# الوحدة4:

# علم وراثة_ الساكنة

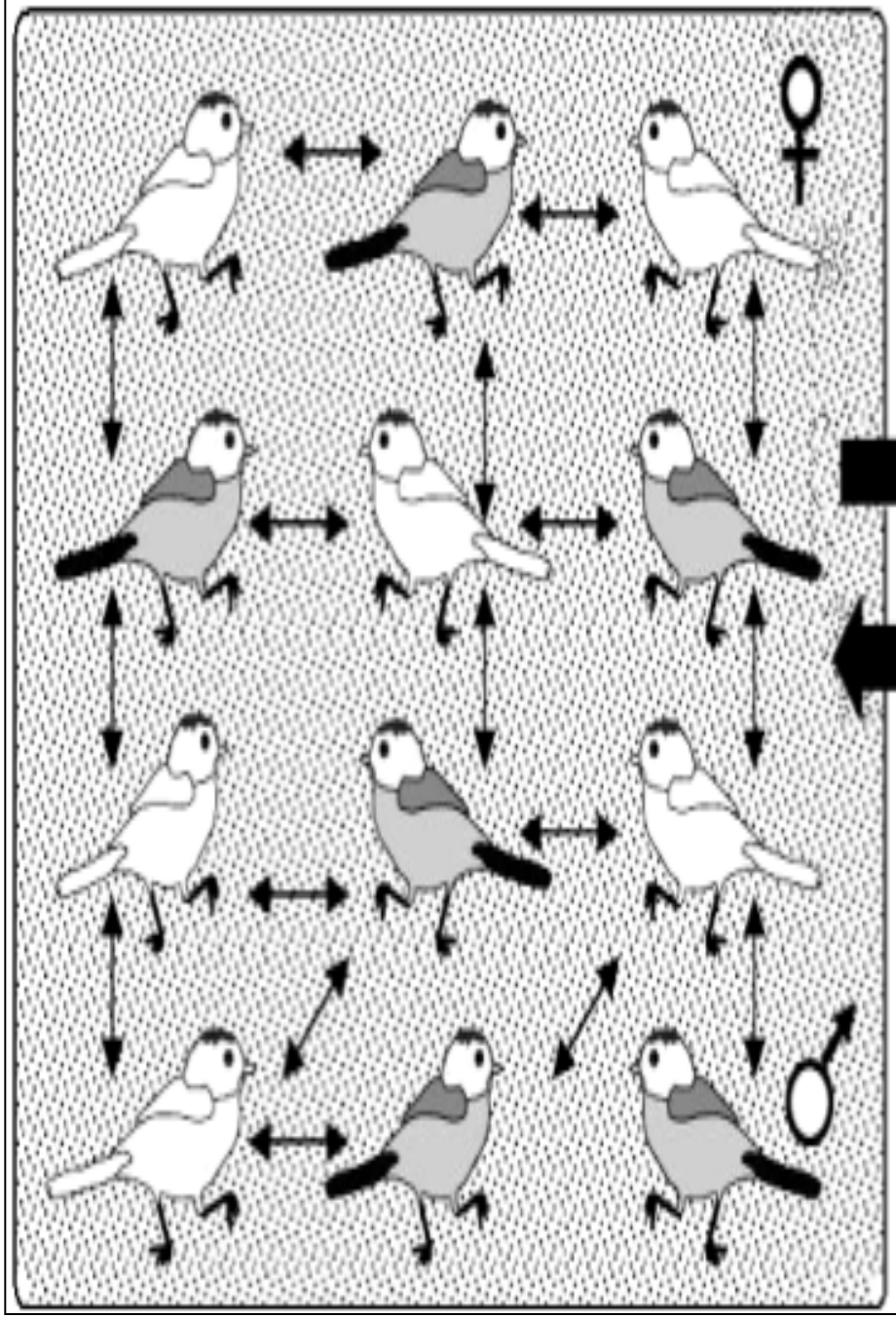
Bee-Elle
WWW.BEE-ELLE.COM

يهتم علم وراثة الساكنة بدراسة التغيرات الوراثية داخل الساكنة مع توالي الأجيال

# - توازن الساكنة:!

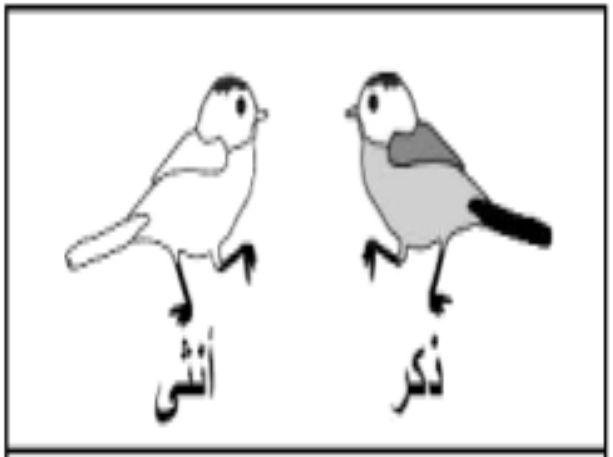
## 1- تعريف الساكنة

# نموذج تفسيري لساكنة



فقدان الأفراد

ولوج الأفراد




أفراد تنتمي لنفس النوع

= تزاوج بالصدفة، لكل فرد نفس الاحتمال بان يتزاوج ويعطي خلفا.

= مجال توزيع الساكنة

# تعريف الساكنة:

الساكنة مجموعة من الأفراد المنتمية لنفس النوع تعيش في مجال جغرافي معين يتمكن فيه كل فرد من أفرادها من التزاوج و التوالد بشكل عشوائي مع أي فرد آخر من المجموعة .

الساكنة ليست كيانا جامدا بل هي بنية ديناميةيتخللها تدفق للأفراد من خلال :

- ولوج أفراد جدد ناتج عن الولادات و هجرة أفراد النوع نحو هذه الساكنة .

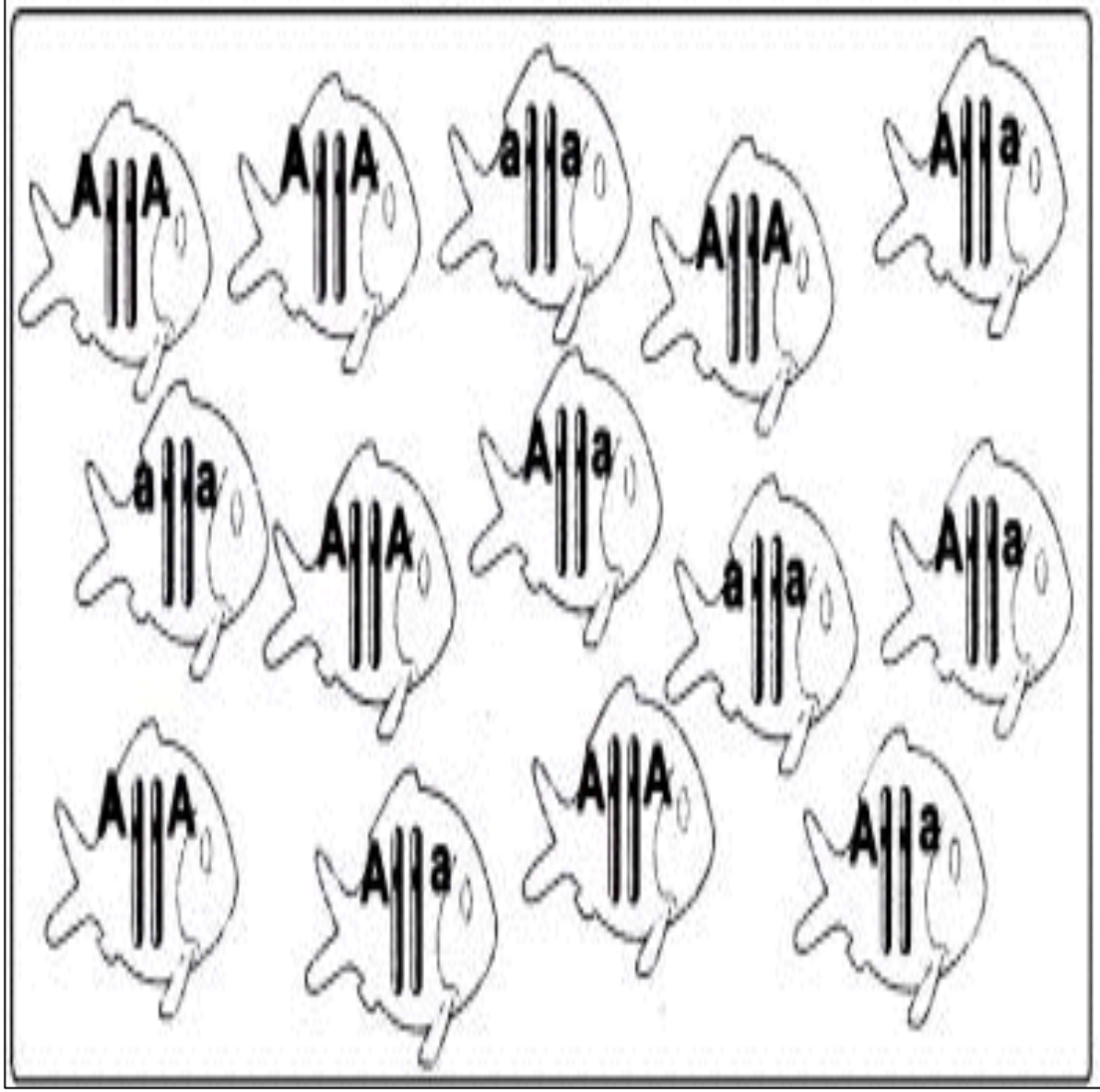
- فقدان أفراد ناجم عن الوفيات و هجرة أفراد النوع خارج مجال توزيع الساكنة .

# 2- المحتوى الجيني للساكنة

## أ- تعريف

يُمكن حساب تردد الأنماط الوراثية وتردد الحليلات من تتبع تطور التغيرات الوراثية للساكنات مع توالي الأجيال.

لنعتبر الأنماط الوراثية لإحدى مورثات المحتوى الجيني لساكنة تتكون من 14 فردا.



# تعليق(المحتوى الجيني)

تضم هذه الساكنة 13 فردا أي 13 نمطا وراثيا.

عدد الأنماط الوراثية 6 : (AA)

عدد الأنماط الوراثية 5 : (Aa)

عدد الأنماط الوراثية 3 : (aa)

عدد الحليلات A : 17

عدد الحليلات a : 11

تتميز الساكنة بمحتوى وراثي يتشكل من مجموع الأنماط الوراثية للأفراد المنتمية إليها . يتعلق الأمر بجينوم جماعي يسمى المحتوى الجيني للساكنة و يمثل مجموع الحليلات التي توجد في مواضع المورثات على الصبغيات عند كل أفراد الساكنة .

# ب- حساب تردد الأنماط الوراثية

## حساب مجموع الأنماط الوراثية:

عدد الأنماط الوراثية السائدة :n(AA)

عدد الأنماط الوراثية المتنحية:n(aa)

عدد الأنماط الوراثية مختلفة الإقتران:n(Aa)

مجموع الأنماط الوراثية هو:

$$N=n(AA)+n(Aa)+n(aa)$$

## حساب تردد الأنماط الأنماط الوراثية:

تردد الأنماط الوراثية السائدة Dominants

$$f(AA)=D=n(AA)/N$$

تردد الأنماط الوراثية المتنحية Récéssifs

$$f(aa)=R=n(aa)/N$$

تردد الأنماط الوراثية مختلفة الأقتران Hétérozygotes

$$f(Aa)=H=n(Aa)/N$$

ملحوظة: $D+H+R=1$

# ج- حساب تردد الحليلات

# حساب مجموع الحليلات:

## عدد الحليل السائد A

$$n(A)=2n(AA)+n(Aa)$$

## عدد الحليل المتنحي a

$$n(a)=2n(aa)+n(Aa)$$

## ملحوظة:

$$n(A)+n(a)=2n(AA)+2n(aa)+2n(Aa)$$

$$n(A)+n(a)=2(n(AA)+n(aa)+n(Aa))=2N$$

# حساب تردد الحليلات:

## تردد الحليل السائد A

$$f(A)=p=2n(AA)/2N+n(Aa)/2N=D+H/2$$

## تردد الحليل المتنحي a

$$f(a)=q=2n(aa)/2N+n(Aa)/2N=R+H/2$$

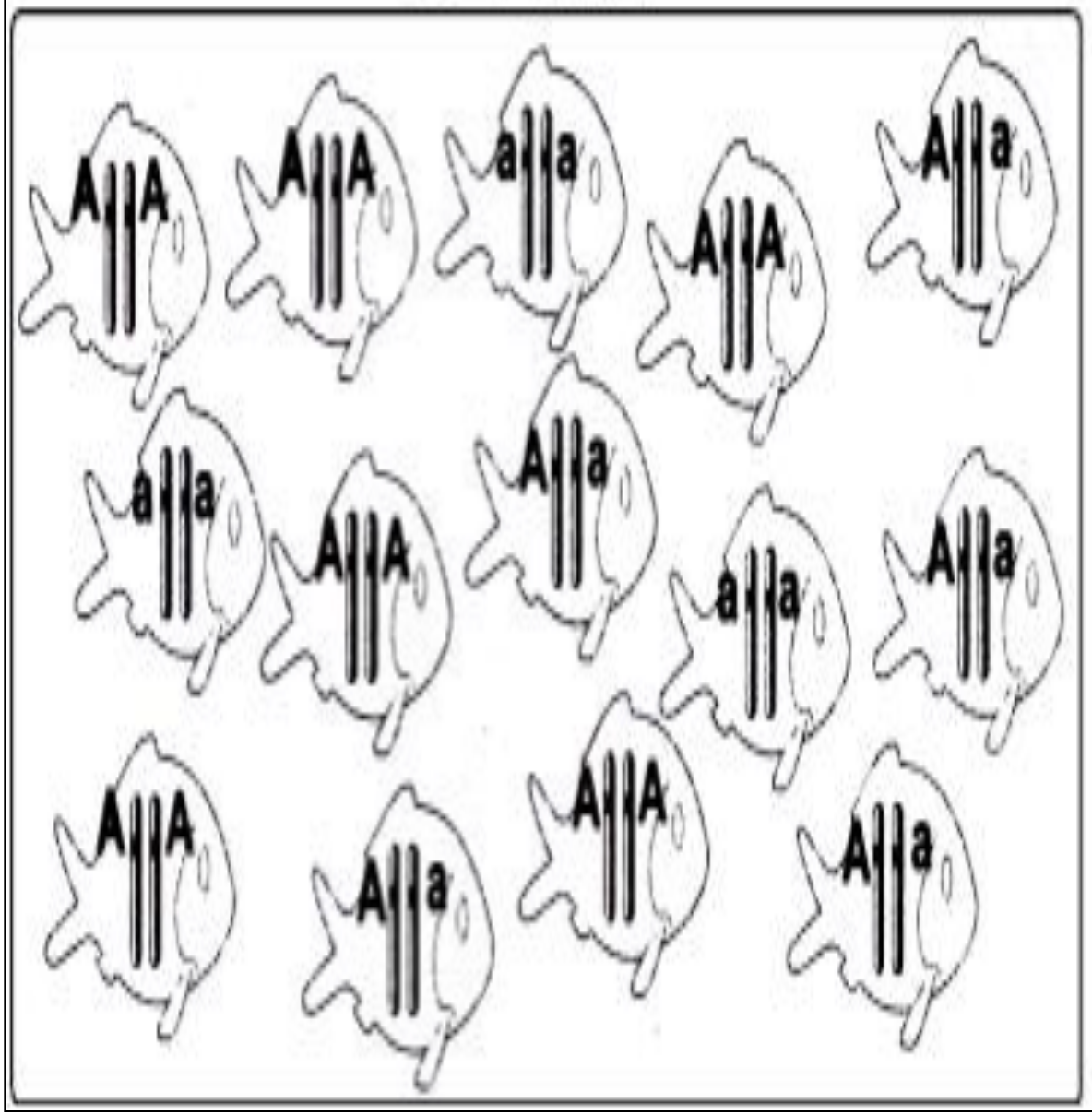
## ملحوظة:

$$f(A)+f(a)=p+q=D+H+R=1$$

# تطبيق

يُمكن حساب تردد الأنماط الوراثية وتردد الحليلات من تتبع تطور التغيرات الوراثية للساكنات مع توالي الأجيال.

