نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 8، شماره 2، تابستان 1395، ص. 381-370

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 370-381

# برآورد پارامترهای ژنتیکی نسبت‌های کلیبر و صفات رشد در گوسفند کردی

داوود علی ساقی[1*] - علیرضا شهدادی[2]

تاریخ دریافت: 1394/05/04
تاریخ پذیرش: 1394/09/03

## چکیده

در این مطالعه از رکوردهای مربوط به صفات رشد گوسفندان نژاد کردی که طی سال‌های 1375 تا 1392 در ایستگاه پرورش و اصلاح نژاد گوسفند کردی واقع در شهرستان شیروان استان خراسان شمالی جمع‌آوری شده بود، برای تجزیه و تحلیل ژنتیکی صفات رشد استفاده گردید. صفات مورد بررسی شامل افزایش وزن روزانه و نسبت کلیبر در 4 دوره زمانی (تولد تا از شیرگیری، از شیرگیری تا 6 ماهگی، 6 تا 9 ماهگی و 9 تا 12 ماهگی) بود. مؤلفه‌های (کو) واریانس و پارامترهای ژنتیکی صفات مورد مطالعه با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی محدود شده و تحت 6 مدل حیوانی مختلف با استفاده از نرم‌افزار WOMBAT برآوردید گردید. پس از برازش مدل‌های حیوانی مورد استفاده، مناسب‌ترین مدل برای هر صفت بر اساس شاخص اطلاعات آکایک انتخاب شد. بر اساس نتایج، وراثت‌پذیری مستقیم صفات افزایش وزن روزانه و نسبت کلیبر بر اساس بهترین مدل به ترتیب در دامنه 0/11 تا 0/13 و 0/11 تا 0/23 برآورد گردید. وراثت‌پذیری مادری و نسبت واریانس فنوتیپی ناشی از محیط دائمی مادری برای صفات قبل از شیرگیری به ترتیب 0/11 و 0/04(افزایش وزن روزانه) و 0/06 و 0/12 (نسبت کلیبر) به دست آمد. همبستگی ژنتیکی بین صفات افزایش وزن روزانه در دوره‌های مختلف در محدوده 0/18 تا 0/57 برآورد گردید. همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات افزایش وزن روزانه و نسبت کلیبر در حد متوسط تا بسیار قوی برآورد شد. به نظر می‌رسد انتخاب برای نسبت کلیبر، ضمن افزایش سرعت رشد بره‌ها، باعث افزایش راندمان مصرف خوراک می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** افزایش وزن روزانه، پارامترهای ژنتیکی، گوسفند کردی، نسبت کلیبر.

## مقدمه

گوسفند نژاد کردی یکی از نژادهای گوسفند دنبه‌دار بوده که هدف اصلی پرورش آن تولید گوشت است. منطقه پراکنش عمده این نژاد استان خراسان شمالی است که عمدتاً به صورت سنتی و عشایری در مراتع پرورش می‌یابند (32). یکی از صفات مهم در پرورش و اصلاح نژاد گوسفند، صفات مرتبط با رشد حیوان است. در انتخاب نژادهای گوشتی گوسفند معمولاً از وزن بدن در زمان تولد، از شیرگیری، شش ماهگی، یک سالگی، بلوغ و نیز سرعت رشد به عنوان معیارهای انتخاب برای افزایش بازده اقتصادی استفاده می‌شود (13). در این میان سرعت رشد بیشترین توجه را به خود جلب نموده و این صفت به عنوان معیار اصلی انتخاب در اکثر طرح‌های اصلاح نژادی برای تولید گوشت مورد استفاده قرار گرفته است (8). بر اساس تحقیقات صورت گرفته، میانگین افزایش وزن روزانه در نژادهای داخلی برای دوره قبل از شیرگیری در محدوده 120 تا 206 گرم و برای دوره پس از شیرگیری در دامنه 86 تا 131 گرم گزارش شده است (4، 6 و 23).

با توجه به اینکه سیستم‌های پرورش گوسفند در ایران غالباً سنتی بوده و به صورت پرورش آزاد و گله‌های با سیستم چرا در مرتع می‌باشد، به دست آوردن رکورد خوراک مصرفی که برای محاسبه ضریب تبدیل غذایی مورد نیاز است، بسیار مشکل است. زیرا این امر مستلزم وجود جایگاه انفرادی و افرادی ماهر و آگاه به اهمیت موضوع جهت تعیین خوراک مصرفی انفرادی می‌باشد. بنابراین یافتن معیاری که بتواند به بهترین وجه بازده غذایی را تخمین بزند و اندازه‌گیری آن به سادگی امکان‌پذیر باشد، بسیار کارساز و مطلوب است. برای رفع این مشکل محققی به نام کلیبر نسبت متوسط افزایش وزن روزانه به وزن متابولیکی ($W^{0.75}$) را به عنوان یک معیار برای اندازه‌گیری غیر مستقیم بازده خوراک مصرفی پیشنهاد نمود، این نسبت به عنوان نسبت کلیبر نامیده شده است (17). نسبت کلیبر بر این پایه استوار است که رابطه مستقیمی بین وزن حیوان و احتیاجات نگهداری و تولید آن وجود دارد. احتیاجات نگهداری تابعی از وزن متابولیکی بدن می‌باشد و در حدود 80% کل احتیاجات غذایی گوسفند داشتی را تشکیل می‌دهد (15). میانگین نسبت کلیبر در برخی از نژادهای

1- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی،
2- دانشجوی دکتری ژنتیک و اصلاح دام، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: Email: davoudali@yahoo.com)

داخلی ایران برآورد شده است، نسبت کلیبر در دوره قبل از شیرگیری در گوسفندان سنجابی، کرمانی و قزل به ترتیب 15/6، 19 و 20/8 گزارش شده است (4، 23 و 26). اسدی خشویی و همکاران (5) و محمدی و همکاران (24) همبستگی فنوتیپی نسبت کلیبر را با بازده غذایی در گوسفندان لری بختیاری و کردی به ترتیب 0/91 و 0/84 گزارش نمودند.

در حال حاضر اطلاعات کافی در مورد پارامترهای ژنتیکی صفات رشد و به ویژه نسبت‌های کلیبر در گوسفند کردی وجود ندارد، بنابراین هدف از مطالعه حاضر، برآورد مؤلفه‌های (کو)واریانس و نیز پارامترهای ژنتیکی صفات رشد و نسبت‌های کلیبر قبل و پس از شیرگیری در گوسفند کردی می‌باشد.

## مواد و روشها

### صفات مورد بررسی

در این مطالعه از رکوردهای مربوط به صفات رشد 5144 رأس بره حاصل از 161 رأس قوچ (پدر) و 1982 رأس میش (مادر) استفاده گردید. داده‌های مذکور شامل اطلاعات شجره‌ای و رکوردهای وزن بدن بره‌های نژاد کردی بود که بین سال‌های 1375 تا 1392 در ایستگاه پرورش و اصلاح نژاد گوسفند کردی (حسین آباد) واقع در شهرستان شیروان استان خراسان شمالی جمع‌آوری شده بود (27). مجموعه اطلاعات شامل شماره حیوان، پدر و مادر حیوان، سال تولد بره، جنس بره، نوع تولد، سن مادر هنگام زایش و رکوردهای وزن بدن در سنین مختلف می‌شدند. داده‌های اولیه با استفاده از نرم افزار Foxpro نسخه 2/6 (14) ویرایش و برای تجزیه و تحلیل آماده‌سازی شدند.

