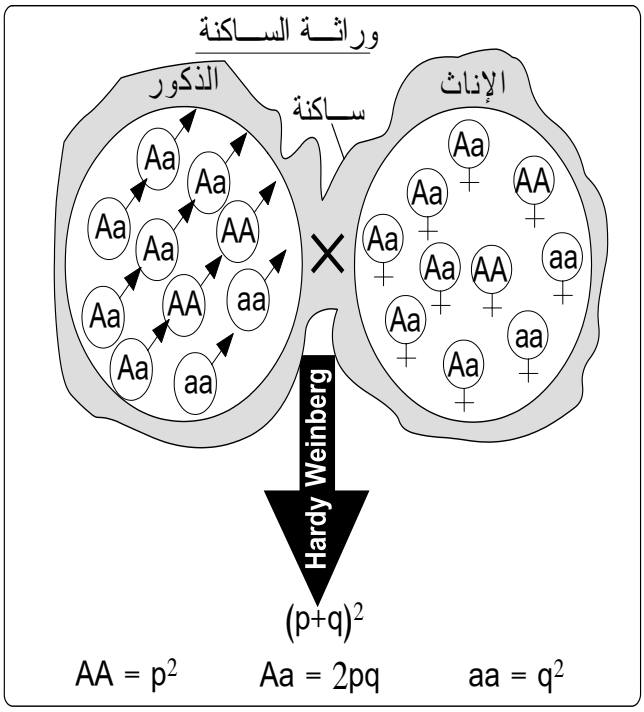
ملف تربوي

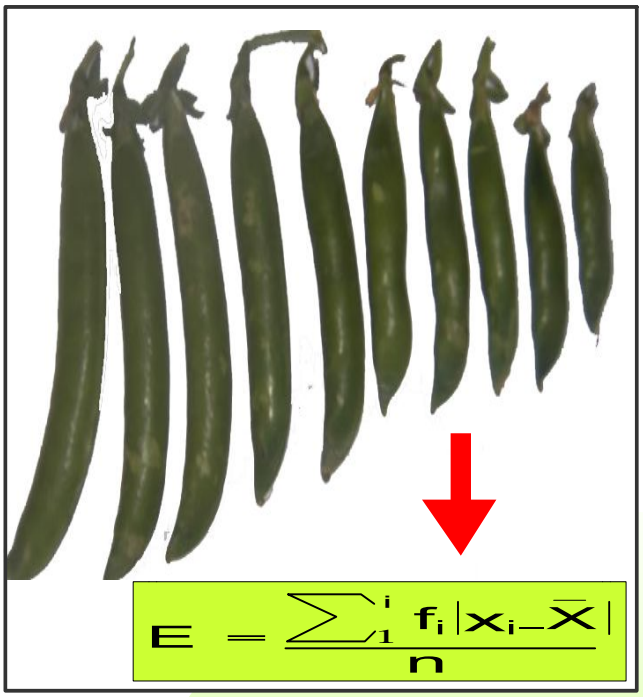
الأكاديمية الجهوية للتربية والتكوين
جهة مراكش تانسيفت الحوز
نيابة الحوز
ثانوية أبطيح التأهيلية

# الوحدة الثانية:

# التغير وعلم وراثة الساكنـــــــــة

برنامج السنة الثانية بكالوريا شعبة العلوم الرياضية "أ"




اقتراح: الأستاذة خديجة زكريط

السنة الدراسية: 2016/2015

# البرنامج الخاص بتدريس مادة علوم الحياة والأرض.
## السنة الثانية علوم رياضية "أ"
## عنوان الوحدة: التغير وعلم وراثة الساكنة.

| | | الحصص |
|---|---|---|
| المكتسبات القبلية | الأولى الإعدادية: العلاقات بين الكائنات الحية وتفاعلها مع الوسط.<br>الجذع المشترك العلمي: علم البيئة، التوالد عند النباتات.<br>الوحدة الثانية: الخبر الوراثي وآلية تعبيره.<br>الوحدة الثالثة: نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي، علم الوراثة البشرية. | |
| المضامين المراد دراستها والغلاف الزمني المخصص لكل منها | ❁ الدراسة الكمية للتغير (القياس الإحيائي).....<br>- تغير متواصل وتغير غير متواصل.<br>- مفهوم السلالة النقية.<br>❁ علم وراثة الساكنة .....<br>- توازن الساكنة.<br>◆ مفهوم الساكنة، تعريفها.<br>◆ المحتوى الجيني للساكنة Le pool de gènes.<br>- قانون Hardy - weinberg.<br>- عوامل تغير الساكنة.<br>◆ الطفرات Les mutations.<br>◆ الانتقاء الطبيعي La sélection naturelle.<br>◆ الانحراف الجيني** La dérive génétique<br>◆ الهجرة La migration<br>- مفهوم النوع والمعايير المميزة له | 12 ساعة<br><br>17 ساعة |
| التقويم القبلي<br>التقويم التكويني<br>+ الدعم<br>التقويم الإجمالي | في بداية معالجة الوحدة.<br>في منتصف الوحدة.<br>عند نهاية الوحدة.<br>عند نهاية معالجة الوحدة وينبغي أن يشمل مكونات الوحدة. | 30 دقيقة<br>60 دقيقة<br>90 دقيقة<br>120 دقيقة |
| | المجمـــــــــــــــــوع | 34 ساعة |

** دون التطرق إلى آليات الانحراف الجيني

# الفهرس


| العنـــــــــــوان | الصفحة |
|---|---|
| تقديم عام للوحدة | 3 |
| الفصل الأول: الدراسة الكمية للتغير: القياس الإحيائي | 4 |
| الفصل الثاني: علم وراثة الساكنة<br>المحور الأول: القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند الساكنة المتوازنة<br>المحور الثاني: عوامل تغير الساكنة<br>المحور الثالث: مفهوم النوع | 19<br>20<br>38<br>48 |

# 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.

- فكيف تتم دراسة التغير الوراثي الكمي داخل جماعة؟
- فكيف تتم دراسة التغير الوراثي داخل ساكنة معينة؟
- ما هي العوامل التي تغير ساكنة معينة؟

# الفصل الأول:

# الدراسة الكمية للتغير: القياس الإحيائي

تقديم:

يتميز أفراد نفس النوع، بعضهم عن بعض بصفات خارجية يمكن ملاحظتها بسهولة (لون البشرة عند الإنسان، لون الفرو عند بعض الحيوانات...)، يتعلق الأمر بصفات كيفية caractères qualitatifs يسهل تتبع انتقالها من السلف إلى الخلف. وهناك صفات خارجية يصعب التمييز فيما بينها اعتمادا على الملاحظة بالعين المجردة (الوزن، القد، عدد البذور، عدد البيض، عدد المواليد عند الفأرة خلال الوضع...): إنها صفات كمية caractères quantitatifs. وهي صفات يمكن قياسها وتحديد كميتها بطرق إحصائية: القياس الإحصائي la biométrie.

K.Zekrite.doc

لون البشرة عند الإنسان ولون بذرة الجلبانة صفات كيفية، يسهل تتبع انتقالها لكن الوزن والقامة عند الإنسان، قد سفنة الجلبانة وعدد بذورها صفات كمية، لتتبع انتقالها يلزم الاعتماد على **القياس**

2

- فكيف يمكن تمثيل التغير الوراثي الكمي عند جماعة معينة؟

# I مثال لتغير متواصل وتغير غير متواصل.

## 1 - مثال لتغير متواصل: قد سفنة الجلبانة

**الوثيقة 3 : عمل تطبيقي**

سفنة الجلبانة ➢

- تترتب بذور الجلبانة داخل ثمرة نسميها **سفنة** = gousse.
- احسب 100 سفنة من الجلبانة.
- باستعمال مسطرة، قس طول كل سفنة، ثم سجل نتائج هذه القياسات.
- ماذا تلاحظ بخصوص القيم التي يأخذها طول سفنة مختلف أفراد هذه العينة.
- صنف القيم المحصلة إلى فئات (أقسام) من 5mm ثم اجمع النتائج في شكل جدول.
- حدد المتغير والتردد في هذا المثال.

ملحوظة: يلزم الحرص على أن تكون العينة متجانسة.

- يمكن تقسيم العمل إلى 05 مجموعات من التلاميذ تتكلف كل مجموعة بالنتائج الإحصائية لـ 20 عينة.

❋ نتائج القياس المباشرة: قيم قد سفنات الجلبانة مرتبة ترتيبا تصاعديا.

**قد السفنات ب mm:**

84 - 83 - 83 - 80 - 80 - 80 - 80 - 80 - 75 - 70
- 89 - 88 - 88 - 88 - 86 - 86 - 85 - 85 - 85 -
94 - 92 - 92 - 92 - 91 - 90 - 90 - 90 - 90 - 90
- 96 - 96 - 95 - 95 - 95 - 95 - 95 - 94 - 94 -
99 - 99 - 98 - 98 - 98 - 98 - 97 - 97 - 97 - 96
101 - 101 - 100 - 100 - 100 - 100 - 100 - 100 -
104 - 103 - 103 - 103 - 102 - 102 - 102 - 102 -
105 - 105 - 105 - 105 - 105 - 104 - 104 - 104 -
108 - 108 - 107 - 107 - 106 - 106 - 105 - 105 -
112 - 111 - 110 - 110 - 110 - 109 - 108 - 108 -
115 - 115 - 114 - 114 - 113 - 112 - 112 - 112 -
.125 - 120 - 120 - 116 -

المجموع = 100 سفنة = $\Sigma(x_i)$

K Zekrite.doc

❋ يتغير قد سفنة الجلبانة من فرد لآخر ويأخذ جميع القياسات (بما فيها القيم العشرية) لدى يشكل هذا التوزيع سلسلة مستمرة، فنتكلم عن تغير متواصل Variation continue.

❋ تصنيف القيم المحصلة: جدول توزيع الترددات.

**تغير قد السفنة عند جماعة مؤلفة من 100 فرد (سفنة) من الجلبانة: جدول توزيع التـرددات**

| قد السفنات (mm) المتغير ($x_i$) | 56 إلى 60 | 61 إلى 65 | 66 إلى 70 | 71 إلى 75 | 76 إلى 80 | 81 إلى 85 | 86 إلى 90 | 91 إلى 95 | 96 إلى 100 | 101 إلى 105 | 106 إلى 110 | 111 إلى 115 | 116 إلى 120 | 121 إلى 125 | 126 إلى 130 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد السفنات المنتمية لهذا القسم التردد Fi | 00 | 00 | 01 | 01 | 05 | 06 | 11 | 12 | 18 | 20 | 12 | 10 | 03 | 01 | 00 |

❋ يتمثل **المتغير** la variable في هذا المثال في قد السفنة، أما **التردد** la fréquence فيتمثل في عدد الأفراد التي لها نفس القسم.

## 2- مثال لتغير غير متواصل: عدد البذور في سفنة الجلبانة

**الوثيقة 4: عمل تطبيقي**

- احسب 100 سفنة من الجلبانة.
- احسب عدد بذور الجلبانة في كل سفنة، ثم سجل نتائج هذه القياسات.
- ماذا تلاحظ بخصوص القيم التي يأخذها عدد البذور في مختلف سفنات هذه العينة.
- اجمع المعطيات العددية المحصلة في شكل جدول لتوزيع التردادات.
- حدد المتغير والتردد في هذا المثال.

❋ نتائج القياس المباشرة: عدد بذور الجلبانة في كل سفنة مرتبة ترتيبا تصاعديا.

**عدد البذور في كل سفنة:**

2 - 2 - 3 - 3 - 3 - 4 - 4 - 4 - 4 - 4 - 5 - 5 -
5 - 5 - 5 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6 -
6 - 6 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 -
7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 - 7 -
7 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 -
8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 9 - 9 - 9 - 9 -
9 - 9 - 9 - 9 - 9 - 9 - 9 - 9 - 9 - 9 - 9 - 9 -
9 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 -
10 - 10 - 10 - 10 - 10.

المجموع = 100 سفنة = $\Sigma(x_i)$

K Zekrite.doc

❋ يتغير عدد حبات الجلبانة من سفنة لأخرى لكن هذا التغير يأخذ فقط أرقاما صحيحة كما أن القيم محدودة لدى يشكل هذا التوزيع سلسلة غير مستمرة، فنتكلم عن **تغير غير متواصل** Variation discontinue.

❁ تصنيف القيم المحصلة: جدول توزيع الترددات.

**6 تغير عدد البذور عند جماعة مؤلفة من 100 سفنة جلبانة: جدول توزيع الترددات**

| عدد البذور في كل سفنة المتغير ($x_i$) | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد السفنات التي تضم هذا العدد التردد Fi | 0 | 02 | 03 | 05 | 06 | 11 | 23 | 20 | 19 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |

❁ يتمثل المتغير في هذا المثال في عدد بذور كل سفنة، أما التردد فيتمثل في عدد الأفراد التي تضم نفس عدد البذور.

## 3 - حصيلة:

❁ لدراسة انتقال الصفات الوراثية الكمية، نستعمل الطرق الإحصائية: القياس الإحصائي la biométrie.

❁ يتم ترتيب المعطيات الإحصائية للتغير في جدول لتوزيع الترددات والذي يتضمن:

- المتغير la variable: تمثل القياس الكمي للصفة عند أفراد العينة المدروسة:

+ يعتبر التغير غير متواصل عندما يأخذ المتغير أرقاما صحيحة ومحدودة مثلا: عدد البذور في كل سفنة، عدد مواليد فأرة في كل وضع...

+ يعتبر التغير متواصلا عندما يأخذ المتغير أرقاما وقيما مستمرة مثلا: وزن درنات البطاطا، قطر قوقعة نوع معين، قامة جماعة بشرية، كمية الحليب المنتجة من طرف جماعة أبقار...

+ في حالة التغير المتواصل، يتم اختياريا تفييئ قيم المتغير إلى أقسام متساوية الوسع وهو إجراء غير ضروري في حالة التغير غير المتواصل.

# II التمثيل البياني لتوزيع الترددات

## 1- حالة التغير غير المتواصل

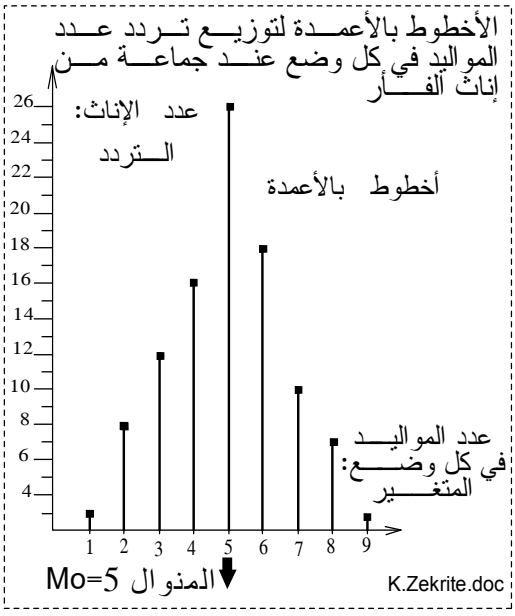
### أ - الأخطوط بالأعمدة:

**7** طريقة إنجاز الأخطوط بالأعمدة في حالة تغير غير متواصل

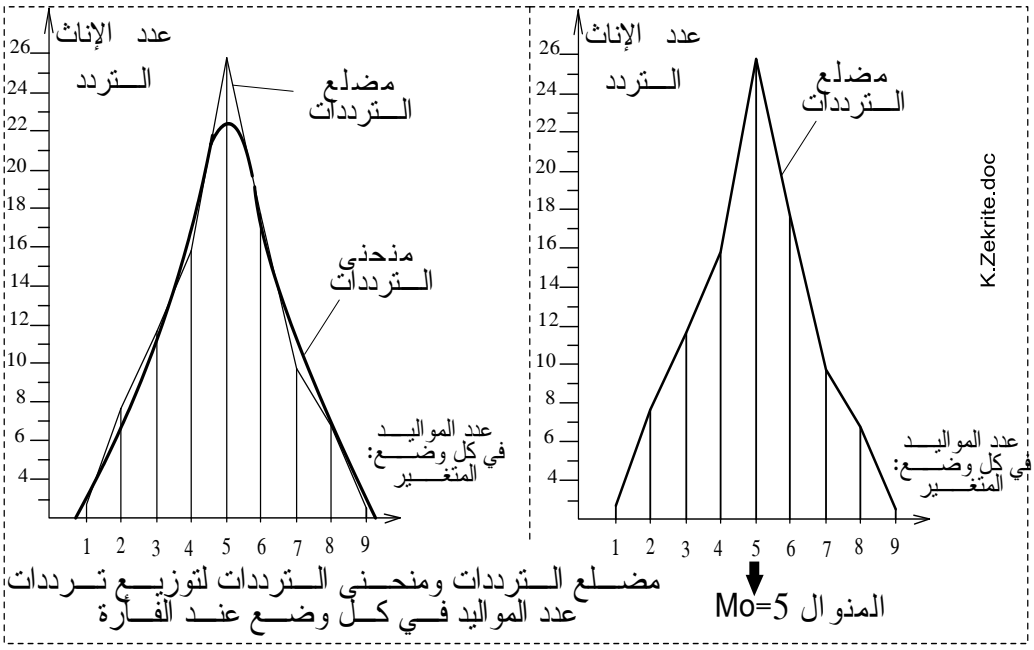
* نضع على محور الأفاصيل مختلف قيم المتغير وعلى محور الأراتيب مختلف الترددات.
* نوصل كل نقطة تقاطع بأفصولها في محور الأفاصيل بواسطة خط عمودي.
* نحصل على بيان يسمى مخطط عصوي = أخطوط بالأعمدة diagramme en batons