لنعتبر الأنماط الوراثية لإحدى مورثات المحتوى الجيني لساكنة تتكون من 14 فردا.



# تردد الأنماط الوراثية :

تردد الحليل A :

تردد الحليل a :

# 3- قانون - HARDY WEINBERG

## أ- تعرف قانون H-W

يصعب تتبع تطور التغيرات الوراثية للساكنة عبر الأجيال بسبب تدخل عدة عوامل مثل الطفرات، الهجرات، اختلاف مدة عيش وخصوبة الأفراد... لذا يمكن تتبع تطور الخاصيات الوراثية بالنسبة لساكنة **نظرية مثالية** تتوفر فيها الشروط التالية حسب **قانون Hardy - Weinberg**:

- ساكنة مكونة من كائنات ثنائية الصيغة الصبغية ذات توالد جنسي وذات أجيال غير متراكبة (غياب التزاوج بين أفراد الأجيال المختلفة).
- ساكنة ذات عدد غير محدود حيث تتم التزاوجات بالصدفة Panmixie (لايتم اختيار الشريك الجنسي) كما أن التقاء الأمشاج يكون أيضا بشكل عشوائي Pangamie.
- ساكنة مغلقة وراثيا (غياب التدفقات الناتجة عن الهجرة).
- لجميع أفراد الساكنة القدرة على التوالد وإعطاء خلف قادر على العيش (غياب الانتقاء).
- غياب الطفرات وشذوذات الانقسام الاختزالي أثناء تشكل الأمشاج.

Hardy

يشكل قانون Hardy-Weinberg نموذجا مرجعيا في علم وراثة الساكنة:
**حسب هذا القانون تبقى ترددات الحليلات وترددات الأنماط الوراثية مستقرة من جيل لآخر وتعتبر بذلك الساكنة في حالة توازن.**

Weinberg

يتم حساب ترددات الأنماط الوراثية انطلاقا من تردد الحليلات لأفراد ساكنة ما باستعمال الصيغة: $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ $p + q = 1$

يمثل p و q تردد الحليلات. ويمثل $p^2$ و $2pq$ و $q^2$ تردد الأنماط الوراثية.

# يخضع تردد الحليلات و الأنماط الوراثية عبر الأجيال عند الساكنة النظرية المثالية لقانون Hardy-weinberg

# نص قانون Hardy-Weinberg:

في الساكنة النظرية المثالية تظل ترددات الأنماط الوراثية و ترددات الحليلات مستقرة من جيل لآخر.

نقول أن الساكنة في حالة توازن

## شروط الساكنة النظرية المثالية:

- توالد جنسي و صيغة صبغية 2n
- عدد لانهائي لأفراد الساكنة
- تزاوج بالصدفة
- عدم تراكب الأجيال
- مغلقة وراثيا (غياب الهجرة)
- القدرة على إنجاب الخلف(غياب الإنتقاء)
- غياب الطفرات

# ب - برهنة قانون HARDY و WEINBERG

1) تردد الأنماط الوراثية والحليلات في الجيل $G_0$:

★ الأنماط الوراثية :

,

,

,

| شبكة التزاوج ⇦ الجيل $G_1$ | | |
|---|---|---|
| ♀ \ ♂ | A<br>p | a<br>q |
| A<br>p | AA<br>$p^2$ | Aa<br>P q |
| a<br>q | Aa<br>P q | aa<br>$q^2$ |

# تطبيق قانون H-W في حالة توازن الساكنة

في الساكنة المتوازنة تردد الأنماط الوراثية هو

$f(Aa)=2pq$ $f(aa)=q^2$ $f(AA)=p^2$

$f(AA)+f(Aa)+f(aa) = 2pq+q^2+p2$

$=(p+q)^2$

$=1$

بما أن $p+q=1$

2) تردد الأنماط الوراثية في الجيل $G_1$:

انطلاقا من شبكة التزاوج:

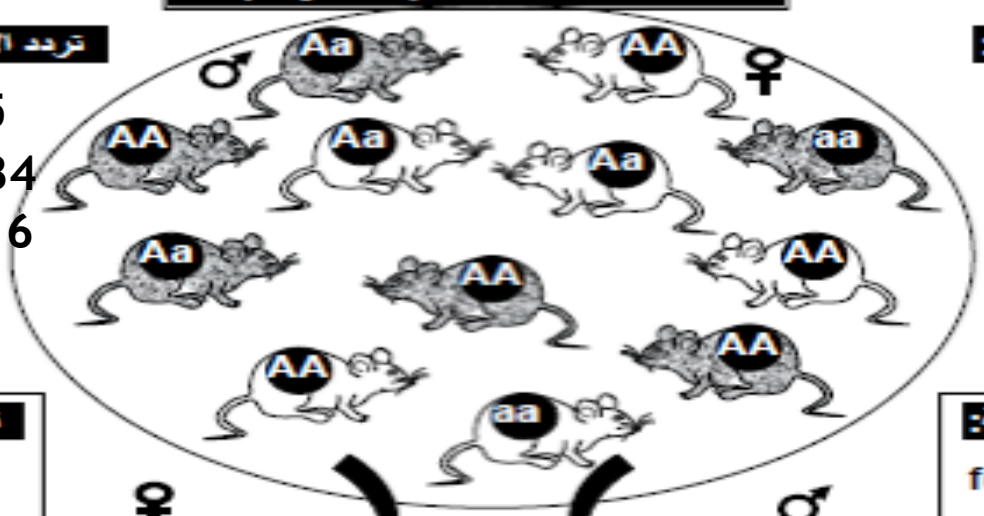
3) تردد الحليلات في الجيل $G_1$:

الوثيقة 7 : إنشاء قانون Hardy - Weinberg

لنعتبر ساكنة نظرية مثالية، ولنتتبع تطور محتواها الجيني على مدى جيلين متتابعين $G_0$ و $G_1$ ، وذلك من خلال تتبع تطور كل من الأنماط الوراثية وتردد الحليلات بالنسبة لمورثة غير مرتبطة بالجنس ذات حليلين A و a.

1) حدد تردد كل من الأنماط الوراثية والحليلات في الجيل الأصلي $G_0$.
2) حدد تردد الأنماط الوراثية في الجيل $G_1$.
3) حدد تردد الحليلات في الجيل $G_1$ من خلال تردد أنماطه الوراثية.
4) ماذا تستنتج ؟

## ساكنة نظرية مثالية ( الجيل $G_0$ )




### تردد الأنماط الوراثية في الجيل $G_0$ :

f(AA) = D=6/12=0,5

f(Aa) = H=4/12=0,34

f(aa) = R=2/12=0,16

f(AA) + f(Aa) + f(aa) =

= D+H+R=1

### تردد الحليلات في الجيل $G_0$ :

f(A) = p = D+H/2=0,67

f(a) = q = R+H/2=0,33

p + q = 1

### تردد حليلات الأمشاج الذكرية:

f(A) = p = 0,67

f(a) = q = 0, 33

f(A) + f(a) = P +q = 1

### تردد حليلات الأمشاج الأنثوية:

f(A) = p = 0,67

f(a) = q = 0, 33

f(A) + f(a) = P +q = 1

### شبكة التزاوج ⇐ الجيل $G_1$

| ♀ \ ♂ | A p | a q |
|---|---|---|
| A p | AA — P 2 | Aa — Pq |
| a q | Aa — Pq | aa — q 2 |

### تردد الأنماط الوراثية في الجيل $G_1$:

f(AA) = $P_2$ = 0,4489

f(Aa) = 2Pq = 0,4422

f(aa) = $q_2$ = 0,1089

f(AA) + f(Aa) + f(aa) =

$P_2 + 2pq + q_2 = (p+q)2 = 1$

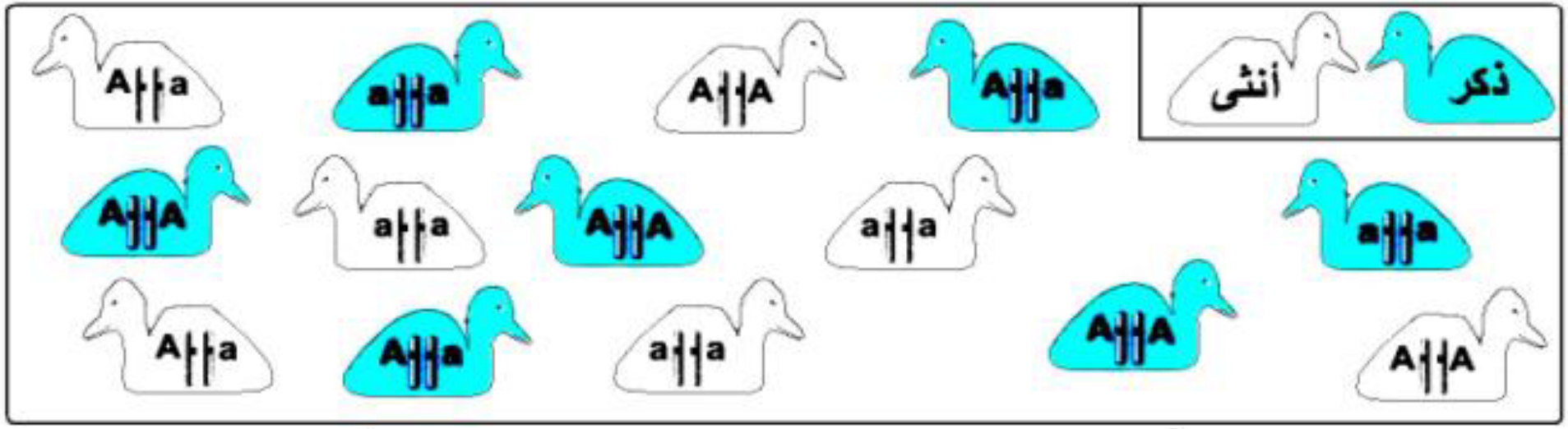
### تردد الحليلات في الجيل $G_1$:

f(A) = $P_2 + 2pq/2 = p = 0,67$

f(a) = $q_2 + 2pq/2 = q = 0,33$

f(A) + f(a) = P +q = 1

# تطبيق




| الامشاج الذكرية | | الامشاج الانثوية |
|---|---|---|
| f(A) = p<br>f(a) = q | تزاوجات بالصدفة | f(A) = p<br>f(a) = q |

| أمشاج ذكرية / أمشاج أنثوية | f(A)=p | f(a)=q |
|---|---|---|
| f(A)=p | A A — P 2 | A a — P q |
| f(a)=q | A a — P q | a a — q2 |

تردد الانماط الوراثية النظرية في الجيل الموالي G1 :

f(AA) = .....

f(Aa) = .....

f(aa) = .....

## ج – العلاقة بين تردد الحليلات و تردد الأنماط الوراثية حسب قانون H-W

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| f(a) =q | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 |
| f(A) =p | 1 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0 |
| f(AA) =p2 | 1 | 0,81 | 0,64 | 0,49 | 0,36 | 0,25 | 0,16 | 0,09 | 0,04 | 0,01 | 0 |
| f(Aa) =2pq | 0 | 0,18 | 0,32 | 0,42 | 0,48 | 0,5 | 0,48 | 0,42 | 0,32 | 0,18 | 0 |
| f(aa) =q2 | 0 | 0,01 | 0,04 | 0,09 | 0,16 | 0,25 | 0,36 | 0,49 | 0,64 | 0,81 | 1 |

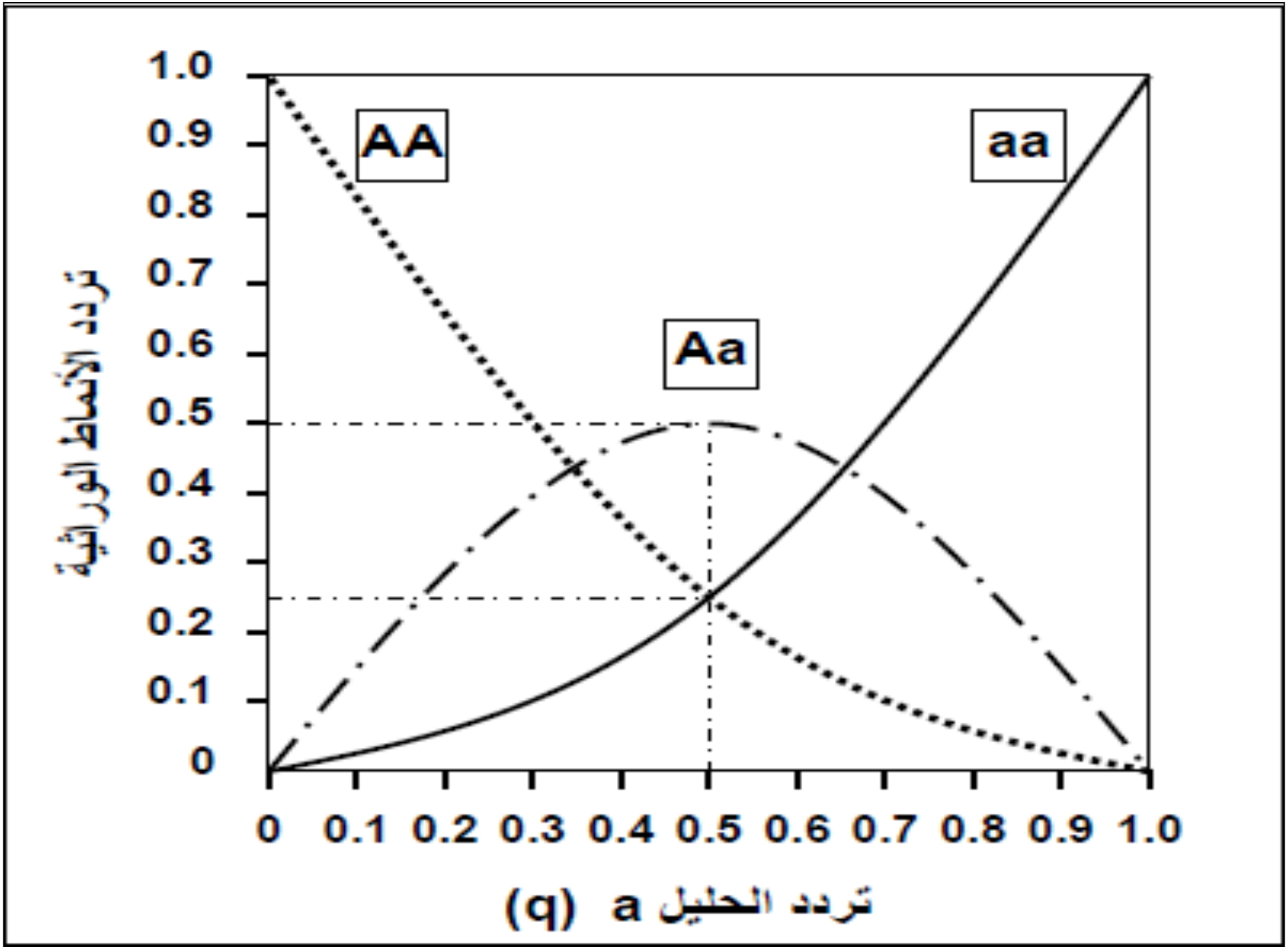
تردد الأنماط الوراثية بدلالة قيمة q حسب قانون H-W

بتطبيق المعادلات :

$$f(AA) = p^2 = (1 - q)^2$$
$$f(Aa) = 2pq = 2q(1 - q)$$
$$f(aa) = q^2$$

يمكن تمثيل منحنيات تردد مختلف الأنماط الوراثية بدلالة قيمة تردد الحليل a (q)، فنحصل على الشكل جانبه.

