ارزیابی ژنتیکی پارامترهای منحنی رشد با مدل‌های مختلف غیرخطی در گوسفندان کردی شمال خراسان

شماره صفحات
۶۴-۵۳

سونیا زکی‌زاده[۱]، داوودعلی ساقی[۲]، مهدی الهی‌ترشیزی[۳] و حسین مهربان[۴]

۱) دانشیار بخش ژنتیک و اصلاح نژاد، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
۲) دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
۳) استادیار گروه علوم دامی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.
۴) دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه چهارمحال بختیاری، شهرکرد، ایران.

نویسنده مسئول: **Sonia_zaki@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۷

چکیده

هدف پژوهش کنونی برآورد مولفه‌های واریانس، تخمین پارامترهای ژنتیکی و همبستگی‌های اجزاء منحنی رشد با مدل‌های غیرخطی مانند برودی، گمپرتز، لجستیک و ون‌برتالانفی در گوسفند کردی بود. داده‌ها شامل ۱۷۶۵۹ رکورد وزن تولد تا یکسالگی تعداد ۵۰۷۴ گوسفند حاصل از ۱۶۲ قوچ و ۱۹۶۸ میش بودند که طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۲ در ایستگاه پرورش و اصلاح‌نژاد گوسفند کردی شمال خراسان متولد شده بودند. پارامترهای منحنی با استفاده از رویه غیرخطی NLIN نرم‌افزار SAS تخمین زده شدند وسپس با توجه به جنسیت حیوان به روش برازش انفرادی، مقادیر وزن بلوغ A، B ثابت انتگرال و نرخ بلوغ K جداگانه محاسبه شد. پس از آزمودن اثرات ثابت جنس، تیپ، سال و ماه تولد و سن مادر مولفه‌های واریانس با استفاده از نرم‌افزار BLUPF90 تخمین زده شدند. وراثت‌پذیری وزن بلوغ در تمام مدل‌ها پایین بود (۰/۰۵ تا ۰/۰۹) که نشان دهنده پایین بودن سهم واریانس ژنتیکی از واریانس فنوتیپی است. لذا، برای دست‌یابی به پیشرفت ژنتیکی قابل قبول و صحت بالا، به رکوردبرداری منحنی رشد تعداد بیشتری بره به ازای هر قوچ و میش و بهبود شرایط محیطی نیاز است. با توجه به همبستگی ژنتیکی و محیطی مثبت و بالا A-B می‌توان انتظار داشت با انتخاب حیوانات با وزن تولد بالاتر و یا بهبود شرایط محیطی، وزن بلوغ بیشتری به دست آید که مستلزم بررسی تاثیر آن روی افزایش سخت‌زایی می‌باشد. همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی متوسط و منفی A-K در مدل‌ها بیانگر ارتباط منفی بین سرعت رسیدن بلوغ و وزن بلوغ است.

واژه‌های کلیدی: مدل غیر خطی، منحنی رشد، همبستگی ژنتیکی و وراثت‌پذیری.

مقدمه

وزن بدن عمده‌ترین صفت اقتصادی تولید گوشت در پرورش حیوانات محسوب می‌شود و بیانگر میزان افزایش وزن برحسب سن در زمان حیات حیوان است (Saghi *et al.*, 2012). این معیار نه تنها برای رشد و محاسبه ضریب تبدیل مهم است، بلکه تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و مدیریتی نیز بر همین اساس انجام می‌شود؛ به همین علت، پژوهش‌های متعددی روی پیش بینی‌های بیولوژیکی وزن بدن و پارامترهای لاشه انجام شده است (Assan, 2013؛ Tariq, 2011). رشد یکی از ویژگی‌های اصلی موجودات زنده بوده و تغییرات حاصل در طی رشد به طور کمّی و کیفی به شیوه‌های مختلف قابل استنباط است. به میزان تغییرات اندازه یا شکل اندام‌های بدن در بازه زمانی مشخص، رشد می‌گویند که مهم‌ترین مشخصه اندام‌های زنده می‌باشد (Ulutas, 2010؛ Kum. *et al.*, 2010؛ Tariq, 2011). مدل‌های رشد برای تعیین رابطه بین رشد و سن به کار گرفته می‌شوند و برای برآورد مشخصات سیر رشد و دست یافتن مفهوم زیستی از پارامترهای مدل نسبت به سایر صفات اقتصادی دیگر تهیه شده‌اند و برای به دست آوردن بهبود، تغییر یا بازنگری برنامه اصلاح نژادی طراحی شده‌اند (Aytekin, and Zulkadir, 2013؛ Daskiran *et al*., 2010). از آنجایی که نمودار رشد به صورت منحنی است تا به صورت یک خط مستقیم؛ لذا، مدل‌های غیرخطی نسبت به مدل‌های خطی در توصیف منحنی رشد صحیح‌ترهستند. مدل‌های غیرخطی متفاوتی برای بررسی رشد پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به مدل‌های برودی، لجستیک، ون برتالانفی و گمپرتز اشاره کرد. بخشی مشترک این توابع خصوصیت s شکل آنها است که سیگموئیدی نامیده می‌شود. فازهای اصلی رشد روی چنین نمودارهایی شامل فاز رشد سریع، فاز خطی و فاز رشد کند است که به بلوغ دام منتهی می‌شود (Kusec, 2001). در هنگام تجزیه و تحلیل معادلات رشد، این فرض وجود دارد که افزایش وزن زنده در هر زمان، نسبتی از وزن زنده کنونی موجود زنده y(t) و پتانسیل رشد یا A-y(t) است، به طوریکه A نشان دهنده حد بالای بیولوژیکی وزن زنده گونه مورد بررسی در معادله رشد است. این دو عامل شدت تأثیر متفاوت روی افزایش وزن زنده در فواصل زمانی مختلف دارند (Kusec, 2001).