صفات مورد بررسی در این مطالعه شامل افزایش وزن روزانه از تولد تا شیرگیری ($ADG_{0-3}$)، افزایش وزن روزانه از شیرگیری تا 6 ماهگی ($ADG_{3-6}$)، افزایش وزن روزانه از 6 تا 9 ماهگی ($ADG_{6-9}$)، افزایش وزن روزانه از 9 تا 12 ماهگی ($ADG_{9-12}$) و نسبت‌های کلیبر (KR)[1] بود. خلاصه آماری صفات مورد بررسی در جدول 1 ارائه شده است. نسبت کلیبر در دوره‌های مختلف به صورت زیر به دست آمد:

$KR_1=ADG_{0-3}/(BW_3)^{0.75}$
$KR_2=ADG_{3-6}/(BW_6)^{0.75}$
$KR_3=ADG_{6-9}/(BW_9)^{0.75}$
$KR_4=ADG_{9-12}/(BW_{12})^{0.75}$

### مدیریت گله

سیستم پرورش در این ایستگاه به صورت نیمه متمرکز است. با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه معمولاً بره‌ها به همراه میش‌ها از اواخر فروردین ماه جهت چرای روزانه به مراتع میان‌بند اطراف ایستگاه فرستاده می‌شوند. با توجه به وضعیت علوفه‌ای مرتع، به طور معمول تا اوایل تیرماه و زمان برداشت گندم و جو از زمین‌های زراعی شهرستان در مرتع چرا می‌کنند. با شروع فصل سرما گله به ایستگاه منتقل شده و با تنظیم جیره‌های غذایی مناسب هر گروه دامی (میش‌های آبستن، بره‌های نر و ماده و قوچ‌ها) به طور جداگانه در شبانه روز به طور سه وعده تغذیه دستی می‌شوند. عملیات ایمن‌سازی و مبارزه با انگل های داخلی و خارجی به صورت دوره‌ای انجام می‌شود. فصل آمیزش از اواسط مرداد تا اواخر شهریور می‌باشد و زایش‌ها نیز عمدتاً در دی ماه اتفاق می‌افتد. در هنگام زایش، برنامه بهداشتی و ضدعفونی بند ناف انجام شده و شماره شناسایی بره بعد از ثبت وزن آنها به گوش بره‌ها نصب می شود (27).

### تجزیه و تحلیل آماری

به منظور شناسایی اثر عوامل محیطی مؤثر بر صفات مورد بررسی و منظور کردن آنها در مدل، آنالیز حداقل مربعات با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS نسخه 9/2 انجام شد (28). در نهایت پس از آزمون معنی‌داری اثرات ثابت، مدل آماری مورد استفاده شامل اثرات ثابت سال تولد بره (1392-1375)، جنس بره (نر یا ماده)، نوع تولد (تک قلو یا دو قلو) و سن مادر هنگام زایش (7-1 سال) بود (جدول 2).

مؤلفه‌های (کو)واریانس و پارامترهای ژنتیکی صفات مورد بررسی با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی محدود شده (REML) با شش مدل حیوانی تک متغیره برنامه WOMBAT (20) برآورد گردید:

$$y = Xb + Z_a a + e \quad (1)$$

$$y = Xb + Z_a a + Z_{pe} pe + e \quad (2)$$

$$y = Xb + Z_a a + Z_m m + e \quad Cov(a,m)=0 \quad (3)$$

$$y = Xb + Z_a a + Z_m m + e \quad Cov(a,m)=A\sigma_{am} \quad (4)$$

$$y = Xb + Z_a a + Z_m m + Z_{pe} pe + e \quad Cov(a,m)=0 \quad (5)$$

$$y = Xb + Z_a a + Z_m m + Z_{pe} pe + e \quad Cov(a,m)= A\sigma_{am} \quad (6)$$

که در آن؛ $y$: بردار مشاهدات، $b$: بردار اثرات ثابت، $a$: بردار اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم، $m$: بردار اثرات ژنتیکی افزایشی مادری، $pe$: بردار اثرات محیط دائمی مادری، $X$، $Z_a$، $Z_m$ و $Z_{pe}$: ماتریس ضرایب که به ترتیب اثرات ثابت، اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم، اثرات ژنتیکی افزایشی مادری و اثرات محیط دائمی مادری را به مشاهدات مربوط می‌کنند، $e$: بردار اثرات باقیمانده و $Cov(a,m)$: کوواریانس اثر ژنتیکی افزایشی مستقیم و مادری می‌باشد.

فرض می‌شود که:

1- Kleiber Ratios

$$Var\begin{bmatrix} a \\ m \\ pe \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 & 0 \\ A\sigma_{ma} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_d\sigma_{pe}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_n\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

علاوه بر این، فرض می‌شود که اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم، اثرات ژنتیکی افزایشی مادری، اثرات محیط دائمی مادری و اثرات باقیمانده دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس به ترتیب $A\sigma_a^2$، $A\sigma_m^2$، $I_d\sigma_{pe}^2$ و $I_n\sigma_e^2$ می‌باشند. همچنین $\sigma_a^2$: واریانس ژنتیکی افزایشی مستقیم، $\sigma_m^2$: واریانس ژنتیکی افزایشی مادری، $\sigma_{pe}^2$: واریانس محیط دائمی مادری، $\sigma_e^2$: واریانس باقیمانده، $\sigma_{am}$ و $\sigma_{ma}$: کوواریانس ژنتیکی افزایشی بین اثرات مستقیم و مادری، $A$ ماتریس روابط خویشاوندی و $I_d$ و $I_n$ به ترتیب ماتریس‌های واحد برای تعداد میش‌ها و تعداد رکوردها می‌باشند.

وراثت‌پذیری کل بر اساس فرمول ویلهام (37) محاسبه گردید:

$$h_t^2 = \frac{\sigma_a^2 + 0.5\sigma_m^2 + 1.5\sigma_{am}}{\sigma_p^2}$$

**جدول 1-** آمار توصیفی صفات مورد بررسی در مطالعه حاضر

**Table 1-** Descriptive statistics of the studied traits

| Traits | No. of records | No. of ewe | No. of ram | Mean | S.D. | %C.V. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $ADG_{0-3}$ (g/d) | 2523 | 1201 | 81 | 215.13 | 48.48 | 22.53 |
| $ADG_{3-6}$ (g/d) | 2221 | 1125 | 80 | 102.82 | 54.19 | 52.71 |
| $ADG_{6-9}$ (g/d) | 1689 | 940 | 58 | 86.90 | 55.53 | 63.89 |
| $ADG_{9-12}$ (g/d) | 1581 | 873 | 57 | 72.51 | 43.69 | 60.24 |
| $KR_1$ | 2523 | 1201 | 81 | 19.47 | 1.99 | 10.25 |
| $KR_2$ | 2221 | 1125 | 80 | 7.23 | 3.58 | 49.48 |
| $KR_3$ | 1689 | 940 | 58 | 4.94 | 3.62 | 73.16 |
| $KR_4$ | 1581 | 873 | 57 | 4.70 | 3.48 | 73.16 |

برای انتخاب بهترین مدل از شاخص اطلاعات آکایک (AIC)[1] استفاده گردید. برتری این شاخص نسبت به لگاریتم حداکثر درستنمایی این است که در شاخص AIC تعداد پارامترهای به کار رفته در مدل نیز به کار برده می‌شود (3):

$$AIC_i = -2\log L_i + 2p_i$$

که $\log L_i$: لگاریتم حداکثر درستنمایی مدل $i$ در زمان همگرایی و $p_i$: تعداد پارامترها در هر مدل می‌باشد. به عنوان مثال در مدل 1 (مدل افزایشی مستقیم) تعداد پارامترهای به کار رفته در این مدل، 3 (واریانس‌های ژنتیک افزایشی، باقیمانده و فنوتیپی) می‌باشد. در نهایت مدلی که دارای کمترین شاخص AIC بود به عنوان بهترین مدل در نظر گرفته شد.

برای برآورد همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات مورد بررسی از تجزیه و تحلیل دو متغیره (بر اساس مدل ژنتیکی افزایشی) استفاده گردید. اثرات ثابت موجود در تجزیه و تحلیل دو متغیره، همان اثرات ثابت گنجانده شده در مدل‌های مختلف حیوانی در تجزیه و تحلیل تک متغیره بود.

