیرهای تغذیه، رفتار استراحت/درازکشیدن، نوع بستر و تهویه دارای ماهیت پیوندی بودند (شکل ۲).



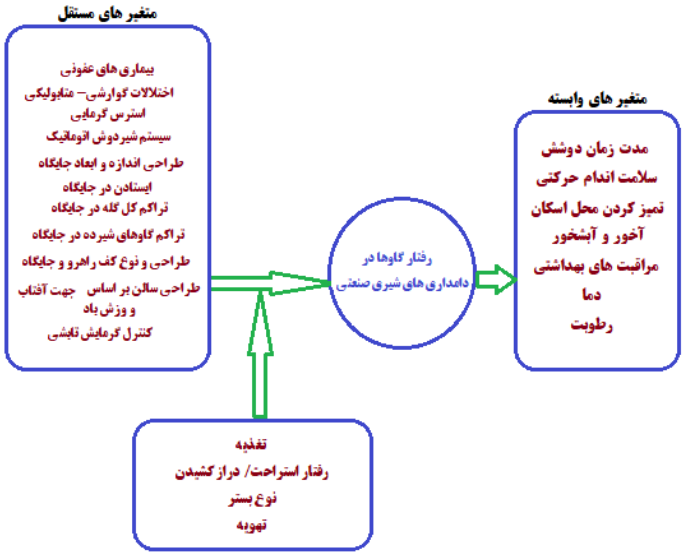
شکل ۲. تحلیل میک‌مک برای عوامل درونی و محیطی مؤثر بر رفاه گاوهای شیری به‌منظور تعیین میزان استقلال عوامل

براساس نتایج تحلیل فازی، متغیرها در سه نقش متغیرهای مستقل و وابسته و پیوندی طبقه‌بندی گردید که متغیرهای مستقل نیروی نفوذ قوی داشتند، اما نیروی وابستگی آن‌ها ضعیف بود. این‌گونه از متغیرها عناصر کلیدی تأثیرگذار بر رفاه گاوها هستند و با ایجاد تغییر در آن‌ها می‌توان بر باقی متغیرها اثر گذاشت. درحالی‌که متغیرهای وابسته به‌شدت تحت تأثیر رفاه گاوهای شیری قرار داشتند. لازم به ذکر است متغیرهایی با داشتن ماهیت پیوندی در نقش متغیرهای تعدیلگر در رابطه بین متغیرهای مستقل و مفهوم اصلی یعنی رفاه گاوها ورود می‌نمایند.

نتایج مطالعات موسوی دامناب و همکاران (۱۳۹۸)، قشقایی (۱۳۹۵)، سلطانعلی و همکاران (۱۳۹۳)، سنگتراش و همکاران (۱۳۹۸)، Bang *et al.* (2021) و Mullan *et al.* (2020)، نیز نشان داد که هر یک از مسائل مربوط به فضای درون بهاربند و نحوه قرارگرفتن دام در جایگاه و چگونگی کنترل دمای هوای درون محوطه بر رفاه گاوها تأثیر معنی‌داری دارند.

متغیرهای وابسته نیروی نفوذ ضعیفی داشت، اما از نیروی وابستگی بالاتری نسبت به سایر مؤلفه‌ها برخوردار بودند بنابراین نتایج حاکی از آن بود که توجه به رفاه گاوها می‌تواند در افزایش مدت زمان دوشش، سلامت جسمی، مراقبت‌های بهداشتی و در نهایت سطح دما و رطوبت مؤثر واقع شود. این نتایج با یافته‌های مطالعات قشقایی (۱۳۹۵)، De Vries & Marcondes (2020)، Mullan *et al.* (2020)، Sharma *et al.* (2019) و Solano *et al.* (2016) مطابقت داشت. هم‌چنین، نتایج نشان داد که نیروی نفوذ و وابستگی قدرتمندی دارند و به‌عنوان عناصر بی‌ثبات در نظر گرفته می‌شوند که این مسئله مطابق با مطالعات صورت‌گرفته توسط سنگتراش و همکاران (۱۳۹۸)، قشقایی (۱۳۹۵)، فتحی (۱۳۹۴)، Tuker *et al.* (2021)، De Vries & Marcondes (2020) و Sharma *et al.* (2019) بود.

