فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول- مقدمه	۹
فصل دوم- کلیات	۱۱
۲-۱- تعریف همخونی	۱۱
۲-۲- محاسبه ضریب همخونی	۱۲
۲-۳- مقدار همخونی	۱۲
۲-۴- انواع روش‌های محاسبه همخونی	۱۲
۲-۴-۱- استفاده از کاهش هتروزیگوسیتی	۱۲
۲-۴-۲- محاسبه همخونی در جمعیت ایده ال	۱۲
۲-۴-۳- محاسبه ضریب همخونی با استفاده از روش مسیر	۱۲
۲-۴-۴- محاسبه ضریب همخونی با استفاده از روش جدول	۱۳
۲-۴-۵- محاسبه ضریب همخونی در جمعیت های بزرگ	۱۳
۲-۵- عوامل موثر بر افزایش همخونی	۱۳
۲-۶- آثار همخونی	۱۴
۲-۶-۱- افزایش هموزیگوسیتی	۱۴
۲-۶-۲- کاهش هتروزیگوسیتی	۱۴
۲-۶-۳- ظهور اثر آلل‌های مغلوب مضر	۱۴
۲-۶-۴- اثر همخونی بر فراوانی آللی و ژنوتیپی	۱۴
۲-۶-۵- اثر همخونی بر واریانس های ژنتیکی و فنوتیپی	۱۴
۲-۶-۶- پسروی همخونی (افت ناشی از همخونی)	۱۴
۲-۶-۷- پروپوتنسی	۱۵
۲-۶-۸- اثر بر انتخاب	۱۵
۲-۷- آثار مثبت همخونی	۱۵
۲-۸- مقدار همخونی در منابع علمی	۱۶
۲-۹- اثرهمخونی بر روی صفات تولیدی و تولیدمثلی	۱۷
۲-۹-۱- صفات تولیدی	۱۷
۲-۹-۱-۱- صفات وزن تولد و وزن ۶۰ روزگی	۲۰
۲-۹-۱-۲- صفات وزن ۹۰ روزگی و وزن شیرگیری	۲۲
۲-۹-۲- صفات تولیدمثلی	۲۳
۲-۹-۲-۱- باروری	۲۳
۲-۹-۲-۲- قابلیت ماندگاری	۲۵
۲-۹-۲-۳- بازده خالص تولیدمثل	۲۸
۲-۹-۲-۴- صفت چندقلوزایی	۲۸

عنوان	صفحه
۲-۱۲- زیان‌های اقتصادی ناشی از کاهش تولید بر اثر همخونی	۲۹
فصل سوم- مواد و روش اجرا	۳۰
۳-۱- مقدمه	۳۰
۳-۲- موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی ایستگاه	۳۰
۳-۳- مدیریت گله	۳۰
۳-۴- خصوصیات گوسفند لری بختیاری	۳۱
۳-۵- محاسبه همخونی	۳۱
۳-۵-۱- اطلاعات شجره	۳۱
۳-۵-۲- جمعیت پایه	۳۲
۳-۵-۳- روش محاسبه ضریب همخونی	۳۲
۳-۶- بررسی اثر همخونی	۳۲
۳-۷- مدل‌های آماری	۳۲
۳-۷-۱- صفات تولیدی	۳۲
۳-۷-۲- صفات تولیدمثلی	۳۳
۳-۸- تخمین پارامترها	۳۴
فصل چهارم- نتایج و بحث	۳۹
۴-۱- میانگین صفات مورد مطالعه	۳۹
۴-۲- بررسی اثر عوامل محیطی	۴۰
۴-۲-۱- سن مادر	۴۰
۴-۲-۲- سال تولد	۴۰
۴-۲-۳- نوع تولد یا شیرگیری	۴۰
۴-۲-۴- جنس بره	۴۱
۴-۲-۵- سن بره	۴۱
۴-۲-۶- سال زایش	۴۱
۴-۲-۷- سن میش در هنگام زایش	۴۱
۴-۲-۸- اثر متقابل	۴۱
۴-۳- برآورد اجزای واریانس صفات تولیدی و تولیدمثلی	۴۶
۴-۴- برآورد همخونی در جمعیت گوسفندان لری‌بختیاری	۴۹
۴-۴-۱- کل گله	۴۹
۴-۴-۲- جمعیت همخون	۵۱
۴-۵- بررسی همخونی بر اساس جنس	۵۲
۴-۵-۱- کل گله	۵۲
۴-۵-۲- جمعیت همخون	۵۵
۴-۶-۱- کل گله	۵۷

۴-۶-۲- جمعیت همخون ۵۸

عنوان	صفحه
۴-۷- بررسی همخونی بر اساس سطوح مختلف سن مادر	۶۰
۴-۷-۱- کل گله	۶۰
۴-۷-۲- جمعیت همخون	۶۴
۴-۸- اثر همخونی بر صفات تولیدی	۶۶
۴-۸-۱- وزن تولد	۶۸
۴-۸-۲ وزن یک‌ماهگی	۶۹
۴-۸-۳ وزن شیرگیری	۶۹
۴-۸-۴- وزن شش ماهگی	۷۰
۴-۸-۵- وزن نه ماهگی	۷۰
۴-۸-۶- وزن دوازده ماهگی	۷۱
۴-۹- اثر همخونی بر صفات تولیدمثلی	۷۲
۴-۹-۱- صفت باروری	۷۲
۴-۹-۲- صفت چندقلوزایی	۷۳
۴-۱۰- نتیجه‌گیری	۷۴
۴-۱۱- پیشنهادات	۷۵
منابع	۷۶

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱- روند تغییرات همخونی در هر سال	۵۰
شکل ۴-۲- روند تغییرات همخونی در بره‌های نر و ماده به‌ازای هر سال در گله گوسفند لری‌بختیاری	۵۴
شکل ۴-۳- روند تغییرات همخونی در بره‌های تک‌قلو و چندقلو در هر سال گله گوسفند لری‌بختیاری	۵۸

