مروری بر تلاقی‌های دوآللی و کاربرد آنها در اصلاح نژاد دام و طیور

سید جمال مدرسی دره- عضو هیأت علمی و مسئول شاخه دامپروری جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران

مقدمه

افزایش میزان تولید بر اساس بهبود ژنتیکی از دیرباز مورد توجه پرورش‌دهندگان دام و طیور بوده است. بر همین اساس در سالهای اخیر بیش از یکصد نژاد مرغ در مناطق مختلف جهان شناسایی و معرفی گشته(۱) که با توجه به ظرفیت تولیدی و ژنتیکی، به گروههای تخمگذار، گوشتی و دو بهره تقسیم شده‌اند. برخی از این نژادها، برای اقتصادی شدن، نیاز به کار و مطالعه بیشتری دارند.

صفاتی که از نظر اقتصادی برای تولید فرآورده‌های طیور مورد نظر می‌باشند، بسیار متعدد بوده و از نظر ژنتیکی و اصلاح دام، اجتماعی تمامی صفات مطلوب در یك نژاد ، یا یك گله و یا یك فرد خالص، امکان پذیر نیست، بدین دلیل در سالهای اخیر در گله‌های مرغ، روشهای خاصی برای استفاده از اصول ژنتیك به وجود آمده تا بتوان به گونه‌ای، تمامی صفات مطلوب را در گله‌های تجارتی جمع نمود. از اینرو در سالهای اخیر برای تولید گله‌های تجارتی با صفات مطلوب روش استفاده از لاینهای[1] خالص متداول گردیده است. در این روش تعدادی صفات مطلوب را به صورت خالص در گروههایی که به نام لاینهای مختلف نامگذاری می‌شوند، جمع نموده و سپس با آمیزش بین لاینهای مختلف که هر کدام دارای یك سری صفات مطلوب از نظر تولید می‌باشند، آمیخته‌هایی دارای ترکیبی از تمام صفات مطلوب را به وجود می‌آورند.

فرزندان حاصله از تلاقی دو لاین با درجه خویشاوندی بالا، عموماً دارای ژنوتیپ یکسان بوده و در مقایسه با فرزندان حاصله از یك جامعه با آمیزش تصادفی، کارآیی یکنواخت‌تری دارند. این یکنواختی یکی از منافع حاصله از تلاقی بین لاینهاست، مثلاً در تولید جوجه‌های گوشتی، رسیدن به وزن فروش در یك زمان به گونه‌ای که بتوان همه گله را در یك زمان بسته‌بندی و به بازار عرضه نمود، بسیار مطلوب است. فایدهٔ دوم تلاقی بین لاینها، بهره گیری از تنوع آنهاست. این تنوع از تفاوت بین آلل‌هایی که در داخل لاینها تثبیت[2] شده‌اند، حاصل می‌شود. فرزندان حاصله از تلاقی چنین لاینهایی از نظر ژنتیکی در این جایگاهها هتروزیگوت می‌باشند. حال چنانچه، اثر ژنی غالب در بروز صفتی مؤثر باشد کارآیی این فرزندان فراتر از متوسط لاینهای والدین بوده و پدیده هتروزیس[3] مشاهده خواهد شد.

به‌طور کلی تلاقی بین لاینها را می‌توان با بررسی تلاقی‌های دوآللی[4] مطالعه نمود، که اطلاعات حاصل از این روش برای تعیین و انتخاب بهترین لاینها جهت استفاده در تلاقی، به منظور بدست آوردن بالاترین متوسط کارآیی، مفید خواهد بود. لذا با توجه به اهمیت کاربرد تلاقی‌های دو آللی در اصلاح نژاد دام و طیور که در فوق به آن اشاره شد به بحث در مورد آن می‌پردازیم.

الف: پدیده ژنتیکی دو آللی‌ها

اگر دو لاین خالص اصلاح شده از نظر آلل‌هایی که در یك جایگاه حمل می‌کنند متفاوت و هموزیگوت (یکی AA و دیگری aa) باشند و تمام ترکیبات ممکن جفت‌گیری داده شوند چهار گروه نتایج تولید خواهند کرد که دوتای آنها شبیه دو والد و دوتای دیگر از F1های هیبرید (دوطرفه) خواهند بود. حال اگر این خانواده بر اساس ژنوتیپ والدینشان به صورتی نمایش داده شوند که ژنوتیپ عمومی والدین در روی هر ردیف یك والد پدری (خروس) و در روی هر ستون یك والد مادری (مرغ) قرارگیرد در نتیجه میانگین و واریانس میانگین همراه با کوواریانس میانگین مربوط به هر جفت ژن ارائه شود مشاهده می‌شود که واریانس میانگین هر ردیف مانند واریانسهای تلاقی‌های برگشتی فقط زمانی تغییر خواهد یافت که غالبیت موجود باشد (جدول ۱)(۳).

در حالتی که بخواهیم از بحث آماری پدیده ژنتیکی فوق، نتایج دقیق‌تری حاصل کنیم می‌توانیم کوواریانس میانگین‌های هر خانواده در داخل ردیف را با فنوتیپهای والدینی غیر چرخشی محاسبه کنیم. اگر دو لاین خالص راکه به عنوان والد مورد استفاده قرار گرفتند بررسی کنیم به این نتیجه می‌رسیم که والدین خانواده‌ها در بیشتر از یك جایگاه اختلاف دارند، در نتیجه اثرات همهٔ ژنهایی که اختلاف ناشی از آنهاست به‌طور همزمان روی فنوتیپ چهار خانوادهٔ حاصل از چهار ترکیب احتمالی جفت‌گیری منعکس شده است.