## نتایج و بحث

میانگین حداقل مربعات صفات مورد بررسی در جدول 2 نشان داده شده است. میانگین افزایش وزن روزانه قبل از شیرگیری در بره‌های نژاد کردی 0/96±215/33 گرم به دست آمد، در حالیکه مقدار این صفت در دوره‌ها یا سنین پس از شیرگیری روند کاهشی داشت. میانگین افزایش وزن روزانه تولد تا از شیرگیری در نژادهای سنجابی، کرمانی و قزل به ترتیب 187، 174 و 192/5 گرم گزارش شده است (4، 23 و 26). این مقادیر به ویژه در سن قبل از شیرگیری نشان می‌دهد که بره‌های نژاد کردی از ظرفیت بالایی برای رشد برخوردار هستند. به نظر می‌رسد که شرایط مناسب تغذیه‌ای در ایستگاه مورد نظر و نیز وجود مراتع غنی به ویژه در بهار و تابستان، از دلایل اصلی بهبود افزایش وزن بره‌ها در سنین مختلف بوده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس افزایش وزن روزانه و نسبت کلیبر بره‌ها در مراحل مختلف رشد نشان می‌دهد که سال تولد و جنس بره‌ها تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه داشت (P<0/01). نوع تولد بره‌ها تنها تأثیر معنی‌داری (P<0/01) بر افزایش وزن روزانه از تولد تا شیرگیری ($ADG_{0-3}$)، افزایش وزن روزانه از شیرگیری تا 6 ماهگی ($ADG_{3-6}$) و نسبت‌های کلیبر قبل از شیرگیری ($KR_1$) و از شیرگیری تا 6 ماهگی ($KR_2$) داشت. صفات $ADG_{0-3}$ و $KR_1$ به طور معنی‌داری تحت تأثیر سن مادر هنگام زایش قرار گرفتند (P<0/01). این نتایج با نتایج محمدی و همکاران (23) نیز مطابقت دارد. شرایط مختلف آب و هوایی و تغذیه‌ای در سال‌های مورد بررسی باعث تغییرات و نواساناتی در وزن بدن دام و در نتیجه افزایش وزن روزانه و نسبت‌های کلیبر در سنین مختلف می‌شود.

1 Akaike's Information Criterion

**جدول ۲**- مقایسه میانگین حداقل مربعات و خطای استاندارد صفات مورد بررسی[1]

**Table 2-** Lease squares means and standard errors for the studied traits[1]

| Fixed effects | Traits | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $ADG_{0-3}$ | $ADG_{3-6}$ | $ADG_{6-9}$ | $ADG_{9-12}$ | $KR_1$ | $KR_2$ | $KR_3$ | $KR_4$ |
| Overall mean | 215.33±0.96 | 102.94±1.15 | 86.23±1.52 | 73.49±1.65 | 19.48±0.03 | 7.23±0.07 | 4.84±0.09 | 4.62±0.07 |
| Birth year (Pr) | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |
| Sex (Pr) | <0.0001 | <0.0001 | 0.009 | 0.004 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | 0.002 |
| Male | $207.46^{a}$±3.34 | $110.38^{a}$±5.33 | $87.85^{a}$±2.96 | $73.31^{a}$±3.25 | $19.31^{a}$±0.15 | $7.73^{a}$±0.41 | $4.86^{a}$±0.19 | $4.78^{a}$±0.16 |
| Female | $185.88^{b}$±3.35 | $88.21^{b}$±5.90 | $83.82^{b}$±3.19 | $69.81^{b}$±2.77 | $18.76^{b}$±0.15 | $6.80^{b}$±0.40 | $4.28^{b}$±0.18 | $4.43^{b}$±0.14 |
| Birth type (Pr) | <0.0001 | 0.006 | 0.541 | 0.304 | <0.0001 | 0.005 | 0.971 | 0.941 |
| Single | $217.85^{a}$±3.26 | $101.01^{a}$±5.79 | 87.33±2.42 | 73.92±2.03 | $19.59^{a}$±0.15 | $7.51^{a}$±0.42 | 4.46±0.15 | 4.35±0.11 |
| Twin | $175.88^{b}$±3.58 | $98.59^{b}$±6.18 | 86.33±4.07 | 71.19±4.41 | $18.47^{b}$±0.16 | $7.02^{b}$±0.39 | 4.28±0.16 | 4.06±0.31 |
| Ewe age (Pr) | <0.0001 | 0.287 | 0.091 | 0.952 | 0.0002 | 0.149 | 0.083 | 0.914 |
| 1 | $134.39^{b}$±3.04 | 83.33±3.06 | 88.07±3.46 | 74.09±3.89 | 16.91b±0.34 | 6.84±0.23 | 4.58±0.21 | 4.45±0.21 |
| 2 | $210.24^{a}$±2.42 | 105.71±2.13 | 83.80±3.17 | 72.57±3.82 | 19.42a±0.11 | 7.42±0.14 | 4.35±0.21 | 4.57±0.17 |
| 3 | $218.16^{a}$±2.43 | 111.39±1.98 | 84.94±3.99 | 70.43±3.42 | 19.64a±0.11 | 7.72±0.13 | 4.57±0.19 | 4.52±0.16 |
| 4 | $220.65^{a}$±2.48 | 92.30±2.16 | 88.56±3.40 | 75.51±3.68 | 19.55a±0.11 | 6.52±0.14 | 4.17±0.22 | 4.96±0.17 |
| 5 | $212.51^{a}$±2.59 | 93.89±2.58 | 89.13±4.16 | 74.88±4.91 | 19.32a±0.12 | 6.93±0.17 | 4.90±0.27 | 4.81±0.23 |
| 6 | $213.38^{a}$±2.71 | 112.48±2.66 | 87.51±4.07 | 74.05±4.44 | 19.40a±0.13 | 7.70±0.18 | 4.81±0.26 | 4.71±0.21 |
| 7 | $223.11^{a}$±4.21 | 86.21±4.08 | 87.68±5.72 | 68.81±5.91 | 19.43a±0.19 | 6.59±0.21 | 4.89±0.51 | 4.85±0.42 |

[1]میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه در هر گروه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح P<۰/۰۱ می‌باشند.

Pr: سطح احتمال معنی‌داری برای هر صفت.

[1]Means with different letters in each sub-class within a column show significant differences at P<0.01.

Pr: P-value for each trait.

شرایط متغیر آب و هوایی مانند میزان بارندگی و دمای محیط، کیفیت و کمیت علوفه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، که منجر به ایجاد تغییرات قابل ملاحظه‌ای در میزان مواد غذایی در دسترس حیوان و تأمین احتیاجات لازم می‌شود.

به این ترتیب افزایش وزن بره‌ها را در سنین مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد (26). به طور کلی، بره‌های نر نسبت به بره‌های ماده افزایش وزن سریع‌تری دارند، این تفاوت می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع هورمون‌های جنسی باشد که سبب رشد حیوانات می‌شود. به عنوان مثال هورمون استروژن روی رشد استخوان‌های دراز در جنس ماده اثر محدود کننده‌ای دارد که این امر می‌تواند یکی از دلایل کوچکتر بودن جثه و کمتر بودن وزن بره‌های ماده نسبت به بره‌های نر باشد (10). بر اساس نتایج، بره‌های تک قلو نسبت به بره‌های دو قلو عملکرد بهتری (بهبود افزایش وزن و نسبت کلیبر) تا سن 6 ماهگی داشتند، در حالیکه تفاوت معنی‌داری بین این دو گروه در دوره زمانی 6 تا 9 و 9 تا 12 ماهگی مشاهده نشد. اختلافات معنی‌دار افزایش وزن روزانه و نسبت کلیبر در سنین تولد تا از شیرگیری می‌تواند به دلیل رقابت و محدودیت در شیر خوردن بره‌های دو قلو باشد که باعث تفاوت سرعت رشد روزانه آنها نسبت به بره‌های تک قلو می‌شود. به طور کلی، اثرات معنی‌دار عوامل محیطی و ثابت بر صفات افزایش وزن روزانه و نسبت کلیبر می‌تواند به ترشح هورمون‌های داخلی و جنسی بره‌های نر و ماده، فضای محدود رحم (به ویژه در میش‌های جوان)، دسترسی ناکافی مادران به مواد مغذی در طی دوران آبستنی و اوایل شیردهی، رقابت برای مصرف شیر در بره‌های دو قلو و رفتارهای متفاوت مادران در مراقبت از بره‌های خود، نسبت داده شود. چنین نتایجی در سایر گزارشات بر روی نژادهای مختلف گوسفند نیز ارائه شده است (12، 21، 23، 25 و 26).

