

## واکاوی ژنتیکی دو شکلی جنسی صفات رشد گوسفند کرمانی

شماره صفحات

۸۵-۷۷

مرتضی مختاری

دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

نویسنده مسئول: [mismokhtari@ujiroft.ac.ir](mailto:mismokhtari@ujiroft.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۲

## چکیده

وجود تفاوت‌های ژنتیکی در بروز صفات بین دو جنس را می‌توان برای تدوین برنامه‌های کارآمدتر ارزیابی ژنتیکی دام‌ها به‌کار برد. پژوهش کنونی با هدف بررسی وجود دو شکلی جنسی در صفات وزن تولد، وزن شیرگیری و وزن شش ماهگی بره‌های نر و ماده نژاد کرمانی و واکاوی ژنتیکی آن‌ها، با استفاده از اطلاعات شجره‌ای و رکوردهای جمع‌آوری شده طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ در ایستگاه اصلاح نژاد گوسفند کرمانی، واقع در شهرستان شهربابک، استان کرمان انجام شد. مقادیر دو شکلی جنسی، که به‌صورت نسبت میانگین وزن بره‌های نر به بره‌های ماده تعریف شد، در زمان تولد، شیرگیری و شش ماهگی به‌ترتیب ۱/۰۴، ۱/۰۹ و ۱/۱۳ به‌دست آمدند. از شش مدل حیوانی دو صفتی، که ترکیبات مختلف اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم، ژنتیکی افزایشی مادری و محیط دائمی مادری را در بر داشتند، برای واکاوی ژنتیکی دو شکلی جنسی صفات استفاده شد. به این منظور، هر صفت در بره‌های نر و ماده به‌عنوان یک صفت مجزا در نظر گرفته شد و مدل‌های دو صفتی برازش شده برای هر صفت با معیار اطلاع بیزی (BIC) با هم مقایسه شدند. وراثت‌پذیری مستقیم وزن‌های تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بره‌های نر به‌ترتیب ۰/۱۱، ۰/۳۵ و ۰/۳۲ و در بره‌های ماده به‌ترتیب ۰/۱۰، ۰/۳۶ و ۰/۲۳ برآورد شدند. همبستگی‌های ژنتیکی مستقیم بین جنسی برای وزن تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بره‌های نر و ماده به‌ترتیب ۰/۹۲، ۰/۹۳ و ۱/۰۰ برآورد شدند. وجود این همبستگی‌های ژنتیکی مثبت و بالا نشان داد که صفات مورد بررسی در بره‌های نر و ماده کرمانی توسط ژن‌های مشترک بسیاری کنترل می‌شوند. همچنین با توجه به وجود همبستگی‌های ژنتیکی بین جنسی مثبت و بالا برای صفات مورد بررسی می‌توان نتیجه گرفت انتخاب در بره‌های نر برای صفات مورد مطالعه سبب ایجاد پاسخ همبسته مثبت در بره‌های ماده نژاد کرمانی می‌گردد.

کلمات کلیدی: دو شکلی جنسی، وراثت‌پذیری، صفات رشد و گوسفند.

