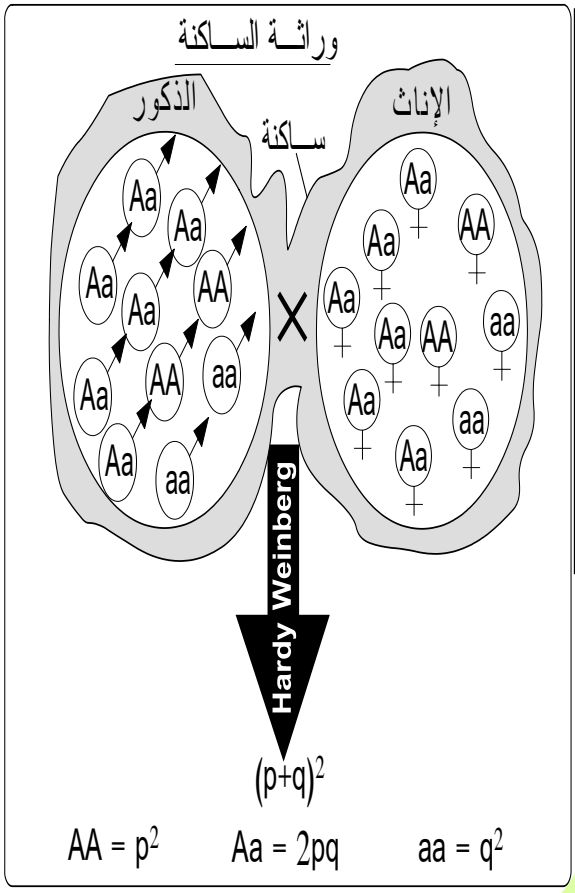
ملف تربوي

الأكاديمية الجهوية للتربية والتكوين
جهة مراكش تانسيفت الحوز
نيابة الحوز
ثانوية أبطيح التأهيلية

الوحدة الرابعة:

علم وراثة الساكنـــــــــة



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

ملف خاص بالتلميذ: .....

السنة الدراسية: 2016/2015

اقتراح: الأستاذة خديجة زكريط

البرنامج الخاص بتدريس مادة علوم الحياة والأرض.
السنة الثانية علوم تجريبية ـ مسلك علوم الحياة والأرض
عنوان الوحدة: علم وراثة الساكنة.

		الحصص
المكتسبات القبلية	الأولى الإعدادية: العلاقات بين الكائنات الحية وتفاعلها مع الوسط. الجذع المشترك العلمي: علم البيئة، التوالد عند النباتات. الوحدة الثانية: الخبر الوراثي وآلية تعبيره. الوحدة الثالثة: نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي، علم الوراثة البشرية.	
المضامين المراد دراستها والغلاف الزمني المخصص لكل منها	❁ **علم وراثة الساكنة .....** - 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.	**17 ساعة**
التقويم القبلي التقويم التكويني + الدعم التقويم الإجمالي	في بداية معالجة الوحدة. في منتصف الوحدة. عند نهاية الوحدة. عند نهاية معالجة الوحدة وينبغي أن يشمل مكونات الوحدة.	30 دقيقة 60 دقيقة 90 دقيقة 120 دقيقة
	المجمـــــــــــــــوع	22 ساعة

* دون التطرق إلى آليات الانحراف الجيني

الفهرس

العنـــــــــوان	الصفحة
تقديم عام للوحدة	4
الفصل الأول: القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند الساكنة المتوازنة	5
الفصل الثاني: عوامل تغير الساكنة	16
الفصل الثالث: مفهوم النوع	26

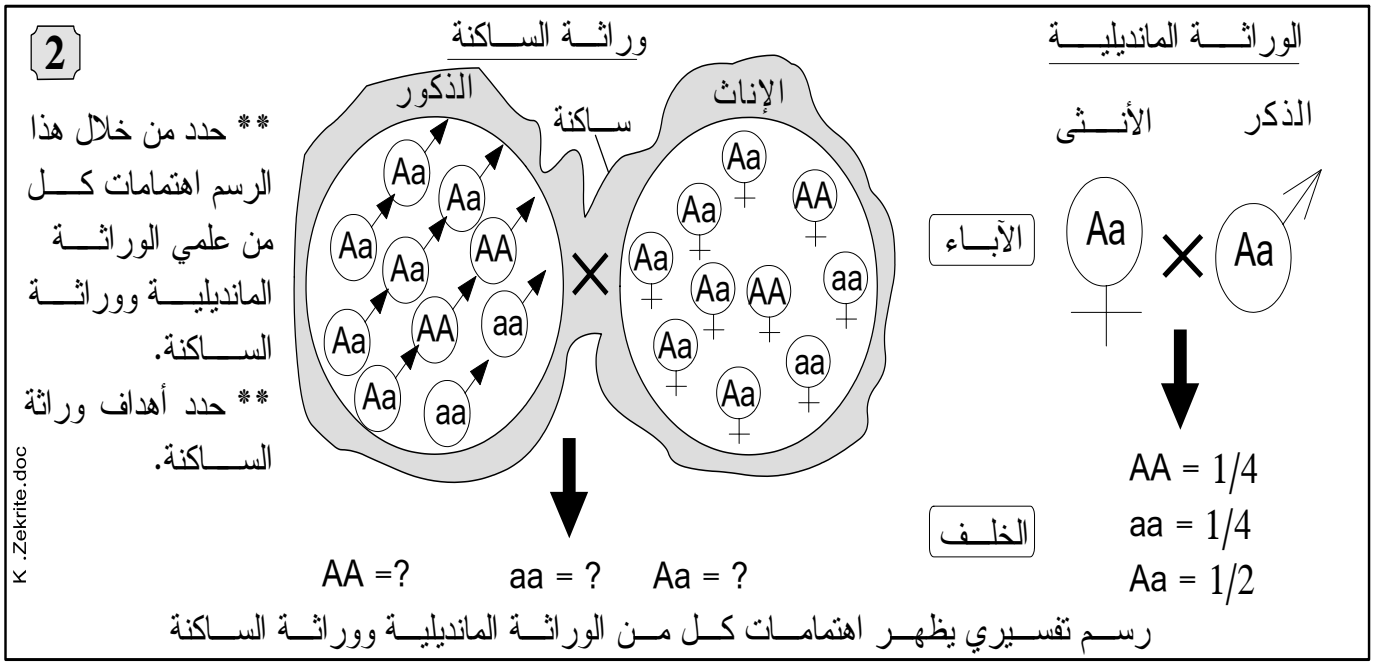
تقديم عام للوحدة :

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

- ✓ 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 وراثة الساكنة.



رسم تفسيري يظهر اهتمامات كل من الوراثة الماندليلية ووراثة الساكنة

❁ إذا كانت الوراثة الماندليلية تعتمد على ----------، فإن وراثة الساكنة تهتم بتقييم ---------- عند ----------، منحدرة من تزاوجات ----------، فوراثة الساكنة هي ---------- للوراثة الماندليلية على مستوى الساكنة.

❁ تسعى وراثة 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

❁ الساكنة la population هي .....

.....

.....

.....

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

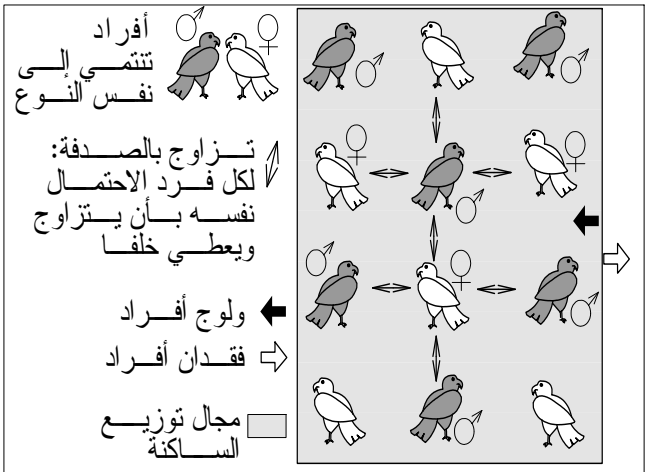
- .....

