نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۸ شماره ۳/ سال۱۳۹۷/ صفحات ۱۲۷ تا ۱۳۸

اثر اندازه هسته و شدت انتخاب بر اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب در برآورد پیشرفت ژنتیکی در طرح‌های اصلاح نژاد هسته‌ای در گوسفند لری‌بختیاری

فاطمه شاهوردی[۱*]، عبدالاحد شادپرور[۲] و محمود وطن خواه[۳]

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۹

[۱]دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۲]استاد گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۳]دانشیار گروه علوم دامی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد

[*] مسئول مکاتبه:Email: fatemehshahverdi32@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی:یکی از برنامه‌های اصلاح نژادی گوسفند طرح اصلاح‌نژادی دارای هسته است. نتایج این طرحها ممکن است تحت تاثیر اندازه هسته و شدت انتخاب قرار بگیرند. **هدف:** بررسی اثر اندازه هسته به صورت نسبتی از کل جمعیت در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و شدت انتخاب نرها و ماده‌ها در سه سطح شدید، متوسط و ضعیف بر میزان اریبی در برآورد پیشرفت ژنتیکی ناشی از نادیده گرفتن اثر کاهشی انتخاب بر واریانس ژنتیکی افزایشی صفت. **روش کار:** دراین پژوهش یک طرح اصلاح نژاد هسته‌باز با استفاده از اطلاعات جمعیت گوسفندان نژاد لری‌بختیاری مرکب از یک هسته با ۱۰۰۵ رأس و یک پایه با ٤۰۱۹ رأس میش مولد به روش شبیه‌سازی قطعی تعریف شد. صفت تابع هدف، وزن تولد و انتخاب بر اساس یک رکورد شخصی بود. **نتایج:** با افزایش اندازه نسبی هسته از ۵ به ۱۵ درصد، میزان اریبی از ۱۱/۸٤ تا ۱٦/٦۷ افزایش یافت. در اثر افزایش شدت انتخاب از ضعیف به شدید، میزان اریبی از ۱٤/۱۸ به ۱۷/۷۲ تغییر کرد. با تغییر نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه رشد ژنتیکی به صورت غیر خطی تغییر کرد و در یک نقطه خاص به حداکثر رسید که نقطه بهینه نامیده می‌شود. این نقطه بهینه در شرایط مختلف بین ۵۰ تا ۷۵ درصد تغییر کرد و مستقل از اثر انتخاب بود. در نرخ‌های انتقال بهینه، میزان اریبی حداقل بود. بررسی اثر همزمان اندازه هسته و شدت انتخاب نشان داد که در شدت انتخاب‌های بالا، هنگامی که اندازه هسته از ۱۰ درصد بیشتر بود، میزان اریبی به میزان بسیار اندک تحت تاثیراندازه هسته قرار گرفت. **نتیجه‌گیری نهایی:**نتایج این تحقیق نشان داد در شدت انتخاب ضعیف، می‌توان با نادیده گرفتن اثر انتخاب، برنامه بهبود ژنتیکی را بهینه‌سازی کرد. در شدت انتخاب شدید نادیده گرفتن این اثر می‌تواند منجر به نتیجه‌گیری اشتباه شود.

واژگان کلیدی: تاخیر ژنتیکی، شبیه‌سازی قطعی، گوسفند لری‌بختیاری، واریانس ژنتیکی

مقدمه

سیستم پرورش نشخوارکنندگان کوچک مثل گوسفند، همزمان با افزایش رو به رشد جمعیت در حال توسعه و گسترش می‌باشد. یکی از برنامه‌های اصلاح نژادی گوسفند در دنیا طرح اصلاح‌نژادی دارای هسته است (کاسگی و اوکیو ۲۰۰۷). هسته می‌تواند به صورت باز

و یا بسته باشد. در طرح پرورش هسته باز برخلاف طرح‌های هسته بسته، جریان ژنی به صورت دو طرفه است و از حیوانات ممتاز لایه پایه به عنوان بخشی از جایگزین‌های هسته استفاده می‌شود (کاسگی و همکاران ۲۰۰۶). با باز کردن هسته، سطح همخونی کاهش می‌یابد و پیشرفت ژنتیکی به دلیل ورود ژن‌های برتر به داخل جمعیت با سرعت بیشتری ایجاد می‌شود (وان در ورف ۲۰۰۰). ویژگی‌های کلی سیستم اصلاح نژاد دارای هسته و فرمول‌های پایه‌ای آن به وسیله جیمز (۱۹۷۷) بیان شد.

تئوری اولیه مربوط به طرح‌های اصلاح نژاد هسته‌ای بر پایه ثابت بودن واریانس‌های ژنتیکی جامعه استوار بود (هاپکینز و جیمز ۱۹۸۷).تغییر در واریانس ژنتیکی می‌تواند بر روی میزان تغییراتی که ممکن است در نسل‌های آینده ایجاد شود موثر باشد (دکرز و همکاران ۲۰۰۴). انتخاب باعث بالا رفتن فراوانی ژن‌های مطلوب فراتر از حد مقادیر متوسط می‌گردد و در نتیجه باعث ناپدید شدن تدریجی واریانس افزایشی می‌شود. از طرفی دیگر، انتخاب باعث کاهش در واریانس افزایشی ناشی از عدم تعادل پیوستگی می‌گردد (مولر و جیمز ۱۹۸۳). اگر یک صفت کمی تحت تاثیر تعداد نامحدودی جفت لوکوس قرار داشته باشد، انتخاب نمی‌تواند سبب کاهش دائمی در واریانس ژنتیکی شود و با متوقف شدن انتخاب مقدار واریانس به وضعیت اولیه بر می‌گردد. این تغییر ناشی از همبستگی بین ژنگاه‌هایی که تحت انتخاب قرار دارند، می‌باشد (بالمر ۱۹۷۱). تحت فرایند انتخاب، واریانس ژنتیکی افزایشی به علت عدم تعادل پیوستگی و افزایش همخونی کاهش می‌یابد، و پاسخ به انتخاب کمتر از حد مورد انتظار در خلال چند نسل خواهد شد.

