



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گزن

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد دوم، شماره سوم، ۱۳۹۳

<http://ejrr.gau.ac.ir>

## ارزیابی روند هم‌خونی جمعیت گاوهای شیری با تغییر نوع آمیزش، شدت انتخاب و استفاده از انتقال جنین با استفاده از شبیه‌سازی تصادفی

هادی فرجی‌آروق<sup>۱</sup>، \*علی‌اصغر اسلمی‌نژاد<sup>۲</sup>، مجتبی طهمورث‌پور<sup>۳</sup>،

محمد رکوعی<sup>۴</sup> و محمدمهدی شریعتی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکتری، <sup>۲</sup>دانشیار، <sup>۳</sup>استاد و <sup>۴</sup>استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه فردوسی مشهد، <sup>۵</sup>استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۶/۲۸

### چکیده

هدف از این تحقیق، ارزیابی هم‌خونی در گاوهای شیری با تغییر نوع آمیزش، شدت انتخاب با و بدون استفاده از انتقال جنین به کمک شبیه‌سازی تصادفی بود. به این منظور دو سطح نوع آمیزش (تصادفی، حداقل هم‌تباری)، دو سطح شدت انتخاب برای چهار مسیر انتخابی (بالا و پایین) با و بدون استفاده از انتقال جنین برای مادر نرهای آینده باهم ترکیب شده و در مجموع ۸ سناریو مورد مقایسه قرار گرفت. ۵۰۰۰ گاو ماده توزیع شده بین ۵۰ گله ۱۰۰ راسی و ثبت شده برای شش صفت شامل تولید شیر، پروتئین، چربی، سن در اولین گوساله‌زایی، فاصله گوساله‌زایی و نمره سلول‌های بدنی برای ۳۰ سال شبیه‌سازی شدند. روند و تغییرات سالیانه هم‌خونی برای ۸ سناریو و سطوح مختلف عوامل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آمیزش با حداقل هم‌تباری و شدت انتخاب پایین نسبت به آمیزش تصادفی و شدت انتخاب بالا به ترتیب ۶۰/۴۳ و ۵۶ درصد تغییرات هم‌خونی کم‌تری دارند. تغییرات سالیانه هم‌خونی در موقع استفاده کردن از انتقال جنین نسبت به حالت استفاده نکردن ۲۱/۹۸ درصد بیش‌تر بود. کم‌ترین تغییرات سالیانه هم‌خونی برای سناریو هشتم (آمیزش با حداقل هم‌تباری - شدت انتخاب پایین - استفاده از انتقال جنین) و بیش‌ترین تغییرات سالیانه هم‌خونی برای سناریو سوم

\*نویسنده مسئول: [agr764@yahoo.co.uk](mailto:agr764@yahoo.co.uk)

(آمیزش تصادفی - شدت انتخاب بالا- استفاده از انتقال جنین) بدست آمد. با توجه به نتایج می توان گفت که انتخاب حیوانات با شدت بالا و استفاده از انتقال جنین با هدف افزایش پیشرفت ژنتیکی بهتر است در کنار آمیزش های با حداقل هم تباری باشد.

**واژه های کلیدی:** گاو شیری، انتقال جنین، سیستم آمیزش، شبیه سازی، هم خونی

### مقدمه

انتخاب و الگوهای آمیزشی والدین دو مولفه اصلی در یک برنامه اصلاح نژادی هستند و باید نسبت به تغییرات ژنتیکی و نرخ هم خونی بهینه شوند (نایرا و همکاران، ۲۰۱۲). در برنامه های اصلاح نژادی، مرحله انتخاب، افزایش متوسط هم تباری جمعیت را تعیین کرده اما مرحله آمیزش حیوانات انتخاب شده می تواند ساختار ژنتیکی جمعیت را برای انتخاب بعدی بهبود دهد (سونسون و موویسن، ۲۰۰۲). توسعه و اجرا کردن روشهای مناسب آمیزشی می تواند به دو علت اهمیت داشته باشد. نخست این که آمیزش مناسب والدین می تواند بهبود پیشرفت ژنتیکی و یا کاهش هم خونی بیشتر را باعث شود. در وهله بعد هر بهبود در پیشرفت ژنتیکی و کاهش هم خونی می تواند به صورت مزیت اضافی برای روش های اصلاحی دیده شود، به صورتی که تعدادی روش های آمیزشی می تواند بدون هزینه مازاد و محدودیت عملی اجرا شوند (کابالرو و همکاران، ۱۹۹۶؛ سونسون و موویسن، ۲۰۰۰؛ هنریون و همکاران، ۲۰۰۹).

استفاده از روش های پیشرفته ارزیابی ژنتیکی بهترین پیش بینی ناریب خطی<sup>۱</sup> و انتخاب شدید باعث تغییرات ژنتیکی بیشتر می شود. به هر حال این روش ها به خاطر استفاده از اطلاعات خویشاوندان در آنالیز داده ها، باعث افزایش احتمال انتخاب افراد خویشاوند شده و می تواند احتمال آمیزش افراد خویشاوند را افزایش دهند و با افزایش احتمال این نوع آمیزش ها می توانند نرخ هم خونی را بالا ببرند (کوئیتون و اسمیت، ۱۹۹۵). انتخاب بهینه با حداکثر نمودن سه عامل صحت انتخاب، شدت انتخاب و اندازه موثر جمعیت و استفاده از سیستم آمیزشی مناسب بدست می آید اما به دلیل محدودیت منابع، حداکثر نمودن همه عوامل امکان پذیر نیست. برای مثال افزایش شدت انتخاب و

1- Best Linear Unbiased Prediction (BLUP)

صحت انتخاب باعث کاهش اندازه موثر و افزایش نرخ هم‌خونی جمعیت شده و پاسخ به انتخاب را کاهش می‌دهد (موثر، ۱۹۹۷).