- .....

"أ"

Macaca sylvanus المعروف بالقرد زعطوط هو نوع من القردة 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 قرد بدون ذيل، يصل وزنه إلى 20 كلغ عند الذكور و 15 كلغ عند الإناث وطوله زهاء 60cm.

"ب" نموذج تفسيري لمفهوم الساكنة



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

3

2- المحتوى الجيني للساكنة

أ- مثال:

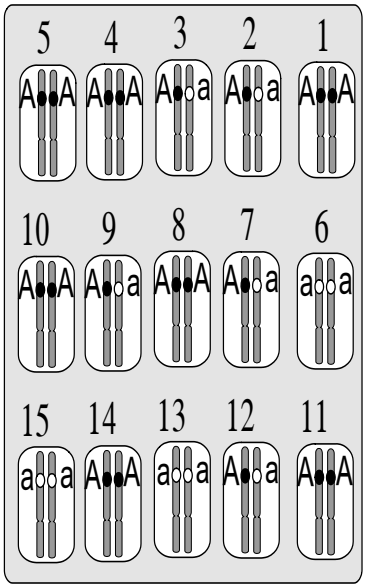
يقدم الرسم التفسيري "أ" المحتوى الجيني بالنسبة لموضع مورثة عند ساكنة نظرية مؤلفة من 15 فردا. سنعتبر أن المورثة غير مرتبطة بالجنس وتملك حليلين: A حليل سائد و a حليل متنحي

4

** اعط تعريفا للمحتوى الجيني للساكنة

** باستخدام طريقة الاحتمالات، احسب تردد كل من المظاهر الخارجية، الأنماط الوراثية والحليلات واملأ الجدول أسفله.

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



"أ" المحتوى الجيني لساكنة

سنعتبر: تردد = f f(AA)=D f(Aa)=H f(aa)=R f(A)=p f(a)= q

❁ تعريف المحتوى الجيني انظر الحصيلة.
❁ حساب التردادات باستعمال طريقة الاحتمالات:

- **تردد المظاهر الخارجية:**

** تردد مظهر خارجي [A] = _____

** تطبيـــق عـــددي: f[A] = ...

f[a] = ...

- **تردد الأنماط الوراثية**:

** تردد نمـــط وراثـــي AA = _____

** تطبيـــق عـــددي:

D = f(AA) = ...

H = f(Aa) = ...

R = f(aa) = ...

- **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 ..... (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 ..... (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 ..... (لأن هذا الفرد لا يحمل الحليل A).

** إذن:

p = f(A) = ...

⇨ p = f(A) = ...

** نعمم هذه القاعدة على a:

q = f(a) = ...

ب- حصيلة وطرح تساؤلات:

❁ تتميز الساكنة بجينوم جماعي يسمى .....

.....

.....

❁ يمكن حساب تردد حليل داخل ساكنة باستعمال الصيغة التالية:

تردد حليل داخل عينة = _____ + _____

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 نعتمد 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 متراكبة (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.

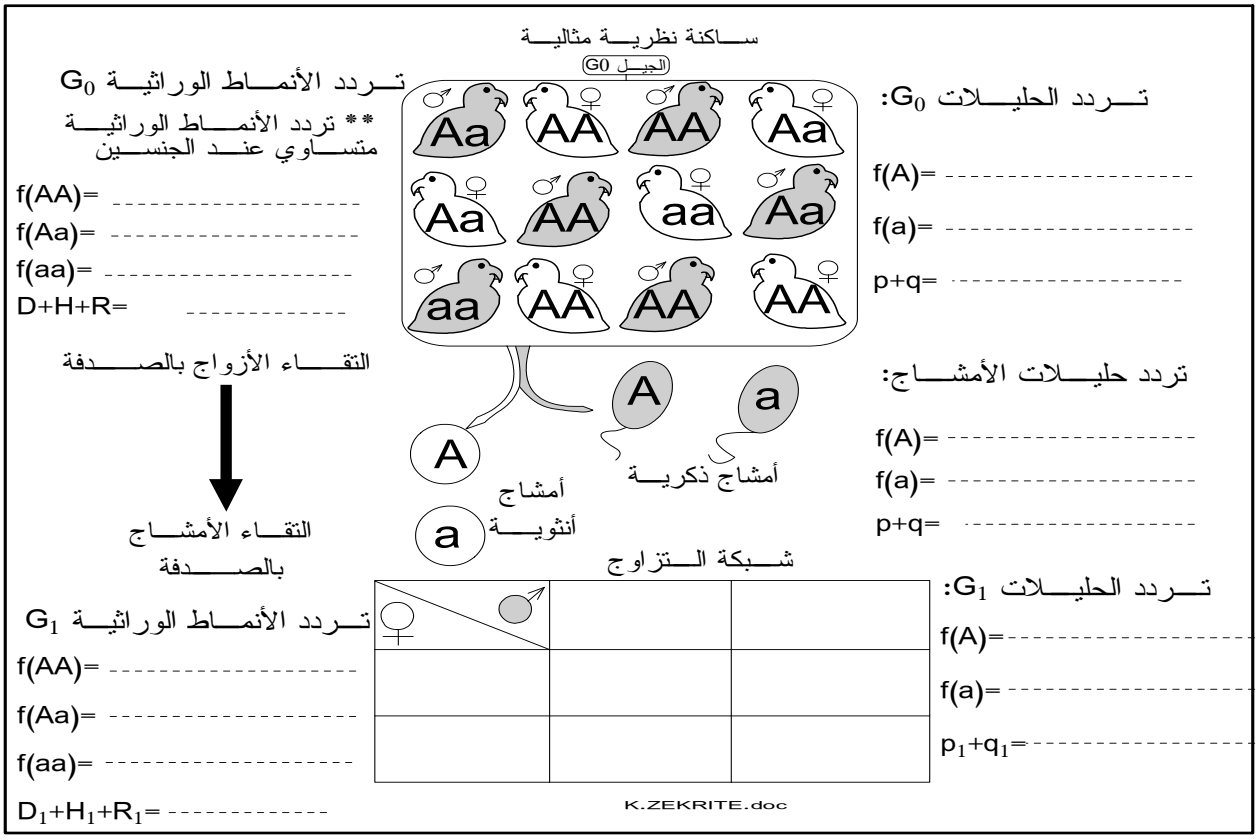
أ- نص القانون:

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 حليلن:

الوثيقة 6 في الصفحة الموالية

الوثيقة 6: لنعتبر ساكنة نظرية مثالية ولنتتبع 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.



- 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:

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

➡

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

❁ تردد الأنماط الوراثية في الجيل G_1:

نستدرجها من خلال شبكة التزاوج:

f(AA)= ----------
f(Aa)= ----------
f(aa)= ----------
$D_1+H_1+R_1$= ----------
= ----------
= ----------

❁ **تردد الحليلات في الجيل G_1:**

* $f(A)$ = ----------
= ----------
= ----------
= ----------
= ----------

وبما أن: $p+q$ = ---------

فإن:

$f(A)$ = -------

* $f(a)$ = ----------
= ----------
= ----------
= ----------
= ----------

وبما أن: $p+q$ = ---------

فإن:

$f(a)$ = -------

❁ **استنتاج: انظر الحصيلة.**

ت- حصيلة :

❁ قانون Hardy - Weinberg:.....

