Vol 26, No. 4, Winter 2025

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

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

Correlation between productive life, clinical mastitis and somatic cell score with linear type traits in Holstein cows: A meta-analysis study

Soraya Rafiee[1] | Ali Sadeghi-Sefidmazgi[2]✉ | Seyed Reza Miraei-Ashtiani[3]✉ | Hasan Mehrabani–Yeganeh[4]

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: Rafiee.s@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: Sadeghism@ut.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: Ashtiani@ut.ac.ir
4. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: hmehrbani@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 7 July 2024
Received in revised form
28 December 2024
Accepted 31 December 2024
Published online 2 Febreuary 2025

Keywords:
Clinical Mastitis
Holstein Cow,
Meta-analysis,
Production life,
Somatic Cell Score

ABSTRACT

Objective: Linear type traits are recorded for some reasons in dairy cattle. Cows might reach to a high length of productive life and milk yield based on their ideal scores of type traits. In the dairy industry, type traits have indirect economic values due to genetic correlation with production, reproduction, clinical mastitis and length of productive life. The main object of our study was to identify type traits that have high enough genetic correlation with length of productive life, clinical mastitis and somatic cell score. Therefore, we conducted a meta-analysis as a statistical tool, on studies investigating the correlation between length of productive life, incidence of clinical mastitis, and somatic cell score with type traits in Holstein dairy cows.

Material and methods: A comprehensive search of the literature was conducted using the key words "genetic correlation", "type traits", "length of productive life", "clinical mastitis", "somatic cell score" , "Holstein cow" in Google Scholar search engine. Out of the 103 potentially relevant papers found, 75 studies were excluded from the analysis, because these studies did not contain appropriate data. Finally, from the search results, we prepared three real data sets in relation to genetic correlation of linear type traits with length of productive life (6 studies), clinical mastitis (8 studies), and somatic cell score (17 studies) in Holstein cows. These studies involved the total of 263065, 4716267 and 922090 animals, corresponded to length of productive life, clinical mastitis and somatic cell score, respectively. Analyses were performed using "metafor" procedure in R software package. Due to the differences in estimation methods and sample sizes in different studies, a random model was used to perform the meta-analysis and to estimate key statistics such as effect size, 95% confidence interval and measure of heterogeneity (I^2).

Results and discussion: The obtained results from meta-analysis showed that the type traits with higher genetic correlations with length of productive life were central ligament 0.19 and udder depth 0.14. Furthermore, somatic cell score was more genetically correlated with body condition score (-0.31) and udder depth (-0.25). The largest genetic correlation of clinical mastitis estimated was with udder depth (-0.28) and teat length (-0.23). Test of heterogeneity (I^2statistics) indicated that there was significant heterogeneity (variance among studies) at the highest level (more than 99%). Results of this study might indirectly be applicable for estimation of type traits' economic values of Holstein cow's selection indices.

Conclusion: Meta-analysis of genetic correlation between length of productive life, somatic cell score and clinical mastitis with linear type traits clarified that central ligament, udder depth, body condition score and chest width could be used as indicator traits in Holstein cows breeding programs. Results suggest that central ligament and udder depth as main mammary system traits potentially might be taking into account to constract indices for selection in dairy breeding programs. Cows can produce higher amount of milk and spend higher productive period when they have achieved to ideal scores of type traits.

Cite this article: Rafiee, S., Sadeghi-Sefidmazgi, A, Miraei-Ashtiani, S.R., & Mehrabani-Yeganeh, H. (2025). Correlation between productive life, clinical mastitis and somatic cell score with linear type traits in Holstein cows: A meta-analysis study. *Journal of Animal Production*, 26 (4), 387-403.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.379004.623800

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.379004.623800

دوره بیست و ششم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

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

همبستگی ژنتیکی طول عمر تولیدی، ورم پستان و امتیاز سلول‌های سوماتیک با صفات تیپ در گاوهای هلشتاین: یک مطالعه فرا–تحلیل

ثریا رفیعی[۱] | علی صادقی سفیدمزگی[۲]✉ | سیدرضا میرائی آشتیانی[۳]✉ | حسن مهربانی یگانه[۴]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: Rafiee.s@ut.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: sadeghism@ut.ac.ir
۳. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: ashtiani@ut.ac.ir
۴. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: hmehrbani@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۱۴

کلیدواژه‌ها:
امتیاز سلول‌های سوماتیک،
طول عمر تولیدی،
فراتحلیل،
گاو هلشتاین،
ورم پستان بالینی

چکیده

هدف: مطالعه حاضر به‌منظور حاضر بررسی ارتباط صفات طول عمر تولیدی، وقوع ورم پستان بالینی و امتیاز سلول‌های سوماتیک با صفات تیپ در گاوهای هلشتاین از طریق یک مطالعه فراتحلیل انجام شد.

روش پژوهش: با استفاده از جستجوی سیستماتیک از طریق سامانه‌های جستجوگر و بررسی ۱۰۶ مطالعه، مقالات مربوط به نژادهایی غیر از هلشتاین، گونه‌های گوسفند و بز، مقالات حاوی اطلاعات ناقص، مقالات مربوط به صفات مختلف طول عمر و مقالات نامرتبط با صفات موردبررسی کنار گذاشته شدند. سپس داده‌های ضرایب همبستگی ژنتیکی صفات تیپ با طول عمر تولیدی از تعداد شش مطالعه، با ورم پستان از هشت مطالعه و با امتیاز سلول‌های سوماتیک از ۱۷ مطالعه استخراج شدند. داده‌ها در این مطالعات از ۲۶۳۰۶۵، ۴۷۱۶۲۶۷ و ۹۲۲۰۹۰ گاو هلشتاین، متناظر با طول عمر تولیدی، وقوع ورم پستان بالینی و امتیاز سلول‌های سوماتیک جمع‌آوری شده بودند. برای انجام آنالیز از پکیج metafor در محیط R استفاده شد. با توجه به وجود تفاوت در روش‌های برآورد و تعداد نمونه‌های مطالعات مختلف، به‌منظور توجه به این ناهمگنی میان مطالعات، برای انجام فراتحلیل از مدل تصادفی (که در آن اثر مطالعه به‌صورت تصادفی در نظر گرفته شده و یک استنتاج درباره اثر در کل جمعیت مطالعاتی ارائه می‌دهد) جهت برآورد آماره‌های اصلی استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که طول عمر تولیدی همبستگی ژنتیکی قابل‌توجه را با رباط مرکزی پستان ۰/۱۹، با عرض سینه ۰/۱۳– و با عمق پستان ۰/۱۴ دارد. بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی امتیاز سلول‌های سوماتیک با امتیاز وضعیت بدنی ۰/۳۱–، با عمق پستان ۰/۲۵– و با زاویه پا ۰/۲۴– برآورد شد. هم‌چنین، بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی ورم پستان بالینی با عمق پستان ۰/۲۸–، با طول سرپستانک ۰/۲۳– و با زاویه‌دار بودن ۰/۱۷ برآورد شد. آزمون ناهمگنی (آماره I^2) نشان داد میزان واریانس میان مطالعات در بیش‌ترین سطح (بیش‌تر از ۹۹ درصد) معنی‌دار بود. وجود رباط مرکزی قوی به معنی بقای طولانی گاوهای شیری در گله‌ها با حداقل‌سازی پتانسیل ابتلا به زخم‌ها و بیشینه‌سازی بهبود مدیریت شیردوشی و در نتیجه حفظ سلامت سرپستانک‌ها و پستان کم‌عمق است.

نتیجه‌گیری: برآوردهای به‌دست‌آمده از فراتحلیل همبستگی‌های ژنتیکی صفات تیپ با طول عمر تولیدی، امتیاز سلول‌های سوماتیک و ورم پستان حاکی از این است که استفاده از این صفات می‌تواند نقش مؤثرتری در شاخص انتخاب چندصفته جمعیت گاوهای شیری داشته باشد. گاوها با دست‌یابی به امتیازهای ایده‌آل صفات تیپ، می‌توانند طول عمر طولانی، تولید شیر بیش‌تر و باروری بهتری داشته باشند. نتایج این پژوهش می‌تواند در برآورد ارزش‌های اقتصادی صفات تیپ جهت ایجاد شاخص ملی برای ارزیابی و انتخاب گاوهای هلشتاین مورداستفاده قرار گیرد.

استناد: رفیعی، ثریا؛ صادقی سفیدمزگی، علی؛ میرائی آشتیانی، سیدرضا و مهربانی یگانه، حسن (۱۴۰۳). همبستگی ژنتیکی طول عمر تولیدی، ورم پستان و امتیاز سلول‌های سوماتیک با صفات تیپ در گاوهای هلشتاین: یک مطالعه فرا–تحلیل. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۶ (۴)، ۳۸۷– ۴۰۳.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.379004.623800

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

ثبت صفات خطی تیپ در گاوهای شیری، که معمولاً در اولین دوره شیردهی انجام می‌شود به‌طور عمده به‌خاطر کمک به پرورش‌دهندگان برای شناسایی گاوهایی است که قادر باشند در برابر تنش‌های تولید بالا مقاومت کنند (Hu *et al*., 2021). در گاوهای شیری برای امتیازدهی صفات تیپ اغلب از مقیاس یک تا نه استفاده می‌شود و امتیاز بهینه تنها زمانی ثبت می‌شود که طول عمر تولیدی طولانی‌ترین بوده و تولید شیر بیش‌ترین باشد (Hu *et al*., 2021).