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول۲-۱- انواع آمیزش‌های نزدیک و ضرایب همخونی حاصل از آنها در نسل اول	۱۳
جدول۲-۲- تغییر فراوانی‌های ژنوتیپی در یک جمعیت همخون	۱۴
جدول ۲-۳- درصد همخونی در نژادهای مختلف گوسفند به روش تابعیت	۱۶
جدول ۲-۴- درصد همخونی در نژادهای مختلف گوسفند به صورت یک کلاس	۱۶
جدول ۲-۵- میانگین و درصد همخونی در لاین‌های مرینوس اسپانیایی	۱۷
جدول ۲-۶- اثر همخونی بر روی صفات تولیدی در نژادهای مختلف	۱۹
جدول ۲-۷- اثر همخونی (کاهش تولید به ازای ۱۰ درصد افزایش در همخونی) بر اوزان بدن (Kg) در گوسفند مرینوس اسپانیایی	۲۱
جدول ۲-۸- اثر همخونی بر صفت باروری نژادهای گوسفند در منابع علمی	۲۳
جدول۲-۹- اثر همخونی روی درصد باروری میش‌های برولا در ۳ کلاس همخونی	۲۵
جدول ۲-۱۰-اثر همخونی بر صفت قابلیت ماندگاری بره‌های نژادهای مختلف	۲۶
جدول۲-۱۱- اثر همخونی بره بر تعداد بره پرروش یافته و درصد بره‌های تلف شده تا سن ۴ هفتگی	۲۷
جدول ۳-۱- اطلاعات شجره مورد استفاده در برآورد ضریب همخونی	۳۱
جدول ۳-۲- تعداد رکورد در سطوح عوامل ثابت برای صفات تولیدی	۳۵
جدول ۳-۳- تعداد رکورد در سطوح عوامل ثابت برای صفات تولیدمثلی	۳۷
جدول ۴-۱- تعداد رکوردها، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات صفات اوزان بدن در سنین مختلف	۳۹
جدول ۴-۲- تعداد ، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات صفات تولیدمثلی	۴۰
جدول ۴-۳- جدول تجزیه واریانس عوامل ثابت برای صفات تولیدی	۴۲

عنوان	صفحه
جدول ۴-۴- جدول تجزیه واریانس عوامل ثابت برای صفات تولیدمثلی	۴۳
جدول ۴-۵- میانگین حداقل مربعات و اشتباه معیار صفات تولیدی	۴۴
جدول ۴-۶- میانگین حداقل مربعات و اشتباه معیار صفات باروری و چندقلوزایی	۴۵
جدول ۴-۷- اجزاء واریانس صفات تولیدی	۴۷
جدول ۴-۸- اجزاء واریانس صفات تولیدمثلی	۴۹
جدول ۴-۹- ضریب همخونی (درصد) گوسفندان لری‌بختیاری به تفکیک سال تولد	۴۹
جدول ۴-۱۰- فراوانی جمعیت گوسفندان لری‌بختیاری به تفکیک گروه‌های مختلف همخونی	۵۰
جدول ۴-۱۱- ضریب همخونی (درصد) گوسفندان همخون به تفکیک سال تولد	۵۱
جدول ۴-۱۲- درصد حیوانات همخون به کل شجره بر مبنای سال تولد	۵۲
جدول ۴-۱۳- تعداد و میانگین ضریب همخونی (درصد) بره‌های نر و ماده گوسفندان لری‌بختیاری به تفکیک سال تولد	۵۳
جدول ۴-۱۴- فراوانی گوسفندان نر و ماده در گروه‌های مختلف ضریب همخونی	۵۴
جدول ۴-۱۵- میانگین ضریب همخونی (درصد) در جمعیت همخون گوسفندان لری‌بختیاری بر مبنای جنس به تفکیک سال تولد	۵۶
جدول ۴-۱۶- میانگین ضریب همخونی (درصد) در گله گوسفندان لری‌بختیاری بر مبنای تیپ تولد به تفکیک سال	۵۷
جدول ۴-۱۷- میانگین ضریب همخونی (درصد) در جمعیت همخون گوسفندان لری‌بختیاری بر مبنای تیپ تولد به تفکیک سال تولد	۵۹
جدول ۴-۱۸- فراوانی جمعیت گوسفندان نر و ماده در گروه‌های مختلف همخونی	۶۰
جدول ۴-۱۹- تعداد گوسفندان لری‌بختیاری بر اساس سطوح مختلف سن مادر به تفکیک سال تولد	۶۲
جدول ۴-۲۰- میانگین ضریب همخونی (درصد) گوسفندان لری‌بختیاری بر اساس سطوح مختلف سن مادر به تفکیک سال تولد	۶۳

عنوان	صفحه
جدول ۴-۲۱- تعداد و میانگین ضریب همخونی (درصد) گوسفندان همخون بر اساس سطوح مختلف سن مادر به تفکیک سال تولد	۶۵
جدول ۴-۲۲- فراوانی جمعیت گوسفندان لری‌بختیاری در گروه‌های مختلف ضریب همخونی بر اساس سطوح مختلف سن مادر	۶۶
جدول ۴-۲۳- فراوانی و میانگین همخونی حیوانات دارای رکورد صفات تولیدی در کل جمعیت و جمعیت حیوانات همخون	۶۷
جدول ۴-۲۴- تعداد و میانگین صفات تولیدی برای حیوانات دارای رکورد در گروه‌های مختلف همخونی	۶۷
جدول ۴-۲۵- فراوانی و میانگین همخونی حیوانات دارای رکورد صفات تولیدمثلی در کل جمعیت و جمعیت حیوانات همخون	۷۲
جدول ۴-۲۶- تعداد و میانگین صفات تولیدمثلی برای حیوانات دارای رکورد در گروه‌های مختلف همخونی	۷۲

اختصارات

صفات	اختصارات
وزن تولد	BW
وزن یک‌ماهگی	W1
وزن شیرگیری	WW
وزن شش‌ماهگی	W6
وزن نه‌ماهگی	W9
وزن دوازده‌ماهگی	W12

اجزا کو(واریانس)	
واریانس ژنتیکی افزایشی مستقیم	σ_a^2
واریانس ژنتیکی افزایشی مادری	σ_m^2
واریانس محیطی دائمی مادری	σ_c^2
واریانس خطای تصادفی	σ_e^2
کوواریانس اثر عوامل مستقیم ژنتیکی افزایشی و ژنتیکی مادری	σ_{am}
واریانس فنوتیپی	σ^2_p

فصل اول

مقدمه

کشور ایران با وسعت ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومترمربع در ۴۴ تـا ۶۴/۱۵ درجـه طـولی و ۲۵/۴ الـی ۳۹/۴۵ درجـه عرض جغرافیایی در نیمکره شمالی و جنوب غربی آسیا واقع شده است. رشته کوه‌های البـرز و زاگـرس موجـب به وجود آمدن آب و هوای متنوع در این سرزمین گردیده اسـت. تنـوع شـرایط اقلیمـی و بـه تبـع آن انتخـاب طبیعی در سالیان متمادی سبب تولید حیواناتی شـده اسـت کـه از نظـر ژنتیکـی متنـوع و از ذخـائر ژنتیکـی محسوب می‌شوند. محدود بودن نیازهای نژادهای بومی به غذا، بهداشت و جایگاه، نسـبت بـه نژادهـای اصـلاح شده خارجی، باعث کاهش هزینه عملکرد گشته و ارجحیت مطالعه، پژوهش و پرورش آنها را مشخص می‌کند.