.....

.....

❁ يتم تحديد ترددات الأنماط الوراثية انطلاقا.....

.....

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

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

= ----------

➡

$f(AA)$ = ----------
$f(Aa)$ = ----------
$f(aa)$ = ----------

ملحوظة: يطبق قانون H.W أيضا على المورثات المتعددة الحليلات، بحيث إذا كانت ترددات الحليلات على التوالي هي p، q، r،... و n، فإن ترددات مختلف الأنماط الوراثية هي نشر الحدانية:

.....

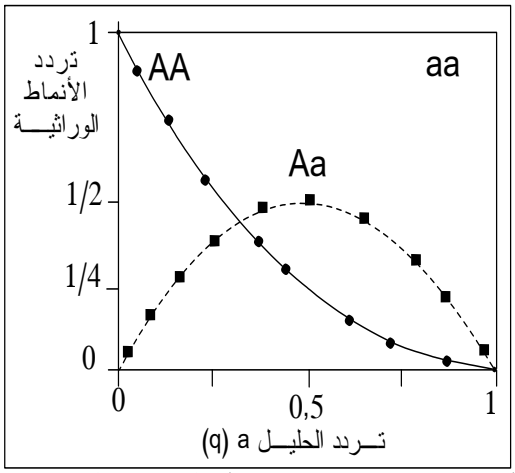
فمثلا في حالة الفصائل الدموية (A,B,O):

$f(A)= p$
$f(B)= q$ ➡ $(p+q+r)^2$= ------ + --------- + --------- + --------- + --------- + ----------
$f(O)= r$

= + + + + +

ج- العلاقة بين تردد الأنماط الوراثية والحليلات:

** بتطبيـــق المعـــادلات:



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

** يمكـــن تمثيـــل منحنيـــات تـــردد مختلـــف الأنمـــاط الوراثيـــة بدلالـــة قيمـــة تـــردد الحليـــل a (q). نحصـــل علـــى الشـــكل جانبـــه بالنســـبة لـــتردد النمـــط f(AA) و f(Aa).

** ارســـم المنحـــنى المتعلـــق بـــتردد النمـــط f(aa).

** حدد قيم تـــردد مختلـــف الأنمـــاط الوراثيـــة فـــي حالـــة: p = q = 0,5

f(AA) = ---------- f(Aa) = ---------- f(aa) = ----------

** ملحوظة:

النســـب الماندليـــة 1/4، 1/2، 1/4 المحصلة خلال تزاوج الهجنـــاء مختلفـــي الاقـــتران، هـــي حالـــة خاصـــة من قانون H.W، حيث تكـــون 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:

$$X^2 = \sum \frac{(\text{عدد الأفـــراد النظـــري} - \text{عدد الأفراد الملاحـــظ})^2}{\text{عدد الأفـــراد النظـــري}}$$

✷ **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 0,05=5%.

⇦ **درجة الحرية ddl**: عدد الحليلات – عدد الأنماط الوراثية = ddd

ddl \ α	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- مثـــال 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:

الفصـــــــيلة	[M]	[MN]	[N]
النمـــط الوراثـــي			
العدد الملاحـــظ	1787	3039	1303
العدد النظـــري			
مجموع الأفراد	N = 6129		

K.Zekrite.doc

1) احسب تردد مختلف الأنماط الوراثيـــة 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) = _____ = _____

H = f(MN) = _____ = _____

R= f(NN) = _____ = _____

2 – تردد الحليلين M و N:

f(M) = p = _____ = _____ = _____

f(N) = q = _____ = _____ = _____

p + q = _____

3 – باعتبار الساكنة في حالة توازن H.W، يحق لنا حساب تردد الأنماط الوراثية المنتظر (المتوقع = النظري) بنشر الحدانية .....

f(MM) = _____ = _____

f(MN) = _____ = _____

f(NN) = _____ = _____

4 – عدد الأنماط الوراثية النظري:

- عدد الأفراد الحاملين للنمط MM: _____
- عدد الأفراد الحاملين للنمط MN: _____
- عدد الأفراد الحاملين للنمط NN: _____

5 ✷ حساب قيمة χ^2:

X^2 = ----------

= ----------

✷ حساب قيمة ddl:

ddl = ----------

= ----------

⇦ { α = ... ⇦ قيمة χ^2 العتبة المقروءة في الجدول (نقطة التقاطع) = ...
ddl = ...

⇦ { ..... = χ^2 العتبة المقروءة ⇦ ..... = χ^2 المقــروءة.....= χ^2 المحسوبة.
..... = χ^2 العتبة المحسوبة

⇦ نظرية H.W .....

b- مثـــال 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.

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.

عدد المظاهر الخارجيــة الملاحظة	[R] = 335		[b] = 65
الأنمــاط الوراثيــة			
أعداد الأنماط الوراثيــة الملاحظــة			65
أعداد الأنماط الوراثيــة النظريــة			

K.Zekrite.doc

1 - انظر الجدول أسفله.

2 ✵ يسهل حساب تردد حاملي الصفة .....

.....

✵ تردد النمط الوراثي bb:

بقية الأجوبة

.....

c- مثـــال 3:

الوثيقة 11: الدلتونية le daltonisme شذوذ متنحي 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 ين 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

✹ حصيـــــــــــلة:

إذا كانت المورثة مرتبطة بالجنس فإنه:

❁ عند الإناث: تردد الأنماط الوراثية .....

.....

❁ عند الذكور: .....

باعتبـــــار A حليل سائد و a حليل متنحي.

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%.

1- احسب التردد q لحليل هذا المرض والتردد p للحليل السليم. (1 ن)

2- حدد التردد المنتظر للنساء المريضات بهذا المرض. (1 ن)

3- حدد التردد المنتظر للنساء الناقلات للمرض. (1 ن)

عناصر الإجابة

1- التردد q لحليل الناعورية والتردد p للحليل السليم.

لـــــدينا:

$$f(XhY) = 1\% = 0,01$$

فـــي حالـــة مورثـــة مرتبطـــة بالصـــبغي X فإن تـــردد الأنمـــاط الوراثيـــة عند الـــذكور يســـاوي تـــردد الحليـــلات

$$q = f(Xh) = f(XhY) = 0,01$$

نعلـــم أن:

$$p + q = 1 \longrightarrow p = 1 - q$$
$$= 1 - 0,01$$
$$= 0,99$$

2- التردد المنتظر للنساء المريضات:

كي تصاب المرأة بالمرض، يلزم أن تحمل حليلي الناعورية، يعني أن يكون نمطها: XhXh

$$f(XhXH) = q^2$$
$$= (0,01)^2$$
$$= 0,0001$$
$$= 0,01\%$$

سجل أن تردد إصابة النساء (0,01%) ضعيف جدا بالمقارنة مع احتمال إصابة الرجال (1%).

3- التردد المنتظر للنساء الناقلات للمرض:

تحمل النساء الناقلات للمرض النمط الوراثي: XNXh

$$f(XNXH) = 2p\ q$$
$$= 2 \times 0,99 \times 0,01$$
$$= 0,0198$$
$$= 1,98\%$$

الفصل الثاني:
عوامل تغير الساكنة ومفهوم النوع.

I الطفرات، عامل من عوامل تغير الساكنة.

1 - أنواع الطفرات

- الطفرات هي .....
- نميز بين .....

