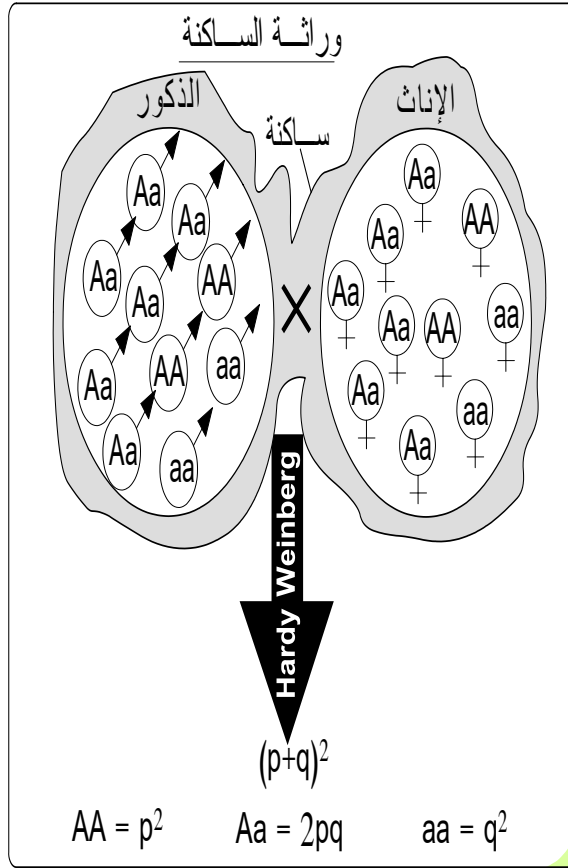


الوحدة الرابعة:

علم وراثة الساكنة

1 2 3 4



Lycée Abttih- 2BSVT4-2014/2015

تتميز أغلبية الجماعات البشرية بتنوع كبير في المظاهر الخارجية لأفرادها، من حيث القامة والشكل والوزن ولون البشرة والشعر والعينين وصفات أخرى، وهذا الاختلاف بين أفراد الساكنات ناتج عن تنوعها الوراثي.

اقترح: الأستاذة خديجة زكريط

**البرنامج الخاص بتدريس مادة علوم الحياة والأرض.
السنة الثانية علوم تجريبية - مسلك علوم الحياة والأرض
عنوان الوحدة: علم وراثاة الساكنة.**

الحصص		
	الأولى الإعدادية: العلاقات بين الكائنات الحية وتفاعلها مع الوسط. الجدع المشترك العلمي: علم البيئة، التوالد عند النباتات. الوحدة الثانية: الخبر الوراثي وآلية تعبيره. الوحدة الثالثة: نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي، علم الوراثة البشرية.	المكتسبات القبلية
17 ساعة	<p style="text-align: center;">علم وراثاة الساكنة</p> <ul style="list-style-type: none"> - توازن الساكنة. ◆ مفهوم الساكنة، تعريفها. ◆ المحتوى الجيني للساكنة Le pool de gènes. - قانون Hardy - weinberg. - عوامل تغير الساكنة. ◆ الطفرات Les mutations. ◆ الانتقاء الطبيعي La sélection naturelle. ◆ الانحراف الجيني La dérive génétique * ◆ الهجرة La migration - النوع: ◆ المعايير المميزة للنوع. ◆ تعريف النوع. 	المضامين المراد دراستها والغلاف الزمني المخصص لكل منها
30 دقيقة	في بداية معالجة الوحدة.	التقويم القبلي
60 دقيقة	في منتصف الوحدة.	التقويم التكويني
90 دقيقة	عند نهاية الوحدة.	+ الدعم
120 دقيقة	عند نهاية معالجة الوحدة وينبغي أن يشمل مكونات الوحدة.	التقويم الإجمالي
22 ساعة	المجموع	

* دون التطرق إلى آليات الانحراف الجيني

الفهرس

الصفحة	العنوان
3	تقديم عام للوحدة
4	الفصل الأول: القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند الساكنة المتوازنة
19	الفصل الثاني: عوامل تغير الساكنة
44	الفصل الثالث: مفهوم النوع

تقديم عام للوحدة :

تتغير الصفات الوراثية بين أفراد نفس النوع بفضل التوالد الجنسي وبفعل الطفرات التي تتدخل في حالات نادرة. عند الانتقال من مستوى الفرد إلى مستوى النوع، يلاحظ كذلك أن الساكنات المستوطنة لأوساط مختلفة تتميز فيما بينها بتغيرات في المظاهر الخارجية.



Lycée Abttih- 2BSVT4-2014/2015

- ✓ فما هي الساكنة وما مميزاتها الوراثية؟
- ✓ ما هي القوانين الإحصائية المعتمدة في دراسة انتقال الصفات الوراثية عند الساكنة؟
- ✓ ما هي العوامل المتدخلة في تغير الساكنة؟
- ✓ ما هي خاصيات النوع وما المعايير المميزة له؟

الفصل الأول:

القوانين الإحصائية لانتقال

الصفات الوراثية عند الساكنة المتوازنة.

I تعريف وأهداف وراثه الساكنة.

2

وراثه الساكنة

الذكور

الإناث

ساكنة

الوراثة المانديلية

الذكور

الأنثى

الأباء

الخلف

AA = 1/4

aa = 1/4

Aa = 1/2

AA = ?

aa = ?

Aa = ?

رسم تفسيري يظهر اهتمامات كل من الوراثة المانديلية ووراثه الساكنة

** حدد من خلال هذا الرسم اهتمامات كل من علمي الوراثة المانديلية ووراثه الساكنة.

** حدد أهداف وراثه الساكنة.

K. Zekrite.doc

إذا كانت الوراثة المانديلية تعتمد على التزاوجات الموجهة، فإن وراثه الساكنة تهتم بتقييم تردد الأنماط الوراثية عند جماعات من أفراد نوع معين، منحدره من تزاوجات غير تجريبية، فوراثة الساكنة هي تطبيق للوراثة المانديلية على مستوى الساكنة.

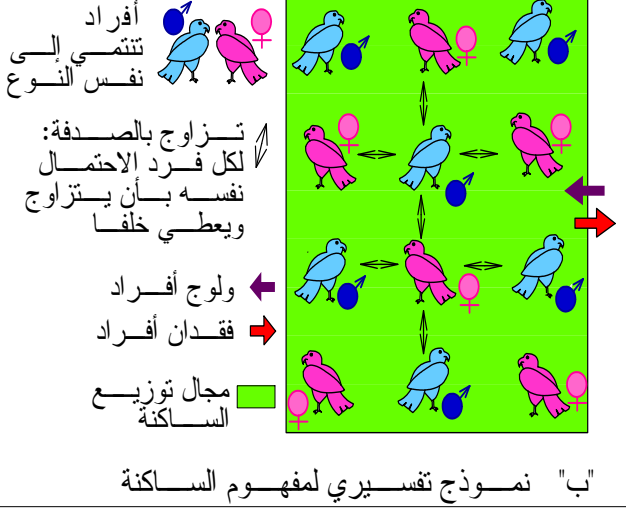
تسعى وراثه الساكنة لتحقيق ثلاث أهداف رئيسية:

- قياس التغير الوراثي انطلاقا من تردد حليلات نفس المورثة.
- فهم كيفية انتقال التغير الوراثي من جيل لآخر.
- فهم آليات تطور هذا التغير الوراثي حسب الأجيال.

II توازن الساكنة: مفهوم الساكنة والمحتوى الجيني.

1 - مفهوم الساكنة

الوثيقة 3 في الصفحة الموالية



Macaca sylvanus المعروف بالقرود زعطوط هو نوع من القرود التي تستوطن المغرب ويشكل ساكنة يبلغ عددها حاليا زهاء 10000 بين المغرب والجزائر. تنتشر هذه الساكنة على الخصوص في غابات شجر الأرز بجبال الأطلس المتوسط على ارتفاع يتراوح بين 1200 و 2000 متر، يتميز بقدرته على تحمل التغيرات المناخية (صيف حار وجاف وشتاء بارد جدا) وهو قرود بدون ذيل، يصل وزنه إلى 20 كغ عند الذكور و 15 كغ عند الإناث وطوله زهاء 60cm.

استخرج من خلال الشكلين "أ" و "ب" تعريفا مبسطا لمفهوم الساكنة موضحا بعض الخصائص التي قد تؤثر على توازنها.

3

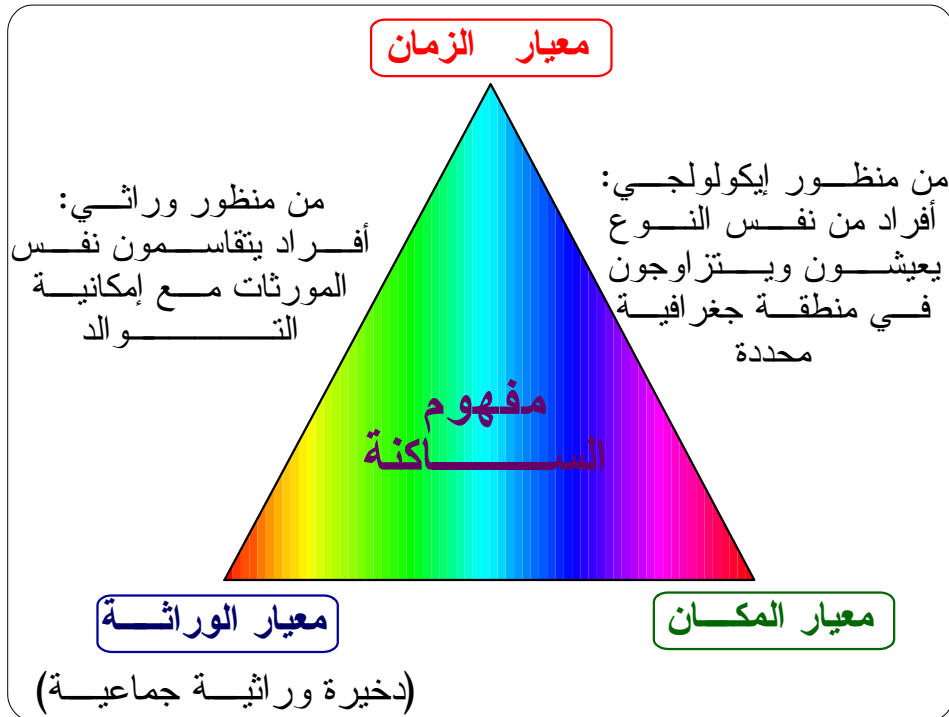
K.Zekrite.doc

الساكنة la population هي مجموعة من الأفراد المنتمية لنفس النوع. وهي مجموعة تعيش في مجال جغرافي معين، يتمكن فيه كل فرد من أفرادها من التزاوج والتوالد مع أي فرد آخر من أفراد المجموعة.

الساكنة ليست كيانا جامدا بل هي على العكس من ذلك بنية دينامية يتخللها تدفق للأفراد من خلال:

- ولوج أفراد جدد ناتج عن الولادات وهجرة أفراد النوع نحو هذه الساكنة.
- فقدان أفراد ناجم عن الوفيات وهجرة أفراد النوع خارج مجال توزيع الساكنة.

ويمكن توضيح مفهوم الساكنة من خلال الرسم التالي:



2 - المحتوى الجيني للساكنة

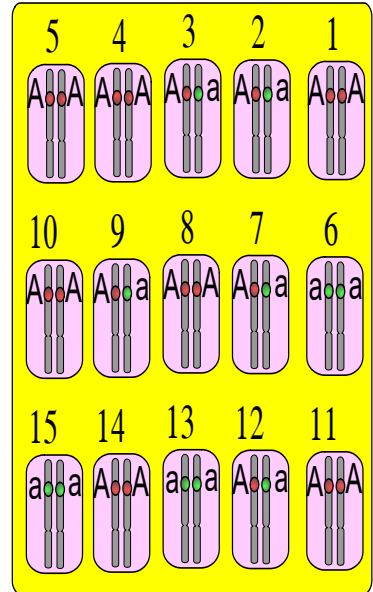
أ - مثال:

يقدم الرسم التفسيري "أ" المحتوى الجيني بالنسبة لموضع مورثة عند ساكنة نظرية مؤلفة من 15 فرداً. سنعتبر أن المورثة غير مرتبطة بالجنس وتملك حليلين: A حليل سائد و a حليل متنحي

4

** اعط تعريفاً للمحتوى الجيني للساكنة
** باستخدام طريقة الاحتمالات، احسب تردد كل من المظاهر الخارجية، الأنماط الوراثية والحليلات واملأ الجدول أسفله.