حدد قيم تردد مختلف الأنماط الوراثية في حالة $p = q = 0.5$. ثم قارن هذه المعطيات مع النسب الماندلية في حالة تزاوج الهجناء مختلفي الاقتران.


1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
تردد الأنماط الوراثية
AA
Aa
aa
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0
تردد الحليل a (q)

عندما يكون $p = q = 0,5$
نحصل على التردادات التالية

$f(AA) = 1/4 = 0,25$
$f(Aa) = 2/4 = 0, 5$
$f(aa) = 1/4 = 0,25$

مقارنة:
نلاحظ أن هذه التردادات تتطابق مع نتائج الوراثة الماتديلية المحصل عليها اثر تزاوج الافراد الهجناء فيما بينهم

# 3- تطبيق قانون HARDY - WEINBERG

## أ- إختبار توازن الساكنة

للتأكد ومعرفة هل الساكنة في حالة توازن أم لا، نقوم بانجاز اختبار التطابقية $\chi^2$ ، والذي يمكن تلخيصه كما يلي :

- حساب $\chi^2$ :

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{عدد الأفراد النظري} - \text{عدد الأفراد الملاحظ})^2}{\text{عدد الأفراد النظري}}$$

- نقارن قيمة $\chi^2$ المحسوبة مع قيمة عتبة تقرأ على جدول خاص بدلالة معيارين:
  - احتمال الخطأ $\alpha$ ويتم اختياره من طرف المختبر وهو عادة 0.05 أي 5 %.
  - درجة الحرية ( ddl) Degré de liberté : هي فارق عدد الأنماط الوراثية وعدد الحليلات المدروسة. **ddl = عدد الأنماط الوراثية-عدد الحليلات**

| ddl \ α | 0,90 | 0,50 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,05 | 0,02 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,0158 | 0,455 | 1,074 | 1,642 | 2,706 | 3,841 | 5,412 |
| 2 | 0,211 | 1,386 | 2,408 | 3,219 | 4,605 | 5,991 | 7,824 |
| 3 | 0,584 | 2,366 | 3,665 | 4,642 | 6,251 | 7,815 | 9,837 |
| 4 | 1,064 | 3,357 | 4,878 | 5,989 | 7,779 | 9,488 | 11,668 |
| 5 | 1,610 | 4,351 | 6,064 | 7,289 | 9,236 | 11,070 | 13,388 |

**قيمة العتبة هي : 3.841**

- وهكذا إذا كانت قيمة $\chi^2$ المحسوبة أصغر من القيمة العتبة $\chi^2$ في الجدول، نقول أن الساكنة تخضع لقانون H-W أي أنها في توازن.
- إذا كانت قيمة $\chi^2$ المحسوبة أكبر من القيمة العتبة $\chi^2$ في الجدول، نقول أن الساكنة لا تخضع لقانون H-W أي أنها ليست في توازن.

| α<br>ddl | 0,90 | 0,50 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,001 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,0158 | 0,455 | 1,074 | 1,642 | 2,706 | 3,841 | 5,412 | 6,635 | 10,827 |
| 2 | 0,211 | 1,386 | 2,408 | 3,219 | 4,605 | 5,991 | 7,824 | 9,210 | 13,815 |
| 3 | 0,584 | 2,366 | 3,665 | 4,642 | 6,251 | 7,815 | 9,837 | 11,345 | 16,266 |
| 4 | 1,064 | 3,357 | 4,878 | 5,989 | 7,779 | 9,488 | 11,668 | 13,277 | 18,467 |
| 5 | 1,610 | 4,351 | 6,064 | 7,289 | 9,236 | 11,070 | 13,388 | 15,086 | 20,515 |
| 6 | 2,204 | 5,348 | 7,231 | 8,558 | 10,645 | 12,592 | 15,033 | 16,812 | 22,457 |
| 7 | 2,833 | 6,346 | 8,383 | 9,803 | 12,017 | 14,067 | 16,622 | 18,475 | 24,322 |
| 8 | 3,490 | 7,344 | 9,524 | 11,030 | 13,362 | 15,507 | 18,168 | 20,090 | 26,125 |
| 9 | 4,168 | 8,343 | 10,656 | 12,242 | 14,684 | 16,919 | 19,679 | 21,666 | 27,877 |
| 10 | 4,865 | 9,342 | 11,781 | 13,442 | 15,987 | 18,307 | 21,161 | 23,209 | 29,588 |

# لاختبار توازن الساكنة نتتبع الخطوات التالية:

- نحسب قيمة كل من

R,H,D

- نستنتج $p=D+H/2$ و

$q=R+H/2$

نحسب الأعداد النظرية n في الجيل الموالي :

$$f(AA)=n(AA)/N=p_2$$

إذن

$$n(AA)= p_2 \times N$$

$$f(Aa)=n(Aa)/N=2pq$$

إذن

$$n(Aa)= 2pq \times N$$

$$f(aa)=n(aa)/N=q_2$$

إذن

$$n(aa)= q_2 \times N$$

- نحسب قيمة X2

نعتبر n هو العدد الملاحظ و n’ هو العدد النظري

إختبار التطابقية أو اختبار توازن الساكنة X2 في حالة 3 أنماط وراثية AA , Aa , aa و حليلين , aمتنحي A سائد هو:

$$n(aa)]2\ X2 = [n'(AA)-n(AA)]2 + [n'(Aa)-n(Aa)]2+[n'(aa)-$$

n(AA) n(Aa) n(aa)

لاختبار توازن الساكنة نتتبع الخطوات التالية:

- نحسب قيمة كل من R,H,D
- نستنتج $p=D+H/2$ و $q=R+H/2$
- نعط الأعداد النظرية وهي :

$n(aa)=q^2xN, n(Aa)=2pqxN, n(AA)=p^2xN$

- نحسب قيمة X2

# ب – تطبيق قانون H-W في حالة مورثة غير مرتبطة بالجنس (تساوي السيادة)

## انتقال صفة لون الفرو عند أبقار Shorthorn

نعتبر عينة من ساكنة من أبقار Shorthorn مكونة من 342 حيوان أحمر نمطه الوراثي RR و 423 حيوان أغبر نمطه الوراثي R'R و 144 حيوان أبيض نمطه الوراثي R'R'.

1 - احسب تردد الأنماط الوراثية وتردد الحليلات عند هذه الساكنة
2 - هل الساكنة متوازنة ؟
3 - احسب تردد الأنماط الوراثية النظرية في الجيل الموالي ؟

# 1- حساب تردد الأنماط الوراثية:

مجموع أفراد الساكنة هو N=909

f(RR)=D=n(RR)/N=342/909=0,376

f(R'R)=H=n(R'R)/N=423/909=0,465

f(R'R')=R=n(R'R')/N=144/909=0,158

# 1- حساب تردد الحليلات:

$$f(R)=p=D+H/2=0,376+0,465/2=0,608$$

$$f(R')=q=R+H/2=0,158+0,465/2=0,390$$

## 2- لمعرفة هل الساكنة في توازن ننجز اختبار X2 :

- نحسب الأعداد النظرية:

$n(RR)=p^2xN=(0,608)^2x909=336$

$n(R'R)=2pqXN=2x0,608x0,390\ X909=431$

$n(R'R')=q^2xN=(0,390)^2x909=138$

$X2=(336-342)2/342+(423-431)2/431+(144-138)2/138$

$X2=0,100+0,148+0,260$

$X2=0,508$

ساكنة الأبقار في توازن لأن X2 أصغر من العتبة 3,841

## 3- حساب تردد الأنماط الوراثية النظرية باعتبار الساكنة متوازنة :

f(RR)=p2=(0,608)2 =0,369

f(R'R)=2pq=0,608x0390=0,474

f(R'R')=q2=(0,390)2=0,152

داخل ساكنة معينة و في حالة تساوي السيادة بالنسبة لمورثة غير مرتبطة بالجنس تردد المظاهر الخارجية يعادل تردد الأنماط الوراثية .

# ج – تطبيق قانون H-W في حالة مورثة غير مرتبطة بالجنس (سيادة تامة)

في حالة مورثة غير مرتبطة بالجنس و حليل ممرض متنحي نختار متشابهي الإقتران حالة التنحي aa لكون عدد المظاهر الخارجية يساوي عدد الأنماط الوراثية :

$$n(aa)=n[a]$$

ملحوظة: بالنسبة للنمط الوراثي السائد فإن عدد المظاهر الخارجية [A] :

$$n[A]=n(AA)+n(Aa)$$

في حالة مورثة غير مرتبطة بالجنس و حليل ممرض متنحي و الساكنة في توازن فإن تردد النمط الوراثي المتنحي يساوي $q_2$ أي :

$$f(mm)=n(mm)/N= q2$$

و منه تردد الحليل الممرض m

$$q= \frac{V\ q_2\ f(m)=}{}$$

و تردد الحليل السائد N

$$f(N)=p=1-q$$

## نظام الفصيلة الدموية ريزوس Rhésus عند الإنسان

يرمز للفصيلة الدموية ريزوس (Rh) بواسطة الحليلين D و d

- الحليل D سائد يعطي [ +Rh ]
- الحليل d متنح و يعطي [ -Rh ] .

ظهرت دراسة (أنجزت سنة 1976) خصت 400 فرد من منطقة الباسك بإسبانيا أن 230 منهم من فصيلة [+Rh] .

أ. باعتبار الساكنة متوازنة، احسب تردد الأنماط الوراثية وتردد الحليلات ؟

ج. احسب عدد الأفراد ذوي النمط الوراثي مختلف الاقتران (D//d) ؟

1) A- حساب تردد الحليلات

- تردد الحليل $\underline{d}$ هو $\underline{q}$

- **تردد الحليل D هو p**

(2

⇦

# ج – تطبيق قانون H-W في حالة مورثة مرتبطة بالجنس

1) الأنماط الوراثية الممكنة داخل هذه الساكنة :

★ عند الإناث :

★ عند الذكور :

★ عند الأمشاج الأنثوية :

★ عند الأمشاج الذكرية :

| ♀ \ ♂ | S X | W X | Y |
|---|---|---|---|
| S X | S X<br>S X | S X<br>W X | S X<br>Y |
| W X | S X<br>W X | W X<br>W X | W X<br>Y |

| | ذكر | | أنثى | | الحصيلة |
|---|---|---|---|---|---|
| | مصاب | غير مصاب | مصابة | غير مصابة | |
| حالة حليل متنح | | | | | |
| حالة حليل سائد | | | | | |

في حالة مورثة مرتبطة بالجنس و حليل ممرض متنحي و الساكنة في توازن فإن تردد النمط الوراثي للذكور المصابين يساوي q أي :

$$f(XmY)=n(XmY)/N= q$$

و منه تردد الحليل الممرض m

$$f(m =(q$$

و تردد الحليل السائد N

$$f(N)=p=1-q$$

نسبة الإناث المصابات $f(XmXm)=q_2$

في حالة مورثة مرتبطة بالجنس و حليل ممرض سائد و الساكنة في توازن فإن تردد النمط الوراثي للذكورالمصابين يساوي p أي :

$$f(XMY)=n(XMY)/N= p$$

و منه تردد الحليل الممرض M

$$f(M =(p$$

و تردد الحليل العادي n

$$f(n)=q=1-p$$

نسبة الإناث المصابات $f(XMXM)+f(XMXn)=p^2+2pq$

# الوثيقة 15 : تمرين تطبيقي

الدلتونية عيب في إبصار الألوان، ويتعلق الأمر بشذوذ مرتبط بمورثة محمولة على الصبغي الجنسي X. ينتج هذا العيب عن حليل d متنحي. بينت دراسة تردد الدلتونية عند ساكنة مكونة من أطفال، أن تردد الحليل المسؤول عن المرض هو q = 0.1.

1) أحسب نسبة ظهور المرض عند كل من الإناث والذكور في هذه الساكنة. ماذا تستنتج ؟

داء Alport (الكلية) مرض وراثي سائد مرتبط بالصبغي الجنسي X. تردد الحليل المسؤول عن المرض عند ساكنة هو p = 0.087.

2) أحسب نسبة ظهور المرض عند كل من الإناث والذكور في هذه الساكنة. ماذا تستنتج ؟

1) نحسب نسبة ظهور المرض:

★ تكون الأنثى مصابة إذا كانت ثنائية التنحي: $f(Xd,Xd) = q^2 = (0.1)^2 = 0.01$

★ بالنسبة للذكور سيكون تردد المرض مساو لتردد الحليل : $f(Xd,Y) = q = 0.1$

وهكذا فنسبة ظهور المرض عند الإناث هي 1 %، ونسبة ظهور المرض عند الذكور هي 10 %، نستنتج من هذا أنه في حالة مرض مرتبط بحليل متنحي تكون نسبة احتمال ظهور المرض عند الذكور مرتفعة جدا بالمقارنة مع نسبتها عند الإناث.

2) نحسب نسبة ظهور المرض :

★ تردد المرض عند الإناث : بما أن الحليل المسؤول عن المرض سائد، ومحمول على الصبغي X فان الأنثى ستكون مصابة في حالة تشابه الاقتران ( $X_AX_A$ ) و في حالة اختلاف الاقتران ( $X_AX_n$ ) :

ادن $f(X_AX_A) = p^2$ و $f(X_AX_n) = 2pq$

ومنه فان تردد المرض عند الإناث يساوي $p^2 + 2pq$

$p + q = 1 \Leftarrow q = 1 - p = 1 - 0.087 = 0.913$

تردد المرض عند الإناث يساوي: $(0.087)^2 + 2(0.087 \times 0.913) = 0.166$

أي بنسبة 16.6 %

★ تردد المرض عند الذكور : سيكون الذكر مصابا في حالة حمله الصبغي $X_A$.

$$f(X_AY) = p = 1 / 104 = 0.087$$ ادن

أي بنسبة 8.70 %

وهكذا فنسبة ظهور المرض عند الإناث هي 16.6 %، ونسبة ظهور المرض عند الذكور هي 8.7 %، نستنتج من هذا أنه في حالة مرض مرتبط بحليل سائد تكون نسبة احتمال ظهور المرض عند الإناث مرتفعة بالمقارنة مع نسبتها عند الذكور.

# -عوامل تغير الساكنة:II

## 1- الإنتقاء الطبيعي

### أ- مفهوم الإنتقاء الطبيعي

داخل حميلة بيئية تتم عملية الإفتراس كعلاقة غذائية. إذن ليس للفريسة نفس المؤهلات على القدرة على العيش و البقاء على قيد الحياة كالمفترس .

