Correlations among production and linear type traits in Holstein cows: A meta-analysis study

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received:

Received:

Accepted:

Published online:

Keywords:

Holstein Cow,

Meta-analysis,

Production Traits,

Type Traits,

ABSTRACT

The objective of this research was estimation of genetic correlations between production and linear type traits in Holstein cows, through a meta-analysis study. Using a systematic search of the literature, we found 27 papers in which the estimation of genetic correlations among production and type traits were reported. On the whole, the published data had been recorded from 1407598, 1252515 and 1159124 animals, respectively corresponded to milk yield, fat and protein content. Analyses were performed by using the metafor-package of R environment. The obtained results showed that there are low to moderate genetic correlations among production and type traits. Milk yield showed higher genetic correlation with angularity 0.36, body condition score -0.31, udder depth -0.30, and rear udder width 0.26. Fat content also was genetically correlated with angularity 0.39 and body condition score -0.25. In addition, protein content had high genetic correlation with angularity 0.46, rear udder width 0.39, udder depth -0.29, and rump angle 0.28. According to the meta-analysis, angularity was distinguished as a main type trait that displayed the highest genetic correlation with production traits. Test of heterogeneity (I^2 statistics) indicated that there was significant heterogeneity (variance among studies) at the highest level (more than 99%). All type traits which had high genetic correlation with production traits would be recommended for being used as indicator traits of production by virtue of the size of their correlations with production traits. Results of this study can be used for estimating of type traits economic values in Holstein cow's selection indices.

Cite this article:
http//doi.org/000000000000000000

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/00000000000000000000

Extended Abstract

Introduction

Linear type traits could be appropriate indirect indicators of production performance of dairy cows and might be used to describe milk yield and composition. Cows might reach to high productive length and milk yield based on their ideal scores of type traits. In some countries, selection indices have focused on breeding goals including production (especially protein and fat content and percent) longevity, mammary system health, linear type and reproduction traits. In dairy industry, type traits have indirect economic values due to genetic correlation with production traits. Thus, we can estimate the type traits' economic values through reaching genetic correlation coefficients data published in conducted independent studies. Meta-analysis procedure as a statistical tool is used to combine quantitative results of the previous researches, analyze data and summarize the results. Therefore, the main object of this present study was meta-analysis of genetic correlation among production traits (milk yield, fat content and protein content) with type traits in Holstein cows.

Materials and Methods

In order to perform a systematic search of the literature across a wide variety of sources, we used key words "genetic correlation", "type traits", "production traits", "Holstein cow" with Google Scholar search engine. After excluding inappropriate studies, finally we came up with 27 papers conducted in relation to estimate genetic correlation among production traits and type traits in first parity Holstein cows. Number of cows for milk yield, fat content, and protein content were 1407558, 1252515, and 1159124, respectively. Analyses were performed using "metafor" package in R environment. We used random model to estimate effect size, 95% confidence interval, and statistical significance of the effect sizes. In a meta-analysis study, I^2 statistic (with a range of 0% to 100%) estimates how much of the total variability in the observed effect sizes can be attributed to heterogeneity among the studies (not chance).

Results and discussion

The obtained results showed that the linear type traits with higher genetic correlations with milk yield were

angularity 0.36, body condition score -0.31, udder depth -0.30, and rear udder width 0.26. Furthermore, fat content was most highly genetically correlated with angularity 0.39 and body condition score -0.25. The largest genetic correlation of protein content was estimated with angularity 0.46. The next leading genetic correlations of protein content were rear udder width 0.39, udder depth -0.29, and rump angle 0.28. Test of heterogeneity (I^2 statistics) indicated that there was significant heterogeneity (variance among studies) at the highest level (more than 99%). Results of this study might be applicable to estimation of type traits' economic values of Holstein cow's selection indices.

Conclusion

Generally, the meta-analysis on the correlations among production and linear type traits clarified that angularity, body condition score, udder depth, rear udder width and rump angle were of main importance, considering the genetic correlation **among** production and linear type traits. Cows can produce higher amount of milk and spend higher productive period when they have achieved the ideal scores of type traits. The findings of this study could be used in estimation of type traits' economic values to be included in selection index in order to select relatively higher producing cows.

ویراستاری نشده

همبستگی ژنتیکی بین صفات تولیدی و صفات تیپ در گاوهای هلشتاین: یک مطالعه فراتحلیل

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
تاریخ بازنگری:
تاریخ پذیرش:
تاریخ انتشار:

کلیدواژه‌ها:
صفات تیپ، صفات تولیدی، فراتحلیل، گاو هلشتاین.

چکیده

هدف پژوهش کنونی، بررسی ارتباط صفات تولیدی (تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین) با صفات تیپ در گاوهای هلشتاین از طریق اجرای فراتحلیل بود. فراتحلیل روشی آماری است که برای ترکیب و خلاصه کردن نتایج کمی تحقیقات پیشین استفاده می‌شود. با استفاده از جستجوی منظم، تعداد ۲۷ مطالعه در زمینه همبستگی ژنتیکی بین صفات تولیدی و صفات تیپ، بررسی و استفاده شد، که از اطلاعات تعداد ۱۴۰۷۵۵۸، ۱۲۵۲۵۱۵ و ۱۱۵۹۱۲۴ گاو به ترتیب برای تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین، در این فراتحلیل استفاده شد. از پکیج metafor در محیط R استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که صفات تولیدی ضرایب همبستگی ژنتیکی پایین تا متوسط با هر یک از صفات تیپ داشتند. تولید شیر، بیشترین همبستگی ژنتیکی را با زاویه‌دار بودن ۰/۳۶، امتیاز وضعیت بدنی ۰/۳۱-، عمق پستان ۰/۳۰- و عرض پستان عقب ۰/۲۶ داشت. بیشترین همبستگی ژنتیکی بین مقدار چربی با زاویه‌دار بودن ۰/۳۹ و امتیاز وضعیت بدنی ۰/۲۵- وجود داشت. همچنین بیشترین همبستگی ژنتیکی مقدار پروتئین با زاویه‌دار بودن ۰/۴۶، عرض پستان عقب ۰/۳۹، عمق پستان ۰/۲۹- و زاویه کپل ۰/۲۸ برآورد شد. زاویه‌دار بودن به عنوان مهمترین صفت تیپ که بالاترین همبستگی ژنتیکی را با صفات تولیدی داشت، شناخته شد. آماره ناهمگنی I^2 (میزان واریانس میان مطالعات) در بیشترین سطح (بیشتر از ۹۹٪) معنی‌دار بود. نتایج این پژوهش می‌تواند در برآورد ارزش‌های اقتصادی صفات تیپ جهت ایجاد شاخص ملّی برای گاوهای هلشتاین مورد استفاده قرار گیرند.

استناد:
DOI: http//doi.org/0000000000000000000000000

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/0000000000000000000000000

ری نشده

مقدمه

مهمترین هدف انتخاب در گاوهای شیری در بیشتر کشورهای جهان، افزایش تولید شیر است؛ زیرا گاوهای پُرتولید معمولاً سودآوری بیشتری دارند. این سودمندی، همزمان با حفظ سلامت و عملکرد اندام‌های بدن، در دوره‌های شیردهی اوّلیّه بیشتر هم خواهد شد (Misztal *et al.*, 1992). به‌طور سنتی، بیشتر دامداران، شایستگی‌های ژنتیکی گاوهای شیری را بر اساس ساختار بدن، قضاوت می‌کنند (Dahiya *et al.*, 2006). از آنجا که پرورش دهندگان گاو شیری از دیرباز بر این باور بودند که صفات تیپ، شاخص‌های غیرمستقیم خوبی از عملکرد گاوهای شیری می‌باشند، ارزیابی مورفولوژیکی یک اقدام معمول در بیشتر برنامه‌های بهبود عملکرد گلّه گاوهای شیری است (Xue *et al.*, 2023). در گلّه‌های تجاری، صفات تیپ به خاطر همبستگی با تولید، تولیدمثل، ورم پستان و طول عمر گاوهای شیری، ارزش اقتصادی غیر مستقیمی برای دامدار دارند (Xue *et al.*, 2023).

