

سامانه‌های آمیخته‌گری (Crossbreeding systems)

سامانه‌های آمیخته‌گری عمدتاً در حوزه پرورش تجاری حیوانات هستند. به این معنی که این سامانه‌ها برای حفظ برتری آمیخته‌گری ناشی از ارزش ترکیبی ژن‌ها طراحی شده‌اند.

سامانه آمیخته‌گری

یک سامانه جفت‌گیری است که از آمیخته‌گری برای حفظ سطح قابل قبولی از برتری آمیخته‌گری و (یا) تکمیل‌کنندگی نژادی استفاده می‌کند

معیارهای ارزیابی سامانه‌های آمیخته‌گری

فهرستی از معیارهای مفید برای ارزیابی سامانه‌های مختلف آمیخته‌گری به شرح زیر است:

- شایستگی نژادهای استفاده شده

- برتری آمیخته‌گری

- مکمل نژادی

- تداوم عملکرد

- ملاحظات جایگزینی

- سادگی

- صحت پیش‌بینی ژنتیکی

اهمیت نسبی هر معیار به وضعیت پرورش بستگی دارد به گونه‌ای که در هر وضعیت ویژه ممکن است اهمیت برخی معیارهای بیشتر و یا کمتر باشد.

شایستگی نژادهای استفاده شده

نژادهای سامانه باید به خوبی انتخاب شوند تا سامانه آمیخته‌گری کارآمد باشد. مثلاً اگر یک پرورش‌دهنده اسب باشید و بخواهید نژاد آمیخته‌ای با حداکثر توان پرش ایجاد نمایید، اسب‌های پونی به عنوان یک نژاد قابل

استفاده نیستند زیرا بسیار کوچک جثه هستند. هر نژاد دخیل در یک سامانه آمیخته گری باید ویژگی های مطلوبی برای ترکیب شدن با نژاد های دیگر داشته باشد. به طور ویژه، میانگین ارزش های اصلاحی هر نژاد برای صفات مهم باید مشابه ارزش های اصلاحی حیوانات تجاری آمیخته باشد، یا ارزش های اصلاحی دیگر نژادهای سامانه را کامل نماید. شایستگی نژادهای مورد استفاده اهمیت زیادی دارد. درحقیقت، در مواردی که فقط یک نژاد شایستگی قابل قبولی دارد آمیخته گری توصیه نمی شود. استفاده از گاوهای هلشتاین در ایالات متحده و دیگر کشورهای صنعتی مثالی از این دست است. مثال دیگر استفاده از مرغ های لگهورن سفید در صنعت طیور تخمگذار آمریکای شمالی است. گاوهای خالص هلشتاین و مرغ های لگهورن سفید به دلیل سطح منحصر به فرد تولیدشان به طور تجاری استفاده می شوند.

برتری آمیخته گری (Hybrid vigor)

ایجاد برتری آمیخته گری یکی از مهمترین دلایل آمیخته گری است، لذا هر سامانه آمیخته گری مفید باید مقدار کافی برتری آمیخته گری ایجاد کند. به طور کلی می توان گفت، هر قدر که برتری آمیخته گری بیشتر باشد بهتر است. اما حداکثر برتری آمیخته گری فقط در F_1 ها، یعنی تلاقی نخست جمعیت های غیروخپشاوند به دست می آید. برای حفظ برتری آمیخته گری F_1 در یک گله، پرورش دهنده تجاری باید به طور کلی از تلاقی برگشتی خودداری کند، و انجام این کار همیشه در عمل آسان نیست. اکثر سامانه های آمیخته گری ۱۰۰ درصد برتری آمیخته گری F_1 را ایجاد نمی کنند، ولی سطوح قابل قبولی از برتری آمیخته گری را با محدود کردن تلاقی برگشتی، به گونه ای که قابلیت مدیریت کردن و اقتصادی باشد، نگه می دارند.

مکمل نژادی (Breed complementary)

مکمل بودن نژادی به ایجاد نتایج مطلوب تر از طریق تلاقی نژادهایی اشاره دارد که از لحاظ ژنتیکی باهم متفاوتند ولی ویژگی های تکمیل کننده ای دارند. در پرورش گاو گوشتی به تکمیل کنندگی حاصل از «تلاقی گاو نر بزرگ با گاو ماده کوچک» اشاره دارد. گاو نر بزرگ رشد بیشتر و کم چربی بودن گوشت فرزندان را تامین می کند، گاو ماده کوچک به خوراک کمتری برای نگهداری نیاز دارد و نتیجه حیوان مطلوبی برای بازار است که به گونه ای اقتصادی ایجاد شده است. مکمل بودن نژادی نتیجه «ترکیب و جور شدن» میانگین ارزش های اصلاحی نژادهای مختلف است. مکمل بودن نژادی گاو نر بزرگ با گاو ماده کوچک شکل کلاسیک مکمل بودن نژادی است که در سطح تجاری رخ می دهد، یک حیوان نزدیک به مطلوب برای بازار را ایجاد می کند.

تداوم عملکرد (Performnace consistency)

به طور مطلوب، یک سامانه آمیخته‌گری باید محصول با ثباتی ایجاد کند. بازاریابی مجموعه‌ای یکنواخت از حیوانات آسانتر از مجموعه ای متنوع است. همچنین مدیریت جمعیتی از ماده ها که یک تیپ زیستی (Biological type) هستند آسانتر از جمعیت هایی با چندین تیپ زیستی است که هرکدام احتیاجات متفاوتی دارند.