مقادیر شاخص AIC در مدل‌های مختلف مورد بررسی در جدول 3 ارائه شده است. پس از برازش هر یک از شش مدل حیوانی ارائه شده برای تمامی صفات مورد بررسی، همانطور که گفته شد مناسب‌ترین مدل با کمک شاخص AIC تعیین شد. مدل مناسب به دست آمده برای صفات $ADG_{0-3}$ و $KR_1$ مدل 5 بود که حاوی اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم و اثرات ژنتیکی مادری و محیطی دائمی بدون در نظر گرفتن کوواریانس بین آنها می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که بره‌های نژاد کردی در سنین اولیه زندگی (قبل از شیرگیری) تحت تأثیر عوامل مادری هستند. صفات مربوط به رشد در دام‌ها علاوه بر پتانسیل ژنتیکی خود حیوان، تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی دائمی مادری نیز قرار دارند. همچنین مناسب‌ترین مدل برای صفات $ADG_{3-6}$ و $KR_2$ مدل حاوی اثرات ژنتیکی افزایشی مستقیم و اثرات ژنتیکی مادری با در نظر گرفتن کوواریانس بین آنها (مدل 4) بود. مدل مناسب به دست آمده بر اساس شاخص اطلاعات آکایک برای صفات $ADG_{9-12}$ و $KR_4$ مدل 1 (مدل حاوی اثرات ژنتیکی افزایشی) و برای صفات $ADG_{6-9}$ و $KR_2$ به ترتیب مدل‌های 3 و 2 بودند.

**جدول 3-** مقادیر شاخص اطلاعات آکایک (AIC) در صفات مورد بررسی[1]

**Table 3-** AIC values for the studied traits[1]

| Model | Traits | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $ADG_{0-3}$ | $ADG_{3-6}$ | $ADG_{6-9}$ | $ADG_{9-12}$ | $KR_1$ | $KR_2$ | $KR_3$ | $KR_4$ |
| 1 | 20354.53 | 18431.53 | 15253.06 | **14266.46** | 5154.96 | 6632.89 | 6242.53 | **5254.41** |
| 2 | 20337.62 | 18430.49 | 15222.16 | 14268.46 | 5142.47 | 6633.75 | **6223.22** | 5256.20 |
| 3 | 20336.76 | 18431.27 | **15222.04** | 14268.45 | 5147.21 | **6633.49** | 6226.48 | 5256.41 |
| 4 | 20336.94 | **18428.25** | 15222.45 | 14282.45 | 5136.53 | 6626.31 | 6225.25 | 5271.08 |
| 5 | **20334.11** | 18432.45 | 15224.45 | 14270.45 | **5062.47** | 6635.44 | 6225.33 | 5258.41 |
| 6 | 20336.31 | 18429.79 | 15223.91 | 14284.45 | 5063.71 | 6628.31 | 6224.74 | 5273.01 |

[1] مناسب‌ترین مدل برای هر صفت با اعداد تیره نشان داده شده است.

[1] The most appropriate model for each trait is shown in bold face.

مؤلفه‌های کو(واریانس) و پارامترهای ژنتیکی صفات افزایش وزن روزانه در مراحل مختلف رشد در جدول 4 ارائه شده است. وراثت‌پذیری مستقیم برای صفات مورد بررسی تقریباً در حد متوسط 0/11 (صفات $ADG_{9-12}$ و $KR_1$) تا 0/23 (صفت $KR_4$) برآورد گردید. مقدار وراثت‌پذیری مستقیم برآورد شده در این مطالعه برای صفت $ADG_{0-3}$ (0/13) در محدوده مقادیر گزارش شده 0/03 (21) تا 0/54 (9) توسط سایر مطالعات قرار دارد. محمدی و همکاران (23) وراثت‌پذیری مستقیم برای صفت $ADG_{0-3}$ را در گوسفندان سنجابی 0/14 برآورد نمودند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. وراثت‌پذیری مادری صفت $ADG_{0-3}$ در گوسفندان نژاد کردی در این مطالعه 0/11 برآورد گردید، این مقدار نسبت به مقادیر گزارش شده توسط محمدی و همکاران (23) و ماریا و همکاران (18) کمتر است. وراثت‌پذیری مادری برآورد شده برای صفت $ADG_{0-3}$ با مقدار گزارش شده در گوسفند نژاد مغانی توسط ساورسفلی و همکاران (29) مطابقت دارد. نسبت واریانس فنوتیپی ناشی از محیط دائمی مادری در صفت $ADG_{0-3}$ 0/04 برآورد شد. این مقدار در مقایسه با مقدار گزارش شده

(0/08) توسط عباسی و همکاران (1) بر روی گوسفند نژاد بلوچی اندکی کمتر است. این پارامتر در نژاد شال 0/14 برآورد شده است (22).

نسبت کلیبر که شاخص مناسبی برای ارزیابی وضعیت اقتصادی پرورش گوسفند است، نسبت متوسط افزایش وزن روزانه به وزن متابولیکی را به عنوان یک معیار برای اندازه‌گیری بازده خوراک مصرفی پیشنهاد می‌کند (17). بادن‌هورست (7) گزارش نمود که نسبت کلیبر همبستگی ژنتیکی بالایی با بازدهی خوراک مصرفی (0/78) در بره‌های نر نژاد آفرینو دارد و پیشنهاد نمود که می‌توان از این نسبت به عنوان یک شاخص انتخاب غیر مستقیم برای خوراک مصرفی در سیستم‌های پرورش گسترده استفاده نمود. وراثت‌پذیری مستقیم برآورد شده برای صفت $KR_1$ (0/11) نسبت به وراثت‌پذیری مادری (0/06) بالاتر و در مقایسه با نسبت واریانس فنوتیپی ناشی از محیط دائمی مادری (0/12) کمتر بود. مقدار برآورد شده وراثت‌پذیری مستقیم نسبت کلیبر قبل از شیرگیری نسبت به مقادیر گزارش شده در سایر مطالعات (2، 12، 21، 23 و 26) بالاتر بود. مقادیر نسبتاً پایین وراثت‌پذیری برای صفات مورد بررسی را می‌توان تا حدودی به سطح متوسط تغذیه، کیفیت مراتع و ایجاد تغییرات بزرگ محیطی نسبت داد. این موضوع سطح تولید افراد و تنوع فنوتیپی صفات مشابه در میان افراد را کاهش می‌دهد.

اثرات مادری روی صفات قبل از شیرگیری ($ADG_{0-3}$ و $KR_1$) پیشنهاد می‌کند که این اثرات بایستی در برنامه‌های انتخاب گنجانده شوند تا از برآوردهای اریب وراثت‌پذیری‌های مستقیم نیز جلوگیری شوند. هنگامی که اثرات مادری اهمیت بالایی داشته باشند، ممکن است مقادیر وراثت‌پذیری کل نسبت به وراثت‌پذیری‌های مستقیم برای برآورد پاسخ به انتخاب بر اساس ارزش‌های فنوتیپی کارآمدتر باشد (2). در این مطالعه، مقادیر وراثت‌پذیری کل برای صفات مورد بررسی پایین تا متوسط و در محدوده 0/06 برای $ADG_{3-6}$ تا 0/23 برای $KR_1$ برآورد گردید.

**جدول 4-** برآورد مؤلفه‌های کو (واریانس) و پارامترهای ژنتیکی صفات مورد بررسی[1]

**Table 4-** (Co) variance components and genetic parameters estimates for the studied traits[1]

| Components | Traits | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $ADG_{0-3}$ | $ADG_{3-6}$ | $ADG_{6-9}$ | $ADG_{9-12}$ | $KR_1$ | $KR_2$ | $KR_3$ | $KR_4$ |
| Model fitted | 5 | 4 | 3 | 1 | 5 | 3 | 2 | 1 |
| $\sigma_a^2$ | 166.07 | 186.51 | 195.11 | 263.61 | 0.34 | 1.04 | 3.24 | 2.16 |
| $\sigma_m^2$ | 138.94 | 171.14 | 176.87 | - | 0.19 | 0.76 | - | - |
| $\sigma_{pe}^2$ | 56.11 | - | - | - | 0.36 | - | 3.76 | - |
| $\sigma_e^2$ | 927.23 | 1360.06 | 1135.21 | 2124.70 | 2.16 | 5.72 | 9.23 | 6.94 |
| $\sigma_p^2$ | 1288.36 | 1602.98 | 1507.18 | 2388.32 | 3.06 | 7.53 | 16.24 | 9.11 |
| $\sigma_{am}$ | - | -114.73 | - | - | - | - | - | - |
| $h_d^2 \pm SE$ | 0.13±0.04 | 0.12±0.03 | 0.13±0.02 | 0.11±0.02 | 0.11±0.02 | 0.14±0.04 | 0.19±0.04 | 0.23±0.05 |
| $h_m^2 \pm SE$ | 0.11±0.03 | 0.11±0.03 | 0.12±0.02 | - | 0.06±0.01 | 0.10±0.02 | - | - |
| $c^2 \pm SE$ | 0.04±0.01 | - | - | - | 0.12±0.02 | - | 0.23±0.04 | - |
| $h_t^2$ | 0.18 | 0.06 | 0.19 | 0.11 | 0.14 | 0.19 | 0.19 | 0.23 |