صفات خطّی تیپ به صورت بخش‌های بدنی یک گاو شیری تعریف می‌شوند که آن را قادر به تولید شیر می‌کند (Guler *et al.*, 2019) و می‌توانند برای تعریف خصوصیات شیرواری[1] یک گاو مورد استفاده قرار گیرند (Dubey *et al*, 2014). هدف از ارزیابی خطّی صفات تیپ، توصیف ظاهر گاوهای شیری براساس درجه‌ی هر صفت یا یک مقیاس خطّی است. در این ارزیابی، هر صفت، به‌طور انفرادی، اندازه‌گیری می شود که توصیف کننده سطح بیان صفت، بدون دخالت نظر شخصی در ارزیابی است (Ismael *et al.*, 2021). افراد متخصّص، صفات تیپ را بر اساس کران‌های زیستی بر مبنای مقیاس خطّی از ۱ تا ۹ ثبت می‌کنند (برای مثال در مورد قد، ۱ بسیار کوتاه و ۹ بسیار بلند است) (Hu *et al.*, 2021; Royal *et al.*, 2002). زمانی که گاوها بیشترین طول عمر تولیدی[2] و بیشترین تولید شیر را دارند، در حقیقت، به امتیاز بهینه دست یافته‌اند (Hu *et al.*, 2021). با رتبه‌بندی حیوانات براساس مطلوبیّت صفات تیپ، والدین نسل بعد انتخاب می‌شوند (Ismael *et al.*, 2021).

صفات تیپ وراثت‌پذیری متوسط به بالا دارند، اندازه‌گیری آنها کم-هزینه است و به دلیل همبستگی با تولید، تولیدمثل، ورم پستان و طول عمر گاوهای شیری، ارزش اقتصادی غیر مستقیم دارند (Xue *et al.*, 2023). از اینرو می‌توانند در برنامه‌های انتخاب ژنتیکی و تشکیل شاخص انتخاب گنجانده شوند (Zink *et al.*, 2011; Campos *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2014). انتخاب براساس صفات تیپی که همبستگی ژنتیکی مثبتی با تولید شیر دارند می‌تواند منجر به پیشرفت ژنتیکی بیشتر در تولید شیر نسبت به انتخاب تنها برای تولید شیر شود (Getu & Misganaw, 2015).

خصوصیات شیردهی و بیشتر صفات پستانی، بیشترین ارتباط را با تولید شیر دارند و این صفات می‌توانند در انتخاب گاوهای ممتاز به عنوان نشانه عمل نمایند (Togla *et al.*, 2021). متخصّصین، گاوهای پرتولید را بسیار زاویه‌دار، دارای پستان‌های عمیق، با موقعیت خوب سرپستانک‌های عقب و جلو، ارتفاع زیاد پستان عقب، امتیاز وضعیت بدنی متوسط، رباط مرکزی قوی و دارای گام‌های بلند توصیف کردند (Tapki and Güzey, 2013). گاوهای پرتولید بسیار زاویه‌دار بوده و پستان‌های عمیق‌تری دارند (Brotherstone, 1994; Pribyl *et al.*, 2004). عمق بدن، خصوصیات شیردهی و ظرافت بدنی گاوهای شیری (زاویه‌دار بودن) ویژگی‌های مطلوبی هستند که به گاو اجازه می‌دهند تا با هضم حجم زیادی از خوراک، به تولید بالا و عملکرد تولیدمثلی مطلوب ادامه دهد. (Hu *et al.*, 2021).

باتوجه به اینکه مطالعه صفات تیپ به منظور بهبود ژنتیکی صفات هدف بسیار مورد توجه است و در منابع زیادی، ارتباط ژنتیکی صفات تیپ و صفات تولیدی مورد تایید قرار گرفته است، می‌توان ارزش‌های اقتصادی صفات تیپ را به‌طور غیرمستقیم، با استفاده از داده‌های ضرایب همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات تیپ و صفات تولیدی که در منابع علمی موجود توسط محققین گزارش شده‌اند برآورد نمود (Xue et al., 2023). بنابراین، در ابتدا لازم است یافته‌های مطالعات پژوهشی مختلف در زمینه رابطه ژنتیکی صفات تیپ با صفات تولیدی که مستقل از هم انجام شده‌اند جمع‌آوری و تفسیر شوند. با توجه به اینکه "رسیدن به یک پاسخ واحد به تنهایی از طریق نتایج تحقیقات مستقل قابل پاسخگویی نیست و تناقضاتی در نتایج قبلی مطالعات پیشین در زمینه همبستگی ژنتیکی صفات تیپ با صفات تولیدی وجود دارد" از فراتحلیل می‌توان به عنوان روشی برای ترکیب و خلاصه کردن

---

[1]. Dairy character
[2]. Productive Length

نتایج کمی تحقیقات پیشین استفاده کرد (Glass *et al.*, 1981; Borenstein *et al.*, 2009; Lean *et al.*, 2009). به عبارت دیگر، فراتحلیل روش انجام آنالیز آماری یافته‌های پژوهشی از تعداد زیادی مطالعات مستقلی است که در یک زمینه خاص اجرا شده‌اند (Borenstein *et al.*, 2009; Petitti, 2000). این روش تاکنون در خلاصه‌سازی نتایج تعداد زیادی از تحقیقات علوم دامی در گاوهای شیری مورد استفاده قرار گرفته است (Imani *et al.*, 2017; Nasrollahi *et al.*, 2015; Rabiee & Lean, 2013; Duffield *et al.*, 2008; Tafaj *et al.*, 2007).

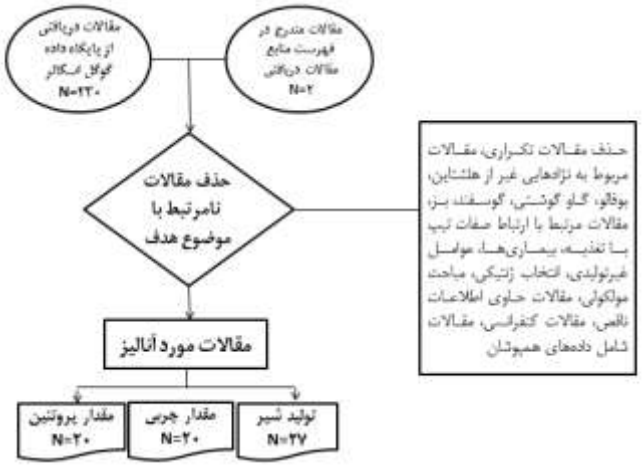
برای دستیابی به حداکثر پیشرفت ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح نژادی داشتن شاخص انتخاب چند صفته و دسترسی به ارزش اقتصادی آن‌ها، اهمیت زیادی دارد. با توجه به متفاوت بودن اهمیت اقتصادی صفات مختلف در دام، نیاز به برآورد ارزش اقتصادی هر صفت و کاربرد آنها در اصلاح نژاد می‌باشد (Hazel, 1943). صفات تیپ در سودآوری گاو هلشتاین اهمیت اثبات شده‌ای دارند (Xue et *al.*, 2023). بنابراین، هدف تحقیق حاضر فراتحلیل همبستگی‌های ژنتیکی صفات تولیدی (تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین) با صفات تیپ است که نتایج آن تامین کننده اطلاعات مورد نیاز در برآورد ارزش‌های اقتصادی صفات تیپ، و استفاده از آنها در شاخص انتخاب پیشنهادی در مراحل بعدی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مجموعه داده‌ها

برای دسترسی به مجموعه داده‌ها، تمام مطالعات علمی صورت گرفته در رابطه با برآورد همبستگی ژنتیکی صفات تیپ و صفات تولیدی (تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین) بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۳ در گاوهای هلشتاین جستجو شدند. با استفاده از موتور جستجوگر اینترنتی گوگل اسکالر (http://scholar.Google.com)، و کلید واژه‌های "Genetic correlation"، "Type traits"، "Production traits"، "Holstein cow"، و ترکیبی از این کلید واژه‌ها، تعداد ۲۳۰ مطالعه که حاوی کلید واژه‌های تعریف شده در عنوان، یا در چکیده مقالات بودند یافت شدند. سپس مقالات مربوط به نژادهایی غیر از هلشتاین، گاو گوشتی، گونه‌های گوسفند و بز، مطالعاتی با موضوع رابطه صفات تیپ با صفات غیرتولیدی، تغذیه، بیماری‌ها، انتخاب ژنتیکی، مقالات حاوی اطلاعات ناقص و مقالات شامل داده‌های همپوشان کنار گذاشته شدند (نمودار ۱). تعداد نمونه در هر مطالعه به عنوان معیار حذف مقالات مربوطه قرار نگرفت. در نهایت تعداد ۲۵ مطالعه دربرگیرنده برآورد همبستگی ژنتیکی صفات تیپ و صفات تولیدی در گاوهای هلشتاین نوبت زایش اول، برای فراتحلیل انتخاب شدند. همچنین با جستجوی دستی در بخش رفرنس منابع مطالعات نهایی، تعداد ۲ مطالعه هدف یافت شدند که هنگام جستجو در وب‌سایت‌های مورد نظر یافت نمی‌شوند. به این طریق، تعداد ۲ مطالعه نیز به مقالات نهایی اضافه شدند. مجموعه داده‌های استخراج شده از ۲۷ مطالعه شامل نام محققین هر مطالعه، سال انتشار و تعداد دام‌های مورد بررسی در هر مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. در مجموع از داده‌های ضرایب همبستگی ژنتیکی بین صفات تیپ و هریک از صفات تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین متعلق به اطلاعات تعداد ۱۴۰۷۵۹۸، ۱۲۵۲۵۱۵ و ۱۱۵۹۱۲۴ دام در این فراتحلیل استفاده شد. در مطالعه حاضر از خروجی مقالاتی که گاوهای نوبت زایش اول در نژاد هلشتاین مورد بررسی قرار داده‌اند استفاده شد. برای جلوگیری از خطا در خروجی مطالعه، مدل تصادفی برای آنالیز مورد استفاده قرار گرفت.