به‌طور کلی بر اساس اطلاعات جدول شماره ۱ می‌توانیم آنالیز آماری دقیق‌تری انجام داده و با توجه به رابطه بین واریانس میانگین و کوواریانس میانگین، اختلاف میان واریانس و کوواریانس بین دو ردیف را از روابط زیر بدست آوریم:

$$V_z = [(da+ha)^2-(da-ha)^2] = daha$$

اختلاف بین واریانس میانگین دو ردیف

$$W_z = da[(da+ha)-(da-ha)] = daha$$

اختلاف بین کوواریانس میانگین دو ردیف

گفته شد که اگر یك گروه دوآللی که در آن تعدادی (n) از لاینهای خالص شده در همه ترکیبهای ممکن با یکدیگر آمیزش داده شوند، تا خانواده‌های (n^2)حاصل شود، از آنجاکه این شیوه فقط دو لاین را شامل می‌شود (n=2)، بررسی آن فقط می‌تواند اطلاعات مشخصی دربارهٔ یك یا چند اختلاف ژنتیکی در اختیار ما بگذارد و اگر هم بیشتر باشد باز اختلاف ژنتیکی مشاهده شده فقط زاییدهٔ اختلافات ناشی از تجمع یکنواختی است، حال اگر لاینهای بیشتری مورد استفاده قرار بگیرند واضح است که اختلافات بیشتری مشاهده خواهد شد. زمانی که تعداد جفت ژنهای مورد نظر زیاد شود علاوه بر این که ما می‌توانیم پی به روابط غالبیت متوسط دو ژن نیز ببریم، با توجه به این مفهوم است که ژنها در ایجاد تأثیراتشان اثر متقابل دارند که قابل محاسبه بوده و علاوه بر آن اثرات اختلاف بین ژنوتیپ والدین مادری و پدری و اثر متقابل ژنوتیپهای والدین پدری و مادری اصلی‌ترین اثر باقیمانده اثرات مادری بوده که آن نیز قابل محاسبه است در صورتی که در داخل محدوده‌های تنوع نمونه گیری چرخش‌ها شبیه باشند اثرات حاصل از تلاقی‌های چرخشی نیز قابل محاسبه بوده است. اینجا بدین صورت عمل می‌شود که میانگین مربعات ناشی از اختلاف بین چرخشی‌ها می‌تواند با واریانس اشتباه مقایسه شود تا یك تست تساوی خطی در تعیین وضعیت ژنتیکی ویژه آن صفت را فراهم نماید، حال اگر MS حاصل از آنالیز آماری این مورد به طور معنی‌دار از برآورد واریانس اشتباه جدا نشود، هیچ مدرکی دال بر هر گونه جدایی از وراثت غیرجنسی ساده دیده نمی‌شود، پس در نتیجه دلیلی بر وجود اختلاف بین نتاجهای تلاقی‌های چرخشی وجود ندارد. لذا ما می‌توانیم اینها را ترکیب کنیم تا ارزشهای منفردی بدهد. همچنین برای هر تلاقی بین لاینهای متفاوت می‌توانیم ارزشهایی راکه از نتایج بوجود آمده است ترکیب کنیم. بر اساس آنچه که گفته شد، مشخص شد که مقادیر وارد شده در آنالیز دوآللی در حقیقت به ما اجازه می‌دهد تا نتایج آن را با استفاده از آنالیز مستقیم مقایسه کنیم و میزان هر کدام از اثرات ژنتیکی را با استفاده از همان اطلاعاتی که بدست آورده‌ایم، شاهد باشیم. نکته پیچیده این بحث از اینجا شروع می‌شود که با تعداد زیاد دو آللی‌ها آنالیز مستقیم امکان پذیر نیست و به این علت بندرت می‌توان

اختلاف بین ژنوتیپهای والدی را شناخت. علاوه بر این، دو مشکل دیگر نیز مانع بود که عبارتند از: اولاً" ما نمی‌دانیم که دو آلل (با این فرض که فقط دو تا وجود دارند) از هر ژن‌به طور مساوی در والدین هستند، بنابراین باید انتظار داشت برای آلل‌ها در هر لوکوس در محدودهٔ تنوع نمونه گیری یکبار تکرار وجود داشته باشد. ثانیاً" می‌توانیم مطمئن باشیم که جفت آلل‌ها در محلهای مختلف به طور تصادفی توزیع شده‌اند که مطمئناً" می‌توانند در یك دو آللی تعریف شده قرار داده شوند. واضح است که ما در اصلاح دام تماماً" در عمل با توأم بودن ژنها آن هم در حد بسیار زیاد روبرو هستیم و به‌کار بردن نمونه‌های مورد استفاده در اول بحث، قطعاً" منجر به شکست نمونه خواهد شد، لذا باید از آنالیز غیر مستقیم استفاده کنیم (۳).

ب: کاربرد تلاقیهای دوآللی

همانطور که گفته شد تلاقی‌های دو آللی در اصل از آمیزش بین دو لاین مشتق می‌شود، اما بعداً" تعداد لاینها زیاد شده و در حقیقت به صورت پلی گونال‌کراس[5] در آمده است و به همان صورت گذشته به دی‌آلل معروف است. این طرح آمیزش برای اولین مرتبه توسط Joschmidi، دانشمند دانمارکی طرح‌ریزی شده است. آمیزش بدین صورت می‌باشد که اگر چند لاین داشته باشیم و این لاینها با همدیگر آمیزش پیدا کنند، آمیزش به نام فوق خوانده می‌شود؛ یعنی تمام ماده‌ها با تمامی نرها آمیزش نمایند و هر لاین علاوه بر آمیزش با هم لاین خویش، با سایر لاینها نیز آمیزش می‌کند و از هر نژاد علاوه بر ماده، نر همان لاین نیز وجود دارد (۳).

