



## عوامل موثر بر نتایج انتخاب دو مرحله‌ای در طرح اصلاح نژادی هسته‌باز

حشمت‌الله عسکری‌همت<sup>۱</sup>، عبدالاحد شادپرور<sup>۲\*</sup>، سیدرضا میرایی‌آشتیانی<sup>۳</sup>، رسول واعظ‌ترشیزی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دوره دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۴- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۹ - تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱۸)

### چکیده

هدف این تحقیق بررسی عوامل موثر بر پیشرفت ژنتیکی سالانه ناشی از یک طرح اصلاح نژاد دارای هسته‌باز بود. انتخاب می‌ش‌های پایه که برای جایگزینی در هسته تعیین می‌شوند طی دو مرحله به ترتیب با استفاده از شاخص انتخاب پایه و شاخص انتخاب هسته انجام شد. برای این منظور یک سیستم اصلاح نژاد هسته‌باز با استفاده از اطلاعات جمعیت گوسفندان لری بختیاری به روش قطعی شبیه‌سازی شد. ابتدا پیشرفت ژنتیکی ناشی از انتخاب دو مرحله‌ای در شرایط مبنا برآورد شد و سپس سطوح مختلف صحت انتخاب در پایه و هسته و دو سطح متفاوت از نرخ باروری مدنظر قرار گرفت. در شرایط مبنا، مزیت انتخاب دو مرحله‌ای نسبت به انتخاب تک مرحله‌ای مبتنی بر شاخص پایه ۷/۶۵ درصد بود. در این شرایط همبستگی ۰/۶۲۷ بین شاخص پایه و هسته وجود داشت. مزیت انتخاب دو مرحله‌ای به صحت انتخاب در دو مرحله وابسته بود و از ۴/۶ درصد (صحت انتخاب پایه و هسته به ترتیب برابر ۰/۵ و ۰/۶۵) تا ۱۵/۴۵ درصد (صحت انتخاب دو مرحله به ترتیب برابر ۰/۲ و ۰/۹۵) تغییر کرد. حداکثر مزیت انتخاب دو-مرحله‌ای با نرخ باروری پایین (۰/۷) و ضریب همبستگی پایین بین شاخص انتخاب دو مرحله (۰/۲۱۱) بدست آمد و برابر با ۱۵/۴۵ درصد بود. به طور کلی نتایج نشان دادند در شرایطی که بین شاخص‌های پایه و هسته همبستگی کمتری وجود داشته باشد و درصد باروری پایین باشد مزیت استفاده از انتخاب دو مرحله‌ای بیشتر است.

**واژه‌های کلیدی:** انتخاب دو مرحله‌ای، شبیه‌سازی قطعی، طرح هسته‌باز، گوسفند لری بختیاری

## مقدمه

انتخاب دومرحله‌ای در سیستم‌های غیرمبتنی بر هسته به‌وسیله محققین مختلفی بررسی شده است (Cochran, 1951; Young, 1964; Brown, 1967; Cunningham, 1975; Morely, 1988; Wade and James, 1996; Jopson *et al.*, 2004). در سیستم‌های مبتنی بر هسته، می‌توان اندازه‌گیری‌های متعدد و پرهزینه‌تر را (علاوه بر هسته)، در پایه با جمعیت زیاد فقط به بخش کوچکی از میش‌ها که در مرحله اول بر اساس شاخصی ساده و کم‌هزینه انتخاب شده‌اند محدود کرد (Mueller and James, 1984) و سپس انتخاب نهایی برای انتقال به هسته را فقط از بین این دام‌ها با شاخصی پیشرفته (و پرهزینه) انجام داد. بنابراین، با انتخاب در مرحله اول بر اساس اندازه‌گیری تنها یک صفت که در تمام میش‌های جوان به سادگی قابل اندازه‌گیری بوده، هزینه اندازه‌گیری کم شده و مشروط بر آنکه همبستگی قابل قبولی میان آن صفت با صفات هدف وجود داشته باشد، می‌توان از هزینه‌های اندازه‌گیری و دیگر هزینه‌های مرتبط به میزان زیادی کاست و از رشد ژنتیکی نزدیک به حداکثر (Mueller, 1984) نیز برخوردار شد. لذا، طرح هسته‌باز کلاسیک (James, 1977) با اعمال تغییراتی به‌وسیله Mueller (1984) برای نسل‌های مجزا و به‌وسیله Mueller and James (1984) برای نسل‌های همپوشان به‌صورت ساده شده و در هر دو مورد به منظور انتخاب دو مرحله‌ای در پایه و با شاخص‌ها و صحت‌های انتخاب متفاوت در دو لایه بکار گرفته شده است. پژوهش‌های جدیدتری در خصوص انتخاب دو مرحله‌ای در سیستم‌های اصلاح نژادی مبتنی بر هسته در گوسفند به‌وسیله (Gizaw *et al.*, 2011) و (Horton *et al.*, 2014) صورت گرفته است. با توجه به این که در ایران هیچ مطالعه‌ای پیرامون انتخاب دو مرحله‌ای صورت نگرفته است، هدف از تحقیق حاضر بسط و بررسی بیشتر روش مورد اشاره برای انتخاب دو مرحله‌ای از طریق شبیه‌سازی بود.

سیستم‌های اصلاح نژادی هسته‌باز (James, 1977) به علت برخورداری از نوعی آمیزش جورشده (James, 1977; Shepherd and Kinghorn, 1992)، زمانی که شدت انتخاب در ماده‌ها کم باشد، نسبت به هسته‌ی بسته ۱۵-۱۰٪ رشد ژنتیکی بیش‌تری دارند (James, 1977). مرور هسته‌های باز اصلاح نژادی در گوسفند به‌وسیله (Kosgey *et al.*, 2006) و (Kosgey and Okeyo, 2007) انجام شد. در پرورش گوسفند، یک و یا تعدادی از برنامه‌های معمول اصلاح نژادی گروهی از قبیل طرح‌های هسته‌باز، چرخه قوچ و نر مرجع قابل اجراست. با توجه به این که در ایران در گله‌های تجاری و به طور اخص در گله‌های کوچک مناطق روستایی، اهداف اصلاح نژادی برای بیش‌تر نژادها تعریف نشده، سیستم سازمان یافته و امکانات لازم برای اندازه‌گیری و ثبت صفات متعدد، انگیزه و دانش کافی دامپروران و غیره که همگی لازمه اجرای طرح‌های اصلاح نژادی گروهی چرخه قوچ (Hammond, 1992; Simm *et al.*, 2001; Eikje, dnøy and Dalton, 1980; Simm) و نر مرجع (Klemetsdal, 2008) می‌باشند در سطح گله‌های پایه وجود ندارد. طرح اصلاح نژادی هسته‌باز در مقایسه با دو طرح نام‌برده، بسیار مناسب‌تر و عملی‌تر به نظر می‌رسد. از جمله دلایل دیگر، انعطاف‌پذیری بیش‌تر طرح هسته‌باز، قابلیت متمرکزسازی اندازه‌گیری‌ها و ثبت صفات متعدد در هسته و به حداقل رساندن این امور در گله‌های پایه و در نتیجه، آسان‌تر نمودن سازمان‌دهی طرح در گله‌های عضو را می‌توان نام برد. سیستم‌های اصلاح نژادی هسته‌باز در گوسفند در دیگر کشورها، به‌طور مثال، در استرالیا به همراه برنامه‌های پیشرفته اندازه‌گیری و آنالیز داده‌ها (Jackson and turner, 1972; James, 1977; Del-Bosque-) (Gonzales, 1989; Shepherd, 1997; Langford, 2014; Sheep Genetics, 2014; Swan, 2014) (Dohne Merino, 2012; Erasmus and Pettit, 2012;) (Jordan, 2013) (ICBF, 2007) و برخی کشورهای دیگر (Kosgey, 2004; FAO, 2007; Tempelman, 2007;) (Mueller, 2010) بررسی و یا اجرا شده است.

