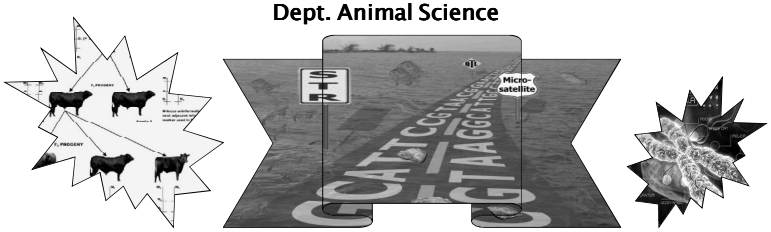
Saeid Ansari-Mahyari
Dept. Animal Science



$$\begin{bmatrix} X_1'\varepsilon^{11}X_1 & X_1'\varepsilon^{12}X_2 & X_1'\varepsilon^{11}Z_1 & X_1'\varepsilon^{12}Z_2 \\ X_2'\varepsilon^{21}X_1 & X_2'\varepsilon^{22}X_2 & X_2'\varepsilon^{21}Z_1 & X_2'\varepsilon^{22}Z_2 \\ Z_1'\varepsilon^{11}X_1 & Z_1'\varepsilon^{12}X_2 & Z_1'\varepsilon^{11}Z_1+\alpha^{11}A^{-1} & Z_1'\varepsilon^{12}Z_2-\alpha^{12}A^{-1} \\ Z_2'\varepsilon^{21}X_1 & Z_2'\varepsilon^{22}X_2 & Z_2'\varepsilon^{21}Z_1+\alpha^{21}A^{-1} & Z_2'\varepsilon^{22}Z_2-\alpha^{22}A^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1'(\varepsilon^{11}y_1+\varepsilon^{12}y_2) \\ X_2'(\varepsilon^{21}y_1+\varepsilon^{22}y_2) \\ Z_1'(\varepsilon^{11}y_1+\varepsilon^{12}y_2) \\ Z_2'(\varepsilon^{21}y_1+\varepsilon^{22}y_2) \end{bmatrix}$$

IBD در مقابل IBS

- IBD (identical by descent) یعنی آنکه آللها یکسان و از یک جد مشترک هستند
- IBS (identical by state) یعنی آنکه آللها بطور اتفاقی یکسان هستند

همخونی

بدلیل آمیزشهای فامیلی اتفاق میافتد و اثرات آن عبارتست از:

- افزایش ظهور ژنهای نامطلوب و مغلوب
- افت عملکرد و قابلیت زیستن که به آن کاهش ناشی از همخونی گویند (inbreeding depression)
- کاهش تنوع ژنتیکی درون گروه همخون

Inbreeding

- Relationship between individuals.
- Inbreeding by pedigree.
- Effective population size and inbreeding in small populations.
- Properties and consequences of inbreeding.

Conceptual messages

- Mating relatives is inbreeding.
- Given pedigree, we can calculate the inbreeding coefficient *F* in progeny.
- *F* is the probability that the two alleles at randomly chosen locus are identical by descent - both being copies of the same allele in a common ancestor
- Inbreeding is inevitable in small populations. We can predict the rate of increase in *F* if we know population size and structure

Conceptual messages

- Inbreeding causes increased expression of recessive effects, and inbreeding depression.
- Inbreeding within populations also causes a loss of genetic variation ***within*** these populations.
- The effects of inbreeding on fitness and genetic variation within populations are important considerations when designing breeding programs.
- Need to balance inbreeding and rate of genetic gains

همخونی و افزایش ظهور ژنهای مغلوب

فراوانی های ژنوتیپی

– غیرهمخون : q^2 $2pq$ p^2

– همخون : p^2+pqF $2pq-2pqF$ q^2+pqF

مثال : q=0.02 (2%)

F	0	0.125	0.25	0.50
Prob. aa (recessive genotype)	0.4 in 1000	2.9 in 1000	5.3 in 1000	10.2 in 1000

تغییر فراوانی ژنوتیپی بدلیل همخونی

برای مثال: p=q=0.5

Genotype	aa	Aa	AA
Frequency	q^2+pqF	$2pq-2pqF$	p^2+pqF
At F=0	0.25	0.50	0.25
At F=0.5	0.375	0.25	0.375
At F=1.0	0.5	0	0.5

توجه کنید که فراوانی آللی تغییر نمی کنند

Effective population size: Ne

Males can usually a lot more offspring than females

We only need a few males to breed the next generation.

Mating one male to 1,000,000 females each generation still leads to inbreeding! So,

Inbreeding does depend on *effective population size* rather than actual population size.

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f}$$

N_f and N_m are females and females used as parents in each generation.

Males per generation	2	2	2	5	20	1
Females per generation	2	20	200	200	200	999,999
N	4	22	202	205	220	1,000,000
N_e	4	7.3	7.9	19.5	72.7	4

میزان همخونی

فرمولی ساده برای محاسبه همخونی در t نسل ، بدون انتخاب و بشرط آمیزش تصادفی

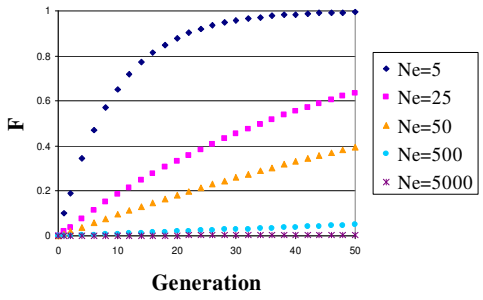
$$F_t = 1 - \left[1 - \frac{1}{2Ne}\right]^t$$

t تعداد نسل

N_e اندازه موثر جمعیت

اگر جمعیت تحت انتخاب باشد ضریب همخونی با استفاده از روشهای دیگر بدست می آید (Wray and Thompson)

میزان همخونی



$$F_t = 1 - \left[1 - \frac{1}{2Ne}\right]^t$$

Prediction of rate of inbreeding

$$F_t = 1 - \left[1 - \frac{1}{2N_e}\right]^t$$

EXAMPLE - F after 20 years' breeding on the following structu

Age:	2	3	4	5	6	
Males:	1	1				$L_m = 2.5$
Females:	20	20	20	20	20	$L_f = 4$

L = (2.5 + 4)/2 = 3.25 years This is the generation interval.