المجموع	[a]	[A]	المظهر	
N=			العدد	
	$f_{[a]} =$	$f_{[A]} =$	التردد	
	aa	Aa	AA	التردد
N=				العدد
D+H+R=	$f(aa) =$	$f(Aa) =$	$f(AA) =$	التردد
p+q=	$f(a) = q =$	$f(A) = p =$		تردد الحليلات



"أ" المحتوى الجيني لساكنة **سنعتبر: تردد = f** $f(a) = q$ $f(A) = p$ $f(aa) = R$ $f(Aa) = H$ $f(AA) = D$

K .Zekrite.doc

تعريف المحتوى الجيني انظر الحويلة.

حساب الترددات باستخدام طريقة الاحتمالات:

- تردد المظاهر الخارجية:

$$\frac{\text{عدد الأفراد الحاملين للمظهر [A]}}{\text{مجموع أفراد الساكنة N}} = \text{تردد مظهر خارجي [A]} = [A]$$

$$** \text{ تطبيق عددي: } f[A] = 12/15$$

$$f[a] = 03/15$$

- تردد الأنماط الوراثية:

$$\frac{\text{عدد الأفراد الحاملين للنمط AA}}{\text{مجموع أفراد الساكنة N}} = ** \text{ تردد نمط وراثي AA}$$

** تطبيق عددي:

$$D = f(AA) = 07/15$$

$$H = f(Aa) = 05/15$$

$$R = f(aa) = 03/15$$

- تردد الحليلات:

- ♦ يمكن حساب تردد الحليل A بحساب احتمال سحب tirage هذا الحليل بالصدفة من الساكنة، الشيء الذي يتطلب في الأول سحب فرد معين من هذه الساكنة ثم سحب أحد حليليه.
- ♦ يمكن أن يكون الفرد المسحوب AA باحتمال D، في هذه الحالة، احتمال سحب الحليل A بالصدفة من هذا الفرد يساوي 1 (لأن الفرد يحمل الحليل A فقط).
- ♦ أو أن يكون الفرد المسحوب Aa باحتمال H، في هذه الحالة، احتمال سحب الحليل A بالصدفة من هذا الفرد يساوي 1/2 (لأن هذا الفرد يحمل كذلك الحليل a).
- ♦ أو أن يكون الفرد المسحوب aa باحتمال R، في هذه الحالة، احتمال سحب الحليل A بالصدفة من هذا الفرد يساوي 0 (لأن هذا الفرد لا يحمل الحليل A).
- ♦ إذن:

$$p = f(A) = D + H/2$$

♦ نعم هذه القاعدة على a:

$$q = f(a) = R + H/2$$

♦ إتمام معطيات الجدول السابق:

المجموع				المظهر	
	a	A		العدد	المظهر الخارجي
N= 15	03	12			
	$f_a = 03/15$	$f_A = 12/15$			10 9 8 7 6
	aa	Aa	AA	الذمط	
N= 15	03	05	07	الوراثي	15 14 13 12 11
D+H+R= 1	$f(aa)=R=3/15$	$f(Aa)=H=5/15$	$f(AA)=D=7/15$	التردد	
p+q= 1	$f(a) = q = R + H/2$	$f(A) = p = D + H/2$		تردد الحليلات	
<p>$f(a) = q$ $f(A) = p$ $f(aa) = R$ $f(Aa) = H$ $f(AA) = D$ $f =$ تردد</p> <p>المحتوى الجيني لساكنة</p> <p>K .Zekrite.doc</p>					

ب- حصيلة وطرح تساؤلات:

✳ تتميز الساكنة بجينوم جماعي يسمى المحتوى الجيني (الوراثي) للساكنة وهو مجموع الحليلات التي تحملها مختلف مواضع المورثات لكل أفراد الساكنة ويتميز بالاستمرارية عبر الأجيال.
✳ يمكن حساب تردد حليل داخل ساكنة باستعمال الصيغة التالية:

$$\text{تردد حليل داخل عينة} = \frac{\text{عدد المورثة المتشابهة الاقتران بالنسبة للحليل}}{\text{مجموع أفراد الساكنة N}} + \frac{\text{عدد المورثة المختلفة الاقتران}}{2} \times \frac{1}{\text{مجموع أفراد الساكنة N}}$$

III قانون Hardy - Weinberg.

1 - الساكنة النظرية

ترجع صعوبة تتبع التغير الوراثي لساكنة عبر الأجيال إل عدة عوامل يمكنها تغيير ترددات الحليلات، نذكر منها الطفرات، لهذا نعلم على تتبع الخاصيات الوراثية بالنسبة لساكنة نظرية مثالية (الوثيقة 5).

الوثيقة 5: خاصيات الساكنة النظرية المثالية:

- ✳ ساكنة لمتعضيات ثنائية الصيغة الصبغية ذات توالد جنسي وأجيالها غير مترابطة (ليس هناك أي تزاوج بين أفراد الأجيال المختلفة).
- ✳ ساكنة ذات عدد لامنته (كبير جدا).
- ✳ ساكنة مغلقة وراثيا: ليست هناك تدفقات ناتجة عن الهجرة.
- ✳ التزاوج البنمكتي: الأفراد يتزاوجون بالصدفة (لا يتم اختيار الشريك الجنسي بناء على خاصيات نمطه الوراثي أو مظهره الخارجي وبأن التقاء الأمشاج يتم أيضا بالصدفة).
- ✳ لجميع أفراد الساكنة، كيفما كان نمطهم الوراثي القدرة نفسها على التوالد والقدرة على إعطاء خلف قادر على العيش: غياب الانتقاء.
- ✳ غياب الطفرات والتغيرات الوراثية أثناء افتراق الصبغيات إثر الانقسام الاختزالي: يعطي فرد من نمط Aa دائما 50% من الأمشاج A و 50% من الأمشاج a.

2 - قانون Hardy - Weinberg.

أ- نص القانون:

يعتبر قانون H.W أن تردد الحليلات وتردد الأنماط الوراثية تبقى مستقرة من جيل لآخر داخل ساكنة نظرية مثالية فتوصف الساكنة بأنها في حالة توازن.

ب- برهنة القانون في حالة مورثة ذات حليلين:

الوثيقة 6: لنعتبر ساكنة نظرية مثالية ولننتبع تطور محتواها الجيني على مدى جيلين متتابعين G_0 و G_1 وسيتم هذا التتبع من خلال تتبع تطور تردد الأنماط الوراثية وتردد الحليلات بالنسبة لمورثة غير مرتبطة بالجنس ذات حليلين A و a .

ساكنة نظرية مثالية (الجيل G_0)

تردد الأنماط الوراثية G_0
 ** تردد الأنماط الوراثية متساوي عند الجنسين

f(AA)=
 f(Aa)=
 f(aa)=
 D+H+R=

التقاء الأزواج بالصدفة

التقاء الأمشاج بالصدفة

تردد الأنماط الوراثية G_1

f(AA)=
 f(Aa)=
 f(aa)=
 D₁+H₁+R₁=

ساكنة نظرية مثالية (الجيل G_0)

تردد الحليلات G_0 :

f(A)=
 f(a)=
 p+q=

تردد حليلات الأمشاج:

f(A)=
 f(a)=
 p+q=

تردد الحليلات G_1 :

f(A)=
 f(a)=
 p₁+q₁=

K.ZEKRITE.doc

- * حدد تردد الأنماط الوراثية والحليلات في الجيل الأصلي G_0 .
- * حدد تردد الأنماط الوراثية في الساكنة الخلف G_1 .
- * حدد تردد الحليلات في الجيل G_1 في علاقتها بتردد الأنماط الوراثية. ماذا تستنتج؟

* تردد الأنماط الوراثية والحليلات في الجيل G_0 :

$$\begin{aligned} f(AA) &= D & f(A) &= p = D + H/2 \\ f(Aa) &= H & f(a) &= q = R + H/2 \\ f(aa) &= R & p+q &= D+H+R = 1 \\ D+H+R &= 1 \end{aligned}$$

* تردد الأنماط الوراثية في الجيل G_1 :

$$\begin{aligned} f(AA) &= p^2 = D_1 \\ f(Aa) &= 2pq = H_1 \\ f(aa) &= q^2 = R_1 \\ D_1+H_1+R_1 &= p^2+2pq+q^2 \\ &= (p+q)^2 = 1 \end{aligned}$$

نستدرجها من خلال شبكة التزاوج:

✱ تردد الحليلات في الجيل G_1 :

$$\begin{aligned}
 * f(a) &= q_1 \\
 &= R_1 + H_1/2 \\
 &= q^2 + 2pq/2 \\
 &= q^2 + pq \\
 &= q(p+q)
 \end{aligned}$$

وبما أن: $p+q = 1$
فإن:

$$f(a) = q$$

$$\begin{aligned}
 * f(A) &= p_1 \\
 &= D_1 + H_1/2 \\
 &= p^2 + 2pq/2 \\
 &= p^2 + pq \\
 &= p(p+q)
 \end{aligned}$$

وبما أن: $p+q = 1$
فإن:

$$f(A) = p$$

✱ إتمام الرسم السابق:

تردد الأنماط الوراثية: G_0
** تردد الأنماط الوراثية متساوي عند الجنسين

$f(AA) = D$
 $f(Aa) = H$
 $f(aa) = R$
 $D+H+R = 1$

تردد الحليلات: G_0
 $f(A) = p = D + H/2$
 $f(a) = q = R + H/2$
 $p+q = D+H+R = 1$

التقاء الأزواج بالصدفة
التقاء الأمشاج بالصدفة

شبكة التزاوج

تردد حليلات الأمشاج:
 $f(A) = p$
 $f(a) = q$
 $p+q = 1$

تردد الأنماط الوراثية: G_1
 $f(AA) = p^2 = D_1$
 $f(Aa) = 2pq = H_1$
 $f(aa) = q^2 = R_1$
 $D_1+H_1+R_1 = p^2+2pq+q^2 = (p+q)^2 = 1$

تردد الحليلات: G_1
 $f(A) = p_1$
 $f(a) = q_1$
 $p_1+q_1 = 1$

استنتاج

$f(AA) = p^2$
 $f(Aa) = 2pq$
 $f(aa) = q^2$
 $D+H+R = 1$

$f(A) = p$
 $f(a) = q$
 $p+q = 1$

K .Zekrite.doc

ت- حصيلة:

✿ قانون Hardy - Weinberg: في الساكنة النظرية المثالية، تظل ترددات الأنماط الوراثية وترددات الحليلات مستقرة من جيل لآخر، فنقول أن الساكنة في حالة توازن. يتم تحديد ترددات الأنماط الوراثية انطلاقاً من تردد الحليلات باعتماد علاقة بسيطة تقابل نشر الحدانية $(p + q)^2$.

✿ في حالة مورثة ذات حليلين، بحيث p هو تردد الحيل A و q هو تردد الحليل a ، فإن تردد الأنماط الوراثية ستحسب كالاتي:

$$\begin{aligned} f(AA) + f(Aa) + f(aa) &= (p+q)^2 \\ &= p^2 + 2pq + q^2 \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \begin{aligned} f(AA) &= p^2 \\ f(Aa) &= 2pq \\ f(aa) &= q^2 \end{aligned}$$

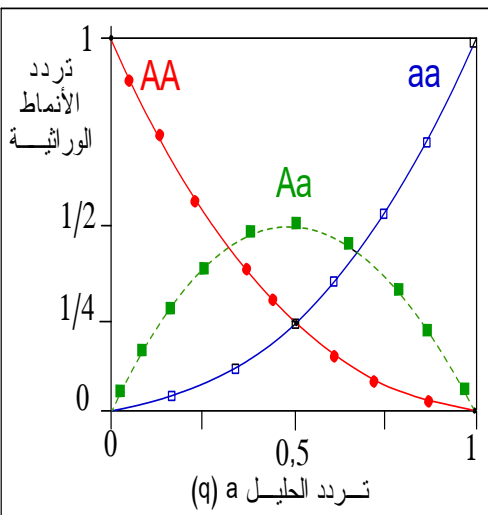
ملحوظة: يطبق قانون H.W أيضاً على المورثات المتعددة الحليلات، بحيث إذا كانت ترددات الحليلات على التوالي هي p, q, r, \dots, n ، فإن ترددات مختلف الأنماط الوراثية هي نشر الحدانية $(p+q+r+\dots+n)^2$.

