دامستیک؛ دوره ۲۲، شماره ۲ (شماره ۲۳ پیاپی): ۴۲-۳۰

نشریهٔ علمی- ترویجی (حرفه‌ای)

دامِستیک

انجمن علمی- دانشجویی گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران؛ پاییز ۱۴۰۱

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_90902.html

مقاله علمی- ترویجی

مروری بر مبانی ژنتیک و اصلاح‌نژاد طیور از کلاسیک تا انتخاب ژنومی؛ با تأکید بر استراتژی‌های شروع کنندهٔ تلاقی‌گری

احسان شهبازی[۱*]، امین احمدزاده[۲]، رامیار قره داغی[۳] و آرش جوانمرد[۴]

[۱] دانشجوی دکتری تخصصی ژنتیک و اصلاح نژاد دام و طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

[۲] دانش‌آموخته کارشناسی علوم دامی، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، آذربایجان شرقی، ایران

[۳] دانشجوی کارشناسی‌ارشد تغذیه طیور، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، آذربایجان شرقی، ایران

[۴] استادیار ژنتیک و اصلاح‌نژاد دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، آذربایجان شرقی، ایران

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2022.344443.1096

چکیده

امروزه، صنعت پرورش طیور یک حوزهٔ رقابتی با نفت محسوب می‌شود و نقش بسزایی در تأمین امنیت غذایی و کشاورزی پایدار دارد. با وجود پیشرفت‌های اخیر در زیست فناوری و توالی‌یابی کل ژنوم امّا ژنوم طیور با اندازه ۱/۵ گیگابایت و تعداد ۷۸ کروموزوم هنوز پیچیدگی‌های خاص خود را دارد. از طرفی شرایط فیزیولوژیکی مرغ منجر شده است که استراتژی‌های اصلاحی در این گونه با سایر گونه‌های دامی متفاوت باشد. در همین راستا کنترل همخونی، شناسایی ژن‌ها و مسیرهای بیولوژیکی از مهمترین مواردی هستند که باید در اهداف اصلاح‌نژادی گنجانده شود. چیپ‌های شناسایی اختصاصی ارزان قیمت و تکنیک‌های توالی‌یابی نسل آینده دو ابزار بسیار مهم جهت این امر می‌باشند که در تشکیل جمعیت مرجع با تنوع ژنتیکی بالا، اندازه مؤثر جمعیت، نسبت مناسب نر و ماده (معمولاً تعداد ماده‌ها سه الی چهار برابر نرها می‌باشد) و انتخاب جمعیت کاندید نقش بسزایی دارد. در صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی، متداول‌ترین استراتژی که به کار برده می‌شود، استفاده از لاین‌های با خصوصیات گوشتی، مقاومت، نرخ رشد و کیفیت خوب اسپرم در دو خط والد پدری و لاین‌های با باروری و میزان تخمگذاری بالا و کیفیت تخم‌مرغ خوب در دو خط والد مادری است؛ همچنین در بخش تولید لاین‌های تخمگذار به صفاتی مانند بازده تخمگذاری و خوراک و کیفیت تخم‌مرغ‌ها توجه می‌شود. سپس در تلاقی لاین کراس (Line cross) بعدی نرهای کراس حاصل از دو خط پدری با ماده‌های کراس سکسینگ شده (Cross sexing) از دو لاین مادری مکمل‌سازی می‌شوند و در واقع چهار خصوصیت از والدین تجمیع می‌گردد. در داخل هر لاین نیز رکوردگیری و درون آمیزی پیوسته، ادامه حیات لاین را تضمین می‌کند. در این مقاله علمی- ترویجی سعی شده است که مروری بر ژنتیک و اصلاح نژاد طیور بومی از کلاسیک تا انتخاب ژنومی به خوانندگان و علاقه‌مندان عرضه گردد.

کلمات کلیدی: استراتژی‌ها، انتخاب ژنومی، توالی‌یابی نسل آینده، لاین

*نویسنده مسئول: ehsan1990@gmail.com

بخش: ژنتیک و اصلاح‌نژاد دام و طیور دبیر تخصصی: دکتر مرجان ازغندی

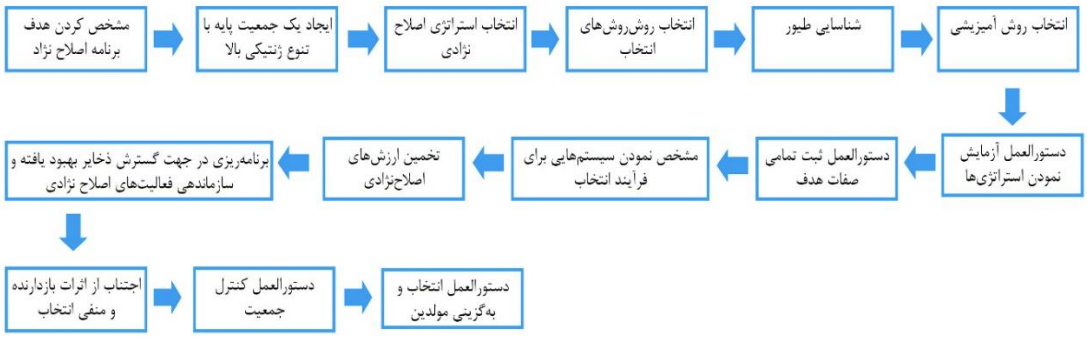
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۵ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۰۹/۲۲

رفرنس‌دهی: شهبازی، ا.، احمدزاده، ا.، قره‌داغی، ر.، جوانمرد، آ. مروری بر مبانی ژنتیک و اصلاح‌نژاد طیور از کلاسیک تا انتخاب ژنومی؛ با تأکید بر استراتژی‌های شروع‌کنندهٔ تلاقی‌گری. *علمی- ترویجی (حرفه‌ای) دامِستیک*، ۱۴۰۱؛ ۲۲(۲): ۴۲-۳۰.

مقدمه

با وجود اینکه صنعت پرورش طیور در تجارت بین‌المللی با صنایع پُرسودی مانند صنعت نفت در یک ردیف قرار می‌گیرد و اهمیت استراتژیک آن در امنیت غذایی و توسعه کشاورزی پایدار ثابت شده است، با این وجود این صنعت در کشور ایران علی‌رغم حمایت‌های دولتی در چشم‌اندازها، همچنان با فقدان زیر ساخت‌ها، عدم مدیریت منسجم و پایدار، سطحی‌نگری به مسائل پایه‌ای و کلان و فقدان اولویت‌بندی در برنامه‌ریزی‌ها مواجه است. در استان‌های مختلف ایران ایستگاه‌هایی با رویکرد اصلاح‌نژادی مرغ بومی تأسیس و مشغول به رکوردگیری و فعالیت هستند، امّا باید توجه داشت که سنجش وضعیت ذخایر ژنتیکی طیور کشور به عنوان مهم‌ترین گام برای تدوین یک برنامه اصلاحی کارآمد بایستی مورد توجه قرار گیرد؛ چرا که ایجاد یک جمعیت پایه با تنوع ژنتیکی بالا مهم‌ترین مرحله در اصلاح‌نژاد مرغان بومی است.

اولین گام در برنامه‌های اصلاح‌نژادی، تعیین هدف اصلاح‌نژاد که بسته به نوع تولید متغیر و همچنین تعیین صفات مهم در هر بخش تولیدی می‌باشد. با توجه به شکل ۱ در مرحلهٔ بعد، بحث رکوردگیری، جمع‌آوری داده‌های مربوط به عملکرد و همچنین ثبت شجره مطرح می‌شود که یکی از عناصر مهم برای ارزیابی‌های پیش رو می‌باشند. در مرحلهٔ بعد اطلاعات شجره‌ای و فردی پرنده‌ها جهت ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ناگفته نماند که مدل آماری مناسب نیز در این فرآیند مؤثر می‌باشد؛ علاوه بر این استفاده از اطلاعات ژنومی فرآیند ارزیابی ژنتیکی و انتخاب را سریع‌تر کرده و پیشرفت ژنتیکی را افزایش داده است. پس از برآورد ارزش اصلاحی افراد و خویشاوندان، پرنده‌هایی که ارزش اصلاحی بالایی دارند به عنوان والد برای آمیزش و تولید نسل بعد انتخاب می‌گردند. پس از انتخاب افراد برگزیده استراتژی‌های آمیزشی متناسب شامل این که کدام خروس با کدام گروه از مرغها تلاقی داده شود، می‌باشد. هر یک از استراتژی‌های آمیزشی مزایا و معایب خاص خود را دارد که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرند. مرحله بعدی، بررسی میزان پیشرفت ژنتیکی و پاسخ به انتخاب است. میزان رشد ژنتیکی با تنوع، شدت انتخاب و صحت انتخاب رابطه مستقیم داشته ولی با فاصله نسلی رابطه عکس دارد. در مرغهای بومی به علت فاصلهٔ نسلی کوتاه و همچنین پیشرفت‌های صورت گرفته در توالی‌یابی DNA و انتخاب ژنومیک که باعث کوتاه‌تر شدن فاصلهٔ نسلی شده است، می‌توان انتظار پیشرفت ژنتیکی قابل توجهی را داشت و در آخر، هر برنامه اصلاح‌نژادی از لحاظ میزان دستیابی به اهداف تعیین‌شده ارزیابی می‌شود (Haris *et al.*, 1984; Bourdon, 2000).