صفات تیپ به‌خاطر همبستگی ژنتیکی با صفات تولیدی، تولیدمثل، ورم پستان و طول عمر گاوهای شیری، ارزش اقتصادی غیر مستقیمی برای دامدار دارند (Xue *et al*., 2023). رفیعی و همکاران (۲۰۲۴) در یک مطالعه فراتحلیل همبستگی برخی صفات تیپ و تولید شیر، چربی و پروتئین را کم تا متوسط گزارش کردند. باتوجه به اهمیت مطالعه صفات تیپ به‌منظور بهبود ژنتیکی صفات هدف و نیاز به تعیین اهمیت اقتصادی آن‌ها در تعیین شاخص انتخاب، می‌توان ارزش‌های اقتصادی صفات تیپ را به‌طور غیرمستقیم با استفاده از داده‌های ضرایب همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات تیپ و طول عمر تولیدی، ورم پستان و امتیاز سلول‌های سوماتیک که در منابع علمی موجود توسط پژوهش‌گران گزارش شده‌اند، برآورد نمود. بنابراین، در ابتدا لازم است یافته‌های مطالعات پژوهشی مختلف در زمینه رابطه ژنتیکی صفات تیپ با صفات طول عمر تولیدی، ورم پستان و امتیاز سلول‌های سوماتیک که مستقل از هم انجام شده‌اند جمع‌آوری و تفسیر شوند.

دست‌یابی به حداکثر پیشرفت ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح نژادی، نیازمند تشکیل شاخص انتخاب چند صفتی و تعیین ارزش اقتصادی هر یک از صفات است (Sadeghi-Sefidmazgi *et al*., 2012). صفات تیپ در سودمندی گاوهای هلشتاین اهمیت اثبات شده‌ای دارند (Xue *et al*., 2023). بنابراین، هدف پژوهش حاضر، تعیین همبستگی‌های ژنتیکی طول عمر تولیدی، امتیاز سلول‌های سوماتیک و ورم پستان با صفات تیپ از طریق فراتحلیل است. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه تأمین‌کننده اطلاعات موردنیاز برای برآورد ارزش‌های اقتصادی صفات تیپ، و استفاده از آن‌ها در شاخص انتخاب پیشنهادی در مراحل بعدی پژوهش می‌باشد.

استفاده از فراتحلیل برای ارزیابی وضعیت دانش یک حوزه علمی و حتی برای راهنمایی تصمیمات سیاست‌گذاران در یافتن راه‌حل‌های علمی معتبر برای مسائل روزانه بسیار کاربردی است (Beornstein, 2009; Fleiss & Berlin, 2009). این روش تاکنون در خلاصه‌سازی نتایج تعداد زیادی از پژوهش‌های علوم دامی در گاوهای شیری مورداستفاده قرار گرفته است (Duffield *et al*., 2008; Rabiee & Lean, 2013; Nasrollahi *et al*., 2015). فراتحلیل‌هایی که با دقت زیادی اجرا می‌شوند ابزارهای مفید و کاربردی برای بهبود رفاه و سودمندی دام‌ها فراهم می‌کنند.

طول عمر گاوهای شیری یک صفت پیچیده با وراثت‌پذیری کم و فاقد داده‌های کمکی است. طول عمر تحت تأثیر عوامل متعدد از قبیل عوامل درونی (شیردهی، سلامت، صفات تیپ و عملکرد تولیدمثلی و عوامل خارجی (قیمت شیر، تغذیه، مدیریت، سیاست، هزینه خوراک، و تلیسه‌های جایگزین) قرار می‌گیرد (Vries & Marcondes *et al*., 2020).

طول عمر تولیدی (Length of Productive Life) به‌صورت فاصله زمانی (تعداد روزها) از نخستین گوساله‌زایی یک تلیسه تا زمان حذف یا مرگ او، زمانی‌که گاو دیگر تولید کافی ندارد، تعریف می‌شود (Hu *et al*., 2021). طول عمر تولیدی گاوهای شیری حدود سه تا ۴/۵ سال است، اما حداکثر تولید سالانه در دوره شیردهی پنجم اتفاق می‌افتد، و بیش‌ترین سود سالانه معمولاً در دوره شیردهی ششم به‌دست می‌آید (Hu *et al*., 2021). طول زندگی طبیعی گاوها تقریباً ۲۰ سال است، اما میانگین زمان حذف بسیار زودتر از طول عمر طبیعی است. علاوه براین، گاوها اگر نتوانند برای دست‌یابی به بیش‌ترین سود اقتصادی به اوج تولید برسند حذف خواهند شد.

طول عمر، معیار موفقیت یک گاو است تا در برابر حذف اختیاری و اجباری زنده باقی بماند. بنابراین طول عمر ممکن است به‌عنوان یک صفت کلی جهت سودآوری گاو در نظر گرفته شود (Hu *et al*., 2021).

افزایش طول عمر تولیدی گاوهای شیری در سطح مزرعه، سود را به چهار طریق می‌تواند افزایش دهد؛ الف- کاهش هزینه‌های جایگزینی سالانه به‌ازای هر رأس گاو در سال، ب- افزایش اندازه گله شیری تا یک سطح معین که این امر منجر به کاهش تعداد حیوانات جایگزینی که باید پرورش داده شوند خواهد شد، ج- افزایش میانگین تولید گله از طریق افزایش نسبت گاوهای مولد در رده‌های سنی بالاتر، د- افزایش میزان حذف اختیاری ممکن (افزایش طول عمر سبب کاهش حذف اجباری (Zavadilová & Stipkova, 2012) و افزایش فرصت حذف اختیاری و در نتیجه افزایش شدت انتخاب خواهد شد (Sewalem *et al*., 2008).

ورم پستان بالینی یک بیماری شایع در پرورش گاوهای شیری با پیامدهای اقتصادی است. مهم‌ترین عامل در ایجاد ورم پستان، حضور پاتوژن‌ها در پستان و التهاب غده پستان است که موجب هزینه‌های بالای دامپزشکی، کاهش تولید شیر و نرخ بالای حذف اجباری می‌شود، به‌طوری‌که در طولانی مدت، پیامدهای ورم پستان برای مزارع پرورش گاو شیری به‌طور فزاینده‌ای زیان‌بخش خواهد بود. افزایش وقوع ورم پستان به‌دنبال افزایش شدت انتخاب برای تولید شیر افزایش یافته است. به همین دلیل در برنامه‌های اصلاح نژاد، ورم پستان باید موردتوجه قرار گیرد. با این‌حال، بسیاری از دامداران به دلایل اقتصادی و عملی، وقوع ورم پستان را همیشه گزارش نمی‌کنند و این سبب می‌شود تعداد موارد وقوع ورم پستان کم‌تر از حد برآورد شود (Govignon-Gion *et al*., 2016).

با توجه به این‌که ورم پستان و امتیاز سلول‌های سوماتیک[1] (SCS) با یکدیگر همبستگی ژنتیکی دارند و از طرفی، رکوردهای SCS در مقیاس وسیع‌تر و با هزینه کم‌تری نسبت به رکوردهای ورم پستان ثبت می‌شوند، از SCS در بررسی ورم پستان استفاده می‌شود (Govignon-Gion *et al*., 2016). با این‌حال، مقادیر بالای همبستگی ژنتیکی گزارش‌شده در منابع به این معنی نیست که دو صفت می‌توانند به‌عنوان یک صفت واحد در نظر گرفته شوند. برای مثال، عمق پستان ممکن است حاوی اطلاعاتی درباره ورم پستان بالینی باشد که تنها از روی SCS و تولید شیر نمی‌تواند محقق شود (Pérez-Cabal & Charfeddine, 2013). بنابراین ممکن است لازم باشد که در برنامه‌های اصلاح نژادی هر دو صفت در نظر گرفته شوند.

پژوهش‌گرانی که سعی در جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های موجود در منابع برای یک زمینه پرسشی خاص با استفاده از روش‌های آماری هستند فراتحلیل انجام می‌دهند (Borenstein, 2009). با توجه به این‌که دانش، یک جریان تجمعی است و پژوهش‌های مستقل و محدود برای رسیدن به یک پاسخ واحد و قابل کاربرد اطمینان‌بخش نیستند و معمولاً تناقضات و پراکندگی در نتایج قبلی مطالعات پیشین از جمله در زمینه همبستگی ژنتیکی صفات تیپ با صفات طول عمر تولیدی، ورم پستان و امتیاز سلول‌های سوماتیک وجود دارد، از فراتحلیل می‌توان به‌عنوان روشی برای ترکیب و خلاصه‌کردن نتایج کمی پژوهش‌های پیشین استفاده کرد. به‌عبارت دیگر، فراتحلیل روش انجام آنالیز آماری یافته‌های پژوهشی تعداد زیادی از مطالعات مستقلی است که در یک زمینه خاص اجرا شده‌اند (Borenstein, 2009).

