

# الأساس

## في الأحياء

الفصل الدراسي الثاني



إعداد الأستاذ

أنس أبو صليح

0785921463

● الوراثية

● التنوع الحيوي و المحافظة عليه

الجينات مسؤولة عن الصفات الوراثية. ونتيجة لتأثير بعض العوامل؛ فقد يتغير تسلسل بعض النيوكليوتيدات في الجين؛ ما قد يؤثر في الصفات الوراثية. ويمكن استخدام تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في دراسة الجينات وتعديلها.

## الدرس الأول: وراثة الصفات المندلية

الفكرة الرئيسة: فسّرت نتائج تجارب العالم غريغور مندل انتقال بعض الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء

## الدرس الثاني: الوراثة بعد مندل.

الفكرة الرئيسة: تُتوارث بعض الصفات الوراثية بأنماط تختلف عن تلك التي في الوراثة المندلية

## الدرس الثالث: الطفرات والاختلالات الوراثية.

الفكرة الرئيسة: تُصنّف الطفرات إلى نوعين، هما: الطفرات الجينية، والطفرات الكروموسومية. وينتج من بعض الطفرات اختلالات وراثية.

## الدرس الرابع: التكنولوجيا الحيوية.

الفكرة الرئيسة: تُستخدم في التكنولوجيا الحيوية أدوات تعمل على تعديل المادة الوراثية DNA وتكثيرها وفصلها. وقد وظّف الإنسان هذه الأدوات في مجالات عدّة، لا سيّما الطبية والزراعية منها.



## تجربة استهلاكية

## محاكاة توارث الأليلات باستخدام قطع النقود

تتحكم الجينات في توارث الصفات الوراثية، وللجين الواحد أكثر من شكل، ويسمى كل شكل منها أليلاً.

المواد والأدوات قطعنا نقود.

إرشادات السلامة إلقاء قطعتي النقود بحذر؛ لكيلا تصيب أحداً من الطلبة.

ملحوظة: تُنفذ التجربة ضمن مجموعات

R	r	
		R
		r

rr	Rr	RR	أشكال الطرز الجينية المتوقعة لأفراد الجيل الأول
			النسبة المئوية المتوقعة.
			عدد مَرَّات ظهور الطراز الجيني عند إلقاء قطعتي النقود 5 مَرَّات.
			النسبة المئوية الناتجة من التجربة (5 مَرَّات).
			عدد مَرَّات ظهور الطراز الجيني عند إلقاء قطعتي النقود 50 مَرَّة.
			النسبة المئوية الناتجة من التجربة (50 مَرَّة).

## خطوات العمل

- 1 افترض أنَّ إحدى قطعتي النقود تُمثِّل الطراز الجيني لصفة لون الأزهار لأحد الأبوين في نبات البازيلاء، وأنَّ القطعة الثانية تُمثِّل الطراز الجيني للآخر؛ إذ تُمثِّل الصورة في كل قطعة نقود مُستخدمة في هذه التجربة أليل لون الأزهار الأرجواني السائد R، وُثُمِّل الكتابة أليل لون الأزهار الأبيض المُتنحّي r.
- 2 **أُستنتج** الطراز الجيني لكلا الأبوين من مربع بانيت.
- 3 أكمل مربع بانيت، وأتوقع الطرز الجينية والشكلية لأفراد الجيل الأول.
- 4 أحسب النسبة المئوية لكل طراز من الطرز الجينية في مربع بانيت، ثم أدوّن النتائج في خانة (النسبة المئوية المتوقعة) في الجدول.
- 5 **أُجرَّب**: ألقي قطعتي النقود معاً 5 مَرَّات، ثم أدوّن في كل مَرَّة الطراز الجيني الذي يُمثِّل الطراز الجيني للفرد الناتج من عملية التلقيح.
- 6 **أُجرَّب**: ألقي قطعتي النقود معاً 50 مَرَّة، ثم أدوّن الطراز الجيني في كل مَرَّة.
- 7 أحسب النسب المئوية للطرز الجينية الناتجة، ثم أدوّن النتائج في خانة (النسبة المئوية الناتجة من التجربة) في الجدول.

## التحليل والاستنتاج:

1. **أُقارن** النسب المئوية المتوقعة بالنسب المئوية الناتجة من التجربة.
2. **أُتوقع** تأثير زيادة عدد مَرَّات إلقاء قطعتي النقود في الفرق بين النسب المئوية المتوقعة والنسب المئوية الناتجة من التجربة، مُفسِّراً إجابتي.
3. **أُتواصل**: أناقش زملائي في النتائج، ثم أذكر أمثلة من الواقع تدعم نتائج التجربة.
4. **أُصمِّم** تجربة لمحاكاة توارث الأليلات عند تلقيح نباتين، أحدهما غير مُتماثل الأليلات، والآخر مُتنتح.

# وراثة الصفات المندلية

## Inheritance of Mendelian Traits

الدرس 1

فسرت نتائج تجارب العالم **غريغور مندل** انتقال بعض الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء.

الفكرة الرئيسية :

انتقال المعلومات الوراثية من الآباء إلى الأبناء

1

كيف يتم توارث الصفات عند الكائنات الحية ؟



تتوارث الصفات في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسيا عن طريق الجاميتات.

➤ تحتوي كل **خلية جسمية** ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ ) في جسم الإنسان على :

**23 زوجا من الكروموسومات** ، نصفها من الأم ، والنصف الآخر من الأب

➤ في حين تكون الجاميتات أحادية المجموعة الكروموسومية ( $1n$ ) ، **وتحتوي 23 كروموسوما**.

➤ لكل كروموسوم في الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية **كروموسوم مماثل له** ، وهذا ينطبق على أزواج الكروموسومات

تنقسم الكروموسومات الى نوعين هما :

1- **كروموسومات جسمية** : وهي من الزوج

الاول ( 1 ) الى الزوج الثاني والعشرون ( 22 )

تتميز هذه الكروموسومات انها تشغل نفي

الجينات المواقع نفيها على الكروموسومين

المتماثلين 33

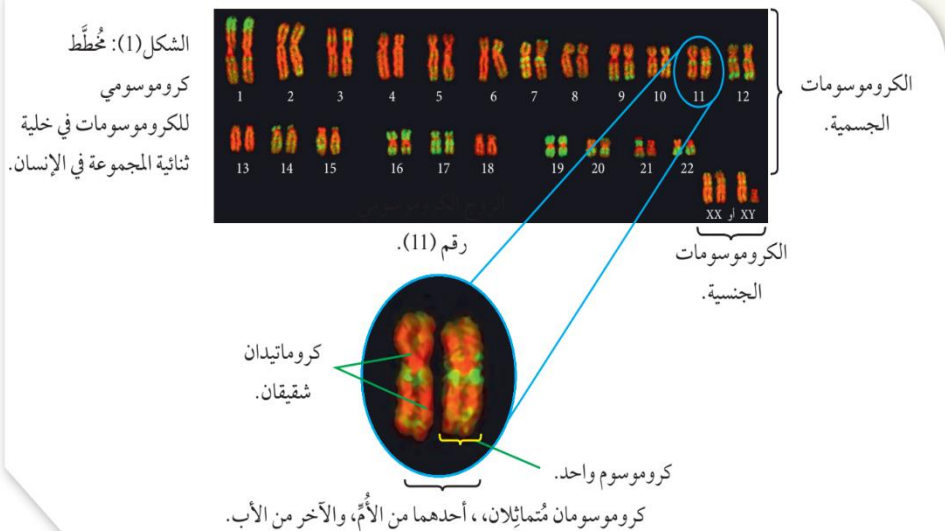
2- **كروموسومات جنسية** : وهو الزوج

الثالث والعشرون ( 23 ) فهو متماثل عند

الأنثى (XX) وغير متماثل عند الذكر (XY)، في

حين يختلف الكروموسومان الجنسيان X و Y

في الحجم





## التنوع الجيني للجاميتات في الانقسام المنصف

درست سابقاً عملية الانقسام المنصف، وتعرفت أهميتها في تكوين الجاميتات في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسياً.

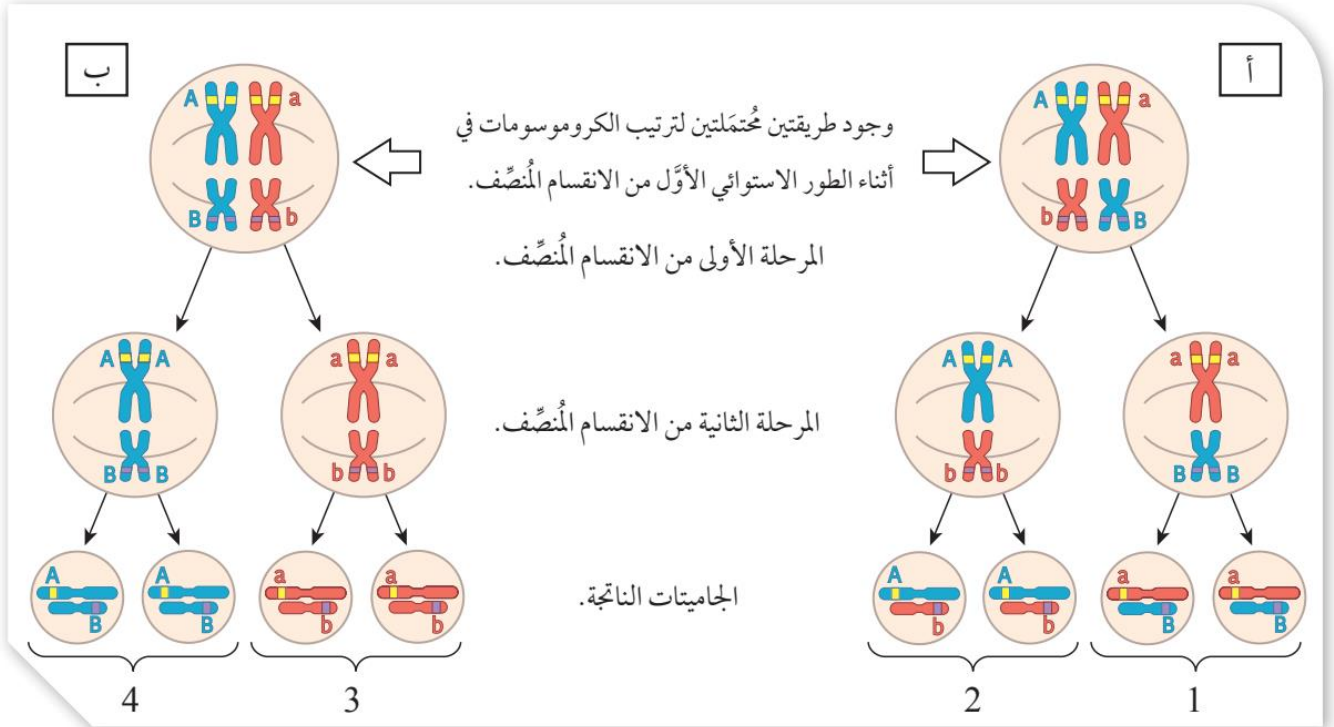
## كيف يؤدي الانقسام المنصف دوراً في تنوع التراكيب الجينية في الكائنات الحية ؟

1- يؤثر الترتيب العشوائي للكروموسومات Random Orientation of Chromosomes في توارث الأليلات المحمولة على كروموسومات مختلفة

2- تؤثر عملية العبور الجيني في توارث الأليلات المحمولة على الكروموسوم نفسه

الترتيب العشوائي للكروموسومات  
Random Orientation of Chromosomes

تترتب كروموسومات الأم وكروموسومات الأب ترتيباً عشوائياً في أثناء **الطور الاستوائي الأول** في الانقسام المنصف، أنظر الشكل (2) الذي يمثل ملخصاً لتكوين الجاميتات في خلية تحوي 4 كروموسومات لفرد طرازه الجيني AaBb، في دلالة على صفتين مختلفتين، مفترضاً أن كروموسومات أحد الأبوين تمثلها الكروموسومات ذات اللون الأزرق، وأن كروموسومات الآخر تمثلها AaBb. الشكل (2): الترتيب العشوائي للكروموسومات في أثناء تكوين الجاميتات في خلية تحوي 4 كروموسومات لفرد طرازه الجيني AaBb.



**ألاحظ** أن الكروموسومات ( بما تحمله من أليلات ) تترتب في أثناء الانقسام المنصف بطريقتين مختلفتين، هما:

**الترتيب (أ) :** الذي يكون فيه الأليلان A و B – هما من أحد الأبوين - في جهتين مختلفتين

**الترتيب (ب) :** الذي يكون فيه الأليلان A و B في الجهة نفسها، فتنتج 4 أنواع من الجاميتات، يحتوي كل منها على تركيب جيني يختلف عن التركيب الجيني للجاميتات الأخرى..

### تحقق

أوضح المقصود بالترتيب العشوائي للكروموسومات.

ترتيب كروموسومات الأم و كروموسومات الأب ترتيباً عشوائياً في أثناء الطور الاستوائي الأول في الانقسام المنصف ، ما يؤثر في تورات الأليلات المحمولة على كروموسومات مختلفة

### الربط التكنولوجي

#### تصوير الكروموسومات

تحفز الخلية للانقسام، ثم تضاف مادة كيميائية تعمل على إيقاف حركة الخيوط المغزلية؛ ما يثبت الخلية المنقسمة في الطور الاستوائي. بعد ذلك تصور الكروموسومات في هذا الطور باستخدام كاميرا موصولة بمجهر.

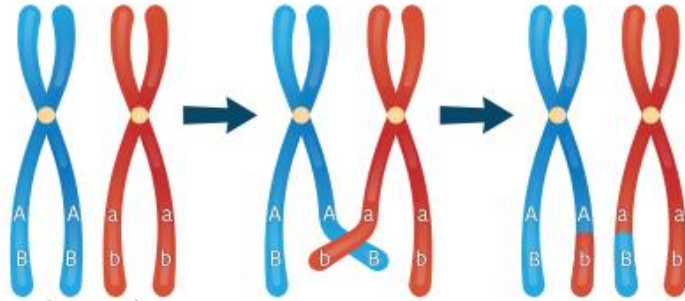
### عملية العبور الجيني

#### Genetic Crossing Over

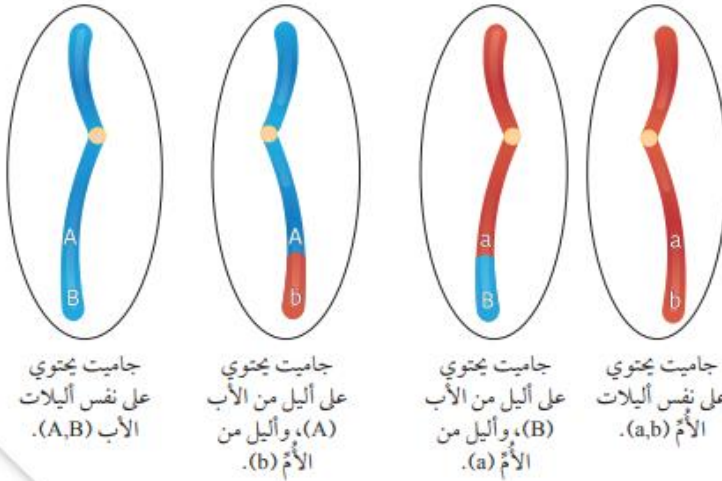
يقصد بذلك تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين كروماتيدين غير شقيقين في كروموسومين متماثلين في أثناء الطور التمهيدي الأول من الانقسام المنصف؛ ما يؤدي إلى إنتاج تراكيب جينية جديدة في الجاميتات الناتجة من هذا الانقسام

#### زوج الكروموسومات المتماثلة

كروموسوم من الأب  
كروموسوم من الأم



كروماتيدان غير شقيقين



### الشكل (3) العبور الجيني

أحدد الطرز الجينية للجاميتات الناتجة من حدوث عملية العبور

**aB / Ab**



## وراثة الصفات المندلية

2

درس العالم مندل توارث صفات عديدة في نبات البازيلاء ، وتوصل في تجاربه إلى نتائج تُعد أساسا لدراسة توارث الصفات في الكائنات الحية الأخرى.

## صفات مبدأ السيادة التامة وقانون انعزال الصفات

The Principle of Complete Dominance and the Law of Segregation

استقصى مندل وراثه صفات عديدة في نبات البازيلاء، أنظر الشكل (5)، وتتبع ظهورها في الجيل الأول والجيل الثاني. ولأن عدد أفراد الجيل الأول الناتج كان كبيرا؛ فقد تقاربت نسب ظهور الصفات الوراثية الناتجة من عمليات التلقيح مع النسب المتوقعة لظهورها.

## حفظ مهم

الصفات الوراثية التي درسها مندل في نبات البازيلاء

	شكل البذرة	لون البذرة	شكل القرن	لون القرن	لون الزهرة	موقع الزهرة	طول الساق
الصفة السائدة	أملس	أصفر	مُمتلئ	أخضر	أرجواني	محوري	طويل
الصفة المتنحية	مُجعد	أخضر	مُجعد	أصفر	أبيض	طرفي	قصير

عمل مندل في إحدى تجاربه على تلقيح نباتي بازلاء، أحدهما أملس البذور، والآخر مجعد البذور، ثم زرع البذور الناتجة ، فظهر كل فرد من أفراد الجيل الأول ( F1 ) أملس البذور، واختفت صفة البذور المجعدة في الجيل الأول . وبعد التلقيح بين أفراد الجيل الأول ظهرت صفة البذور المجعدة بين أفراد الجيل الثاني (F2) بنسبة 25% ، أنظر الشكل(6).

## الوراثة

## توجيهي

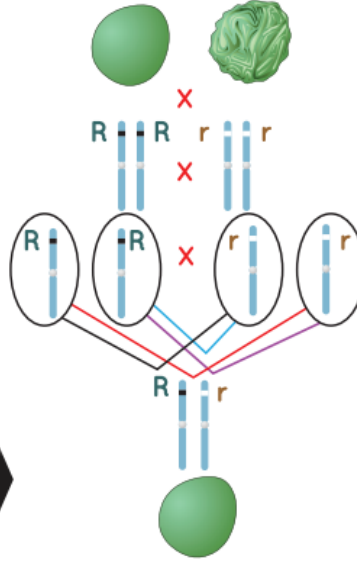
الشكل ( 6 ) :

وراثة صفة شكل البذور  
في نبات البازيلاء

أحسب :

النسبة المئوية لظهور  
صفة البذور المجعدة بين  
أفراد كل من الجيل الأول و  
الجيل الثاني

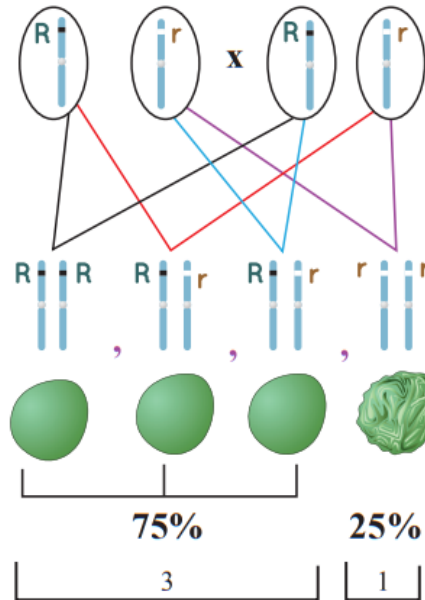
أملس البذور      مجعد البذور



نكر	RR
انثى	R R
r	Rr Rr
rr	Rr Rr

الجيل الأول F<sub>1</sub>

نكر	Rr
انثى	R R
R	RR Rr
r	Rr rr

الجيل الثاني F<sub>2</sub>

الطراز الشكلي لكل من الأبوين.

الطراز الجيني لكل من الأبوين.

الطرز الجينية لجاميتات كل من الأبوين.

الطراز الجيني لأفراد الجيل الأول (F<sub>1</sub>).الطراز الشكلي لأفراد الجيل الأول (F<sub>1</sub>).

الطراز الشكلي لكل من أبوي الجيل الثاني.

الطراز الجيني لكل من أبوي الجيل الثاني.

الطرز الجينية لجاميتات كل من أبوي الجيل الثاني.

الطرز الجينية لأفراد الجيل الثاني (F<sub>2</sub>).الطرز الشكلية لأفراد الجيل الثاني (F<sub>2</sub>).

النسبة المئوية بين أفراد الجيل الثاني:

النسبة العددية بين أفراد الجيل الثاني:



## أستنتج مندل ما يلي :



## مثال

لجين صفة لون الأهرار في نبات البازيلاء أليلان (شكلان) ، أحدهما سائد، ويرمز إليه بحرف كبير (R)، ويمثل صفة اللون الأرجواني، والآخر متنح، ويرمز إليه بحرف صغير (r) ويمثل اللون الأبيض

وجود عوامل تتحكم في توارث الصفات أطلق عليها فيها بعد اسم **الجينات**

أن لكل جين شكلين، يسمى كل منها أليلا

إذا اجتمع هذان الأليلان (السائد، والمتنحي)، فإن تأثير الأليل السائد يظهر، خلافا لتأثير الأليل المتنحي؛ فإنه لا يظهر، في ما **يعرف بمبدأ السيادة التامة**

## عرف مبدأ السيادة التامة ؟

## الصفات الوراثية لها شكلين

متنحيه

سائدة

يكون دائما متماثل الأليلات ( rr )

متماثل الأليلات ( RR )

غير متماثل الأليلات ( Rr )

لكن ذلك لا يعني أن الطراز الجيني لفرد متماثل الأليلات لصفة وراثية معينة يحتم أن يكون متماثل الأليلات للصفات الوراثية الأخرى ،  
أنظر الشكل (7) .

الشكل ( 7 ) :

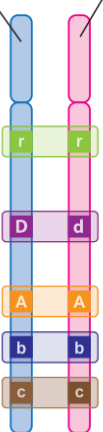
كروموسومان متماثلان

أدون الطرز الجينية متماثلة

الأليلات و غير متماثلة الأليلات

زوج الكروموسومات المتماثلة

كروموسوم من الأم  
كروموسوم من الأب.



## الوراثة

## توجيهي

يختلف الأليل السائد والأليل المتنحي للصفة الوراثية الواحدة في تسلسل النيوكليوتيدات فيها، أنظر الشكل (8)؛ **ما يؤثر في بناء البروتينات.**

استنتج من نتائج تجربته قانون

**انعزال الصفات Law of Segregation**

الذي ينص على ( أن أليلي الصفة الواحدة  
ينفصلان في أثناء تكوين الجاميتات ) .

الشكل (8) : تسلسل النيوكليوتيدات في

لأليل سائد لصفة معينة ( أ ) وتسلسلها

لأليل متنح للصفة نفسها ( ب )

أقارن بين تسلسل النيوكليوتيدات في

الأليلين الآتيين

(أ) TAATGCTACGTACGGA

(ب) TAATGCTAGCTACGGA



### الاحتمالات والوراثة Probabilities and Genetics

تمثل نتائج تجارب مندل قواعد الاحتمالات التي تنطبق على إلقاء قطع النقود وهي كما يلي :

1-الحوادث المستقلة : لا يتأثر احتمال حدوث الحدث باحتمال حدوثه

#### مثال 2

كما هو الحال عند الولادة ؛ فاحتمال أن يكون المولود ذكرا هو  $\frac{1}{2}$  ، واحتمال أن يكون أنثى هو  $\frac{1}{2}$  وإذا كان المولود الأول ذكرا فليس بالضرورة أن يكون المولود الثاني أنثى؛ إذ إن احتمال أن يكون المولود الثاني ذكرا هو  $\frac{1}{2}$  ، واحتمال أن يكون أنثى هو  $\frac{1}{2}$

#### مثال 1

عند إلقاء قطعة نقد، فإن احتمال ظهور الصورة هو  $\frac{1}{2}$ ، واحتمال ظهور الكتابة هو  $\frac{1}{2}$ . غير أن ظهور الصورة عند إلقاء قطعة النقد أول مرة لا يعني بالضرورة ظهور الكتابة عند إلقاء قطعة النقد نفسها مرة ثانية؛ فقد يتكرر ظهور الصورة؛ ذلك أن إلقاء قطعة النقد في كل مرة مستقل عن إلقائها في مرات لاحقة

#### مثال 1

عند إيجاد جاميتات فرد طرازه الجيني tt ، فإن احتمال ظهور الجاميت الذي يحوي الأليل t هو 1 ، واحتمال ظهور الجاميت الذي يحوي الأليل T هو 0 ، خلافا لجاميتات فرد طرازه الجيني Tt ؛ إذ إن احتمال ظهور الجاميت الذي يحوي الأليل T هو  $\frac{1}{2}$  ، واحتمال ظهور الجاميت الذي يحوي الأليل t هو  $\frac{1}{2}$

تتراوح قيمة الاحتمال بين 0 و 1

ملاحظة مهمة : إذا طلب الجنس ( ذكر/ أنثى) مع الاحتمال نضرب الاحتمال المطلوب ب  $\frac{1}{2}$  حسب قاعدة الضرب



## الوراثة

## توجيهي

## مثال 1

عند تلقيح نباتي بازلاء كل منهما طويل الساق وغير متماثل الأليلات والطرز الجيني لكليهما  $Tt$  ، فإن احتمال إنتاج جاميت يحوي الأليل  $T$  هو  $\frac{1}{2}$  واحتمال إنتاج جاميت يحوي الأليل  $t$  هو  $\frac{1}{2}$  في كلا النباتين

يساعد علم الاحتمال على التنبؤ باحتمال ظهور طراز جيني معين لدى الأفراد الناتجين

لإيجاد احتمال إنتاج فرد طرازه الجيني  $tt$  أحسب ناتج احتمال  $t$  من النبات الأول  $\times$  احتمال إنتاج الأليل  $t$  في النبات الثاني

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$$

2- الضرب : لتحديد احتمال حدوث حدثين مستقلين معاً فإنني أحسب ناتج احتمال حدوث الحدث الأول ضرب احتمال حدوث الحدث الثاني

عند إيجاد احتمال إنتاج فرد طرازه الجيني  $Tt$  فإنني أضع نصب عيني أن هذا الفرد قد ينتج من اندماج الجاميت الذي يحول الأليل  $T$  من الأب الأول والجاميت الذي يحول الأليل  $t$  من الأب الثاني أو العكس

## أنتحق

أجد احتمال إنتاج فرد طرازه الجيني  $(TT)$  لأبوين طرازهما الجيني  $(Tt)$

$\frac{1}{2} t$	$\frac{1}{2} T$	♀	♂
$\frac{1}{4} Tt$	$\frac{1}{4} TT$	$\frac{1}{2} T$	
$\frac{1}{4} tt$	$\frac{1}{4} Tt$	$\frac{1}{2} t$	



## فكر

تزوج رجل بفتاة وكان كلاهما يحمل صفة القدرة على ثني اللسان غير متماثلة الأليلات  $(Dd)$  أجد احتمال إنجاب أنثى غير قادرة على ثني اللسان لهذه العائلة

## مثال

أجرى باحث تجارب عديدة لدراسة توارث صفة لون الريش بين أفراد نوع معين من الحمام ، وكان الطراز الشكلي للون ريش أفراد الحمام غير موشح أو موشحاً وقد خلص الباحث إلى النتائج المبينة في الجدول (1) والجدول (2)

- أستنتج الصفة السائدة والصفة المتنحية

- اكتب الطرز الجينية لأفراد الجيل الأول مستخدماً الرمز  $(a)$  والرمز  $(A)$

الجدول (2) تزاوجات عديدة لتتبع وراثة لون الريش بين أفراد الجيل الثاني في نوع من الحمام			
الطرز الشكلية لأفراد الجيل الثاني ( $F_2$ )	التزاوج بين أفراد الجيل الأول ( $F_1$ ) الناتجين من التجارب : أ ، ب ، ج	رقم التجربة	
غير موشح	الموشح أ $\times$ غير موشح ج	1	
موشح	الموشح ب $\times$ غير موشح ج	2	
0	الموشح ب $\times$ غير موشح ب	3	
14	الموشح أ $\times$ الموشح ب	4	
9			
0			
34			
17			
28			
39			

الجدول (1) تزاوجات عديدة لتتبع وراثة لون الريش في نوع من الحمام			
الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول ( $F_1$ )	الاداء	رقم التجربة	
غير موشح	موشح $\times$ موشح	أ	
موشح	موشح $\times$ غير موشح	ب	
0	غير موشح $\times$ غير موشح	ج	
36			
38			
0			
35			

## الوراثة

## توجيهي

## المعطيات:

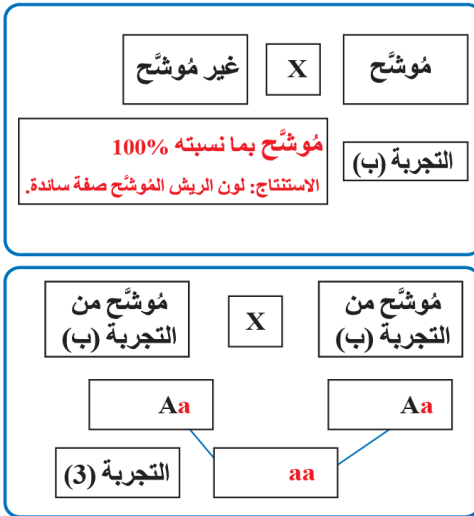
الطرز الشكلية لكل من الأبوين، صفات أفراد الجيل الأول وأعدادهم، صفات أفراد الجيل الثاني وأعدادهم

## المطلوب:

الصفة السائدة، الصفة المتنحية، الطرز الجينية لأفراد الجيل الأول (F1).

## أحلّ البيانات وأفسرها:

أستنتج أن لون الريش الموشح صفة سائدة؛ لأن صفة لون الريش في جميع أفراد الجيل الأول الناتجين من التجربة (ب) هي الموشح. ومما يدعم استنتاجي أن صفة اللون الواحد في الريش ظهرت بنسبة 25% بين أفراد الجيل الثاني في التجربة (3).



الاستنتاج	السبب	مخطط
لون الريش الموشح بين أفراد الجيل الأول في التجربة (أ) متماثل الأليلات (AA).	عند تزاوج الحمام موشح الريش الناتج من التجربة (أ) مع حمام ناتج من التجربة (ج)، ولون ريشه غير موشح (متنح)، كان جميع أفراد الجيل الناتج موشحي الريش (سائد). فلو كان أفراد الجيل الناتج من التجربة (أ) غير متماثلي الأليلات (Aa)، لظهر بعض أفراد الجيل الثاني الناتج متنحيين	غير موشح ناتج من التجربة (ج) × موشح ناتج من التجربة (أ) aa × AA 100% Aa التجربة (1)
لون الريش الموشح بين أفراد الجيل الأول الناتج من التجربة (ب) غير متماثل الأليلات (Aa).	عند تزاوج أفراد الجيل الأول الناتج من التجربة (ب) مع حمام ناتج من التجربة (ج)، ولون ريشه غير موشح (متنح)، كان لون الريش غير موشح (متنح) لنصف أفراد الجيل الثاني الناتج.	غير موشح ناتج من التجربة (ج) × موشح ناتج من التجربة (ب) aa × Aa 50% Aa 50% aa التجربة (2)
الطرز الجيني للون الريش الموشح الناتج من التجربة (ب) غير متماثل الأليلات (Aa).	عند تزاوج الحمام موشح الريش الناتج من التجربة (ب) مع حمام ناتج من التجربة (ب)، وموشح الريش، كانت نسبة أفراد الجيل الثاني الناتج من الريش 75% و 25% من الحمام غير موشح (متنح)	موشح ناتج من التجربة (ب) × موشح ناتج من التجربة (ب) Aa × Aa AA Aa Aa aa 75% موشح 25% غير موشح التجربة (3)
الطرز الجيني للون الريش الموشح الناتج من التجربة (أ) متماثل الأليلات (AA).	عند تزاوج الحمام موشح الريش الناتج من التجربة (أ) مع حمام ناتج من التجربة (ب)، وموشح الريش، وغير متماثل الأليلات، كان جميع أفراد الجيل الثاني الناتج من الحمام موشح الريش.	موشح ناتج من التجربة (أ) × موشح ناتج من التجربة (ب) AA × Aa AA Aa 100% موشح التجربة (4)

## الوراثة

توجيهي

مهم

قواعد و نسب مهمه على قانون إنعزال الصفات



إذا كان في سؤال الوراثة صفة مندلية واحدة فقط نتبع النسب التالية :

إذا كانت جميع الأفراد تحمل صفة سائدة بنسبة 100%

## 1- كلا الأبوين طرازهم الجيني سائد متماثل الأليلات

طويل الساق ( متماثل الأليلات )	طويل الساق ( متماثل الأليلات )	الطراز الشكلي للأبوين
TT	TT	الطراز الجيني للأبوين
T , T	T , T	الطرز الجاميتية
TT , TT , TT , TT		الطرز الجينية للأفراد الجيل الأول ( F1 )
طويل الساق ( متماثل الأليلات )		الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول ( F1 )
%100		النسبة المئوية

## 2- احد الأبوين طرازه الجيني سائد متماثل الأليلات و الآخر سائد غير متماثل الأليلات

طويل الساق ( متماثل الأليلات )	طويل الساق ( غير متماثل الأليلات )	الطراز الشكلي للأبوين
Tt	TT	الطراز الجيني للأبوين
T , t	T , T	الطرز الجاميتية
TT , Tt , TT , Tt		الطرز الجينية للأفراد الجيل الأول ( F1 )
طويل الساق ( متماثل الأليلات )	طويل الساق ( غير متماثل الأليلات )	الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول ( F1 )
%100		النسبة المئوية

## 3- احد الأبوين طرازه الجيني سائد متماثل الأليلات و الآخر متنحي

قصير الساق ( متماثل الأليلات )	طويل الساق ( متماثل الأليلات )	الطراز الشكلي للأبوين
tt	TT	الطراز الجيني للأبوين
t , t	T , T	الطرز الجاميتية
Tt , Tt , Tt , Tt		الطرز الجينية للأفراد الجيل الأول ( F1 )
طويل الساق ( غير متماثل الأليلات )		الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول ( F1 )
%100		النسبة المئوية



إذا كانت افراد الجيل كنسبه ( 1 : 1 ) أو ( 50% - 50% )

أحد الابوين ساند غير متمائل الأليلات و الآخر متتحي

طويل الساق ( غير متمائل الأليلات )	قصير الساق ( متمائل الأليلات )	الطراز الشكلي للأبوين
Tt	tt	الطراز الجيني للأبوين
T , t	t , t	الطرز الجاميتية
Tt , Tt , tt , tt		الطرز الجينية للأفراد الجيل الأول ( F1 )
طويل الساق ( غير متمائل الأليلات )	قصير الساق ( متمائل الأليلات )	الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول ( F1 )
% 50	% 50	النسبة المئوية

إذا كانت افراد الجيل كنسبة ( 1 : 3 ) أو ( 75% - 25% )

كلا الأبوين طرازهم الجيني ساند غير متمائل الأليلات

طويل الساق ( غير متمائل الأليلات )	طويل الساق ( غير متمائل الأليلات )	الطراز الشكلي للأبوين
Tt	Tt	الطراز الجيني للأبوين
T , t	T , t	الطرز الجاميتية
TT , Tt , Tt , tt		الطرز الجينية للأفراد الجيل الأول ( F1 )
طويل الساق	قصير الساق	الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول ( F1 )
% 75	% 25	النسبة المئوية

سؤال

عند اجراء تهجين بين نباتين من نوع ما كلاهما ارجواني الأزهار ، فأعطت نباتات الجيل الأول و التي كانت تحمل الأعداد و الصفات التالية

نباتات ارجوانية الأزهار عددها 748 نبتة نباتات بيضاء الأزهار عددها 245 نبتة

الطرز الشكلية للأبناء : ارجواني الأزهار ( غير متمائل الأليلات ) × ارجواني الأزهار ( غير متمائل الأليلات )  
 الطرز الجينية للأبناء : Rr × Rr  
 الطرز الجاميتية : R , r × R , r  
 الطرز الجينية للأبناء : RR , Rr , Rr , rr  
 ما احتمال ظهور نبات ارجواني الازهار ؟  
 %75 أو  $\frac{3}{4}$

نسبة الافراد ( 1 : 3 )

## الوراثة

توجيهي

## سؤال

عند إجراء تهجين بين نباتين بازلاء ، أحدهما مجعد البذور و الآخر مجهول ، فنتجت أفراد بالاعداد التالية :

نبات مجعد البذور 100

نبات أملس البذور 115

والمطلوب :

نسبة الافراد  
( 1 : 1 )

١- اوجد الطراز الجيني و الشكلي لنبات المجهول ؟ aa مجعد البذور

٢- اكتب جاميتات النبات المجهول ؟

٣- اكتب الطرز الجينية لأفراد الجيل ؟

a	A	
aa	Aa	a
aa	Aa	a

Aa , aa  
%50 , %50

## سؤال

تزوج رجل عسلي العيون من فتاة عسلية العيون فكان لهما طفل أزرق العيون إذا علمت أن أليل لون العيون العسلي ( R ) سائد على أليل لون العيون الأزرق ( r ) و المطلوب اجب عن الأسئلة التالية :

1- اكتب الطراز الجيني لكل من الرجل و الفتاة و الطفل : الرجل Rr : الفتاة Rr : الطفل rr :

RR , Rr , Rr , rr

2- اكتب الطرز الجينية المحتملة للأفراد :

3/4 او %75

3- ما احتمال أن يكون طفلهم الثاني عسلي العيون :

1/8 = 1/2 \* 1/4

4- ما احتمال إنجاب طفل ( ذكر ) أزرق العيون :

1/2 او %50

5- ما احتمال انجاب طفل عسل العيون ( غير متماثل الأليلات ) :

## سؤال

جرى تلقيح بين نباتي بازلاء غير معروف الطراز الجيني و الشكلي لهما فكانت أفراد الجيل الأول جميعها ملساء البذور ، ثم جرى تلقيح ذاتي لأفراد الجيل الأول فتجت نباتات مجعدة البذور بنسبة 25% ، و المطلوب اجب عن الاسئلة التالية :

1- الطراز الجيني و الشكلي للنباتات المجهولة : ملساء البذور ( AA ) × مجعدة البذور ( aa )

جميع افراد الجيل الأول طرازهم الجيني Aa

2- الطرز الجينية لأفراد الجيل الأول :

AA , Aa , Aa , aa

3- الطرز الجينية و الشكلي لأفراد الجيل الثاني :

مجعد البذور , أملس البذور

3/4 او %75

4- ما احتمال ظهور نبات أملس البذور في افراد الجيل الثاني :



ادرس الشكل التالي الذي يمثل مربع بانيت لوراثة صفة واحدة  
لنبات البازيلاء إذا رمز لأليل البذور الملساء ( G ) و الأليل البذور

المجعدة ( g ) والمطلوب:  
1- ما الطرز الجينية للابوين ؟

2- ما الطرز الشكلية للابوين ؟

3- ما الطراز الجيني للفرد رقم 2 ؟

4- ما الطراز الشكلي للفرد رقم 4 ؟

5- ما احتمال ظهور نبات مجعد البذور من  
تلقيح النبات ( 2 ) مع النبات ( 4 ) ؟

1	G	
Gg	2	G
3	Gg	4

إذا حدث تلقح ذاتي لنبات بازلاء اخضر القرون  
وكان في الافراد الناتجة نباتات بازلاء صفراء  
القرون فكم عدد النباتات خضراء القرون إذا علمت  
أن عدد النباتات التي نتجت هي 800 ؟

ملخص نسب قانون مندل الأول ..... حفظ مهم

الطرز الجينية للاباء	الطرز الشكلية للاباء	النسبة
$Tt \times Tt$	سائد غير نقي * سائد غير نقي	1 : 3
$Tt * tt$	سائد غير نقي * متنحي	1 : 1
$TT * TT$	سائد نقي * سائد نقي	100%
$tt * tt$	متنحي * متنحي	
$TT * tt$	* سائد نقي * متنحي ( ينتج ابن واحد )	
$TT * Tt$	* سائد نقي * سائد غير نقي ( ينتج ابنان )	



## سؤال وزاري



1- اذا تم تلقيح نباتات بازلاء مجهولة الطراز الشكلي تلقيا ذاتيا فنتجت نباتات الجيل الأول و الجيل الثاني جميعها طويلة الساق ، فإن الطراز الشكلي و الجيني للنباتات المجهولة على الترتيب

(أ) طويل الساق ،  $tt$  (ب) طويل الساق ،  $Tt$

(ج) طويل الساق ،  $TT$  (د) قصير الساق ،  $tt$

2- اذا كان ربع الأفراد الناتجة تحمل أليل الصفة المتنحية لصفة مندلية ، فإن الطراز الجينية الأبوين هي :

(أ)  $Gg$  ,  $gg$  (ب)  $Gg$  ,  $GG$  (ج)  $Gg$  ,  $Gg$  (د)  $gg$  ,  $Gg$

3- اذا حدث تلقيح بين نباتي بازلاء طويل الساق غير متماثل الايلات فسوف ينجت افراد طويل الساق متماثل الايلات في حال اخصاب الاتية :

أ\_ بويضة تحتوي الاليل  $T$  مع حبة لقاح تحتوي الاليل  $t$  ب\_ بويضة تحتوي الاليل  $t$  مع حبة لقاح تحتوي الاليل  $T$   
ج\_ بويضة تحتوي الاليل  $T$  مع حبة لقاح تحتوي الاليل  $T$  د\_ بويضة تحتوي الاليل  $t$  مع حبة لقاح تحتوي الاليل  $t$

4 - ما احتمال انتاج جاميت يحمل اليل الصفة المتنحية من نبات أملس البذور غير متماثل الايلات ؟

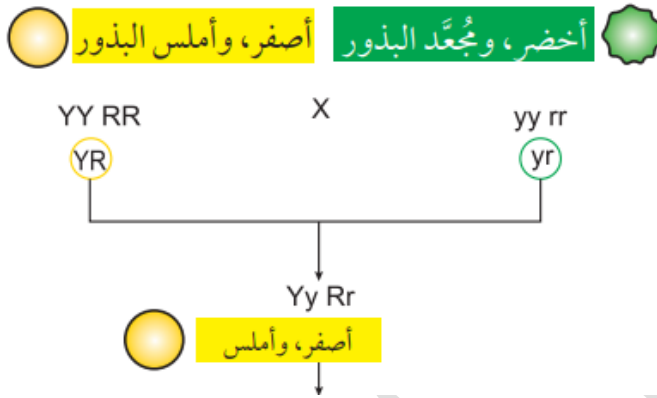
أ\_ 0 % ب\_ 25 % ج\_ 50 % د\_ 75 %

## قانون التوزيع الحر Law Of Independent Assortment

أجرى مندل تجربة درس فيها وراثة **صفتين وراثيتين معا في نبات البازيلاء**، هما: **لون البذور**، **وشكلها**.

عمل مندل على تلقيح نباتي بازيلاء، أحدهما أصفر، وأملس البذور، ومتماثل الأليلات لهاتين الصفتين، وطراره الجيني (RRYY)، والآخر أخضر، ومجعد البذور، وطراره الجيني (rryy). بعد أن زرع مندل البذور الناتجة، لاحظ أن جميع بذور النباتات في الجيل الأول صفراء، وملساء، وطرارها الجيني (RrYy).

### الجزء الأول من التجربة



الطرار الشكلي لكل من الأبوين.

الطرار الجيني لكل من الأبوين.

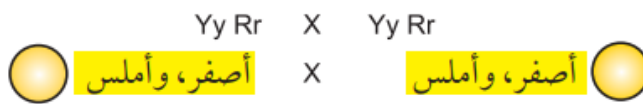
الطرار الجينية لجاميتات كل من الأبوين.

الطرار الجيني لأفراد الجيل الأول (F1).

الطرار الشكلي لأفراد الجيل الأول (F1).