أ- الطفرات الموضعية :

الوثيقة 12: الطفرات الموضعية = الدقيقة

تمثل السلاسل التالية المتتاليات النيكليوتيدية (السلسلة غير المنسوخة) للسلسلة β للخضاب الدموي ومتتاليات 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
المورثة العادية HbA	CAC	CTG	ACT	CCT	GAG	GAG	AAG	TCT	GCC	GTT	ACT	GCC	CTG	TGG	GGC	AAG	GTG
البروتين العادي HbA	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser	Ala	Val	Thr	Ala	Leu	Trp	Gly	Lys	Val
حليل متغير Hba_1	CAT	CTG	ACT	CCT	GAG	GAG	AAG	TCT	GCC	GTT	ACT	GCC	CTG	TGG	GGC	AAG	GTG
البروتين العادي HbA	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser	Ala	Val	Thr	Ala	Leu	Trp	Gly	Lys	Val
حليل طافر HbS	CAC	CTG	ACT	CCT	GTG	GAG	AAG	TCT	GCC	GTT	ACT	GCC	CTG	TGG	GGC	AAG	GTG
بروتين غير عادي Hbs	His	Leu	Thr	Pro	Val	Glu	Lys	Ser	Ala	Val	Thr	Ala	Leu	Trp	Gly	Lys	Val
حليل طافر Tha_2	CAT	CTG	ACT	CCT	GAG	GAG	AAG	TCT	GCC	GTT	ACT	GCC	CTG	TAG	GGC	AAG	GTG
بروتين غير عادي Tha_2	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Ser	Ala	Val	Thr	Ala	Leu				
حليل طافر Tha_3	CAC	CTG	ACT	CCT	GGG	AGA	AGT	CTG	CCG	TTA	CTG	CCC	TGT	GGG	GCA	AGG	TGA
بروتين غير عادي Tha_3	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Arg	Ser	Leu	Pro	Leu	Leu	Pro	Cys	Gly	Ala	Arg	
حليل طافر Tha_4	CAC	CTG	ACT	CCT	GAG	GAG	AAG	CTC	TGC	CGT	TAC	TGC	CCT	GTG	GGG	CAA	GGT
بروتين غير عادي Tha_4	His	Leu	Thr	Pro	Glu	Glu	Lys	Leu	Cys	Arg	Tyr	Cys	Pro	Val	Gly	Gln	Gly

K.Zekrite.doc

- لون بالأحمر القواعد الآزوتية وبالأخضر الأحماض الأمينية التي لمسها التغيير.
- تعرف مختلف أصناف الطفرات من خلال ملإ الجدول في الصفحة الموالية.
- باستعمال معطيات هذا المثال، صغ نصا تعرف من خلاله دلالة الطفرات الموضعية وأصنافها.

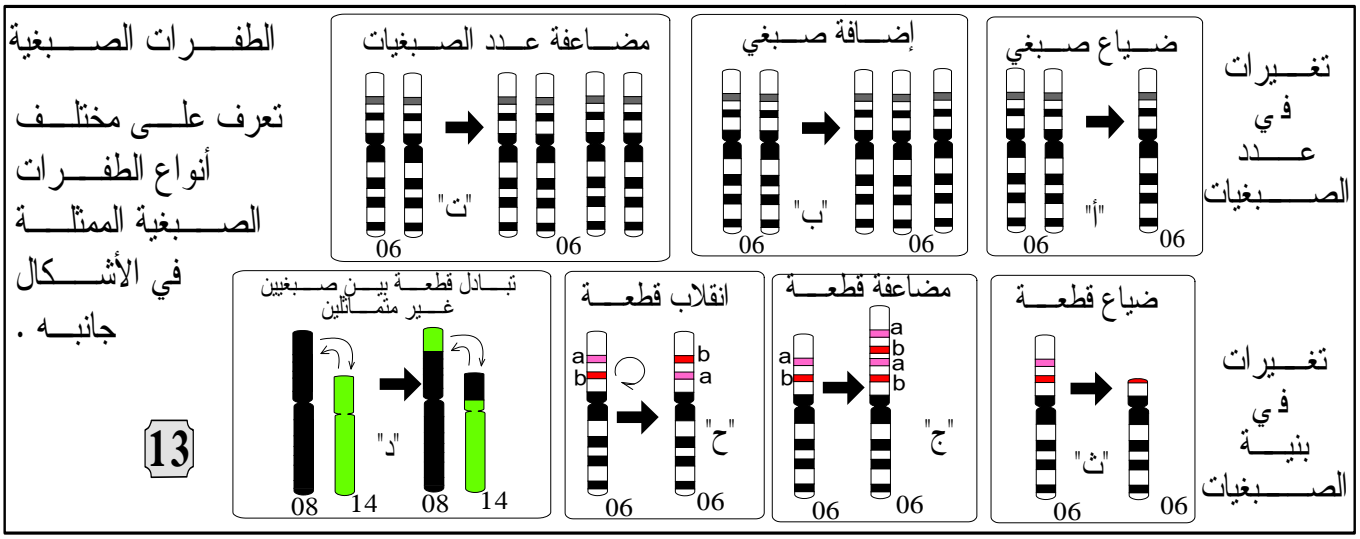
الحليـــل	نـــوع التغيـــير فـــي مســـتوى الحليـــل	النتـــائج علـــى مســـتوى الـــبروتين	صـــنف الطفـــرة
HbA_1			
HbS			
Tha_2			
Tha_3			
Tha_4			

تتعلق الطفرات الموضعية .....

ب- الـطفـرات الـصبغية :

تتعلق الطفرات الصبغية .....

.....



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

2 الطفرات مصدر التغير الوراثي داخل الساكنة (الوثيقة 14)

❁ الطفرة هي .....

.....

.....

❁ تحدث الطفرات بنسب .....

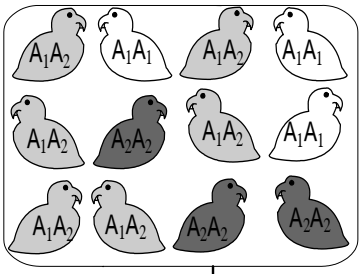
.....

Triticum aestivum
6n=42

Triticum durum
4n=28

Triticum compactum
2n=14

"ب" بعض أنـــواع القمـــح

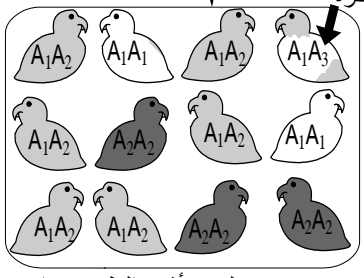


$f(A_1)= p=0,5$
$f(A_2)=q=0,5$

$f(A_1A_1)=3/12$
$f(A_1A_2)=6/12$
$f(A_2A_2)=3/12$

طفرة عند فـرد واحـد

ظهور الحليـل A_3 بفعـل طفـرة



$f(A_1)= p=0,45$
$f(A_2)=q=0,5$
$f(A_3)=r=0,05$

$f(A_1A_1)=2/12$
$f(A_1A_2)=6/12$
$f(A_2A_2)=3/12$
$f(A_1A_3)=1/12$

"أ" نمـــوذج تفســـيري لتـــأثير الطفـــرات فـــي المحتـــوى الجينـــي للســـاكنة

"ت" النمـــر الأبيـــض مظهر خارجي لنوع Panthera tigris ناتج عـــن طفـــرة وراثية نـــادرة تـــؤدي إلى غياب لـــون الفـــرو

المتعضـــي	حمة العاثيـــة	بكتيريـــة E coli	الذرة	ذبابـــة الخل
نســـبة الطفـــرة فـــي الجيـــل	$2,5.10^{-9}$	2.10^{-8}	$2,9.10^{-4}$	$2,6.10^{-5}$

"ج" نســـبة الطفـــرات الموضـــعية المقاســـة بالنســـبة لمورثـــة معينـــة عنـــد بعـــض المتعضـــيات

K Zekrite.doc

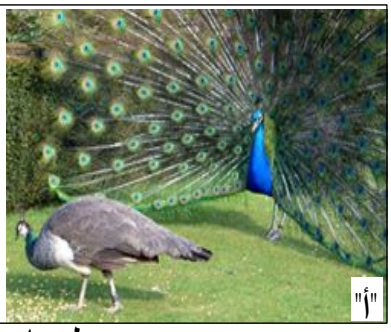
** حدد من خـــلال الوثيقـــة "أ" أثـــر الطفـــرات علـــى المحتـــوى الجينـــي للســـاكنة
** حدد مـــن خـــلال الـــوثيقتين "ب" و "ت" أثر الطفـــرات علـــى المظـــاهر الخارجيـــة للســـاكنة
** حلـــل نتـــائج الوثيقـــة "ج" وحدد مـــدى تـــاثير الطفـــرات علـــى تـــردد الحليـــلات

14

II الانتقاء الطبيعي أحد عوامل تغير الساكنة.

