

## ویژگی های ارزش اصلاحی

- ۱- در یک جمعیت ارزش اصلاحی ویژگی فرد است.
- ۲- ارزشهای اصلاحی در هر جمعیت به صورت انحراف از میانگین همان جمعیت بیان می شوند. از این رو، ارزش های اصلاحی افراد در هر جمعیت، مختص همان جمعیت می باشند.
- ۳- ارزش های اصلاحی، در واقع ارزشهای فنوتیپی تصحیح شده برای عوامل محیطی و ژنتیکی غیرافزایشی هستند و واحد آنها با واحد صفت یکسان است.
- ۴- میانگین ارزشهای اصلاحی افراد بک جمعیت صفر است و ارزشهای اصلاحی نسبت به آن بیان می شوند. از این رو ارزشهای اصلاحی برخی افراد مثبت (بالتر از صفر)، برخی افراد منفی (پایینتر از صفر) و برخی صفر است. ارزش اصلاحی مثبت نشان می دهد که عملکرد فرزندان آن فرد بالاتر از میانگین جامعه و ارزش اصلاحی منفی نشان می دهد که عملکرد فرزندان آن فرد کمتر از میانگین جامعه خواهد بود.
- ۵- منفی و یا مثبت بودن ارزش اصلاحی به خودی خود به ترتیب دلیل بر نامطلوبی و یا مطلوبیت نیست. این موضوع را باید بر اساس صفت مورد بررسی تفسیر کرد. به عنوان مثال در مورد صفاتی مانند ضریب تبدیل خوراک و ذخیره چربی لاشه ارزش اصلاحی منفی مطلوب است و نشان می دهد که فرزندان این فرد نسبت به میانگین جامعه به ازای هر واحد اضافه وزن خوراک کمتری مصرف میکنند و یا چربی کمتری در بدن ذخیره می کنند.
- ۶- داشتن ارزش اصلاحی برتر در یک جامعه دلیل بر برتر بودن فرد در دیگر جوامع نیست.
- ۷- هر فرد به تعداد صفات چند ژنی خود ارزش اصلاحی دارد.

## پارامترهای ژنتیکی Genetic parameters

طراحی هر برنامه اصلاح نژادی نیازمند آگاهی از پارامترهای ژنتیکی صفات اقتصادی در آن جمعیت می باشد. این پارامترها مختص جمعیتی هستند که از آن به دست آمده اند و در طی زمان در همان جمعیت هم تغییر می کنند و نیاز است تا در فواصل زمانی مشخص مجدداً برآورد و ارزیابی شوند.

### اهمیت آگاهی از پارامترهای ژنتیکی

- ۱- درک بهتر مکانیزم ژنتیکی صفات
- ۲- طراحی برنامه های اصلاح نژادی کارآمد

۳- برآورد ارزشهای اصلاحی افراد

۴- پیش بینی پاسخ به انتخاب مستقیم و غیر مستقیم

۵- شناسایی میزان تاثیر عوامل غیرژنتیکی بر صفات اقتصادی

## Heritability

## وراثت پذیری

رایج ترین تعریف قابل درک در مورد وراثت پذیری<sup>۱</sup> درجه شباهت عملکرد نتاج به والدین خود برای صفتی می- باشد. در صفات با وراثت پذیری بالا، حیوانات دارای عملکرد بالا، فرزندی با عملکرد بالا تولید می کنند، و حیوانات با عملکرد پایین، نتاجی با عملکرد پایین را تولید می نمایند. به عبارت دیگر، اگر صفتی وراثت پذیری بالایی نداشته باشد، رکوردهای عملکرد والدین، اطلاعات چندانی را درباره عملکرد نتاج ارائه نمی دهند.