فرضاً" اگر چهار لاین (D,C,B,A) را داشته باشیم، آمیزش به صورت جدول شماره ۲ خواهد بود.

یکی از اهداف عمده تلاقی دو آللی‌ها استفاده از اثرات ژنتیکی تلاقی چرخشی[6] (تغییر جای والدین نر و ماده با یکدیگر) می‌باشد (مثلاً" AB=BA , BC=CB). اگر در آمیزش فوق اثر تلاقی چرخشی را نخواهیم و آن را حذف کنیم، تعداد آمیزشهایی که به صورت تلاقی انجام گرفته از رابطه ذیل بدست می‌آید:

تعداد آمیزشهایی که بصورت تلاقی انجام $= \frac{a(a-1)}{2}$

شده است.

تعداد تلاقی‌های جدول فوق به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\frac{4(4-1)}{2}=\frac{12}{2}=6$$

در حقیقت می‌بینیم تعداد تلاقی نصف شده و به این علت است که نصف آنها با نصف دیگر یکسان می‌باشد؛ مهمترین موارد استفاده از طرح تلاقی دو آللی‌ها بدست آوردن اثرات ژنتیکی ذیل می‌باشد:

۱- اثرات مادری[7]
۲- اثرات تلاقی چرخشی
۳- اثرات وابسته به جنس[8]
۴- قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی[9]
۵- هتروزیس

قبل از این که به شرح هر یك از اثرات ژنتیکی فوق بپردازیم، باید این نکته را یادآور شویم که بر اساس منابع علمی موجود استفاده عملی از آمیخته گری در طیور، نخستین بار در سالهای ۳۴-۱۹۳۳ به وسیله تلاقی خروس "پلیموت روك گل باقلایی" با مرغ "نیوهمشایر" شروع شد. پس از موفقیت این تلاقی در سالهای دهه ۱۹۳۰ و دههٔ ۱۹۴۰ به طرز گسترده‌ای استفاده از آمیخته گری در صنعت پرورش طیور گوشتی آغاز شد و این امر تا زمان حاضر ادامه داشته است. استفاده از آمیخته گری به همین جا محدود نمی‌شود و اخیراً" روش تازه‌ای برای استفاده بیشتر از این اصل ژنتیکی پیشنهاد گردیده است. مؤسسات مختلف تجاری که به امر اصلاح نژاد طیور مشغولند، کلیه آزمایشها را روی تعداد معدودی لاین که عموماً" از ۵۰ یا ۶۰ تجاوز نمی‌کند، انجام می‌دهند. این آزمایشها نشان می‌دهد که خاصیت ترکیب‌پذیری کدام لاینها با یکدیگر عالی‌تر و بهتر است. اما تا این اواخر کسی به این فکر نیفتاده بود که این آزمایشها را روی گله‌های مادر حاصل از تلاقی لاینهای مؤسسات مختلف انجام دهد. آزمایشهایی که اخیراً" در مالزی انجام شده نشان می‌دهد که به علت وجود تفاوتهای مشخص بین سویه‌های مختلف از نظر اکثر صفات اقتصادی، می‌توان به وسیله آمیخته گری هتروزیس و جامعیت بیشتری را بوجود آورد. در این آزمایش ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری اختصاصی به میزان قابل ملاحظه‌ای بهتر از گله‌های شاهد بود و تفاوت مشاهده شده معنی‌دار بود ($P<0.05$)(۱).

اینك به بررسی اثرات ژنتیکی حاصل از تلاقی دو آللی‌ها می‌پردازیم:

۱- اثرات مادری

اثری را که توسط عوامل محیط مادر بر روی فنوتیپ فرزند به وجود می‌آید اثرات مادری گویند. البته این اثر بیشتر در سنین اولیه دیده می‌شود، و بعد از سنین اولیه اثرات ژنتیك خود فرد است که کنترل صفت را به عهده می‌گیرد. مثلاً" چشم ملخ‌ها در ابتدای تولد اغلب هم رنگ چشم مادرشان است ولی بعد از یکماه ممکن است تغییر رنگ بدهد یا بدون تغییر بماند، این امر بستگی به ژنتیك خود فرد دارد، ولی در ابتدای تولد اثر مادری را دارا بوده است. همچنین به نقصی که در اثر فشار داخل رحم مادر بر گوساله عارض شده است، اثر مادری اطلاق می‌شود. به عبارت دیگر اثری است که به علت وضعیت مادر، در فرزند به‌وجود می‌آید(۲و۳).

جدول ۲: انواع تلاقی‌های چهار لاین (D, C, B, A) در یک تلاقی دوآللی

نر / ماده	A	B	C	D
A	AA	AB	AC	AD
B	BA	BB	BC	BD
C	CA	CB	CC	CD
D	DA	DB	DC	DD

a= تعداد لاینهای خالص شرکت کننده در تلاقی

$a^2=(a\times a)=$ تعداد کل تلاقی‌ها

$a(a-1)=$ تعداد آمیزشهایی که به صورت تلاقی انجام شده است محاسبات جدول فوق به صورت زیر انجام می‌شود.

تعداد لاینها: a=۴

تعداد کل آمیزش: $a\times a=4\times4=16$

تعداد آمیزشهایی که بصورت تلاقی انجام گرفته $a\times(a-1)=4\times(4-1)=12$

برای این که اثر مادری یك نژاد را اندازه گیری نماییم و با مجموع اثرات افرادی که آن نژاد به عنوان پدر بوده مقایسه کنیم، مقدار اختلاف آنها به خاطر اثر مادری آن نژاد می‌باشند البته باید در نظر داشت که این مقدار اختلاف مربوط به چند دفعه که آن نژاد به عنوان مادر بوده است می‌باشد و برای بدست آوردن اثرات مادری باید میزان اختلاف مجموع اثرات مادری و پدری یك نژاد را بر تعداد دفعاتی که آن نژاد به عنوان مادر بوده است تقسیم نماییم (۲).