مثال: النتائج الإحصائية لتوزيع الترددات عند عينة تضم مائة أنثى من ساكنة فئران المختبر:

| المتغير: عدد المواليد في كل حمل | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| التردد عند الإناث | 2 | 8 | 12 | 16 | 26 | 18 | 10 | 7 | 1 |



## ب- مضلع التواترات ومنحنى التواترات




**مضلع التواترات**

* نربط النقط العليا النهائية للأعمدة في الأخطوط بالأعمدة بعضها ببعض بواسطة قطع مستقيمة.
* نحصل على مضلع يسمى مضلع التواترات: Polygone de fréquences

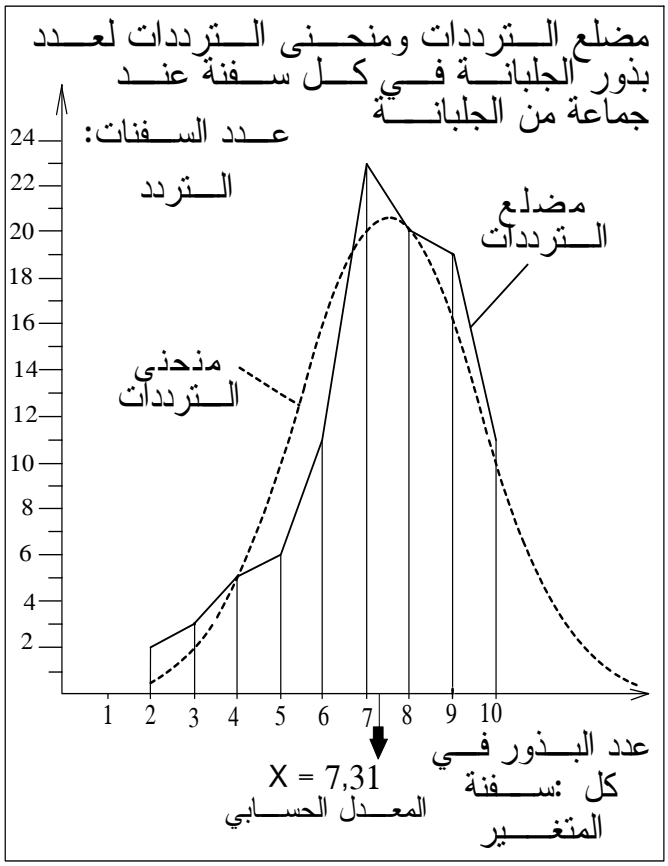
**منحنى التواترات**

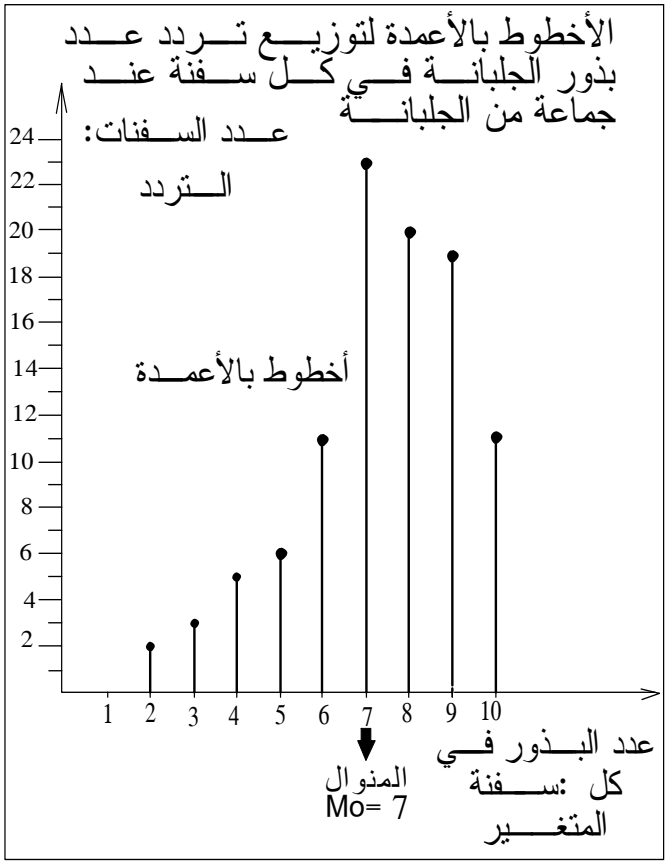
* نقوم بتسوية حدود مضلع التواترات مع الحرص على أن يكون المجال المحدد من طرف مضلع التواترات مكافئا للمجال المحدد من طرف منحنى التواترات، وتعد هذه التسوية صعبة الإنجاز

8

## ج- تطبيق

على ورق ميليميتري، أنجز الأخطوط بالأعمدة، مضلع التواترات ومنحنى التواترات في حالة التغير غير المتواصل المتعلق بعدد البذور في كل سفنة جلبانة.



## 2- حالة التغير المتواصل

### أ- مدراج التـرددات

**9** التمثيـــل البيـــاني للنتـــائج الإحصـــائية للتغـــير المتواصـــل:

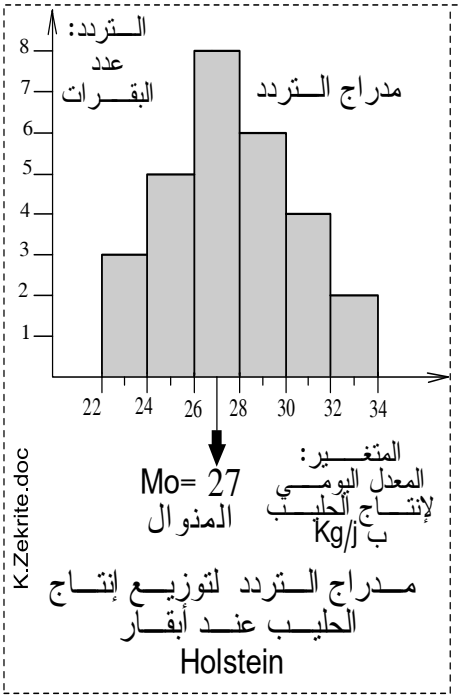
**مدراج الـتـرددات**

* نضع على محور الأفاصـيل حـدود الأقسـام وعلـى محـور الأراتيـب الـتـرددات
* نمثـل كـل قسـم بمسـتطيل، تحـدد قاعدتـه بمجـال القسـم وطوله مسـاوي لقيمـة الـتـردد المقابـل

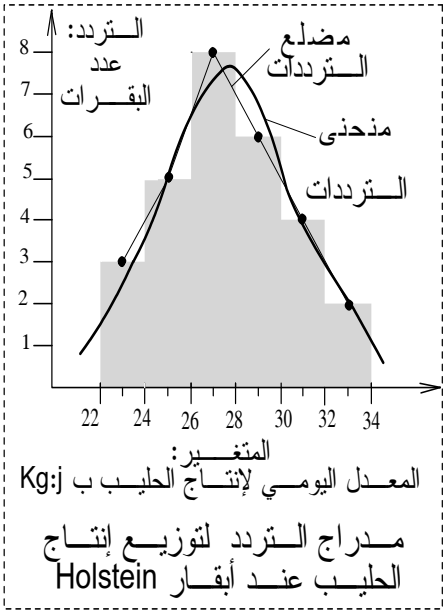
نحصـل علـى سلسـلة مسـتطيلات تسـمى مـدراج الـتـردد Histogramme de fréquences

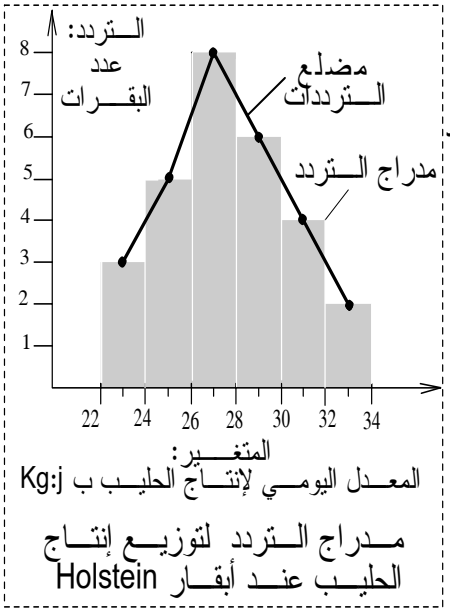
مثال : المعدل اليومـي لإنتـاج الحليـب عنـد عينـة مـن الأبقـار من جنس Holstein فـي إحـدى التعاونيـات الفلاحيـة

| كميـة الحليـب المنتجـة ب Kg/j: المتغيـر | [24-22[ | [26-24[ | [28-26[ | [30-28[ | [32-30[ | [34-32[ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد الأبقـار: الـتـردد | 3 | 5 | 8 | 6 | 4 | 2 |




### ب- مضلع الـتـرددات ومنحنى الـتـرددات




**مضـلع الـتـرددات**

* نـربط النقـط العليـا الـتي توجـد في منتصف كل قسـم مـن مـدراج الـتـردد بخطـوط مسـتقيمة
* نحصل علـى منحـنى يسـمى مضـلع الـتـرددات

**منحـنى الـتـرددات**

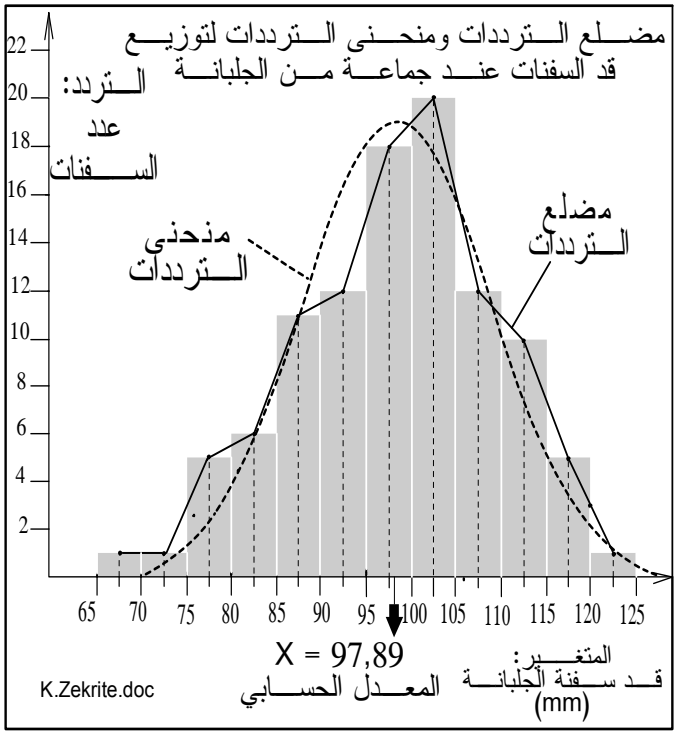
* يمكن الحصول عليه مـن خـلال تسوية حـدود مضـلع الـتـرددات.

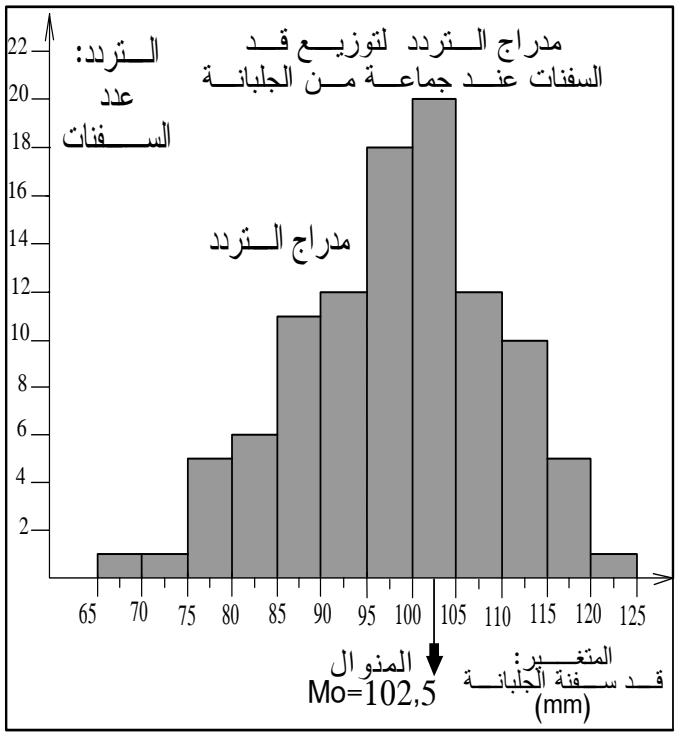
**10** **التمثيـــل البيـــاني للنتـــائج الإحصـــائية للتغـــير المتواصـــل**

K.Zekrite.doc

### ج- تـطبيـق

أنجز مدراج التردد، مضلع التردادات ومنحنى التردادات في حالة التغير المتواصل المتعلق بقد سفنة الجلبانة.



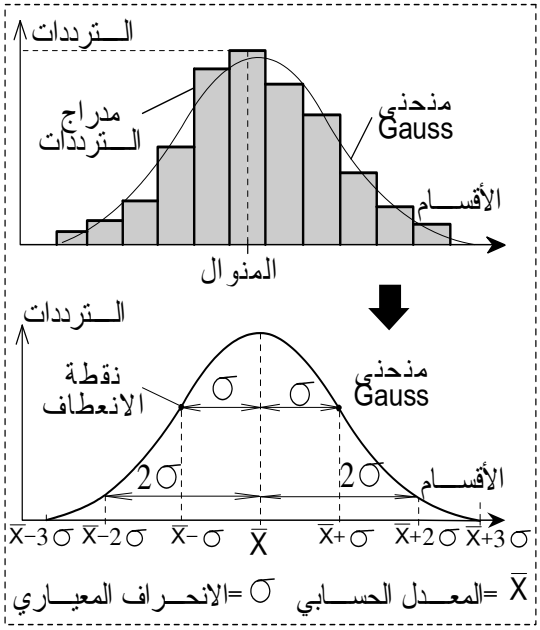




ملحوظة: إذا كانت التمثيلات البيانية تسهم في جمع المعطيات الرقمية، فإنها غير كافية للمقارنة، لدى يتم اللجوء إلى ثوابت رياضية خاصة بتوزيع التواترات.

## III الثوابت المميزة لتوزيع التواترات

### 1- توزيع التواترات حسب قانون Gauss

يلاحظ التلميذ الشكل العام لكافة منحنيات التواترات سواء المقدمة إليه أو تلك التي قام بإنجازها لاستخلاص بأنها تتخذ على العموم شكل منحنى متماثل محوريا على شكل جرس courbe en cloche وهو منحنى خاضع لمعطيات رياضياتية حددها العالمان Gauss - Laplace




توزيع التواترات وفق قانون Gauss

* عند ترتيب أفراد جماعة معينة حسب المظاهر الكمية، نلاحظ على العموم أنه، كلما اقتربنا من المعدل بالنسبة للخاصية المعنية زاد عدد الأفراد. وكلما ابتعدنا عن الوسط قل عددهم إلى أن ينعدم عند طرفي التوزيع.

* يشير تمثيل منحنى التردد إلى أن توزيع التواترات خاضع لقواعد رياضية.