توانایی تغییر دادن شکل منحنی رشد از طریق انتخاب ژنتیکی و اصلاح نژاد مبحث جذابی برای تولیدکنندگان دام است. انتخاب یک مدل ریاضی مناسب برای توصیف منحنی رشد می‌تواند امکان انتخاب مستقیم روی سطوح منحنی رشد انفرادی حیوانات را میسر کند (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a). نتایج حاصل از پژوهش‌های متعدد حاکی از وراثت‌پذیر بودن متغیرهای منحنی رشد در گونه‌های متفاوت است و این امکان وجود دارد که شکل منحنی رشد از طریق انتخاب این صفات قابل تغییر باشد (Ghavi-hossein-Zadeh, 2017؛ Kheirabadi and Rashidi, 2019؛ Ghavi-hossein-Zadeh, 2015b). در بررسی روی نژاد بلوچی گزارش شده است، وراثت‌پذیری متوسط (۰/۱ تا ۰/۳) و همبستگی ژنتیکی بالایی بین پارامترهای منحنی رشد (۰/۲۱ تا ۰/۸۶) وجود دارد و بهترین سن برای شاخص انتخاب بهبود الگوی رشد در این نژاد گوسفند، وزن ۶ ماهگی است که حیوان تحت تاثیر اثرات مادری قرار ندارد (Saghi *et al.*, 2012). در تحقیقی روی نژاد گوسفند شال

گزارش شده است که اگرچه انتخاب ژنتیکی تا حدودی روی پارامترهای منحنی رشد اثر دارد، اما بهبود محیط تولیدی می‌تواند باعث بهبود پارامترهای منحنی در این نژاد شود (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015b).

گوسفند کردی یکی از نژادهای گوسفند در استان خراسان است که در زمره نژادهای گوشتی و دنبه‌دار گوسفندان ایرانی قرار دارد. در حال حاضر محل زیست و پراکندگی این گوسفند بیشتر در شمال و شمال غربی استان خراسان رضوی و خراسان شمالی (قوچان، درگز، شیروان، بجنورد تا حوالی گرگان) پراکنده می‌باشد. جمعیت این نژاد بالغ بر ۳۲۵۳۰ راس است که عمدتا به صورت سنتی و عشایری در مراتع پرورش داده می‌شوند (Saghi *et al*, 2014). پشم این نژاد از نوع رنگین و زبر است که جهت بافت قالیچه، نمد و گلیم استفاده می‌شود. رنگ کل بدن در بره‌های نوزاد یکدست بوده (سر و صورت، بدن و دست و پا) و از قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره متمایل به خرمایی و مشکی متغیر است، اما با افزایش سن رنگ سر و صورت، دست و پاها با رنگ دوران بره‌گی یکسان بوده و تفاوتی نداشته و رنگ پشم بدن به تدریج روشن تر می‌شود. سر گوسفندان این نژاد مثلثی شکل بوده و بالاتر از بدن قرار گرفته است. این نژاد دارای پوزه‌ای کشیده، پیشانی معمولاً پوشیده از پشم است و قوس بینی زیاد نیست. در این نژاد میش‌ها به طور کلی فاقد شاخ بوده و تنها ۲ تا ۳ درصد قوچها شاخدار هستند. گوش‌ها در این نژاد بزرگ و نیمه افتاده است. فرم دنبه در این نژاد گرد و فاقد شکاف و تا حدی برگشته می‌باشد که به دنبالچه ختم می‌شود. متوسط تولید پشم سالیانه در قوچ ۲ کیلوگرم و در ماده‌ها ۱/۹ کیلوگرم است، طول دوره‌ی شیردهی ۱۲۰ روز و متوسط تولید شیر در هر دوره ۸۰ تا ۹۰ لیتر است. افزایش وزن روزانه از تولد تا پایان شیر خوارگی ۲۰۰ تا ۲۵۰ گرم و از شیرخوارگی به بعد ۱۵۰ گرم می‌باشد (Nasr,2011).

لذا، هدف از پژوهش کنونی برآورد مولفه‌های واریانس، تخمین پارامترهای ژنتیکی و همبستگی‌های اجزاء منحنی رشد مدل‌های غیرخطی مانند برودی، گمپرتز، لجستیک و ون برتالانفی در گوسفند کردی شمال خراسان بود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش کنونی، اطلاعات شجره و ۱۷۶۵۹ رکورد تاریخ تولد، تیپ و جنس تولد، وزن‌های تولد (تعداد ۵۶۲۴ رکورد)، سه ماه (۳۹۵۷ رکورد)، شش ماه (۳۱۴۸ رکورد)، نه ماه (۲۳۸۱ رکورد) و دوازده ماهگی (۲۵۴۹ رکورد) تعداد ۵۰۷۴ گوسفندان نژاد کردی ایستگاه اصلاح نژاد حسین آباد شیروان در استان خراسان شمالی متولد سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۲ متعلق به ۱۶۲ قوچ و ۱۹۶۸ میش، آماده سازی و از نظر صحت ثبت رکوردها ویرایش شد. برای هر جنس میانگین و انحراف معیار سن و وزن بره‌های کردی در رکوردهای ماهیانه در جدول ۱ آورده شده است.