پرورش گوسفند نژاد خالص بومی با توجه به موقعیت مناسب اقلیمی هر منطقه برای حفظ خلوص ژنتیکی این نژادها و تثبیت و تقویت نژاد مربوطه اهمیت ویژه ای دارد. اغلب ایستگاه‌های تحقیقاتی به پرورش نژادهای خالص پرداخته‌اند. انتخاب حیوانات برای تولید نسل بعد در این مراکز اکثراً از طریق ارزش ارثی پیش بینی شده آنها صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه در این ایستگاه‌ها گله‌ها اکثراً کوچک و به صورت بسته پرورش می‌یابند، احتمال ایجاد همخونی و مشکلات ناشی از آن وجود دارد.

همخونی عاملی است که اگر به طور صحیح کنترل نشود باعث صدمه رساندن به واریانس ژنتیکی افزایشی می‌شود. همخونی و پیامدهای آن یک نگرانی طولانی مدت در اصلاح نژاد دام‌ها در نتیجه اثرات مضرش روی واریانس ژنتیکی افزایشی و ارزش فنوتیپی داشته است یا به عبارت دیگر سبب کاهش تولید و یا شایستگی حیوانات همخون می‌گردد. این تغییرات باعث افزایش احتمال بروز اثر ژن‌های مغلوب (خواه مطلوب یا نامطلوب) و کاهش تنوع ژنتیکی در یک جمعیت بسته می‌گردد. کاهش در تنوع و در نتیجه افزایش یافتن هموزیگوتی ممکن است باعث کاهش در عملکرد حیوان بخصوص در صفات تولیدی و تولید مثلی شود (فالکونر و مک‌کی، ۱۹۹۶). از جمله صفات اقتصادی مهم در پرورش گوسفند که افزایش در همخونی می‌تواند آنها را تحت تاثیر قرار دهد، می توان به صفات تولیدی (اوزان بدن در سنین مختلف و صفات لاشه)، صفات تولیدمثلی

(باروری، چندقلوزایی، بازده خالص تولیدمثل) و صفات پشم اشاره کرد. این صفات علاوه بر همخونی تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و محیطی از جمله جنس بره، نوع تولد، تغییرات فصلی و آب و هوایی قرار می‌گیرند. تغییرات فصلی و آب و هوایی درطول سال‌های متفاوت بر تولید کل گله موثر است، در حالی که جنس، تیپ تولد و سن بر عملکرد حیوان تاثیر می‌گذارند. در برنامه های اصلاح نژادی تخمین پیشرفت ژنتیکی این صفات لازم است، چون می‌توان با افزایش در واریانس ژنتیکی میان حیوانات برای بهبود بیشتر استفاده کرد (مهمان‌نواز و همکاران، ۱۳۷۹). از این رو مهم است که اثر همخونی در جمعیت‌هایی که به صورت بسته هستند، محاسبه شود تا بطور شایسته‌ای در برنامه‌های اصلاح‌نژادی برای تاثیرات منفی ناشی از افزایش غیرعمدی همخونی به کار گرفته شود.

گوسفند نژاد لری بختیاری یکی از نژادهایی است که به منظور تولید گوشت پرورش داده می‌شود. هدف از این مطالعه محاسبه ضریب همخونی گوسفند نژاد لری بختیاری واقع در ایستگاه اصلاح نژاد گوسفند لری بختیاری شهرکرد (شولی) و اثر آن بر روی صفات تولیدی و تولیدمثلی می‌باشد. در این مرکز گله در طی سالیان مختلف به صورت بسته نگه داشته می‌شود و احتمال می‌رود که این گوسفندان در معرض افزایش همخونی قرار گرفته باشند. بنابراین بررسی همخونی در این گله ضروری به نظر می‌رسد.

اهداف تحقیق

۱. بررسی روند تغییرات همخونی گله در سال‌های مختلف.
۲. بررسی اثر هم خونی بر عملکرد صفات تولیدی و تولیدمثلی.

فصل دوم

کلیات

۲-۱- تعریف همخونی

همخونی (Inbreeding) به معنای آمیزش افراد خویشاوند است. در اصلاح دام همخونی از آمیزش حیواناتی که درجه خویشاوندی آنها نسبت به متوسط خویشاوندی داخل نژاد یا جامعه بالاتر است، حاصل می‌شود. دو حیوان زمانی خویشاوند هستند که در شجره خود حداقل دارای یک جد مشترک باشند. دو حیوانی که دارای جد مشترک هستند، ممکن است ژن‌هایی دارا باشند که کپی یکسانی از ژن‌های جد مشترک آنها باشند. اگر این دو حیوان خویشاوند با هم آمیزش کنند، احتمال دارد که آنها ژن‌های مشابهی را به نتاج خود منتقل نمایند. به این نوع آمیزش که در آن والدین با هم خویشاوند هستند، همخونی گفته می‌شود (لاش، ۱۹۴۵).

تعریف دیگر همخونی بر اساس مشابهت دو ژن است. بر این اساس ضریب همخونی بعنوان احتمال اینکه دو آلل یک جایگاه ژنی به لحاظ داشتن جد مشترک مشابه باشند، تعریف شده است. بعبارت دیگر اگر دو حیوان خویشاوند نزدیک یا دور با همدیگر تلاقی کنند، احتمال اینکه نتاج آنها ژن‌های مشابهی از والد خویش دریافت کنند، ضریب همخونی آن حیوان نامیده می‌شود. معیار اندازه‌گیری همخونی، ضریب همخونی است. این معیار با F نشان داده می‌شود (ملکوت،۱۹۴۸).

۲-۲- محاسبه ضریب همخونی

ضریب همخونی یک حیوان فرضی مثل X برابر احتمال اینکه در یک جایگاه ژنی آللی که حیوان X از پدر خود دریافت می‌کند، با آللی که این حیوان از مادر خود دریافت می‌کند، بخاطر وجود جد مشترک مشابه باشند. البته این تنها در صورتی که پدر و مادر حیوان X خویشاوند باشند، اتفاق می افتد. در حقیقت ضریب همخونی یک حیوان با نصف کردن رابطه خویشاوندی ژنتیکی افزایشی والدین آن حیوان برابر است (فالکونر و مک‌کی، ۱۹۹۶). بنابراین اگر والدین حیوان X حیوانات C وD باشند، خواهیم داشت:

فرمول (۲-۱)

$$F_X=\frac{۱}{۲}a_{CD}$$

۲-۳- مقدار همخونی

چون ضریب همخونی، یک احتمال می‌باشد لذا عددی بین صفر برای حیوانات غیرهمخون تا یک برای حیوانات خیلی همخون و یا صفر تا ۱۰۰ درصد برای حیوانات همخون می‌باشد. بنابراین مقدار آن می تواند از صفر (هیچ جایگاه ژنی، بخاطر جد مشترک مشابه نیستند) تا یک (تمام جایگاه‌های ژنی، بخاطر جد مشترک مشابه هستند) تغییر کند (فالکونر و مک‌کی، ۱۹۹۶).

۲-۴- انواع روش‌های محاسبه همخونی

۲-۴-۱- استفاده از کاهش هتروزیگوسیتی

در این روش، مقدار همخونی از مقایسه میزان هتروزیگوسیتی در جامعه واقعی با جامعه تحت آمیزش تصادفی به صورت زیر محاسبه می‌شود (هارلت، ۱۹۹۷).