* ويوحي شكله بأنه يمكن تعديله بمنحنى على شكل جرس cloche متماثل محوريا يسمى القانون المنظمي أو منحنى Gauss.

* يعتمد هذا التمثيل على مجموعة من الثوابت الإحصائية.

11

K. Zekrite. doc

فكيف يمكن احتساب هذه الثوابت الرياضياتية؟ وما هي دلالتها في القياس الإحيائي؟

## 2- ثوابت توزيع الترددات

### أ- ثابتات الموضع

**❁ مفهوم هذه الثابتات:**

**12** مفهوم ثابتات الموضع Paramétre de position

تتناسب ثابتا الموضع مع قيم مركزية تتوزع حولها القياسات.

**المنوال (Mo) Le mode**

* يعبر المنوال عن قيمة المتغير ($x_i$) التي تتناسب مع أكبر تردد
* في حالة التغير غير المتواصل يناسب قيمة وسط القسم الأكثر ترددا
* يمكن لمنحنى توزيع الترددات لجماعة مدروسة أن يكون أحادي المنوال، ثنائي المنوال أو متعدد المنوال.
* في حالة الحصول على منحنى أحادي المنوال، يمكن القول بأن الجماعة المدروسة متجانسة ويمكن أن تكون نقية، لكن يلزم التأكد من ذلك باللجوء إلى تزاوجات الإنتقاء (انظر لاحقا هذا المفهوم).
* في حالة الحصول على منحنى ثنائي أو عديد المنوال، نقول أن الجماعة المدروسة غير متجانسة.

**المعدل الحسابي ($\overline{X}$) Moyenne arithmétique**

هو مجموع قيمة كل متغير مضروب في قيمة تردده على عدد الأفراد:

$$\overline{X} = \frac{\sum_1^i (f_i\ x_i)}{n}$$

$\overline{X}$ = المعدل الحسابي، نرمز له أيضا ب m

$f_i$ = التردد

$x_i$ = قيمة المتغير (قيمة وسط القسم في حالة التغير المتواصل)

$n = \sum f_i$ = مجموع عدد أفراد الجماعة.

تطبيق

1- حدد قيمة المنوال بالنسبة للمثالين السابقين: عدد المواليد في كل وضع عند الفأرة (الوثيقة 7) وإنتاج الحليب عند أبقار Holstein (الوثيقة 9) ثم ضع هذه القيم على مدراج التردد.
2- ماذا تستنتج حول توزيع هتين الصفتين عند هتين الساكنتين.
3- احسب المعدل الحسابي بالنسبة للمثالين السابقين: عدد مواليد الفأرة وإنتاج الحليب عند أبقار Holstein.

**❁ تطبيق** بالنسبة لعدد مواليد الفأرة في كل وضع (الوثيقة 8) وإنتاجية الحليب من طرف أبقار Holstein (الوثيقة 9):

① - قيمة المنوال:

- حالة عدد مواليد الفأرة في كل وضع: Mo = 5 معنى ذلك أن أكبر عدد من إناث الفأران المدروسة تلد 5 مواليد في كل وضع.

- حالة إنتاجية الحليب من طرف أبقار Holstein: Mo = 27Kg /j معنى ذلك أن أكبر عدد من جماعة الأبقار المدروسة تنتج كمية يومية من الحليب تقدر ب 27Kg/j.

②- توزيع كل من عدد مواليد الفأرة في كل وضع وإنتاجية الحليب من طرف أبقار Holstein وحيدي المنوال، إذن يمكن اعتبار هتين الجماعتين متجانستين بالنسبة للصفتين المدروستين (عدد المواليد بالنسبة للفأرات وإنتاجية الحليب بالنسبة للأبقار).

③- حساب المعدل الحسابي:

حساب المعدل الحسابي في حالة تغير غير متواصل: عدد مواليد الفأرة في كل وضع

| قيم المتغير $x_i$ (الأقسام) | التكرارات $f_i$ | $f_i x_i$ |
|---|---|---|
| 01 | 02 | 02 |
| 02 | 08 | 16 |
| 03 | 12 | 36 |
| 04 | 16 | 64 |
| 05 | 26 | 130 |
| 06 | 18 | 108 |
| 07 | 10 | 70 |
| 08 | 07 | 56 |
| 09 | 01 | 09 |
| المجموع | $\sum f_i = n =$ 100 | $\sum f_i x_i =$ 491 |

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^i (f_i x_i)}{n} = \frac{491}{100} = 05$$

13

حساب المعدل الحسابي في حالة تغير متواصل: إنتاجية الحليب عند أبقار Holstein.

| قيم المتغير $x_i$ (الأقسام) | وسط الأقسام | التكرارات $f_i$ | $f_i x_i$ |
|---|---|---|---|
| [22-24[ | 23 | 03 | 69 |
| [24-26[ | 25 | 05 | 125 |
| [26-28[ | 27 | 08 | 216 |
| [28-30[ | 29 | 06 | 174 |
| [30-32[ | 31 | 04 | 124 |
| [32-34[ | 33 | 02 | 66 |
| المجموع | | $\sum f_i = n =$ 28 | $\sum f_i x_i =$ 774 |

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^i (f_i x_i)}{n} = \frac{774}{28} = 27,6$$

14

قيمة المعدل الحسابي X:

- حالة عدد مواليد الفأرة في كل وضع: X= 05: معنى ذلك أن متوسط عدد مواليد فأرات هذه الجماعة المدروسة هو 05 مواليد في كل وضع.

- حالة إنتاجية الحليب: X = 27,6Kg/j: معنى ذلك أن متوسط إنتاج الحليب من طرف بقرات هذه الجماعة المدروسة هو 27 كيلوغرام في اليوم.

## ب- ثابتات التشتت = التبدد

### ❁ مفهوم هذه الثابتات:

15

## مفهـــوم ثابتـــات التشـــتت = التبـــدد Paramétres de dispertion

تســـاعد ثابتـــات التشـــتت علـــى معرفـــة مـــدى تجـــانس الســـاكنة وتقييـــم وســـع التغـــير، نمـــيز:

### الفارق عـــن المعـــدل الحســـابي (ei):

$$ei = xi - X$$

### الفـــارق الوســـطي الحســـابي Ecart moyen arithmétique (E)

هـــو الفـــارق بيـــن قيمـــة المتغـــير والمعـــدل الحســـابي. وهو يأخذ دائما قيمـــا موجبـــة. يقدر بقيمـــة كـــل فـــارق مضـــروب فـــي التردد المقابل لـــه، بعـــد عمليـــة الجمـــع، نقســـم علـــى مجمـــوع أفراد الجماعـــة

$$E = \frac{\sum_1^i f_i \left| x_i - \bar{X} \right|}{n}$$

E = الفـــارق الوســـطي الحســـابي
X = المعـــدل الحســـابي
fi = الـــتردد
$x_i$ = قيمـــة المتغـــير
n =مجموع عدد الأفـــراد

* تســـتعمل القيمـــة المطلقـــة للتجرد مـــن علامـــات القيـــم

### المغـــايرة Variance (V)

$$V = \frac{\sum_1^i f_i \ (x_i - \bar{X})^2}{n}$$

### الانحراف النمطـــي المعيـــاري Ecart type ($\sigma$)

$$\sigma = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum_1^i f_i \ (x_i - \bar{X})^2}{n}}$$

### مجال الثقـــة Domaine de confiance

نســـتعمل الانحـــراف النمطـــي المعيـــاري والمعـــدل الحسابي لحســـاب مجـــال الثقـــة الـــذي يأخـــذ الـــدلالات التاليـــة:

- في المجـــال $[\bar{X} - \sigma \ ; \ \bar{X} + \sigma]$ نجد 68% من أفراد الجماعـــة
- في المجـــال $[\bar{X} - 2\sigma \ ; \ \bar{X} + 2\sigma]$ نجد 95,4% من أفراد الجماعـــة

### معامـــل التغـــير Coefficient de variation (k)

$$k = \frac{\sigma \times 100}{\bar{X}}$$

* $k \leq 15\%$: تكـــون الجماعـــة متجانســـة والتبـــدد ضـــعيف
* $15 \leq k \leq 30\%$: التبـــدد متوســـط وتجـــانس الجماعة متوســـط
* $k > 30\%$: تكون الجماعـــة غـــير متجانســـة والتبـــدد قـــوي

K Zekrite.doc

❁ تطبيـــــق:

احسب مختلف ثابتات التبدد بالنسبة لجماعة إناث الفأران وجماعة بقرات Holstein المدروستين سابقا:

① - عدد مواليد الفأرة في كل وضع (الوثيقة 7).
② - إنتاج الحليب من طرف أبقار Holstein (الوثيقة 9).
ثم حدد دلالة قيم هذه الثابتات.

أجوبـــــة

① - حساب ثابتات التبدد في حالة المتغير غير المتواصل المتعلق بعدد مواليد الفأرة في كل وضع:

❁ جدول الحسابات في الصفحة الموالية:

حســـاب ثابتـــات التبـــدد فـــي حالـــة تغـــير غـــير متواصـــل: عدد مواليد الفأرة فـــي كـــل وضـــع $\bar{X} = 05$

| قيـــم المتغـــير (الأقســـام) $x_i$ | الـــترددات $f_i$ | الفـــوارق بالنســـبة للمعـــدل الحســـابي $(x_i - \bar{X})$ | حساب المجموع الحســـابي للفـــوارق $f_i \lvert x_i - \bar{X} \rvert$ | حساب مجموع مربعـــات الفـــوارق $f_i \lvert x_i - \bar{X} \rvert^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 01 | 02 | 01−05 = −4 | 2x4= 08 | $2x(4)^2$= 32 |
| 02 | 08 | 02−05 = −3 | 8x3= 24 | $8x(3)^2$= 72 |
| 03 | 12 | 03−05 = −2 | 12x2= 24 | $12x(2)^2$= 48 |
| 04 | 16 | 04−05 = −1 | 16x1= 16 | $16x(1)^2$= 16 |
| 05 | 26 | 05−05 = 0 | 26x0= 00 | $26x(0)^2$= 00 |
| 06 | 18 | 06−05 = 1 | 18x1= 18 | $18x(1)^2$= 18 |
| 07 | 10 | 07−05 = 2 | 10x2= 20 | $10x(2)^2$= 40 |
| 08 | 07 | 08−05 = 3 | 7x3= 21 | $7x(3)^2$= 63 |
| 09 | 01 | 09−05 = 4 | 1x4= 04 | $1x(4)^2$= 16 |
| المجموع **16** | $\sum f_i$= 100 | | $\sum f_i \lvert x_i - \bar{X} \rvert$= 135 | $\sum f_i \lvert x_i - \bar{X} \rvert^2$= 305 |

**❁ قيم ثابتات التشتت**

➢ الفارق الوسطي الحسابي E: $E = \frac{\sum_1^i f_i \lvert x_i - \bar{X} \rvert}{n} = \frac{135}{100} = 1,35$

الدلالة الإحصائية لهذه القيمة (E) الفرق بين مختلف المتغيرات والمعدل الحسابي هو 1,35 وهو فرق نسبيا كبير.

➢ المغايرة V: $V = \frac{\sum_1^i f_i (x_i - \bar{X})^2}{n} = \frac{305}{100} = 3,05$

➢ الانحراف النمطي المعياري σ: $\sigma = \sqrt{V} = \sqrt{3,05} = 1,74$

➢ مجال الثقة: $[\bar{X} - \sigma ; \bar{X} + \sigma] = [5 - 1,74 ; 5 + 1,74] = [3,26 ; 6,74]$

الدلالة الإحصائية لهذه القيمة: 68% من إناث الفأران المدروسة تلد عددا من المواليد محصورا في المجال [3,26 ,6,74] ومجال الفرق بين عدد مواليد هذه الجماعة يقدر ب:

مولـود 6,74 – 3,26 = 3,48

➢ معامل التغير k: $k = \frac{\sigma \times 100}{\bar{X}} = \frac{1,74 \times 100}{5} = 34,8\%$

الدلالة الإحصائية لهذه القيمة: قيمة k أكبر من 30% ، وهذا يعني أن جماعة الفأرات المدروسة غير متجانسة والتبدد بين أفرادها كبير

ملحوظة: يسهل تقييم مدى تبدد أو تجمع جماعة معينة عند مقارنتها بجماعة أخرى.

**②- حساب ثابتات التبدد في حالة المتغير المتواصل المتعلق بإنتاج الحليب من طرف أبقار Holstein:**

**❁ جدول الحسابات:**

حساب ثابتات التبدد في حالة تغير متواصل: إنتاج الحليب عند أبقار Holstein:

$X = 27,6$

| قيم المتغير ($x_i$) (الأقسام) | وسط الأقسام | التوترددات $f_i$ | الفوارق بالنسبة للمعدل الحسابي $(x_i - X)$ | حساب المجموع الحسابي للفوارق $f_i \lvert x_i - X \rvert$ | حساب مجموع مربعات الفوارق $f_i \lvert x_i - X \rvert^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| [22-24[ | 23 | 03 | 23−27,6= −4,6 | 3x4,6= 13,8 | $3x(4,6)^2$= 63,48 |
| [24-26[ | 25 | 05 | 25−27,6= −2,6 | 5x2,6= 13 | $5x(2,6)^2$= 33,8 |
| [26-28[ | 27 | 08 | 27−27,6= −0,6 | 8x0,6= 4,8 | $8x(0,6)^2$= 2,88 |
| [28-30[ | 29 | 06 | 29−27,6= 1,4 | 6x1,4= 8,4 | $6x(1,4)^2$= 11,76 |
| [30-32[ | 31 | 04 | 31−27,6= 3,4 | 4x3,4= 13,6 | $4x(3,4)^2$= 46,24 |
| [32-34[ | 33 | 02 | 33−27,6= 5,4 | 2x5,4= 10,8 | $2x(5,4)^2$= 58,32 |
| المجموع 17 | | $\sum f_i$= 28 | | $\sum f_i \lvert x_i - X \rvert$= 64,4 | $\sum f_i \lvert x_i - X \rvert^2$= 216,48 |

**❁ قيم ثابتات التشتت**

| الثابتة | | الثابتة | |
|---|---|---|---|
| $E = \frac{64,4}{28} = 2,3$ | **الفارق الوسطي الحسابي E** | $\left[X-\sigma\,;\,X+\sigma\right] = \left[24,82\,;\,30,38\right]$ | **مجال الثقة** |
| $V = \frac{216,48}{28} = 7,73$ | **المغايرة V** | $k = 10,07\%$ | **معامل التغير k** |
| $\sigma = \sqrt{7,73} = 2,78$ | **الانحراف النمطي المعياري** | | |

# III الانتقاء داخل جماعة: مفهوم الجماعة المتجانسة

## 1 تجربة W. Johannsen

**18**

تجربة W Johannesen: في جماعة P من ساكنة

** في جماعة P من ساكنة الفاصوليا لها نفس الخاصيات (أزهار بيضاء وبذور بيضاء)، قام W.J بإجراء دراسة قياسية إحيائية لوزن البذور. يمثل بيان الشكل "أ" مضلع التوزيعات المحصل عليه خلال هذه الدراسة.