### الجزء الثاني من التجربة

عمل مندل على **تلقيح أفراد الجيل الأول معا**، ثم زرع البذور الناتجة، ثم دون أعداد النباتات الناتجة وصفات كل منها، فكانت النسب بين النباتات الناتجة في التجربة مقارنة للنسب المتوقعة المبينة في مربع بانيت



الطرار الجيني لكل من أبوي الجيل الثاني.

الطرار الشكلي لكل من أبوي الجيل الثاني.

الطرار الجينية لجاميتات كل من أبوي الجيل الثاني.

تنظيم الطرز الجينية لأفراد الجيل الناتج من عمليات الإخصاب المحتملة في مربع بانيت:

♀ \ ♂	1/4 YR	1/4 Yr	1/4 yR	1/4 yr
1/4 YR	YY RR (Yellow, Smooth)	YY Rr (Yellow, Smooth)	Yy RR (Yellow, Smooth)	Yy Rr (Yellow, Smooth)
1/4 Yr	YY Rr (Yellow, Smooth)	YY rr (Yellow, Wrinkled)	Yy Rr (Yellow, Smooth)	Yy rr (Yellow, Wrinkled)
1/4 yR	Yy RR (Yellow, Smooth)	Yy Rr (Yellow, Smooth)	yy RR (Green, Smooth)	yy Rr (Green, Smooth)
1/4 yr	Yy Rr (Yellow, Smooth)	Yy rr (Yellow, Wrinkled)	yy Rr (Green, Smooth)	yy rr (Green, Wrinkled)

احتمالات ظهور الصفات:

● 9/16: أصفر، وأملس.

● 3/16: أصفر، ومجعد.

● 3/16: أخضر، وأملس.

● 1/16: أخضر، ومجعد.

استنتاج مندل ما يلي :

تظهر صفات أفراد الجيل الثاني في مربع بانيت بالنسب العددية الآتية:

9 نباتات صفراء ، وملساء البذور : 3 نباتات صفراء ، ومجعدة البذور : 3 نباتات خضراء ، وملساء البذور : 1 نبات أخضر ، ومجعد البذور.

وبذلك تكون احتمالات ظهور الصفات هي:

خضراء ، ومجعدة.

1 / 16

خضراء ، وملساء

3 / 16

صفراء ، ومجعدة.

3 / 16

صفراء ، وملساء.

9 / 16

عند دراسة كل صفة على حدة من مربع بانيت في التجربة السابقة يتبين ان :

1- النسبة العددية بين البذور الصفراء و البذور الخضراء هي : ( 3 أصفر البذور : 1 أخضر البذور )

وبذلك يكون احتمال ظهور لون البذور الصفراء هو (  $\frac{3}{4}$  ) واحتمال ظهور لون البذور الخضراء هو (  $\frac{1}{4}$  )

2- عدد البذور الملساء بين أفراد الجيل الثاني هو ( 12 ) بذرة ، و عدد البذور المجعدة هو ( 4 ) بذور ، وأن النسبة

العددية بين البذور الملساء و المجعدة هي : ( 3 ملساء البذور : 1 مجعد البذور )

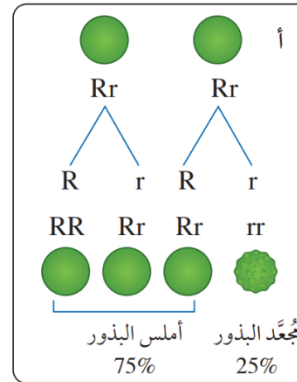
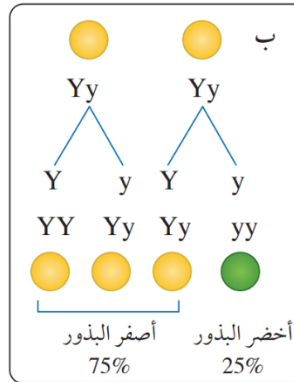
ومن ثم فإن احتمال ظهور البذور الملساء هو (  $\frac{3}{4}$  ) ، واحتمال ظهور البذور المجعدة هو (  $\frac{1}{4}$  ) ما يعني أن النسبة

المتوقعة للصفة الواحد لم تتأثر عند دراستها مع صفة أخرى ، أنظر الشكل ( 10 )

الشكل (10): النسب المتوقعة عند دراسة كل صفة من الصفتين بصورة مستقلة عن الأخرى:

(أ): شكل البذور.

(ب): لون البذور.



قانون التوزيع الحر

Law of Independent Assortment

الذي ينص على انفصال أليلي الصفة الواحدة أحدهما عن الآخر بصورة مستقلة عن انفصال أليلات الصفات الأخرى في أثناء تكوين الجاميات .

توصل مندل من تجاربه إلى





## الوراثة

توجيهي

## قواعد و نسب مهمه على قانون التوزيع الحر :



إذا كان في سؤال الوراثة صفتين أو أكثر نطبق احد القواعد و النسب التالية :

إذا كانت النسبة بين الطرز الشكلية الأبناء كنسبة ( 9 : 3 : 3 : 1 ) فإن :

قاعدة رقم ( 1 ) :

كلا الأبوين سيكون متشابهها في الطرز الجينية و الشكلية و غير متماثل الأليلات في الصفتين معا .

## مثال 1

جرى تلقيح لنباتي بازلاء كلاهما يحمل صفة الأزهار الأرجوانية و البذور الملساء ( غير متماثل الأليلات للصفتين معا ) إذا علمت أن أليل البذور الملساء ( A ) سائد على أليل البذور المجعدة ( a ) و أليل لون الأزهار الأرجوانية ( R ) سائد على أليل لون الأزهار الأبيض ( r ) و الطلوب :

RrAa

x

RrAa

1- الطراز الجيني للأبوين ( للصفتين معا ) :

RA , Ra , rA , ra

x

RA , Ra , rA , ra

2- جاميتات الأبوين ( للصفتين معا ) :

	RA	Ra	rA	ra
RA	RRAA أرجواني أملس	RRAa أرجواني أملس	RaAA أرجواني أملس	RrAa أرجواني أملس
Ra	RRAa أرجواني أملس	RRaa أرجواني مجعد	RrAa أرجواني أملس	Rraa أرجواني مجعد
rA	RrAA أرجواني أملس	RrAa أرجواني أملس	rrAA أبيض أملس	rrAa أبيض أملس
ra	RrAa أرجواني أملس	Rraa أرجواني مجعد	rrAa أبيض أملس	rraa أبيض مجعد

3- استخدم مربع بانت لإيجاد الطرز الجينية و الشكلية لأفراد الجيل الأول :

4- النسب العددية للأفراد :

1 : 3 : 3 : 9

أرجواني أملس : أرجواني مجعد : أبيض أملس : أبيض مجعد

جرى تلقيح بين نباتي بازلاء غير معروف طرازهما الجيني و الشكلي فكانت الأفراد الناتجة بالأعداد

( 24 ) أخضر القرون مجعد البذور

التالية : ( 75 ) أخضر القرون أملس البذور

( 8 ) أصفر القرون مجعد البذور

( 25 ) أصفر القرون أملس البذور

1- أوجد الطرز الجينية و الشكلية للأبوين ( لصفتين معا ) : كلا الأبوين أخضر القرون أملس البذور ( GgAa )

GA , Ga , gA , ga / GA , Ga , gA , ga

2- أوجد الطرز الجاميتية للأبوين لصفتين معا :

3/16

3- ما احتمال ظهور نبات أخضر القرون مجعد البذور :

3/4

4- ما احتمال ظهور نبات أملس البذور :

5- ما احتمال ظهور فرد طرازه الجيني ( GgAa ) :  $\frac{1}{4} = \frac{1}{2} * \frac{1}{2}$ 

في هذا السؤال نتعامل مع كل صفة على حدى كما يلي

Gg \* Gg

 $\frac{1}{2}$ 

GG , Gg , Gg , gg

Aa \* Aa

 $\frac{1}{2}$ 

AA , Aa , Aa , aa

## الوراثة

توجيهي

إذا كانت نسبة افراد الجيل كنسبة ( 3 : 3 : 1 : 1 ) فإن :

قاعدة رقم ( 2 ) :

احد الابوين ساند متماثل الأليلات للصفاتين معاً والآخر ساند غير متماثل الأليلات لصفة مع متحي لصفة أخرى

مثال :  $GgAa * Ggaa$ 

## مثال 1

عند تلقيح نبات بازلاء محوري أرجواني الأزهار مع نبات بازلاء آخر طرازه الشكلي مجهول ظهرت نباتات بالأعداد والطرز الشكلية الآتية :

( 25 ) نبات محوري أرجواني الأزهار

( 20 ) نباتا محوري أبيض الأزهار

( 7 ) نباتات طرفية أرجوانية الأزهار

( 9 ) نباتات طرفية بيضاء الأزهار .

فإذا علمت أن أليل الأزهار الأرجوانية ( B ) ساند على أليل الأزهار البيضاء ( b ) ، وأليل الأزهار المحورية ( A ) ساند على أليل الأزهار الطرفية ( a ) فأجب عن الأسئلة الآتية :

• اكتب الطراز الجيني والشكلي للأب المجهول . محوري أبيض الأزهار ( Aabb )

• مثل نتائج التلقيح باستخدام مربع بانيت .

• ما احتمال ظهور نبات محوري أرجواني الأزهار ؟  $\frac{3}{8}$ • ما احتمال ظهور فرد يحمل الطراز الجيني ( BbAa ) ؟  $\frac{2}{8} = \frac{1}{4}$ 

	AB	Ab	aB	ab
Ab	AABb	Aabb	AaBb	Aabb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

إذا كانت نسبة افراد الجيل الأول ( 1 : 1 : 1 : 1 ) فإن

قاعدة رقم ( 3 ) :

احد الابوين سيكون ساند غير نقي لصفاتين معاً والآخر متحي لصفاتين معاً

مثال :  $Ggaa * ggAa$  أو  $GgAa * ggaa$ 

## مثال 1

اجري تلقيح نباتي بازلاء احدهما ابيض الأزهار معجد البذور ، و الآخر مجهول الطراز الشكلي فنتجت نباتات بالأعداد و الطرز الشكلية الآتية :

( 97 ) نبات أرجواني الأزهار أملس البذور . ( 95 ) نبات ابيض الأزهار معجد البذور .

( 92 ) نبات أرجواني الأزهار معجد البذور . ( 94 ) نبات ابيض الأزهار أملس البذور .

إذا رمز للأليل صفة اللون الأرجواني بالرمز ( R ) و الليل للون الأبيض ( r ) و رمز للأليل صفة البذور الملساء بالرمز ( G ) ، والأليل صفة البذور المعجد ( g ) ، و الطلوب :

1- ما الطراز الجيني لكل من النباتين الأبوين للصفاتين معاً ؟  $RrGg \times rrgg$ 2- ما الطرز الجينية المتوقعة لجاميئات النبات المجهول ؟  $GA, Ga, gA, ga$ 3- ما النسبة المتوقعة لظهور نباتات أرجوانية الأزهار من بين النباتات الناتجة جميعها ؟  $\frac{1}{2}$  أو 50%

✚ ملخص نسب قانون مندل الثاني ( التوزيع الحر ) ..... ( حفظ مهم )

النسبة	الطرز الشكلية للاباء	الطرز الجينية للاباء
1 : 3 : 3 : 9	سائدين غير نقيين * سائدين غير نقيين	TtGg x TtGg
1 : 1 : 1 : 1	سائدين غير نقيين * متحيين	TtGg * ttgg
1 : 1 : 3 : 3	سائدين غير نقيين * سائد غير نقي و متحي	TtGg x Ttgg

### ملاحظات هامة :

1- اذا كان كل من الابوين ( سائدين غير نقيين ) في السؤال ومجموع الابناء رقم كبير نقسم على 16

العدد الكبير / 16

2- اذا كان الابوين ( سائدين غير نقيين \* سائد غير نقي ومتحي ) ومجموع الابناء رقم كبير نقسم على 8

العدد الكبير / 8

3- اذا كان الابوين ( سائدين غير نقيين \* متحيين ) في السؤال ومجموع الابناء رقم كبير نقسم على 4

العدد الكبير / 4

### فكرة (1) : وزارة 2021

اجري تلقيح بين نباتي بازلاء احدهما ازهاره ارجوانية محورية الموقع ، والآخر ازهاره بيضاء طرفية الموقع فنتجت نباتات الجيل الأول ازهارها ارجوانية محورية الموقع ، وعند تلقيح افراد الجيل الأول ذاتيا نتجت نباتات الجيل الثاني وعددها 800 نبات ،  
**فان عدد نباتات الجيل الثاني التي ازهارها ارجوانية طرفية الموقع :**

د- 450

ج- 200

ب- 150

أ- 50



**فكرة (2) وزارة 2023 تكميلي**

في نبات زهري يسود اليل طول الساق على اليل قصير الساق ويسود اليل لون الازهار الابيض على اليل لون الازهار الازرق ، اذا اجري تلقيح بين نباتين احدهما طويل الساق ابيض الازهار والاخر قصير الساق ازرق ونتج (404) نباتا جميعهم طويلة الساق ازهارها بيضاء ، ثم تم تلقيح نباتات الجيل الاول ذاتيا فنتج (4320) نباتا ، فما عدد النباتات قصيرة الساق زرقاء الازهار المتوقع ظهورها من بين افراد الجيل الثاني ؟

د- 270

ج- 1440

ب- 480

4320-1

**فكرة (3) :**

في نبات البلازيلة أليل طول الساق (T) سائد على أليل قصر الساق (t) , وأليل الأزهار الحمراء (R) سائد على أليل الأزهار البيضاء (r) , وأليل القرون الملساء (A) سائد على أليل القرون المجعدة (a) إذا أجري تزاوج بين نباتي بازيلاء احدهما طويل الساق أبيض الأزهار أملس القرون فكانت النتائج كما يلي.

( 10 ) طويل أبيض مجعد

( 27 ) طويل أبيض أملس

(3) قصير أبيض مجعد

( 9 ) قصيرة أبيض أملس

والمطلوب :- اكتب الطرز الجينية والشكلية للأبوين؟ الحل :- نقوم بتحليل كل صفة على حده

صفة شكل القرونصفة لون الأزهارصفة الطول الساق

أملس      مجعد

حمراء      بيضاء

قصير      طويل

**فكرة (4)**

إذا اجري تزاوج بين نبات بازلاء طويل الساق ارجواني الازهار والاخر مجهول الطراز الجيني والشكلي فكانت نتائج افراد بالنسب كما يلي ؟

**25 % نبات طويل ابيض**

**75 % نبات طويل ارجواني**

إذا علمت ان اليل طول الساق ( T ) سائد على اليل قصير الساق ( t ) ، واليل الارجواني ( R ) سائد على اليل الازهار الابيض ( r ) ؟

1- اكتب الطرز الجينية والشكلية للاباء ؟

2- اكتب الطرز الجينية لجاميتات الالباء ؟

3- ما احتمال ظهور افراد طرازها الجيني  $TTrr$  ؟

**فكرة (5) وزارة 2008**

إذا اجري تزاوج بين نباتي بازلاء وجمعت بذوره الناتجة وزرعت فكانت النتائج كما يلي :

**3/8 ملساء البذور بيضاء الازهار**

**3/8 نباتات ملساء القرون ارجوانية الازهار**

**1/8 مجمدة البذور بيضاء الازهار**

**1/8 مجمدة البذور ارجوانية الازهار**

إذا علمت ان اليل ملساء البذور ( B ) سائد على اليل مجمدة البذور ( b ) ، واليل الارجواني ( R ) سائد على اليل الازهار الابيض ( r ) المطلوب ؟

1- اكتب الطرز الجينية والشكلية للاباء ؟

2- اكتب الطرز الجينية لجاميتات الالباء ؟

3- ما احتمال ظهور افراد طرازها الجيني  $Rrbb$  ؟

## مثال 2

عمل باحث على تلقيح نباتي بازلاء وكان الطراز الجيني لأحد هذين النباتين هو RrTt والطراز الجيني للآخر هو RrTT أجد احتمال إنتاج فرد طرازه الجيني هو RrTT

المعطيات : الطرز الجينية لكل من الأوين

المطلوب : إيجاد احتمال إنتاج فرد طرازه الجيني هو RrTt

الحل :

أجد الجامتيات واحتمالاتها لكل من الأب الاول ، والأب الثاني

الأب الأول :  $\frac{1}{4} rt$  ,  $\frac{1}{4} rT$  ,  $\frac{1}{4} Rt$  ,  $\frac{1}{4} RT$

الأب الثاني :  $\frac{1}{2} rT$  ,  $\frac{1}{2} RT$

أستنتج أن الطراز الجيني RrTt سينتج من :

Rt من الأب الأول  $\times$  Rt من الأب الثاني + rt من الأب الأول  $\times$  RT من الأب الثاني

أجد ناتج الضرب والإضافة على النحو الآتي :

$$(\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}) + (\frac{1}{2} \times \frac{1}{4})$$

$$\frac{1}{4} = \frac{2}{8} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8}$$

للتحقق من صحة النتائج ، فإنني أجدها باستخدام مربع بانيت :

$\frac{1}{4} rt$	$\frac{1}{4} rT$	$\frac{1}{4} Rt$	$\frac{1}{4} RT$	
$\frac{1}{8} RrTt$	$\frac{1}{8} RrTT$	$\frac{1}{8} RRTt$	$\frac{1}{8} RRTT$	$\frac{1}{2} RT$
$\frac{1}{8} Rrtt$	$\frac{1}{8} RrTt$	$\frac{1}{8} RRtt$	$\frac{1}{8} RRTt$	$\frac{1}{2} Rt$

## الربط الزراعة

الوراثة وتحسين الإنتاج الزراعي

وظف المزارعون مبادئ الوراثة في تحسين الإنتاج منذ أمد بعيد لزيادة جودة المحاصيل وكمياتها، ومقاومة مسميات الأمراض؛ إذ اختاروا سلالات من النباتات تمتاز بصفات مرغوبة؛ لتكثيرها خضرياً. وكذلك اختاروا سلالات من الحيوانات تمتاز بصفات مرغوبة، وعملوا على تلقيحها خلطياً، ثم تلقيح أفراد النسل الناتج؛ لإنتاج أفراد يمتازون بأكثر من صفة مرغوبة، مثل الأبقار التي تنتج كميات وافرة من الحليب واللحوم. ولكن، يتعين على المزارعين في هذه الحالة الانتباه إلى الصفات الأخرى؛ فقد تظهر صفات غير مرغوبة ومتنحية.



## مثال 3

في تجربة لباحث شملت دراسة توارث صفتين في نبات البازيلاء، أجرى الباحث تلقيحاً لنبات بازيلاء محورية الأزهار، وأصفر البذور مع نبات آخر مجهول الطراز الشكلي، فكانت الطرز الشكلية واحتمالاتها للأفراد الناتجين كما يأتي:

الصفة	الآليل
لون البذور الصفراء	Y
لون البذور الخضراء	y
موقع الأزهار المحورية	A
موقع الزهار الطرفية	a

¼ : نباتات محورية الأزهار، وصفراء البذور.

¼ : نباتات محورية الأزهار، وخضراء البذور.

¼ : نباتات طرفية الأزهار، وصفراء البذور.

¼ : نباتات طرفية الأزهار، وخضراء البذور.

- ما الطرز الجينية لكل من الأبوين للصفاتين معاً؟

- ما الطرز الجينية لجاميئات كل من الأبوين؟

المعطيات: الطرز الشكلية لكل من الأبوين، الطرز الشكلية واحتمالاتها في الجيل الناتج من التجربة.

المطلوب: الطرز الجينية لكل من الأبوين، الطرز الجينية لجاميئات كل من الأبوين.

**الحل :**

أجد احتمالات كل صفة على حدة. بعد ذلك أستنتج الطرز الجينية لكل من الأبوين للصفاتين معاً، ثم أطبق قانون التوزيع الحر لاستنتاج الطرز الجينية لجاميئات كل من الأبوين.

أصفر البذور: أخضر البذور

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} : \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$1 : 1$$

محوري الأزهار: طرفي الأزهار

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} : \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$1 : 1$$

الطرز الجينية للأبوين لكل صفة على حدة :

$$Aa \times aa \quad Yy \times yy$$

النبات المجهول	أحد النباتين	
طرفي الأزهار أخضر البذور	محوري الأزهار أصفر البذور	الطرز الشكلية لكل من الأبوين للصفاتين معاً
aayy	AaYy	الطرز الجينية لكل من الأبوين للصفاتين معاً
ay	ay , aY , Ay , AY	الطرز الجينية لجاميئات كل من الأبوين

## الوراثة

توجيهي



عمل باحث على تلقيح نباتي بازلاء لتتبع وراثة صفتي طول الساق ، ولون البذور . كان أليل طول الساق هو T وأليل قصر الساق هو t وأليل القرون الخضراء هو G وأليل القرون الصفراء هو g وقد استخدم الباحث مربع بانيت الآتي لتمثيل النتائج

	tG		TG	♀ ♂
	1			tG
ttgg		Ttgg		

أ. استنتج الطرز الجينية لكل من الأبوين

ب. أجد احتمال ظهور افراد لهم نفس الطراز الشكلي للفرد (1)

**1- تجرب** لقح باحث نباتي بازلاء احدهما محوري الأزهار اصفر القرون و الآخر مجهول الطراز الجيني و الشكلي فكانت الافراد الناتجة بالعدد التالية :

- 60 محوري الأزهار      55 طرفي الازهار      115 أخضر القرون
- اذا علمت أن أليل الازهار المحورية ( A ) سائد على أليل الأزهار الطرفية ( a ) و أليل القرون الخضراء ( G ) سائد على أليل القرون الصفراء ( g ) و المطلوب :
- 1- أوجد الطراز الجيني و الشكلي للنبات المجهول للصفتين معا :
  - 2- أوجد الطرز الجينية لجاميئات الأبوين للصفتين معا :
  - 3- ما احتمال ظهور نبات محوري الأزهار أخضر القرون :
  - 4- ما احتمال ظهور فرد يحمل الطراز الجيني ( AaGg ) :

**2- تجرب** في أحد أنواع النباتات العشبية المزهرة يسود أليل الحواف الملساء للأوراق ( G ) على أليل الحواف المسننة ( g ) و يسود أليل لون الأزهار الأصفر ( Y ) على أليل لون الأزهار الأبيض ( y ) ، فإذا جرى تلقيح بين نباتين أحدهما حواف أوراقه ملساء أصفر الأزهار ( غير متماثل الأليلات للصفتين ) ، مع آخر حواف أوراقه مسننه أصفر الأزهار ( متماثل الأليلات ) و المطلوب أجب عما يلي :

- 1- اوجد الطرز الجينية للنباتين ( لصفتين معا ) :
- 2- ما احتمال ظهور نباتات حواف أوراقها مسننه صفراء الأزهار :
- 3- ما احتمال ظهور نباتات تحمل الطراز الجيني ( ggYY ) :
- 4- ما احتمال ظهور نباتات صفراء الأزهار :



في نبات البازيلاء يسود أليل صفة لون الأزهار الأرجواني ( B ) على أليل لون الأزهار الأبيض ( b ) ، ويسود أليل صفة موقع الأزهار المحور ( M ) على أليل موقع الأزهار الطرفي ( m ) . اذا تم تلقيح نباتات أرجوانية محورية الأزهار ( متماثلة الأليلات للصفتين ) مع نباتات طرفية بيضاء الأزهار ، ثم لقحت نباتات الجيل الأول مع نباتات بيضاء طرفية الأزهار فإن احتمال ظهور نباتات محورية الأزهار :



تم تلقيح بين نباتي بازلاء وكان احدهما طويل الساق أرجواني الأزهار و الآخر قصير الساق أبيض الأزهار فظهرت جميع افراد الجيل الأول طويلة الساق ارجوانية الازهار ثم تم تلقيح افراد الجيل الأول ذاتيا فنتج في الجيل الثاني 400 نبات ، فما عدد النباتات طويلة الساق بيضاء الازهار في افراد الجيل الثاني ؟

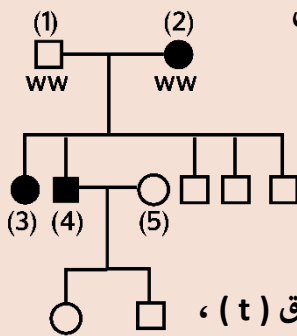
## سؤال وزاري

في احد أنواع النباتات الزهرية يسود أليل لون الأزهار الأحمر ( R ) على أليل لون الأزهار الأبيض ( r ) و يسود أليل صفة الأوراق الملساء ( S ) على أليل الأوراق الخشنة ( s ) . فإذا تم تلقيح نبات أبيض الأزهار أملس الأوراق ( غير متماثل الأليلات ) مع نبات آخر مجهول ، ثم جمعت البذور وزرعت فظهرت نباتات بأعداد متساوية ، تحمل الطرز الشكلية الآتية : أبيض الأزهار خشن الأوراق ، أبيض الأزهار أملس الأوراق ، أحمر الأزهار أملس الأوراق ، أحمر الأزهار خشن الأوراق ، فإن الطراز الجيني والشكلي لنبات المجهول :

( أ ) rrSs ، أبيض الأزهار أملس الأوراق ( ب ) Rrss ، أحمر الأزهار خشن الأوراق

( ج ) RrSs ، أحمر الأزهار أملس الأوراق ( د ) rrss ، أبيض الأزهار خشن الأوراق

يمثل مخطط سلاسل العائلة المجاور ، وراثه صفة الشعر الصوفي السائد ، حيث يمثل المربع والدائرة المظللة الأفراد الذين تظهر عليهم الصفة ، ما الطراز الجيني للفرد ( 5 ) ؟



( أ ) WW ( ب ) Ww ( ج ) ww ( د ) Ww او ww

اذا علمت أن أليل صفة طول الساق ( T ) في البازيلاء سائد على أليل قصير الساق ( t ) ، وأن أليل صفة موقع الأزهار المحوري ( H ) سائد على أليل موقع الأزهار الطرفي ( h ) . فإذا جرى تلقيح بين نباتي بازلاء أحدهما طويل الساق محوري الأزهار غير متماثل الأليلات لكلا الصفتين و الآخر قصير الساق محوري الأزهار ( غير متماثل الأليلات ) فإن احتمال ظهور نبات طرازه الجيني ( TtHH )

( أ ) 1/8 ( ب ) 2/8 ( ج ) 3/8 ( د ) 4/8



**تعرف أولا :** كيف يتم الحصول على اعداد أنواع الجاميتات والطرز الجينية للجاميتات بالطريقة الرياضية ثم سوف تعلم أهمية هذه الطريق عند إجابة سؤال على توارث الصفات سواء كانت مندلية أو غير مندلية.

تعلم عزيزي الطالب أن الصفة يرمز لها برمزين ، وعند كتابة صفتين يجب كتابة أربع رموز أي يتم التعبير عن كل صفة برمزين .

### إيجاد عدد أنواع الجاميتات

لإيجاد عدد أنواع الجاميتات نستخدم القانون التالي :

عدد أنواع الجاميتات =  $2^X$  : تمثل عدد الصفات غير متماثلة الأليلات

جد عدد أنواع الجاميتات التي ينتجها كل من الأفراد التالية :

**مثال**

: RRaaTTbb -7

: AA -4

1 =  $2^0$  : AABB -1

: AaTtRrBB -8

: Ttgg -5

2 =  $2^1$  : DdHH -2

: bbTtGGhh -9

: AaRRTt -6

4 =  $2^2$  : GgTt -3



**فكر**

أي الطرز الجينية التالية يمكن أن ينتج ( 16 ) أنواع من الجاميتات المختلفة :

GgTtMMDD -ب

BBAAgG -أ

GgTt -د

AaBbGgTt -ج



**فكر**

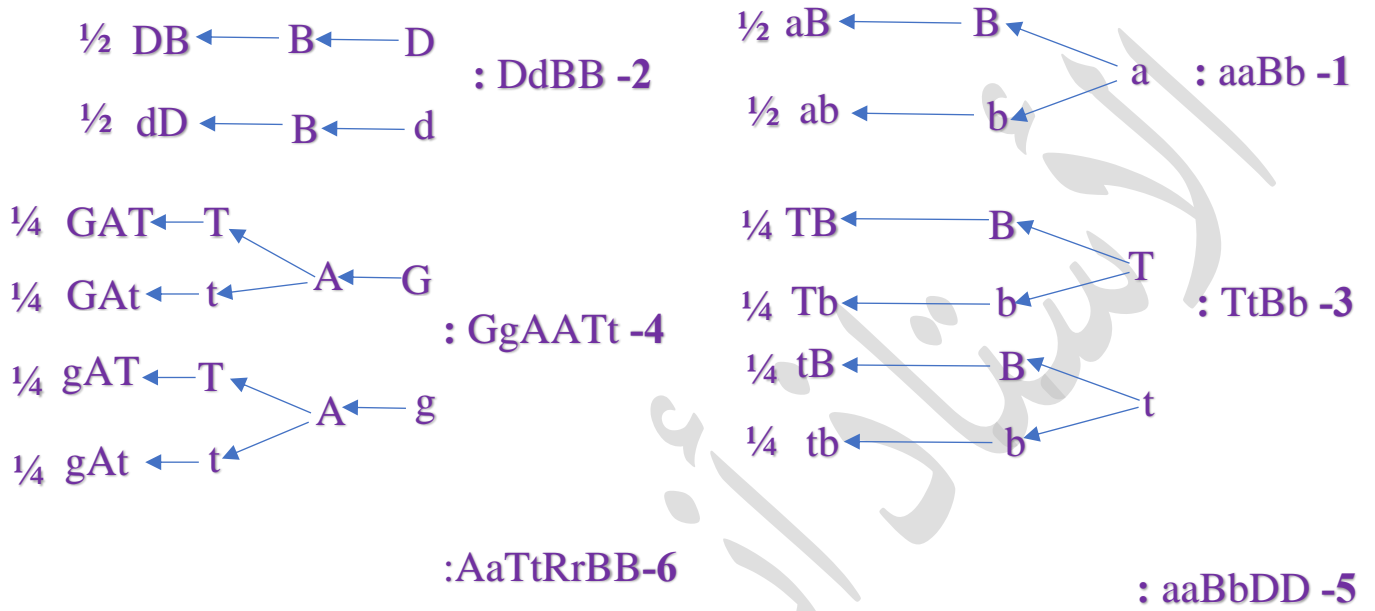
أي الطرز الجينية التالية يمكن أن ينتج ( 8 ) أنواع من الجاميتات المختلفة :

GgTtMMDD -ب

BBAAgG -أ

aaBbGgTt -ج

## إيجاد الطرز الجاميتية

يلا  
نجرّب

١- الطراز الجيني الصحيح للجاميت المتوقع أن يعطيه الفرد ذو الطراز الجيني ( TtRRGgaa ) هو

أ \_ TtGg      ب \_ TRga      ج \_ tRaa      د - trga

٢- كم عدد انواع الجاميتات التي من المحتمل ان ينتجها الفرد ذو الطراز الجيني AaTtRrBB ؟

أ \_ 2      ب \_ 4      ج \_ 6      د \_ 8

٣- الطرز الجاميتية الصحيح الناتجة من : ( RRaaTTbb )

أ \_ Ratb      ب \_ RaTb      ج \_ ratb      د \_ RaTB

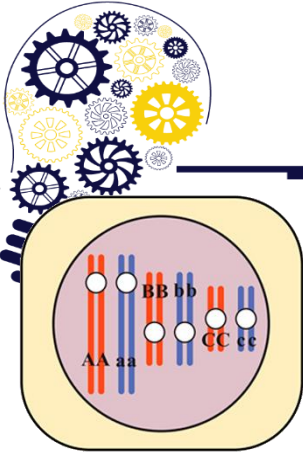
٤- الطراز الجيني المحتمل لفرد نتج من تزاوج فردين طرازهم الجيني ( Bbgg ) :

أ \_ BBGg      ب \_ bbGg      ج \_ BBgg      د \_ BbGg

٥- ما احتمال ظهور جاميت متنحي من فرد طرازه الجيني ( GgMmBb ) :

أ -  $\frac{1}{2}$       ب -  $\frac{1}{4}$       ج -  $\frac{1}{8}$       د -  $\frac{1}{16}$

## مراجعة الدرس الأول



1. الفكرة الرئيسية : أوضح المقصود بكل من قانون إنعزال الصفات ، و قانون التوزيع الحر

2. أستنتج عدد أنواع الجاميتات التي تحوي تراكيب جينية ، يختلف بعضها عن بعض ، وتنتج من أنقسام منصف للخلية التي يمثلها الشكل المجاور على افتراض عدم حدوث عبور جيني

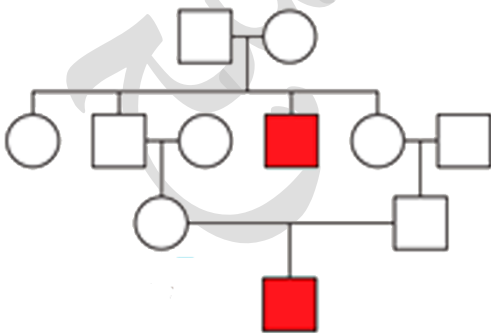
3. يسود أليل لون العينين الأسود B على أليل لون العينين الأحمر في نوع من الفئران. ما الطرز الجينية والشكلية للأفراد الناتجين من تزاوج فأر أسود العينين وغير متمائل الأليلات مع فأرة حمراء العينين؟

4. في نوع من النباتات، قد يكون لكل بتلة بقعة سوداء عند قاعدتها، أو قد تخلو البتلات من البقع السوداء. أجريت ثلاث تجارب منفصلة، حدث في أولها تلقيح بين نباتين، كلاهما ذو بقعة سوداء عند قاعدة البتلات، وكانت بتلات جميع النباتات الناتجة ذات بقعة سوداء. أما في التجربة الثانية فحدث تلقيح بين نباتين، أحدهما بتلاته ذات بقعة سوداء، والآخر بتلاته عديمة البقعة، وكانت بتلات جميع النباتات الناتجة ذات بقعة سوداء. وأما في التجربة الثالثة فحدث تلقيح بين نباتين، أحدهما بتلاته ذات بقعة سوداء، والآخر بتلاته عديمة البقعة، فكانت بتلات نصف النباتات الناتجة ذات بقعة سوداء، وبتلات نصفها الآخر عديمة البقعة. أفسر هذه النتائج باستخدام الرمز (a) والرمز (A).

5. أستنتج الطرز الجينية والشكلية للأفراد الناتجين من تلقيح نبات بازلاء طرفي الأزهار، وأخضر القرون، وغير متمائل الأليلات لصفة لون القرون، مع نبات بازلاء محوري الأزهار، وأخضر القرون، ومتمائل الأليلات للصفتين، مفترضاً أن أليل الموقع المحوري للزهرة هو (A)، وأليل الموقع الطرفي هو (a)، وأليل القرون الخضراء هو (G)، وأليل القرون الصفراء هو (g)

6. يسود في أحد أنواع الحيوانات أليل لون الفراء الرمادي على أليل لون الفراء الأبيض، ويسود أليل الذيل الطويل فيه على أليل الذيل القصير. تزاوج ذكر سائد ، ومتمائل الأليلات للصفتين، وأنثى متنحّة للصفتين. فأتوقع الطرز الجينية والطرز الشكلية الناتجة من تزاوج ذكر من أفراد الجيل الأول مع أنثى متنحية الأليلات للصفتين باستخدام الرمزين (G , g) لصفة لون الفراء، والرمزين (T , t) لصفة طول الذيل.

7. يعد سجل النسب أداة مفيدة في تتبع الصفات الوراثية المختلفة على مر الأجيال . يمثل الشكل المجاور سجل النسب لتتبع صفة وراثية في الإنسان . هل الصفة المظللة سائدة أم متنحية ؟ أبرر إجابتي



- ذكر تظهر عليه الصفة.
- ذكر لا تظهر عليه الصفة.
- أنثى تظهر عليها الصفة.
- أنثى لا تظهر عليها الصفة.



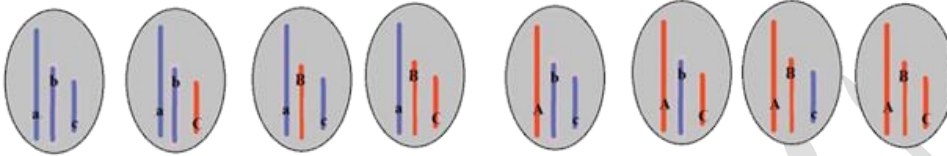


## مراجعة الدرس الأول

1. **قانون انعزال الصفات** : أليي الصفة الواحدة ينفصلان في أثناء تكوين الجاميتات

**قانون التوزيع الحر** : انفصال أليي الصفة الواحدة أحدهما عن الآخر بصورة مستقلة عن انفصال ألييات الصفات الأخرى

في أثناء تكوين الجاميتات



2. ( 8 ) أنواع كما يبين الشكل التالي

3.

الطراز الشكلي لكل من الأبوين	فأر أسود العينين	x	فأرة حمراء العينين
الطراز الجيني لكل من الأبوين	Bb	x	bb
الطرز الجيني لجاميتات كل من الأبوين	B , b	x	b
الطرز الجينية لأفراد الجيل الأول	Bb	,	bb
الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول	لون العينين أسود	,	لون العينين حمراء

4.

### التجربة الأولى :

لا تكفي هذه التجربة منفردة لتحديد الصفة السائدة و الصفة المتنحية ، ولكن بعد معرفة أن الصفة السائدة هي وجود بقعة عند قاعدة البتلات من التجربة رقم ( 2 ) ، أستنتج

الطرز الشكلية لكل من الأبوين	نبات ذو بقعة سوداء عند قاعدة البتلات x نباتات ذو بقعة سوداء عند قاعدة البتلات
الطرز الجينية لكل من الأبوين	AA أو Aa x AA أو Aa
الطرز الشكلية لجميع الأفراد الناتجة	بتلات جميع النباتات الناتجة ذات بقعة سوداء
الطرز الجينية للأفراد	Aa أو AA

كانت جميع الأفراد الناتجة سائدة لأن احتمال ظهور صفة وجود البقعة السوداء في قاعدة البتلات إذا كان كلا الأبوين سسائد غير متماثل الأليلات =  $\frac{3}{4}$  ، في حين يكون احتمال ظهور صفة وجود البقعة السوداء في قاعدة البتلات = 1 ، إذا كان أحد الأبوين سائد متماثل الأليلات ، وقت يتحقق الاحتمال في كل مرة يحدث فيها إخصاب ينتج عنه أحد أفراد الجيل الناتج ، اذ لا يتأثر احتمال الحدث باحتمال حدوثه في مرات أخرى



## مراجعة الدرس الأول

### التجربة الثانية :

وفقاً لمبدأ السيادة التامة ، و نظراً لظهور صفة وجود بقعة عند قاعدة البتلات ، فإن الصفة السائدة هي وجود بقعة عند قواعد البتلات .

الطرز الشكلية لكل من الأبوين نبات دون بقعة عند قاعدة البتلات × نباتات ذو بقعة سوداء عند قاعدة البتلات

aa × AA

جميع النباتات الناتجة ذات بقعة عند قاعدة البتلات

AA

الطرز الجينية لكل من الأبوين

الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول

الطرز الجينية للأفراد الناتجة

### التجربة الثالثة :

بما أن نصف الأفراد الناتجة متنحية ، لا يمكن أن يكون النبات سائد متمثل الأليلات .

الطرز الشكلية لكل من الأبوين نبات ذو بقعة عند قاعدة البتلات × نباتات دون بقعة سوداء عند قاعدة البتلات

Aa × aa

نصف النباتات الناتجة ببقعة عند قاعدة بتلاتها ، ونصف النباتات الناتجة دون بقعة عند قاعدة بتلاتها

Aa , aa

الطرز الجينية لكل من الأبوين

الطرز الشكلية لأفراد الناتجة

الطرز الجينية للأفراد الناتجة

5.

محوري الأزهار و أخضر القرون × طرفي الأزهار و أخضر القرون

Ggaa × GGAA

ga , Gg × GA

GgAa , GGAa

محوري الأزهار أخضر القرون / محوري الأزهار أخضر القرون

الطرز الشكلية لكل من الأبوين

الطرز الجينية لكل من الأبوين

الطرز الجينية للجاميتات

الطرز الجينية لأفراد الناتجة

الطرز الشكلية لأفراد الناتجة



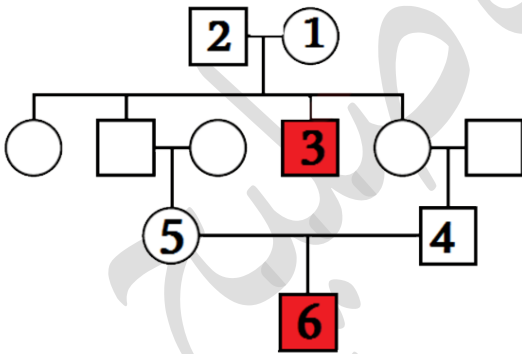
## مراجعة الدرس الأول

.6

الطرز الشكلية لكل من الأبوين	رمادي الفراء طويل الذيل	×	أبيض الفراء قصير الذيل
الطرز الجينية لكل من الأبوين	TTGG	×	ttgg
الطرز الجينية للجاميتات	TG	×	tg
الطرز الجينية للأفراد الجيل الأول	GgTt		
الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول	رمادي الفراء طويل الذيل		
الطرز الشكلية لكل من أبوي الجيل الثاني	ذكر من الجيل الأول	×	أنثى متنحية للصفتين
الطرز الجينية لكل من أبوي الجيل الثاني	TtGg	×	ttgg
الطرز الجينية للجاميتات أبوي الجيل الثاني	TG , Tg , tG , tg	×	tg

الطرز الجينية لأفراد الجيل الثاني	الطرز الشكلية لأفراد الجيل الثاني
ttgg	أبيض الفراء قصير الذيل
ttGg	رمادي الفراء قصير الذيل
Ttgg	أبيض الفراء طويل الذيل
TtGg	رمادي الفراء طويل الذيل

.7



الصفة المظلمة بالون الأحمر متنحية ، تنتج من اجتماع أليلين متنحيين من الأبوين ، وبما أن الأنثى ( 1 ) و الذكر ( 2 ) لا تظهر عليهما الصفة المتنحية ، فهذا يعني أن كلاهما غير متماثل الأليلات ، و يمكن لهما إنجاب طفل متنحي وهو الأبن اذكر رقم ( 3 ) . وكذلك الأمر بالنسبة للأم ( 5 ) و الأب رقم ( 4 ) ف كلاهما سائد غير متماثل الأليلات و أبنتهما ( 6 ) متنحي



## وراثة الصفات المندلية

## ورقة عمل

عند تلقيح نباتي بازلاء احدهما اصفر البذور ( غير متماثل الأليلات ) الآخر مجهول الطراز الجيني و الشكلي فنتجت جميع النباتات صفراء البذور إذا علمت أن أليل لون البذور الصفراء ( Y ) سائد على لون البذور الخضراء ( y ) ، والمطلوب أجب عمايلي :



- 1- أوجد الطرز الجينية لنباتين :
- 2- أوجد الطرز الجاميتية للنباتين :
- 3- أكتب الطرز الجينية للنباتات الناتجة :
- 4- ما احتمال ظهور نباتات تحمل الصفة السائدة ( متماثلة الأليلات )

في أحد أنواع القوارض أليل صفة الشعر الأسود ( B ) سائد على أليل الشعر الأبيض ( b ) و أليل صفة الشعر الأملس ( S ) سائد على أليل الشعر المجعد ( s ) ، يمثل مربع بانيت المجاور نتائج عملية تزاوج بين فردين ، أدرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التالية :



	1	Bs	2	bs
Bs	BBSs	4	5	6
3	7	Bbss	8	9

- 1- اكتب الطرز الجينية و الشكلية للأبوين :
- 2- اكتب الجينية و الشكلية للأفراد ( 5 و 7 و 9 )
- 3- ما احتمال ظهور افراد طرازها الجيني ( BBss ) :
- 4- ما احتمال ظهور فرد طرازه الجيني ( BbSs ) عند مزواج الفرد رقم ( 8 ) مع اخر أسود الشعر ( متماثل الأليلات ) مجعد البذور :

أجرى باحث تزاوج بين نباتي بازلاء احدهما يحمل الصفة المتنحية من لون الأزهار و الصفة السائدة من لون القرون و النبات الآخر مجهول فكانت الأفراد الناتجة بالنسب التالية :



75% نبات أرجواني الأزهار اخضر القرون 25% نبات أرجواني الأزهار اصفر القرون

إذا علمت أن أليل لون الأزهار الأرجواني ( R ) سائد على أليل لون الأزهار الأبيض ( r ) و أليل لون القرون الخضراء ( G ) سائد على أليل لون القرون الصفراء ( g ) وكان عند النباتات الناتجة 1200 نبتة و المطلوب :

- 1- أوجد الطرز الجينية للنباتين ( لصفتين معا ) ؟

- 2- أوجد أعداد النباتات التالية :

أ- نبات أرجواني الأزهار ( غير متماثل الأليلات )

ب- نبات أبيض الأزهار اخضر القرون ( متماثل الأليلات لصفتين معا )

- 3- هل تتفق النتائج مع قانون التوزيع الحر ؟ اكتب نص القانون ؟





الدرس  
2



تتوارث بعض الصفات الوراثية بأنماط تختلف عن تلك التي في الوراثة المنديلية

الفكرة  
الرئيسية

وراثة الصفات غير المنديلية

تختلف نسب الصفات الوراثية الناتجة من بعض عمليات التزاوج عن تلك التي توصل إليها مندل، ما اسباب هذا الاختلاف ؟

١. عدد الجينات المسؤولة عن الصفة.
٢. تأثير الأليلات بعضها في بعض.
٣. نوع الكروموسومات التي تحمل جينات صفة معينة.