اثرات مادری $=\frac{\alpha-\beta}{\delta}$

α= مجموع اثرات که A به عنوان مادر بوده است.

β= مجموع اثرات که A به عنوان پدر بوده است.

δ= تعداد دفعات که A به عنوان مادر بوده است.

مثلاً" اگر درصد چربی کل لاشه محاسبه شده از آمیزشهای چهار لاین گوشتی تجارتی به صورت جدول (۳) ذیل باشد.

جدول ۱: چهار خانواده حاصل از جفت‌گیری دو لاین اصلاح شده حقیقی که در یك آلل با هم اختلاف دارند (A-a).

میانگین	والد ماده		والد نر
	aa	AA	
O	-d	d	
$\frac{1}{2}(d+h)$	aA	AA	AA
	h	d	d
$\frac{1}{2}(h-d)$	aa	Aa	aa
	-d	h	-d
$\frac{1}{2}h$	$\frac{1}{2}(h-d)$	$\frac{1}{2}(d+h)$	میانگین
$\frac{1}{4}(d^2+h^2)$	$\frac{1}{4}(d+h)^2$	$\frac{1}{4}(d-h)^2$	واریانس میانگین
$\frac{1}{2}d^2$	$\frac{1}{2}d(d+h)$	$\frac{1}{2}(d-h)$	کوواریانس میانگین

h=ارزش ژنوتیپ ناخالص d=ارزش ژنوتیپ خالص غالب -d=ارزش ژنوتیپ خالص مغلوب

جدول ۳: درصد چربی کل لاشه محاسبه شده از آمیزشهای چهار لاین مادر گوشتی تجارتی

نر / ماده	A	B	C	D	
A	۴/۷	۴/۵	۴/۰	۴/۴	۱۷/۶
B	۴/۶	۴/۴	۳/۹	۴/۳	۱۷/۲
C	۳/۹	۳/۷	۳/۲	۳/۶	۱۴/۴
D	۴/۰	۳/۸	۳/۳	۳/۷	۱۴/۸
	۱۷/۲	۱۶/۴	۱۴/۴	۱۶/۰	

اثرات مادری مادر A = $\frac{17/6-17/2}{4}=\frac{0/4}{4}=0/4$

اثرات مادری مادر B = $\frac{17/2-16/4}{4}=\frac{0/8}{4}$

اثرات مادری مادر C = $\frac{14/4-14/4}{4}=\frac{0}{4}=0$

اثرات مادری مادر D = $\frac{14/8-16}{4}=\frac{-1/2}{4}=-0/3$

همیشه بایستی در تلاقی‌ها مجموع اثرات مادری لاینهای تلاقی داده شده با همدیگر مساوی صفر گردد.

$\Sigma Mi=0 \Longrightarrow 0/1+0/2+(-0/3)=0$

۲- اثرات تلاقی چرخشی

اگر در آمیزش CB (B پدر و C مادر) و یا BC (B مادر و C پدر) داشته باشیم حال اگر دو فرد BC و CB داشته باشیم به این حالت تلاقی چرخشی گویند. اثر تلاقی چرخشی به ما نشان می‌دهد کدام لاین را پدر و کدامیک را مادر بگیریم. به عنوان مثال در آمیزش دو نژاد آنگوس و هرفورد اگر مادر را آنگوس بگیریم اثرات توارث سیتوپلاسمی که از آنگوس به فرزندان می‌رسد اثر مادری مربوط به آنگوس است در نتیجه فرد حاصل از این آمیزش وزن بالغ و جثه‌اش بزرگ و شبیه به هرفورد می‌شود، در نتیجه در می‌یابیم که کدامیک از این دو نژاد را مادر و کدامیک را پدر بگیریم (۲ و ۳).

مثال دیگر: در طیور اگر دو لاین از یك نژاد داشته باشیم که یك لاین سرعت رشد بالا و لاین دیگر تولید تخم‌مرغ بالایی داشته باشد، در اینجا لاین پر تولید از نظر تخم‌مرغ را به عنوان مادر و لاین دیگر راکه سرعت رشد زیادی دارد پدر می‌گیریم در نتیجه فرزند حاصل دارای پتانسیل ژنتیکی بالای تولید تخم مادر و سرعت رشد سریع پدر خواهد بود. اگر مجدداً به جدول ۱ نگاه کنیم اثر تلاقی چرخشی را مشاهده خواهیم کرد. بدین صورت که فرضاً $A♀B♂=4/5$ را با $B♀A♂=4/6$ مقایسه کنیم اختلاف میان آنها را مشاهده خواهیم نمود. این اختلاف نتیجه تغییر جای والدین است. لازم به ذکر است در صورتی که اثرات جنس را نداشته باشیم، اثرات مادری برابر با اثرات تلاقی چرخشی می‌باشد. در نباتات به علت خودگشن بودن و عدم وجود اثرات مادری اثر تلاقی چرخشی وجود ندارد.

اثرات تلاقی چرخشی نتیجه پیوستگی ژنتیکی ژنهای روی کروموزوم Z مادری (درهم آمیخته شدن اثرات ژنهای روی کروموزوم W در مرغها به وسیله اثرات ژنهای میتوکندری و پیوستگی جنسی ژنها) می‌باشد به عبارت دیگر همانطور که کروموزمهای Z تولید تخم مرغ را تحت تأثیر قرار می‌دهد بر صفات دیگر مرغها به جز میزان رشد اولیه طیور نیز اثر می‌گذارد (۱ و ۳).