فمثلاً في حالة الفصائل الدموية (A,B,O):

$$\begin{aligned} f(A) &= p \\ f(B) &= q \\ f(O) &= r \end{aligned} \quad \rightarrow \quad (p+q+r)^2 = \underbrace{p^2}_{f(AA)} + \underbrace{2pq}_{f(AB)} + \underbrace{2pr}_{f(AO)} + \underbrace{q^2}_{f(BB)} + \underbrace{2qr}_{f(BO)} + \underbrace{r^2}_{f(OO)}$$

ج- العلاقة بين تردد الأنماط الوراثية والحليلات:

بتطبيق المعادلات:



$$\begin{aligned} f(AA) &= p^2 = (1-q)^2 \\ f(Aa) &= 2pq = 2q(1-q) \\ f(aa) &= q^2 \end{aligned}$$

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

** حدد قيم تردد مختلف الأنماط الوراثية في حالة:

$$p = q = 0,5$$

$$f(AA) = 1/4$$

$$f(Aa) = 1/2$$

$$f(aa) = 1/4$$

** ملاحظة:

النسب المانديلية $1/4, 1/2, 1/4$ المحصلة خلال تزاوج الهجناء مختلفي الاقتران، هي حالة خاصة من قانون H.W، حيث تكون: $p = q = 0,5$.

7

3 - تطبيق قانون Hardy - Weinberg.

أ - اختبار التوازن χ^2 :

الوثيقة 8: اختبار التوازن χ^2 (chideux)

للتأكد إن كانت الساكنة في حالة توازن أم لا، نقوم بإنجاز اختبار التطابقية χ^2 :
* نحسب قيمة χ^2 النظرية (المحسوبة) باستعمال العلاقة الآتية:

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

* نبحث عن قيمة χ^2 العتبة والتي تقرأ في جدول خاص (الجدول أسفله) بدلالة معيارين:

↔ احتمال الخطأ α : ويتم اختياره من طرف المختبر وهو عادة $5\% = 0,05$.

↔ درجة الحرية ddl : عدد الحليلات - عدد الأنماط الوراثية = ddd

$\alpha \backslash ddl$	0,90	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
01	0,016	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635
02	0,211	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210
03	0,584	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,34
04	1,064	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,67	13,28
05	1,610	4,351	6,064	7,289	9,236	11,07	13,39	15,08

* نقارن قيمة χ^2 المحسوبة مع قيمة χ^2 العتبة (المقروءة في الجدول):

♦ إذا كانت قيمة χ^2 المحسوبة أصغر من قيمة χ^2 المقروءة في الجدول: نقول أن الساكنة تخضع لقانون Hardy w أي في حالة توازن.

♦ إذا كانت قيمة χ^2 المحسوبة أكبر من قيمة χ^2 المقروءة في الجدول: نقول أن الساكنة لا تخضع لقانون H W أي أنها غير متوازنة.

K.Zekrite.doc

ب - أمثلة تطبيقية:

a- مثال 1:

الوثيقة 9: عند الإنسان، تخضع الفصيلة الدموية في النظام MN لتعبير حليلين متساويي السيادة M و N. عند عينة مؤلفة من 6129 شخص بريطاني أعطت الإحصائيات النتائج المدونة في الجدول التالي:

[N]	[MN]	[M]	الفصيلة
			النمط الوراثي
1303	3039	1787	العدد الملاحظ
			العدد النظري
N = 6129			مجموع الأفراد

K.Zekrite.doc

(1) احسب تردد الأنماط الوراثية الملاحظ في هذه العينة.

(2) احسب تردد الحليلين M و N. إذا اعتبرنا هذه الساكنة في حالة توازن HW:

(3) احسب التردد النظري (المنتظر) لكل من الأنماط الوراثية.

(4) احسب عدد الأنماط الوراثية النظري.

(5) هل تعتبر هذه الساكنة في حالة توازن؟: تأكد من ذلك باستعمال اختبار التطابقية χ^2 .

1 - تردد الأنماط الوراثية الملاحظ:

$$D = f(MM) = \frac{\text{عدد الأفراد MM}}{\text{مجموع الأفراد}} = \frac{1787}{6129} = 0,29$$

$$H = f(MN) = \frac{3039}{6129} = 0,49$$

$$R = f(NN) = \frac{1303}{6129} = 0,21$$

2 - تردد الحاملين M و N:

نضع: $f(M) = p$, $f(N) = q$

$$p = f(M) = D + H/2 = 0,29 + 0,49/2 = 0,53$$

$$q = f(N) = R + H/2 = 0,21 + 0,49/2 = 0,45$$

$$p + q = 0,53 + 0,45 = 1$$

3 - تردد الأنماط الوراثية النظري: باعتبار الساكنة في حالة توازن H.W، يحق لنا حساب تردد الأنماط الوراثية المنتظر (المتوقع = النظري) بنشر الحدانية $(p+q)^2$:

$$f(MM) = p^2 = (0,53)^2 = 0,28$$

$$f(MN) = 2pq = 2 \times 0,53 \times 0,45 = 0,47$$

$$f(NN) = q^2 = (0,45)^2 = 0,20$$

4 - عدد الأنماط الوراثية النظري:

** عدد الأفراد الحاملين للنمط MM:

$$p^2 \times N = 0,28 \times 6129 = 1716$$

** عدد الأفراد الحاملين للنمط MN:

$$2pq \times N = 0,47 \times 6129 = 2880,6$$

** عدد الأفراد الحاملين للنمط NN:

$$q^2 \times N = 0,20 \times 6129 = 1225,8$$

ملأ جدول الوثيقة:

[N]	[MN]	[M]	الفصيلة
NN	MN	MM	النمط الوراثي
1303	3039	1787	العدد الملاحظ
1225,8	2880,6	1716	العدد النظري
N = 6129			مجموع الأفراد

5 - تحديد إن كانت الساكنة في حالة توازن أم لا:

* حساب قيمة χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{(1787 - 1716)^2}{1716} + \frac{(3039 - 2880,6)^2}{2880,6} + \frac{(1303 - 1225,8)^2}{1225,8}$$

$$= 2,93 + 8,71 + 4,86$$

$$= 16,5$$

$$\begin{aligned} \text{ddl} &= \text{عدد الحلقات} - \text{عدد الأنماط الوراثية} \\ &= 3 - 2 \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$3,84 = \text{قيمة } X^2 \text{ المقروءة في الجدول (نقطة التقاطع)} \left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0,5 \\ \text{ddl} = 1 \end{array} \right.$$

$$\text{قيمة } X^2 \text{ المحسوبة} = 16,5 \quad \text{قيمة } X^2 \text{ المقروءة (العتبة)} = 3,84$$

X^2 المحسوبة أكبر من قيمة X^2 المقروءة

نظرية H.W مرفوضة والساكنة غير متوازنة

b- مثال 2:

الوثيقة 10: داخل ساكنة تتألف من 400 نبتة زهرية، تم إحصاء عدد الأزهار الحمراء وعدد الأزهار البيضاء، يمثل الجدول أسفله النتائج المحصلة. للإشارة فالمورثة الموجهة للون هذه الأزهار محمولة على صبغي لا جنسي مع سيادة الحليل المسؤول عن اللون الأحمر R على الحليل المسؤول عن اللون الأبيض b.

$b = 65$	$R = 335$	عدد المظاهر الخارجية الملاحظة
		الأنماط الوراثية
65		أعداد الأنماط الوراثية الملاحظة
		أعداد الأنماط الوراثية النظرية

1) املأ خانات الجدول بما يناسب.
2) احسب تردد النمط الوراثي bb. إذا اعتبرنا هذه الساكنة في حالة توازن.
3) احسب تردد الحليلين R و b.
4) احسب تردد وعدد الأنماط الوراثية (النظري) RR و Rb في هذه الساكنة.

1 - انظر الجدول أسفله.

2 - تردد النمط الوراثي bb

✳ يسهل حساب تردد حاملي الصفة المتنحية، لأن عدد مظاهرها الخارجية يكون مساويا لعدد الأنماط الوراثية.

✳ تردد النمط الوراثي bb:

$$f[b] = f(bb) = \frac{65}{400} = 0,16$$

3 - تردد الحليلين R و b: إذا اعتبرنا هذه الساكنة في حالة توازن، فيمكن حساب تردد الحليلات من خلال تردد الأنماط الوراثية والتي تقابل نشر الحدانية: $(p+q)^2$:

$$\begin{array}{l} p = f(R) \\ q = f(b) \end{array} \quad \text{مع} \quad \begin{array}{l} f(RR) = p^2 \\ f(Rb) = 2pq \\ f(bb) = q^2 \end{array}$$

* نبدأ بقيمة q لأنه نعلم مسبقاً قيمة $q^2 = f(bb)$:

$$q^2 = f(bb) = 0,16 \rightarrow q = \sqrt{f(bb)} = 0,4$$

$$q = 0,4$$

* قيمة p:

$$\begin{array}{l} p = 1 - q \\ = 1 - 0,4 \\ = 0,6 \end{array} \quad \leftarrow \quad p + q = 1 \quad \text{نعلم أن:}$$

$$p = 0,6$$

4 - حساب التردد النظري للأفراد RR و Rb: بناء على قيم p و q، يمكن حساب هذه القيم:

$$** f(RR) = p^2 = (0,6)^2 = 0,36$$

$$** f(Rb) = 2pq = 2 \times 0,6 \times 0,4 = 0,48$$

5 - العدد النظري للأنماط الوراثية: RR و Rb.

** عدد الأفراد الحاملين للنمط RR:

$$p^2 \times N = 0,36 \times 400 = 144$$

** عدد الأفراد الحاملين للنمط Rb:

$$2pq \times N = 0,48 \times 400 = 192$$

** عدد الأفراد الحاملين للنمط bb:

$$q^2 \times N = 0,16 \times 400 = 64$$

جمع المعطيات في جدول الوثيقة:

$[b] = 65$	$[R] = 335$		عدد المظاهر الخارجية الملاحظة
bb	Rb	RR	الأنماط الوراثية
65	تحتاج لدراسة ميدانية		أعداد الأنماط الوراثية الملاحظة
64	192	144	أعداد الأنماط الوراثية النظرية

c- مثال 3:

الوثيقة 11: الدلتونية le daltonisme شذوذ متتحي مرتبط بالصبغي الجنسي X. عند ساكنة مؤلفة من 1000 شخص تم تقييم تردد هذا الحليل فتبين أنه يقدر ب $q=0,08$.

(1) احسب التردد p بالنسبة للحليل العادي (Normal (N) في حالة إذا ما إذا تم التزاوج عشوائيا بين أفراد هذه الساكنة:

(2) حدد تردد مختلف الأنماط الوراثية في الجيل الخلف (اعط أولا أصناف الأمشاج التي يمكن أن يشكلها أفراد الساكنة الأصلية ثم اعط شبكة التزاوج).

(3) ادل بحصيلة حول كيفية احتساب تردد الأنماط الوراثية في حالة انتقال صفة مرتبطة بالصبغي الجنسي X.