## مواد و روش‌ها

شبه‌سازی طرح هسته‌باز با انتخاب دو مرحله‌ای در میان میش‌های پایه که برای جایگزینی در هسته انتخاب می‌شوند، بر اساس اطلاعات گله‌های گوسفند لری بختیاری، به روش قطعی<sup>۱</sup> و با استفاده از توابع محاسباتی مندرج در نرم‌افزار اکسل (Office, 2010) انجام شد. برای میش‌های هسته و پایه شش گروه سنی ۲ تا ۷ ساله در نظر گرفته شد. با توجه به تعداد افراد مولد در هر گروه سنی فاصله نسل ۳/۸ سال برای میش‌ها در هسته و پایه حاصل شد. سه گروه سنی جهت قوچ‌های دو لایه منظور شد و فاصله نسل آن‌ها در هسته و پایه برابر با ۲/۹۷ سال به دست آمد. تعداد میش به ازای هر قوچ، ۵۰ رأس (وطن‌خواه، ۱۳۸۴) در نظر گرفته شد. پارامترهای ورودی اصلی برنامه شبه‌سازی برای بررسی موارد مختلف در جدول ۱ ارایه شده است.

خصوصیات طرح اصلاح نژادی دارای هسته‌ی باز بر اساس James (1977) تعریف شدند. در این طرح فرض شد ۱۰ درصد از کل میش‌های جمعیت در هسته وجود دارند و ۵۰ درصد از میش‌های جایگزین هسته از پایه می‌آیند. میزان انتقال میش از هسته به پایه بستگی به نیاز خود هسته و تعداد میش مازاد موجود در هسته داشت. سهمی از میش‌های مورد نیاز در هسته که در پایه متولد می‌شوند با  $x$  و سهمی از ماده‌های مورد نیاز در پایه که متولد هسته هستند با  $y$  نشان داده می‌شود. بنابراین،  $x=0/5$  و  $y$  به نرخ باروری، نرخ بقا، ترکیب سنی گله میش‌های پایه و نیاز جایگزینی آنها وابسته بود. بر اساس تعداد میش‌های مولد گله‌های هسته و پایه و سهم هسته از کل جمعیت، نرخ انتقال میش از هسته به پایه  $y$  برای نژاد لری بختیاری برابر ۱۱/۱ بود. سهمی از قوچ‌های مورد نیاز در پایه که از قوچ‌های متولد هسته تامین می‌شوند با  $w$  و سهمی از قوچ‌های مورد نیاز برای جایگزینی در هسته که از پایه تامین می‌شوند با  $v$  نشان داده می‌شود. در این طرح، تمام قوچ‌های مورد نیاز در هسته و پایه از قوچ‌های متولد در هسته تامین شدند.

بنابراین،  $w=1$  و  $v=0$  بود. در طرح اصلاح نژادی دارای هسته، هنگام انتخاب جایگزین‌ها اعم از نر یا ماده، ابتدا از میان بهترین افراد در دسترس به قدر نیاز جایگزینی در هسته انتخاب صورت می‌گیرد و سپس از میان بقیه، جایگزین‌های مورد نیاز در پایه انتخاب می‌شوند (James, 1977).

انتخاب دام‌های جوان در دسترس به نسبتی انجام شد که اندازه جمعیت ثابت بماند، بنابراین تعداد افراد مورد نیاز برای جایگزینی مساوی تعداد افراد اولین گروه سنی در نظر گرفته شد. تعداد افراد در دسترس در هر جنس با توجه به درصد باروری و بقا (وطن‌خواه، ۱۳۸۴) محاسبه شد. با توجه به تعداد میش‌های مورد نیاز جایگزینی در هسته که باید از پایه انتخاب شوند و تعداد میش‌های در دسترس انتخاب در پایه، نسبت انتخاب میش‌های پایه مورد نیاز در هسته (BFN) تعیین شد. منظور از انتخاب دو مرحله‌ای این است که ابتدا نسبتی از میش‌های در دسترس انتخاب در پایه ( $q_1$ ) بر اساس شاخص مورد استفاده در خود پایه (یا همان شاخص مرحله اول) شناسایی می‌شوند. سپس در میان افراد شناسایی شده در مرحله اول به نسبت  $q_2$  انتخاب انجام می‌شود. مقادیر  $q_1$  و  $q_2$  باید به گونه‌ای تعیین شوند که حاصل ضرب آن‌ها مساوی نسبت انتخاب میش‌های پایه برای جایگزینی در هسته ( $q_{BFN}$ ) شود. بنابراین، مقادیر  $q_1$  و  $q_2$  مستقل از هم نیستند. ممکن است  $q_1$  را از جذر  $q_{BFN}$  نیز به دست آورد (Mueller and James, 1984). در این صورت  $q_1=q_2$  خواهد بود و در اینجا  $q_{eff}$  یا نسبت انتخاب موثر نامیده می‌شود.

تابع هدف انتخاب ترکیبی خطی از وزن گوشت لاشه با ارزش اقتصادی مثبت و چربی لاشه با ارزش اقتصادی منفی (طالبی و همکاران، ۱۳۸۸) بود. برای انتخاب، در داخل هر یک از دو لایه یعنی هسته و پایه یک شاخص انتخاب تعیین شد.

<sup>1</sup> Deterministic

انتخاب در مرحله اول ۰/۴۲ و در مرحله دوم ۰/۶۷ بود (طالبی و همکاران، ۱۳۹۰). تعداد افراد منتخب در مرحله اول از تعداد مورد نیاز برای هسته بیشتر بود و در مرحله دوم تعداد لازم برای انتقال به هسته از بین آن‌ها انتخاب و تعداد باقی‌مانده به پایه اختصاص داده شد. مقادیر رشد ژنتیکی سالانه حاصل از انتخاب بر حسب قیمت یک سفره پشم ناشر سالانه بیان شدند.

شاخص انتخاب در هسته مرکب بود از وزن شش ماهگی، اندازه‌گیری اولتراسونیک عمق بافت نرم واقع روی دنده دوازدهم در محل GR (UGR) و تخمین وزن دنده در شش-ماهگی. شاخص انتخاب در پایه فقط صفت وزن شش ماهگی را در بر می‌گرفت. این شرایط به عنوان شرایط پایه نامیده شد. در انتخاب دو مرحله‌ای می‌ش‌های پایه برای جایگزین شدن در هسته، مرحله اول بر مبنای شاخص انتخاب پایه و مرحله دوم بر مبنای شاخص انتخاب هسته انجام شد. صحت

جدول ۱- پارامترهای ورودی اصلی مورد استفاده در شبیه‌سازی طرح اصلاح نژادی هسته‌باز کلاسیک با انتخاب دو مرحله‌ای در پایه

Table 1. Main input parameters used in simulation of the classic open-nucleus breeding scheme with two-stage selection in base

Parameters, values and references

No. of ewes in the breeding station (nucleus): 500

No. of ewes per ram in base (and nucleus): 50

Age at first lambing (years) in base (and nucleus): 2

Fertility rate,  $F$ , defined as "Total No. of the young ewes and rams reared per ewe, available for replacement": 0.84. Arbitrary high and low fertility rates for testing purposes: 1.10 and 0.70 lambs.