پارامترهای منحنی رشد در مدل‌های غیرخطی گمپرتز، لجستیک، برودی و ون برتالانفی با استفاده از رویه غیرخطی NLIN نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۴ و روش تکرار مارکوات، تخمین زده شدند (جدول ۲). مقادیر پیش فرض پارامترهای A، B و

K به ترتیب ۴۰/۳۲، ۲/۱۶۶۲ و ۰/۰۱۶۴ در نظر گرفته شدند. پس از برآورد پارامترهای مدل‌ها، برای هر حیوان با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۴ و به روش برازش انفرادی مقادیر A، B و K به صورت مجزا محاسبه شد. با توجه به تفاوت‌های دو جنس به دلیل ساختار فیزیولوژیکی و هورمون‌های جنسی دخیل در رشد و امکان تحت تاثیر قرار گرفتن دقت برآورد مدل‌ها، برازش‌های انفرادی به تفکیک جنس انجام شد (Assan, 2013).

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار رکوردهای ماهانه سن و وزن بره‌های کردی به تفکیک جنس

Table 1- Average and standard deviation of monthly age and weight records of Kursi lambs for each sex

جنسیت Sex	تعداد رکورد No. of Records	وزن تولد BW1	وزن ۳ ماه BW3	وزن ۶ ماه BW6	وزن ۹ ماه BW9	وزن ۱۲ ماه BW12
ماده Female	8945	4.24±0.72	20.07±4.73	26.15±5.46	31.62±5.59	36.34±6.96
نر Male	8724	4.52±0.75	21.89±5.24	28.78±6.56	36.03±6.88	40.33±7.00
میانگین Mean	17669	4.38±0.75	20.95±5.16	27.44±6.16	33.82±6.65	37.83±7.37

جدول ۲- مدل آماری منحنی‌های رشد مورد بررسی

Table 2- Statistical models of studied curves

مدل Model	توابع ریاضی Function*
برودی Broody	$W(t) = A \times \exp(-B \times \exp(-k \times t))$
لجستیک Logistic	$W(t) = A/(1 + B \times \exp(-k \times t))$
ون برتالانفی von Bertalanfy	$W(t) = A \times (1 - B \times \exp(-k \times t))^3 + e$
گمپرتز Gompertz	$W(t) = A \times (1 - B \times \exp(-k \times t))$

*Wt وزن مشاهده شده در سن t، A وزن بلوغ یا وزن مجانبی، B ثابت انتگرال گیری، k نرخ بلوغ و exp عدد نپر است.

با استفاده از معادله مدل‌های مختلط و نرم‌افزار AIREMLF90 (۲۰۱۸)، مولفه‌های واریانس پارامترهای منحنی رشد (A, B, K) تخمین زده شدند. اثرات ثابت شامل جنسیت بره، تیپ تولد، سال و ماه تولد و سن مادر بودند (مدل ۱).

مدل ۱: $\boldsymbol{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{e}$

y= بردار مشاهدات فنوتیپی مربوط به پارامترهای منحنی رشد، **b**= بردار اثرات ثابت مربوط به ضرایب ثابت ماتریس **X**، **a**= بردار اثرات مستقیم ژنتیکی، **e**= بردار تصادفی اثرات باقیمانده.

نتایج

پارامترهای برآورد شده منحنی رشد، a یا وزن بلوغ برآورد شده حیوان، b (مقدار ثابت انتگرال‌گیری مدل) و نرخ بلوغ یا k در مدل‌های مختلف به تفکیک جنس در جدول ۳ آورده شده است.

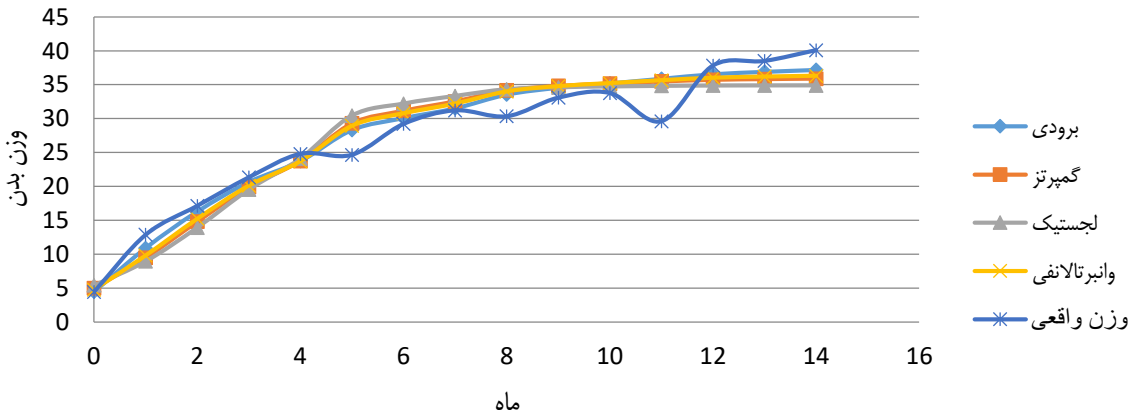
جدول ۳- برآورد پارامترهای A، B و K مدل‌هابه تفکیک جنس