## مقدمه

دو شکلی جنسی را می‌توان به‌صورت تفاوت در ویژگی‌های فنوتیپی مانند وزن بدن در جنس‌های نر و ماده یک گونه معین تعریف کرد (Badyaev, 2002). تفاوت در نقش‌های تولید مثلی هر یک از دو جنس سبب انتخاب افتراقی در آن‌ها برای ایفای بهتر نقش آن‌ها و در نتیجه تنوع در بروز ویژگی‌های فنوتیپی و دو شکلی جنسی در آن‌ها می‌گردد (Darwin, 1871). اگر بین دو جنس تفاوت‌های ژنتیکی در بروز صفات وجود داشته باشد می‌توان از وجود چنین تفاوت‌هایی برای تدوین برنامه‌های کارآمدتر ارزیابی ژنتیکی دام‌ها و صفات اقتصادی آن‌ها بر اساس جنس آن‌ها، با در نظر گرفتن هر صفت هر جنس به‌صورت صفتی مجزا، بهره‌گرفت (Ghafouri-Kesbi *et al.*, 2015). در واقع در صورت وجود تفاوت‌های جنسی موثر در الگوهای وراثتی صفات، می‌توان با برنامه‌های اصلاح نژادی مختص جنس، از انتخاب واگرا بهره‌برد (Falconer and Mackay, 1996). وزن بدن در نشخوارکنندگان کوچک مانند گوسفند، یکی از شناخته شده‌ترین نمونه‌های دوشکلی جنسی در دام‌ها است (Ghafouri-Kesbi *et al.*, 2015). بررسی وجود دو شکلی جنسی و واکاوی ژنتیکی آن در صفات رشد برخی از نژادهای گوسفند ایرانی مانند نژاد زندی (Ghafouri-Kesbi *et al.*, 2015)، افشاری (Ghafouri-Kesbi and Notter, 2016)، ایران بلک (Ghafouri-Kesbi and Baneh, 2018) و بلوچی (Noorian *et al.*, 2021) و نیز برخی نژادهای بز ایرانی مانند نژاد مرخز (Baneh *et al.*, 2021) و نژاد کرکی راینی (Mokhtari *et al.*, 2022) انجام شده است. به‌طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش‌ها نشان داد که با وجود مشاهده دو شکلی جنسی در مورد صفات رشد، همبستگی ژنتیکی بین جنس‌ها مقادیر مثبت و بالایی هستند و انتخاب در یک جنس سبب بهبود صفات در جنس دیگر می‌شود.

گوسفند کرمانی از جمله نژادهای دو منظوره گوشتی-پشمی بومی ایران است که عمدتاً در استان کرمان پرورش داده می‌شود. تا کنون پژوهشی برای بررسی وجود دو شکلی جنسی و جنبه‌های ژنتیکی آن در صفات رشد گوسفند کرمانی انجام نشده است. در صورت وجود دو شکلی جنسی در بروز صفات رشد گوسفند کرمانی لزوم توجه به آن در تدوین یک برنامه اصلاح نژادی کارآمد برای بهبود ژنتیکی این نژاد ضروری است. بنابراین، هدف از پژوهش کنونی بررسی وجود و میزان دو شکلی جنسی و تجزیه و تحلیل ژنتیکی آن در برخی صفات رشد گوسفند کرمانی است.

## مواد و روش‌ها

با هدف بررسی وجود دو شکلی جنسی در صفات وزن تولد، وزن شیرگیری و وزن شش ماهگی بره‌های نر و ماده نژاد کرمانی و واکاوی ژنتیکی آن‌ها، از اطلاعات شجره‌ای و رکوردهای جمع‌آوری شده طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ در ایستگاه اصلاح نژاد گوسفند کرمانی، واقع در شهرستان شهربابک، استان کرمان استفاده شد. طی ویرایش داده‌ها، رکوردهای خارج از دامنه سه

انحراف معیار اطراف میانگین حذف شدند. به علاوه، رکوردهای بره‌هایی با مادر نامعلوم و جنسیت، تیپ تولد و تاریخ تولد نامعلوم نیز حذف شدند. آمار توصیفی صفات به تفکیک جنس بره‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

برای تعیین دو شکلی جنسی، هر صفت در بره‌های نر و ماده به صورت صفتی جداگانه در نظر گرفته شد. در گونه‌هایی که جثه نرها بزرگ‌تر از ماده‌ها است مقدار دو شکلی جنسی صفات وزن بدن به صورت نسبت میانگین وزن افراد نر به میانگین وزن افراد ماده محاسبه می‌گردد (Lovich and Gibbons, 1992). به عنوان مثال، در گوسفند که وزن بره‌های نر از بره‌های ماده بیش‌تر است دو شکلی جنسی برای وزن بدن در هر سن خاص به صورت میانگین وزن بدن بره‌های نر به میانگین وزن بدن بره‌های ماده در آن سن، محاسبه می‌گردد. در پژوهش کنونی نیز مقدار دو شکلی جنسی برای هر صفت با استفاده از همین تعریف محاسبه شد.