در ایران از سه دهه‌ی گذشته ۱۰ ایستگاه پرورش و اصلاح نژاد گوسفند در سطح کشور احداث شده است. از اهداف اصلی این ایستگاه‌ها شناسایی ظرفیت تولیدی و حفظ نژاد و بهبود عملکرد صفات تولیدی و انتقال پیشرفت حاصل به گله‌های تجاری است (وطن خواه و همکاران ۲۰۰٤).

در ایران تحقیقاتی برای بررسی ابعاد مختلف طرح‌های اصلاح نژادی دارای هسته انجام شده است. ابراهمیان و همکاران (۲۰۱۲) تاثیر تغییر نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه و نیز میش از پایه به هسته در گوسفند نژاد مغانی را بررسی کردند و دریافتند در صورتی که ۷۵ درصد قوچ‌های پایه از هسته تامین شوند و نیز ۲۵ درصد میش‌های مورد نیاز برای جایگزینی در هسته از جمعیت پایه آورده شوند، حداکثر پیشرفت ژنتیکی سالانه حاصل می‌گردد. در تحقیق دیگری در ایران مشاهده شد با افزایش اندازه هسته تا میزان ۱۱/۷ درصد از کل جمعیت پیشرفت ژنتیکی افزایش می‌یابد (عسگری همت و شادپرور ۲۰۱۲). در زمینه‌ی اثر انتخاب و نقش آن در کاهش واریانس ژنتیکی و نتایج مربوط به پیش‌بینی پیشرفت ژنتیکی تحقیق کمتری صورت گرفته است. لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر اندازه (سهم) هسته و سطوح مختلف شدت انتخاب در اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی با استفاده از اطلاعات مربوط به گوسفندان نژاد لری‌بختیاری ایستگاه شولی واقع در حومه‌ی شهرکرد جمعیتی مرکب از یک هسته با ۱۰۰۵ رأس میش و یک پایه با ٤۰۱۹ رأس میش مولد به روش شبیه‌سازی قطعی تعریف شد. در این جمعیت برای نرهای هسته و پایه تعداد ۳ کلاس سنی و برای ماده‌ی هسته و پایه نیز ٦ کلاس سنی در نظر گرفته شد. سن والدین هنگام تولد اولین فرزند برابر ۲ سال بود. تعداد بره یک ساله به ازای هر میش ۰/۹٤ رأس و به ازای هر ۳۳ رأس میش یک قوچ اختصاص داده شد. تابع هدف شامل صفت وزن تولد با واریانس ژنتیکی افزایشی برابر ۰/۱۱ و وراثت‌پذیری ۰/۳۰ در نظر گرفته شد (وطن خواه ۲۰۰۵). انتخاب بر اساس یک رکورد

شخصی انجام شد. در این بررسی برای محاسبه رشد و تاخیر ژنتیکی در دو حالت ثابت بودن واریانس و دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت از فرمول‌های ارائه شده توسط مولر و جیمز (۱۹۸٤ و ۱۹۸۳) استفاده گردید.

$$G_0 = gC_N + (1-g)C_B \qquad (۱)$$

در معادله‌ی فوقG_0، پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار با فرض ثابت بودن واریانس،C_N و C_B به ترتیب، تفاوت انتخاب ژنتیکی مربوط به هسته و پایه و g اندازه هسته از کل نقل انتقالات جمعیت را نشان می‌دهد.

$$g = (w+y)/(w+y+x+v) \qquad (۲)$$

y،w به ترتیب برابر است با نرخ انتقال قوچ و میش از هسته به پایه وx،v به ترتیب نرخ انتقال قوچ و میش از پایه به هسته را نشان می‌دهد. در این تحقیق برایv و y مقدار صفر در نظر گرفته شد.

$$A_0 = 2(G_0 - C_B)/(w+y) \qquad (۳)$$

در این معادلهA_0، تاخیر ژنتیکی در حالت نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت می‌باشد.

$$C_N = \frac{1}{2}[(1-v)D_{NMN} + vD_{BMN} + (1-x)D_{NFN} + xD_{BFN}] \qquad (۴)$$

در این معادلهD نشان دهنده تفاوت انتخاب ژنتیکی و در زیر نویس‌ها حرف اول نشان دهنده گله مبداء انتقال (N به معنی هسته وB به معنی پایه)، حرف وسط علامت جنسیت (M به معنی نر وF به معنی ماده) و حرف آخر نیز بیانگر گله مقصد انتقال است. به عنوان مثالD_{NMB}به معنی تفاوت انتخاب ژنتیکی مربوط به مسیر نرهای هسته که به پایه منتقل می‌شوند است. تفاوت انتخاب از حاصل ضرب شدت انتخاب، صحت انتخاب و انحراف معیار ژنتیکی افزایشی تابع هدف انتخاب بدست می‌آید. همچنین برای پایه خواهیم داشت:

$$C_B = \frac{1}{2}(1-w)D_{BMB} + vD_{NMB} + (1-y)D_{BFB} + yD_{NFB} \qquad (۵)$$

علایم بطریق مشابه با آنچه که برای هسته گفته شد تعریف می‌شوند.