۲. روش شناسی پژوهش

۲. ۱. مجموعه داده‌ها

به‌منظور جمع‌آوری یافته‌های پژوهش‌هایی که مستقل از یکدیگر انجام شده‌اند ابتدا با استفاده از موتور جستجوگر

1. Somatic Cell Score

اینترنتی گوگل اسکالر (http://scholar.google.com)، تمام مقالات علمی معتبر در رابطه با برآورد همبستگی ژنتیکی صفات تیپ با هر یک از صفات طول عمر تولیدی، ورم پستان بالینی و امتیاز سلول‌های سوماتیک، به‌طور جداگانه جستجو و بارگیری شدند. برای این منظور از کلیدواژه‌های اصلی "Genetic correlation"، "Type traits"، " Length of productive life"، "Clinical mastitis"، "Somatic cell score"، "Holstein cow" استفاده شد. در مجموع تعداد ۱۰۶ مقاله که حاوی واژه‌های کلیدی "طول عمر تولیدی"، "صفات طول عمر تولیدی"، "بقا"، "طول عمر گله"، "طول مدت زندگی"، "طول عمر"، "پایداری"، "طول عمر تولیدی"، "ورم پستان"، "تعداد سلول‌های سوماتیک" و "صفات خطی تیپ"، در عنوان و یا در چکیده مقالات بودند، یافت شدند. سپس مقالات مربوط به نژادهایی غیر از هلشتاین، گونه‌های گوسفند و بز، مقالات حاوی اطلاعات ناقص، مقالات مربوط به صفات مختلف طول عمر و مقالات نامرتبط با صفات موردبررسی کنار گذاشته شدند. در مجموع از داده‌های ضرایب همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات تیپ و هریک از صفات طول عمر تولیدی (شش مطالعه)، ورم پستان (هشت مطالعه برحسب وقوع یا عدم وقوع ورم پستان بالینی) و امتیاز سلول‌های سوماتیک (۱۷ مطالعه) متعلق به اطلاعات تعداد ۲۶۳۰۶۴، ۴۷۱۶۲۶۷ و ۹۲۲۰۹۰ گاو، به‌ترتیب برای وضعیت‌های ذکر شده در این فراتحلیل استفاده شدند.

جدول ۱. فهرست گزارش‌های مورداستفاده برای فراتحلیل همبستگی ژنتیکی صفات تیپ با طول عمر تولیدی، امتیاز سلول‌های سوماتیک و ورم پستان بالینی همراه با مراجع مربوطه با سال انتشار و تعداد گاوها در هر مطالعه

طول عمر تولیدی	تعداد گاو	ورم پستان بالینی	تعداد گاو	امتیاز سلول‌های سوماتیک	تعداد گاو
Weigel *et al*, 1996	52688	Lund *et al*, 1994	4603	Lund *et al*, 1994	8167
Vacek *et al*, 2006	۸۹414	Rupp & Biochard, 1999	4368	Rupp & Biochard, 1999	29284
Zavadilova *et al*, 2009	58493	Sørensen *et al*, 2000	29284	DeGroot *et al*, 2002	783
Zavadilová & Stipkova, 2012	57803	Hansen *et al*, 2002	60438	Berry *et al*, 2004	3058
Kern *et al*, 2015	20073	Perez-Cabal & Charfeddine, 2013	101853	Kadarmideen & Wegmann, 2003	38630
Djedovi´c *et al*, 2023	32518	Govignon-Gion *et al*, 2015	57154	Zotto *et al*, 2007	28538
		Van Dorp *et al*, 1998	9179	de Haas *et al*, 2007	67839
		Dadpasand *et al*, 2012	4449388	Choi *et al*, 2008	15995
				Dube *et al*, 2008	22999
				Ptak *et al*, 2011	24599
				Dadpasand *et al*, 2012	57154
				Atasever & Erdem, 2013	120
				Zink *et al*, 2014	59454
				Wasana *et al*, 2015	56054
				Samore *et al*, 2016	127416
				Xue *et al*, 2023	64972
				Jagusiak *et al*, 2023	317028
مجموع تعداد گاوها	۲۶۳۰۶۴		4716267		922090

در تمام مقالات منتخب، صفات تیپ موردبررسی برحسب امتیاز یک تا نه (نه= امتیاز مطلوب برای بیش‌تر صفات) بودند. مجموعه داده‌های استخراج‌شده از مقالات شامل نام پژوهش‌گران هر مطالعه، سال انتشار و تعداد دام‌های موردبررسی در هر

مطالعه، در جدول (۱) آورده شده است. صفات تیپ استاندارد موردبررسی در مطالعات شامل ۱- قد، ۲- عرض قفسه سینه، ۳- عمق بدن، ۴- زاویه‌داربودن، ۵- زاویه کپل، ۶- عرض کپل، ۷- استقرار پاها از نمای جانبی، ۸- استقرار پاها از نمای عقب، ۹- زاویه سم، ۱۰- اتصال پستان جلو، ۱۱- ارتفاع پستان عقب، ۱۲- رباط مرکزی، ۱۳- عمق پستان، ۱۴- استقرار سرپستانک‌های جلو، ۱۵- طول سرپستانک، ۱۶- استقرار سر پستانک‌های عقب، ۱۷- حرکت و ۱۸- امتیاز وضعیت بدنی، بودند.

۲. ۲. فراتحلیل یافته‌های پیشین

برای آنالیز داده‌ها از تابع (rma) در محیط R استفاده شد. rma یک تابع از پکیج metafor است که به‌واسطه آن فراتحلیل می‌تواند با مدل‌های مختلط (تصادفی و ثابت) برازش داده شود (Borenstein, 2009). با توجه به وجود تفاوت در روش‌های برآورد و نمونه‌های مطالعات مختلف، ناهمگنی میان مطالعات اجتناب‌ناپذیر است، بدین جهت از مدل تصادفی (که در آن اثر مطالعه به‌صورت تصادفی در نظر گرفته شده و یک استنتاج درباره اثر در کل جمعیت مطالعاتی ارائه می‌دهد) برای انجام فراتحلیل استفاده شد. در فراتحلیل برای هر یک از همبستگی‌های گزارش‌شده در تک‌تک مطالعات، یک اندازه اثر (که خود تابعی از خود همبستگی گزارش شده، تعداد گاو موردبررسی در مطالعه و مدل آماری استفاده‌شده می‌باشد) محاسبه شد که به‌عنوان ورودی در فراتحلیل جهت نیل به خلاصه اثر[1] (همبستگی کلی) (Borenstein, 2009) مورداستفاده قرار گرفت.

برای محاسبه خلاصه اثر در مدل تصادفی از رابطه (۱) (شامل روابط محاسبه پارامترهای آن) استفاده شد.

رابطه ۱)
$$rM = \frac{\sum_{i=1}^{k} W_i^* Y_i}{\sum_{i=1}^{k} W_i^*}$$

$$W_i^* = \frac{1}{\frac{n_i}{\sigma_i^2} + \tau^2}$$

$$\tau^2 = \frac{Q - df}{C}$$

$$Q = \sum_{i=1}^{k} W_i Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{k} W_i Y_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{k} W_i}$$

$$df = k - 1$$

$$C = \sum_{i=1}^{k} W_i - \frac{\sum_{i=1}^{k} W_i^2}{\sum_{i=1}^{k} W_i}$$

که در این رابطه، rM، خلاصه اثر؛ W_i، ضرایب اندازه اثر هر مطالعه؛ Y_i، اندازه اثر هر مطالعه؛ n_i، تعداد مشاهده در هر مطالعه، σ_i^2، واریانس در هر مطالعه؛ Q، معیاری از ناهمگنی مطالعات؛ τ^2، واریانس بین مطالعات؛ df، درجه آزادی مطالعات و C، فاکتور تصحیح است.

برای آزمون آماری همبستگی کلی، خلاصه آثار محاسبه‌شده آن‌ها را به توزیع آماری Z فیشر تبدیل و معنی‌داری آن‌ها با استفاده از رابطه (۲) بررسی شد.

1. Summary effect

رابطه ۲)
$$Z = 0.5log\left(\frac{1+rM}{1-rM}\right)$$
$$sdM = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^{k} W_i^*}}$$

که در آن، sdM انحراف معیار خلاصه اثر می‌باشد. با کمک رابطه Z معنی‌داری خلاصه اثر محاسبه‌شده سنجیده می‌شود و با کمک sdM حدود اطمینان rM محاسبه می‌گردد (Borenstein, 2009).

در یک مطالعه فراتحلیل، آماره I^2 نشان می‌دهد چند درصد از تنوع کل در برآوردهای اندازه اثر (که ترکیبی از ناهمگنی و واریانس نمونه‌گیری است) می‌تواند به ناهمگنی (نه شانس) موجود میان مطالعات نسبت داده شود (Higgins *et al.*, 2003). آماره I^2 ناهمگنی میان نتایج مطالعات را به‌صورت ساده و قابل‌فهمی بیان می‌کند. I^2 در دامنه صفر تا ۱۰۰ درصد بیان می‌شود (Higgins *et al.*, 2003). شاخص I^2 کم‌تر از ۲۵ درصد به معنی ناهمگنی کم، بین ۲۵ درصد تا ۷۵ درصد ناهمگنی متوسط و بیش‌تر از ۷۵ درصد ناهمگنی زیاد است (Higgins *et al.*, 2003). این آماره به‌صورت رابطه (۳) محاسبه گردید.

رابطه ۳)
$$I^2(\%) = \frac{Q-(k-1)}{Q} \times 100$$

که در این رابطه، Q، آماره ناهمگنی کوکران (χ^2) و k، تعداد مطالعات است (Higgins *et al.*, 2003). برای تجزیه واریانس در فراتحلیل، محاسبه Q الزامی است. هم‌چنین این آماره نشان‌دهنده ناهمگنی مطالعات می‌باشد و به‌دلیل دارابودن توزیع آماری مربع کای، با این آزمون تست ناهمگنی انجام می‌شود. Q از رابطه آماری $Q = \sum_{i=1}^{k} W_i(Y_i - M)^2$ محاسبه می‌شود، که در آن W_i، وزن هر مطالعه؛ ($\frac{1}{V_i}$)، Y_i، اندازه اثر هر مطالعه؛ M، خلاصه اثر محاسبه‌شده و k، تعداد مطالعات موردبررسی می‌باشد (Higgins *et al*., 2003).

