شماره صفحات
۶۴-۴۹

مدل‌سازی پیشرفت ژنتیکی حاصل از اجرای برنامه اصلاح نژاد گروهی گوسفندان عربی با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای

بهاره طاهری دزفولی [۱*]، سیدبابک اسدی [۲] و افروز شریفی [۳]

۱) استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

۲) استادیار، گروه علوم دامی، واحد بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی، بهبهان، ایران

۳) . استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

نویسنده مسئول*: **bahare.taheri@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۴

چکیده

در این تحقیق، ایجاد تنوع ژنتیکی در بین گله‌ها در قالب یک برنامه اصلاح‌نژاد برای گوسفند عربی در استان خوزستان، با استفاده از زبان برنامه نویسی R ارائه و بررسی گردید. دو شرایط عدم انتخاب و اصلاح‌نژاد گروهی گوسفند عربی با انتخاب بر اساس صفات وزن تولد و شیرگیری مطالعه شد. برای اجرای برنامه همپوشانی نسل وجود داشت و ۷ سال درنظر گرفته شد. پیشرفت ژنتیکی حاصل از اجرای برنامه طی ۷ سال برای صفات وزن تولد و شیرگیری با استفاده از شاخص انتخاب دوصفته، به ترتیب ۴ و ۷۱۸ گرم در سال برآورد شد. میزان ضریب همخونی طی ۵ نسل، به میزان ۴ درصد در هر نسل روند افزایشی داشت. درآمد دامدار در هر سال از این افزایش وزن شیرگیری، ۴۷۰٫۰۰۰ ریال به ازاء هر رأس بره به دست آمد. اما چون این عملیات همراه با همزمان سازی فحلی و هورمون‌تراپی درنظر گرفته شد، مجموع هزینه‌ها نسبت به درآمد حاصل، افزایش خواهد داشت؛ که در این شرایط افزایش درصد باروری و کاهش درصد سقط در اوایل آبستنی و میش‌های قصر کمتر در اثر همزمان سازی فحلی و هورمون‌تراپی نسبت به شرایط معمول، با افزایش احتمالی تعداد بره‌های متولد شده و در نتیجه بهبود عملکرد تولیدمثل، هزینه‌های اضافی را پوشش خواهد داد. نتایج نشان داد که اجرای یک برنامه اصلاح‌نژاد گروهی با هدف و معیار انتخاب وزن تولد و شیرگیری، همراه با همزمان سازی فحلی و اجرای جفتگیری‌های کنترل شده در گله‌های پرورش گوسفند عربی، می‌تواند در بهبود عملکرد و بازده اقتصادی در شرایط روستایی مؤثر باشد.

کلمات کلیدی : گوسفند عربی، وزن شیرگیری، بهبود عملکرد، انتخاب و شبیه سازی.

مقدمه

دراستان خوزستان، گوسفندان عربی در سیستم روستایی پرورش داده می‌شوند و یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی پرورش گوسفند در این سیستم، پایین بودن سودآوری می‌باشد. لذا، ارائه یک برنامه اصلاح‌نژاد مناسب و اقتصادی می‌تواند جهت بهبود عملکرد گوسفند عربی در استان خوزستان، افزایش بازده پروار و تولید گوشت گله مورد استفاده قرار گیرد. استان خوزستان دارای ۲۳۹۸۲۸۵ رأس گوسفند و بره می‌باشد (Anonymous, 2022) که عمدتاً از دو نژاد لری ـــ بختیاری و عربی می‌باشند (۵۵ درصد نژاد عربی، ۳۸ درصد لری - بختیاری و ۷ درصد سایر نژادها). شهرهای جنوبی به خصوص جنوب غربی استان زادگاه اصلی گوسفند عربی بوده و به عنوان گوسفند بومی استان شناخته شده و به دلیل داشتن قابلیت تولید مناسب و سازگاری بالا با شرایط آب و هوایی منطقه، مورد توجه قرار گرفته است. اغلب گله‌های گوسفند در استان از تعداد معدودی قوچ و از قوچ‌های متولد شده در خود گله استفاده می‌کنند و دامداران، اطلاعات کافی در خصوص آمیزش‌های کنترل شده ندارند و در برخی موارد با عملکرد پایین تولید و تولیدمثل و یا حتی ناهنجاری‌های ژنتیکی روبرو هستند (Taheri Dezfuli, 2019). همچنین، تاکنون در هیچ یک از برنامه‌های اصلاح‌نژادی و یا تحقیقات صورت گرفته در زمینه اصلاح‌نژاد گوسفند در کشور، برروی گوسفند عربی فعالیتی انجام نشده است و آخرین کار اصلاح‌نژادی مربوط به طرح محوری قوچ می‌باشد که سالهاست متوقف شده است. بنابراین، ضرورت دارد تا جهت بهبود عملکرد گوسفند عربی در استان خوزستان و بهبود تولید گوشت (از آنجا که در بین مردم در استان و همچنین کشورهای عربی مانند عراق طرفدار و خریدار بسیار دارد)، برنامه اصلاح‌نژاد مناسب و اقتصادی جهت گله‌ها ارائه گردد. در مطالعه استراتژی‌های گوناگون انتخاب و تعیین شاخص انتخاب مناسب اصلاح‌نژاد گوسفند افشاری با شبیه‌سازی کامپیوتری، شاخص شامل صفات وزن بیده سالیانه، وزن بدن میش و کل وزن از شیرگیری به ازای هر میش در معرض آمیزش مناسب‌ترین شاخص انتخاب برای اصلاح‌نژاد گوسفند افشاری در شرایط روستایی گزارش شد (Abbasi and Savar Sofla, 2015). در مطالعه‌ای دیگر در غرب اتیوپی، در ارزیابی بیولوژیکی و اقتصادی طرح‌های اصلاح‌نژادی گوسفند *Gumz*، شامل ۱- طرح بر پایه گله‌های روستایی همراه با بره‌زایی موجود، ۲- طرح بر پایه گله‌های روستایی همراه با بره‌زایی بهبود یافته، ۳- طرح بر پایه گله هسته مرکزی با ۵ درصد اندازه گله هسته و ۴- طرح بر اساس گله هسته با ۱۰ درصد اندازه گله گزارش شده است که طرح‌ها بر پایه گله هسته پیشرفت ژنتیکی و بازده اقتصادی بیشتری را در تمامی اهداف انتخاب در مقایسه با طرح‌های بر پایه گله‌های روستایی ایجاد کردند. همچنین، طرح بر پایه گله‌های روستایی همراه با همزمانی فحلی بهترین انتخاب بوده که با توجه به تشویق دامداران به وارد شدن به این طرح، پیشرفت ژنتیکی موردانتظار و سود بالاتری داشته است (Dagnew *et al*., 2018). در مطالعه تعیین اهداف اصلاحی و ضرایب اقتصادی نسبی صفات مهم برای گوسفندان نژاد دالاق نیز، ضرایب اقتصادی نسبی صفات به صورت ۱۵/۴۹ برای میزان آبستنی، ۱۲/۲۶ برای زنده‌مانی میش، ۹/۸۱ برای دفعات زایش در سال، ۹/۱۴ برای تعداد بره متولد شده در هر زایش، ۱۲/۵۰- برای وزن بدن میش،

۲/۶۱- برای وزن جایگزین، ۲/۹۷ برای وزن بیده پشـــم، ۵/۷۳ برای وزن شـــیر و ۱۸/۸۶ برای وزن زنده بره در شـــش ماهگی گزارش گردید (Savar Sofla *et al*., 2016). در این تحقیق، چگونگی ایجاد تنوع ژنتیکی در بین گلهها و برنامه اصـــلاحنژاد گروهی برای گوسـفند عربی، با اسـتفاده از روش شـبیهسـازی رایانهای ارائه و بررسـی گردید. نتایج به دسـت آمده از این تحقیق میتواند در جهت بهبود عملکرد و چگونگی پرورش گوسفند در استان در قالب برنامههای ترویجی و آموزشی در اختیار معاونت بهبود تولیدات دامی و مدیریت ترویج اسـتان قرار گیرد. طرح اصـلاح نژاد گروهی، یک کار گروهی مشـارکتی اسـت که بهره برداران، میش های با عملکرد بالای خود را برای شـرکت در یک هسـته مرکزی شـناسـایی می کنند تا در یک محیط مشـترک پرورش داده شده و رکورد گیری شوند.