[1] $\sigma_a^2$: واریانس ژنتیکی افزایشی دام، $\sigma_m^2$: واریانس ژنتیکی افزایشی مادر، $\sigma_{pe}^2$: واریانش محیطی دائمی مادری، $\sigma_e^2$: واریانس باقیمانده، $\sigma_p^2$: واریانس فنوتیپی، $\sigma_{am}$: کوورایانس ژنتیکی مستقیم و مادری، $h_d^2$: وراثت‌پذیری مستقیم حیوان، $h_m^2$: وراثت‌پذیری مستقیم مادری، $c^2$: نسبتی از واریانس فنوتیپی که ناشی از محیط دائمی مادری است، $h_t^2$: وراثت‌پذیری کل.

[1] $\sigma_a^2$: direct genetic variance, $\sigma_m^2$: maternal additive genetic variance, $\sigma_{pe}^2$: maternal permanent environmental variance, $\sigma_e^2$: residual variance, $\sigma_p^2$: phenotypic variance, $\sigma_{am}$: covariance between direct genetic and maternal additive genetic, $h_d^2$: direct heritability, $h_m^2$: maternal heritability, $c^2$: ratio of maternal permanent environmental effect to phenotypic variance, $h_t^2$: total heritability.

مقادیر وراثت‌پذیری مستقیم افزایش وزن روزانه در دوره‌های پس از شیرگیری در دامنه تقریباً مشابهی (0/13-0/11) قرار دارد (جدول 4). وراثت‌پذیری $ADG_{3-6}$ برآورد شده در این مطالعه مشابه مقدار گزارش شده توسط عزیزی و همکاران (6) در گوسفند نژاد مغانی می‌باشد، اما از مقادیر 0/01 در نژاد افشاری (12)، 0/02 در نژاد مغانی (29)، 0/04 در نژاد هورو (2) و 0/08 در نژاد سنجابی (23) بیشتر است. وراثت‌پذیری مستقیم برآورد شده برای صفت $ADG_{6-9}$ (0/13) مشابه مقدار 0/14 در نژاد قزل (4) و بالاتر از 0/09 در نژاد لری

بختیاری (35) بود. مقدار وراثت‌پذیری مادری صفات $ADG_{3-6}$ و $ADG_{6-9}$ (به ترتیب 0/11 و 0/12) نشان می‌دهد که اثرات مادری بر این صفات تأثیر مشابه با اثر ژنتیکی افزایشی مستقیم دارد. در حالیکه وطن‌خواه و همکاران (35) و علی‌اکبری و همکاران (4) وراثت‌پذیری مادری را برای صفت $ADG_{3-6}$ به ترتیب 0/01 و 0/05 گزارش نمودند. تفاوت موجود در برآوردهای وراثت‌پذیری مستقیم و مادری افزایش وزن بدن در سنین مختلف در پژوهش‌های مختلف، به نوع مدل مورد استفاده، نژاد گوسفند، ساختار و حجم اطلاعات موجود برای برآورد اجزای (کو)واریانس، تفاوت در مدیریت گله‌ها و در نهایت اعمال برنامه‌های اصلاح نژادی متفاوت بستگی دارد (11).

وراثت‌پذیری مستقیم $KR_2$ در این بررسی 0/14 به دست آمد که مشابه با مقادیر گزارش شده توسط اسکندری نسب و همکاران (12) در نژاد افشاری و ساور سفلی و همکاران (29) در نژاد مغانی می‌باشد. مقادیر وراثت‌پذیری مستقیم صفات $KR_3$ و $KR_4$ به ترتیب 0/19 و 0/23 برآورد گردید که بالاتر از مقادیر گزارش شده در سایر مطالعات است (2، 4، 6 و 12). بادن‌هورست (7) اعلام نمود که پیش‌بینی ضریب تبدیل غذایی با استفاده از نسبت کلیبر، 36 درصد صحت بیشتری نسبت به پیش بینی آن توسط افزایش وزن روزانه دارد. همچنین انتخاب برای نسبت کلیبر می‌تواند سبب بهبود اغلب صفات بازدهی انرژی مانند ضریب تبدیل غذایی و نرخ نسبی رشد بدون تأثیر بر روی مصرف خوراک شود (16).

همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی صفات مورد بررسی در جدول 5 نشان داده شده است. همبستگی ژنتیکی بین صفات افزایش وزن روزانه در دوره‌های مختلف در محدوده 0/18 ($ADG_{3-6}$-$ADG_{9-12}$) تا 0/57 ($ADG_{0-3}$-$ADG_{3-6}$) می‌باشد. همبستگی‌های ژنتیکی به دست آمده بین این صفات نشان می‌دهد که با انتخاب برای هر یک از صفات، میانگین سایر صفات نیز افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده برای همبستگی ژنتیکی بین صفات $ADG_{0-3}$ و $ADG_{3-6}$ مطابق با مطالعه آبگاز و همکاران (2) بود. وطن‌خواه و همکاران (35) همبستگی ژنتیکی بین صفات افزایش وزن روزانه را در بره‌های لری بختیاری را 0/13- ($ADG_{0-3}$-$ADG_{3-6}$)، 0/56 ($ADG_{0-3}$-$ADG_{6-9}$) و 0/40 ($ADG_{0-3}$-$ADG_{9-12}$) گزارش نمودند که به جز عدد اول، بقیه در توافق با مقادیر محاسبه شده در این آزمایش بود. ماریا و همکاران (18) و یزدی و همکاران (38) همبستگی ژنتیکی منفی بین افزایش وزن روزانه قبل و پس از شیرگیری گزارش نموده‌اند. قدر مطلق برآورد همبستگی‌های فنوتیپی بین صفات افزایش وزن روزانه در دوره‌های مختلف در دامنه 0/02 ($ADG_{3-6}$-$ADG_{9-12}$) تا 0/23 ($ADG_{0-3}$-$ADG_{3-6}$) بود. مشابه با برآورد ما در این آزمایش، همبستگی فنوتیپی منفی بین صفات $ADG_{0-3}$ و $ADG_{3-6}$ توسط یزدی و همکاران (38) در گوسفند بلوچی، آبگاز و همکاران (2) در گوسفند مرینو و محمدی و همکاران (23) در گوسفند سنجابی گزارش شده است. این محققین نتیجه‌گیری کردند که همبستگی ژنتیکی مثبت بین صفات $ADG_{0-3}$ و $ADG_{3-6}$ در حضور همبستگی فنوتیپی منفی بین آنها ممکن است به دلیل رشد جبرانی در بره‌هایی باشد که در دوره قبل از شیرگیری نرخ‌های رشد پایین‌تری داشته‌اند. در حالیکه ماریا و همکاران (18) همبستگی فنوتیپی مثبت و بالایی بین صفات مذکور در گوسفند رمانوف گزارش کردند.

همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات افزایش وزن روزانه و نسبت کلیبر در حد متوسط تا بسیار قوی برآورد شد (جدول 5). همبستگی‌های ژنتیکی بین $ADG_{0-3}$-$KR_1$، $ADG_{3-6}$-$KR_2$، $KR_3$-$ADG_{6-9}$ و $ADG_{9-12}$-$KR_4$ به ترتیب 0/98، 0/99، 0/98 و 0/97 به دست آمد. همچنین همبستگی‌های فنوتیپی بین صفات فوق نیز بسیار بالا و در دامنه 0/95 تا 0/97 برآورد گردید. این نتایج نشان می‌دهد که انتخاب برای نسبت کلیبر در هر دوره‌ای از زندگی حیوان، باعث افزایش وزن روزانه آن دوره می‌شود. از طرف دیگر انتخاب برای نسبت کلیبر سبب بهبود بازده غذایی نیز می‌شود. اندازه‌گیری بازده غذایی و انتخاب بر اساس آن پر هزینه است (19)، بنابراین با انتخاب بر اساس نسبت کلیبر، میانگین بازده غذایی بهتر می‌شود. آبگاز و همکاران (2) همبستگی ژنتیکی بین $ADG_{0-3}$-$KR_1$ و $KR_2$-$ADG_{3-6}$ را به ترتیب 0/96 و 0/99 و محمدی و همکاران (23) نیز همبستگی ژنتیکی بین صفات فوق را به ترتیب 0/97 و 0/91 برآورد نمودند که مطابق نتایج به دست آمده در این مطالعه بود. همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات $KR_1$ و $ADG_{0-3}$ در گوسفند دورمر توسط ون‌ویک و همکاران (34) به ترتیب 0/93 و 0/94 برآورد شد. ون‌نیکرک و همکاران (33) همبستگی ژنتیکی 0/97 در بزهای بوئر را با استفاده از مدل دام نر گزارش کردند، این برآوردها با مقادیر به دست آمده در مطالعه حاضر مطابقت دارد. رشیدی و همکاران (26) نیز همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات $KR_1$ و $ADG_{0-3}$ را در گوسفند کرمانی به ترتیب 0/76 و 0/68 برآورد نمودند. در تحقیقات مختلف همبستگی فنوتیپی نسبت کلیبر با وزن تولد و سایر وزن‌ها بسیار کوچک‌تر از همبستگی وزن از شیرگیری و افزایش وزن روزانه با این صفات گزارش شده است، لذا این نسبت در مقایسه با وزن از شیرگیری معیار انتخاب مناسب‌تری است (36). در صورتی که وزن متابولیکی دو دام با هم برابر باشد، دامی که نسبت کلیبر بالاتری دارد، نشان می‌دهد که افزایش وزن بیشتری بدون افزایش هزینه انرژی نگهداری داشته است (31).

همبستگی‌های ژنتیکی بین نسبت کلیبر در سنین مختلف گوسفند کردی در این مطالعه در حد متوسط و در دامنه 0/11 تا 0/23 به دست آمد. در حالیکه همبستگی‌های فنوتیپی بین صفات مذکور منفی و در محدوده 0/02- تا 0/21- برآورد شد. محمدی و همکاران (23) همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین $KR_1$ و $KR_2$ را به ترتیب 0/91- و 0/37- برآورد نمودند. همچنین آبگاز و همکاران (2) همبستگی

ژنتیکی و فنوتیپی بین $KR_1$ و $KR_2$ را به ترتیب 0/33 و 0/28- گزارش نمودند که از لحاظ جهت مشابه نتیجه گزارش شده در این مطالعه بود. برآورد همبستگی‌های فنوتیپی منفی بین نسبت کلیبر در مراحل قبل و پس از شیرگیری در این مطالعه نشان می‌دهد که بره‌های با نسبت کلیبر بالاتر در دوره قبل از شیرگیری عملکرد ضعیف‌تری در مرحله پس از شیرگیری در سطح فنوتیپی داشته‌اند. به طور کلی مشاهده می‌شود که همبستگی‌های فنوتیپی بین صفات مورد بررسی بسیار متغیر می‌باشد، که می‌تواند به دلیل متغیر بودن شرایط محیطی و نیز تغذیه‌ای در مراحل مختلف پرورش باشد. نسبت کلیبر را می‌توان به عنوان شاخصی برای انتخاب به جای وزن تولد یا وزن پایان بلوغ در نظر گرفت که باعث می‌شود وزن تولد و بلوغ دام در گله کمتر افزایش یافته، ولی بازده غذایی هر چه بیشتر بهبود یابد. به عبارت دیگر، دام‌هایی که بدون توجه با اندازه جثه بتوانند با مصرف خوراک کمتر تولید وزن بیشتری داشته باشند، در نتیجه بازده استفاده از منابع (به ویژه خوراک دام) را افزایش می‌دهند. با توجه به استفاده از وزن متابولیکی برای محاسبه نسبت کلیبر، مقایسه دام‌های کوچک و بزرگ مستقل از وزن صورت می‌گیرد. یعنی در این حالت دو دام سنگین و سبک به طور مستقل از وزن و بر پایه بازده اقتصادی ارزیابی و مقایسه می‌شوند (7).

**جدول 5-** همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی (همراه با اشتباه استاندارد) بین صفات مورد بررسی[1]

**Table 5-** Genetic and phenotypic correlations (with standard error) between the studied traits[1]

| Traits | $ADG_{0-3}$ | $ADG_{3-6}$ | $ADG_{6-9}$ | $ADG_{9-12}$ | $KR_1$ | $KR_2$ | $KR_3$ | $KR_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $ADG_{0-3}$ | - | 0.57 | 0.48 | 0.41 | 0.98 | 0.68 | 0.61 | 0.32 |
| | - | (0.09) | (0.14) | (0.14) | (0.02) | (0.16) | (0.12) | (0.19) |
| $ADG_{3-6}$ | -0.23 | - | 0.29 | 0.18 | 0.53 | 0.99 | 0.58 | 0.44 |
| | (0.04) | - | (0.11) | (0.12) | (0.16) | (0.04) | (0.17) | (0.18) |
| $ADG_{3-6}$ | 0.12 | 0.07 | - | 0.39 | 0.55 | 0.48 | 0.98 | 0.39 |
| | (0.04) | (0.01) | - | (0.12) | (0.19) | (0.12) | (0.06) | (0.11) |
| $ADG_{9-12}$ | 0.11 | 0.02 | 0.07 | - | 0.21 | 0.19 | 0.17 | 0.97 |
| | (0.05) | (0.02) | (0.02) | - | (0.12) | (0.12) | (0.09) | (0.06) |
| $KR_1$ | 0.96 | -0.09 | 0.05 | -0.01 | - | 0.32 | 0.22 | 0.29 |
| | (0.03) | (0.04) | (0.06) | (0.03) | - | (0.11) | (0.13) | (0.17) |
| $KR_2$ | -0.17 | 0.96 | -0.14 | 0.04 | -0.21 | - | 0.11 | 0.18 |
| | (0.03) | (0.03) | (0.05) | (0.08) | (0.06) | - | (0.17) | (0.22) |
| $KR_3$ | -0.08 | -0.25 | 0.95 | -0.07 | -0.08 | -0.03 | - | 0.13 |
| | (0.02) | (0.06) | (0.03 | (0.04) | (0.09) | (0.08) | - | (0.11) |
| $KR_4$ | -0.07 | -0.08 | -0.05 | 0.97 | -0.02 | -0.02 | -0.10 | - |
| | (0.02) | (0.03) | (0.02) | (0.06) | (0.01) | (0.05) | (0.05) | - |

[1] اعداد بالای قطر اصلی همبستگی‌های ژنتیکی و پایین قطر اصلی همبستگی‌های فنوتیپی می‌باشد.

[1] Genetic correlations are above and phenotypic correlations are below diagonal.

## نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه مشاهده شد که مدل مادری برای صفات قبل از شیرگیری بهتر می‌تواند تنوع ژنتیکی این صفات را توضیح دهد. پیشنهاد می‌شود که برای تجزیه و تحلیل این گونه داده‌ها، از مدل‌هایی استفاده شود که در آنها حداقل یک عامل مادری وجود داشته باشد. همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی افزایش وزن روزانه با نسبت کلیبر (در هر دوره) بسیار بالا برآورد گردید، لذا انتخاب برای صفات نسبت کلیبر منجر به افزایش سرعت رشد در بره‌ها می‌شود. از طرف دیگر، با توجه به اینکه انتخاب مستقیم برای افزایش راندمان غذایی تقریباً غیر ممکن است، باید از روش‌های انتخاب غیر مستقیم استفاده شود. بنابراین انتخاب برای صفات نسبت کلیبر، سبب افزایش راندمان مصرف خوراک می‌شود.

## سپاسگزاری

نویسندگان از مسئولین محترم ایستگاه پرورش و اصلاح نژاد گوسفند کردی خراسان شمالی به دلیل در اختیار قرار دادن داده‌های مورد نیاز، کمال تشکر و قدردانی را به عمل می‌آورند.