۳. ۲. اریبی داده های منتشر شده

اریبی انتشارات یک مسئله بسیار مهم در مطالعات منظم مروری و فراتحلیل است، بنابراین در این گونه مطالعات باید وجود اریبی انتشارات در مطالعه فراتحلیل بررسی گردد. زیرا در صورت وجود اریبی، نتایج حاصله از جهت صحت و جهان شمولی قابل‌قبول نمی‌باشند. در مطالعات فراتحلیل از جمله مرسوم‌ترین روش‌ها برای بررسی این موضوع استفاده از نمودار قیفی است. در این نمودار، محور y نشان‌دهنده خطای استاندارد اندازه اثرها و محور x نشان‌دهنده اندازه اثر هر مطالعه است. درون کادر حاصله براساس حدود اطمینان فرضی مطابق با $\pm 1.96\sqrt{SE^2 + \tau^2}$ به‌علاوه خلاصه اثر، یک کادر دیگر ایجاد می‌شود (τ^2 ناهمگنی تخمینی مطالعات می‌باشد)؛ چنانچه اندازه اثر مطالعه‌ای درون کادر قرار نداشته باشد مطالعه موردنظر دارای اریبی انتشار بوده و بهتر است از مطالعه حذف گردد. در مطالعه حاضر براساس چهارچوب ذکرشده تمام آنالیزها موردبررسی قرار گرفتند.

۳. یافته‌های پژوهش

نتایج فراتحلیل برآورد همبستگی ژنتیکی بین صفات تیپ با طول عمر تولیدی (جدول ۲)، بین صفات تیپ با امتیاز سلول‌های سوماتیک (جدول ۳) و بین صفات تیپ با ورم پستان بالینی (جدول ۴) در گاوهای شیری هلشتاین ارائه شده است. هم‌چنین در این جدول‌ها، فاصله اطمینان ۹۵ درصد هریک از برآوردها، تعداد مطالعه، تعداد گاو به‌ازای هر صفت تیپ، معنی‌داری آماری و ناهمگنی نتایج میان مطالعات (آماره I^2) بیان شده است. یافته‌ها نشان داد برآوردهای همبستگی ژنتیکی بین صفات تیپ و طول عمر تولیدی، به‌طور کلی در دامنه ضعیف تا متوسط (۰/۰۰ تا ۰/۱۹) قرار

دارند. بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی طول عمر تولیدی با رباط مرکزی ۰/۱۹ برآورد شد. پس از آن، همبستگی ژنتیکی این صفت با عمق پستان ۰/۱۴ و عرض قفسه سینه ۰/۱۳- برآورد شدند.

جدول ۲. خلاصه اثر برآورد همبستگی ژنتیکی طول عمر تولیدی با صفات تیپ

صفات خطی تیپ	خلاصه اثر (فاصله اطمینان ۹۵درصد)	خطای استاندارد	تعداد مطالعه	تعداد گاو	p-value	I^2 (درصد)
قد	-۰/۰۶(-۰/۳ ،۰/۰۸)	۰/۰۸	۶	۲۶۰۶۲۳	۲۸۵/۰	۹۴/۹۹
عرض قفسه سینه	-۰/۱۳(-۰/۳۱، -۰/۰۵)	۰/۰۶	۴	۱۵۱۸۸۴	۰۰۸/۰	۸۴/۹۹
عمق بدن	-۰/۰۹(-۰/۱۹، -۰/۰۲)	۰/۰۴	۶	۳۱۹۱۱۶	۰۴۶۴/۰	۷۵/۹۹
زاویه‌داربودن	۰/۱۳ (-۰/۰۰، ۰/۲۰)	۰/۰۸	۷	۳۱۹۱۱۶	۴۲۷۱/۰	۹۶/۹۹
زاویه لگن	۰/۰۲(-۰/۰۶، ۰/۱۵)	۰/۰۴	۵	۲۲۸۱۰۵	۲۸۲/۰	۷۴/۹۹
عرض لگن	-۰/۰۷(-۰/۲۶، -۰/۰۷)	۰/۰۶	۵	۲۶۶۴۲۸	۱۱۲۲/۰	۷۹/۹۹
نمای کناری پاهای عقب	۰/۰۲ (-۰/۱۱، ۰/۰۹)	۰/۰۵	۶	۲۶۰۶۲۳	۶۸۹/۰	۸۳/۹۹
زاویه پا	۰/۰۳(-۰/۰۷، ۰/۲۰)	۰/۰۵	۶	۲۶۰۶۲۳	۳۹۶۵/۰	۸۹/۹۹
اتصال پستان جلو	۰/۱۱(۰/۰۱، ۰/۱۹)	۰/۰۳	۶	۲۶۰۶۲۳	۰۰۸/۰	۷۹/۹۹
ارتفاع پستان عقب	۰/۱۱(۰/۰۵، ۰/۱۷)	۰/۰۲	۶	۲۶۰۶۲۳	۰/۰۰۰۱«	۷۷/۹۹
رباط مرکزی	۰/۱۹(-۰/۰۰، ۰/۲۰)	۰/۰۴	۵	۲۴۶۳۵۵	۰۶۰۱/۰	۹۳/۹۹
عمق پستان	۰/۱۴(۰/۰۱، ۰/۲۷)	۰/۰۵	۶	۳۱۹۱۱۶	۰۰۹۱/۰	۹۳/۹۹
استقرار سرپستانک‌های جلو	۰/۰۷(-۰/۰۸، ۰/۱۶)	۰/۰۴	۶	۲۶۶۴۲۸	۴۲۰۷/۰	۹۱/۹۹
طول سرپستانک	-۰/۰۱(-۰/۱۴، ۰/۰۵)	۰/۰۴	۵	۲۳۳۹۱۰	۵۵۵۲/۰	۷۰/۹۹
عرض پستان عقب	۰/۰۱(-۰/۳۱، ۰/۲۷)	۰/۱۰	۴	۱۸۶۶۱۵	۹۵۷۶/۰	۹۶/۹۹

I^2 شاخص ناهمگنی

برآوردهای همبستگی ژنتیکی صفات تیپ با امتیاز سلول‌های سوماتیک اکثراً در دامنه ضعیف تا متوسط (۰/۰۸ تا ۰/۳۱-) قرار دارند. بیش‌ترین همبستگی‌های ژنتیکی منفی بین امتیاز سلول‌های سوماتیک با امتیاز وضعیت بدنی ۰/۳۱- و پس از آن با عمق پستان ۰/۲۵- و زاویه پا ۰/۲۴- برآورد شد. در تمام مطالعات انجام‌شده توسط پژوهش‌گرانی که گزارش آن‌ها در این فراتحلیل مورداستفاده قرار گرفتند از جمله Lund و همکاران (۱۹۹۴)، Zotto و همکاران (۲۰۰۷)، Zink و همکاران (۲۰۱۴)، de Haas و همکاران (۲۰۰۷) و Jagusiak و همکاران (۲۰۲۳)، به‌ترتیب همبستگی‌های ژنتیکی منفی ۰/۵۷-، ۰/۲۶-، ۰/۱۸-، ۰/۱۶- و ۰/۲۸-، بین امتیاز سلول‌های سوماتیک با امتیاز وضعیت بدنی در گاوهای هلشتاین گزارش شده است.

صفات تیپ موردبررسی در همبستگی ژنتیکی ورم پستان و صفات تیپ شامل زاویه‌داربودن و صفات سیستم پستانی شامل اتصال پستان جلو، ارتفاع پستان عقب، رباط مرکزی، عمق پستان، استقرار سرپستانک‌های جلو و طول سرپستانک بود. یافته‌ها نشان داد برآوردهای همبستگی ژنتیکی ورم پستان با صفات تیپ در دامنه ضعیف تا متوسط (۰/۰۰ تا ۰/۲۸-) قرار دارند. بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی منفی ورم پستان با عمق پستان ۰/۲۸- و سپس با طول سرپستانک ۰/۲۳- برآورد شد. می‌توان گفت خطر وقوع ورم پستان در گاوهایی که طول سرپستانک بلندتری دارند بیش‌تر است.