مواد و روشها

جهت جمع آوری اطلاعات اولیه، پارامترهای ژنتیکی به دسـت آمده در مطالعات قبلی برای گوسـفند عربی (جدول ۱) و نتایج به دست آمده حاصل از پروژه "برآورد پارامترهای جمعیتی و همخونی در گلههای گوسفند استان خوزستان" استخراج و مشخص گردید (Taheri Dezfuli, 2019).

جدول ۱: میانگین صفات وزن تولد و از شیرگیری به همراه پارامترهای ژنتیکی مورد استفاده در شبیهسازی جمعیت

Table 1: The average of birth and weaning weight traits along with genetic parameters used in population simulation

صفت (Trait) / منبع (Reference)		Shokrollahi and Baneh, 2012	Alizadeh *et al*., 2017	Fayazi, 2018
وزن تولد (Birth Weight)	وراثت پذیری (Heritability)	0.42	0.11	0.54
	واریانس فنوتیپی (Phenotypic variance)	0.52	0.27	-
	بره ماده (کیلوگرم) (Female lamb (kg))	3.68	3.16	-
	بره نر (کیلوگرم) (Male lamb (kg))	3.92	3.35	-
وزن از شیرگیری (Weaning Weight)	وراثت پذیری (Heritability)	0.38	0.36	0.49
	واریانس فنوتیپی (Phenotypic variance)	12.14	33.83	-
	بره ماده (کیلوگرم) (Female lamb (kg))	23.61	25.04	-
	بره نر (کیلوگرم) (Male lamb (kg))	24.49	26.33	-

همبستگی ژنتیکی و محیطی بین دو صفت نیز به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۰۲- درنظر گرفته شد (Shokrollahi and Baneh, 2012).

شبیه سازی جمعیت

جمعیت مولد (نر و ماده) بر اساس میانگین حاصل از پارامترهای جدول ۱ شبیه‌سازی گردید. کدنویسی برنامه شبیه‌سازی، با زبان برنامه نویسی R انجام شد. بدین منظور، جمعیت پایه با روش تصادفی و بر اساس ماتریس‌های کو(واریانس) مربوط به گله‌های گوسفند عربی و میانگین‌های حاصل از گله‌های مطالعه شده به صورت دوصفتی شبیه سازی شد. به منظور ایجاد فایل شجره برای حیوانات بعدی نیز به هر حیوان یک شماره منحصر به فرد داده شد. برای هر حیوان، رکوردهای فنوتیپی صفات رشد شامل وزن تولد و شیرگیری با در نظر گرفتن وراثت‌پذیری، واریانس ژنتیکی و محیطی و همبستگی ژنتیکی میان صفات، که در مطالعات دیگر برآورد شده است (جدول ۱)، ایجاد گردید. مبنای ایجاد رکورد برای هر حیوان، نمونه گیری تصادفی از توزیع آماری نرمال چند متغیره می‌باشد. با استفاده از واریانس فنوتیپی و وراثت‌پذیری صفات که در برنامه به صورت متغیر ورودی دریافت شد، واریانس ژنتیکی افزایشی و باقیمانده محاسبه گردید. سپس، برای شبیه‌سازی فنوتیپ هر حیوان از متغیری با توزیع نرمال استفاده شد. برای تولید مقادیر Z نیز از رابطه ۱ استفاده گردید:

رابطه ۱: $Z=sqrt(-2 \times \log(Rnd)) \times \sin(\pi \times Rnd), \quad Z = Z * SD + Mean$

که در این فرمول، Rnd، ۳/۱۴۱۵۹۲ و sqrt به ترتیب عبارتند از تابع اعداد تصادفی، عدد پی و مقدار مجذور.

مراحل محاسبه فنوتیپ برای هر حیوان شامل گرفتن عدد تصادفی نرمال (Z) با میانگین صفر و واریانس یک و سپس محاسبه ارزش ژنتیکی افزایشی حیوان از رابطه $g_i = Z * \sigma_g$ می‌باشد. برای محاسبه اثر محیطی یا باقیمانده برای فنوتیپ هر حیوان نیز، عدد تصادفی نرمال جدید (Z) با میانگین صفر و واریانس یک گرفته می‌شود و اثر محیطی از رابطه $e_i = Z * \sigma_e$ محاسبه می‌شود. در نهایت فنوتیپ حیوان از رابطه ۲ محاسبه می‌گردد:

رابطه ۲: رکورد فنوتیپی = میانگین + ارزش ژنتیکی افزایشی + اثر باقیمانده

در بخش ضرایب اقتصادی صفات وزن تولد و وزن از شیرگیری از مقادیر ۴۹۴- ریال برای صفت وزن تولد گوسفندهای عربی و ۵۷۹۳ ریال برای وزن از شیرگیری به ازاء هر میش در سال استفاده شد (Haghdoost *et al.*, 2008).

شبیه سازی نتاج

پس از شبیه سازی رکوردهای فنوتیپی افراد جمعیت پایه، آمیزش تصادفی بین مولدین نر و ماده انتخاب شده صورت گرفت که در نتیجه آن فنوتیپ فرزند (k) حاصل از تلاقی والد نر (i) و والد ماده (j) از رابطه ۳ محاسبه گردید (Dekkers, 2001):

رابطه ۳: $y_{ijk} = 0.5(gs_i + gd_j) + gm_{ijk} + e_{igk}$

در این رابطه، gs_i و gd_j، ارزش‌های ژنتیکی افزایشی پدر و مادر، gm_{ijk} سهم نمونه‌گیری مندلی فرد k و e_{ijk} اثر باقیمانده می‌باشد. gm_{ijk} و e_{ijk} برای هر فرزند نیز به مانند والدین از طریق نمونه‌گیری تصادفی از توزیع نرمال تصادفی با میانگین صفر و

واریانس ۱ و ضرب کردن آن‌ها در واریانس ژنتیکی افزایشی و واریانس محیطی به‌دست می‌آید. واریانس نمونه‌گیری مندلی در حالت وجود همخونی نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

رابطه ۴: $$Var(ms) = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{1}{2}(F_s + F_d)\right] \times Var(g)$$