فرمول (۲-۲)

$$F = \frac{H_0 - H}{H_0}$$

H_0: میزان هتروزیگوسیتی جمعیت با آمیزش تصادفی.

H: میزان هتروزیگوسیتی جامعه واقعی.

۲-۴-۲- محاسبه همخونی در جمعیت ایده ال

جامعه‌ای را با N حیوان در نظر می گیریم که آمیزش بین آنها کاملاً تصادفی بوده و حیوانات غیر خویشاوند باشند. احتمال اینکه دو آلل یک جایگاه ژنی که به تصادفی برداشته می‌شوند، بخاطر جد مشترک مشابه باشند (هارلت، ۱۹۹۷)، برابر است با:

فرمول (۲-۳)

$$F = \frac{۱}{۲N}$$

۲-۴-۳- محاسبه ضریب همخونی با استفاده از روش مسیر

استفاده از روش مسیر برای محاسبه ضرایب همخونی در صورت کم بودن تعداد حیوانات و ساده بودن روابط بین حیوانات در شجره (تعداد کم نسل‌ها و جد مشترک) مناسب است. از فواید روش مسیر این است که مستقیماً از تعاریف ضریب همخونی پیروی می‌کند. این روش نیاز به شبیه‌سازی مسیرهای انتقال ژن‌های یکسان از اسلاف مشترک به والدین نتاج همخون دارد (بوردن، ۲۰۰۰).

فرمول (۲-۴)

$$F_X = \sum_{A=1}^{K} \left(\frac{1}{2}\right)^{N+N'+1} (1 + F_A)$$

در این رابطه، F_X= ضریب همخونی حیوان X، $\frac{1}{2}$= بخشی از ماده ژنتیکی هر حیوان که به نتاجش منتقل می‌شود، N تعداد مسیرهای بین پدر حیوان X و جد مشترک، N'= تعداد مسیرهای بین مادر حیوان X و جد مشترک، ۱+ = برای محسوب نمودن نسل بین X و والدینش و F_A= ضریب همخونی جد مشترک می‌باشد.

۲-۴-۴- محاسبه ضریب همخونی با استفاده از روش جدول

اگر هدف محاسبه ضرایب خویشاوندی بین حیوانات و همخونی هر حیوان در کل گله باشد، استفاده از روش جدول نسبت به روش مسیر مناسب‌تر است. در این روش با ایجاد جدول خویشاوندی که از جمعیت پایه شروع شده و سایر حیوانات شجره را در نسل‌های متوالی در بر می‌گیرد، ضرایب همخونی همه حیوانات موجود در شجره با استفاده از روابط بین حیوانات و محاسبات ریاضی تعیین می‌گردد (a_{xc}= رابطه خویشاوندی پدر حیوان y با حیوان x و a_{xd}= رابطه خویشاوندی مادر حیوان y با حیوانx) (بوردن، ۲۰۰۰).

$$a_{xy} = \frac{1}{2}(a_{xc} + a_{xd})$$

فرمول (۲-۵)

۲-۴-۵- محاسبه ضریب همخونی در جمعیت های بزرگ

برای برآورد ضرایب همخونی حیوانات در جمعیت های بزرگ الگوریتم هایی ارائه شده است که اساس کار آنها تشکیل ماتریس خویشاوندی می‌باشد.

۲-۵- عوامل موثر بر افزایش همخونی

یکی از علل افزایش همخونی، آمیزش حیوانات خویشاوند می‌باشد. مهمترین انواع این گونه آمیزش‌ها عبارتند از خود باروری، آمیزش برادر و خواهر تنی، برادر و خواهر ناتنی، نتاج با والد و آمیزش برگشتی است. خود باروری در میان آمیزش‌های دیگر بیشترین همخونی را باعث می‌شود (جدول ۲-۱) (فالکونر و مک‌کی، ۱۹۹۶).

جدول۲-۱- انواع آمیزش‌های نزدیک و ضرایب همخونی حاصل از آنها در نسل اول

نوع آمیزش	ضریب همخونی در نسل اول (درصد)
برادر و خواهر تنی و نتاج- والد	۲۵
برادر- خواهر ناتنی	۱۲/۵
آمیزش‌های برگشتی	۲۵

۲-۶- آثار همخونی

۲-۶-۱- افزایش هموزیگوسیتی

مهمترین اثر همخونی افزایش هموزیگوسیتی یا افزایش فراوانی جفت ژن‌های مشابه می‌باشد. به عبارت دیگر افزایش هموزیگوسیتی به معنی افزایش تعداد جایگاه‌های هموزیگوت در حیوانات همخون و در نتیجه افزایش فراوانی ژنوتیپ هموزیگوت در آن جامعه است (واگت و همکاران، ۱۹۹۳).

۲-۶-۲- کاهش هتروزیگوسیتی

همانند آنچه در بالا گفته شد همخونی باعث افزایش هموزیگوتی یا افزایش فراوانی جفت ژن‌های مشابه می‌شود که این عمل باعث کاهش هتروزیگوتی می‌شود (فالکونر و مک‌کی،۱۹۹۶).

۲-۶-۳- ظهور اثر آلل‌های مغلوب مضر

این اثر بیشتر از سایر آثار همخونی بروز می‌کند. اغلب آلل‌های مغلوب در جایگاه‌های هموزیگوت، کشنده هستند. همخونی باعث افزایش تعداد آلل‌های مغلوب در یک جمعیت نمی‌شود، بلکه فقط آنها را از طریق افزایش ژنوتیپ‌های هموزیگوس آشکار می‌کند (کسل، ۲۰۰۰).

۲-۶-۴- اثر همخونی بر فراوانی آللی و ژنوتیپی

هنگامی که آمیزش‌ها کاملا تصادفی باشند، جامعه در تعادل هاردی واینبرگ می‌باشد. در این حالت، فراوانی ژنوتیپی p^2، $2pq$ و q^2 به ترتیب به صورت AA، Aa و aa خواهد بود. ولی وقتی همخونی وجود دارد، فراوان‌های ژنوتیپی به صورت زیر تغییر می‌کند، اما فراوانی آللی تغییر نمی‌کند (هارلت، ۱۹۹۷).

جدول۲-۲- تغییر فراوانی‌های ژنوتیپی در یک جمعیت همخون

ژنوتیپ‌ها	aa	Aa	AA
فراوانی ژنوتیپی	q2+pqF	2pq(1-F)	p2+pqF

۲-۶-۵- اثر همخونی بر واریانس های ژنتیکی و فنوتیپی

همخونی در یک جمعیت منجر به کاهش واریانس ژنتیکی داخل یک فامیل یا لاین و افزایش واریانس ژنتیکی بین فامیل‌ها یا لاین‌ها می‌شود (بوردن، ۲۰۰۰).