جدول ۱: آمار توصیفی صفات رشد مورد بررسی در بره‌های نر و ماده نژاد کرمانی

Table 1. Descriptive statistics of the studied growth traits in male and female lambs of Kermani breed

Item	صفت (کیلوگرم) Trait (kg)					
	وزن تولد Birth weight		وزن شیرگیری Weaning weight		وزن شش ماهگی Six months weight	
	نر Male	ماده Female	نر Male	ماده Female	نر Male	ماده Female
تعداد رکورد No. of records	1418	1326	1282	1243	963	987
انحراف معیار $\pm$ میانگین Mean $\pm$ S.D.	3.34 $\pm$ 0.49	3.20 $\pm$ 0.46	20.36 $\pm$ 5.26	18.63 $\pm$ 4.42	24.41 $\pm$ 5.04	21.65 $\pm$ 4.12
کمینه Min.	2.10	2.05	6.00	5.60	8.00	11.30
بیشینه Max.	4.80	4.47	36.00	33.00	42.50	40.00
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	14.67	14.37	25.83	24.07	20.65	18.45

برای بررسی تاثیر اثرات ثابت سن مادر (DA)، سال تولد (BY) و تیپ تولد (BT) بره بر صفات مورد نظر در هر جنس از رویه GLM نرم افزار SAS (SAS, 2004). اثر سن بره در زمان ثبت وزن شیرگیری و وزن شش ماهگی نیز به عنوان متغیر کمکی خطی به ترتیب برای صفات وزن شیرگیری و وزن شش ماهگی آزمون گردید.

از مدل آماری زیر برای بررسی اثر عوامل ثابت بر وزن تولد استفاده شد:

$$y_{ijkl} = \mu + DA_i + BY_j + BT_k + e_{ijkl} \quad \text{رابطه ۱:}$$

از مدل آماری زیر برای بررسی اثر عوامل ثابت بر وزن شیرگیری و وزن شش ماهگی استفاده شد:

$$y_{ijkl} = \mu + DA_i + BY_j + BT_k + b(Age_{ijkl} - \overline{Age}) + e_{ijkl} \quad \text{رابطه ۲:}$$

در مدل‌های بالا،  $y_{ijkl}$  مقدار مشاهده برای هر صفت،  $\mu$  میانگین جامعه،  $DA_i$  اثر  $i$  امین سن مادر در ۶ سطح (۲ تا ۷ ساله)،  $BY_j$  اثر  $j$  امین سال تولد در ۲۱ سطح (۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲)،  $BT_k$  اثر  $k$  امین تیپ تولد در ۲ سطح (تک قلو و دو قلو)،  $b$  ضریب

تابعیت وزن بدن از سن مربوطه،  $Age_{ijkl}$  سن در زمان ثبت رکورد،  $\overline{Age}$  میانگین سن شیرگیری و یا شش ماهگی و  $e_{ijkl}$  اثر خطای تصادفی می‌باشند.

پس از تعیین اثرات ثابت تاثیرگذار بر هر صفت، برای واکاوی ژنتیکی دو شکلی جنسی بر هر یک از صفات، شش مدل دام دو صفتی زیر که در بر گیرنده ترکیبات مختلف اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم، ژنتیکی افزایشی مادری و محیط دائمی مادری بودند برای هر صفت برازش شدند:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad \text{مدل ۱}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{pe1} & 0 \\ 0 & Z_{pe2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} pe_1 \\ pe_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad \text{مدل ۲}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{m1} & 0 \\ 0 & Z_{m2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad \text{مدل ۳} \quad \text{Cov(a,m)=0}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{m1} & 0 \\ 0 & Z_{m2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad \text{مدل ۴} \quad \text{Cov(a,m)=A}\sigma_{am}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{pe1} & 0 \\ 0 & Z_{pe2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} pe_1 \\ pe_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{m1} & 0 \\ 0 & Z_{m2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad \text{مدل ۵} \quad \text{Cov(a,m)=0}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{a1} & 0 \\ 0 & Z_{a2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{pe1} & 0 \\ 0 & Z_{pe2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} pe_1 \\ pe_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{m1} & 0 \\ 0 & Z_{m2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad \text{مدل ۶} \quad \text{Cov(a,m)=A}\sigma_{am}$$