Table 3- Estimation of A, B and K parameters of models for each sex

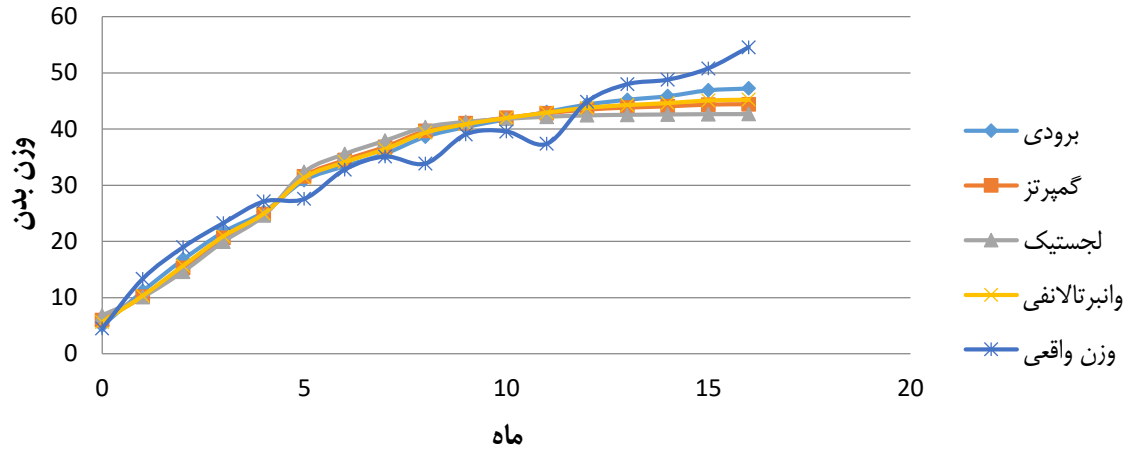
مدل Model	فراسنجه (±SE) Parameter (±SE)	
	ماده Female	نر Male
گمپرتز Gomperz	a= 36.038 (0.108) b = 1.983 (0.019) k = 0.016 (0.0002)	a= 44.737 (0.168) b = 2.082 (0.018) k = 0.012 (0.0001)
لجستیک Logistic	a = 34.897 (0.093) b = 5.459 (0.112) k = 0.025 (0.0003)	a = 42.694 (0.136) b = 5.238 (0.100) k = 0.0196 (0.0002)
برودی Broody	a = 38.399 (0.164) b = 0.884 (0.002) k = 0.008 (0.0001)	a = 50.130 (0.314) b = 0.90 (002) k = 0.0006 (0.0001)
ون برتالانفی von Bertalanfy	a= 36.619 (0.118) b= 0.493 (0.003) k= 0.013 (0.0001)	a= 45.907 (0.193) b= 0.502 (0.003) k= 0.010 (0.0001)

a وزن بلوغ یا وزن مجانبی، b ثابت انتگرال‌گیری، k نرخ بلوغ

منحنی‌های وزن واقعی بدن و وزن پیش‌بینی شده بدن در مدل‌های مختلف به تفکیک جنس در نمودارهای ۱ و ۲ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، مدل‌های غیرخطی مورد مطالعه در این پژوهش توانسته‌اند به خوبی وزن بدن گوسفندان کردی را برازش نمایند.



نمودار ۱: پیش‌بینی منحنی رشد واقعی و برازش شده با مدل‌های غیرخطی مختلف در بره‌های ماده



نمودار ۲: پیش‌بینی منحنی رشد واقعی و برازش شده با مدل‌های غیرخطی مختلف در بره‌های نر

پس از برازش انفرادی پارامترهای مدل برای حیوانات، برآورد مقادیر اجزاء واریانس و وراثت‌پذیری پارامترهای مدل‌ها در جدول ۴ و همبستگی‌های ژنتیکی، فنوتیپی و محیطی بین این پارامترها در جدول ۵ آورده شد.

جدول ۴- برآورد اجزاء واریانس و وراثت پذیری پارامترهای منحنی رشد

Table 4- Estimation of variance components and heritability of curves' parameters

فراسنجه Parameter	مولفه واریانس Variance component	ون برتالانفی von Berntalanfi	لجستیک Logistic	گمپرتز Gompertz	برودی Broody
a	σ_a^2	5.824	6.824	3.8953	5.464
	σ_e^2	105.250	63.566	73.323	76.560
	σ_p^2	111.070	70.390	77.218	82.024
	h^2	0.052±0.017	0.097±0.024	0.050±0.018	0.067±0.021
b	σ_a^2	0.114×10^{-3}	0.200	0.571×10^{-2}	0.141×10^{-3}
	σ_e^2	0.181×10^{-2}	2.381	0.478×10^{-1}	0.642×10^{-3}
	σ_p^2	0.192×10^{-2}	2.581	0.536×10^{-1}	0.784×10^{-3}
	h^2	0.059±0.018	0.077±0.021	0.107±0.024	0.1803±0.0273
k	σ_a^2	0.195×10^{-5}	0.581×10^{-5}	0.141×10^{-5}	0.233×10^{-5}
	σ_e^2	0.110×10^{-3}	0.155×10^{-3}	0.118×10^{-3}	0.106×10^{-3}
	σ_p^2	0.112×10^{-3}	0.161×10^{-3}	0.120×10^{-3}	0.108×10^{-3}
	h^2	$0.017 \pm 0.507 \times 10^{-7}$	$0.0361 \pm 0.1857 \times 10^{-6}$	0.0118±NAN	0/0214±NAN

a وزن بلوغ یا وزن مجانبی، b ثابت انتگرال گیری، k نرخ بلوغ، σ_a^2 واریانس ژنتیک افزایشی، σ_e^2 واریانس باقیمانده، σ_p^2 واریانس فنوتیپی، h^2 وراثت‌پذیری