شکل ۱- گام‌های مختلف تعریف اهداف اصلاح‌نژادی و حرکت به سوی اجرای آن (مرادیان و محمودی، ۱۳۹۸)

نمونه‌ای از کارهای اصلاح‌نژادی انجام گرفته بر روی مرغ‌های بومی در جهان

در یک برنامه اصلاح‌نژادی در کشور غنا، مرغ‌های بومی این کشور با یک نژاد وارد شده از کشور فرانسه تلاقی پیدا کردند. سپس در نهایت نتاج حاصل از تلاقی دورجفتی صورت گرفته از لحاظ سه صفت اقتصادی میزان تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ و ضریب تبدیل غذایی با مرغ‌های بومی مقایسه گردید. از نتایج مقایسه‌ها مشاهده شد که تولید روزانه تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ نسبت به مرغ‌های بومی افزایش پیدا کرده است. همچنین متخصصین مشاهده کردند که سازگاری مرغ‌های بومی و مصرف کم غذا نسبت به دوره‌ها بیشتر است (Osei-Amponsah *et al.*, 2015). همچنین در کشور بنگلادش برنامه‌های اصلاح‌نژادی زیادی بر روی مرغ‌های بومی برای بالا بردن عملکرد صورت گرفته است. در یکی از این برنامه‌ها مرغ‌های بومی با نژادهای سفید و

کورنیش سفید تلاقی پیدا کردند که نتاج حاصل از این تلاقی بهترین عملکرد را داشتند. همچنین در یک برنامه اصلاح‌نژادی دیگر، خروس‌های بومی حذف شدند و مرغ‌های بومی با خروس‌های نژاد ردآیلندرد آمیزش داده شدند که بهبود عملکرد در صفات رشد، سازگاری و کاهش مرگ و میر را به دنبال داشت (Faruque *et al.*, 2017). در کشور اوگاندا مرغ‌های بومی برای مشاهده میزان سازگاری با اقلیم‌های مختلف با نژاد بومی هند آمیزش و به نقاط مختلف کشور فرستاده شدند؛ نتایج نشان داد که مرغ‌های دورگ در همهٔ مناطق عملکرد بهتری نسبت به مرغ‌های محلی دارند. همچنین، در کشور ترکیه متخصصان اصلاح‌نژاد با تلاقی‌های مکرر مرغ‌های بومی با نژادهای خارجی، طی ۱۵-۱۰ سال موفق به تولید سویهٔ جدیدی به نام آتاکس شدند که میزان تخم‌گذاری سالیانه آن بین ۲۸۰-۲۴۰ است (Putra *et al.*, 2021).

جمعیت پایه (Base population)

موفقیت یک برنامه اصلاح‌نژادی مبتنی بر انتخاب که در راستای پتانسیل اقتصادی حیوان و با هدف افزایش بازده محصول تولیدی آن باشد، در نهایت موجب افزایش ارزش ژنتیکی آن نژاد می‌گردد. بنابراین، ایجاد یک جمعیت پایه با ارزش اقتصادی بالا، سودآوری آن نژاد را نیز تضمین خواهد کرد. ایجاد جمعیت پایه برای شروع برنامه‌های اصلاح‌نژادی شامل روش‌های زیادی بوده و انتخاب هر روش بستگی به برنامه اصلاح‌نژادی دارد. استفاده از یک جمعیت بزرگ و با تنوع ژنتیکی بالا می‌تواند باعث جلوگیری از اُفت زود هنگام ناشی از هم‌خونی شود و پاسخ به انتخاب را به بهترین مقدار برساند. همچنین، برای ایجاد جمعیت پایه می‌توان از انتخاب و تلاقی نسبت‌های مساوی از نژاد و جمعیت‌های مختلف نیز استفاده کرد که این انتخاب می‌تواند بر مبنای نژادهای مناطق جغرافیایی مختلف باشد. در پایان، در صورت عدم دسترسی به اطلاعات و داده‌های تجربی مورد نیاز برای انتخاب و تشکیل جمعیت پایه، می‌توان از اطلاعات ژنتیکی افراد نژادهای مطلوب برای انتخاب افراد نژاد برگزیده استفاده نمود. در صورتی که همین اطلاعات نیز در دسترس نباشد، برای ایجاد جمعیت پایه می‌توان روش انتخاب تصادفی را مورد استفاده قرار داد. در ایجاد جمعیت پایه باید به این نکته توجه داشت که کم بودن تعداد افراد جمعیت در نهایت موجب کاهش تنوع ژنتیکی، نرخ بالای درون‌آمیزی و تنش‌های درون‌آمیزی خواهد شد (مرادیان و همکاران، ۱۳۹۸).تشکیل جمعیت پایه به اثر بنیان‌گذار (Founder effect)، نسبت اندازه مؤثر جمعیت به کل جمعیت، فاصله نسل و سرعت افزایش جمعیت بستگی دارد و در جمعیت‌های کوچک باید به اندازه مؤثر جمعیت (Ne) بزرگ‌تر، برای مقابله با کاهش تنوع ژنتیکی توجه ویژه‌ای داشت (Frankham, 2002).

اندازهٔ جمعیت مؤثر (Ne)، اندازهٔ یک جمعیت ایده‌آل است (یعنی جمعیتی که تمام فرضیات هاردی- واینبرگ را برآورده می‌کند) و چنین جمعیتی با از دست دادن هتروزیگوسیتی با آنچه که از یک جمعیت متعادل انتظار می‌رود، مطابقت دارد. اندازه مؤثر یک جمعیت (Ne)، تخمین میزان تغییر ناشی از رانش ژنتیکی را از طریق نمونه‌برداری تصادفی از گونه‌های ژنتیکی در یک جمعیت محدود ممکن می‌سازد. اندازه مؤثر جمعیت در تعیین سطوح تنوع در یک جمعیت و اثربخشی انتخاب نسبت به رانش بسیار مهم است (Charlesworth, 2009). اندازهٔ جمعیت مؤثر را می‌توان با معادله ۱ پیش‌بینی کرد، که در آن Nm تعداد نرها و Nf تعداد ماده‌ها است (Kliman *et al.*, 2008).

معادله ۱: محاسبه اندازه مؤثر جمعیت $$Ne = \frac{4NmNf}{Nm + Nf}$$

تعیین هدف برنامهٔ اصلاح‌نژادی

اولین مرحله در شروع یک برنامه اصلاح‌نژادی در اصلاح‌نژاد مرغ‌های بومی تعیین هدف (به طور کلی گوشت و یا تخم‌مرغ)، کمیت و کیفیت عملکرد تولیدی می‌باشد؛ پس از آن می‌توان با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و امکانات برای ترسیم نقشه برنامه اصلاح‌نژادی اقدام نمود. از آن جایی که در طراحی برنامه‌های اصلاح‌نژادی شناخت ظرفیت‌ها مهم بوده و بر روی کل برنامه تأثیرگذار است، در بسیاری از کشورهای در حال توسعه برنامه‌های اصلاح‌نژادی بر روی مرغ‌های بومی به پیشرفت ۴-۲ درصدی در سال ختم گردیده است که می‌توان با طراحی دقیق، مدیریت صحیح و استفاده از روش‌های جدید این میزان را بالاتر نیز برد. برنامه و هدف اصلاح‌نژاد مرغ‌های بومی نمی‌تواند فقط بر روی تولید گوشت یا تخم‌مرغ متمرکز باشد و اهداف باید دامنه وسیعی برای شروع داشته باشند؛ به طور مثال، اصلاح‌نژاد برای مقاومت در برابر سرما یا اقلیم‌های مختلف موجود در کشور، تولید تخم‌مرغ بیشتر در ازای دریافت غذای کمتر که باعث کاهش هزینه نگهداری می‌شود یا اصلاح‌نژاد مرغ‌هایی که قدرت چرای قوی‌تری داشته و نیاز به خوراک مکمل کمتری دارند

(Kinghorn, 1999). علی‌رغم اهمیت مرغ‌های بومی در صنعت طیور کشورهای در حال توسعه ظرفیت آن‌ها کاملاً محقق نگردیده و توجه ویژه‌ای به این بخش نشده است. بنابراین، نیاز به یک برنامه اصلاح‌نژادی برای اصلاح مرغ‌های بومی کشور باید جزء اساسی‌ترین اقدامات قرار گرفته و هر چه سریع‌تر برای شروع برنامه‌های اصلاح‌نژادی اقدام کرد.