در مدل‌های بالا، اندیس‌های ۱ و ۲ به ترتیب نشان‌دهنده صفت مورد نظر در جنس نر و ماده هستند.  $y$  بردار مشاهدات مربوط به هر صفت در هر یک از دو جنس،  $b, a, c, m$  و  $e$  به ترتیب بردارهای مربوط به اثرات ثابت، ژنتیکی افزایشی مستقیم، محیط دائمی مادری، ژنتیکی افزایشی مادری و باقی‌مانده هستند. ماتریس‌های  $X, Z_a, Z_{pe}$  و  $Z_m$  ماتریس‌های طرح هستند که به ترتیب اثرات ثابت، ژنتیکی افزایشی مستقیم، محیط دائمی مادری، ژنتیکی افزایشی مادری در هر جنس را به بردار مشاهدات در جنس مربوطه مرتبط می‌کنند. در مدل‌های بالا فرض بر این است که اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم، ژنتیکی افزایشی مادری، محیطی دائمی مادری و باقی‌مانده توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس‌های  $A\sigma_a^2, A\sigma_m^2, I_{pe}\sigma_{pe}^2$  و  $I_n\sigma_e^2$  دارند.  $A$  ماتریس روابط خویشاوندی و  $\sigma_{am}$  کواریانس بین اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم و مادری،  $\sigma_a^2$  واریانس ژنتیکی افزایشی مستقیم،  $\sigma_m^2$  واریانس ژنتیکی افزایشی مادری،  $\sigma_{pe}^2$  واریانس محیط دائمی مادری و  $\sigma_e^2$  واریانس باقی‌مانده را نشان می‌دهند.  $I_n$  و  $I_{pe}$  ماتریس‌های همانی هستند که ابعاد آن‌ها به ترتیب برابر تعداد مادرها و تعداد مشاهدات است.

برازش مدل‌ها با استفاده از نرم افزار Wombat (Meyer, 2013) انجام و برای مقایسه مدل‌ها از معیار اطلاع بیزی یا BIC استفاده شد (Schwarz, 1978). در مورد هر صفت، از بین مدل‌های آزمون شده، مدلی با کم‌ترین مقدار BIC به‌عنوان مناسب‌ترین مدل برای برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی در نظر گرفته شد.

## نتایج و بحث

مقادیر دو شکلی جنسی (نسبت میانگین وزن بدن نرها به میانگین وزن بدن ماده ها) در زمان تولد، شیرگیری و شش ماهگی بره‌های نژاد کرمانی به ترتیب ۱/۰۴، ۱/۰۹ و ۱/۱۳ به دست آمدند که روند افزایشی را از زمان تولد تا سن شش ماهگی نشان می‌دهد. این روند افزایشی را می‌توان تا حدودی به تفاوت در سامانه درون ریز بره‌های نر و ماده و نیز وقوع بلوغ جنسی در آن‌ها نسبت داد (Piper and Ruvinsky, 1997). هورمون‌های استروئیدی مانند استروژن و تستوسترون با سازوکارهای متفاوتی بر رشد افراد نر و ماده تاثیر می‌گذارند. در جنس نر، هورمون تستوسترون با تاثیرگذاری بر میزان ساخت پروتئین رشد ماهیچه را تسریع می‌کنند در حالی که هرمون استروژن در جنس ماده با محدود کردن رشد استخوان‌های بلند بر رشد تاثیر گذاشته و جثه افراد ماده را کوچک‌تر می‌کنند (Mateescu and Thonney, 2002). در پژوهشی مقادیر دو شکلی جنسی وزن‌های تولد، شیرگیری و شش ماهگی در گوسفند نژاد زندی به ترتیب ۱/۱۱، ۱/۰۷ و ۱/۰۹ (Ghafouri-Kesbi et al., 2015) و برای صفات وزن تولد و وزن شیرگیری در بره‌های نژاد افشاری به ترتیب ۱/۰۷ و ۱/۱۴ (Ghafouri-Kesbi and Notter, 2016) گزارش شدند. در پژوهش‌های انجام شده برای بررسی دو شکلی جنسی صفات رشد در بزهای ایرانی، مقادیر دو شکلی جنسی وزن‌های تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بزغاله‌های نژاد مرخز به ترتیب ۱/۰۹، ۱/۱۷ و ۱/۱۴ (Baneh et al., 2021) و برای وزن‌های تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بزغاله‌های نژاد کرکی راینی به ترتیب ۱/۰۸، ۱/۱۴ و ۱/۱۶ (Mokhtari et al., 2022) گزارش شدند.