السيادة المشتركة

1

ما هي السيادة المشتركة ؟

هي نمط من الوراثة يعبر فيه عن الأليلين معا في حال كان الطراز الجيني غير متمثل الأليلات ؛ إذ يظهر تأثير كل منها في الطراز الشكلي على نحو مستقل عن الآخر.

ما هي الصفات التي تمثل نمط السيادة المشتركة ؟

- 1- وراثة لون الأزهار في نبات الكاميليا
- 2- وراثة فصيلة الدم تبعا لنظام ( MN )
- 3- فصيلة الدم ( AB ) عند الانسان بحسب نظام ABO

## 1- وراثة لون الأزهار في نبات الكاميليا

بيضاء و موشحة باللون الأحمر ( في نفس الزهرة )

 $C^R C^W$ 

حمراء الأزهار

 $C^R C^R$ 

الطرز الشكلي : بيضاء الأزهار





 $C^W C^W$ 

الطرز الجيني :

يظهر تأثير أليل لون الأزهار الأبيض ( $C^W$ ) وأليل لون الأزهار الأحمر ( $C^R$ ) عند اجتماعها معاً، فتكون الزهرة الواحدة بيضاء، وموشحة باللون الأحمر.

## مثال 1

عند تلقيح نباتي كاميليا ، كلاهما أزهاره بيضاء و موشحة باللون الأحمر فإن الصفات و النسب لأفراد الجيل الناتج تكون على النحو الآتي :

	$C^R$	$C^W$
$C^R$	$C^R C^R$ 	$C^R C^W$ 
$C^W$	$C^R C^W$ 	$C^W C^W$ 

1 نباتات حمراء الأزهار : 2 نباتات الزهرة فيها بيضاء ، وموشحة بالأحمر : 1 نباتات بيضاء

ملاحظة

إذا ظهر أفراد الجيل كنسبة ( 1 : 2 : 1 ) وكان أحد الأفراد يحمل الصفتين معاً فإن الصفة تتبع نمط السيادة المشتركة وينتجوا من تزاوج فردين طرازهما الجيني غير متماثل الأليلات كما هو موضح في مربع بانيت المجاور

## مثال 2

أجرى بحث دراسة للون الأزهار في نبات الكاميليا ، وعند تلقيح بنات كاميليا أبيض الأزهار مع أخرى مجهولة الطراز الجيني و الشكلي فكانت الأفراد الناتجة تحمل الصفات و النسب التالية

50% نباتات بيضاء الأزهار ، 50% نباتات بيضاء و موشحة باللون الأحمر و المطلوب أجب عمايلي :

1- أكتب الطرز الجيني للأبوين :  $C^R C^W \times C^W C^W$

2- أكتب الطرز الجينية للجاميات :  $C^R , C^W \times C^W , C^W$

3- أكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجة :  $C^R C^W \quad C^W C^W$

**1- لا تجرب** جرى تلقيح بين نباتي كاميليا كليهما مجهول الطراز الجيني و الشكلي فنتج ( 50 ) نبات أبيض الأزهار ، ( 50 ) نبات أحمر الأزهار ، ( 100 ) نبات أبيض الأزهار موشحة باللون الأحمر و المطلوب أجب عما يلي :

1- اكتب الطرز الجينية و الشكليات لنباتين :

2- استخدم مربع بانيت لإيجاد الطرز الجينية للأفراد الناتجة :

3- ما احتمال ظهور نباتات بيضاء الأزهار :

$L^N$	$L^M$	♀ ♂
$L^M L^N \frac{1}{4}$ فصيلة الدم MN	$L^M L^M \frac{1}{4}$ فصيلة الدم M	$L^M$
$L^N L^N \frac{1}{4}$ فصيلة الدم N	$L^M L^N \frac{1}{4}$ فصيلة الدم MN	$L^N$

## 2- وراثة فصيلة الدم تبعا لنظام ( MN )

يتحكم في هذه الصفة أليلان يحملان على **الكروموسوم 4** ، وهما:

1- **الأليل ( $L^M$ )** : مسؤولا عن إنتاج بروتين سكري يسمى مولد الضد M

2- **الأليل ( $L^N$ )** : مسؤولا عن إنتاج بروتين سكري يسمى مولد الضد N

تحدد فصيلة الدم وفق هذا النظام اعتمادا على نوع مولد الضد الموجود على سطح خلايا الدم الحمراء ، تقسم الى **3 فصائل دم**

لتتبع توارث صفة فصيلة الدم في عائلة، فصيلة الدم لكلا الزوجين فيها هي MN وفقا لنظام MN ، إنظر مربع بانث

## الربط علم الدم

توجد أنظمة عدة لتحديد فصائل الدم، مثل: **نظام لويس**، و**نظام MN** والنظامان الشائعان من هذه الأنظمة هما **نظام ABO**، و**العامل الريزي**. وكلا النظامين مهم في عمليات نقل الدم.

في بعض الأنظمة، ومنها نظام ABO، توجد مولدات الضد التي تحدد فصيلة الدم على سطوح خلايا الدم الحمراء.

فصيلة الدم	M	N	MN
نوع مولد الضد على سطح خلايا الدم الحمراء	M	N	MN
الطراز الجيني	$L^M L^M$	$L^N L^N$	$L^M L^N$

## مثال 1

تزوج رجل فصيلة ( M ) بحسب نظام ( MN ) من فتاة غير معروف فصيلة دمها وكان لهما طفلان الأول فصيلة دم ( M ) والثاني فصيلة دم ( MN ) والمطلوب اجب عن الاسئلة التالية :

1- فصيلة دم الفتاة والطراز الجيني لها : **فصيلة دم الفتاة : MN طرازها الجيني :  $L^M L^N$**

2- ما احتمال أن يكون طفلهما الثالث فصيلة دم ( M ) :  **$\frac{1}{2}$  أو 50%**

3- ما احتمال يكون لهم طفل ( ذكر ) فصيلة دم ( MN ) من بين جميع الافراد :  **$\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$**  اذا حدد السؤال الجنس ( ذكر أو أنثى ) والصفة جسمية نضرب الاحتمال (  $\frac{1}{2}$  )

## يا لآ تجرب

انجب زوجين مجهولين فصيلة الدم ثلاث أبناء فصائل دمهم ( M , N , MN ) بحسب نظام ( MN ) والمطلوب اجب عن الاسئلة التالية :

1- ما فصائل دم الأبوين وما هي طرزهم الجينية :

2- اكتب الطرز الجينية المتوقعة للأبناء باستخدام مربع بانث :

3- ما احتمال أن ينجبوا ابناً رابعاً فصيلة دم ( N ) :



## الأليلات المتعددة

2

درست سابقا أن فصائل الدم تتحدد وفق أكثر أنظمة تحديد فصائل الدم استخداما في المجال الطبي و هو نظام ( ABO ) بناء على وجود أحد مولدي الضد A أو B أو وجود كليهما ، أو عدم وجودهما

✓تحقق

وفقا لنظام ( ABO ) ، تعد وراثة فصائل الدم مثالا على نمط **وراثة الأليلات المتعددة** وضح المقصود بالجين متعدد الأليلات؟

و الأليلات المتعددة هي وجود أكثر من شكلين ( أليلين ) للجين الواحد .

يرمز إلى الأليلات المسؤولة عن وراثة فصائل الدم وفق هذا النظام كما يأتي :


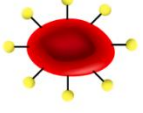
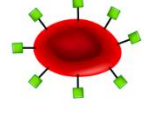
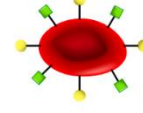
(1)  $I^A$  : أليل سائد مسؤول عن إنتاج مولد الضد A

(2)  $I^B$  : أليل سائد مسؤول عن إنتاج مولد الضد B

(3)  $i$  : أليل متنحي غير مسؤول عن إنتاج أي من مولدات الضد

تحتوي خلية الفرد الجسمية على أليلين فقط من هذا الأليلات ، أحدهما من الأم و الآخر من الأب

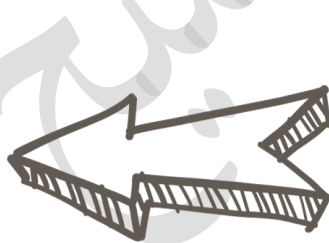
لتعرف الطرز الجينية والطرز الشكلية لفصائل الدم وفق نظام ABO ، أنظر الشكل (11).

O	A	B	AB	فصيلة الدم (الطراز الشكلي)
				خلايا الدم الحمراء
ii	$I^A I^A$ أو $I^A i$	$I^B I^B$ أو $I^B i$	$I^A I^B$	الطراز الجيني

ادون فصائل الدم التي يكون طرازها الجيني متماثلة الأليلات دائما

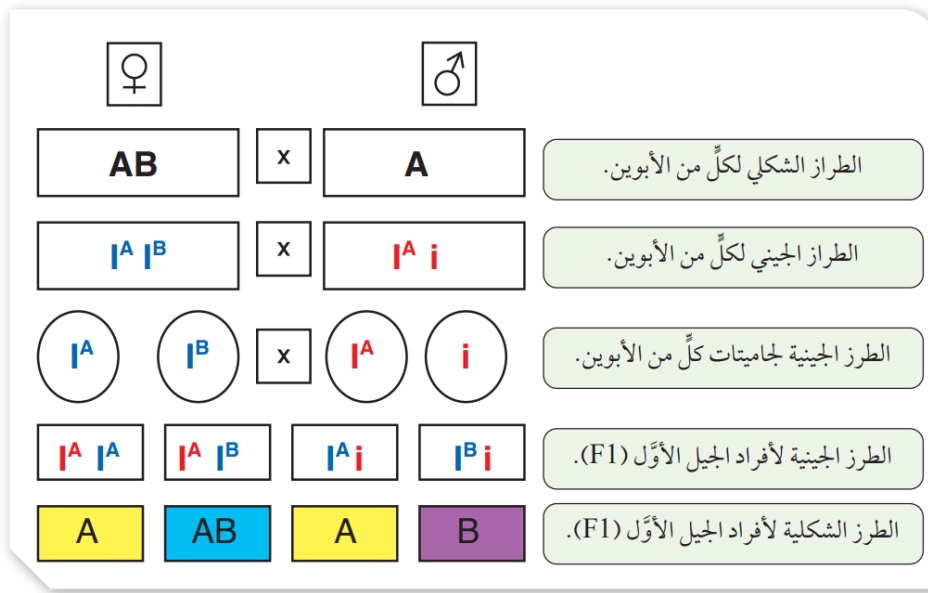
$I^A I^B$  : AB

ii : O



## الوراثة

## توجيهي



الشكل (12): وراثة  
صفة فصائل الدم  
لإحدى العائلات  
بحسب نظام ABO.

ألاحظ أن عدد الأليلات لصفة فصيلة الدم في كل **جاميت هو أليل واحد** ، وأن السيادة بين الأليل I<sup>A</sup> والأليل i هي **سيادة تامة** في حين أن السيادة بين الأليل I<sup>A</sup> والأليل I<sup>B</sup> هي **سيادة مشتركة**

ألاحظ من الشكل أعلاه أن نسب فصائل الدم لأفراد الجيل الأول هي :

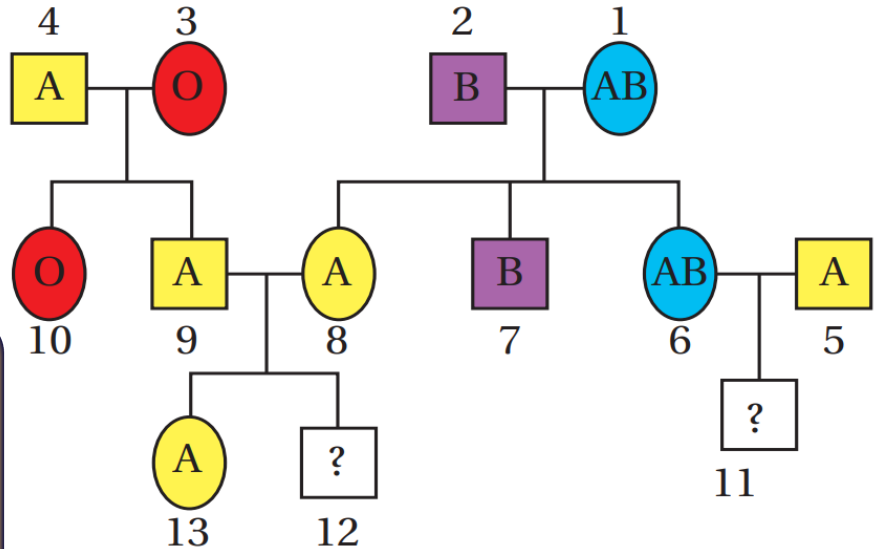
25% : AB

25% : B

50% : A

يمكن أيضا التعبير عن وراثة فصائل الدم وفق نظام ABO باستخدام سجل النسب ، إنظر الشكل التالي

أستنتج الطراز الجيني للفرد الذي يحمل الرقم ( 2 ) و الفرد الذي يحمل الرقم ( 4 )  
الفرد رقم ( 2 ) : I<sup>B</sup> i  
الفرد رقم ( 4 ) : I<sup>A</sup> i



أفسر سبب ظهور فصيلة الدم ( O ) لدى الفرد الذي يحمل الرقم ( 10 ) :

لأنه ورث من والده الذي فصيلة دمه ( A ) و طرازه الجيني ( I<sup>A</sup> i ) الأليل ( i ) و ورثة من والدته التي فصيلة دمه ( O ) و طرازها الجيني ( ii ) الأليل ( i ) و بهذا يكون الطراز الجيني للفرد رقم ( 10 ) ii و فصيلة دمه O

أتوقع الطرز الشكلية المحتملة للفرد الذي يحمل الرقم ( 11 )  
و الفرد الذي يحمل الرقم ( 2 )  
الفرد رقم ( 11 ) : A , AB , B  
الفرد رقم ( 12 ) : A , O

## مثال

تزوج شاب فصيلة دمه A بفتاة فصيلة دمها B، فأنجبا طفلين، فصيلة دم أحدهما B، وفصيلة دم الآخر A. أستنتج الطرز الجينية للشاب والفتاة.

المعطيات: فصيلة دم الشاب A، فصيلة دم الفتاة B، فصيلة دم أحد الطفلين A، فصيلة دم الطفل الآخر B.

المطلوب: استنتاج الطرز الجينية للشاب والفتاة.

الحل:

- فصيلة دم الشاب هي A، والطرز الجيني لفصيلة الدم A هو  $I^A I^A$ ، أو  $I^A i$ .  
ولأن فصيلة دم أحد أبنائه هي B؛ فأستنتج أن الطراز الجيني للشاب هو غير متماثل الأليلات ( $I^A i$ )

- فصيلة دم الفتاة هي B، والطرز الجيني لفصيلة الدم B هو  $I^B I^B$ ، أو  $I^B i$ .  
ولأن فصيلة دم أحد أبنائها هي A؛ فأستنتج أن الطراز الجيني للفتاة هو غير متماثل الأليلات ( $I^B i$ )

## مثال 1

: انجب أبوين أربعة ابناء فصائل دمهم كالتالي ( O , A , B , AB ) ، و المطلوب

1- حدد الطرز المتوقعه للأبوين ؟ إذا كان كلا الابوين او احدهما مجهول ننظر مباشرة الى الأبناء  
احد الابناء فصيلة ( AB ) إذا الطراز الجيني له (  $I^A I^B$  ) فإنه ورث من احد أبويه أليل (  $I^A$  ) و من الآخر أليل (  $I^B$  ) ولهم طفل اخر فصيلة دمه ( O ) إذا طرازه الجيني ( ii ) فإنه ورثة من أحد أبويه ( i ) و من الآخر ( i ) نستنتج أن الطراز الجيني المتوقع للأبوين هو (  $I^A i$  ) و (  $I^B i$  )

2- ما احتمال إنجاب طفل ( ذكر ) فصيلة دمه (  $I^A i$  ) - احتمال ظهور فرد طرازه الجيني (  $I^A i$  ) هو  $\frac{1}{4}$  ولأن السؤال حدد جنس الفرد وهو ذكر نضرب ب (  $\frac{1}{2}$  ) فيكون  
الجواب :  $\frac{1}{8} = \frac{1}{2} * \frac{1}{4}$

## مثال 2

تزوج شاب من فتاة فصيلة دمها ( A ) فأنجبت طفل ذكر فصيلة دمه ( O ) ، إذا كانت والدة الفتاة تحمل فصيلة الدم ( B ) غير متماثلة الأليلات و والد الشاب يحمل فصيلة الدم ( A )  
متماثل الأليلات و المطلوب ؟

1- ما طرز الجينية لفصائل الدم لكل من الشاب و الفتاة و الطفل و أم الفتاة ؟

الشاب :  $I^A i$  الفتاة :  $I^A i$  الطفل : ii أم الفتاة :  $I^B i$

2- ما احتمال أن يكون طفلهم الثاني فصيلة دمها ( A ) ؟  
 $\frac{3}{4}$  أو 75%

## الوراثة

توجيهي

**1- لا نجرب** ثلاثة أطفال أ ، ب ، ج فصائل دمهم على الترتيب أ (B) ب (O) ج (AB) ، وكل طفل فيهم يتبع العائلة من العائلات الثلاثة التالية:

العائلة الأولى	العائلة الثانية	العائلة الثالثة
الطرز الشكلية للأباء		
الطرز الجينية للأباء		
الطرز الجينية للأبناء		
الطرز الشكلية للأبناء		
الطفل :		

العائلة الأولى: الأب O الأم B.

العائلة الثانية: الأب AB الأم O.

العائلة الثالثة: الأب A الأم B.

**2- لا نجرب** رجل عيناه عسليتين وفصيلة دمه (B) ، تزوج من فتاه عينها زرقاوتين دمها (AB) ، فكان طفلهما الأول ذكر عيناه زرقاوتين وفصيلة دمه (A) ، استخدم الرمز (R) ليدل على الأليل لون العيون العسلية السائد ، و الرمز (r) ليدل على الأليل لون العيون الزرقاء المتنحي ، والمطلوب ؟

1- ما طرز الجينية ( لصفتين معاً ) لكل من : الأب ، الأم ، الطفل ، جاميتات الأم ؟

2- ما احتمال أن يكون طفلهما الثاني أنثى عينها عسليتان وفصيلة دمها (A) ؟



فكر

فسر : لا يمكن لأبوين فصيل دم أحدهما (AB) إنجاب طفل فصيل دمه (O)



فكر

بين سبب وجود نمطين من السيادة المشتركة و التامه في وراثة فصائل الدم عند الإنسان بحسب نظام (ABO) ؟



## سؤال وزاري

جرى تلقيح بين نباتي كاميليا أحدهما بتلات أزهره بيضاء واحمر في الزهرة نفسها و الآخر مجهول فنتج ( 25 ) نباتا بتلات أزهاره حمراء ، ( 25 ) نباتا بتلات أزهاره بيضاء ، ( 50 ) نباتا بتلات أزهاره حمراء و بيضاء . الطراز الجيني لنبات المجهول

أ)  $C^WC^W$  (ب)  $C^RC^W$  (ج)  $C^RC^R$  (د)  $CC$

إذا كانت فصيلة دم كل من الأبوين ( AB ) ، فإن النسبة المئوية المحتملة لفصائل الدم في الأبناء هي :

أ) 25% A ، 25% AB ، 50% B (ب) 25% A ، 50% AB ، 25% B

ج) 50% A ، 25% AB ، 25% B (د) 0% A ، 100% AB ، 0% B

إذا كان الطراز الجيني لفصيلة دم شاب (  $I^A I^B$  ) و الطراز الجيني لفصيلة دم زوجته ( ii ) ، فإن الطرز الشكلية المتوقعة لفصائل دم أبنائهما :

أ) A و B و O (ب) A و B و AB (ج) A و B (د) B و AB

إذا جرى تلقيح بين نباتي كاميليا أحدهما بنتلات أزهاره حمراء وبيضاء و الآخر بتلات ازهاره بيضاء اللون ، فإن الطرز الشكلية لنياتات النتاجة

أ\_ جميعها بتلات أزهارها حمراء وبيضاء في الزهرة نفسها

ب\_ 50% بتلات أزهارها حمراء وبيضاء في الزهرة نفسها ، 50% بيضاء الازهار

ج\_ 50% بتلات أزهارها حمراء وبيضاء في الزهرة نفسها ، 50% حمراء الازهار

د\_ 25% بتلات أزهارها حمراء و بيضاء ، 50% بيضاء الازهار ، 25% حمراء الازهار

## الوراثة متعددة الجينات

3

نمط من **الوراثة غير المندلية**، وفيه يتحكم أكثر من جين في الصفة الوراثية، وتكون الطرز الشكلية لهذه الصفة متدرجة بين الأفراد **يسبب**

تراكم تأثير الجينات التي تتحكم فيها

**ومن أمثلة هذا النمط وراثة لون الجلد في الإنسان**

**أمثلة إضافية على الصفات متعددة الجينات :**

**عند الإنسان :** لون الشعر ، الطول ، السمّنه

**عند الحيوان :** كمية اللحم ، كمية الحليب ، كمية اللبن

**عند النبات :** لون البذور في نبات القمح

## لتوضيح تولد صفة لون الجلد

أفترض أن ثلاثة جينات هي التي تتحكم في هذه الصفة ، بالرغم من أن عدد الجينات لهذه الصفة هو أكثر من ذلك ،

وأنّ الرموز : A,B,C تُمثل أليلات **اللون الغامق** ، وأن الرموز : a,b,c تمثل أليلات **اللون الفاتح**. وبحسب هذا الافتراض، فإن :

1- الطراز الجيني للون الجلد الغامق جدا هو : AABBCc

2- والطراز الجيني للون الجلد الفاتح جدا هو : aabbcc

3- أما اللون المتوسط للجلد فطراره الجيني هو : AaBbCc و AABbcc والطرز الجينية الأخرى التي تساويها في عدد الأليلات السائدة؛

لأن تأثير الأليلات السائدة متساوٍ ، وبصورة متراكمة ، إذ ينتج الطراز الشكلي للون الجلد من تراكم تأثير الأليلات السائدة ، **فكلما كان عدد**

**الأليلات السائدة أكثر كانت درجة اللون أغمق .**

**لتتبع وراثة صفة لون الجلد**، وتعرف الطرز الجينية المتوقعة، وتدرج الطرز الشكلية الناتجة من تزاوج فردين ، كلاهما متوسط لون البشرة

(AaBbCc)، أنظر الشكل (15) الذي تمثل فيه الدائرة البيضاء أليلا متنحيا، وتمثل فيه الدائرة السوداء أليلا سائدا

**ملاحظا التدرجات السبعة للون البشرة في الأفراد الناتجين.**

عدد الطرز الشكلية  
للون الجلد عند  
الإنسان هو ( 7 )



الشكل ( 15 ) توارث صفة لون الجلد إذا كان كلا الأبوين غير متمائل الأليلات للجينات الثلاثة المسؤولة عنها في جسم الإنسان

**إستنتج** احتمال إنجاب فرد  
طرازه الجيني AABBCc  
1/64

♀ \ ♂	AaBbCc							
	ABC	aBC	AbC	ABc	abC	Abc	aBc	abc
ABC	AABBCC	AaBBCC	AABbCC	AABBcC	AaBbCC	AABbCc	AaBBcC	AaBbCc
aBC	AaBBCC	aaBBCC	AaBbCC	AaBBcC	aaBbCC	AaBbCc	aaBBcC	aaBbCc
AbC	AABbCC	AaBbCC	AAbbCC	AABbCc	AabbCC	AABbCc	AaBbCc	AabbCc
ABc	AABBcC	AaBBcC	AABbCc	AABBcc	AaBbCc	AABbcc	AaBBcc	AaBbcc
abC	AaBbCC	aaBbCC	AabbCC	AaBbCc	aabbCC	AabbCc	aaBbCc	aabbCc
Abc	AABbCc	AaBbCc	AAbbCc	AABbcc	AabbCc	AAbbcc	AaBbcc	Aabbcc
aBc	AaBBcC	aaBBcC	AaBbCc	AaBBcc	aaBbCc	AaBbcc	aaBBcc	aaBbcc
abc	AaBbCc	aaBbCc	AabbCc	AaBbcc	aabbCc	Aabbcc	aaBbcc	aabbcc

1/64	6/64	15/64	20/64	15/64	6/64	1/64
0	1	2	3	4	5	6

عدد الأليلات السائدة.

**أتحقق**

ما الطراز الجيني لأغمرق لون بشرة قد يظهر على جلد أبناء عائلة ، يكون فيها لأب و الأم الطراز الجيني AabbCc نفسه أغمرق لون لبشرة ممكن ان يكون لافراد هذه العائلة هو

**AAbbcc**

**أتحقق**

أكتب طرازاً جينياً تأثيره نفس تأثير الطراز الجيني AaBBCC

**aaBBCC / AabbCC / AABbCc**

**AaBbCC / AABbCc**

**يا1  
نحرب**

تمثل الطرز الجينية التالية لون الجلد في الإنسان وهي :

$AAbbcc$  ,  $AABbCc$  ,  $AAbbcc$  ,  $aaBBcc$  و المطلوب اجب عما يلي

أ- أي الطرز الجينية لها أغمق لون :

ب- أي الطرز الجينية لها نفس التأثير :

ج- أي الطرز الجينية لها افصح لون :

**يا2  
نحرب**

إذا علمت أن الطراز الجيني التالي (  $AaBBdd$  ) ، يمثل لون الجلد في الإنسان ؟

اكتب خمس طرز جينية لها نفس التأثير .

**يا3  
نحرب**

إذا حدث تزاوج بين شاب طرازه الجيني (  $AabbCc$  ) من فتاه طرازها الجيني (  $AaBBCC$  )

و المطلوب اجب عن الاسئلة

- ما هو الطراز الجيني للأبناء الذي يمثل أغمق درجة للون البشرة ؟
- ما هو الطراز الجيني للأبناء الذي يمثل افصح درجة للون البشرة ؟
- ما احتمال ظهور فرد يحمل صفة لون البشرة الغامق من بين الأفراد الناتجة ؟

**فكر**

أكتب طراز لون بذور نبات القمح يكون أفصح من  
نبات قمح طرازه الجيني  $BBffGg$  وأغمق من نبات  
قمح طرازه الجيني  $BbFfgg$  :

**فكر**

إذا علمت أن صفة الطول عند الإنسان مسؤول عنها 4  
جينات وهي (  $A, B, G, H$  ) و المطلوب  
1- كم عدد الطرز الشكلية التي من الممكن ظهورها :  
2- أكتب الطراز الجيني لأطول شخص ممكن وأقصر  
شخص ممكن :

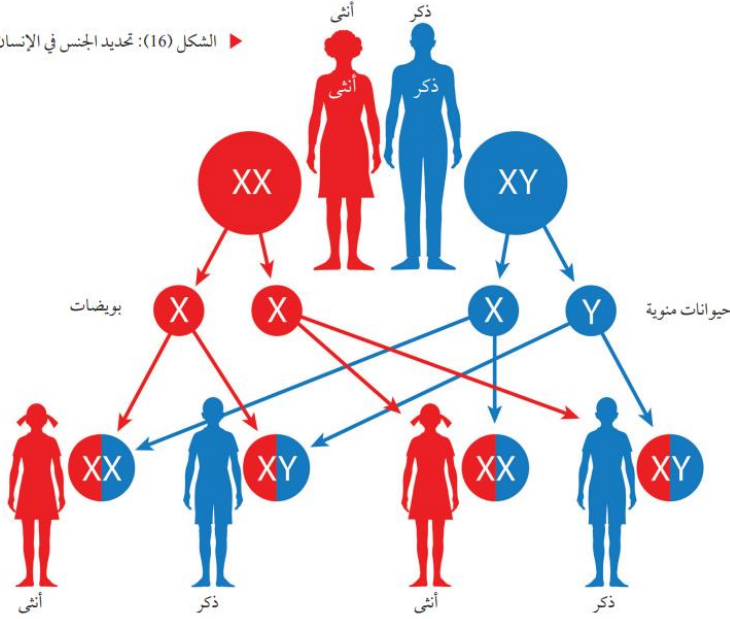


## الوراثة و الجنس

4

## تحديد الجنس

الشكل (16): تحديد الجنس في الإنسان .

يتحدد الجنس في الإنسان وفق **نظام X, Y** ؛ نظرا إلى وجود

نوعين من الكروموسومات الجنسية في الإنسان :

الكروموسوم X والكروموسوم Y.

✚ إذا ورت الفرد الكروموسومان الجنسيان **X و X**، كان جنس**المولود أنثى** ، طرازها الكروموسومي الجنسي **XX**✚ إذا ورت الفرد الكروموسوم الجنسي **X من أمه**،والكروموسوم الجنسي **Y من أبيه** ، كان جنس **المولود ذكرا**،طرازه الكروموسومي الجنسي **XY**

أنظر الشكل (16)

✚ وهذا يختلف عن تحديد الجنس في كائنات حية أخرى غير الإنسان.

**ففي الطيور مثلا**، يكون الطراز الكروموسومي الجنسي **متاثلا عند الذكر**، و**غير متماثل عند الأنثى**.

✚ لبعض الجينات دور في تحديد جنس الجنين في الإنسان، مثل جين (SRY) Sex Determining Region of Y Gene الذي

يحمل على الكروموسوم الجنسي Y ؛ إذ إنه يؤثر في تمايز الخصية في أثناء تطور الجنين.

إنثى	ذكر	
XX	XY	الإنسان
XY	XX	الطيور
XX	XY	ذبابة الفاكهه



فكر

إذا لقح حيوان منوي يحمل الكروموسوم  
( X ) بويضة طبيعية فما جنس و الطراز  
الكروموسومي الجنسي للفرد الناتج

✓ **أتتحقق**

أدون الطراز الكروموسومي الجنسي لذكر

الإنسان . **XY**

## الصفات المرتبطة بالجنس

5

**الصفات المرتبطة بالجنس :** هي صفات تحمل جيناتها على الكروموسومات الجنسية. فمثلاً، الجينات المحمولة على الكروموسوم الجنسي X هي جينات مرتبطة بالكروموسوم الجنسي X-linked genes، والجينات المحمولة على الكروموسوم الجنسي Y هي جينات مرتبطة بالكروموسوم الجنسي Y-linked genes.

**يذكر أن عدد الجينات المحمولة على الكروموسوم X يزيد على عدد الجينات المحمولة على الكروموسوم Y في الإنسان.**



درس العالم توماس مورغان توارث صفة لون العينين في حشرة ذبابة الفاكهة

Drosophila melanogaster ، أنظر الشكل (17)

الشكل (17): العيون الحمراء والعيون البيضاء في ذبابة الفاكهة.

## تجربة العالم توماس مورغان

وقد زواج مورغان بين **ذكر ذبابة فاكهة أبيض العينين** وأنثى

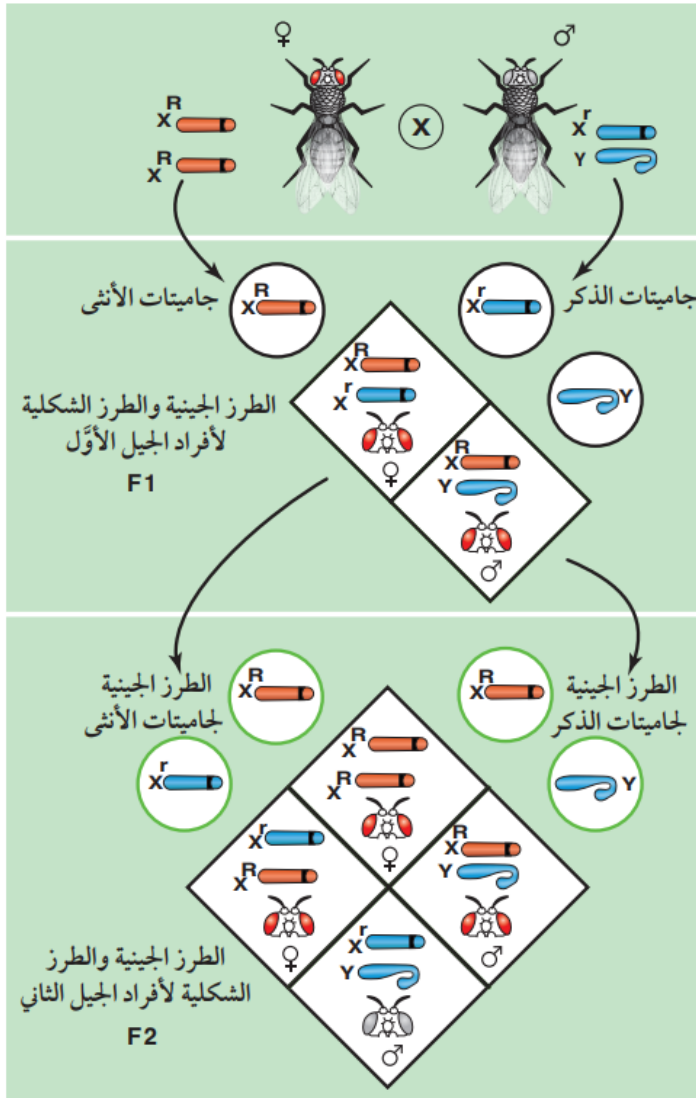
**حمراء العينين**، فكان كل فرد ناتج أحمر العينين.

**استنتج** أن صفة اللون الأبيض للعينين **متنحية**

ثم عمل على تلقيح **ذكر وأنثى من أفراد الجيل الأول**، فظهرت صفة اللون الأبيض للعينين بنسبة 25%، وصفة اللون الأحمر للعينين بنسبة 75%، لكنّه لاحظ أن أعين جميع الإناث حمراء، وأن أعين نصف الذكور بيضاء، وأن أعين نصفهم الآخر حمراء

**استنتج** أن صفة لون العينين في ذبابة الفاكهة **مرتبطة بالجنس** وأنها تحمل على الكروموسوم الجنسي X ، وأنه لا يوجد أليل لهذه الصفة على الكروموسوم Y

**أنظر الشكل (18).**



من الأمثلة على الصفات المتنحية المرتبطة بالكروموسوم الجنسي X عند الإنسان :

## عمى الألوان

عدم التمييز بين اللون الأحمر و اللون الأخضر

الأليل المسؤول عن الإصابة **متنحي**  
الأليل المسؤول عن عدم الإصابة **سائد**

## مرض نزف الدم

استمرار نزيف الجروح لدى الشخص المصاب مدة أطول من المعدل الطبيعي  
ناتج هذا المرض نتيجة حدوث خلل في عملية تخثر الدم .

الأليل المسؤول عن الإصابة **متنحي**  
الأليل المسؤول عن عدم الإصابة **سائد**

## مرض الضمور الشديد للعضلات ( دوشين )

ناتج هذا المرض من غياب بروتين يسمى ديستروفين ( Dystrophin )

الأليل المسؤول عن الإصابة **متنحي**  
الأليل المسؤول عن عدم الإصابة **سائد**

يوجد فحص خاص للكشف عن الإصابة بمرض عمى الألوان، أنظر الشكل (19) الذي يمثل إحدى الشرائح المستخدمة في اختبار الكشف عن مرض عمى الألوان.

يورث الأب الجينات المرتبطة بالجنس والمحمولة على الكروموسوم الجنسي **X** إلى **بناته**  
**من دون أبناؤه** ؛ إذ يورث **لأبنائه الذكور** الكروموسوم الجنسي **Y**

في حين تورث الأم الجينات المرتبطة بالجنس إلى **الإناث والذكور من أبنائها** ؛ لأنها تورثهم جميعا الكروموسوم الجنسي **X**.

في حال كانت الصفة المرتبطة بالكروموسوم الجنسي **X** متنحية، فإن أليلا واحدا لدى الذكر يكفي لظهور الصفة ، في حين يلزم توافر أليلين متنحيين عند الأنثى لظهورها ، وهذا يفسر سبب ظهور الإصابة في ، **الذكور أكثر منها في الإناث**.

**يسود أليل عدم الإصابة بمرض نزف الدم H على أليل الإصابة h.** ولتعرف الطرز الجينية والطرز الشكلية لهذه الصفة، أنظر الجدول (3).

الشكل (19): شريحتان تستخدمان في اختبار الكشف عن مرض عمى الألوان، علماً بأن الإنسان غير المصاب بعمى الألوان يُميز الأرقام الظاهرة في الشريحتين.

الجدول (3): الطرز الجينية والطرز الشكلية لصفة الإصابة بعمى الألوان (مرض مُتَنَحٍّ مرتبطٌ بالجنس).

الطرز الجيني	$X^H X^H$	$X^H X^h$	$X^H Y$	$X^h Y$
الطرز الشكلي	أنثى مصابة.	أنثى غير مصابة، لكنها تحمل أليل المرض (لا تظهر عليها الأعراض).	ذكر مصاب.	ذكر غير مصاب.

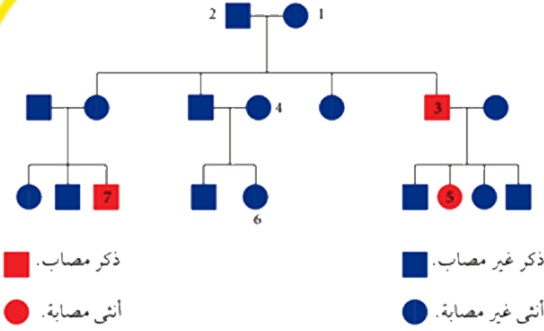
فكر

**أفسر:** يخضع الشخص لفحص عمى الألوان عند تقدمه بطلب للحصول على رخصة قيادة السيارة  
لان الشخص المصاب بمرض العمى اللوني لا يستطيع التمييز بين اللونين الأحمر والأخضر وبذا فإنه لا يستطيع تمييز ألوان إشارة المرور



## مثال 5

يسود أليل عدم الإصابة بمرض نزف الدم H على أليل الإصابة به h. معتمداً الشكل المجاور الذي يمثل سجل النسب، أجب عن الأسئلة الآتية:



أ- أستنتج الطرز الجينية للأفراد الذين يحملون الأرقام: (1)، و(2)، و(3).

ب- أستنتج الطراز الجيني للأنثى التي تحمل الرقم (6)، مفترضا أن الطراز الجيني للأنثى التي تحمل الرقم (4) هو  $X^H X^h$ .

ج- أفسر سبب إصابة الأنثى التي تحمل الرقم (5) والذكر الذي يحمل الرقم (7) بمرض نزف الدم.

**المعطيات :** صفة الإصابة بمرض نزف الدم مرتبطة بالجنس، سجل النسب.

## الحل:

أ- الأنثى التي تحمل الرقم (1) **غير مصابة**، وطرازها الجيني قد يكون  $X^H X^H$  أو  $X^H X^h$ ، والذكر الذي يحمل الرقم (3) ابن الأنثى التي تحمل الرقم (1)، وهو **مصاب**، وطرازه الجيني  $X^h Y$ ، وقد ورث الكروموسوم Y من أبيه، والكروموسوم  $X^h$  من أمه. إذن، **أستنتج أن** الطراز الجيني للأنثى التي تحمل الرقم (1) هو  $X^H X^h$ ، وأنّ الطراز الجيني للذكر الذي يحمل الرقم (2) هو  $X^H Y$ ؛ لأنه غير مصاب، في حين أنّ الطراز الجيني للذكر الذي يحمل الرقم (3) هو  $X^h Y$ ؛ لأنه مصاب.

ب- الأنثى التي تحمل الرقم (6) **غير مصابة**، وطرازها الجيني قد يكون  $X^H X^H$  أو  $X^H X^h$ ، وهي ورثت الكروموسوم  $X^H$  من أبيها؛ لأنه غير مصاب، ولأن طرازه الجيني هو  $X^H Y$ ، وقد ترث من أمها التي تحمل الرقم (4) الكروموسوم  $X^H$ ، أو الكروموسوم  $X^h$ . إذن، **أستنتج** وجود احتمالين للطراز الجيني للأنثى التي تحمل الرقم (6) هما:  $X^H X^H$  أو  $X^H X^h$ .

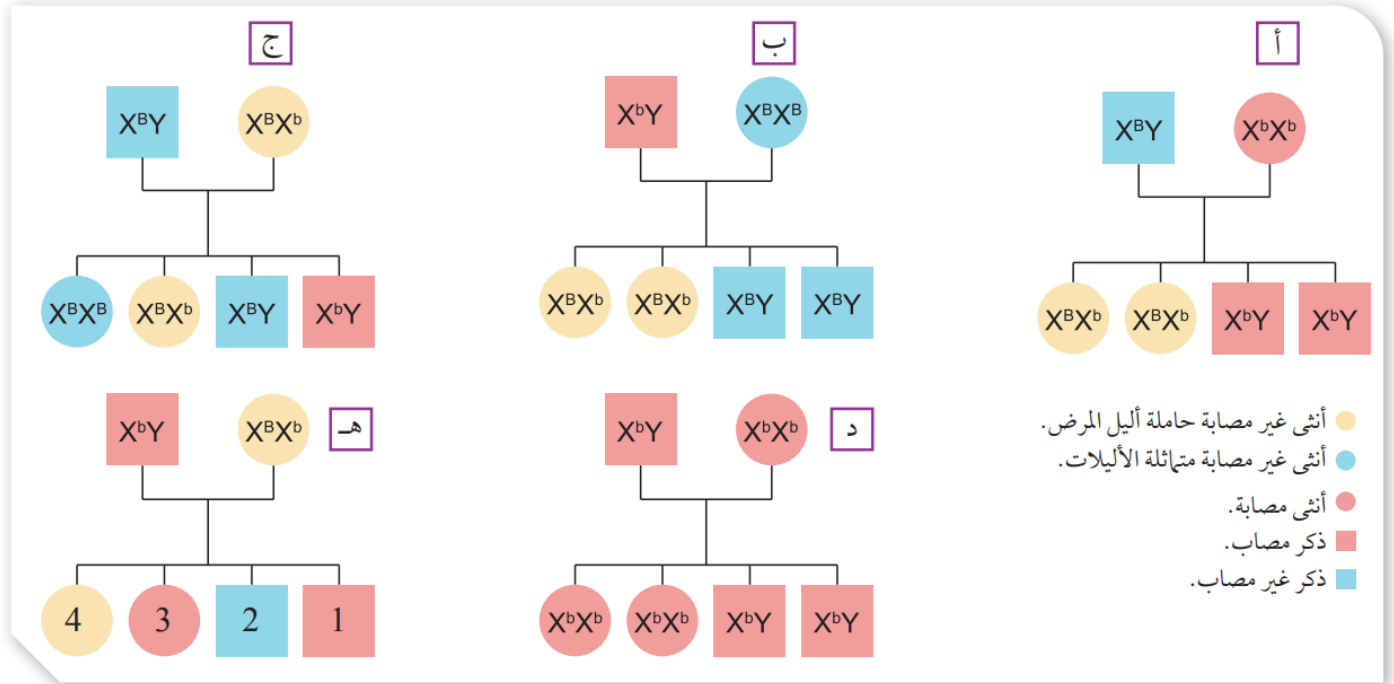
ج- الأنثى التي تحمل الرقم (5) **مصابة**؛ لأنها ورثت الكروموسوم  $X^h$  من أبيها الذي طرازه الجيني هو  $X^h Y$ ، وورثت من أمها الكروموسوم  $X^h$ ؛ ما يعني أن أمها غير مصابة، وأنها تحمل أليل المرض.