نتكلم عن القدرة التفاضلية على العيش

إختيار الشريك الجنسي يتم بناء على مجموعة من المظاهر الخارجية و التي ترتبط بالنمط الوراثي للفرد .

نتكلم عن الإختيار التفاضلي للأزواج

يسمى تغير تردد الحليلات عبر الأجيال الناتج عن المشاركة التفاضلية حسب الخصوبة و القدرة على العيش **بالإنتقاء الطبيعي** .

# ب- دراسة مثال للإنتقاء الطبيعي

dorset

bermingham

dorset

bermingham

| في دورسي | | في برمنغاهم | |
|---|---|---|---|
| داكنة | فاتحة | داكنة | فاتحة |
| 474 | 496 | 154 | 64 |
| 30 | 62 | 82 | 16 |
| % 6.3 | % 12.5 | % 53.2 | % 25 |

في المنطقة الصناعية تتردد فراشات أرفية السندر القاتمة بشكل أكبر من تردد الفراشات الفاتحة. ونسجل العكس في المنطقة الريفية حيث تتردد الفاتحة أكثر.

يفسر اختلاف تردد المظاهر الخارجية بين المنطقتين بتأثير الطيور المفترسة.

في المنطقة الصناعية أصبحت
جذوع الأشجار داكنة مما يجعل
من السهل رؤية الفراشات
الفاتحة من طرف
الطيور المفترسة الشيء الذي
يعرضها أكثر للإفتراس.

في المنطقة الريفية بقيت جذوع الأشجار فاتحة مما يجعل من السهل رؤية الفراشات الداكنة من طرف الطيور المفترسة الشيء الذي يعرضها أكثر للإفتراس.

**حصيلة:** يعود الإختلاف في تردد الفراشات حسب اللون إلى القدرة على التخفي من الطيور المفترسة.

نتكلم عن مفعول الميلانيزم الصناعي و هو تغير تردد أرفية السندر حسب اللون تحت تأثير الإنتقاء الطبيعي .

الإنتقاء الطبيعي يؤدي الى التغير الوراثي للساكنة تحت تأثير عوامل الوسط

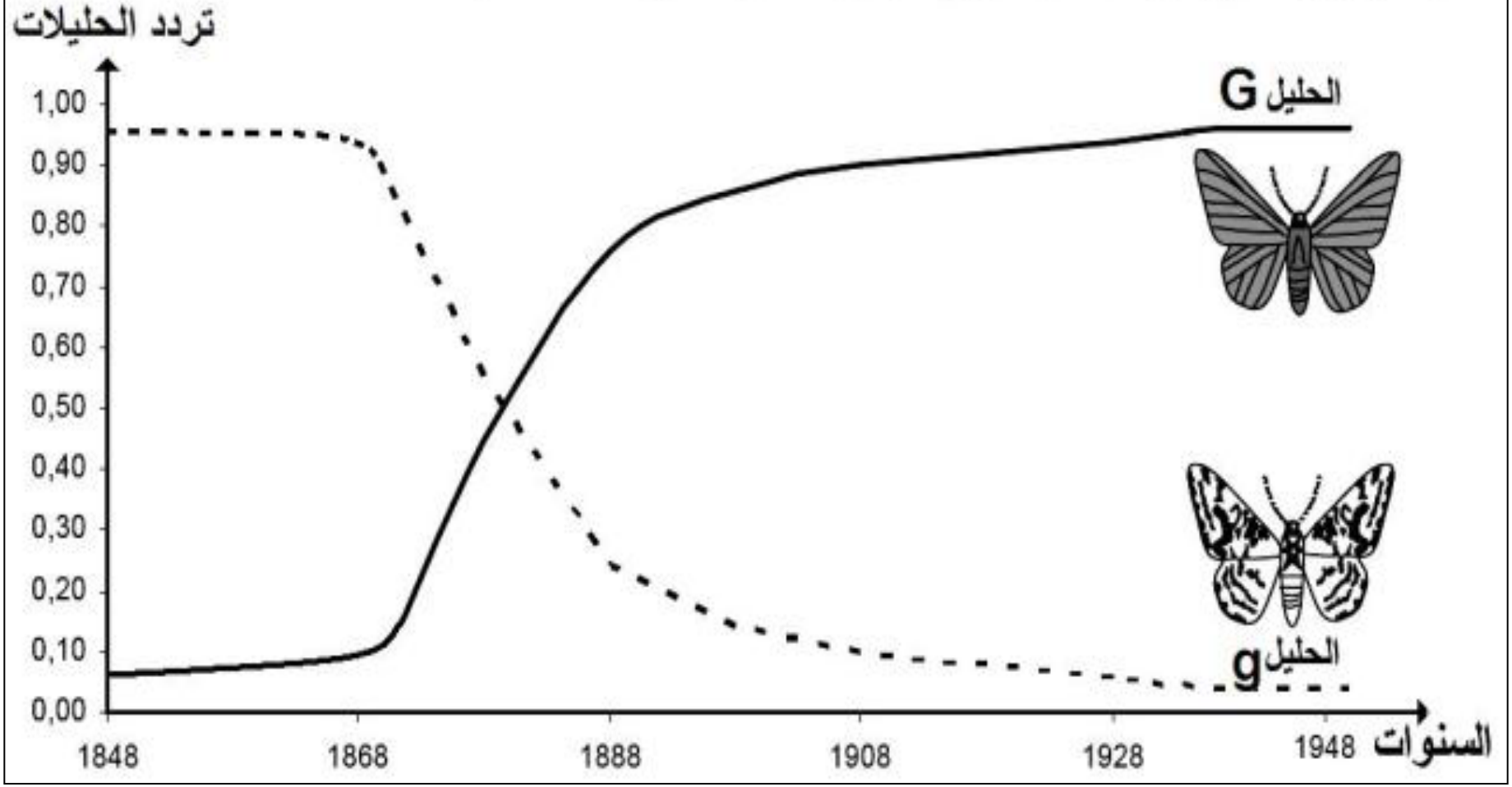
# ج- تأثير الإنتقاء الطبيعي على تردد الحليلات

يتحكم في لون فراشة الأرفية حليلين :

الحليل المسؤول عن المظهر الخارجي الداكن يرمز له بـ G.

الحليل المسؤول عن المظهر الخارجي الفاتح يرمز له بـ g .

يعطي المبيان أسفله تردد حليلي أرفية السندر في المنطقة الصناعية لمانشستر Manchester خلال 100 سنة.
حلل المبيان واستنتج تأثير الانتقاء الطبيعي على تردد الحليلات في هذه الساكنة.



في ساكنة المنطقة الصناعية نلاحظ انخفاضا تدريجيا لتردد الحليل المتنحي g المسؤول عن اللون الفاتح ابتداء من 1868 الى 1928حيث أصبح f(g)=0,05 (إقصاء الحليل g) و في المقابل ارتفع خلال نفس الفترة تردد الحليل G المسؤول عن اللون الداكن ليصبح f(G)=0,95 (تثبيث الحليل G) .

تؤثر إذن ظاهرة الإنتقاء الطبيعي على تردد الحليلات مع توالي الأجيال حيث تثبث حليلات و التي تعطي للأفراد الحاملين لها إنتقاء تفاضليا وتقصى أخرى

يؤثر الإنتقاء الطبيعي في تردد الحليلات عن طريق تكييف المظهر الخارجي للساكنة مع محيطها البيئي .

# د- القيمة الإنتقائية

القيمة الإنتقائية تعبر عن قدرة فرد معين على نقل حليلاته الى الجيل الموالي.

القيمة الإنتقائية المطلقة و هي:

عدد الأنماط الوراثية عند الجيل $G_{n+1}$

عدد الأنماط الوراثية عند الجيل $G_0$

القيمة الإنتقائية النسبية:

-تساوي 1 بالنسبة للنمط الوراثي ذو أعلى قيمة إنتقائية

-تساوي القيمة الإنتقائية المطلقة للنمط الوراثي المعني على القيمة الإنتقائية المطلقة الأكثر ارتفاعا.

-

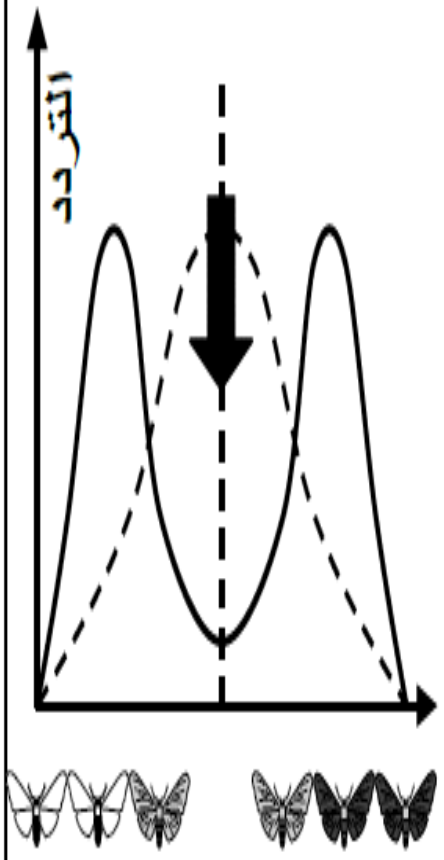
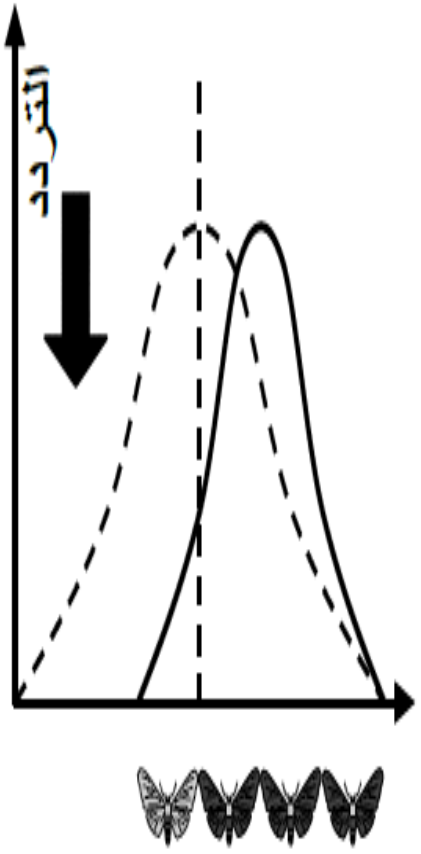
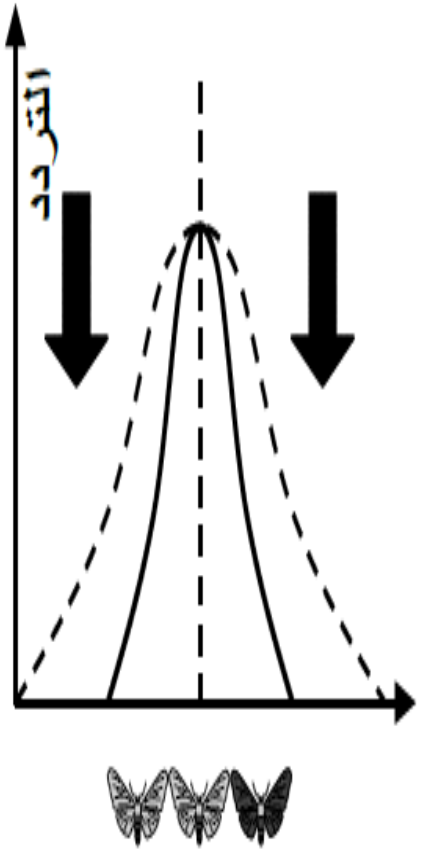
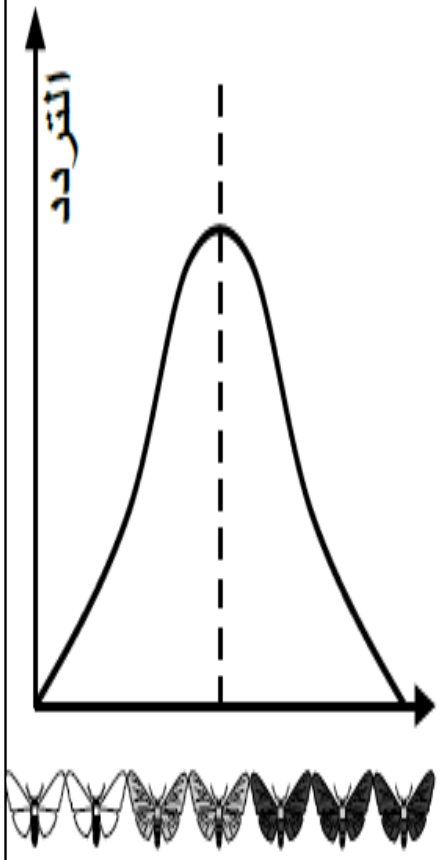
# تمرین تطبیقی

في منطقة صناعية تم إحصاء عدد كل من الفراشات الفاتحة والقاتمة في فترتين متباعدتين فجاءت النتائج على الشكل التالي :

| | عدد الفراشات المحصاة في بداية الدراسة | عدد الفراشات المحصاة في نهاية الدراسة | القيمة الانتقائية المطلقة | القيمة الانتقائية النسبية |
|---|---|---|---|---|
| الفراشات الفاتحة | 64 | 16 | | |
| الفراشات الداكنة | 154 | 82 | | |

باعتمادك على التعاريف المدرجة في الوثيقة أعلاه، أحسب القيم الانتقائية لكل من الفراشة الفاتحة والداكنة في هذه المنطقة الصناعية، واملأ الجدول، ثم علق على النتائج المحصل عليها.

# ه- أنواع الإنتقاء الطبيعي

| الوثيقة26:أنواع الانتقاء الطبيعي | يمثل المنحنى المتواصل توزيع المظاهر داخل ساكنة، والمنحنى المتقطع توزيع الساكنة الأصلية | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| الانتقاء التباعدي | الانتقاء المثبت | الانتقاء الاتجاهي | ساكنة أصلية |

## الإنتقاء التباعدي :

يؤدي الى الإحتفاظ بالمظاهر الخارجية الموجودة في الطرفين.

## الإنتقاء الإتجاهي:

يؤدي الى حذف المظاهر الخارجية الموجودة في أحد الطرفين.

## الإنتقاء المتبث:

يؤدي الى حذف المظاهر الخارجية الموجودة في الطرفين معا .

حصيلة: الإنتقاء الطبيعي يؤدي الى انخفاض تعدد الأشكال الوراثية داخل الساكنة .

الإنتقاء الطبيعي يخفض من التنوع الوراثي للساكنة.

الإنتقاء الطبيعي يؤدي الى التغير الوراثي للساكنة تحت تأثير عوامل الوسط

يؤثرالإنتقاء الطبيعي في تردد الحليلات عن طريق تكييف المظهر الخارجي للساكنة مع محيطها البيئي .

# -عوامل تغير الساكنة:II

## 2- الطفرات

### 2-1 تعريف الطفرة

الطفرة هي تغير تلقائي و فجائي يصيب المادة الوراثية (ADN). و تدعى الطفرة وراثية عندما تصيب الخلايا المنسلية مصدر الأمشاج ,على عكس الطفرات الجسدية.

و هناك نوعين من الطفرات :

طفرة صبغية و هي تغير في بنية أو عدد الصبغيات.