در نهایت با توجه به ماهیت متغیرهای بررسی‌شده در تحلیل میک‌مک، طراحی مدل رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی انجام گرفت. لازم به ذکر است که در مدل زیر، متغیرهای مستقل، پیوندی و وابسته به‌صورت مجزا و با توجه به نقش آن‌ها در ارتباط با رفاه گاوها طراحی شده‌اند. بدین ترتیب، مدل رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۳. مدل رفاه طراحی‌شده در دامداری‌های شیری صنعتی شهرستان پاکدشت

در مدل ارائه‌شده برای رفاه گاوها در دامداری‌های شیری صنعتی متغیرهای پیوندی بر متغیرهای وابسته با نیروی وابستگی بالا اثر گذاشتند. درحالی‌که متغیرهای مستقل با نیروی نفوذ قوی از عناصر کلیدی و تأثیرگذار سیستم بودند که با ایجاد تغییر در آن‌ها متغیرهای دیگر نیز تحت تأثیر قرار گرفتند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

براساس نتایج به‌دست‌آمده، از نظر میزان نفوذ و وابستگی عوامل می‌توان نتیجه گرفت که از بین عوامل درونی سلامت اندام حرکتی دارای کم‌ترین میزان نفوذ و بیش‌ترین وابستگی و متغیرهای استرس گرمایی و سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک دارای کم‌ترین میزان وابستگی و بیش‌ترین نفوذ بودند. بنابراین، توجه به سیستم شیردوشی اتوماتیک می‌تواند کمک بسیاری به بهبود رفاه گاوداران شیری صنعتی کند. از بین عوامل محیطی متغیرهای نوع طراحی کف جایگاه و راهروها و طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب دارای کم‌ترین وابستگی و بیش‌ترین نفوذ بودند که باید در مدیریت جایگاه به‌منظور بهبود رفاه دام به آن‌ها توجه بیش‌تری شود. از نظر استقلال یا وابستگی متغیرها می‌توان نتیجه گرفت که از بین عوامل درونی متغیرهای بیماری‌های عفونی، اختلالات گوارشی و متابولیکی، استرس گرمایی، سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک، طراحی، اندازه و ابعاد بهاربند و جایگاه، ایستادن در بهاربند، تراکم دام در جایگاه، طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها، تراکم گاوهای شیری، طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب و کنترل گرمایش تابشی در نقش متغیرهای مستقل بودند و سایر عوامل نقش متغیرهای وابسته را ایفا کردند. از نظر میزان تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری می‌توان نتیجه گرفت که از بین عوامل درونی سلامت اندام حرکتی، تأثیرگذارترین و استرس گرمایی و سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک تأثیرپذیرترین عوامل بودند و از بین عوامل محیطی، عوامل آخور و آبشخور، مراقبت‌های بهداشتی و رطوبت تأثیرگذارترین، و عوامل طراحی و نوع کف جایگاه و راهروها، طراحی سالن‌ها براساس مسیر وزش باد و آفتاب و کنترل گرمایش تابشی تأثیرپذیرترین عوامل بودند. در مجموع پیشنهاد می‌گردد در مدیریت گاوداری‌های گوشتی به عوامل درونی و محیطی با توجه به میزان نفوذ و تأثیرگذاری آن‌ها توجه شود تا شاخص رفاه در مدیریت گله بهبود یابد.

۶. مشارکت نویسندگان

علیرضا یونسی: بررسی سامانه‌های جستجوگر و گردآوری مقالات و مطالعات، طراحی پرسشنامه، انجام مصاحبه، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر مطالعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله.

کاظم کریمی: استاد راهنمای پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله.

۷. ملاحظات اخلاقی

پژوهش‌گران کلیه اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم اتحادیه دامداران شهرستان پاکدشت و کلیه گاوداران این شهرستان که داده‌های آن‌ها مورداستفاده قرار گرفته است، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۰. منابع

سلطانعلی، حمزه؛ روحانی، عباس؛ عمادی، باقر و کی‌دشتی، مهدی (۱۳۹۳). اهمیت سیستم‌های شیردوشی اتوماتیک (رباتیک) در تندرستی و رفاه دام. *اولین همایش ملی فناوری‌های نوین برداشت و پس از برداشت محصولات کشاورزی*، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

سنگتراش، ریحانه؛ مختارنظیف، شبناز و سجادیان جاغرق، انسیه (۱۳۹۸). آسایش گاو شیری، ضرورت اولیه حفظ سلامت (ایجادکننده لنگش یا حاصل کنترل لنگش). *التیام*، ۶(۲)، ۱۰۰-۷۸.

فتحی، محمدحسن (۱۳۹۴). تنش‌های محیطی مؤثر بر نشخوار گاو، *اولین همایش ملی پژوهش‌های نوین در علوم دامی با محوریت تنش‌های محیطی*، بیرجند.

قشقایی، علی (۱۳۹۵). مروری بر شاخص‌های آسایش گاو و عوامل مؤثر بر آن‌ها در گله‌های گاو شیری. *دوازدهمین همایش ملی جراحی، بیهوشی و تصویربرداری تشخیصی دامپزشکی ایران*.