1- ماذا تستنتج فيما يخص تجانس هذه الجماعة P؟

** للتأكد من مدى تجانس الجماعة P، أخذ W.J، عند الجماعة P:

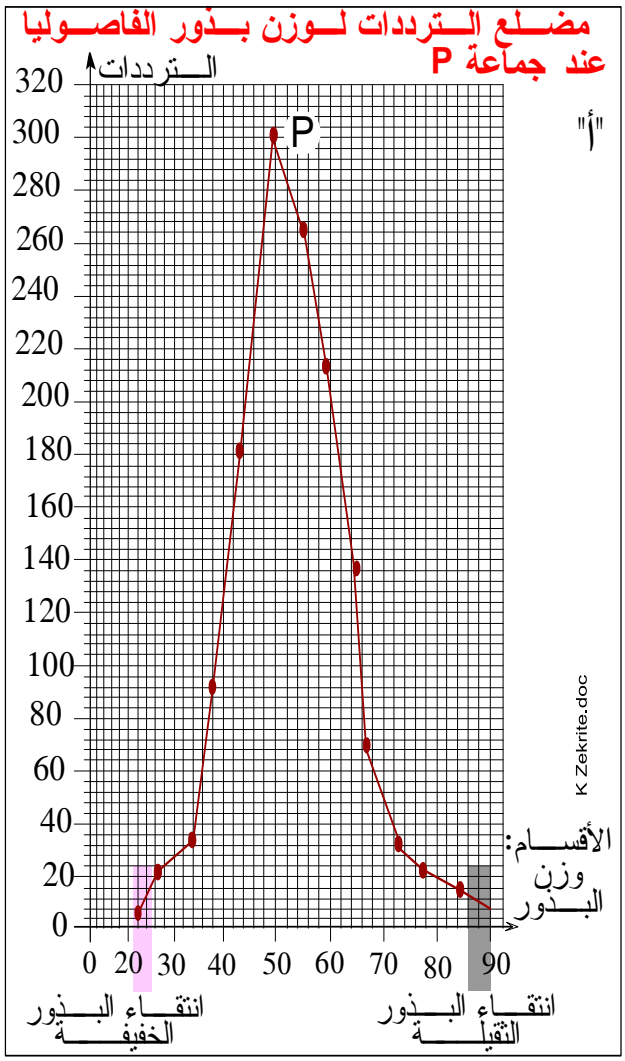
البذور الخفيفة التي تنتمي إلى القسم cg(21;25) والبذور الثقيلة التي تنتمي إلى القسم cg(86;90) وزرع كل قسم بمعزل عن الآخر، ثم أخضع أزهارها للإخصاب الذاتي (انظر الشكل "ب"). حصل W.J على الجماعة $P_1$ بالنسبة للبذور الخفيفة وعلى الجماعة $P_2$ بالنسبة للبذور الثقيلة . يمثل الجدول "ج" النتائج الإحصائية بالنسبة لهتين الجماعتين

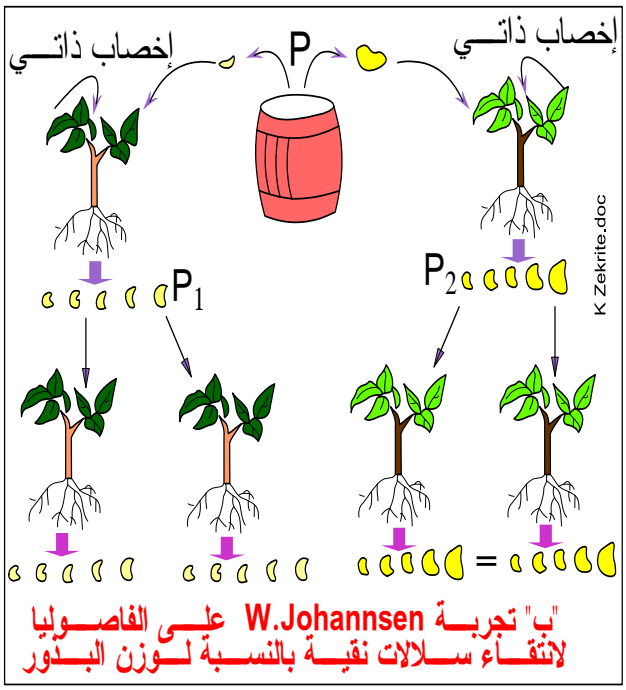
2- ماذا نسمي هذه التقنية؟

3- مثل على نفس بيان الوثيقة "أ" مضلع التوزيعات بالنسبة للجماعتين $P_1$ و $P_2$ ثم قارن بينهما .

4- قارن التمثيلات البيانية لكل من الجماعة $P_2$;$P_1$;P

5- استنتج إذن مدى تجانس الجماعة P ومدى فعالية الانتقاء في هذه الجماعة.




| وزن البذور ب cg | التوزيعات |
|---|---|
| 25-21 | 02 |
| 30-26 | 07 |
| 35-31 | 18 |
| 40-36 | 23 |
| 45-41 | 20 |
| 50-46 | 16 |
| 55-51 | 10 |
| 60-56 | 05 |
| 65-61 | 02 |

البذور الخفيفة $P_1$

البذور الثقيلة $P_2$

| وزن البذور ب cg | التوزيعات |
|---|---|
| 40-36 | 02 |
| 45-41 | 05 |
| 50-46 | 09 |
| 55-51 | 14 |
| 60-56 | 21 |
| 65-61 | 22 |
| 70-66 | 24 |
| 75-71 | 23 |
| 80-76 | 17 |
| 85-81 | 06 |
| 90-86 | 02 |

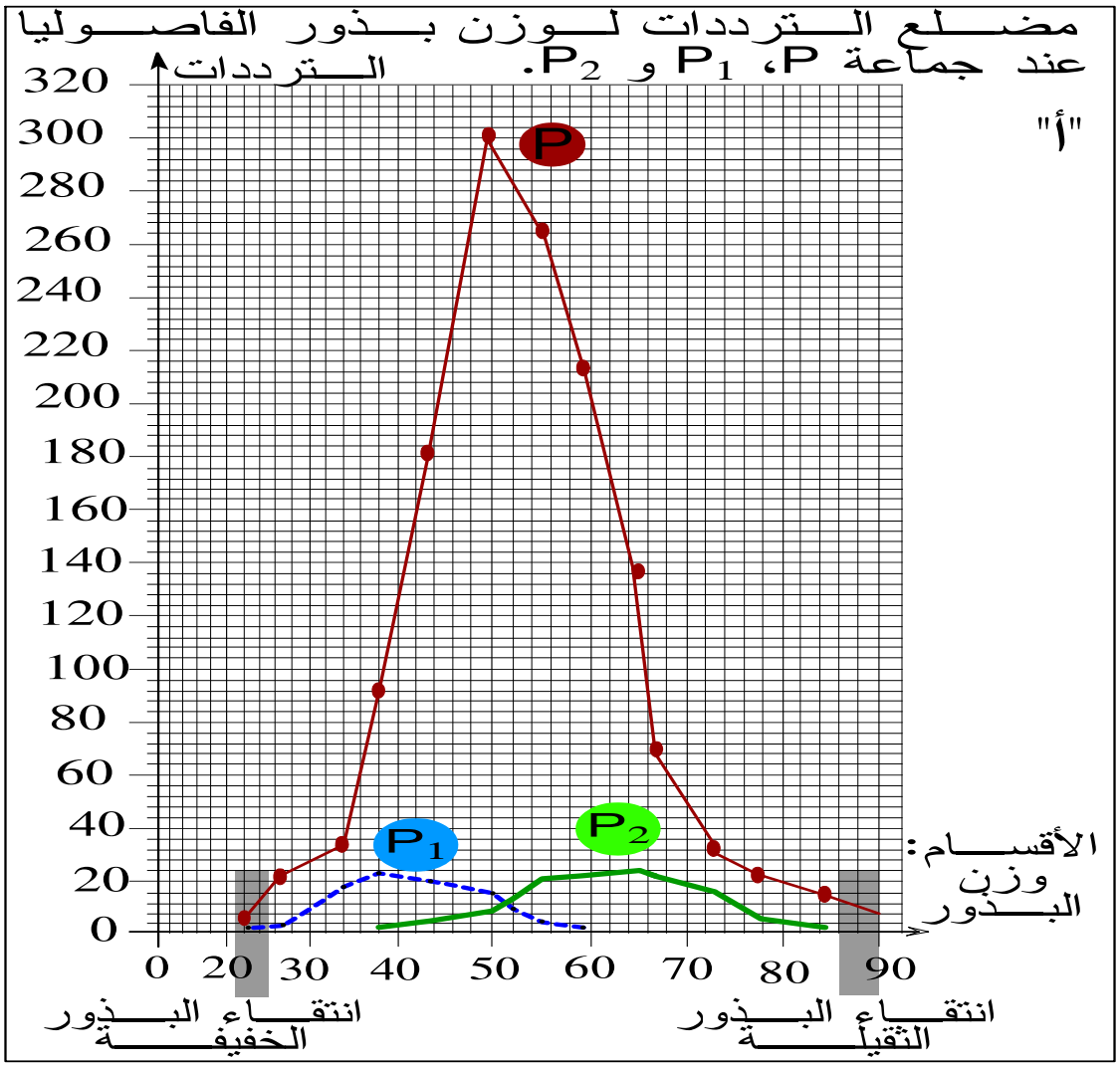
"ج" الدراسة الإحصائية لتوزيع التوزيعات عند الجماعتين $P_2$ - $P_1$

أجوبة:

1- من خلال مضلع الترددات، تبدو الجماعة P متجانسة، حيث أن المنحنى أحادي المنوال.

2- تسمى هذه التقنية بالانتقاء الاصطناعي.

3- تمثيل مضلع الترددات بالنسبة للجماعتين $P_1$ و $P_2$.




4- من خلال دراسة تغير الصفة (وزن البذور)، عند الخلف، نحصل على مضلعين للترددات أحاديي المنوال مع تفاوت المنوالين بالنسبة لمنوال الجماعة P:

- جماعة البذور الخفيفة P1: المنوال = 37,5 cg
- جماعة البذور الثقيلة P2: المنوال = 67,5 cg
- الجماعة P: المنوال = 47,5 cg

5- لقد مكن الانتقاء الاصطناعي داخل الجماعة P من عزل جماعتين مختلفتين P1 و P2،نستنتج إذن أن الجماعة P غير متجانسة بالنسبة للصفة المدروسة.

- تشكل كل واحدة من الجماعتين P1 و P2 سلالة، يعتبر الانتقاء في هذه الحالة فعالا.

2- حصيلة

✓ لدراسة الانتقاء داخل ساكنة، يتم عزل الأقسام المتعارضة من حيث الصفة المدروسة (الوزن مثلا) وتركها لتتوالد فيما بين أفرادها "إخصاب ذاتي في حالة النباتات".
✓ إذا أظهرت النتائج وجود مضلعين للترددات أحاديي المنوال، فمعناه أن الاصطفاء قد مكن من عزل جماعتين مختلفتين، تشكل كل واحدة منهما سلالة نقية أو عرقا نقيا وهذا معناه أن الجماعة الأصل غير متجانسة (تتكون من أكثر من سلالة نقية).
✓ نقول أن الاصطفاء فعال، عندما يمكن من عزل جماعتين مختلفتين أو سلالتين مختلفتين من الساكنة الأصل.
✓ يكون الاصطفاء فعالا في الجماعات غير المتجانسة، ويكون غير فعال في الجماعة النقية.

تمـــرين تطبيقـــي 1

تمثـل النتـائج العدديـة المدونـة فـي الجـدول أسـفله نتـائج دراسـة قياسـية إحيائيـة لقـد الأمشـاج الذكريـة والأنثويـة، وقـد تـم تجميـع العينـات ذات القياسـات المتقاربـة فـي نفـس الفئـة وكـل فئـة ممثلـة بقيمـة وسطها

| طول رأس المشيج الـذكري بـــ Um | 02 | 2,5 | 03 | 3,5 | 04 | 4,5 | 05 | 5,5 | 06 | 6,5 | 07 | 7,5 | 08 | 8,5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الـتـرددات | 1 | 0 | 4 | 12 | 32 | 48 | 37 | 33 | 40 | 51 | 38 | 18 | 05 | 02 |

| قطـر المشـيج الأنثـوي بـــ Um | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الـتـرددات | 03 | 07 | 18 | 23 | 32 | 26 | 13 | 04 | 01 |

1- مثـل بيانيـا هـاذين التـوزيعين للـتـرددات
2- مـيز كـلا مـن التـوزيعين بوسـائط الموضـع (المنـوال والمتوسـط الحسـابي) مـاذا تسـتنتج فيمـا يخص تغير قـد الأمشـاج الملاحـظ؟

**بعض عناصر الإجابة:**

1- تمثيل صحيح بواسطة مضلع التردادت
2- يتميز توزيع طول رأس المشيج الذكري بمنوالين Mo=4,5 و Mo=6,5.
- يتميز توررزيع قطر المشيج الأنثوي بمنوال واحد Mo=135.
- المتوسط الحسابي بالنسبة لطول رأس الأمشاج الذكرية: X = 5,6um
- المتوسط الحسابي بالنسبة لقطر الأمشاج الأنثوية: X = 134um
- استنتاج:
+ يتميز توزيع طول رأس الأمشاج الذكرية بوجود منوالين، وهذا يعني بأن هذه العينة غير متجانسة. كما أن متوسط هذا الطول هو: 5,6um.
+ يتميز توزيع قطر الأمشاج الأنثوية بمنوال واحد مما يعني أن هذه العينة متجانسة. كما أن متوسط قطر هذه الأمشاج هو: 134um.

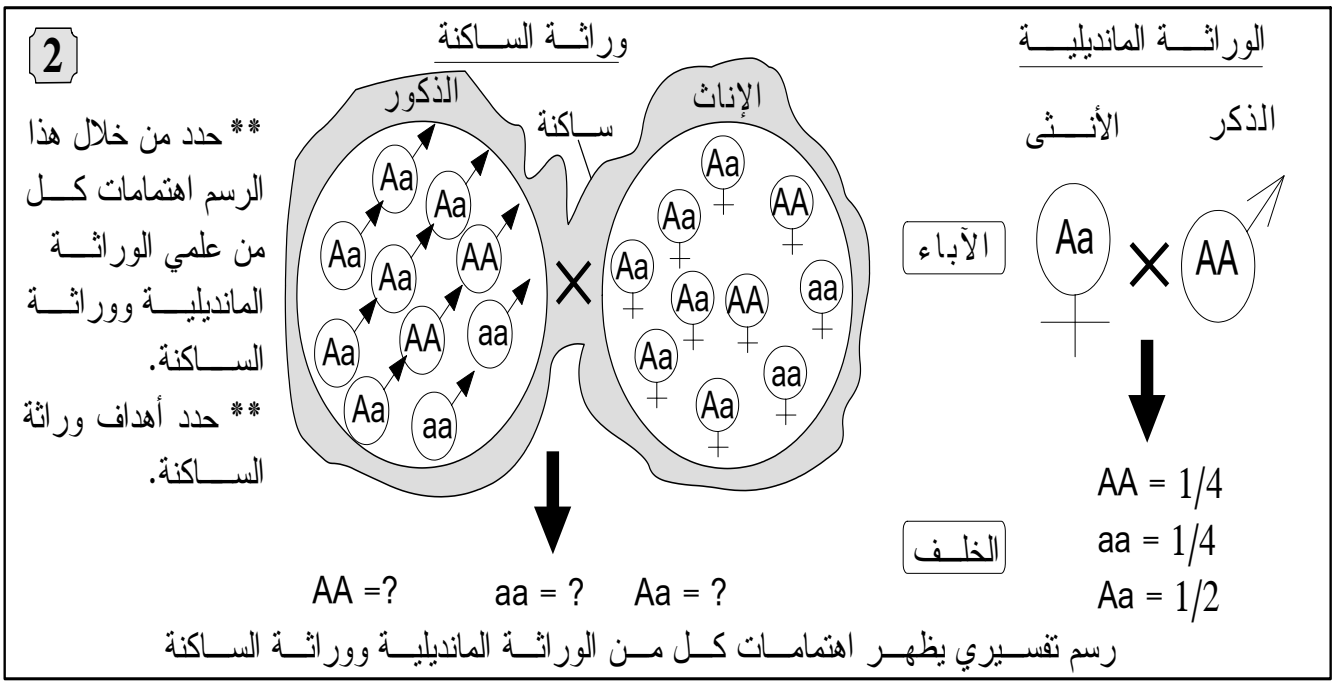
# الفصل الثاني:
# علم وراثة الساكنة

تقديم:

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

وتسعى 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.