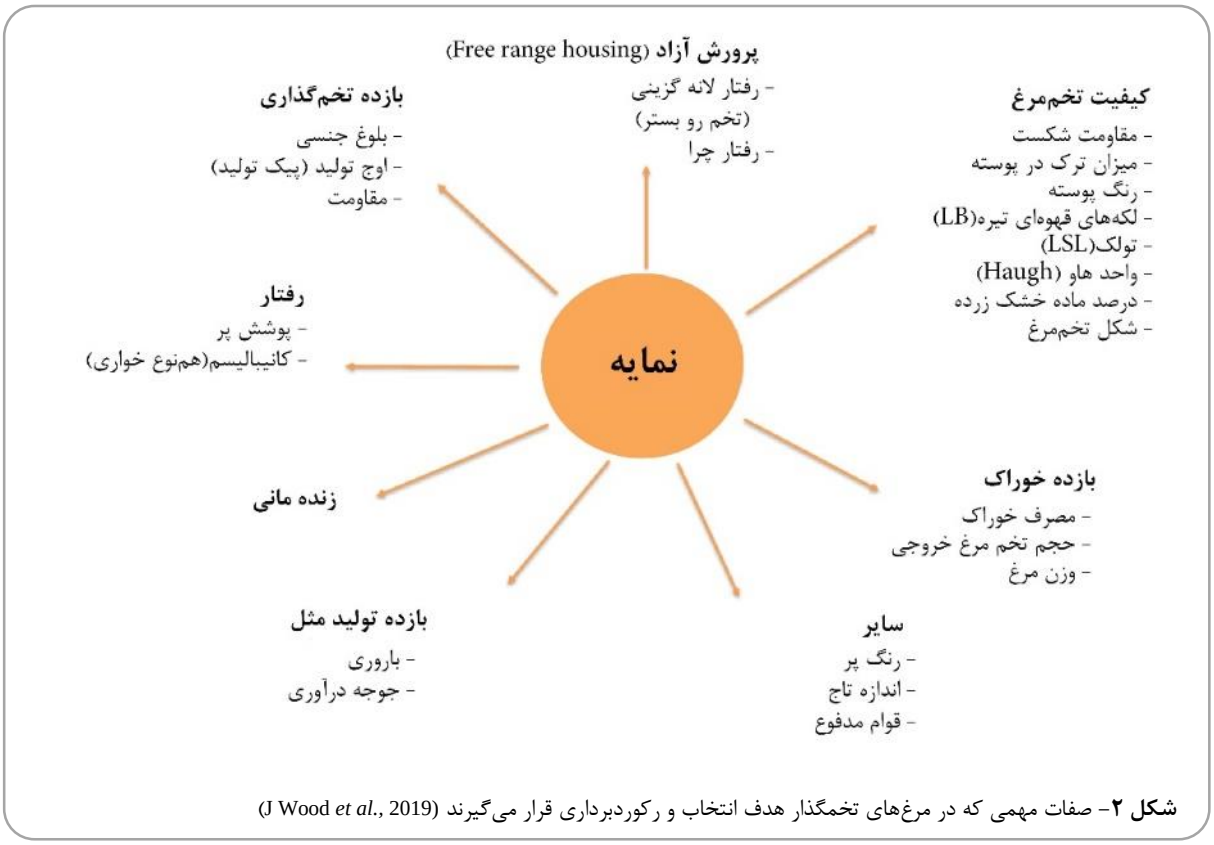
رکورد برداری و جمع‌آوری داده‌ها

وجود داده‌های دقیق فنوتیپی و اطلاعات شجره‌ای کامل در اصلاح‌نژاد جهت پیشرفت ژنتیکی و افزایش صحت برآوردها اهمیت زیادی دارد. همچنین با پیشرفت تجهیزات رکوردبرداری، مقدار و ارزش هر صفت با کمترین خطا اندازه‌گیری می‌شود. به همین خاطر رکوردبرداری و ثبت داده‌ها باید با بیشترین دقت لازم صورت گرفته و در یک پایگاه داده ثبت گردد که پس از چندین نسل این پایگاه داده تبدیل به یک منبع اطلاعاتی برای کارهای پیش‌رو می‌شود (Green, 2017).

انتخاب

انتخاب به فرآیندی گفته می‌شود که تعیین می‌کند که کدام افراد به عنوان والد معرفی شوند و در چه مقیاسی تولید کنند و چه مدت در جمعیت باقی بمانند. انتخاب به دو نوع انتخاب طبیعی و مصنوعی دسته‌بندی می‌شود؛ اصلاح‌گران دام بیشتر به دنبال انتخاب مصنوعی می‌باشند و خود انتخاب مصنوعی دارای دو جنبه انتخاب جایگزین و حذفی است. به طور ساده هدف نهایی انتخاب عبارت است از اجازه شرکت در تلاقی‌ها به افراد با بهترین مجموعه ژنی قابل انتقال به نسل بعد. انتخاب بر اساس ارزش اصلاحی افراد منتخب صورت می‌گیرد. ساده‌ترین روش انتخاب، انتخاب فنوتیپی است که در آن تنها عملکرد فرد در نظر گرفته می‌شود. همچنین با استفاده از اطلاعات شجره‌ای، داده‌های نتاج و اطلاعات ژنومی آن‌ها می‌توان عمل انتخاب را بهینه کرد (Bourdon, 2000).

امروزه بیش از ۳۰ صفت مهم در مرغ‌های تخمگذار هدف انتخاب بوده و مورد رکوردبرداری قرار می‌گیرد (شکل ۲). در این راستا کارشناس‌های اصلاح‌نژاد، صفات بسیار زیادی را رکوردبرداری می‌کنند. از بین این صفات، سن در اولین تخمگذاری، وزن بدن، زنده‌مانی و همچنین تولید تخم‌مرغ جزء مهم‌ترین‌ها در بین صفات هستند. در ادامه برخی صفات ذکر شده به صورت اجمالی توضیح داده می‌شوند.



شکل ۲- صفات مهمی که در مرغ‌های تخمگذار هدف انتخاب و رکوردبرداری قرار می‌گیرند (J Wood *et al.*, 2019)

انتخاب برای وزن تخم‌مرغ بسته به شرایط و نیاز بازار متفاوت خواهد بود. معمولاً قیمت تخم‌مرغ‌های بسیار بزرگ با بزرگ تفاوتی ندارد، در حالی که هزینه تولید آن‌ها بیشتر است. در این صورت تولید تخم‌مرغ‌های بسیار بزرگ یک مزیت به شمار نمی‌آید. در مورد صفت وزن بدن به دو دلیل ارتباط نزدیک آن با وزن تخم‌مرغ تولیدی و همچنین ارتباط آن با بازده خوراک مورد توجه و رکوردبرداری پیوسته قرار گرفته است. با گذشت زمان و اجرای برنامه‌های اصلاح‌نژادی، وزن بدن مرغ‌های تخمگذار کاهش یافته است. اگرچه در مورد بلوغ جنسی وراثت‌پذیری صفت بالا است، امّا متخصصین اصلاح‌نژاد شدت انتخاب بیشتری برای این صفت اعمال نمی‌کنند (وقتی سن اولین تخمگذاری ۱۳۵ تا ۱۵۰ روز باشد، دیگر انتخابی انجام نمی‌دهند). سن تولید اولین تخم‌مرغ در دهۀ ۱۹۶۰، ۱۷۰-۱۶۰ روزگی بوده است که با افزایش شدت انتخاب بر بلوغ جنسی، این سن کاهش یافته است. تولید زود هنگام به مرغ اجازه نمی‌دهد که اندازه و جثۀ مناسب تولید را کسب کند و همچنین ذخایر انرژی و کلسیم لازم برای تولید ناکافی خواهد بود. شماری از شرکت‌های اصلاح‌نژادی صفت ضریب تبدیل خوراک را در شاخص انتخاب لحاظ می‌کنند. در اثر انتخاب برای حداکثر تولید، تخم‌مرغ‌های درشت‌تر و مرغ‌های کوچک‌تر، ضریب تبدیل و بازده خوراک نیز بهبود یافته است. مقاومت در برابر بیماری‌هایی مانند مارک و لوکوزلمفوییید قابل توارث بوده و انتخاب برای مقاومت در برابر چنین بیماری‌هایی می‌تواند مفید باشد. با رکوردبرداری و انتخاب برای صفاتی مثل کُرچی، این صفت از گله‌های مدرن امروزی حذف شده است. صفاتی همچون کانیبالیسم و عادت‌پذیری به قفس نیز می‌تواند با اصلاح‌نژاد برطرف شود؛ چرا که تفاوت‌های ژنتیکی قابل توجهی بین سویه‌ها از نظر این صفت وجود دارد. اگرچه ممکن است صفات کیفی همیشه در داخل شاخص انتخاب قرار داده نشوند، امّا اهمیت آن‌ها در اصلاح‌نژاد مرغ‌های تخمگذار بسیار زیاد است (Tainika and Şekeroğlu, 2020).