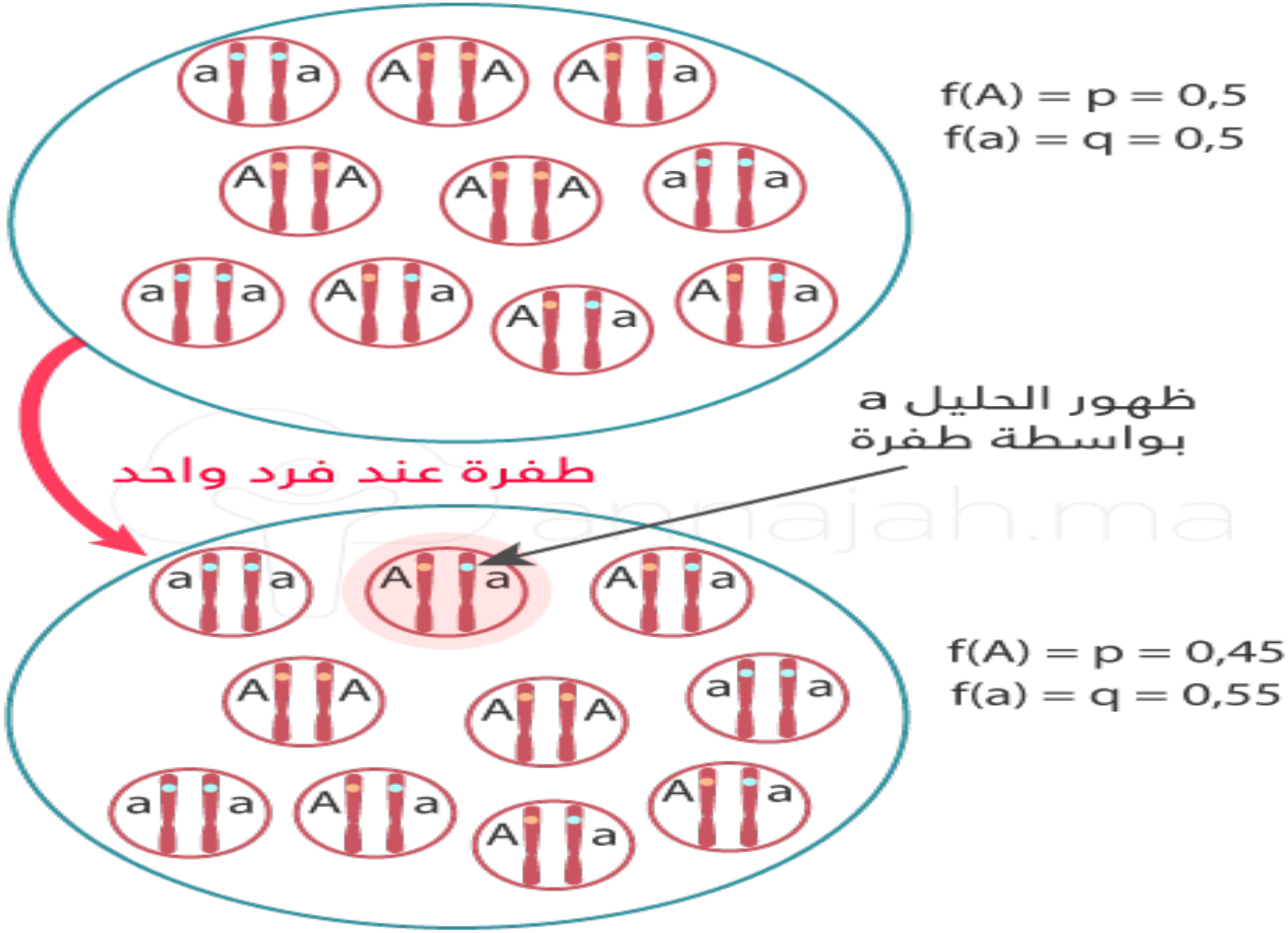
طفرة موضعية تؤدي الى تغير قراءة المتتالية الوراثية لجزيئة ADN.

# 2-2 تأثير الطفرات على المحتوى الجيني للساكنة

يعطي الجدول أسفله نسبة الطفرات المقاسة بالنسبة لمورثة معينة عند أربع متعضيات مختلفة.
ماذا تلاحظ ؟

| المتعضي | نسبة الطفرة فى الجيل $\alpha$ |
|---|---|
| حمة العاثية | $2,5 . 10^{-9}$ |
| بكتيريا Escherichia Coli | $2,0 . 10^{-8}$ |
| الذرة | $2,9 . 10^{-4}$ |
| ذبابة الخل | $2,6 . 10^{-5}$ |

نلاحظ أن معدل الطفرة يكون ضعيفا حيث يتراوح ما بين $10^{-9}$ و $10^{-4}$ و بالتالي فتغير تردد الحليلات بواسطة الطفرات يكون ضعيفا . لكن حينما يكون التوالد سريعا فإن الطفرات تتسبب في تغير مهم للحتوى الجيني للساكنة.




الوثيقة 4: نموذج تفسيري لتأثير الطفرات على المحتوى الجيني للساكنة

## حساب تردد الحليلات بعد حدوث طفرة:

تردد الحليل A في الجيل G0 : $f(A)=p_0$

تردد الحليل a في الجيل G0 : $f(a)=q_0$

معدل الطفرة من a الى A هو $\alpha$

معدل الطفرة من A الى a هو $\beta$

في الجيل G1: $f(A)=p_1=p_0+\alpha q_0-\beta p_0$

في الجيل G1: $f(a)=q_1=q_0-\alpha q_0+\beta p_0$

في حالة التوازن $p_1-p_0=p_0+\alpha q_0-\beta p_0-p_0=0$

$\alpha q_0-\beta p_0=0$

$\alpha(1-p_0)-\beta p_0=0$

$\alpha-\alpha p_0=\beta p_0$

$\alpha=p_0(\alpha+\beta)$

تردد الحليل السائد

$P_0=\alpha/\alpha+\beta$

عند التوازن

في حالة التوازن $q_1-q_0=q_0-\alpha q_0+\beta p_0-q_0=0$

$-\alpha q_0+\beta p_0=0$

$-\alpha q_0+\beta(1-q_0)=0$

$\beta-\beta q_0=\alpha q_0$

$\beta=q_0(\alpha+\beta)$

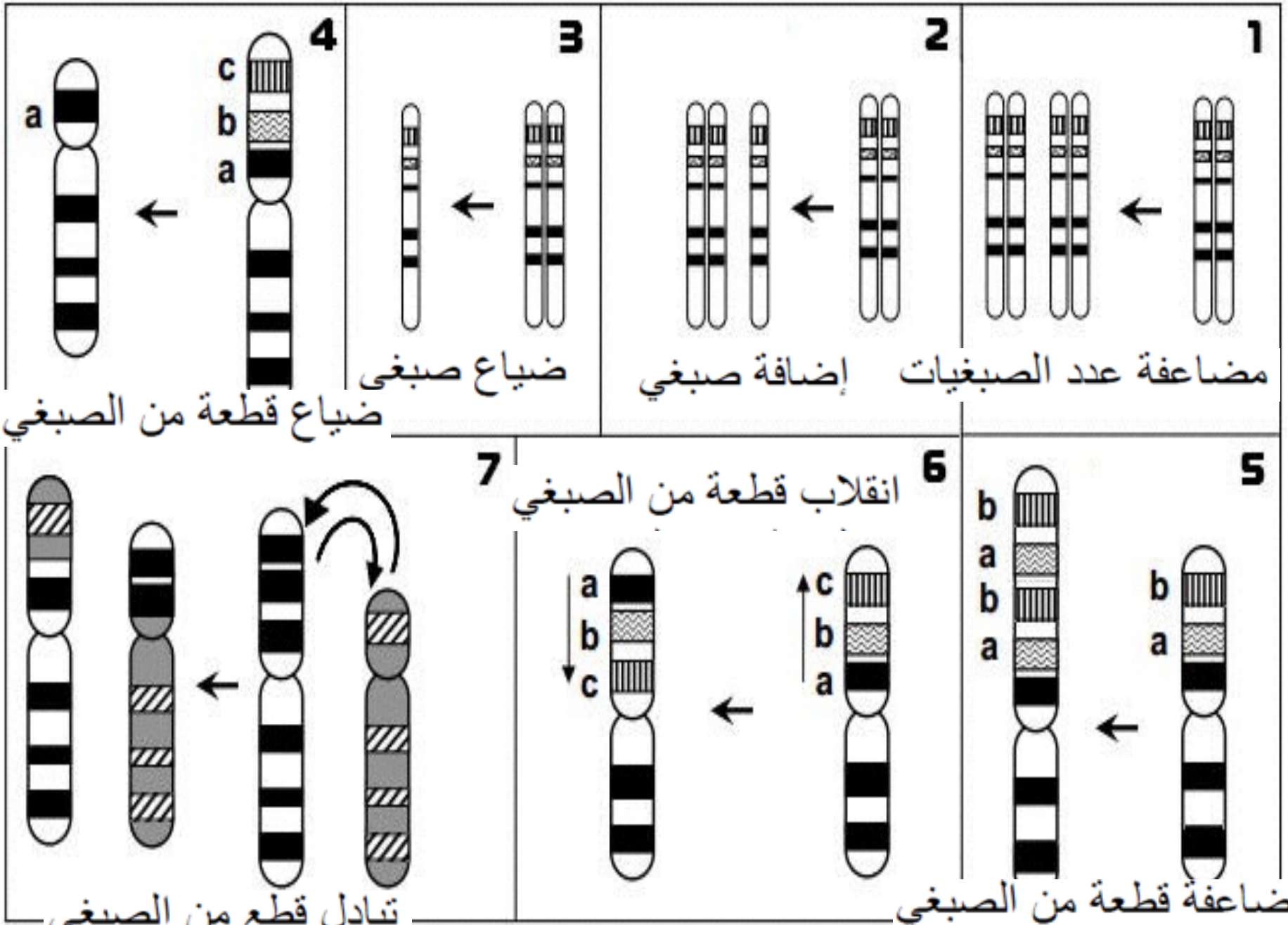
تربة الحليل المتنحي

$q_0=\beta/\alpha+\beta$

عند التوازن

# 2-3 أنواع الطفرات

## أ- الطفرات الصبغية


1
مضاعفة عدد الصبغيات
2
إضافة صبغي
3
ضياع صبغي
4
ضياع قطعة من الصبغي
5
مضاعفة قطعة من الصبغي
6
انقلاب قطعة من الصبغي
7
تبادل قطع من الصبغي

الطفرات الصبغية هي تغيرات في بنية أو عدد الصبغيات وهي:

## ★ تغير عدد الصبغيات :

2 إضافة صبغي Aneuploïdie.

1 مضاعفة عدد الصبغيات Polyploïdie.

3 ضياع صبغي Monoploïdie.

## ★ تغير بنية الصبغي :

4 ضياع قطعة من الصبغي، عموما يكون لها تأثير مميت ( ضياع مورثات ).

5 مضاعفة قطعة من الصبغي، الشيء الذي يزيد عدد نسخ مورثة معينة.

6 انقلاب قطعة من الصبغي، يؤدي إلى تغير في ترتيب المورثات.

7 تبادل قطع من الصبغي بين صبغيين غير متماثلين.

# ب- الطفرات الموضعية

الطفرات الموضعية هي تغيرات في قراءة المتتالية الوراثية و تؤدي الى توقف تركيب البروتين أو تركيب بروتين مخالف .

الطفرات الموضعية عدة أنواع و هي :

إستبدال – إضافة أو زيادة – ضياع

177

TTA TAA ATG CTG GAG AAA CAG ACC TAC GTA ATA جزء المورثة عند الشخص العادي

AAU AUU UAC GAC CUC UUU GUCUGG AUG CAU UAU ARNm عند الشخص العادي

Asn - Ile - Tyr - Asp - Leu - Phe - Val - Try - Met - His - Tyr جزء الأنزيم E1 العادي

177

TTA TAA ATG CTG GAG AAA CAG ATC TAC GTA ATA جزء المورثة عند الشخص المصاب

AAU AUU UAC GAC CUC UUU GUC UAG AUG CAU UAU ARNm عند الشخص المصاب

Asn - Ile - Tyr - Asp - Leu - Phe - Val جزء الأنزيم E1 المغير

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CAC | CTG | ACT | CCT | GAG | GAG | AAG | TCT | GCC | GTT | ACT | GCC | CTG | TGG | GGC | AAG | GTG | المورثة العادية HbA |
| His | Leu | Thr | Pro | Glu | Glu | Lys | Ser | Ala | Val | Thr | Ala | Leu | Thp | Gly | Lys | Val | البروتين العادي HbA |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CAT | CTG | ACT | CCT | GAG | GAG | AAG | TCT | GCC | GTT | ACT | GCC | CTG | TGG | GGC | AAG | GTG | الحليل الطافر $Hba_1$ |
| His | Leu | Thr | Pro | Glu | Glu | Lys | Ser | Ala | Val | Thr | Ala | Leu | Thp | Gly | Lys | Val | البروتين HbA |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CAC | CTG | ACT | CCT | GTG | GAG | AAG | TCT | GCC | GTT | ACT | GCC | CTG | TGG | GGC | AAG | GTG | الحليل الطافر HbS |
| His | Leu | Thr | Pro | Val | Glu | Lys | Ser | Ala | Val | Thr | Ala | Leu | Thp | Gly | Lys | Val | البروتين HbS |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CAC | CTG | ACT | CCT | AAG | GAG | AAG | TCT | GCC | GTT | ACT | GCC | CTG | TGG | GGC | AAG | GTG | الحليل الطافر HbC |
| His | Leu | Thr | Pro | Lys | Glu | Lys | Ser | Ala | Val | Thr | Ala | Leu | Thp | Gly | Lys | Val | البروتين HbC |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CAT | CTG | ACT | CCT | GAG | GAG | AAG | TCT | GCC | GTT | ACT | GCC | CTG | TAG | GGC | AAG | GTG | الحليل الطافر $Tha_2$ |
| His | Leu | Thr | Pro | Glu | Glu | Lys | Ser | Ala | Val | Thr | Ala | Leu | | | | | البروتين $Tha_2$ |

| صنف الطفرة | النتائج على مستوى البروتين |
| --- | --- |
| طفرة صامتة Silencieuse | لا شيء |
| المعنى الخاطئ Faux sens | استبدال حمض أميني بآخر |
| بدون معنى Non sens | توقف القراءة في موقع الاستبدال |
| ضياع Frame – shift | تغير طور القراءة : استبدال كافة الأحماض الأمينية بعد موقع الاستبدال |
| إضافة Frame – shift | تغير طور القراءة |

حصيلة: الطفرات الوراثية تعتبر مصدرا للتنوع الوراثي مع تعاقب الأجيال وبذلك تساهم في إغناء المحتوى الجيني للساكنة .

الطفرة عامل رافع للتنوع الوراثي للساكنة.

تسمح الطفرات بظهورحليلات جديدة تساهم في تغير البنية الوراثية للساكنة.

تتسبب الطفرات في ارتفاع تردد الحليل

# 3- الإنحراف الجيني

## أ- مفهوم الإنحراف الجيني

## الوثيقة 27:مفهوم الانحراف الجيني

قام Steinberg بدراسة ترتبط بتردد الفصائل الدموية عند ساكنة Les Huttérites، ينتمي الأمر بتجمع عقائدي « Secte » ، هاجر من سويسرا إلى روسيا ومن ثم خلال سنة 1880 إلى أمريكا الشمالية حيث كون سلسلة من المستعمرات في Docota و Montana وفي أجزاء قريبة من كندا. يمثل الشكل أ من الوثيقة النتائج التي توصل إليها Steinberg .