ویراستاری نشده



شکل ۱. خلاصه معیارهای حذف مقالات نامرتبط با موضوع مطالعه حاضر.

جدول ۱. مطالعات مورد استفاده برای فراتحلیل همبستگی ژنتیکی صفات تولیدی و صفات تیپ همراه با سال انتشار و تعداد گاوها.

مطالعات	کشور	تعداد گاو		
		تولید شیر	مقدار چربی	مقدار پروتئین
Meyer *et al*, 1987	بریتانیا	۱۸۹۳۹	۱۸۹۳۹	۱۸۹۳۹
Misztal *et al*, 1992	ایالت متحده	۲۰۸۳۶	۲۰۸۳۶	۲۰۸۳۶
Ahlborn & Dempfle, 1992	نیوزلند	۷۳۴۵	۷۳۴۵	۷۳۴۵
Brotherstone, 1994	اسکاتلند	۷۲۵۵۹	۷۲۵۹۹	۷۲۵۵۹
DeGroot *et al*, 2002	ایالت نبراسکا	۵۱۱	۵۱۱	۵۱۱
Kadarmideen & Wegmann, 2003	سوئیس	۳۱۵۰۰	۳۱۵۰۰	۳۱۵۰۰
Berry *et al*, 2004	نیوزلند	۳۰۵۸	-	-
Zotto *et al*, 2005	ایتالیا	۳۲۸۲	-	-
De Haas *et al*, 2007	سوئیس	۶۷۸۳۹	۶۷۸۳۹	۶۷۸۳۹
Choi *et al*, 2008	جمهوری کره	۱۵۹۹۵	-	-
Onyiro *et al*, 2008	انگلستان	۹۳۳۹۱	۹۳۳۹۱	-
Jadoa, 2010	عراق	۹۲۸	-	-
Loker *et al*, 2012	کانادا	۱۰۹۱۷	۱۰۹۱۷	۱۰۹۱۷
Kruszyński *et al*, 2013	لهستان	۱۹۲۸	۱۹۲۸	۱۹۲۸
Tapki & Güzey, 2013	ترکیه	۲۷۲۱	۲۷۲۱	۲۷۲۱
Battagin *et al*, 2013	ایتالیا	۶۶۸۰۸	-	-
Liu *et al*, 2014	چین جنوبی	۹۷۱	۹۷۱	۹۷۱
Zink *et al*, 2014	جمهوری چک	۵۹۴۵۴	۵۹۴۵۴	۵۹۴۵۴
Bohlouli *et al*, 2015	ایران	۳۵۰۵	۳۵۰۵	۳۵۰۵
Campos *et al*, 2015	برزیل	۱۸۸۳۱	۱۸۸۳۱	۱۸۸۳۱
Wasana *et al*, 2015	کره	۳۴۹۸۸۶	-	۳۴۹۸۸۶
Tapki *et al*, 2020	ترکیه	۸۱۰	۸۱۰	۸۱۰
Ismael *et al*, 2021	جمهوری صربستان	۱۰۸۶۰	۱۰۸۶۰	۱۰۸۶۰
Schmidtmann *et al*, 2022	آلمان	۱۳۰۱۶۶	۱۳۰۱۶۶	۱۳۰۱۶۶
Djedovi´c *et al*, 2023	صربستان	۳۲۵۱۸	۳۲۵۱۸	۳۲۵۱۸
Xue *et al*, 2023	چین	۶۴۹۷۲	-	-
Jagusiak *et al*, 2023	لهستان	۳۱۷۰۲۸	۳۱۷۰۲۸	۳۱۷۰۲۸
مجموع کل گاوها		۱۴۰۷۵۵۸	۱۲۵۲۵۱۵	۱۱۵۹۱۲۴

پذیرفته شده

صفات تیپ استاندارد مورد بررسی در مطالعات شامل: ۱- قد (Stature)، ۲- عرض قفسه سینه (Chest Width)، ۳-عمق بدن (Body Depth)، ۴-زاویه‌دار بودن (Angularity)، ۵- زاویه کپل (Rump Angle)، ۶- عرض کپل (Rump Width)، ۷- استقرار پاها از نمای جانبی (Rear Legs Set)، ۸- استقرار پاها از نمای عقب (Rear Legs Rear View)، ۹- زاویه سم (Foot Angle)، ۱۰- اتصال پستان جلو (Fore Udder Attachment)، ۱۱- ارتفاع پستان عقب (Rear Udder Height)، ۱۲- رباط مرکزی (Central Ligament)، ۱۳- عمق پستان (Udder Depth)، ۱۴- استقرار سرپستانک‌های جلو (Front Teat Placement)، ۱۵- طول سرپستانک (Teat Length)، ۱۶- استقرار سر پستانک‌های عقب (Rear Teat Placement) ، ۱۷- حرکت (Locomotion)، ۱۸- امتیاز وضعیت بدنی (Body Condition Score) بودند.

فراتحلیل یافته‌های پیشین

برای انجام آنالیز، از پکیج metafor در محیط R استفاده شد. پکیج metafor- حاوی توابعی برای برازش مدل‌های مختلف است. با استفاده از تابع rma()، مدل‌های مختلف فراتحلیل می‌توانند برازش داده شوند (Field & Gillett, 2010). با توجه به وجود ناهمگنی میان مطالعات، از مدل تصادفی (که در آن اثر مطالعه به صورت تصادفی در نظر گرفته می‌شود) برای انجام فراتحلیل استفاده شد. در فراتحلیل برای هر یک از همبستگی‌های گزارش شده در تک تک مطالعات، یک اندازه اثر (که خود تابعی از خود همبستگی گزارش شده، تعداد حیوان مورد بررسی در مطالعه و مدل آماری می‌باشد) محاسبه شد که در فرا تحلیل به عنوان ورودی جهت نیل به خلاصه اثر[1] (همبستگی کلی) مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبه فاصله اطمینان ۹۵٪ هریک از برآوردها، ابتدا با استفاده از معادله $z_\rho = \frac{1}{2} ln\left(\frac{1+\rho}{1-\rho}\right)$ همبستگی‌های گزارش شده در مطالعات به اعداد متناظر خود در توزیع آماری z تبدیل شده (ρ ضریب همبستگی است) سپس انحراف معیار آن با استفاده از فرمول $SE(z_\rho) = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$ برآورد می‌شود و در نهایت حدود اطمینان $\pm 1.96\sqrt{SE^2}$ محاسبه می‌شود (Borenstein *et al.*, 2009).

در یک مطالعه فراتحلیل، آماره I^2 نشان می‌دهد که چند در صد از ناهمگنی‌ها در برآورد اندازه اثر سیستماتیک بوده، در واقع هر قدر که این شاخص بزرگ‌تر باشد نشان دهنده ناهمگنی بیشتر در شرایط مطالعات (نه شانس) است (Lean *et al.*, 2009; Higgins *et al.*, 2003). آماره I^2 به صورت ساده و قابل فهمی ناهمگنی میان نتایج مطالعات را بیان می‌کند. I^2 در دامنه صفر تا ۱۰۰٪ بیان می شود (Lean et al., 2009). شاخص I^2 کمتر از ۲۵٪ به معنی ناهمگنی کم، بین ۲۵٪ تا ۷۵٪ ناهمگنی متوسط، و بیشتر از ۷۵٪ ناهمگنی زیاد است (Higgins & Thompson, 2003). این آماره به صورت زیر محاسبه گردید (Higgins & Thompson, 2002):

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

در این فرمول، Q آماره ناهمگنی کوکران (χ^2) و k تعداد مطالعات است (Higgins *et al.*, 2003). برای تجزیه واریانس در فراتحلیل، محاسبه Q الزامی است (Borenstein *et al.*, 2009). همچنین این آماره نشان دهنده ناهمگنی مطالعات می‌باشد و به دلیل دارا بودن توزیع آماری مربع کای، با این آزمون تست ناهمگنی انجام می شود. Q از رابطه آماری $Q = \sum_{i=1}^{k} W_i(Y_i - M)^2$ محاسبه می شود، که در آن، W_i وزن هر مطالعه ($\frac{1}{V_i}$)، Y_i اندازه اثر هر مطالعه، M خلاصه اثر محاسبه شده و k تعداد مطالعات مورد بررسی می‌باشد (Borenstein *et al.*, 2009).