Survival rates for ewe age groups one to six: 0.793, 0.788, 0.794, 0.791, 0.673, 0

Nucleus size: 0.10

Proportion of base-born ewe- and nucleus-born ram replacements in nucleus and base, respectively: 0.50 and 1.00

Accuracies of the selection indices used "in base in first stage" and "in nucleus in second stage" of selection, respectively: 0.42 and 0.67. Arbitrary accuracies assumed in base and nucleus respectively for testing purposes: "0.20, 0.30, 0.40, 0.50" and "0.50, 0.65, 0.80, 0.95".

گیرد به‌دست آمد و این پارامتر به عنوان رشد ژنتیکی پولی بهینه در نظر گرفته شد. نسبت رشد ژنتیکی حاصل از انتخاب دو مرحله‌ای (با نسبت انتخاب  $q_{eff}$  در مرحله اول) به رشد ژنتیکی بهینه، به عنوان تعریف درصد بهینگی انتخاب دو مرحله‌ای در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه در انتخاب دو مرحله‌ای، بخشی از فرآیند انتخاب افراد BFN در مرحله اول بر مبنای شاخصی صورت می‌گیرد که دارای صحت کم-تری است، انتظار می‌رود درصد بهینگی همواره کم‌تر از واحد باشد.

به منظور بررسی اثر صحت انتخاب در هسته و پایه بر نتایج حاصل از انتخاب دو مرحله‌ای، ترکیبات مختلف حاصل

جهت تعیین مزیت انتخاب دو مرحله‌ای بر انتخاب تک مرحله‌ای، ابتدا رشد ژنتیکی به صورت انتخاب تک مرحله‌ای محاسبه شد. برای این منظور ابتدا فرض شد که تمام BFN مورد نیاز بر مبنای شاخص انتخاب پایه از میان می‌ش‌های در دسترس در پایه انتخاب می‌شوند. سپس رشد ژنتیکی حاصل از انتخاب دو مرحله‌ای با رعایت نسبت انتخاب  $q_{eff}$  به دست آمد. از نسبت رشد ژنتیکی حاصل از انتخاب دو مرحله‌ای به رشد حاصل از انتخاب تک مرحله‌ای مزیت انتخاب دو مرحله‌ای محاسبه شد.

حداکثر رشد ژنتیکی با فرض اینکه انتخاب BFN از همان ابتدا فقط بر اساس شاخص انتخاب هسته صورت می‌-

هسته برای جایگزینی در هسته و ماده‌های متولد پایه برای جایگزینی در هسته، می‌باشند. نام‌گذاری مسیرهای آمیزشی در معادله ۳ نیز مشابه موارد یاد شده در فوق است. پیش‌بینی اختلاف انتخاب برای هر یک از مسیرهای انتخابی مورد استفاده در معادله‌های ۲ و ۳ با استفاده از معادله زیر انجام شد:

$$D_{ijk} = i_{ijk} r_{IH(ijk)} \sigma_H \quad [4]$$

که در آن،  $i$  میانگین شدت انتخاب،  $ijk$  معرف یک یا گروهی از حیوانات متولد شده در آمین لایهٔ مبدأ با آمین جنسیت و مورد استفاده در آمین لایهٔ مقصد،  $r_{IH}$  صحت شاخص انتخاب و  $\sigma_H$  انحراف معیار تابع هدف انتخاب است. این معادله ویژهٔ انتخاب تک مرحله‌ای است که خود جزئی از تحقیق حاضر را تشکیل می‌دهد. انحراف معیار تابع هدف با استفاده از اطلاعات مندرج در طالبی و همکاران (۱۳۹۰) محاسبه شد. پیش‌بینی میزان رشد ژنتیکی در سال با جایگزین نمودن فواصل نسل جایگزین‌های هسته و پایه در معادله مورد استفاده به‌وسیله Mueller and James (1984) که در بخش زیر ارائه شده است، انجام شد:

$$G_{yr} = \frac{gC_N + (1-g)C_B}{gL_N + (1-g)L_B} \quad [5]$$

که در آن،  $G_{yr}$  رشد ژنتیکی پولی سالانه و  $L_N$  و  $L_B$  به‌ترتیب فاصله نسل در هسته و پایه می‌باشند. همان‌طور که قبلاً بیان شد در طرح‌های دارای هسته، ابتدا بهترین حیوانات در دسترس در هر لایه برای هسته منظور شده و سپس از میان باقی‌مانده، جایگزین‌های مورد نیاز پایه انتخاب می‌شوند. به همین دلیل، محاسبه شدت انتخاب در مسیرهای منتهی به پایه به صورت زیر محاسبه شد (Mueller and James, 1984):

$$i_{ijB} = \frac{i_{ijT} q_{ijT} - i_{ijN} q_{ijN}}{q_{ijB}} \quad [6]$$

درحالی که  $q$  نشان دهندهٔ نسبت انتخاب و  $T$  به معنای کل است. سایر علائم در بخش فوق تشریح شده‌اند.

از چهار سطح (۰/۹۵ و ۰/۸۰ و ۰/۶۵ و ۰/۵۰) از صحت‌های شاخص انتخاب در هسته (و در مرحله دوم انتخاب BFN) و چهار سطح (۰/۵۰ و ۰/۴۰ و ۰/۳۰ و ۰/۲۰) برای شاخص پایه (و شاخص مرحله اول انتخاب BFN) در نظر گرفته شد. برای بررسی اثر نرخ باروری (جدول ۱) بر نتایج، ترکیبات در نظر گرفته شده در بالا به ازای نرخ‌های باروری کم (۰/۷) بره در دسترس) و زیاد (۱/۱ بره در دسترس) مدنظر قرار گرفت. به دلیل اینکه شاخص انتخاب پایه و همین‌طور شاخص مورد استفاده در هسته مربوط به یک تابع هدف انتخاب بودند، بین آن‌ها همبستگی وجود داشت. این همبستگی برابر با نسبت صحت انتخاب پایه به صحت انتخاب در هسته بود (Mueller and James, 1984). وجود همبستگی بین دو شاخص به معنی وجود مقداری هم‌پوشانی بین منابع اطلاعات مربوط به دو شاخص است. به منظور بررسی اثر همبستگی بین شاخص‌های انتخاب هسته و پایه بر نتایج انتخاب دو مرحله‌ای، دو سطح همبستگی فرض شد: همبستگی پایین (۰/۲۱۱) و همبستگی بالا (۰/۷۶۹). برای محاسبه رشد ژنتیکی ناشی از انتخاب، از معادلات ارائه شده به‌وسیله Mueller and James (1984) و به شرح زیر استفاده شد.