أما الذكر الذي يحمل الرقم (7) **فمصاب**، وطرازه الجيني هو  $X^h Y$ ، وقد ورث الكروموسوم لامن أبيه، وورث الكروموسوم  $X^h$  من أمه؛ ما يعني أن أمه غير مصابة، وأنها تحمل أليل المرض الذي ورثته من أمها التي تحمل الرقم (1).

لتتبع توارث صفة عمى الألوان في عائلات مختلفة، إنظر سجل النسب في الشكل ( 20 )



الشكل ( 20 ) توارث صفة عمى الألوان لخمس عائلات



أوقع الطرز الجينية للأفراد الذين يحملون الأرقام  
( 1 - 4 ) من العائلة ( هـ )

1.  $X^bY$  2.  $X^BY$
3.  $X^bX^b$  4.  $X^BX^b$

**أفسر :** سبب إصابة الأبناء الذكور من العائلة ( أ ) بالمرض

لأن الذكر ينتقل إليه من أبيه الكروموسوم ( Y ) ومن أمه الكروموسوم ( X ) بما يحمله من أليلات و الأم في هذه العائلة مصابة و طرازها الجيني (  $X^bX^b$  ) وينتقل لجميع أبنائها الذكور الكروموسوم (  $X^b$  )

**1- لا تجرب** تزوج رجل مصاب دوشين من فتاة غير مصابه بالمرض فكان لهما طفل ( ذكر ) مصاب بالمرض و المطلوب  
اجب عن الاسئلة التالية :

1. إكتب الطراز الجيني لكل من الأبوين و الطفل
2. إكتب الطرز الجينية لجاميتات الأبوين
3. اوجد الطرز الجينية و الشكلية للأفراد التي من المحتمل إنجابها من هذه العائلة باستخدام مربع بانيت
4. ما احتمال أن يكون طفلهما الثاني ( ذكر ) غير مصاب بهذا المرض
5. ما احتمال إنجاب طفلة ( أنثى ) مصابة من بين الإناث فقط

**ي2لا تجرب** درس باحث لون العيون في ذبابة الفاكهة فاجرى تزاوج بين ذكر و انثى ذبابة فاكهة مجهولين الطراز الجيني والشكلي فكانت الأفراد الناتجة كما يلي :

25% ذبابة انثى بيضاء العيون

25% ذبابة إنثى حمراء العيون

25% ذبابة ذكر أبيض العيون

25% ذبابة ذكر حمراء العيون

1. أوجد الطراز الجيني والشكلي للأبوين :

2. إكتب الطرز الجيني للأفراد الناتجة :

3. اذا أجرى الباحث تزاوج بين انثى حمراء العيون من افراد الجيل الأول مع ذكر أحمر العيون فما احتمال أن يكون في افراد الجيل ثاني ذكور بيضاء العيون :

**ي3لا تجرب** فتاة غير مصابة بمرض نزع الدم وفصيلة دمها ( AB ) ، وكان والدها مصاب بمرض نزع الدم ، تزوجت من شاب فصيلة دمه ( O ) ، وكانت والدته مصابه بمرض نزع الدم ، والطلوب :

١. اكتب الطرز الجينية لكل من الشاب والفتاه ( للصفتين معا ) :

٢. اكتب الطرز الجينية المحتملة لمرض نزع الدم لكل من والد الفتاه و والدة الشاب :

٣. ما الفصائل المحتملة الأبناء الشاب والفتاه :

**ي4لا تجرب** يمثل الجدول التالي جاميتات الأبوين ، إذا علمت أن أليل لون الشعر الأحمر ( R ) سائد على أليل اللون الأسود ( r ) ، و أليل عمى الألوان ( d ) و المطلوب :

♀ \ ♂	RX <sup>D</sup>	RY	rx <sup>D</sup>	rY
RX <sup>D</sup>			(1)	
RX <sup>d</sup>				(2)

1. ما الطرز الجينية لكل من الأبوين للصفتين معا .

2. ما الطرز الشكلية لكل من الأبوين للصفتين معا .

3. ما الطراز الشكلي الذي يمثله الرقم ( 1 ) بالجدول .

4. ما احتمال إنجاب الطراز الشكلي الذي يمثله الرقم ( 2 ) في الجدول

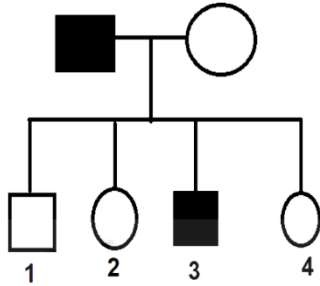
ي5  
نجر

زواج باحث بين قط أسود الفراء ، وقطة فراؤها أسود و برتقالي . اذا علمت أن أليل اللون الأسود هو  $C^B$  و أليل اللون البرتقالي هو  $C^D$  ، وأن هذه الصفة مرتبطة بالجنس ، و المطلوب اجب عما يلي :

1. أكتب الطرز الجينية للأبوين :
2. أكتب الطرز الجاميتية للأبوين :
3. أكتب الطرز الجينية و الشكليه للأفراد الناتجة :
4. ما احتمال إنجاب قطط ( إناث ) فراؤها برتقالي :

ي6  
نجر

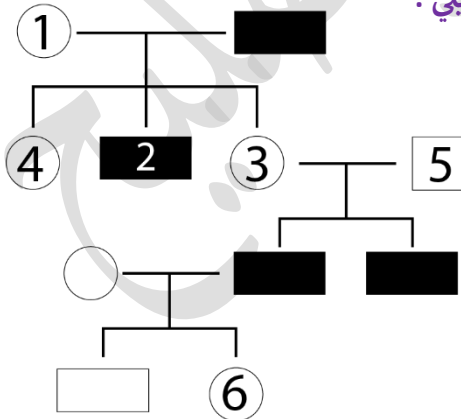
يوضح مخطط السلالة الآتي وراثة صفة سائدة تحمل أليلاتها على الكروموسوم الجنسي ( X ) في إحدى سلالات الطيور ، حيث يمثل المربع المظلل ذكرا أخضر اللون ، وتمثل الدائرة المظللة أنثى خضراء اللون ، و المربع الأبيض ذكرا بنفسجيا و الدائرة البيضاء أنثى بنفسجية ، مستخدما الرمز ( G ) للأليل اللون الأخضر و الرمز ( g ) لأليل اللون البنفسجي أجب عما يلي :



1. اكتب الطراز الجيني لكل من الأب و الفرد رقم ( 2 ) و الفرد رقم ( 3 )
2. ما احتمال انجاب انثى خضراء اللون :
3. ما احتمال انجاب ذكر بنفسجي اللون من مزواج الفرد رقم ( 4 ) مع ذكر أخضر اللون ( غير متماثل الأليلات )

ي7  
نجر

صمم باحث سجل النسب التالي لتتبع مرض نزف الدم في عائلة ، حيث يمثل المربع المظلل ذكرا مصاب و الدائرة المظللة انثى مصابه بالمرض و المطلوب اجب عما يلي :



1. اكتب الطراز الجيني كل من الأفراد ذات الارقام ( 1 و 2 و 3 و 6 ) :
2. ما احتمال إنجاب إنثى غير مصابه من العائلة ذات الارقام ( 3 و 5 ) :
3. اذا تزوجت الإنثى رقم ( 4 ) من شاب غير مصاب بمرض نزف الدم فكتب الطرز الجينية لأبنائهم :

## سؤال وزاري

الطراز الجيني المحتمل لأفراد الإناث الناتجة من تزاوج ذكر ذبابة فاكهه بيضاء العينين مع إناث العينين متماثلة الأليلات :

(د)  $X^rX^r$ (ج)  $X^RX^r$ (ب)  $X^RY^R$ (أ)  $X^RX^R$ 

الطراز الجيني لذكر طائر يحمل صفة سائدة

(د)  $X^aX^a$ (ج)  $X^AX^a$ (ب)  $X^aY$ (أ)  $X^AY$ 

ما الطرز الجينية المحتملة للأفراد الناتجة من تزاوج رجل غير مصاب بمرض نطف الدم بفتاة مصابة بالمرض ؟

(د)  $X^{hY}, X^{HX^h}$ (ج)  $X^{hY}, X^{hX^h}$ (ب)  $X^{HY}, X^{hX^h}$ (أ)  $X^{HY}, X^{HX^h}$ 

يوضح مخطط السلالة المجاور وراثه صفة سائدة تحمل أليلاتها على

الكروموسوم الجيني ( X ) في إحدى سلالات الطيور ، مستخدما الرمز ( G ) لأليل اللون الأخضر و الرمز ( g ) لأليل اللون البنفسجي ، فما الطراز الجيني للفرد رقم ( 1 ) و الفرد رقم ( 2 ) ؟

(د)  $X^GY, X^GX^g$ (ج)  $X^gX^g, X^GY$ (ب)  $X^GX^G, X^gY$ (أ)  $X^gY, X^GX^g$ 

اي الاتية هو الطراز الجيني لأمرأة غير مصابة بعمى الألوان ، زوجها و ابنها مصابان بالمرض :

(د)  $X^AY$ (ج)  $X^aX^a$ (ب)  $X^AX^a$ (أ)  $X^AX^A$ 

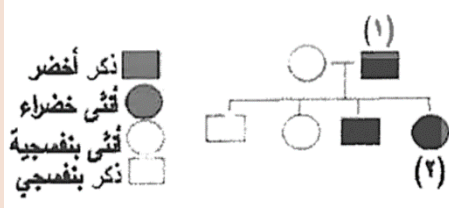
اي العبارات الاتية صحيحة في وصف فرد غير مصاب بمرض نطف الدم إلا أنه يحمل أليل الأصابة

(ب) أنثى غير متماثلة الأليلات للصفة

(أ) ذكر غير متماثل الأليلات للصفة

(د) أنثى متماثلة الأليلات للصفة

(ج) ذكر متماثل الأليلات للصفة





## الجينات المرتبطة

6

يحمل الكروموسوم الواحد جينات كثيرة ؛ لأن عدد الكروموسومات في الخلية الواحدة أقل من عدد الجينات فيها. وتتوارث الجينات القريبة من بعضها ، والمحمولة على الكروموسوم نفسه ، بوصفها وحدة واحدة ، في ما يعرف **بالجينات المرتبطة** Linked Genes

## ما المقصود بالجينات المرتبطة :

جينات بعضها قريب من بعض ، وهي تحمل على الكروموسوم نفسه ، و تورث بوصفها وحدة واحدة

## من الأمثلة على الجينات المرتبطة :

جينات صفتي لون الجسم و حجم الأجنحة في حشرة ذبابة الفاكهة

صفة حجم الجناح في ذبابة الفاكهة

صفة لون الجسم في ذبابة الفاكهة

أليل حجم الجناح  
الضامر متنحي ( t )

أليل حجم الجناح  
الطبيعي سائد ( T )

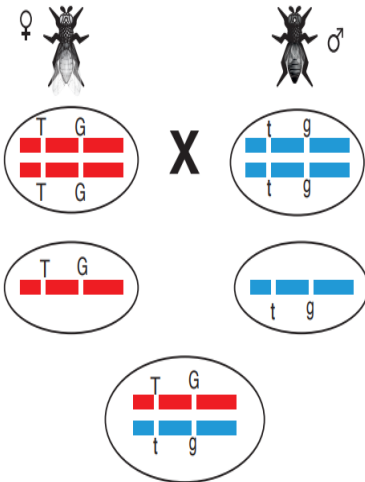
أليل لون الجسم  
الأسود متنحي ( g )

أليل لون الجسم  
الرمادي سائد ( G )

**درس العالم توماس مورغان** توارث صفتي لون الجسم وحجم الأجنحة في حشرة ذبابة الفاكهة، وتوصل إلى أن أليل لون الجسم الرمادي G يسود على أليل لون الجسم الأسود g، وأن أليل الأجنحة الطبيعية T يسود على أليل الأجنحة الضامرة t.

## تجربة العالم مورغان

ذكر أسود الجسم، وضامر الجناحين. أنثى رمادية الجسم، وطبيعية الجناحين.



رمادية الجسم، وطبيعية الجناحين.

الطراز الشكلي لكل من الأبوين.

الطراز الجيني لكل من الأبوين.

الطرز الجينية لجاميتات كل من الأبوين.

الطراز الجيني لأفراد الجيل الأول (F1):

الطراز الشكلي لأفراد الجيل الأول (F1):

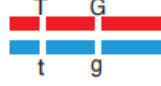
أجرى مورغان تجربة، زواج فيها بين ذكور ذبابة فاكهة، أجسامهم سوداء، وأجنحتهم ضامرة، وطرارهم الجيني هو ttgg، وإناث ذبابة فاكهة، أجسامها رمادية، وأجنحتها طبيعية، وهي متماثلة الأليلات للصفاتين، وطرارها الجيني هو TTGG. وقد لاحظ مورغان أن **جميع أفراد الجيل الأول الناتج** من عملية التزاوج يمتازون بأجسام رمادية، وأجنحة طبيعية، وأنهم غير متماثلين الأليلات للصفاتين، وطرارهم الجيني هو TtGg.

## الوراثة

## توجيهي

بعد ذلك زواج بين إناث من أفراد الجيل الأول وذكور أجسامهم سوداء، وأجنحتهم ضامرة. ألاحظ أن نسب الطرز الشكلية لصفتي لون الجسم وحجم الأجنحة الناتجة، **تختلف عن تلك المتوقعة في حال توارث هاتين الصفتين بحسب قانون التوزيع الحر.**

أنثى رمادية الجسم، وطبيعية الجناحين.

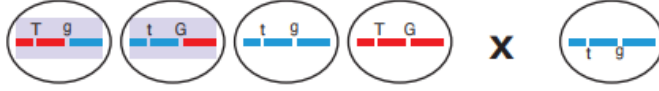


ذكر أسود الجسم، وضامر الجناحين.



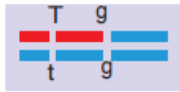
الطرز الشكلي لكل من أبوي الجيل الثاني:

الطرز الجيني لكل من أبوي الجيل الثاني:

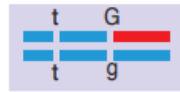


الطرز الجينية لجاميتات كل من أبوي

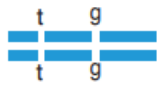
الجيل الثاني:



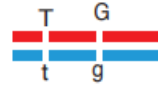
سوداء الجسم،  
وطبيعية الجناحين  
185



رمادية الجسم،  
وضامرة الجناحين.  
206



سوداء الجسم،  
وضامرة الجناحين.  
944



رمادية الجسم، وطبيعية  
الجناحين.  
965

الطرز الجينية لأفراد الجيل الثاني (F2):

الطرز الشكلية لأفراد الجيل الثاني (F2):

أعداد الأفراد الناتجين من التجربة:

النسبة المئوية المتوقعة بين أفراد الجيل الثاني:	رمادية الجسم، وطبيعية الجناحين (تُشبه أبويها).	سوداء الجسم، وضامرة الجناحين (تُشبه أبويها).	رمادية الجسم، وضامرة الجناحين (لا تُشبه أبويها).	أنثى سوداء الجسم، وطبيعية الجناحين (لا تُشبه أبويها).
بحسب قانون التوزيع الحر:	25%	25%	25%	25%
عند توارث الصفتين معاً، بافترض عدم انفصال الأليلات المرتبطة (عدم حدوث عبور):	50%	50%	0%	0%

أحدد جاميتات أبوي الجيل الثاني الناتجة من عملية العبور

Tg , tg

استنتج مورغان من هذه التجربة

1. أن صفتي لون الجسم وحجم الأجنحة **مرتبطتان**

2. أنها تورثان معا بوصفها وحدة واحدة ؛ لأن معظم الأفراد الناتجين يشبهون آباءهم في هاتين الصفتين . ولو كانت صفتا لون الجسم وحجم الأجنحة تورثان بحسب قانون التوزيع الحر لكانت نسبة الأفراد الذين يشبهون آباءهم 50% من الأفراد الناتجين.

3. استنتج مورغان أيضا أن نسبة الأفراد الذين **لا يشبهون آباءهم قليلة** في هذه التجربة؛ نظرا إلى وجود آلية تكسر هذا الارتباط، تُسمى

**عملية العبور الجيني**

## الربط الرياضيات

استفاد العلماء من معرفتهم بالرياضيات في تفسير نتائج تجاربهم، وإيجاد نسبة التراكيب الجينية الجديدة الناتجة من عملية العبور الجيني بين الجينات المرتبطة وفق المعادلة الآتية:

عدد الأفراد الذين لا يشبهون آبائهم (التراكيب الجديدة) / العدد الكلي للأفراد الناتجين  $\times 100\%$

بتطبيق هذه المعادلة على النتائج التي توصل إليها العالم مورغان، فإن  $391 / 2300 \times 100\% = 17\%$

إذن، نسبة التراكيب الجينية الجديدة هي 17%.

ونسبة ارتباط الصفتين معا هي  $100\% - 17\% = 83\%$  نسبة ظهور التراكيب الجديدة

أجد نسبة الأفراد ذوي الأجسام الرمادية ، والأجنحة الضامرة.

$$\%8.9 = \%100 \times (2300/206)$$



**أتوقع** تأثير حدوث عبور بين الكروماتيدات الشقيقتين

في التراكيب الجينية للجاميتات:

لا يحدث أي تأثير ، فالكروماتيد الشقيقتين يحملان

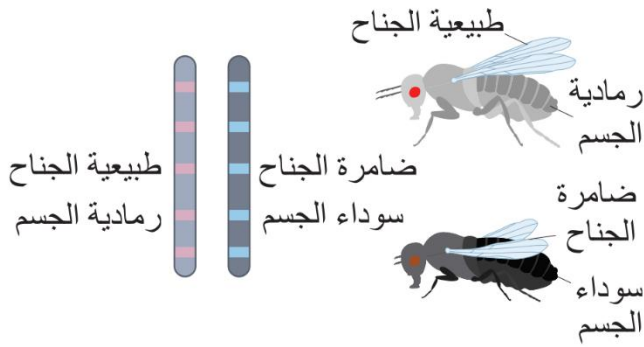
نفس الأليلات فلو حصل بينهما عبور لن تتأثر

التراكيب الجينية للجاميتات الناتجة عملا بان العبور

لا يحدث بين الكروماتيدات الشقيقة

## مثال 6

يكون شكل الجناح في حشرة ذبابة الفاكهة طبيعياً أو ضامراً ، ويكون لون الجسم رمادياً أو أسود. زواج باحث بين إناث من هذه الحشرة، أجنحتها طبيعية، ولون أجسامها رمادي، وهي غير متماثلة الأليلات للصفتين، وذكور منها، أجنحتهم ضامرة ، ولون أجسامهم أسود، فنتج أفراد صفاتهم وأعدادهم كما يأتي:



415 فرداً أجنحتهم طبيعية ، ولون أجسامهم رمادي.

415 فرداً أجنحتهم ضامرة ، ولون أجسامهم أسود.

82 فرداً أجنحتهم ضامرة ، ولون أجسامهم رمادي.

88 فرداً أجنحتهم طبيعية، ولون أجسامهم أسود.

إذا افترضت أن أليل شكل الأجنحة الطبيعية هو T، وأن أليل شكل الأجنحة الضامرة هو t ، وأن أليل لون الأجسام الرمادية هو G ، وأن أليل لون الأجسام السوداء هو g ، فأجب عن السؤالين الآتيين:

أ- أذكر دليلاً من النتائج يؤكد أن قانون التوزيع الحر لا ينطبق على وراثة صفتي لون الأجسام وشكل الأجنحة.

ب- أجد نسبة الأفراد الناتجين من ذوي التراكيب الجينية الجديدة.

**المعطيات:** الطرز الشكلية للأباء ، الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول ، أعداد الأفراد الذين تظهر عليهم الطرز الشكلية.

**المطلوب:** دليل يثبت أن الصفتين مرتبطتان ، نسبة الأفراد الناتجين من ذوي التراكيب الجينية الجديدة.

**الحل :**

استناداً إلى قانون التوزيع الحر ، فإن النسبة المتوقعة لا تنطبق على هذه النتائج ، وهي ( 1 : 1 : 1 : 1 ) إذا كان أحد الأبوين غير متماثل الأليلات للصفتين ، وكان الآخر متنحياً ، إذ لم تتحقق هذه النسب .

عدد الأفراد من ذوي التراكيب الجينية الجديدة = 82 + 88 = 170 فرد .

عدد الأفراد الكلي = 415 + 415 + 82 + 88 = 1000 فرد.

نسبة الأفراد من ذوي التراكيب الجديدة = عدد الأفراد من ذوي التراكيب الجديدة / عدد الأفراد الكلي × 100%

$$17\% = (170 / 1000) \times 100\%$$



## ملخص مهم

## أولا : الجينات المرتبطة دون عبور جيني

1. اذا ورد في السؤال لون الجسم و حجم الجناح لذبابة فاكهه إذا الجينات محمولة على الكروموسوم الجسيمي نفسه وتكون الجينات مرتبطة
  2. نسبة الارتباط تكون 100% إذ لم تظهر أفراد جديدة ، لانه لم يحدث انفصال للجينات عند تكوين الجاميتات خلال عملية الانقسام المنصف
  3. تؤخذ الجاميتات في هذه الحالة دون ان نضاعف
  4. في حال الارتباط التام ( 100% ) دون عبور تكون نسبة الأفراد ثابتة كما يلي :
- **1 : 3 بدلا من 1 : 3 : 3 : 9** يكون في هذه الحالة كلا الأبوين يحمل الصفات السائدة للصفتين ( غير متماثل الأليلات )
- مثال :  $GgTt \times GgTt$**
- **1 : 1 بدلا من 1 : 1 : 1 : 1** يكون في هذه الحالة أحد الأبوين سائد ( غير متماثل الأليلات ) و الآخر متنحي للصفتين
- معاً مثل :  $GgTt \times ggtt$**

## مثال 1

اجرى تزاوج ذكر ذبابة فاكهه رمادي الجسم طبيعية الأجنحه ( غير نقي للصفتين معاً ) مع أنثى مجهولة الطراز الجينية و الشكلي ، فظهرت الأفراد بالنسبة الآتية ؟

( 240 ) رمادية الجسم طبيعية الاجنحه ( 80 ) سوداء الجسم ضامرة الأجنحه .

إذا علمت أن أليل الأجنحه الطبيعية ( T ) سائد على أليل الاجنحه الضامرة ( t ) و أليل الجسم الرمادي ( G ) سائد على أليل الجسم الأسود ( g ) و المطلوب

1- اكتب الطرز الجينية لكل من الذكر و الأنثى للصفتين معاً ؟

$GgTt \times GgTt$

$GT, gt \times GT, gt$

2- أكتب الطرز الجينية لجاميتات الأبء للصفتين معاً ؟

$GGTT, GgTt, GgTt, ggTT$

3- أكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجه من هذا التزاوج ؟

4- ما احتمال ظهور فرد يحمل الصفات المتنحية من بين جميع الأفراد الناتجه ؟  $\frac{1}{4}$  او 25%

## 1- لا تجرب

في ذبابة الفاكهه أليل لون الجسم الرمادي ( G ) سائد على أليل لون الجسم الأسود ( g ) و أليل حجم الأجنحه الطبيعية ( T ) سائد على أليل حجم الأجنحه الضامرة ( t ) . عند تزاوج ذكر ذبابة فاكهه أسود الجسم مع انثى مجهولة الطراز الجيني والشكلي فظهرت الأباء بالصفات والأعداد التالية

الطراز الشكلي	رمادي الجسم طبيعي الأجنحه	سوداء الجسم ضامر الأجنحه
الأعداد	46	45

1. اكتب الطرز الجينية للأبوين ( لصفتين معا ) :

2. اكتب الطرز الجينية لجاميئات الأبوين ( لصفتين معا ) :

3. اكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجة ( لصفتين معا ) :

## 2- لا تجرب

في ذبابة الفاكهه أليل لون الجسم الرمادي ( G ) سائد على أليل لون الجسم الأسود ( g ) و أليل حجم الأجنحه الطبيعية ( T ) سائد على أليل حجم الأجنحه الضامرة ( t ) . عند تزاوج ذكر ذبابة فاكهه أسود الجسم مع انثى مجهولة الطراز الجيني والشكلي فظهرت الأباء بالصفات والأعداد التالية

الطراز الشكلي	رمادي الجسم ضامر الأجنحه	سوداء الجسم طبيعي الأجنحه
الأعداد	120	118

1. اكتب الطرز الجينية للأبوين ( لصفتين معا ) :

2. اكتب الطرز الجينية لجاميئات الأبوين ( لصفتين معا ) :

3. اكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجة ( لصفتين معا ) :

4. احسب نسبة الارتباط بين الجينات :

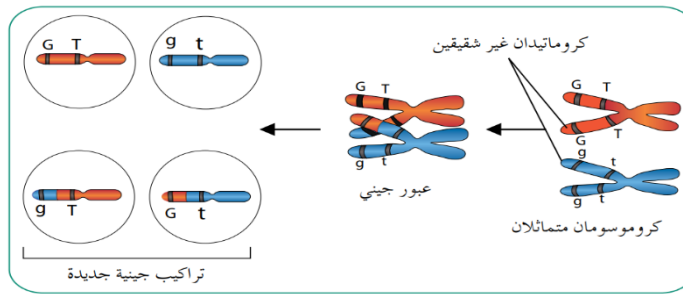
## 3- لا تجرب

أحتمال ظهور فرد طرازه الجيني ( DdMm ) لابوين يحمل أحدهما الطراز الجيني ( ddmm ) والآخر ( DdMm ) والجينات ( D , M ) ، مرتبطه على نفس الكروموسوم بافتراض عدم حدوث عبور جيني :

أحتمال ظهور فرد طرازه الجيني ( DdMm ) لابوين يحمل أحدهما الطراز الجيني ( DDmm ) والآخر ( DdMm ) والجينات ( D , m ) ، مرتبطه على نفس الكروموسوم بافتراض عدم حدوث عبور جيني :

## ملخص العبور الجيني

1. اذا كانت نسبة الارتباط اقل من 100% فقد تظهر افراد ذات تراكيب جينية جديدة بسب حدوث الانفصال للجينات عند تكوين الجاميتات خلال عملية الإنقسام المنصف وحدث عملية العبور الجيني
2. لكي تظهر افراد ذات تراكيب جينية جديدة يجب أن يكون الطراز الجيني للفرد ( غير متماثل الأليلات ) مثل ( GgTt )
3. لإيجاد الطرز الجينية للجاميتات ( افصل ثم ضاعف ثم بدل ) مثال جاميتات ( GgTt )



4. نسبة العبور الجيني ( الانفصال ) = (مجموع اعدد الافراد ذات التراكيب الجينية الجديدة / العدد الكلي )  $\times 100\%$
5. دائما نسبة الإلتباط اكثر من ( 50% ) و نسبة العبور أقل من ( 50% )
6. لا تنسى أن العبور الجيني يحدث بين كروماتيدين غير شقيقين لزوج الكروموسومات المتماثلة في الطور التمهيدي الأول من الأنقسام المنصف

## مثال 1

في ذبابة الفاكهة أليل لون الجسم الرمادي ( G ) سائد على أليل لون الجسم الأسود ( g ) و أليل حجم الأجنحة الطبيعية ( T ) سائد على أليل حجم الأجنحة الضامرة ( t ) . عند تزاوج ذكر ذبابة فاكهة أسود الجسم مع انثى مجهولة الطراز الجيني و الشكلي فظهرت الأباء بالصفات و الأعداد التالية

الطرز الشكلي	رمادي الجسم طبيعي الأجنحة	سوداء الجسم ضامر الأجنحة	رمادي الجسم ضامر الأجنحة	سوداء الجسم طبيعي الأجنحة
الأعداد	46	45	4	5

1. اكتب الطرز الجينية للأبوين ( لصفيتين معا ) :
2. اكتب الطرز الجينية للجاميتات الأبوين ( لصفيتين معا ) :
3. اكتب الطرز الجينية للافراد الناتجة ( لصفيتين معا ) :
4. احسب نسبة الارتباط و نسبة العبور بين الجينات :

## ي3 نجر

إذا علمت ان أليل ( A ) المسؤول عن ظهور اللون في نبات الذرة سائد على أليل ( a ) المسؤول عن عدم ظهوره و الأليل ( R ) المسؤول عن صفة البذور الملساء سائد على الأليل ( r ) المسؤول عن صفة البذور المجعدة ، فإذا جرى تزاوج بين نباتين فكانت النتائج كما هو مبين في الجدول الآتي

جاميتات الأبوين	( 1 )	Ar	( 2 )	ar
ar	AaRr		aaRr	( 3 )
النسبة المئوية للابناء	47,8 %	% 2, 2	% 2, 2	47,8 %

1. ما هي الطرز الجينية للجاميتات المشار إليها بالأرقام ( 1 , 2 ) :
2. ما مقدار كل من نسبة العبور و الارتباط :
3. ما هو الطراز الشكلي للفرد الذي يمثله الرقم ( 3 ) :
4. احتمال ظهور افراد ملونة مجمدة البذور

## ي2 نجر

إذا علمت ان عدد الافراد الكلي 400 فرد ونسبة الافراد الجديدة ( الناتجة من العبور ) هي 25% و عدد الافراد التي تحمل صفات رمادي اللون طبيعية الجناح هي 151 فما هي اعداد الافراد التي تحمل صفات سوداء الجسم ضامرة الجناح :

## ي3 نجر

اجري تزاوج بين ديك ابيض الريش طويل الارجل مع دجاجة سوداء الريش قصيرة الارجل ، اذا علمت أن أليل الأرجل الطويلة ( T ) سائد على أليل الأرجل القصير ( t ) و أليل الريش الأبيض ( B ) سائد على أليل الريش الاسود ( b ) ، فإذا كان الجينين ( B , T ) مرتبطان بنسبة ( 88 % ) والمطلوب .

- 1- اكتب الطرز الجينية لكل من الديك و الدجاجة للصفتين معاً ؟
- 2- أكتب الطرز الجينية للجاميتات الديك و الدجاجة للصفتين معاً ؟
- 3- اكتب الطرز الجينية لافراد الجيل الاول المتوقع ظهورها ذات التراكيب الجينية الغير عادية ؟
4. ما نسبة ظهور فرد طرازه الشكلي طويل الأرجل اسود الريش :



## سؤال وزاري

إذا كان عدد الأفراد الناتجة من تلقيح ذبابة فاكهة طبيعية الأجنحة رمادية الجسم ( غير متماثلة الأليلات للصفات ) بذكر ضامرة الأجنحة سوداء الجسم يساوي ( 1600 ) ذبابة على افتراض عدم حدوث عبور جيني فاي الاتية يمكن أن ينتج من هذا التلقيح ؟

( أ ) ( 16 ) ذبابة ضامرة الأجنحة رمادية الجسم ( ttGg )

( ب ) ( 400 ) ذبابة طبيعية الأجنحة رمادية الجسم ( TTGg )

( ج ) ( 800 ) ذبابة ضامرة الأجنحة سوداء الجسم ( ttgg )

( د ) ( 18 ) ذبابة طبيعية الأجنحة سوداء الجسم ( Ttgg )

إذا كان عدد الأفراد الكلي لذبابة فاكهة ( 4600 ) ، ونسبة حدوث تراكيب جينية جديدة ( 17% ) وعدد الأفراد ذات الطراز الشكلي سوداء الجسم طبيعية الجناح ( 370 ) فإن عدد النباتات ذات الطراز الشكلي رمادي الجسم ضامر الجناح :

( د ) 3818

( ج ) 782

( ب ) 412

( أ ) 370

فرد طرازه الجيني ( AaBbRr ) عدد انواع الجاميتات التي سوف ينتجها اذا كان الجينين ( R , A ) مرتبطين على نفس الكروموسوم وبافتراض عدم حدوث عبور جيني هو :

( د ) 18

( ج ) صفر

( ب ) 4

( أ ) 2

أليل صفة لون الجسم الرمادي ( G ) في ذبابة الفاكهة سائدا على أليل لون الجسم الأسود ( g ) و أليل صفة حجم الجناح الطبيعي ( T ) سائداً على أليل حجم الجناح الضامر ( t ) ، فإذا جرى تزاوج بين ذكر ذبابة فاكهة أسود الجسم ضامر الأجنحة مع انثى رمادية لون الجسم طبيعية الأجنحة ( غير متماثلة الأليلات للصفات ) ، فما أنواع الجاميتات التي تكونها انثى ذبابة الفاكهة و الناتجة من عدم حدوث عبور جيني :

( د ) GT , gT

( ج ) Gt , gT

( ب ) GT , gt

( أ ) GT , Gt , gT , gt

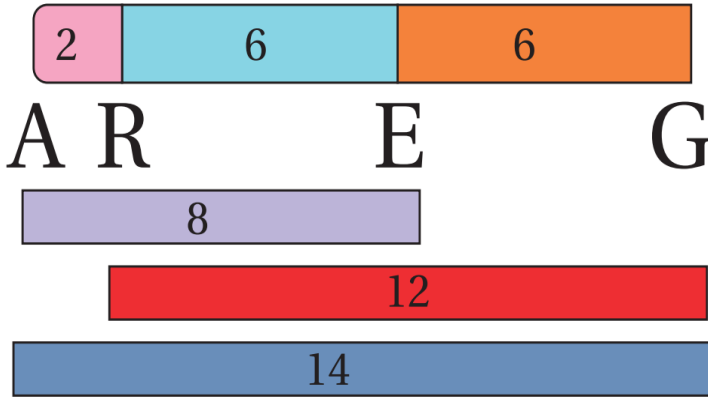
## خريطة الجينات

7

يوجد **تناسب طردي** بين نسبة الأفراد الناتجين من ذوي التراكيب الجينية الجديدة ونسبة حدوث العبور الجيني . ويمكن لعملية العبور الجيني أن تحدث في أي نقطة بين الجينين المحمولين على الكروموسوم نفسه **فكلما زادت المسافة بين الجينين زاد احتمال حدوث عملية العبور الجيني بينها.**

وقد استفاد العلماء من نسبة ظهور التراكيب الجينية الجديدة في رسم خريطة تبين الجينات المحمولة على كروموسوم، وترتيبها، والمسافة بينها، وتسمى **خريطة الجينات Genetic Map**، أنظر الشكل (22).

**الشكل ( 22 ) : ترتيب الجينات ( A,R,E,G )**  
على أحد الكروموسومات ، و المسافة بينها .

✓ **أتدقق**

**أوضح المقصود بخريطة الجينات**  
خريطة تبين الجينات المحمولة على  
الكروموسوم ، و ترتيبها و المسافة بينهما

**أحدد المسافة بين الجينات من الجينات الآتية**  
 $8 = A-E$  وحدة خريطة /  $2 = A-R$  وحدة خريطة  
 $12 = R-G$  وحدة خريطة /  $14 = A-G$  وحدة خريطة  
 $6 = R-E$  وحدة خريطة

يطلق على وحدة قياس المسافة بين الجينات على الكروموسوم اسم **وحدة الخريطة**، وتكافئ كل وحدة خريطة واحدة ما نسبته 1% من ظهور تراكيب جينية جديدة.

**فمثلاً،** إذا ظهرت تراكيب جينية جديدة عند دراسة صفتين مرتبطتين **بنسبة 12%**، فهذا يعني أن المسافة بين جيني الصفتين هي **12 وحدة خريطة.**

## ملاحظات مهمة على خريطة الجينات

1. **تزداد** نسبة حدوث او ظهور تراكيب جينية جديدة و ذلك **إذا زادت** المسافة بين موقع جينين مرتبطين على الكروموسوم بحيث تزداد نسبة العبور الجيني
2. دائما نسبة العبور و الارتباط و المسافة بين الجينات **ثابتة** ، لان كل جين له موقع ثابت ومحدد على الكروموسوم ، لذلك اي تغير في تركيب الجين او موقعه سوف يؤدي الى طفرة
3. يمكن تحديد موقع الجينات و ترتيبها طوليا على الكروموسوم وذلك بمعرفة نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة (**العبور**) و **ظاهرة الارتباط الجيني**
4. يعبر عن كل ( 1% ) من نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة الناتجة عن العبور الجيني بين جينين مرتبطين على الكروموسوم **يوحدة خريطة واحدة**
5. **اعلى نسبة عبور** ( انفصال ) هي **ابعد مسافة** بين جينين مرتبطين على كروموسوم وهي اقل نسبة ارتباط ( و العكس صحيح )

6. **نسبة الارتباط** = ( 100% - نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة ( نسبة العبور او نسبة الانفصال )

**نسبة العبور** = ( 100% - نسبة الارتباط )

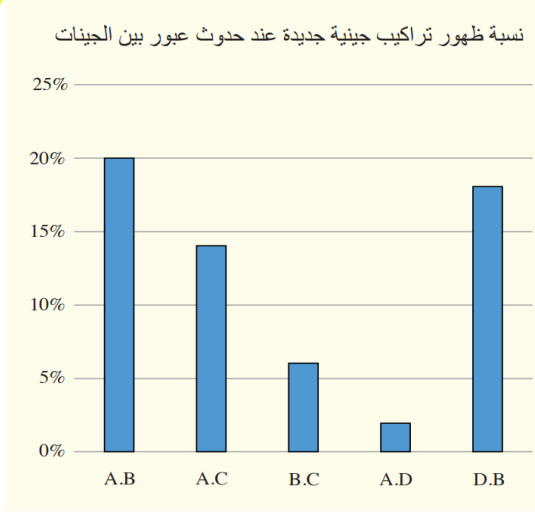
7. وحدة القياس المستخدمة لحساب المسافة بين جينين مرتبطين على الكروموسوم هي **وحدة خريطة**

8. **أهمية الخريطة الجينية** : هو تحديد مواقع الجينات و ترتيبها طوليا على الكروموسوم وهذا ما افاد من تجارب مورغان و تلاميذه .

- اثناء رسم اي خريطة جينية يجب ان نتبع الخطوات التالية :

- 1- نأخذ كبر مسافة
  - 2- الجينات المشتركة ( إن وجدت ) أو اقل مسافة
  - 3- نرتب الجينات تصاعديا من المسافة الاقل حتى نصل المسافة الأعلى
- يجب ان نتأكد من الخريطة بجميع المسافات داخل الخريطة = مجموع المسافات بين الجينات اذا لم يكن كذلك نخرج اقل مسافة الى جهتها تم نعيد الترتيب

## مثال 7



توصل أحد الباحثين - بعد إجرائه تجارب عدة- إلى أنّ الجينات:

A، B، C، D هي جينات مرتبطة، ومحمولة على الكروموسوم

نفسه ، وكذلك توصل إلى نسبة ظهور تراكيب جينية جديدة عند

حدوث عبور جيني بين الجينات. وقد مثل الباحث هذه الجينات

بالرسم البياني المجاور.

**أحلّ البيانات،** ثم أبين ترتيب الجينات على الكروموسوم ، والمسافة بينها.

**المعطيات:** رسم بياني يبين ظهور تراكيب جينية جديدة عند حدوث عبور بين الجينات.

**المطلوب:** ترتيب الجينات على الكروموسوم، المسافة بين الجينات.

**الحل**

أستنتج أنّ المسافة بين الجين A والجين B هي **20 وحدة**، وأنّ المسافة بين الجين A والجين C هي **14 وحدة**، وأنّ المسافة بين الجين C والجين B هي **6 وحدات**، وأنّ المسافة بين الجين D والجين A هي **وحدتان**، وأنّ المسافة بين الجين B والجين D هي **18 وحدة**؛ لأن كل 1% من نسبة العبور تكافئ وحدة مسافة واحدة على الكروموسوم.

**أرسم خطاً يمثل الكروموسوم، مثبتاً موقع الجين B، ثم موقع الجين C على بعد 6 وحدات.**

أفترض أنّ الجين A موجود على يسار الجين C ، وللتأكد من أنّ الموقع الذي اخترته للجين A صحيح، أجمع المسافة بين الجينين: A و C، والجينين: C و B لاستخراج المسافة بين الجينين: A و B على الكروموسوم:

$$14 + 6 = 20 \text{ وحدة.}$$

ولما كانت المسافة الناتجة من جمع المسافات على الترتيب المقترح تساوي المسافة من معطيات السؤال، فإنّ الفرضية لموقع الجين A صحيحة.

أفترض أنّ موقع الجين D هو بين الجينين: A و C. وبذلك تكون المسافة بين الجينين: D و C هي 12 وحدة. وللتأكد من أنّ الموقع الذي اخترته صحيح، أجمع المسافة بين الجينين: D و C، والجينين: C و B:

$$12 + 6 = 18 \text{ وحدة.}$$

ولما كانت المسافة الناتجة من جمع المسافات على الترتيب المقترح تساوي المسافة من معطيات السؤال، فإنّ الفرضية لموقع الجين D صحيحة.

A	D	C	B
2	12	6	



**يا1  
نحرب**

يمثل الجدول المجاور نسبة الارتباط و نسبة الانفصال

و المسافة بوحدة خريطه الجينات بين أربعة جينات

و المطلوب :

1- كم يبعد الجين ( H ) عن الجين ( M ) ؟

2- ما ترتيب الجينات المذكورة على طول الكروموسوم ؟

3- حدد اي جينين بينهما أكبر نسبة تكرار لعملية العبور جيني ، وما مقدارها ؟

**يا2  
نحرب**

يمثل الشكل المجاور ثلاث قطع ممن خريطه جينية

لكروموسوم ما ، والمطلوب ؟.