نتایج و بحث

نتایج فراتحلیل برآورد همبستگی ژنتیکی صفات تیپ با تولید شیر (جدول ۲)، با مقدار چربی (جدول ۳) و با مقدار پروتئین (جدول ۴) ارائه شده است. همچنین در این جداول، فاصله اطمینان (۹۵٪) هریک از برآوردها، تعداد مطالعه، معنی‌داری آماری و ناهمگنی نتایج میان مطالعات (آماره I^2) بیان شده است.

[1] Summary effect

یافته‌های این مطالعه نشان داد هریک از صفات تیپ ضرایب همبستگی ژنتیکی متفاوت کم تا متوسط با صفات تولیدی دارند. همبستگی‌های ژنتیکی بین تولید شیر و صفات تیپ در دامنه ۰/۳۱- (تولید شیر و امتیاز وضعیت بدنی) تا ۰/۳۶ (تولید شیر و زاویه‌دار بودن) قرار دارد. همچنین همبستگی‌های ژنتیکی مقدار چربی با صفات تیپ در دامنه ۰/۲۸- (مقدار چربی و امتیاز وضعیت بدنی) تا ۰/۳۹ (مقدار چربی و زاویه‌دار بودن) قرار دارد. علاوه براین، همبستگی ژنتیکی مقدار پروتئین با صفات تیپ در دامنه ۰/۲۹- (مقدار پروتئین و عمق پستان) تا ۰/۴۶ (مقدار پروتئین و زاویه‌دار بودن) متغیر است.

زاویه‌دار بودن مهمترین صفت تیپ بود که همبستگی ژنتیکی مثبت و بیشینه‌ای را با هریک از صفات تولیدی داشت، که به ترتیب از کوچک به بزرگ، همبستگی ژنتیکی زاویه‌دار بودن با تولید شیر ۰/۳۶، چربی ۰/۳۹ و پروتئین ۰/۴۶ برآورد شد. در تمام مطالعات صورت گرفته توسط سایر محققان از جمله Misztal و همکاران (۱۹۹۲)، Meyer و همکاران (۱۹۸۷)، Berry و همکاران (۲۰۰۴)، Jadoa و همکاران (۲۰۱۰)، Kruszyński و همکاران (۲۰۱۳)، Tapki و Güzey (۲۰۱۳)، Zink و همکاران (۲۰۱۴)، Bohlouli و همکاران (۲۰۱۵)، Campos و همکاران (۲۰۱۵)، Wasana و همکاران (۲۰۱۵)، Tapki و همکاران (۲۰۲۰)، Ismael و همکاران (۲۰۲۱)، Schmidtmann و همکاران (۲۰۲۲)، Djedovi´c و همکاران (۲۰۲۳)، Xue و همکاران (۲۰۲۳)، بین تولید شیر و زاویه‌دار بودن به ترتیب همبستگی‌های ژنتیکی مثبت ۰/۵۹، ۰/۱۵، ۰/۴۸، ۰/۵۲، ۰/۱۱، ۰/۴۲، ۰/۳۲، ۰/۲۶، ۰/۳۸، ۰/۴۷، ۰/۴۹، ۰/۲۲، ۰/۳۳، ۰/۲۲، ۰/۱۵ گزارش شده است. دنده‌های عمیق، قوی، فنری شکل و نوک تیز، که حجم شکمی زیادی را در بدن دام به وجود آورده باشند برای گاو شیری بسیار ایده‌آل است (Djedović *et al.*, 2020). گاوهایی که صفت زاویه‌دار بودن در آنها بسیار چشمگیر است و اتصال قوی بین پستان جلو و عقب دارند تولید شیر، چربی و پروتئین زیادی تولید می‌کنند؛ چنین گاوهایی دارای یک چارچوب بدنی متناسب هستند که نشان دهنده مقاومت و تولید شیر بالاست (Djedović *et al.*, 2020).

همبستگی ژنتیکی مقدار پروتئین با عرض پستان عقب ۰/۳۹ برآورد شد که قابل توجه است و بیشتر از همبستگی ژنتیکی این صفت با تولید شیر ۰/۲۶ و مقدار چربی ۰/۱۶ بود.

همبستگی ژنتیکی تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین با امتیاز وضعیت بدنی منفی بوده و به ترتیب ۰/۳۱-، ۰/۲۵- و ۰/۱۶- برآورد شدند. اکثر گاوهای پر تولیدتر خصوصاً زمانی که مدیریت تغذیه آنها مطلوب نباشد با مصرف ذخایر بدن، امتیاز وضعیت بدنی خود را کاهش می‌دهند. تولید شیر نسبت به مقدار چربی و پروتئین، بیشتر تحت تاثیر این صفت قرار می‌گیرد. در تمام مطالعات صورت گرفته توسط Meyer و همکاران (۱۹۸۷)، Tapki و Güzey (۲۰۰۳)، Kadarmideen و Wegmann (۲۰۰۳)، Zotto و همکاران (۲۰۰۵)، De Haas و همکاران (۲۰۰۷)، Loker و همکاران (۲۰۱۲)، Battagin و همکاران (۲۰۱۳)، Zink و همکاران (۲۰۱۴)، Schmidtmann و همکاران (۲۰۲۲)، Jagusiak و همکاران (۲۰۲۳)، به ترتیب همبستگی‌های ژنتیکی منفی ۰/۱۵-، ۰/۳۴-، ۰/۱۲-، ۰/۳۵-، ۰/۴۵-، ۰/۲۸-، ۰/۳۹-، ۰/۳۴-، ۰/۲۸-، ۰/۳- بین تولید شیر و امتیاز وضعیت بدنی گزارش شده است. امتیاز وضعیت بدنی که نشان دهنده میزان ذخایر بدن دام می‌باشد همواره دچار نوساناتی می‌شود. این نوسانات نشان دهنده وضعیتی است که گاوها در زمان تعادل منفی انرژی (در اوج تولید شیر) با آن‌ها مواجه می‌شوند. به نظر می‌رسد انتخاب برای افزایش تولید به موازات کم شدن امتیاز وضعیت بدنی پس از زایمان، منجر به تشدید کاهش امتیاز وضعیت بدنی می‌شود (Getu, Misganaw, 2015). همچنین در یک مطالعه، نتیجه همبستگی ژنتیکی بین امتیاز وضعیت بدنی با عملکرد باروری، نشان داد با افزایش از دست دادن امتیاز وضعیت بدنی، تعداد روزها تا اولین سرویس بیشتر می‌شود. بنابراین، ارزیابی امتیاز وضعیت بدنی می‌تواند به عنوان یک صفت شاخص در انتخاب برای بهبود عملکرد تولیدمثل و سلامت گاوهای شیری مفید واقع شود (Dechow *et al.*, 2003).

از بین صفات پستانی، عمق پستان همبستگی ژنتیکی بیشتری را به ترتیب با تولید شیر ۰/۳-، مقدار پروتئین ۰/۲۹- و مقدار چربی ۰/۲۳-، نشان داده است. به جز مطالعه Bohlouli و همکاران (۲۰۱۵) که در آن همبستگی ژنتیکی بین تولید شیر و عمق پستان ۰/۱۲ گزارش شده است، Misztal و همکاران (۱۹۹۲)، Meyer و همکاران (۱۹۸۷)، DeGroot و همکاران (۲۰۰۲)، Berry و همکاران (۲۰۰۴)، Choi و همکاران (۲۰۰۸)، Jadoa (۲۰۱۰)، Tapki و Güzey (۲۰۱۳)، Liu و همکاران (۲۰۱۴)، Zink و همکاران (۲۰۱۴)، Campos و همکاران (۲۰۱۵)، Tapki و همکاران (۲۰۲۰)، Ismael و همکاران (۲۰۲۱)، Schmidtmann و

همکاران (۲۰۲۲)، Djedovi´c و همکاران (۲۰۲۳)، Xue و همکاران (۲۰۲۳) همبستگی ژنتیکی بین تولید شیر و عمق پستان را به ترتیب ۰/۴۴-، ۰/۵۲-، ۰/۶۶-، ۰/۰۵-، ۰/۱۹-، ۰/۳۴-، ۰/۵-، ۰/۲-، ۰/۲۳-، ۰/۴۶-، ۰/۴۴-، ۰/۰۳-، ۰/۳۶-، ۰/۰۳-، ۰/۱۲- گزارش کردند.