نسبت انتقال‌های بین لایه‌ای با مبدأ هسته (g):

$$g = \frac{I + y}{I + y + x} \quad [1]$$

تفاوت انتخاب برای هسته و برای پایه ( $C_N$  و  $C_B$ ) به‌ترتیب به‌صورت معادله‌های ۲ و ۳ محاسبه شدند:

$$C_N = \frac{D_{NMN} + (I-x)D_{NFN} + xD_{BFN}}{2} \quad [2]$$

$$C_B = \frac{D_{NMB} + (I-y)D_{BFB} + yD_{NFB}}{2} \quad [3]$$

در این معادله‌ها، نمادهای  $N$ ،  $B$ ،  $M$  و  $F$  به‌ترتیب نشانگر هسته، پایه، نر و ماده می‌باشند. ضمناً، عبارت  $D_{NMN}$  است از اختلاف انتخاب ژنتیکی پولی برای مسیر انتخابی نر-های متولد هسته برای جایگزینی در هسته و  $D_{NFN}$  و  $D_{BFN}$  به‌ترتیب اختلاف انتخاب ژنتیکی پولی برای ماده‌های متولد

شکل ۱ ملاحظه می‌شود، با افزایش  $q_1$  رشد ژنتیکی افزایش یافت. هنگامی که  $q_1 > q_{BFN}$  رشد اضافی مربوط به افزایش شدت انتخاب در مسیر می‌شود که برای جایگزینی در خود پایه انتخاب می‌شوند رخ داد (Mueller and James, 1984). مقدار  $q_{eff}$  مساوی ۱۹/۲۵ درصد و مزیت انتخاب دو مرحله‌ای ۷/۶۵ درصد بود. درصد بهینگی انتخاب دو مرحله‌ای برای این شرایط ۹۶/۹۴ درصد بود. یعنی اگر ابتدا ۱۹/۲۵ درصد از می‌ش‌های پایه بر اساس اطلاعات وزن شش ماهگی خود انتخاب و سپس از بین افراد انتخاب شده ۱۹/۲۵ درصد بر اساس شاخص سه‌صفتی هسته انتخاب شود، فقط ۳/۰۶ درصد کاهش در رشد ژنتیکی پولی نسبت به حالت بهینه مشاهده خواهد شد.

### تأثیر صحت انتخاب در دو لایه بر مزیت انتخاب دو مرحله‌ای

مزیت انتخاب دو مرحله‌ای از نظر میزان رشد ژنتیکی پولی نسبت به انتخاب تک مرحله‌ای در ازای سطوح مختلف صحت شاخص در هسته و پایه در شکل ۲ نشان داده شده است. به طور کلی، به ازای هر سطح از صحت انتخاب در پایه، با افزایش صحت انتخاب در هسته مزیت انتخاب دو مرحله‌ای به صورت غیرخطی افزایش یافت. از طرف دیگر، سطح هر یک از روندهای مزیت با صحت انتخاب پایه نسبت عکس داشت. به عبارت دیگر، با کاهش صحت انتخاب پایه، مزیت انتخاب دو مرحله‌ای زیاد شد. این موضوع نشان می‌دهد در شرایطی که صحت انتخاب در پایه کم است، که در اکثر موارد چنین است، تأکید بر انتخاب دو مرحله‌ای می‌تواند راهکار مناسبی برای افزایش رشد ژنتیکی حاصل از انتخاب محسوب شود.

به علت اینکه  $q_{BFN}$  نسبتی از کل جمعیت می‌ش‌های در دسترس پایه است که طی دو مرحله انتخاب شدند، اختلاف انتخاب حاصل از این نسبت خود شامل دو شدت انتخاب بود. در این ارتباط، معادله اختلاف انتخاب مورد استفاده به وسیله Mueller and James (1984) پس از دخالت دادن  $\sigma_H$  به شکل زیر مورد استفاده قرار گرفت:

$$D_{BFN} = (i_1 r_{11H} + i_2 r_{12H} \sqrt{(1-r^2)c}) \sigma_H \quad [7]$$

در معادله فوق، به ترتیب،  $i_1$  و  $i_2$  شدت انتخاب در مرحله اول و دوم،  $r_{11H}$  و  $r_{12H}$  صحت شاخص‌های انتخاب در مرحله اول و دوم و  $\sqrt{(1-r^2)c}$  ضریب تصحیح برای منظور نمودن کاهش واریانس ژنتیکی در مرحله اول انتخاب است که در آن،  $r$  نشان‌دهنده همبستگی بین شاخص‌های هسته و پایه است و  $c = i_1(i_1 - t_1)$  همچنین  $t_1$  نقطه برش توزیع نرمال حاصل از مرحله اول انتخاب است.

### نتایج و بحث

#### تأثیر انتخاب دو مرحله‌ای بر رشد ژنتیکی در شرایط پایه

شکل ۱، تغییرات رشد ژنتیکی پولی سالانه در قبال نسبت انتخاب می‌ش‌های پایه در مرحله اول ( $q_1$ ) را برای شرایط منطبق با خصوصیات جمعیت گوسفند لری بختیاری نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر صحت شاخص در پایه و هسته (به ترتیب برابر ۰/۴۲ و ۰/۶۷) ضریب همبستگی شاخص هسته و پایه برابر با  $r_{IB,IN} = 0.42 \div 0.67 = 0.627$  بود. در این جمعیت، محاسبه درصد باروری بر اساس وطن-خواه (۱۳۸۴) انجام شد که برابر ۰/۸۴ بره در دسترس بود. برای اینکه ۵۰ درصد از می‌ش‌های مورد نیاز هسته از پایه انتخاب شوند لازم بود ۳/۷ درصد از می‌ش‌های پایه برای این منظور انتخاب شوند ( $q_{BFN} = 0.037$ ). همان‌گونه که در

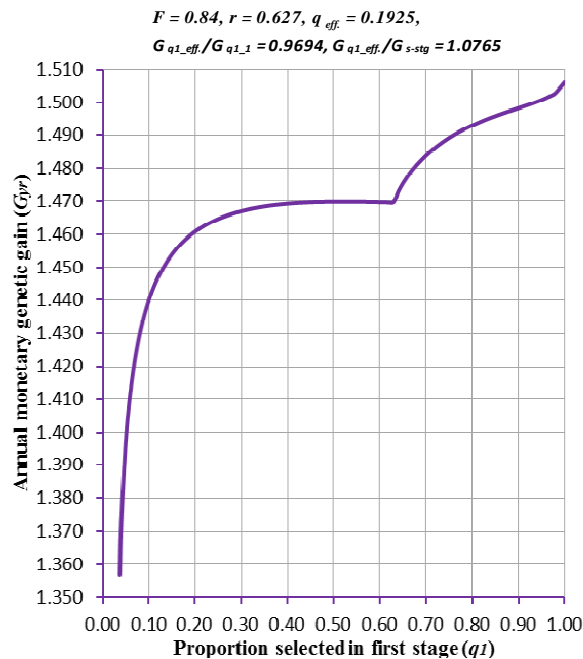


Fig. 1. The monetary genetic gain for varying primary proportions of selection in first stage of base ewes as nucleus replacements.  $q_{eff}$  is the efficient proportion of selection,  $G_{q1\_eff}$  is the annual monetary genetic gain with efficient proportion of selection,  $G_{s\_stg}$  is the annual monetary genetic gain with single-stage selection in base and,  $G_{q1\_1}$  is the maximum annual monetary genetic gain possible. Advantage and optimality percentage, of two-stage selection are indicated by  $G_{q1\_eff}/G_{s\_stg}$  and  $G_{q1\_eff}/G_{q1\_1}$ , respectively.

شکل ۱- رشد ژنتیکی پولی سالانه به ازای نسبت‌های انتخاب مختلف در مرحله اول از انتخاب میش‌های پایه به منظور جایگزینی در هسته در گوسفند لری بختیاری. نمادهای  $q_{eff}$  نسبت انتخاب مؤثر،  $G_{q1\_eff}$  رشد ژنتیکی پولی سالانه با انتخاب دو مرحله‌ای در پایه با نسبت انتخاب مؤثر،  $G_{s\_stg}$  رشد ژنتیکی پولی سالانه با انتخاب تک مرحله‌ای در پایه، و  $G_{q1\_1}$  حداکثر رشد ژنتیکی پولی سالانه ممکن می‌باشند. مزیت و درصد بهینگی انتخاب دو مرحله‌ای به ترتیب برابرند با  $G_{q1\_eff}/G_{s\_stg}$  و  $G_{q1\_eff}/G_{q1\_1}$ .