ملاحظات جایگزینی (Replacement considerations)

از لحاظ برتری آمیخته‌گری حیوان ماده مطلوب، یک حیوان ماده در نسل F_1 است، و پرورش دهندگان تجاری به طور ایده‌آل تمایل دارند که کل گله‌شان از ماده های F_1 باشند. اما چگونه می‌توان به طور مداوم F_1 ها را ایجاد کرد؟ پرورش دهندگان می‌توانند جمعیت های والدین نژاد خالص را نگه دارند (چیزی که پرورش دهندگان تجاری تمایل به انجام آن ندارند) یا جایگزین ها را از پرورش دهنده دیگری بخرند. تعدادی از سامانه‌های آمیخته‌گری با فراهم کردن امکان تولید ماده های جایگزین از خود جوامع دورگ امکان غلبه بر این مشکل را فراهم می‌کنند. دستیابی به این ویژگی هزینه‌بر است و نیاز به مدیریت کارآمدتری دارد.

سادگی (Simplicity)

از دید اجرایی سامانه‌های آمیخته‌گری باید نسبتاً ساده باشند. سامانه‌های گران قیمت و پر هزینه یا سامانه‌های نیازمند به سطوح بالای مدیریتی، دوام طولانی مدتی ندارند. گاهی اوقات سامانه‌های آمیخته‌گری پیچیده تر با اعمال مهم مدیریتی غیرمرتبط با پرورش در تعارض قرار می‌گیرند. مثلاً، مدیریت صحیح مراتع در سامانه‌های تلاقی‌گری گوسفند و گاو گوشتی که به مراتع زیادی جهت پرورش نیاز دارند مشکل است. باشند.

صحت پیش‌بینی ژنتیکی

هرقدر که صحت پیش‌بینی ژنتیکی بالاتر باشد ریسک انتخاب کمتر بوده و نتایج قابل پیش‌بینی‌ترند. از آنجا که اطلاعات عملکردی نسبتاً کمی در حیوانات تجاری ثبت می‌شود صحت پیش‌بینی در یک مبحث تجاری به صحت پیش‌بینی برای نهاده‌های مولد سامانه‌های آمیخته‌گری نوعاً نرها اشاره دارد. در برخی گونه ها، EPD های صحیح برای نرهای خالص موجود است، در نتیجه سامانه‌های آمیخته‌گری با استفاده از نرهای نژاد خالص از آن بهره می‌برند. این موضوع را نمی‌توان برای بسیاری نرهای دورگ تعمیم داد. حتی اگر یک نر دورگ بهترین گزینه باشد، فقدان اطلاعات ژنتیکی صحیح آن را برجسته نمی‌کند.

ذکر این نکته ضروری است که هر سامانه به هزینه از دست دادن دیگر معیارها در برخی از معیارها برتر است. به طور اجتناب ناپذیری موازنه هایی است که باید در نظر گرفت. برخی سامانه ها سطوح بالایی از برتری آمیخته‌گری را حفظ می‌کنند ولی مدیریت شان مشکل است. برخی از مکمل نژادی بهره کامل را می‌برند ولی قادر به ایجاد جایگزین‌هایشان نیستند، برخی جایگزین ها را ایجاد می‌کنند ولی تداوم عملکرد ندارند.

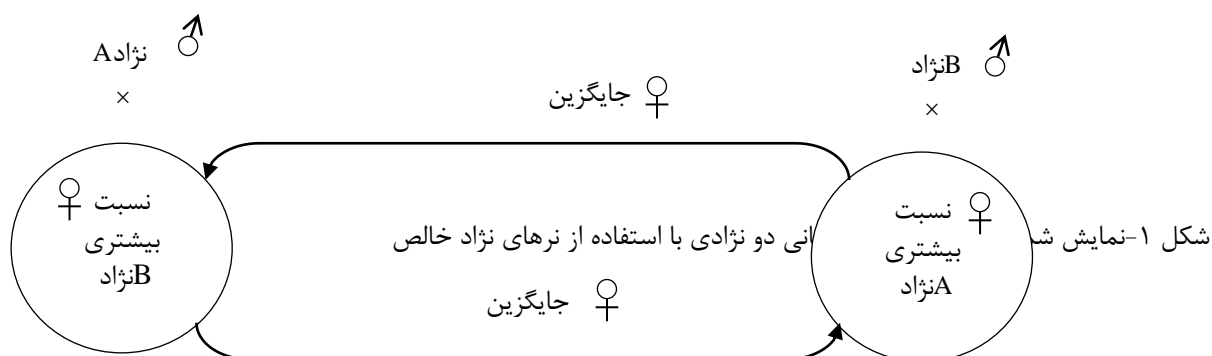
سامانه‌های چرخشی (Rotational crossbreeding system)

سامانه‌های تلاقی‌گری چرخشی سامانه‌هایی هستند که در آنها طی نسل های متمادی، حیوانات ماده میان نژادهای نر به چرخش درمی‌آیند به گونه ای که با نرهایی با ترکیب نژادی متفاوت تلاقی داده می‌شوند. چنین سامانه‌هایی خودشان ماده های جایگزین را ایجاد می‌کنند، با محدودکردن تلاقی برگشتی نگهداری سطوح قابل قبولی از برتری آمیخته‌گری را مدیریت می‌کنند. این سامانه‌ها انواع مختلفی دارند. برخی نرهای خالص و برخی دیگر نرهای دورگ را استفاده می‌کنند. برخی همه نژادهای نرها را همزمان و برخی به طور متوالی استفاده می‌کنند.