روش شاخص انتخاب یکی از روش‌های پُرکاربرد در اصلاح‌نژاد طیور می‌باشد و زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که لازم است بیش از یک صفت انتخاب شود یا به عبارتی انتخاب از نوع چند صفته باشد. در این روش، به هر یک از صفات حیوان متناسب با شایستگی و مطلوبیت آن امتیازی داده می‌شود. مجموع این امتیازها شاخصی از عملکرد کل حیوان است؛ به طوری‌که حیوانات با مقادیر شاخص بالاتر برای اهداف اصلاحی انتخاب می‌شوند. مزیت این روش در آن است که اجازه می‌دهد شایستگی بالاتر در یک صفت، کمبودهای جزئی در صفات دیگر را جبران کند. صفات مورد نظر با توجه به اهمیتی که دارند، پس از رکوردبرداری و آنالیز، در معادله شاخص انتخاب (معادله ۲) گنجانده می‌شوند که در آن X مقدار فنوتیپی صفات و b ضریب رگرسیون برای هر صفت هستند (Hazel *et al.*, 1994).

معادله ۲: شاخص انتخاب $I = b_1X_1 + b_2X_2 + \ldots + b_nX_n$

استراتژی‌های تلاقی‌گری

بسته به هدف مورد نظر می‌توان آمیزش‌ها را به چند دسته طبقه‌بندی کرد (شکل ۳)؛ امّا قبل از انتخاب سیستم آمیزشی باید به این سؤال جواب داده شود که هدف از آمیزش چیست؟ آیا بالا بردن هموزیگوسیتی (Homozygosity) است یا برعکس افزایش هتروزیگوسیتی (Heterozygosity) که پس از پاسخ به این سوال استراتژی مورد نظر انتخاب می‌گردد.

شکل ۳-کلیات استراتژی‌های آمیزشی در طیور

آمیزش تصادفی (Random mating)

در این سامانه آمیزشی همۀ آمیزش‌های ممکن شانس برابر دارند. از این روش برای جمعیت‌های در حال گسترش که نیازمند اندازه‌گیری اثرات دیگر استراتژی‌های آمیزشی هستند، استفاده شده و با آن استراتژی‌ها مقایسه می‌گردد. این سیستم آمیزشی در جمعیت‌های تحت کنترل به تخمین اثرات محیطی موجود و تأثیرگذار کمک کرده و باعث می‌گردد که تخمین درستی از نرخ پیشرفت ژنتیکی از دیگر استراتژی‌های دیگر وجود داشته باشد (Bourdon, 2000). آمیزش تصادفی اقتصادی‌ترین روش آمیزش

بوده و بیشترین تنوع ژنتیکی را در بین نتاج به دنبال خواهد داشت (Elrod, 2010).

آمیزش خویشاوندی (Inbreeding)

عبارت است از آمیزش بین افراد یک جمعیت که دارای ضریب خویشاوندی بالایی بوده و رابطه نزدیکی با هم دارند. آمیزش خویشاوندی می‌تواند به طور مداوم برای چندین نسل انجام گرفته و باعث افزایش میزان همخونی و افزایش هموزیگوسیتی گردد. یکی از پیامدهای افزایش هموزیگوسیتی ناشی از آمیزش خویشاوندی پرپوتنسی (Prepotency) است. در اصطلاح علم ژنتیک آمیزش خویشاوندی به آمیزش دو حیوان با ضرایب خویشاوندی بالا گفته می‌شود. همخونی در برنامه‌های اصلاح‌نژادی می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. از همخونی به طور کلی اجتناب می‌گردد، زیرا همانند شمشیر دولبه است. بیان آلل‌های مغلوب به‌ویژه کشنده و نیمه کشنده پیامد بسیار مشهود آمیزش خویشاوندی است که منجر به ایجاد پدیده اُفت ناشی از همخونی می‌گردد. ولی با این وجود هنگامی که به درستی مورد استفاده قرار گیرد، همخونی می‌تواند یک برنامه اصلاح‌نژادی مؤثر و کارآمد را موجب شود. استفاده از همخونی ثابت کردن صفات مطلوب است (Groen, 2017).

معادله ۳: تغییر میانگین براثر آمیزش خویشاوندی

$$Mf = \sum a(p-q) + 2(\sum dpq)(1-F) = M0 - 2F\sum dpq$$

در آمیزش بین خویشاوندان بسیار نزدیک، همخونی نزدیک عبارت است از تلاقی بین افراد بسیار نزدیک به هم که منجر به شدیدترین نوع همخونی در بین حیوانات می‌گردد و شامل جفت‌گیری بین برادران و خواهران تنی، بین والدین و فرزندان و در کل افراد فامیل درجه یک است. همچنین خویشاوندی نزدیک نوع دیگری دارد که با شدت کمتری در آن تلاقی‌ها صورت می‌گیرد. در این نوع، آمیزش بین اجداد با نتاج یا خواهران و برادران ناتنی و دایی و خاله‌ها با برادرزاده و خواهرزاده‌ها صورت می‌گیرد. همچنین آمیزش لاینی یا آمیزش درون یک لاین ویژه، یک سامانه طراحی‌شده برای حفظ میزان قابل توجهی از خویشاوندی با یک جد مشترک یا گروهی از اجداد بدون ایجاد سطح بالایی از همخونی است (Bourdon, 2000; Groen, 2017). از طرف دیگر؛ آمیزش Strain، نوعی دیگر از آمیزش خویشاوندی است که به صورت انتخاب حیواناتی از یک نژاد، سویه و راسته و تلاقی مداوم آن‌ها با هم برای نسل‌های زیاد برای رسیدن به یک ویژگی بارز تعریف می‌شود (Falconer, 1996).

آمیزش غیرخویشاوندی یا تلاقی نژادی

در این روش افرادی که دارای عدم رابطه یا رابطه بسیار کم خویشاوندی با هم در جمعیت دارند، برای اهداف خاصی مانند تکمیل‌کنندگی یا اصلاح‌کننده صفات و برتری آمیخته‌گری، انتخاب و تلاقی داده می‌شوند (Bourdon, 2000).

معادله ۴: محاسبه برتری آمیخته‌گری $HV = \bar{P}F1 - \bar{P}p$

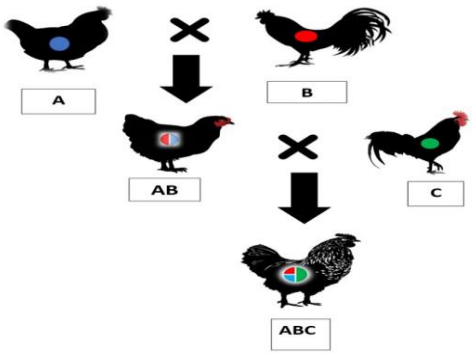
آمیزش غیرخویشاوندی خود به سه دسته تقسیم‌بندی می‌گردد:

آمیزش یک طرفه

عبارت است از تلاقی بین دو جمعیت متفاوت از هم که در آن از لاین‌ها یا نژادهای مختلف استفاده می‌شود. نتاج به دست آمده از این تلاقی‌ها بیشتر جنبه اقتصادی دارند. برتری آمیخته‌گری اثرات عمده‌ای بر باروری و زنده‌مانی داشته و این صفات از لحاظ اقتصادی دارای ارزش بالایی می‌باشند. همچنین لازم به ذکر است که بیشترین مقدار برتری آمیخته‌گری در نسل اول مشاهده می‌گردد. پس از نسل اول به مرور کمتر می‌شود که در این حالت از تلاقی‌های برگشتی برای افزایش میزان برتری آمیخته‌گری استفاده می‌گردد (Ato Mekonnen, 1995).

آمیزش سه طرفه

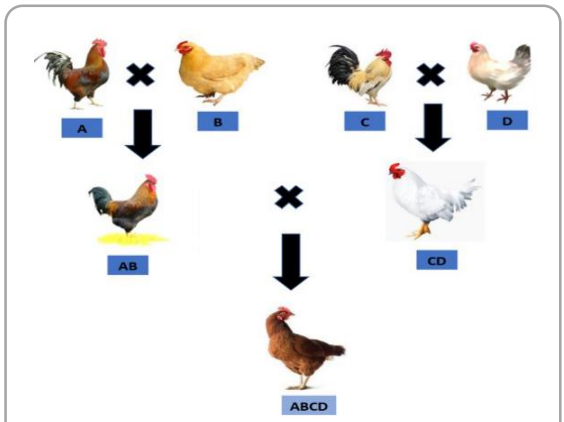
در این استراتژی آمیزشی ماده‌های به وجود آمده از تلاقی جمعیت A با B (ماده‌های AB) با خروس‌های جمعیت سوم یعنی جمعیت C تلاقی برگشتی داده می‌شوند و نسل دوم (ABC) را به وجود می‌آورند (Ato Mekonnen, 1995).