۲-۶-۶- پسروی همخونی (افت ناشی از همخونی)

کاهش عملکرد به خصوص در صفات تولیدمثل یا شایستگی همان افت ناشی از همخونی است. شایستگی به توانایی حیوان در تولید حیوانات نسل آینده گفته می‌شود. در نتیجه برای صفاتی که ارتباط کمتری با شایستگی دارند، ارزش فنوتیپی تغییر نکرده و یا تغییر آن ناچیز است (بوردن، ۲۰۰۰).

۲-۶-۷- پروپوتنسی

یکی از نتایج افزایش هموزیگوسیتی ناشی از آمیزش خویشاوندی، افزایش توانایی تولید نتاجی با عملکرد مشابه می‌باشد. حیواناتی که عملکرد نتاج آنها مشابه والدین است، توانایی ارثی خوبی خواهند داشت، که این افراد را پروپوتنت می‌گویند. حیوانات همخون نسبت به حیوانات غیرهمخون، جایگاه‌های ژنی هتروزیگوت کمتری دارند. در نتیجه نتاج یکسان بیشتری که تفاوت ژنتیکی آنها کمتر خواهد بود، ایجاد می‌گردد. البته همخونی به تنهایی سبب بالا بردن توانایی ارثی نمی‌باشد، بلکه وراثت‌پذیری روی آن تاثیر دارد. صفاتی که از وراثت‌پذیری پایینی برخوردارند، دارای توانایی ارثی پایینی بوده، حتی اگر گامت های یکسانی برای آن صفت ایجاد شود (بوردن، ۲۰۰۰).

۲-۶-۸- اثر بر انتخاب

استفاده از اطلاعات خویشاوندی به پرورش دهندگان اجازه می‌دهد تا دقت انتخاب را افزایش داده و شدت انتخاب با حداکثر اثر را استفاده نمایند. همانطور که بیان شد، آمیزش خویشاوندی واریانس ژنتیکی را کاهش می‌دهد. بنابراین، بدلیل اینکه افزایش پیشرفت ژنتیکی به تفاوت انتخاب بستگی دارد، لذا کاهش واریانس ناشی از آمیزش خویشاوندی باعث کاهش پیشرفت ژنتیکی در دراز مدت می‌شود (بوردن، ۲۰۰۰).

۲-۷- آثار مثبت همخونی

با وجود نتایج منفی گزارش شده از همخونی، استفاده از همخونی یک روش نسبتاً مفید در پرورش حیوانات می‌باشد. همخونی برای ایجاد و ازدیاد حیوانات پروپوتنت (حیواناتی که بطور یکنواخت خصوصیات خود را به فرزندان‌شان منتقل می‌کنند) ضروری است. در بسیاری از گونه‌های دامی، همخونی به عنوان روشی برای افزایش یکنواختی صفات مثبت داخل یک نژاد استفاده می‌شود. همخونی همچنین می تواند برای شناسایی ژن‌های نامطلوب که در گله های حیوانات با فراوانی کم حضور دارند، استفاده شود. از کاربردهای دیگر همخونی این است که می تواند برای تشخیص حیوانات حامل ژن‌های مغلوب اتوزومی نظیر کوتولگی در گاو یا کریپتوکیدیسم در گوسفند انجام شود. آزمون همخونی فقط ژن‌های مغلوبی که حیوان آزمایش شده (معمولا نر) حمل می کند، را شناسایی می کند (واگت، ۱۹۹۳).

پرورش لاین یک شکل ملایم همخونی است. این روش پرورش بطور موفقیت آمیزی توسط پرورش دهندگان گله‌های هسته مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده مهم همخونی در توسعه لاین‌های همخون است. اگر یک جمعیت پایه، که از نظر ژنتیکی حیوانات دارای خصوصیات ژنتیکی مختلفی هستند، را در نظر بگیریم، آمیزش خویشاوندی باعث تشکیل لاین‌های همخون مختلف که هر کدام از نظر ژنتیکی مجزا هستند، می‌گردد. این لاین‌ها را لاین‌های همخون می‌نامند. با تلاقی بین لاین‌های همخون می‌توان هتروزیس را در نتاج حیوانات همخون افزایش داد. تولیدکنندگان محصولات زراعی مانند شرکت‌های تولیدکننده ذرت هیبرید، با تولید لاین همخون و سپس تلاقی آنها با یکدیگر، هیبریدهای پرتولید ایجاد می‌نمایند. همچنین پرورش دهندگان مرغان تخمی نیز از این روش برای افزایش تولید استفاده می‌کنند (مارتین، ۲۰۰۰).

۲-۸- مقدار همخونی در منابع علمی

برای بررسی اثر همخونی روی صفات نیاز به برآورد مقدار همخونی فرد و مادر می‌باشد. محققین زیادی از جمله اِرکان‌بریک وکی‌نایت، ۱۹۹۱؛ دری‌یو و بوفانو، ۱۹۹۱؛ کاکااُف، ۱۹۹۱؛ وینر و همکاران، ۱۹۹۲؛ ون‌ویکی و همکاران،۱۹۹۳؛ بویجنس و چامی، ۱۹۹۷؛ آنالا و همکاران، ۱۹۹۹؛ رزیوسکا و همکاران (۲۰۰۵)، اثر همخونی بر روی صفات گوسفند را بررسی کردند. میزان همخونی بدست آمده در مطالعات مختلف دارای تنوع زیادی است.

جدول ۲-۳- درصد همخونی در نژادهای مختلف گوسفند به روش تابعیت

تعداد بره (رأس)	تعدادمادر (رأس)	دامنه همخونی بره (٪)	دامنه همخونی مادر (٪)	میانگین همخونی بره (٪)	میانگین همخونی مادر (٪)	نژاد	منبع
۷۰۱۴	۲۳۷۷	۰-۵۸	۰-۵۷	۲۵/۳	۲۰/۲	رامبویلت	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
۵۹۸۸	۱۷۴۳	۰-۵۲	۰-۴۷	۲۱/۴	۱۵/۲	تارگی	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
۳۴۶۸	۱۰۶۵	۰-۵۵	۰-۴۷	۲۴/۸	۱۹/۹	کلمبیا	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
۳۰۳۲	۲۹۴۳	۰-۳۲/۸	-	۲/۸۲	-	ساردی	وینر و همکاران (۱۹۹۲)
۲۹۶۱	۲۷۳۷	۰-۳۷/۵	-	۰/۴۷	-	بنی‌گوئیل	وینر و همکاران (۱۹۹۲)
۱۱۹۵۴	-	۰-۴۹	-	۲۲	۱۴	السنبورگ	ون‌ویک و همکاران (۲۰۰۶)
۴۴۲۵	۹۶۴	۰-۳۱/۲	۰-۲۵	۲/۴۹	۱/۰۵	مرینو	آنالا و همکاران (۱۹۹۹)
۷۴۲	۱۲۸	۳۱/۷	-	۹/۸۱	۴/۰۷	برولا	رزیوسکا و همکاران (۲۰۰۵)
۵۹۸	۲۱۲	۰-۲۹/۶	۰-۲۸/۱	۱۰/۷	۴/۳	همپشایر	لمبرسن و همکاران (۱۹۸۲)
۱۳۳۲۸	۳۸۶۳	۰-۲۵	۰-۲۵	۰/۱۱	۰/۰۳	بلوچی	مهمان‌نواز و همکاران (۱۳۷۹)
۶۰۴۵	۱۴۷۷	۰-۲۹/۱	۰-۲۵	۱/۰۶	۰/۸۳	زندی	عادلی‌خواه و همکاران (۱۳۸۷)