فناوری‌های تولیدمثلی اثر اصلی بر ساختار برنامه‌های اصلاحی، سرعت پیشرفت ژنتیکی و توزیع روند ژنتیکی در تولید حیوانات اهلی دارند. در اصل، اثر اصلی استفاده از تکنولوژی‌های تولیدمثل افزایش باروری می‌باشد. این به این معنی است که والد کم‌تری برای تولید شمار زیاد نتاج نیاز است. بنابراین، استفاده از والد کم‌تر باعث افزایش شدت انتخاب شده و می‌تواند افزایش در نرخ هم‌خونی جمعیت را به دنبال داشته باشد. هم‌چنین این تکنولوژی‌ها با کاهش فاصله نسلی می‌تواند در پیشرفت ژنتیکی جمعیت موثر باشد (قوی حسین‌زاده، ۲۰۱۰). انتقال جنین علاوه بر افزایش پیشرفت ژنتیکی، دارای هزینه زیاد می‌باشد. کم‌ترین هزینه برای هر آبستنی توسط انتقال جنین ۲۵۰ دلار گزارش شده است. این هزینه‌ها شامل هزینه دارو برای چند تخمک‌گذاری، اسپرم مورد استفاده، هزینه نگهداری گاو دهنده و گیرنده، هزینه هم‌زمان سازی فحلی گاو دهنده و گیرنده، هزینه بهداشت و تغذیه نمی‌باشد. با این احتساب، هزینه تولید گوساله از انتقال جنین خیلی بیشتر از گوساله طبیعی خواهد شد. در هر برنامه عملیاتی بطور معمول ۳-۵ گاو دهنده و ۲۰-۳۰ رأس گاو گیرنده انتخاب و برنامه‌ریزی می‌شود و به طور متوسط ۸۰ درصد آن‌ها به مرحله تلقیح و جمع‌آوری جنین می‌رسد، یعنی از هر پنج رأس گاو دهنده چند تخمک‌گذاری شده چهار رأس به مرحله نهایی جمع‌آوری جنین می‌رسند. متوسط تولید جنین از هر گاو دهنده بین ۱۰-۸ بار و تعداد جنین‌های قابل انتقال ۷-۵ جنین می‌باشد. درصد آبستنی گیرنده‌ها نیز به‌طور متوسط ۵۰ درصد است که این امر نیز به نوبه خود هزینه تولید گوساله را بالا می‌برد (سلک، ۲۰۰۲). کنترل افزایش هم‌خونی، یک روش عمومی در نگهداری حیوانات است. برای کاهش هم‌خونی در جمعیت انتخابی، تعدادی راه حل از جمله برابر سازی اندازه فامیل‌ها، انتخاب والدین با حداقل هم‌تباری و سیستم‌های مختلف آمیزشی پیشنهاد شده است (هوندا و همکاران، ۲۰۰۴). چندین سیستم آمیزشی از جمله آمیزش با حداقل هم‌تباری، آمیزش جبرانی<sup>۱</sup> (تصحیحی) و حداقل واریانس خویشاوندی نتاج<sup>۲</sup> کم‌ترین هم‌خونی را بوجود آورده در حالی که پیشرفت ژنتیکی بیشتری نسبت به آمیزش تصادفی ایجاد می‌کنند.

1- Compensatory mating

2- Minimum Variance of Relationship of Offspring

در مورد اثر انتقال جنین و نوع آمیزش بر هم‌خونی، تحقیقاتی انجام شده است، اما در مورد شدت انتخاب، تحقیقات کم‌تر است. مقایسات سیستم‌های آمیزشی متفاوت با معیارهای انتخابی مختلف با کمک برنامه‌های اصلاحی شبیه‌سازی شده توسط کابالرو و همکاران (۱۹۹۶)، سونسون و موویسن (۲۰۰۰)، هنریون و همکاران (۲۰۰۹) و نایرا و همکاران (۲۰۱۲) انجام شده است. دامنه افزایش هم‌خونی در نتیجه استفاده از انتقال جنین نسبت به حالت عادی ۱۳/۳ تا ۲۲/۵ درصد گزارش شده است (جیون و همکاران، ۱۹۹۰؛ عبدالعظیم و اسچنل، ۲۰۰۷؛ قوی حسین زاده، ۲۰۱۰؛ سونسون و همکاران، ۲۰۱۱؛ پدرسن و همکاران، ۲۰۱۱). در مورد اثر تغییر شدت انتخاب بر هم‌خونی در تحقیقات هانراهان و همکاران (۱۹۷۲)، ویلانوا و همکاران (۱۹۹۴) و کوئیتون و اسمیت (۱۹۹۵) گزارش شده است. هدف از این تحقیق بررسی اثر تغییرات سه عامل نوع آمیزش، شدت انتخاب با و بدون استفاده از انتقال جنین برای مادر نرهای آینده در برنامه‌های اصلاح نژادی بر هم‌خونی جمعیت گله‌های شیری با استفاده از شبیه‌سازی تصادفی بود.

### مواد و روش‌ها

**ساختار جمعیت:** در شروع هر تکرار، یک جمعیت پایه با یک ساختار سنی مبتنی بر سن تولیدمثل هر جنس شبیه‌سازی شد. نرها در میان شش کلاس سنی و ماده‌ها در پنج کلاس سنی (۱ تا ۵ سال) توزیع شدند. الگوی استفاده شده برای شبیه‌سازی جمعیت، ساختار اصلاحی گله‌های شیری هلشتاین ایران (براساس مولفه‌های واریانس-کواریانس‌های صفات گاوهای هلشتاین ایران طرح‌ریزی شد) بود. اندازه جمعیت شبیه‌سازی شده ۵۰۰۰ رأس گاو توزیع شده بین ۵۰ گله با اندازه گله ۱۰۰ راسی بود. همه شبیه‌سازی‌ها مبتنی بر جمعیت شامل چهار گروه انتخابی نرهای جوان<sup>۱</sup>، نرهای فعال<sup>۲</sup>، مادر نرها<sup>۳</sup> و مادر گاوها<sup>۴</sup> بود. تعداد گاو نر جوان که در هر سال آزمون نتاج می‌شدند، در سناریوهایی که شدت انتخاب بالا برای چهار گروه در نظر گرفته شد، با سناریوهایی که شدت انتخاب پایین داشتند، متفاوت بود. برای شدت انتخاب بالا و پایین به ترتیب ۲۵ و ۵۰ گاو نر جوان هر سال آزمون نتاج انجام

- 
- 1- Young bull
  - 2- Active sire
  - 3- Bull dam
  - 4- Cow dam

می‌دادند و براساس نتایج آزمون نتاج، هر سال ۵ (شدت انتخاب بالا) و ۱۰ (شدت انتخاب پایین) گاو نر به‌عنوان گاو نر فعال انتخاب شده و به‌طور مساوی در جمعیت شبیه‌سازی شده استفاده می‌شدند. مادر نرها، بهترین گاوهای ماده در جمعیت شبیه‌سازی شده در میان تمامی گروه‌های سنی و گله‌ها براساس انتخاب نقطه‌ای<sup>۱</sup> (براساس ضرایب اقتصادی صفات و ارزش اصلاحی آن‌ها شاخص شایستگی کل برای حیوانات محاسبه می‌شود) بود که همراه با مادر گاوها، تلیسه‌های جایگزین را تولید می‌کردند. تعداد مادر نرها برای شدت انتخاب بالا و پایین به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰۰ رأس گاو بود. حذف تصادفی سالیانه برای هر چهار مسیر انتخابی ۱۵ درصد در نظر گرفته شد. زمانی که انتقال جنین برای مسیر مادرها استفاده نمی‌شود مادر گاوها و نرها در هر چرخه تولیدمثل (۱/۱۵ سال) یک گوساله تولید می‌کند، اما اگر انتقال جنین اجرا شود فرض بر آن است که هر گاو در هر چرخه تولیدمثل ۴ گوساله تولید می‌کند (گالی و همکاران، ۲۰۰۳).