1 - بناء مفهوم الانتقاء الطبيعي:

أ- بعض مظاهر الانتقاء الطبيعي:



اختيـــار الشـــريك الجنســـي يتم بناء على مجموعـــة مـــن المظاهر الخارجيـــة (استعراض زاهي ممـــيز للريش عند ذكـــر الطـــاووس مثلا) والـــتي تـــرتبط بـــالنمط الوراثـــي للفـــرد.

"ب" ليـــس لمختلـــف الكائنـــات المؤهلات نفســـها على البقـــاء على قيـــد الحيـــاة

بعـــض مظـــاهر الانتقـــاء الطبيعـــي

** استخرج من خـــلال شـــكلي هـــذه الوثيقـــة العوامـــل المتدخلـــة فـــي الانتقـــاء الطبيعـــي.

15

K .Zekrite.doc

❁ تتمثل العوامل المتدخلة في الانتقاء الطبيعي في:

- .....
- .....

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

ب- مثال لانتقاء طبيعي:

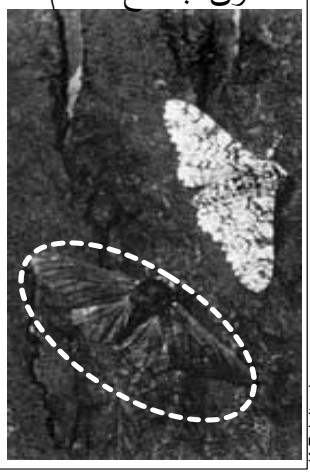
الوثيقة 16: السندر Biston bitularia فراشة ليلية، تقضي النهار فوق جذوع الأشجار. في انجلترا وإلى غاية سنة 1948، تم تسجيل غياب هذه الفراشات بشكلها القاتم. في وسط القرن العشرين، لوحظ بداية انتشار هذه الفراشات ذات اللون الداكن في بعض المناطق الصناعية. سنة 1959 قام الباحث Kettewell بدراسة إحصائية لشكلي الفراشة 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" صورا لشكلي الفراشة فوق جذع قاتم وآخر فاتح.

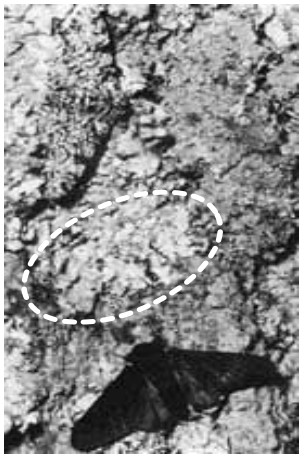
"أ"	منطقة صناعية		منطقة ريفية	
المظهر الخارجي للفراشة	فاتح	قاتم	فاتح	قاتم
نسبة الأشكال داخل الساكنة	11%	89%	100%	0%
نسبة الفراشات المستهلكة	74%	26%	14%	86%

"ب" الأشكال الفاتحة والقاتمة للفراشة:

فوق جذع قاتم



فوق جذع فاتح



K.Zekrite.doc

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، فسر الاختلاف المسجل في تردد شكلي هذه الفراشة في كل من المنطقتين المدروستين.

1 ❁ في المنطقة الصناعية، .....

❁ في المنطقة الريفية، .....

2 – تفسير اختلاف تردد المظاهر الخارجية بين المنطقتين: .....

.....

.....

.....

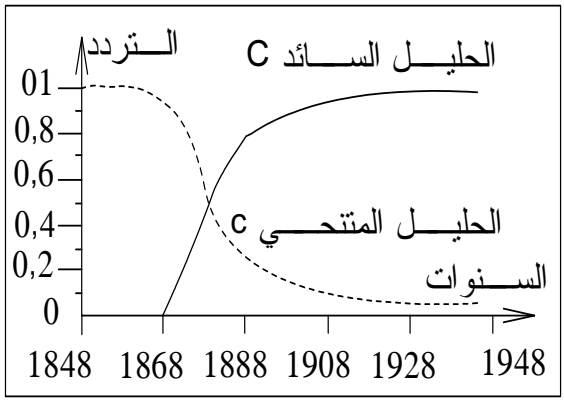
.....

.....

.....

ت- تأثير الانتقاء الطبيعي على تردد الحليلات:

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

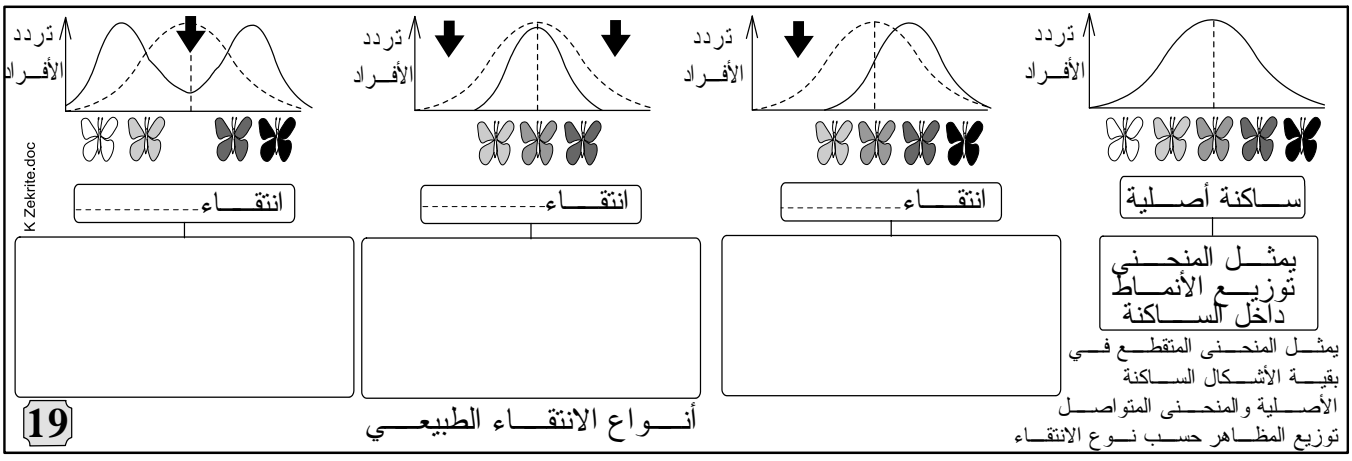


17

ج- حصيلة: مفهوم الانتقاء الطبيعي:

الانتقاء الطبيعي،

2- أنواع الانتقاء الطبيعي:



19

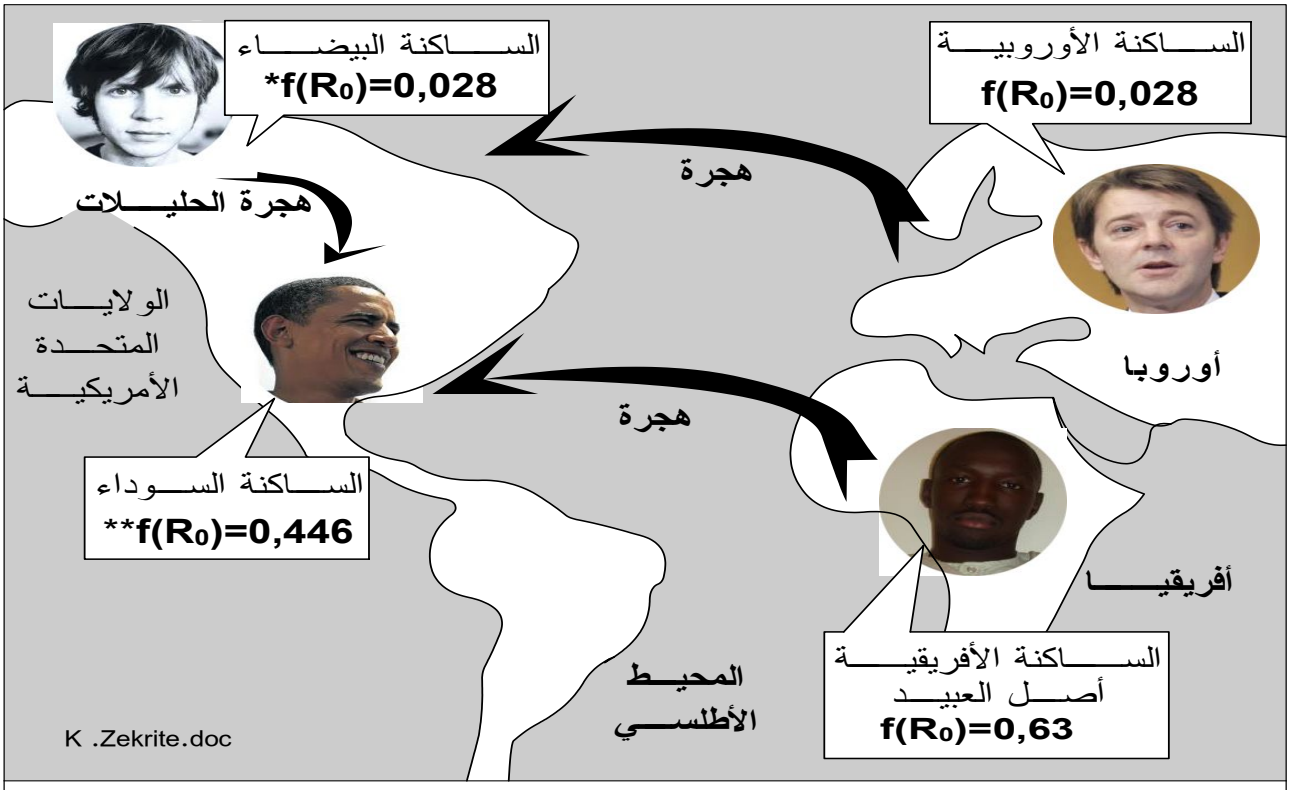
III الهجرة عامل آخر من عوامل تغير الساكنة.

1 - حالة الهجرة الأحادية الاتجاه:

أ- مثال لهجرة أحادية الجانب:

** 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.

** 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).

19

أجوبة

❀ تنحدر الساكنة السوداء للولايات المتحدة الأمريكية من .....

.....

❀ يلاحظ أن قيمة تردد الحليل R_0 عند الساكنة السوداء لأمريكا .....

.....

❀ تردد الحليل R_0 .....

.....

❁ نستنتج أن البنية الوراثية للساكنة السوداء لأمريكا .....

.....

❁ فكيف يمكن تفسير هذا التطور في البنية الوراثية لساكنتي أمريكا؟

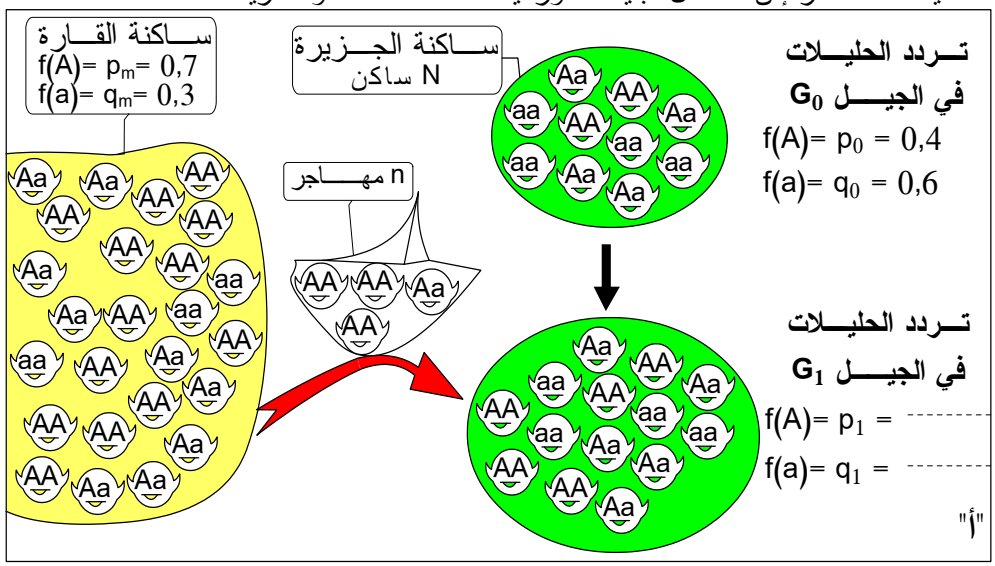
ب- تطور تردد الحليلات خلال الهجرة الأحادية الجانب:

يمثل الشكل "أ" نموذجا للهجرة الأحادية الجانب

1- باستعمال المعلومات المقدمة في الشكل "ب"، أحسب التدفق الهجري m وتردد الحليلين A و a عند ساكنة الجزيرة بعد الهجرة.

2- علما أن البنية الوراثية لساكنة القارة تضل مستقرة ماذا تستنتج فيما يخص البنية الوراثية لساكنة الجزيرة؟

3- كيف تفسر إذن أصل البنية الوراثية لساكنة سود أمريكا؟



** التدفق الهجري m: "ب"

هو نسبة المهاجرين الذين يتدفقون على الساكنة المستقبلة في كل جيل ويحسب 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

أجوبة

① حساب التدفق الهجري m، تردد الحليل A و تردد الحليل a:

تردد الحليل a	تردد الحليل A	التدفق الهجري m
q_1=	p_1=	m=

②- .....

.....

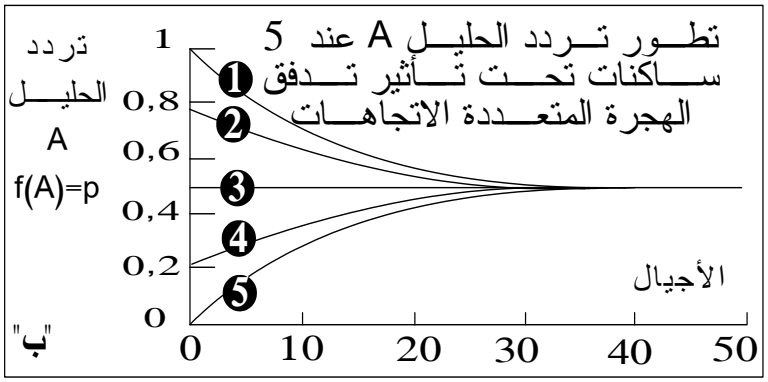
③- نفسر تغير البنية الوراثية للساكنة السوداء في أمريكا .....