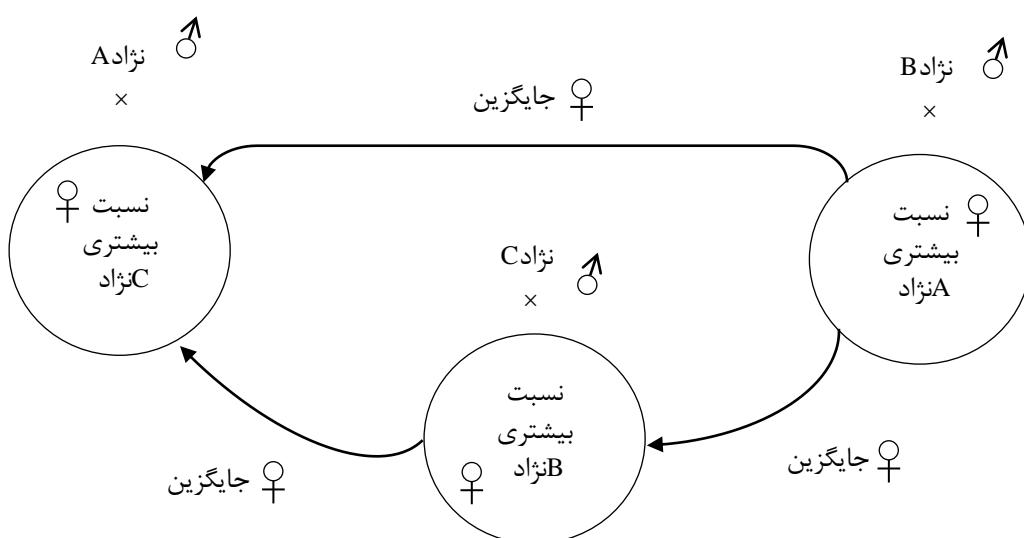
چرخش‌های مکانی با استفاده از نرهای خالص

چرخش مکانی (Spatial rotation) با استفاده از نرهای خالص، شکل کلاسیک سامانه آمیخته‌گری چرخشی است. در چرخش های مکانی، تمام نژادهای نر به طور همزمان استفاده می‌شوند- آنها در مکان های مجزایی نگهداری میشوند- و ماده های جایگزین برای جفت گیری با نرهایی که ترکیب نژادی متفاوتی دارند استفاده میشوند. در شکل ۱، ساده ترین نوع این سامانه، یک سامانه چرخشی دو نژادی، به طور شماتیک نشان داده شده است. در یک چرخش مکانی دو نژادی دو مکان جفت گیری وجود دارد (مثلاً مراتع برای حیوانات چراکننده و اصطبل یا ساختمان برای حیوانات محصور) و یک نژاد از نرهای خالص دو نژاد، به ازای هر کدام از مکان ها اختصاص داده می‌شوند و ماده ها براساس ترکیب نژادی‌شان به مکان های مختلف اختصاص داده می‌شوند. ماده‌هایی با کمترین مقدار یک نژاد ویژه به مکانی اختصاص داده می‌شوند که نرهای آن نژاد قرار دارند. دختران جایگزین حاصل، که ترکیب نژادی متفاوتی با مادرانشان دارند، با نری از نژاد دیگر جفت گیری می‌کنند. همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، که طرح از لحاظ گرافیکی به صورت یک چرخش به نظر می‌رسد،

ماده های جایگزین از محل تولدشان به محل دیگری منتقل می شوند. دخترانشان به محل نخست بر می گردند و فرایند به همین صورت ادامه می یابد. به این صورت، نسل های مختلف ماده ها در مکان های مختلف جفت گیری می کنند، به گونه ای که هیچ نسل مجاوری در یک مکان نیست. به عبارت دیگر، مادرها هرگز در مکانی نیستند که دخترانشان جفت گیری می کنند. نتاج نر و ماده نگهداری شده به عنوان جایگزین فروخته می شوند و از سامانه خارج می شوند.



در شکل ۲- یک چرخش مکانی ۳ نژادی با استفاده از نرهای خالص نشان داده شده است. این سامانه همانند چرخش دو نژادی است با این تفاوت که یک نژاد نر و یک مکان دیگر اضافه شده است.



شکل ۲- نمایش شماتیک یک چرخش مکانی سه نژادی با استفاده از نرهای نژاد خالص

ویژگی‌های سامانه‌های چرخش مکانی با استفاده از نرهای خالص

برتری آمیخته‌گری: سامانه‌های چرخش مکانی به خوبی برتری آمیخته‌گری را در یک جمعیت حفظ می‌کنند. وقتی که یک چرخش نخستین بار با ماده‌های نژاد خالص انجام می‌شود، در نسل نخست F_1 ، ۱۰۰ درصد برتری آمیخته‌گری تحقق می‌یابد.

اگر نژاد ماده‌ها همانند نژاد نر شرکت‌کننده در چرخش باشد، نسل دوم چرخش دو نژادی (نسل سوم یک چرخش سه نژادی) یک نسل با تلاقی برگشتی است، و برتری آمیخته‌گری به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. نوسان‌های برتری آمیخته‌گری در نسل‌های بعدی، با تغییر از نسلی به نسل دیگر کوچکتر و کوچکتر می‌شود تا اینکه پس از حدود ۷ نسل ترکیب نژادی و برتری آمیخته‌گری به تعادل می‌رسند.