رسم تفسيري يظهر اهتمامات كل من الوراثة المانديلية ووراثة الساكنة

✓ فما هي الساكنة وما مميزاتها الوراثية؟

✓ ما هي القوانين الإحصائية المعتمدة في دراسة انتقال الصفات الوراثية عند الساكنة؟

✓ ماهي العوامل التي تؤدي إلى تغير الساكنات؟

✓ ما هي خاصيات النوع وماهي المعايير المميزة له؟

# المحور الأول:
# القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند الساكنة المتوازنة.

## I مفهوم الساكنة والمحتوى الجيني.

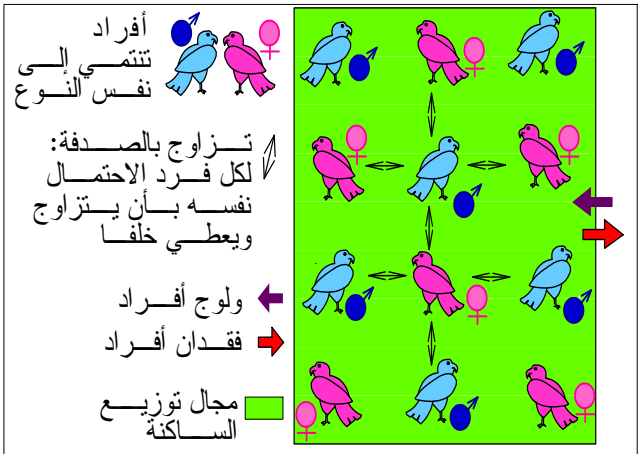
### 1 - مفهوم الساكنة

الوثيقة 3

"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

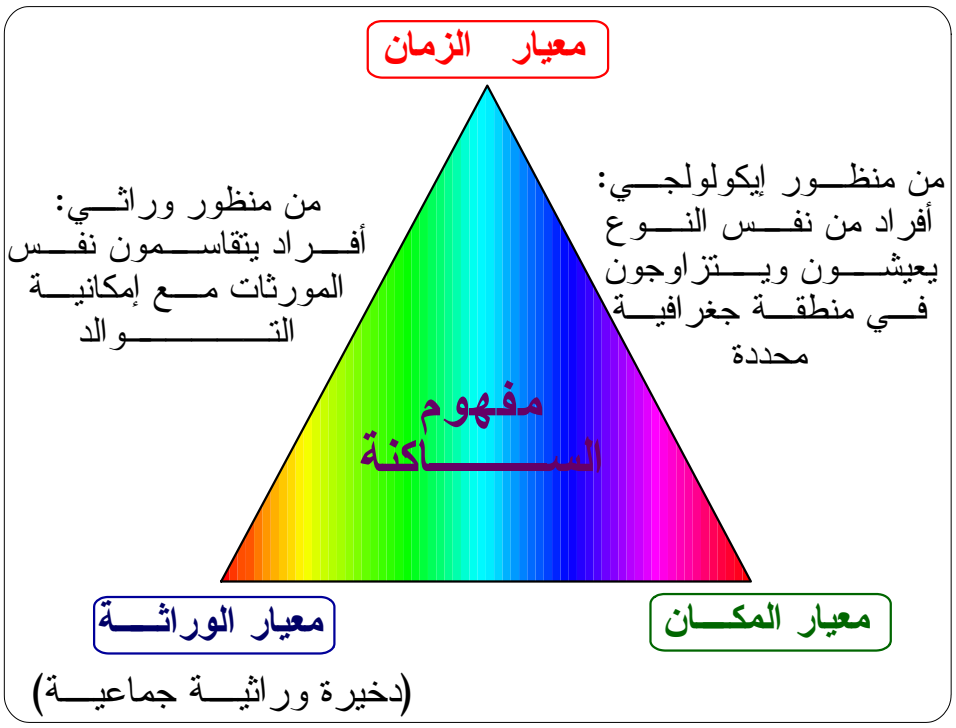


❁ الساكنة la population هي مجموعة من الأفراد المنتمية لنفس النوع. وهي مجموعة تعيش في مجال جغرافي معين، يتمكن فيه كل فرد من أفرادها من التزاوج والتوالد مع أي فرد آخر من أفراد المجموعة.

❁ 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:

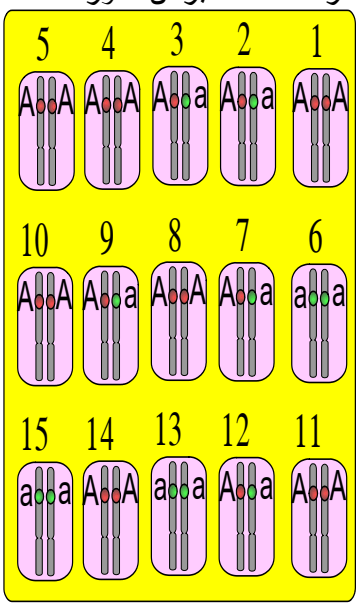
يقدم الرسم التفسيري "أ" المحتوى الجيني بالنسبة لموضع مورثة عند ساكنة نظرية مؤلفة من 15 فردا. سنعتبر أن المورثة غير مرتبطة بالجنس وتملك حليلين: A حليل سائد و a حليل متنحي

**4**

** اعط تعريفا للمحتوى الجيني للساكنة

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

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المظهر الخارجي | المظهر | [A] | | [a] | المجموع |
| | 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  D = f(AA)  H = f(Aa)  R = f(aa)  p = f(A)  q = f(a)

K .Zekrite.doc

- تعريف المحتوى الجيني انظر الحصيلة.
- حساب الترددات باستعمال طريقة الاحتمالات:

- تردد المظاهر الخارجية:

** تردد مظهر خارجي [A] = $\frac{\text{عدد الأفـــراد الحـــاملين للمظهـــر [A]}}{\text{مجموع أفـــراد الســـاكنة N}}$

** تطبيـــق عـــددي: f[A] = 12/15

f[a] = 03/15

- تردد الأنماط الوراثية:

** تردد نمط وراثـــــي AA = $\frac{\text{عدد الأفـــراد الحـــاملين للنمـــط AA}}{\text{مجموع أفـــراد الســـاكنة N}}$

** تطبيـــق عـــددي:

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).

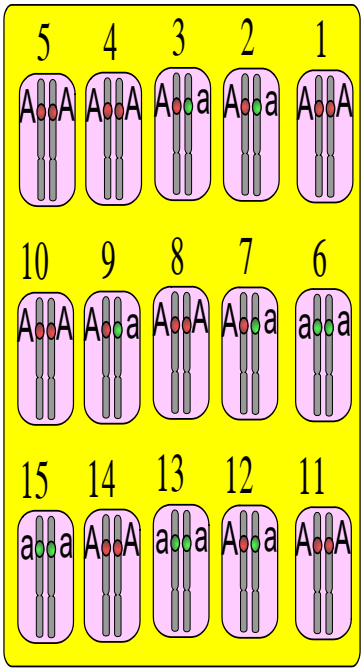
♦ إذن:

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

♦ نعمم هذه القاعدة على a:

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

♦ إتمام معطيات الجدول السابق:




"أ" المحتـــوى الجيـــني لســـاكنة

| المجموع | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | a | A | | المظهر | المظهر الخارجي |
| N= 15 | 03 | 12 | | العدد | |
| | $f_{[a]}$ = 03/15 | $=f_{[A]}$ 12/15 | | الـــتردد | |
| | aa | Aa | AA | النمط | النمط الوراثـــي |
| N= 15 | 03 | 05 | 07 | العدد | |
| D+H+R= 1 | f(aa)=R=3/15 | f(Aa)=H=5/15 | f(AA)= D=7/15 | الـــتردد | |
| p+q= 1 | f(a) = q= R + H/2 | f(A) = p = D + H/2 | | تردد الحليـــلات | |

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

K .Zekrite.doc

## 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:

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

# II الساكنة المتوازنة وقانون 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.

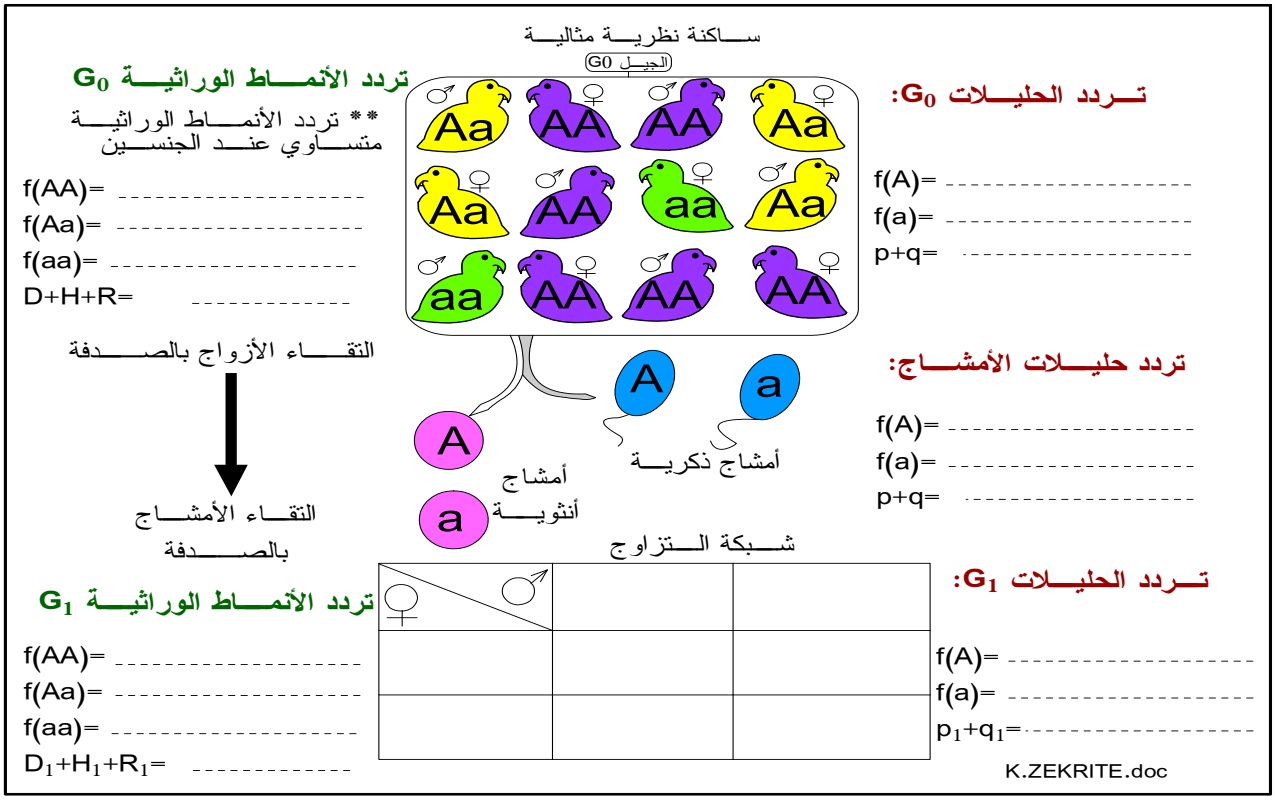
### أ - نص القانون:

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**

**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 $G_0$:

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

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

نستدرجها من خلال شبكة التزاوج:

$$f(AA)= p^2 = D_1$$
$$f(Aa)= 2pq = H_1$$
$$f(aa)= q^2 = R_1$$
$$D_1+H_1+R_1= p^2+2pq+q^2 = (p+q)^2 = 1$$

## ❁ تردد الحليلات في الجيل $G_1$:

* $f(A) = p_1$
$= D_1 + H_1/2$
$= p^2 + 2pq/2$
$= p^2 + pq$
$= p(p+q)$

وبما أن: $p+q = 1$

فإن:

**f(A) = p**

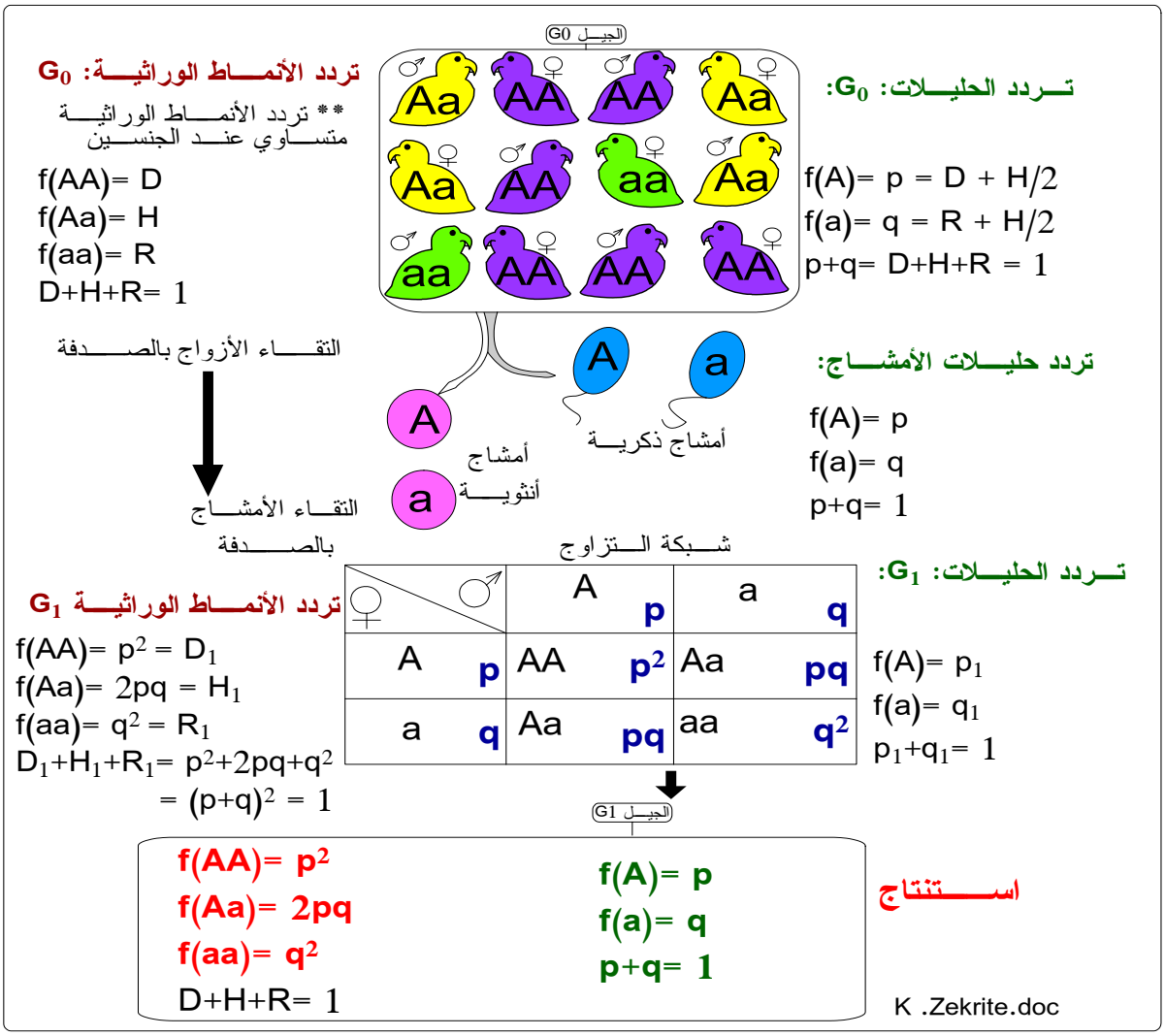
* $f(a) = q_1$
$= R_1 + H_1/2$
$= q^2 + 2pq/2$
$= q^2 + pq$
$= q(p+q)$

وبما أن: $p+q = 1$

فإن:

**f(a) = q**

## ❁ إتمام الرسم السابق:



## 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 انطلاقا 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 كالآتي:

$$f(AA) + f(Aa) + f(aa) = (p+q)^2$$
$$= \underbrace{p^2}_{f(AA)} + \underbrace{2pq}_{f(Aa)} + \underbrace{q^2}_{f(aa)}$$

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

**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 $(p+q+r+\ldots+n)^2$.

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

$f(A)= p$
$f(B)= q$ ➡ $(p+q+r)^2 = p^2 + 2pq + 2pr + q^2 + 2qr + r^2$
$f(O)= r$

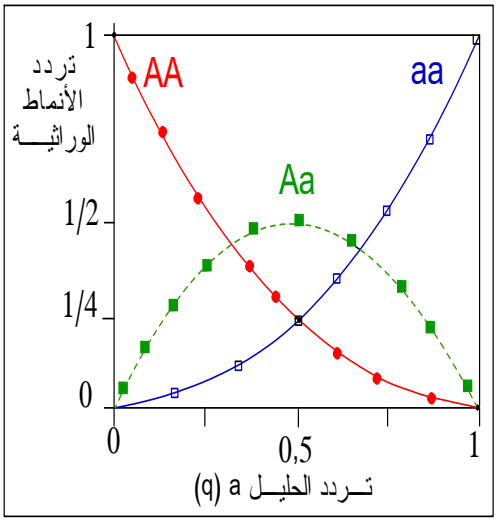
$$= f(AA) + f(AB) + f(AO) + f(BB) + f(BO) + f(OO)$$

## ج- العلاقة بين تردد الأنماط الوراثية والحليلات:

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). 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:

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

## 3 - تطبيق قانون Hardy - Weinberg.

### أ - اختبار التوازن $\chi^2$:

**الوثيقة 8: اختبار التوازن $\chi^2$ (chideux)**

للتأكد إن كانت الساكنة في حالة توازن أم لا، نقوم بإنجاز اختبار التطابقية $\chi^2$:

✷ **نحسب** قيمة $\chi^2$ **النظرية** (المحسوبة) باستعمال العلاقة الآتية:

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

✷ **نبحث** عن قيمة $\chi^2$ **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:** ddd = عدد الحليلات – عدد الأنماط الوراثية

| 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 $\chi^2$ **المحسوبة** مع قيمة $\chi^2$ **العتبة** (المقروءة في الجدول):

- إذا كانت قيمة $\chi^2$ المحسوبة أصغر من قيمة $\chi^2$ المقروءة في الجدول: نقول أن الساكنة تخضع لقانون Hardy w أي في حالة توازن.
- إذا كانت قيمة $\chi^2$ المحسوبة أكبر من قيمة $\chi^2$ المقروءة في الجدول: نقول أن الساكنة لا تخضع لقانون H W أي أنها غير متوازنة.