مدل پایه ژنتیک کمی در مورد عوامل تاثیرگذار بر صفات کمی و چند ژنی به صورت زیر است:

$$P = G + E$$

$$V_p = V_G + V_E + 2 \text{ cov } (GE)$$

با صرف نظر کردن از وجود کواریانس ژنوتیپ و محیط با این فرض که برای ژنوتیپ های برتر محیط بهتری ایجاد نکرده باشیم رابطه بالا را به صورت زیر ساده می کنیم:

$$V_p = V_G + V_E$$

واریانس ژنتیکی ( $V_G$ ) خود شامل سه جزء واریانس افزایشی ( $V_a$ )، واریانس غالبیت ( $V_d$ ) و واریانس اپیستازی ( $V_I$ ) است، یعنی:

$$V_G = V_a + V_d + V_I$$

واریانس محیطی ( $V_E$ ) خود شامل واریانس محیطی دائمی ( $V_{Epe}$ ) و واریانس محیطی موقتی ( $V_{ETe}$ ) است، یعنی:

$$V_E = V_{Epe} + V_{ETe}$$

در کل میتوان واریانس فنوتیپی را به صورت زیر به اجزاء (مولفه های) تشکیل دهنده آن تفکیک کرد:

---

<sup>1</sup>Heritability

$$V_P = V_a + V_d + V_I + V_{Epe} + V_{ETe}$$

#### Heritability in Broad Sense

وراثت پذیری به مفهوم عام

نسبت واریانس ژنتیکی ( $V_G$ ) به واریانس فنوتیپی ( $V_P$ ) را گویند و با  $H^2$  نشان داده می شود.

$$H^2 = \frac{V_G}{V_P}$$

وراثت پذیری به مفهوم عام از لحاظ کاربردی در اصلاح دام چندان اهمیتی ندارد زیرا در واریانس ژنتیکی مولفه های واریانس ژنتیکی غالبیت و اپیستازی را نیز در خود دارد که قابلیت انتقال به نسل بعد را ندارند.

#### Heritability in narrow Sense

وراثت پذیری به مفهوم خاص

نسبت واریانس ژنتیکی افزایشی ( $V_a$ ) به واریانس فنوتیپی ( $V_P$ ) را گویند و با  $h^2$  نشان داده می شود.

$$h^2 = \frac{V_a}{V_P}$$

وراثت پذیری به مفهوم خاص که در متون اصلاح نژادی آن را به طور کلی به عنوان وراثت پذیری اطلاق می کنیم از دیدگاه اصلاح نژادی اهمیت زیادی دارد زیرا قسمتی از واریانس فنوتیپی را شامل می شود که به واسطه وجود تنوع ژنتیکی افزایشی است و قابلیت انتقال به نسل بعد را دارد. وراثت پذیری ویژگی های زیر را دارد:

- وراثت پذیری از ویژگی های جامعه است. در واقع یک پارامتر جمعیتی است و نه ویژگی یک فرد.
- وراثت پذیری یک صفت در جامعه ثابت نیست و در طی زمانهای مختلف با تغییرات در شرایط، مثلاً شرایط محیطی متفاوت خواهد بود.
- وراثت پذیری یک صفت در یک جمعیت، مختص همان جمعیت است و ممکن است با جمعیت های دیگر همان نژاد نیز فرق داشته باشد.
- وراثت پذیری یک صفت همیشه عددی بین صفر تا یک است.
- هر قدر که وراثت پذیری صفتی بیشتر باشد، عملکرد افراد خویشاوند در مورد آن صفت شباهت بیشتری دارد.
- در صفاتی با وراثت پذیری بالا، عملکرد شاخص بهتری از ارزش اصلاحی است و صحت انتخاب بر اساس عملکرد بالا است. در صفاتی با وراثت پذیری کم، عملکرد شاخص مناسبی از ارزش اصلاحی نیست و لذا صحت انتخاب بر اساس عملکرد کم است.