بحث

وراثت‌پذیری پارامترهای A و B در هر ۴ مدل بررسی شده در پژوهش کنونی کم بودکه نشان‌دهنده تاثیر بیشتر عوامل غیرژنتیکی افزایشی روی این صفات است. در سایر مقالات وراثت‌پذیری‌ها در حد کم تا متوسط گزارش شده است که می‌توان

به موارد ذیل اشاره نمود. وراثت‌پذیری پارامترهای منحنی رشد تحت مدل برودی در گوسفند گیلانی برای مقادیر A، B و K به ترتیب ۰/۳۹، ۰/۲۳ و ۰/۰۳۹ برآورد شدکه در خصوص پارامتر K با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a). مقادیر A، B و K برای نژاد شال به روش نمونه برداری گیبس و معادله منحنی برودی، به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۱۵ و ۰/۱۹ گزارش شده است (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015b). در گوسفند بلوچی وراثت‌پذیری پارامترهای منحنی رشد تحت مدل گمپرتز برای مقادیر A، B و K به ترتیب ۰/۳۳، ۰/۱۸ و ۰/۱۰ برآورد شد (Saghi *et al.*, 2012). مقادیر وراثت‌پذیری A، B و K در گوسفند هورو به ترتیب ۰/۲۹، ۰/۱۸ و ۰/۱۴ برآورد شده است (Abegaz *et al*., 2010). در تحقیقی که روی نژاد گوسفند کردی انجام شد، مقدار وراثت‌پذیری پارامترهای A، B و K به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۱۴ و ۰/۰۴ برآورد شدکه با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت (Mohammadi *et al.*, 2019). میزان وراثت‌پذیری مقادیر A، B و K در گوسفند نژاد مغانی با مدل بهینه لجستیک به ترتیب ۰/۲۱، ۰/۲۴ و ۰/۲۹ گزارش شده است (Ghavi-hossein-Zadeh, 2017). وراثت‌پذیری وزن بلوغ در پژوهش کنونی کمتر از وراثت‌پذیری پارامتر B بود که با برخی مقالات همخوانی (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015b؛ Ghavi-hossein-Zadeh, 2017 Mohammadi *et al.*, 2019) و با برخی نتایج مغایرت (Bathaei and Leroy, 1998؛ Lamb *et al*., 2006؛ Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a؛ Abegaz *et al*., 2010؛ Saghi *et al.*, 2012) داشت. در پژوهشی گزارش شده است که بالا بودن میزان وراثت‌پذیری وزن بلوغ می‌تواند به دلیل دیرتر رسیدن به بلوغ و کاهش تاثیرات محیطی روی برآورد این پارامتر باشد، اگرچه عوامل مختلفی مانند نژاد گوسفند، تنوع ژنتیکی داخل جمعیتی، مدیریت، شرایط محیطی و نوع روش برآورد پارامتر، می‌توانند روی مقادیر برآوردها تاثیر داشته باشند (Ghavi-hossein-Zadeh and Ardalan, 2010). در پژوهش کنونی، مقدار واریانس باقیمانده برای تمام صفات بالا بود و در نتیجه به دلیل پایین بودن سهم واریانس ژنتیکی از واریانس فنوتیپی، مقادیر وراثت‌پذیری‌ها پایین برآورد شد. بدیهی است، به منظور افزایش مقدار وراثت‌پذیری یا باید میزان واریانس ژنتیک افزایشی، بیشتر شود که لزوما نه با افزایش تعداد رکورد امکان پذیر است اگرچه می‌توان به صحت بالا رسید، یا باید مقدار واریانس محیطی کاهش یابد که از طریق بهبود شرایط محیطی امکان پذیر خواهد بود.

جدول ۵- همبستگی‌های ژنتیکی،فنوتیپی ومحیطی بین پارامترهای منحنی رشد

Table 5- Genetic, phenotypic and environmental correlations betweengrowth curves' parameters

	B-K			A-K			A-B		
	r_p	r_e	r_g	r_p	r_e	r_g	r_p	r_e	r_g
ج ش ب	-0.39±0.01	-0.38±0.19(e^{-5})	-0.72±0.07	-0.32±0.01	-0.31±0.02	-0.66±0.31	0.67±0.02	0.720.011	0.35±0.18
ت ب	-0.18±0.01	-0.19±0.02	0.06±0.36	-0.29±0.01	-0.29±0.02	-0.27±0.49	0.56±0.01	0.62±0.01	-0.16±0.32
ه ه	0.05±0.01	0.04±0.02	0.33±0.25	-0.31±0.01	-0.28±0.02	-0.6±0.22	0.35±0.01	0.40±0.02	-0.21±0.22
ر ت ب	-0.27±0.01	-0.28±0.01	-0.25±0.08	-0.31±0.01	-0.31±0.02	-0.52±0.37	0.66±0.01	0.72±0.01	-0.36±0.45

r_p: همبستگی فنوتیپی، r_e: همبستگی محیطی، r_g: همبستگی ژنتیکی

در پژوهش کنونی، همبستگی ژنتیکی بین اجزاء پارامترهای منحنی رشد از ۰,۱۶۴۴- (بین A-B در مدل گمپرتز) تا ۰,۳۴۷۷+ (بین A-B در مدل برودی) متغیر بود و بجز در مورد همبستگی ژنتیکی بین A-B در مدل برودی و B-K در مدل‌های گمپرتز و لجستیک، در تمام مدل‌ها منفی بود (جدول ۵).