آوردن نتیجه انتخاب نقش ایفا می‌کند. اگر صحت انتخاب هسته، که در حقیقت صحت انتخاب در مرحله دوم هم با آن برابر است، به اندازه کافی زیاد نباشد ممکن است نتواند اثر منفی کاهش واریانس ناشی از مرحله اول را خنثی نماید. بنابراین، اگر صحت‌های انتخاب در دو مرحله اول و دوم مساوی باشند، انتخاب دو مرحله‌ای قابل توصیه نیست. در حقیقت، انتخاب دو مرحله‌ای هنگامی توجیه عملی دارد که بتوان در مرحله دوم با صحت بیشتری نسبت به مرحله اول انتخاب انجام داد.

در شکل ۲، مزیت انتخاب دو مرحله‌ای (به درصد) نسبت به انتخاب تک مرحله‌ای، هنگامی که صحت انتخاب در هسته و پایه برابر هم و مساوی ۰/۵ بود، منفی شد (۰/۹۳٪). این نشان می‌دهد که کارایی انتخاب دو مرحله‌ای در این حالت کم‌تر از انتخاب تک مرحله‌ای است. در روش انتخاب دو مرحله‌ای، هنگامی که انتخاب مرحله اول انجام می‌شود، واریانس ژنتیکی بین افراد انتخاب شده کاهش می‌یابد. این عاملی است که همیشه در جهت پایین

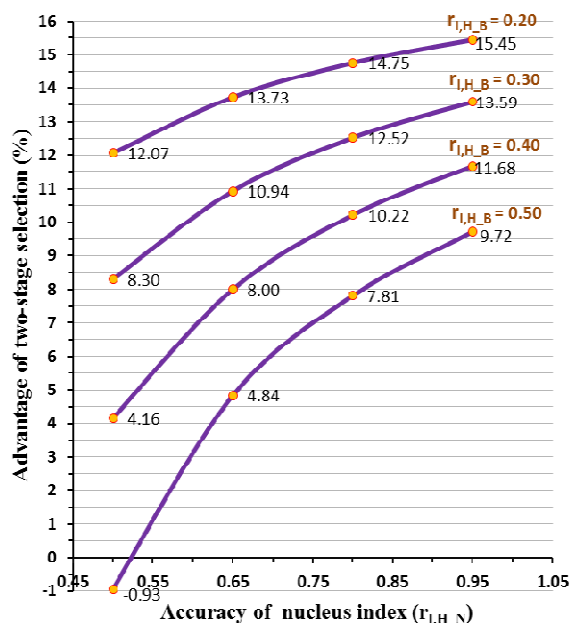


Fig. 2. Trends in the advantage of two-stage selection in a classic, two-tier, open-nucleus breeding scheme for some combinations of varying accuracies of indices used in nucleus and base.  $r_{I,H,B}$  is accuracy of the index used in first stage in base.

شکل ۲- روندهای مزیت انتخاب دو مرحله‌ای در یک طرح هسته‌باز کلاسیک دو لایه اصلاح نژادی برای برخی ترکیبات صحت‌های مختلف شاخص‌های مورد استفاده در هسته و پایه.  $r_{I,H,B}$  معرف صحت شاخص انتخاب مورد استفاده در پایه در مرحله اول است.

انتخاب در پایه از ۰/۲۰ به متوسط (۰/۵۰)، مزیت انتخاب دو مرحله‌ای از ۱۳/۷۳٪ به ۴/۸۴٪ کاهش یافت (۶۴/۷۸٪ کاهش). چنین کاهش، اما به صورت خفیف‌تر، هنگامی که صحت انتخاب در هسته ۰/۹۵ بود نیز مشاهده شد. این مقایسه عددی تأییدی است بر اینکه در شرایط کمتر بودن صحت انتخاب در پایه، کارایی انتخاب دو مرحله‌ای نسبت به انتخاب تک مرحله‌ای ملموس‌تر است.

در جدول ۲، مزیت انتخاب دو مرحله‌ای در مقایسه با انتخاب تک مرحله‌ای و درصد تغییر در آن در چهار حالت مختلف نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با ثابت بودن صحت در پایه، افزایش صحت هسته با افزایش مزیت انتخاب دو مرحله‌ای همراه بود. به عنوان مثال، با صحت انتخاب ۰/۲۰ در پایه، افزایش صحت انتخاب هسته از ۰/۶۵ به ۰/۹۵، منجر به افزایش مزیت انتخاب دو مرحله‌ای از ۱۳/۷۳٪ به ۱۵/۴۵٪ شد (۱۲/۴۹٪ افزایش). این نتیجه تأییدی است بر نتیجه حاصل از شکل ۲ مبنی بر اینکه، با افزایش صحت انتخاب در هسته، مزیت انتخاب دو مرحله‌ای افزایش می‌یابد. هنگامی که صحت انتخاب در پایه ۰/۵۰ باشد نیز چنین روندی مشاهده می‌شود، اما با شدت بیش‌تر (۱۰/۱٪ افزایش در مزیت). این حالت نشان می‌دهد در انتخاب دو مرحله‌ای افزایش صحت در هسته هنگامی توجیه عملی‌تری خواهد داشت که صحت انتخاب در پایه نیز متوسط یا بالا باشد.

از طرف دیگر، همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود به ازای صحت انتخاب ۰/۶۵ در هسته، با افزایش صحت



جدول ۲- مقایسه مزیت انتخاب دو مرحله‌ای و درصد تغییر آن برای ترکیبات مختلف صحت‌های شاخص‌های هسته و پایه مورد استفاده در طرح هسته‌باز کلاسیک

Table 2. Comparison of advantage of two-stage selection and its percentage of variation for varying combinations of accuracies of nucleus and base indices used in the classic open nucleus scheme\*

	Accuracy of the nucleus index		
	0.95	0.65	Row difference
Accuracy of the base index: 0.50	9.722%	4.837%	101.00%
0.20	15.446%	13.732%	12.49%
Column difference	-37.06%	-64.78%	

\*Row difference relates to maximization of selection accuracy in nucleus and the column one to that in base while accuracy of the other tier was held constant, both as a percentage of the advantage with initial accuracy. See text for explanation.

دو مرحله‌ای بیشتر می‌شود. بنابراین می‌توان نتایج شکل ۲ و جدول ۲ را به صورت خلاصه این‌گونه بیان کرد که در شرایط وجود همبستگی بالا بین شاخص‌های انتخاب، انتخاب دو مرحله‌ای توجیه عملی کمتری خواهد داشت که این نتیجه-گیری دور از انتظار نبود. اصولاً همبستگی بالا بین شاخص‌های انتخاب در دو مرحله به معنی وجود اطلاعات مشترک بیشتر بین دو شاخص است. یعنی در وضعیت یاد شده، شاخص مرحله دوم اطلاعات بیشتری نسبت به شاخص مرحله اول ارائه نمی‌کند و به همین دلیل نمی‌تواند رشد ژنتیکی بیشتری نسبت به انتخاب مرحله اول ایجاد نماید.

#### اثر نرخ باروری

در شکل ۳a تغییرات رشد ژنتیکی پولی سالانه حاصل از انتخاب دو مرحله‌ای در مقابل تغییر نسبت انتخاب می‌شده‌های پایه در مرحله اول ( $q_1$ ) هنگامی که سطح باروری پایین ( $F=0.1$ ) بود و در شکل ۳b همان تغییرات در سطح باروری بالا ( $F=1/1$ ) نشان داده شده است. همبستگی بین دو شاخص در سطح پایین ( $r=0.11$ ) در نظر گرفته شد. از مقایسه شکل‌های ۳a و ۳b مشاهده می‌شود که نرخ باروری بالاتر با رشد ژنتیکی بیشتری همراه بود. نرخ باروری بالاتر به منزله شدت انتخاب بیشتر در مسیرهای مختلف انتخاب است. بررسی مقادیر مربوط به مزیت انتخاب دو مرحله‌ای و درصد بهینه بودن آن نشان داد که در باروری پایین‌تر مزیت و درصد بهینگی انتخاب دو مرحله‌ای بیشتر است.