### 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:

| الفصـــــيلة | M | MN | N |
|---|---|---|---|
| النمـــط الوراثـــي | | | |
| العدد الملاحـــظ | 1787 | 3039 | 1303 |
| العدد النظـــري | | | |
| مجموع الأفراد | N = 6129 | | |

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 $\chi^2$.

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 الحليلين 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 $(p+q)^2$:

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

$f(MN) = 2pq = 2x0,53x0,45 = 0,47$

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

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:

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

ملأ جدول الوثيقة:

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

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

✹ حساب قيمة $\chi^2$:

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

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

$= 16,5$

✹ حساب قيمة ddl:

ddl = عدد الأنمـــاط الوراثيـــة – عدد الحليـــــلات

= 2 – 3

= 1

$\alpha$ =0,5

ddl= 1

قيمة $X^2$ المقروءة فـــي الجـــدول (نقطـــة التقـــاطع) = 3,84

قيمة $X^2$ المحســـوبة = 16,5 قيمة $X^2$ المقروءة (العتبـــة) = 3,84

$X^2$ المحسوبة أكـــبر مـــن قيمـــة $X^2$ المقروءة

نظرية H.W مرفوظة والســـاكنة غـــير متوازنـــة

## 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 الخارجيـــة الملاحظة | [R] = 335 | | [b] = 65 |
| الأنمـــاط الوراثيـــة | | | |
| أعداد الأنماط الوراثيـــة الملاحظـــة | | | 65 |
| أعداد الأنماط الوراثيـــة النظريـــة | | | |

K.Zekrite.doc

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: $(p+q)^2$:

$p = f(R)$
$q = f(b)$ مع $f(RR) = p^2$
$f(Rb) = 2pq$
$f(bb) = q^2$

✹ نبدأ بقيـــمة q لأنه نعلم مسبقا قيمة $q^2$ $(q^2 = f(bb))$:

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

$\boxed{q = 0,4}$

✹ قيـــــمة p:

نعلـــم أن: $p + q = 1 \rightarrow p = 1 - q$

$= 1 - 0,4$

$= 0,6$

$\boxed{p = 0,6}$

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 الأفـــراد الحـــاملين للنمـــط RR:

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

** عدد الأفـــراد الحـــاملين للنمـــط Rb:

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

** عدد الأفـــراد الحـــاملين للنمـــط bb:

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

جمـــــــــع المعطيـــــــــات في جـــــــــدول الوثيـــــــــقة:

| عدد المظاهر الخارجيـــة الملاحظة | [R] = 335 | | [b] = 65 |
|---|---|---|---|
| الأنمـــاط الوراثيـــة | RR | Rb | bb |
| أعداد الأنماط الوراثيـــة الملاحظـــة | تحتـــاج لدراســـة ميدانيـــة | | 65 |
| أعداد الأنماط الوراثيـــة النظريـــة | 144 | 192 | 64 |

## 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

1 – تردد الحليل p للصفة العادية:

لـــدينا: $q = 0,08$ ⟵

$p = 1 - q$

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

$\boxed{p = 0,6}$

2 تردد مختلف الأنماط الوراثية عند الخلف:

✹ الأنماط الوراثية الممكنة داخل هذه الساكنة:

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

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

✹ الأمشاج الأنثوية: $X_N$ و $X_m$

✹ 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:

- $f(X_NX_N) = p^2 = (0,92)^2 = 0,85$
- $f(X_NX_m) = 2pq = 2x0,08x0,92 = 0,15$
- $f(X_mX_m) = q^2 = (0,08)^2 = 0,06$

** الذكور:

- $f(X_NY) = p = 0,92$
- $f(X_mY) = q = 0,08$

✹ **حصيـــــــــــلة:**

إذا كانت المورثة مرتبطة بالجنس فإنه:

❁ عند الإناث: تردد الأنماط الوراثية يبقى خاضعا لقانون Hardy-weinberg، حيث $f(X_AX_A)= p^2$ و $f(X_AX_a)= 2pq$ و $f(X_aX_a)= q^2$ .

❁ عند الذكور: تردد الأنماط الوراثية يساوي تردد الحليلات.

باعتبار A حليل سائد و a حليل متنحي.

## تمرين تطبيقي رقم 1:

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%).

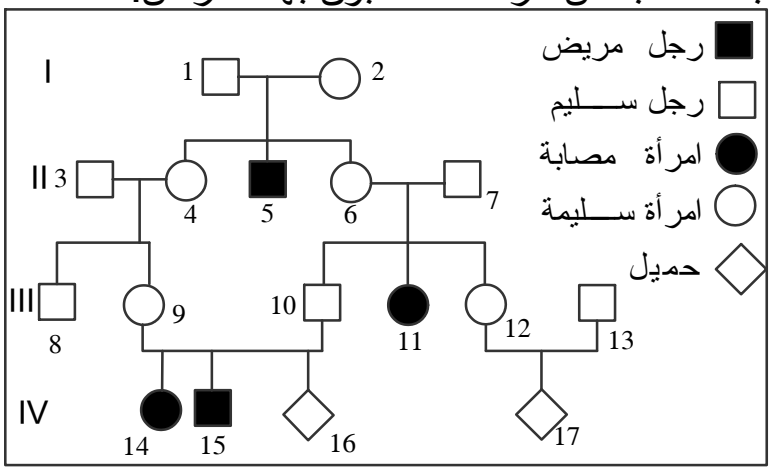
3- التردد المنتظر للنساء الناقلات للمرض:
تحمل النساء الناقلات للمرض النمط الوراثي: XNXh

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

## تمرين تطبيقي رقم 2

يعتبر مرض الفينيلسيتونوري phénylcétonurie مرضا وراثيا مصدره حليل طافر للمورثة المسؤولة عن تركيب أنزيم phénylalanine-hydroxylase الذي يحول حمض الفنيل ألنين إلى حمض التيروزين. ينتج عن هذه الطفرة اختلال عصبي عند الطفل المصاب بفعل تراكم الحمض الأميني فينيل ألنين في الدم.

لتحديد طريقة انتقال هذا المرض عبر الأجيال، نقترح دراسة معطيات الوثيقة التالية التي تبين شجرة نسب عائلة بعض أفرادها مصابون بهذا لمرض:



1 – اعتمادا على شجرة النسب،حدد كيفية انتقال هذا المرض.
2 – بواسطة استدلال علمي، وباعتماد شبكة التزاوج، حدد احتمال إنجاب طفل مصاب من طرف الزوجين 9 و 10
3 - بواسطة استدلال علمي، وباعتماد شبكة التزاوج، حدد احتمال إنجاب طفل مصاب من طرف الزوجين 12 و 13، علما أن الأب 13 ينتمي إلى جماعة كل فرد فيها من بين 63 فردا من أفرادها سليم وحامل للحليل الطافر (مختلف الاقتران).

**عناصر الأجوبة:**

**1 – كيفية انتقال هذا المرض:**

- حليل المرض **متنحي**. التعليل: إنجاب أطفال مصابين من طرف آباء سليمين.
- لو افترضنا أن حليل المرض محمول على الصبغي الجنسي Y لاقتصر المرض على الذكور، بينما تظهر شجرة النسب نساء مصابات بالمرض.
- لو أن الحليل المتنحي للمرض محمول على الصبغي الجنسي X لكان أب كل امرأة مصاب مريضا، الشيء الذي تنفيه معطيات شجرة النسب.
- يلزم أن نسلم إذن أن حليل المرض محمول على صبغي **لاجنسي**.
- الرموز: m = الحليل الممرض المتنحي (الطافر) N = الحليل العادي السائد (المتوحش).

**2 - احتمال إنجاب طفل مصاب من طرف الزوجين 9 و 10:**

❁ يتضح من شجرة النسب أن هذين الزوجين أنجبا طفلين مصابين بالمرض وأنهما غير مصابين، وبالتالي فنمطهما الوراثي مختلف الاقتران N//m.
❁ تمكن شبكة التزاوج من تحديد احتمال إنجاب طفل مصاب بالمرض من طرف هذين الزوجين:

| الأمشاج ♂ / ♀ | N 1/2 | m 1/2 |
|---|---|---|
| N 1/2 | N//N [N] 1/4 | N//m [N] 1/4 |
| m 1/2 | N//m [N] 1/4 | m//m [m] 1/4 |

❁ يتضح من شبكة التزاوج أن احتمال إنجاب طفل مصاب من طرف الزوجين 9 و 10 هو: ¼.

**3 - احتمال إنجاب طفل مصاب من طرف الزوجين 12 و 13:**

❁ على عكس الزوجين السابقين (10x9)، لا نعرف النمط الوراثي للزوجين 12 و 13، وبالتالي ينبغي تحديد الأنماط الوراثية الممكنة لهذين الزوجين وكذا احتمال التوفر على كل نمط.
❁ النمط الوراثي للأم رقم 12 واحتمالاته؟

- بما أن الأم 12 سليمة من المرض فإن نمطها الوراثي، إما متشابه الاقتران (NN) أو مختلف الاقتران (Nm).
- الأم 12 لها أبوان (6x7) سليما المظهر مختلفا الاقتران (لأنهما أنجبا بنتا مصابة)، تبرز شبكة التزواج السابقة أن الأبوين المختلفي الاقتران ينجبان (¾) من الأطفال السليمين: الثلث (1/3) منهم متشابهوا الاقتران بالنسبة للحليل المتوحش (N//N) والثلثان (2/3) منهم مختلفوا الاقتران (N//m).

◆ إذن احتمال أن تكون السيدة 12 مختلفة الاقتران هو: **2/3**.

❁ النمط الوراثي للأب رقم 13 واحتمالاته؟

◆ لا نعرف شجرة نسب عائلة السيد 13، لكن نعرف أن كل فرد من بين 63 فردا حامل للحليل الممرض، وبالتالي يمكن القول بأن تردد الأفراد المختلفي الاقتران هو: **1/63**.

❁ إذا كان أحد الأبوين (12x13) متشابه الاقتران بالنسبة للحليل المتوحش، فالطفل المنتظر سيكون سليما، لأن أحد أبويه سينقل له الحليل المتوحش السائد، إذن احتمال إنجاب طفل مصاب لن يتم إلا إذا كان كلا الأبوان مختلفا الاقتران.

❁ تبرز شبكة التزاوج التالية إمكانات هذه الاحتمالات:

| | | الأب رقم 13 $\frac{N}{m}$ التردد=1/63 | |
|---|---|---|---|
| | الأمشاج ♀ \ ♂ | $\frac{N}{}$ 1/2 | $\frac{m}{}$ 1/2 |
| الأم رقم 12 التردد = 2/3 | $\frac{N}{}$ 1/2 | $\frac{N}{N}$ [N] (1/63x1/2)x(1/2x2/3)= 1/378 | $\frac{N}{m}$ [N] (1/63x1/2)x(1/2x2/3)= 1/378 |
| | $\frac{m}{}$ 1/2 | $\frac{N}{m}$ [N] (1/63x1/2)x(1/2x2/3)= 1/378 | $\frac{m}{m}$ [m] (1/63x1/2)x(1/2x2/3)= 1/378 |

❁ من خلال ما سبق، يمكن أن ينجب الأبوان (12x13) طفلا مصابا، إذا كانا مختلفي الاقتران، وذلك باحتمال **1/378**.

## تمرين تطبيقي رقم 3

عند ساكنة من الأرانب، يعود لون الفرو لثلاث حليلات: الحليل C (متوحش بتردد p) والحليل Ch (هيملايي بتردد q) والحليل c (أمهق بتردد r). الحليل C سائد على الحليل Ch والحليل Ch سائد على الحليل c.

1) حدد ثم احسب تردد مختلف المظاهر الخارجية في الجيل الموالي ( نعتبر: p=0,5, q=0,1, r=0,4).

2) باستخدام العلاقة العكسية، احسب التردد p و q و r للحليلات الثلاث، وذلك انطلاقا من المظاهر الخارجية بالنسبة لعينة من الأرانب تتضمن 168 أرنب متوحش و 30 أرنب هملايي و02 أرانب مهقاء.

أجوبة:

1) يجب اعتبار التقاء مشيجين أخذا بشكل عشوائي من الساكنة

| ♀ الأمشاج ♂ | C p | Ch q | c r |
|---|---|---|---|
| C p | C C [C] $p^2$ | C Ch [C] pq | C c [C] pr |
| Ch q | C Ch [C] pq | Ch Ch [Ch] $q^2$ | Ch c [Ch] qr |
| c r | C c [C] pr | Ch c [Ch] qr | c c [c] $r^2$ |

شبكة التزاوج ⇦

ومنه نستخرج المعادلات:

$$f[C] = p^2+2pq+2pr = 075$$

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

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

2 – 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:

$$\boxed{r = 0,1}$$

- نستعمل قيمة r لكتابة المعادلة (2):

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

هذه المعادلة علـــى وزن: $ax^2+bx+c$ وهي معادلة من الدرجـــة الثانيـــة

$$\triangle = b^2-4ac$$

$$= 0,64 = (0,8)^2$$

$$q_1 = \frac{-b - \sqrt{\triangle}}{2a} \qquad q_2 = \frac{-b + \sqrt{\triangle}}{2a}$$

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

- نحتفظ فقط بالقيمة الموجبة:

$$\boxed{q = 0,3}$$

- نستخلص قيمة p باستخدام المعادلة: $p+q+r = 1$

$$\boxed{p = 0,6}$$

# المحور 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 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 | قف Stop | | | |
| 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

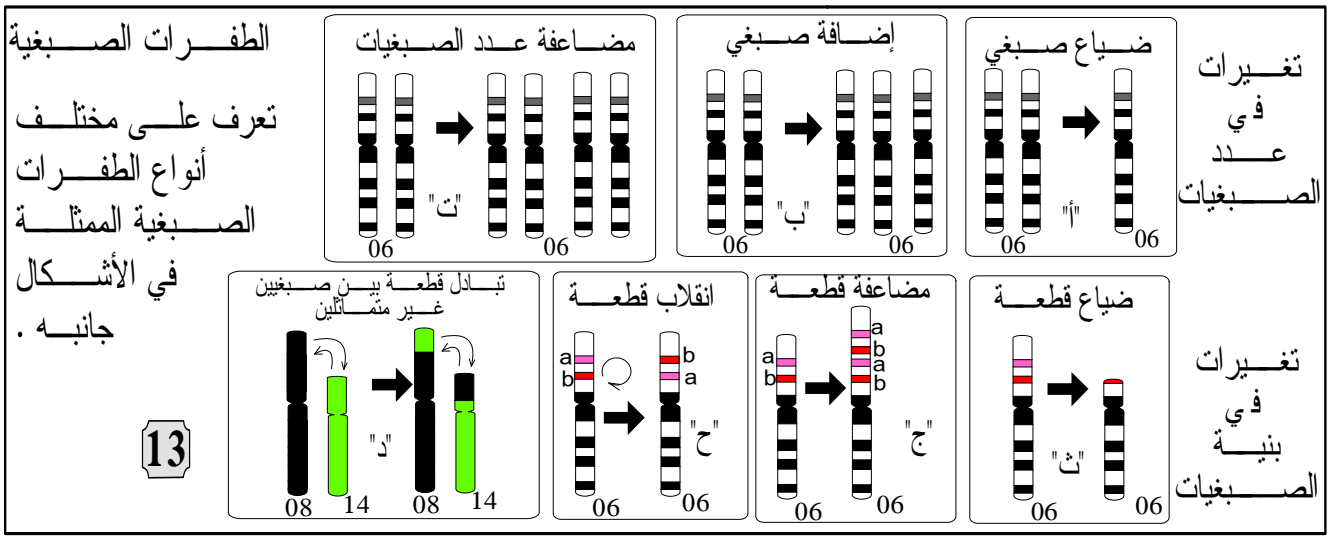
- لون بالأحمر القواعد الآزوتية وبالأخضر الأحماض الأمينية التي لمسها التغيير.
- تعرف مختلف أصناف الطفرات من خلال ملإ الجدول في الصفحة الموالية.
- باستعمال معطيات هذا المثال، صغ نصا تعرف من خلاله دلالة الطفرات الموضعية وأصنافها.

| الحليـــل | نـــوع التغيـــير فـــي مســـتوى الحليـــل | النتـــائج علـــى مســـتوى الـــبروتين | صـــنف الطفـــرة |
|---|---|---|---|
| $HbA_1$ | اســـتبدال قاعـــدة بـــأخرى. | لا شـــيئ. | **طفرة صـــامتة** |
| HbS | اســـتبدال القاعـــدة A ب T في الموقـــع 6 | استبدال حمـــض أميـــني بـــآخر. | **طفرة المعـــنى الخـــاطئ** |
| $Tha_2$ | اســـتبدال القاعـــدة G ب A في الموقـــع 15 | توقـــف القـــراءة فـــي موقـــع الاســـتبدال | **الطفرة بـــدون معـــنى** |
| $Tha_3$ | ضـــياع القاعـــدة A في الموقـــع 6. | تغير طـــور القـــراءة: اســـتبدال كافـــة الأحمـــاض الأمينيـــة بعـــد موقـــع الاســـتبدال. | **ضـــياع** |
| $Tha_4$ | إضـــافة القاعـــدة C في الموقـــع 9. | تغير طـــور القـــراءة. | **إضـــافة** |

تتعلق الطفرات الموضعية بتغير في عدد القواعد الآزوتية (استبدال، ضياع 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، فنتكلم عن طفرة وراثية.