اثرات پدری نیز نتایج پیوستگی ژنهای کروموزوم Z هستند. گرچه یك اثر پدری واقعی به وسیله یك بیماری قبل انتقل با منی‌یا دیگر عوامل امکان پذیر است. اما مدارك اندکی میابیم که این گونه اثرات پدری را تائید کند، از اینرو این گونه اثرات پدری را می‌توان نادیده گرفت (۱ و ۲).

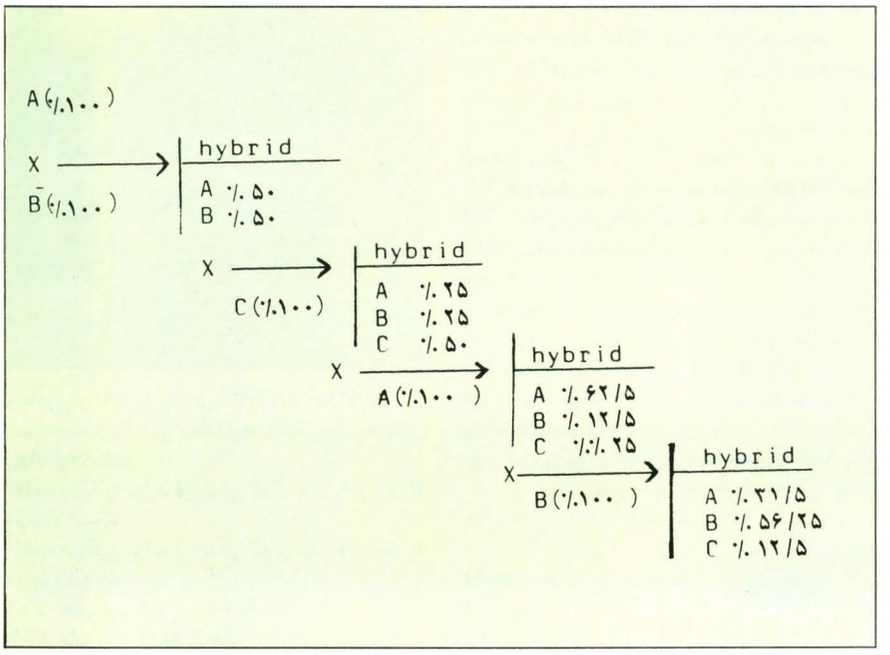
اثرات مادری به وسیله اثرات ژنهای به هم چسبیده کروموزم W در مرغها درهم آمیخته است، در جاهایی که اثرات هر دو جنس را بتوان اندازه گرفت اثرات مادری و جنس را معمولاً می‌توان بدون ابهام از هم جدا کرد. بعضی شواهد نشان می‌دهد که ژنهای روی کروموزم W مسئول اثرات مادری برای صفات وزن بدن و وزن تخم مرغ می‌باشند. در هیبریدهای لاینهای X مرغهای ژاپنی، DNA و میتوکندری از طریق مادر به ارث می‌رسند؛ بنابراین ژنهای میتوکندری یك منبع قوی از اثرات مادری می‌باشند (۱). اثرات ژنتیکی تلاقی چرخشی نقش مهم و اساسی برای قابلیت زنده ماندن (حدود یك تا ۱۵ درصد) و تولید تخم‌مرغ (حدود صفر تا نوزده درصد) برای بروز صفات فوق دارند. با توجه به این که یك جزء مهم تخم مرغ در سالن، قابلیت زنده ماندن است بنابراین اثرات عمدهٔ تلاقی چرخشی برای تولید تخم‌مرغ اغلب ممکن است ناشی از تفاوتهای نسبی در قابلیت زنده ماندن باشد، البته میزان اثرات تلاقی چرخشی برای قابلیت زنده ماندن خیلی کمتر از میزان اثرات تلاقی چرخشی برای بلوغ جنسی (که جزء مهم دیگر از تولید تخم‌مرغ است) می‌باشد. اثرات تلاقی چرخشی برای محصول تخم و تبدیل غذا در اردکها و مرغها قابل توجه بوده اما بطور کلی از هتروزیس مشابه کمتری برخوردارند. اثرات تلاقی چرخشی برای صفات بلوغ جنسی و وزن تخم مرغها و اردکها و صفت وزن بدن در هنگام بلوغ در مرغها به اندازهٔ اثرات هتروزیس است در حالی که در مرغها اثرات چرخشی برای کیفیت تخم (وزن مخصوص تخم یك تا ۳٪ و درصد تخمهای عاری از لکه‌های خون ۲ تا ۵٪ و واحدهای هایونیت ۱ تا ۲٪) بیشتر و با ثبات‌تر از هتروزیس بوده و در عین حال تفاوتهای چرخشی برای وزن اولیه بدن در مرغهای مادر گوشتی (۲ تا ۲۱٪) بیشتر از اثرات هتروزیس هستند. بطور کلی معمولاً زمانی از این روش استفاده می‌شود که بیشتر از دو نژاد در آمیزش شرکت جویند و کاربرد آن هنگامی است که صفات مورد نظر در چند نژاد وجود داشته باشد و بخواهند همه آنها را در گله جمع کنند و اگر یك نژاد از دیگر نژادها در بعضی خصوصیات و صفات بهتر باشد، آن نژاد را به دفعات بیشتری در آمیزش شرکت می‌دهند شمائی از این روش در ذیل آمده است. این یادآوری ضروری است که افرادی که در بالا قرار گرفته‌اند نر و افرادی که در پایین قرار دارند ماده هستند و به همان دلایلی که در روش پیشین نیز متذکر شدیم (وجود قابلیت مادری خوب) ماده‌ها را از روی عملکرد هیبریدها انتخاب می‌کنند.