1. ما نسبة الارتباط بين الجين ( B ) و الجين ( C ) ؟

2. ما نسبة تكرار عملية العبور بين الجين ( E ) و الجين ( B ) ؟

3. ما ترتيب الجينات على طول الكروموسوم

C 3 B 4 A

C 2 E 5 A 5 D

D 9 B 1 E

**يا3  
نحرب**

إذا علمت بأن ( S , B , D , F ) اربعة جينات على الكروموسوم واحد ، وكان الجين ( D ) يبعد عن

الجين ( F ) 23 وحدة خريطه ، وكانت نسبة الارتباط بين الجين ( B ) و الجين ( S ) تساوي 82 % و

كانت نسبة انفصال الجين ( F ) عن الجين ( S ) تساوي 11 % ، ونسبة انفصال الجين ( B ) عن الجين

( F ) تساوي 7 % و المطلوب :

1- ارسم خريطه الجينات لهذا الكروموسوم ؟

2. اي الجينات بينها اكبر نسبة عبور وما مقدارها ؟

3. اي الجينات بينها أكبر نسبة ارتباط وما مقدارها

## سؤال وزاري

إذا علمت أن أربعة جينات ( A , B , C , D ) محمولة على الكروموسوم نفسه ، وأن المسافة بوحدة خريطة بين الجينات هي :

$$(A) \text{ و } (B) = 5 ، (D) \text{ و } (C) = 23 ، (B) \text{ و } (C) = 10 ،$$

وأن نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة ناتجة من العبور الجيني ، هي :  
( D ) و ( B ) = 13% ، ( A ) و ( D ) = 8% فإن ترتيب الجينات على الكروموسوم :

أ) BCAD ب) DBAC ج) BCDA د) DABC

يمثل الرسم البياني المجاور نسب حدوث تراكيب جينية جديدة ناتجة من العبور الجيني بين الجينات المرتبطة الاتية ( A , B , C , D ) ، فما ترتيب الجينات على الكروموسوم :

أ) ACBD ب) DBAC ج) BACD د) BCAD

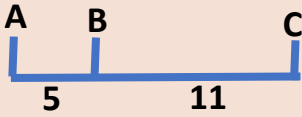
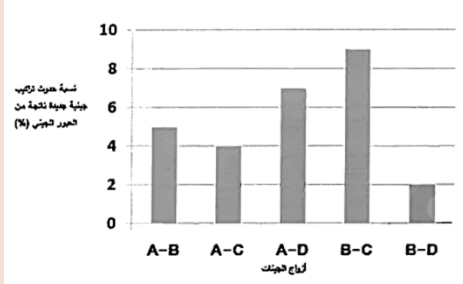
إذا علمت أن نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة ناتجة من العبور الجيني بين الجينات المرتبطة عمل النحو الآتي :

( A ) و ( K ) = 8% ، ( C ) و ( D ) = 4% ، ( D ) و ( R ) = 12% ، ( D ) و ( L ) = 14%  
فإن الجينين اللذين بينهما أكبر نسبة ارتباط :

أ) ( D ) و ( C ) ب) ( A ) و ( K ) ج) ( D ) و ( L ) د) ( D ) و ( R )

بالاعتماد على الشكل المجاور الذي يمثل ترتيب الجينات على الكروموسوم ما ، فإن نسبة ارتباط الجين ( A ) و الجين ( B ) ، والمسافة بين الجين ( C ) و ( A ) بوحدة خريطة على الترتيب :

أ) ( 5 و 11 ) ب) ( 85 و 16 ) ج) ( 95 و 16 ) د) ( 95 و 84 )



## أثر البيئة في تحديد جنس بعض الزواحف

8

ما هي العوامل البيئة التي تؤثر على بعض الصفات الوراثية ؟

1. الحرارة
2. التغذية
3. التعرض لأشعة الشمس مدة طويلة.

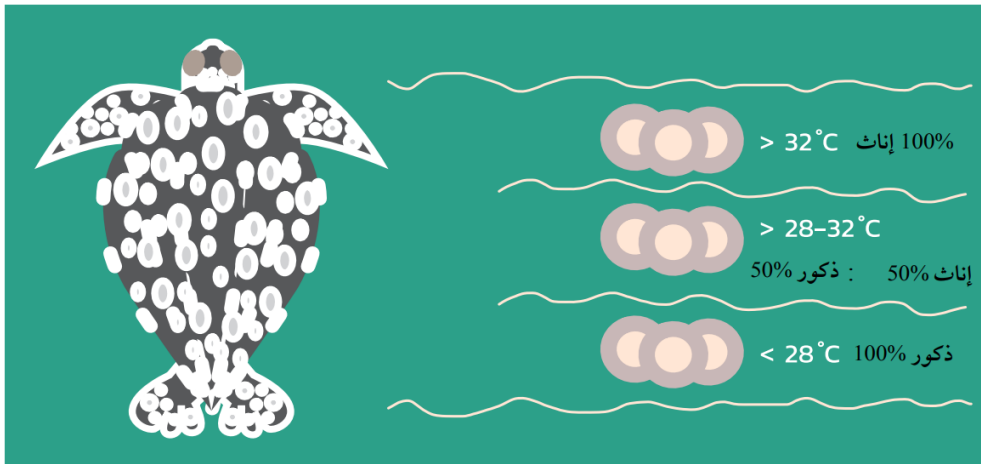
كيف يتم تحديد الجنس عن طريق احد هذه العوامل ؟

تتحكم درجة الحرارة في تحديد الجنس في بعض الزواحف**مثل:** التماسيح ، ومعظم السلاحف ، وبعض أنواع السحالي

فيحدد الجنس تبعاً لدرجة حرارة حضانة البيض المخصبة في مراحل معينة من التكوين الجنيني. ويعرف هذا النظام

بتحديد الجنس المعتمد على درجة الحرارة (TSD) Temperature -dependent Sex Determination .

فعند وضع البيض ، فإنها لا تتعرض لدرجة الحرارة نفسها بحسب موقعها ، أنظر الشكل (23) ؛ فيتأثر نشاط الإنزيمات الضرورية لتصنيع الهرمونات الأنثوية والذكورية التي تؤدي دوراً في تمايز كل من المبيض والخصية، مثل إنزيم أروماتيز.



الشكل ( 23 ) : جنس نوع من الزواحف، تفقس بيوضها المخصبة في درجات حرارة حضانة متباينة

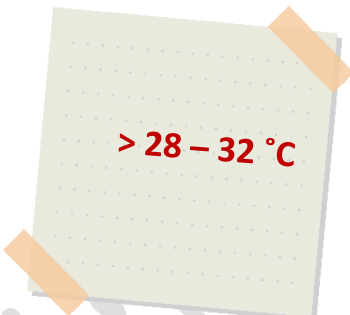
أحدد الجنس الذي ينتج عن فقس البيوض المخصبة في درجة حرارة حضانة أقل من 28°C : 100% ذكور

ما درجة الحرارة المحورية في الشكل ؟

**تحقق** ✓ أوضح المقصود بتحديد الجنس

المعتمد على درجة الحرارة .

يتحدد الجنس تبعاً لدرجة حرارة حضانة البويضة المخصبة في مراحل معينة من التكوين الجنيني



> 28 - 32 °C

• توجد ثلاثة أنماط لتحديد الجنس المعتمد على درجة الحرارة في الزواحف،

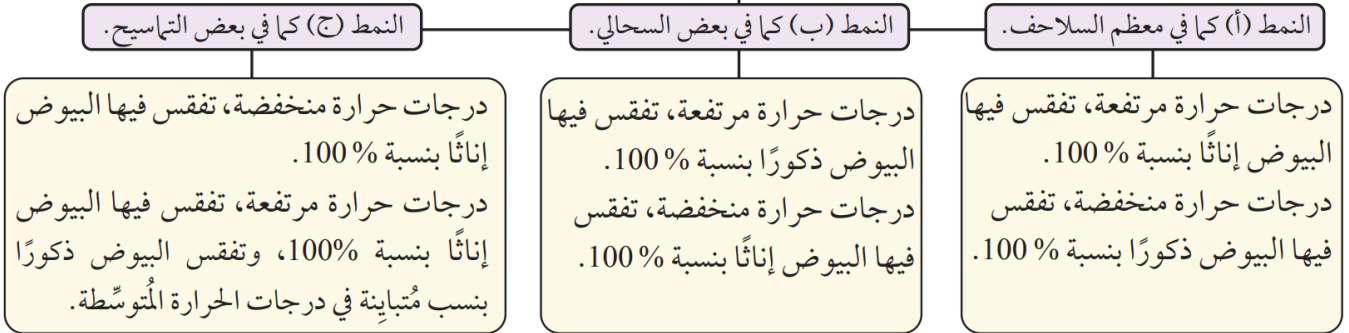
أنظر الشكل (24). وفي هذه الأنماط توجد درجة حرارة معينة مناسبة **لإنتاج ذكور وإناث بنسب متساوية**،

ويطلق على هذه الدرجة اسم

الشكل ( 24 ) : الأنماط الثلاثة  
لتحديد الجنس المعتمد على الحرارة

**درجة الحرارة الحورية (Pivotal Temperature (T<sub>p</sub>)**

أنماط تحديد الجنس المعتمد على درجة الحرارة في أنواع مختلفة من الزواحف



**أستنتج النمط الذي يكون فيه لدرجة الحرارة المرتفعة و المنخفضة التأثير نفسه**

**النمط ( ج ) :** درجات حرارة منخفضة ، تفقس البيوض إناثا بنسبة 100% ، ودرجات حرارة مرتفعة تفقس

فيها البيوض إناثا بنسبة 100% ، و تفقس البيوض ذكورا بنسبة متباينة في درجات الحرارة المتوسطة



**فكر**

**أقرن** درجة الحرارة التي تفقس فيها  
البيوض الذكور عند معظم السلاحف  
و بعض السحالي .



**فكر**

**أوضح** دور إنزيم أروماتيز في تحديد  
جنس الزواحف.



## الوراثة فوق الجينية

9

## أوضح المقصود بالوراثة فوق الجينية .

هي دراسة تبحث في التعديلات على التعبير الجيني أو الطرز الشكلية في الكائن الحي ، و التي تحدث من دون تغير تسلسل النيوكليوتيدات في الجين .

## كيف يمكن تغير التعبير الجيني في الجين ؟

1. عن طريق تنشيط الجين ، فيكون جيناً نشطاً

2. عن طريق إيقافه عن العمل ، فيكون جيناً صامتاً

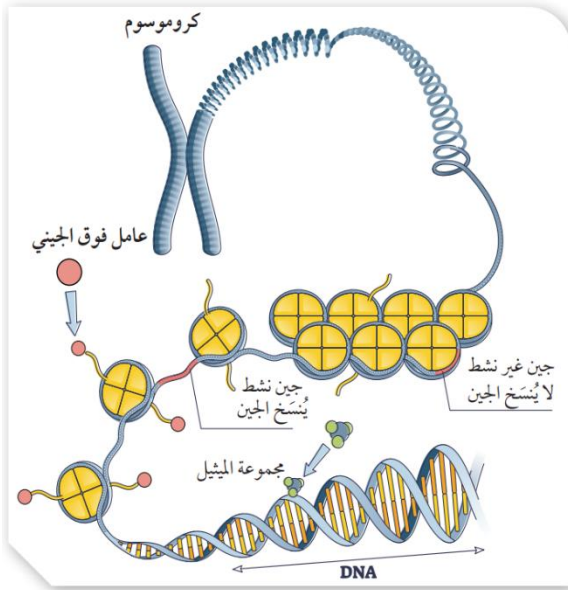
## ما أهمية الوراثة فوق الجينية ؟

تفسر الوراثة فوق الجينية تصنيع البروتينات التي تميز خلية معينة دون غيرها من الخلايا .

**مثال** الخلايا العصبية تصنع بروتينات تختلف عن تلك التي تصنعها خلايا أخرى في الجسم، بالرغم من أن جميع الخلايا الجسمية في الإنسان لها نفس التسلسل من النيوكليوتيدات في جزيء DNA.

## من الأمثلة على آليات الوراثة فوق الجينية التي تؤثر في التعبير الجيني

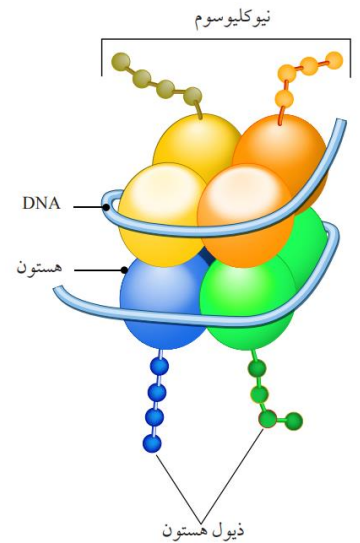
تعمل إضافة مجموعة الأستيل إلى ذيول بروتين الهستون على ارتخاء التفاف جزيء DNA حول هذا البروتين، فيصبح الجين نشطاً، ويمكن نسخه، أنظر الشكل (26).



الشكل ( 26 ) : عوامل فوق جينية

## 1. إضافة مجموعة الأستيل إلى بروتين الهستون

إذ يلتف جزيء DNA مشدوداً حول بروتين الهستون، ويطلق على التركيب الناتج من ذلك اسم النيوكليوسوم، أنظر الشكل (25)



الشكل ( 25 ) : تركيب النيوكليوسوم

أوضح تركيب النيوكليوسوم  
تركيب يتكون من ألتفاف  
جزيء DNA مشدوداً حول  
بروتين الهستون

## الوراثة

## توجيهي

2. إضافة مجموعة الميثيل الى جزيء DNA ، فيصبح الجين غير نشط ، ولا يمكن نسخه ( صامت ) ، أنظر الشكل ( 26 )

أجرى العلماء تجربة على نوع من الفئران، وذلك بإحضار مجموعتين من الأمهات الحوامل اللاتي يحملن أجنة متماثلة في طرزها الجينية، وتخصيص نظام غذائي مختلف لكل من الأمهات في المجموعتين؛ إذ احتوى النظام الغذائي للأمهات في **المجموعة الأولى على حمض الفوليك** الذي يعد مصدرا لمجموعة الميثيل ، خلافا للنظام الغذائي للأمهات في المجموعة الثانية الذي **خلا من وجود حمض الفوليك**، فكانت الفئران الناتجة من المجموعة الأولى ذات فراء بني، وغير سميكة (طبيعية)، في حين كانت الفئران الناتجة من المجموعة الثانية ذات فراء أصفر، وسمينة ، ومصابة بأمراض أخرى. وقد فسّر العلماء ذلك بأن مجموعة الميثيل التي يحويها النظام الغذائي لفئران المجموعة الأولى تمثل عاملا من عوامل الوراثة فوق الجينية.

**تفسر الوراثة فوق الجينية الاختلاف في الصفات بين التوائم المتطابقة** ؛ فقد يعاني أحد التوأمين أمراضا معينة لا يعانيها الآخر، وقد يصبح أحدهما رياضيا والآخر رساما، وقد يختلفان في السمات الشخصية، كأن يكون أحدهما خجولا عكس الآخر. صحيح أنها يحملان ترتيب النيوكليوتيدات نفسه في جزيء DNA، لكنها قد يختلفان في النظام الغذائي، والأنشطة البدنية والاجتماعية، والرعاية الطبية. ومن ثم، يوجد ارتباط لعوامل فوق جينية عند أحدهما تختلف عن تلك المرتبطة عند الآخر في أي مرحلة من مراحل حياتها؛ ما يغيّر التعبير الجيني لكل منها. وقد أظهرت بعض الدراسات أنه كلما تقدم الإنسان في السن ظهرت فروق أكثر في عوامل الوراثة فوق الجينية بين التوائم المتطابقة.

### الربط الصحة

#### الوراثة فوق الجينية والسرطان

أحدثت الوراثة فوق الجينية سبعا علميا في ما يختص بتفسير أسباب الإصابة بالسرطان؛ **فقد تؤثر عوامل الوراثة فوق الجينية في الجينات المشطية للأورام**، فتصبح غير نشطة (صامتة)؛ ما يؤدي إلى انتشار الأورام.

وكذلك وجد العلماء أنّ عوامل الوراثة فوق الجينية في الخلايا السرطانية تُظهر نمطا مختلفا عنه في الخلايا الطبيعية؛ ما يدل على أن هذا التغير في النمط هو سبب الإصابة بالسرطان. ولهذا، فإنّ الوراثة فوق الجينية تمثل ركيزة أساسية للتفكير في علاج يفعل الجينات التي أوقفت نشاطها العوامل فوق الجينية.

### الربط التكنولوجيا

#### فك قفل الهاتف المحمول ببصمة الإصبع

قال تعالى: **بَلَىٰ قَادِرِينَ عَلَىٰ أَنْ نَسُويَ بَنَاتَهُ** ﴿ [سورة القيامة، الآية 4].

عند محاولة فك قفل الهاتف المحمول ببصمة إصبع غير تلك التي استخدم في تحديدها، فإن الهاتف سيظل مقفلا؛ إذ تختلف بصمات الأصابع في اليد الواحدة للشخص نفسه، بالرغم من وجود الجينات نفسها في الأصابع جميعها. وبالمثل، **تختلف بصمات الأصابع بين التوائم المتطابقة** التي تنتج من بويضة مخصبة واحدة ، بالرغم من احتوائها على المادة الوراثية نفسها. وتفسير ذلك أن الأجنة في الرحم **تتعرض لعوامل بيئية مختلفة** (مثل موقع الجنين في الرحم)؛ فتختلف الأصابع في ملاستها الغشاء الرهلي في أثناء تشكل بصماتها في المراحل المبكرة من الحمل، ثم تظل بعد ذلك ثابتة ومميزة طوال الحياة.

## مراجعة الدرس الثاني

١. الفكرة الرئيسية : أفسر : النسب الناتجة من توارث بعض الصفات الوراثية تختلف عن تلك التي توصل إليها مندل

٢. أوضح المقصود بالسيادة المشتركة.

٣. يمثل الشكل المجاور وراثة لون الحبوب في نبات القمح أدرس الشكل ، ثم أجب

عن الأسئلة الآتية :

أ- أتوقع : ما نمط الوراثة لهذه الصفة ؟

ب - أحلل البيانات: أي الطرز الشكلية أكثر احتمالاً للظهور بين أفراد الجيل الثاني ؟ أيها أقل احتمالاً للظهور بين أفراد الجيل الثاني ؟

ج - أستنتج: أدون ثلاثة طرز جينية متوقعة للطراز الشكلي المشار إليه بالرمز (س).

٤. تزوج شاب فصيلة دمه AB، وغير مصاب بمرض عمى الألوان بفتاة فصيلة دمها A، وغير مصابة بالمرض نفسه، وكانت فصيلة دم والدها O وكان مصاباً بهذا المرض .

أتوقع الطراز الجينية والطرز الشكلية لأبناء الشاب والفتاة

٥. يمثل الشكل المجاور سجل نسب لصفة سائدة، ومحمولة على كروموسوم جسي.

أستنتج الطرز الجينية للأفراد الذين يحملون الأرقام (1-4) باستخدام الرمز (a)

والرمز (A).

٦. أجرى باحث تلقيحاً بين حيوانين، الطراز الجيني لأحدهما هو ddaa والطراز الجيني

للآخر هو DdAa.

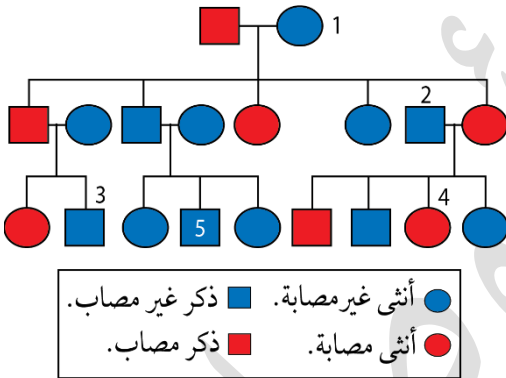
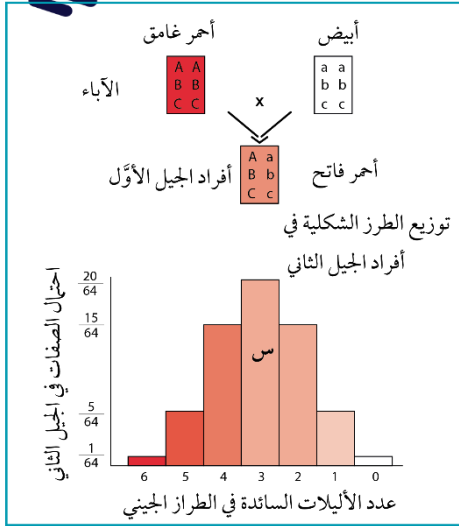
أستنتج الطرز الجينية للأفراد الناتجين، ونسبها المئوية، بافتراض أن الجين A والجين

D محمولين على الكروموسوم نفسه، وظهور تراكيب جينية جديدة ناتجة من

العبور في جاميتات أحد الأبوين 10%.

٧. أفسر سبب ظهور طرازين شكليين لدى فردين لها الطراز الجيني نفسه.

٨. أوضح دور إن دور إنزيم أروماتيز في تحديد جنس الزواحف .



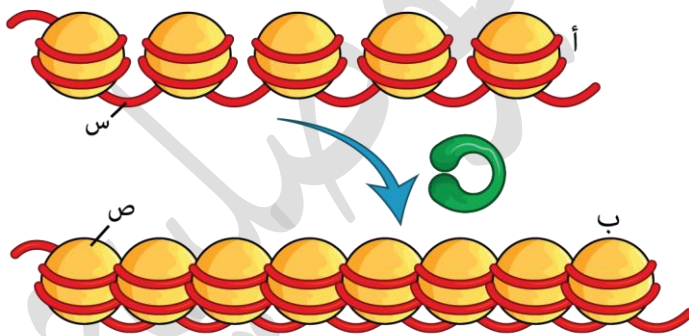


## مراجعة الدرس الثاني

9. أحسب القيم المجهولة في الجدول الآتي يمثل نسب الأفراد الناتجين من الارتباط ، ونسب ظهور التراكيب الجينية الجديدة، والمسافة بين الجينات . عند دراسة عدد من الصفات التي تحمل جيناتها على الكروموسوم نفسه، مبينا ترتيب الجينات على كروموسوم.

الجينان:	AB	AR	AH	DH	AD	BH	DT	BT	TR
نسبة التراكيب الجينية الجديدة:			15%	6%	9%		23%		26%
نسبة الأفراد الناتجين من الارتباط:	98%					87%		70%	
المسافة بين الجينين:		6 وحدات خريطة					23 وحدة خريطة		

10. يمثل الشكل المجاور تأثير الوراثة فوق الجينية في التعبير الجيني. أدرس الشكل، ثم أجب عن السؤالين الآتيين:



أ- أحدد التركيب الذي يمثله الرمز (س) والرمز (ص).

ب - أستنتج : في أي الخطوتين يكون الجين صامتا : (أ) أم (ب)، مبررا إجابتي؟





## مراجعة الدرس الثاني

- تختلف نسب الصفات الوراثية الناتجة من بعض عمليات التزاوج عن تلك التي توصل إليها مندل، ومن أسباب ذلك : عدد الجينات المسؤولة عن الصفة، وتأثير الأليلات بعضها في بعض، ونوع الكروموسومات التي تحمل جينات صفة معينة
- السيادة المشتركة : نمط من الوراثة يعبر فيه عن أليلين معا في حال كان الطراز الجيني غير متمثل الأليلات ، اذ يظهر تأثير كل منهما في الطراز الشكلي على نحو مستقل عن الآخر
- أ- الوراثة متعددة الجينات  
ب- الأكثر احتمالا اللون المتوسط ( أحمر فاتح ) ، الأقل احتمالا الأبيض و الأحمر الغامق  
ج-  $AAbbCC$  ,  $AabbCC$  ,  $AaBBcc$  ,  $AABbcc$  ,  $AaBbCc$

- |                            |   |                              |
|----------------------------|---|------------------------------|
| الشباب                     | X | الفتاة                       |
| AB غير مُصاب بالعمى اللوني | X | A و غير مُصابة بالعمى اللوني |
| $I^A I^B X^{BY}$           | X | $I^A i X^{BX^b}$             |

$iX^b$	$iX^B$	$I^A X^b$	$I^A X^B$	
$I^A i X^{BX^b}$ أنثى فصيلة دمها A غير مُصابة	$I^A i X^{BX^B}$ أنثى فصيلة دمها A غير مُصابة	$I^A I^A X^{BX^b}$ أنثى فصيلة دمها A غير مُصابة	$I^A I^A X^{BX^B}$ أنثى فصيلة دمها A غير مُصابة	$I^A X^B$
$I^A i X^{bY}$ ذكر فصيلة دمها A مُصاب	$I^A i X^{BY}$ ذكر فصيلة دمها A غير مُصاب	$I^A I^A X^{bY}$ ذكر فصيلة دمها A مُصاب	$I^A I^A X^{BY}$ ذكر فصيلة دمها A غير مُصاب	$I^A Y$
$I^B i X^{BX^b}$ أنثى فصيلة دمها B غير مُصابة	$I^B i X^{BX^B}$ أنثى فصيلة دمها B غير مُصابة	$I^A I^B X^{BX^b}$ أنثى فصيلة دمها AB غير مُصابة	$I^A I^B X^{BX^B}$ أنثى فصيلة دمها AB غير مُصابة	$I^B X^B$
$I^B i X^{bY}$ ذكر فصيلة دمها B مُصاب	$I^B i X^{bY}$ ذكر فصيلة دمها B غير مُصاب	$I^A I^B X^{bY}$ ذكر فصيلة دمها AB مُصاب	$I^A I^B X^{BY}$ ذكر فصيلة دمها AB غير مُصاب	$I^B Y$

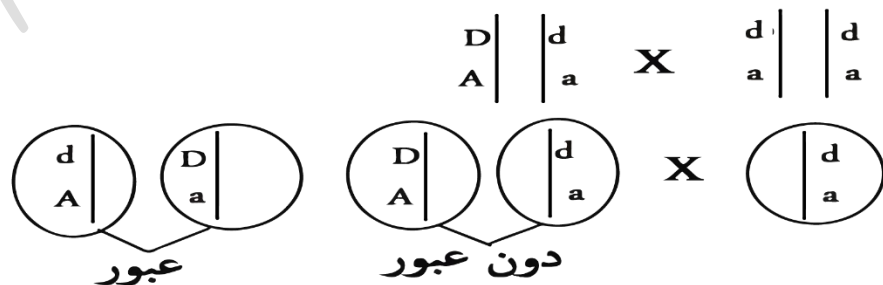
aa -4

Aa -3

Aa -2

Aa -1

.5



$\frac{d}{A} \mid \frac{d}{a}$  ,  $\frac{D}{a} \mid \frac{d}{a}$  ,  $\frac{D}{A} \mid \frac{d}{a}$  ,  $\frac{d}{a} \mid \frac{d}{a}$   
 5%      5%      45%      45%



## مراجعة الدرس الثاني

٨. أ. س : DNA ، ص : هستون

ب. لأن جزيء DNA مشدوداً حول بروتين هستون ، فيكون غير نسط لا يمكن نسخه

٧.

الجينان:	AB	AR	AH	DH	AD	BH	DT	BT	TR
نسبة التراكيب الجينية الجديدة:	2%	6%	15%	6%	9%	13%	23%	30%	26%
نسبة الأفراد الناتجين من الارتباط:	98%	94%	85%	94%	91%	87%	77%	70%	74%
المسافة بين الجينين: وحدة خريطة	2	6	15	6	9	13	23	30	26

A 2 B 4 R 3 D 6 H 17 T

١٠. عند وضع البيوض ، فإنها لا تتعرض لدرجة الحرارة نفسها بحسب موقعها فيتأثر نشاط الإنزيم مثل إنزيم أروماتيز الضرورية لتصنيع الهرمون الأنثوية والذكرية التي تردي دوراً في تمايز كل من المبيض والخصية

٩. بسبب العوامل فوق الجينية والتي يمكن أن تغير التعبير الجيني في الجين بتنشيطه ، فيكون جيناً مشيطاً ، أو بإقافه عن العمل ، فيكون جيناً صامتاً

## الطفرات و الاختلالات الوراثية

الدرس  
3

تصنّف الطفرات إلى نوعين ، هما: الطفرات الجينية، والطفرات الكروموسومية. وينتج من بعض الطفرات اختلالات وراثية.

الفكرة  
الرئيسية

ما المقصود بالطفرات ؟

تعرف الطفرة بأنها تغير في المادة الوراثية .

متى تحدث الطفرات ؟

2. في أثناء الإنقسام

1. تحدث تلقائيا في أثناء تضاعف DNA

تزيد فرصة حدوث الطفرات عند تعرض الكائن الحي للعوامل التالية :

العوامل الفيزيائية

الأشعة السينية X

الأشعة فوق البنفسجية UV

ثورت الطفرة في  
حال حدثت في  
الجاميتات ، أو في  
الخلايا التي تنتجها.

العوامل الكيميائية

سموم بعض الفطريات

التبغ

ما هي أنواع الطفرات ؟

طفرة كروموسومية

طفرة جينية

## الطفرات الجينية

1

## ما المقصود بالطفرة الجينية ؟

التغير في تسلسل النيوكليوتيدات في جين معين في جزيء DNA

## ما أنواع الطفرات الجينية ؟

طفرة الإستبدال

**استبدال** زوج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA، والاستعاضة عنه بزوج آخر؛ ما يؤدي إلى تغير تسلسل النيوكليوتيدات في كودون واحد فقط من جزيء DNA.

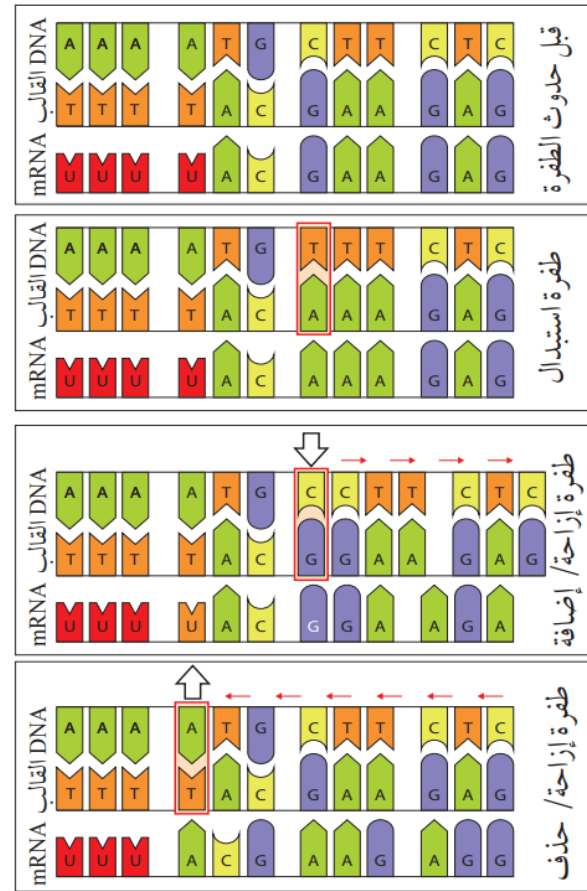
طفرة الإزاحة

**حذف** زوج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA، أو **إضافة** زوج أو أكثر منها إلى جزيء DNA؛ ما يؤدي إلى تغير تسلسل النيوكليوتيدات في كودون أو أكثر في جزيء DNA.

**أقرن** بين تسلسل النيوكليوتيدات في الكودونات التي تحمل الرقم (3) والكودونات التي تحمل الرقم (4) في سلسلة DNA الأصلية مع تسلسلها في سلاسل DNA بعد حدوث طفرات الاستبدال والإزاحة.

## الشكل (27): الطفرات الجينية.

كودون (4) كودون (3) كودون (2) كودون (1)



فكر

حدثت طفرة في خلايا الأمعاء تسببت في إصابة شخص ما بمرض. أفسر سبب عدم إصابة ابن هذا الشخص بالمرض نفسه.

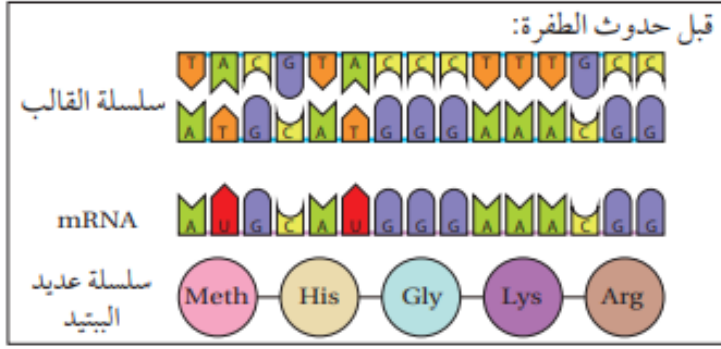
خلايا الأمعاء خلايا جسمية ، حدثت الطفرة في خلية جسمية ، و الطفرة في الخلايا الجسمية لا تورث ، و تورث الطفرات في حال حدثت في الجاميتات أو الخلايا التي تنتجها



## تأثير الطفرات الجينية في سلسلة عديد الببتيد

## طفرة الاستبدال

الشكل (28): طفرة الاستبدال.



تصنّف طفرة الاستبدال بحسب تأثيرها في سلسلة عديد الببتيد الناتجة إلى **ثلاثة أنواع** أنظر الشكل (28).

## الطفرة الصامتة

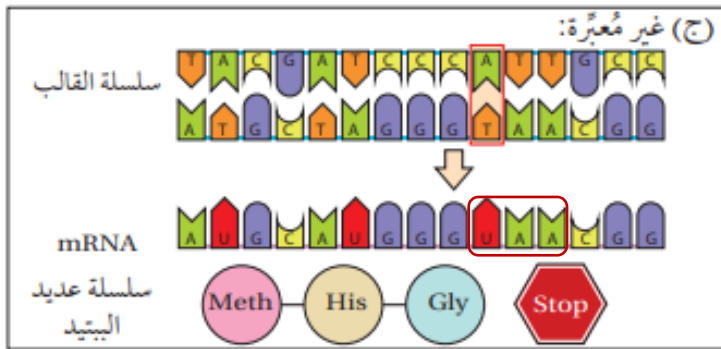
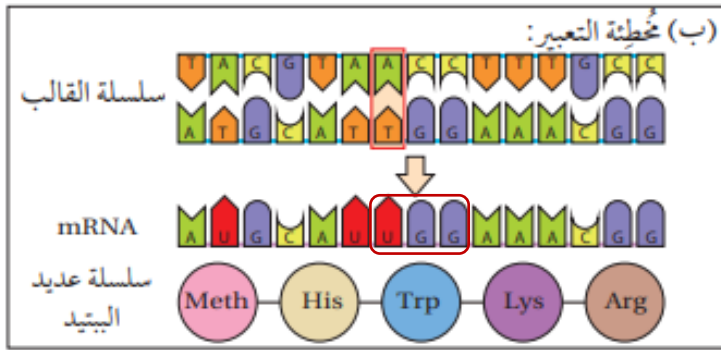
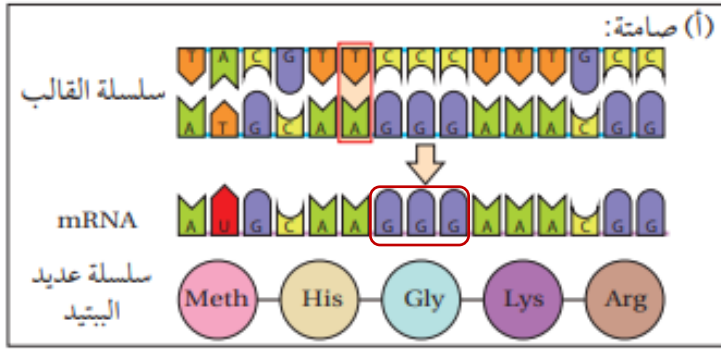
ينتج من استبدال زوج بزواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA تغير كودون في جزيء mRNA، **يترجم إلى الحمض الأميني نفسه**. ولأن الحمض الأميني قد يشفر بأكثر من كودون؛ فإن هذه الطفرة **لا تؤثر في تسلسل الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة**، أنظر الشكل (28/ أ).

## الطفرة مخطئة التعبير

ينتج من استبدال زوج بزواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA تغير كودون في جزيء mRNA، **يترجم إلى حمض أميني جديد؛ ما يؤدي إلى تغير تسلسل الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة**، أنظر الشكل (28/ ب).

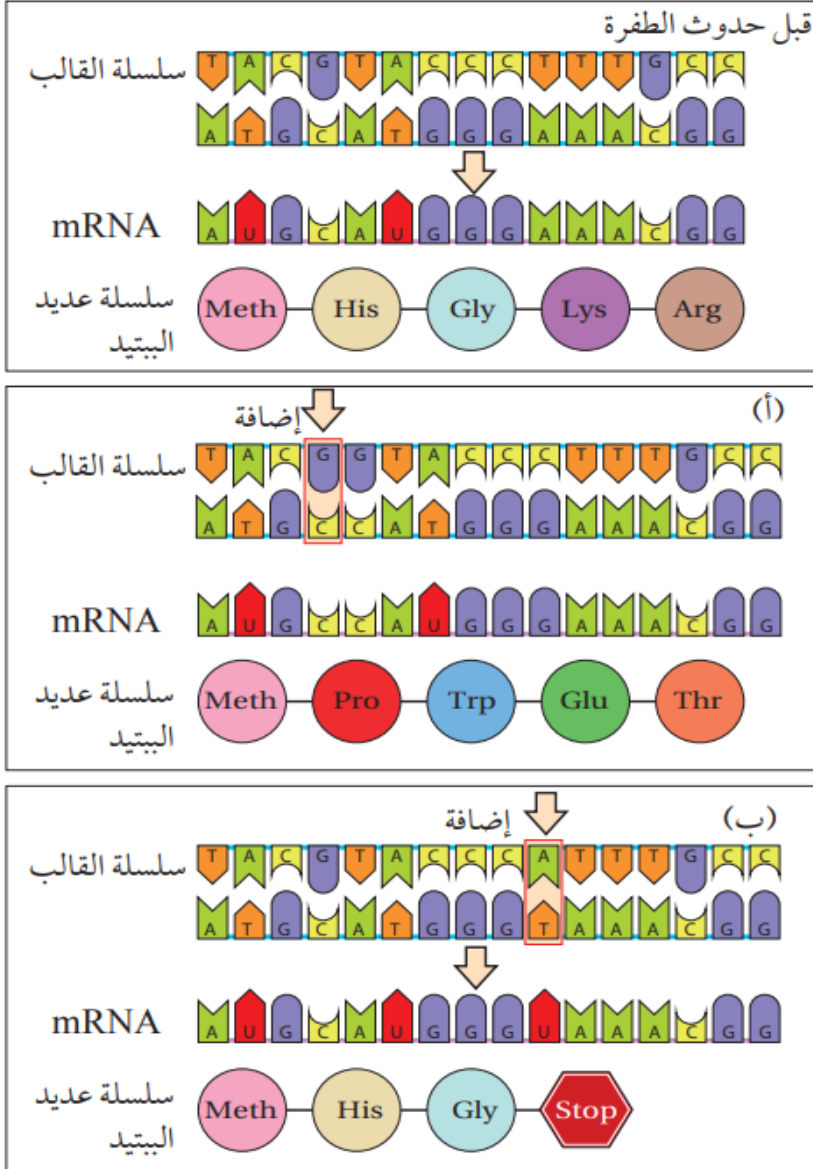
## الطفرة الغير المعبرة

ينتج من استبدال زوج بزواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA تغير الكودون في جزيء mRNA **إلى كودون وقف الترجمة؛ فتنتج سلسلة عديد ببتيد غير مكتملة**، أنظر الشكل (28/ ج).



## طفرة الإزاحة

## الشكل (29) طفرة الإزاحة



فكر

أيها يحتمل أن يكون أكثر تأثيراً: حذف كودون أم حذف زوج

من النيوكليوتيدات؟؟ أبرر إجابتي.

حذف نيوكليوتيد أكثر تأثيراً فقد ينتج كودون وقف الترجمة فتنتج

سلسلة عديد ببتيد غير مكتملة، أو يتغير تسلسل جميع الكودونات

التي تلي مكان حدوث طفرة الإزاحة : مما يؤدي إلى إنتاج سلسلة

عديد ببتيد تحوي تسلسلاً من الحموض الأمينية يختلف في

السلسلة الأصلية المراد بناؤها، في حين يؤدي حذف كودون إلى

حذف حمض أميني واحد فقط من سلسلة عديد الببتيد

## ماذا يحدث نتيجة طفرة الإزاحة ؟



يتغير تسلسل جميع الكودونات التي تلي مكان

حدوث طفرة الإزاحة ؛ ما يؤدي إلى :

١. إنتاج سلسلة عديد ببتيد تحوي تسلسلاً من

الحموض الأمينية يختلف في السلسلة الأصلية

التي يراد بناؤها ، أنظر الشكل (29/ أ)

٢. وقد ينتج كودون وقف الترجمة ؛ فتنتج سلسلة

عديد ببتيد غير مكتملة، أنظر الشكل (29/ ب)

## أقرن بين سلسلة عديد الببتيد الناتجة بعد

حدوث الطفرة وسلسلة عديد الببتيد التي يراد

بناها

بعد حدوث الطفرة كما في الشكل ( ب )

Meth-His-Gly

أو كما في الشكل ( أ )

Meth-Pro-Trp-Glu-Thr

قبل حدوث الطفرة ( المراد بناؤها )

Meth-His-Gly-Lys-Arg

إنتاج سلسلة عديد ببتيد تحوي تسلسلاً من الحموض الأمينية

يختلف في السلسلة الأصلية المراد بناؤها كما في الشكل ( أ ) ، أو

تنتج سلسلة عديد ببتيد غير مكتملة كما في الشكل ( ب )

## طفرة الكروموسومية

2

ما المقصود طفرة الكروموسومية ؟ تغير في عدد الكروموسومات ، أو تركيبها في الخلية

## التغير في عدد الكروموسومات

درست سابقا أن الجاميتات أحادية المجموعة الكروموسومية ( $n$ ) تنتج من انقسام منصف لخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ ) ، وأن الخلايا الناتجة من الانقسام المتساوي لخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية، ولكن قد تحدث طفرات تؤدي إلى اختلاف عدد الكروموسومات عن مضاعفات المجموعة الكروموسومية الواحدة. Aneuploidy أو تعدد المجموعة الكروموسومية Polyploidy.

## ما سبب حدوث تغير في عدد الكروموسومات ؟

1. مضاعفات المجموعة الكروموسومية الواحدة 2. تعدد المجموعة الكروموسومية

اختلاف عدد الكروموسومات عن مضاعفات المجموعة الكروموسومية الواحدة

## مثال

يكون عدد الكروموسومات في خلية جسمية للإنسان 47 كروموسوما عوضا عن 46 كروموسوما

## كيف يحدث ذلك ؟

1

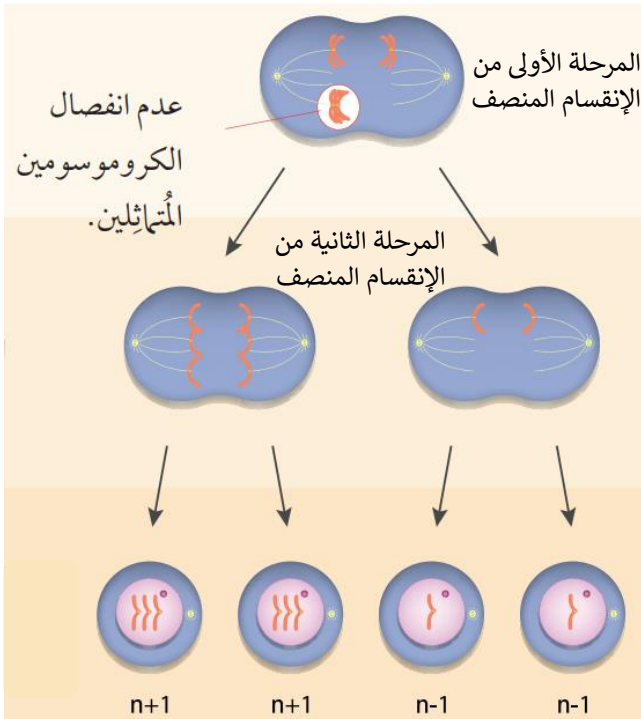
## عدم انفصال أحد أزواج الكروموسومات المتماثلة في

أثناء **المرحلة الأولى** من الانقسام المنصف، ويؤدي عدم حدوث انفصال للكروموسومين المتماثلين في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف إلى إنتاج جاميتات لا تحتوي جميعها على العدد الطبيعي من الكروموسومات؛ إذ يكون عدد الكروموسومات في الجاميتات **أكثر من العدد الطبيعي ( $n+1$ )**، أو **أقل منه ( $n-1$ )**. ونتيجة لعدم الانفصال، فإن بعض الجاميتات الناتجة تحوي نسختين من الكروموسوم نفسه، في حين يفتقر بعضها الآخر إلى وجود هذا الكروموسوم

**ملاحظة :** جميع الجاميتات الناتجة غير طبيعية

50% جاميتات ( $n+1$ )

50% جاميتات ( $n-1$ )





2

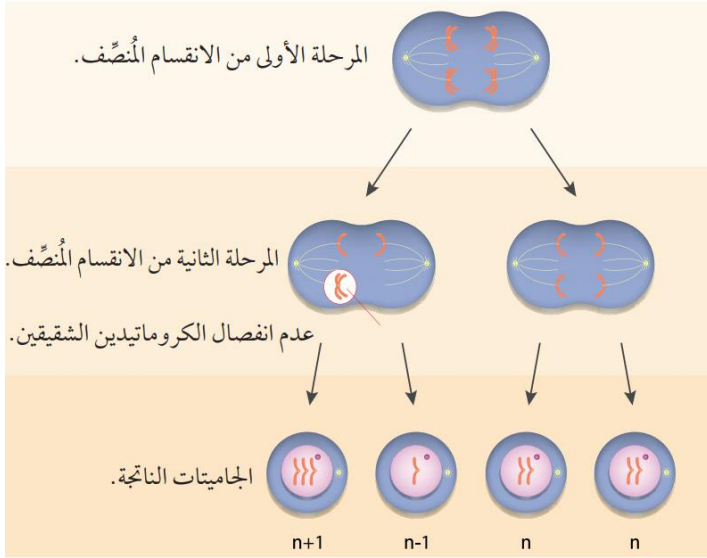
يحدث **عدم انفصال كروماتيدين شقيقين** في أحد

الكروموسومات ضمن إحدى الخلايا الناتجة من المرحلة

الأولى في أثناء **المرحلة الثانية** من الانقسام المنصف؛ مايؤدي إلى إنتاج جاميتات تحوي العدد **الطبيعي من****الكروموسومات (n)**، وجاميتات عدد الكروموسومات فيها**أكثر من العدد الطبيعي للكروموسومات (n+1)**،وجاميتات آخر عدد الكروموسومات فيها **أقل العدد****الطبيعي للكروموسومات (n-1)****ملاحظة :** ينتج من هذه الحالة 3 أنواع من الجاميتات

50% جاميتات ( n ) / 25% جاميتات ( n-1 )

25% جاميتات ( n+1 )



إذا خصب الجاميت غير الطبيعي الناتج في الشكل مع آخر طبيعي نتجت بويضة مخصبة تحوي عددا أكثر من العدد الطبيعي للكروموسومات (2n+1)، أو عددا أقل من عددها الطبيعي (2n-1)، علما بأن العدد الطبيعي يساوي (2n).