#### اثر همبستگی شاخص‌های انتخاب در دو لایه

نتایج مشاهده شده در شکل ۲ و جدول ۲ با بررسی ضرایب همبستگی شاخص‌های پایه و هسته در حالت‌های مختلف وضوح بیش‌تری می‌یابند. ضریب همبستگی شاخص هسته و پایه هنگامی که این دو لایه صحت‌های انتخابی به-ترتیب ۰/۲۰ و ۰/۶۵ داشتند، برابر با  $0.308 = 0.65 \div 0.20$  بود. ضریب همبستگی دو شاخص در حالت دیگر ( $r_{IB,IN}$  صحت پایه: ۰/۲۰ و صحت هسته: ۰/۹۵) برابر با  $0.21 = 0.95 \div 0.20$  بود. هنگامی که صحت پایه ثابت، اما صحت هسته افزایش یافت، همبستگی بین صحت انتخاب پایه و هسته کم شد. از کنار هم قرار دادن این موضوع با نتیجه‌ای که در شکل ۲ و جدول ۲ بدست آمد می‌توان دریافت علت اینکه مزیت انتخاب دو مرحله‌ای نسبت به انتخاب تک مرحله‌ای با زیاد شدن صحت انتخاب در هسته افزایش می‌یابد، کم شدن همبستگی شاخص انتخاب در این دو لایه است. از طرف دیگر، ضریب همبستگی بین شاخص انتخاب در پایه و هسته هنگامی که صحت در هسته ۰/۶۵ و صحت در پایه ۰/۵ و ۰/۲ بود به ترتیب برابر با ۰/۷۶۹ و ۰/۳۰۸ بود، یعنی وقتی صحت هسته ثابت است، صحت کم-تر در پایه به منزله همبستگی کمتر بین شاخص انتخاب در دو لایه است. باز هم از کنار هم قرار دادن نتایج حاصل از شکل ۲ و جدول ۲ و نتیجه اخیر، می‌توان مشاهده کرد هنگامی که بین شاخص انتخاب در هسته و پایه ضریب همبستگی کمتری وجود داشته باشد، مزیت نسبی انتخاب

می‌شود اما، سطح مزیت انتخاب دو مرحله‌ای در شرایط شکل ۴ پایین‌تر از سطح مربوطه در شرایط شکل ۳ است. این مفهوم همان نتیجه‌ای است که در قسمت قبل نیز بیان شد اما به همراه یافته‌ای جدیدتر یعنی اینکه، درصد بهینگی انتخاب دو مرحله‌ای در همبستگی بالای شاخص‌های دو لایه، بیشتر از درصد مربوطه در همبستگی پایین شاخص‌های یاد شده بود. این موضوع نشان می‌دهد که اگر قرار است از انتخاب دو مرحله‌ای استفاده شود و همبستگی بین صحت انتخاب در دو مرحله بالا باشد، رعایت نسبت انتخاب یکسان در دو مرحله ارجحیت بیشتری در مقابل سایر سیاست‌های انتخاب دارد.

شکل ۴a و ۴b نیز تغییرات رشد ژنتیکی پولی سالانه حاصل از انتخاب دو مرحله‌ای را در مقابل تغییر مقدار  $q_1$  به ترتیب برای باروری ۰/۷ و ۱/۱ در حالت همبستگی بالا بین دو شاخص ( $r=0.1769$ ) نشان می‌دهد. مشاهده شد که مقدار  $q_{eff}$  در شکل‌های ۳ و ۴ مساوی است. به عنوان مثال، مقدار پارامتر  $q_1$  برای باروری ۰/۷ در هر دو شکل فوق مساوی ۰/۲۱۰۸ بود. بنابراین، مقدار  $q_{eff}$  به میزان باروری در جمعیت بستگی دارد نه به همبستگی بین دو شاخص. تفاوت شکل ۳ و ۴ در مقدار همبستگی بین شاخص‌های هسته و پایه است. در شکل ۴ همبستگی شاخص‌های دو لایه از مقدار مربوط به شکل ۳ بیشتر است ( $r=0.1769$ ). نتایجی که در شکل ۳ مشاهده شد در شکل ۴ نیز مشاهده

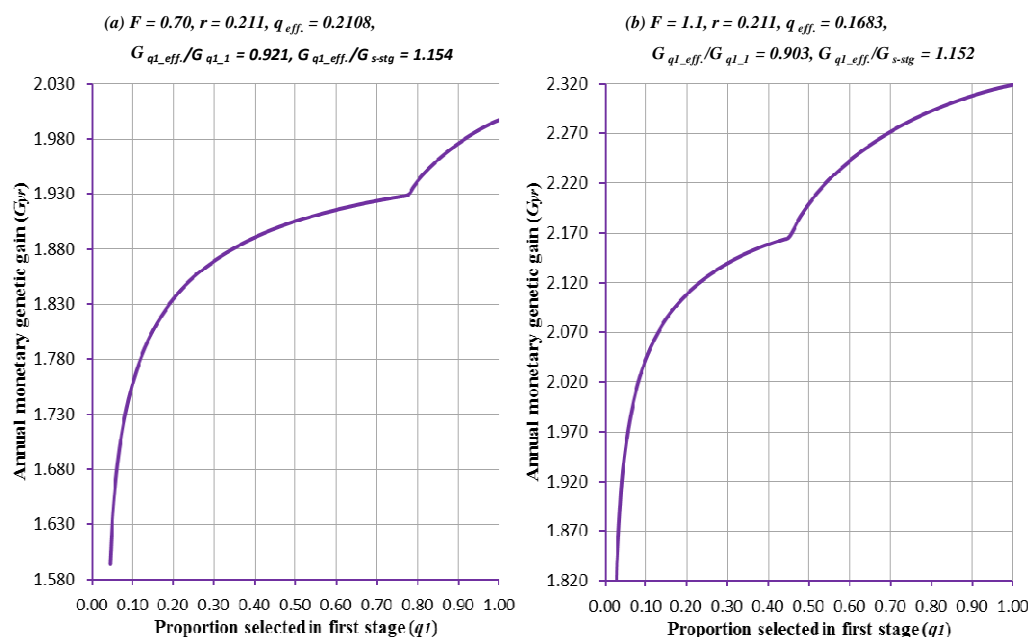


Fig. 3. Trends in the monetary genetic gain with two-stage selection in base for two levels of low (0.70) and high (1.1) fertility rates (No. of available lambs), with a low correlation (0.211) between base and nucleus indices in a classic, open-nucleus scheme for varying primary proportions of selection on BFN selection path. The annual monetary genetic gain is in unit price of the annual greasy fleece weight.  $q_{eff}$  is the efficient proportion of selection,  $G_{q1\_eff}$  is the annual monetary genetic gain with efficient proportion of selection,  $G_{s-stg}$  is the annual monetary genetic gain with single-stage selection in base and,  $G_{q1\_1}$  is the maximum annual monetary genetic gain possible. Advantage and optimality percentage, of two-stage selection are indicated by  $G_{q1\_eff}/G_{s-stg}$  and  $G_{q1\_eff}/G_{q1\_1}$ , respectively.