۳- اثرات وابسته به جنس

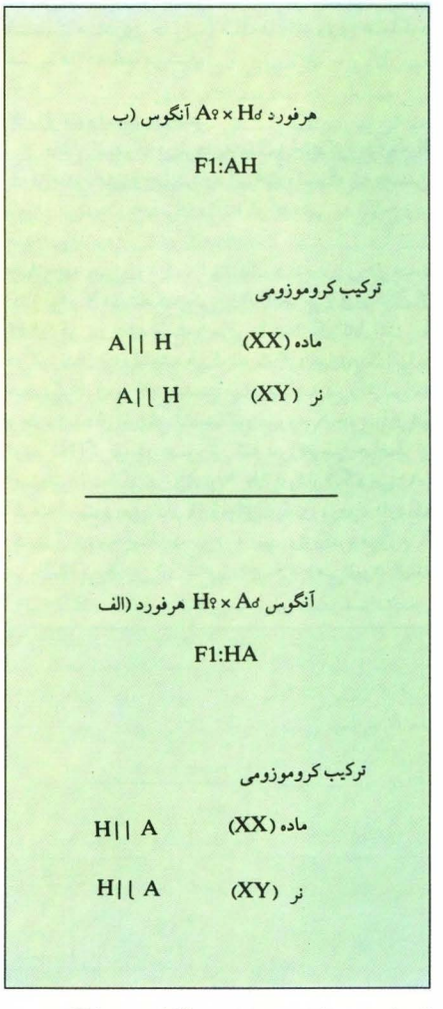
مقدار اثری که در نرها به علت وجود کروموزوم X که از مادر آمده وجود دارد اثرات وابسته به جنس نامیده می‌شود. به عنوان مثال اگر آمیزشی به شرح زیر صورت پذیرد:

ملاحظه می‌شود که فرزندان ماده دارای دو عدد کروموزم X هستند که یکی از A (آنگوس) و دیگری از H (هرفورد) آمده است و فرقی با همدیگر ندارند.

در فرزندان نر مشاهده می‌گردد که کروموزوم X آنها با همدیگر فرق می‌کند بدین صورت که فرزند نر به وجود آمده از آمیزش (الف) کروموزوم X خود را از هر فورد (H) گرفته در صورتی که فرزند نر حاصل از آمیزش (ب) کروموزوم X خود را از آنگوس (A) گرفته است و می‌دانیم که ژنهای زیادی وجود دارد که کنترل کننده صفات بوده و بر روی کروموزوم X می‌باشند که همین امر باعث اختلاف می‌شود. البته



مقدار آن ناچیز است که حداکثر حدود پنج درصد می‌باشد. حال اگر فرزندان نر حاصل از آمیزش به صورت تلاقی چرخشی را با هم مقایسه کنیم و مقدار اختلاف را که مربوط به اثر مادری است از آن کم کنیم، مقدار اثر باقیمانده، اثر وابسته به جنس نامیده می‌شود (۱ و ۳).



اثر مادری = تلاقی چرخشی $= \mu_{♀}tHA = \mu_{♂}tAH$

اثر جنس + اثر مادری = تلاقی چرخشی $= \mu_{♀}KA = \mu_{♂}AK$

μHA= میانگین تولید فرزندانی که از مادر A و پدر B به وجود آمده‌اند.

μHA= میانگین تولید فرزندانی که از مادر A و پدر B به وجود آمده‌اند.

R=اثر تلاقی چرخشی $R=M+S$

M=اثر مادری $S=R-M$

S=اثر جنسی

با توجه به مطلب فوق نتیجه می‌گیریم که برای محاسبه اثر جنس باید نرها را با نرها مقایسه کرد.

۴- قدرت ترکیب پذیری ویژه

فرزندان حاصل از آمیزش بین لاینها دارای خصوصیات ویژه‌ای هستند که با سایر فرزندان خود در لاینهای مختلف اختلاف دارند که مربوط به قدرت ترکیب پذیری خصوصی می‌باشد و در اثر غالبیت ژنها به وجود می‌آید، به عبارت دیگر کاهی دو حیوان یا دو گروه داریم که هرگاه آنها را با همدیگر جفت کنیم، نتیجه بسیار مطلوبی حاصل می‌شود، ولی هنگامی که هر کدام از حیوانات دو گروه را با حیوانات دیگری (غیر از خودشان) جفت کنیم، مشاهده می‌کنیم که نتایج جالب به دست نمی‌آید. در تعریف آن می‌گوئیم: قدرت ترکیبی که دو حیوان یا دو گروه با همدیگر تولید می‌کنند قدرت ترکیب پذیری مخصوص نامیده می‌شود (۲ و ۳).

مثال: در لاتن A یک سری ژن خوب می‌باشد که در لاین C نیست وبالعکس در لاین C یک سری ژن خوب وجود دارد که در لاین A نیست، در نتیجه از آمیزش این دو، یک ترکیب پذیری خصوصی مجزایی تولید می‌شود که در مابقی ترکیب وجود ندارد.

برای تخمین قدرت ترکیب خصوصی فرزند حاصل از آمیزش دو لاین لازم است اثرات قدرت ترکیب عمومی برای هر نژاد (هر لاین نصف قدرت ترکیب عمومی خود را به فرزند منتقل می‌کند) و اثر مادری نژاد مادر و معدل کل اجتماع را با هم جمع کرده و با عدد به دست آمده از این فرزند مقایسه نمود که اختلاف آن مربوط به قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی والدین آن فرزند می‌باشد.