- بالاتر بودن وراثت پذیری به معنی بیشتر بودن ارزش های اصلاحی نیست بلکه به معنای صحت بیشتر ارزش های اصلاحی برآورد شده بر اساس رکوردهای فنوتیپی است.
- وراثت پذیری میزان قوی بودن (پایدار و قابل اعتماد) رابطه بین عملکرد (ارزش های فنوتیپی) و ارزش های اصلاحی یک صفت در جمعیت است. در حقیقت از دیدگاه عملی، عملکرد حیوانات در صفات با وراثت پذیری بالا، تا حدود زیادی ارزش اصلاحی آنها را آشکار می سازد. حیواناتی با عملکرد بهتر، به طور معمول، ارزش های اصلاحی بهتری داشته و بنابراین نتاجی با عملکرد بهتر تولید می کنند. حیوانات با عملکرد ضعیف تر، به طور معمول ارزش های اصلاحی بدتری داشته و نتاج با عملکرد ضعیف تری را تولید خواهند نمود.

همان طور که از تعریف وراثت پذیری بر می آید میزان قوی بودن (پایدار و قابل اعتماد) یک رابطه، به نظر می رسد که وراثت پذیری تا حدودی شبیه به همبستگی است. در حقیقت، وراثت پذیری (که با علامت  $h^2$  نشان داده می شود)، همبستگی بین ارزش های فنوتیپی و ارزش های اصلاحی نیست، بلکه توان دوم همبستگی بین ارزش های فنوتیپی و ارزش های اصلاحی است. از لحاظ ریاضی:

$$h^2 = r_{P,BV}^2$$

توان دوم همبستگی، از نظر عددی تا حدودی از خود همبستگی متفاوت است، اما تقریباً از لحاظ تفسیر بین آنها تفاوتی وجود ندارد. بنابراین وراثت پذیری را مانند هر کدام از انواع همبستگی ها در نظر بگیرید. به زبان دقیق تر، وراثت پذیری تعریف شده، وراثت پذیری در مفهوم خاص است. تعریف دیگر مرتبط با آن وراثت پذیری در مفهوم عام ( $H^2$ ) است که میزان قوی بودن ارتباط بین عملکرد (ارزش های فنوتیپی) و ارزش های ژنوتیپی برای یک صفت در جمعیت می باشد. به زبان ریاضی:

$$H^2 = r_{P,G}^2$$

وراثت پذیری در مفهوم عام، تمام اثرهای ژنتیکی موثر بر تظاهر یک صفت را اندازه گیری می کند، زیرا شامل سهم ارزش اصلاحی و نیز ارزش ترکیبی ژن است. با وجود این، مفهوم مناسبی نیست. زیرا ارزش های ترکیبی ژن نمی توانند توارث یابند، و وراثت پذیری در مفهوم عام منعکس کننده ارتباط بین عملکرد حیوانات و پتانسیل آنها به عنوان والدین نیست، بنابراین از دید انتخاب، معیار مفیدی نخواهد بود.

---

<sup>2</sup>Heritability in the broad sense ( $H^2$ )

وراثت پذیرباز لحاظ ریاضیه میشه مثبت است، دامنه آن از صفر تا یک، یا بر حسب درصد از ۰٪ تا ۱۰۰٪ می- باشد. صفات با وراثت پذیری نزدیک به صفر، وراثت پذیری بسیار کمی داشته، و صفات با وراثت پذیری نزدیک به یک، کاملاً توارث پذیر هستند. (وراثت پذیری‌های بالای ۰/۷ نادر است).

جدول ۱-۹ نمونه‌ای از برآوردهای وراثت پذیری برای تعدادی از صفات و گونه‌ها

گونه	صفت	$h^2$
گاو (گوشتی)	فاصله گوساله زایی	۰/۰۵
	وزن تولد	۰/۴۰
	وزن شیرگیری	۰/۳۰
	وزن یک سالگی	۰/۴۰
	وزن بلوغ	۰/۶۵
	ضریب تبدیل خوراک	۰/۴۰
	محیط اسکروتال	۰/۵۰
گاو (شیرده)	ضخامت چربی پشت	۰/۴۰
	فاصله گوساله زایی	۰/۱۰
	تولید شیر	۰/۲۵
	% چربی	۰/۵۵
	% پروتئین	۰/۵۰
	وضعیت قرارگیری پستان	۰/۲۰
	وضعیت قرارگیری سرپستانک	۰/۳۰
	استقرار پاهای عقب	۰/۱۵
	قد و قامت	۰/۵۰
	ارتفاع جدوگاه	۰/۴۰
اسب	محیط استخوان ساق پا	۰/۴۵