در جدول ۱- ترکیب نژادی و درصد برتری آمیخته‌گری ابقاء شده F_1 در نسل‌های متوالی سامانه‌های چرخشی دو و سه نژادی با استفاده از نرهای نژاد خالص ارائه شده‌اند. نسل ۱، نسل نخست نتاج آمیخته‌است. ماده‌های جایگزین که مادران نسل ۲ می‌باشند از این نسل انتخاب می‌شوند. افراد انتخاب شده از نسل ۲ ماده‌های جایگزین هستند که مادران نسل ۳ می‌شوند و به همین صورت ادامه می‌یابد. در سامانه‌های چرخش ۲ نژادی، ماده‌های نسل پایه و ماده‌های نسل‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ با نرهای نژاد A در یک مکان جفت‌گیری می‌کنند. حیوانات ماده نسل‌های ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ در مکان دیگری با نرهای نژاد B جفت‌گیری می‌کنند. در سامانه‌های چرخش سه نژادی، ماده‌های نسل پایه و ماده‌های نسل‌های ۳، ۶ و ۹ در یک مکان با نرهای نژاد A جفت‌گیری می‌کنند، ماده‌های نسل‌های ۱، ۴، ۷ و ۱۰ در مکان دیگری با نرهای نژاد B جفت‌گیری می‌کنند، و ماده‌های نسل‌های ۲، ۵ و ۸ در مکان دیگری با نرهای نژاد C جفت‌گیری می‌کنند.

جدول ۱- ترکیب نژادی و درصد برتری آمیخته‌گری ابقاء شده F_1 در نسل‌های متوالی سامانه‌های چرخشی دو و سه نژادی با استفاده از نرهای نژاد خالص^{ab}

چرخش ۲ نژادی		چرخش ۳ نژادی					
% ترکیب نژادی		% ترکیب نژادی					
نسب	نژاد نر	A	B	C	A	B	C
پایه‌گذار	B	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۰
	A	۵۰	۵۰	۰	۵۰	۵۰	۱۰۰
۲	B	۲۵	۷۵	۰	۲۵	۵۰	۲۵
	A	۶۳	۳۷	۰	۱۳	۲۵	۶۲

۴	B	۳۱	۶۹	۶۳	A	۵۶	۱۳	۳۱	۸۸
۵	A	۶۶	۳۴	۶۹	B	۲۸	۵۶	۱۶	۸۸
۶	B	۳۳	۶۷	۶۶	C	۱۴	۲۸	۵۸	۸۴
۷	A	۶۶	۳۴	۶۷	A	۵۷	۱۴	۲۹	۸۶
۸	B	۳۳	۶۷	۶۶	B	۲۹	۵۷	۱۴	۸۶
۹	A	۶۷	۳۳	۶۷	C	۱۴	۲۹	۵۷	۸۶
۱۰	B	۳۳	۶۷	۶۷	A	۵۷	۱۴	۲۹	۸۶

a فرض می‌شود که برتری آمیخته‌گری با هتروزیگویی ارتباط خطی دارد.

b نژاد ماده‌های پایه گذار نیز یک نژاد نر شرکت کننده در چرخش است

اگرچه می‌توان «تعادل برتری آمیخته‌گری» را از جنبه نظری تصور کرد، صحبت کردن از آن در گونه‌هایی با فاصله نسل طولانی - مثلاً گاو - کمی خوش باورانه است. با فرض هفت نسل مورد نیاز برای رسیدن به تعادل، در چنین مدت زمان طولانی سامانه‌های چرخشی کمی بدون تغییر می‌مانند. فراهم شدن نژادهای جدید و تغییرات در بازار و اهداف اصلاحی از به تعادل رسیدن اکثر سامانه‌های چرخشی جلوگیری می‌کند. با فرض اینکه برتری آمیخته‌گری با هتروزیگویی ارتباط خطی دارد، برتری آمیخته‌گری در یک چرخش دو نژادی در حالت تعادل ۶۷٪ برتری F_1 (حداکثر) و در یک سامانه چرخش سه نژادی ۶۸٪ حداکثر برتری F_1 است. سامانه‌های چرخشی که در آنها تعداد نژادهای نر بیشتری داشته باشند مقادیر بیشتری از برتری آمیخته‌گری را ایجاد می‌کنند. به دو دلیل تلاقی‌های چرخشی با تعداد نژاد بیشتر معمول نیست:

(۱) مدیریت کردن آنها مشکل تر می‌شود و (۲) اغلب یافتن بیش از سه نژاد سازگار و دارای ارزش‌های اصلاحی مناسب مشکل است. پرورش دهندگان باید تعادل بین مقادیر بیشتر برتری آمیخته‌گری و ارزش‌های اصلاحی بهتر را در نظر بگیرند.

پیش بینی برتری آمیخته‌گری در حالت تعادل در سامانه‌های آمیخته‌گری چرخش که نرهای نژاد خالص را استفاده می‌کنند.