موسوی دامناب، سیدطاها؛ منتظر تربتی، محمدباقر و فرهنگ‌فر، همایون (۱۳۹۸). تعیین برخی عوامل مؤثر بر طول عمر گاوهای هلشتاین (مطالعه موردی: گاوداری‌های مؤسسه اقتصادی رضوی). *نشریه علوم دامی*، ۳۲(۱۲۲)، ۱۴۲-۱۳۱.

References

Arnott, G., Ferris, C. P., & O'connell, N. E. (2017). Welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems. *Animal*, *11*(2), 261-273.

Azar, A., & Faraji, H. (2010). Fuzzy management science (4th ed.). Tehran: Institute Mehraban book publisher (in Farsi).

Bang, N. N., Chanh, N. V, Trach, N. X., Khang, D. N., Hayes, B. J., Gaughan, J. B., Lyons, R. E., Hai, N. T., & McNeill, D. M. (2021). Assessment of performance and some welfare indicators of cows in Vietnamese smallholder dairy farms. *Animals*, *11*(3), 674.

Bewley, J., Palmer, R. W., & Jackson-Smith, D. B. (2001). A comparison of free-stall barns used by modernized Wisconsin dairies. *Journal of Dairy Science*, *84*(2), 528-541.

Cavalli-Sforza, V., & Ortolano, L. (1984). Delphi forecasts of land-use–transportation interactions. *Journal of Transportation Engineering*, 110(3), 324-339.

Cheng, J. H., Lee, C. M., & Tang, C.H. (2009). An Application of Fuzzy Delphi and Fuzzy AHP on Evaluating Wafer Supplier in Semiconductor Industry. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 6 (5), 756-767.

Cook, N. B., Bennett, T. B., & Nordlund, K. V. (2004). Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *Journal of Dairy Science*, *87*(9), 2912-2922.

Cook, N. B., Bennett, T. B., & Nordlund, K. V. (2005). Monitoring indices of cow comfort in free-stall-housed dairy herds. *Journal of Dairy Science*, *88*(11), 3876-3885.

De Vries, A., & Marcondes, M. I. (2020). Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*, *14*(S1), s155-s164.

Descovich, K. A., Wathan, J., Leach, M. C., Buchanan-Smith, H. M., Flecknell, P., Framingham, D., & Vick, S.-J. (2017). Facial expression: An under-utilised tool for the assessment of welfare in mammals. *Altex*.

Dippel, S., Dolezal, M., Brenninkmeyer, C., Brinkmann, J., March, S., Knierim, U., & Winckler, C. (2009). Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, *90*(1-2), 102-112.

Doherr, M. G., Roesch, M., Schaeren, W., Schallibaum, M., & Blum, J. W. (2007). Risk factors associated with subclinical mastitis in dairy cows on Swiss organic and conventional production system farms. *VETERINARNI MEDICINA-PRAHA-*, *52*(11), 487.

Fathi, M. H. (2014). Environmental stresses affecting cow rumination, the first national conference of modern researches in animal sciences focusing on environmental stresses, Birjand. (in Persian).

Fraser, D. (2008). Understanding animal welfare. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *50*(1), 1-7.

Gieseke, D., Lambertz, C., & Gauly, M. (2022). Effects of Housing and Management Factors on Selected Indicators of the Welfare Quality Protocol in Loose-Housed Dairy Cows. *Veterinary Sciences*, *9*(7), 353.

Gorane, S. J., & Kant, R. (2013). Modelling the SCM enablers: an integrated ISM-fuzzy MICMAC approach. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, *25*(2), 263-286.

Grandin, T. (1997). The design and construction of facilities for handling cattle. *Livestock Production Science*, *49*(2), 103-119.Häder, M., & Häder, S. (1995). Delphi und kognitionspsychologie: Ein zugang zur theoretischen fundierung der Delphi-Methode. *ZUMA Nachrichten*, *19*(37), 8-34.

Hsueh, S.L. (2013). A Fuzzy Logic Enhanced Environmental Protection Education Model for Policies Decision Support in Green Community Development. *The ScientificWorld Journal*, 2013, 1-8.

Ishikawa, A., Amagasa, T., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., & Mieno, H. (1993). The Max-Min Delphi Method and Fuzzy Delphi Method via Fuzzy Integration. *Fuzzy Sets Systems*, 55(3), 241-253.

Kardaras, D. K., Karakostas, B., & Mamakou, X.J. (2013). Content presentation personalisation and media adaptation in tourism web sites using Fuzzy Delphi Method and Fuzzy Cognitive Maps. *Expert Systems with Applications*, 40, 2331-2342.