Burnside و همکاران (۱۹۶۳) گزارش کردند گاوهای پر تولید، پستان کم عمقی دارند. Moore و همکاران (۱۹۸۱) گزارش کردند گاوهای با پستان عمیق نسبت به گاوهایی که پستان کم عمق دارند تولید شیر نسبتاً بیشتری دارند ولی به نظر می‌رسد تولید شیر بالا به قیمت کاهش سرعت جریان خروج شیر از پستان باشد. همچنین شواهد نشان می‌دهند در گاوهای با پستان کم عمق ابتلا به ورم پستان زیاد است. به همین دلیل، عمق پستان متوسط برای گاوهای شیری بسیار ایده‌آل است (Moore *et al.*, 1981). عمق پستان حاکی از قدرت تحمل پستان، برحسب نزدیکی به سطح زمین و نیز وسیله راحتی دامدار در شیردوشی یک گاو است (Shanks & Spahr, 1981). پستان باید عمق متوسطی داشته باشد و پستان بسیار عمیق، یک ویژگی معیوب برای گاو شیری به حساب می‌آید (Moore et al., 1981).

همبستگی ژنتیکی مقدار پروتئین و تولید شیر با زاویه کپل به ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۲ برآورد شد، با این حال مقدار متناظر در مورد چربی ۰/۱۳ برآورد شد. همبستگی ژنتیکی نمای کناری پاهای عقب با مقدار پروتئین ۰/۲۳ برآورد شد که نسبت به همبستگی‌های ژنتیکی این صفت با تولید شیر ۰/۱۷ و مقدار چربی ۰/۱، بیشتر است. همبستگی ژنتیکی مقدار چربی با عمق بدن ۰/۲۰ برآورد شد که نسبت به همبستگی ژنتیکی این صفت با تولید شیر ۰/۱۸ و مقدار پروتئین ۰/۱۶ بیشتر است.

علاوه براین، همبستگی‌های ژنتیکی صفات تولیدی با سایر صفات تیپ شامل قد و قامت، عرض قفسه سینه، عرض کپل، نمای خلفی پاهای عقب، زاویه پا، اتصال پستان جلو، ارتفاع پستان عقب، رباط مرکزی، استقرار سرپستانک‌های جلو، طول سرپستانک، استقرار سرپستانک های عقب، امتیاز حرکتی، کمتر از ۰/۲ برآورد شدند.

آزمون I^2 همراه با معنی‌داری آماری (P-Value)، بیان کننده بیشترین سطح ناهمگنی (بیش از ۹۰٪) میان مطالعات بود. به این معنی که اندازه اثر از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر متغیر است، که از قبل با توجه به متغیر بودن بسیاری از شرایط گاوهای تحت مطالعه در تحقیقات مختلف نسبت به هم قابل پیش‌بینی بود.

جدول ۲. خلاصه اثر برآورد همبستگی ژنتیکی تولید شیر با صفات تیپ

صفات تیپ خطّی	خلاصه اثر (فاصله اطمینان ۹۵٪)	تعداد مطالعه	P-Value	I^2	Q	P-Value
قد	۰/۱۹ (۰/۱۱، ۰/۲۷)	۱۶	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۸۷٪	۱۳۳۱۸/۶۵	<۰/۰۰۰۱
عرض قفسه سینه	۰/۰۴ (-۰/۰۶، ۰/۱۳)	۱۰	۰/۴۳۱	۹۹/۸۴٪	۱۷۳۲/۴۹۳	<۰/۰۰۰۱
عمق بدن	۰/۱۸ (۰/۱۱، ۰/۲۶)	۱۶	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۸۴٪	۱۰۴۲۸/۴۵	<۰/۰۰۰۱
زاویه‌دار بودن	۰/۳۶ (۰/۲۸، ۰/۴۵)	۱۵	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۸۷٪	۸۷۰۴/۹۸۴	<۰/۰۰۰۱
زاویه کپل	۰/۲۰ (۰/۰۷، ۰/۳۲)	۱۱	۰/۰۰۲	۹۹/۷۵٪	۵۳۴/۷۹۳۲	<۰/۰۰۰۱
عرض کپل	۰/۱۵ (-۰/۰۱، ۰/۳۱)	۱۱	۰/۰۵۸۷	۹۹/۹۱٪	۷۶۰۸/۵۳	<۰/۰۰۰۱
نمای کناری پاهای عقب	۰/۱۷ (-۰/۰۱، ۰/۳۵)	۱۳	۰/۰۷۱۸	۹۹/۹۶٪	۴۳۳۲/۱۷۹	<۰/۰۰۰۱
نمای خلفی پاهای عقب	۰/۰۲ (-۰/۰۳، ۰/۰۶)	۱۰	۰/۴۵۹۵	۹۸/۴۱٪	۶۷۸/۰۹۰۴	<۰/۰۰۰۱
زاویه پا	۰/۰۳ (-۰/۰۷، ۰/۱۲)	۱۳	۰/۵۵۶	۹۹/۸۴٪	۲۷۸۸/۸۳۲	<۰/۰۰۰۱
اتصال پستان جلو	-۰/۰۴ (-۰/۱۶، ۰/۰۹)	۱۶	۰/۵۷۹۲	۹۹/۸۹٪	۱۰۶۱۶/۶۴	<۰/۰۰۰۱
ارتفاع پستان عقب	۰/۱۴ (۰/۰۷، ۰/۲۱)	۱۳	۰/۰۰۰۲	۹۹/۶۴٪	۹۴۵/۸۸۱۷	<۰/۰۰۰۱
رباط مرکزی	۰/۱۲ (۰/۰۳، ۰/۲۷)	۱۵	۰/۱۲۱۷	۹۹/۹۳٪	۳۲۷۸/۷۵۶	<۰/۰۰۰۱
عمق پستان	-۰/۳۰ (-۰/۴۲، -۰/۱۸)	۱۶	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۹۲٪	۱۰۰۷۰/۶۵	<۰/۰۰۰۱
استقرار سرپستانک‌های جلو	۰/۰۳ (-۰/۰۳، ۰/۱۰)	۱۱	۰/۲۸۸۳	۹۹/۵۴٪	۱۶۱۳/۰۰۷	<۰/۰۰۰۱
طول سرپستانک	۰/۰۴ (-۰/۰۳، ۰/۱۱)	۱۲	۰/۲۸۵۵	۹۹/۳۶٪	۱۲۵۴/۳۰۴	<۰/۰۰۰۱
استقرار سرپستانک‌های عقب	۰/۱۹ (۰/۰۳، ۰/۳۵)	۸	۰/۰۲۱۸	۹۹/۹۱٪	۳۰۲۲/۳۱	<۰/۰۰۰۱
امتیاز حرکتی	۰/۰۹ (-۰/۰۲، ۰/۱۹)	۸	۰/۱۰۰۸	۹۹/۹۱٪	۴۷۷۲/۱۵۶	<۰/۰۰۰۱
امتیاز وضعیت بدنی	-۰/۳۱ (-۰/۳۸، -۰/۲۴)	۱۰	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۸۶٪	۴۴۳۶/۹۴۶	<۰/۰۰۰۱