دراین فرمول، Fs و Fd به ترتیب ضریب همخونی پدر و مادر حیوان می‌باشد. اثر نمونه‌گیری مندلی متغیری با میانگین صفر و واریانس نمونه‌گیری مندلی است. بعد از تولد فرزند، شماره گله هر یک از نتاج معادل شماره گله مادر در نظر گرفته می‌شود و شماره نسل فرزند نیز مشخص می‌گردد. در اصلاح‌نژاد گوسفند عربی از طریق انتخاب و برنامه اصلاح‌نژاد گروهی پیشنهادی در پایان هر سال، با استفاده از اطلاعات شجره‌ای و رکوردهای فنوتیپی ایجاد شده، ارزیابی ژنتیکی افراد گله برای صفات موردنظر صورت گرفت و ارزش‌های اصلاحی پیش بینی شده در ضرایب اقتصادی صفات ضرب و مقدار شاخص انتخاب برای هر فرد محاسبه گردید. رتبه‌بندی و انتخاب دام‌های برتر (نر و ماده به طور جداگانه) بر اساس مقدار شاخص محاسبه شده صورت گرفت. تجزیه و تحلیل ژنتیکی با استفاده از معادلات مختلط و برنامه WOMBAT انجام شد که مدل دام مورد استفاده به شرح زیر است (لازم به ذکر است در براساس مطالعه Roshanfekr و همکاران (۲۰۱۵)، مدل مناسب برای ارزیابی ژنتیکی مدل دام همراه با اثر ژنتیکی مادری و اثر محیطی دائمی مادری در نظر گرفته شد):

رابطه ۵: $$\mathbf{y = Xb + Za + Zm + Wpe + e}$$

که در این مدل، y: بردار مشاهدات برای صفت مورد نظر، b: بردار اثرات ثابت، a: بردار اثرات تصادفی ژنتیکی افزایشی حیوان، m: اثر ژنتیکی مادری، pe: اثر محیطی دائمی مادری و e بردار اثرات تصادفی باقیمانده می‌باشد. X و Z ماتریس‌های طرح هستند، که به ترتیب مشاهدات را به اثر عوامل ثابت و تصادفی ژنتیکی افزایشی حیوان مرتبط می‌سازند. در این برنامه شبیه سازی پس از ثبت داده‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها با استفاده از مدل دام دوصفتی انجام شد. تجزیه و تحلیل در حین برنامه به گونه‌ای انجام شدکه قبل از زمان قوچ‌اندازی، عملیات حذف و جایگزینی میش‌ها و قوچ‌ها انجام گردد تا برنامه به نحو صحیح اجرا گردد.

سناریوهای اصلاح‌نژادی مورد بررسی

۱- عدم انتخاب و شرایط موجود حال حاضر گله‌های عربی استان که ارزیابی ژنتیکی صورت نمی گیرد.

۲- برنامه اصلاح‌نژادی گوسفند عربی از طریق انتخاب بر اساس وزن تولد و وزن از شیرگیری (اصلاح‌نژاد گروهی).

در روش انتخاب والدین در هر سال، ارزش ژنوتیپی کل (H) و شاخص انتخاب (I) شامل برخی صفات رشد مورد بررسی به صورت زیر می باشد:

رابطه ۶: $$H = v_1 \hat{a}BW + v_2 \hat{a}WW$$

رابطه ۷: $I = \hat{a}WW$

رابطه ۸: $I = v_1\hat{a}BW + v_2\hat{a}WW$

در این روابط، $\hat{a}i$ و vi به ترتیب ارزش‌های اصلاحی پیش‌بینی شده و ضرایب اقتصادی دو صفت مورد مطالعه (BW= وزن تولد و WW= وزن از شیرگیری) می‌باشند. در شبیه‌سازی، همپوشانی نسل درنظر گرفته شد و هر شبیه‌سازی به مدت ۷ سال ادامه یافت و از میانگین تعداد ۱۰ تکرار برای هر برنامه استفاده شد.

به منظور بررسی و مقایسه برنامه‌های اعمال شده، از پارامترهایی همچون میانگین پیشرفت ژنتیکی صفات مورد انتخاب و همخونی محاسبه شده استفاده شد. به منظور ارزیابی اقتصادی گله، کلیه هزینه‌ها و درآمدهایی که از تغییرات در سیستم تولید و افزایش تولید حاصل از افزایش شایستگی ژنتیکی حاصل گردید، به صورت انفرادی برای یک رأس دام در نظر گرفته شد. هزینه‌ها شامل هزینه‌های همزمان سازی فحلی و هورمون تراپی و همچنین هزینه اضافی تغذیه دام‌ها (که از افزایش شایستگی ژنتیکی در وزن حاصل می‌شود) می‌باشد. درآمدها نیز شامل فروش بره در زمان از شیرگیری بود.

نتایج و بحث

در واحدهای پرورش گوسفند داشتی که ماده‌های جایگزین تولید می‌شوند، انتخاب قوچ بسیار مهم است و می‌تواند ۸۰ تا ۹۰ درصد یا بیشتر از بهبود گله را به خود اختصاص دهد. بنابراین، انتخاب قوچ برای سودآوری یک واحد پرورش بسیار اهمیت دارد (Fitch, 2017). در راستای اصلاح و بهبود ساختار ژنتیکی گوسفند و در راستای افزایش تولید گوشت قرمز با در نظر گرفتن ملاحظات اجتماعی، تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌ها، اصلاح‌نژاد گروهی معرفی شده است. ویژگی این طرح این است که هسته اصلاح‌نژاد از طریق پدر و جریان ژنی بسته نبوده و از پایه هرم تا هسته به وقوع می‌پیوندد. نکته ضروری کار با طرح‌های اصلاح‌نژاد گروهی، مشخص کردن میش‌های با تولید بالا از گله‌های مختلف است. این میش‌ها جمع آوری می‌شوند تا گله مرکزی یا هسته را تشکیل دهند و به نوبه خود به عنوان منبع اصلی تولید قوچ برای گله‌های مشارکت کننده در این طرح اصلاح‌نژاد هستند (Rae, 1977). همان‌طور که توضیح داده شد در جهت بهبود عملکرد صفات رشد در گله‌های مردمی گوسفند، اجرای برنامه اصلاح‌نژاد گروهی پیشنهاد گردید. جهت بررسی این برنامه، یک گله متشکل از ۳۰۰ رأس میش مولد و حدود ۵۰ رأس قوچ عربی به عنوان گله ایستگاه فرضی در برنامه شبیه سازی، با رکوردگیری صفات وزن تولد و وزن از شیرگیری به طور مستقیم شبیه سازی شد. از طرف دیگر تعداد ۲۰۰۰ رأس گوسفند عربی در قالب گله‌های مردمی، در نظر گرفته شد. فرض شد که تمام میش‌های مولد مربوط به گله‌های شاخص و برتر پرورش یافته می‌باشند و شرایط تولیدی، تولیدمثلی و مدیریتی مطلوبی دارند. سپس، با استفاده از انتقال قوچ‌های مشترک (قوچ‌های معرفی شده به گله‌ها از ایستگاه فرضی و همچنین انتقال آن‌ها در بین گله‌ها)، اتصال ژنتیکی بین گله‌های منتخب و گله ایستگاه موردنظر ایجاد شد. همچنین فرض شد که جفت‌گیری‌ها به صورت کنترل شده و به کمک هورمون تراپی و همزمانی فحلی انجام می‌گیرد. در این روش به

هر رأس قوچ، ۵ تا ۱۰ رأس میش فحل اختصاص داده می‌شود و برای مدت ۳ تا ۵ روز در معرض جفتگیری قرار می‌گیرند. این روش به تشـخیص قوچ و میش‌های نابارور و همچنین امکان تشـخیص پدر بره‌های متولد شـده کمک می‌کند (Khujasteh Key, 2016). برای گله‌های موردنظر رکوردگیری صفات انجام می‌گیرد و ترکیب سن و جنس گله‌ها و همچنین مقدار متوسط درصد آبستنی، سقط جنین، مرده‌زایی، تلفات بره‌ها و تلفات میش‌ها براساس نتایج به دست آمده از گله‌های مورد مطالعه درنظر گرفته شد.