K.Zekrite.doc

1 - تردد الحليل p للصفة العادية:

$$p = 1 - q$$

$$= 1 - 0,08 = 0,92$$

$$\text{لدينا: } q = 0,08$$



$$p = 0,6$$

2 تردد مختلف الأنماط الوراثية عند الخلف:
* الأنماط الوراثية الممكنة داخل هذه الساكنة:

** الإناث: $\frac{X_N}{X_m}$ و $\frac{X_N}{X_N}$ و $\frac{X_m}{X_m}$

** الذكور: $\frac{X_m}{Y}$ و $\frac{X_N}{Y}$

* الأمشاج الأنثوية: X_m و X_N

* الأمشاج الذكرية: X_N و X_m و Y

* شبكة التزاوج في هذه الساكنة:

الأمشاج ♂ ♀	X_N p	X_m q	Y
X_N p	$\frac{X_N}{X_N}$ [N] ♀ p^2	$\frac{X_N}{X_m}$ [N] ♀ pq	$\frac{X_N}{Y}$ [N] ♂ p
X_m q	$\frac{X_N}{X_m}$ [N] ♀ pq	$\frac{X_m}{X_m}$ [m] ♀ q^2	$\frac{X_m}{Y}$ [m] ♂ q

✱ تردد الأنماط الوراثية في الجيل الخلف:
** الإناث:

$$\begin{aligned} - f(X_N X_N) &= p^2 = (0,92)^2 = 0,85 \\ - f(X_N X_m) &= 2pq = 2 \times 0,08 \times 0,92 = 0,15 \\ - f(X_m X_m) &= q^2 = (0,08)^2 = 0,06 \end{aligned}$$

** الذكور:

$$\begin{aligned} - f(X_N Y) &= p = 0,92 \\ - f(X_m Y) &= q = 0,08 \end{aligned}$$

✱ حصيلة:

إذا كانت المورثة مرتبطة بالجنس فإنه:
✱ عند الإناث: تردد الأنماط الوراثية يبقى خاضعا لقانون Hardy-weinberg، حيث $f(X_A X_A) = p^2$ و $f(X_A X_a) = 2pq$ و $f(X_a X_a) = q^2$.
✱ عند الذكور: تردد الأنماط الوراثية يساوي تردد الحليلات.
اعتبار A حليل سائد و a حليل متنحي.

تمرين تطبيقي - تمرين تطبيقي

الناعورية مرض وراثي يصيب الإنسان، يتحكم في ظهوره حليل (h) متنحي مرتبط بالصبغي الجنسي X. يتردد هذا المرض في صفوف الذكور بنسبة 1%.

- احسب التردد q لحليل هذا المرض والتردد p للحليل السليم. (1 ن)
- حدد التردد المنتظر للنساء المريضات بهذا المرض. (1 ن)
- حدد التردد المنتظر للنساء الناقلات للمرض. (1 ن)

أجوبة:

1- تردد المظاهر الخارجية: يجب اعتبار التقاء مشيجين أخذًا بشكل عشوائي من الساكنة

♂ الأمشاج	<u>C</u> p	<u>Ch</u> q	<u>c</u> r
<u>C</u> p	$\frac{C}{C}$ [C] p ²	$\frac{C}{Ch}$ [C] pq	$\frac{C}{c}$ [C] pr
<u>Ch</u> q	$\frac{C}{Ch}$ [C] pq	$\frac{Ch}{Ch}$ [Ch] q ²	$\frac{Ch}{c}$ [Ch] qr
<u>c</u> r	$\frac{C}{c}$ [C] pr	$\frac{Ch}{c}$ [Ch] qr	$\frac{c}{c}$ [c] r ²

◀ شبكة التزاوج:

◀ من خلال شبكة التزاوج نستخرج المعادلات التالية: $f[C] = p^2 + 2pq + 2pr = 0,75$

$$f[Ch] = q^2 + 2qr = 0,09$$

$$f[c] = r^2 = 0,16$$

2 - حساب تردد الحليلات (p, q, r) انطلاقا من المظاهر الخارجية:
نعتبر المعادلات السابقة لكن مع معرفة نتائجها. المطلوب هو حساب p و q و r.

$$f[C] = p^2 + 2pq + 2pr = 168/200 = 0,84 \quad (1)$$

$$f[Ch] = q^2 + 2qr = 30/200 = 0,15 \quad (2)$$

$$f[c] = r^2 = 2/200 = 0,01 \quad (3)$$

من المعادلة (3) نستخلص قيمة r:

$$r = 0,1$$

نستعمل قيمة r لكتابة المعادلة (2):

$$q^2 + 0,2q - 0,15 = 0 \quad (2)$$

هذه المعادلة على وزن: $ax^2 + bx + c$ وهي معادلة من الدرجة الثانية

$$\begin{aligned} \Delta &= b^2 - 4ac \\ &= 0,64 = (0,8)^2 \end{aligned}$$

$$q_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} \quad q_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$q_1 = -1/2 \quad q_2 = 0,3$$

نحتفظ فقط بالقيمة الموجبة:

$$q = 0,3$$

نستخلص قيمة p باستخدام المعادلة:

$$p + q + r = 1$$

$$p = 0,6$$

الفصل الثاني: عوامل تغير الساكنة.

I عوامل تغير الساكنة: الطفرات.

1 - أنواع الطفرات

الطفرات هي تغير وراثي تلقائي، يصيب المادة الوراثية (LADN) حيث نميز بين صنفين أساسيين: الطفرات الموضعية والطفرات الصبغية.

أ- الطفرات الموضعية:

الوثيقة 12: الطفرات الموضعية = الدقيقة

تمثل السلاسل التالية المتتاليات النيكلوتيدية (السلسلة غير المنسوخة) للسلسلة β للخضاب الدموي وامتتاليات الأحماض الأمينية التي ترمز إليها.

للإشارة، يؤدي الحليل HbS إلى إنتاج خضاب دموي يسبب فقر الدم المنجلي أما الحليلات Tha فتسبب أمراض Thalassémie المحدثة لفقر دم حاد يستدعي حقنا منتظما للدم.

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
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	Trp	Gly	Lys	Val	البروتين العادي HbA
CAT	CTG	ACT	CCT	GAG	GAG	AAG	TCT	GCC	GTT	ACT	GCC	CTG	TGG	GGC	AAG	GTG	حليل متغير HbA ₁
His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser	Ala	Val	Thr	Ala	Leu	Trp	Gly	Lys	Val	البروتين العادي HbA
CAC	CTG	ACT	CCT	GTG	GAG	AAG	TCT	GCC	GTT	ACT	GCC	CTG	TGG	GGC	AAG	GTG	حليل طافر HbS
His	Leu	Thr	Pro	Val	Glu	Lys	Ser	Ala	Val	Thr	Ala	Leu	Trp	Gly	Lys	Val	بروتين غير عادي Hbs
CAT	CTG	ACT	CCT	GAG	GAG	AAG	TCT	GCC	GTT	ACT	GCC	CTG	TAG	GGC	AAG	GTG	حليل طافر Tha ₂
His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser	Ala	Val	Thr	Ala	Leu	قف Stop				بروتين غير عادي Tha ₂
CAC	CTG	ACT	CCT	GGG	AGA	AGT	CTG	CCG	TTA	CTG	CCC	TGT	GGG	GCA	AGG	TGA	حليل طافر Tha ₃
His	Leu	Thr	Pro	Glu	Arg	Ser	Leu	Pro	Leu	Leu	Pro	Cys	Gly	Ala	Arg		بروتين غير عادي Tha ₃
CAC	CTG	ACT	CCT	GAG	GAG	AAG	CTC	TGC	CGT	TAC	TGC	CCT	GTG	GGG	CAA	GGT	حليل طافر Tha ₄
His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Leu	Cys	Arg	Tyr	Cys	Pro	Val	Gly	Gln	Gly	بروتين غير عادي Tha ₄

K.Zekrite.doc

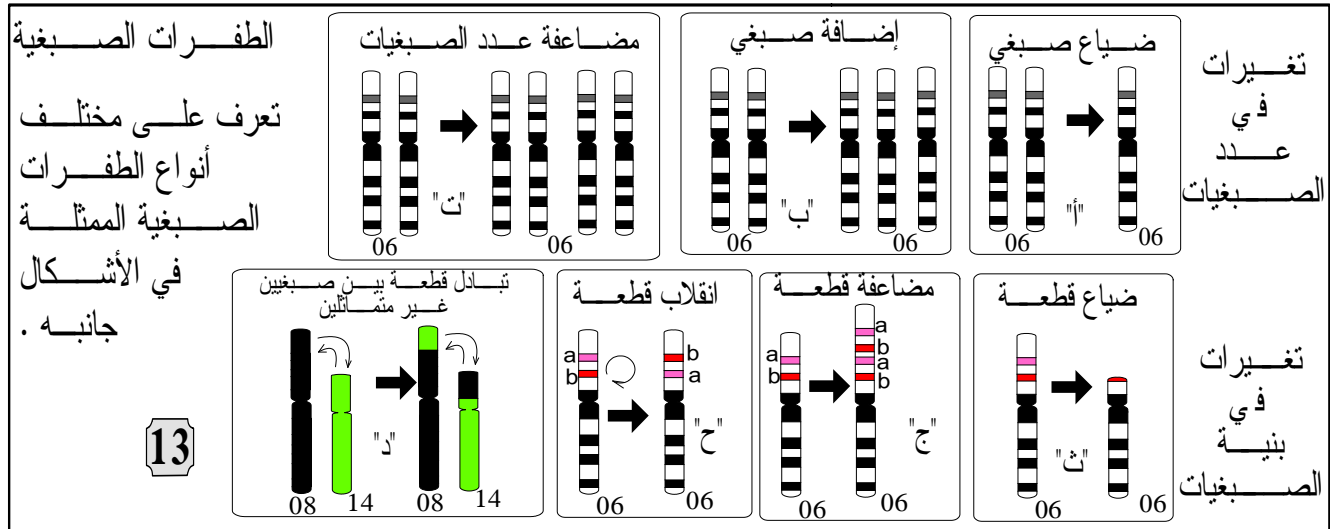
- * لون بالأحمر القواعد الأزوتية وبالأخضر الأحماض الأمينية التي لمسها التغير.
- * تعرف مختلف أصناف الطفرات من خلال ملأ الجدول في الصفحة الموالية.
- * باستعمال معطيات هذا المثال، صنع نصا تعرف من خلاله دلالة الطفرات الموضعية وأصنافها.

الحليل	نوع التغيير في مستوى الحليل	التائج على مستوى البروتين	صنف الطفرة
HbA ₁	استبدال قاعدة بأخرى.	لا شيء.	طفرة صامتة
HbS	استبدال القاعدة A ب T في الموقع 6	استبدال حمض أميني بأخر.	طفرة المعنى الخاطئ
Tha ₂	استبدال القاعدة G ب A في الموقع 15	توقف القراءة في موقع الاستبدال	الطفرة بدون معنى
Tha ₃	ضياح القاعدة A في الموقع 6.	تغير طور القراءة: استبدال كافة الأحماض الأمينية بعد موقع الاستبدال.	ضياح
Tha ₄	إضافة القاعدة C في الموقع 9.	تغير طور القراءة.	إضافة

تتعلق الطفرات الموضعية بتغير في عدد القواعد الأزوتية (استبدال، ضياح أو إضافة).

ب- الطفرات الصبغية:

تغيرات في عدد أو بنية الصبغيات، وحسب أهمية هذه الأخيرة، يمكن أن تصيب قطعة من مورثة أو مورثة كاملة أو عدة مورثات.



ملحوظة: يمكن أن تصيب الطفرات مختلف خلايا الجسم، لكنها حينما تصيب الخلايا الوراثية، تنتقل الطفرة إلى الخلف، فننكلم عن طفرة وراثية.

2 الطفرات مصدر التغير الوراثي داخل الساكنة (الوثيقة 14)

- الطفرة هي الظاهرة الأساسية التي بواسطتها تظهر حليلات جديدة، وبذلك تعد مصدر التغير الوراثي داخل الساكنة الطبيعية (الشكل "أ" و "ب" من الوثيقة 14) لكونها مسؤولة عن ظهور أنماط وراثية جديدة مما يتيح ظهور مظاهر خارجية جديدة (الشكل "ت" من الوثيقة 14).
- تحدث الطفرات بنسب ضعيفة جدا، وعليه يكون تغير تردد حليلات الساكنة بفعالها ضعيفا خلال الفترة التي تضم أجيالا محدودة، غير أنها تصبح مهمة مع تعدد الأجيال (الشكل "ج" من الوثيقة 14).