## 2 الطفرات مصدر التغير الوراثي داخل الساكنة (الوثيقة 14)

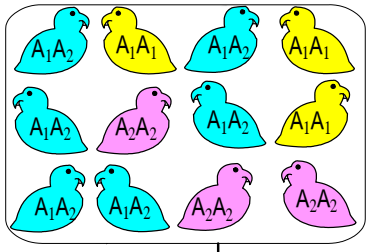
- الطفرة هي الظاهرة الأساسية التي بواسطتها تظهر حليلات جديدة، وبذلك تعد مصدر التغير الوراثي داخل الساكنة الطبيعية (الشكل "أ"و "ب" من الوثيقة 14) لكونها مسؤولة عن ظهور أنماط وراثية جديدة مما يتيح ظهور مظاهر خارجية جديدة (الشكل "ت" من الوثيقة 14).
- تحدث الطفرات بنسب ضعيفة جدا، وعليه يكون تغير تردد حليلات الساكنة بفعلها 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 أنـــواع القمـــح

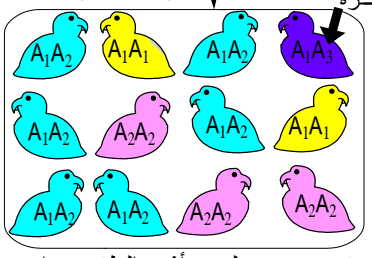



$f(A_1)= p=0,5$
$f(A_2)=q=0,5$

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

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 الجيـــني للســـاكنة

"ت" النمـــر الأبيـــض مظهر خارجي لنوع Panthera tigris ناتج عن 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

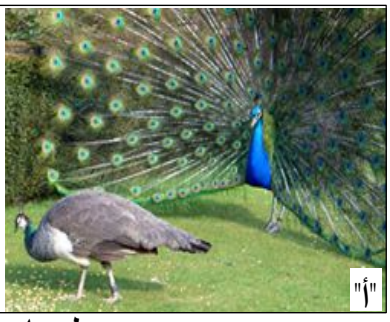
** حدد من خـــلال الوثيقـــة "أ" أثـــر الطفـــرات علـــى المحتـــوى الجيـــني للســـاكنة
** حدد مـــن خـــلال الـــوثيقتين "ب" و "ت" أثر الطفـــرات علـــى المظـــاهر الخارجيـــة للســـاكنة
** حلـــل نتـــائج الوثيقـــة "ج" وحدد مـــدى تـــاثير الطفـــرات علـــى تـــردد الحليـــلات

14

# II عوامل تغير الساكنة: الانتقاء الطبيعي.

## 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:
  - الاختيار التفاضلي للأزواج.
  - القدرة التفاضلية على العيش.
- فهل لهذه العوامل أثر على تردد الحليلات داخل ساكنة معينة؟

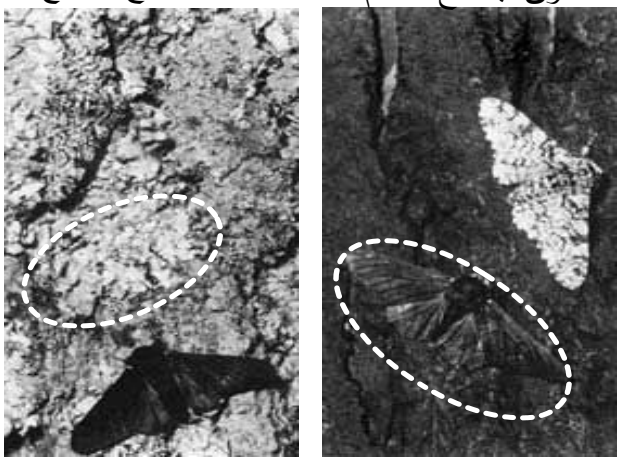
## ب- مثال لانتقاء طبيعي:

**الوثيقة 16:** السندر Biston bitularia فراشة ليلية، تقضي النهار فوق جذوع الأشجار. في 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:




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 ملاحظات تخص توزيع شكلي الفراشات:

- في المنطقة الصناعية، تتردد فراشة أرفية السندر القاتمة اللون بشكل أكبر من تردد الفراشة الفاتحة.
- في المنطقة الريفية، تتواجد فقط الأشكال الفاتحة للفراشة.

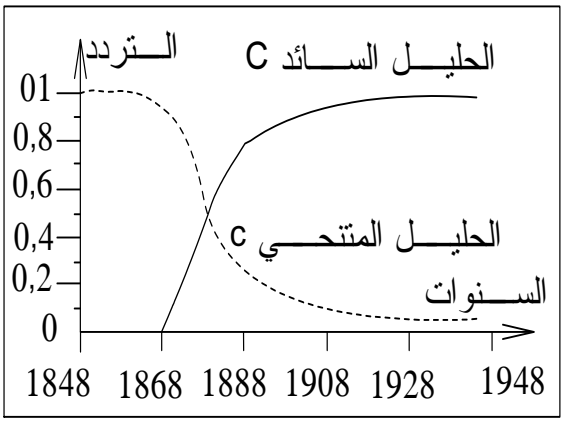
2 – يفسر اختلاف تردد المظاهر الخارجية بين المنطقتين بتأثير الطيور المفترسة:

- في المنطقة الصناعية، أصبحت جذوع الأشجار داكنة مما يجعل من السهل رؤية الفراشات الفاتحة اللون من طرف الطيور المفترسة مما يعرضها بنسبة أكبر للافتراس.
- في المنطقة الريفية، بقيت جذوع الأشجار فاتحة فيكون من السهل على الطيور المفترسة رؤية الفراشات القاتمة وهذا ما يعرض هذه الفئة للافتراس 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 الحليلات:

- في ساكنة المنطقة الصناعية، انخفض تدريجيا تردد الحليل المتنحي c الذي يرمز للمظهر الفاتح، إلى أن انعدم في سنة 1948. بالمقابل يعوض هذا النقصان في تردد الحليل المتنحي بازدياد تردد الحليل السائد الذي يوجه المظهر القاتم، إلى أن بلغ p=1.
- تؤثر إذن ظاهرة الانتقاء الطبيعي على تردد الحليلات مع توالي الأجيال: بذلك تنتشر وتشيع بعض الحليلات التي تعطي للأفراد الحاملة لها انتقاء تفضيليا، في حين تتقلص أخرى وتنقرض.

** 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.

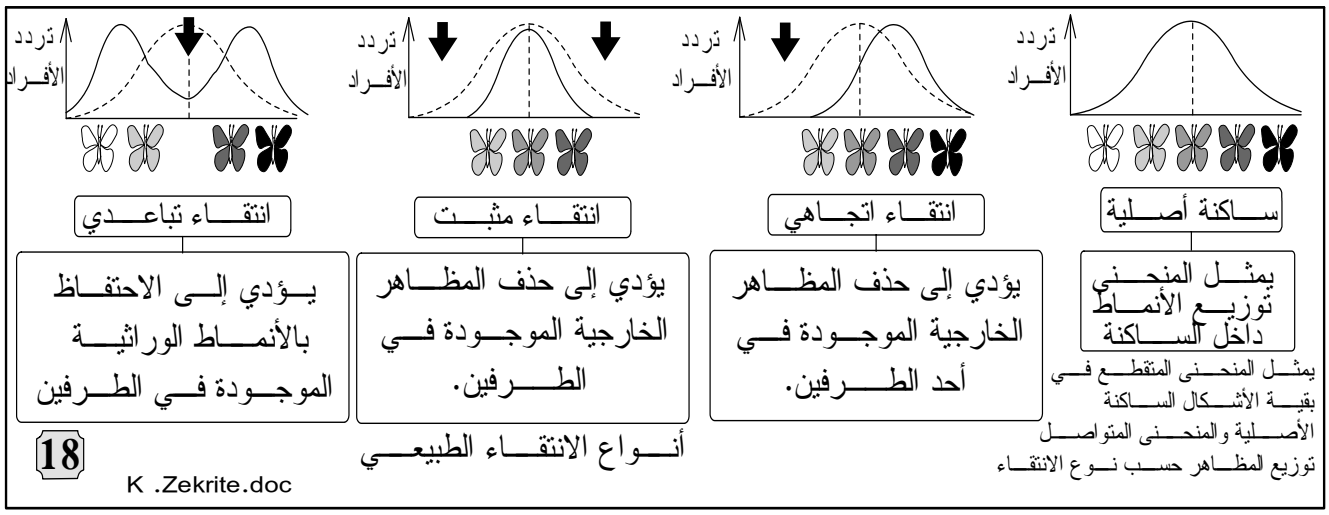



17

## ج- حصيلة: مفهوم الانتقاء الطبيعي:

الانتقاء الطبيعي، 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

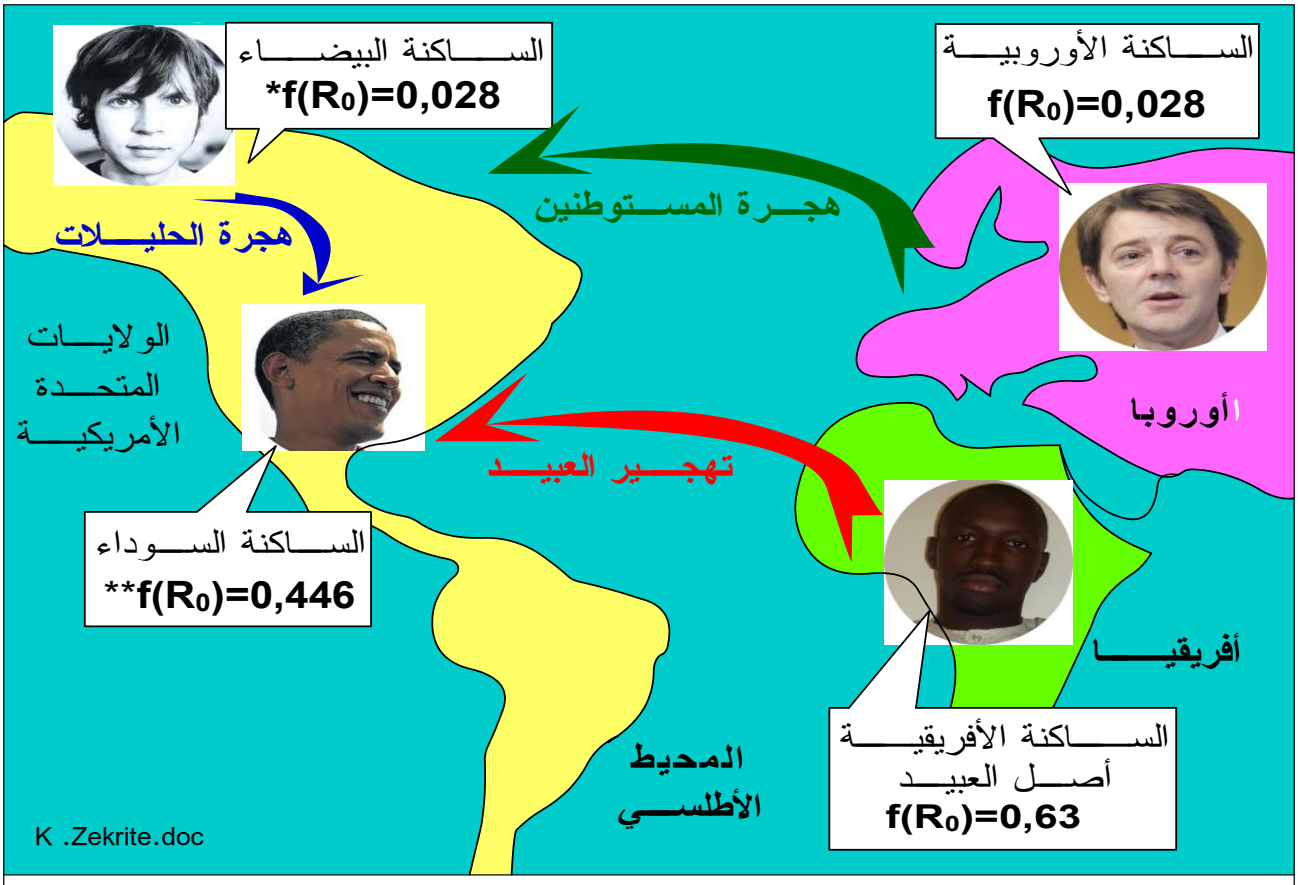
أجوبة

- تنحدر الساكنة السوداء للولايات المتحدة الأمريكية من أصول إفريقية (العبيد الذين تم تهجيرهم من أفريقيا إلى أمريكا)، أما ساكنتها البيضاء فتنحدر 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 $R_0$ ناذر عند الساكنة البيضاء لأمريكا وقيمته لم تختلف عن قيميته 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.

** 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

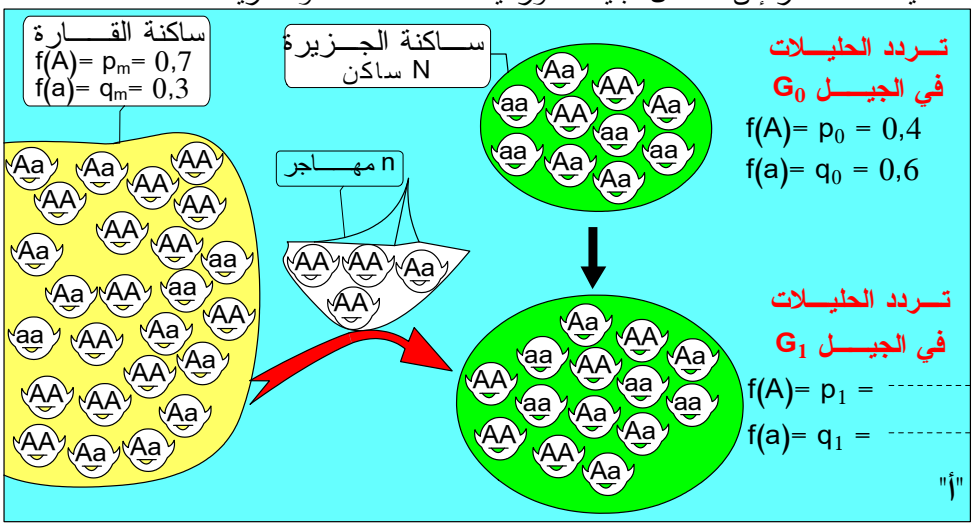
## ب- تطور تردد الحليلات خلال الهجرة الأحادية الجانب:

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



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 |
|---|---|
| $q_1 = (1-m)q_0 + mq_m$<br>$= (1-0,28)x0,6 + (0,28x0,3)$<br>$= 0,516$<br>$q_1 = 0,52$ | $p_1 = (1-m)p_0 + mp_m$<br>$= (1-0,28)x0,4 + (0,28x0,7)$<br>$= 0,484$<br>$p_1 = 0,48$ |

$$p_1 + q_1 = 1$$

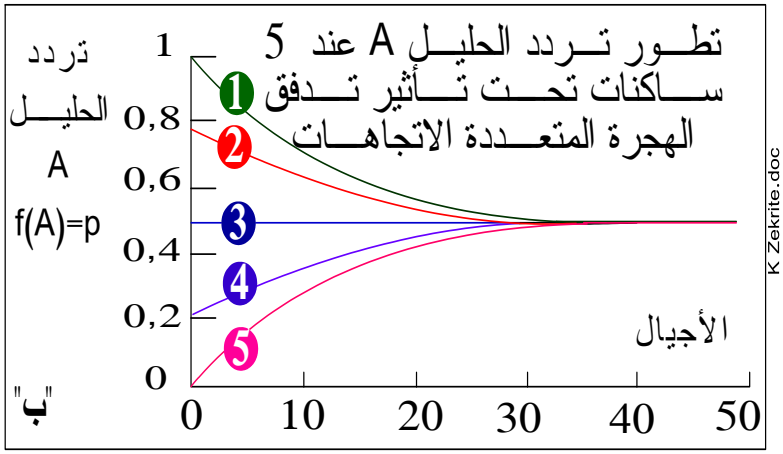
②- هناك ارتفاع في تردد الحليل A عند ساكنة الجزيرة بعد الهجرة. إذا استمرت الهجرة على هذا المنوال، ستؤول البنية الوراثية لساكنة الجزيرة نحو البنية الوراثية لساكنة القارة.