جدول ۲-۴- درصد همخونی در نژادهای مختلف گوسفند به صورت کلاس

تعداد بره (رأس)	تعداد میش (رأس)	تعداد کلاس همخونی	کلاس‌های همخونی بره (٪)	نژاد	منبع
۱۷۷	۳۳۶	۳	غیرهمخون، F<۱۰، F>۱۰	آلتامورا	دریو و بوفانو (۱۹۹۱)
۳۸۴	۳۴۲	۴	غیرهمخون، F<۳/۱۲، ۶/۲۵ >F>۳/۱۲، F>۶/۲۵	قره گل	کاکا اف (۱۹۹۱)
۲۳۶۹	۴۵۴۴	۵	غیرهمخون، F<۲۵، ۳۸>F>۲۵، ۵۰>F>۳۸، F>۵۰	هیل	وینر و همکاران (۱۹۹۲)
۷۴۲	۱۲۸	۳	۰<F<۵، ۵<F<۱۰، F>۱۰	برولا	رزیوسکا و همکاران (۲۰۰۵)

بیشترین و کمترین مقدار همخونی بره در نژادهای رامبویه و بنی‌گوئیل (به ترتیب برابر با ۲۵/۳ و ۰/۴۷ درصد) مشاهده شد. همچنین بیشترین و کمترین مقدار همخونی مادر در بین نژادهای مختلف در نژادهای رامبویه و بلوچی (به ترتیب برابر با ۲۰/۲ و ۰/۳۰ درصد) مشاهده شد (جدول ۲-۳).

آنالا و همکاران (۱۹۹۸) همخونی فردی گله گوسفند مرینوس اسپانیایی را به روش گاوس (۱۹۷۶) محاسبه کردند. جدول ۲-۵، تعداد حیوانات و ساختار همخونی هر لاین را نشان می‌دهد. بطوریکه لاین‌های با اندازه کمتر (لاین ۲ و ۴) بالاترین درصد همخونی را به خود اختصاص دادند.

جدول ۲-۵- میانگین و درصد همخونی در لاین‌های مرینوس اسپانیایی (آنالا و همکاران، ۱۹۹۸)

حیوانات	لاین	تعداد کل	درصد همخونی	میانگین همخونی
بره‌ها	۱	۹۱۱	۱۳/۳	۰/۰۱۵
	۲	۳۱۵	۴۸/۶	۰/۰۴۹
	۳	۶۷۶	۳۴/۳	۰/۰۳۶
	۴	۳۵۶	۵۱/۴	۰/۰۵۳
	۵	۷۲۹	۳۱	۰/۰۲۶
	۶	۱۴۳۸	۱۷/۷	۰/۰۱۴
میش‌ها	۱	۲۱۲	۱/۹	۰/۰۰۲
	۲	۶۸	۱۳/۲	۰/۰۱۱
	۳	۱۶۵	۱۳/۳	۰/۰۱۲
	۴	۸۷	۱۸/۴	۰/۰۲۳
	۵	۱۷۹	۶/۱	۰/۰۰۶
	۶	۲۵۴	۸/۷	۰/۰۰۷

۲-۹- اثرهمخونی بر روی صفات تولیدی و تولیدمثلی

۲-۹-۱- صفات تولیدی

اثر منفی همخونی در مطالعات انجام شده روی صفات رشد از قبیل وزن تولد، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و۱۲۰ روزگی و ...) گزارش شده است. نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان داد که علاوه بر همخونی فرد، همخونی مادر نیز در کاهش صفات مورد مطالعه اثر دارد. در این پژوهش‌ها نتیجه‌گیری شد که افت تولید بر اثر همخونی با بالا رفتن سن افزایش می‌یابد. همچنین بره‌های چندقلو، کمتر از بره‌های تک‌قلو تحت تاثیر همخونی قرار گرفتند. علاوه بر این افت ناشی از همخونی برای صفات تولیدی در نژادهای گوشتی بیشتر از نژاد های پشمی بود.

مطالعات انجام شده در دهه قبل از ۹۰ در مورد وزن تولد، وزن شیرگیری و اوزان بعد از شیرگیری نشان می‌دهد که بطور متوسط به ازای یک درصد افزایش همخونی حیوان، این صفات به ترتیب ۱۳، ۱۱۱ و ۱۷۸ گرم کاهش داشتند. نتایج بیشتر مطالعات مروری تا قبل از سال ۱۹۸۴ در گوسفند نشان داد که به ازای یک درصد افزایش در همخونی بره، وزن تولد به طور میانگین در حدود ۱۳ گرم در گوسفندان اووسیمی، همپشایر، مرینوس و نژادهای بدون دم کاهش یافت. دربررسی دیگری که در گله گوسفند مرینوس انجام شد همخونی فرد و مادر وزن تولد را به میزان ۱۵ و ۱۳ گرم به ترتیب به‌ازای هر درصد افزایش در همخونی کاهش دادند (لمبرسن و توماس، ۱۹۸۴).

اثر همخونی بر وزن تولد و وزن شیرگیری ۱۷۷ بره ماده یک گله از گوسفندان نژاد آلتامورانا در جنوب ایتالیا توسط دری‌یو و بوفانو (۱۹۹۱) بررسی شد. در این تحقیق حیوانات براساس ضریب همخونی به سه گروه غیر همخون، با ضریب همخونی کمتر از ۱۰ درصد و با ضریب همخونی بیشتر از ۱۰ درصد تقسیم شده و عملکرد آنها با همدیگر مقایسه شد. نتایج این پژوهش نشان داد که وزن تولد بره‌های تک‌قلو در سه گروه همخونی فوق به ترتیب ۳/۹، ۳/۸ و ۳/۴ گرم و در بره‌های دوقلو به ترتیب ۳/۴، ۳/۲ و ۳ گرم بود. بطوری که وزن‌تولد با افزایش همخونی کاهش داشته و مقدار این کاهش در بره‌های دوقلو کمتر از بره‌های تک‌قلو بود. کاهش وزن شیرگیری در نتیجه افزایش یک درصدی همخونی در بره‌های نژاد آلتامورانا برای بره‌های تک‌قلو در سه دسته فوق، به ترتیب ۱۰/۹، ۱۰/۸و ۹/۹ گرم بود. روند تغییرات در بره‌های دوقلو نیز مشابه با بره‌های یک‌قلو به ترتیب ۹/۴، ۹/۱ و ۸/۸ گرم برای سه دسته فوق بود.