**انتخاب:** در همه مسیرها، انتخاب حیوانات به صورت انتخاب نقطه‌ای و براساس شاخص شایستگی کل انجام می‌شد. شاخص شایستگی کل شامل صفات تولید شیر، تولید چربی، تولید پروتئین، سن در اولین گوساله‌زایی، فاصله گوساله‌زایی و نمره سلولهای بدنی بود. ضرایب اقتصادی مورد استفاده در شاخص شایستگی کل برای صفات، ضرایب اقتصادی گزارش شده توسط صادقی سفید مزگی و همکاران (۲۰۱۲) بود. برای صفات تولید شیر، تولید چربی، تولید پروتئین، سن در اولین گوساله‌زایی، گوساله‌زایی و نمره سلولهای بدنی، این ضرایب به ترتیب ۰/۱۵، ۱/۳۶، ۰، ۰/۷۶، ۰/۷۲- و ۱۰۵/۶۷- دلار به ازای هر واحد صفت برای هر گوساله بود. ضریب گزارش شده برای تولید پروتئین ۱/۰۲- بود. از آنجایی که ضریب اقتصادی منفی برای این صفت منطقی نیست، در این تحقیق صفر در نظر گرفته شد. مولفه‌های واریانس-کواریانس مورد استفاده برای شبیه‌سازی صفات از روی داده‌های مرکز اصلاح نژاد دام به کمک روش نمونه‌گیری گیبس بدست آمد و مورد استفاده قرار گرفت (فرجی و همکاران، ۲۰۱۵) این مولفه‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

## هادی فرجی آروق و همکاران

جدول ۱- مولفه‌های واریانس‌های ژنتیکی (روی قطر)، کواریانس‌های ژنتیکی (بالای قطر) و کواریانس‌های باقیمانده (پایین قطر) مورد استفاده برای شبیه‌سازی صفات

نمره سلول‌های بدنی	فاصله گوساله‌زایی	سن در اولین گوساله‌زایی	تولید پروتئین	تولید چربی	تولید شیر	
۱۸/۴۴	۶۰۶۷/۸۳	-۷۳/۱۹	۹۲۰۳/۱۴	۷۲۸۶/۵۰	۳۸۷۳۱۰/۳۰	تولید شیر
۰/۳۲	۳۹۱/۹۴	-۲/۶۵	۱۹۹/۲۰	۲۹۰/۹۵	۲۶۹۸۲/۷۴	تولید چربی
۰/۶۴	۱۶۷/۹۶	-۱/۶۵	۲۴۹/۱۳	۷۴۳/۹۱	۲۹۴۶۴/۷۰	تولید پروتئین
-۰/۰۱	۰/۰۳	۱/۷۲	۳/۵۵	۰/۲۱	۱۴۳/۴۷	سن در اولین گوساله‌زایی
۶/۲۳	۴۷۱/۲۳	۰/۰۱	۴۲۲/۳	۷۸/۵۰	۱۳۱۳۶/۲	فاصله گوساله‌زایی
۰/۰۶	۰/۹۴	-۰/۰۵	-۲/۵۰	-۲/۰۲	-۱۱۷/۸۹	نمره سلول‌های بدنی

گاوهای نر جوان هنگامی که به سن ۱ سالگی می‌رسند انتخاب می‌شدند. اما انتخاب گاوهای نر فعال زمانی انجام می‌شد که در سن ۵ سالگی نتایج آزمون نتاج را دارند. زمانی که گاوهای ماده به سن ۱ تا ۵ سالگی می‌رسند به عنوان کاندیدا انتخاب می‌شدند. انتخاب گاوهای نر جوان، نر فعال و مادر نرها در سرتاسر گله‌های جمعیت شبیه‌سازی و مادر گاوها داخل گله‌ای انجام می‌شد.

**آمیزش و پیش‌بینی ارزش‌های اصلاحی:** در همه شبیه‌سازی‌ها ۳۰ درصد از ماده‌ها با گاوهای نر جوان که شامل ۱۵۰۰ آمیزش بود انجام می‌گرفت. ۵۰ و ۲۵ گاو نر جوان (به ترتیب برای شدت انتخاب پایین و بالا) آزمون نتاج شده به ترتیب برای ۳۰ و ۶۰ آمیزش استفاده شده و هر کدام به ترتیب ۱۵ و ۳۰ تلیسه تولید می‌کردند. باقی‌مانده گاوهای ماده که ۳۵۰۰ گاو بود با ۱۰ و ۵ گاو نر فعال در سناریوهای مختلف آمیزش داده می‌شدند.

ارزش‌های ارثی برآورده شده برای صفات توسط روش بهترین پیش‌بینی نااریب خطی توسط تجزیه چندصفتی پیش‌بینی می‌شدند. مدل مورد استفاده برای پیش‌بینی ارزش‌های ارثی به صورت زیر بود:

$$y = Xb + Za + e$$

که در آن  $y$  بردار فنوتیپ‌ها،  $b$  بردار اثرات ثابت (گله- فصل- سال)،  $a$  بردار اثرات افزایشی حیوان،  $X$  و  $Z$  به ترتیب ماتریس‌های طرح برای اثرات ثابت و افزایشی و  $e$  اثرات باقیمانده است.

ارزشهای اصلاحی توسط آنالیز چند صفته توسط برنامه دی ام یو<sup>۱</sup> (مادسن و جنسن، ۲۰۰۸) برآورد شده و متعاقباً شاخص شایستگی کل براساس وزن اقتصادی صفات بدست آمد. سناریوها و تجزیه داده‌ها: برای بررسی استراتژی نوع آمیزش، شدت انتخاب و استفاده یا عدم استفاده از انتقال جنین در مادر نرها، ۸ سناریو شبیه‌سازی شد. ۸ سناریو شامل ۲ سطح از شدت انتخاب، ۲ سطح نوع آمیزش و استفاده و عدم استفاده از انتقال جنین در مسیر مادر نرها بود. در شدت انتخاب بالا تعداد حیوانات انتخاب شده برای ۴ مسیر نر جوان، نر فعال، مادر نرها و مادر ماده‌ها به ترتیب ۵، ۱۰۰ و ۴۹۰۰ رأس و برای شدت انتخاب پایین به ترتیب ۵۰، ۱۰، ۲۰۰ و ۴۸۰۰ رأس گاو در نظر گرفته شد (سورنسون و همکاران، ۲۰۱۱). تعداد گوساله متولد شده در موقع استفاده کردن از انتقال جنین برای مادر نرها ۴ گوساله به ازای هر مادر نرها و برای عدم استفاده از انتقال جنین ۱ گوساله برای مادر نرها منظور شد. دو نوع آمیزش تصادفی و آمیزش با حداقل هم‌تباری برای آمیزش حیوانات در سناریوها استفاده شد. در آمیزش تصادفی حیوانات انتخاب شده به صورت تصادفی باهم آمیزش داده شدند ولی در نوع دوم، آمیزش کاندیداها به صورتی بود که هم‌تباری بین آنها کم باشد. شبیه‌سازی جمعیت توسط برنامه کامپیوتری آدام<sup>۲</sup> (پدرسن و همکاران، ۲۰۰۹) به مدت ۳۰ سال انجام گرفت و هر سناریو در ۵ تکرار اجرا شد.