### أقيم في أي من المرحلتين يعد حدوث عدم الانفصال أكثر خطورة؟ أبرر إجابتك.

يعد حدوث عدم انفصال أكثر خطورة عندما يحدث في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف، إذ يؤدي إلى إنتاج جاميتات لا تحتوي جميعها على العدد الطبيعي من الكروموسومات، إذ يكون عدد الكروموسومات في الجاميتات أكثر من العدد الطبيعي (n+1) أو أقل (n-1) في حين يؤدي عدم انفصال الكروماتيدين الشقيقين في أحد الكروموسومات ضمن إحدى الخلايا الناتجة من المرحلة الأولى في أثناء المرحلة الثانية من الانقسام المنصف إلى إنتاج جاميتات تحوي العدد الطبيعي من الكروموسومات (n) وجاميتات عدد الكروموسومات فيها أكثر من العدد الطبيعي (n+1)، وجاميتات أخرى عدد كروموسوماتها أقل من العدد الطبيعي للكروموسومات (n-1).

### أتحقق✓

أوضح نتيجة عدم انفصال كروموسومان متماثلان أثناء

المرحلة الأولى من الانقسام المنصف في الجاميتات الناتجة.

يؤدي عدم حدوث انفصال للكروموسومين المتماثلين في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف إلى إنتاج جاميتات لا تحوي جميعها على العدد الطبيعي من الكروموسومات، إذ يكون عدد الكروموسومات في الجاميتات أكثر من العدد الطبيعي (n+1)، أو أقل (n-1) ونتيجة لعدم الانفصال، فإن بعض الجاميتات الناتجة تحوي نسختين من الكروموسوم نفسه، في حين يفتقر بعضها الآخر وجود هذا الكروموسوم



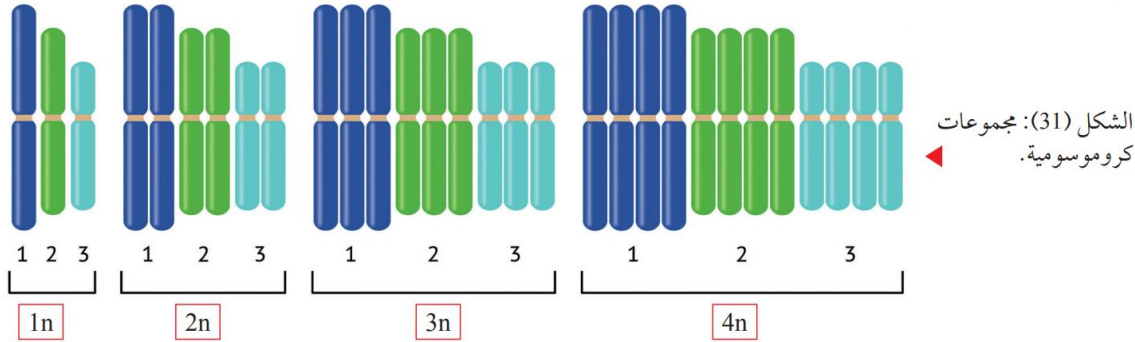
أتوقع عدد الكروموسومات في كل جاميت من الجاميتات الناتجة على افتراض عدم انفصال زوجين من الكروموسومات المتماثلة أثناء الانقسام المنصف.

يكون عدد الكروموسومات في الجاميتات أكثر من العدد الطبيعي (n+2) أو أقل من العدد الطبيعي (n-2)



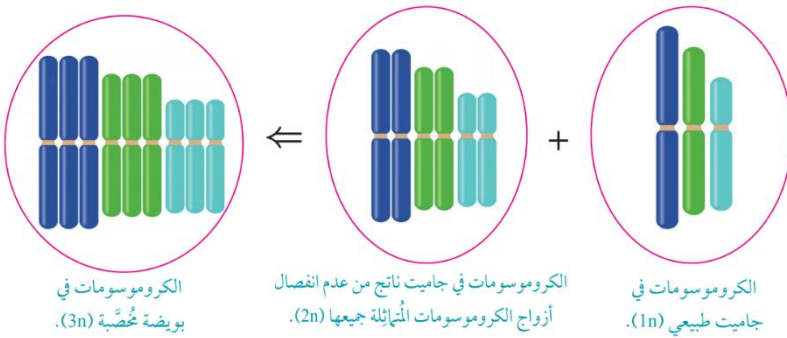
## تعدد المجموعة الكروموسومية

تحتوي بعض الكائنات الحية على أكثر من مجموعتين من الكروموسومات في خلاياها الجسمية، في ما يعرف بتعدد المجموعة الكروموسومية Polyploidy ، كأن تكون الخلايا ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) ، أو رباعية المجموعة الكروموسومية (4n) ، أنظر الشكل (31).



## كيف تنتج الخلايا ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) ؟

الشكل (32): إنتاج بويضة مُحَصَّبة ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n).



تنتج الخلية ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) عند إخصاب جاميت ثنائي المجموعة الكروموسومية (2n) ناتج من عدم انفصال أزواج الكروموسومات المتماثلة جميعها مع جاميت آخر طبيعي أحادي المجموعة الكروموسومية ؛ فتنتج بويضة مخصبة ثلاثية المجموعة الكروموسومية ، أنظر الشكل (32).

تظهر حالة تعدد المجموعة الكروموسومية في النباتات أكثر منها في

الحيوانات، وقد تظهر بسبب عدم انقسام السيتوبلازم في البويضة المخصبة

بعد تضاعف كروموسوماتها؛ فتنتج خلية رباعية المجموعة الكروموسومية،

ثم تدخل هذه الخلية في انقسامات متساوية متتالية ؛ فينتج جنين خلاياه

متعددة المجموعة الكروموسومية، أنظر الشكل (33) الذي يبين نبات

الكركيه الصيني Hibiscus Rosa متعدد المجموعة الكروموسومية.

## أتحقق ✓

أفسر سبب وجود بويضة مخصبة ثلاثية المجموعة الكروموسومية.

تنتج الخلية ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) عند إخصاب

جاميت ثنائي المجموعة الكروموسومية (2n) ناتج من عدم

انفصال أزواج الكروموسومات المتماثلة جميعها مع جاميت آخر

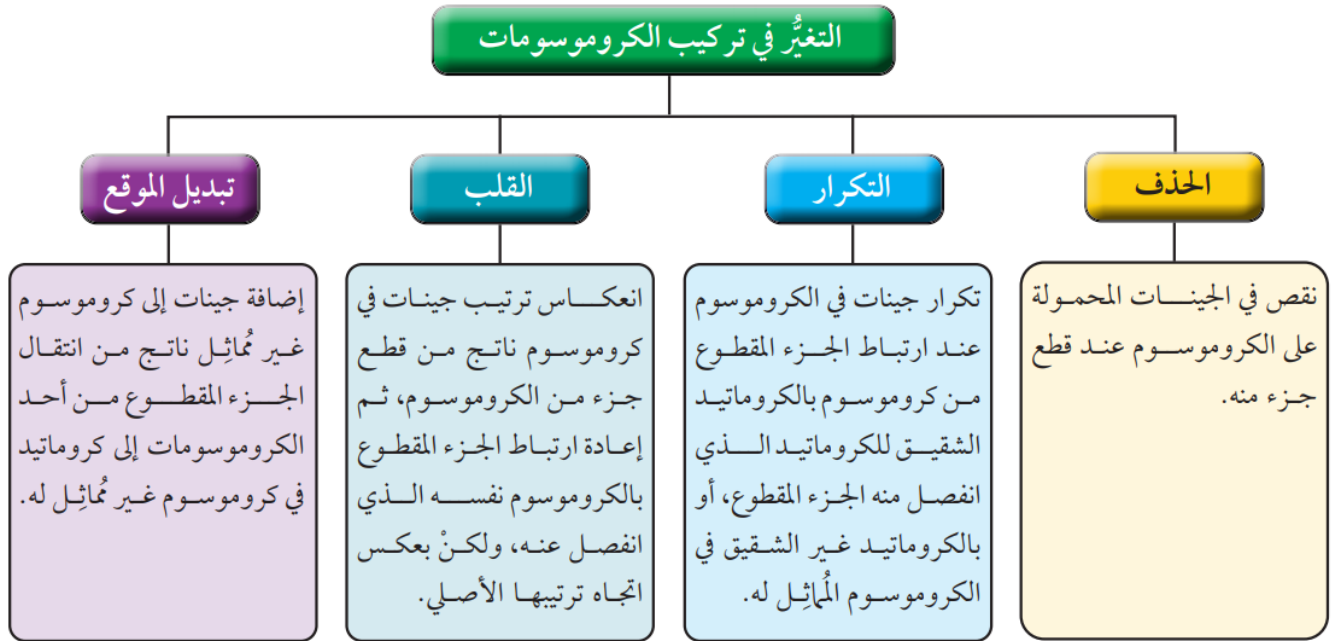
طبيعي أحادي المجموعة الكروموسومية (1n)

## التغير في تركيب الكروموسومات

يحدث في أثناء الانقسام المنصف أحيانا قطع جزء من أحد الكروموسومات ؛ ما يسبب حدوث طفرات تغير في تركيب الكروموسوم

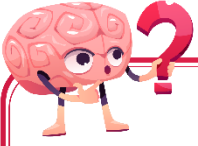
إما **بالحذف** Deletion وإما **بالتكرار** Duplication، وإما **بالقلب** Inversion، وإما **بتبديل الموقع** Translocation

الشكل (34): طفرات تُغيّر في تركيب الكروموسوم.



لتعرّف التغير في تركيب الكروموسوم بعد حدوث الطفرة، أنظر الشكل (35).





أفسر قد تكون طفرة الحذف مميتة لدى الذكر عند حدوثها

في الكروموسوم X

لان الكروموسوم X يحمل العديد من الجينات التي ليست لها ما يقابلها على الكروموسوم Y ، وعدد الجينات التي يحملها الكروموسوم X أكثر من الجينات التي يحملها الكروموسوم Y

✓ أتتحقق

ما أنواع الطفرات التي تؤدي إلى تغير في تركيب

الكروموسوم ؟

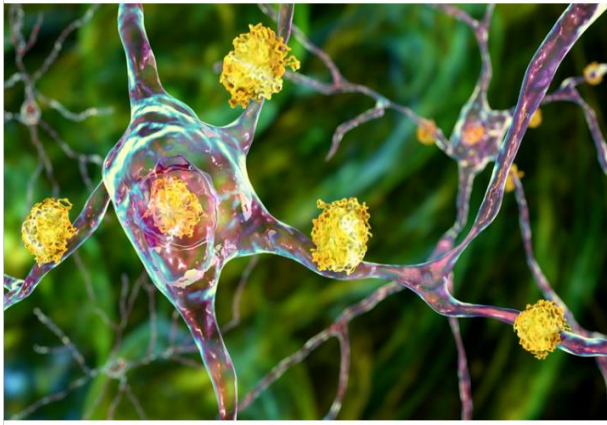
1. الحذف
2. التكرار
3. القلب
4. تبديل الموقع

اختلالات ناتجة من الطفرات

3

اختلالات ناتجة من الطفرات الجينية

الشكل ( 36 ) : بروتين هنتنغتون في الخلايا العصبية

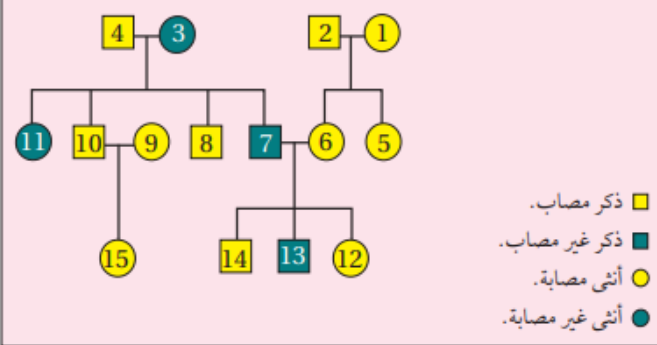


1 مرض هنتنغتون Huntington's Disease

مرض ينتج من طفرة في **الجين HTT** تؤدي إلى تكوين بروتين يسمى **بروتين هنتنغتون** الذي يتراكم في الخلايا العصبية، أنظر الشكل (36)، ويؤثر في وظائفها، وتتمثل بعض أعراضه في اضطرابات في الحركة ، وضعف في الذاكرة.

لا تظهر الأعراض على الشخص في أوقات مبكرة من حياته، وإنما تبدأ بالظهور في **سن الثلاثينيات** أو **الأربعينيات**، ويحمل الأليل **السائد** المسبب للمرض على الزوج الكروموسومي **رقم (4)**، وبذلك يكون الطراز الجيني للفرد المصاب متماثل الأليلات (HH)، أو غير متماثل الأليلات (Hh)، في حين يكون الطراز الجيني للفرد غير المصاب متماثل الأليلات (hh)، أنظر الشكل (37).

الشكل ( 37 ) : سجل نسب لتوارث مرض هنتنغتون





أكتب الطرز الجينية لجميع الأفراد الوارد ذكرهم في سجل النسب السابق الشكل ( 37 )

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
HH	Hh	hh	Hh	hh	Hh	HH	Hh	hh	Hh	HH	Hh	hh	HH	HH
أو						أو				أو			أو	أو
Hh						Hh				Hh			Hh	Hh



أفسر : يمكن لشاب لا تظهر عليه أعراض مرض

هنتنغتون إنجاب ذكور مصابين بهذا المرض

لا تظهر الأعراض على الشخص في أوقات مبكرة من حياته ، وإنما تبدأ بالظهور في سن الثلاثينات أو الأربعينات ، فيمكن أن يرزق بأطفال قبل وصله هذا السن وظهور الأعراض عليه

## التليف الكيسي Cystic Fibrosis

2

ينتج هذا المرض من طفرة في **الجين CFTR** المحمول على الزوج الكروموسومي **رقم (7)**، ويكون الفرد **المصاب متمائل الأليلات** ، وطرازه الجيني هو CC، في حين يكون الفرد غير المصاب متمائل الأليلات (CC)، أو غير متمائل الأليلات (Cc).

وقد درست سابقاً أن المخاط الكثيف يتراكم في بعض أجزاء جسم الفرد المصاب بمرض التليف الكيسي، مثل: **الرئتين، البنكرياس، والقناة الهضمية**. وهذا التراكم يؤدي إلى ظهور أعراض عدة، منها: **التهابات في الرئة، وسوء امتصاص المواد من الأمعاء الدقيقة إلى الدم**.

## أنصح

أذكر مثلاً على اختلال وراثي ينتج من أليل سائد ومثلاً

آخر على اختلال وراثي ينتج من اجتماع أليلين

متنحيين.

اختلال وراثي ينتج من أليل سائد : مرض هنتنغتون

اختلال وراثي ينتج من اجتماع أليلين متنحيين : التليف الكيسي



التليف الكيسي	هنتنغتون	
CFTR	HTT	الجين الذي تحدث فيه الطفرة
متنحي	سائد	الأليل المسؤول عن المرض
7	4	الزوج الكروموسومي
46	46	عدد الكروموسومات الكلي
44	44	عدد الكروموسومات الجسمية
2	2	عدد الكروموسومات الجنسي
aa	HH او Hh	الطراز الجيني للإصابة بالمرض



## اختلالات ناتجة من تغير عدد الكروموسومات

## 1 متلازمة داون Down syndrome

1

ما هي الأعراض التي تظهر على شخص يعاني متلازمة داون ؟

يكون للذكر أو الأنثى ذوي متلازمة داون

١. ملامح وجه مميزة مثل : الوجه المسطح

٢. وقد يعاني مشكلات في القلب والجهاز الهضمي.

ما سبب حدوث متلازمة داون ؟

زيادة كروموسوم على الزوج الكروموسومي الجسمي رقم ( 21 ) ليصبح عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية عند الذكور أو الإناث :

الكروموسومات الجنسية : 2

الكروموسومات الجسمية : 45

الكروموسومات الكلي : 47

كيف تحدث متلازمة داون ؟

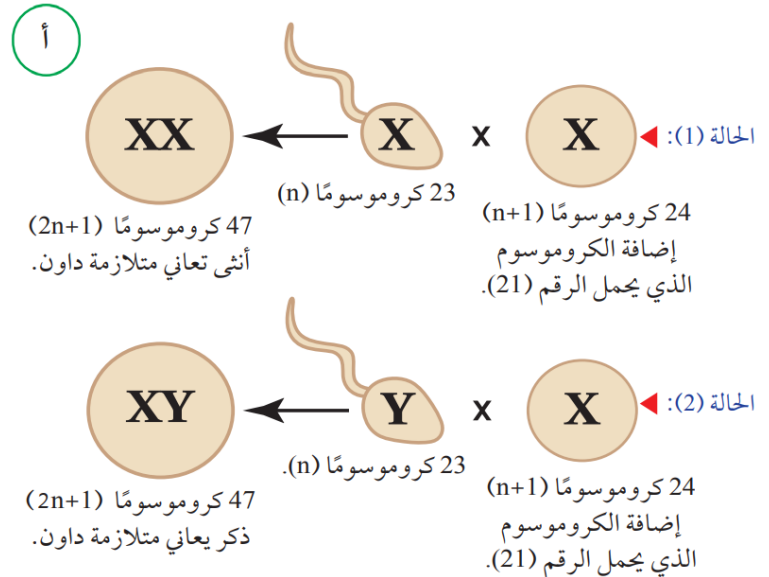
تحدث نتيجة عدم انفصال زوج الكروموسومات الجسمية الذي يحمل الرقم (21) عند الأنثى أو الذكر ؛ فينتج جاميت يحوي كروموسوما جسمية إضافية ، ويكون عدد الكروموسومات فيه  $(n+1)$ . وعند إخصابه مع جاميت طبيعي عدد الكروموسومات فيه  $n$  ؛ فنتج بويضة مخصبة تحوي كروموسوما جسمية إضافية عدد الكروموسومات فيها  $(n+1)$

**أنتج :** أي الجاميتات نتج من عدم انفصال الكروموسومين الجنسيين في الحالة ( 1 ) و الحالة ( 2 )  
الجاميتات التي تنتج من عدم انفصال الكروموسومين الجنسيين في الحالة ( 1 ) الجاميتات الأنثوية : البويضة  
و الحالة ( 2 ) الجاميت الأنثوي : البويضة

عدد الكروموسومات الكلي : 47

عدد الكروموسومات الجسمية : 45

عدد الكروموسومات الجنسية : 2



## متلازمة تيرنر Turner Syndrome

2

ما هي الأعراض التي تظهر على شخص يعاني متلازمة تيرنر ؟  
تكون الأنثى المصابة بهذه المتلازمة :

1. قصيرة القامة
2. وعقيمة في أغلب الأحيان
3. وتعاني اضطرابات في القلب والأوعية الدموية
4. وضعفا في السمع

ما سبب حدوث متلازمة تيرنر ؟

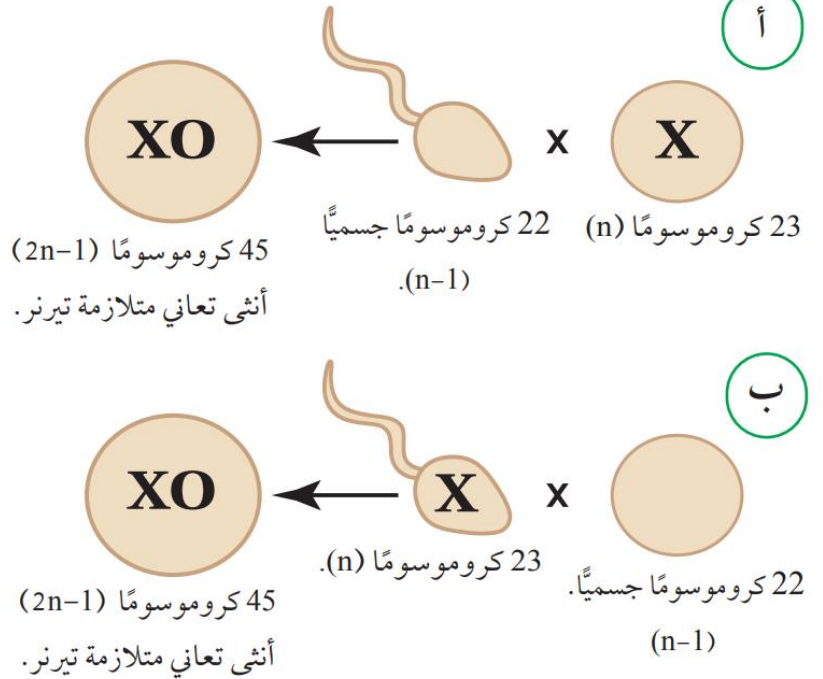
تحدث هذه المتلازمة بسبب عدم انفصال زوج الكروموسومات الجنسية عند الذكر أو الأنثى ؛ فينتج جاميت يحوي  $(n-1)$ . وعند إخصابه مع جاميت طبيعي  $(n)$  ، تنتج بويضة مخصبة  $(2n-1)$  ، طرازها الكروموسومي الجنسي هو XO .

كيف تحدث متلازمة تيرنر ؟

الشكل (39): حالتا إخصاب نتج من كل منها أنثى تعاني من متلازمة تيرنر.

**أستنتج :** أي الجاميتات نتجت من عدم انفصال الكروموسومان الجنسيان في الحالة (أ) والحالة (ب)؟

الجاميتات التي تنتج من عدم انفصال الكروموسومين الجنسيين في الحالة ( 1 )  
الجاميت الذكري : الحيوان المنوي و  
الحالة ( 2 ) الجاميت الأنثوي : البويضة



عدد الكروموسومات الكلي : 45  
عدد الكروموسومات الجسمية : 44  
عدد الكروموسومات الجنسية : 1

## متلازمة كلاينفلتر Klinefelter Syndrome

3

ما هي الأعراض التي تظهر على شخص يعاني متلازمة كلاينفلتر ؟

1. الصعوبات في التعلم  
2. وصغر حجم الخصية.

ما سبب حدوث متلازمة كلاينفلتر ؟

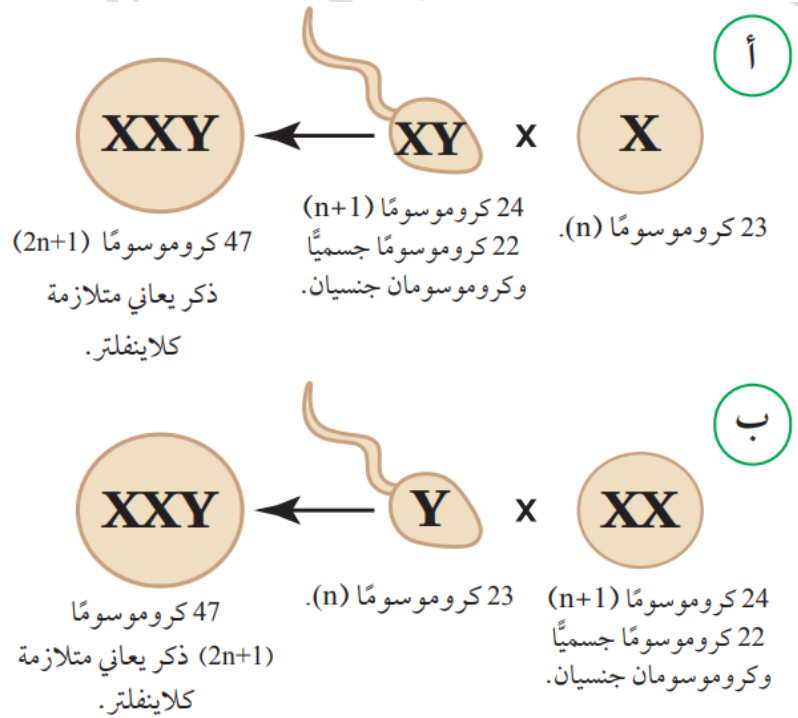
تحدث هذه المتلازمة بسبب عدم انفصال زوج الكروموسومات الجنسية عند الذكر أو الأنثى؛ فينتج جاميت يحوي (n+1). وعند إخصابه مع جاميت طبيعي (n)، تنتج بويضة مخصبة (2n+1)

كيف تحدث متلازمة كلاينفلتر ؟

الشكل (40) : حالتا إخصاب نتج من كل منها ذكر يعاني من متلازمة كلاينفلتر.

**أستنتج :** أي الحالتين تدل على عدم انفصال الكروموسومان الجنسيان في أثناء تكوين الجاميتات الذكرية؟ أبرر إجابتي.

الحالة التي تدل على عدم انفصال الكروموسومين الجنسيين في أثناء تكوين الجاميتات الذكرية هي ( أ ) ، لان الجاميت الذكري ( الحيوان المنوي ) يحتوي كروموسومين جنسيين ، الكروموسوم ( X ) و الكروموسوم ( Y ) في حين يجب أن يحتوي الجاميت الذكري على أحد الكروموسومين الجنسيين ( X ) أو ( Y ) فقط وليس على كليهما



عدد الكروموسومات الكلي : 47

عدد الكروموسومات الجسمية : 44

عدد الكروموسومات الجنسية : 3

## الربط المجمع

## أحاول أن أكون فاعلاً

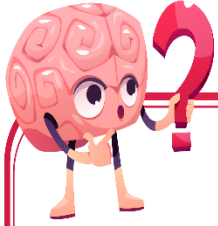
يتباين الأفراد الذين يعانون من متلازمة داون في قدراتهم العقلية، ويحفز الدعم المعنوي لهم من العائلة والمجتمع والمتخصصين في تدريب هذه الفئة على مشاركتهم في أنشطة عديدة، وإكسابهم مهارات متنوعة

تعددهم لدخول سوق العمل ؛ كل بحسب قدراته وإمكاناته ؛ إذ يسهم التدريب في صقل شخصياتهم، ومنحهم فرصة الاندماج في المجتمع، وتوفير دخل مادي لهم؛ ما يساعدهم على تحقيق الذات ، والاعتماد على النفس.

## الربط الصحة

## فحص ما قبل الزواج

اهتمت وزارة الصحة الأردنية ببرامج الوقاية من الأمراض الوراثية، مثل البرنامج الإلزامي لفحص ما قبل الزواج ؛ **للكشف عن مرض الثلاسيميا** ( فقر دم حوض البحر الأبيض المتوسط) ؛ وهو فقر دم وراثي ناتج من **طفرة جينية** تؤدي إلى تكسر خلايا الدم الحمراء. وقد أصبح هذا الفحص **إلزامياً لكل المقبلين على الزواج**، بدءاً من عام 2004م ؛ ما أسهم في خفض أعداد المواليد المصابين بهذا المرض.



من الاختلالات الوراثية في عدد الكروموسومات الجنسية، وجود أنثى ثلاثية الكروموسوم الجنسي (X) وطرارها الكروموسومي الجنسي هو (XXX)،

أتوقع : أي حالات الإخصاب الآتية قد ينتج منها ولادة أنثى ثلاثية الكروموسوم الجنسي (X)؟

- ١- (حيوان منوي) 24 كروموسوماً جسيماً + كروموسوم جنسي (X) وبويضة (22 كروموسوماً جسيماً + كروموسومين جنسيين (XX) .
- ٢- (حيوان منوي) 22 كروموسوماً جسيماً + كروموسوم جنسي (X) وبويضة (22 كروموسوماً جسيماً + كروموسومين جنسيين (XX) .

إذا أصيب أحد الأفراد بمتلازمة كلاينفلتر ومتلازمة داون، فأتوقع طرازه الكروموسومي الجنسي، وعدد كروموسوماته الجسمية

شخص مصاب بمتلازمة كلاينفلتر و متلازمة داون :

الطراز الكروموسومي الجنسي : XXY

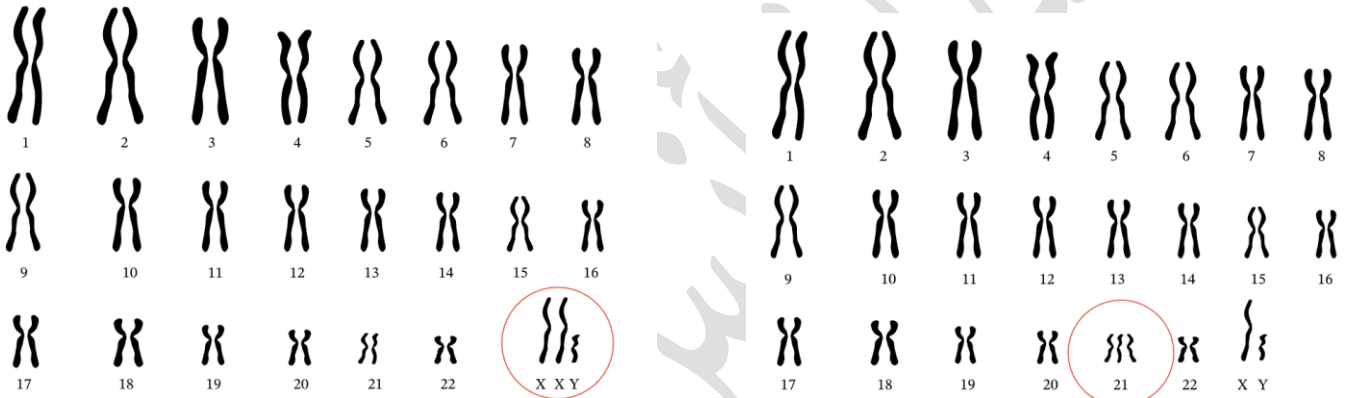
عدد كروموسوماته الجسمية : 45



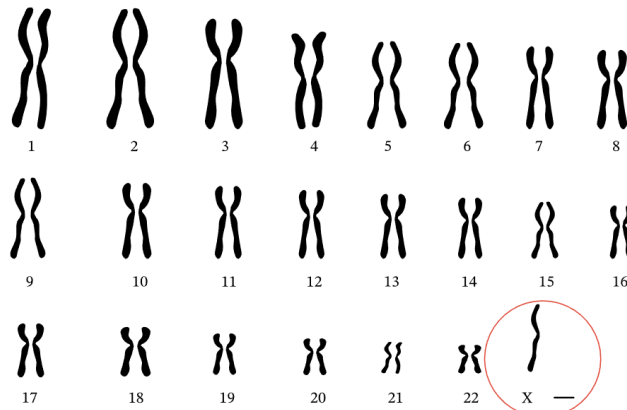
## جدول مهم

متلازمة كلاينفلتر	متلازمة تيرنر	متلازمة داون	
الزوج رقم ( 23 )	الزوج رقم ( 23 )	الزوج رقم ( 21 )	موقع حدوث الاختلال
XXY	XO	XY أو XX	الطراز الكروموسومي الجنسي
47	45	47	عدد الكروموسومات الكلي
44	44	45	عدد الكروموسومات الجسدي
3	1	2	عدد الكروموسومات الجنسي

## مخططات مهمه



## متلازمة كلاينفلتر



## متلازمة داون

## متلازمة تيرنر

## سؤال وزاري

1 كم نوع من الجاميتات ينتج عند انفصال الكروماتيدات الشقيقة في أثناء المرحلة الثانية من الانقسام المنصف

- أ) 1      ب) 2      ج) 3      د) 4

2 عدد الكروموسومات في حيوان منوي لذكر إنسان مصاب بالتليف الكيسي :

- أ) 45      ب) 46      ج) 23      د) 24

3 أي الفحوصات الآتية إلزامية للمقبلين على الزواج في الأردن

- أ) الناعور      ب) التليف الكيسي      ج) الثلاسيميا      د) هينغتون

4 ما اسم الختلال الوراثي الذي يسبب تراكم مخاط كثيف في القناة الهضمية و التنفسية

- أ) الثلاسيميا      ب) التليف الكيسي      ج) نزف الدم      د) داون

5 من الاختلالات التي تنشأ عن طفرة كروموسومية نتيجة عدم انفصال الكروموسومات الجنسية

- أ) الأنيميا المنجلية      ب) عمى الألوان      ج) متلازمة داون      د) متلازمة تيرنر

6 جميع الطفرات الآتية تنتج من الطفرة الموضعية ما عدا :

- أ) الصامتة      ب) مخطئة التعبير      ج) الإزاحة      د) غير المعبرة

7 الطراز الكروموسومي الجنسي لمصاب بمتلازمة كلاينفلتر ، وعدد الكروموسومات الكلي في إحد خلاياه الجسمية على الترتيب

- أ) XO ، 45      ب) XXY ، 45      ج) XXY ، 47      د) XO ، 47

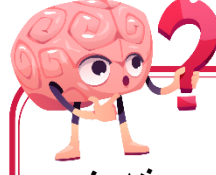
8 ما اسم الطفرة التي نتجت من تغير كودون الى كودون آخر ترجم الى حمض أميني جديد يختلف عن الحمض الأميني للكودون الأصلي ؟

- أ) غير معبرة      ب) مخطئة التعبير      ج) إزاحة      د) القلب



تزوج شاب غير مصاب بمرض نَزف الدم من فتاه غير مصابة بمرض نَزف الدم ، فأنجبوا طفلة مصابة نَزف الدم ، إذا علمت أن الأليل الاصابة بمرض نَزف الدم ( a ) و الأليل عدم الإصابة ( A ) و المطلوب :

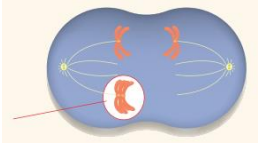
أكتب الطراز الجيني لكل من الشاب و الفتاه و الطفلة



تزوج شاب غير مصاب بمرض العمى الألوان من فتاه غير مصابة بعمى الألوان مصابة بمتلازمة تيرنرفما احتمال انجاب طفلة ( انثى ) غير مصابة بمرض بمرض العمى الألوان ؟



يمثل الشكل المجاور عدم انفصال الكروموسومات المتماثلة،



ادرس الكل ثم اجب عما يلي :  
١. في أي مرحلة من مراحل الانقسام المنصف حدثت هذه الطفرة ؟

٢. ما ناتج هذه الطفرة

٣. إذا علمت أن عدد الكروموسومات الكلي في هذه الكلية 8 كروموسومات فما احتمال ظهور جاميتات تحمل 3 كروموسومات فقط



تعرض شاب لطفرة عدم انفصال الكروموسومات الجنسية فانتج نوعين من الجاميتات الأول يحتوي على 22 كروموسوم و الثاني يحتوي على 24 كروموسوم و المطلوب اكتب اسم الطفرة الناتجة و الطراز الجيني في كل مما يلي :

١. إذا لقح الحيوان المنوي الأول بويضة طبيعية

٢. إذا لقح الحيوان المنوي الثاني بويضة طبيعية



## الكشف عن الاختلالات الوراثية لدى الإنسان

3

## كيف يمكن الكشف عن الاختلالات الوراثية لدى الإنسان ؟



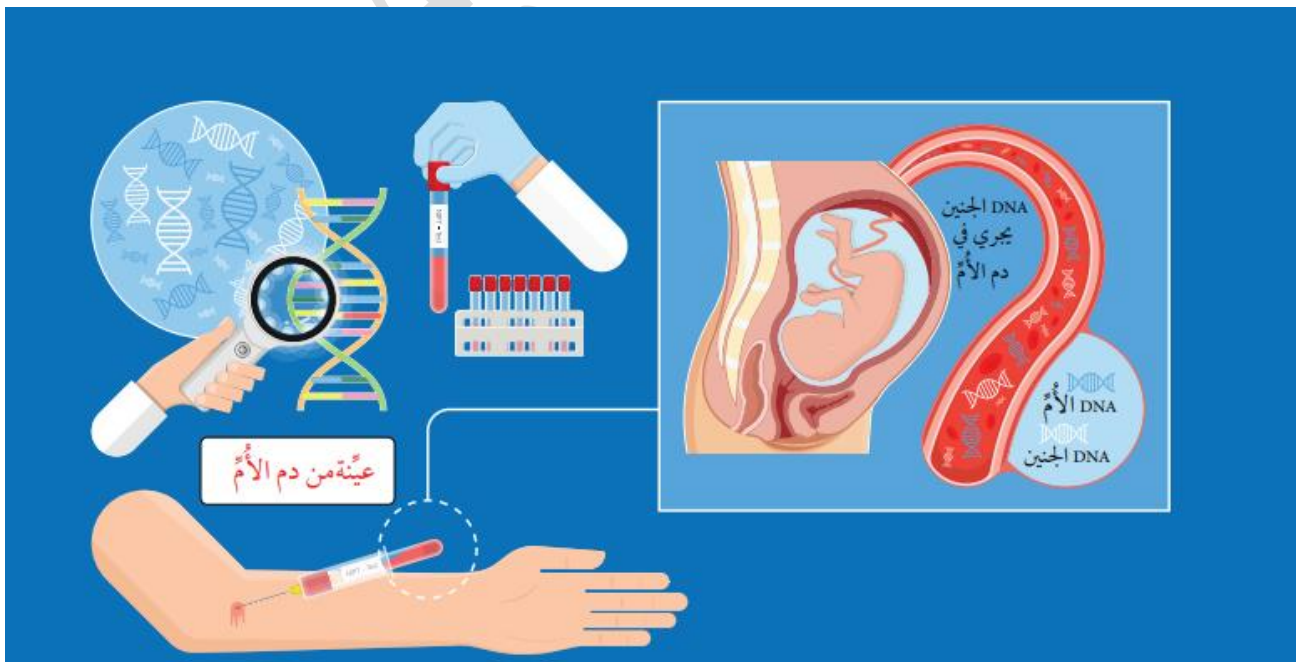
١. أخذ خلايا من الشخص تحتوي على نواة
٢. عمل مخطط كروموسومي يبين عدد الكروموسومات
٣. بعد ذلك تقارن الكروموسومات بمخطط كروموسومي طبيعي ( فسر ذلك ) ؟
٤. لتعرف الخلل في عدد الكروموسومات ( إن وجد ).
٥. يمكن أيضا الكشف عن وجود أليل يسبب اختلالا وراثيا للشخص إذا كان تسلسل النيوكليوتيدات في هذا الأليل معروفا.

## تشخيص الاختلالات الوراثية لدى الجنين

## كيف يمكن الكشف عن الاختلالات الوراثية لدى الجنين ؟



١. أخذ عينة دم من الأم الحامل بعد الأسبوع العاشر من الحمل؛ إذ يحتوي دمها على قطع صغيرة من DNA للجنين ، يمكن استخدامها في الكشف عن بعض الاختلالات لدى الجنين ، أنظر الشكل(41)

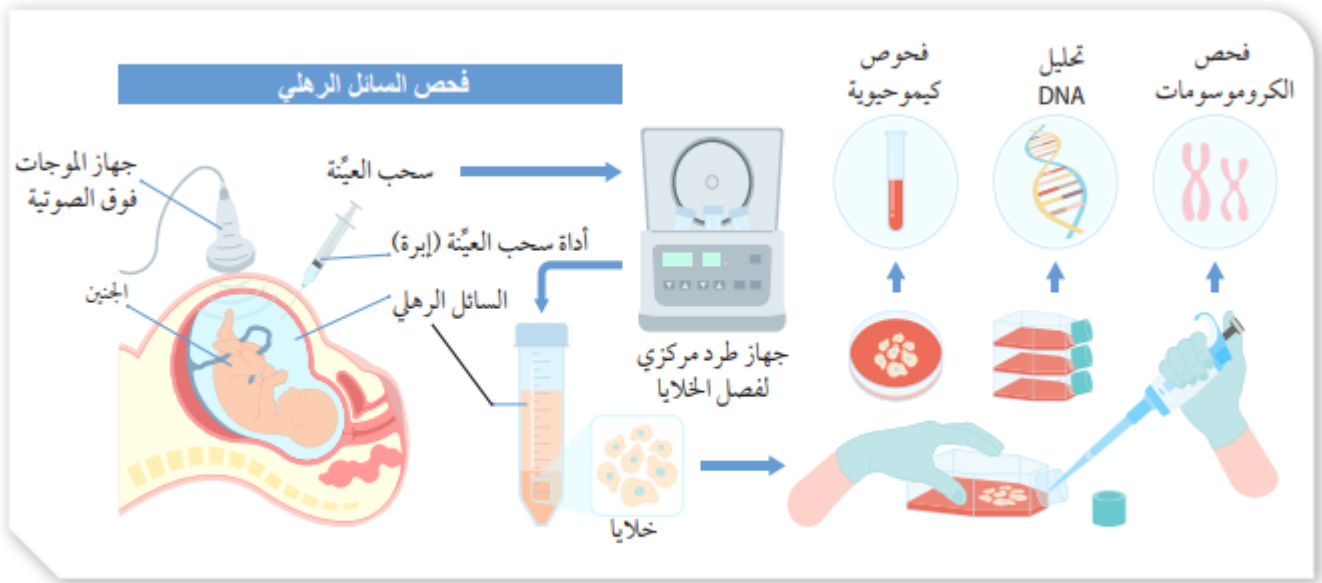




2. أخذ عينة من **خملات الكوريون** ، أو من **السائل الرهلي** اللذين درستها سابقا ؛ إذ إن الكروموسومات الموجودة في خملات الكوريون هي نفسها الموجودة في خلايا الجنين، فضلا عن احتواء السائل الرهلي على خلايا خاصة بالجنين، وهرمونات، ومواد أخرى ذات علاقة بنموه.

وفي كلتا الحالتين، تؤخذ عينة عن طريق إبرة ، ويستخدم جهاز الموجات فوق الصوتية في تحديد المكان المناسب لأخذ العينة. بعد ذلك تفصل خلايا الجنين عن السائل الرهلي باستخدام جهاز الطرد المركزي ، ثم تُزرع للحصول على كمية كافية منها. أما عينة خملات الكوريون فتحتوي غالبا على كمية كافية من الخلايا.

تفحص خلايا العينتين لتعرف عدد الكروموسومات، وتحليل DNA، ثم تجرى **فحوص كيميائية** لتحديد إن كان الجنين مصابا باختلال وراثي (مثل: **متلازمة داون**، و**التليف الكيسي**) أم لا، أنظر الشكل (42) الذي يبين خطوات تشخيص الاختلالات الوراثية بأخذ عينة من السائل الرهلي.



