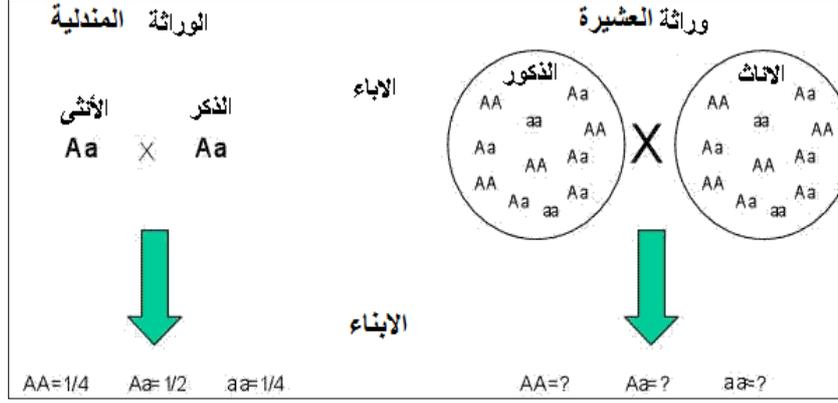


## قانون هاردي-واينبرغ (Hardy-Weinberg law (equilibrium)



إذا كانت الوراثة المنديلية تعتمد على التزاوجات الموجهة عن طريق التجربة، فإن وراثه العشيرة تدرس نسب الأنماط الوراثية عند مجموعة من الأفراد ينحدرون من تزاوجات غير موجهة لعدة آباء، فهي تطبيق للوراثة المنديلية على مستوى العشيرة. لذا نستنتج أن مفهوم العشيرة يستحضر عدة معايير مكانية وزمانية ووراثية.

### المحتوى الجيني للعشيرة:

#### ١. ترددات المظاهر الخارجية:

عندما تكون عشيرة متعددة المظاهر الخارجية بالنسبة لصفة معينة يمكن حساب تردد المظاهر الخارجية الملاحظة.

مثال: عشيرة عدد أفرادها  $N$  حيث  $Nn$  لهم جسم أسود و  $Nb$  لهم جسم أبيض، ترددات المظاهر الخارجية بالنسبة لصفة لون الجسم هي:

- تردد المظهر الخارجي الأسود هو :  $f [n] = Nn/N$

- تردد المظهر الخارجي الأبيض هو :  $f [b] = Nb/N$

لكن الصعوبة تكمن في حساب ترددات الأنماط الوراثية والاليات ، التي تشكل المحتوى الجيني أو جينوم العشيرة.

## ٢. ترددات الاليلات والأنماط الوراثية:

مثال : في حالة جين غير مرتبطة بالجنس توجد على شكل اليلين  $A$  و  $a$  بحيث الأليل  $A$  سائد ويعطي اللون الأسود والأليل  $a$  متنحي ويعطي اللون الأبيض.

الأنماط الوراثية  $AA$  و  $Aa$  تعطي مظهرا أسودا ، في حين النمط الوراثي  $aa$  يعطي مظهرا أبيضاً، إذن فحساب تردد المظاهر الخارجية لا يمكن أن يحدد لنا سوى تردد النمط الوراثي  $aa$ ، بما أننا لا يمكننا التمييز بين النمطين الوراثيين  $AA$  و  $Aa$  عند الأفراد ذوي اللون الأسود، و من تم صعوبة حساب ترددات الأنماط الوراثية  $AA$  و  $Aa$  وترددات الاليلات  $A$  و  $a$ .

يمكننا حساب هذه الترددات في حالة تساوي السيادة:

مثال : في حالة جين غير مرتبطة بالجنس توجد على شكل اليلين  $B$  و  $R$  متساويي السيادة (تعطي مظاهر بيضاء، وردية، حمراء).

يمكن إذن تحديد ترددات الأنماط الوراثية  $BB$  و  $BR$  و  $RR$  بما أنها تطابق ترددات المظاهر الخارجية.

إذا اعتبرنا عشيرة عدد أفرادها  $N$  تتوفر على :

$NB$  - فرد ذو لون أبيض. -  $NBR$  فرد ذو لون وردي. -  $NR$  فرد ذو لون أحمر.

فان ترددات الأنماط الوراثية يحسب على الشكل التالي:

$$f(BR) = NBR/N = H$$

$$f(BB) = NB/N = D$$

$$f(RR) = NR/N = R$$

$$N = NB + NBR + NR \quad \text{بحيث}$$

يتحقق التزاوج العشوائي Random mating في قطيع حيواني حينما تكون لكل فرد فيه الفرصة ذاتها سانحة للتزاوج مع أي فرد آخر. وقد اكتشف الإنكليزي هاردي G.Hardy و الألماني واينبرغ W. Weinberg علاقة بين تكرارات الجينات Gene frequencies والتكرارات الوراثية Genotypic frequencies تعرف باسم قانون (أو توازن) هاردي- واينبرغ Hardy-Weinberg law (equilibrium)

ينص قانون هاردي- واينبرغ على أن تكرار الجيني وتكرارات التراكيب الجينية في العشيرة تنبقة ثابتة جيلا بعد جيل على شرط أن تكون العشيرة كبيرة الحجم والتزاوج فيها اعتباطي في غياب القوى المؤثرة في تكرارات الجينات، وهي الانتخاب Selection والطفرة Mutation والهجرة Migration.

ويمكن أن نحقق هذا القانون إذا تتبعنا 3 خطوات:

١. الخطوة الأولى: من الآباء إلى الجاميتات التي يكونوها.

٢. الخطوة الثانية: من اتحاد هذه الجاميتات لتكوين النسل الناتج.

٣. الخطوة الثالثة: التكرار الجيني في النسل الناتج.

مثال: لنفرض أن جيل الآباء يحتوي على 3 تراكيب جينية كما يلي:

$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
40%	40%	20%

الخطوة الأولى: التكرار الجيني في جاميتات الآباء:

$$A_1(p) = 0.40 + 0.20 = 0.6$$

$$A_2(q) = 0.20 + 0.20 = 0.4$$

$$p+q=0.6+0.4=1$$

الخطوة الثانية: إتحاد الجاميتات لتكوين النسل الناتج:

تزاوج	$A_1(p) 0.6$	$A_2(q) 0.4$	ا ل خ
$(p) A_1 0.6$	$A_1A_1 0.36$	$A_1A_2 0.24$	
$(q) A_2 0.4$	$A_1A_2 0.24$	$A_2A_2 0.16$	

اذن النسل :

$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
0.36	0.48	0.16

$$A_1A_1 \quad A_1A_2 \quad A_2A_2$$

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

$$0.36 + 0.48 + 0.16 = 1$$

الخطوة الثالثة: حساب التكرار الجيني في النسل الناتج

$$p(A_1) = 0.40 + 0.20 = 0.60$$

$$q(A_2) = 0.20 + 0.20 = 0.40$$

$$p+q = 0.6+0.4 = 1.00$$

يمكن معرفة كون قطيع من الماشية في حالة توازن هاردي - واينبرغ أو عدمه، بمقارنة التكرار الوراثي للأفراد الهجينة مع قيمة التكرار المحسوب في حالة اتزان، فإذا تساوى التكراران كان القطيع في حالة توازن، وإذا اختلفت القيمتان فإنه غير متزن.

سؤال: في عشيرة ما وجد أن تكرار التراكيب الجينية كما يلي:

$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
0.25	0.70	0.05

أوجد التكرار الجيني لكل من  $A_1$ ,  $A_2$  وأثبتي أن العشيرة تكون في حالة اتزان بعد جيل واحد من التزاوج الاعتباطي.

الإجابة :