در پژوهشی روی نژاد شال مقدار همبستگی ژنتیکی بین A-B مثبت و ۰/۴۱، A-K ۰/۴۱- و B-K مقدار ۰/۳۱- گزارش شد (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015b). در گوسفند بلوچی، همبستگی ژنتیکی بین A-B (۰/۸۶) مثبت و معنی‌دار بود اما همبستگی‌های ژنتیکی A-K (۰/۲۱) و B-K (۰/۱۷-) معنی‌دار نبودند (Saghi *et al*., 2012). برآوردهای همبستگی‌های ژنتیکیA-B، A-K و B-K در گوسفند گیلانی به ترتیب ۰/۵۷، ۰/۰۳ و ۰/۰۱- برآورد شده است (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a). همبستگی ژنتیکی A-B با استفاده از مدل برودی در گوسفند کردی ۰/۴۸ برآورد شد، در حالی که همبستگی‌های ژنتیکی A-K و B-K در این نژاد منفی و به ترتیب ۰/۲۲- و ۰/۲۸- گزارش شد و تمام مقادیر از لحاظ آماری معنی‌دار بودند (Mohammadi *et al*., 2019). Abegaz و همکاران (2010) با مدل‌سازی منحنی رشد گوسفند نژاد هورو توسط معادله برودی، میزان همبستگی ژنتیکی A-B، A-K و B-K را ۰/۳۹، ۰/۰۷- و ۰/۲۵ گزارش کردند. این در حالی است که در نژاد مهربان مقادیر همبستگی ژنتیکی A-B کم (۰/۱۲-)، A-K متوسط و معنی‌دار (۰/۴-) و B-K بسیار بالا و معنی‌دار (۰/۹۵)ذکر شده است (Bathaei and Leroy, 1998).

همبستگی ژنتیکی مثبت بین پارامترهای A-B بیان می‌کند که وزن بلوغ احتمالا از نظر ژنتیکی تحت کنترل بخشی از افزایش وزن بعد از تولد قرار دارد (Abegaz *et al*., 2010) و حیوانات با وزن تولد بالاتر، وزن بلوغ بیشتری دارند (Mohammadi *et al*., 2019). همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی متوسط و منفی بین A-K در تمام مدل‌های بررسی شده در پژوهش کنونی نشان‌دهنده ارتباط منفی بین سرعت رسیدن بلوغ و وزن بلوغ است و از طرفی بیانگر این امر است که احتمالا ساز و کارهای فیزیولوژیکی و ژنتیکی مشترکی بین این دو صفت وجود دارد (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015b) و امکان بهبود همزمان برای این دو صفت میسر نیست (Kheir Abadi and Rashidi, 2018). به عبارتی، با انتخاب حیوانات با سرعت رشد بالاتر، وزن در زمان بلوغ کمتر خواهد بود. این مطلب در نتایج سایر پژوهش‌ها نیز ذکر شده است (Kheirabadi and Mohammadi, 2017; Beiranvand *et al*., 2017؛ Mohammadi *et al*., 2019؛).

مقدار همبستگی فنوتیپی بین A-B در تمام مدل‌ها مثبت و بالا بود (از ۰/۳۴۷۲ تا ۰/۶۶۸۴) اما بین A-K متوسط و منفی (۰/۲۹۱۷ تا ۰/۳۱۹۳) و بین B-K پایین و اکثرا منفی بود (۰/۰۵۴۹+ تا ۰/۳۸۷۵-) (جدول ۵). همبستگی‌های مثبت ژنتیکی (۰/۳۴۷۷) و فنوتیپی (۰/۶۶۸۴) متوسط و بالا بین پارامترهای A-B در مدل برودی این تحقیق بیان می‌کند که حیوانات با وزن تولد بالاتر وزن بلوغ بیشتری دارند (Ghavi-hossein-Zadeh, 2017).

بررسی منحنی رشد گوسفند شال نشان داد که میزان همبستگی فنوتیپی A-B، A-K و B-K در این نژاد ۰/۳۰، ۰/۲۶- و ۰/۴۸- با استفاده از مدل برودی برآورد شده است (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015b). در گوسفند بلوچی، همبستگی فنوتیپی بین A-B (۰/۲۱) معنی دار نبود اما همبستگی‌های فنوتیپی A-K مثبت و معنی‌دار (۰/۴۷) و B-K منفی و معنی‌دار (۰/۴۴-) بود (Saghi *et al.*, 2012). در گوسفند گیلانی همبستگی‌های فنوتیپی A-B (۰/۴۷)، A-K (۰/۴۹-) و B-K (۰/۲۸-) برآورد شده است که با پژوهش کنونی همخوانی دارد (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a). نتایج گزارش بررسی روی پارامترهای منحنی رشد گوسفند کردی حاکی از آن بود که میزان همبستگی‌های فنوتیپی A-B، A-K و B-K به ترتیب ۰/۵۱، ۰/۲۴- و ۰/۱۳ برآورد شده است (Mohammadi *et al.*, 2019).

Abegaz و همکاران (2010) میزان همبستگی فنوتیپی A-B در گوسفند نژاد هورو را از نزدیک صفر (۰/۰۴)، ۰/۲۵ برای B-K و متوسط منفی ۰/۳۶- برای پارامترهای A-K گزارش کردند. Bathaei وLeroy (1998) همبستگی‌های فنوتیپی پارامترهای منحنی رشد نژاد مهربان را برای A-B، A-K و B-k به ترتیب ۰/۲، ۰/۴۵- و ۰/۶۹- گزارش کردند که بجز در مورد A-B بقیه مقادیر معنی‌دار بودند.