شکل ۳- روندهای رشد ژنتیکی پولی سالانه با انتخاب دو مرحله‌ای در پایه برای دو سطح از نرخ باروری (تعداد بره در دسترس) پایین (۰/۷) و بالا (۱/۱) با همبستگی پایین (۰/۲۱۱) بین شاخص‌های انتخاب پایه و هسته در یک طرح هسته‌باز کلاسیک برای نسبت‌های مختلف انتخاب اولیه در مسیر انتخابی BFN. رشد ژنتیکی پولی سالانه در واحد قیمت یک سفره پشم‌ناشور سالانه است. نمادهای  $q_{eff}$  نسبت انتخاب مؤثر،  $G_{q1\_eff}$  رشد ژنتیکی پولی سالانه با انتخاب دو مرحله‌ای در پایه با نسبت انتخاب مؤثر،  $G_{s-stg}$  رشد ژنتیکی پولی سالانه با انتخاب تک مرحله‌ای در پایه، و  $G_{q1\_1}$  حداکثر رشد ژنتیکی پولی سالانه ممکن می‌باشند. مزیت و درصد بهینگی انتخاب دو مرحله‌ای به ترتیب با  $G_{q1\_eff}/G_{q1\_1}$  و  $G_{q1\_eff}/G_{s-stg}$  نشان داده شده است.

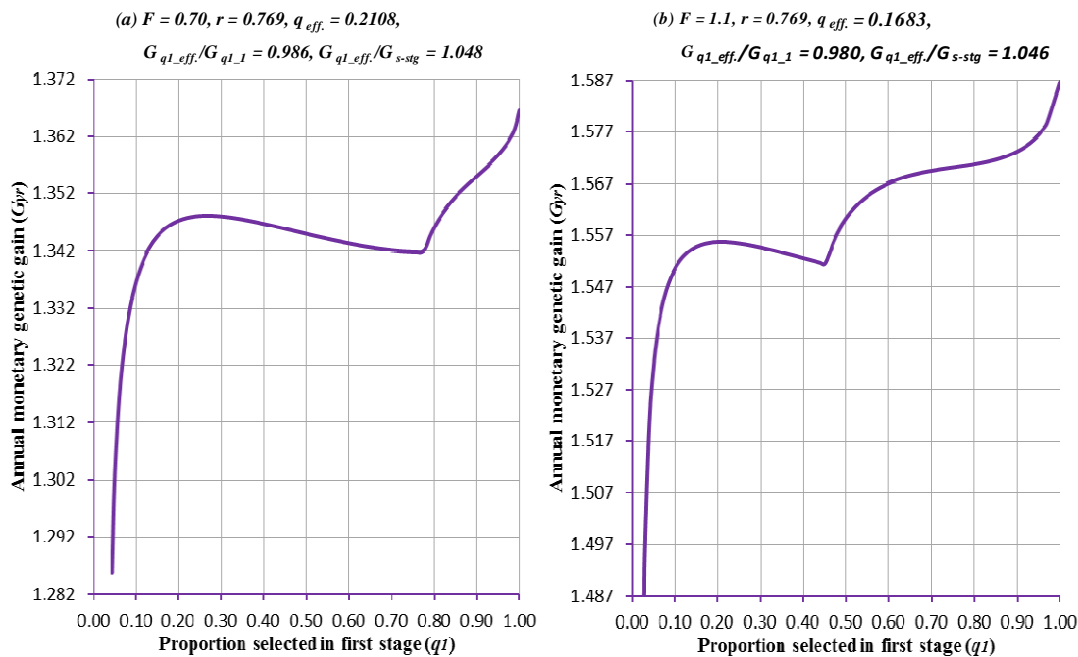


Fig. 4. Trends in the monetary genetic gain with two-stage selection in base for two levels of low (0.70) and high (1.1) fertility rates (No. of available lambs), with a high correlation (0.769) between base and nucleus indices in a classic, open-nucleus scheme for varying primary proportions of selection on BFN selection path. The annual monetary genetic gain is in unit price of the annual greasy fleece weight.  $q_{eff}$  is the efficient proportion of selection,  $G_{q1\_eff}$  is the annual monetary genetic gain with efficient proportion of selection,  $G_{s-stg}$  is the annual monetary genetic gain with single-stage selection in base and,  $G_{q1\_1}$  is the maximum annual monetary genetic gain possible. Advantage and optimality percentage, of two-stage selection are indicated by  $G_{q1\_eff}/G_{s-stg}$  and  $G_{q1\_eff}/G_{q1\_1}$ , respectively.

شکل ۴- روندهای رشد ژنتیکی پولی سالانه با انتخاب دو مرحله‌ای برای دو سطح از نرخ باروری (تعداد بره در دسترس) پایین (۰/۷۰) و بالا (۱/۱) با همبستگی بالا (۰/۷۶۹) بین شاخص‌های انتخاب پایه و هسته در یک طرح هسته‌باز کلاسیک برای نسبت‌های مختلف انتخاب اولیه در مسیر انتخابی BFN. رشد ژنتیکی پولی سالانه در واحد قیمت یک سفره پشم ناشور سالانه است. نمادهای  $q_{eff}$  نسبت انتخاب مؤثر،  $G_{q1\_eff}$  رشد ژنتیکی پولی سالانه با انتخاب دو مرحله‌ای در پایه با نسبت انتخاب مؤثر،  $G_{s-stg}$  رشد ژنتیکی پولی سالانه با انتخاب تک مرحله‌ای در پایه، و  $G_{q1\_1}$  حداکثر رشد ژنتیکی پولی سالانه ممکن می‌باشند. مزیت و درصد بهینگی انتخاب دو مرحله‌ای به ترتیب با  $G_{q1\_eff}/G_{s-stg}$  و  $G_{q1\_eff}/G_{q1\_1}$  نشان داده شده است.

### نتیجه‌گیری کلی

در پایه پایین‌تر باشد، انتخاب دو مرحله‌ای مزیت بیشتری از خود بروز می‌دهد. در شرایطی که میزان باروری پایین است انتخاب دو مرحله‌ای مزیت بیشتری نسبت به انتخاب تک مرحله‌ای دارد. بعلاوه، هنگامی که بین شاخص انتخاب در پایه و هسته همبستگی کمتری وجود داشته باشد انتخاب دو مرحله‌ای بیشتر توصیه می‌شود.

به‌طور کلی انتخاب دو مرحله‌ای به رشد ژنتیکی پولی بیش‌تری نسبت به انتخاب تک مرحله‌ای منجر می‌شود. در صورت وجود شرایط مناسب، افزایش صحت انتخاب در هسته باعث افزایش مزیت نسبی انتخاب دو مرحله‌ای می‌شود و این افزایش در شرایطی که صحت انتخاب در پایه بالا است، شدت بیش‌تری خواهد داشت. هر قدر صحت انتخاب