هنگامی که انتخاب در طی نسل‌های مختلف جریان پیدا می‌کند، بتدریج واریانش ژنتیکی کاهش می‌یابد. اما مقدار این کاهش بتدریج کم می‌شود تا به صفر برسد. در این حالت واریانس ژنتیکی افزایشی ثابت مانده و سیستم به تعادل رسیده است. در نقطه تعادل پیشرفت ژنتیکی در هر نسل برابر است با:

$$G^*_{eq} = gC^*_N + (1-g)C^*_B \qquad (۶)$$

G^*_{eq}، پیشرفت ژنتیکی در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت می‌باشد. C^*_N و C^*_B تفاوت انتخاب ژنتیکی هسته و پایه هستند که از معادلات ۳ و ٤ به دست می‌آیند و علامت * نشان دهنده‌ی مقدار مربوط به نسل تعادل است. تاخیر ژنتیکی یا تفاوت در میانگین ژنتیکی هسته و پایه در نقطه‌ی تعادل در هرنسل برابر است با:

$$A^*_{eq} = 2(G^*_{eq} - C^*_B)/(w+y) \qquad (۷)$$

محاسبه مقادیر برتری ژنتیکی مورد انتظار در نسل تعادل و سایر متغیرهای لازم از معادلات استاندارد موجود در منابع صورت گرفت (مولر و جیمز ۱۹۸۳). به منظور برآورد میزان اریبی از پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب، از رابطه‌ی ۱- (G_0/G_{eq}) استفاده گردید.

به منظور بررسی اثر تغییر اندازه هسته بر نرخ انتقال بهینه، پیشرفت ژنتیکی و اریبی، سه سطح اندازه هسته نسبت به کل جمعیت شامل ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و همچنین در این تحقیق شدت انتخاب نرها و ماده‌ها در سه سطح شدید (یعنی ۱ درصد و ۲۰ درصد به ترتیب در نرها (a) و ماده‌ها (b))، متوسط (یعنی ۵ درصد و ۵۰ درصد به ترتیب در نرها (a) و ماده‌ها (b)) و ضعیف (یعنی ۱۰ درصد و ۸۰ درصد به ترتیب در نرها (a) و ماده‌ها (b)) در نظرگرفته شد.

نتایج و بحث

جداول ۱، ۲ و ۳ مقادیر پیشرفت ژنتیکی و تاخیر ژنتیکی مورد انتظار با دخالت و عدم دخالت انتخاب بر واریانس ژنتیکی افزایشی و میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب را تحت مقادیر مختلف نرخ انتقال میش از

پایه به هسته (x) و همچنین نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه (w) را با شدت انتخاب متوسط به ازای تغییر اندازه هسته از کل جمعیت نشان می‌دهد.

نتایج این جداول نشان می‌دهد برای هر اندازه بخصوص از هسته و با یک نرخ انتقال معین میش از پایه به هسته، یک نرخ انتقال نر از هسته به پایه (w) وجود دارد که باعث حداکثر شدن مقدار پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار (اعم از با یا بدون دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت) و حداقل شدن میزان تاخیر ژنتیکی می‌شود. به عنوان مثال در شرایطی که اندازه هسته معادل ۵ درصد کل جمعیت بود (جدول ۱) و ۲۵ درصد از میش‌های جایگزین هسته از گله پایه تامین می‌شد (x=۰/۲۵)، تامین ۵۰ درصد از قوچ‌های پایه توسط هسته (w=۰/۵۰)به بیشترین پیشرفت ژنتیکی و نیز کمترین تاخیر ژنتیکی انجامید. بنابراین برای نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه یک سطح بهینه وجود دارد. بررسی مقدار بهینه w برای اندازه هسته ۵ درصد (جدول ۱) نشان داد، مقدار بهینه w به ازای تمام مقادیر x مساوی ۰/۵ بود. این مقدار بهینه به ازای اندازه هسته مساوی ۱۰ و ۱۵ درصد (جداول ۲ و ۳)، صرفنظر از مقدار x، ۷۵ درصد بود (باستثنای یک مورد که برابر ۵۰ درصد بود). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت نرخ انتقال بهینه قوچ از هسته به پایه تا حدی به اندازه هسته از جمعیت بستگی داشته و تقریبا مستقل از میزان باز بودن هسته بر روی میش‌های پایه است.

بررسی جدول ۱ نشان داد که میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر کاهشی انتخاب در شرایطی که هسته ۵ درصد از جامعه را به خود اختصاص می‌داد، بین۱۱/۸٤درصد (با x=۰/۲۵و w=۰/۵۰) تا ۱۵/٤۸ درصد (با x=۱/۰و w=۰/۲۵) متغیر بود. یعنی کمترین اریبی به ازای مقدار بهینه w از نظر پیشرفت ژنتیکی حاصل شد. مقادیر اریبی در سطوح دیگر x نیز نشان داد که با مقادیر بهینه w کمترین اریبی حاصل شد. همچنین بررسی مقادیر اریبی در این جدول نشان داد با زیاد شدن x سطح اریبی افزایش یافت.

دامنه اریبی برآورد پیشرفت ژنتیکی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب، در جداول ۲ و ۳ به ترتیب برابر ٤۵/۱۹-۱٦/۱۳ و ۱۳/۷۳-۱٦/٦۷ بود. همانند آنچه که در مورد جدول ۱ بیان شد، مقادیر اریبی در ازای مقادیر بهینه w از نظر پیشرفت ژنتیکی، به حداقل مقدار خود رسیدند. در این جداول نیز مشاهده شد با افزایش x میزان اریبی افزایش یافت. میزان اریبی در حالت اندازه-ی هسته ۵ درصد، کمتر از مقدار مربوطه در اندازه‌ی هسته ۱۰ و ۱۵ درصد بود. از آنجا که انتخاب در هسته اتفاق می‌افتد، وقتی اندازه هسته نسبت به اندازه کل جمعیت کوچک است، اثرات ناشی از نادیده گرفتن انتخاب خفیف‌تر خواهند بود. به همین دلیل میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب در این سطح از اندازه نسبی هسته از بقیه سطوح کمتر بود.