بعد از اجرای سناریوهای مختلف، متوسط ضرایب هم‌خونی برای جمعیت در تمامی حیوانات ناشی از ۵ تکرار در هر سال بدست آمد و براساس تابعیت میانگین هم‌خونی از سال زایش، روند هم‌خونی جمعیت محاسبه شد. مقایسات آماری بین سناریوها و سطوح مختلف عوامل با استفاده از آنالیز واریانس و آزمون دانکن توسط نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

## نتایج و بحث

جدول ۲ تغییرات سالیانه هم‌خونی برای سناریوهای مختلف را نشان می‌دهد. بیش‌ترین تغییرات سالیانه هم‌خونی برای برنامه انتخابی است که شدت انتخاب بالا و آمیزش تصادفی در کنار استفاده از انتقال جنین برای مادر نرها را دارد (سناریو ۸). میزان افزایش هم‌خونی برای این برنامه در هر سال ۰/۸۱۳ درصد بود. با استفاده از آمیزش با حداقل هم‌تباری و انتخاب درصد بالای حیوانات برای چهار

1- DMU  
2- ADAM

مسیر انتخابی (شدت انتخاب پایین) با (سناریو ۸) و بدون (سناریو ۶) استفاده از انتقال جنین، کمترین تغییرات سالیانه هم‌خونی بدست آمد (به ترتیب ۰/۲۷۰ و ۰/۲۸۳). اختلاف بین تغییرات سالیانه هم‌خونی این دو برنامه انتخابی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). استفاده از انتقال جنین در هنگام انتخاب درصد پایین حیوانات برای چهار مسیر انتخابی با نوع آمیزش تصادفی برای حیوانات انتخاب شده (سناریو ۳) سبب افزایش تغییرات سالیانه هم‌خونی به میزان ۲/۸۷ برابر نسبت به عدم استفاده از انتقال جنین و انتخاب درصد بالای حیوانات با نوع آمیزش با حداقل هم‌تباری گردید (سناریو ۶).

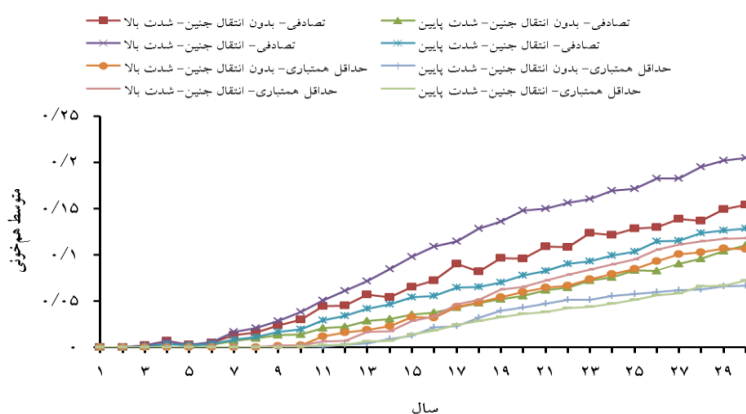
جدول ۲- تغییرات سالیانه هم‌خونی و خطای استاندارد برای سناریوهای مختلف

خطای استاندارد	تغییرات هم‌خونی	شماره سناریو	سناریو ها		آمیزش
			شدت انتخاب	انتقال جنین	
۰/۰۲۷	۰/۵۸۷ <sup>a</sup>	۱	بالا	عدم استفاده برای مادر نرها	تصادفی
۰/۰۳۸	۰/۳۹۱ <sup>b</sup>	۲	پایین		
۰/۱۰۰	۰/۸۱۳ <sup>c</sup>	۳	بالا	استفاده برای مادر نرها	
۰/۰۳۸	۰/۴۹۷ <sup>d</sup>	۴	پایین		
۰/۰۶۵	۰/۴۲۹ <sup>bde</sup>	۵	بالا	عدم استفاده برای مادر نرها	حداقل هم‌تباری
۰/۰۱۹	۰/۲۸۳ <sup>f</sup>	۶	پایین		
۰/۰۱۱	۰/۴۸۴ <sup>deg</sup>	۷	بالا	استفاده برای مادر نرها	
۰/۰۱۸	۰/۲۷۰ <sup>f</sup>	۸	پایین		

گروه‌های با حروف مختلف تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0/05$ ).

روند تغییرات هم‌خونی برای تمامی سناریوها در مدت ۳۰ سال شبیه‌سازی در شکل ۱ نشان داده شده است. میانگین هم‌خونی برای تمامی سناریوها تا سال ۱۰ کمتر از ۳/۸ درصد بود. تفاوت بین برنامه‌هایی که آمیزش تصادفی دارند نسبت به نوع آمیزش با حداقل هم‌تباری در سال دهم به خوبی دیده می‌شود. سناریو ۳ (تصادفی- انتقال جنین- شدت انتخاب بالا) نسبت به بقیه سناریوها در تمامی سالها بالاترین هم‌خونی را داشت. میانگین هم‌خونی برای این سناریو در سال ۳۰ به ۲۰/۵ درصد رسید که می‌تواند به دلیل داشتن اثرات زیان‌آور هم‌خونی در جمعیت، مناسب نباشد. حداکثر مقدار هم‌خونی برای سناریوهای دیگر از ۱۵/۴ درصد بیشتر نبود.





شکل ۱- روند تغییرات هم‌خونی برای ۸ سناریو در مدت ۳۰ سال شبیه‌سازی.