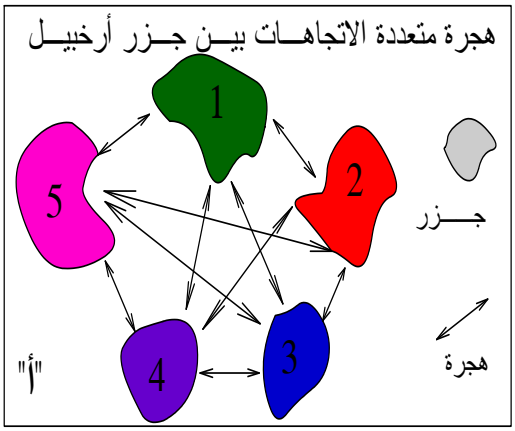
③- نفسر تغير البنية الوراثية للساكنة السوداء في أمريكا بظاهرة الهجرة: هناك تدفق هجري أحادي الجانب من البيض نحو السود دون هجرة معاكسة (تدفق الحليلات من البيض نحو السود دون تدفق معاكس). بناء على هذا ستتغير الخاصيات الوراثية للساكنة السوداء المستقبلة (مقابل الجزيرة) دون تغير في التركيب الوراثي للساكنة البيضاء 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؟




K Zekrite.doc

- 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 فآلت 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:

### أ - مثال لانحراف جيني:

الوثيقة 22 في الصفحة الموالية

① مقارنة معطيات الجدول "ب" واستنتاج

- هناك اختلاف واضح في تردد الفصيلتين الدمويتين A و O عند أغلب الساكنات الأوربية 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 الأوربية (الساكنة الأصل لهذا التجمع) وعن بنية الساكنة الأمريكية (الساكنة المستقبلة لهذا التجمع).

✹ قام Steinberg بدراسة ترتبط بتردد الفصائل الدموية عند ساكنة les 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% |

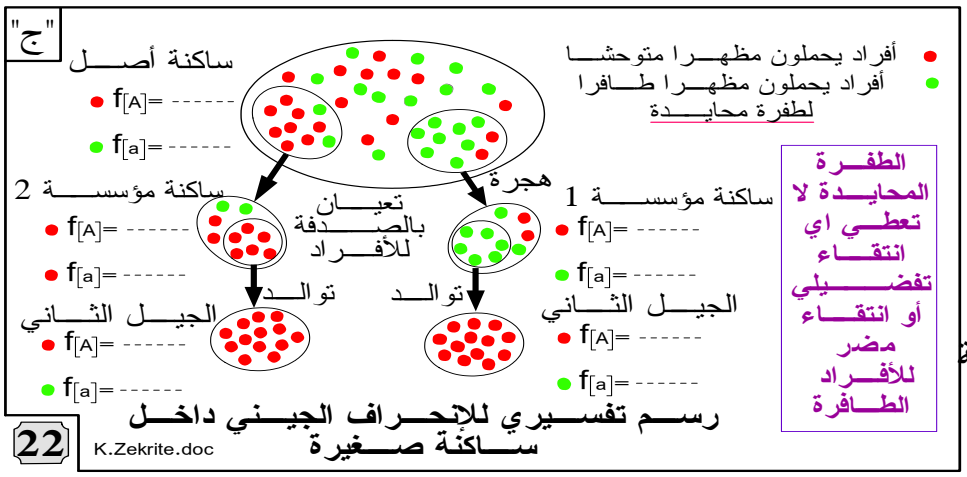
1) ماذا **تستنتج** من مقارنة تردد الفصيلتين الدمويتين A و O عند كل من les hutterites وعند أغلب الساكنات الأوروبية والأمريكية؟

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

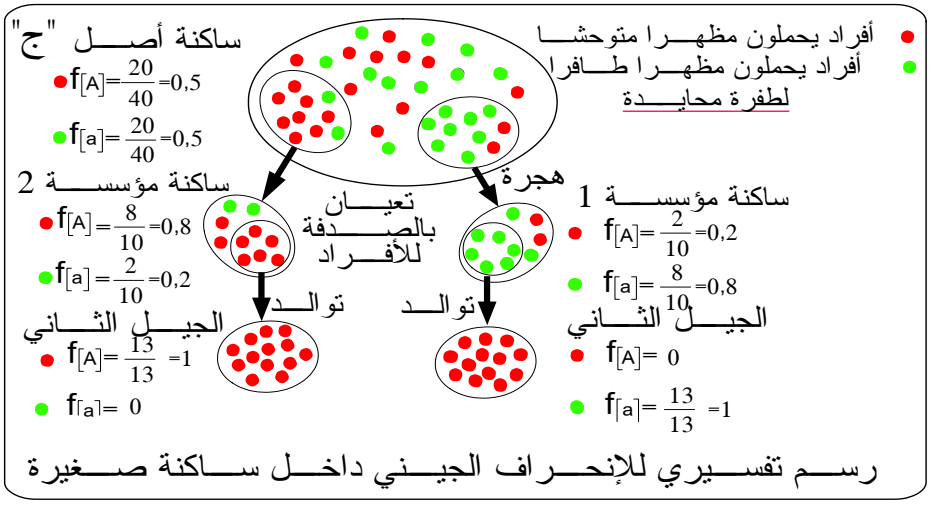
2) **احسب** تردد مختلف المظاهر الخارجية في هذه الساكنات.

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

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




② انظر الوثيقة جانبه.




③ انبثقت الساكنة المؤسسة 1 عن هجرة مجموعة صغيرة من الساكنة الأصلية، ونظرا لتعيان 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 المتنحي، 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.

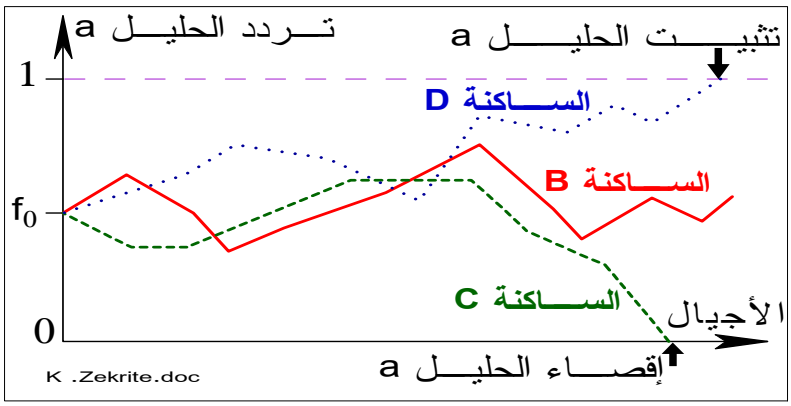
## ب- تأثير ظاهرة الانحراف في المحتوى الجيني:

**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 قادرون على التوالد، وعليه ستكون بعض الحليلات أكثر تمثيلية في الجيل الموالي.

# المحور 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؟

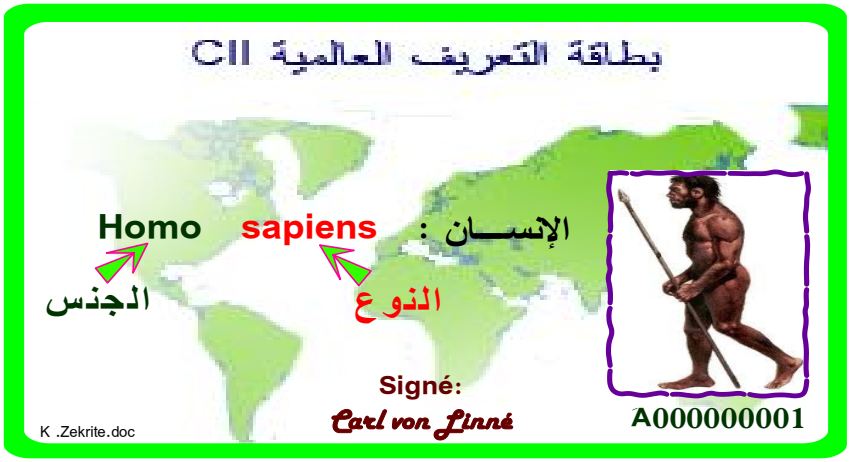
### 1 - المعايير المرفولوجية:

**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 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 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 الزواج | أراض مشجرة ذات أدغال وافرة | أشجار المخروطيات | غابات الصنوبر غير كاملة النمو |
| مواقع الصيد | على التربة وعلى الأشجار | غالبا على الأشجار | على التربة |
| بناء العش | فوق التربة | على الأشجار | على التربة |
| الغناء أثناء الطيران | منعدم | منعدم | موجود |

K.Zekrite.doc

✷ 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

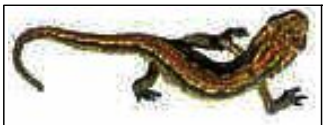
❁يبرز هذان المثالان معيارين آخرين لتمييز النوع:

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

**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 |

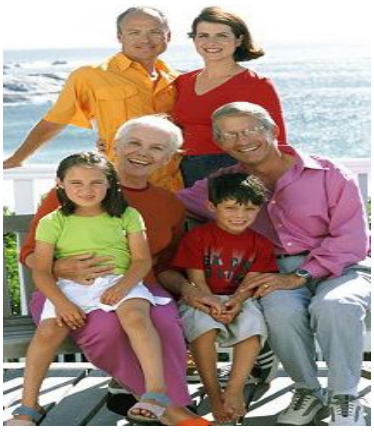
**مثال 2:** السمندل le triton حيوان برمائي، أنجزت عليه عدة دراسات قصد التمييز ين أنواعه، يعطي الجدول "ج" عدد وتردد الحليلات الرامزة لبروتينين (الزلال و LDH) مستخلصين من 3 أنواع من السمندل. تعبر القيم بين قوسين عن تردد الحليلات.

| "ج" بعض أنـــواع السـمندل / المورثة | الـــبروتين | Triton alpestris | Triton marmoratus | Triton vulgaris  |
|---|---|---|---|---|
| a عدد الحليـــلات: 7 | الزلال | (0,2) $a_3$<br>(0,8) $a_4$ | (1) $a_2$ | (1) $a_6$ |
| b عدد الحليـــلات: 7 | Lactase desyudro–génase LDH | (0,1) $b_1$<br>(0,55) $b_3$<br>(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:

❁ يتكون النوع من مجموع الساكنات الطبيعية التي تتزاوج 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 الخاصيات 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.

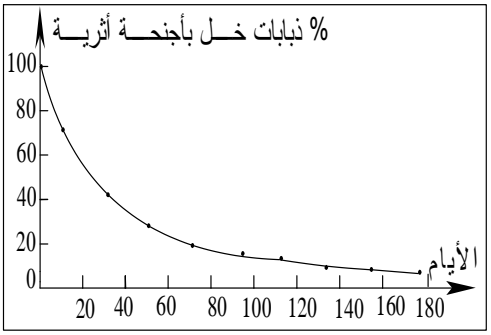
### تمرين تطبيقي رقم 1

تمـــرين تطبيقـــي 3

** فـــي الثلاثينـــات مـــن القـــرن الماضـــي قـــام الباحثـــان P.l'Héritier و G.Terssier بإنجـــاز تجـــارب تـــرتبط بظـــاهرة الانتقـــاء الطبيعـــي عنـــد ذبابـــة الخـــل: تتجلى هـــذه الدراســـة فـــي تـــرك مـــابين 2000 و 3000 ذبابـــة خل تتوالد فـــي وســـط بـــه كميـــة قليلـــة مـــن الغـــذاء بحيـــث لا يصـــل إلـــى ســـن البلـــوغ إلا 10 في المائة مـــن اليرقـــات، ويكـــون الأفـــراد الأكـــثر قـــدرة علـــى التنـــافس هـــم الأكـــثر قـــدرة علـــى التوالـــد وبالتـــالي المســـاهمة في خلـــف الجيـــل الموالـــي.

** في إحدى هـــذه التجـــارب قـــام العالمـــان بتكـــوين ســـاكنة تجريبية مـــن ذبابـــات خـــل طـــافرة تحتـــوي علـــى أجنحـــــــــــة قصـــيرة. بعد ذلك أضـــافا إليهـــا بعـــض الأفـــراد مـــن ذبابـــات الخـــل ذات الأجنحـــة العاديـــة بنســـبة 0,1 في المائـــة ثـــم عمـــلا علـــى تتبـــع نسبة الـــذبابات ذات المظهـــر الطـــافر عـــبر الـــزمن. يعطـــي البيـــان جانبـــه النتـــائج المحصـــل عليهـــا.

1- حلـــل النتـــائج المحصـــل عليهـــا واقـــترح تفســـيرا لـــذلك.
2- بيـــن أن هـــذه الدراســـة تشـــكل نموذجـــا للانتقـــاء الطبيعـــي.




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.

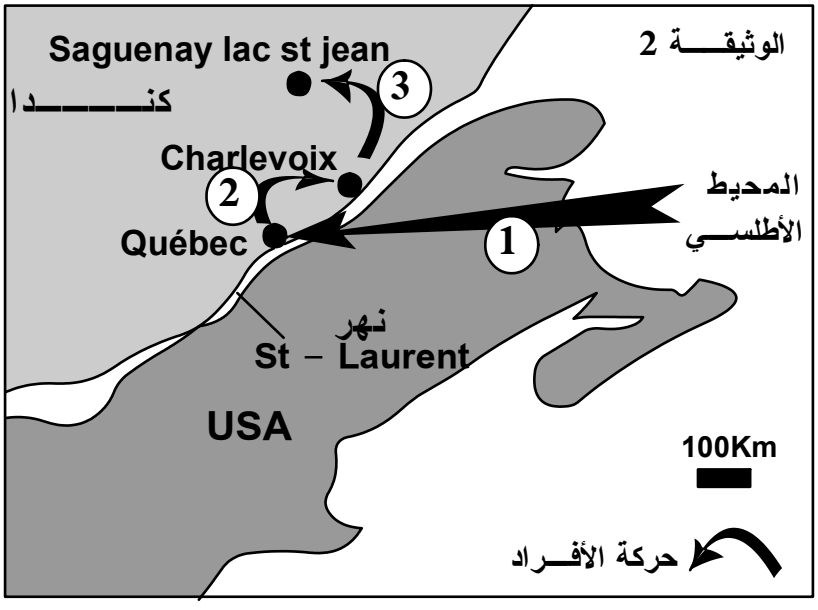
2 – يتعلق الأمر بالانتقاء الطبيعي ويتم عندما يكون أفراد بمظهر وراثي لهم القدرة أكثر على نقل مورثاتهم إلى الأجيال الموالية، الشيء الذي سيؤدي لتغيير البنية الوراثية للساكنة.

## **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.

رجاء لا تنسوني من الدعاء
خديجة زكريط

- 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