مولر و جیمز (۱۹۸۳) نیز با شبیه‌سازی یک طرح اصلاح نژاد هسته باز برای گوسفندان استرالیا دریافتند که میزان اریبی برآورد پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب، به اندازه هسته از کل جمعیت حساسیت ندارد.

جدول ۱- پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در وزن تولد و میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب با اندازه نسبی هسته از کل جمعیت برابر ۵ درصد

Table1- Expected genetic gain in birth weight and the amount of bias due to ignoring the effect of selection with nucleus size relative to whole population as 5 percent

x*	w	G_0	G_{eq}	A_0	A_{eq}	Bias
	0.0	0.258	0.2252	-**	-	0.147
	0.25	0.285	0.252	0.326	0.298	0.127
0.25	0.50	0.287	0.257	0.303	0.270	0.118
	0.75	0.285	0.255	0.320	0.282	0.119
	1.0	0.280	0.247	0.361	0.318	0.134
	0.0	0.255	0.222	-	-	0.150
	0.25	0.284	0.247	0.344	0.303	0.146
0.50	0.50	0.289	0.254	0.321	0.278	0.137
	0.75	0.287	0.251	0.332	0.288	0.141
	1.0	0.288	0.243	0.364	0.317	0.145
	0.0	0.252	0.219	-	-	0.152
	0.25	0.278	0.241	0.322	0.275	0.153
0.75	0.50	0.283	0.247	0.309	0.266	0.146
	0.75	0.279	0.243	0.319	0.278	0.148
	1.0	0.268	0.234	0.349	0.304	0.145
	.0.0	0.250	0.216	-	-	0.154
	0.25	0.270	0.233	0.275	0.236	0.155
1.0	0.50	0.271	0.236	0.272	0.235	0.147
	0.75	0.266	0.231	0.286	0.249	0.149
	1.0	0.249	0.216	0.316	0.274	0.153

*x نرخ انتقال میش از پایه به هسته، w نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه، G_0پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، G_{eq} پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_0 تاخیر ژنتیکی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_{eq}تاخیر ژنتیکی در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی، Bias میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت.

**در حالت w=۰، طرح اصلاح نژاد دو لایه وجود ندارد به همین علت برآوردی از A_{eq} و A_0 وجود ندارد.

*x Female transfer rate from base to nucleus, w Male transfer rate from base to nucleus, G_0Genetic gain (Kg per year) due to ignoring the effect of selection on genetic variance, G_{eq} Genetic gain (Kg per year) inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, A_0Genetic lag due to ignoring the effect of selection on genetic variance, A_{eq} Genetic lag inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, Bias the amount of bias due to ignoring the effect of selection on genetic variance.

**At w=0, there is no two-layer breeding schemes, and in consequence, no estimates forA_0orA_{eq}.

جدول ۲- پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در وزن تولد و میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب با اندازه هسته از کل جمعیت برابر ۱۰درصد

Table2- Expected genetic gain in birth weight and the amount of bias due to ignoring the effect of selection with nucleus size relative to whole population as 10 percent

x*	w	G_0	G_{eq}	A_0	A_{eq}	Bias
	0.0	0.254	0.221	-**	-	0.150
	0.25	0.282	0.248	0.296	0.269	0.136
0.25	0.50	0.287	0.253	0.256	0.228	0.131
	0.75	0.287	0.253	0.259	0.228	0.132
	1.0	0.283	0.248	0.286	0.250	0.142
	0.0	0.248	0.215	-	-	0.154
	0.25	0.278	0.241	0.312	0.271	0.154
0.50	0.50	0.287	0.249	0.278	0.240	0.151
	0.75	0.287	0.250	0.276	0.238	0.150
	1.0	0.282	0.244	0.296	0.256	0.155
	0.0	0.243	0.210	-	-	0.156
	0.25	0.270	0.233	0.298	0.247	0.158
0.75	0.50	0.278	0.241	0.266	0.229	0.156
	0.75	0.278	0.241	0.266	0.230	0.152
	1.0	0.272	0.235	0.285	0.246	0.154
	.0.0	0.238	0.205	-	-	0.158

	0.25	0.259	0.226	0.239	0.205	0.160
1.0	0.50	0.261	0.226	0.234	0.202	0.156
	0.75	0.264	0.229	0.229	0.197	0.155
	1.0	0.251	0.216	0.254	0.219	0.164

*x نرخ انتقال میش از پایه به هسته، w نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه، G_0پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، G_{eq} پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_0 تاخیر ژنتیکی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_{eq}تاخیر ژنتیکی در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی، Bias میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت.

**در حالت w=۰، طرح اصلاح نژاد دو لایه وجود ندارد به همین علت برآوردی از A_{eq} و A_0 وجود ندارد.

*x Female transfer rate from base to nucleus, w Male transfer rate from base to nucleus, G_0Genetic gain (Kg per year) due to ignoring the effect of selection on genetic variance, G_{eq}Genetic gain (Kg per year) inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, A_0Genetic lag due to ignoring the effect of selection on genetic variance, A_{eq} Genetic lag inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, Bias the amount of bias due to ignoring the effect of selection on genetic variance.