درصد برتری آمیخته‌گری F_1 در حالت تعادل (پس از حدود ۷ نسل) در یک سامانه آمیخته‌گری چرخش که نرهای نژاد خالص را استفاده می‌کند با این فرمول پیش بینی می‌شود:

$$\%RHV = \left(\frac{2^n - 2}{2^n - 1} \right) \times 100$$

در اینجا n تعداد نژادهای سامانه است

مثال ها

برای یک چرخش دونژادی

$$\%RHV = \left(\frac{2^n - 2}{2^n - 1} \right) \times 100$$

$$\left(\frac{2^2 - 2}{2^2 - 1} \right) \times 100 = 67\%$$

برای یک چرخش سه نژادی

$$\%RHV = \left(\frac{2^n - 2}{2^n - 1} \right) \times 100$$

$$\left(\frac{2^3 - 2}{2^3 - 1} \right) \times 100 = 86\%$$

تکمیل کنندگی نژادی و تداوم عملکرد: سامانه‌های چرخشی با استفاده از نرهای نژاد خالص، تکمیل کنندگی نژادی کمی فراهم می‌کنند و ممکن است تداوم عملکرد داشته باشند یا نداشته باشند. چون ترکیب نژادی درون جمعیت تنوع قابل توجهی دارد- در یک تلاقی چرخش سه نژادی در حالت تعادل، ماده ها و فرزندانشان می‌توانند تا ۵۷٪ یک نژاد ویژه یا حداقل ۱۴٪ همان نژاد را داشته باشند (جدول ۱-۱۹)- تنها راه حصول اطمینان از تداوم عملکرد استفاده از نژادهایی با تیپ زیستی بسیار مشابه است. مثلاً، در گاو گوشتی نمی‌توان نژادی را استفاده کرد که در تولید شیر برتر باشد و نژادی را که در سرعت رشد برتر باشد (یک ترکیب تکمیل کنندگی کلاسیک) بدون اینکه مجموعه ای از گوساله‌ها ایجاد شود که در این صفات عملکرد خوبی داشته باشند. بنابراین، اگر نژادهای مکمل استفاده شوند، تداوم عملکرد لطمه می‌بیند، و اگر نژادها برای تداوم عملکرد انتخاب شوند، تکمیل کنندگی نژادی حذف می‌شود.

ملاحظات جایگزینی. یکی از امتیازهای سامانه چرخشی این است که جایگزین های ماده از خود سامانه ایجاد می شوند. بنابراین، نیازی به نگهداری جمعیت ویژه ای از مولدین ماده برای ایجاد جایگزین یا خریدن ماده های جایگزین نیست.

سادگی. سادگی سامانه های چرخش مکانی متغیر است. یک سامانه دو نژادی فقط به دو مکان جفت گیری نیاز دارد، اگر ماده های جوان به طور جداگانه جفت گیری داده شوند و به سه یا چهار مکان جفت گیری نیاز است. سامانه های چرخشی سه مسیری به سه تا شش مکان و سامانه های چرخش با تعداد مسیرهای بیشتر به مکان های بیشتری نیاز دارند. هر قدر تعداد مکان ها و نژادها بیشتر باشد به احتیاجات بیشتری از جنبه های شناسایی حیوان، حصارکشی، جداسازی حیوانات و بررسی مکان های جفت گیری- به طور خلاصه سرمایه گذاری بیشتری، نیروی کار بیشتر و هزینه های اجرایی بیشتری نیاز است. با تقسیم بندی حیوانات در چندین مکان، فرصتها برای چرای با تراکم بالا به ازای مدت زمان کم و طرح های چرای مربوطه محدود می شود. به علاوه، سامانه های چرخش مکانی برای گله های بسیار کوچک- که فقط یک نر را استفاده می کنند- عملی نیست.

صحت پیش بینی ژنتیکی. صحت پیش بینی ژنتیکی برای نرهای مورد استفاده در سامانه های آمیخته گری به وضعیت فناوری پیش بینی در گونه ها، تمایل پرورش دهندگان گله های مولد به ثبت و گزارش داده های عملکردی و استفاده از پیش بینی های ایجاد شده، و اندازه و ساخت مجموعه داده های موجود بستگی دارد. بنابراین صحت به گونه و نژاد بستگی دارد.

در جدول ۲- به اکثر سامانه های آمیخته گری بررسی شده در این فصل، شامل سامانه های چرخش مکانی دو سه نژادی با استفاده از نرهای خالص، براساس معیارهای توصیف شده از قبل، امتیاز داده شده است. این امتیازدهی ها را فقط به عنوان راهنما در نظر بگیرید. این امتیازدهی ضرورتاً جنبه نظری داشته و ممکن است در حالات تولیدی خاص صحیح نباشند.

جدول ۲- ویژگی های سامانه های مختلف آمیخته گری^{ab}

سامانه	HV	Comp	Cons	Reps	Ease	Acc
چرخش ۲ نژادی مکانی با استفاده از نرهای خالص	+	-	متنوع	+	+	+
چرخش ۳ نژادی مکانی با استفاده از نرهای خالص	+	-	متنوع	+	-	+