نتایج مقایسه مدل‌ها بر اساس مقادیر BIC نشان داد که برای وزن تولد، مدل در بر دارنده اثرات ژنتیکی مستقیم و مادری، بدون در نظر گرفتن کواریانس بین آن‌ها، برای وزن شیرگیری مدل در بر دارنده اثرات ژنتیکی مستقیم و محیط دائمی مادری و برای صفت وزن شش ماهگی مدلی که فقط اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم را در بر دارد، مناسب‌ترین هستند (جدول ۲). اثرات مادری بر وزن‌های تولد و شیرگیری بره‌های نژاد کرمانی تاثیر داشتند که لزوم در نظر گرفتن آن‌ها را در ارزیابی ژنتیکی بره‌های نژاد کرمانی برای این صفات نشان می‌دهد. اثرات مادری بر وزن شش ماهگی بره‌های نژاد کرمانی تاثیری نداشتند که با توجه به جدا شدن بره‌ها از مادر پس از شیرگیری موردانتظار می‌باشد.

جدول ۲: مقادیر BIC برای صفات رشد گوسفند کرمانی تحت مدل‌های دام دوصفتی

Table 2. The BIC values for growth traits of Kermani sheep under the investigated bivariate animal models

مدل Model	صفت Trait		
	وزن تولد Birth weight	وزن شیرگیری Weaning weight	وزن شش ماهگی Six months weight
Model 1	-1825.06	7942.80	6640.694
Model 2	-1846.17	7924.32	6647.792
Model 3	-1857.28	7930.12	6642.632
Model 4	-1828.06	7957.99	6669.77
Model 5	-1836.23	7942.69	6664.26
Model 6	-1807.34	7972.45	6697.18

مقادیر برآورد شده اجزاء واریانس و پارامترهای ژنتیکی صفات بررسی شده در بره‌های نر و ماده نژاد کرمانی تحت مناسب‌ترین مدل دو صفتی در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌گونه که در جدول ۳ نشان داده شده، ناهمگنی در اجزاء واریانس بین نرها و ماده‌ها برای هر سه صفت بررسی شده وجود دارد. به‌عنوان مثال، واریانس فنوتیپی هر سه صفت در نرها بیش‌تر از ماده‌ها بود که بیش‌تر بودن آن در صفات وزن شیرگیری و شش ماهگی مشهودتر می‌باشد. روند مشابهی در واریانس فنوتیپی وزن‌های تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بره‌های نر و ماده نژاد زندی مشاهده شد (Ghafouri-Kesbi et al., 2015).