Triticum aestivum
6n=42

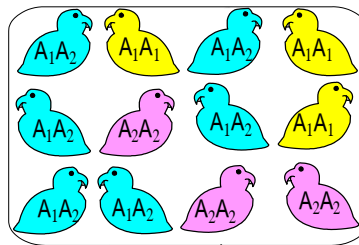


Triticum durum
4n=28



Triticum compactum
2n=14

"ب" بعض أنواع القمح



$$f(A_1) = p = 0,5$$

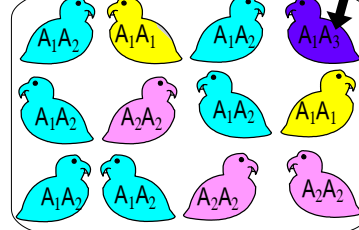
$$f(A_2) = q = 0,5$$

$$f(A_1A_1) = 3/12$$

$$f(A_1A_2) = 6/12$$

$$f(A_2A_2) = 3/12$$

ظهور الحليل
A₃ يفعل طفرة



$$f(A_1) = p = 0,45$$

$$f(A_2) = q = 0,5$$

$$f(A_3) = r = 0,05$$

$$f(A_1A_1) = 2/12$$

$$f(A_1A_2) = 6/12$$

$$f(A_2A_2) = 3/12$$

$$f(A_1A_3) = 1/12$$

"أ" نموذج تفسيري لتأثير الطفرات
في المحتوى الجيني للسكانة



نمر أبيض

نمر عادي

"ت" النمر الأبيض
مظهر خارجي لنوع
Panthera tigris
ناتج عن طفرة
وراثية نادرة تؤدي
إلى غياب لون الفرو

المتعضي	حمة العائيلة	بكتيرية E coli	الذرة	ذبابة الخل
نسبة الطفرة في الجيل	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$
"ج" نسبة الطفرات الموضوعية المقاسة بالنسبة لمورثة معينة عند بعض المتعضيات				

- ** حدد من خلال الوثيقة "أ" أثر الطفرات على المحتوى الجيني للسكانة
- ** حدد من خلال الوثيقتين "ب" و "ت" أثر الطفرات على المظاهر الخارجية للسكانة
- ** حلل نتائج الوثيقة "ج" وحدد مدى تأثير الطفرات على تردد الحليلات

14

II عوامل تغير الساكنة: الانتقاء الطبيعي.

1 - بناء مفهوم الانتقاء الطبيعي:

أ - بعض مظاهر الانتقاء الطبيعي:



"ب"
ليس
لمختلف
الكائنات
المؤهلات
نفسها
على
البقاء
على قيد
الحياة

اختيار الشريك الجنسي
يتم بناء على مجموعة من
المظاهر الخارجية
(استعراض زاهي مميز
للريش عند ذكر الطاووس
مثلا) والتي ترتبط
بالنمط الوراثي للفرد.



بعض مظاهر الانتقاء الطبيعي

** استخرج من خلال شكلي هذه الوثيقة العوامل
المتدخلة في الانتقاء الطبيعي. K.Zekrite.doc

15

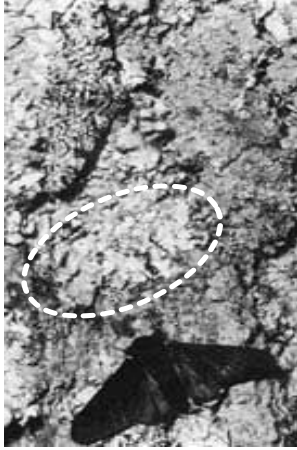
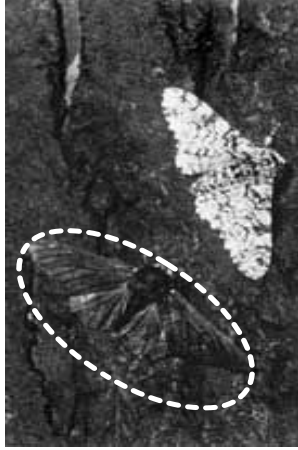
* تمثل العوامل المتدخلة في الانتقاء الطبيعي في:

- الاختيار التفاضلي للأزواج.
- القدرة التفاضلية على العيش.

* فهل لهذه العوامل أثر على تردد الحليلات داخل ساكنة معينة؟

ب- مثال لانتقاء طبيعي:

الوثيقة 16: السندر *Biston bitularia* فراشة ليلية، تقضي النهار فوق جذوع الأشجار. في إنجلترا وإلى غاية سنة 1948، تم تسجيل غياب هذه الفراشات بشكلها القاتم. في وسط القرن العشرين، لوحظ بداية انتشار هذه الفراشات ذات اللون الداكن في بعض المناطق الصناعية. سنة 1959 قام الباحث *Kettewell* بدراسة إحصائية لشكلي الفراشة في منطقتين: منطقة *Birmingham*، وهي منطقة صناعية جذوع أشجارها داكنة بفعل التلوث، وفي منطقة *Doset*، وهي منطقة ريفية غير ملوثة، جذوع أشجارها فاتحة. يلخص الجدول "أ" نتائج هذه الدراسة ويعطي الشكل "ب" صوراً لشكلي الفراشة فوق جذع قاتم وآخر فاتح.

"ب" الأشكال الفاتحة والقائمة للفراشة: فوق جذع فاتح		منطقة صناعية		منطقة ريفية	
فوق جذع قاتم		فاتح	قاتم	فاتح	قاتم
				11%	89%
		0%	100%	74%	26%
		نسبة الأشكال داخل الساكنة		نسبة الفراشات المستهلكة	
				86%	14%

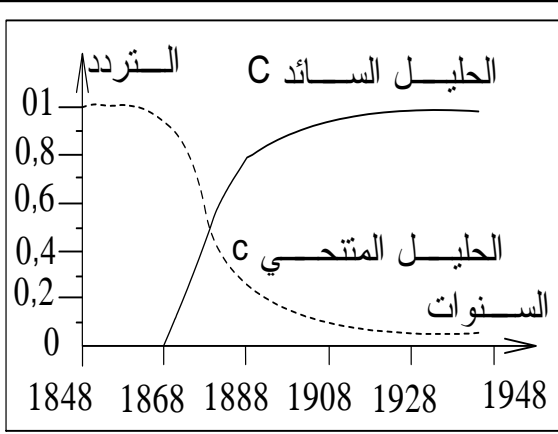
- 1) باستعمال الشكل "أ"، ماذا تلاحظ فيما يخص توزيع شكلي هذه الفراشة؟
- 2) باستعمال معطيات الشكل "ب" وإذا علمت أن هذه الفراشات تؤكل من طرف بعض الطيور، فسّر الاختلاف المسجل في تردد شكلي هذه الفراشة في كل من المنطقتين المدروستين.

1 ملاحظات تخص توزيع شكلي الفراشات:

- ✳ في المنطقة الصناعية، تتردد فراشة أرفية السندر القائمة اللون بشكل أكبر من تردد الفراشة الفاتحة في المنطقة الريفية، تتواجد فقط الأشكال الفاتحة للفراشة.
- 2 - يفسر اختلاف تردد المظاهر الخارجية بين المنطقتين بتأثير الطيور المفترسة:
- ✳ في المنطقة الصناعية، أصبحت جذوع الأشجار داكنة مما يجعل من السهل رؤية الفراشات الفاتحة اللون من طرف الطيور المفترسة مما يعرضها بنسبة أكبر للاقتراس.
- ✳ في المنطقة الريفية، بقيت جذوع الأشجار فاتحة فيكون من السهل على الطيور المفترسة رؤية الفراشات القائمة وهذا ما يعرض هذه الفئة للاقتراس بنسبة أكبر.
- ✳ يعود إذن هذا التوزيع إلى اختلاف مؤهلات البقاء عند هذه الفراشات وهو عامل من عوامل **الانتقاء الطبيعي** = *Sélection naturelle*.

ت- تأثير الانتقاء الطبيعي على تردد الخليلات:

- ✳ في ساكنة المنطقة الصناعية، انخفض تدريجياً تردد الخليل المتحى *c* الذي يرمز للمظهر الفاتح، إلى أن انعدم في سنة 1948. بالمقابل يعوض هذا النقصان في تردد الخليل المتحى بازدياد تردد الخليل السائد الذي يوجه المظهر القاتم، إلى أن بلغ $p=1$.
- ✳ تؤثر إذن ظاهرة الانتقاء الطبيعي على تردد الخليلات مع توالي الأجيال: بذلك **تنتشر وتشيّع بعض الخليلات التي تعطي للأفراد الحاملة لها انتقاء تفضيلياً**، في حين تتقلص أخرى وتقرض.



** تتحكم في لون فراشة الأرفية مورثية بحليلين الحليل C سائد والحليل c متنحي. النمط الوراثي للفراشات القاتمة هو C//C أو C//c. أما الأفراد الفاتحة اللون فتحمل النمط c//c.

تمثل الوثيقة جانبه تردد كل من هذين الحليلين عند الفراشة في منطقة صناعية

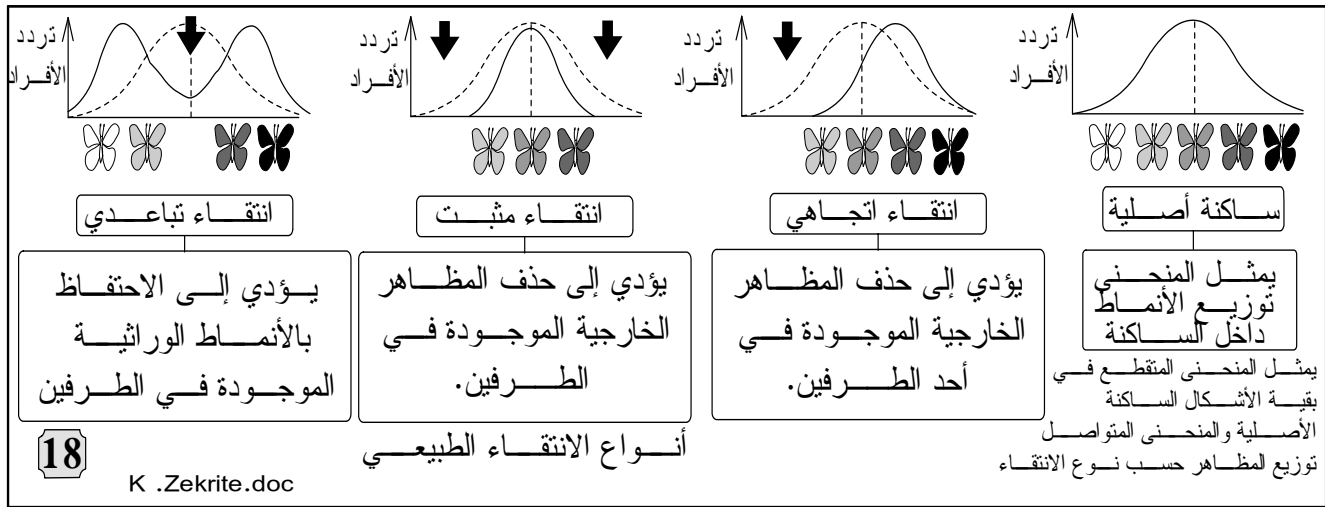
** حل المبيان واستنتج تأثير الانتقاء على تردد الحليلات في ساكنة معينة.

17

ج- حصيلة: مفهوم الانتقاء الطبيعي:

الانتقاء الطبيعي، آلية تطبق على الساكنة لا على الفرد. ويتم عندما يكون لدى أفراد بمظهر خارجي معين احتمال أكبر في العيش أو (و) التوالد بالمقارنة مع مظهر آخر، مما يؤدي إلى انتقال مورثاتهم بشكل تفاضلي للأجيال الموالية، ويترتب عن كل ذلك تغيير البنية الوراثية للساكنة.