با توجه به اطلاعات ژنتیکی و اقتصـادی موجود در خصـوص صـفات رشـد و همچنین به منظور سـادگی و قابل اجرا نمودن برنامه، از صـفات رشـد فقط دو صـفت وزن بره‌ها در زمان تولد و از شـیرگیری، اندازه‌گیری و ثبت شـد. به طور کلی، برنامه‌های اصلاح نژاد گوسفند بر اساس صفت افزایش وزن بدن، به دلیل وراثت پذیری متوسط و اندازه گیری آسان آن، متمرکز می‌باشد (Tosh and Kemp, 1994). در مطالعه عوامل مؤثر بر وزن تولد و وزن از شـیرگیری بره‌های بومی در شـمال مصـرگزارش شـده اسـت که با توجه به مقدار وراثت‌پذیری متوسـط این دو صـفت و همبسـتگی بین آن‌ها، این دو صـفت می‌تواند به عنوان شـاخص انتخاب در برنامه اصلاح‌نژاد مورد استفاده قرار گیرد (Mousa *et al*., 2013).

مقادیر روند فنوتیپی و ژنتیکی صفات وزن تولد و وزن از شیرگیری گوسفندهای عربی

در برنامه مورد مطالعه، یک شـاخص انتخاب فقط صـفت وزن از شـیرگیری (I_1) و یک شـاخص انتخاب، حاصـل از ترکیب دو صـفت وزن تولد و از شـیرگیری (I_2) در نظر گرفته شـد و نتایج آن برای هدف انتخاب که شـامل این دو صـفت می‌باشـد، مورد مطالعه قرار گرفت.

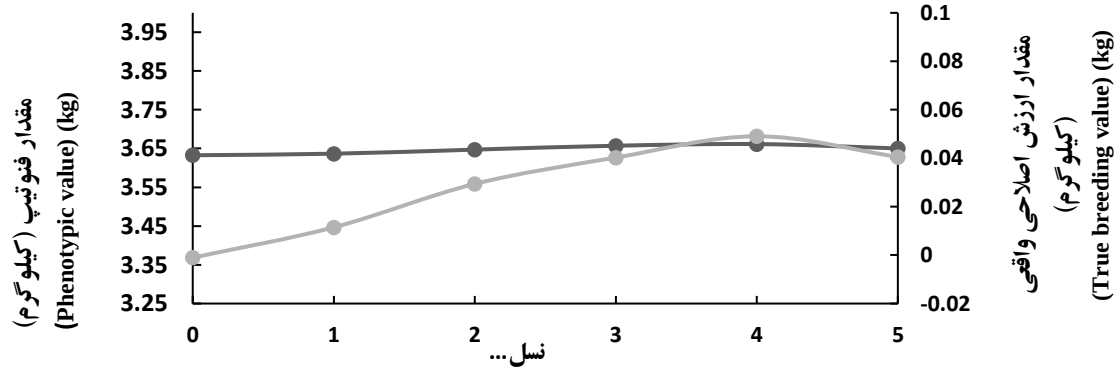
براسـاس مقادیر ارزش اصـلاحی واقعی برآورد شـده در جدول ۲، میزان پیشـرفت ژنتیکی حاصـل از اجرای برنامه اصـلاح‌نژاد گروهی گوسـفند عربی طی ۷ سـال برای صـفت وزن تولد و از شـیرگیری با اسـتفاده از شـاخص انتخاب دوصـفته، در مقایسـه با شرایط حاضر گله‌ها (بدون برنامه انتخاب و اصلاح‌نژاد)، به ترتیب ۴ و ۷۱۸ گرم در سال برآورد شد (جدول ۲). همان‌طور که در نمودار ۱ نیز ملاحظه می‌شود علی‌رغم تغییرات ارزش اصلاحی واقعی وزن تولد برای گوسـفندهای عربی مورد مطالعه (به میزان ۱۰ گرم) در هر نسـل، تغییرات فنوتیپ به میزان ۵ گرم در هر نسـل برآورد گردید. در مقابل برای صـفت وزن از شـیرگیری گوسـفند عربی، مقدار پیشـرفت ژنتیکی بر اسـاس تغییرات ارزش اصـلاحی واقعی ۹۴۷ گرم در سـال و مقدار این پیشـرفت از نظر فنوتیپی ۹۴۰ گرم در هر نسل در مقایسه با نمودار روند دو صفت وزن تولد و وزن از شیرگیری در شرایط بدون برنامه اصلاح‌نژاد به دست آمد (نمودارهای ۲ و ۳). همان طور که ملاحظه می‌شود به علت استفاده از شاخص انتخاب برای دو صفت مورد بررسی و علی‌رغم همبستگی مثبت بین دو صفت وزن تولد و وزن از شیرگیری، تغییرات برای صفت وزن تولد به دلیل ارزش اقتصادی منفی این صـفت در شـاخص مورد اسـتفاده بسـیار کم به دسـت آمد. Haghdoost و همکاران (۲۰۰۸) دلیل منفی شـدن این ضـریب را برای وزن تولد گوسـفند عربی، بالا بودن هزینه تغذیه گزارش کردند. با این حال، در برنامه مورد بررسـی، پیشـرفت

ژنتیکی برای هر دو صفت مثبت بود. در بررسی ضرایب اقتصادی برخی صفات مهم اقتصادی گوسفند زل ضریب اقتصادی صفت وزن تولد را ۰/۰۹۸- (Zarinkamar *et al*., 2017) و در بررسی ارزش اقتصادی صفات رشد در گوسفند مغانی ارزش این صفت منفی گزارش شده است (Abdollahy *et al*., 2012).

جدول ۲: روند مقادیر فنوتیپ و ارزش اصلاحی واقعی صفات وزن تولد و از شیرگیری به همراه مقدار همخونی طی ۷ سال برنامه اصلاح نژاد گروهی (با استفاده از شاخص دوصفته)

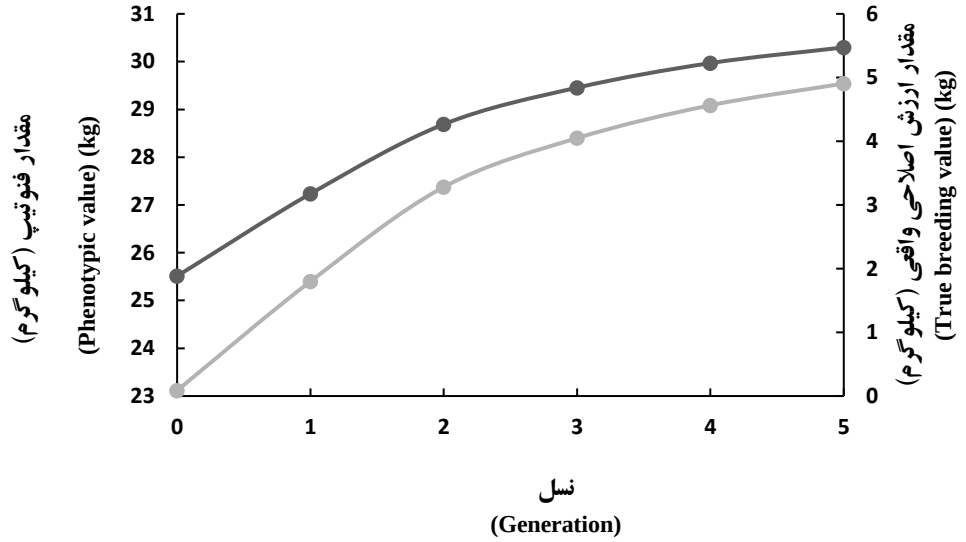
Table 2: The trend of phenotypic values and the true breeding values of birth and weaning weight traits along with the amount of inbreeding during 7 years of group breeding program (using two-trait index)