## منابع

1- Abbasi, M. A, R. Abdollahi-Arpanahi., A. Maghsoudi., R. Vaez-Torshizi., and A. Nejati-Javaremi. 2011. Evaluation of models for estimation of genetic parameters and maternal effects for early growth traits of Iranian Baluchi sheep. Small Ruminants Research, 10:1-8.

2- Abegaz, S., J. B. Van Wyk., and J. J. Olivier. 2005. Model comparisons and genetic and environmental parameter estimates of growth and the Kleiber ratio in Horro sheep. South African Journal of Animal Science, 35:30-40.
3- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Trans. Automat. Control. 19:716-723.
4- Aliakbari, A., M. A. Abbasi, and A. Lavvaf. 2015. Maternal effects on average daily gain and kleiber ratio of Ghezel sheep in rural breeding systems. Journal of Animal Science Research, 25:109-121. (In Persian with English abstract).
5- Asadi Khoshoei, E., S. R. Miraei-Ashtiani., A. Turkmenzehi., Sh. Rahimi., and R. Vaez Torshizi. 2000. Evaluation of Kleiber ratio as one of criterion for selecting ram in Lori Bakhtiari sheep. Iranian Journal Agricultural Science, 30(4):649-655. (In Persian with English abstract).
6- Azizi, P., M. Ghaderzadeh., P. Azizi, F. Purbayramian., and E. Zandi. 2014. Genetic analysis of growth traits and Kleiber ratio in Moghani sheep breed. Journal of Livestock Research, 3:44-53. (In Persian with English abstract).
7- Badenhorst, M. A. 2011. The Kleiber Ratio as a possible selection for Afrino Sire Selection. Grootfontein Agricultural College Afrino Handleiding Vol 4:9-12.
8- Bergh, L., M. M. Scholtz., and G. I. Erasmus. 1992. Identification and assessment of the best animals: the Kleiber ratio (growth rate/metabolic) as a criterion for beef cattle. Proceeding of Australian Association of Animal Breeding and Genetics, 10:338-340.
9- Bosso, N. A., M. F. Cisse., E. H. van der Waaij., A. Fall., and J. A. M. van Arendonk. 2007. Genetic and phenotypic parameters of body weight in West African Dwarf goat and Djallonke sheep. Small Ruminants Research, 67:271-278.
10- Dixit, S. P., J. S. Dhillon., and G. Singh. 2001. Genetic and non-genetic parameters for growth traits of Bharat Merino lambs. Small Ruminants Research, 42:101-104.
11- Elfadilli, M., C. Michaux., J. Detilleux., and P. L. Leroy. 2000. Genetic parameters for growth traits of the Moroccan Timahdit breed of sheep. Small Ruminants Research, 37:203-208.
12- Eskandarinasab, M., F. Ghafouri-Kesbi., and M. A. Abbasi. 2010. Different models for evaluation of growth traits and Kleiber ratio in an experimental flock of Iranian fat-tailed Afshari sheep. Journal of Animal Breeding and Genetics, 127:26-33.
13- Fogarty, N. M. 1995. Genetic parameters for live weight, fat and muscle measurements, wool production and reproduction in sheep: A review. Animal Breeding Abstracts, 63:101-143.
14- Foxpro, Version 2.6. 1993. Holding, Inc., All right reserved, Patent Pendling.
15- Galal, E. S. E., H. R. M. Metawi., A. M. Aboul Nega., and A. Abdel Aziz. 1996. Performance of factors affecting the small-holder sheep production system in Egypt. Small Ruminants Research, 19:97-102.
16- Hoque, M. A, M. Hosono., T. Oikawa., and K. Suzuki. 2009. Genetic parameters for measures of energetic efficiency of bulls and their relationships with carcass traits of field progeny in Japanese Black cattle. Journal of Animal Science, 87:99-106.
17- Kleiber, M. 1947. Body size and metabolic rate. Physiol. Rev. 27:511-541.
18- Maria, G. A., K. G. Boldman., and L. D. Van Vleck. 1993. Estimates of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Romanov sheep. Journal of Animal Science, 71:845-849.
19- Matika, O., J. B. Van Wyk, G. J. Erasmus, and R. L. Baker. 2003. Genetic parameter estimates in Sabi sheep. Livestock Production Science, 79:17-28.
20- Meyer, K. 2012. WOMBAT, A program for Mixed Model Analyses by Restricted Maximum Likelihood. User Notes. Animal Genetics and Breeding Unit, University of New England Armidale, Australia.
21- Miraei-Ashtiani, S. R., S. A. R. Seyedalian., and M. Moradi Shahrbabak. 2007. Variance components and heritabilities for body weight traits in Sangsari sheep, using univariate and multivariate animal models. Small Ruminants Research, 73:109-114.
22- Mohammadi, H., M. Moradi Shahrebabak., H. Moradi Shahrebabak., A. Bahrami., and M. Dorostkar. 2013. Model comparisons and genetic parameter estimates of growth and the Kleiber ratio in Shal sheep. Archiv Tierzucht, 10:1-20.
23- Mohammadi, Y., A. Rashidi., M. S. Mokhtari., and A. K. Esmailizadeh. 2010. Quantitative genetic analysis of growth traits and kleiber ratios in Sanjabi sheep. Small Ruminants Research, 93:88-93.
24- Mohammadi, Y., R. Miraii Ashtiani, A. Esmailizadeh, and M. Ahmadi. 2006. Kleiber ratio as an indirect criterion to improve feed efficiency in Kurdish sheep. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 13(1):106-113. (In Persian with English abstract).
25- Mokhtari, M. S., A. Rashidi., and Y. Mohammadi. 2008. Estimation of genetic parameters for post-weaning traits of Kermani sheep. Small Ruminants Research, 80:22–27.
26- Rashidi, A., M. S. Mokhtari., A. Safi Jahanshahi., and M. R. Mohammad Abadi. 2008. Genetic parameter estimates of pre-weaning growth traits in Kermani sheep. Small Ruminants Research, 74:165-171.
27- Saghi, D. A., A. Yavari., A. Mobaraki, et al. 2014. Statistica and data of Kurdish sheep breeding station. Arshadan press. (In Persian).
28- SAS. 2008. User's Guide, Version 9.2., SAS Institute, Cary, NC.

29- Savar-Sofla, S. A. Nejati-javaremi., M. A. Abbasi., R. Vaez-Torshizi., and M. Chamani. 2011. Investigation on direct and maternal effects on growth traits and the Kleiber ratio in Moghani sheep. World Applied Sciences Journal, 14:1313-1319.
30- Scholtz, M. M., and C. Z. Roux. 1988. The Kleiber ratio (growth rate/metabolic mass) as possible selection criteria in the selection of beef cattle. In: Proceedings of the 3rd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding, vol. 2, Paris, France, pp. 373-375.
31- Talebi, M. A. 2012. Feed intake, feed efficiency, growth and their relationship with Kleiber ratio in LoriBakhtiari lambs. Archiva Zootechnica, 4:33-39.
32- Tavakolian, J. 1999. The genetic resources of native farm animals of Iran. Animal Science Research Institute of Iran. (In Persian).
33- Van Niekerk, M. M., S. J. Schoeman., M. E. Botha., and N. H. Casey. 1996. Heritability estimates for pre-weaning growth traits in the Adelaide Boer goat flock. South African Journal of Animal Science, 26:6-10.
34- van Wyk, J. B., M. D. Fair., and S. W. P. Cloete. 2003. Revised models and genetic parameter estimates for production and reproduction traits in the Elsenburg Dormer sheep stud. South African Journal of Animal Science, 33:213-222.
35- Vatankhah, M., M. Moradi-Shahrbabak., A. Nejati-Javarmi., R. Miraei-Ashtiani., and R. Vaez-Torshizi. 2005. Estimation of parameters of growth traits in some Iranian sheep breeds. Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi). 69:19-28. (In Persian).
36- Vatankhah, M., M. Moradi-Shahrbabak., A. Nejati-Javarmi., R. Vaez-Torshizi., and R. Miraei-Ashtiani. 2005. Phenotypic and genetic characteristics of growth traits in Lori-Bakhtiari sheep. Iranian Journal of Agricultural Science, 36:1455-1463. (In Persian).
37- Willham, R. L. 1972. The role of maternal effects in animal breeding. III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. Journal of Animal Science, 35:1288-1293.
38- Yazdi, M. H., G. Engstrom., A. Nasholm., K. Johansson., H. Jorjani., and L. E. Liljedahl. 1997. Genetic parameters for lamb weight at different ages and wool production in Baluchi sheep. Journal of Animal Science, 65:247-255.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 370-381