**At w=0, there is no two-layer breeding schemes, and in consequence, no estimates forA_0orA_{eq}.

جدول ۳- پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در وزن تولد و میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب با اندازه هسته از کل جمعیت برابر ۱۵درصد

Table3- Expected genetic gain in birth weight and the amount of bias due to ignoring the effect of selection with nucleus size relative to whole population as 15 percent

x*	w	G_0	G_{eq}	A_0	A_{eq}	Bias
	0.0	0.251	0.218	-**	-	0.153
	0.25	0.280	0.245	0.285	0.259	0.142
0.25	0.50	0.286	0.251	0.236	0.210	0.138
	0.75	0.287	0.252	0.232	0.204	0.137
	1.0	0.284	0.248	0.253	0.221	0.146
	0.0	0.243	0.210	-	-	0.157
	0.25	0.273	0.236	0.299	0.258	0.158
0.50	0.50	0.283	0.245	0.260	0.223	0.156
	0.75	0.284	0.247	0.251	0.217	0.157
	1.0	0.282	0.243	0.266	0.229	0.158
	0.0	0.235	0.203	-	-	0.159
	0.25	0.263	0.226	0.274	0.235	0.161
0.75	0.50	0.273	0.235	0.247	0.213	0.160
	0.75	0.274	0.237	0.242	0.209	0.156
	1.0	0.269	0.233	0.256	0.221	0.155
	.0.0	0.228	0.196	-	-	0.161
	0.25	0.249	0.214	0.222	0.190	0.163
1.0	0.50	0.255	0.221	0.210	0.181	0.161
	0.75	0.256	0.222	0.209	0.179	0.160
	1.0	0.2473	0.211	0.226	0.194	0.166

*x نرخ انتقال میش از پایه به هسته، w نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه، G_0پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، G_{eq}پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_0 تاخیر ژنتیکی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_{eq}تاخیر ژنتیکی در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی، Bias میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت.

**در حالت w=۰، طرح اصلاح نژاد دو لایه وجود ندارد به همین علت برآوردی از A_{eq} و A_0 وجود ندارد.

*x Female transfer rate from base to nucleus, w Male transfer rate from base to nucleus, G_0Genetic gain (Kg per year) due to ignoring the effect of selection on genetic variance, G_{eq}Genetic gain (Kg per year) inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, A_0Genetic lag due to ignoring the effect of selection on genetic variance, A_{eq} Genetic lag inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, Bias the amount of bias due to ignoring the effect of selection on genetic variance.

**At w=0, there is no two-layer breeding schemes, and in consequence, no estimates forA_0orA_{eq}.

جدول ٤ مقادیر پیشرفت و تاخیر ژنتیکی مورد انتظار با فرض ثابت بودن واریانس و دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت و نیز میزان اریبی مربوطه را با سه سطح شدت انتخاب شدید، متوسط و ضعیف در یک

سیستم هسته‌ی بسته (x=۰/۰) نشان می‌دهد. در اثر افزایش شدت انتخاب پیشرفت ژنتیکی افزایش و تاخیر ژنتیکی بین پایه و هسته کاهش یافت. میزان اریبی بین ۱۲/۲۰ تا ۱٦/٥٤ درصد متغیر بوده و بالاترین میزان اریبی در شدت انتخاب بالا (a=۰/۰۱ و b=۰/۲۰) مشاهده شد. و دلیل آن را هم می‌توان اینگونه توجیه کرد که اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی افزایشی به دو عامل بستگی دارد: شدت انتخاب و صحت آن. بالا بودن شدت انتخاب به معنی اثر شدیدتر انتخاب بر کاهش واریانس ژنتیکی است و فاصله بین مقدار پیشرفت ژنتیکی حاصل از ثابت فرض کردن واریانس و دخالت انتخاب بر واریانس صفت را افزایش می‌دهد (مولر و جیمز ۱۹۸۳).

جدول ۴- پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در وزن تولد و میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب به ازای سطوح مختلف شدت انتخاب نرها و ماده‌ها در شرایط بسته بودن سیستم

Table4-Expected genetic gain for birth weight and the amount of bias due to ignoring the effect of selection by different levels of selection intensity in males and females in a closed system

a*	b	w	G_0	G_{eq}	A_0	A_{eq}	Bias
0.01	0.20	0.0	-**	-	-	-	-
		0.25	0.369	0.316	0.036	0.025	0.165
		0.50	0.369	0.316	0.067	0.0505	0.165
		0.75	0.369	0.316	0.097	0.097	0.165
		1.0	0.369	0.316	0.136	0.118	0.165
0.05	0.50	0.0	-	-	-	-	-
		0.25	0.259	0.226	0.047	0.034	0.147
		0.50	0.259	0.226	0.088	0.068	0.147
		0.75	0.259	0.226	0.128	0.107	0.147
		1.0	0.259	0.226	0.179	0.157	0.147
0.10	0.80	0.0	-	-	-	-	-
		0.25	0.191	0.170	0.056	0.043	0.122
		0.50	0.191	0.170	0.106	0.086	0.122
		0.75	0.191	0.170	0.155	0.134	0.122
		1.0	0.191	0.170	0.217	0.193	0.122

*a شدت انتخاب در نرها، b شدت انتخاب در ماده‌ها w، نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه، G_0پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، G_{eq}پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_0 تاخیر ژنتیکی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_{eq}تاخیر ژنتیکی در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی، Bias میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت.

**در حالت w=۰، طرح اصلاح نژاد دو لایه وجود ندارد به همین علت برآوردی از A_{eq} و A_0 وجود ندارد.

*a Selection intensity in males, b Selection intensity in females ,w Male transfer rate from base to nucleus, G_0Genetic gain (Kg per year) due to ignoring the effect of selection on genetic variance, G_{eq} Genetic gain (Kg per year) inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, A_0Genetic lag due to ignoring the effect of selection on genetic variance, A_{eq} Genetic lag inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, Bias the amount of bias due to ignoring the effect of selection on genetic variance.