میزان همبستگی محیطی بین پارامترهای مدل این تحقیق از ۰/۱۹۳۷- (B-K در مدل گمپرتز) تا ۰/۷۲۰۶ (A-B در مدل برودی) متغیر بود (جدول ۵). همبستگی‌های محیطی متوسط و بالایی که در پژوهش کنونی بین صفات به دست آمد با نتایج سایر پژوهش‌ها مطابقت دارد. میزان همبستگی محیطی بین پارامترهای A-B، A-K و B-K در گوسفند شال ۰/۶۲، ۰/۵۷- و ۰/۵۱- برآورد شد که با نتیجه همبستگی A-B این تحقیق همخوانی دارد (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015b). در سایر نژادهای گوسفند مانند گیلانی (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a) و کردی (Mohammadi *et al.*, 2019) همبستگی‌های محیطی بین پارامترهای A-B، A-K و B-K منحنی رشد بالا بود (۰/۴۸، ۰/۵۲-، ۰/۳۲- در برابر ۰/۵۲-، ۰/۲۶-، ۰/۱۶) اما میزان این همبستگی‌ها در نژاد مغانی به ترتیب، ۰/۱۴، ۰/۱۷- و ۰/۱۳ گزارش شده است (Ghavi-hossein-Zadeh, 2017). وجود همبستگی ژنتیکی متوسط به بالا بین پارامترهای مدل‌های مورد بررسی در پژوهش کنونی نشان می‌دهد که با انتخاب برای یک پارامتر منحنی رشد، بهبود سایر پارامترها مورد انتظار خواهد بود (Saghi *et al.*, 2012؛ Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a). از طرف دیگر، پایین بودن میزان همبستگی بین دو پارامتر بیان می‌کند که با تغییر یک پارامتر نباید انتظار زیادی برای بهبود صفت دیگر داشت (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a). همبستگی‌های محیطی بین A-B در تمام مدل‌های مورد بررسی در این تحقیق بالا و مثبت بود. یعنی با بهبود شرایط محیطی می‌توان انتظار داشت که گوسفندان با وزن اولیه بیشتر، وزن بلوغ بالاتری داشته باشند؛ به عبارتی بهبود شرایط محیطی در مراحل اولیه رشد روی مراحل بعدی تاثیر مثبت دارد (Ghavi-hossein-Zadeh, 2017). این در حالی است که همبستگی‌های محیطی بین A-K و B-K در تمام مدل‌ها منفی

برآورد شد. منفی بودن همبستگی محیطی بین A-K بیان می‌کند که بهبود شرایط مدیریتی برای بلوغ زودرس نمی‌تواند اثر مثبتی روی وزن بلوغ داشته باشد (Ghavi-hossein-Zadeh, 2015a، Ghavi-hossein-Zadeh, 2017).

نتیجه گیری

نتایج پژوهش کنونی نشان داد که با توجه به مقادیر پایین وراثت‌پذیری پارامترهای منحنی رشد (بدون توجه به نوع معادله منحنی در نظر گرفته شده برای برآورد پارامترها)، برای دست‌یابی به پیشرفت ژنتیکی قابل قبول و صحت بالا، به رکورد برداری صفات وزن بدن در واحد زمان تعداد بیشتری بره به ازاء هر قوچ و میش و بهبود شرایط محیطی نیاز است. همچنین، با توجه به همبستگی ژنتیکی مثبت بین پارامترهای A-B، با انتخاب حیوانات با وزن تولد بالاتر به طور بالقوه انتظار داریم که مشکلات سخت‌زایی بروز پیدا کند. از طرف دیگر، برای ظهور پتانسیل ژنتیکی گوسفند نژاد کردی، شرایط محیطی و استراتژی‌های مدیریتی باید مهیا شود و با بهبود شرایط محیطی است که می‌توان انتظار داشت گوسفندان با وزن تولد بیشتر، وزن بلوغ بالاتری داشته باشند؛ اگرچه بهبود شرایط مدیریتی برای بلوغ زودرس نمی‌تواند اثر مثبتی روی وزن بلوغ داشته باشد. همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی متوسط و منفی بین A-K در تمام مدل‌های بررسی شده در این پژوهش نشان‌دهنده ارتباط منفی بین سرعت رسیدن بلوغ و وزن بلوغ است.

منابع

Abegaz S, Van Wyk JB, & Olivier JJ. (2010). Estimation of genetic and phenotypic parameters of growth curve and their relationship with early growth and productivity in Horro sheep. *Archives Animal Breeding*.53:85–94.

Assan, N. (2013). Bioprediction of body weight and carcass parameters from morphometric measurements in livestock and poultry. *Scientific Journal of Review*. 2(6) 140-150.

Aytekin, R.G., & Zulkadir U. (2013). The Determination of Growth Curve Models in Malya Sheep from Weaning to Two Years of Age. *Journal of Agricultural Science*. 19:71-78.

Bahreini Behzadi M.R. (2015). Comparison of different growth models and artificial neural network to fit the growth curve of Lori-Bakhtiari sheep. *Journal of Ruminant Research*. 3: 125-148.

Bahreini Behzadi, M.R., Aslaminejad, A.A., Sharifi, A.R. & Simianer, H. (2014). Comparison of mathematical models for describing the growth of Bluchi sheep. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 16: 57- 68.

Bathaei SS, Leroy PL. (1998). Genetic and phenotypic aspects of the growth curve characteristics in Mehraban Iranian fat-tailed sheep. *Small Rumin Research*. 29:261–9.