وراثت پذیری مستقیم ( $h^2$ ) وزن‌های تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بره‌های نر به‌ترتیب ۰/۱۱، ۰/۳۵ و ۰/۳۲ و در بره‌های ماده به‌ترتیب ۰/۱۰، ۰/۳۶ و ۰/۲۳ برآورد شدند (جدول ۳). وراثت پذیری‌های وزن‌های تولد و شیرگیری در دو جنس اختلافی ندارند ولی مقدار برآورد شده وراثت‌پذیری وزن شش ماهگی در دو جنس متفاوت است. در پژوهشی روی گوسفند نژاد زندی وراثت‌پذیری‌های وزن تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بره‌های نر به‌ترتیب ۰/۰۸، ۰/۱۶ و ۰/۱۷ و در بره‌های ماده به‌ترتیب ۰/۱۳، ۰/۱۰ و ۰/۰۹ برآورد شدند (Ghafouri-Kesbi et al., 2015) که به‌طور کلی کم‌تر از مقادیر برآورد شده در پژوهش کنونی هستند. مقادیر وراثت‌پذیری وزن تولد در بره‌های نر و ماده نژاد افشاری به‌ترتیب ۰/۳۹ و ۰/۲۹ و مقادیر وراثت‌پذیری وزن شیرگیری در بره‌های نر و ماده نژاد افشاری به‌ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۲۲ گزارش شدند (Ghafouri-Kesbi and Notter, 2016). وراثت‌پذیری وزن‌های تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بره‌های نر نژاد بلوچی به‌ترتیب ۰/۰۷، ۰/۰۸ و ۰/۰۵ و در بره‌های ماده به‌ترتیب ۰/۱۰، ۰/۱۳ و ۰/۰۹ گزارش شدند (Noorian et al., 2021). در پژوهشی، مقادیر وراثت‌پذیری مستقیم وزن‌های تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بزغاله‌های نر نژاد کرکی رائینی به‌ترتیب ۰/۲۴، ۰/۱۷ و ۰/۱۰ و در بزغاله‌های ماده به‌ترتیب ۰/۲۱، ۰/۲۱ و ۰/۰۹ گزارش شدند (Mokhtari et al., 2022). وراثت‌پذیری مادری ( $m^2$ ) وزن تولد در بره‌های نر و ماده نژاد کرمانی به‌ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۱۷ برآورد شدند. وراثت‌پذیری مادری وزن تولد در بره‌های نر و ماده نژاد بلوچی را به‌ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۰۶ گزارش شدند (Noorian et al., 2021) که کم‌تر از مقادیر برآورد شده در پژوهش کنونی است. در پژوهشی وراثت‌پذیری‌های مادری وزن تولد در بره‌های نر و ماده نژاد ایران بلک به‌ترتیب ۰/۴۲ و ۰/۴۵ برآورد شدند (Ghafouri-Kesbi and Baneh, 2018) که بیش‌تر از مقادیر برآورد شده در پژوهش کنونی است. برآوردهای نسبت واریانس اثرات محیطی دائمی مادری به واریانس فنوتیپی وزن شیرگیری ( $pe^2$ ) در بره‌های نر و ماده به‌ترتیب ۰/۲۰ و ۰/۱۱ بودند. مقادیر  $pe^2$  وزن شیرگیری در بره‌های نر و ماده نژاد افشاری را به‌ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۰۴ گزارش شدند (Ghafouri-Kesbi and Notter, 2016) که کم‌تر از مقادیر برآورد شده در پژوهش کنونی هستند. مقادیر  $pe^2$  وزن شیرگیری در بره‌های نر و ماده نژاد ایران بلک به‌ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۱۹ برآورد شدند (Ghafouri-Kesbi and Baneh, 2018).

همبستگی‌های بین جنسی برای صفات مورد مطالعه در گوسفند کرمانی در جدول ۴ ارائه شده‌اند. همبستگی‌های ژنتیکی مستقیم بین جنسی برای وزن تولد، شیرگیری و شش ماهگی به‌ترتیب ۰/۹۲، ۰/۹۳ و ۱/۰۰ برآورد شدند. وجود این