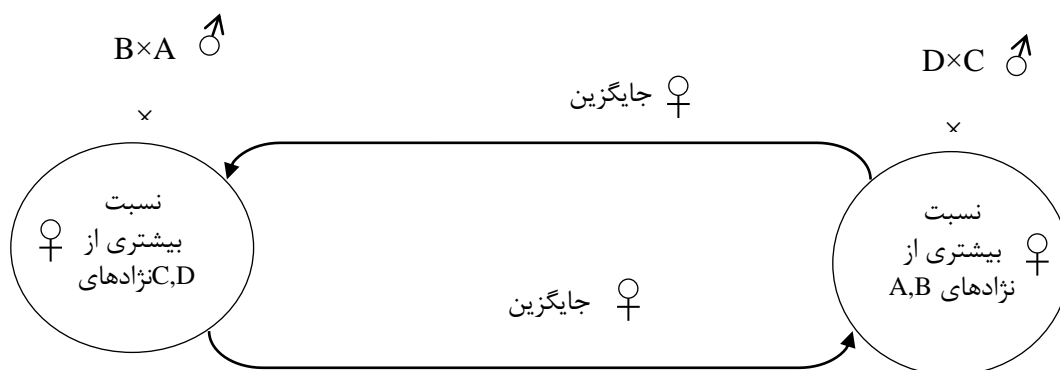
چرخش مکانی با نرهای آمیخته	+	+	+	متنوع	؟
چرخش در زمان با استفاده از نرهای خالص	+	-	متنوع	+	++
چرخش در زمان با استفاده از نرهای آمیخته	+	+	+	++	؟
پایانه‌ای استاتیک (خریدن ماده‌های جایگزین)	++	+	-	++	+
پایانه‌ای استاتیک (پرورش ماده‌های جایگزین)	+	+	+	-	+
چرخش/پایانه‌ای	+	+	متنوع	+	-
ترکیبی محض (نژاد موجود)	+	+	+	++	؟
ترکیبی محض (توسعه نژاد)	+	+	متنوع	+	متنوع
ترکیبی/پایانه‌ای (نژاد موجود)	+	++	+	+	؟

aHV = برتری آمیخته‌گری؛ Comp = تکمیل کنندگی نژادی؛ Cons = تداوم عملکرد؛ Reps = ملاحظات جایگزین؛ Ease = سادگی؛ Acc = صحت پیش بینی ژنتیکی

b- ضعیف؛ + خوب؛ ++ خیلی خوب

سامانه‌های چرخش مکانی با نرهای آمیخته

به جز تفاوتها در ترکیب نژادی نرها، سامانه‌های چرخش مکانی با نرهای آمیخته مشابه سامانه‌های چرخش مکانی با نرهای خالص است (شکل ۳- را ببینید). بالتای حال، استفاده از نرهای آمیخته از حیث برتری آمیخته‌گری، تکمیل کنندگی نژادی و تداوم عملکرد مزایایی دارد.



شکل ۳-نمایش شماتیک یک سامانه چرخش مکانی دونژادی با استفاده از نرهای آمیخته

ویژگی‌های سامانه چرخش مکانی با استفاده از نرهای آمیخته

برتری آمیخته‌گری. سامانه‌های آمیخته‌گری چرخشی با استفاده از نرهای آمیخته معمولاً نژادهای نر بیشتری از سامانه‌هایی دارند که از نرهای خالص استفاده می‌کنند. در نتیجه، این سامانه‌ها تلاقی برگشتی کمتری دارند و

برتری آمیخته‌گری بیشتری را حفظ می‌کنند. مثلاً، یک چرخش دوزادی با استفاده از نرهای A×B و C×D ۸۳٪ برتری آمیخته‌گری F_۱ را در حالت تعادل ایجاد می‌کند در مقابل در یک سامانه چرخشی دو مسیری با استفاده از نرهای خالص A و B ۶۷٪ برتری آمیخته‌گری F_۱ در حالت تعادل ایجاد می‌گردد. یک سامانه چرخش سه مسیری با استفاده از نرهای A×B، C×D و E×F ۹۳٪ برتری آمیخته‌گری F_۱ را ایجاد می‌کند در مقابل یک سامانه چرخشی سه مسیری با نرهای خالص A، B و C ۸۶٪ برتری آمیخته‌گری F_۱ را ایجاد می‌کند. در مورد صفاتی که برتری آمیخته‌گری پدری مهم است- صفاتی مانند نرخ آبستنی- نرهای دورگ مزیت بیشتری دارند.

پیش بینی برتری آمیخته‌گری در حالت تعادل در سامانه‌های آمیخته‌گری چرخشی که نرهای آمیخته را استفاده می‌کنند.

درصد برتری آمیخته‌گری ابقاء شده F_۱ در حالت تعادل (پس از حدود هفت نسل) در یک سامانه آمیخته‌گری چرخشی که نرهای آمیخته را بکار می‌برد با فرمول زیر پیش بینی می‌شود:

$$\%RHV = \left(\frac{m(2^n - 1) - 1}{m(2^n - 1)} \right) \times 100$$

در اینجا n تعداد انواع نرها در سامانه است، و m تعداد نژادهای موجود در هر نوع نر (در این فرمول تلویحاً فرض بر این است که هر نوع مولد نر تعداد نژادهای یکسان با نسبت های برابر داشته باشد). وقتی m=۱، فرمول به فرمول ساده تر برای سامانه‌های چرخش تبدیل می‌شود که نرهای خالص را بکار می‌برند.