۵- هتروزیس

واژه هتروزیس را برای نخستین‌بار Shull در سال ۱۹۱۴ به کار برد و به وسیله همین محقق نیز در سال ۱۹۴۸ برای بیان افزایش قدرت نتایج حاصل از جفتگیری دو نژاد، در مقایسه با والدینشان مطرح گردید. هدف اصلی از انجام آمیزشها بین حیوانات غیر خویشاوند، ایجاد اثری است که به آن هتروزیس یا هیبرید قوی[10] یا نیکینگ[11] گویند که اثر آن برتری حیوان دوگهٔ حاصله از آمیزشها، نسبت به میانگین والدین می‌باشد (۱ و ۳).

میزان هتروزیس از معادله زیر محاسبه می‌گردد.

$$H=\frac{f1-Xp}{Xp}\times 100 \text{ (درصد)}$$

H= میزان هتروزیس (درصد)

F1= میانگین حیوانات دو رگه

Xp= میانگین والدین

حال اگر میزان هتروزیس تولیدی مشخص باشد، با دانستن مقدار میانگین والدین، می‌توان میانگین احتمالی فرزندان حاصل از جفتگیری والدین فوق را با استفاده از معادله زیر برآورد نمود:

$$F1=Xp+\frac{H.Xp}{100}$$

باید توجه داشت تنها بخشی از اختلاف میان میانگین فرزندان و والدین عبارتست از پیشرفت در اثر هتروزیس در مورد این صفت، زیرا صفات دیگری نیز وجود دارند که هتروزیس روی آنها اثر می‌کند و ما این پیشرفت را با توجه به همه اثرات می‌بینیم. در حقیقت صفات مختلفی ممکن است در اثر هتروزیس، باعث این پیشرفت شده باشند ولی اگر تنها به این صفت توجه گردد، تصور می‌شود که پیشرفت تنها در اثر هتروزیس بر روی این صفت است.

با توجه به آنچه گفته شد هتروزیس را این گونه تعریف کرده‌اند: افزایش قدرت یا عملکرد فرزندان حاصل از تلاقی حیوانات غیر خویشاوند نسبت به والدین. هتروزیس بیش از هر چیز، استقامت و عملکرد دام را افزایش می‌دهد. این افزایش عملکرد شامل افزایش قدرت زنده ماندن، سرعت رشد، تولید شیر بیشتر و افزایش تولید تخم در طیور می‌شود. این پدیده سالهاست که شناخته شده است. قدیمی‌ترین نمونه حاصله از پدیده هتروزیس در حیوانات، قاطر است که مقاومت این حیوان در مقابل بدی آب و هوا و انجام کارهای مشکل از قدیم زبانزد بوده است. این حیوان نسل F1 حاصل از تلاقی الاغ نر و مادیان می‌باشد (۲ و ۳).

در سالهای اخیر در دامپروری به طور اعم و در صنعت پرورش طیور به طور اخص برای تولید جوجه‌های گوشتی و مرغهای تخمگذار از پدیده هتروزیس استفاده می‌شود. به طور مثال از تلاقی خروس "کرنیش سفید" با مرغ "پلیموت راک سفید" برای تولید جوجه گوشتی استفاده می‌شود، زیرا نژاد کرنیش دارای سرعت رشد خوب و قالب بدنی گوشتی و درشت می‌باشد، ولی تولید تخم مرغ آن مطلوب نیست، در عوض اگر چه نژاد پلیموت راک سرعت رشد مطلوبی ندارد ولی تولید تخم‌مرغ آن مطلوب است. لذا با تلاقی این دو نژاد برای تولید جوجه گوشتی از صفات مطلوب هر دو نژاد در سطح تجارتی استفاده می‌شود. به طور کلی صنعت مرغداری با تاریخچه‌ای از استفاده از تلاقی‌های بین دو نژاد و در دو دههٔ اخیر بین لاینهای مختلف در مرغداری که عمدتاً" برای استفاده از هتروزیس می‌باشد، همراه بوده است.

با استفاده از یک برنامه اصلاحی براساس بازدهی تلاقی‌ها در ضمن تولید پایه‌های والدی مرغهای تجارتی توسط پایه‌های اولیه (اجداد) می‌توانیم پایه‌هایی را با هم ترکیب کنیم که یکدیگر را تکمیل

کرده‌که با استفاده از این شیوه در پایه‌های گوشتی می‌توان لاینهای پدری و مادری را بهبود بخشید. اغلب پایه‌های تجارتی، حاصل تلاقی‌های سه طرفه یا چهارطرفه و بعضی اوقات دو طرفه هستند که دلیل عمده این کار، تجمع مجموعه‌ای از صفات مطلوب مورد نظر در یک موجود و استفاده از اثرات مثبت پدیده هتروزیس می‌باشد. اجرای برنامه تلاقی‌های چرخشی نیز در همین راستاست.

بعضی از متخصصین اصلاح دام عقیده دارند که بهترین برآورد هتروزیس میزان برتری موجودات F1 نسبت به بهترین والد می‌باشد، در حالی که عده‌ای دیگر معتقدند که برتری میانگین F1 به میانگین والدینی که از نژاد خالص می‌باشند به عنوان تخمین هتروزیس شناخته شود. لازم به ذکر است که مقدار به دست آمده به صورت درصد و نسبت می‌باشد، نه مقدار و کمیت و به عبارت دیگر کسر فوق درصد افزایش F1 را نسبت به والدین ارائه می‌دهد، نه مقدار کمّی آن را و به همین جهت در مخرج کسر میانگین والدین قرار دارد.