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 8، شماره 2، تابستان 1395، ص. 381-370

# Estimation of Genetic Parameters of Kleiber Ratio and Growth Traits in Kurdish Sheep

**D. A. Saghi[1*] - A. R. Shahdadi[2]**

Received: 26-07-2015
Accepted: 24-11-2015

**Introduction** Kurdish sheep breed is one of the most important native breeds of Iran. They are fat-tailed, large-sized, well adapted to the mountainous regions in northern Khorasan province and mainly raising for meat production under pastoral production system (28). Feed efficiency is a major component in the profitability of the small ruminant enterprise, because quality of range and pasture is low in poor environmental conditions in Iran. Growth rate and feed efficiency are two traits of great economic importance in sheep production and also Kleiber ratio has been suggested to be a useful indicator for these traits (2). There was no information regarding genetic parameters for growth traits in Kurdish sheep. Thus, the main objective of the present research was to estimate (co)variance components and genetic parameters for pre- and post-weaning growth traits and Kleiber ratio in Kurdish sheep.

**Material and Methods** In this study, the records of growth traits from 5144 lambs (from 161 rams and 1982 ewes) were used. The data were collected during a 17-year period (1996–2013) in Kurdish sheep Breeding Station located in Shirvan city of northern Khorasan province. Traits investigated were average daily gain from birth to weaning ($ADG_{0-3}$), average daily gain from weaning to six months of age ($ADG_{3-6}$), average daily gain from six to nine months of age ($ADG_{6-9}$), average daily gain from nine to twelve months of age ($ADG_{9-12}$) and Kleiber ratios (KR) defined as:

$KR_1=ADG_{0-3}/(BW_3)^{0.75}$
$KR_2=ADG_{3-6}/(BW_6)^{0.75}$
$KR_3=ADG_{6-9}/(BW_9)^{0.75}$
$KR_4=ADG_{9-12}/(BW_{12})^{0.75}$

Test of significance for the fixed effects to be included in the final functional model for each trait and calculation of least squares means was accomplished using GLM procedure of SAS software (24). The considered fixed effects were year of lambing (1996-2013), sex of lamb (male and female), type of birth (single and twin) and age of ewe (1–7 years old). (Co) variance components and genetic parameters were estimated applying restricted maximum likelihood (REML) method fitting six animal models using WOMBAT (18):

| | | |
|---|---|---|
| $y = Xb+Z_a a+e$ | | Model 1 |
| $y=Xb+Z_a a+Z_{pe} pe+e$ | | Model 2 |
| $y = Xb+Z_a a+Z_m m+e$ | $Cov(a,m)=0$ | Model 3 |
| $y = Xb+Z_a a+Z_m m+e$ | $Cov(a,m)=A\sigma_{am}$ | Model 4 |
| $y = Xb+Z_a a+Z_m m+Z_{pe} pe+e$ | $Cov(a,m)=0$ | Model 5 |
| $y = Xb+Z_a a+Z_m m+Z_{pe} pe+e$ | $Cov(a,m)= A\sigma_{am}$ | Model 6 |

where *y*: is a vector of records, *b*: is a vector of fixed effects, *a*: is a vector of direct additive genetic effects, *m*: is a vector of maternal additive genetic effects, *pe*: is a vector of permanent environmental effects due to ewe, *X*, *Za*, *Zm* and *Zpe* are corresponding design matrices relating the fixed effects, direct additive genetic effects, maternal additive genetic effects and permanent environmental effects due to ewe to vector of *y*, respectively, *e*: is a vector of residual effects, and *Cov(a,*m): is the covariance between direct additive genetic and maternal additive genetic effects.

Akaike's Information Criterion (AIC) was used for selecting the best model among the tested models (3):

$$AIC_i = -2\log L_i + 2p_i$$

Where $\log L_i$: is the maximized log likelihood of model *i* at convergence and $p_i$: is the number of the

1- Assistant professor, Animal Science Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
2- PhD candidate of Animal Genetics and Breeding, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
(*-Corresponding Author Email: davoudali@yahoo.com)

parameters in each model. Model with the lowest AIC was considered as the best model for each trait. Estimation of genetic and phenotypic correlations was accomplished using multi-trait analysis (with model 1). The fixed effects included in the multi-trait animal models were those in single-trait analyses.

**Results and Discussion** The pre-weaning average daily gain in Kurdish lambs was 215.33±0.96 g, while this trait in post-weaning periods had a decreased trend. These values (especially in pre-weaning period) indicated that Kurdish lambs have a good potential for growth. Results from the analysis of variance of ADG and KR in different ages showed that birth year and sex of the lambs significantly influenced studied traits ($P< 0.01$). Type of birth had significant effect ($P< 0.01$) on $ADG_{0-3}$, $ADG_{3-6}$, $KR_1$ and $KR_2$. The effect of ewe age was significant for $ADG_{0-3}$ and $KR_1$. The significant effects of fixed factors on ADG and KR traits can be explained in part by differences in endocrine system of male and female lambs, limited uterine space (especially in young ewes), insufficient availability of nutrients during pregnancy and early lactation and competition for milk consumption between twin lambs.

The model including direct additive genetic effects, maternal genetic effects as well as maternal permanent environmental effects, without considering covariance between them (model 5) was determined as the most appropriate model for $ADG_{0-3}$ and $KR_1$. The most appropriate model for $ADG_{3-6}$ and $KR_2$ was included a maternal genetic effects as well as direct additive genetic effects, with considering covariance between them (model 4).

Direct heritability estimates for the considered traits were relatively medium ranging from 0.11 ($ADG_{0-3}$ and $KR_1$) to 0.19 ($KR_4$). Estimated maternal heritability and ratio of maternal permanent environmental effects to phenotypic variance for $ADG_{0-3}$ was 0.11 and 0.04, respectively. Estimated values for direct and maternal heritabilities of ADG traits were well consistent with some of the published values.Direct heritability estimate for KR1 was higher than maternal heritability and lower than ratio of maternal permanent environmental effects to phenotypic variance estimates (0.11, 0.06 and 0.12, respectively). The relatively low heritability estimates for the studied traits can be perhaps explained by the low nutritional management, low quality of pastures and harsh climaticb conditions, which result in a high environmental variance.

Genetic correlation among ADG traits varied from 0.18 ($ADG_{3-6}$-$ADG_{9-12}$) to 0.57 ($ADG_{0-3}$-$ADG_{3-6}$). Similar to our estimate, positive correlations between ADG traits have been reported by Abegaz et al. (2) for Horro sheep. Absoulate value of phenotypic correlation between ADG traits were 0.02 for $ADG_{3-6}$-$ADG_{9-12}$ to 0.23 for $ADG_{0-3}$-$ADG_{3-6}$. Positive genetic correlations between $ADG_{0-3}$ and $ADG_{3-6}$ in the presence of negative phenotypic correlations might have arisen as a result of compensatory growth mediated through environmental effects in lambs that were gaining at lower rates during the pre-weaning period. Direct genetic correlations among ADG and KR traits were positive and medium to high. Genetic correlation among $ADG_{0-3}$-$KR_1$, $ADG_{3-6}$-$KR_2$, $ADG_{6-9}$-$KR_3$ and $ADG_{9-12}$-$KR_4$ were 0.98, 0.99, 0.98 and 0.97, respectively. Estimates of phenotypic and genetic correlations for ADG and KR traits were in consistent with those obtained by Abegaz et al. (2).

**Conclusion** It was observed that maternal genetic models could better explain the genetic variation observed in pre-weaning traits. Estimates of phenotypic and genetic correlations among ADG and KR traits were high in magnitude. These results suggest that selection for Kleiber ratio can result in genetic improvement of growth rate as well as feed effeciency.

**Keywords:** Average daily gain, Genetic parameters, Kleiber ratio, Kurdish sheep.