همبستگی‌های ژنتیکی مثبت و بالا نشان می‌دهد که صفات مورد بررسی در بره‌های نر و ماده کرمانی توسط ژن‌های مشترک بسیاری کنترل می‌شوند. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که صفات در دو جنس ساختار ژنتیکی تقریباً مشابهی دارند. اگر همبستگی ژنتیکی بین دو صفت به‌طور معنی‌داری کم‌تر از یک باشد می‌توان آن‌ها را به‌عنوان صفات مجزا در نظر گرفت (Falconer and Mackay, 1996). همبستگی‌های ژنتیکی بین بره‌های نر و ماده نژاد زندی برای صفات وزن تولد، شیرگیری و شش ماهگی به ترتیب ۰/۸۶، ۰/۹۲ و ۰/۹۲ گزارش شدند (Ghafouri-Kesbi *et al.*, 2015). در پژوهشی دیگر همبستگی‌های ژنتیکی بین بره‌های نر و ماده نژاد افشاری برای صفات وزن تولد و شیرگیری به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۹۹ گزارش شدند (Ghafouri-Kesbi and Notter, 2016). همبستگی ژنتیکی مادری بین وزن تولد دو جنس نر و ماده ۰/۸۳ برآورد گردید که نشان می‌دهد اثرات ژنتیکی افزایشی مادری می‌ش‌های کرمانی تا حدودی بر وزن تولد بره‌های نر و ماده این نژاد متفاوت است. این پارامتر برای وزن تولد در بره‌های نر و ماده نژاد ایران بلک (Ghafouri-Kesbi and Baneh, 2018) و بلوچی (Noorian *et al.*, 2021) ۰/۹۹ گزارش شده است که بیش‌تر از مقدار برآورد شده در پژوهش کنونی است. همبستگی محیط دائمی مادری بین وزن تولد دو جنس نر و ماده ۰/۹۹ برآورد گردید که نشان می‌دهد اثرات محیط دائمی مادری می‌ش‌های کرمانی بر وزن تولد بره‌های نر و ماده این نژاد مشابه است. مقادیر همبستگی محیط دائمی مادری بین وزن شیرگیری بره‌های نر و ماده نژاد ایران بلک به میزان ۱/۰۰ (Ghafouri-Kesbi and Baneh, 2018) و در نژاد بلوچی، ۰/۹۹ (Noorian *et al.*, 2021) گزارش شدند که با برآورد به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد.

### جدول ۳: برآورد اجزاء واریانس و پارامترهای ژنتیکی صفات رشد در بره‌های نر و ماده نژاد کرمانی

**Table 3. Estimates of variance components and genetic parameters for growth traits in male and female lambs of Kermani breed**

صفت Trait	جنسیت Sex	$\sigma_a^2$	$\sigma_m^2$	$\sigma_{pe}^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_p^2$	$h^2 \pm S.E.$	$m^2 \pm S.E.$	$pe^2 \pm S.E.$
وزن تولد Birth weight	نر Male	0.021	0.046	-	0.125	0.192	0.11 ± 0.02	0.24 ± 0.04	-
	ماده Female	0.017	0.029	-	0.120	0.166	0.10 ± 0.04	0.17 ± 0.04	-
وزن شیرگیری Weaning weight	نر Male	3.647	-	2.111	4.498	10.256	0.35 ± 0.08	-	0.20 ± 0.05
	ماده Female	1.760	-	0.884	4.984	7.628	0.23 ± 0.06	-	0.11 ± 0.04
وزن شش ماهگی Six months weight	نر Male	4.532	-	-	9.491	14.023	0.32 ± 0.08	-	-
	ماده Female	3.362	-	-	5.899	9.261	0.36 ± 0.07	-	-

$\sigma_a^2$ : additive genetic variance,  $\sigma_m^2$ : maternal genetic variance,  $\sigma_{pe}^2$ : maternal permanent environmental variance,  $\sigma_e^2$ : residual variance,  $\sigma_p^2$ : phenotypic variance,  $h^2$ : direct heritability,  $m^2$ : maternal heritability,  $pe^2$ : ratio of maternal permanent environmental variance to phenotypic variance, S.E.: standard error

جدول ۴: همبستگی‌های بین جنسی برای صفات رشد در گوسفند کرمانی  
**Table 4. Cross-sex correlations for growth traits in Kermani sheep**