شکل ۴- شمای کلی از آمیزش سه طرفه در طیور

آمیزش چهار طرفه

در این استراتژی از ۴ جمعیت مختلف استفاده می‌شود که ۲ جمعیت A با B و C با D تلاقی می‌یابد، سپس نتاج به دست آمده از تلاقی دو گروه با هم آمیزش داده شده و باعث به وجود آمدن نتاج ABCD می‌گردد (Ato Mekonnen, 1995).



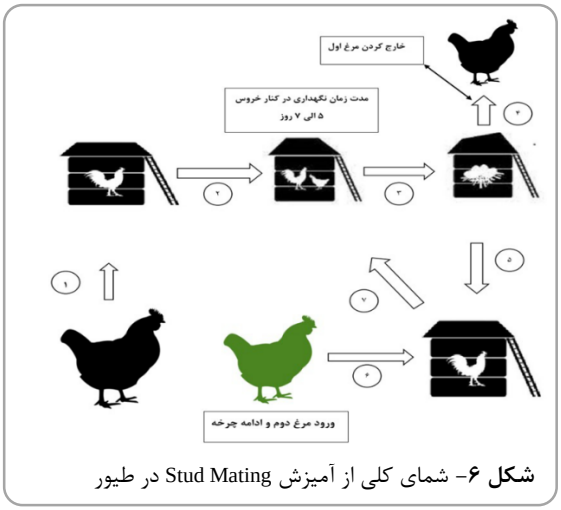
شکل ۵- شمای کلی از آمیزش چهار طرفه در طیور

روش‌های آمیزشی

روش‌های آمیزشی دارای انواع مختلفی است که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد:

Pen mating: در این روش در طول فصل جفت‌گیری یک خروس را وارد پِن گروهی مرغ‌های موجود کرده و آمیزش صورت می‌گیرد. همچنین در این روش پدر و مادر نتاج به وجود آمده مشخص است؛ بدینوسیله می‌توان اطلاعات شجره‌ای را ثبت نمود و برای برآورد ارزش‌های اصلاحی استفاده کرد. از معایب این روش می‌توان به باروری کم گله، جفت‌گیری‌های ترجیحی و رقابت بین افراد است (Ato Mekonnen, 1995).

Stud Mating: در این روش خروس‌ها همیشه در قفس‌های انفرادی مخصوص خود حبس بوده و به صورت جداگانه نگهداری می‌گردند. سپس مرغ‌های انتخابی را وارد قفس خروس مورد نظر کرده و پس از مدت زمان مشخص مرغ را جدا کرده و سپس مرغ دیگری را وارد قفس خروس می‌کنند. امروزه از این روش به ندرت استفاده می‌شود. همچنین نتاج به دست آمده به خاطر استفاده از این روش و اعمال عمل انتخاب دارای برتری و شایستگی بالایی می‌باشند (Ato Mekonnen, 1995).

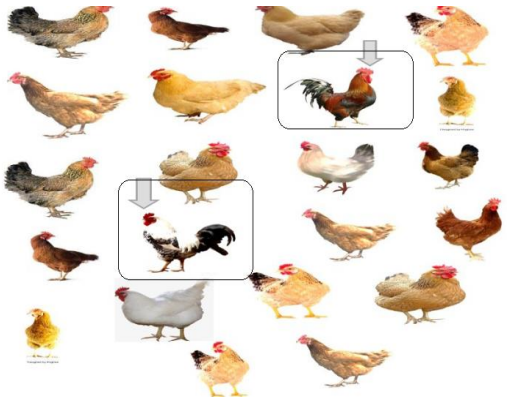


شکل ۶- شمای کلی از آمیزش Stud Mating در طیور

تلقیح مصنوعی: تکنیکی جدید است که در این روش مایع منی یا اسپرم به دست آمده از خروس توسط پیپت وارد دستگاه تناسلی مرغ یا نیمچه می‌گردد. هر خروس بسته به وزن موجود ۰/۵ الی ۱ میلی اسپرم تولید کرده و حدود ۰/۰۵ الی ۰/۱ میلی مایع منی برای تلقیح یک مرغ کافی است. این روش دارای مزایا و معایب خاص خود است. از مزایای این روش می‌توان به اجازه آمیزش به یک خروس به صورت نامحدود بدون نیاز به تجهیزات دامپزشکی پیشرفته، اجتناب از جفت‌گیری اجباری، امکان ایجاد شجره منظم، اگر نرهای برتر بیش از اندازه بزرگ باشند که توانایی جفت‌گیری نداشته باشند اشاره نمود. همچنین معایب تلقیح مصنوعی همچون نیاز به نیروی کار بیشتر و متخصص بیشتر برای اسپرم‌گیری و تلقیح اصولی را می‌توان نام برد. احتمال آلودگی توسط تجهیزات مثل بیماری پاراتیفوئید (Paratyphoid)، احتمال وارد آمدن استرس و اضطراب به خاطر گرفتن مرغ و خروس نیز وجود دارد (Bakst and Dymo, 2013).

Flock Mating (تلاقی گله‌ای): در این روش تلاقی، گروهی از مرغ‌ها به همراه خروس‌ها در یک محیط نگهداری می‌شوند. در این روش به ازای هر ده مرغ یک خروس وجود دارد. در این روش فقط از شجرهٔ پدری اطلاع داشته و این امر باعث کاهش همخونی در گله و بالا رفتن تنوع ژنتیکی می‌گردد. همچنین این روش برای جوجه‌های تجاری مفید است. در این روش حداقل ۳ خروس و ۳۰ مرغ وجود دارد. عدم نیاز به تأسیسات پیشرفته از مزایای این روش است. پایداری گله در صورتی که انتخاب درست انجام شود، بالا است؛ امّا عیب این روش این است که پیشرفت ژنتیکی

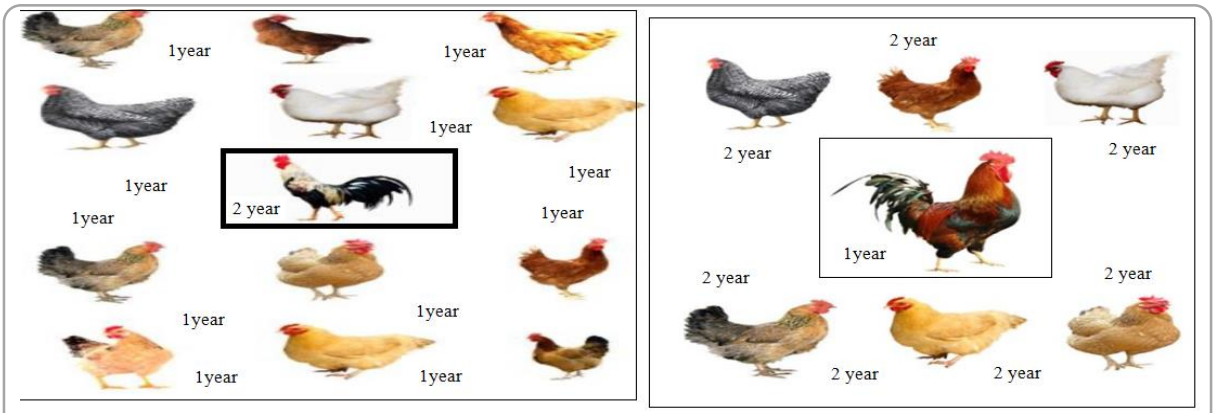
در آن کُند است. در این روش انتخاب دقیق می‌تواند باعث پیشرفت سریع شود (Ato Mekonnen, 1995).



شکل ۷- شمای کلی از روش Flock Mating در طیور

Rolling Mating (بهترین پیرها با بهترین جوان‌ها):