الشكل أ

| الفصيلة الدموية | O | A |
|---|---|---|
| عند أفراد التجمع العقائدي | تقارب % 29 | 45 % |
| عند أغلب الساكنات الأوربية والأمريكية | تفوق % 40 | % 30 - % 40 |

1) قارن بين معطيات الجدول. ماذا تستنتج ؟

فسر Steinberg البنية الوراثية لساكنة Les Huttérites بتعرضها لظاهرة تسمى الانحراف الجيني. لتعرف هذه الظاهرة نقترح عليك الرسم التخطيطي أسفله، والذي يمثل نموذجا تفسيريا لهذه الظاهرة.

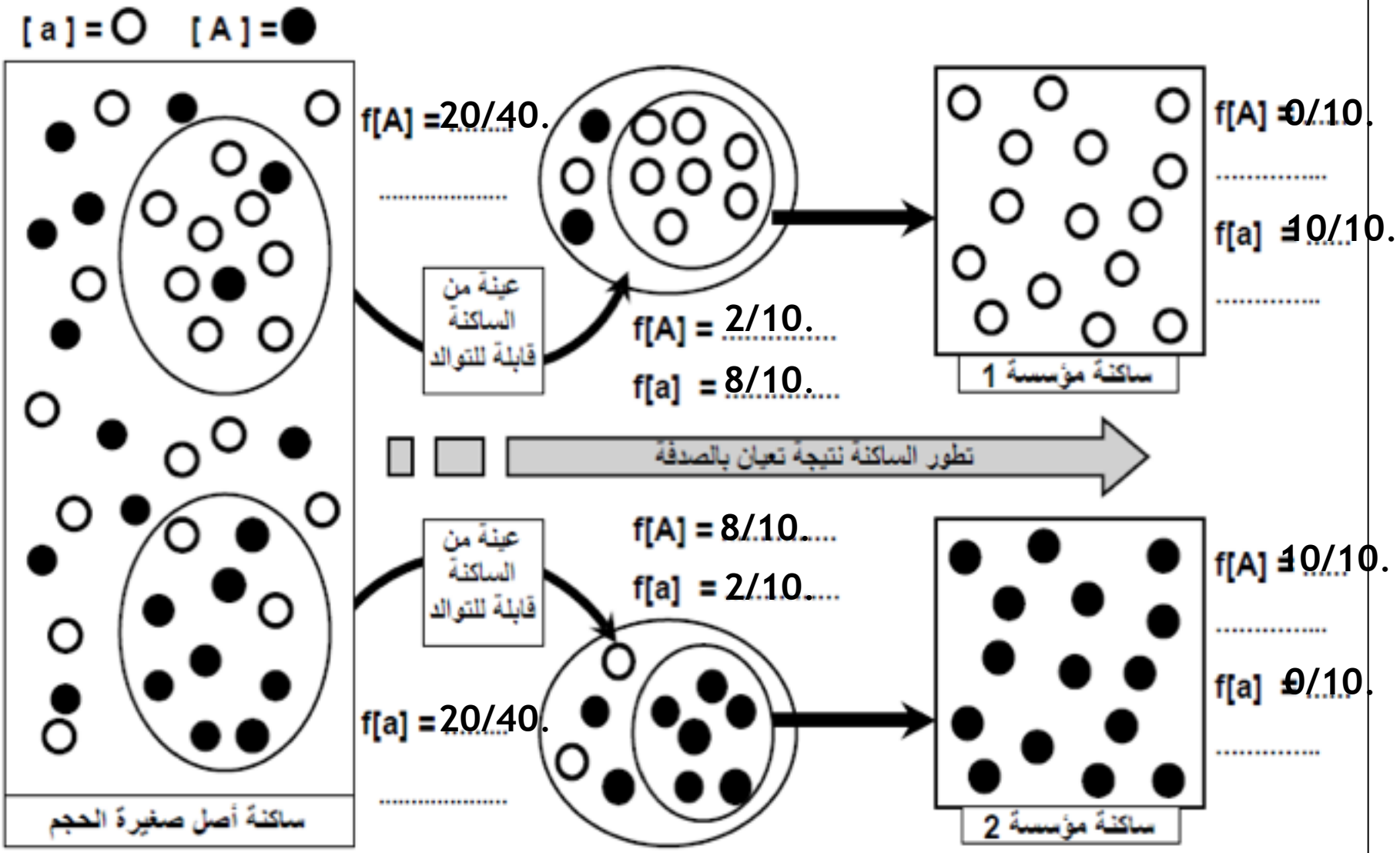
## مقارنة ترددات الفصائل الدموية:

هناك اختلاف واضح في تردد الفصيلتين الدمويتين A و O عند أغلب الساكنات الأمريكية و الأوربية بالمقارنة مع أفراد التجمع العقائدي حيث نلاحظ عند هذا الأخير انخفاضا لتردد الفصيلة الدموية O مقابل ارتفاع في تردد الفصيلة الدموية A .

## إستنتاج :

نستنتج إذن أن البنية الوراثية لساكنة التجمع العقائدي تختلف عن بنية الساكنة الأصل (الساكنة الأوربية) وعن بنية الساكنة المستقبلة (الساكنة

2) أحسب تردد مختلف المظاهر الخارجية في هذه الساكنات.
3) علق على معطيات هذه الوثيقة موضحا فيما تتجلى ظاهرة الانحراف الجيني.
4) على ضوء هذه المعطيات فسر أصل البنية الوراثية المسجلة عند ساكنة Les Huttérites .



نتيجة للتعيان بالصدفة تتضمن الساكنة1 فردين فقط يحملان المظهر المتوحش A . وفقا للتعيان الثاني حيث تم التزاوج بين أفراد من العينة يحملون الحليل الطافر a سيتم إقصاء الحليل المتوحش A و تثبيت الحليل الطافرa في الجيل الموالي.

# ب- تأثير الإنحراف الجيني في المحتوى الجيني للساكنة

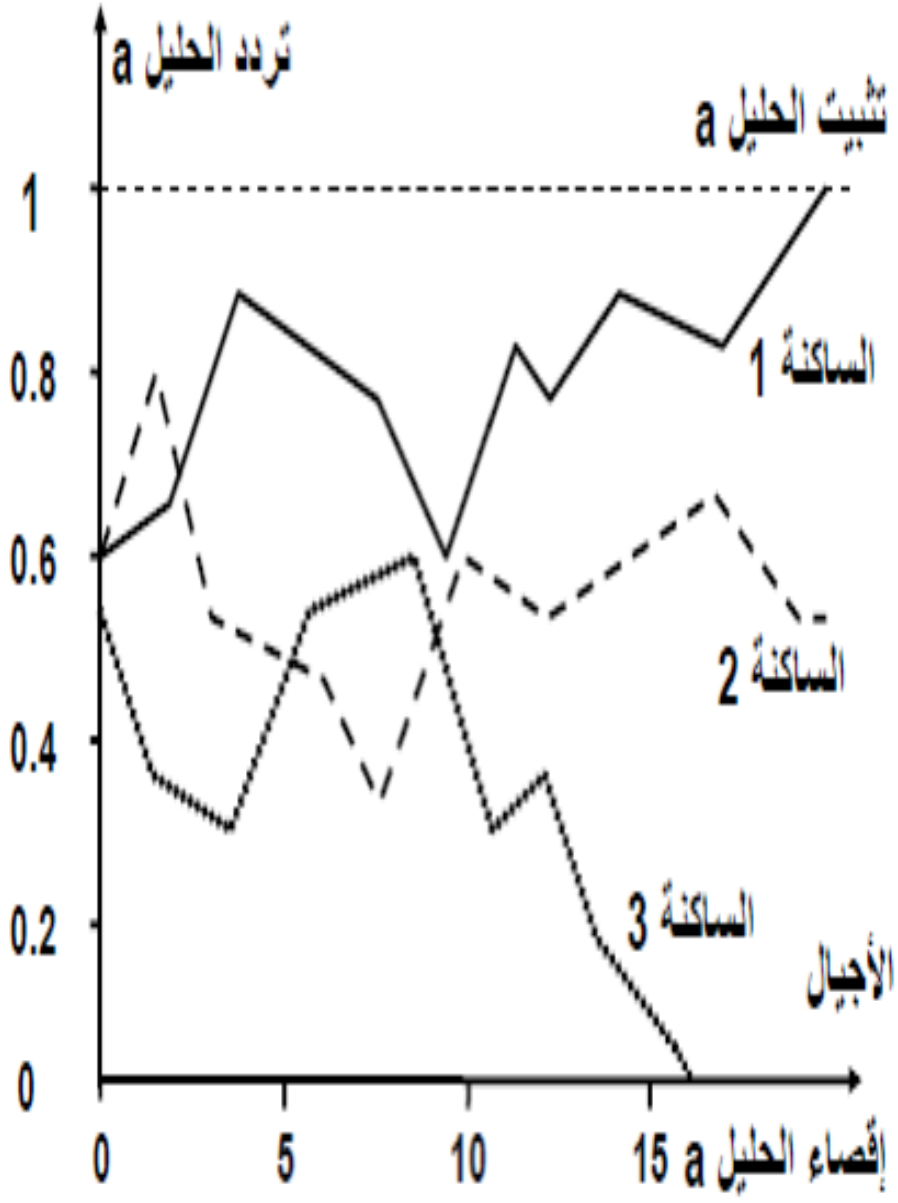
**الوثيقة 28:**

يعطي الرسم البياني أمامه، محاكاة باستخدام نظام المعلوميات، لتقلب تردد الحليلات خلال عدة أجيال، عند ثلاث ساكنات صغيرة الحجم.

1) ما هي الظاهرة التي يعبر عنها هذا المبيان ؟

2) من خلال تحليل هذا المبيان، أبرز مظاهر هذه الظاهرة، وتأثيرها على البنية الوراثية للساكنة.

3) من خلال معطيات المبيان، والمعلومات المقدمة في الوثيقة السابقة، أعط تعريفا لظاهرة الانحراف الجيني.



1- بما أن الساكنات صغيرة و تتميز بتقلبات في تردد الحليل a فإن المبيان يعبر عن ظاهرة الإنحراف الجيني.

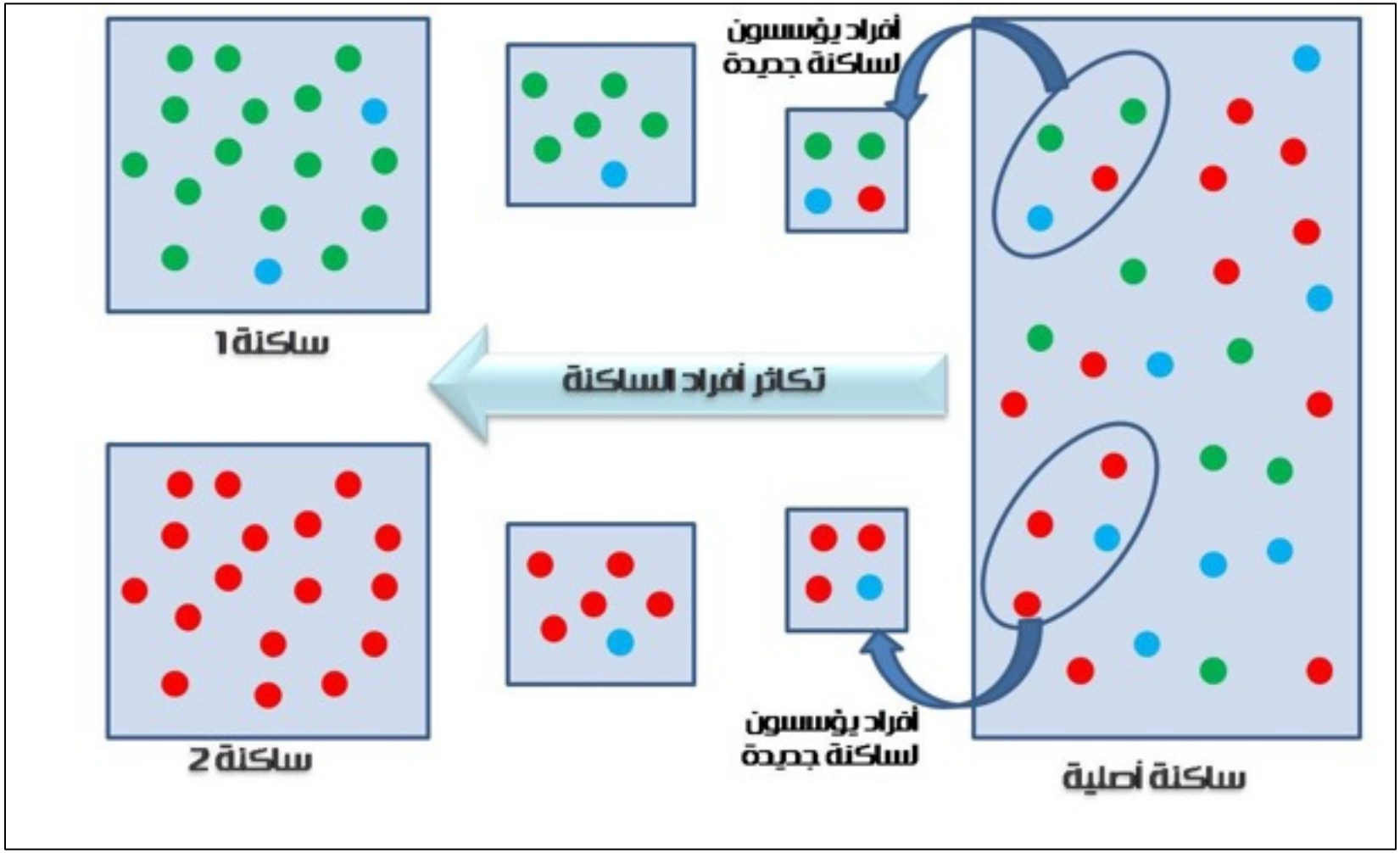
2- في الساكنة 1 أدى
الإنحراف الجيني الى تثبيت
الحليل a حيث أصبح
f(a)=1.
في الساكنة 3 أدى الإنحراف