صفت (Trait)	پارامتر مورد بررسی (Studied parameter)	سال‌های مورد بررسی (Studied years)							
		0	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408
وزن تولد (کیلوگرم) (Birth Weight (kg))	فنوتیپ (Phenotype)	3.63	3.65	3.62	3.63	3.64	3.65	3.65	3.70
	ارزش اصلاحی واقعی (True breeding value)	-0.001	0.021	-0.01	-0.002	0.011	0.017	0.019	0.03
وزن از شیرگیری (کیلوگرم) (Weaning Weight (kg))	فنوتیپ (Phenotype)	25.51	25.38	26.70	27.36	28.11	28.80	29.50	30.20
	ارزش اصلاحی واقعی (True breeding value)	0.087	0.035	1.24	1.986	2.687	3.374	4.083	4.800
مقدار همخونی (the amount of Inbreeding)		0	0.009	0.032	0.061	0.081	0.114	0.128	-



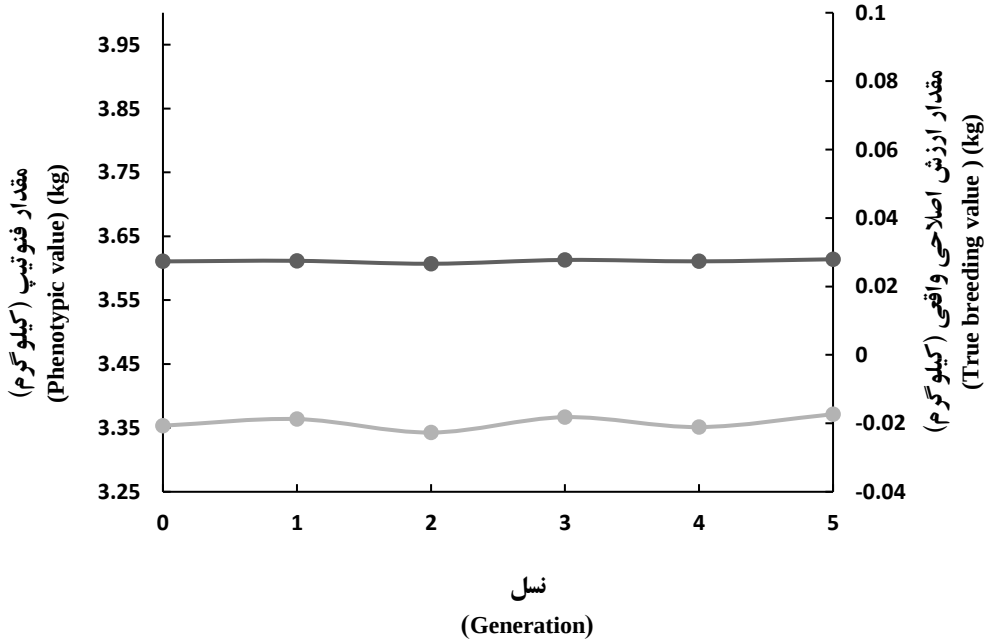
نمودار ۱: روند فنوتیپ و ارزش اصلاحی واقعی صفت وزن تولد طی ۵ نسل برنامه اصلاح نژاد (منحنی کمرنگ، مقدار فنوتیپ و منحنی پررنگ، مقدار ارزش اصلاحی واقعی است)

Chart 1: Phenotypic trends and the true breeding value of the birth weight trait during 5 generations of the breeding program (light curve is the phenotypic value and bold curve is the true breeding value).



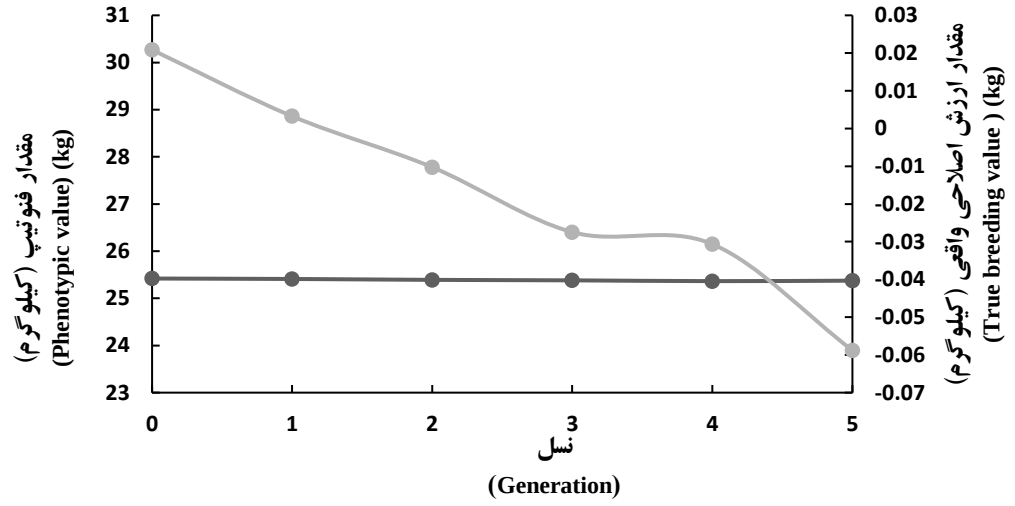
نمودار ۲ روند فنوتیپ و ارزش اصلاحی واقعی صفت وزن از شیرگیری طی ۵ نسل برنامه اصلاح نژاد (منحنی کمرنگ، مقدار فنوتیپ و منحنی پررنگ، مقدار ارزش اصلاحی واقعی است)

Chart 2: Phenotypic trends and the true breeding value of the weaning weight trait during 5 generations of the breeding program (light curve is the phenotypic value and bold curve is the true breeding value)



نمودار ۳: روند فنوتیپ و ارزش اصلاحی واقعی صفت وزن تولد طی ۵ نسل بدون برنامه اصلاح نژاد (منحنی کمرنگ، مقدار فنوتیپ و منحنی پررنگ، مقدار ارزش اصلاحی واقعی است)

Chart 3: Phenotypic trends and the true breeding value of the birth weight trait during 5 generations without breeding program (light curve is the phenotypic value and bold curve is the true breeding value)



نمودار ۴: روند فنوتیپ و ارزش اصلاحی واقعی صفت وزن از شیرگیری طی ۵ نسل بدون برنامه اصلاح نژاد (منحنی کمرنگ، مقدار فنوتیپ و منحنی پررنگ، مقدار ارزش اصلاحی واقعی است)

Chart 4: Phenotypic trends and the true breeding value of the weaning weight trait during 5 generations without breeding program (light curve is the phenotypic value and bold curve is the true breeding value)