**At w=0, there is no two-layer breeding schemes, and in consequence, no estimates forA_0orA_{eq}.

جدول ٥ (همانند جدول ٤) مقادیر پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار با دخالت و عدم دخالت انتخاب بر واریانس ژنتیکی افزایشی و میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر کاهش واریانس ژنتیکی صفت را به ازای سطوح مختلف شدت انتخاب نرها و ماده‌ها در هسته-های باز (x≠۰/۰)نشان می‌دهد. با افزایش شدت انتخاب پیشرفت ژنتیکی نیز افزایش ولی میزان تاخیر ژنتیکی کاهش یافت. در هر سطح از شدت انتخاب، برای w یک مقدار بهینه از نظر افزایش پیشرفت ژنتیکی و کاهش تاخیر ژنتیکی وجود داشت. این مقدار بهینه برای همه سطوح شدت انتخاب مساوی w=۰/۷۵ بود. نرخ انتقال بهینه در هر دو شرایط دخالت و عدم دخالت انتخاب برابر بود.

در شرایط باز بودن هسته (جدول ٥) میزان اریبی بین ١٤/١٨ تا ١٧/٧٢ درصد متغیر بود و بالاترین میزان اریبی در شدت انتخاب شدید (a=۰/۰۱و b=۰/۲۰)

مشاهده شد. در همه سطوح شدت انتخاب، به ازای w=۰/۷۵ میزان اریبی در کمترین حد قرار داشت. نتایج این جدول تاییدی است بر نتیجه‌ای که پیش از این بیان شد (اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی افزایشی به دو عامل بستگی دارد: شدت انتخاب و صحت آن). مولر و جیمز (۱۹۸۳) نیز با شبیه‌سازی یک طرح اصلاح نژاد هسته باز برای گوسفندان استرالیایی نشان دادند که میزان اریبی برآورد پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب در شدت انتخاب شدید بیشتر از شدت انتخاب ضعیف است.

جدول ۵- پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در وزن تولد و میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب به ازای سطوح مختلف شدت انتخاب نرها و ماده‌ها در شرایط باز بودن سیستم

Table5-Expected genetic gain for birth weight and the amount of bias due to ignoring the effect of selection by different levels of selection intensity in males and females in a opened system

a*	b	w	G_0	G_{eq}	A_0	A_{eq}	Bias
0.01	0.20	0.0	0.351	0.298	-**	-	0.177
		0.25	0.374	0.318	0.214	0.186	0.175
		0.50	0.381	0.325	0.186	0.159	0.173
		0.75	0.383	0.326	0.180	0.154	0.171
		1.0	0.379	0.323	0.192	0.164	0.173
0.05	0.50	0.0	0.236	0.203	-	-	0.163
		0.25	0.265	0.228	0.277	0.239	0.162
		0.50	0.274	0.236	0.240	0.207	0.160
		0.75	0.276	0.238	0.233	0.201	0.158
		1.0	0.271	0.234	0.250	0.215	0.160
0.10	0.80	0.0	0.159	0.140	-	-	0.136
		0.25	0.196	0.171	0.348	0.301	0.143
		0.50	0.207	0.181	0.300	0.260	0.143
		0.75	0.210	0.184	0.291	0.254	0.141
		1.0	0.205	0.179	0.309	0.270	0.144

*a شدت انتخاب در نرها، b شدت انتخاب در ماده‌ها w، نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه، G_0پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، G_{eq}پیشرفت ژنتیکی (بر حسب کیلو گرم در سال) در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_0 تاخیر ژنتیکی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت، A_{eq}تاخیر ژنتیکی در نسل تعادل با دخالت دادن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی، Bias میزان اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی صفت.

**در حالت w=۰، طرح اصلاح نژاد دو لایه وجود ندارد به همین علت برآوردی از A_{eq} و A_0 وجود ندارد.

*a Selection intensity in males, b Selection intensity in females, w Male transfer rate from base to nucleus, G_0Genetic gain (Kg per year) due to ignoring the effect of selection on genetic variance, G_{eq} Genetic gain (Kg per year) inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, A_0Genetic lag due to ignoring the effect of selection on genetic variance, A_{eq} Genetic lag inbalanced generation with considering the effect of selection on genetic variance, Bias the amount of bias due to ignoring the effect of selection on genetic variance.

**At w=0, there is no two-layer breeding schemes, and in consequence, no estimates forA_0orA_{eq}.

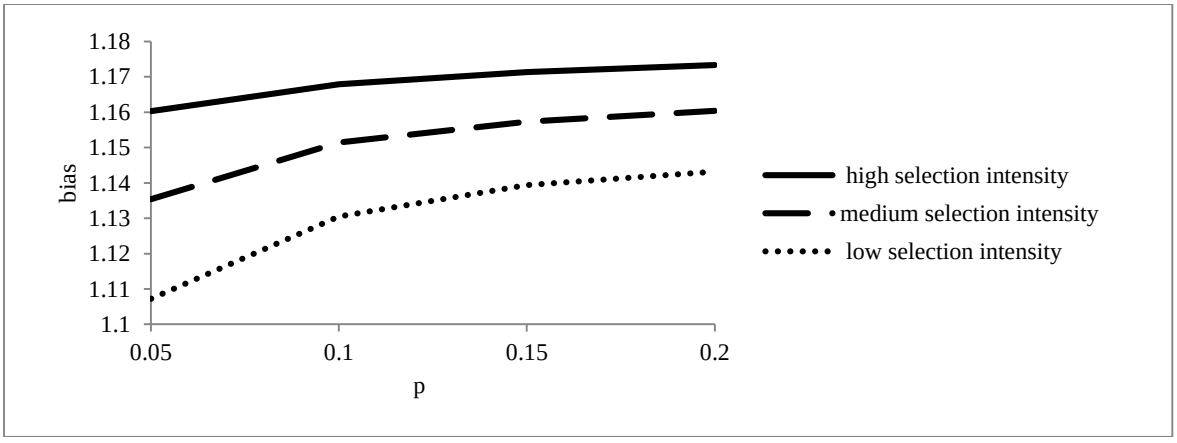
شکل ۱ تغییرات میزان اریبی با اندازه‌های مختلف هسته را تحت سه حالت مختلف از نظر شدت انتخاب نرها و ماده‌ها نشان می‌دهد. در این نمودار، نرخ انتقال قوچ از هسته به پایه (w) و همچنین نرخ انتقال میش از پایه به هسته (x) ثابت و برابر ۰/۵۰ در نظر گرفته شد. میزان اریبی بین ۱۰ تا ۱۷ درصد