در یک لاین گوسفند که انتخاب براساس وزن شیرگیری انجام شد، نسبت به لاین‌هایی که انتخاب تصادفی بود، افت ناشی از همخونی بیشتری مشاهده شد. در این مطالعات اثر همخونی مادر بر وزن شیرگیری گوسفندان بی دم معنی‌دار بوده و به ازای هر درصد افزایش در همخونی، وزن شیرگیری ۱۰۷ گرم کاهش یافت (گونیم و مک‌کارتی، ۱۹۶۷a).

جدول ۲-۶- اثر همخونی بر روی صفات تولیدی در نژادهای مختلف در منابع علمی

صفات	تعداد رکورد	میانگین همخونی بره (٪)	پسروی همخونی (گرم)		نژاد	منبع
			بره	مادر		
وزن تولد						
	۷۰۱۴	۲۵/۳	-۸	-۴	رامبویلت	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
	۵۹۸۸	۲۱/۴	-۱۴	-۱	تارگی	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
	۳۴۶۸	۲۴/۸	-۲	۱	کلمبیا	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
	۲۲۳	۱۰/۷	۲۲	-۷	همپشایر	لمبرسن و همکاران (۱۹۸۲)
	-	۸/۰۷	-۰/۱	-۵/۳×	ساردی	بوینجس و چامی (۱۹۹۷)
	-	۸/۰۷	-۰/۶۱	-۲۲×	بنی‌گوئیل	بوینجس و چامی (۱۹۹۷)
	۶۰۴۵	۱/۰۶	-۹	-۱۱	زندی	عادلی‌خواه و همکاران (۱۳۸۷)
	۱۱۰	۴/۲۸	-۰/۵۲	-	بلوچی	مهمان‌نواز و همکاران (۱۳۷۹)
	-	۳/۵	-۱۲×	-۸	دورگ	مک‌کیون و نوتر(۲۰۰۳)
	۴۵۹۳۸	۴/۶	۶۰×	۵۰×	تکسل	نورنبرگ و سورنسن (۲۰۰۵)
	۳۳۳۵۶	۴/۲	۴۰×	۳۰×	شروپ‌شیر	نورنبرگ و سورنسن (۲۰۰۵)
	۲۳۹۷۵	۴/۴	۴۰×	۳۰×	اکسفورد دوون	نورنبرگ و سورنسن (۲۰۰۵)
	۲۳۵۷	۳/۵۷	-۶×	۶	بارکی	آلشیخ (۲۰۰۵)
	۱۱۷۲۱	۲۲	-۶××	-۶××	السنبورگ	ون‌ویک و همکاران (۲۰۰۶)
وزن ۶۰ روزگی						
	-	۲۰/۴	-۴۵×	-۳۳	آمیخته	مک‌کیون و نوتر(۲۰۰۳)
	۱۸۲	۲۱	۲۴	-۷۵	همپشایر	لمبرسن و همکاران (۱۹۸۲)
وزن شیرگیری						
	۷۰۱۴	۲۵/۳	-۲۴۲××	-۳۳۰××	رامبویلت	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
	۵۹۸۸	۲۱/۴	-۳۷۶××	-۱۵۰××	تارگی	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
	۳۴۶۸	۲۴/۸	-۳۰۸××	-۱۸۶×	کلمبیا	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
	۹۱	۴/۲۸	-۲۶	-	بلوچی	مهمان‌نواز و همکاران (۱۳۸۰)
	۱۹۷۳	۳/۵۷	-۱۵	-۳	بارکی	آلشیخ (۲۰۰۵)
	-	۳/۵	-۱۳۰××	-۸۷	آمیخته	مک‌کیون و نوتر(۲۰۰۳)
	۱۰۱۸۳	۱۶	-۱۱۱	-۷۲	مختلف	لمبرسن و توماس (۱۹۸۴)
	۱۶۴۷۰	۲۵	-۱۰۶×	-۱۵	مختلف	ارکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱)
	۷۷۸۲	۱۵	-۹۹××	-۳۸×	دورمر	ون‌ویک و همکاران (۱۹۹۳)
	۴۴۲۵	۲/۴۵	-۶۵×	-	مرینو	آنالا و همکاران (۱۹۹۹)

- علامت (×) و (××) به ترتیب نشان دهنده سطح احتمال ۵ و۱ درصد است.

۲-۹-۱-۱- صفات وزن تولد و وزن ۶۰ روزگی

نتایج مطالعات در جدول ۲-۶، اثر همخونی روی وزن تولد بره گوسفندان نژاد رامبویلت، تارگی، کلمبیا، ساردی، بنی‌گوئیل و... منفی و عدم معنی‌دار، اما در نژادهای تکسل، شروپ‌شیر و اکسفورددون را معنی‌دار نشان می‌دهد.

بیشترین و کمترین مقدار کاهش در وزن تولد به ازای یک درصد افزایش در همخونی فرد در نژادهای بنی‌گوئیل ۶۱ گرم و ساردی ۰/۱ گرم مشاهده شد. همچنین بیشترین و کمترین مقدار کاهش در وزن تولد به ازای یک درصد افزایش در همخونی مادر در نژادهای آمیخته ۳۳ گرم و تارگی ۱ گرم رخ داد.

بیشترین مقدار افزایش در وزن تولد بر اثر همخونی بره و مادر در نژاد تارگی به ترتیب ۶۰ و ۵۰ گرم به ازای یک درصد افزایش در همخونی مشاهده شد. به علاوه کمترین مقدار افزایش در وزن تولد بر اثر همخونی بره و مادر در نژادهای همپشایر ۲۲ گرم و کلمبیا ۱ گرم به ازای یک درصد افزایش در همخونی مشاهده شد.

اِرکان‌بریک و نایت (۱۹۹۱) گزارش کردند که به ازای یک درصد افزایش در همخونی فرد و مادر گوسفندان نژاد رامبویلت، تارگی و کلمبیا به ترتیب ۸- و ۱۴-، ۲- و ۴-، ۱- و ۱ گرم وزن تولد کاهش یافت.

وینر و همکاران (۱۹۹۲) نیز گزارش کردند که وزن تولد بره‌های گوسفندان هیل در سطح ۳۷/۵ درصد همخونی کاهش یافت، اما با افزایش بیشتر در همخونی (دامنه همخونی بره بین ۵۹-۳۷/۵ درصد) اثرات مثبتی در وزن بره‌ها مشاهده شد. اثرات مثبت همخونی در سطوح بالاتر به نظر می‌رسد که در اثر حذف شدن آلل‌های مخرب در نسل‌های قبلی باشد. ضریب تابعیت وزن تولد از مقدار همخونی بره، در سطح همخونی ۱۲/۵ درصد در این مطالعه ۱۶ گرم به ازای یک درصد افزایش در همخونی برآورد شد. همخونی مادر یک اثر معنی‌دار خطی در حدود ۵۷ گرم کاهش در وزن تولد به‌ازای یک درصد افزایش در همخونی داشت.