مثال ها

برای یک چرخش دومسیری، دو نژاد به ازای هر نوع نر،

$$\%RHV = \left(\frac{m(2^n - 1) - 1}{m(2^n - 1)} \right) \times 100$$

$$\left(\frac{2(2^2 - 1) - 1}{2(2^2 - 1)} \right) \times 100 = 83\%$$

برای یک چرخش سه مسیری، دو نژاد به ازای هر نوع نر،

$$\% R\hat{H}V = \left(\frac{m(2^n - 1) - 1}{m(2^n - 1)} \right) \times 100$$

$$\left(\frac{2(2^3 - 1) - 1}{2(2^3 - 1)} \right) \times 100 = 93\%$$

برای یک چرخش دومسیری، چهار نژاد به ازای هر نوع نر،

$$\% R\hat{H}V = \left(\frac{m(2^n - 1) - 1}{m(2^n - 1)} \right) \times 100$$

$$\left(\frac{2(2^4 - 1) - 1}{2(2^4 - 1)} \right) \times 100 = 92\%$$

تکمیل کنندگی نژادی. نرهای مورد استفاده در هر سامانه آمیخته گری چرخشی باید از تیپ زیستی مشابهی باشند تا نتاج سازگاری را ایجاد کنند. از این رو، نسبت به سامانه‌های آمیخته گری با استفاده از نرهای نژاد خالص فرصت بیشتری برای تکمیل کنندگی نر × ماده در تلاقی های با استفاده از نرهای آمیخته وجود ندارد. با این حال فرصتی برای تکمیل کنندگی گله های مولد دورگ وجود دارد این نوع تکمیل کنندگی در توسعه گله های مولد آمیخته نقش دارد. مثلاً دریک سامانه چرخشی گاو گوشتی نرهایی که ژن های هرفورد (یک نژاد قدیمی گوشتی) و ژن های هلشتاین (یک نژاد شیری) را دارند به خاطر ویژگی های تکمیل کنندگی شان مفیداند. هرفوردها به خوبی با شرایط مرتع سازگار شدند ولی اغلب شیر و کیفیت لاشه خوبی ندارند. هلشتاین ها به دلیل تولید شیر زیاد کمتر با شرایط مرتعی سازگارند، ولی کیفیت لاشه عالی دارند. نرهای دورگ با نسبت مناسبی از هر نژاد کارآمد هستند. تغییر در تیپ نتاج از نسلی به نسل دیگر بسیار زیاد خواهد بود.

تداوم عملکرد. سامانه های چرخشی که از مولدین نر آمیخته استفاده می کنند قابلیت ایجاد نتاج یکنواخت تری را از سامانه چرخشی دارند که مولدین نر خالص را بکار می برد. این قابلیت دو دلیل دارد. نخستین دلیل، به قابلیت تکمیل کنندگی گله های مولد دورگ مربوط می شود که ناشی از به کارگیری مولدهای نر دورگ است. نژادهای خالص ممکن است بسیار متنوع باشند به طوری که یافتن دو یا تعداد بیشتری نژاد با تیپ زیستی نزدیک به هم برای فراهم کردن تداوم عملکرد لازم در یک تلاقی مشکل باشد. با ترکیب و جفت و جور کردن مناسب نژادهای خالص طی ایجاد مولدین نر آمیخته می توان بر این مشکل فائق آمد. نژادهای هرفورد و هلشتاین مثال هایی از دو نژاد می باشند که مشابهت کمی دارند. اما ترکیبات نژادی بسیاری هستند که مشابه دورگ های هلشتاین و هرفورد هستند. برای هر مجموعه از نژادهای خالص ناسازگار و متنوع، ترکیبات نژادی سازگاری وجود دارد.

دلیل دوم که چرا نرهای آمیخته می‌توانند در سامانه‌های تلاقی‌گری چرخشی تداوم را بهبود دهند به ترکیب نژادی مربوط است. اگر نژادهای وارد شده در یک چرخش تیپ زیستی متفاوتی داشته باشند، تغییرات در ترکیب نژادی بین نسل‌ها تفاوت‌هایی را در عملکرد نتاج ایجاد خواهد کرد. تغییرات در ترکیب نژادی با استفاده از نرهای خالص، به ویژه در تلاقی‌های چرخشی با تعداد نژاد بیشتر قابل توجه است. این تغییرات با استفاده از مولدهای نر آمیخته بسیار کمتر است.

جدول ۳- حداقل و حداکثر درصد یک نژاد و درصد برتری آمیخته‌گری F_1 در زمان تعادل برای سامانه‌های آمیخته‌گری چرخشی متفاوت

سامانه	حداقل درصد نژاد A	حداکثر درصد نژاد A	% برتری آمیخته‌گری F_1
چرخشی دونژادی مکانی با استفاده از نژاد خالص	۳۳	۶۷	۶۷
چرخشی دونژادی با استفاده از نرهای $A \times B$ و $C \times D$	۱۷	۳۳	۸۳
چرخشی سه نژادی با استفاده از نرهای خالص C, B, A	۱۴	۵۷	۸۶
چرخشی سه نژادی با استفاده از نرهای $A \times B, C \times D$ و $E \times F$	۷	۲۹	۹۳
چرخشی دو نژادی با استفاده از نرهای $A \times B$ و $A \times C$	۵۰	۵۰	۶۷
چرخشی دو نژادی با استفاده از نرهای $A \times (B \times C)$ و $A \times (D \times E)$	۵۰	۵۰	۷۱
چرخشی سه نژادی با استفاده از نرهای $A \times B, A \times C$ و $A \times D$	۵۰	۵۰	۷۱

حداقل و حداکثر درصد یک نژاد و درصد برتری آمیخته‌گری F_1 در حالت تعادل برای سامانه‌های مختلف آمیخته‌گری چرخشی در جدول ۳- فهرست شده است. با نگاه کردن به قسمت بالای جدول می‌بینید که چگونه استفاده از نرهای آمیخته تغییرات کمتری در ترکیب نژادی ایجاد می‌کند. درصد نژاد A در یک چرخش دو مسیری با استفاده از نرهای خالص از ۳۳٪ تا ۶۷٪ - یک تفاوت ۳۴ درصدی - در تغییر است. در صورت استفاده از نرهای آمیخته تفاوت ۱۶٪ = ۳۳ - ۱۷ است. درصد نژاد A در یک چرخش سه مسیری با استفاده از نرهای خالص از ۱۴٪ تا ۵۷٪ - در تغییر است - یک تفاوت ۴۳ درصدی. با استفاده از نرهای آمیخته تفاوت ۲۲٪ = ۲۹ - ۷ است.