## تعريف الإنحراف الجيني:

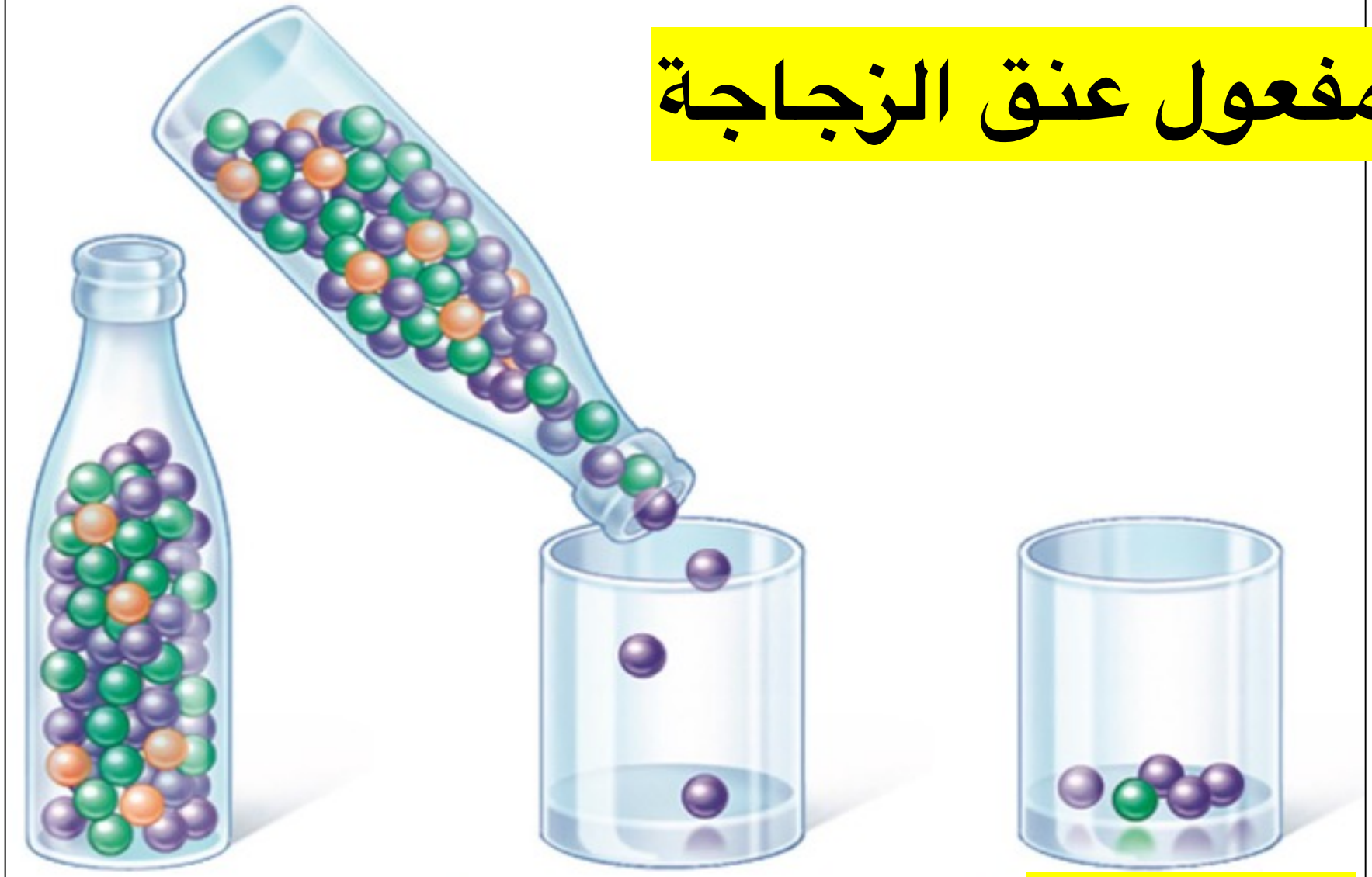
يعرف بالتقلبات العشوائية التي تؤثر في تردد الحليلات خصوصا في الساكنات الصغيرة. هذه التقلبات ناتجة عن تعيين عشوائي من

# ج- المفعول المؤسس و مفعول عنق الزجاجة

# المفعول المؤسس



# مفعول عنق الزجاجة



الساكنة الأصلية

كارثة طبيعية

الساكنة على قيد

حينما تنبثق مجموعة صغيرة من ساكنة أصلية نتيجة تعيان بالصدفة نتكلم عن المفعول المؤسس.

حينما تنبثق مجموعة صغيرة من ساكنة أصلية نتيجة كارثة طبيعية نتكلم عن مفعول عنق الزجاجة.

## حصيلة:

الإنحراف الجيني يؤدي الى تقلص الأشكال الوراثية و بالتالي تراجع التنوع الوراثي داخل ساكنة محدودة العدد.

الإنحراف الجيني عامل مخفض للتنوع الوراثي للساكنة.

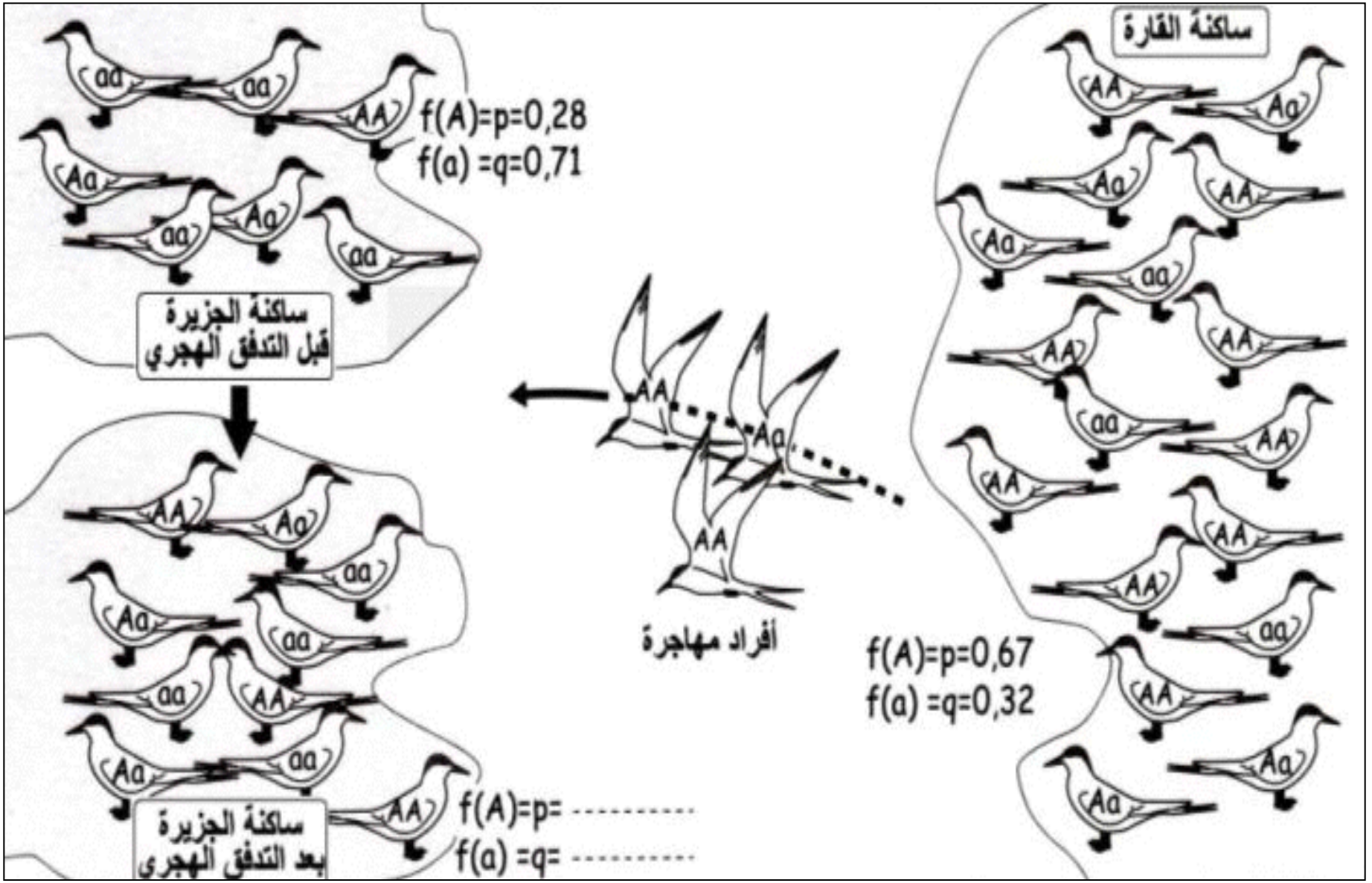
يؤدي الإنحراف الجيني الى إقصاء حليلات

# 4- الهجرة

# تعريف الهجرة:

هي ظاهرة طبيعية تؤدي الى انتقال الحليلات عبر انتقال الأفراد بين ساكنات متباعدة من نفس النوع .

# أ- ❖ هجرة أحادية الاتجاه : نموذج الهجرة من القارة نحو الجزيرة

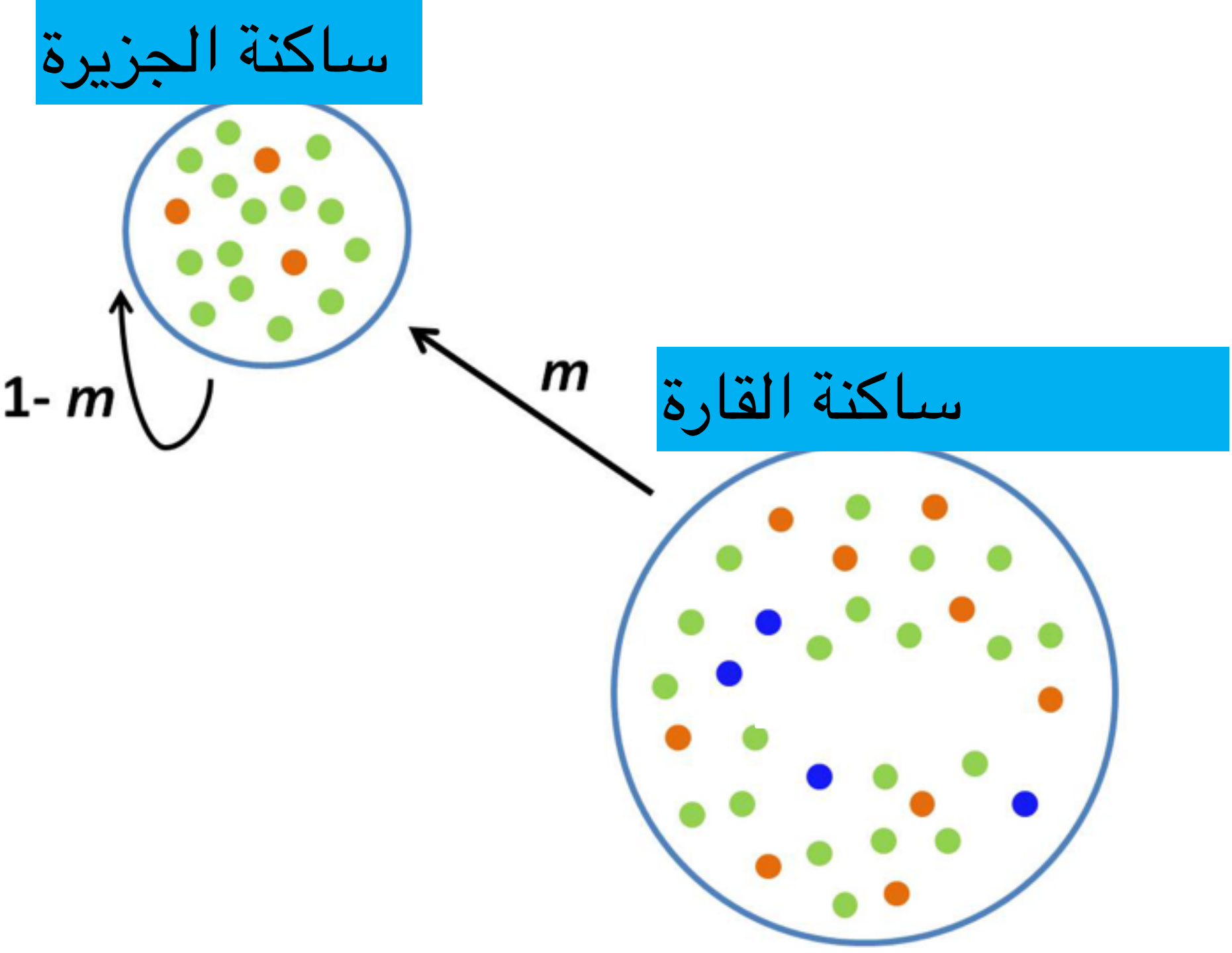


| السـاكـنـات | تردد الحليل Ro |
| --- | --- |
| عند الساكنة الأصلية السوداء (الساكنات الإفريقية أصل العبيد) | 0.63 |
| الساكنة السوداء سنة 1953 بعد عشرة أجيال من معاهدة العبيد. | 0.446 |
| عند الساكنة البيضاء للولايات المتحدة الأمريكية ولساكنة أوروبا التي لم تتغير منذ القرن 18 | 0.028 |

1- يلاحظ أن تردد الحليل R0 للساكنة السوداء لأمريكا منخفض بالمقارنة مع الساكنة الإفريقية أصل العبيد.

كما أن تردد هذا الحليل ناذر عند الساكنة البيضاء لأمريكا و أن نسبته لم تختلف عند ساكنة أوربا أصل بيض أمريكا.

إذن تم تغير البنية الوراثية للساكنة السوداء لأمريكا دون تغير البنية الوراثية للساكنة البيضاء.


ساكنة الجزيرة
1- m
m
ساكنة القارة

## الشكل ج

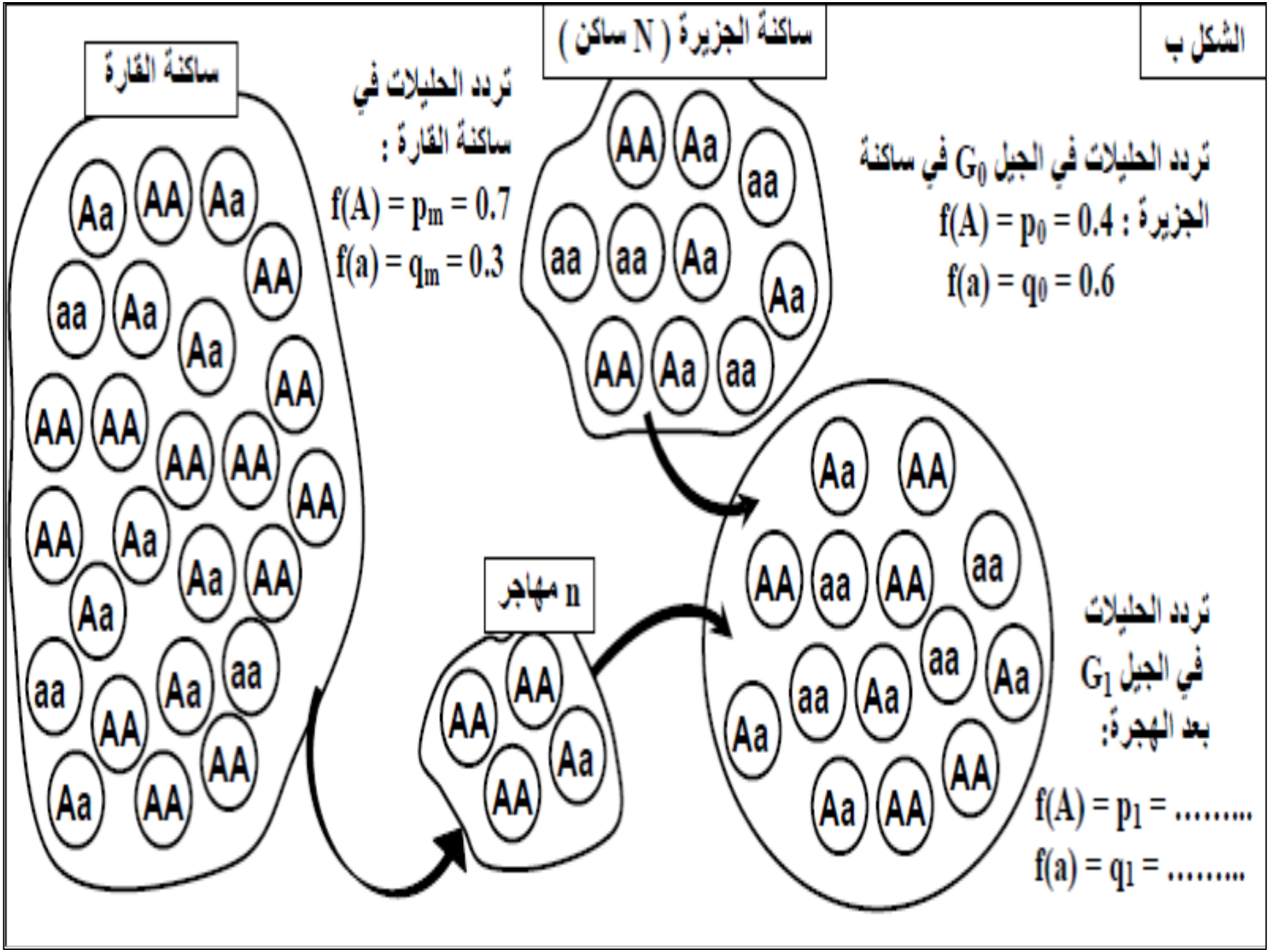
التدفق الهجري m : هو نسبة المهاجرين الذين يتدفقون على الساكنة المستقبلة في كل جيل، ويحسب بتطبيق المعادلة التالية $m = n / ( N + n )$

N = عدد أفراد الساكنة المستقبلة، n = عدد المهاجرين.