Beiranvand F., Beigi Nasiri MT., Masoudi A. & Shabaninejad A. (2016). Study of Lori growth traits using nonlinear models and artificial neural network optimized by genetic algorithm. 2017. *Journal of Animal Science Research*. 27: 129-142.

Daskiran, I., Koncagul S., & Bingol M. (2010). Growth Characteristics of Indigenous Norduz Female and Male Lambs. *Journal of Agricultural Sciences*. 16:62-69.

Ghavi Hossein-Zadeh N. & Ardalan M. (2010). Estimation of genetic parameters for body weight traits and litter size of Moghani sheep, using a Bayesian approach via Gibbs sam-pling. *The Journal of Agricultural Science*. 148(3): 363-370.

Ghavi Hossein-Zadeh, N. (2015a). Estimation of genetic relationships between growth curve parameters in Guilan sheep. *Journal of Animal Science and Technology*. 57:19.

Ghavi Hossein-Zadeh, N. (2015b). Modeling the growth curve of Iranian Shall sheep using non-linear growth models. *Small Ruminant Research*. 130:60–66.

Ghavi Hossein-Zadeh, N. (2017). Modelling growth curve in Moghani sheep: comparison of non-linear mixed growth models and estimation of genetic relationship between growth curve parameters. *The Journal of Agricultural Science*. 155(7): 1150-1159.

Kheirabadi K., & Rashidi A. (2019). Modelling and genetic evaluation of Markhoz goat growth curve parameters. *Small Ruminant Research*. 170:43-50.

Kum. D, Karakus. K, & Ozdemir. T. (2010). The best non-linear function for body weight at early phase of Norduz female lambs. *Trakia Journal of Sciences*. 8(2):62-67.

Kusec, G. (2001). Growth pattern of hybrid pigs as influenced by MHS genotype and feeding regime. Ph.D. dissertation. George Agustus University. Goettingen. Germany

Lamb, N.R., Navajas E.A., Simm G. & Bunger L. (2006). A genetic investigation of various growth models to describe growth of lambs of two contrasting breeds. *Journal of Animal Science*. 84(10): 2642-2654.

Misztal, I., Tsuruta Sh., Lourenco D., & Masuda Y. (2018). Manual for BLUPF90 family of programs. University of Georgia, Athens, USA.

Mohammadi, Y, Mokhtari M.S., Saghi D.A., & Shahdadi A.R. (2019). Modeling the growth curve in Kordi sheep: The comparison of non-linear models and estimation of genetic parameters for the growth curve traits. *Small Ruminant Research*. 177: 117-123.

Nasr J. and Dayani A. 2011. Commercial Sheep Production Manual. Noorbakhsh Publisher. Tehran. 376p. (In Persian)

Saghi D.A, Aslaminejad A, Tahmoorespur M, Farhangfar H, Nassiri M & Dashab G R. (2012). Estimation of genetic parameters for growth traits in Baluchi sheep using Gomperz growth curve function. *Indian Journal of Animal Science*. 82: 889-892.

Saghi, D.A., Yavari A., Mobaraki A., Davtalab A., Khosghamat S., Mohammadzadeh M. 2014. Statistics and data of Kurdish sheep breeding station. Arshadan Publisher. Tehran. (In Persian)

Tariq. M. M, Bajwa. M. A, Waheed. A, Eyduran. E, Abbas. F, Bokhari. F. A & Akbar. A. (2011). Growth curve in Mengall sheep breed of Balochistan. *Journal of Animal & Plant Sciences.* 21(1): 5-7.

Ulutas, Z. (2010). The effect of birth types on growth curve parameters of Karayaka Lambs. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 9(9): 1384-1388.

Genetic estimation of growth curve parameters by different nonlinear models in Kurdi sheep breed of the North Khorasan

S. Zakizadeh[1], D. Saghi[2], M. Elahi Torshizi[3] and H. Mehrban[4]

1) Associate Professor of Animal Genetics and Breeding, Animal Science Research Institute of Iran, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO). Karaj. IRAN.
2) Associate Professor of Animal Genetics and Breeding, Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi, Agriculture Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.
3) Department of Animal Science, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
4) Department of Animal Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Corresponding Author**. Sonia_zaki@yahoo.com**

Received: 2022, 03, 16 Accepted: 2022, 05, 17

Abstract

The aims of this study were to estimate variance components, prediction of genetic parameters and correlations of growth curve parameters of nonlinear models such as Broody, Gompertz, Logistic and von in Kurdi sheep breed. Data comprised of 17659 body weights from birth to yearling of 5074 lambs belonging to 162 rams and 1968 ewes from 1996 to 2013. Growth parameters were estimated by NLIN procedure of SAS V.9.4., and parameters including A, B and K were calculated by individual fit according to the sex of the animal. Variance components were estimated by a mixed model of BLUPF90 and considering the influences of fixed effect including sex, birth type, year and month of birth. Heritability of mature weight was low in all models (0.05 to 0.09) and showed the low participation of genetic variance from the phenotypic variance. Therefore, to achieve the desired genetic gain and high accuracy, more records of lamb growth parameters are required for each ewe and ram, as well as, the improvement of environmental circumstances. Regarding high positive genetic and environmental correlations of A-B, it is expected that selection of animals with higher birth weight or improving the environmental circumstances, lead to a height mature weight, which needs more investigation over the increasing of lambing ease. The medium and negative genetic and phenotypic correlations between A-K imply the negative relationship between the mature rate and weight.

Key words: nonlinear model, growth curve, genetic correlation, heritability.