۰/۲۵	خلق و خوی	
۰/۴۰	سرعت قدم زدن	
۰/۴۵	زمان یک مایل یورتمه رفتن	
۰/۳۵	زمان یک مایل دویدن	
۰/۲۵	قدرت کشش	
۰/۱۲	قابلیت جداسازی گاو از گله به دلیل عملیات بهداشتی یا درمانی و یا ... در گله گاو	
۰/۱۵	تعداد توله در هر زایش (تعداد تولدهای متولد شده زنده)	خوک
۰/۱۰	تعداد توله در هر زایش (تعداد از شیر گرفته شده)	
۰/۱۰	وزن شیرگیری	
۰/۱۵	وزن تولدها در ۲۱ روزگی	
۰/۲۵	تعداد روزهای رسیدن به وزن ۲۳۰ پوند	
۰/۳۵	ضریب تبدیل خوراک	
۰/۵۰	مساحت عضله چربی	
۰/۵۰	ضخامت چربی پشت	
۰/۲۵	تعداد تخم مرغ تولیدی در ۵۰۰ روز	طیور
۰/۴۵	اندازه تخم مرغ	
۰/۴۵	ضخامت پوسته تخم مرغ	
۰/۱۰	قابلیت جوجه درآوری	
۰/۱۰	قابلیت زنده ماندن	
۰/۴۵	وزن بدن	
۰/۵۰	طول ساق پا	
۰/۲۵	عرض سینه	
۰/۱۵	تعداد بره در هر زایش	گوسفند

وزن تولد	۰/۳۰
وزن شیرگیری در ۶۰ روزگی	۰/۲۰
وزن یک سالگی	۰/۴۰
مساحت عضله چشمی	۰/۴۵
وزن پشم ناشور	۰/۴۰
درجه پشم	۰/۳۵
طول استاپل	۰/۵۰

نمونه‌ای از برآوردهای وراثت پذیری برای تعدادی از صفات و گونه‌ها در جدول بالا ارائه شده است. به عنوان قانونی تجربی، صفات با وراثت پذیری کمتر از ۰/۲ به عنوان صفاتی با وراثت پذیری پایین، بین ۰/۲ و ۰/۴، صفاتی با وراثت پذیری متوسط، و بالای ۰/۴ به عنوان صفات با وراثت پذیری بالا در نظر گرفته می‌شوند. با مطالعه جدول بالا خواهد دید که صفات مرتبط با باروری و قابلیت زنده ماندن، وراثت پذیری پایین و صفات تولیدی (صفاتی نظیر تولید شیر و سرعت رشد) وراثت پذیری متوسطی دارند. صفات لاشه یا "صفات محصول" و صفات مرتبط با اندازه اسکلِت (مانند اندازه اسکلِت و وزن بدن در زمان بلوغ) وراثت پذیری بالایی دارند.

### تصوّرهای نادرست معمول در مورد وراثت پذیری

- اگر صفتی منشأ ژنتیکی داشته باشد، به طور طبیعی فرض می‌کنیم که صفتی توارث پذیر-یعنی وراثت پذیری صفت تا حدودی بزرگ‌تر از صفر و کمتر از یک- است، اما همیشه این طور نیست. هنگامی که صفتی را توارث پذیر می‌نامیم، در حقیقت به این معنی است که تفاوت‌های عملکرد در آن صفت، توارث پذیر است. بعضی از صفات تنوع فنوتیپی ندارند، با وجود آنکه ممکن است ۱۰۰٪ منشأ ژنتیکی داشته باشند اما قابل توارث نیستند. ممکن است این مسأله کمی گیج کننده باشد. صفت تعداد پاها در سگ را در نظر بگیرید. سگ‌ها ۴ پا دارند و ناهنجاری‌های مادرزادی تعداد پا به ندرت اتفاق می‌افتد. می‌توان گفت که تمام سگ‌ها با ۴ پا متولد می‌شوند. یقیناً تعداد پاها منشأ ژنتیکی دارد و در DNA هر کدام از