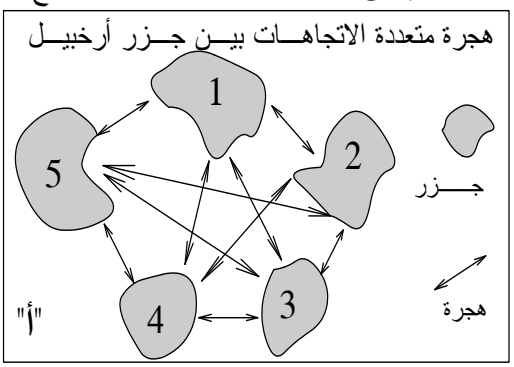
.....

.....

2 - الهجرة المتعددة الاتجاهات وتأثيرها في المحتوى الجيني:

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





K.Zekrite.doc

❁ .....

.....

❁ .....

.....

.....

❁ .....

.....

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

IV الانحراف الجيني وعلاقته بتغير الساكنة.

1 - بناء مفهوم الانحراف الجيني:

أ- مثال لانحراف جيني: الوثيقة 22 في الصفحة الموالية

أجوبة

① - .....

.....

.....

- .....

.....

.....

② انظر الوثيقة 22.

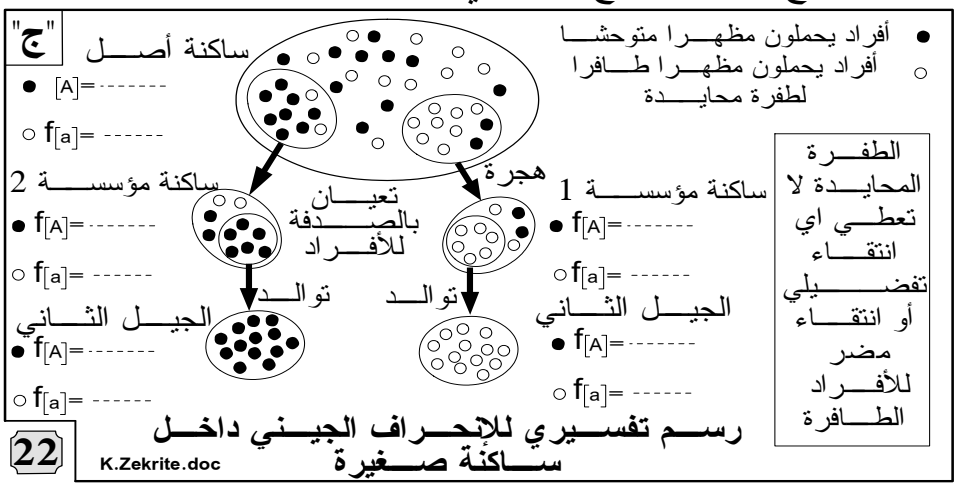
✹ قام Steinberg بدراسة ترتبط بتردد الفصائل الدموية عند ساكنةles hutterites: يتعلق الأمر بتجمع عقائدي "secte"، هاجر من سويسرا إلى روسيا ومن تم خلال سنة 1880 إلى أمريكا الشمالية، حيث كون سلسلة من المستعمرات في Dacota و Montana وفي أجزاء قريبة من كندا. يمثل الشكل "ب" النتائج التي توصل إليها Steinberg.

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

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

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 نقترح عليك النموذج التفسيري للشكل "ب".



رسم تفسيري للإنحراف الجيني داخل ساكنة صغيرة

22 K.Zekrite.doc

2) **احسب** تردد مختلف المظاهر الخارجية في هذه الساكنات.

3) **اعط** تعليقا لمعطيات الشكل "ب" **موضحا** فيم يتجلى الانحراف الجيني.

4) على ضوء هذه المعطيات، **فسر** أصل البنية الوراثية عند ساكنة les hutterites.

③ .....

.....

.....

.....

④ .....

.....

.....

.....

ب- تأثير ظاهرة الانحراف في المحتوى الجيني: (الوثيقة 23)

① - .....

.....

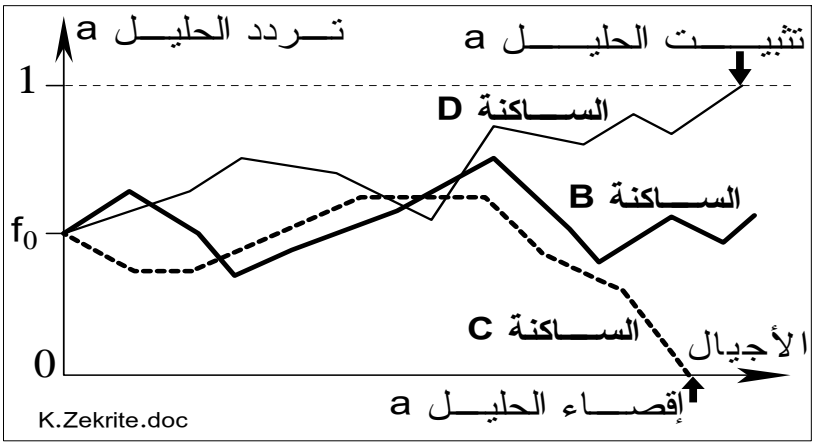
.....

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.



② .....

.....

③ انظر الفقرة الموالية.

2 - مفهوم الانحراف الجيني:

❁ يشير الانحراف الجيني (الانقلاب الجيني) إلى .....

.....

❁ يحدث الانحراف الجيني داخل .....

❁ لا يخضع الانحراف الجيني .....

.....

الفصل الثالث:
مفهوم النوع.

I المعايير المميزة للنوع

إذا كانت الساكنة هي مجموع الأفراد المنتمين إلى نفس النوع، وإذا كانت قابلة للتطور بفعل عوامل التغير:

- فماذا نعني بالنوع وما المعايير المميزة له؟

1 - المعايير المرفولوجية:

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 الخاصيات: المرفولوجية، السلوكية، الوراثية مع القدرة على التوالد فيما بينها.

النمر حيوان ثديي من عائلة السنوريات
جنس Panthera نوع Panthera tigris

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

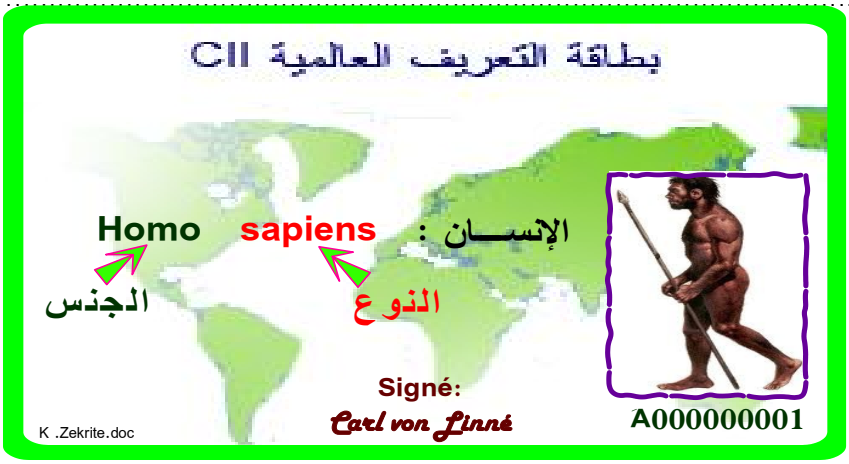
✷ ضع سطرا تحت الكلمات التي تشير في النص إلى بعض المعايير المعتمدة لتحديد النوع.

- حسب تصنيف العالم Linné، نميز النوع بـ.....

.....

.....

.....



- في هذا التصنيف، اعتمد Linné على الخصائص .....

.....