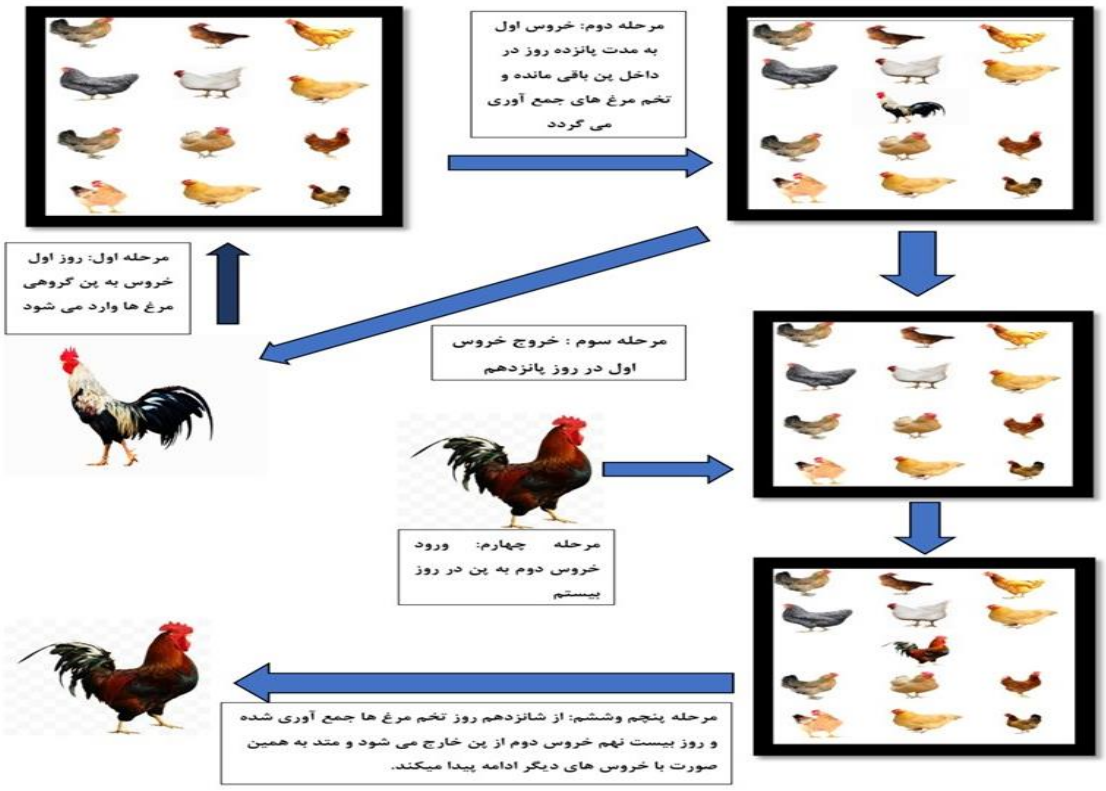
در این روش پِن‌ها را بر اساس سال تقسیم‌بندی کرده و اقدام‌های آمیزشی انجام داده می‌شود. سَبکِ کاری این روش به این صورت است که نرهای پیر را با ماده‌های جوان و خروس‌های جوان را با مرغ‌های پیر آمیزش می‌دهند. منظور از واژه جوان یعنی اولین فصل جفت‌گیری و منظور از واژه پیر یعنی فصل جفت‌گیری دوم یا به بعد است. در این روش از قفس‌های بزرگ شامل دوازده ماده و یک خروس یا از قفس‌های کوچک شامل ۶ پولت یا مرغ جوان و یک خروس استفاده می‌گردد. مطابق شکل ۸، در قفس‌های بزرگ که از مرغ‌های تولیدمثلی فصل دو به بعد استفاده می‌شود به ازای هر ۱۲ مرغ از یک خروس جوان استفاده می‌شود. همچنین از قفس‌های کوچک مطابق شکل زیر از ۶ مرغ جوان یا پولت همراه با یک خروس پیر برای انجام تلاقی‌ها استفاده می‌گردد. نیاز به زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری کلان در این روش کم بوده و احتیاج به رکوردبرداری در حد متوسط می‌باشد. همچنین احتمال به وجود آمدن اُفت همخونی در این روش وجود داشته و رشد ژنتیکی متوسط و نیاز به شرایط خاصی دارد (Ato Mekonnen, 1995). این استراتژی تلاقی حداقل به دو خروس و ۱۶ مرغ نیاز دارد و پیشرفت ژنتیکی نسبت به روش قبل متوسط است (Ato Mekonnen, 1995).



شکل ۸- شمای کلی از روش Rolling Mating در طیور

Shift Mating: در این روش خروس‌ها برای ارزیابی در طی یک زمان کوتاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدین صورت که یک خروس وارد پِن گروهی مرغ‌ها شده و مدت زمان مشخصی در پِن می‌ماند؛ سپس پس از طی زمان مشخص خروس اول از پِن خارج شده و خروس بعدی وارد پِن می‌گردد. این روش علاوه بر ارزیابی خروس‌ها منجر به مقایسه پِن‌های ماده هم می‌شود. اصول کلی این روش به‌صورت زیر است:

روز اول، انتقال خروس به داخل پِن جفت‌گیری، روز دوم، شروع جمع‌آوری تخم‌مرغ‌ها، روز پانزدهم، حذف اولین خروس از پِن جفت‌گیری، روز بیستم، اجازه ورود دومین خروس به پِن جفت‌گیری یا استفاده از تلقیح مصنوعی، روز بیست و یکم، تخم‌های روز اول تا روز بیست و یکم که توسط خروس اول تلقیح شده بود جمع‌آوری می‌گردد. در روز بیست و دوم، جمع‌آوری تخم‌مرغ‌های خروس منتقل‌شده دوم، روز بیست و نهم، خروس دوم از پِن جفت‌گیری حذف می‌گردد. در روز سی و پنجم، انتقال خروس سوم یا تلقیح مصنوعی پِن جفت‌گیری و تعیین تخم‌مرغ‌های جمع‌آوری‌شده از روز بیست و دوم الی سی و چهارم انجام می‌شود (Ato Mekonnen, 1995).



شکل ۹- شمای کلی از روش Shift Mating در طیور

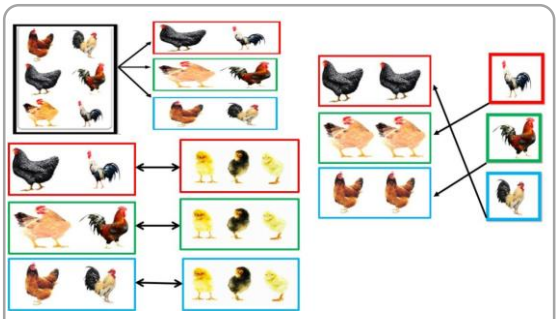
Spiral or Clan Mating System: در این روش از روش سه، چهار یا پنج خانواده‌ای استفاده می‌شود. امّا معمول‌ترین روش مورد استفاده در آن، روش سه خانواده‌ای است. در این روش برای شروع اصلاح‌نژاد حداقل به شش حیوان شامل سه خروس و سه مرغ نیاز است که یک مرغ و یک خروس به یک گروه تولیدمثلی اختصاص داده می‌شود. بدین ترتیب حیوانات به سه گروه تولیدمثلی تقسیم‌بندی می‌گردند و برای هر گروه از اسم، عدد یا رنگ خاصی برای نام‌گذاری استفاده می‌شود. در این روش بسته به هدف می‌توان از آمیزش تصادفی، جورشده مثبت و منفی و یا صفات ثابت برای گروه‌بندی استفاده نمود. پس از اینکه سه هفته مرغ و خروس‌ها از هم جدا بودند (به علت باقی ماندن اسپرم به مدت بیست و یک روز در دستگاه تناسلی ماده)، مرغ و خروس‌های هر گروه وارد پِن مخصوص خود شده و تولیدمثل می‌کنند. پس از یک سال جفت‌گیری و آمیزش نتاج به دست آمده از سال اول جفت‌گیری به کلنی اولیه خود اختصاص می‌یابند. در این روش برای شناسایی حیوانات، نتاج علامت‌گذاری می‌شوند. پس از سال اول بهترین ماده‌ها و بهترین خروس‌ها شناسایی شده و وارد دومین فصل جفت‌گیری می‌شوند که کمی متفاوت‌تر از فصل اول خواهد بود. از سال دوم به بعد خروس‌های گروه یک با ماده‌های گروه دو، خروس‌های گروه دوم با ماده‌های گروه سوم و خروس‌های گروه سوم با ماده‌های گروه یکم آمیزش داده می‌شوند. پس از تولد نتاج مثل سال اول به گروه اولیه مختص به خود اختصاص داده می‌شوند. پایداری گله به خاطر وجود تنوع این کار تا زمان پیشرفت نرخ ژنتیکی ادامه پیدا می‌کند و زمانی که جمعیت به تعادل رسید از آن چشم‌پوشی می‌شود. در این روش برای بالا بردن نرخ رشد پیشرفت ژنتیکی بهترین حیوانات را انتخاب کرده و از آن‌ها برای ادامه برنامه اصلاح نژادی استفاده می‌گردد. همچنین اگر برنامه اصلاح‌نژادی با این روش کارآیی لازم را نداشت، می‌توان از روش‌های دیگر مانند روش Parallel line breeding برای جبران خطاهای موجود استفاده نمود و اگر خروسی باعث وارد شدن ژن مغلوب به جمعیت شد می‌توان از خروس‌های دارای عملکرد بهتر و ادغام این روش با روش‌های دیگر برای حذف ژن مغلوب استفاده کرد (Ato Mekonnen, ۱۹۹۵).

مرحله اول: انتخاب سه، چهار یا پنج دسته از جمعیت موجود و اختصاص آن‌ها به گروه‌های نشان‌گذاری شده است.

مرحله دوم: در سال اول تولیدمثلی از خروس‌های هر کلنی برای جفت‌گیری استفاده می‌شود و نتاج به دست آمده به گروه خود اختصاص داده می‌شوند.

مرحله سوم: از سال دوم برای جفت‌گیری از خروس‌های کلنی دیگری استفاده می‌شود که برای فهم بهتر در تصویر مشخص شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد از خروس گروه قرمز برای آمیزش با مرغ‌های گروه سبز، از خروس‌های گروه سبز برای آمیزش مرغ‌های گروه آبی و از خروس گروه آبی برای آمیزش با مرغ‌های گروه قرمز استفاده شده است (Ato 1995 Mekonnen,).