صفت Traits	همبستگی ژنتیکی مستقیم Direct genetic correlation	همبستگی ژنتیکی مادری Maternal genetic correlation	همبستگی محیط دائمی مادری Maternal permanent environmental correlation
وزن تولد Birth weight	0.92±0.16	0.83±0.14	-
وزن شیرگیری Weaning weight	0.93±0.12	-	0.99±0.25
وزن شش ماهگی Six months weight	1.00±0.11	-	-

### نتیجه‌گیری

وزن بدن بره‌های نر نژاد کرمانی در زمان تولد، شیرگیری و شش ماهگی بیش‌تر از وزن بدن بره‌های ماده بود که وجود دوشکلی جنسی در سطح فنوتیپ را تایید نمود. وراثت پذیری‌های وزن بدن در زمان تولد، شیرگیری و شش ماهگی در بره‌های نر و ماده نژاد کرمانی اختلاف معنی‌داری نداشتند. از این رو می‌توان آن‌ها را به‌عنوان یک صفت در هر دو جنس در نظر گرفت. همچنین با توجه به وجود همبستگی‌های ژنتیکی بین جنسی مثبت و بالا برای صفات مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت انتخاب در بره‌های نر برای صفات مورد مطالعه سبب ایجاد پاسخ همبسته مثبت در بره‌های ماده نژاد کرمانی می‌گردد.

### سپاسگزاری

از سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان به دلیل در اختیار گذاشتن داده‌های پژوهش سپاسگزاری می‌گردد.

### منابع

- Badyaev, A.V. (2002). Male and female growth in sexually dimorphic species: harmony, conflict, or both? *Comments on Theoretical Biology* 7: 11-33.
- Baneh, H., Ghaderi-Zefrehei, M., Pouryaee, R. and Mandal, A. (2021). Genetic analysis of sexual size dimorphism in Markhoz goat. *Tropical Animal Health and Production*, 53, 67.
- Darwin, C., (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. Murray, London, UK.
- Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C., (1996). *Introduction to quantitative genetics*. Harlow, Essex, UK.
- Ghafouri-Kesbi, F., and Baneh, H. (2018). Genetic aspects of sexual size dimorphism in a synthesized breed of sheep. *Meta Gene* 17: 177-183.
- Ghafouri-Kesbi, F. and Notter, D. R., (2016). Sex influence on genetic expressions of early growth in Afshari lambs. *Archives Animal Breeding* 59: 9-17.
- Ghafouri-Kesbi, F., Rahimi Mianji, G., Ansari Pirsaraei, Z., Hafezian, S. H., Baneh, H. and Soleimani, B. (2015). A genetic study on sexual dimorphism of bodyweight in sheep. *Animal Production Science* 55: 101-106.
- Lovich, J.E. and Gibbons, J.W. (1992). A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth, Development and Aging* 56: 269-281.
- Mateescu, R.G. and Thonney, M.L. (2002). Gene expression in sexually dimorphic muscles in sheep. *Journal of Animal Science* 80: 1879-1887.
- Meyer, K. (2013). *WOMBAT- A programme for mixed model analyses by restricted maximum likelihood*. User Notes, Animal Genetics and Breeding Unit, Armidale, Australia.
- Mokhtari, M., Barazandeh, A., Roudbari, Z., Ghafouri-Kesbi, F. and Kargar Borzi, N. (2022). Sexual dimorphism in early body weight traits of Raeini Cashmere goat: sex-specific heritability and cross-sex correlations. *Journal of Livestock Science and Technologies*. 10: 1-6.



Noorian, M., Joezy-Shekalgorabi, S. and Emam Jomeh Kashan, N. (2021). Estimation of genetic parameters for sexual dimorphism in body weight of Baluchi sheep. *Journal of Livestock Science and Technologies* 9: 61-68.

Piper, L. and Ruvinsky, A. (1997). *The genetics of sheep*. CABI, 608 p.

SAS (Statistical Analysis System). (2004). *SAS User's Guide, Version 9.1*. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.

Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics* 6: 461-464.