جدول ۳. خلاصه اثر برآورد همبستگی ژنتیکی بین امتیاز سلول‌های سوماتیک و صفات تیپ

صفات خطی تیپ	خلاصه اثر (فاصله اطمینان ۹۵درصد)	خطای استاندارد	تعداد مطالعه	تعداد گاو	p-value	I^2 (درصد)
قد	−۰/۰۳(−۰/۱۱، ۰/۰۶)	۰/۰۴	۹	۴۷۵۳۶۰	۰/۵۳	۸۸/۹۹
عرض قفسه سینه	−۰/۰۵(−۰/۲۳، ۰/۱۴)	۰/۰۹	۵	۲۰۹۲۳۷	۰/۶۲	۹۴/۹۹
عمق بدن	۰/۰۲(−۰/۰۹، ۰/۱۳)	۰/۰۵	۱۰	۴۹۹۹۵۹	۰/۶۷	۹۳/۹۹
زاویه‌داربودن	۰/۱۰(−۰/۰۰، ۰/۲)	۰/۰۵	۱۰	۵۰۸۱۲۶	۰/۰۶	۹۲/۹۹
زاویه لگن	−۰/۰۱(−۰/۲۱، ۰/۱۹)	۰/۱۰	۶	۲۶۹۰۶۴	۰/۹۲	۹۵/۹۹
عرض لگن	۰/۰۱(−۰/۱۷، ۰/۲)	۰/۰۹	۶	۳۳۶۱۲۰	۰/۸۸	۹۶/۹۹
نمای کناری پاهای عقب	۰/۰۸(−۰/۲، ۰/۳۷)	۰/۱۴	۸	۳۷۴۹۶۶	۰/۵۶	۹۹/۹۹
نمای خلفی پاهای عقب	−۰/۰۸(−۰/۱۹، ۰/۰۳)	۰/۰۵	۴	۱۴۷۵۰۸	۰/۱۵	۷۴/۹۹
زاویه پا	−۰/۲۴(−۰/۴۶، −۰/۰۱)	۰/۱۱	۶	۲۰۶۶۲۰	۰/۰۴	۹۶/۹۹
اتصال پستان جلو	−۰/۱۴(−۰/۲۲، −۰/۰۶)	۰/۰۳	۱۱	۴۲۷۹۱۲	۰/۰۰	۸۳/۹۹
ارتفاع پستان عقب	۰/۰۱(−۰/۰۷، ۰/۰۹)	۰/۰۴	۹	۳۹۴۸۲۸	۰/۷۷	۸۳/۹۹
رباط مرکزی	−۰/۰۳(−۰/۱۴، ۰/۰۸)	۰/۰۵	۱۲	۴۵۲۵۱۱	۰/۶۰	۹۳/۹۹
عمق پستان	−۰/۲۵(−۰/۰۰، ۰/۲)	۰/۰۴	۱۲	۴۵۲۵۱۱	۰/۰۰۰۱«	۸۶/۹۹
استقرار سرپستانک‌های جلو	−۰/۰۵(−۰/۱۴، ۰/۰۵)	۰/۰۴	۸	۲۷۶۷۵۸	۰/۳۱	۸۴/۹۹
طول سرپستانک	۰/۰۴(−۰/۰۷، ۰/۱۴)	۰/۰۵	۹	۳۴۸۵۴۵	۰/۴۸	۸۸/۹۹
استقرار سرپستانک‌های عقب	−۰/۰۲(−۰/۱۳، ۰/۰۹)	۰/۰۵	۶	۲۴۷۸۶۷	۰/۷۶	۸۶/۹۹
امتیاز حرکتی	−۰/۱۹(−۰/۲۸، −۰/۰۹)	۰/۰۵	۳	۳۷۹۵۴۰	۰/۰۰	۷۵/۹۹
امتیاز وضعیت بدنی	−۰/۳۱(−۰/۴۸، −۰/۱۴)	۰/۰۸	۵	۴۷۵۹۱۷	۰/۰۰	۹۶/۹۹
عرض پستان عقب	۰/۰۲(−۰/۰۰، ۰/۲)	۰/۱۰	۵	۲۶۶۳۲۰	۰/۸۶	۹۶/۹۹

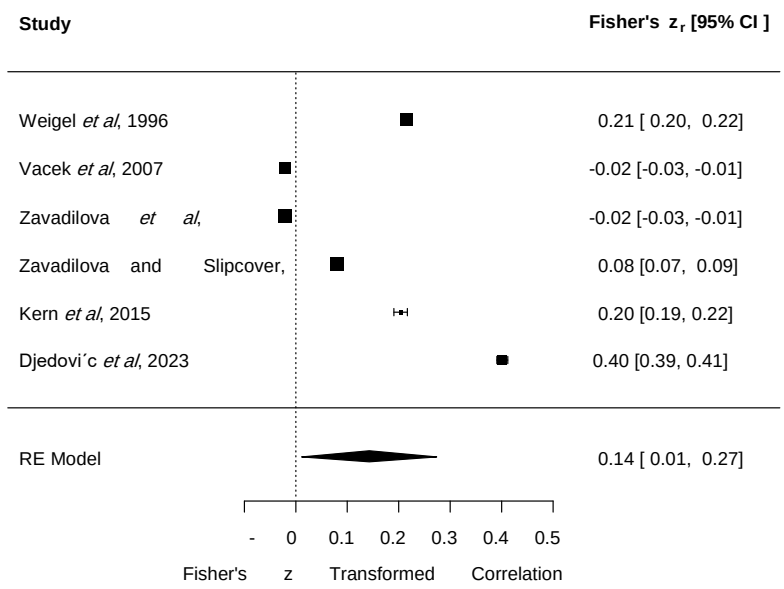
I^2 شاخص ناهمگنی

جدول ٤. خلاصه اثر برآوردهای همبستگی ژنتیکی بین ورم پستان و صفات تیپ

صفات خطی تیپ	خلاصه اثر (فاصله اطمینان ۹۵درصد)	خطای استاندارد	تعداد مطالعه	تعداد گاو	p-value	I^2 (درصد)
زاویه‌داربودن	۰/۱۷(−۰/۰۷، ۰/۴۲)	۰/۱۲	۳	۲۱۹۴۴۵	۰/۱۶	۹۹/۹۷
اتصال پستان جلو	−۰/۱۳(−۰/۲۸، ۰/۰۲)	۰/۰۷	۷	۴۷۱۶۲۶۷	۰/۰۹	۹۹/۹۵
ارتفاع پستان عقب	−۰/۰۰ (−۰/۱۱، ۰/۱۰)	۰/۰۵	۴	۱۰۰۲۲۰	۰/۹۳	۹۹/۵۷
رباط مرکزی	−۰/۱۲(−۰/۲۶، ۰/۰۲)	۰/۰۷	۴	۱۰۰۲۲۰	۰/۰۹	۹۹/۷۵
عمق پستان	−۰/۲۸(−۰/۴۷، −۰/۰۹)	۰/۰۹	۷	۱۶۰۶۵۸	۰/۰۰	۹۹/۹۷
استقرار سرپستانک‌های جلو	−۰/۰۱(−۰/۰۵، ۰/۱۴)	۰/۰۶	۳	۷۰۹۳۶	۰/۸۹	۹۹/۴۱
طول سرپستانک	−۰/۲۳(−۰/۶۸، ۰/۲۳)	۰/۲۳	۴	۱۰۰۲۲۰	۰/۳۳	۹۹/۹۸

I^2 شاخص ناهمگنی

یک روش رایج برای نمایش تجانس داده‌ها در فراتحلیل استفاده از نمودار جنگلی است. در شکل (۱)، نمودار جنگلی همبستگی ژنتیکی بین صفت طول عمر تولیدی با صفت عمق پستان آورده شده است.



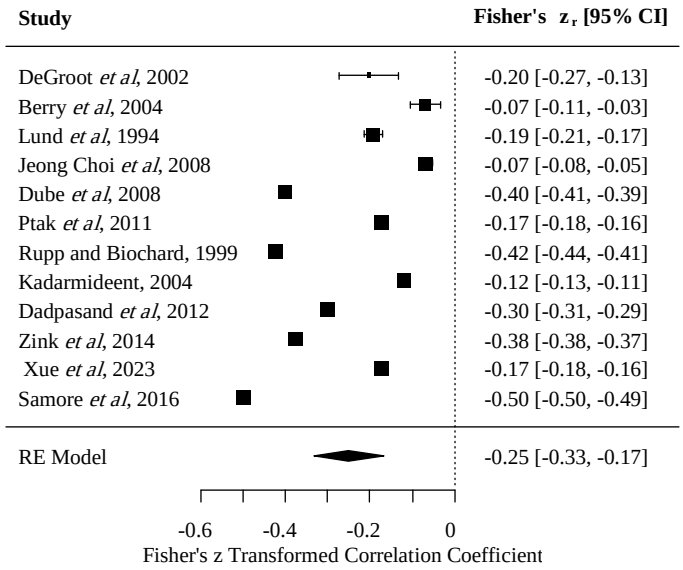
شکل ۱. نمودار جنگلی همبستگی ژنتیکی طول عمر تولیدی با عمق پستان

ستون سمت چپ شکل ۱، بیان‌کننده نام پژوهش‌گران هر مطالعه همراه با سال انتشار است. ستون وسط بیانگر اندازه همبستگی محاسبه شده به‌همراه حدود اطمینان آن‌ها در هر مطالعه (ضریب همبستگی تبدیل‌شده فیشر) است که به‌صورت مربعات توپر و انشعابات کناری آن نشان داده می‌شود. هنگام برآورد اندازه اثر، این مربعات متناظر با وزنی که به هر مطالعه داده می‌شود (که خود تابعی از همبستگی گزارش‌شده در مطالعه، تعداد دام‌های موردمطالعه در آن و هم‌چنین مدل آماری آن می‌باشد) اندازه و جهت متفاوتی روی محور x نسبت به مرکز صفر (با توجه به علامت آن‌ها) دارند. با توجه به این‌که دقت هر مطالعه بیش‌تر تحت تأثیر اندازه نمونه است، مطالعاتی که در آن‌ها از تعداد نمونه بیش‌تری استفاده شده است دقت بیش‌تری داشته و وزن بیش‌تری می‌گیرند. برای اندازه‌گیری اندازه اثر براساس ضریب همبستگی، هرچه مربعات به صفر نزدیک باشند بیان‌کننده همبستگی کم‌تر بین طول عمر تولیدی و عمق پستان در هر یک از مطالعات است.