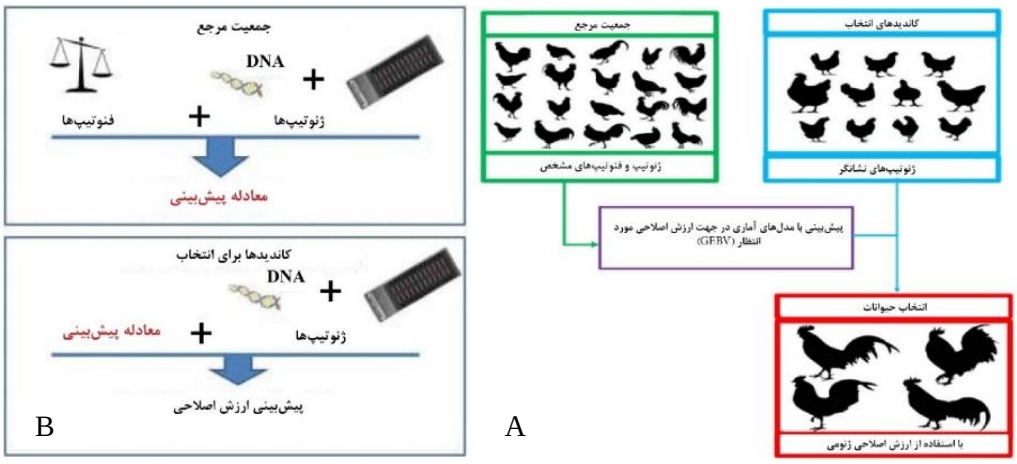
از آنجا که این سیستم تنوع ژنتیکی را همواره برای مدت زمان طولانی حفظ می‌کند و باعث بهبود عملکرد مرغ‌های مادر می‌شود می‌توان جمعیت را به صورت بسته نگهداری کرد، چون واردکردن یک جمعیت جدید به جمعیت به دست آمده ممکن است دارای ژن‌های معیوب بوده و باعث ایجاد نقص‌های ژنتیکی شود. ردیابی نکردن شجره انفرادی یکی از معایب این روش است، زیرا که نمی‌توان والدین جوجه‌های دارای عملکرد برتر را شناسایی کرد. در این روش سرعت پیشرفت ژنتیکی کمتر از روش‌های دیگر است. مطابق تصویر زیر برای سادگی و فهم بهتر از سه گروه برای نمایش استفاده شده است.



شکل ۱۰- شمای کلی از روش Spiral or Clan Mating System در طیور

انتخاب ژنومی در طیور

منظور از ارزیابی ژنومیک، در اصلاح نژاد استفاده توأم از اطلاعات ژنوتیپی در حد توالی DNA، به همراه اطلاعات فنوتیپی است که بتوان بدون نیاز به زمان طولانی، جهت آشکار شدن عملکرد فنوتیپی، حیوانات را رده‌بندی کرده و افراد برتر را انتخاب نمود. در انتخاب ژنومیک هر یک از نشانگرها به عنوان یک عامل تصادفی یا کواریت وارد مدل می‌شوند و ارزش اصلاحی افراد از مجموع ارزش اصلاحی نشانگرها برآورد می‌گردد. هدف از انتخاب ژنومی استفاده همزمان از داده‌های ژنوتیپی در سطح توالی DNA به همراه داده‌های فنوتیپی است، تا بتوان بدون نیاز به صرف زمان و هزینه‌های زیاد دام‌ها را ارزیابی کرده و حیوانات بهینه را انتخاب نمود. محدودیت‌های انتخاب ژنومی شامل تعداد زیاد نشانگرهای مورد نیاز و هزینه بالای تعیین ژنوتایپ می‌باشد که هم اکنون با پیشرفت در این زمینه هزینه کاهش یافته است (ورکوهی، ۱۳۹۳).



شکل ۱۱- A) وجود دو جمعیت مرجع و جمعیت تأیید (دارای کاندیداهای انتخاب) در انتخاب ژنومیک که از اطلاعات دو جمعیت برای برآورد ارزش اصلاحی حیوانات استفاده می‌شود. B) چگونگی پیش‌بینی ارزش اصلاحی با استفاده از اطلاعات ژنتیکی و فنوتیپی

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به این که شرایط فیزیولوژیکی انواع پرندگان متفاوت از یکدیگر می باشد؛ از این رو، استراتژی‌های اصلاح‌نژادی آن‌ها نیز با سایر گونه‌ها متفاوت می‌باشد و اهداف اصلاحی، کنترل همخونی، شناسایی ژن‌ها و عملکرد مورد انتظار افراد هم در ساختارهای اصلاحی متغیر خواهند بود؛ به طوری که بر اساس گونه مورد نظر و هدف پرورشی مرتبط با آن نوع آمیزش‌ها (تصادفی، خویشاوندی و ...) و انتخاب‌ها تنظیم می‌گردند. روش‌های مختلفی برای انجام این انتخاب‌ها وجود دارند که استفاده از برخی از آن‌ها مانند روش‌های سنتی ژنتیک کمی، مستلزم صرف زمان بوده و در روند بهبود صفات هزینه‌های زیادی را ایجاد می‌نماید. انتخاب ژنومی به عنوان یکی از برترین روش‌های انتخاب از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف نهایی فناوری ژنومیکس استفاده از روش‌های انتخاب به کمک نشانگر و انتخاب به کمک ژن است. انتخاب می‌تواند به کمک نشانگر و با هدایت برنامه‌های اصلاح‌نژادی، پیش‌بینی بهبود عملکرد را در طیور ممکن سازد. این امر همچنین پایداری و افزایش سرعت بهبود ژنتیکی جمعیت را در پی خواهد داشت. افزایش پیشرفت ژنتیکی، روند ژنتیکی، شدت انتخاب، دقت انتخاب و کاهش فاصله نسل از جمله مهم‌ترین دستاوردهای فناوری ژنومیکس می‌باشند. از دیگر نقاط قوت فناوری ژنومیکس می‌توان به تعیین اثر ژن بر فنوتیپ صفات و تشخیص عمل فیزیولوژی و بیوشیمیایی آن‌ها اشاره کرد. با توجه به این که اعمال رکوردبرداری مستلزم صرف زمان و هزینه زیادی می‌باشد، از این رو استفاده از فناوری ژنومیکس می‌تواند موجب صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه گردیده و در نهایت، حفظ مولدهای ارزشمند ژنتیکی را ممکن سازد.

منابع

مرادیان، س. ر، محمودی. (۱۳۹۸). "ایجاد جمعیت پایه برنامه اصلاح نژاد در ماهیان" . *بهره‌برداری و پرورش آبزیان*. ۸. ۲۹-۱۷.

ورکوهی، شیدا. (۱۳۹۳). "*مروری بر روش انتخاب ژنومیک در اصلاح نژاد دام*". اولین همایش ملی کشاورزی، محیط زیست و امنیت غذایی. جیرفت.

Acharya, R.M. & A. Kumar. (1984). "*Performance of local birds in South Asia. Indian poultry industry yearbook*." 7th Edition.

Ato Mekonnen Haile-Mariam. (1995). "*Principles of poultry breeding*." Training in rural poultry development project. FAO: TCP/ETH/4455.

Bakst, M. R. and Dymo, J. S. (2013) "Artificial Insemination in Poultry", in *Success in Artificial Insemination - Quality of Semen and Diagnostics Employed*.

Berger, S. L. T. Kouzarides, R. Shiekhattar, and A. Shilatifard.(2009). "An operational definition of epigenetics." *Genes & Development* 23:781–783.

Berson, J. F. D. C. Harper, D. Tenza, G. Raposo, and M. S.Marks. (2001). "Pmel17 initiates premelanosome morphogenesis within multivesicular bodies." *Molecular Biologyof the Cell* 12:3451–3464.

Bhuiyan, A. K. F. H., Bhuiyan, M. S. A., and Deb, G. K. (2005). "Indigenous chicken genetic resources in Bangladesh: Current status and future outlook." *Animal Genetic Resources/Resources Génétiques animales/Recursos Genéticos Animales*, 36, 73-84.

Bourdon, R. M., & Bourbon, R. M. (2000). "*Understanding animal breeding* (Vol. 2)." Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Charlesworth, B. (2009). "Effective population size and patterns of molecular evolution and variation." *Nature Reviews Genetics*, *10*(3), 195-205.

Crawford, R. D. (ed). (1990). "*Poultry Breeding and Genetics*." Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers.

Crick, F. 1970. "Central dogma of molecular biology." *Nature*, 227:561–563

David, S.A. M. Mersch, S. Foissac, A. Collin, F. Pitel, and V. Coustham (2017). "Genome-wide epigenetic studies in chicken: A review." *Epigenomes* 1:20

Dolberg F. (2008). "FAO animal production and health division poultry sector country review poultry sector country review", 172.