متغیر بود. بیشترین میزان اریبی در حالتی که شدت انتخاب نرها و ماده‌ها بالا بود، مشاهده گردید. در حقیقت این نتیجه تعمیمی است برای نتیجه مربوط به جداول ٤ و ٥، مبنی بر اینکه میزان اریبی در صورت بالا بودن شدت انتخاب بیشتر است.

امروزه استفاده از انتخاب ژنومی در بهبود ژنتیکی دام-های مختلف بویژه گاو شیری در حال گسترش است. یکی از نتایج سهل شدن تعیین ژنوتیپ حیوانات برای نشانگرهای مولکولی متراکم در سطح کل ژنوم، افزایش امکان تعیین ژنوتیپ تعداد زیادی حیوان و انتخاب در میان آن‌هاست. یعنی انتخاب ژنومی می‌تواند به افزایش چشمگیر شدت انتخاب در هر دو جنس نر و ماده منجر

شود (هایس و همکاران ۲۰۱۰). با توجه به نتایج این تحقیق، اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب در شدت انتخاب‌های شدید، بیشتر است. بنابراین در مقایسه طرح‌های مختلف انتخاب ژنومی به منظور انتخاب بهترین استراتژی برای پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار، نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژِنتیکی، می‌تواند به نتیجه‌گیری‌های غلط منجر شود.

همانطور که از شکل ۱ مشاهده می‌شود، روند تغییرات اریبی در اثر افزایش اندازه هسته برای حالتی که شدت انتخاب بالا است، نسبت به دو حالت دیگر خطی‌تر به نظر می‌رسد. از طرفی دیگر در هر سطح از شدت انتخاب، با افزایش اندازه‌ی هسته از ۱۰ درصد به بالا، افزایش اریبی به مراتب جزیی‌تر از هنگامی است که اندازه هسته کمتر از ۱۰ باشد. بنابراین برای هسته‌های کوچکتر اثر عدم دخالت انتخاب بر پیشرفت ژنتیکی شدیدتر است.



شکل ۱- تغییر میزان اریبی برآورد پیشرفت ژنتیکی(bias) به ازای تغییر در اندازه هسته (p) تحت شرایط مختلف از نظر شدت انتخاب نرها و ماده‌ها

Figure1- Change of the amount of bias in estimated genetic gain (bias) by changing the size of the nucleus (p) under various selection intensity of males and females

نتیجه‌گیری کلی

نادیده گرفتن اثر انتخاب بر واریانس ژنتیکی باعث ایجاد اریبی در پیش‌بینی پیشرفت ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح نژاد هسته‌ای شد. با این حال میزان نرخ بهینه انتقال قوچ از هسته به پایه مستقل از دخالت یا عدم دخالت اثر انتخاب بوده و کمترین اریبی نیز در شرایط بهینه بودن این نرخ انتقال رخ داد. باز شدن هسته به روی میش‌های پایه باعث افزایش اریبی ناشی از نادیده گرفتن اثر انتخاب شد. میزان اریبی تحت تاثیر شدت انتخاب قرار گرفت و در شدت انتخاب بالاتر بیشتر بود. با این حال در سطوح مختلف شدت انتخاب، هنگامی که اندازه هسته از ۱۰ درصد جمعیت بیشتر بود، تغییرات اندازه هسته اثر قابل توجهی بر میزان اریبی نداشت. نتایج این تحقیق نشان داد در شدت انتخاب کم، می‌توان با نادیده گرفتن اثر انتخاب، برنامه بهبود ژنتیکی را بهینه‌سازی کرد. اما در شدت انتخاب شدید نادیده گرفتن این اثر می‌تواند منجر به نتیجه‌گیری اشتباه شود.

منابع مورد استفاده

Askari- Hemmat H and Shadparvar A, 2012. Simulation study of effect on genetic gain and genetic lag of nucleus size in an open nucleus breeding scheme. Pp. 1193-1197. The 5th Iranian Congress on Animal Science. Isfahan, Iran.

Bulmer MG, 1971. The effect of selection on genetic variability. American Society of Naturalists 195: 201-211.

Dekkers JCM, Gibson JP, Bijma P and Arendonk AM, 2004. Design and optimization of animal breeding programmes. Pp. 38-60. Iowa State University.

Ebrahemian N, Shadparvar A, Ghavi- Hosseinzade N and Askari-Hemmat H, 2012. Effect of ram transfer rate from nucleus to base population on genetic gain in nucleus breeding system. Pp. 517-521. The 5th Iranian Congress Animal Science. Isfahan, Iran.

Hayes BJ, Bownam PJ, Chamberlain AJ and Goddard ME, 2010. Genomic selection in dairy cattle: Progress and challenges. Dairy Science 92: 433-443.