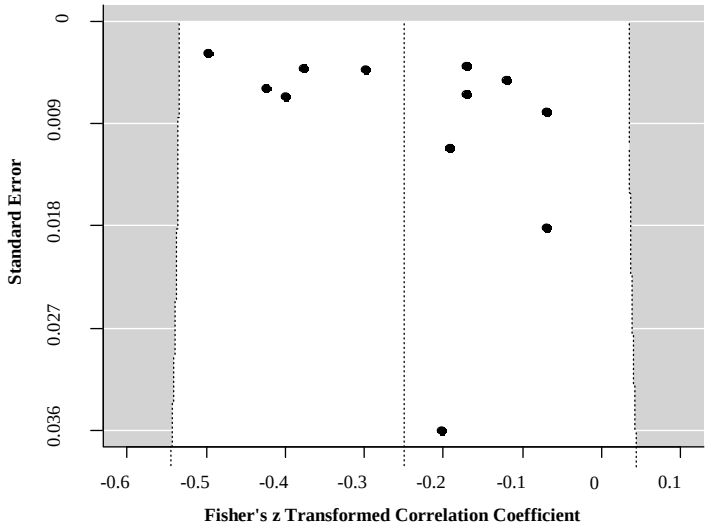
در داخل شکل (۱)، هر مربع نشان‌دهنده اندازه اثر مطالعه مربوطه است و اندازه آن به معنی وزن نسبی آن مطالعه در برآورد خلاصه اثر است. مربعات بزرگ‌تر وزن بیش‌تری دارند. حدود بالا و پایین خط متصل به هر مربع فاصله اطمینان ۹۵ درصد مربوط به هر اندازه اثر است. لوزی پایین شکل، فاصله اطمینان ۹۵ درصد را برای خلاصه اثر همبستگی ژنتیکی امتیاز سلول‌های سوماتیک با عمق پستان نشان می‌دهد. ستون سمت راست مقادیر عددی متناظر با مربعات و انشعاب آن‌ها (فاصله اطمینان ۹۵درصد) در هر مطالعه را نشان می‌دهد.

در مطالعه Vacek و همکاران (۲۰۰۶) و Zavadilova و همکاران (۲۰۰۹)، ضرایب همبستگی‌های ژنتیکی گزارش شده بین طول عمر تولیدی با عمق پستان به‌ترتیب ۰/۰۲۱- و ۰/۰۲- در دامنه منفی نمودار، و مقادیر مربوطه در مطالعات Weigel و همکاران (۱۹۹۶)، Zavadilová & Stipkova (۲۰۱۲)، Kern و همکاران (۲۰۱۵)، Wasana و همکاران (۲۰۱۵) و Djedovi’c و همکاران (۲۰۲۳) به‌ترتیب ۰/۲۱، ۰/۰۸، ۰/۲، ۰/۱۷، ۰/۳۸ در دامنه مثبت نمودار قرار گرفته‌اند.

ستون سمت راست که شامل فاصله اطمینان ۹۵ درصد اندازه اثر هر مطالعه است، نشان می‌دهد اندازه اثر در آن مطالعه با چه دقتی برآورد شده است. همان‌طورکه در این شکل مشخص است، فاصله اطمینان در هیچ‌یک از مطالعات شامل صفر نیست، یعنی تمام مطالعات در سطح زیر ۰/۰۵ معنی‌دار هستند. ردیف آخر این نمودار، که شامل یک لوزی توپر است نشان می‌دهد خلاصه اثر ضریب همبستگی ژنتیکی عمق پستان با طول عمر تولیدی ۰/۱۴ (p ≤۰/۰۰۰۱) است. هم‌چنین در شکل (۲) نمودار جنگلی همبستگی ژنتیکی امتیاز سلول‌های سوماتیک با عمق پستان و در شکل (۳)، نمودار قیفی همبستگی ژنتیکی امتیاز سلول‌های سوماتیک با صفت عمق پستان آورده شده است. توضیحات ارائه‌شده در رابطه با شکل (۱) برای شکل (۲) نیز، حسب مورد قابل‌تعمیم است.



شکل ۲. نمودار جنگلی همبستگی ژنتیکی امتیاز سلول‌های سوماتیک با عمق پستان



شکل ۳. نمودار قیفی همبستگی ژنتیکی امتیاز سلول‌های سوماتیک با صفت عمق پستان. در این نمودار، محور y نشان‌دهنده خطای استاندارد اندازه اثرها و محور x نشان‌دهنده اندازه اثر هر مطالعه است.

۴. بحث

انتخاب برای تولید شیر زیاد، طول عمر تولیدی گاوهای شیری را کم می‌کند (Djedovi´c *et al*., 2023). عرض قفسه سینه نشان‌دهنده حجم قفسه سینه است. این صفت در ارزیابی گاوهای شیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا اندام‌های حیاتی قلب و شش در قفسه سینه قرار داشته و عرض سینه بیش‌تر نشان‌دهنده فضای کافی قفسه سینه و کارکرد بهتر قلب و شش است. Zavadilová & Stipkova (۲۰۱۲) گزارش کردند که عرض قفسه سینه همبستگی ژنتیکی منفی با صفات طول عمر (طول عمر تولیدی ۰/۱۵-، تعداد دوره‌های شیردهی ۰/۰۸-، طول عمر تولیدی به‌عنوان طول عمر عملکردی ۰/۰۸-، تعداد دوره‌های شیردهی به‌عنوان طول عمر عملکردی ۰/۰۴-) دارد. Kern و همکاران (۲۰۱۵)، همبستگی ژنتیکی منفی بین عرض قفسه سینه و صفات طول عمر (کل تولید شیر در تمام دوره‌های شیردهی ۰/۱۹-، تعداد دوره‌های شیردهی ۰/۲۳-، تعداد کل روزها طی تمام دوره‌های شیردهی۰/۲۷-، زمان بین تولد و آخرین رکورد شیردهی ۰/۲۱-، زمان بین زایش تا آخرین رکورد شیردهی (ماه) ۰/۲۰-) گزارش کردند. Vacek و همکاران (۲۰۰۶) با برآورد همبستگی ژنتیکی عرض قفسه سینه با طول عمر تولیدی به میزان ۰/۰۰۲ گزارش کردند عرض قفسه سینه رابطه خطی با صفات طول عمر تولیدی ندارد و بیش‌ترین طول عمر تولیدی مختص گاوهایی است که عرض قفسه سینه و عمق بدن آن‌ها کوچک‌تر از اندازه معمول است. Djedovi'c و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند عرض قفسه سینه همبستگی ژنتیکی منفی با صفات طول عمر (طول عمر تولیدی ۰/۲۷-، تولید شیر تمام عمر ۰/۰۲- و تعداد دوره‌های شیردهی ۰/۰۵-) دارد.

در مطالعه Djedovi'c و همکاران (۲۰۲۳) همبستگی ژنتیکی بین رباط مرکزی با هر یک از صفات طول عمر تولیدی ۰/۱۵، کل تولید شیر در طی عمر ۰/۱۹ و تعداد دوره‌های شیردهی ۰/۰۳ گزارش شده است. هم‌چنین، Djedovi'c و همکاران (۲۰۲۳)، همبستگی ژنتیکی بین عمق پستان با هریک از صفات طول عمر نام‌برده را به‌ترتیب ۰/۳۸، ۰/۱۶ و ۰/۱۵ گزارش کردند. Weigel و همکاران (۱۹۹۶)، همبستگی ژنتیکی بین طول عمر تولیدی را با رباط مرکزی ۰/۲۸ و با عمق پستان ۰/۲۴ گزارش کردند. در مطالعه ایشان، صفات پستان، بیش‌ترین همبستگی را با طول عمر تولیدی داشتند. صفات پستان بیش‌تر به‌دلیل ایجاد استعداد آلودگی به جراحات، عفونت‌ها و ورم پستان، نقش مهمی در تصمیم‌گیری‌ها برای حذف گاوها دارند. با توجه به این‌که داده‌های مربوط به تولید و صفات تیپ در اوایل زندگی موجود هستند و نیز به این دلیل که این صفات وراثت‌پذیری بیش‌تری نسبت به صفات حذف گاوها دارند، صفات تیپ و تولید می‌توانند اطلاعات بیش‌تری در مورد شایستگی ژنتیکی طول عمر برای بسیاری از گاوهای نر تحت آزمون فراهم سازند (Weigel *et al*., 1996).

Kern و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند از بین صفات پستان، عمق پستان بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی را با صفات طول عمر شامل کل تولید شیر در تمام دوره‌های شیردهی ۰/۲۰، تعداد دوره‌های شیردهی ۰/۱۷، تعداد کل روزها طی تمام دوره‌های شیردهی ۰/۲۰، زمان بین تولد و آخرین رکورد شیردهی ۰/۲۴ و زمان بین زایش تا آخرین رکورد شیردهی (ماه) ۰/۳۱ دارد.

ارزیابی ساختار پستان و اهمیت نسبی که به هر صفت سیستم پستانی داده می‌شود طی سال‌ها تصحیح شده است (Getu & Misganaw, 2015). هرگونه بحث در مورد ساختار پستان باید شامل توصیف کاملی از ساختار رباط مرکزی پستان باشد، زیرا این اتصال به دیواره شکمی و کف لگن برای سلامت پستان و طول عمر گاو شیری بسیار مهم است. شکل خارجی پستان و موقعیت آن بستگی به رشد و قدرت ساختار رباط مرکزی دارد که مسئول اتصال پستان به دیواره شکمی و کف لگن می‌باشد (Getu & Misganaw, 2015).