به طور کلی، با افزایش یک واحد در صفت وزن تولد، هزینه تغذیه‌ای بره‌ها افزایش می‌یابد، بدون این که تأثیری در افزایش درآمد حاصل داشته باشد و به همین دلیل ضریب اقتصادی این صفت منفی به دست می‌آید. در مطالعه‌ای دیگر و برای گوسفند گیلانی، دلیل منفی شدن ضریب اقتصادی صفت وزن تولد، تأثیر افزایش وزن تولد بر درصد تلفات بره‌ها و میش‌ها در هنگام زایمان و همچنین افزایش هزینه‌های تغذیه‌ای گزارش شده است (Khodaei, 2004). در این راستا با توجه به رابطه افزایش وزن تولد و سخت زایی در میش‌ها، برخی مطالعات استفاده از شاخص انتخاب محدود شده برای وزن تولد را پیشنهاد داده‌اند (Jawasreh *et al*., 2006). در مقایسه شاخص انتخاب معمولی و محدود شده برای گوسفندهای مغانی، ضریب اقتصادی منفی برای صفت وزن تولد گزارش و اشاره شده است که استفاده از شاخص‌های انتخاب معمولی در برنامه پرورش گوسفند، باعث افزایش قابل توجه وزن بدن در سنین ۳، ۶ و ۱۲ ماهگی و همچنین وزن تولد گردید (Ghiasi *et al*., 2016). پیشرفت و پاسخ‌های ژنتیکی پیش‌بینی‌شده در یک جمعیت شبیه‌سازی شده تأیید کرد که برای حفظ وزن تولد بدون تغییر همراه با افزایش وزن بدن در سنین بعدی برای گوسفند از شاخص انتخاب محدود شده می‌توان استفاده نمود. در بررسی پارامترهای ژنتیکی و پاسخ انتخاب برای وزن تولد و از شیرگیری، تعداد ۲۵ قوچ و ۲۰۵ میش از گله بومی *Sabi* تحت پرورش در ایستگاه تحقیقاتی *Grasslands* در زیمبابوه طی سال‌های۱۹۹۱-۱۹۹۳ (در مجموع ۱۱۰۰ رکورد)، پاسخ به انتخاب به ترتیب ۰/۸ و ۰/۱۴ کیلوگرم برای صفات وزن تولد و وزن از شیر گیری برآورد شده است (Assan *et al*., 2002). همچنین، پاسخ همبسته برآورد شده در هنگام انتخاب برای وزن تولد با انتخاب مستقیم بر روی وزن از شیرگیری را کمتر و ۲۶۰ گرم گزارش کرده‌اند. در کشور اردن نیز چهار سناریوی شبیه سازی شده مختلف جهت ارزیابی و امکان سنجی پرورش بز *Black*

*Bedouin*استفاده شده است. در این سناریوهای انتخاب، هدف انتخاب وزن بیشتر در زمان فروش بزغالهها در سن ۶ ماهگی و معیارهای انتخاب، مقدار کل شیر، وزن تولد، وزن از شیرگیری، باروری و افزایش وزن روزانه بوده است. در این بررسی، طرح گله هسته باز (دوطبقه) شامل گله هسته و گلههای تجاری از نظر سودآوری به عنوان برنامه مطلوب معرفی گردید (Al-Atiyat *et al*., 2010). در بررسی نتایج شبیه سازی انجام شده در مطالعه Askari Hemmat و همکاران (۲۰۱۵) نیز برای بهبود صفات رشد و ترکیب لاشه برههای لری بختیاری، گزارش شده است که اصلاحنژاد گوسفندهای لری- بختیاری با اجرای سیستم هسته باز، روش بسیار مؤثری میباشد. همچنین، در بیشتر شرایط استفاده از یک صفت مناسب با اندازه گیری آسان و ارزان به عنوان صفت اصلی، به همراه ۲ یا ۳ صفت دیگر به عنوان شاخص انتخاب گله هسته روشی کاربردی جهت برخورداری از مزایای طرحهای هسته باز است. در مطالعهای دیگر، Lotfi Farkhod (۲۰۱۰) روند ژنتیکی مستقیم وزن تولد، ۳ ماهگی و ۶ ماهگی را برای گوسفند بلوچی پس از سالها انتخاب به ترتیب ۴، ۴۵ و ۲۱ گرم در سال برآورد کردند. روند ژنتیکی وزن تولد و وزن از شیرگیری گوسفند کردی نیز پس از سالها انتخاب به ترتیب ۷ و ۷۲۴ گرم در سال محاسبه شده است (Shiri *et al*., 2004). تفاوت در تنوع ژنتیکی، صحت انتخاب، فاصله نسل و شدت انتخاب در نتیجه تفاوت در نحوه و معیارهای انتخاب و شرایط محیطی مختلف، دلیل مقادیر متفاوت پیشرفت ژنتیکی در مطالعات مختلف میباشد (Piper and Ruviskey, 1997).

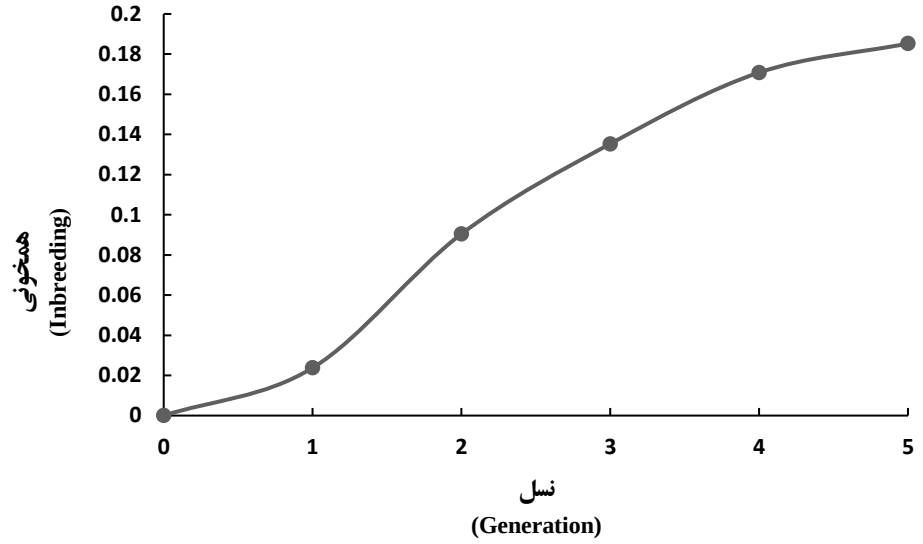
ضریب همخونی (F)

ضریب همخونی در سال اول مطالعه برای برنامه انتخاب برابر صفر بود و میزان ضریب همخونی طی نسلهای موردمطالعه روند افزایشی داشت (به میزان ۴ درصد در هر نسل). در شرایط معمول گلهها و بدون برنامه اصلاحنژاد همخونی به میزان ۰/۰۲ درصد در هر نسل افزایش داشت. به طورکلی، در دامهای تحت انتخاب، به مرور یک تفاوت سیستماتیک بین حیوانات ضعیف و برتر به وجود خواهد آمد. به طوری که، بعد از چند نسل افراد برتر مرتب در ساختار شجره حیوانات دیده میشوند، در حالی که دامهای ضعیف به ندرت وجود دارند. در مطالعه بر روی گوسفند بلوچی با استفاده از شبیهسازی سه استراتژی نر مرجع، هسته باز و هسته بسته، میزان پیشرفت ژنتیکی برای نر مرجع بیشتر از هسته باز و بسته به دست آمده است (عباسی و همکاران، ۱۳۸۶)؛ اما میزان همخونی در هسته باز نسبت به نر مرجع و هسته بسته کمتر بود. به طور کلی، اندازه گله، شدت انتخاب و نوع شاخص انتخاب استفاده شده در گله بر میزان بهبود ژنتیکی برنامههای اصلاحنژادی تأثیر میگذارند. مطالعات مختلف نشان میدهد با افزایش اندازه گله، میزان پیشرفت ژنتیکی افزایش و میزان همخونی کاهش مییابد (Vatankhah, 2016؛ Gandini *et al*, 2014).