Duangjinda, M. (2015, November). "Breeding strategies for improvement of global traits in Thai indigenous chicken." In *International seminar improving tropical animal production for food securaty* (p. 6).

Duangjinda M. "Breeding Strategies for Improvement of Global Traits in Thai Indigenous Chicken." *Proceeding Int Semin Improv Trop Anim Prod Food Secur*. 2016; 1(1):6-14.

Elrod SL. (2010). "Schaum's Outlines: *Genetics*."

Falconer DS, MacKay TFC. "Introduction to Quantitative Genetics." Harlow, UK: Longman; 1996. xii. 438

FAO (2010). "Poultry genetics and breeding in developing countries." Poultry Development review. *Poult Dev Rev*:16.

consultants, farmers, teachers and for students of animal breeding." Post Graduate Foundation in Veterinarian Science of the University of Sydney.

Oribe E. A. Fukao, C. Yoshihara, M. Mendori, K. G.Rosal, S. Takahashi, and S. Takeuchi. (2012). "Conserveddistal promoter of the agouti signaling protein (ASIP) gene controls sexual dichromatism in chickens." *Generaland Comparative Endocrinology* 177: 231–237.

Osei-Amponsah, R., Kayang, B. B., Naazie, A., Tiexier-Boichard, M., and Rognon, X. (2015). "Phenotypic characterization of local Ghanaian chickens: egg-laying performance under improved management conditions." *Animal Genetic Resources/Resources Génétiques Animales/Recursos Genéticos Animales*, 56, 29-35.

Padhi MK. (2016). "Importance of Indigenous Breeds of Chicken for Rural Economy and Their Improvements for Higher Production Performance." *Scientifica* (Cairo).

Putra, W. P. B., Ridho, M., and Nugraha, I. (2021). "Breeds Characterization in Three Turkish Laying Chicken Breeds Based on Egg Characteristics." *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 4(2), 130-141.

Saxena, V. K., and Kolluri, G. (2018). "Selection methods in poultry breeding: from genetics to genomics. "*Application of Genetics and Genomics in Poultry Science*, 19-32.

Siegel, P. B. J. B. Dodgson, and L. Andersson. (2006). "Progressfrom chicken genetics to the chicken genome." *Poultry Science*, 85:2050–2060.

Schmidt, G. S., and Figueiredo, E. A. P. (2005). "Selection for reproductive traits in white egg stock using independent culling levels." *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7, 231-235.

Simianer, H., Büttgen, L., Ganesan, A., Ha, N. T., and Pook, T. (2021). "A unifying concept of animal breeding programmes." *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 138(2), 137-150.

Sonaiya, E. B. (2004). "*Small-scale poultry production* (No. 636.085 F45 v. 1)." FAO.

Terfa ZG, Garikipati S, Tainika, B., and Şekeroğlu, A. (2020). "Effect of production systems for laying hens on hen welfare." *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *8*(1), 239-245.

Wolc, A. (2014). "Understanding genomic selection in poultry breeding." *World's Poultry Science Journal*, 70(2), 309-314.

Publisher Note
Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:
https://domesticsj.ut.ac.ir/contacts?_action=loginForm

FAO. (2004). "Small scale poultry production." *Psikol Perkemb*: 1-224.

F Faruque, S., Bhuiyan, A. K. F. H., Ali, M. Y., and Joy, Z. F. (2017). "Breeding for the improvement of indigenous chickens of Bangladesh: evaluation of performance of first generation of indigenous chicken." *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 3(1), 72-79.

FAO. *Structured breeding programmes*. State Capacit Anim Genet Resour Manag. 2007: 215-241.

Food and agriculture organization. (2010). *Poultry genetics and breeding in developing countries*. Food Agric Organ United Nations Poult Dev Rev:1-3.

Frankham, R., Ballou, S. E. J. D., Briscoe, D. A., & Ballou, J. D. (2002). "*Introduction to conservation genetics*." Cambridge university press.

Groen Kennisnet (2017). "Textbook animal breeding and genetics (HBO-EN) on via [https://wiki.groenkennisnet.nl/display/TAB]."

Gunnarsson, U. A. R. Hellström, M. Tixier-Boichard, F.Minvielle, B. Bed'hom, S. Ito, P. Jensen, A. Rattink, A. Vereijken, and L. Andersson. (2007). "Mutations inSLC45A2 cause plumage color variation in chicken andJapanese quail." *Genetics*. 175:867–877.

Harris, D. L., Stewart, T. S., and Arboleda, C. R. (1984). "Animal breeding programs: systematic approach to their design: Advances in agricultural technology." USDA.

Hazel, L. N., Dickerson, G. E., and Freeman, A. E. (1994). "The selection index—then, now, and for the future." *Journal of Dairy Science*, 77(10), 3236-3251.

Hill WG. (2014). "Applications of population genetics to animal breeding, from wright, fisher and lush to genomic prediction." *Genetics*.

Hughes, V. (2014). "Epigenetics: The sins of the father the roots of inheritance may extend beyond the genome, but the mechanisms remain a puzzle." *Nature News*.

Kerje, S., Lind, J., Schütz, K., Jensen, P., and Andersson, L. (2003). "Melanocortin 1-receptor (MC1R) mutations are associated with plumage colour in chicken." *Animal Genetics*, *34*(4), 241-248.

Kerje, S. P. Sharma, U. Gunnarsson, H. Kim, S. Bagchi, R.Fredriksson, K. Schütz, P. Jensen, G. von Heijne, R.Okimoto, and L. Andersson. (2004). "The Dominantwhite, Dun and Smoky color variants in chicken areassociated with insertion/deletion polymorphisms inthe PMEL17 gene." *Genetics*, 168:1507–1518.

Kliman, R., Sheehy, B., and Schultz, J. (2008). "Genetic drift and effective population size." *Nature Education*, 1(3), 3.

Kinghorn, B., Ryan, M., and van der Werf, J. (1999). "*Animal breeding: Use of new technologies, a textbook for*

Domestic; 22 (2): 30-42

Scientific-Extensional (Professional) Journal

Domestic

Animal Science Students Scientific Association at the University of Tehran, Autumn 2022

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_90902.html

Scientific-Extensional Article

A review of the principle of genetics and breeding of poultry from classic to genomic selection; with emphasis on mating strategies

Ehsan Shahbazi[1*], Amin Ahmadzadeh[2], Ramyar Gharedaghi[3] and Arash Javanmard[4]

[1] Ph.D. Student of Animal and Poultry Breeding & Genetics, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at the University of Zanjan, Zanjan, Iran

[2] B.Sc. of Animal Science, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at the University of Tabriz, Tabriz, East Azerbaijan, Iran

[3] M.Sc. Student of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at the University of Tabriz, Tabriz, East Azerbaijan, Iran

[4] Assistant Professor of Animal Breeding and Genetics, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture at the University of Tabriz, Tabriz, East Azerbaijan, Iran

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2022.344443.1096

Abstract

Today, the poultry industry is seen as a competitor to oil and plays an important role in ensuring food security and sustainable agriculture. Despite recent advances in biotechnology and whole genome sequencing, the avian genome, at a gigabyte and a half in size and containing 78 chromosomes, still has its own complexity. On the other hand, the physiological conditions in chickens have led to breeding strategies of this species that differ from those of other livestock species. Inbreeding control, identification of genes, and biological signaling pathways are among the most important things to include in breeding goals in this context. Inexpensive, next-generation specific identification chips and sequencing techniques are two very important tools for this purpose, to establish a reference population with high genetic diversity, effective population size, and a reasonable ratio of males to females (typically three to four times as many males as females). And the selection of the candidate population plays a significant role. In the broiler breeding industry, the most common strategy is to use lines with beef traits, resistance, growth rate, and good sperm quality in the two paternal parental lines and lines with high fertility and oviposition and good egg quality in the two maternal parental lines. Also, in the production of laying lines, attention is paid to traits such as laying efficiency and feed and quality of eggs. Then, at the next cross line crossing, crossed males from two paternal lines are supplemented with crossed females from two maternal lines, and in fact, four traits from the parents are combined. Within each line, continuous recording and internalization ensure the continuous life of the line. In this overview article, readers and interested parties were given an overview of the genetics and breeding of domestic poultry: from classic to genomic selection.

Keyword(s): Genomic selection, Line, Next generation sequencing, Strategies

***Corresponding Author E-mail:** ehsan1990@gmail.com

Section: Animal and Poultry Breeding & Genetics **Associate Editor:** Dr. Marjan Azghandi

Received: 13 Jun 2022 **Revised:** 28 Nov 2022 **Accepted:** 06 Dec 2022 **Published online:** 13 Dec 2022

Citation: Shahbazi, E., Ahmadzadeh, A., Gharedaghi, R., Javanmard, A. A review of the principle of genetics and breeding of poultry from classic to genomic selection; with emphasis on mating strategies. *Professional Journal of Domestic*, 2022; 22(2): 30-42.