- فإلى أي حد تمكن هذه الصنافة من تمييز نوع عن آخر؟

2- المعايير الإيكولوجية:

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

المميزات المرفولوجية / بعض الخاصيات الأخرى	Catharus fuscescens	Catharus ustulatus	Catharus minimus
مسكن الـــزواج	أراض مشجرة ذات أدغال وافرة	أشجار المخروطيـــات	غابـــات الصـــنوبر غير كاملـــة النمـــو
مواقـــع الصـــيد	علـــى التربـــة وعلى الأشـــجار	غالبا علـــى الأشجار	علـــى التربـــة
بناء العـــش	فـــوق التربـــة	على الأشـــجار	علـــى التربـــة
الغنـــاء أثنـــاء الطـــيران	منعدم	منعدم	موجود

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

يبرز هذا المثال .....

.....

3- المعايير الفيزيولوجية والوراثية:

الـوثـيـقـة 26

يبرز هذان المثالان معيارين آخرين لتمييز النوع:

.....

.....

K.Zekrite.doc

مثال1: 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.

"ب" درجة حرارة الوسط ب °C		-5	0	05	15	25
كمية CO2 المطروحة من طرف طائر: ب (mg/mg)/h	شرشور أرطـــلان	11	10,5	09	07	05
	شرشـــور أصـــفر	08	07,5	07	06	4,5

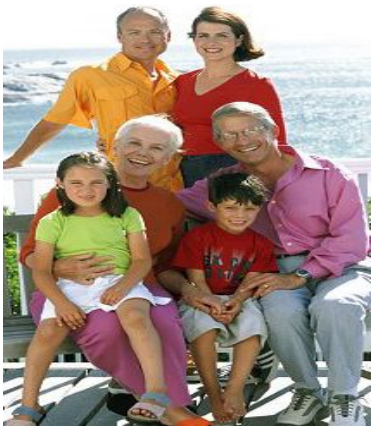
مثال 2: السمندل le triton حيوان برمائي، أنجزت عليه عدة دراسات قصد التمييز ين أنواعه، يعطي الجدول "ج" عدد وتردد الحليلات الرامزة لبروتينين (الزلال و LDH) مستخلصين من 3 أنواع من السمندل. تعبر القيم بين قوسين عن تردد الحليلات.

"ج" / بعض أنـــواع السـمندل / البـــروتين	الزلال	Triton alpestris	Triton marmoratus	Triton vulgaris
المورثة				
a عدد الحليـــلات: 7	الزلال	(0,2) a_3 (0,8) a_4	(1) a_2	(1) a_6
b عدد الحليـــلات: 7	Lactase desyudro–génase LDH	(0,1) b_1 (0,55) b_3 (0,35) b_4	(1) b_7	(1) b_1

K.Zekrite.doc

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

4- معيار الخصوبة:



خاصية التزاوج مـــع إعطـــاء خلف خصيب مـــن أهـــم المعـــايير البيولوجيـــة المحـــددة للنـــوع

نغل النمـــرة بالأســـد

نغل الحمـــار بـــأنثى الفـــرس

يمكن لأفـــراد أنـــواع قريبـــة أن تـــتزاوج، لكـــن الخلـــف غالبـــا مـــا يكـــون عقيمـــا. يكـــون الـــذكور عقيميـــن بينمـــا تكـــون الإنـــاث الهجينـــات فـــي بعـــض الأحيـــان خصـــيبات. وقد لوحظ عنـــد الـــذكور الهجنـــاء أن الصـــبغيات لاتقـــترن عنـــد الانقســـام الاخـــتزالي ممـــا يترتـــب عنـــه تشـــكل أمشـــاج غـــير قابلـــة للحيـــاة. أمـــا البويضـــات العاديـــة فقـــد تظهر أحيانـــا عنـــد الإنـــاث الهجينـــات.

27

K.Zekrite.doc

II تعريف النوع:

- .....

.....

.....

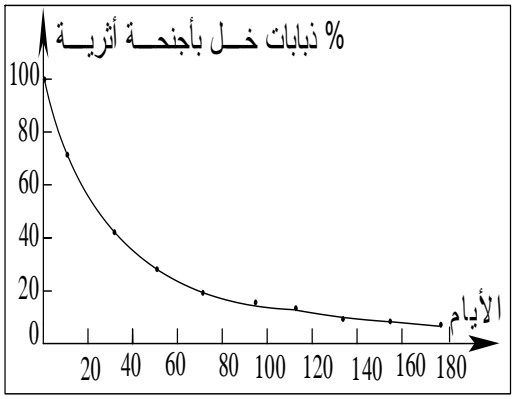
- تجمع بين أفراد نفس النوع مجموعة من الخاصيات المشتركة: .....

.....

رجاء لا تنسوني من الدعاء

تمرين تطبيقي رقم 1

** في الثلاثينات من القرن الماضي قام الباحثان P.l'Héritier و G.Terssier بإنجاز تجارب ترتبط بظاهرة الانتقاء الطبيعي عند ذبابة الخل: تتجلى هذه الدراسة في ترك مابين 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 تفسيرا لذلك.

2- بين أن هذه الدراسة تشكل نموذجا للانتقاء الطبيعي.

أجوبة:

1- مع مرور الأيام، شهدت نسبة ذبابات الخل ذات الأجنحة الأثرية (ذات المظهر الطافر) تقلصا تدريجيا، إذ مرت من 100% في بداية التجربة إلى 5% بعد 180 يوما 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.

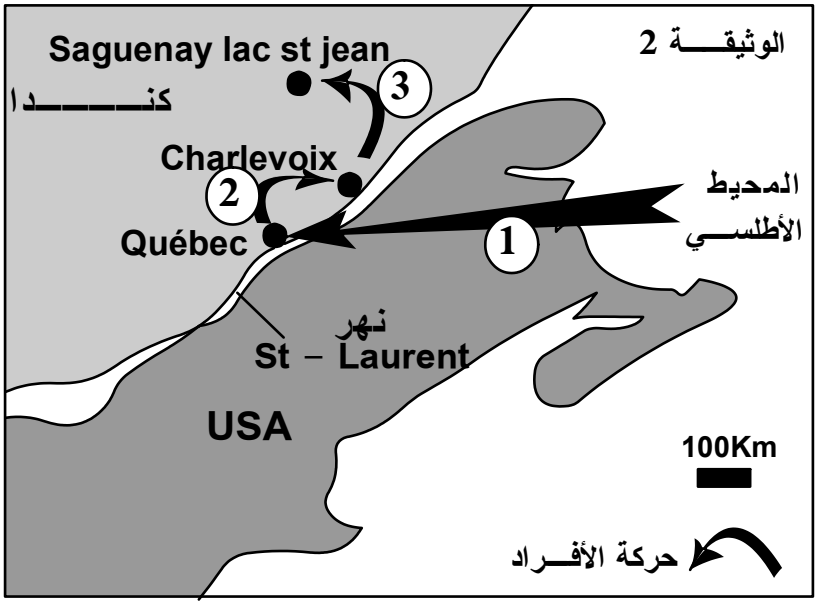
تمرين تطبيقي رقم 2:

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

لفهم الاختلاف الملاحظ في تردد هذا الحليل، تم تتبع أصل ساكنة هذه المنطقة بدءا 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 حاليا 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، معللا إجابتك، العوامل المسؤولة عن البنية الوراثية لساكنة منطقـــــــــة 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 التعيان بالصدفة وصغر حجم الساكنة**، نتج عنه تغير في البنية الوراثية لساكنة هذه المنطقة قياسا إلى الساكنة الأم وبقية ساكنات العالم في اتجاه **تثبيت الحليل الطافر** المسؤول عن مرض Tyrosinémie de type 1.

- 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