الشكل (42): فحص الاختلالات الوراثية بأخذ عينة من السائل الرهلي.



## مراجعة الدرس الثالث

1. **الفكرة الرئيسية :** أصنف الطفرات الاتية إلى جينية و كروموسومية : الاستبدال ، و تبديل الموقع ، إضافة زوج

من النيوكليوتيدات ، التكرار ، القلب .

2. **أميز** طفرة التكرار من طفرة تبديل الموقع.

3. **أقارن بين كل مما يأتي:**

أ- متلازمة كلاينفلتر ومتلازمة تيرنر من حيث: جنس الفرد، وعدد الكروموسومات الجسمية والجنسية في الخلية الجسمية.

ب - طفرة الاستبدال وطفرة الإزاحة من حيث التأثير.

4. **أوظف** البيانات الوارد ذكرها في الشكل (أ) والشكل (ب) في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

أ- **أحسب** عدد الكروموسومات في البويضة المخصبة الناتجة من إخصاب الحيوان المنوي لبويضة طبيعية في الحالة (أ) والحالة (ب).

ب- **أحدد** الجنس في كل بويضة مخصبة ناتجة في كلتا الحالتين.

ج- **أستنتج** اسم المتلازمة في كلتا الحالتين.

5. **أفسر :** يعد مرض هنتنغتون ومرض التليف الكيسي من الأمراض غير المرتبطة بالجنس

6. **أحدد** نوع كل من الطفرة رقم (1) والطفرة رقم (2) في الشكل الآتي

	قبل حدوث الطفرة	الطفرة (1)	الطفرة (2)
DNA	TTC	ATC	TCC
mRNA	AAG	UAG	AGG
	Lys	STOP	Arg



## مراجعة الدرس الثالث

1.

الاستبدال	تبديل الموقع	إضافة زوج من النيوكليوتيدات	التكرار	القلب
جينية	كروموسومية	جينية	كروموسومية	كروموسومية

2. **طفرة تبديل الموقع** : إضافة جينات الى كروموسوم غير متماثل ، نتيجة انتقال الجزء المقطوع من أحد الكروموسومات

الى كروماتيد في كروموسوم غير متماثل له

**طفرة التكرار** : تكرار جينات في الكروموسوم عند ارتباط الجزء المقطوع من الكروموسوم بالكروماتيد الشقيق للكروماتيد الذي انفصل منه الجزء المقطوع ، او بالكروماتيد غير الشقيق في الكروموسوم المماثل له .

3. أ -

جنس الفرد	عدد الكروموسومات الجنسية في الخلية الجسمية	عدد الكروموسومات الجنسية في الخلية الجسمية
متلازمة كلاينفلتر	ذكر	44
متلازمة تيرنر	انثى	44
		3
		1

ب- **طفرة الإزاحة** : يتغير تسلسل جميع الكودونات التي تلي مكان حدوث طفرة الإزاحة ؛ ما يؤدي إلى إنتاج سلسلة عديد ببتيد

تحتوي تسلسل من الحموض الأمينية يختلف في السلسلة الأصلية التي يراد بناؤها، وقد ينتج كودون وقف الترجمة ؛ فتنتج سلسلة عديد ببتيد غير مكتملة

**طفرة الاستبدال** : لها ثلاثة أنواع

١. **الطفرة الصامتة** : ينتج من استبدال زوج بزواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA تغير كودون في جزيء mRNA

يترجم إلى الحمض الأميني نفسه؛ ولأن الحمض الأميني قد يشفر بأكثر من كودون ، فإن هذه الطفرة لا تؤثر في تسلسل الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد

٢. **الطفرة مخطئة التعبير** : ينتج من استبدال زوج بزواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA تغير كودون في

جزيء mRNA يُترجم إلى حمض أميني جديد ؛ ما يؤدي إلى تغير تسلسل الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة .

٣. **الطفرة غير المعبرة** : ينتج من استبدال زوج بزواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA تغير الكودون في جزيء

mRNA إلى كودون وقف الترجمة ؛ فتنتج سلسلة عديد ببتيد غير مكتملة



## مراجعة الدرس الثالث

4.

عدد الكروموسومات في البويضة المخصبة الناتجة من إخصاب الحيوان المنوي لبويضة طبيعية	جنس الفرد الناتج	اسم المتلازمة
47	انثى	داون
47	ذكر	داون

5.

يحمل الأليل السائد لمرض هنتنغتون على الزوج الكروموسومي رقم ( 4 ) ، وهو كروموسوم جسدي ينتج مرض التليف الكيسي من طفرة في الجين CFTR المحمول على الزوج الكروموسومي رقم ( 7 ) ، وهو كروموسوم جسدي . و الصفات المرتبطة بالجنس تحمل جيناتها ع الكروموسومات الجنسية

6.

الطفرة رقم ( 1 ) : طفرة جينية / استبدال / غير معبرة  
الطفرة رقم ( 2 ) : طفرة جينية / استبدال / مخطئة التعبير



## الدرس 4 : التكنولوجيا الحيوية



تُستخدم في التكنولوجيا الحيوية أدوات تعمل على تعديل المادة الوراثية DNA وتكثيرها وفصلها.  
وقد وظف الإنسان هذه الأدوات في مجالات عدة، لا سيما الطبية والزراعية منها.



## ما المقصود بالتكنولوجيا الحيوية ؟



هو فرع من فروع العلوم الحياتية ، يهتم بتوظيف الكائنات الحية والمعلومات المتعلقة بها في مجالات عدة، واستخدامها في صنع بعض المنتجات وتطويرها لخدمة البشرية

استخدم الإنسان الكائنات الحية ومنتجاتها منذ القدم لتحسين مناحي حياته ، مثل:



١. إضافة الخميرة إلى الطحين لإعداد الخبز

٢. إدخال البكتيريا في عمليات التعدين وصناعة الألبان ومنتجاتها

أنظر الشكل (43).

وفي ظل التطور في علم الوراثة والبيولوجيا الجزيئية ، أصبح الإنسان يستخدم الكائنات الحية بعد تعديل المادة الوراثية فيها ومعالجتها، ثم ينقلها إلى كائن حي آخر، أنظر الشكل (44).



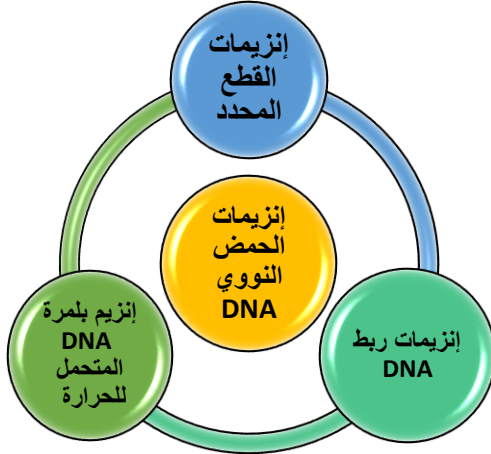
## أدوات التكنولوجيا الحيوية

تتطلب التكنولوجيا الحيوية وجود أدوات ومواد مختلفة، مثل :

نواقل الجينات.

إنزيمات الحمض النووي DNA

إنزيمات الحمض النووي DNA



ما هي إنزيمات الحمض النووي DNA ؟

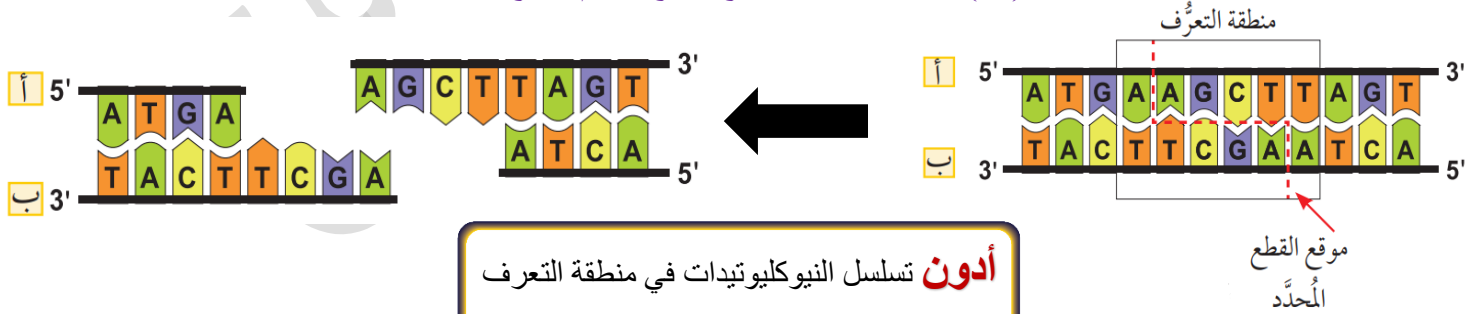
إنزيمات القطع المحدد

هي إنزيمات متخصصة تتعرف **تسلسلا محددا من النيوكليوتيدات** في منطقة تسمى **منطقة التعرف**

يكون تسلسل النيوكليوتيدات في إحدى سلسلتي DNA **(من النهاية 5' إلى النهاية 3')** هو التسلسل نفسه للسلسلة المقابلة لها **(من النهاية 3' إلى النهاية 5')** في منطقة التعرف.

وتقطع هذه الإنزيمات جزيء DNA عند مواقع محددة بين نيوكليوتيدين متتاليين تسمى **مواقع القطع** ، انظر الشكل (45) وقد تتكرر مناطق تعرف إنزيم قطع محدد ما على جزيء DNA فيقطع في أكثر من موقع بحيث ينتج أجزاء متعددة الاطوال من DNA.

الشكل (45) منطقة التعرف وموقع القطع لإنزيم القطع المحدد Hind III



**أدون** تسلسل النيوكليوتيدات في منطقة التعرف

من 5' الى 3' في التسلسلة ( أ ) و التسلسلة ( ب )

AAGCTT

تنتج أنواع مختلفة من البكتيريا إنزيمات القطع **فسر ذلك** :

للدفاع عن نفسها ضد أنواع مختلفة من **الفيروسات**

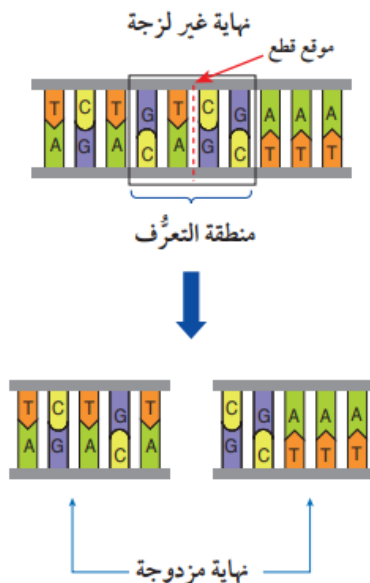
تسمى الإنزيمات تبعا لجنس البكتيريا المنتجة لها، ونوعها، وترتيب اكتشاف الإنزيم ، إنظر الجدول التالي .

الجدول (4): بعض أنواع إنزيمات القطع المحدد.					
إنزيم القطع المحدد	اسم الجنس للبكتيريا	النوع	السلالة	السلالة الفرعية	رقم الإنزيم بحسب ترتيب اكتشافه
EcoR I	<i>Escherichia</i>	<i>coli</i>	R	-	1
BamH I	<i>Bacillus</i>	<i>amyloliquefaciens</i>	H	-	1
Hind III	<i>Haemophilus</i>	<i>influenzae</i>	-	d	3
Pst I	<i>Providencia</i>	<i>stuartii</i>	-	-	1

ماذا ينتج من إنزيمات القطع المحدد؟

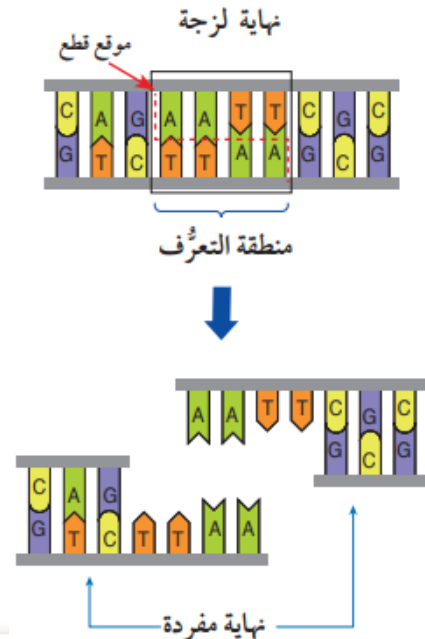
### النهايات الغير لزجة Blunt Ends

هي قطع من DNA تتكون نهايتها من سلسلتين من النيوكليوتيدات ، **ويصعب التحامها** بسلسلة أخرى ، ما يحد من استخدامها في التكنولوجيا الحيوية

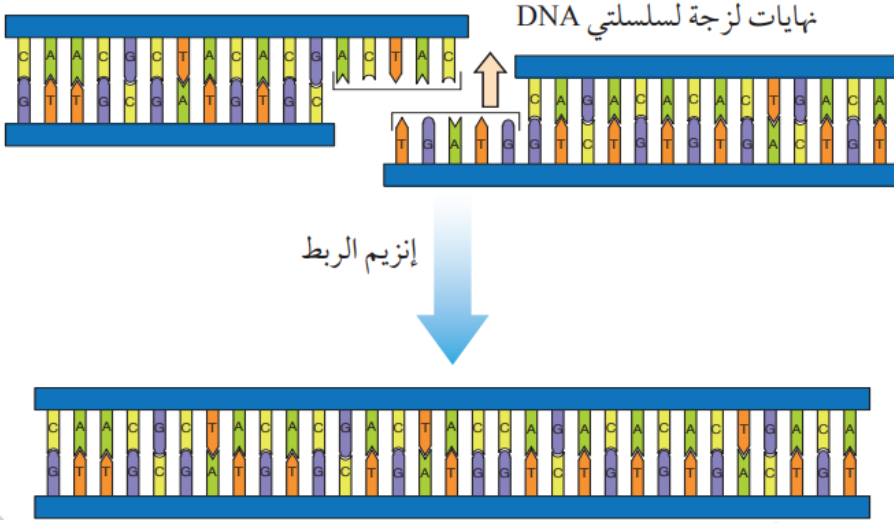


### النهايات اللزجة Sticky Ends

هي قطع من DNA ذات **أطراف مفردة** ، وهي تتكون من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات ، تنتجها بعض إنزيمات القطع المحدد ، **ويسهل التحامها بنهاية لزجة** **متممة** لها من قطعة DNA أخرى



الشكل (47): آلية عمل إنزيم الربط.



إنزيم الربط DNA Ligase

يستخدم إنزيم الربط في التكنولوجيا الحيوية لإنتاج DNA معاد تركيبه ، وذلك بتكوين روابط تساهمية فوسفاتية ثنائية الأستر بين نهايات سلسلي DNA؛ ما يؤدي إلى اتحامها، أنظر الشكل (47).

إنزيم بلمرة DNA متحمل الحرارة  
Taq DNA Polymerase

إنزيم يستخدم في بلمرة DNA، ويستخلص نوع من بكتيريا محبة للحرارة *Thermus aquaticus* تعيش في الينابيع الحارة.

## ملخص مهم

إنزيم بلمرة DNA المتحمل للحرارة	إنزيم الربط	إنزيم القطع المحدد	
بلمرة DNA	ربط قطع DNA	قطع ال DNA الى قطع 1. نهايات لزجة 2. نهايات غير لزجة	التخصص في العمل
بكتيريا محبة للحرارة	-----	عموم البكتيريا	البكتيريا المنتجة
بلمرة DNA عن طريق بناء سلسلة مكمل لسلسلة ال DNA الاصلية	تكوين روابط فوسفاتية ثنائية الأستر بين نهايات سلسلي DNA	قطع جزيء DNA عند مواقع محددة بين نيوكليوتيدين متتالين في مطقة التعرف	طريقة العمل
إسم ثابت Tag DNA Polymerase	إسم ثابت Ligase	تبعاً لجنس البكتيريا المنتجة لها و نوعها و ترتيب اكتشاف الإنزيم	طريقة التسمية
جميعها مفيدة	جميعها مفيدة	بعضها مفيد في التكنولوجيا الحيوية و بعضها الآخر غير مفيد	الاستفادة منها في التكنولوجيا الحيوية



## نواقل الجينات Vectors

تستخدم نواقل الجينات لنقل الجين المرغوب فيه إلى الخلية الحية المستهدفة

ما هي نواقل الجينات ؟

الجسيمات الدهنية

الفيروسات آكلة البكتيريا

البلازميدات

البلازميدات Plasmids :

ما هو البلازميد ؟

ما هي المواقع المهمة في البلازميد

1 منطقة محفز عوامل النسخ

2 مناطق تعرف إنزيمات القطع المحدد

3 جينات لمقاومة أنواع مختلفة من المضادات الحيوية

4 منطقة أصل التضاعف (ORI) : التي تسمح بتضاعف البلازميد

الفيروسات آكلة البكتيريا

تستخدم بعض أنواع الفيروسات آكلة البكتيريا Bacteriophages

نواقل جينية عندما تكون قطع DNA المراد نقلها كبيرة الحجم

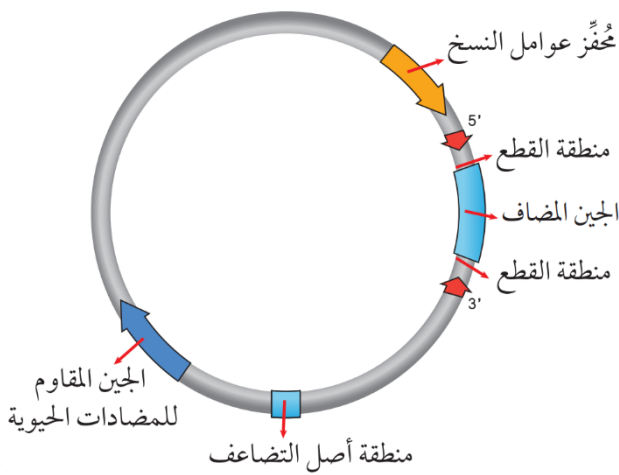
بعد تعديلها جينيا باستخدام إنزيمات القطع المحدد و إنزيم الربط،  
أنظر الشكل (49).

المجسات الدهنية

حويصلات كروية من الليبيدات المفسفرة Phospholipids تستعمل

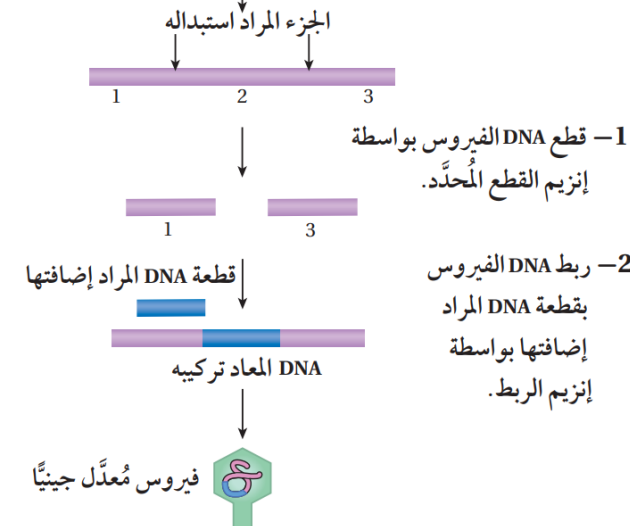
لنقل الأليالات السليمة أو الأدوية في المعالجة الجينية.

الشكل (48): البلازميد.



الفيروس آكل البكتيريا

الشكل (49): التعديل الجيني للفيروس آكل البكتيريا.



## محاكاة عمل إنزيمات القطع المصدر

## نشاط

تنتج أنواع مختلفة من البكتيريا إنزيمات القطع للدفاع عن نفسها ضد أنواع مختلفة من الفيروسات، وهي إنزيمات متخصصة تتعرف تسلسلاً محدداً من النيوكليوتيدات، وتقطع جزيء DNA عند مواقع محددة بين نيوكليوتيدين متتاليين. وقد يتكرر التسلسل الذي يتعرفه إنزيم قطع محدداً ما على جزيء DNA، فيقطع في أكثر من موقع؛ ما يؤدي إلى إنتاج أجزاء متعددة الأطوال من DNA.

## المواد والأدوات

4 نسخ من تسلسل جزيء DNA التالي، مقص، 4 أقلام مختلفة الألوان.

5' - GAATTCTCGAGGATCCTTCCAAAAGCTTCCTTGAGGCCAAAA - 3'  
3' - CTTAAGAGCTCCTAGGAAGGTTTTCGAAGGAAGTCCGGTTTT - 5'

## إرشادات السلامة استعمال المقص بحذر.

الإنزيم	منطقة التعرف	موقع القطع
EcoRI	5'- GAATTC - 3' 3'- CTTAAG - 5'	5'- GAATTC - 3' 3'- CTTAAG - 5'
BamHI	5'- GGATCC - 3' 3'- CCTAGG - 5'	5'- GGATCC - 3' 3'- CCTAGG - 5'
HindIII	5'- AAGCTT - 3' 3'- TTCGAA - 5'	5'- AAGCTT - 3' 3'- TTCGAA - 5'
HaeIII	5'- GGCC - 3' 3'- CCGG - 5'	5'- GGCC - 3' 3'- CCGG - 5'

## خطوات العمل

- 1 مُعتمدًا الجدول أعلاه، أحدد مناطق التعرف وموقع القطع لكل إنزيم على حدة على نسخ جزيء DNA.
- 2 **ألاحظ** قراءة تسلسل النيوكليوتيدات من 5' إلى 3' في كلتا السلسلتين في منطقة التعرف لكل إنزيم قطع محدداً، ثم أدون ملاحظاتي.
- 3 **ألون** مناطق التعرف ومواقع القطع لكل إنزيم قطع محدداً من الإنزيمات الوارد ذكرها في الجدول.
- 4 **أجرب:** أستعمل المقص لقص جزيء DNA في موقع القطع لكل إنزيم قطع محدداً من الإنزيمات الوارد ذكرها في الجدول.
- 5 **ألاحظ** شكل القطع الناتجة من كل إنزيم قطع محدداً، ثم أدون ملاحظاتي.

## التحليل والاستنتاج

الإنزيم	النهاية
EcoRI	نهاية مفردة
BamHI	نهاية مفردة
HindIII	نهاية مفردة
HaeIII	نهاية مزدوجة

1. **أقارن** بين نهايات القطع الناتجة من استخدام إنزيمات القطع المحددة في النشاط.

2. **أفسر:** تعدد القطع الناتجة أحياناً عند استخدام إنزيم قطع محدداً.

وجود أكثر من منطقة تعرف في تسلسل DNA فيقطع الإنزيم أكثر من مرة فتتعدد القطع.

3. **أتوقع:** أي القطع أكثر استخداماً في هندسة الجينات؟

القطع ذات النهايات المفردة.

4. **أفسر** سبب استعمال إنزيم القطع المحدد نفسه لقطع الجين المرغوب، وقطع الناقل الجيني عند إنتاج DNA المعاد تركيبه.

لكل إنزيم قطع منطقة تعرف خاصة به، وموقع قطع خاص به. عند قطع الجين المرغوب، والناقل الجيني بنفس الإنزيم تنتج قطع متممة لبعضها البعض في كلا من الجين والناقل، وبذلك تتلاءم القطع وتكون متممة لبعضها البعض عند لصقها بإنزيم الربط فينتج DNA المعاد تركيبه.

### مضاعفة DNA وفصله DNA Amplifying and Separating

الشكل (50): جهاز الدورية الحرارية.



### تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل Polymerase Chain Reaction (PCR)

#### ما هو تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل ( PCR )

هي عملية مضاعفة عينة صغيرة من DNA وتكرارها لإنتاج ملايين النسخ منها خلال ساعات عدة باستخدام جهاز الدورية الحرارية

#### من هو مطور تقنية تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل ( PCR )

العالم كاري موليس

#### ما هي المواد اللازمة لإتمام تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل

① عينة DNA المراد مضاعفتها ② إنزيم البلمرة متحمل الحرارة

③ عداد من النيوكليوتيدات الأربعة: A,T,G,C؛ لاستخدامها في بناء سلاسل جديدة

④ سلاسل البدء Primers

#### ما المقصود بسلاسل البدء .

وهي سلاسل مفردة من النيوكليوتيدات ، قد يصل عددها إلى 20 نيوكليوتيدا أو أكثر ، وهي تصمم وفق تسلسلات محددة، بحيث تكون متممة لتسلسل النيوكليوتيدات في بداية منطقة التضاعف ، ثم ترتبط بها ، فتصبح بداية السلسلة المراد بناؤها مزدوجة ؛ لأن إنزيم بلمرة DNA متحمل الحرارة يتطلب وجود تسلسل DNA مزدوج لبدء بناء السلسلة

#### ما هي خطوات تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل ( PCR ) .

توجد ثلاث مراحل أساسية لتفاعل البلمرة في كل دورة من دورات التفاعل ، وتعتمد كل مرحلة على درجة حرارة معينة

مرحلة الاستطالة

Extending

مرحلة الربط

Ligation Stage

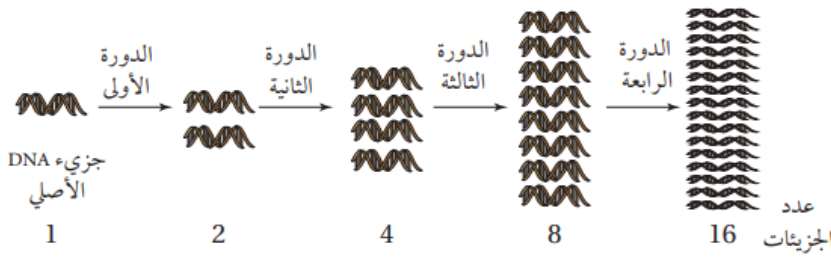
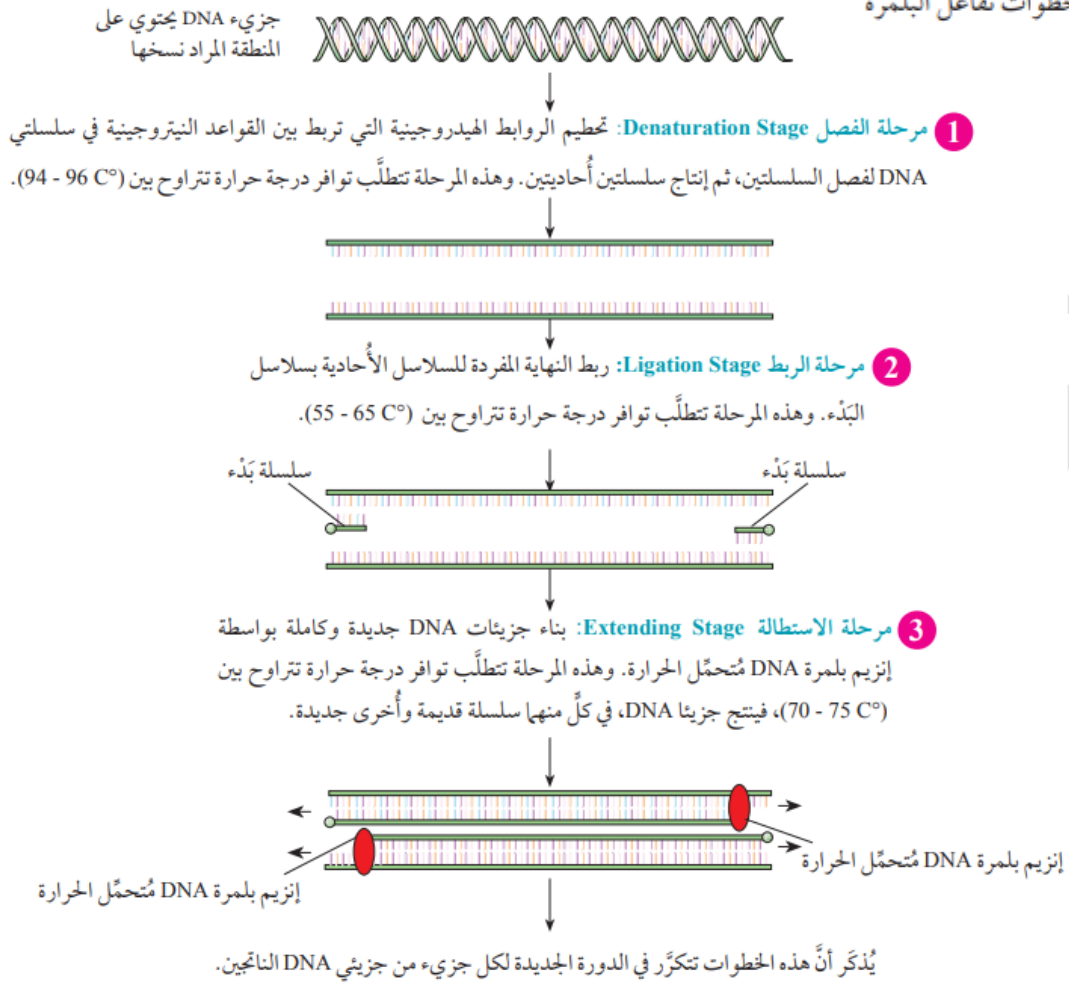
مرحلة الفصل

Denaturation Stage

## الوراثة

## توجيهي

الشكل (51): خطوات تفاعل البلمرة المتسلسل.



**أحسب** عدد جزيئات DNA الناتجة بعد 5 دورات في جهاز الدورة الحرارية

$$2^5 = 32$$



## الفصل الكهربائي الهلامي Gel Electrophoresis

ما هي تقنية الفصل الكهربائي الهلامي ؟

هي تقنية تستعمل لفصل جزيئات DNA اعتماداً على أطوالها وشحنتها

على ماذا يعتمد جهاز الفصل الكهربائي الهلامي ؟

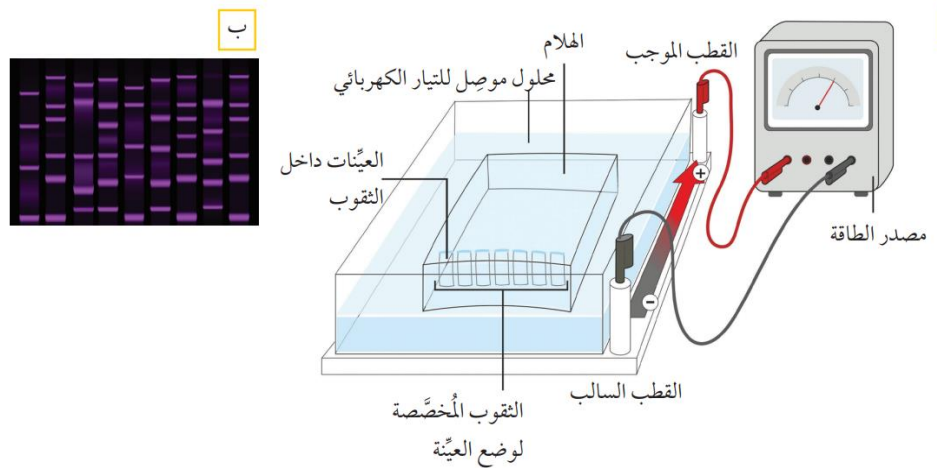
فصل قطع DNA اعتماداً على شحنتها السالبة و الأختلاف في أطوالها.

ما هي خطوات عمل تقنية الفصل الكهربائي الهلامي ؟

1. توضع عينات DNA داخل ثقب في المادة الهلامية
  2. ثم يوصل التيار الكهربائي مدة مناسبة؛ فتتحرك قطع DNA في اتجاه القطب الموجب
  3. ثم يفصل التيار الكهربائي، وتُرفع المادة الهلامية، وتوضع في محلول يحوي صبغة خاصة بـ DNA
  4. ثم تُنقل هذه المادة إلى جهاز التصوير باستخدام الأشعة فوق البنفسجية UV؛ فتظهر خطوط تمثل قطع DNA على مسافات مختلفة من القطب السالب تبعاً لطول القطعة .
- تتناسب المسافة المقطوعة مع طول القطعة تناسباً عكسياً ، أنظر الشكل ( أ / 52 ) ، وتمثل مجموعة الخطوط الظاهرة **خرائط قطع** Restriction Maps ، أنظر الشكل ( ب / 52 )

### استخدامات الفصل الكهربائي الهلامي

هندسة الجينات  
دراسة الطفرات  
التمييز بين الأفراد كما في  
البصمة الوراثية



الشكل (52):

أ- الفصل الكهربائي الهلامي.

ب- صورة العينات الناتجة من الفصل الكهربائي الهلامي.

## تطبيقات التكنولوجيا الحيوية

## البصمة الوراثية DNA Fingerprinting

1

## ما المقصود في البصمة الوراثية ؟

هي خريطة قطع تُبين توزيع قطع DNA في عينة DNA التي يراد تحليلها ، وتؤخذ من نواة خلية حية

## من أين تأخذ عينة DNA المستخدمة في البصمة الوراثية ؟

خلايا الدم البيضاء ، جذور الشعر ، والخلايا الطلائية.

## كيف تعد هذه الخريطة ؟

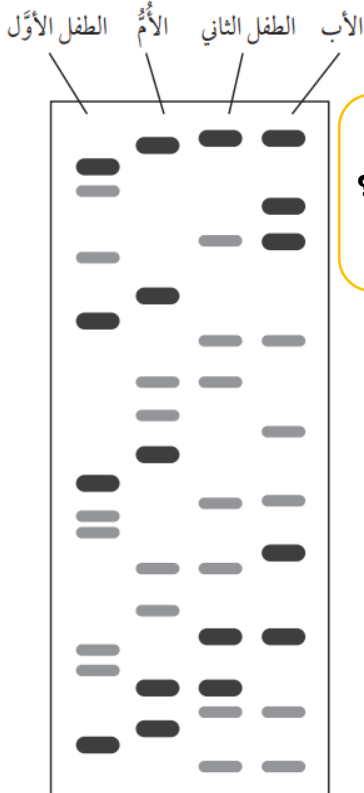
باستخدام منطقة تحوي أعدادا متغيرة من تسلسلات DNA المتكررة (VNTR) Variable Number Tandem Repeat

تختلف الخريطة من شخص إلى آخر ، وتتشابه فقط في التوائم المتطابقة

## أين تستخدم البصمة الوراثية ؟

القضايا القانونية، مثل: تحديد النسب ، والتحقيق في الجرائم

تحديد هوية الضحايا في الكوارث الطبيعية



**أستنتج** أي الطفلين هو طفل هذه العائلة ؟  
الطفل الثاني هو أبنهم

## في حالة تحديد النسب

1. تأخذ عينة من الطفل و الأبوين
2. تُحلّل هذه الخريطة
3. ثم تقارن بنتائج عينات الفحص للأبوين
4. إذ تكون بعض قطع DNA للطفل من الأم، وبعضها الآخر من الأب

## في حالة الجرائم و الكوارث الطبيعية

1. تأخذ عينة من مسرح الجريمة و المشتبه بهم في حال الجرائم
2. تُحلّل هذه الخريطة
3. ثم تقارن بنتائج
4. إذ تكون جميع القطع في العينة من مسرح جريمة موجودة عن المجرم

## هندسة الجينات Genetic Engineering

2

## ما المقصود في هندسة الجينات ؟

يقصد بها تعديل DNA للكائن الحي ؛ ما يغير المعلومات الوراثية فيه. وتبعاً لذلك، يتغير نوع البروتينات التي يكونها، وكميتها ؛ فيتمكن من تصنيع مواد جديدة ، أو أداء وظائف جديدة.

## على ماذا تعتمد هندسة الجينات ؟

تعتمد هذه العملية على عزل جينات محددة من DNA المتبرع ، ثم إضافتها إلى DNA المستقبل لإنتاج DNA المعاد تركيبه Recombinant DNA

## ما هي تطبيقات هندسة الجينات ؟

تطبيقات زراعية

تطبيقات طبية

## 1 تطبيقات طبية Medical Applications

## إنتاج اللقاحات والبروتينات العلاجية

مادة تستعمل لعلاج العقم ، تسمى الفولستيم

هرمون النمو

هرمون الأنسولين

مثال

## العلاج الجيني Gene Therapy

مثال تثبيط الجين المسؤول عن إحداث المرض

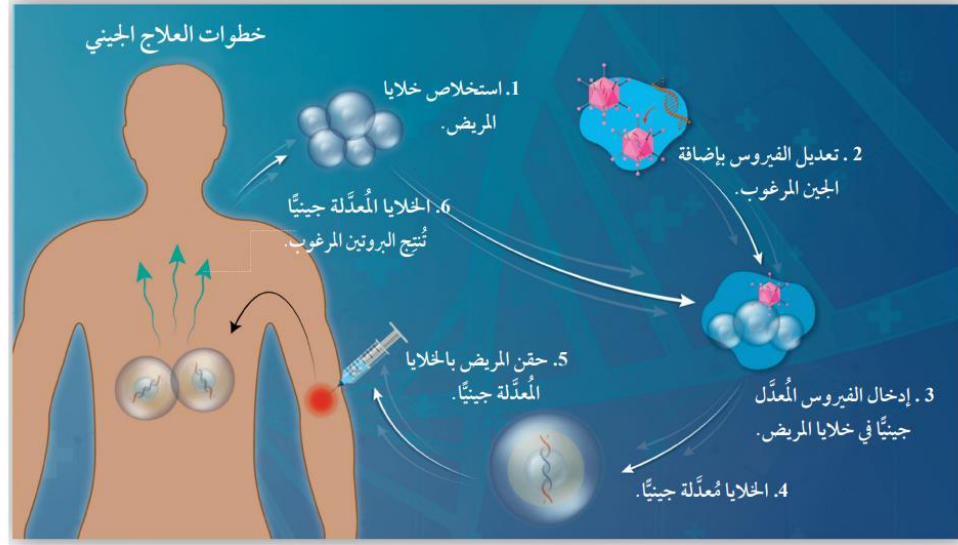
إدخال نسخة من الجين السليم في خلايا فرد مصاب بمرض وراثي ناتج من اجتماع جينين متنحيين ؛ لتعويض نقص البروتين الوظيفي في الخلايا

تعد بكتيريا E. coli من الكائنات الحية المعدلة وراثياً، وكان الهدف من تعديلها هو إنتاج الأنسولين البشري المعاد تركيبه.

## الربط المؤسسات الوطنية

تواكب المؤسسات الوطنية مناهي التطور في التكنولوجيا الحيوية بإحداث تخصصات جامعية لدراسة هندسة الجينات و التكنولوجيا الحيوية ، فضلا عن المؤسسات المتخصصة في تقديم الرعاية الصحية للمرضى ، مثل المركز الوطني للسكري و الغدد الصم و الوراثة ، الذي تجرى فيه فحوص للكشف عن اختلالات وراثية لدى الأفراد مثل **مرض دوشن** ، **وحى البحر الأبيض المتوسط** ، وغير ذلك

## ما هي خطوات العلاج الجيني ؟



## ما هي الأمراض التي يمكن معالجتها جينياً ؟

مرض مناعي يسمى ADA-SCID

أنواع معينة من نزف الدم

مثال مرض التليف الكيسي

## ما هي التحديات التي تواجه استخدام العلاج الجيني ؟

التأكد من اندماج الجين المرغوب في المادة الوراثية للخلية التي تحتاج إليه ، ثم التأكد أن الجين سيكون نشطاً ، واختيار ناقل مناسب لا يحدث ردود فعل مناعية.

## الربط الصحة

## اضطراب طيف التوحد

استطاع العلماء معرفة السبب الجيني لاضطراب طيف التوحد ASD بعد دراسة **جين Hoxd 4** و DNA المحيط به ، وتقضي دوره في نمو الدماغ الخلفي في الأجنة وتطوره. وقد توصل العلماء إلى أنّ النمو غير الطبيعي في الجزء الخلفي من الدماغ يسهم في تطور اضطراب طيف التوحد.



## تعديل النباتات جينيا لإكسابها صفات مرغوبة

## مثال

زيادة القيمة الغذائية للنبات

زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية

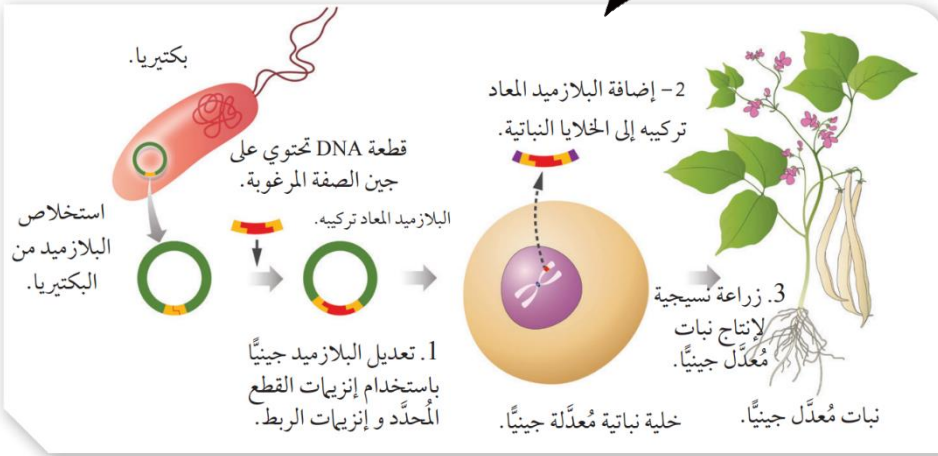
ملاءمة الظروف البيئية

مقاومة الآفات الزراعية

هل ماذا تعتمد هندسة الجينات في النبات ؟

تعديل البلازميد جينيا ، ونقله إلى بكتيريا  
تهاجم خلايا النبات ، وتدخل خلاياه ، ثم دمج  
الجين ذي الصفات المرغوبة مع DNA للنبات ؛  
فتظهر الصفات الجديدة في النبات المعدل

جينيا



## مثال استخدام هندسة الجينات في النباتات

تعديل نبات الأرز جينيا لإنتاج كميات أكثر من فيتامين A ، وتعديل نبات القطن بإضافة جين مسؤول عن بروتين يؤثر في جهاز الحشرات الهضمي ليصبح محصولا مقاوما للحشرات ؛ ما يقلل الفاقد من المحصول بسبب الآفات الزراعية

## مثال استخدام هندسة الجينات في تحسين الإنتاج الحيواني

تعديل بعض صفات الحيوان لزيادة إنتاجه من الحليب ، أو البيض ، أو اللحم ، وزيادة مقاومة الأمراض في الحيوانات ، واستخدام فئران التجارب المعدلة جينيا في دراسة تطور الأمراض وتأثير الأدوية.

## الاستنساخ Cloning

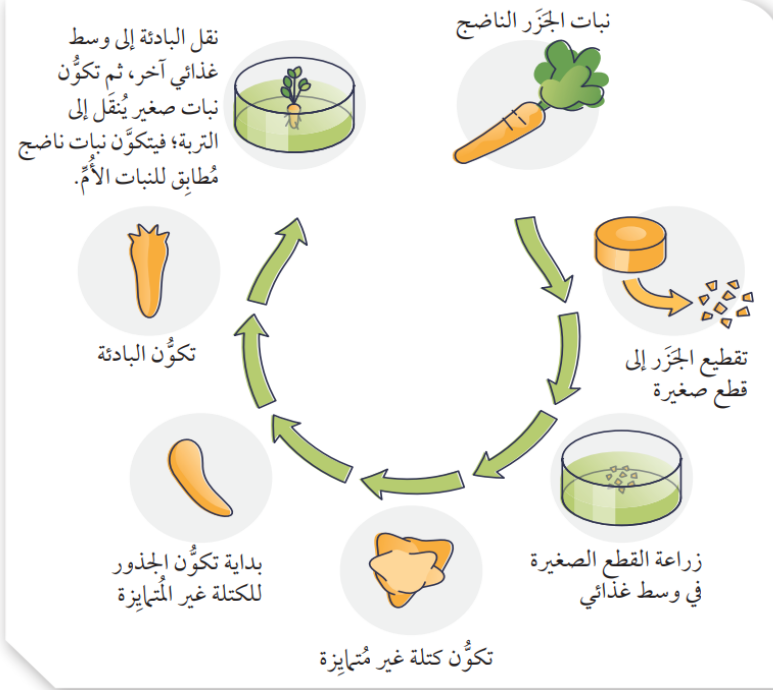
## ما المقصود بالاستنساخ ؟

إنتاج كائن حي متعدد الخلايا من خلية واحدة ، بحيث يتطابق وراثيا الكائن الحي الذي تبرع بالخلية الأصلية المستنسخة.