Hopkins IRand James JW, 1978. Theory of nucleus breeding schemes with overlapping generation. Theoretical and Applied Genetics 53: 17-24.

Jackson N and Turner HN, 1972. Optimal structure for a cooperative nucleus breeding system. Animal Production 9: 55-64.

James JW, 1977. Open nucleus breeding systems. Animal Production 24: 287-305.

Kosgey IS, Baker RL, Udo HMJ, and Van Arendonk JAM, 2006. Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics a review. Small Ruminant Research 61: 13-28.

Kosgey IS, and Okeyo AM, 2007. Genetic improvement of small ruminant in low-input, smallholder production systems: technical and infrastructural issues. Small Ruminant Research 70: 76-88.

Mueller JP and James JW, 1983. Effects of reduced variance due to selection in open nucleus breeding system. Agricultural Research 34: 53-62.

Vatankhah M, Moradi- Sharebabak M, Nejati- Javaremi A, Miraei- Ashtiani SR and Vaez-Torshizi R, 2004. A review of sheep breeding in Iran. Pp. 590-596. Proceedings of1thcongress on Animal Science and Country's Aquatic, College of Agriculture & Natural Resources University of Tehran, Iran.

Vatankhah M, 2005. Appropriate Model for Lori Bakhtiari sheep breeding in rural. PhD Thesis, The University of Tehran.

The effect of nucleus size and selection intensity on the amount of bias due to ignoring the effect of selection in estimated genetic gain in nucleus breeding schemes in Lori Bakhtiari sheep

F shahverdi[1*], A A shadparvar[2]and M Vatankhah[3]

Received: November 30, 2017 Accepted: May 30, 2018

[1] MSc Graduated Student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
[2] Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural, university of Guilan, Rasht, Iran
[3] Associate Professor, Department of Animal Science, Agriculture and Natural Resources Research Center, Shahrekord, Iran
[*]Corresponding author:fatemehshahverdi32@yahoo.com

Introduction: One of the breeding programs for sheep is the nucleus breeding scheme (Kosgey and Okeyo 2007). The nucleus breeding system, including open or close nucleus, is a good start for genetic improvement in many populations. Unlike the close nucleus schemes, there is a reciprocal gene flow in open nucleus schemes, where the best animals from base layer could be transferred to the nucleus layer (Kosgey et al. 2006). In the original nucleus breeding scheme, a constant genetic variation was assumed for the trait of interest across different generations (Hopkins and James 1978). However, it is well realized that the additive genetic variance is decreased after several generations of intense selection. Thus, the actual genetic gain is likely less than the expected genetic gain. In other words, the outcomes of these breeding schemes are likely affected by the intensity of selection as well as the relative size of the nucleus population to the size of whole population. The aim of current study was to investigate the effect of relative nucleus size at three levels of 5, 10 and 15 percent and the effect of selection intensity in males and females at three levels of high (i.e. selection proportion in male and female candidates were 1 and 20 percent, respectively), moderate (i.e. selection proportion in male and female candidates were 5 and 50 percent, respectively) and weak (i.e. selection proportion in male and female candidates were 10 and 80 percent, respectively) on the amount of biasness of predicted genetic gain due to ignoring the effect of selection on genetic variance.

Material and methods: An open nucleus breeding scheme was deterministically simulated using data from Lori Bakhtiari sheep breed, consisting a nucleus herd of 1005 ewes and a base herd of 4019 ewes (Vatankhah 2005). Birth weight was the breeding goal trait and selection was carried out using one individual performance record. The generation was assumed to be overlapped and three and six age groups were considered for males and females, respectively. The age of parents at first lambing was 2 years and 0.94 yearling lamb was produced per ewe. One ram was mated to 33 ewes. The additive genetic variance for breeding goal trait was 0.11 and its heritability was set to 0.30.

Results and discussion: For a given size of the nucleus and a constant rate of transferring ewes from base population to nucleus (x), there was an optimum rate of migration of nucleus rams into the base population (w), that maximized the expected genetic gain and minimized the genetic lag between nucleus and base populations, with or without accounting for the effect of selection on the genetic variance. By increasing the relative size of the nucleus, from 5 to 15 percent of whole population, the biasness of the predicted genetic gain was increased from 11.84 to 16.67 percent. At a given rate of x, the bias of genetic gain prediction which originated from ignoring the effect of selection, varied nonlinearly as the rate of w increased and had a minimum value at the optimal value of w. At a particular rate of w, increasing the rate of x, was associated with higher rate of bias. The rate of bias increased from 12.2 to 16.54 percent, as the intensity of selection increased. The reason could be the markedly reduction in the genetic variance of considered trait due to selection at

high selection intensities. In open nucleus schemes, the amount of bias changed from 14.18 to 17.72, as a consequence of increasing the intensity of selection. Across all levels of selection intensity in open nucleus programs, the lowest bias was observed at the rate of 0.75 for w. Evaluation of joint effect of relative nucleus size and intensity of selection, showed that at high selection intensity and relative nucleus sizes higher than 10 percent, the amount of bias was not likely to be influenced by nucleus size.

Conclusion: Ignoring the effect of selection on genetic variance could result in a biased prediction of genetic gain in the nucleus breeding schemes. However, the optimal ram transfer rate from nucleus to base population was independent from the effect of selection intensity. The lowest bias was observed for the scheme with optimum transfer rate. Results of the current study revealed that at weak selection intensity, the effect of selection could be ignored and the breeding program could be optimized for ram transfer rate from nucleus to the base populations. However, at high selection intensities, the ignorance of this effect might result in wrong conclusions.

Keyword: Deterministic simulation, Genetic lag, Genetic variance, Lori Bakhtiari sheep