میانگین تغییرات سالیانه هم‌خونی برای سطوح مختلف نوع آمیزش، شدت انتخاب مختلف و استفاده یا عدم استفاده از انتقال جنین برای مادر نرها در جدول ۳ آورده شده است. تفاوت تغییرات سالیانه هم‌خونی برای نوع آمیزش و شدت انتخاب معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) بود، اما استفاده یا عدم استفاده از انتقال جنین اثر معنی‌داری در تغییرات سالیانه هم‌خونی نداشت ( $P > 0/05$ ). استفاده از آمیزش تصادفی و شدت انتخاب بالا به ترتیب ۵۶ و ۶۰/۴۳ درصد تغییرات هم‌خونی بیشتری نسبت به آمیزش با حداقل هم‌تباری و شدت انتخاب پایین داشتند. استفاده از انتقال جنین نسبت به حالت عدم استفاده، تغییرات سالیانه هم‌خونی را به میزان ۲۱/۹۸ درصد افزایش داد. شدت انتخاب مختلف بیش‌ترین تاثیر را در تغییرات سالیانه هم‌خونی و انتقال جنین کم‌ترین تاثیر را داشت.

جدول ۳- تغییرات سالیانه هم‌خونی و خطای استاندارد برای سطوح مختلف عوامل

عوامل	تغییرات هم‌خونی	خطای استاندارد
شدت انتخاب	بالا	۰/۵۷۸۲ <sup>a</sup>
	پایین	۰/۳۶۰۴ <sup>b</sup>
انتقال جنین	عدم استفاده از انتقال جنین برای	۰/۴۲۳۰ <sup>a</sup>
	استفاده از انتقال جنین برای مادر	۰/۵۱۶۰ <sup>a</sup>
آمیزش	تصادفی	۰/۵۷۲۱ <sup>a</sup>
	حداقل هم‌تباری	۰/۳۶۶۵ <sup>b</sup>

گروه‌های با حروف مختلف تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0/05$ )

بالا بودن نرخ تغییرات هم‌خونی برای آمیزش تصادفی نسبت به آمیزش با حداقل هم‌تباری در تحقیق هنریون و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است. در تحقیق هنریون و همکاران (۲۰۰۹) آمیزش با حداقل هم‌تباری نسبت به آمیزش تصادفی ۱۶ درصد هم‌خونی کم‌تری داشت که نسبت به نتایج این تحقیق کم‌تر بود. دلیل پایین بودن می‌تواند به دلیل تفاوت ساختار گله و شرایط شبیه‌سازی باشد. در این تحقیق اثر شدت انتخاب و انتقال جنین در کنار نوع آمیزش بررسی شده است اما در تحقیق هنریون و همکاران (۲۰۰۹) اثر نوع آمیزش بررسی شده که می‌تواند در نتایج تاثیر بگذارد. نایرا و همکاران (۲۰۱۲) در دو معیار انتخابی مختلف (بهترین پیش‌بینی ناریب خطی و ژنومیک)، تغییرات هم‌خونی ناشی از تغییر نوع آمیزش را بررسی کردند. تغییرات هم‌خونی در مدت ۱۲ سال شبیه‌سازی برای آمیزش تصادفی و حداقل هم‌تباری در انتخاب ژنتیکی به ترتیب ۴/۰۹ و ۱/۹۸ و در انتخاب ژنومی ۲/۴۵ و ۱/۵۲ درصد برآورد شده است. آمیزش تصادفی در مقایسه با آمیزش حداقل هم‌تباری به ترتیب ۵۲ (برای وراثت‌پذیری پایین) و ۴۲/۷ (برای وراثت‌پذیری بالا) درصد هم‌خونی بیش‌تر داشت (استاچووویکس و همکاران، ۲۰۱۰) که نزدیک به برآورد ۵۷ درصدی این تحقیق بود.

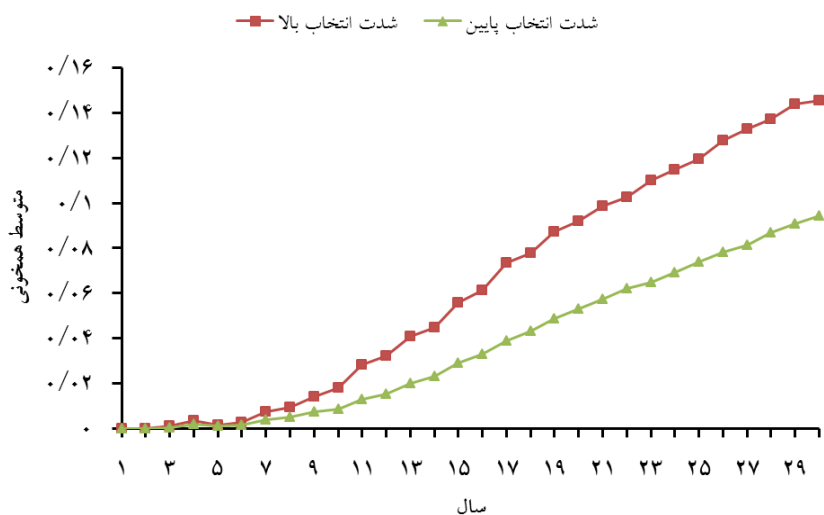
افزایش ۲۱/۹۸ درصدی تغییرات هم‌خونی در موقع استفاده از انتقال جنین نسبت به عدم استفاده آن در این تحقیق در دامنه ۱۳/۳ تا ۲۲/۵ درصد گزارش شده در تحقیقات است (جیون و همکاران، ۱۹۹۰؛ عبدالعظیم و اسپنل، ۲۰۰۷؛ قوی حسین‌زاده، ۲۰۱۰؛ سورنسون و همکاران، ۲۰۱۱؛ پدرسن و همکاران، ۲۰۱۱). استفاده از انتقال جنین برای مادر نرها باعث می‌شود تعداد مادر نرهای لازم کم شده و شدت انتخاب بالا رود، شدت انتخاب بالا باعث افزایش آمیزش خویشاوندی در جمعیت شده و می‌تواند هم‌خونی در جمعیت را بالا ببرد.

رندال و روبرتسون (۱۹۵۰) نشان دادند که پیشرفت ژنتیکی در جمعیت از طریق ۴ مسیر انتخابی مختلف شناسایی می‌شود. یک گروه از نرها به‌عنوان پدر گاوهای نر نسل بعد، گروه بیش‌تری از نرها به‌عنوان پدر گاوهای نسل بعد، یک گروه از ماده‌های بارزش به‌عنوان مادر نرهای نسل بعد و گروهی از ماده‌ها به‌عنوان مادر ماده‌های نسل بعد انتخاب می‌شوند و هر مسیری شدت انتخاب متفاوتی دارند. شدت انتخاب موثر برای گاوهای هلشتاین آمریکا برای مسیر پدر پدران آینده (نر فعال)، پدر مادران آینده (نر جوان)، مادر نرهای آینده و مادر ماده‌های آینده به ترتیب ۲/۶۶ (۰/۱ درصد)، ۲/۲۷ (۳درصد)، ۲/۱۷ (۴ درصد) و ۰/۳۱ (۸۴ درصد) و برای گاوهای هلشتاین کاستاریکا این ارزش‌ها به ترتیب ۱/۸ (۸ درصد)، ۱/۴۹ (۱۶ درصد)، ۲/۱۴ (۴ درصد) و ۰/۲۹ (۸۳ درصد) گزارش شده است.