2- أنواع الانتقاء الطبيعي:



18

K .Zekrite.doc

III عوامل تغير الساكنة: الهجرة.

1 - حالة الهجرة الأحادية الاتجاه:

أ- مثال لهجرة أحادية الجانب:

الوثيقة 20 في الصفحة الموالية

أجوبة

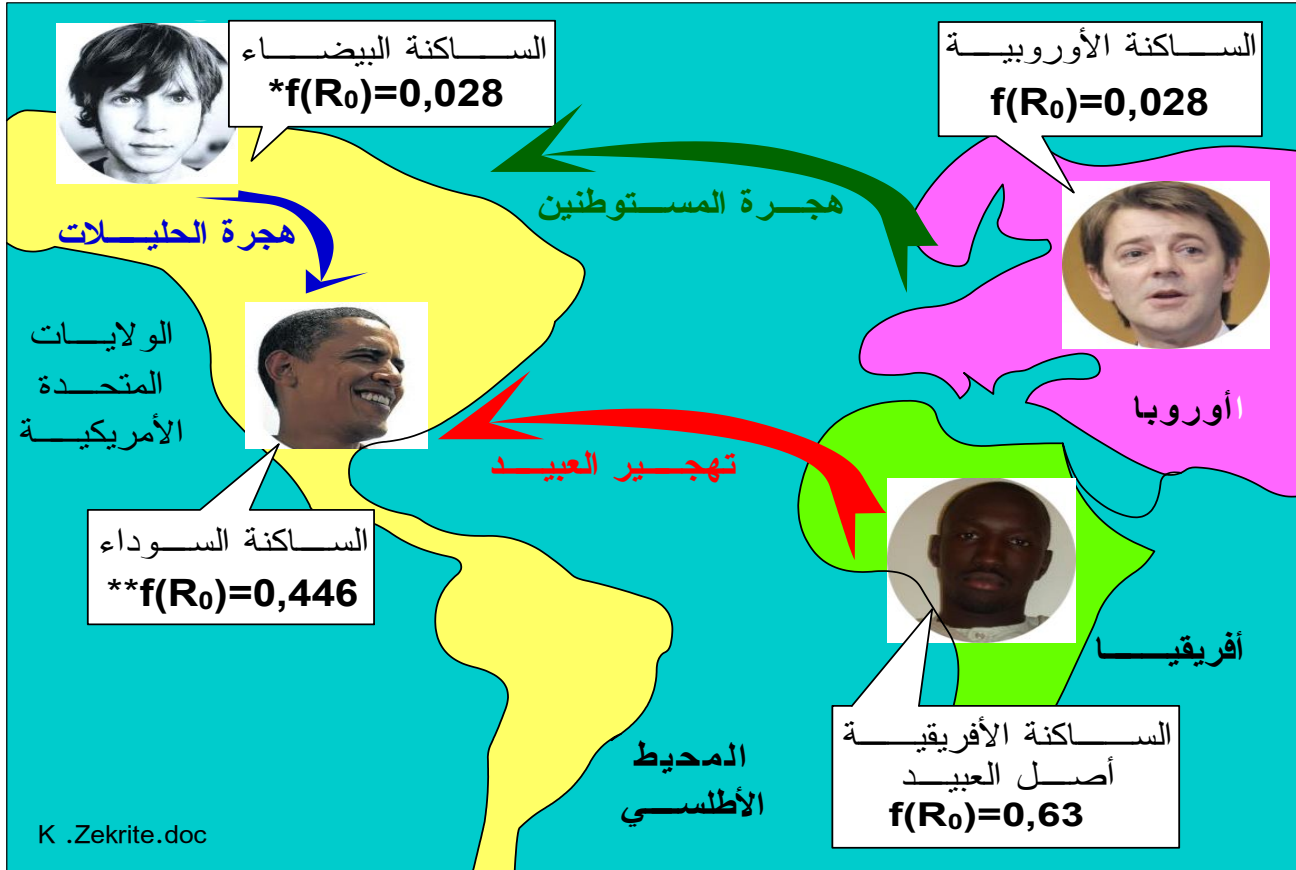
✿ تتحدر الساكنة السوداء للولايات المتحدة الأمريكية من أصول إفريقية (العبيد الذين تم تهجيرهم من أفريقيا إلى أمريكا)، أما ساكنتها البيضاء فتتحد من أصول أوروبية.

- ✿ يلاحظ أن قيمة تردد الحليل R_0 عند الساكنة السوداء لأمريكا منخفضة بالمقارنة مع قيمة تردد هذا الحليل عند الساكنة الأصلية الممثلة بالساكنة الأفريقية.
- ✿ تردد الحليل R_0 نادر عند الساكنة البيضاء لأمريكا وقيمه لم تختلف عن قيمته عند الساكنة الأوروبية أصل بيض أمريكا.
- ✿ نستنتج أن البنية الوراثية للساكنة السوداء لأمريكا قد تغيرت بينما البنية الوراثية لساكنتها البيضاء لم تتغير.
- ✿ فكيف يمكن تفسير هذا التطور في البنية الوراثية لساكنتي أمريكا؟



** نظرا للتمييز العنصري الذي ظل سائدا في الولايات المتحدة الأمريكية، يعد كل فرد ناتج عن زواج مختلط (خلاسي Métis) منتميا للساكنة السوداء. وبهذا يتم نقل الحليلات في اتجاه واحد من البيض نحو السود.

** لتعرف تأثير هذا في البنية الوراثية للساكنة السوداء، قام Gauss و Li سنة 1953 بدراسة تردد الحليل R_0 للنظام ريزوس عند هذه الساكنة. تلخص الوثيقة التالية نتيجة هذه الدراسة:



تغير تردد الحليل R_0 عند الساكنة الأمريكية وعند أصولها

- * لم تتغير هذه القيمة منذ القرن 18.
- ** القيمة سنة 1953: بعد 10 سنوات من معاهدة العبيد.

19

- ** باستعمال معطيات الوثيقة، حدد كيف تطورت البنية الوراثية لساكنة الولايات المتحدة الأمريكية
- ** لتفسير أصل البنية الوراثية لساكنة سود أمريكا، نقترح عليك نموذج الهجرة الأحادية الجانب (الوثيقة 20).

ب- تطور تردد الحليلات خلال الهجرة الأحادية الجانب:

يمثل الشكل "أ" نموذجا للهجرة الأحادية الجانب باستعمال المعلومات المقدمة في الشكل "ب"، أحسب التدفق الهجري m وتردد الحليلين A و a عند ساكنة الجزيرة بعد الهجرة.

علمنا أن البنية الوراثية لسكانة القارة تظل مستقرة ماذا تستنتج فيما يخص البنية الوراثية لسكانة الجزيرة؟ كيف تفسر إذن أصل البنية الوراثية لسكانة سود أمريكا؟

تعدد الحليلات في الجيل G_0
 $f(A) = p_0 = 0,4$
 $f(a) = q_0 = 0,6$

تعدد الحليلات في الجيل G_1
 $f(A) = p_1 = \dots$
 $f(a) = q_1 = \dots$

ساكنة القارة
 $f(A) = p_m = 0,7$
 $f(a) = q_m = 0,3$

ساكنة الجزيرة ساكن N

n مهاجر

20 K .Zekrite.doc

**** التدفق الهجري m : "ب"**
 هو نسبة المهاجرين الذين يتدفقون على الساكنة المستقبلة في كل جيل وبحسب بتطبيق المعادلة التالية:

$$m = \frac{n}{(N + n)}$$

N : عدد أفراد الساكنة المستقبلة.
 n : عدد المهاجرين.

** تمكن النسبة m من حساب تردد حليل معين بعد الهجرة بتطبيق المعادلة التالية:

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

p_m : تردد الحليل السائد في ساكنة القارة.
 p_0 : تردد الحليل السائد في ساكنة الجزيرة قبل الهجرة

① حساب التدفق الهجري m وتردد الحليلين A و a :

✳ حساب التدفق الهجري m

$$m = \frac{n}{(N + n)} = \frac{4}{(4 + 10)}$$

$$m = 0,28$$

✳ حساب تردد الحليلين A و a :

تردد الحليل A	تردد الحليل a
$p_1 = (1-m)p_0 + mp_m$ $= (1-0,28) \times 0,4 + (0,28 \times 0,7)$ $= 0,484$ $p_1 = 0,48$	$q_1 = (1-m)q_0 + mq_m$ $= (1-0,28) \times 0,6 + (0,28 \times 0,3)$ $= 0,516$ $q_1 = 0,52$
$p_1 + q_1 = 1$	

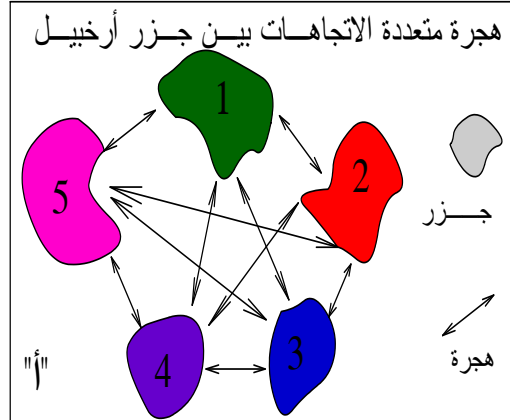
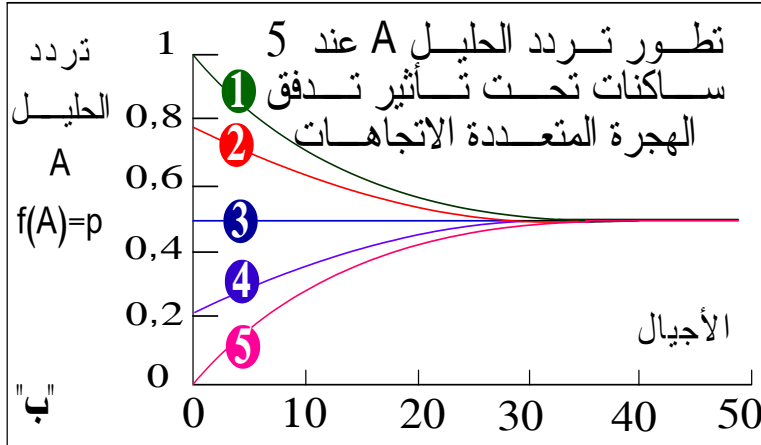
②- هناك ارتفاع في تردد الحليل A عند ساكنة الجزيرة بعد الهجرة. إذا استمرت الهجرة على هذا المنوال، ستؤول البنية الوراثية لسكانة الجزيرة نحو البنية الوراثية لسكانة القارة.

③- نفس تغير البنية الوراثية للسكانة السوداء في أمريكا بظاهرة الهجرة: هناك **تدفق هجري أحادي الجانب** من البيض نحو السود دون هجرة معاكسة (تدفق الحليلات من البيض نحو السود دون تدفق معاكس). بناء على هذا **ستتغير الخاصيات الوراثية للسكانة السوداء المستقبلية** (مقابل الجزيرة) **دون تغير في التركيب الوراثي للسكانة البيضاء أصل الهجرة** (مقابل القارة).

2 - الهجرة المتعددة الاتجاهات وتأثيرها في المحتوى الجيني:

21

يمثل الشكل "أ" نموذج تدفق هجري متعدد الاتجاهات بين 5 ساكنات تقطن 5 جزر أرخبيلية
يمثل الشكل "ب" تطور تردد حليل A لدى هذه الساكنات الخمس تحت تأثير هذه الهجرة
حلل مبيان الشكل "ب"، ماذا تستنتج؟



- ✳ 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 فألت كلها إلى تردد حليلي مشترك يقابل معدل تردد الحليلات عند هذه الساكنات (تردد الساكنة ③ : $f(A)=0,5$).
- ✳ إذن يحدث تحت تأثير التدفق الهجري المتعدد الاتجاهات خلط وراثي يؤدي إلى تجانس الساكنات والحد من تنوعها.