عرض پستان عقب	۰/۲۶ (۰/۰۳ ،۰/۴۹)	۹	۰/۰۲۸۹	۹۹/۹۴٪	۴۸۷۳/۰۴۵	<۰/۰۰۰۱

جدول ۳. خلاصه اثر برآورد همبستگی ژنتیکی مقدار چربی با صفات تیپ

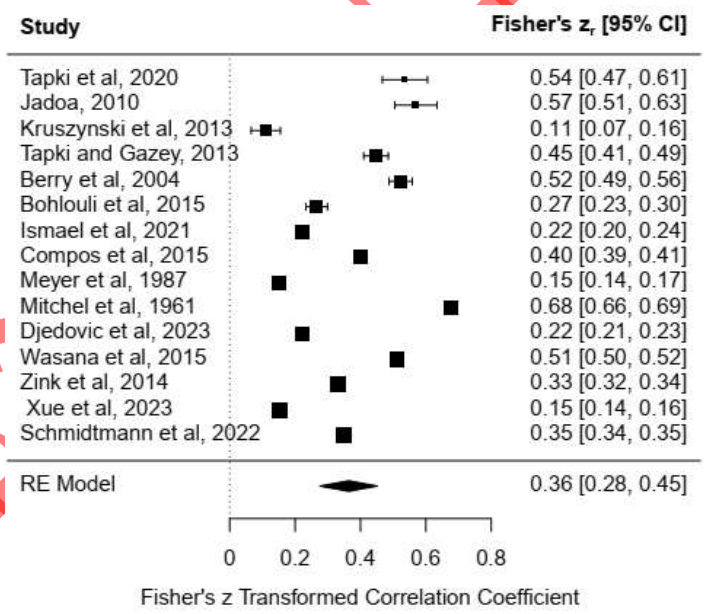
صفات تیپ خطّی	خلاصه اثر (فاصله اطمینان ۹۵٪)	تعداد مطالعه	P-Value	I^2	Q	P-Value
قد	۰/۱۳ (۰/۰۶ ،۰/۱۹)	۱۵	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۸۵٪	۱۲۲۷۲/۵	<۰/۰۰۰۱
عرض قفسه سینه	−۰/۰۳ (−۰/۱۱ ،۰/۰۶)	۹	۰/۵۴۱۳	۹۹/۸۰٪	۱۱۶۶/۹۲۳	<۰/۰۰۰۱
عمق بدن	۰/۲۰ (۰/۱۲ ،۰/۲۷)	۱۳	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۹۰٪	۹۲۷۷/۷۳۵	<۰/۰۰۰۱
زاویه‌دار بودن	۰/۳۹ (۰/۲۸ ،۰/۵۰)	۱۴	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۹۴٪	۸۳۹۱/۹۳۶	<۰/۰۰۰۱
زاویه کپل	۰/۱۳ (۰/۰۱ ،۰/۲۵)	۱۰	۰/۰۳۵۴	۹۹/۸۹٪	۵۲۵۱/۵۹۷	<۰/۰۰۰۱
عرض کپل	۰/۱۲ (−۰/۰۹ ،۰/۳۳)	۱۰	۰/۲۷۵۲	۹۹/۹۸٪	۱۹۵۶۵/۹۳	<۰/۰۰۰۱
نمای کناری پاهای عقب	۰/۱ (۰/۰۰ ،۰/۱۹)	۱۳	۰/۰۳۹۶	۹۹/۹۱٪	۴۱۱۴/۲۳۶	<۰/۰۰۰۱
نمای خلفی پاهای عقب	۰/۰۶ (−۰/۰۱ ،۰/۱۳)	۷	۰/۰۷۶۸	۹۸/۰۵٪	۱۰۳/۱۹۰۸	<۰/۰۰۰۱
زاویه پا	−۰/۰۶ (−۰/۲۲ ،۰/۰۹)	۱۱	۰/۴۲۱۷	۹۹/۹۶٪	۹۹۱۰/۲۹۵	<۰/۰۰۰۱
اتصال پستان جلو	−۰/۰۵ (−۰/۱۶ ،۰/۰۵)	۱۳	۰/۳۳۰۱	۹۹/۸۴٪	۶۷۲۱/۷۸	<۰/۰۰۰۱
ارتفاع پستان عقب	۰/۱۵ (۰/۰۷ ،۰/۲۴)	۱۱	۰/۰۰۰۳	۹۹/۵۷٪	۱۱۲۷/۶۱۷	<۰/۰۰۰۱
رباط مرکزی	۰/۰۸ (−۰/۰۰ ،۰/۱۶)	۱۰	۰/۰۵۵۲	۹۹/۵۶٪	۱۱۵۱/۸۷۳	<۰/۰۰۰۱
عمق پستان	−۰/۲۳ (−۰/۳۶ ،−۰/۱۱)	۱۲	۰/۰۰۰۲	۹۹/۸۸٪	۵۳۹۱/۳۶۱	<۰/۰۰۰۱
استقرار سرپستانک‌های جلو	۰/۰۸ (۰/۰۱ ،۰/۱۵)	۹	۰/۰۲۸	۹۹/۴۲٪	۱۲۶۵/۴۱۱	<۰/۰۰۰۱
طول سرپستانک	۰/۰۳ (−۰/۰۸ ،۰/۱۳)	۱۰	۰/۶۲۹۷	۹۹/۷۶٪	۱۰۶۱/۲۴۳	<۰/۰۰۰۱
استقرار سرپستانک‌های عقب	۰/۱۱ (−۰/۰۱ ،۰/۲۲)	۸	۰/۰۶۲۴	۹۹/۸۳٪	۱۰۹۲/۹۲۴	<۰/۰۰۰۱
امتیاز حرکتی	۰/۱۲ (۰/۰۱ ،۰/۲۳)	۶	۰/۰۳۳۱	۹۹/۸۸٪	۲۸۴۱/۹۶۳	<۰/۰۰۰۱
امتیاز وضعیت بدنی	−۰/۲۵ (−۰/۴۳ ،−۰/۰۸)	۶	۰/۰۰۴۶	۹۹/۹۷٪	۱۴۱۲۶/۷۹	<۰/۰۰۰۱
عرض پستان عقب	۰/۱۷ (−۰/۰۱ ،۰/۳۵)	۶	۰/۰۶۶۹	۹۹/۷۸٪	۹۳۶/۰۰۳۱	<۰/۰۰۰۱

جدول ٤. خلاصه اثر برآورد همبستگی ژنتیکی مقدار پروتئین با صفات تیپ

صفات تیپ خطّی	خلاصه اثر (فاصله اطمینان ۹۵٪)	تعداد مطالعه	P-Value	I^2	Q	P-Value
قد	۰/۱۹ (۰/۱۰ ،۰/۲۷)	۱۵	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۹۱٪	۹۴۰۳/۵۶۳	<۰/۰۰۰۱
عرض قفسه سینه	−۰/۰۴ (−۰/۱۴ ،۰/۰۶)	۹	۰/۳۸۳۸	۹۹/۸۶٪	۳۷۰۸/۳۴۹	<۰/۰۰۰۱
عمق بدن	۰/۱۶ (۰/۰۹ ،۰/۲۴)	۱۳	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۹۰٪	۹۴۷۵/۱۲۱	<۰/۰۰۰۱
زاویه‌دار بودن	۰/۴۶ (۰/۲۸ ،۰/۶۴)	۱۴	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۹۸٪	۷۹۵۷/۱۹۷	<۰/۰۰۰۱
زاویه کپل	۰/۲۸ (−۰/۰۷ ،۰/۶۱)	۹	۰/۰۶۶۲	۹۹/۹۸٪	۳۲۴۱۱/۳	<۰/۰۰۰۱
عرض کپل	۰/۰۴ (−۰/۰۵ ،۰/۱۴)	۱۰	۰/۳۵۷۸	۹۹/۸۸٪	۷۵۷۷/۳۵۹	<۰/۰۰۰۱
نمای کناری پاهای عقب	۰/۲۳ (−۰/۱۳ ،۰/۶۰)	۱۲	۰/۱۰۰۶	۹۹/۹۹٪	۳۴۱۵/۳۶۹	<۰/۰۰۰۱
نمای خلفی پاهای عقب	۰/۰۵ (−۰/۰۲ ،۰/۱۲)	۶	۰/۳۸۵۳	۹۹/۲۱٪	۴۰۴/۸۵۹۱	<۰/۰۰۰۱
زاویه پا	۰/۰۲ (−۰/۰۶ ،۰/۱۰)	۱۰	۰/۶۱۰۶	۹۹/۷۹٪	۸۲۸۰/۹۱۴	<۰/۰۰۰۱
اتصال پستان جلو	−۰/۰۷ (−۰/۱۹ ،۰/۰۵)	۱۳	۰/۲۳۴۱	۹۹/۸۷٪	۱۱۵۶۵/۰۵	<۰/۰۰۰۱
ارتفاع پستان عقب	۰/۱۵ (۰/۰۲ ،۰/۲۸)	۱۰	۰/۰۲۲۷	۹۹/۸۲٪	۱۳۳۱/۳۹۷	<۰/۰۰۰۱
رباط مرکزی	۰/۰۶ (−۰/۰۶ ،۰/۱۸)	۱۰	۰/۳۵۱	۹۹/۸۱٪	۱۷۲۵/۹۵۶	<۰/۰۰۰۱
عمق پستان	−۰/۲۹ (−۰/۴۲ ،−۰/۱۵)	۱۲	<۰/۰۰۰۱	۹۹/۹۰٪	۶۴۵۰/۴۱۲	<۰/۰۰۰۱
استقرار سرپستانک‌های جلو	۰/۰۴ (−۰/۰۲ ،۰/۱۱)	۱۰	۰/۱۶۳۸	۹۹/۳۳٪	۸۳۲/۳۵۰۸	<۰/۰۰۰۱
طول سرپستانک	۰/۰۸ (۰/۰۳ ،۰/۱۵)	۱۰	۰/۰۰۵۲	۹۹/۱۲٪	۸۳۳/۰۹۱۸	<۰/۰۰۰۱
استقرار سرپستانک‌های عقب	۰/۱۲ (۰/۰۲ ،۰/۱۸)	۱۰	۰/۰۵۶۳	۹۹/۸۴٪	۱۴۰۰/۴۹۲	<۰/۰۰۰۱
امتیاز حرکتی	۰/۰۳ (−۰/۰۷ ،۰/۱۵)	۳	۰/۵۹۴	۹۹/۷۷٪	۱۹۶/۳۵۴۲	<۰/۰۰۰۱
امتیاز وضعیت بدنی	−۰/۱۶ (−۰/۳۸ ،۰/۰۵)	۵	۰/۱۴۰۱	۹۹/۹۸٪	۵۰۰۴/۸۴۳	<۰/۰۰۰۱