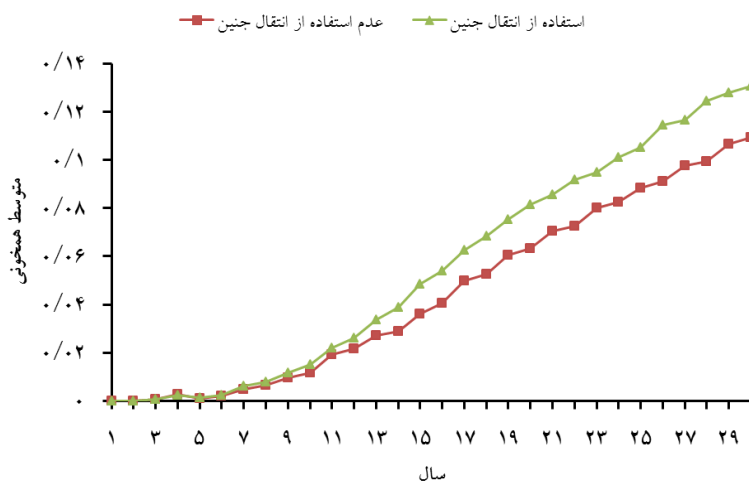
(ویگانز، ۱۹۹۷؛ وارگاس و ون آرندونک، ۲۰۰۴). میانگین شدت انتخاب در این تحقیق برای چهار مسیر پدر مادران آینده (نر جوان)، پدر پدران آینده (نر فعال)، مادر نرهای آینده و مادر ماده‌های آینده در شدت انتخاب بالا به ترتیب ۲/۵۸، ۲/۲، ۲/۵۲، ۰/۴۰۶ و برای شدت انتخاب پایین ۲/۳۶، ۲/۱۴، ۲/۲۷، ۰/۴۲۳ بود. افزایش تغییرات هم‌خونی برای شدت انتخاب بالا در تحقیق بر روی موش توسط هانراهان و همکاران (۱۹۷۲) گزارش شده است. افزایش تغییرات هم‌خونی از ۰/۰۵ تا ۰/۴۲ با کاهش تعداد حیوانات انتخاب شده بعد از ۱۰ سال انتخاب در تحقیقات کوئینتون و اسمیث (۱۹۹۵) نیز دیده شد. تغییرات هم‌خونی در سال ۲۵ از ۲۳/۶۷ به ۴۲/۹۳ در اثر تغییر تعداد حیوانات انتخاب شده در تحقیق ویلانوا و همکاران (۱۹۹۴) گزارش شده است.

شکل‌های ۲، ۳ و ۴ روند هم‌خونی جمعیت برای ۳۰ سال شبیه‌سازی در سطوح عوامل مختلف را نشان می‌دهند. شدت انتخاب بالا در تمامی سال‌ها بیش‌ترین هم‌خونی را داشت (شکل ۲). در سال‌های اولیه تفاوت هم‌خونی بین دو شدت انتخاب کم‌تر بوده و در سال آخر به حداکثر مقدار خود رسید. میزان هم‌خونی برای شدت انتخاب بالا و پایین در سال سوم به ترتیب ۰/۱ و ۰/۰۴ و در سال آخر به ترتیب ۱۴/۶ و ۹/۴ درصد بود. تفاوت بین دو شدت انتخاب در اواخر دهه اول (سال دهم)، دهه دوم (سال بیستم) و دهه سوم (سال سی‌ام) به ترتیب ۰/۹۳، ۳/۹۱ و ۵/۲ درصد بود. بنابراین، استفاده از حیوانات برای چهار مسیر انتخابی با درصد کم‌تر در طولانی مدت می‌تواند هم‌خونی جمعیت را بیش‌تر افزایش دهد. استفاده نکردن انتقال جنین در مادر نرها در کاهش هم‌خونی جمعیت موثر است اما برای افزایش پیشرفت ژنتیکی در گله‌ها استفاده می‌شود. در موقع استفاده از انتقال جنین برای تمامی مادر نرها، افزایش هم‌خونی در جمعیت دیده می‌شود اما تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مشابه نوع شدت انتخاب، افزایش تفاوت هم‌خونی بین دو حالت استفاده یا عدم استفاده از انتقال جنین در سال‌های آخر به حداکثر مقدار خود رسید. تفاوت بین هم‌خونی در دو حالت تا سال دوم صفر بوده و در سال آخر به ۲/۱۷ رسید (شکل ۳). استفاده از انتقال جنین، هم‌خونی را از صفر درصد در سال اول به ۱۳/۰۹ درصد در سال سی‌ام رساند اما برای حالت عدم استفاده انتقال جنین، هم‌خونی از صفر به ۱۰/۹۲ درصد رسید. متوسط هم‌خونی جمعیت تا سال هشتم در موقع استفاده از آمیزش حداقل هم‌تباری صفر بود (شکل ۴). اما برای آمیزش تصادفی از سال سوم روند رو به افزایش داشت. شیب افزایش میانگین هم‌خونی برای آمیزش تصادفی بیش‌تر از آمیزش با حداقل هم‌تباری بود. متوسط هم‌خونی در سال آخر برای آمیزش تصادفی و حداقل هم‌تباری به ترتیب ۱۴/۹۴ و ۹/۰۷ درصد بود.

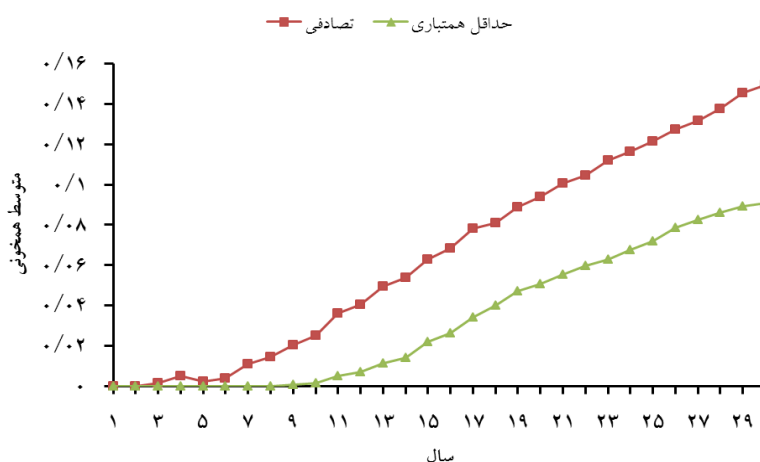
متوسط هم‌خونی برای آمیزش با حداقل هم‌تباری در مدت ۳۰ سال بالاتر از ۱۰ درصد نبود اما در موقع استفاده از آمیزش تصادفی از سال ۲۰ به بعد میانگین هم‌خونی جمعیت بالاتر از ۱۰ درصد گردید.