سگ‌ها جایگاهی برای کد کردن این صفت وجود دارد. اما از آن جا که تفاوتی در تعداد پاها وجود ندارد، صفتی توارث پذیر نخواهد بود.<sup>۳</sup>

- گاهی اوقات فرض می‌شود که اگر وراثت پذیری صفتی بالا باشد، ارزش‌های اصلاحی آن نیز بالا خواهند بود. اما این طور نیست. وراثت پذیری بالای صفت تنها نشان دهنده وجود ارتباط قوی (همبستگی بالا) بین ارزش‌های فنوتیپی و ارزش‌های اصلاحی در آن صفت است. بدون در نظر گرفتن مقدار وراثت پذیری صفت (هرگاه  $h^2$  صفر نباشد)، ارزش‌های اصلاحی بالا، متوسط و پایین در یک جمعیت وجود خواهد داشت.

- ما درباره وراثت پذیری یک صفت در جمعیت صحبت می‌کنیم. وراثت پذیری سرعت در اسب نژاد تروبرد، تولید تخم مرغ در مرغان تخم گذار و تعداد توله در هر زایش خوک مثال‌هایی از این دست می‌باشند. بنابراین وراثت پذیری یک فراسنجه جمعیتی است و به عنوان ارزش مربوط به یک فرد نمی‌باشد. لذا استفاده از اصطلاح وراثت پذیری صفتی در یک حیوان خاص، صحیح نیست. به عنوان مثال، یک اسب نر برای صفتی نظیر سرعت، نمی‌تواند وراثت پذیری بالایی داشته باشد. آن چه که از این عبارت برمی‌آید احتمالاً به این معنی است که عملکرد یک اسب و ارزش اصلاحی او با هم مطابقت نزدیک دارد. اسبی که تندتر یا کمتر بدود، عملکرد نتاج وی نیز مشابه خودش خواهد بود. اما این گفته اطلاعاتی در مورد وراثت پذیری سرعت در اسب (میزان ارتباط بین سرعت مشاهده شده و ارزش‌های اصلاحی سرعت) در اختیار ما قرار نمی‌دهد و تنها حاوی اطلاعات ساده‌ای در مورد عملکرد آن اسب خاص و ارزش اصلاحی او برای آن صفت خواهد بود.

- در نهایت این که وراثت پذیری صفت ثابت نیست و از جمعیتی به جمعیت دیگر و از محیطی به محیط دیگر متغیر است. مثلاً، به طور معمول وراثت پذیری سرعت رشد قبل از شیرگیری در نژادهای مختلف گاوهای گوشتی، متفاوت است و در نژادهایی که نسبت به پتانسیل رشد گوساله‌ها تولید شیر بالاتری دارند، وراثت پذیربیشتر است، زیرا این نژادها تغذیه مطلوب‌تر و یکنواخت‌تری را برای رشد گوساله فراهم می‌کنند. همین طور سرعت رشد قبل از شیرگیری اغلب در محیط‌های مطلوب نسبت به محیط-های نامطلوب توارث پذیری بیشتری دارد. زیرا در محیط‌های مطلوب گوساله‌ها راحت‌تر می‌توانند تفاوت‌های ذاتی خود را در زمینه پتانسیل رشد بروز بدهند. همان طور که در بخش آخر این فصل

---

<sup>۳</sup> برخی از افراد ممکن است معتقد باشند که وراثت پذیری صفاتی نظیر تعداد پاها صفر نیست. تا حدودی این موضوع ناشناخته است. با وجود این در اصلاح دام، این گونه صفات را توارث پذیر در نظر نمی‌گیرند.



خواهید دید، تکنیک‌های مدیریتی و روش‌های ریاضی وجود دارد که متخصصین اصلاح دام می‌توانند جهت افزایش وراثت پذیری صفات از آن‌ها استفاده نمایند.