ملفات للتقصي: تقص حول أصناف أخرى من الهجرة وأثرها على تردد الحليلات

استكمالا للمعلومات يبحث التلميذ عن نماذج أخرى للهجرة ولاسيما:

- النموذج الخطي ذو بعد واحد.
- النموذج الخطي ذو بعدين.

IV عوامل تغير الساكنة: الانحراف الجيني.

1 - بناء مفهوم الانحراف الجيني:

الوثيقة 22 في الصفحة الموالية

أ- مثال لانحراف جيني:

الوثيقة 22

- ① مقارنة معطيات الجدول "ب" واستنتاج
 - ✳ هناك اختلاف واضح في تردد الفصيلتين الدمويتين A و O عند أغلب الساكنات الأوروبية والأمريكية بالمقارنة مع أفراد التجمع العقائدي: عند هذا الأخير، تردد الفصيلة الدموية O منخفض وتردد الفصيلة الدموية A مرتفع.
 - ✳ نستنتج أن بنية ساكنة les hutterites تختلف عن بنية الساكنات الأوروبية (الساكنة الأصل لهذا التجمع) وعن بنية الساكنة الأمريكية (الساكنة المستقبلية لهذا التجمع).

* قام Steinberg بدراسة ترتبط بتردد الفصائل الدموية عند ساكنة les hutterites: يتعلق



نظرا لخاصياتها العقائدية تعتبر ساكنة les hutterites ساكنة معزولة نسبيا "أ"

الأمر بتجمع عقائدي "secte"، هاجر من سويسرا إلى روسيا ومن ثم خلال سنة 1880 إلى أمريكا الشمالية، حيث كون سلسلة من المستعمرات في Dacota و Montana وفي أجزاء قريبة من كندا. يمثل الشكل "ب"

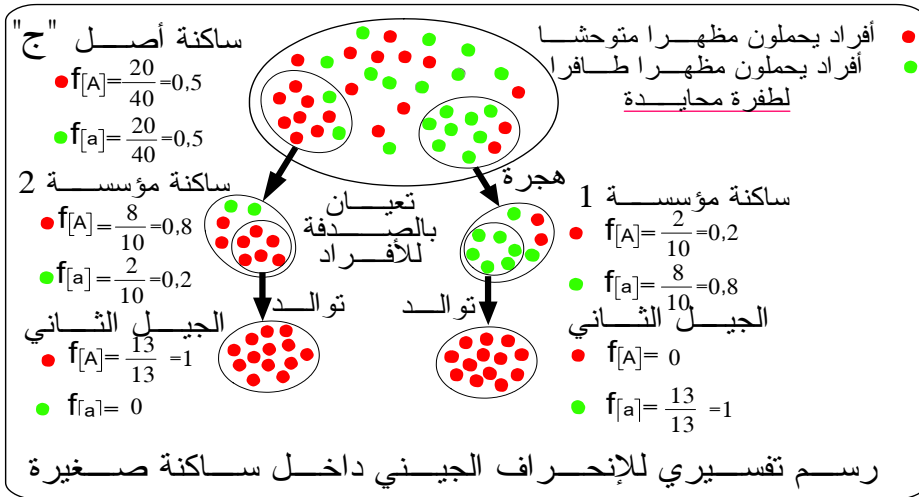
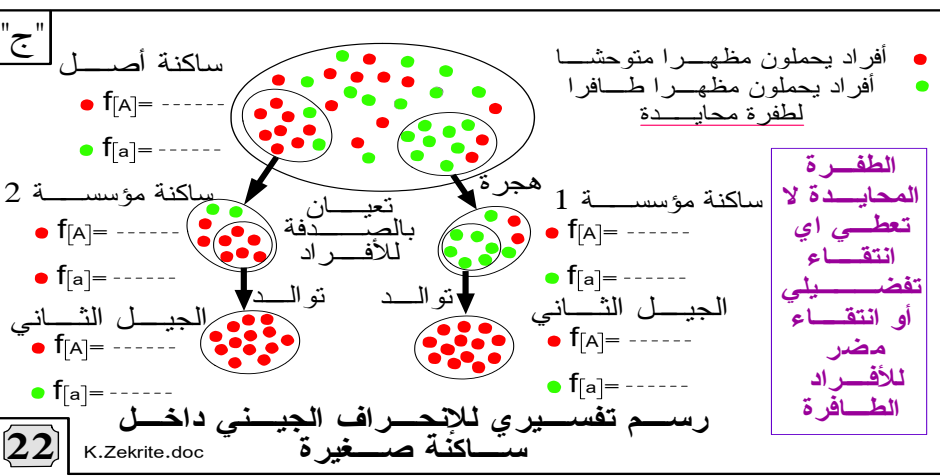
الفصيلة الدموية	O	A
عند أفراد Les hutterites	تقارب 29%	45%
عند أغلب الساكنات الأوروبية والأمريكية	تفوق 40%	30 - 40%

النتائج التي توصل إليها Steinberg.

(1) ماذا تستنتج من مقارنة تردد الفصيلتين الدمويتين A و O عند

كل من les hutterites وعند أغلب الساكنات الأوروبية والأمريكية؟

* فسر Steinberg البنية الوراثية لساكنة les hutterites بتعرضها لظاهرة تسمى الانحراف الجيني. لتعرف مفهوم هذه الظاهرة نقتح عليك النموذج التفسيري للشكل "ب".

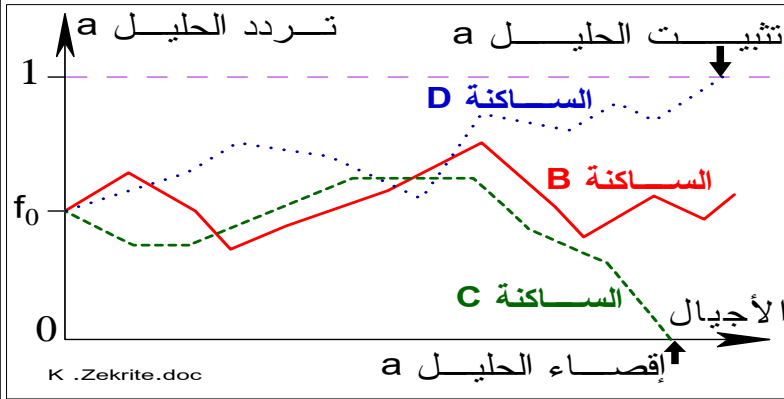


③ انبثقت الساكنة المؤسدة 1 عن هجرة مجموعة صغيرة من الساكنة الأصلية، ونظرا لتعيين عرضي (بالصدفة) Echantillonnage aléatoire تضمنت هذه المجموعة فردين فقط يحملان المظهر المتوحش مما سبب تغيرا في البنية الوراثية لهذه الساكنة مقارنة مع الساكنة الأصلية. صدفة

وقع التزاوج بين أفراد تحمل الصفة الطافرة فحدث إقصاء المظهر المتوحش في الجيل الثاني مع تثبيت المظهر المنتحي، تسمى هذه الظاهرة بالانحراف الجيني La dérive génétique =
 ④ تولدت ساكنة les hutterites عن عينات صغيرة انطلقت من ساكنة أصلية. ونتيجة لهذا التعيان العرضي تضمنت هذه المجموعة محتوى جيني يختلف عن المحتوى الجيني للساكنة الأصل فتعرضت بعد ذلك لتقلبات في تردد الحليلات نظرا لصغر حجمها، نقول أنها خضعت لانحراف جيني.

ب- تأثير ظاهرة الانحراف في المحتوى الجيني:

الوثيقة 23: تمثل الوثيقة جانبه رسما بيانيا يوضح تطور تردد الحليلات عند ثلاث ساكنات صغيرة الحجم تحت تأثير الانحراف الجيني.



(1) حلل المنحنيات.
 (2) حدد تأثير الانحراف الجيني على البنية الوراثية للساكنة.
 (3) مستعملا معطيات هذه الوثيقة والمعطيات المقدمة في المثال السابق، اعط تعريفا دقيقا للانحراف الجيني وأثر هذه الظاهرة على البنية الوراثية للساكنة الخاضعة لها.

① تحليل معطيات البيان وتحديد أثر الانحراف الجيني على البنية الوراثية للساكنة:

✳ يتقلب تردد الحليل a في الساكنات الثلاث بشكل عشوائي بين 0 و 1 اللتان تمثلان القيمتين الحدين للتردد في كل جيل. في هذه الأثناء توجد وضعيتان حدان تتحققان عاجلا أو آجلا وهي:

- إقصاء الحليل a ($q=0$): حالة الساكنة C.

- تثبيت الحليل a ($q=1$): حالة الساكنة D.

✳ يؤثر الانحراف الجيني على تردد الحليلات، حيث يؤدي إلى ضياع حتمي للتغير الوراثي داخل الساكنة: يترت عنه حذف بعض الحليلات من الساكنة وتثبيت أخرى.

② انظر الفقرة الموالية.

2 - مفهوم الانحراف الجيني:

✳ يشير الانحراف الجيني (الانقلا الجيني) إلى التقلبات العشوائية لتردد الحليلات داخل ساكنة من جيل لآخر مما يؤدي إلى انخفاض تعدد الأشكال الجينية داخل الساكنة.

✳ يحدث الانحراف الجيني داخل الساكنات الصغيرة.

✳ لا يخضع الانحراف الجيني لتأثير الوسط ولا للانتقاء الطبيعي، بل يعود للصدفة، ففي الساكنات الطبيعية، ليس جميع الأفراد قادرين على التوالد، وعليه ستكون بعض

الحليلات أكثر تمثيلية في الجيل الموالي.

الفصل الثالث: مفهوم النوع.

I المعايير المميزة للنوع

إذا كانت الساكنة هي مجموع الأفراد المنتمين إلى نفس النوع، وإذا كانت قابلة للتطور بفعل عوامل التغيير:
- فماذا نعني بالنوع وما المعايير المميزة له؟

1 - المعايير المرفولوجية:



النمر حيوان ثديي من عائلة السنوريات
جنس Panthera نوع Panthera tigris

الوثيقة 24: ينتشر النمر حاليا في جنوب شرق آسيا حيث يوزع على خمس ساكنات: نمر البنغال ونمر سومترا ونمر سيبيريا ونمر الهند الصينية ونمر الصين. تشترك أفراد هذه الساكنات فيما بينها في مجموعة من الخصائص: المرفولوجية، السلوكية، الوراثة مع القدرة على التوالد فيما بينها.

* ذكر بمفهوم النوع حسب تصنيف العالم Linné (برنامج جذع مشترك)

* ضع سطرا تحت الكلمات التي تشير في النص إلى بعض المعايير المعتمدة لتحديد النوع.

✿ حسب تصنيف العالم Carl Linné، نميز النوع بتسميتين لاتينيتين يشير الاسم الأول إلى الجنس Genre أما الثاني فيشير إلى النوع Espèce مثلا:



✿ في هذا التصنيف، اعتمد Linné على الخصائص المرفولوجية، فإلى أي حد تمكن هذه الصنافة من تمييز نوع عن آخر؟

2- المعايير الإيكولوجية : (الوثيقة 25)

الوثيقة 25: السمنة la grive طائر من جنس Catharus، يتضمن 12 نوعاً، وهي جد متشابهة مرفولوجياً. يعطي الجدول التالي خصيات 3 أنواع من هذا الطائر والتي تستوطن أمريكا الشمالية.

المميزات المرفولوجية	Catharus minimus	Catharus ustulatus	Catharus fuscescens	بعض الخصيات الأخرى
				مسكن الزواج
بناء العش	على التربة	غالباً على الأشجار	على التربة وعلى الأشجار	الخناء أثناء الطيران
الغناء أثناء الطيران	على التربة	على الأشجار	فوق التربة	
	موجود	منعدم	منعدم	

* حدد صنف المعايير المذكورة في هذا المثال والتي تميز كل نوع عن الأنواع الأخرى من السمنة.

✿ يبرز هذا المثال قصور المعيار المرفولوجي في تحديد أنواع هذه الطيور، فيلجأ إلى معيار إضافي: المعيار الإيكولوجي = البيئي.