شکل ۲- روند تغییرات هم‌خونی برای سطوح مختلف نوع شدت انتخاب در مدت ۳۰ سال شبیه‌سازی



شکل ۳- روند تغییرات هم‌خونی برای سطوح مختلف انتقال جنین در مدت ۳۰ سال شبیه‌سازی



شکل ۴- روند تغییرات هم‌خونی برای سطوح مختلف نوع آمیزش در مدت ۳۰ سال شبیه‌سازی

میزان هم‌خونی در سال آخر شبیه‌سازی (سال ۲۵) در موقع استفاده از انتقال جنین و شدت انتخاب بالا بیش‌تر از ۴۵ درصد و برای شدت انتخاب پایین ۲۳ درصد گزارش شده (ویلانو و همکاران ۱۹۹۴) است که بیش‌تر از نتایج تحقیق حاضر (برای شدت انتخاب بالا ۱۲ و شدت انتخاب پایین ۷/۴ درصد) است و می‌تواند به دلیل تفاوت در شدت انتخابی باشد. در این تحقیق برای چهار گروه انتخابی شدت انتخاب مدنظر قرار گرفته اما در تحقیق ویلانوا و همکاران (۱۹۹۴) فقط برای ماده‌ها شدت انتخاب متغیر بوده و مقدار شدت انتخاب در این تحقیق با تحقیق حاضر متفاوت بود. استفاده از انتقال جنین نسبت به عدم استفاده آن، هم‌خونی جمعیت را در سال ۱۰ تغییر نداد (۱/۵۲ درصد) اما در آخر دهه دوم از ۴/۲ درصد به ۵/۲۱ درصد افزایش داد (عبدالعظیم و اسپنل، ۲۰۰۷). هم‌خونی جمعیت بعد از استفاده ۱۵ سال آمیزش با حداقل هم‌تباری به ۱۰ درصد و استفاده از آمیزش تصادفی به بالاتر از ۴۵ درصد رسید. افزایش تفاوت بین هم‌خونی در دو نوع آمیزش تصادفی و حداقل هم‌تباری با افزایش سال‌ها، در تحقیق هلی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است که مشابه با نتایج این تحقیق بود.

دلیل تفاوت برای دو نوع آمیزش تصادفی و حداقل هم‌تباری این است که آمیزش حداقل هم‌تباری شروع هم‌خونی را به تاخیر می‌اندازد (شکل ۴) آمیزش حداقل هم‌تباری از نسل ۸ و آمیزش تصادفی از نسل سوم شروع به تولید حیوانات هم‌خون می‌کند. دلیل دیگر این است که افزایش نرخ هم‌خونی

در آمیزش با حداقل هم‌تباری با سرعت پایین است (هنریون و همکاران، ۲۰۰۹). متفاوت بودن مقدار عددی تغییرات هم‌خونی در این تحقیق با نتایج قبلی می‌تواند ناشی از متفاوت بودن اندازه جمعیت شبیه‌سازی شده، تعداد سال‌های شبیه‌سازی، نوع انتخاب، معیار انتخابی متفاوت، پارامترهای متفاوت مورد استفاده برای شبیه‌سازی صفات، اهداف اصلاحی در نظر گرفته شده برای شبیه‌سازی باشد.

### نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق، اثر استفاده از آمیزش با حداقل هم‌تباری به همراه شدت انتخاب پایین با و بدون استفاده از انتقال جنین در مادر نرها با استفاده از شبیه‌سازی تصادفی مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج نشان داد که استفاده از آمیزش تصادفی با شدت انتخاب بالا و استفاده از انتقال جنین، تغییرات هم‌خونی در جمعیت را نسبت به حالت آمیزش با حداقل هم‌تباری و شدت انتخاب پایین بدون استفاده از انتقال جنین بالا می‌برد. استفاده از آمیزش با حداقل هم‌تباری و انتخاب بالای حیوانات در چهار مسیر انتخابی (شدت انتخاب پایین)، در کاهش تغییرات هم‌خونی، اثر معنی‌دار داشت، اما استفاده از انتقال جنین به رغم افزایش هم‌خونی جمعیت، تاثیر معنی‌داری در تغییرات هم‌خونی نداشت. بنابراین، استفاده از انتقال جنین و شدت انتخاب بالا برای بالا بردن پیشرفت ژنتیکی جمعیت در کنار آمیزش حداقل هم‌تباری یا استفاده از انتقال جنین برای تعداد کم‌تر مادر نرها به همراه آمیزش با حداقل هم‌تباری می‌تواند از افزایش هم‌خونی و به دنبال آن از افت ناشی از هم‌خونی در جمعیت جلوگیری کند.

### تشکر و قدردانی

از نویسندگان برنامه کامپیوتری آدام و دی ام یو به خاطر اجازه استفاده از این نرم‌افزارها سپاسگزاری می‌شود.

### منابع

- Abdel-Azim, G. and Schnell, S. 2007. Genetic impacts of using female-sorted semen in commercial and nucleus herds. *J. Dairy Sci.* 90: 1554–1563.
- Caballero, A., Santiago, E. and Toro, M.A. 1996. Systems of mating to reduce inbreeding in selected populations. *Anim. Sci.* 62: 431–442.