## 1 الاستنساخ في النبات Plant Cloning

يستنسخ **نبات الأوركيد** ؛ نظرا إلى أهميته الاقتصادية ، وصعوبة تكثيره خضرًا ، وتُستنسخ نباتات أخرى ؛ لخصائصها المميزة، مثل: **جودة المحصول ، ومقاومة مسببات الأمراض النباتية.**

استنسخ العالم ستيوارد F.C Steward نبات الجزر باستخدام خلايا الجذر لإنتاج نباتات جزر كثيرة، متماثلة وراثيا ، ومماثلة للنبات الأصلي. لتعرف خطوات استنساخ النباتات، أنظر الشكل(56).



## 2 الاستنساخ في الحيوانات Animals Cloning

استنسخ العلماء **الأغنام والبقر والقطة والفئران**

## كيف يتم استنساخ الحيوانات ؟

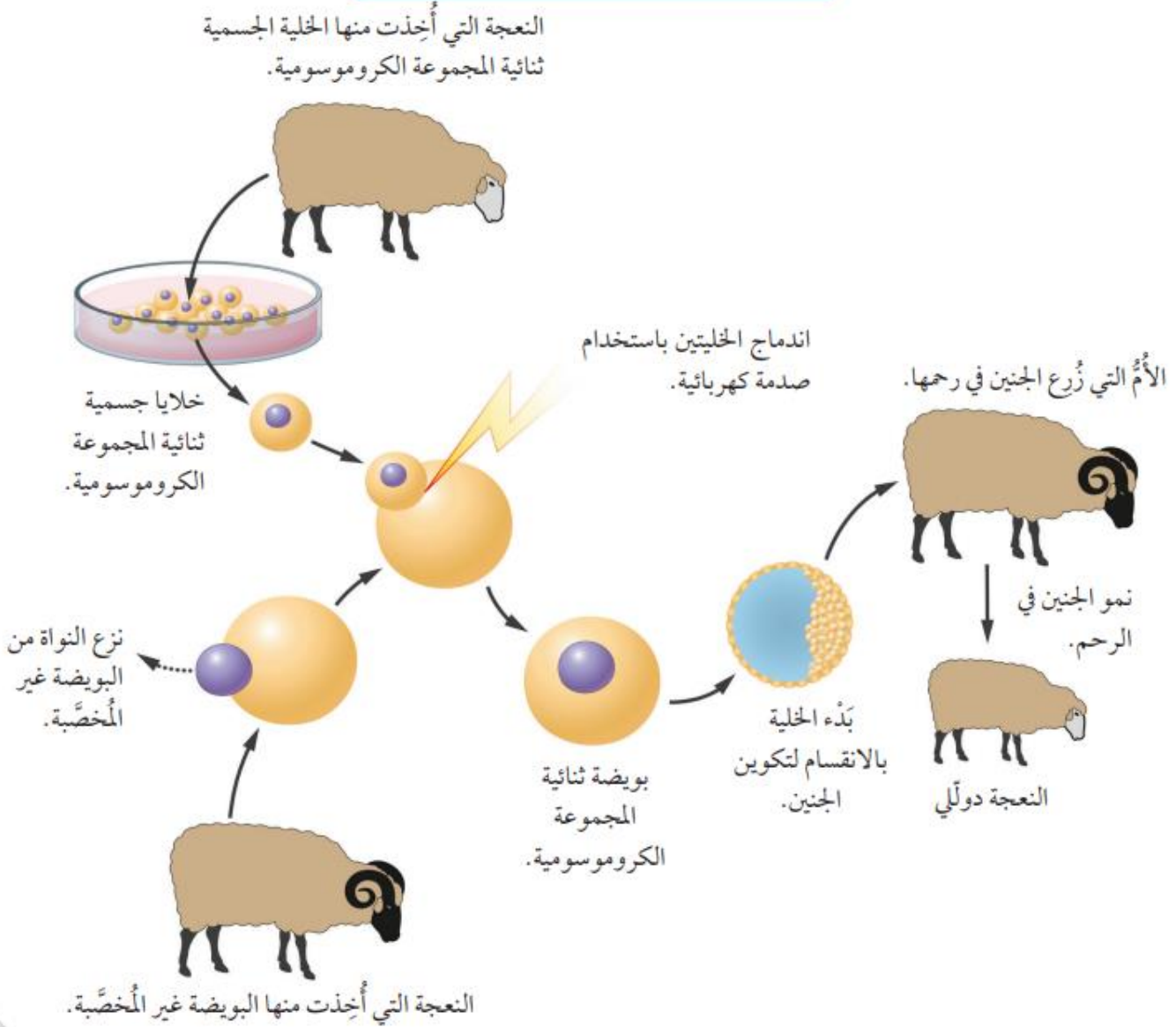
استبدال نواة خلية جسمية سليمة ثنائية المجموعة الكروموسومية ومأخوذة من الحيوان المراد استنساخه بنواة بويضة غير مخصبة، ثم تحفيز البويضة ثنائية المجموعة الكروموسومية على الانقسام؛ فيتكون الجنين الذي يزرع في رحم أنثى أخرى ، وتكون صفات النسل الناتج مماثلة لصفات الحيوان الذي أخذت منه الخلية الجسمية.

## الربط الدين

أجمعت الهيئات والمؤسسات الشرعية كلها على تحريم الإستنساخ البشري ، لما فيه من ضياع الانساب ، وللمحافظة على تماسك المنظومة المجتمعية .  
أما استنساخ النباتات والحيوانات لأغراض البحث العلمي أو العلاج أو زراعة الأعضاء أو استخلاص العقاقير فقد سمح به ضمن حدود الاعتدال وجلب المصالح ودرء المفسد وفقا لضوابط الشرعية

في عام 1996م، استنسخت **النعجة دولي**، أنظر الشكل (57)، وكان ذلك بداية عهد جديد لاستنساخ عديد من الكائنات الحية

### استنساخ النعجة دولي



## مشروع الجينوم البشري

## ما المقصود بمشروع الجينوم البشري ؟

هو تحديد تسلسل النيوكليوتيدات في كامل DNA للإنسان ، وتعرف مواقع الجينات وترتيبها في الكروموسومات جميعها ، أنظر الشكل المجاور درست سابقا أن هذا المشروع قد استغرق مدة طويلة. واليوم أصبح ممكنا معرفة تسلسل الجينوم البشري في أقل من يوم واحد نتيجة التطورات التي شهدتها التكنولوجيا الحيوية.

## ما أهمية مشروع الجينوم البشري ؟

1 تشخيص الأمراض الوراثية و علاجها

2 وتحديد الأمراض التي تنتج من أليلات سائدة أو متنحية، ويتحكم فيها جين واحد

مثال مرض هنتنغتون ، والتليف الكيسي

3 اكتشاف الجينات التي تؤثر في أمراض أكثر تعقيدا

مثال مرض السرطان ، وأمراض القلب.

## مشاريع جينوم أخرى

## Other Genomic Projects

مشروع الجينوم الشخصي  
Personal Genome Project

يهدف هذا المشروع إلى دراسة تسلسل الجينوم الشخصي الكامل لآلاف المشاركين حول العالم، وكذلك تعرف الطرز الشكلية، والمعلومات الطبية، ودراسة العلاقات بين الجينات والبيئة المختلفة.

## مشروع الألف جينوم

## One Thousand Genome Project

أنشئ مشروع الألف جينوم عام 2008م بوصفه خريطة مُفَصَّلة تُستخدَم في مقارنة الجينوم البشري، ودراسة التنوع الوراثي في الأفراد باستعمال ألف عيّنة DNA لأفراد من مجتمعات مختلفة حول العالم بعد أخذ موافقتهم.

مشروع الجينوم لبعض الكائنات الحية  
Genome Project for some Organisms

درس العلماء جينوم بعض الكائنات الحية، مثل: أنواع من البكتيريا، والخميرة، وبعض أنواع الحيوانات والنباتات، بُعِثَ تعرّف تسلسل النيوكليوتيدات. يُذكر أن عدد الجينات في جينوم الكائنات الحية غير ثابت، وكذلك حجم الجينوم الذي يقاس بملايين القواعد النيتروجينية.

قد كان مشروع الجينوم البشري

للعديد من مشاريع الجينوم

المختلفة كما يبين المخطط التالي .



## المعلوماتية الحيوية

## ما المقصود بالمعلومات الحيوية ؟

استخدام الحاسوب في جمع تسلسل عدد كبير من النيوكليوتيدات، ومعالجتها، وتحليلها، ودراستها، أو استخدامه في جمع كم كبير من المعلومات المتعلقة بالعلوم الحياتية، أنظر المجاور

وهذا يتطلب توافر نظام ذي سعة وسرعة كبيرتين.

## هل ماذا تعتمد المعلومات الحيوية ؟

تعتمد المعلوماتية الحيوية على أجهزة حاسوب متطورة يمكنها تخزين كم هائل من البيانات وإدارتها، وإنشاء قواعد بيانات databases تخزين تسلسل الجينوم والمحتوى البروتيني للعينات المدروسة، وتسلسل البروتين وتركيبه

**مثال** COSMIC هي قاعدة بيانات للطفرات الجسمية المسببة لمرض السرطان

**Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) :** هي قاعدة بيانات تساعد على المقارنة السريعة بين

تسلسلات الجينات على جزيئات DNA للكائنات المختلفة والتشابه الجيني بينها؛ ما يساهم في تعرف وظائف الجينات، وتمييز الجينات المسببة للاختلالات الوراثية

## علم المحتوى البروتيني

## ما المقصود بعلم المحتوى البروتيني ؟

علم يدرس أنواع البروتينات المختلفة، ومدى وفرتها، وتركيبها، ووظائفها، وأثرها في جسم الكائن الحي. وهو يتضمن معرفة تسلسل الحموض الأمينية في البروتين

اعتمادا على المعلوماتية الحيوية، يمكن تعرف الجين المسؤول عن إنتاج بروتين ما، وتحديد الأمراض الوراثية، وتشخيصها، وتطوير الأدوية المناسبة لعلاجها

يعد **مشروع رسم خريطة البروتينات للإنسان قاعدة بيانات مرجعية** HPRD Database Reference Protein Human

يستفاد منها في تعرف عدد البروتينات، ووظائفها المختلفة، وعلاقة البروتينات بالأمراض

## القضايا الاخلاقية المرتبطة بالتكنولوجيا الحيوية

بالرغم من الإيجابيات العديدة لاستخدام التكنولوجيا الحيوية، فإنه توجد آثار سلبية لها

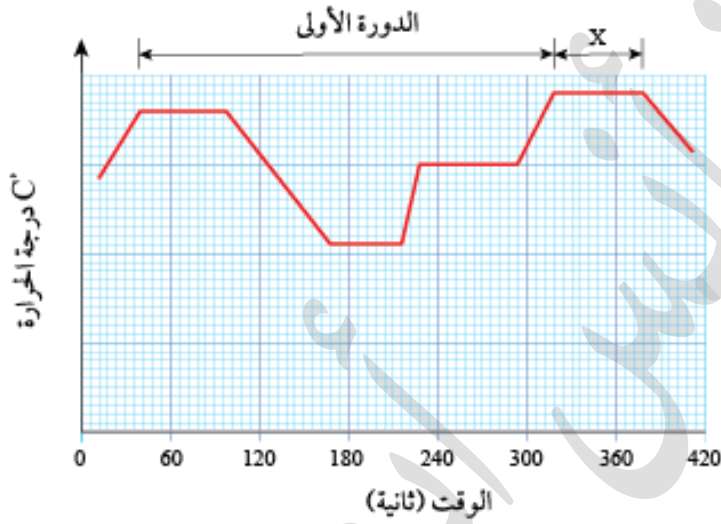
## مثال

- 1 تأثير الجين المنقول في الجينات الأخرى، **مثل:** زيادة نشاطها ، أو تثبيط عملها.
- 2 مهاجمة جهاز المناعة للناقل الجيني.
- 3 التأثير في الأنظمة البيئية، وإصابة الإنسان أو الكائنات الحية الأخرى بالأمراض.
- 4 إنتاج سلالات من الكائنات الحية لاستخدامها أسلحة بيولوجية في تدمير البشرية.
- 5 تعديل صفات الأجنة غير المرضية، **مثل:** الذكاء ، والجمال ، والطول.



## مراجعة الدرس الرابع

1. **الفكرة الرئيسية : أستنتج** دور التقدم العلمي في الوراثة و البيولوجيا الجزيئية في تطوير التكنولوجيا الحيوية
2. **أوضح** خطوات تفاعل البلمرة المتسلسل.
3. **ألخص** مزايا إنتاج محاصيل غذائية معدلة جينياً.
4. **يستعمل** تفاعل البلمرة المتسلسل لتكثير **DNA** ضمن ثلاث مراحل مختلفة. معتمدا المخطط الآتي، أوضح ما يحصل في المرحلة **X**.



5. **أصف** خطوات إنتاج بكتيريا معدلة جينياً.
6. **أوضح** آلية الفصل الكهربائي الهلامي.
7. **أحسب** عدد جزيئات **DNA** الناتجة من جزيء واحد بعد 8 دورات في جهاز الدورية الحرارية.
8. **أكتب** في الجدول الآتي وظائف الإنزيمات المستخدمة في التكنولوجيا الحيوية.

الوظيفة	الإنزيم
تكوين روابط تساهية فوسفاتية ثنائية الإستر بين نهاية سلسلي <b>DNA</b> ، ما يؤدي الى التحامها	إنزيم الربط.
يستخدم في بلمرة <b>DNA</b> بإضافة النوكليوتيدات حسب النوكليوتيدات المناسبة و المتممة لها على سلاسل <b>DNA</b>	إنزيم بلمرة <b>DNA</b> المتحمل الحرارة.
تقطع هذه الإنزيمات جزيء <b>DNA</b> عند مواقع محددة بين نوكليوتيد متتاليين تسمى مواقع القطع ضمن منطقة التعرف الخاصة بها	إنزيمات القطع المحدد.



## مراجعة الدرس الرابع

1. في ظل تطور علم الوراثة و البيولوجيا الجزيئية ، أصبح الإنسان يستخدم كائنات مختلفة بعد تعديل المادة الوراثية فيها ومعالجتها باستخدام أدوات خاصة ، و ثم ينقلها الى كائن حي آخر
2. **مرحلة الفصل :** تحطيم الروابط الهيدروجينية بين جزيئات DNA لفصل السلسلتين ، ثم إنتاج سلسلتين أحاديتين . وهذه المرحلة تتطلب توافر درجة حرارة تتراوح بين ( 94 – 96 )
- مرحلة الربط :** ربط النهاية المفردة للسلاسل الأحادية بسلاسل البدء . وهذه المرحلة تتطلب توافر درجة حرارة تتراوح بين ( 55 – 65 )
- مرحلة الاستطالة :** بناء جزيئات DNA جديدة وكاملة بواسطة إنزيم بلمرة DNA متحمل الحرارة . وهذه المرحلة تتطلب توافر درجة حرارة تتراوح بين ( 70 – 75 ) ، فينتج جزيئا DNA ، في كل منها سلسلة قديمة وأخرى جديدة
3. زيادة القيمة الغذائية للنبات ، وملاءمة الظروف البيئية ، ومقاومة الآفات الزراعية ، وزيادة إنتاج المحاصيل الزراعية.
4. المرحلة X هي مرحلة الفصل والتي تتطلب زيادة درجة حرارة لجزيئات DNA لدرجة حرارة تتراوح بين ( 94 – 96 ) لتكسير الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية بين السلسلتين المكونتين لكل جزيء DNA وفصلهما ، وإنتاج سلسلتين أحاديتين.
5. الخطوات حسب ما يوضحها الشكل ( 55 ) صفحة (66):
- استخالص DNA البكتيريا ( البلازميد ) المراد تعديلها جينيا
- تعديل البلازميد جينيا بإضافة قطعة DNA تحوي جين الصفة المرغوبة باستخدام إنزيمات القطع المحدد إنزيمات الربط
6. آلية تستخدم لفصل قطع ال DNA باستخدام جهاز الفصل الكهربائي . توضع عينات DNA داخل ثقب في المادة الهلامية ، ثم يوصل التيار الكهربائي مدة مناسبة ، فتتحرك قطع DNA في اتجاه القطب الموجب ، ثم يفصل التيار الكهربائي ، و ترفع المادة الهلامية ، و توضع في محلول يحوي صبغة خاصة ب DNA ، ثم تنقل المادة الهلامية الى جهاز التصوير باستخدام الأشعة فوق البنفسجية UV ، فتظهر خطوط تمثل قطع DNA على مسافات مختلفة من القطب السالب تبعا لطول القطعة .
7. باستخدام القاعدة 2n حيث أن n هو عدد الدورات ، لذلك فان عدد الجزيئات هو 28 = 256 جزيء



## مراجعة الوحدة

## السؤال الأول:

لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أعددتها:

1. أجرى باحث تلقيحاً لنباتات بازلاء بيضاء الأزهار وأخرى أرجوانية الأزهار، وغير مُتماثلة الأليلات. إذا كان عدد النباتات الناتجة هو 1200 نبات، فإن عدد النباتات بيضاء الأزهار هو:

أ- 1200 نبات. ب- 600 نبات.

ج- 300 نبات. د- 900 نبات.

2. يسود أليل لون العيون الأسود B على أليل لون العيون الأحمر b. إحدى الآتية تُمثّل الطرز الشكلية للون العينين ونسبها في الأفراد الناتجين من تزاوج فأر أسود العينين وغير مُتماثل الأليلات وفأرة حمراء العينين:

أ- 75% أسود: 25% أحمر.

ب- 50% Bb: 50% bb.

ج- 50% Bb: 25% BB: 25% bb.

د- 50% أسود: 50% أحمر.

3. أجرى باحث تلقيحاً لنباتي بندورة، لون الساق في أحدهما أرجواني، وفي الآخر أخضر، فكانت جميع النباتات الناتجة أرجوانية الساق. إحدى الآتية تُفسّر نتائج التلقيح:

أ- الطراز الجيني للنبات أخضر الساق هو Gg، والطراز الجيني للنبات أرجواني الساق هو gg.

ب- الطراز الجيني للنبات أخضر الساق هو GG، والطراز الجيني للنبات أرجواني الساق هو gg.

ج- الطراز الجيني للنبات أخضر الساق هو gg، والطراز الجيني للنبات أرجواني الساق هو GG.

د- الطراز الجيني للنبات أخضر الساق هو gg، والطراز الجيني للنبات أرجواني الساق هو Gg.

4. الطراز الجيني الذي ينتج منه عدد أنواع أكثر من الجاميتات هو:

أ- Tt. ب- AATT.

ج- ggaatt. د- AAGGTT.

5. تزوّج شاب مصاب بعمى الألوان بفتاة غير مصابة بهذا المرض. لم تكن والدته الشاب مصابة بالمرض، وكان والده مصاباً به. أمّا والد الفتاة ووالدتها فلم يكونا مصابين بالمرض. أنجب الزوجان طفلاً ذكراً مصاباً بالمرض، وكان مصدر الأليل المسؤول عن ظهور إصابته بالمرض هو:

أ- جدّه لأُمّه. ب- جدّه لأبيه.

ج- جدّته لأُمّه. د- جدّته لأبيه.

6. تُعدّ وراثة لون الأزهار في نبات الكاميليا مثالاً على:

أ- السيادة التامة.

ب- السيادة المُشتركة.

ج- الصفات المُرتبطة بالجنس.

د- الصفات مُتعددة الجينات.

7. تزوّج شاب فصيلة دمه B بفتاة فصيلة دمها A، فأنجبا ذكراً فصيلة دمه AB، وأنثى فصيلة دمها O. إحدى الآتية تُمثّل الطرز الجينية للشاب والفتاة:

أ-  $I^A I^A$ ،  $I^B i$ . ب-  $I^A I^A$ ،  $I^B I^B$ .

ج-  $I^A i$ ،  $I^B i$ . د-  $I^A i$ ،  $I^B I^B$ .

8. عمل باحث على تكثير جزيء من DNA في تفاعل البلمرة المُتسلسل. عدد قطع DNA الناتجة بعد 10 دورات هو:

أ- 100 قطعة. ب- 1000 قطعة.

ج- 10000 قطعة. د- 1024 قطعة.

## مراجعة الوحدة

12. الطفرة التي ينتج منها تغيير كودون في جزيء mRNA، يُترجم إلى الحمض الأميني الأصلي هي:

- أ- كروموسومية حذف. ب- جينية صامتة.  
ج- كروموسومية قلب. د- جينية غير مُعبّرة.
13. الاختلال الناتج من خلل في عدد الكروموسومات الجنسية هو:

- أ- التليف الكيسي. ب- متلازمة داون.  
ج- مرض هنتنغتون. د- متلازمة تيرنر.
14. أُخذت عيّنة DNA من الكائن (أ) والكائن (ب)، ثم خلطت العيّتان بإنزيم القطع EcoRI، فتنتج من الكائن (أ) 4 قطع من DNA، وتنتج من الكائن (ب) قطعتان من DNA. إحدى العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بالإنزيم EcoRI:

أ- يحتوي جزيء DNA للكائن (أ) على مناطق تعرّف للإنزيم EcoRI أكثر من جزيء DNA للكائن (ب).

ب- يحتوي جزيء DNA للكائن (أ) على مناطق تعرّف للإنزيم EcoRI أقل من DNA للكائن (ب).

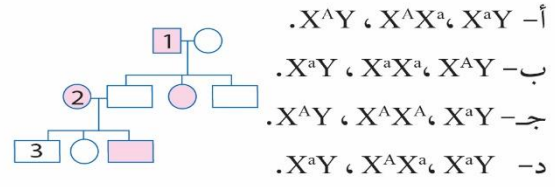
ج- جزيء DNA في الكائن (أ) أكبر منه في الكائن (ب).

د- جزيء DNA في الكائن (ب) يخلو من مناطق التعرّف.

15. جميع الآتية تُعدّ من أدوات التكنولوجيا الحيوية باستثناء:

- أ- إنزيم البلمرة مُتحمّل الحرارة.  
ب- إنزيم الربط.  
ج- الفصل الكهربائي الهلامي.  
د- البلازميدات.

9. تتبّع باحث وراثته صفة مُعيّنة في عائلة، وصمّم لذلك سجل النسب الآتي الذي يُمثّل فيه المربع ذكرًا، ومثلّ فيه الدائرة أنثى، ويدلّ فيه الشكل المُظلل على ظهور الصفة. الطرز الجينية للأفراد الذين يحملون الأرقام: (1)، و(2)، و(3) على الترتيب هي:



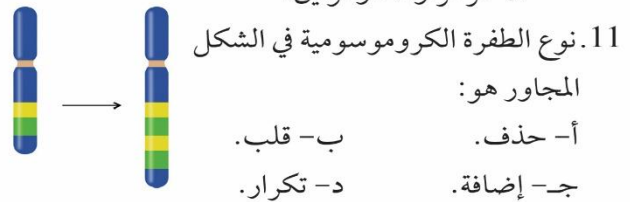
10. زواج باحث بين قط أسود الفراء وقطة فراؤها أسود وبرتقالي. إذا علمت أن أليل اللون الأسود هو  $C^B$ ، وأليل اللون البرتقالي هو  $C^D$ ، وأنّ هذه الصفة مُرتبطة بالجنس، فإنّ الطرز الشكلية المتوقّعة للون الفراء في الأفراد الناتجين هي:

أ- بعض الذكور فراؤهم أسود، وبعضّ فراؤه برتقالي، وبعض آخر فراؤه ذو لونين، وجميع الإناث فراؤها ذو لونين.

ب- بعض الذكور فراؤهم أسود، وبعضّ آخر فراؤه برتقالي، وبعضّ الإناث فراؤها أسود، وبعضها الآخر فراؤها ذو لونين.

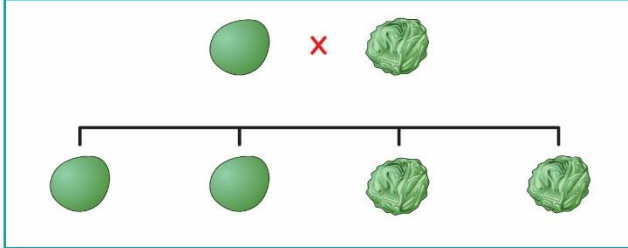
ج- بعض الذكور فراؤهم أسود، وبعضّ آخر فراؤه برتقالي، وبعض الإناث فراؤها أسود، وبعضها الآخر فراؤها برتقالي.

د- بعض الذكور فراؤهم أسود، وبعضّ آخر فراؤه برتقالي، وبعض الإناث فراؤها برتقالي، وبعضها الآخر فراؤها ذو لونين.



## مراجعة الوحدة

## السؤال الثاني:



مُعتمداً الشكل المجاور الذي يُمثّل البذور الناتجة عند تلقيح نباتي بازلاء، أحدهما أملس البذور، والآخر مجعّد البذور، أَسْتنتج الطراز الجيني لكلّ من الأبوين مُستخدماً الرموز المناسبة.

## السؤال الثالث:

أَسْتنتج: كيف تُعدّ البصمة الوراثية شكلاً من أشكال خرائط القطع؟

## السؤال الرابع:

أُوضّح الفرق بين تأثير الطفرة وتأثير الوراثة فوق الجينية في تسلسل النيوكليوتيدات في جزيء DNA.

## السؤال الخامس:

- أ - أوضّح المقصود بمفهوم مشروع الجينوم البشري.  
ب - أصف آليّة الاستنساخ في النبات.

## السؤال السادس:

في تجربة لباحث هدفت إلى تتبّع وراثة صفة لون الفراء في أحد أنواع الفئران، زواج الباحث بين ذكر رمادي الفراء وأنثى بيضاء الفراء، فكان لون الفراء رمادياً لجميع الأفراد الناتجين. بعد ذلك زواج الباحث بين أفراد الجيل الأوّل، فنتج أفراد فراء بعضهم رمادي، وفراء بعضهم الآخر أبيض، وبلغ عدد الأفراد ذوي الفراء الرمادي 198 فرداً، في حين بلغ عدد الأفراد ذوي الفراء الأبيض 72 فرداً:

- أ - أصوغ فرضية تُفسّر هذه النتائج.  
ب - أتنبأ بالطرز الشكلية لأفراد الجيل الناتج بحسب الفرضية التي صغتها.  
ج - أقدّر بين الطرز الشكلية التي تنبأت بها والطرز الشكلية الناتجة من التجربة.

## السؤال السابع:

أصف كيف يُمكن استخدام المعلومات الجينية في تحديد هوية شخص مجهول.



## مراجعة الوحدة

## السؤال الثامن:

ينتج مرض وراثي من جين مُرتبط بالجنس، يُرمز إليه بالرمز (A). تزوّج شاب غير مصاب بهذا المرض بفتاة مصابة به، وكان والدها مصاباً به أيضاً، وأُمُّها غير مصابة به، وجدّتها لأبيها مصابة به أيضاً. أَسْتنتج الطرز الجينية لكلّ من الشاب، والفتاة، ووالدة الفتاة، ووالد الفتاة.

## السؤال التاسع:

أُفكّر: كيف يؤدّي التسخين دوراً مُهمّاً في فصل سلاسل DNA في تفاعل بلمرة DNA المُتسلسل، ويؤدّي في الوقت نفسه دوراً في تثبيط إنزيم بلمرة DNA لدى بعض الكائنات الحيّة؟

## السؤال العاشر:

أُقارن بين المعالجة الجينية والكائنات المُعدّلة وراثياً.

## السؤال الحادي عشر:

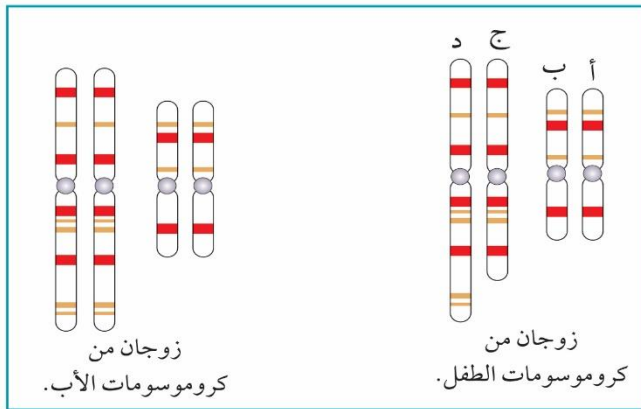
تزوّج رجل مصاب بعمى الألوان بامرأة غير مصابة بهذا المرض، فأنجبا أنثى غير مصابة به. بعد ذلك تزوّج شاب غير مصاب بهذا المرض بالابنة، فأنجبا ثلاثة أبناء: ذكر مصاب بالمرض، وآخر غير مصاب به، وأنثى مصابة به، وبمتلازمة تيرنر: أ- أُصمّم سجل نسب يُبيّن توارث صفة عمى الألوان في هذه العائلة. ب- أفسّر سبب إصابة الأنثى المصابة بمتلازمة تيرنر بمرض عمى الألوان.

## السؤال الثاني عشر:

أُقارن بين طفرة عدم انفصال كروموسومين مُتماثلين وعدم انفصال كروماتيدين شقيقين من حيث تأثيرهما في عدد الكروموسومات في الجاميتات الناتجة.

## السؤال الثالث عشر:

يُمثّل الشكل المجاور زوجين من الكروموسومات لأب طبيعي، وطفله ذي القدرات العقلية المحدودة الذي يعاني ضعفاً في التحكّم في العضلات. أُنوِّع نوع الطفرة التي حدثت للأُمّ في أثناء تكوين الجاميت الذي نتج من إخصابه هذا الطفل.





## مراجعة الوحدة

## السؤال الرابع عشر:

يُبيّن الجدول المجاور المسافات بين 5 جينات محمولة على كروموسوم بوحدة خريطة. أتمّصل إلى ترتيب الجينات على هذا الكروموسوم.

	A	B	C	D	E
A	-	29	13	21	6
B	29	-	16	8	35
C	13	16	-	8	19
D	21	8	8	-	27
E	6	35	19	27	-

## السؤال الخامس عشر:

لُقّح نباتان، أحدهما بنفسجي الأزهار، وغير لامع الأوراق، والآخر أبيض الأزهار، ولامع الأوراق. كان أليل لون الأزهار البنفسجية وأليل الأوراق غير اللامعة محمولين على الكروموسوم نفسه، وكان جميع أفراد الجيل الأول الناتج من ذوي الأزهار البنفسجية والأوراق غير اللامعة. بعد ذلك لُقّح أفراد الجيل الأول مع نباتات بيضاء الأزهار، ولامعة الأوراق، فكان أفراد الجيل الثاني كما في الجدول الآتي:

الطرز الشكلية	بنفسجية الأزهار، وغير لامعة الأوراق	بيضاء الأزهار، ولامعة الأوراق	بنفسجية الأزهار، ولامعة الأوراق	بيضاء الأزهار، وغير لامعة الأوراق
أعداد الأفراد الناتجين	50	46	12	10

أ- أحلل البيانات: أي الصفات سائدة؟ أيها مُتنحية؟

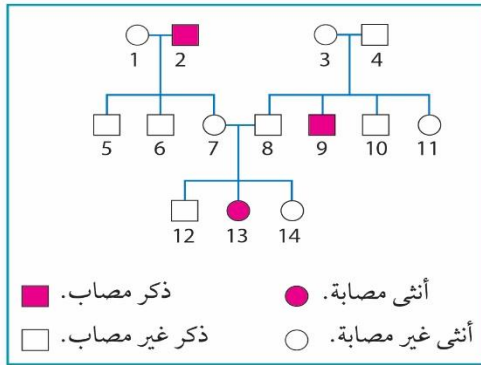
ب- أحسب المسافة بين جيني الصفتين.

ج- أفسّر سبب ظهور هذه النتائج.

## السؤال السادس عشر:

أحلّل الشكل المجاور الذي يُمثّل سجل النسب لوراثه مرض لدى الإنسان، ثم أذكر دليلاً من الشكل يُؤكّد أنّ أليل الإصابة: أ- مُتنح.

ب- محمول على كروموسوم جسمي.



## السؤال السابع عشر:

أفسّر: يُعدّ تحديد المحتوى البروتيني للإنسان أكثر صعوبة منه في البكتيريا.

## مراجعة الوحدة

السؤال الثامن عشر:

أوضح دور إنزيم أروماتيز في تحديد الجنس المعتمد على درجة الحرارة.

السؤال التاسع عشر:

أفسر سبب اختلاف بعض الصفات لدى التوائم المتطابقة.

السؤال العشرون:

يُبين الشكل الآتي البصمة الوراثية لعينات وُجدت في مسرح جريمة، ولُصِّبَ بهما. أَسْتَنْج: أيُّ المُصِّبَ بهما هو الجاني؟

المُصِّبَ به الثاني

المُصِّبَ به الأول

مسرح الجريمة

## مراجعة الوحدة

## الإجابات

## السؤال الأول

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	رقم الفقرة
ج	أ	د	ب	د	ب	أ	د	ج	ب	ج	أ	ج	د	ب	رمز الإجابة الصحيحة

## السؤال الثاني

الطرز الجيني للنبات مجعد البذور هو: aa، والطرز الجيني للنبات أملس البذور: Aa.

## السؤال الثالث

تبين البصمة الوراثية توزيع قطع DNA وفقا لأطوالها بالإضافة انها تحوي أيضا توزيع أعدادا مُتغيّرة من تسلسلات DNA المُتكررة VNTRs والتي تميز الافراد عن بعضهم البعض، وهذه القطع الظاهرة بعد تصويرها تمثل خرائط قطع.

## السؤال الرابع

لطفرة تغيّر تسلسل النيوكليوتيدات في جزيء DNA. والوراثة فوق الجينية لا تغيّر تسلسل النيوكليوتيدات في جزيء DNA.

## السؤال الخامس

- يُقصد بمشروع الجينوم البشري تحديد تسلسل النيوكليوتيدات في كامل DNA للإنسان، وتعرّف مواقع الجينات وترتيبه في الكروموسومات جميعها.  
ب - تقطيع نبات ناضج الى قطع صغيرة وتوضع في وسط غذائي ملائم تحت ظروف بيئية معقمة تمامًا حتى تتكون كت نباتية غير متميزة ثم تتكون بداية الجذور لهذه الكتل غير المتميزة ومن بعد ذلك تتكون البادئة ليتم نقلها إلى وسط غذائي آخر ليتكون نبات صغير ينقل الى التربة فيتكون نبات ناضج مطابق للنبات الأم.

## السؤال السادس

أ- الفرضية: أليل لون الفراء الرمادي سائد سيادة تامة على أليل لون الفراء الأبيض.  
ب- الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول وفقاً للفرضية: جميع الأفراد الناتجة رمادية الفراء، ولأفراد الجيل الثاني 25% بيضاء الفراء: 75% رمادية الفراء.

## مراجعة الوحدة

## الإجابات

ج- تؤيد النتائج في التجربة الفرضية؛ فكانت الطرز الشكلية بين جميع أفراد الجيل الأول رمادية في التجربة وكذلك في التنبؤ المبني على الفرضية، وفي الجيل الثاني كانت نسبة الأفراد بيضاء الفراء (26.7%) ونسبة الأفراد رمادية الفراء (73.3%) وهذا يوافق تقريباً مع النسب المتوقعة وفقاً للفرضية.

## السؤال السابع:

باستخدام البصمة الوراثية، وهي خريطة قطع تبين توزيع قطع DNA التي تحوي أعداداً مُتَغَيِّرة من تسلسلات DNA المُتَكَرِّرة VNTRs، والمختلفة من شخص لآخر؛ لذا تستخدم في القضايا المختلفة كتحديد هوية شخص مجهول.

## السؤال الثامن

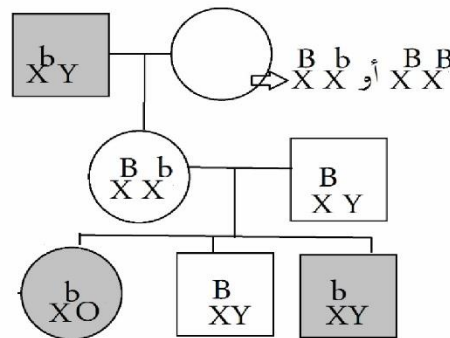
الطرز الجينية لكل من : الشاب (  $X^aY$  ) ، الفتاة (  $X^AX^a$  ) ، والدة الفتاة (  $X^aX^a$  ) ، ووالد الفتاة (  $X^AY$  ).

السؤال التاسع: للتسخين دور مهم في تكسير الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية في سلاسل DNA لفصلها وتكوين سلسلتين أحاديتين بينما إنزيم بلمرة DNA المتحمل للحرارة يحتاج لدرجة حرارة معيارية (مثلى) حتى يعمل ويقوم بلمرة DNA لذا تعد درجة حرارة التسخين غير مناسبة لعمل الانزيم فتتبطه .

## السؤال العاشر:

المعالجة الجينية: تثبيط الجين المسؤول عن إحداث المرض، أو إدخال نسخة من الجين السليم في خلايا فرد مصاب بمرض وراثي ناتج من اجتماع جينين مُتَحَيِّين؛ لتعويض نقص البروتين الوظيفي في خلاياهما. الكائنات المُعَدَّلَة وراثياً: كائنات يتم تعديل DNA فيها؛ ما يُغَيِّر المعلومات الوراثية فيها؛ وتبعاً لذلك يتغيّر نوع البروتينات التي تكوّننها، وكميّتها؛ فتتمكّن من تصنيع مواد جديدة، أو أداء وظائف جديدة.

## السؤال الحادي عشر



ب- عدم انفصال زوج الكروموسومات الجنسية (XY) أثناء الانقسام المنصف عند الرجل، فكان أحد الجاميتات الناتجة حيوان منوي يخلو من الكروموسوم الجنسي ( لا يحتوي أي من الكروموسومين الجنسيين X,Y )؛ أخصب بويضة طبيعية تحتوي الكروموسوم الجنسي  $X^b$ ، فنتجت بويضة مخصبة طرازها الكروموسومي الجنسي  $X^bO$ ، وبذلك يكون عند هذه الأنثى كروموسوم جنسي واحد يحمل أليل الإصابة بمرض العمى اللوني فتكون مُصابة.



## مراجعة الوحدة

## الإجابات

السؤال الثاني عشر

عدم انفصال كروموسومين مُتماثلين: جاميتات (n+1) وجاميتات (n-1) ، عدم انفصال كروماتيدين شقيقين: جاميتات (n+1) وجاميتات (n-1) وجاميتات (n) .

السؤال الثالث عشر

طفرة كروموسومية / التعرُّب في تركيب الكروموسومات/ حذف / نقص في الجينات المحمولة على الكروموسوم عند قطع جزء منه.

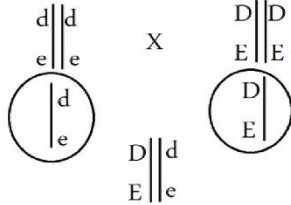
السؤال الرابع عشر

E	6	A	13	C	8	D	8	B
	وحدات خريطة		وحدة خريطة		وحدات خريطة		وحدات خريطة	

السؤال الخامس عشر

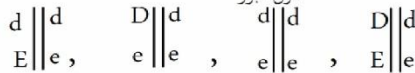
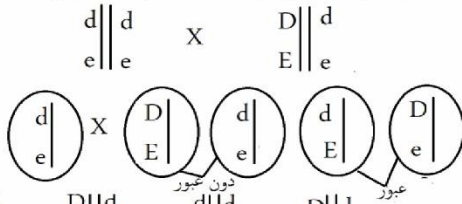
أفترض أن أليل لون الأزهار البنفسجي (D)، وأليل لون الأزهار البيضاء (d)، وأليل الأوراق غير اللامعة (E)، وأليل الأوراق اللامعة (e).

بنفسجي الأزهار، وغير لامع الأوراق X أبيض الأزهار، ولامع الأوراق



بنفسجي الأزهار، وغير لامع الأوراق

بنفسجي الأزهار، وغير لامع الأوراق X أبيض الأزهار، ولامع الأوراق



الطرز الشكلية	بنفسجية الأزهار، وغير لامعة الأوراق	بيضاء الأزهار، ولامعة الأوراق	بنفسجية الأزهار، ولامعة الأوراق	بيضاء الأزهار، وغير لامعة الأوراق
أعداد الأفراد الناتجين	50	46	12	10

أ-

الصفة السائدة للون الأزهار: لون الأزهار  
البنفسجي ، الصفة المتنحية للون الأزهار: لون  
الأزهار البيضاء.

الصفة السائدة للأوراق: الأوراق غير اللامعة  
والصفة المتنحية للأوراق: الأوراق اللامعة

ب-

عدد الأفراد الكلي = 118

عدد الأفراد ذات التراكيب الجديدة = 22

نسبة الأفراد من ذوي التراكيب الجديدة =

 $(22/118) \times 100$ 

= 18.6%

المسافة بين جيني الصفتين = 18.6 وحدة خريطة

ج- الصفتان مرتبطتان محمولتان على الكروموسوم نفسه  
وحدثت عملية عبور أدت إلى انفصال الجينات  
المرتبطة وظهور تراكيب جديدة.

## مراجعة الوحدة

## الإجابات

السؤال السادس عشر :

- أ- الذكر رقم (9) يختلف عن أبويه، فإذا أن يكون الأبوان متتحيان وهو سائد وهذا غير صحيح، وإما أن يكونا سائدين غير نقيين والذكر متتحي؛ فالاستنتاج أن الذكر رقم (9) متتحي، وكذلك الأنثى رقم (13) متتحية وأبويها سائدين غير نقيين.
- ب- الأنثى رقم (13) متتحية لديها أليلان متتحيان، فلو كانت هذه الصفة مرتبطة بالجنس يجب أن يكون أباه متتحي، ولكن يظهر من سجل النسب أن أباه سائد فلا يمكن أن تكون هذه الصفة مرتبطة بالجنس.

السؤال السابع عشر:

وذلك بسبب أن المحتوى الجيني والبروتيني للإنسان أكثر وفرة وتعقيداً منه في البكتيريا.

السؤال الثامن عشر

عند وضع البيوض، فإنها لا تتعرض لدرجة الحرارة نفسها بحسب موقعها فيتأثر نشاط الإنزيمات مثل إنزيم أروماتيز الضرورية لتصنيع الهرمونات الأنثوية والذكرية التي تؤدي دوراً في تمايز كل من المبيض والخصية.

السؤال التاسع عشر

بسبب الوراثة فوق الجينية قد يعاني أحد التوأمين أمراضاً معينة لا يعانيها الآخر، وقد يختلفان في السمات الشخصية. وهما يحملان ترتيب النيوكليوتيدات نفسه في جزيء DNA، لكنهما قد يختلفان في النظام الغذائي، والأنشطة البدنية وغيرها. ومن ثَمَّ، يوجد ارتباط لعوامل فوق جينية عند أحدهما تختلف عن تلك المرتبطة عند الآخر في أي مرحلة من مراحل حياتهما؛ ما يُغيّر التعبير الجيني لكلٍ منهما. وقد أظهرت بعض الدراسات أنه كلما تقدّم الإنسان في السنّ ظهرت فروق أكثر في عوامل الوراثة فوق الجينية بين التوائم المتطابقة.

السؤال العشرون

بعد مقارنة قطع DNA الناتجة من المشتبهين والعينات في مسرح الجريمة يتبين أن المشتبه الأول هو الجاني

محبكم و الداعي لكم بالخير

الأستاذ أنس أبو صليح

تم بحمد الله