بررسی بازده برنامه اصلاحنژاد اجرا شده

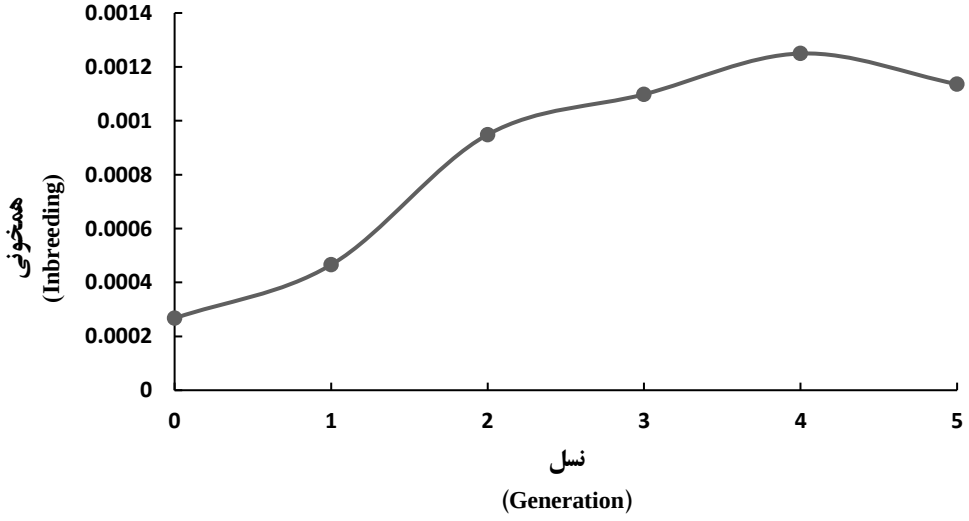
در برنامه اصلاحنژاد گروهی اجرا شده، با توجه به نتایج مطالعه Haghdoost و همکاران (۲۰۰۸) فرض گردید که دامداران

بره‌های نر را در زمان از شیرگیری می‌فروشند. در مطالعه مذکور برای گوسفند عربی گزارش شده است که ۵۵ درصد از بره‌های ماده و ۷۵ درصد از بره‌های نر، در زمان از شیرگیری به منظور پروار فروخته می‌شوند.



نمودار ۵: میزان همخونی گله‌ها طی ۵ نسل برنامه اصلاح نژاد با استفاده از شاخص انتخاب دوصفته

Chart 5: Inbreeding rate of flocks during 5 generations of breeding program using two-trait selection index.



نمودار ۶: میزان همخونی گله‌ها طی ۵ نسل بدون برنامه اصلاح نژاد

Chart 6: Inbreeding rate of flocks during 5 generations without breeding program.

در بخش درآمدها، براساس اطلاعات به دست آمده از سطح واحدهای پرورش گوسفند در استان، یک بره تازه از شیر گرفته شده با قیمت متوسط ۳۵٫۰۰۰٫۰۰۰ ریال برای پروار فروخته می‌شود. با توجه به میانگین وزن از شیرگیری درنظر گرفته شده برای گوسفند عربی (۲۴/۳۲ کیلوگرم بره ماده و ۲۵/۴۱ کیلوگرم بره نر)، قیمت هر یک کیلوگرم وزن زنده ۱٫۴۱۰٫۰۰۰ ریال و

هر ۷۲۰ گرم افزایش وزن به ازاء هر رأس در هر سال برای وزن از شیرگیری بره‌ها ۱٫۰۱۰٫۰۰۰ ریال می‌باشد. اما در بخش هزینه‌ها نیز، هزینه تغذیه این ۷۲۰ گرم افزایش وزن به میزان ۵۴۰٫۰۰۰ ریال اضافه خواهد شد. لذا، درآمد دامدار در هر سال از این افزایش وزن شیرگیری (۷۲۰ گرم)، ۴۷۰٫۰۰۰ ریال خواهد بود. اما چنانچه این عملیات همراه با همزمان سازی فحلی و هورمون تراپی جهت بهبود عملکرد تولیدمثل باشد، با توجه به هزینه همزمان سازی فحلی هر رأس میش ۳٫۰۰۰٫۰۰۰ ریال، مجموع هزینه‌ها نسبت به درآمد حاصل افزایش خواهد یافت که در این شرایط نیز افزایش درصد باروری و کاهش درصد سقط در اوایل آبستنی و میش‌های قصر کمتر و لذا بره بیشتر در شرایط همزمان سازی فحلی و هورمون تراپی نسبت به شرایط معمول و بدون برنامه انتخاب، با افزایش احتمالی تعداد بره‌ها ناشی از بهبود تولیدمثل، هزینه‌های اضافی را پوشش خواهد داد. به طورکلی، بازده تولیدمثل نقش اساسی در تعیین بازده اقتصادی پرورش گوسفند داشته و بهبود بازده تولیدمثل گوسفند در ایران، به عنوان گامی در جهت استراتژی توسعه این دام شناخته شده است. در یک مطالعه، تأثیر استفاده از همزمانی فحلی و هورمون‌تراپی در افزایش بازده و آبستنی میش‌ها، نسبت به گله‌هایی که این موارد را نداشتند، ۲۹ درصد گزارش شده است (Santos *et al*., 2011). همچنین گزارش شده است که در خارج از فصل تولیدمثل و با فرض فروش بره‌ها پس از شیرگیری، استفاده از همزمان سازی فحلی و همچنین تغذیه کمکی میش‌ها دارای بالاترین بهره اقتصادی بوده که نسبت به گروه شاهد ۶۱۵/۲۰ هزار ریال سود دامدار را به ازاء هر رأس میش داشتی افزایش داده است (صحرایی و همکاران، ۱۳۹۷). درصد آبستنی یا باروری برای میش‌های عربی در سیستم روستایی موجود ۸۶ درصد گزارش شده است (Haghdoost *et al*., 2008). در واقع می‌توان گفت که در نتیجه هر دو عامل (تأثیر همزمانی فحلی و هورمون تراپی و افزایش وزن) ، نسبت مجموع وزن بره‌های از شیرگیری شده به تعداد میش در معرض جفتگیری با اجرای برنامه اصلاح‌نژاد گروهی افزایش می‌یابد که در نتیجه منجر به افزایش بازده اقتصادی واحدهای پرورش گوسفند می‌گردد.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که اجرای یک برنامه اصلاح‌نژادی در قالب اصلاح‌نژاد گروهی با هدف و معیار انتخاب وزن تولد و وزن از شیرگیری و همراه با استفاده از روش‌های همزمان سازی فحلی و اجرای جفتگیری‌های کنترل شده در گله‌های پرورش گوسفند عربی می‌تواند به بهبود وزن از شیرگیری و افزایش باروری‌ها و تعداد بره در هر زایش کمک کند و در بهبود سود و بازده اقتصادی این دامداری‌ها در شرایط روستایی مؤثر باشد. این برنامه اصلاح‌نژادگروهی می‌تواند همراه با آموزش، حمایت‌های مالی و یا تأمین خوراک دام در دامداری‌های پیشرو و علاقمند اجرا گردد. لازم به ذکر است، ارزش اقتصادی صفات نیز با توجه به تغییر قیمت‌ها در کشور نیاز است که هر ساله برآورد و به روز گردند به صورت نسبت در شاخص انتخاب مورد استفاده قرار گیرند. در ادامه بررسی برنامه‌های اصلاح‌نژاد بهبود عملکرد گوسفند عربی، پیشنهاد می‌شود بهبود صفات وزن بره در پایان پروار