عرض پستان عقب	۰/۳۹ (-۰/۰۳ ،۰/۸۱)	۶	۰/۰۷۱۴	۹۹/۹۶٪	۳۱۴۳/۵۷۷	<۰/۰۰۰۱

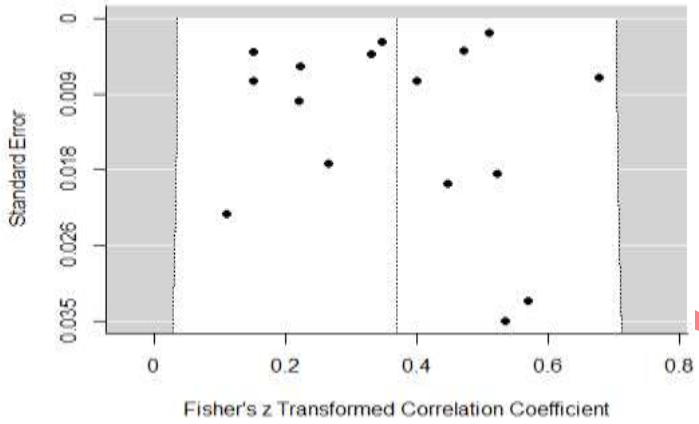
در شکل ۲، نمودار جنگلی همبستگی ژنتیکی بین زاویه‌دار بودن و تولید شیر آورده شده است. ستون اول این شکل، نام نویسندگان مطالعات همراه با سال انتشار را بیان می‌کند، ستون وسط بیانگر اندازه همبستگی محاسبه شده به همراه حدود اطمینان آن‌ها در هر مطالعه (ضریب همبستگی تبدیل شده فیشر) است که به صورت مربعات توپر و 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 گزارش شده در مطالعه، تعداد دام‌های مورد مطالعه 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 تاثیر 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 بیان کننده همبستگی کمتر بین زاویه‌دار بودن و تولید شیر در هریک از مطالعات است. ستون آخر، مقادیر عددی متناظر با مربعات و انشعاب آن‌ها (فاصله اطمینان ۹۵٪) در هر مطالعه را نشان می‌دهد. فاصله اطمینان برای مطالعه Schmidtmann و همکاران (۲۰۲۲)، به‌طور قابل توجهی محدودتر از مطالعات دیگر است، به این معنی که این مطالعه بیشترین دقت را نسبت به مطالعات دیگر دارد. همچنین با توجه به اینکه فاصله اطمینان در هیچ یک از مطالعات شامل صفر نیست بنابراین 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 زاویه‌دار بودن با تولید شیر ۰/۳۶ (p.value= <.0001) است. عرض این لوزی که نشان دهنده دقت برآورد است در دامنه ۰/۲۸ تا ۰/۴۵ قرار دارد.



شکل ۲. نمودار جنگلی همبستگی ژنتیکی تولید شیر و زاویه‌دار بودن. هر مربع نشان دهنده 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٪ مربوط به هر اندازه اثر است. لوزی پایین شکل، فاصله اطمینان ۹۵ ٪ را برای خلاصه اثر همبستگی ژنتیکی تولید شیر و زاویه‌دار بودن نشان می‌دهد.

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 قابل قبول نمی‌باشند. در مطالعات فراتحلیل از جمله مرسوم‌ترین روش‌ها برای بررسی این موضوع استفاده از نمودار قیفی است. در شکل ۳، نمودار قیفی همبستگی ژنتیکی تولید شیر و زاویه‌دار بودن آورده شده است. در این نمودار، محور y نشان دهنده خطای استاندارد اندازه اثرها و محور x نشان دهنده اندازه اثر هر مطالعه است. درون کادر حاصله بر اساس حدود اطمینان فرضی مطابق

با $\pm 1.96\sqrt{SE^2 + \tau^2}$ بعلاوه خلا صه اثر، یک کادر دیگر ایجاد می شود (τ^2 ناهمگنی تخمینی مطالعات می‌با شد)؛ چنانچه اندازه اثر مطالعه‌ای درون کادر قرار نداشته باشد مطالعه مورد نظر دارای اریبی انتشار بوده و بهتر است از مطالعه حذف گردد. در مطالعه حاضر بر اساس چهارچوب ذکر شده تمام آنالیزها مورد بررسی قرار گرفتند.



شکل ۳. نمودار قیفی همبستگی ژنتیکی تولید شیر و زاویه‌دار بودن. در این نمودار، محور y نشان دهنده خطای استاندارد اندازه اثرها و محور x نشان دهنده اندازه اثر هر مطالعه است.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد تولید شیر بیشترین همبستگی ژنتیکی را با زاویه‌دار بودن ۰/۳۶، امتیاز وضعیت بدنی ۰/۳۱- ، عمق پستان ۰/۳۰- و عرض پستان عقب ۰/۲۶ دارد. بیشترین همبستگی ژنتیکی مقدار چربی با زاویه‌دار بودن ۰/۳۹ و امتیاز وضعیت بدنی ۰/۲۵- برآورد شد. همچنین بیشترین همبستگی ژنتیکی مقدار پروتئین با زاویه‌دار بودن ۰/۴۶، عرض پستان عقب ۰/۳۹، عمق پستان ۰/۲۹- و زاویه کپل ۰/۲۸ برآورد شد. بنابراین، زاویه‌دار بودن به عنوان مهمترین صفت تیپ که بیشترین همبستگی ژنتیکی را با صفات تولیدی داشت شناخته شد. تمام صفات تیپی که همبستگی ژنتیکی بالایی با صفات تولیدی دارند، بسته به اندازه همبستگی آنها، می‌توانند به عنوان صفات شاخص در بهبود صفات تولیدی استفاده شوند.

برآوردهای به دست آمده از فراتحلیل همبستگی‌های ژنتیکی صفات تولیدی با زاویه‌دار بودن، امتیاز وضعیت بدنی و عمق پستان حاکی از این است که استفاده از این صفات می‌تواند نقش موثرتری در شاخص انتخاب چند صفته جمعیت گاوهای شیری به منظور بهبود تولید داشته باشد. گاوها با دستیابی به امتیازهای ایده‌آل صفات تیپ، می‌توانند طول عمر طولانی، تولید شیر بیشتر و باروری بهتری داشته باشند. نتایج این مطالعه تامین کننده بخشی از اطلاعات مورد نیاز در برآورد ارزش‌های اقتصادی صفات تیپ است که ارزش اقتصادی مستقیمی ندارند ولی در برآورد ارزش اقتصادی مبتنی بر صفات تولیدی و وزن دهی آنها در شاخص انتخاب، می توانند استفاده شوند. علاوه براین، برآورد همبستگی بین صفات می‌تواند کاربردهای زیادی از جمله کمک به برنامه ریزی‌های مدیریتی در گاوداری‌ها، استفاده از این اطلاعات به عنوان ورودی[۱] برای آنالیز ژنتیکی چند صفته توسط محققین و پیش‌بینی پاسخ به انتخاب همبسته صفات داشته باشد.

بدیهی است که چنانچه داده از صفات تیپ در کنار داده‌های تولید، تولد مثل، طول عمر و بیماریها با اطلاعات شجره‌ای قابل اطمینان در اختیار باشد و از آنها در برآورد روابط صفات تیپ و تولید استفاده شود، یافته های حاصل از روشهایی چون فرا تحلیل اهمیت چندانی نخواهند داشت، ولی نبودن و عدم دسترسی به داده‌های مورد اشاره که با واقعیات صنعت گاو شیری کشور بیشتر منطبق است، استفاده از نتایج تحقیق حاضر را توجیه می نماید.

[۱] Prior

ویرستاری شده

REFERENCES

Ahlborn, G, & Dempfle, L. (1992). Genetic parameters for milk production and body size in New Zealand Holstein-Friesian and Jersey. *Livestock Production Science*. 31 (3-4), 205-219. https://doi.org/10.1016/0301-6226(92)90018-y.

Battagin, M., Sartori, C., Biffani, S., Penasa, M. & Cassandro, M. (2013). Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 96, 5344–5351. https://doi.org/10.3168/jds.2012-6352.