N_m = 1 x 3.25 = 3.25 males entering the flock per generation.

N_f = 20 x 3.25 = 65 females entering the flock per generation.

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f} = \frac{845}{68.25} = 12.38$$

$F_{20yrs} = F_{20/3.25\ gens} = 1 - (1 - 1/(2 \times 12.38))^{20/3.25}$

F_{20yrs} = 0.224 which is probably very high for such a short period.

Some properties of inbreeding coefficients

- The inbreeding coefficient is relative to some 'base' population.
- Useful concept is ΔF - rate of inbreeding (increase) rather than an (absolute) value at a current time.

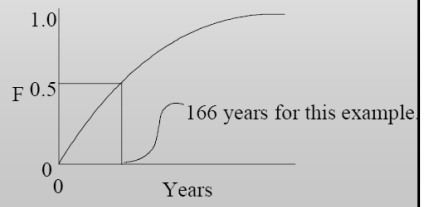
$$\Delta F = \frac{F_t - F_{t-1}}{1 - F_{t-1}} = \frac{1}{2N_e}$$

- Inbreeding does not directly *measure degree of homozygosity*. Although homozygotes are increased with inbreeding, there is also homozygosity through randomness.
- Inbreeding can be temporary. As soon as different inbred strains cross, the inbreeding completely disappears.

Alternative strategy: Use only 4 new rams each year:

Age:	2	3	4	5	6	
Males:	4					$L_m = 2$
Females:	20	20	20	20	20	$L_f = 4$

Calculation
$L_m = 2$
$L_f = 4$
$L = 3$
$N_m = 4 \times 3 = 12$
$N_f = 20 \times 3 = 60$
$N_e = 40$
F20yrs = 0.0804 - much less.



اندازه موثرNe

اندازه جمعیت ایده آل با میزان همخونی نظیرجمعیتی واقعی

ویژگی های جمعیت ایده آل:

- بسته با آمیزش تصادفی
- نسل های گسسته و جدا
- اندازه جمعیت ثابت
- نسبت جنسی مساوی
- اندازه فامیلی با توزیع پویسون (این توزیع در حقیقت یک توزیع احتمال برای متغیرهای تصادفی ناپیوسته است که در ان میزان احتمال بسیار کوچک و در مقابل تعداد مشاهدات بسیار زیاد است)

همخونی و کاهش تنوع ژنتیکی

واریانس ژنتیکی در جمعیت = **واریانس در والدین** + **واریانس نمونه گیری مندلی**

- **بدون همخونی** $V_{MS} = \frac{1}{2}\sigma^2_g$
- **همراه با همخونی** $V_{MS} = \frac{1}{2}(1 - \frac{1}{2}(F_{sire} + F_{dam}))\sigma^2_g$

همانطور که افراد بهم شبیه تر میشوند

واریانس ژنتیکی داخل جمعیت روبه کاهش میگذارد

Consequencies of inbreeding

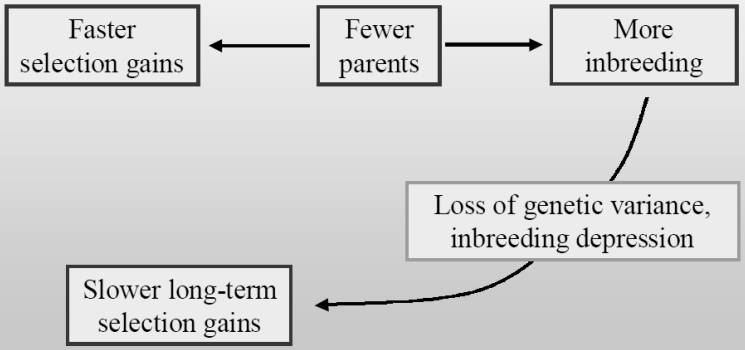
Loss of genetic variance within populations

Individuals become increasingly related and therefore more and more 'alike'.

$$V_{A_{(\text{with inbreeding})}} = (1-F)V_{A_{(\text{without inbreeding})}}$$

Note: Additive genetic variation, V_A, is variation between individuals in the component of genetic merit that can be transmitted to the next generation.

Breeding to help maintain genetic diversity. A problem ...



همخونی در برنامه های اصلاح نژاد

دربرنامه های اصلاح نژادی بدلایل زیرممکن است همخونی قابل توجهی وجود داشته باشد:

- **استفاده از BLUP EBVs**

استفاده از اطلاعات فامیلی دربرآوردهای ارزش اصلاحی منجربه افزایش همبستگی این ارزشها درافراد خویشاوند شده ونتیجتا امکان انتخاب مشترک (co-selection) آنها افزایش میابد

- **فواصل تجدید نسل کوتاه**
- **کاربرد تکنولوژی های تولید مثلی**