ملاحظات جایگزینی و سادگی. ملاحظات جایگزینی و سادگی در سامانه‌های چرخشی مکانی که نرهای آمیخته را استفاده می‌کنند با سامانه‌های چرخشی مکانی که نرهای خالص را استفاده می‌کنند تفاوتی ندارد. هر دو نوع سامانه ماده‌های جایگزین خودشان را ایجاد می‌کنند، و در هر سامانه مشکلات مدیریتی بیشتر تابعی از تعداد مکان‌های پرورشی است تا چیز دیگر. با در نظر گرفتن اینکه از سامانه‌های چرخشی با استفاده از نرهای آمیخته

به ازای هر محل پرورش برتری آمیخته‌گری بیشتری بدست می‌آید. این سامانه‌ها از لحاظ سادگی مزیت بیشتری دارند. مثلاً درصد برتری آمیخته‌گری F_1 در یک سامانه چرخش دو مسیری با استفاده از نرهای آمیخته تقریباً به اندازه یک سامانه چرخش سه نژادی با استفاده از نرهای خالص است (۸۳٪ در مقابل ۸۶٪، جدول ۳-۱۹ را ببینید). یک پرورش دهنده می‌تواند با استفاده از نرهای آمیخته، سامانه ساده‌تر را با از دست دادن کمتر برتری آمیخته‌گری انتخاب نماید.

صحت پیش بینی ژنتیکی. اشکال عمده استفاده از نرهای آمیخته فقدان اطلاعات ژنتیکی است. مسأله نیاز به این اطلاعات نیست. EPDها برای خالص‌ها معمولتر از آمیخته‌ها است. صحت EPD آمیخته‌ها در صورت وجود کم است. تا زمانی که پیش بینی های ژنتیکی صحیح برای آمیخته‌ها به طور معمول فراهم شود، سامانه‌های چرخش با استفاده از نرهای آمیخته به تعویق خواهند افتاد.

چرخش در زمان (Rotation in time)

چرخشهای مکانی چرخش در مکان هستند. از آنجا که جمعیت ایجادکننده ماده‌ها نوعاً شامل افرادی از نسل های مختلف است، نژادهای نر به طور همزمان استفاده و در مکانهای پرورشی مختلفی به طور مجزا نگهداری می‌شوند. **چرخش های زمانی** سامانه‌های تلاقی‌گری چرخشی هستند که نژادهای نر نه به طور همزمان بلکه به طور متوالی استفاده می‌شوند. می‌توان گفت که نژادها از لحاظ زمانی جدا نگه داشته می‌شوند. برتری اصلی سامانه‌های چرخشی در زمان بر سامانه‌های چرخشی مکانی سادگی آنهاست.

ویژگی های سامانه‌های چرخشی در زمان

برتری آمیخته‌گری. به دلیل افزایش تلاقی برگشتی برتری آمیخته‌گری در سامانه های چرخشی زمانی تا حدودی کمتر از سامانه های چرخشی مکانی است. اگر نژادهای نر در فواصل زمانی طولانی عوض شوند، برخی ماده‌های جوان با نرهای هم نژاد خود جفت‌گیری می‌کنند. اگر نژادهای نر در فواصل زمانی کوتاه عوض شوند، چرخه چرخش کامل خواهد شد، و برخی ماده‌های مسن‌تر با نرهای هم نژاد خود جفت‌گیری می‌کنند. باین حال، تفاوت در مقادیر کلی برتری آمیخته‌گری حاصل از سامانه های چرخشی مکانی و سامانه های چرخشی زمانی معادل زیاد نیست. در سامانه‌های چرخشی در زمان می‌توان برتری آمیخته‌گری را با استفاده از نرهای آمیخته و تغییر به چرخش در سطوح بالاتر با اضافه کردن یک تا چند نژاد نر بیشتر به توالی افزایش داد. سامانه‌های چرخشی در زمان از این نظر بسیار انعطاف پذیرند.

تکمیل کنندگی نژادی، تداوم عملکرد، ملاحظات جایگزینی و صحت پیش بینی ژنتیکی. میزان تکمیل کنندگی نژادی، تداوم عملکرد، ملاحظات جایگزینی و صحت پیش بینی ژنتیکی در سامانه‌های چرخشی در زمان ضرورتاً همانند سامانه‌های چرخشی در مکان است. جایگزینی نرهای خالص با نرهای آمیخته در سامانه‌های چرخشی در زمان همان اثرات در سامانه چرخش در مکان را دارد.

سادگی. مدیریت سامانه‌های چرخشی در زمان بسیار آسان‌تر از سامانه‌های چرخشی در مکان است- فقط به یک مکان پرورشی نیاز است- در صورتی که ماده‌های جوان به طور جداگانه جفت‌گیری کنند به دو مکان نیاز است. سامانه‌های چرخشی در زمان مانند سامانه‌های چرای متمرکز هستند. این سامانه‌های چرخشی را می‌توان به طور موفقیت آمیزی در گله‌های کوچک، حتی آنهایی که فقط یک نر دارند، بکار برد.