Berry, D.P., Harris, B.L., Winkelman, A.M. & Montgomerie, W. (2004). Phenotypic associations between traits other than production and longevity in New Zealand dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88: 2962-2974.

Brotherstone, S. (1994). Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and production traits in Holstein-Friesian dairy cattle. *Animal Science*, 1994;59(2):183-187.

Bohlouli, M., Alijani, S. & Varposhti, M. R. (2015). Genetic relationships among linear type traits and milk production traits of Holstein dairy cattle. *Annals of Animal Science*, 15(4): 903-917.

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T. & Rothstein, H. R. (2009). Introduction to metaanalysis. *Chichester:* Wiley. ISBN: 978-0-470-05724-7.

Burnside, E. B., McDaniel, B. T. & Legates, J. E. (1963). Relationships among udder height, age, and milk production. *Journal of Dairy Science.* 46: 157-158.

Campos, R.V., Cobuci, J.A. & Kern, E. L. (2015). Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in Holstein cows in Brazil. *Asian Australas Journal of Animal Science*. Vol. 28, No. 4 : 476-48. http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0288.

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.

Dahiya, S.P., Rathi, S.S. & Narula, H.K. (2006). Linear scoring of type conformation for milk production in Sahiwal cows. *Indian Journal of Dairy Science* ;59(1):46-48.

Dechow, C. D., Rogers, G. W., Klei, L. & Lawlor, T. J. (2003). Heritabilities and correlations among body condition score, dairy form and selected linear type traits. *Journal of Dairy Science*. 6:2236–2242.

DeGroot, B.J., Keown, J.F., Van Vleck, L.D. & Marotz, E.L. (2002). Genetic parameters and responses of linear type, yield traits, and somatic cell scores to divergent selection for predicted transmitting ability for type in Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 85(6):1578-85.

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.

Djedovic, 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.

Djedović, R., Bogdanović, V., Stanojević, D., Ismael, H., Janković, D., Trivunović, S., Ljiljana Samolovac, S. & Stamenić, T. (2020). Phenotypic characteristics of linear traits of udder and angularity in Holstein friesian cows and their correlation with milk yield traits. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 36 (4), 407-416.

Dubey, A., Mishra, S. & Khune, V. (2014). Appraisal of linear type traits in Sahiwal cattle. *Indian Journal of Animal Research* 48(3): 258-26.

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.

Field, A. P. & Gillett, R. (2010). How to do a meta-analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 63, 665–694. DOI:10.1348/000711010X502733.

Jadoa, A. J. (2010). Type traits and milk yeild genetic parameters and breeding values of Holstein in Iraq. *Basrah Jornal of Veterinary Research*.Vol.9,No.1,2010.

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. https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100816.

Hazel, L. N. 1943. The genetic Basis for constructing selection indexes. Genetics, 28:476.

Higgins, J. P. T., Thompsom, S. G., Deeks, J. J. & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analysis. *British Medical Journal*. 327:557–560.

Higgins, J. P. & Thompson, S.G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. Statistics in Medicine, 21 (11): 1539 - 1558.

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

Imani, M., Mirzaei, M., Baghbanzadeh-Nobari, B. & Ghaffari, M. H. (2017). Effects of forage provision to dairy calves on growth performance and rumen fermentation: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science*. 100:1136–1150.

Ismael, H., Jankovi´c, D., Stanojevi´c, D., Bogdanovi´c, V., Trivunovi´c, S. & Djedovi´c, R. (2021) Estimation of heritability and genetic correlations between milk yield and linear type traits in primiparous Holstein-Friesian cows. *Revista. Brasileira de. Zootecnia, 50*, e20200121. https://doi.org/10.37496/rbz5020200121.

Getu, A. & Misganaw, G. (2015). The role of conformational traits on dairy cattle production and their longevities. *Open Access Library Journal*, 2: e1342. http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1101342.

Glass,G., McGaw,B. & Smith, M. (1981). Meta-analysis in social research. *Newbury Park, CA :Sage*.

Guler, O., Diler, A., Yanar, M., Aydin, R. & Kocyigit, R. (2019). Appraisal of linear type traits in Simmental cows reared on high altitude of eastern Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 26, 331-338. DOI: 10.15832/ankutbd. 532130.

Kadarmideen, H. N. & Wegmann, S. (2003). Genetic parameters for body condition score and its relationship with type and production traits in Swiss Holsteins. *Journal of Dairy Science*. Vol. 86, No. 11:3685–3693.

Kruszyński, W., Pawlina, E. & Szewczuk, M. (2013). Genetic analysis of values, trends and relations between conformation and milk traits in Polish Holstein-Friesian cows. *Archiv Tierzucht*, 56 (2013) 52, 536-546. doi: 10.7482/0003-9438-56-052.

Lean, I. J., Rabiee, A. R., Duffield, T. F. & Dohoo, I. R. (2009). Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: Methods and applications. *Journal of Dairy Science*. 92:3545–3565.

Liu, S.B., Huize, T., Lu, Y. & Jianming, Y. (2014). Genetic parameter estimates for selected type traits and milk production traits of Holstein cattle in southern China. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 2014; 38:552-556.

Loker, S., Bastin, C., Miglior, F., Sewalem, A., Schaeffer, R., Jamrozik., J., Ali, A. & Osbornell, V. (2012). Genetic and environmental relationships between body condition score and milk production traits in Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 95:410–419. doi:10.3168/jds.2011-4497.

Meyer, K., Brotherstone, S. & Hill, W. G. (1987). Inheritance of linear type traits in dairy cattle and correlations with milk production. *Animal. Production.* 1987, 44: 1-10

Misztal, I., Lawlor, T. J., Short, T. H. & VanEaden, P. M. (1992). Multiple-trait estimation of variance Components of yield and type traits using an animal model. *Journal of Dairy Science*. 75:544-551. Doi: 10.3168/jds. S0022-0302(92)77791-1.

Moore, R. K., Higgins, S., Kennedy, B. W. & Burnside, E. B. (1981). Relationships of teat conformation and udder height to milk flow rate and milk production in Holsteins. *Journal of Animal Science*.61:493-501.

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.

Onyiro, O. M., Andrews, L. J. & Brotherstone, S. (2008). Genetic parameters for digital dermatitis and correlations with locomotion, production, fertility traits, and longevity in Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 91:4037–4046. doi:10.3168/jds.2008-1190

Petitti, D. B. (2000). Meta-analysis, decision analysis and cost effectiveness analysis: Methods for quantitative synthesis in medicine. *New York: Oxford University Press*.

Pribyl, J., Safus, P., Stipkova, M., Stádník, L. & Cermak, V. (2004). Selection index for bulls of Holstein cattle in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science-UZPI* (Czech Republic).

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.

Royal, M. D., Pryce, J. E., Woolliams, J. A. & Flint, A. P. F. (2002). The genetic relationship between commencement of luteal activity and calving interval, body condition score, production, and linear type traits in Holstein-Friesian dairy cattle. *Journal of Dairy Science.* Vol. 85, No. 11:3071–3080.

Schmidtmann, C., Segelke, D., Bennewitz, J., Tetens, J. & Thaller, G. (2022). Genetic analysis of production traits and body size measurements and their relationships with metabolic diseases in German Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 106:421–438. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22363.

Shanks, R. D. & Spahr, S. L. (1981). Relationships among udder depth, hip height, hip width, and daily milk production in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 65:1771-1775.

Tafaj, M., Zebeli, Q., Baes, Ch., Steingass, H. & Drochner, W. (2007). A meta-analysis examining effects of particle size of total mixed rations on intake, rumen digestion and milk production in highyielding dairy cows in early lactation. *Animal Feed Science and Technology*. 138:137–161.

Tapki, İ. & Güzey, Y. Z. (2013). Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and milk production yields of Turkish Holstein dairy cows. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3(11): 755-761.

Tapki, İ., Tapki, N., Güzey, Y.Z. & Selvi, M.H. (2020) Genotypic correlations among first lactation profitability, linear type traits and production characteristics of Holstein Friesian cows in Turkey. *Journal of Animal Production*, 61 (2): 83-90, https://doi.org/10.29185/hayuretim.630155.

Togla, O., Kadyan, S., Bhardwaj, S., Kumar, I., Gujral, S. & Wani, Y. M. (2021). Udder type traits: A selection criterion in indigenous dairy cattle. *The Pharma Innovation Journal*, SP-10(11): 2639-2643.

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 Sciences.* Vol. 28, No. 9 : 1259-1265.

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.

Zink, V., Stipkova, M. & Lassen, J. (2011). Genetic parameters for female fertility, locomotion, body condition score, and linear type traits in Czech Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 94:5176-5182.

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. (2005). Genetic relationship between body condition score, fertility, type and production traits in Brown Swiss dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*. VOL. 4 (3), 30-32, 2005.