به طور کلی فرآیند تلاقی معمولا"برای دو منظور اصلی به کار می‌رود، یکی استفاده از هتروزیس و دیگری برای ترکیب پایه‌ها که در آن عملکرد صفات، همدیگر را تکمیل می‌کنند، یا بر عکس برای پوشاندن عملکرد نازک یک لاین خالص برای مشخصه مهم یک تجارتی مانند کیفیت پوست ضعیف، که تلاقی فوق تلاقی با بالاترین میزان هتروزیس نیست بلکه تلاقی با بهترین عملکرد تجارتی (که خیلی ظریف بوده و با تلاقی بهترین عملکرد اقتصادی متفاوت است) می‌باشد.

مکمل بودن ژنتیکی در طیور دو جنبه دارد، یک جنبه آن استفاده در تلاقی‌هایی که بین لاینهای مادری و پدری که به صورت ویژه‌ای قابل تعمیم در طیور نوع گوشتی می‌باشد، یعنی جایی که وظایف مادر (تولید مثل) و نتایج (تولید گوشت و کیفیت آن) می‌باشد، به عبارت دیگر در تولید گوشت، مکمل بودن ، کارآیی سیستم را با استفاده از لاینهای پدری و مادری اختصاص یافته به حداکثر می‌رساند. برای رسیدن به هدف فوق به حداکثر رساندن فشار انتخابی و بهره‌جویی از ره‌آوردهای ژنتیکی حاصل از آن که در هنگام استفاده از شیوه‌های خاص تلاقی لاینهای مادری و پدری تجلی می‌کند ضروری است، لازم به ذکر است همان طور که صفات انتخاب شده در لاینهای پدری و مادری متفاوتند، تأکید برای انتخاب در لاینهای مادری و پدری برای هر صفت نیز متفاوت می‌باشد. به طور کلی در بحث مکمل بودن ژنتیکی در طیور، زمینهٔ ژنتیکی در مرغها و خروسهای لاینهای گوشتی متفاوت است، به عنوان مثال نژاد "وایت کورنیش" به عنوان لاینهای پدری و "وایت پلیموت راک" به عنوان لاینهای مادری مورد استفاده قرار می‌گیرد که این دو زمینهٔ ژنتیکی، مکمل همدیگر بوده و براساس معیارهای اختصاصی لاینهای پدری و مادری منطبق می‌باشند.

جنبهٔ دیگر مکمل بودن، قدرت ترکیب لاینها می‌باشد که این برای لاینهای اختصاصی مادری و پدری غریزه اختصاصی است، بسیاری از لاینهای خالص تجارتی برای همه صفات اقتصادی عملکرد بالا و مساوی ندارند، ولی ممکن است ویژگیهای برجستهٔ حقیقی در حد بالایی داشته باشند، اما بعلت عیبهای دیگر به عنوان لاینهای خالص به کار برده شوند، در حالی که همین لاینها برای بسیاری از تلاقی‌ها عملکرد مساوی یا بهتر از والدین خالص فوق دارند. بنابراین وقتی ترکیب صحیحی در نژادهای خالص والدین انتخاب شود، قدرت نژادی خالص در تلاقی‌هایشان افزایش می‌یابد و ضعف شان در یک پایه والدی به طور شگفت‌انگیزی ناپدید می‌شود. به این طریق قدرت لاینهای خالص والدی که ممکن نیست به حالت دیگر در خور توجه باشد نه تنها می‌توانند به طور تجارتی از طریق تلاقی مفید باشند، بلکه می‌توانند ترکیب شده و نهایتا" به صورت تجمعی بروز کنند.

در پایان بحث با توجه به آنچه گفته شد چنین نتیجه می‌گیریم که به طور کلی در دامپروری به ویژه در صنعت طیور تجارتی، استفاده از تلاقی‌های دوآللی جهت استفاده از اثرات ترکیب‌پذیری اختصاصی، هتروزیس و ... در گله‌های مادر تجارتی و در جنسهای نر و ماده‌ای که پایه والدی برای چند صفت هستند، مفید و ضروری است. چرا که زمینهٔ افزایش بازدهی اقتصادی سیستمهای تولید هیبرید تجارتی را نسبت به سیستمهای پرورش گله‌های خالص فراهم نموده و در این امر مهم نقش اساسی و تعیین کننده‌ای دارد.

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش حقیقی از آن پروردگار است. در انجام این تألیف از همکاریهای بی دریغ بسیاری از جهادگران مخلص برخوردار بوده‌ام که لازم می‌دانم از:

- ریاست محترم جهاد دانشگاهی جناب آقای مهندس رحمتی
- معاونت محترم پژوهشی جهاد دانشگاهی جناب آقای مهندس غلامی
- مسئول محترم گروه کشاورزی و منابع طبیعی آقای مهندس محمد ناصری

و سایر همکاران در معاونت پژوهشی جهاد دانشگاهی علی‌الخصوص گروههای علمی کشاورزی، علوم انسانی و واحد تایپ تشکر و قدردانی نمایم.

پاورقی‌ها

1. Line
2. Fix
3 . Heterosis
4. Diallel cross
5. Poly gonal cross
6. Reciprocal
7. Maternal effect
8. Sexlinked effect
9. Specific combining ability
10. Hybrid vigor
11. Nicking

منابع مورد استفاده

1. Crawford. R.D. 1990. Poultry breeding and genetics. Elsevier science publishers B.V: 1122 pp

2. Flaconer, D.S. 1989. Introduction to quantitive genetics, Ronald press. Co. NY: 438 pp

3. Mathor, K. and Jinks; J.L. 1977. Introduction to biometrical genetics. Elsevier Science publishers; B.V: 231 pp