آنالا و همکاران (۱۹۹۸) افت ناشی از همخونی روی صفات رشد گله گوسفند مرینوس اسپانیایی را گزارش دادند. افت ناشی از همخونی برای ۱۰ درصد افزایش در همخونی دامنه ای بین ۷۶-۱۱ گرم برای وزن تولد داشت که برابر ۲۰-۱۷ درصد کاهش از میانگین بود (جدول ۲-۷). این برآورد بالاتر از میزانی بود که توسط لمبرسن و توماس (۱۹۸۴) گزارش شد.

جدول ۲-۷- اثر همخونی (کاهش تولید به ازای ۱۰ درصد افـزایش در همخـونی) بـر اوزان بـدن (Kg) در گوسفند مرینوس اسپانیایی (آنالا و همکاران، ۱۹۹۸)

عنوان	تعداد	وزن تولد	وزن ۳۰ روزگی	وزن ۶۰ روزگی	وزن ۹۰ روزگی
پسروی همخونی	۴۴۲۵	-۰/۱۱±۰/۰۲$^{\times}$	-۰/۱۸±۰/۰۶$^{\times}$	-۰/۴۱±۰/۰۹$^{\times}$	-۰/۷۶±۰/۱۲$^{\times}$
لاین ۱	۹۱۱	۳/۹±۰/۱^{a}	۱۱/۲±۰/۲^{a}	۱۹/۱±۰/۳^{a}	۲۷/۵±۰/۴^{ab}
لاین ۲	۳۱۵	۳/۸±۰/۲^{ab}	۹/۸±۰/۴^{b}	۱۷/۸±۰/۶^{b}	۲۶/۴±۰/۹^{b}
لاین ۳	۶۷۶	۳/۷±۰/۱^{b}	۱۰/۵±۰/۲^{b}	۱۸/۱±۰/۴^{b}	۲۶/۳±۰/۵^{b}
لاین ۴	۳۵۶	۳/۷±۰/۱^{b}	۱۰/۴±۰/۲^{b}	۱۸/۴±۰/۳^{b}	۲۷/۴±۰/۵^{ab}
لاین ۵	۷۲۹	۳/۷±۰/۱^{b}	۱۰/۳±۰/۲^{ab}	۱۸/۸±۰/۳^{ab}	۲۸/۱±۰/۵^{a}
لاین ۶	۱۴۳۸	۳/۹±۰/۱^{a}	۱۰/۶±۰/۱^{b}	۱۹/۳±۰/۲^{a}	۲۸/۱±۰/۳^{a}
نر	۲۲۴۷	۳/۹±۰/۰^{a}	۱۱/۰±۰/۱^{a}	۱۹/۸±۰/۲^{a}	۲۹/۹±۰/۳^{a}
ماده	۲۱۴۷	۳/۷±۰/۱^{b}	۱۰/۰±۰/۱^{b}	۱۷/۴±۰/۲^{b}	۲۵/۲±۰/۳^{b}
تک‌قلو	۲۱۰۲	۳/۶±۰/۰^{a}	۱۲/۷±۰/۱^{a}	۲۱/۸±۰/۱^{a}	۳۰/۸±۰/۱^{a}
دوقلو	۲۲۶۸	۳/۷±۰/۰^{b}	۱۰/۱±۰/۱^{b}	۱۸/۴±۰/۱^{b}	۲۷/۴±۰/۱^{b}
چندقلو به بالا	۵۵	۳/۱±۰/۱^{c}	۸/۶±۰/۳^{c}	۱۵/۵±۰/۵^{c}	۲۳/۷±۰/۶^{c}
سال ۱	۱۶۶	۳/۳±۰/۱^{a}	۹/۲±۰/۲^{a}	۱۷/۳±۰/۳^{a}	۲۶/۰±۰/۴^{a}
سال ۲	۶۸۶	۳/۶±۰/۰^{b}	۱۰/۱±۰/۱^{b}	۱۷/۹±۰/۲^{b}	۲۶/۷±۰/۳^{a}
سال ۳	۷۷۹	۳/۸±۰/۰^{c}	۱۰/۸±۰/۱^{c}	۱۹/۰±۰/۲^{c}	۲۷/۹±۰/۳^{b}
سال ۴	۷۱۸	۳/۹±۰/۰^{ca}	۱۰/۹±۰/۱^{ca}	۱۹/۲±۰/۲^{ca}	۲۷/۸±۰/۳^{b}
سال ۵	۶۴۷	۳/۹±۰/۰^{a}	۱۱/۱±۰/۱^{a}	۱۹/۴±۰/۲^{a}	۲۸/۱±۰/۳^{b}
سال ۶	۵۶۰	۳/۹±۰/۰^{a}	۱۰/۹±۰/۱^{ca}	۱۹/۲±۰/۲^{ca}	۲۸/۱±۰/۳^{b}
سال ۷	۴۰۱	۳/۹±۰/۱^{ca}	۱۰/۸±۰/۱^{c}	۱۸/۸±۰/۲^{c}	۲۷/۴±۰/۳^{b}
سال ۸	۲۵۸	۳/۹±۰/۱^{ca}	۱۰/۷±۰/۱^{c}	۱۸/۹±۰/۲^{c}	۲۷/۵±۰/۳^{b}
سال ۹	۱۵۷	۳/۸±۰/۱^{c}	۱۰/۴±۰/۲^{bc}	۱۸/۵±۰/۳^{cb}	۲۷/۲±۰/۴^{ab}
سال ۱۰	۵۳	۳/۸±۰/۱^{ca}	۹/۶±۰/۳^{ab}	۱۷/۵±۰/۴^{a}	۲۶/۱±۰/۵^{a}

➢ حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار در میزان عملکرد است (در سطح ۵ درصد)

بالاترین عملکرد در لاین‌های ۱ و ۶ و کمترین عملکرد در لاین‌های ۴ و ۵ برای وزن تولد مشاهده شد. برای وزن ۶۰ روزگی به ترتیب لاین‌های ۶ و ۲ بیشترین و کمترین عملکرد را نشان دادند. نرها وزن سنگین تری نسبت به ماده ها داشتند. بره های تک‌قلو سنگین‌تر از دوقلوها و دوقلوها نیز از چندقلوها سنگین‌تر بودند. برای اثر سن مادر همانند آنچه که در دیگر نژادها مشاهده شد، در سن های ۵ تا ۸ سالگی بیشترین وزن تولد مشاهده شد. با توجه به نتیجه‌بدست آمده، توصیه شد که میش های با سن بالاتر از ۸ سال باید از گله حذف شوند (جدول۲-۷).