در گاوهای وحشی، پستان در موقعیت قدامی‌تر قرار داشته و تنها به دیواره شکمی متصل بوده است (تقریباً مشابه با پستان آهو یا گوزن). شکل پستان، محل و قدرت اتصالات آن، ارثی هستند. وراثت‌پذیری صفات پستان بین ۰/۱۴ تا ۰/۴۲ برآورد شده است (Getu & Misganaw, 2015). بنابراین، با انتخاب ژنتیکی می‌توان ساختار آناتومی پستان گاو را تغییر داد. انتخاب برای افزایش تولید شیر سبب شده است تا اندازه و حجم پستان افزایش یابد. در نتیجه مرکز ثقل پستان به سمت دم یا قسمت پشتی حیوان تغییر جهت داده است و ساختار رباط مرکزی پستان به‌وسیله تاندون سمفیزیال[1]، با بافت حمایتی اضافی به کف لگن متصل است (Getu & Misganaw, 2015)، ارزیابی خصوصیات آناتومی بنیادی مانند عمق پستان و قدرت اتصال پستان، رشد عملکرد چشم‌گیر پستان را آسان کرده است تا استرس تولید بالا را برطرف کند. در صنعت دامپروری، عمق پستان خیلی کم و خیلی زیاد مطلوب نیست. عمق پستان خیلی کم نشان‌دهنده توان تولید شیر کم‌تر است. پستان با عمق زیاد نیز در معرض جراحت و ورم پستان قرار می‌گیرد (Getu & Misganaw, 2015). در مطالعات تعدادی از پژوهش‌گران گزارش شده است که عمق پستان رابطه ژنتیکی مثبت با صفات طول عمر دارد، یعنی پستان با ارتفاع بیش‌تر، با طول عمر بیش‌تر ارتباط دارد (Kern *et al.*, 2015; Zavadilová & Stipkova, 2012).

Rogers و همکاران (۱۹۹۸) پس از تصحیح برای تولید شیر و حذف در اولین دوره شیردهی، همبستگی ژنتیکی بین طول عمر تا ۴۸ ماه را با عمق پستان ۰/۲۴ گزارش کردند. Sewalem و همکاران (۲۰۰۸) با انجام آنالیز بین صفات تیپ و بقای عمکلردی در گاوهای هلشتاین کانادا با استفاده از مدل مخاطرات نسبی ویبول گزارش کردند، صفات پستان از جمله اتصال پستان جلو و عمق پستان به‌عنوان مهم‌ترین صفات سیستم پستانی، بیش‌ترین ارتباط را با بقای عملکردی گاوها دارند.

در مطالعه Wu (۲۰۰۷)، صفات قد، عرض قفسه سینه، زاویه لگن، عرض لگن، زاویه پا، نمای خلفی پاهای عقب، اتصال پستان جلو، اتصال پستان عقب، عمق پستان، استقرار سرپستانک‌ها و رباط مرکزی، همگی همبستگی ژنتیکی مثبتی با طول عمر داشتند و برای انتخاب صفات طول عمر مناسب هستند. از میان این صفات، زاویه پا و عرض لگن بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی را با طول عمر تولیدی گاوها داشتند. برعکس، Vaceck و همکاران (۲۰۰۶) همبستگی ژنتیکی منفی قابل‌توجهی میان طول عمر تولیدی و طول سرپستانک ۰/۰۵۸-، عمق پستان ۰/۰۲۱-، نمای کناری پاهای عقب ۰/۰۷۵- و زاویه لگن ۰/۰۶۱- گزارش کردند. Hu و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند طول عمر همبستگی ژنتیکی بالایی با صفات سیستم شیردهی، همبستگی ژنتیکی کم بین سم و پا و همبستگی ژنتیکی کم یا متوسط با صفات بدن دارد. این تفاوت‌ها میان مطالعات ممکن است به‌دلیل نیازهای پرورشی مختلف، اندازه گله، سطح ژنتیکی، تعریف طول عمر و مدل‌های آماری مورداستفاده در مطالعه طول عمر گاوهای شیری در کشورهای مختلف باشد (Hu *et al.*, 2021).

در سراسر جهان، دامداران علاقه دارند تا طول عمر گاوهای شیری را با یافتن امتیاز ایده‌آل برای هر صفت تیپ و با بررسی همبستگی بین این صفات و طول عمر بهبود بخشند (Hu *et al.*, 2021). بنابراین صفات تیپ، صفات غیرمستقیم ایده‌آلی برای انتخاب و افزایش طول عمر گاوهای شیری هستند. برای انجام دقیق‌تر ارزیابی‌های ژنتیکی آتی، یک مرحله مهم، درک رابطه بین طول عمر تولیدی و پیش‌بینی‌کننده‌های بالقوه در اوایل زندگی، مانند ارزیابی صفات تیپ است.

برخی مطالعات پیشنهاد می‌کنند که انتخاب غیرمستقیم برای صفات تیپ پستان مانند اندازه و استقرار سرپستانک‌ها و SCS، می‌تواند به کاهش SCS شیر و امکان ابتلا به ورم پستان کمک کند (Rogers *et al.*, 1998). در گاوهای هلشتاین هلند، همبستگی ژنتیکی میانگین SCS طی سه دوره شیردهی با عمق پستان و اتصال پستان جلو به‌ترتیب ۰/۳۵ و ۰/۳۰

1. Symphysial

گزارش شده است، حال آنکه ضریب همبستگی در مورد طول سرپستانک، مقدار کم (۰/۱۵-) بوده است (Dadpasand *et al*., 2012). در بین جمعیت‌ها و نژادهای مختلف گاو شیری، همبستگی‌های ژنتیکی قوی SCS با عمق پستان، عرض پستان عقب، و اتصال پستان جلو گزارش شده است (Dadpasand *et al*., 2012).

مهم‌ترین صفت تیپ در تعیین مقاومت گاوهای شیری به ورم پستان، عمق پستان است (Govignon-Gion *et al*., 2016). تولید شیر، عمق پستان و ورم پستان هر سه باهم ارتباط دارند و رابطه بین ورم پستان و عمق پستان می‌تواند تا حدودی به‌وسیله رابطه معکوس بین تولید شیر و عمق پستان و رابطه معکوس بین ورم پستان و تولید شیر بیان شود. گاوهای نری که قادر به انتقال پتانسیل ژنتیکی تولید شیر بیش‌تری هستند، دخترانشان به سمت داشتن پستان‌های عمیق‌تر تمایل دارند و ورم پستان بیش‌تری را تجربه می‌کنند (Rogers *et al*., 1998). بنابراین، می‌توان تصور کرد که رابطه بین عمق پستان و ورم پستان در اصل نتیجه رابطه بین تولید شیر و دو صفت باشد. یعنی پستان عمیق و وقوع بیش‌تر ورم پستان‌های بالینی می‌توانند نتیجه استرس شیردوشی سنگین باشند. پستان‌هایی که نزدیک‌تر به سطح زمین هستند بیش‌تر در معرض باکتری‌های بیماری‌زا قرار می‌گیرند و احتمالاً آسیب وارده به آن‌ها بیش‌تر است (Rogers *et al*., 1998). علاوه براین، گاوهای نری که دخترانشان پستان‌های بسیار کم‌عمقی دارند که محکم به دیواره شکمی متصل هستند نرخ ورم پستان کم‌تری را تجربه می‌کنند. پستان کم‌عمق با اتصال قوی، لازمه کاهش وقایع ورم پستان در گاوهای شیری است (Perez-Cabal & Charfeddine, 2013; Rupp & Boichard, 1999). بنابراین، صفات تیپ (به‌ویژه صفات پستان) می‌توانند به‌عنوان صفات نشانه در پیش‌بینی ژنتیکی مقاومت به ورم پستان، در شاخص انتخاب گنجانده شوند.

نتیجه آزمون I^2 همراه با معنی‌داری آماری، بیان‌کننده بیش‌ترین سطح ناهمگنی (بیش از ۹۹درصد) میان مطالعات بود. به این معنی که اندازه اثر از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر متغیر است، که این موضوع با توجه به متغیربودن شرایط مطالعات از نظر مدل آماری، حجم داده‌های مورداستفاده، سطح ژنتیکی و غیره، از قبل قابل پیش‌بینی بود.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تمام صفات تیپ که همبستگی ژنتیکی بالایی با هر یک از صفات مهم اقتصادی موردبررسی در این مطالعه (طول عمر تولیدی، امتیاز سلول‌های سوماتیک و ورم پستان) دارند، بسته به اندازه همبستگی آن‌ها، می‌توانند به‌عنوان صفات شاخص در بهبود درآمد گاوهای شیری استفاده شوند. رباط مرکزی، عمق پستان و امتیاز وضعیت بدنی به‌عنوان مهم‌ترین صفات تیپ به‌ترتیب که بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی را با طول عمر تولیدی، ورم پستان بالینی و امتیاز سلول‌های سوماتیک داشتند، شناخته شدند. سلامت سیستم پستان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گروه صفات تیپ اقتصادی در پرورش گاوهای شیری باید موردتوجه قرار گیرد. برآوردهای به‌دست‌آمده از فراتحلیل همبستگی‌های ژنتیکی صفات تیپ با طول عمر تولیدی، امتیاز سلول‌های سوماتیک و ورم پستان حاکی از این است که استفاده از این صفات می‌تواند نقش مؤثرتری در شاخص انتخاب چندصفته جمعیت گاوهای شیری داشته باشد. گاوها با دست‌یابی به امتیازهای ایده‌آل صفات تیپ، می‌توانند طول عمر طولانی، تولید شیر بیش‌تر و باروری بهتری داشته باشند. برآورد همبستگی بین صفات و استفاده از این اطلاعات می‌تواند کاربردهای زیادی از جمله کمک به برنامه‌ریزی‌های مدیریتی در گاوداری‌ها و به‌عنوان پیشین[1] برای آنالیز ژنتیکی چند صفته توسط پژوهش‌گران و پیش‌بینی پاسخ به انتخاب همبسته صفات داشته باشد. با توجه به این‌که صفات تیپ ارزش اقتصادی مستقیم ندارند نتایج این مطالعه می‌تواند در برآورد ارزش‌های اقتصادی صفات تیپ در شاخص‌های مطلوب برای سامانه‌های مختلف، به‌طور غیرمستقیم مؤثر واقع شود.