تمكن النسبة m من حساب تردد حليل معين بعد الهجرة بتطبيق المعادلة التالية $p_1=(1-m)p_0+mp_m$

يمثل $p_m$ : تردد الحليل السائد في ساكنة القارة. و $p_0$ تردد الحليل السائد عند ساكنة الجزيرة قبل الهجرة.

الشكل ب


ساكنة الجزيرة ( N ساكن )
ساكنة القارة
n مهاجر
تردد الحليلات في ساكنة القارة :
f(A) = pm = 0.7
f(a) = qm = 0.3
تردد الحليلات في الجيل G0 في ساكنة الجزيرة :
f(A) = p0 = 0.4
f(a) = q0 = 0.6
تردد الحليلات في الجيل G1 بعد الهجرة:
f(A) = p1 = .....
f(a) = q1 = .....

(2

3- يلاحظ ارتفاع في تردد الحليل A عند ساكنة الجزيرة بعد الهجرة.

و إذا استمرت الهجرة في هذا المنوال ستتجه البنية الوراثية لساكنة الجزيرة نحو البنية الوراثية لساكنة القارة .

4- نفسر تغير البنية الوراثية للساكنة السوداء في أمريكا بظاهرة الهجرة.

فهناك تدفق هجري أحادي الإتجاه من البيض نحو السود دون هجرة معاكسة

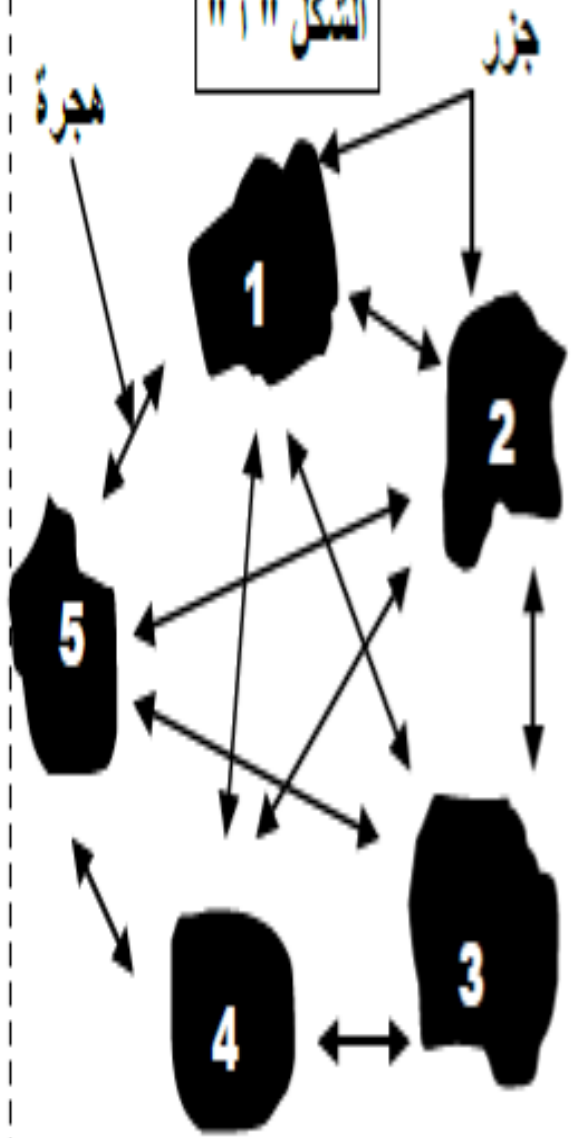
وبذلك ستتغير الخاصيات الوراثية للساكنة السوداء دون التغير في التركيب الوراثي للساكنة أصل الهجرة .

# ب-

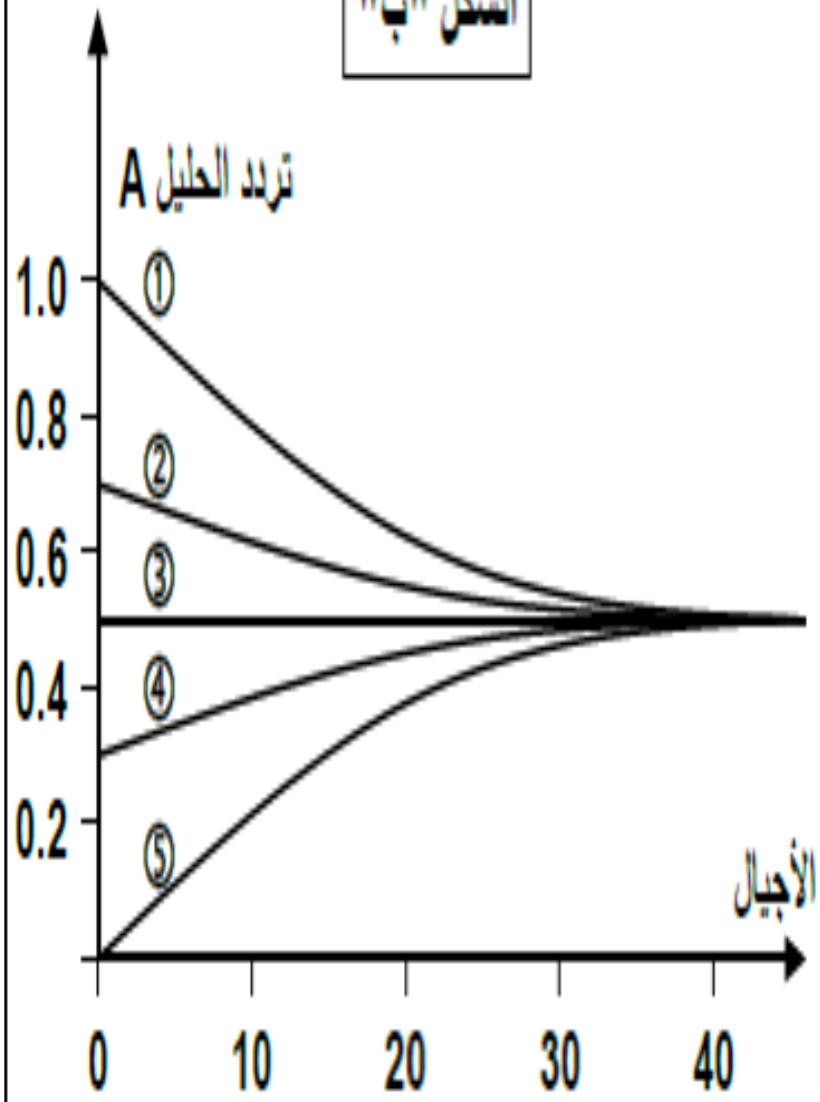
## ❖ الهجرة متعددة الاتجاه : نموذج الأرخبيل

يمثل الشكل " أ " نموذج تدفق هجري متعدد الاتجاهات بين خمس ساكنات تقطن خمس جزيرات أرخبيلية. ويمثل الشكل "ب" تطور تردد حليل A لدى هذه الساكنات الخمس تحت تأثير هذه الهجرة. حلل مبيان الشكل "ب" ثم استنتج.

الشكل " أ "




الشكل "ب"



في البداية كان تردد الحليل A جد مختلف بين هذه الساكنات، مثلا كان التردد عند الساكنة ① هو f(A) = 1، وعند الساكنة ③ هو f(A) = 0.5 وعند الساكنة ⑤ هو f(A) = 0.

تحت تأثير التدفق الهجري المتعدد الاتجاهات، ومع مرور الأجيال، بدأت تتقلص الاختلافات الحاصلة في تردد الحليلات تدريجيا بين مختلف هذه الساكنات، فنحت كلها إلى تردد حليلي مشترك يقابل معدل تردد الحليلات عند هذه الساكنات ( f(A) = 0.5 ).

إذن يحدث تحت تأثير التدفق الهجري المتعدد الاتجاهات خلط وراثي يؤدي إلى تجانس الساكنات والحد من تنوعها.

# أهمية الهجرة متعددة الإتجاهات:

تؤدي الهجرة متعددة الإتجاهات الى تغير البنية الوراثية للساكنة المستقبلة و ذلك من خلال الرفع من المظاهر الخارجية عبر وصول حليلات جديدة من ساكنات بعيدة , و ينتج عن ذلك تخليط وراثي بين ساكنات

$$p_1=(1-m)p_0+mp_m$$

فرق ترددات الحليلات بين جيلين:

$$P_1-p_0=(1-m)p_0+mp_m-p_0$$

$$P_1-p_0=m(p_m-p_0)$$

يحدث التوازن عندما تكون $p_1=p_0$

أي أن $m(p_m-p_0)=0$

وبالتالي $p_m=p_0$ أي أن ترددات الحليلات في الساكنة المستقبلة(الجزيرة) = ترددات الحليلات في

# عوامل تغير الساكنة:

| الإنتقاء الطبيعي | الطفرات | الهجرة | الإنحراف الجيني |
| --- | --- | --- | --- |
| عامل | عامل | عامل | عامل |
| مخفض | رافع | رافع | مخفض |
| للتنوع | للتنوع | للتنوع | للتنوع |
| الوراثي | الوراثي | الوراثي | الوراثي |

# - مفهوم النوع:III

## 1- المعايير المميزة للنوع

مثال 2: طائر السمنة يتضمن عدة أنواع متشابهة مرفولوجيا لكنها تختلف فيما بينها بمجموعة من المعايير المميزة لكل نوع كالمعايير السلوكية.

**السمنة La grive طائر من جنس " Catharus " يتضمن عدة أنواع جد متشابهة مرفولوجيا لكنها تختلف فيما بينها بمجموعة من الخاصيات (المعايير) المميزة لكل نوع. ويعطي الجدول التالي بعض خاصيات أربعة أنواع من هذا الطائر تقطن في أمريكا الشمالية.**

| الخاصيات | Catharus fuscescens | Catharus guttatus | Catharus ustulatus | Catharus minimus |
|---|---|---|---|---|
| مسكن الزواج | أراض مشجرة ذات أدغال وافرة | أشجار المخروطيات | غابات المخروطيات | غابات الصنوبر غير كاملة النمو |
| أماكن الصيد | على التربة وعلى الأشجار | على التربة | غالبا على الأشجار | على التربة |
| بناء العش | فوق التربة | فوق التربة | على الأشجار | على الأشجار |
| غناء أثناء الطيران | منعدم | منعدم | منعدم | موجود |

**الوثيقة 32 :**

يعطي الجدول التالي كمية طرح $CO_2$ حسب درجة حرارة الوسط من طرف نوعين من الطيور ينتميان إلى جنس Emberiza ( الصور أسفله ). من خلال معطيات هذا الجدول حدد المعيار الأساسي المعتمد في تمييز نوعي طائر

Emberiza citrinella

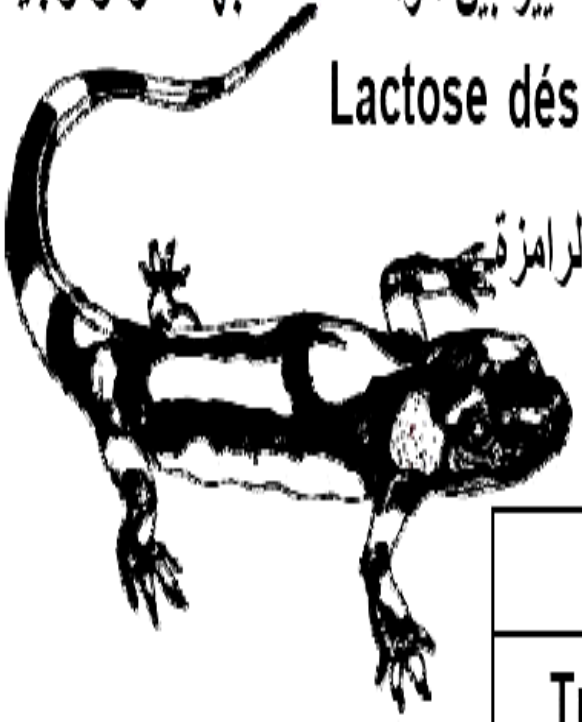
شرشور أصفر

Emberiza hortulana

شرشور أرطلان

| درجة حرارة الوسط ( °C ) | | -5 | 0 | 05 | 15 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| كمية $CO_2$ المطروح ب (mg/mg)/h | Eberiza hortulata | 11 | 10.5 | 09 | 07 | 05 |
| | Emberiza citrinella | 08 | 07.5 | 07 | 06 | 4.5 |

السمندل Salamandre حيوان برمائي، أنجزت عليه مجموعة من الدراسات قصد التمييز بين أنواعه المتشابهة مرفولوجيا



يعطي الجدول أسفله نتائج التحليل الكروماتوغرافي لمورثة بروتين Lactose déshydrogenase مستخلص من ثلاثة أنواع من السمندل. مكنت هذه الدراسة من تحديد عدد وتردد الحليلات الرامزة للبروتين عند كل نوع. تعبر القيم بين قوسين عن تردد الحليلات.

| المورثة | عدد الحليلات | أنواع السمندل | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Triton alpestris | Triton marmoratus | Triton vulgaris |
| Lactose déshydrogenase | 7 | (0.10) $b_1$<br>(0.55) $b_3$<br>(0.35) $b_4$ | (1) $b_7$ | (1) $b_1$ |

قارن بين هذه المعطيات ثم استخلص المعيار الذي اعتمد للتمييز بين أنواع من السمندل.

لتمييز النوع نعتمد على مجموعة من المعايير التالية:

- معايير مورفولوجية: يتمثل في تشابه الشكل بين الأنواع.
- معايير سلوكية: سلوك الأفراد داخل الوسط الذي تعيش فيه و فيما بينها.
- معايير صبغية: يتوفر أفراد نفس النوع على نفس عدد الصبغيات.
- معايير بيوكيميائية وراثية.
- معايير ايكولوجية: تتعلق بوسط العيش و مساحة الانتشار.
- معايير فيزيولوجية: و يتعلق بوظائف الأعضاء عند أفراد نفس النوع.
- معيار الخصوبة: و هو أهم معيار لتحديد النوع و يتجلى في قدرة الأفراد على التوالد و اعطاء خلف خصيب

# 2- تعريف النوع

يتكون النوع من مجموع الساكنات الطبيعية التي تتزاوج فيما بينها زواجا حقيقيا و المعزولة جنسيا عن الساكنات الأخرى المشابهة لها .

يعد الإخصاب المتبادل والخلف الخصيب الخاصيتين الأساسيتين