- Faraji- Arough, H., Aslaminejad, A.A., Tahmoorespur, M., Rokouei, M. and Shariati, M.M. 2015. Bayesian inference of (co) variance components and genetic parameters for economic traits in Iranian Holsteins via Gibbs sampling. *Iranian J. Appl. Anim. Sci.*, (Accepted).
- Galli, C., Duchi, R., Crotti, G., Turini, P., Ponderato, N., Colleoni, S., Lagutina, I. and Lazzari, G. 2003. Bovine embryo technologies. *Theriogen*. 59: 599–616.
- Ghavi Hossein-Zadeh, N. 2010. Evaluation of the genetic trend of milk yield in the multiple ovulation and embryo transfer populations of dairy cows, using stochastic simulation. *Com. Rend. Bio.* 333: 710-715.
- Hanrahan, J.P., Eisen, E.J. and Legates, J.E. 1972. Effects of population size and selection intensity on short- term response to selection for post weaning gain in mice. *Genet.* 73: 513-530.
- Heley, F.S., Amer, P.R., Walker, S.P. and Symonds, J.E. 2012. Optimized parent selection and minimum inbreeding mating in small aquaculture breeding schemes: a simulation study. *Animal*. 7: 1–10.
- Henryon, M., Sorensen, A.C. and P. Berg. 2009. Mating animals by minimizing the covariance between ancestral contributions generates less inbreeding without compromising genetic gain in breeding schemes with truncation selection. *Animal*. 3: 1339-1346.
- Honda, T., Nomura, T. and Mukai, F. 2004. Reduction of inbreeding in commercial females by rotational mating with several sire lines. *Genet. Sel. Evol.* 36: 509-526.
- Jeon, G.J., Mao, I.L., Jensen, J. and Ferris, T.A. 1990. Stochastic modeling of multiple ovulation and embryo transfer breeding schemes in small closed dairy cattle populations. *J. Dairy Sci.* 73: 1938- 1944.
- Madsen, P., and Jensen, J. 2008. A user's guide to DMU. a package for analyzing multivariate mixed models. Version 6, release 4.5. <http://dmu.agrsci.dk>.
- Muir, W.M. 1997. Genetic Selection Strategies: Computer Modeling. *Poult. Sci.* 76: 1066-70.
- Nirea, K.G., Sonesson, A.K., Woolliams, J.A. and Meuwissen, T.H. 2012. Effect of non-random mating on genomic and BLUP selection schemes. *Genet. Sel. Evol.* 44, [11]. 10.1186/1297-9686-44-11.
- Pedersen, L.D., Kargo, M., Berg, P., Voergaard, J., Buch, L.H. and Sorensen, A.C. 2011. Genomic selection strategies in dairy cattle breeding programmers: Sexed semen cannot replace multiple ovulation and embryo transfer as superior reproductive technology. *J. Anim. Breed. Genet.* 129: 152-163.
- Pedersen, L.D., Sørensen, A.C., Henryon, M., Ansari-Mahyari, S. and Berg, P. 2009. ADAM: a computer program to simulate selective-breeding schemes for animals. *Livest. Sci.* 121: 343–344.

- Quinton, M. and Smith, C. 1995. Comparison of evaluation-selection systems for maximizing genetic response at the same level of inbreeding. *J. Anim. Sci.* 73: 2208-2212.
- Rendel, J.M. and Robertson. A. 1950. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *J. Genet.* 50: 1-8.
- Sadeghi-Sefidmazgi, A., Moradi-Shahrehabak, M., Nejati-Javaremi, A., MiraeiAshtiani, S.R. and Amer, P.R. 2012. Breeding objectives for Holstein dairy cattle in Iran. *J. Dairy Sci.* 95: 3406-3418.
- SAS. 2007. SAS Online Doc 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Selk, G. 2002. Emryo transfer in cattle. Oklahoma State University cooperative extension service fact sheet 3158.
- Sonesson, A.K. and Meuwissen, T.H.E. 2000. Mating schemes for optimum contribution selection with constrained rates of inbreeding. *Genet. Sel. Evol.* 32: 231-248.
- Sonesson, A.K. and Meuwissen, T.H.E. 2002. Non-random mating for selection with restricted rates of inbreeding and overlapping generations. *Genet. Sel. Evol.* 34: 23- 39.
- Sørensen M.K., Voergaard, J., Pedersen, L.D., Buch, L.H., Berg, P. and Sørensen, A.C. 2011. Genetic gain in dairy cattle populations is increased using sexed semen in commercial herds. *J. Anim. Breed Genet.* 128: 267-275.
- Stachowicz, K., Sørensen, A.C., Miglior, F. and Schenkel, F.S. 2010. Optimum contribution selection and minimum coancestry mating in simulated dairy cattle populations under gene assisted ([http://cgil.uoguelph.ca/dcbgc/Agenda1010/DCBGC2010\\_ADAM.pdf](http://cgil.uoguelph.ca/dcbgc/Agenda1010/DCBGC2010_ADAM.pdf).)
- Vargas, B. and Van Arendonk, J.A.M. 2004. Genetic comparison of breeding schemes based on semen importation and local breeding schemes: framework and application to Costa Rica. *J. Dairy Sci.* 87: 1496-1505.
- Villanueva, B., Woolliams, J.A. and Simm, G. 1994. Strategies for controlling rates of inbreeding in MOET nucleus schemes for beef cattle. *Genet. Sel. Evol.* 26: 517- 535.
- Wiggans, G.R. 1997. Genetic evaluation systems in the United Status: Present method and proposed changes. 32<sup>nd</sup> Int. Symp., Anim. Prod. Advances in Technology, Accuracy, and Management, Milan, Italy.





Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Ruminant Research*, Vol. 2(3), 2014  
<http://ejrr.gau.ac.ir>

## **Evaluation of inbreeding trend in dairy cattle with respect to mating system, selection intensity and embryo transfer using stochastic simulation**

**H. Faraji- Arough<sup>1</sup>, A.A. Aslaminejad<sup>\*2</sup>, M. Tahmoorespur<sup>3</sup>,  
M. Rokouei<sup>4</sup> and M.M. Shariati<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Ph.D. Student, <sup>2</sup>Associate Prof., <sup>3</sup>Professor and <sup>5</sup>Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. <sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.

Received: 05/04/2014; Accepted: 09/19/2014

### **Abstract**

The effects of mating system, selection intensity and embryo transfer on inbreeding in dairy cattle were studied using stochastic simulation. Two mating systems (random and minimum consistency), two levels of selection intensity (high and low) for four selection paths (young bull, active sire, sire of dam, dam of dam) with or without embryo transfer for bull dams were combined together to make eight scenarios. 5000 cows distributed among 50 herds of size 100 and recorded for 6 traits (milk, fat, and protein production, age at first calving, calving interval, and somatic cell score) for 30 years were simulated. The results showed that minimum coancestry mating and low selection intensity had 60.43 % and 57 % annual changes of inbreeding lower than random mating and high selection intensity, respectively. Annual changes of inbreeding were 21.98 % higher when embryo transfer was used compared with not using it. Minimum and maximum annual change of inbreeding was estimated for eighth scenario (minimum consistency mating- low selection intensity- using embryo transfer) and third scenario (random mating- high selection intensity- no embryo transfer), respectively. The results suggest that high intensity of selection with minimum coancestry mating and embryo transfer can lead to genetic gain with minimum increase in inbreeding.

**Keywords:** Dairy Cattle, Embryo transfer, Mating system, Simulation, Inbreeding.<sup>1</sup>

---

\*Corresponding author; [agr764@yahoo.co.uk](mailto:agr764@yahoo.co.uk)