1. Prior

۶. مشارکت نویسندگان

ثریا رفیعی: بررسی سامانه‌های جستجوگر و گردآوری مقالات و اطلاعات، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیشنویس مقاله.

علی صادقی سفیدمزگی: استاد راهنمای پایان نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، سیدرضا میرائی آشتیانی: استاد راهنمای پایان نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح. بازبینی و نهایی سازی مقاله.

حسن مهربانی یگانه: استاد مشاور پایاننامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و اعلام نظر در بازبینی مقاله.

۶. ملاحظات اخلاقی

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

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم دامداری چالتاسیون، تلیسه اصیل جهان، شرکت دامپروری صنعتی قدس رضوی و شرکت سولیکوی کاله که داده‌های آن‌ها مورداستفاده قرار گرفته است، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۹. منابع

رفیعی، ثریا؛ میرائی آشتیانی، سید رضا؛ صادقی سفیدمزگی، علی و مهربانی یگانه، **حسن** (۱۴۰۳). همبستگی ژنتیکی صفات تولیدی با صفات تیپ در گاوهای هلشتاین: یک مطالعه فرا–تحلیل. نشریه علوم دامی ایران. پذیرفته شده برای چاپ.

References

Borenstein, M. (2009). Effect sizes for continuous data. *The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*, 2nd edition, pp. 221-235. Russell Sage Foundation, New York.

Choi, T. J., Seo, K. S., Kim, S., Park, B. H., Choi, J. K., Yoon, H. P., Na, S. H., Son, S. K., Kwon, O. S., & Cho, K. H. (2008). Relationship of somatic cell score and udder type traits of Holstein cattle. *Journal of Animal Science & Technology*, 50(3) 285~292, 2008.

Dadpasand, M., Zamiri, M. J., Atashi, H., & Akhlaghi, A. (2012). Genetic relationship of conformation traits with average somatic cell score at 150 and 305 days in milk in Holstein cows of Iran. *Journal of Dairy Science*, 95, 7340-7345.

de Haas, Y., Janss, L.L., & Kadarmideen, H.N. (2007) Genetic and phenotypic parameters for conformation and yield traits in three Swiss dairy cattle breeds. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124, 12-19.

Djedovi´c, R., Vukasinovic, N., Stanojevi´c, D., Bogdanovi´c, V., Ismael, H., Jankovi´c, D., Gligovi´c, N., Brka, M., & Štrbac, L. (2023). Genetic parameters for functional longevity, type traits, and production in the Serbian Holstein. *Animals, 13*, 534. https://doi.org/10.3390/ani13030534.

Duffield, T. F., Rabiee, A. R., & Lean, I. J. (2008). A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. *Journal of Dairy Science*, 91, 1334-1346.

Fleiss, J.L., & Berlin, J.A. (2009). Effect sizes for dichotomous data. *The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis*, 2nd edition, pp. 237-253. Russell Sage Foundation, New York.

Getu, A., & Misganaw, G. (2015). The role of conformational traits on dairy cattle production and their longevities. *Open Access Library Journal*, 2(3), 7.

Govignon-Gion, A., Dassonneville, R., Baloche, G., & Ducrocq, V. (2016). Multiple trait genetic evaluation of clinical mastitis in three dairy cattle breeds. *Animal*, 10(4), 558-565. doi:10.1017/ S1751731115002529.

Higgins, J.P., Thompson, S.G., Deeks, J.J., & Altman, D.G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, 327, 557-560.

Hu, H., Mu, T., Yanfen Ma,Y., Wang, X.P., & Ma, Y. (2021). Analysis of longevity traits in Holstein cattle: A review. *Frontiers in Genetics*. doi: 10.3389/fgene.2021.695543.

Jagusiak, W., Ptak, E., Otwinowska-Mindur, A., & Zarnecki, A. (2023). Genetic relationships of body condition score and locomotion with production, type and fertility traits in Holstein-Friesian cows. *Animal*. (17), 100816.

Kern, E.L., Cobuci, J.A., Costa, C.N., McManus, C.M., & Neto, J.B. (2015). Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. *Scienta Agricola*, 72, 203-209.

Lund, T., Miglior, F., Dekkers, J. C. M., & Burnside, E. B. (1994). Genetic relationships between clinical mastitis, somatic cell count and udder conformation in Danish Holsteins. *Livestock Production Science*, 39, 243-251.

Nasrollahi, S. M., Imani, M., & Zebeli, Q. (2015). A meta-analysis and meta-regression of the effect of forage particle size, level, source, and preservation method on feed intake, nutrient digestibility, and performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98, 8926-8939. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9681.

Pérez-Cabal, M. A., & Charfeddine, N. (2013). Genetic relationship between clinical mastitis and several traits of interest in Spanish Holstein dairy cattle. *Interbull bulletin*, NO. 47. Nantes, France, 23 – 25.

Rabiee, A. R., & Lean, I. J. (2013). The effect of internal teat sealant products (Teatseal and Orbeseal) on intramammary infection, clinical mastitis, and somatic cell counts in lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 96, 6915-6931.

Rafiei, S., Miraei Ashtiani, S.R., Sadeghi Sefidmazgi, A., & Mehrabani-Yeganeh, H. (2024). Correlation of production traits with linear type traits in Holstein cows: A meta-analysis. *Iranian Journal of Animal Science*, Accepted for Publication. (In Persian)

Rogers, G. W., Banos, G., Sander Nielsen, U., & Philipsson, J. (1998). Genetic correlations among somatic cell scores, productive life, and type traits from the United States and udder health measures from Denmark and Sweden. *Journal of Dairy Science*, 81, 1445-1453.

Rupp, R., & Boichard, D. (1999). Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits, and milking ease in first lactation Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 82, 2198-2204.

Sadeghi-Sefidmazgi, A., Moradi-Shahrbabak, M., Nejati-Javaremi, A., Miraei-ashtiani, S. R., & Amer, P. R. (2012). Breeding objectives for Holstein dairy cattle in Iran. *Journal of Dairy Science*, 95, 3406-3418.

Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G. J., Sullivan, P., & Doormaal, B. J. V. (2008). Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 91, 1660-1668. doi: 10.3168/jds.2007-0178.

Sørensen, M. K., Jensen, J., & Christensen, G. (2000). Udder conformation and mastitis resistance in Danish first-lactation cows: heritabilities, genetic and environmental correlations. *Journal of Animal Science*, 50, 72-82.

Vacek, M., Stípková, M., N˘emcová, E., & Bouška, J. (2006). Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, 51, 327-333.

Vries, A. D., & Marcondes, M. I. (2020). Review: overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*, 14, s155–s164. doi: 10.1017/S1751731119003264.

Wasana, N., Cho, G., Park, S., Kim, S., & Choi, J. (2015). Genetic relationship of productive life, production and type traits of Korean Holsteins at early lactations. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 28 (9), 1259-1265.

Weigel, D. J., Cassell, B. G., Hoeschele, I., & Pearson, R. E. (1996). Multiple-trait prediction of transmitting abilities for herd life and estimation of economic weights using relative net income adjusted for opportunity cost. *Journal of Dairy Sciences*, 78, 639-647.

Wu, H. C. (2007). *Relationships Between Body Type Score and FHL, 305 Milk, CI in Holstein Cow*. Master Thesis/Dissertation. Shandong: Shandong Agricultural University.

Xue, X., Hu, H., Zhang, J., Ma, Y., Han, L., Hao, F., Jiang, Y., & Ma, Y. (2023). Estimation of genetic parameters for conformation traits and milk production traits in Chinese Holsteins. *Animals*, 13, 100. https://doi.org/10.3390/ani13010100.

Zavadilová, L., Němcová, E., Štípková, M., & Bouška, J. (2009). Relationships between longevity and conformation traits in Czech Fleckvieh cows. *Czech Journal of Animal Science*, 54(9), 387-394.

Zavadilová, L., & Stipkova, M. (2012). Genetic correlations between longevity and conformation traits in the czech Holstein population. *Czech Journal of Animal Science*, 57, 125-136. doi: 10.17221/5566-CJAS.

Zink, V., Zavadilová, L., Lassen, J., Štípková, M. ,Vacek, M., & Štolc, L. (2014). Analyses of genetic relationships between linear type traits, fat-to-protein ratio, milk production traits, and somatic cell count in first-parity Czech Holstein cows. *Czech Journal of Animal Science*, 59(12), 539-547.

Zotto, R. D., Carnier, P., Gallo, L., Bittante, G., & Cassandro, M. (2007). Genetic relationship between body condition score, fertility, type and production traits in Brown Swiss dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 4(3), 30-37.