Keeney, S., Hasson, F., & McKenna, H.P. (2001). A critical review of the Delphi technique as a research methodology for nursing. Internatinal Journal of Nursing Study, 38(2), 195-200.

Kester, E., Holzhauer, M., & Frankena, K. (2014). A descriptive review of the prevalence and risk factors of hock lesions in dairy cows. *The Veterinary Journal*, *202*(2), 222-228.

Lemcke, M.-C., Ebinghaus, A., & Knierim, U. (2021). Impact of music played in an automatic milking system on cows' milk yield and behavior—a pilot study. *Dairy*, *2*(1), 73-78.

Ling, L.I., Gao-bao, H., Ren-zhi, Z., Bellotti, B., Li, G., & Kwong Yin Chan, K. (2011). Benefits of conservation agriculture on soil and water conservation and its progress in China. *Agricultural Sciences in China*, 10(6), 850-859.

McPherson, S. (2020). *Making stall beds more comfortable: The effect of longitudinal space and deep-bedding on the comfort and welfare of tie-stall-housed dairy cows.* Methode. In: ZUMANachrichten 37(19).

Mendl, M., Burman, O. H. P., & Paul, E. S. (2010). An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *277*(1696), 2895-2904.

Mousavi Damanab, S.T., Montazer Torbati, M.B., & Farhangfar, H. (2018). Determining some effective factors on the longevity of Holstein cows (Case study: cattle farms of Razavi Economic Institute). *Journal of Animal Sciences*, 32(122), 142-131. (in Persian).

Mullan, S., Bunglavan, S. J., Rowe, E., Barrett, D. C., Lee, M. R. F., Ananth, D., & Tarlton, J. (2020). Welfare challenges of dairy cows in India identified through on-farm observations. *Animals*, *10*(4), 586.

Mullen, P. (2003). Delphi: myths and reality. *Journal of Health Organisation and Management*, 17(1), 37-52.

Murry, T. J., Pipino, L. L., & Gigch, J. P. (1985). A pilot study of fuzzy set modification of Delphi. *Human Systems Management*, 5(1), 76-80.

Nicks, B., & Vandenheede, M. (2014). Animal health and welfare: equivalent or complementary. *Rev Sci Tech Off Int Epiz*, *33*, 97-101.

Qashqaei, A. (2015). A review of cow comfort indices and factors affecting them in dairy cattle herds. The 12th National Conference of Veterinary Surgery, Anesthesia and Diagnostic Imaging of Iran. (in Persian).

Rushen, J., de Passillé, A. M., Borderas, F., Tucker, C., & Weary, D. (2004). Designing better environments for cows to walk and stand. *Advances in Dairy Technology*, *16*, 55-64.

Sangtarash, R., Mokhtarnazeef, Sh., & Sajjadian Jaghargh, A. (2018). The comfort of dairy cows, the primary necessity of maintaining health (creating lameness or the result of lameness control). Eltiyam, 6(2), 78-100. (in Persian).

Sharma, A., Kennedy, U., Schuetze, C., & Phillips, C. J. (2019). The welfare of cows in Indian shelters. *Animals*, *9*(4), 172.

Silva, S. R., Araujo, J. P., Guedes, C., Silva, F., Almeida, M., & Cerqueira, J. L. (2021). Precision technologies to address dairy cattle welfare: Focus on lameness, mastitis and body condition. *Animals*, *11*(8), 2253.

Solano, L., Barkema, H. W., Pajor, E. A., Mason, S., LeBlanc, S. J., Nash, C. G. R., ..., & Orsel, K. (2016). Associations between lying behavior and lameness in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of dairy science*, *99*(3), 2086-2101.

Sultan Ali, H., Rouhani, A., Emadi, B., & Kidashti, M. (2013). The importance of automatic (robotic) milking systems for animal health and well-being. The first national conference of modern harvesting and post-harvest technologies of agricultural products, Razavi Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center. (in Persian).

Tucker, C. B., & Weary, D. M. (2004). Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? *Journal of Dairy Science*, *87*(9), 2889-2895.

Tucker, Cassandra B, Jensen, M. B., de Passillé, A. M., Hänninen, L., & Rushen, J. (2021). Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *104*(1), 20-46.

Von Keyserlingk, M. A. G., Barrientos, A., Ito, K., Galo, E., & Weary, D. M. (2012). Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *95*(12), 7399-7408.

Wenz, J. R., Jensen, S. M., Lombard, J. E., Wagner, B. A., & Dinsmore, R. P. (2007). Herd management practices and their association with bulk tank somatic cell count on United States dairy operations. *Journal of Dairy Science*, *90*(8), 3652-3659.