## فهرست منابع

- طالبی و همکاران، ۱۳۹۰. شاخص انتخاب برای بهبود صفات رشد و ترکیب لاشه در بره های لری بختیاری. علوم دامی (پژوهش و سازندگی)، ۹۰: ۷۹-۷۳.
- وطن‌خواه، ۱۳۸۴. تعیین مدل مناسب اصلاح نژاد گوسفند لری بختیاری در سیستم روستایی. رساله دکتری. دانشکده علوم زراعی و دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- Brown G. H. 1967. The use of correlated variables for preliminary culling. *Biometrics*, 23: 551-562.
- Chochran W. G. 1951. Improvement by means of selection. In: *Proceedings of symposium on mathematical statistics and probability*. Neyman J. (ed.), 449-470. University of California.
- Cunningha E. P. 1975. Multi-stage index selection. *Theoretical and Applied Genetics*, 46: 55-61.
- Dalton D. C. 1980. An introduction to practical animal breeding. Granada publishing Ltd, Great Britain.
- Del-Bosque-Gonzales A. S. 1989. Simulations of nucleus breeding schemes for wool production. Ph. D. Dissertation. University of New England, Australia.
- Dohne Merino. 2012. Advanced breeding systems. [http://www.dohnemerino.org/index\\_files/Page465.htm](http://www.dohnemerino.org/index_files/Page465.htm). Accessed on 1 May, 2014.
- Eikje L. S., Adnøy T. and Klemetsdal G. 2008. The Norwegian sheep breeding scheme: description, genetic and phenotypic change. *Animal*, 2(2): 167-176.
- Erasmus G. J. and Pettit C. V. 2012. Response to selection in a group-breeding scheme for Merino Sheep. S. A. Fleece Testing Centre. Grootfontein. P. B. X529. Middelburg Cape, 5900. Accessed on <http://gadi.agric.za/articles/Agric/group.php>. Accessed on 1 May, 2014.
- Food and Agriculture Organization. 2007. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, Overview of breeding programmes by region (P. 226).
- Gizaw S., Getachew T., Tibbo M. and Dessie T. 2011. Congruence between selection on breeding values and farmers' selection criteria in sheep breeding under conventional nucleus breeding schemes. *Animal*, 5(7): 995-1001.
- Hammond K. 1992. Within versus across herd or flock evaluation. In: *Animal breeding, the modern approach*, pp. 71-76. Postgraduate Foundation in Veterinary Science. Univ. of Sydney, Australia.
- Horton B. J., Banks R. G. and van der Werf J. H. J. 2014. Industry benefits from using genomic information in two- and three-tier sheep breeding systems. *Animal Production Science*, <http://dx.doi.org/10.1071/AN13265>. Published online: 18 February 2014.
- ICBF. 2007. Proposal for Increasing the Profitability of Sheep Farming – Information System & Breeding.
- Irish Cattle Breeding Federation. Draft 9 February 2007, Irish Cattle Breeding Federation Society Limited.
- Jackson N. and Turne H. N., 1972. Optimal structure for a co-operative nucleus breeding system. *Proceedings of Australian Society of Animal Production*, 9: 55-64.
- James W. 1977. Open nucleus breeding systems. *Animal Production*, 24: 287-305.
- Jopson N. B., Amer P. R. and McEwan J. C. 2004. Comparison of two-stage selection breeding programmes for terminal sire sheep. In: *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 64: 212-216.
- Jordaan W. 2013. Enhancing the breed analysis of the Dohne Merino by accounting for heterogeneous variances and phantom parents. Ph. D. dissertation. Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa.
- Kosgey I. S. 2004. Breeding objectives and breeding strategies for small ruminants in the tropics. *Animal breeding and genetics group*. Wageningen University.
- Kosgey I. S. and Okeyo A. M. 2007. Genetic improvement of small ruminants in low-input, smallholder production systems: Technical and infrastructural issues. *Small ruminant research*, 70: 76-88.
- Kosgey I. S., Baker R. L., Udo H. M. J. and van Arendonk J. A. M. 2006. Successes and failures of small ruminant breeding. *Small Ruminant Research*, 61: 13-28.
- Langford C. 2014. Breeding programs – Review of approaches in Australia. NSW DPI, Goulburn NSW 2580. [www.alpacaconsultingusa.com/library/BreedingPrograms.pdf](http://www.alpacaconsultingusa.com/library/BreedingPrograms.pdf). Accessed on 9 April, 2014.

- Morely F. H. W. 1988. Two-stage selection of Merino sheep. In: Proceedings of Australian Society of Animal Production, 17: 258-261.
- Mueller J. P. 1984. Single and two-stage selection on different indices in open nucleus breeding systems. Genetic Selection Evolution, 16 (1): 103-120.
- Mueller J. P. 2010. Open nucleus breeding – maximizing community involvement. In: FAO. 2010. Breeding strategies for sustainable management of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 3. Rome. P. 80.
- Mueller J. P. and James J. W. 1984. Developments in open nucleus breeding systems. In: Proceedings of 2nd world congress on sheep and beef cattle breeding, Pretoria, R.S.A., pp. 204-213.
- Sheep genetics. 2014. Breeding services. <http://www.sheepgenetics.org.au/About-Us>. Accessed on 29 June, 2014.
- Shepherd R. K. 1997. Three-tier open nucleus breeding schemes. Animal Science, 65: 321-334.
- Shepherd R. K. and Kinghorn B. P. 1992. A deterministic model of BLUP selection in two tier open nucleus breeding schemes. Livestock Production Science, 33: 341-354.
- Simm G. and Wray N. R. 1991. Sheep sire referencing schemes – new opportunities for pedigree breeders and lamb producers. Technical note T264 by The Scottish Agricultural College, Reprinted in the proceedings available on the internet, Jan. 2011.
- Simm G., Lewis R. M., Collins J. E. and Nieuwhof G. J. 2001. Use of sire referencing schemes to select for improved carcass composition in sheep. Journal of Animal Science, 79: (E. Suppl.): E255-E259.
- Swan A. 2014. Breeding practices in the Merino industry. A slide presentation. Animal Genetics and Breeding Unit, University of New England, NSW 2351. <https://www.google.com/search?q=swan+breeding+practices&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox-a&channel=fflb>. Accessed on 8 May, 2014.
- Tempelman K. A. 2007. Community-based sheep management in the Peruvian Andes. In: FAO 2007. The State of the World's Aimal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Rome. P 406.
- Wade C. M. and Jaems J. W. 1996. Optimal allocation of resources considering two sexes and selection in two satges. Genetic Selection Evolution, 28: 3-21.
- Young S. S. Y. 1964. Multi-stage selection for genetic gain. Heredity, 19: 131-143.



## Factors affecting the results of two-stage selection in open nucleus breeding

H. Askari-Hemmat<sup>1</sup>, A. A. Shadparvar<sup>2\*</sup>, S. R. Miraei-Ashtiani<sup>3</sup>, R. Vaez Torshizi<sup>4</sup>

1. Ph. D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Professor, Department of Animal Science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

(Received: 30-12-2013 – Accepted: 9-8-2014)

---

### Abstract

The objective of this research was to study the factors affecting the annual genetic gain resulting from an open nucleus breeding system with selection of base-born nucleus replacement ewes in two stages using base and nucleus indices, respectively. For this purpose, an open nucleus breeding system was simulated using a deterministic approach with information from Lori-Bakhtiari sheep population. First, the genetic gain from two-stage selection in basic conditions was estimated. Then, different levels of accuracies in base and nucleus and two different levels of fertility were envisaged. In basic conditions, advantage of two-stage selection over single-stage selection using base index was 7.65 %. Correlation between base and nucleus indices in this situation was 0.627. Advantage of two-stage selection depended on the accuracies of selection in the two stages and varied from 4.6% (with accuracies of base and nucleus of 0.5 and 0.65, respectively) to 15.45% (with accuracies of base and nucleus of 0.2 and 0.95, respectively). Maximum advantage of two-stage selection (15.45%) resulted from low fertility rate (0.7) and low correlation (0.211) between indices of the two stages. In general, results showed that with lower correlations of base and nucleus indices and low fertility rates, advantage of two-stage selection is greater.

**Keywords:** Two-stage selection, Deterministic simulation, Open-nucleus scheme, Lori-Bakhtiari sheep

---

\*Corresponding author: shadparvar@yahoo.com