3 - المعايير الفيزيولوجية والوراثية:

الوثيقة 26

✿ يبرز هذان المثالان معيارين آخرين لتمييز النوع:



- المعيار الوراثي (السمندل).
- المعيار الفيزيولوجي (طائر الشرشور) والذي له صلة مباشرة بالخصائص الوراثية.

مثال 1: يمثل الشكل "أ" نوعين من طيور الشرشور، ينتميان إلى جنس *Emberisa* ويمثل الشكل "ب" طرح CO_2 من طرف هذين الطائرين في درجات حرارة مختلفة.



درجة حرارة الوسط ب °C		كمية CO_2 المطروحة من طرف طائر: ب (mg/mg)/h	
25	15	05	0
05	07	09	10,5
4,5	06	07	07,5

مثال 2: السمندل *le triton* حيوان برمائي، أنجزت عليه عدة دراسات قصد التمييز بين أنواعه، يعطي الجدول "ج" عدد وتردد الحليلات الرامزة لبروتينين (الزلال و LDH) مستخلصين من 3 أنواع من السمندل. تعبر القيم بين قوسين عن تردد الحليلات.

بعض أنواع السمندل		"ج"	
		المورثة	البروتين
		Triton vulgaris	Triton alpestris
(1) a_6	(1) a_2	(0,2) a_3 (0,8) a_4	الزلال
(1) b_1	(1) b_7	(0,1) b_1 (0,55) b_3 (0,35) b_4	Lactase desyudro- génase LDH

* ماهي المعايير المعتمدة لتمييز كل من أنواع طائر الشرشور والسمندل؟ الوثيقة 26

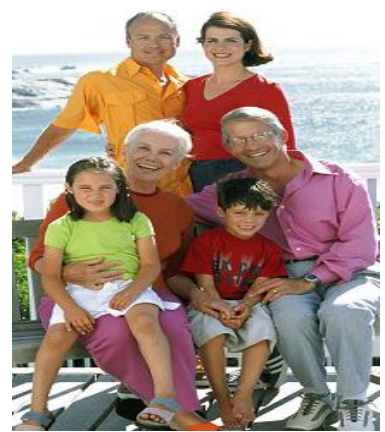
4- معيار الخصوبة:



نغل الحمار بأثنى الفرس



نغل النمرة بالأسد



خاصية التزاوج مع إعطاء خلف خصيب من أهم المعايير البيولوجية المحددة للنوع

يمكن لأفراد أنواع قريبة أن تتزاوج، لكن الخلف غالبا ما يكون عقيما. يكون الذكور عقيمين بينما تكون الإناث الهجينات في بعض الأحيان خصيبات. وقد لوحظ عند الذكور الهجناء أن الصبغيات لا تقترن عند الانقسام الاختزالي مما يترتب عنه تشكل أمشاج غير قابلة للحياة. أما البويضات العادية فقد تظهر أحيانا عند الإناث الهجينات.

27

II تعريف النوع:

✽ يتكون النوع من مجموع الساكنات الطبيعية التي تتزوج فيما بينها زواجا حقيقيا أو تكون قادرة على ذلك والمعزولة جنسيا عن الساكنات الأخرى المشابهة لها: الانعزال التوالدي.

✽ تجمع بين أفراد نفس النوع مجموعة من الخصائص المشتركة: مرفولوجية، شراحية، بيوكيميائية – وراثية، ويعد الإخصاب المتبادل والخلف الخصيب الخاصيتين الأساسيتين المميزتين للنوع.

ملحوظة:

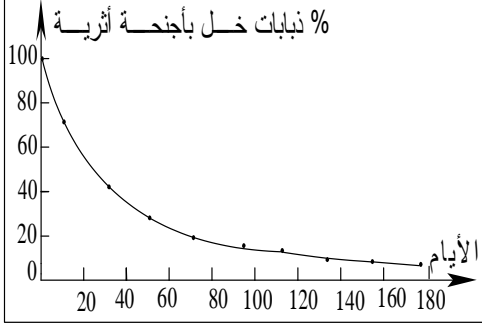
نتكلم عن انعزال توالدي عندما يصبح التوالد بين فردين من نفس الساكنة أمرا غير ممكن، ويمكن التمييز بين:

- الانعزال البيئي: عندما يكون للفردين مسكنين مختلفين.
- الانعزال الوقتي: عندما تتوالد الأفراد في مواقيت مختلفة من السنة.
- الانعزال السلوكي: عندما يؤدي كل نوع طقوس مخالفة للآخر تمهيدا للتزاوج.
- الانعزال الميكانيكي: ينجم عن الاختلافات المرفولوجية على مستوى الأعضاء التناسلية.
- الانعزال المشيجي: حيث لا تلتقي الأمشاج الذكرية والأنثوية.
- الانعزال بعد بيضي: عندما ينتج عن التوالد خلف عقيم أو قليل الخصوبة.

تمرين تطبيقي رقم 1

تمرين تطبيقي 3

** في الثلاثينات من القرن الماضي قام الباحثان G.Terssier و P.l'Héritier بإنجاز تجارب ترتبط بظاهرة الانتقاء الطبيعي عند ذبابة الخل: تتجلى هذه الدراسة في ترك ما بين 2000 و 3000 ذبابة خل تتوالد في وسط به كمية قليلة من الغذاء بحيث لا يصل إلى سن البلوغ إلا 10 في المائة من اليرقات، ويكون الأفراد الأكثر قدرة على التنافس هم الأكثر قدرة على التوالد وبالتالي المساهمة في خلف الجيل الموالي.



** في إحدى هذه التجارب قام العالمان بتكوين ساكنة تجريبية من ذبابات خل طافرة تحتوي على أجنحة قصيرة. بعد ذلك أضافا إليها بعض الأفراد من ذبابات الخل ذات الأجنحة العادية بنسبة 0,1 في المائة ثم عملا على تتبع نسبة الذبابات ذات المظهر الطافر عبر الزمن. يعطي البيان جانبه النتائج المحصل عليها.

1- حلل النتائج المحصل عليها واقترح تفسيراً لذلك.

2- بين أن هذه الدراسة تشكل نموذجاً للانتقاء الطبيعي.

أجوبة:

1- مع مرور الأيام، شهدت نسبة ذبابات الخل ذات الأجنحة الأثرية (ذات المظهر الطافر) تقلصاً تدريجياً، إذ مرت من 100% في بداية التجربة إلى 5% بعد 180 يوماً من بداية التجربة. يعود هذا إلى إدخال نسبة 1% من ذبابات الخل بأجنحة طويلة (ذات المظهر المتوحش) التي لها احتمال أكبر على العيش و/أو التوالد بالمقارنة مع مظهر وراثي آخر مما أدى إلى تزايد الذبابات المتوحشة على حساب الذبابات الطافرة وأدى بذلك إلى تقلص نسبتها.

2 - يتعلق الأمر بالانتقاء الطبيعي ويتم عندما يكون أفراد بمظهر وراثي لهم القدرة أكثر على نقل مورثاتهم إلى الأجيال الموالية، الشيء الذي سيؤدي لتغيير البنية الوراثية للساكنة.

تمرين تطبيقي رقم 2:

التيروزيني من النمط 1 Tyrosinémie de type 1 مرض وراثي. بينت الدراسات أن الحليل (FAH) المسؤول عن هذا المرض متحى وأن تردد حامله (مختلفي الاقتران) عند أفراد ساكنة Saguenay lac st jean بكندا (الوثيقة 2) يناهز 1/21 ، بينما تردد حامله في بقية ساكنة العالم لايتعدى 1/100000.

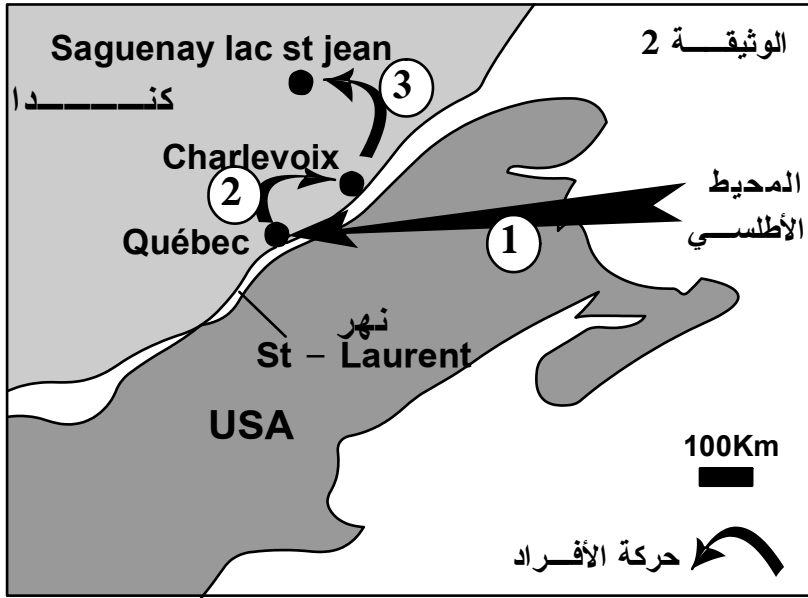
لفهم الاختلاف الملاحظ في تردد هذا الحليل، تم تتبع أصل ساكنة هذه المنطقة بدءاً من القرن 17 إلى أواسط القرن 19:

- في بداية القرن 17 استقر حوالي 12000 مهاجر من غرب فرنسا على ضفاف نهر St Laurent بالمنطقة التي توجد بها حالياً Québec بكندا، ويعتبرون أجداد ساكنة هذه المنطقة (حركة الأفراد ①).

- في نهاية القرن 17 غادر عدد كبير من الأفراد منطقة Québec واستقروا بمنطقة Charlevoix التي تناسلوا فيها بسرعة (حركة الأفراد ②)

- في أواسط القرن 19، انتقلت عائلات من ساكنة Charlevoix، تحت ضغط الكثافة

السكانية إلى منطقة Saguenay lac st jean وشكلت 3/4 سلف الساكنة الحالية لهذه المنطقة (حركة الأفراد ③)



استنتج من هذه المعطيات، معللاً إجابتك، العوامل المسؤولة عن البنية الوراثية لسكان منطقة Saguenay lac st jean. (3 ن).

عناصر الإجابة

- العوامل:
 - عامل الانحراف الجيني ذو مفعول مؤسس.
 - عامل الهجرة.
 - التعليل:
 - خضعت ساكنة Saguenay lac st jean لمفعول 3 هجرات:
 - + هجرة أولى لعينة الساكنة الأم (ساكنة غرب فرنسا) إلى منطقة Québec، شكلت بها ساكنة خلف جديدة: عامل الانحراف ذو مفعول مؤسس
 - + هجرة ثانية لعينة من الساكنة الخلف ب Québec إلى منطقة Charlevoix شكلت بها ساكنة خلف ثانية: عامل الانحراف الجيني ذو مفعول مؤسس.
 - + هجرة ثالثة لعينة من الساكنة الثانية في منطقة Charlevoix نحو منطقة Saguenay lac st jean وأسست بها 3/4 ساكنة خلف جديدة: عامل الهجرة.
- في كل هجرة، تعرضت الساكنة الناشئة عن توالد العينة المهاجرة إلى تغير في تردد الحليلات، نتيجة التعيين بالصدفة وصغر حجم الساكنة، نتج عنه تغير في البنية الوراثية لسكان هذه المنطقة قياساً إلى الساكنة الأم وبقية ساكنات العالم في اتجاه تثبيت الحليل الطافر المسؤول عن مرض Tyrosinémie de type 1.



رجاء لا تنسوني من الدعاء
خديجة زكريط

المراجع

- ◀ في رحاب علوم الحياة والأرض (الكتاب المدرسي) السنة الثانية من سلك البكالوريا شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض.
- ◀ الجديد في علوم الحياة والأرض (الكتاب المدرسي) السنة الثانية من سلك البكالوريا شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض.
- ◀ الامتحانات الوطنية للبكالوريا مادة علوم الحياة والأرض شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض والعلوم الرياضية.
- ◀ سلسلة باك الأكاديميات.
- ◀ علوم الحياة والأرض تمارين وحلول سلسلة TOP SVT