یا وزن ۶ ماهگی، دوقلوزایی، تعداد بره متولد شده و از شیرگرفته شده به ازاء هر میش و نرخ بره‌زایی ثبت گردد و سپس طی یک برنامه اصلاح‌نژاد گروهی مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

Abbasi, M.A., & Savar Sofla, S. (2015). Designing of optimum selection index for Afshari sheep breeding under rural production system. *Animal Production* 17(1): 1-8. (In Persian)

Abdollahy, H., Hasani, S., Zerehdaran, S., Shadparvar, A.A. & Mahmoudi, B. (2012). Determination of economic values for some important traits in Moghani sheep. *Small Ruminant Research* 105(1-3): 161-169.

Al-Atiyat, R., Rewe, T., Herold, P. & Valle Zárate, A. (2010). A simulation study to compare different breeding scenarios for Black Bedouin goat in Jordan. 3rd International Scientific Conference on Small Ruminant Development, Hurghada, Egypt, 12-15 April, *Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences* 5(1): 83-92.

Alizadeh, J., Babaee, M. & Faghani, M. (2017). Genetic and phenotypic analysis of body weight traits in different ages of Arabi sheep using Bayesian statistical method. 3rd International Conference on Sustainable Development, Strategies and Challenges with a Focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, 7-9 March, Tabriz, Iran. (In Persian)

Anonymous. (2022). Livestock statistics of Khuzestan province. Vice President of Livestock Production Improvement, Khuzestan Province Agricultural Jihad Organization. (In Persian)

Askari Hemmat, H.A., Shadparvar, A.A., Miraee Ashtiani, S.R. & Vaez Torshizi, R. (2015). Simulation of the optimal breeding plans for breeding in order to improve the growth characteristics and carcass composition of Lori-Bakhtiari lambs. *Livestock Production Research* 7(13): 152-143.

Assan, N., Makuza, S., Mhlanga, F. & Mabuku, O. (2002). Genetic evaluation and selection response of birth weight and weaning weight in Indigenous Sabi sheep. *Asian-Austrralian Journal of Animal Science* 15(12):1690-1694.

Dagnew, Y., Urge, M., Tadesse, Y. & Gizaw, S. (2018). Conservation based breeding program design for genetic improvement in Gumz sheep in the western lowlands of Ethiopia. *Agriculture & Food Security* 7:34.

Dekkers, J. (2001). Economic aspects of applied breeding program. Notes for summer short course. University of Guelph. June 9-13. Available on: www.cgil.uoguelph .ca /pup /theses/Ansell /chapter5, references.pdf.

Fayazi, J. (2018). Genetic variance component and narrow sense heritability of growth traits in Arabi sheep population. 2nd National Congress on Advanced Research in Animal Sciences, 11-12 April, University of Birjand, Iran. (In Persian)

Fitch, G.Q. (2017). Flock Improvement through Ram Selection. Oklahoma Cooperative Extension Service, ANSI-3802.

Gandini, G., Del Corve, M., Biscarini, F. & Stella, A. (2014). Genetic improvement of small ruminant local breeds with nucleus and inbreeding control: as simulation study. *Small Ruminant Research* 120(2): 196-203.

Ghiasi, H., Khaldari, M. & Taherkhani, R. (2016). Comparison of ordinary and restricted selection indices on genetic gain of body weight in Iranian Moghani sheep. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 6(2):369-373.

Haghdoost, A., Shadparvarb, A.A., Beigi Nasiri, M.T. & Fayazi, J. (2008). Estimates of economic values for traits of *Arabic* sheep in village system. *Small Ruminant Research* 80: 91–94.

Jawasreh, K., Al-Barakeh, F., Awawdeh, F. & Al-Dabbas, F. (2006). Restricted selection index for some growth traits of Awassi sheep in Jordan. 8th World Congress of Genetic Applied of Livestock Production, Minas Gerais, Brazil. Pp. 4-17.

Khodaei, M. (2004). Defining a proper breeding scheme for Gilani sheep. Ms.c Thesis, University of Guilan, Iran.

Khujasteh Key, M. (2016). Instructions for increasing lamb production efficiency in sheep. Agriculture and Natural Resources Research and education center of Qom province. (In Persian)

Lotfi Farkhod, M. (2010). The Comparison genetic trend of productive and reproductive traits in Baluchi, Arman and Iran Black sheep. Master thesis in Animal Sciences. Ramin Agricultural and Natural Resources University, 103 pp.

Mousa, E., Monzaly, H., Shaat, I. & Ashmawy, A. (2013). Factors affecting birth and weaning weight of native Farafra lambs in Upper Egypt. *Egyptian Journal of Sheep & Goat Sciences* 8 (2): 1-10.

Piper, L. & Ruviskey, A. (1997). The genetic of sheep. Cab International. UK.

Rae, A.L. (1977). Group breeding schemes in sheep improvement in *New Zealand*. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 37: 206-212.

Roshanfekr, H., Berg, P., Mohammadi, K. & Mirza Mohamadi, E. (2015). Genetic parameters and genetic gains for reproductive traits of *Arabi* sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry* 31(1):23-36.

Santos, F.C.O., Mendonça, L.C., Silva Filho, A.P., Carvalho, C.C.D., Soares, P.C., & Afonso, J.A.B. (2011). Biochemical and hormonal indicators of natural cases of pregnancy toxaemia of in sheep. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 31(11):974-980.

Savar Sofla, S., Abbasi, M.A. & Kavian, A. (2016). Determination of breeding objective and economic values for *Dalagh* sheep in extensive rearing system. *Rap* 7(13):142-136. (In Persian)

Shiri, A., Saghi, D.A. & Mohammadzadeh, M. (2004). Estimation of the genetic trend of economic traits for Kordi sheep. The 1st Animal Science Congress of Iran, 2: 760-762.

Shokrollahi, B. & Baneh, H. (2012). (Co) variance components and genetic parameters for growth traits in Arabi sheep using different animal models. Genetics and Molecular Research 11 (1): 305-314.

Taheri Dezfuli, B. (2019). Estimation of some population parameters and inbreeding rate in sheep flocks of Khuzestan province. The final report of the research project. Agriculture and Natural Resources Research and Training Center of Khuzestan. (In Persian)

Tosh, J. & Kemp, R. (1994). Estimation of variance components for lamb weights in three sheep populations. Journal of Animal Science 72:1184- 1190.

VatanKhah, M. (2016). Estimation of some population parameters and inbreeding rate in sheep flocks of Chaharmahal and Bakhtiari province. The final report of the research project, Animal Science Research Institute. (In Persian)

Zarrinkamar, B., Hassani, S., Zerehdaran, S., Abdollahi, H. & Samiee, R. (2017). Determination of Economic Values for Some Important Traits in Zel Sheep of Golestan. *Rap* 8(15), 177-184. (In Persian)