

## وراثة الصفات

### مقدمة

تنتج الصفات الوراثية للفرد نتيجة اتحاد الجاميت الذكري (الحيوان المنوي) أحادي المجموعة الكروموسومية (  $1n$  ) مع الجاميت الأنثوي ( البويضة ) أحادي المجموعة الكروموسومية (  $1n$  ) وبهذا تنتج البويضة المخصبة ثنائية المجموعة الكروموسومية (  $2n$  ) .  
كما أن الجاميتات تنتج لدى الفرد نتيجة حدوث الانقسام المنصف في الأعضاء التناسلية لدى الذكور والإناث .

### أولا : وراثة الصفات المندلية

س / ما المقصود بعلم الوراثة ؟

هو علم يبحث في انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء وتفسيرها .

الذي أسس علم الوراثة هو العالم النمساوي غريغور مندل وكان سر نجاحه إتباع الطريقة العلمية في البحث والتجريب والاستنتاج ولقد اختار نبات البازيلاء في تجاربه لعدة أسباب :  
أهم سبب 1- وجود عدة صفات متضادة مثل صفة طول الساق فهناك نوعين أ- نبات طويل ب- نبات قصير

الصفة	الصفة السائدة	الصفة المتنحية
لون الأزهار	ارجواني	ابيض
موقع الزهرة	محوري	طرفي
لون البذور	اصفر	اخضر
شكل البذور	أملس	مجعد
لون القرون	اخضر	اصفر
شكل القرون	أملس	مجعد
طول الساق	طويل	قصير

2- طول الجيل قصير تقريبا أربع أشهر

3- سهولة الزراعة .

4- عدد الكروموسومات قليلا

5- أزهارها خنثي ( أي أنها تمتلك الأعضاء الذكورية والأنثوية في نفس الزهرة ) وبذلك يستطيع عمل نوعي

التلقيح الذاتي و الخطي

س / ما المقصود بالتلقيح الذاتي و الخطي ؟

التلقيح الذاتي : هو انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم نفس الزهرة .

التلقيح الخطي : هو انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم زهرة أخرى .

فسر , الأفراد الناتجة من التلقيح الخطي تفوق آباءها في الصفات المرغوب بها .

لأنه ينتج بين أفراد لا توجد بينهم صلة قرابة وبذلك تحصل على صفات وراثية مرغوبة فيها من كلا الطرفين فينتج قوة في الفرد الهجين.

س / ما هي الخطوات التي اتبعتها العالم مندل في تجاربه ؟

1- اختيار سلالة نقية للصفات المتضادة للصفة المراد دراستها لإجراء التلقيح.

2- عمل تلقيح خطي بين الصفتين المتضادتين لينتج أفراد الجيل الأول (  $F1$  ) .

3- عمل تلقيح ذاتي بين أفراد الجيل الأول لينتج أفراد الجيل الثاني (  $F2$  ) .

## بعض المفاهيم المهمة في علم الوراثة

**السلالة النقية :** مجموعة من الأفراد تحمل نفس الصفات الوراثية , وعند تزاوجها ذاتيا لعدة أجيال تنتج أفراد يحملون نفس الصفات الوراثية جيلا بعد جيل .

**الجين :** مادة وراثية تحمل على الكروموسومات وتتحكم في صفة معينة للفرد وتنتقل من جيل إلى آخر .

**ملاحظة :** يحتاج كل فرد زوج من الجينات على الأقل لتحديد صفة وراثية احدهما يأخذه من الأب والآخر من الأم .

**هناك نوعين من الجينات :**

**أ- الجين السائد :** جين يمنع ظهور أثر جين آخر مقابل له على الكروموسوم و يرمز له بالأحرف كبيرة مثل T,G,S,R

**ب- الجين المتنحي:** جين تختفي صفته عندما يجتمع مع الجين المقابل له على الكروموسوم ويرمز له بالأحرف الصغيرة مثل t ,g ,s ,r

**الطرز الجينية :** هي الجينات المحمولة على ( DNA ) , بحيث تحتوي كل صفة على جينين على الأقل للصفة الواحدة مثل ( Tt , tt )

**الطرز الشكلية :** هو ما يظهر على الفرد من صفات مظهرية وذلك ترجمة للعوامل الجينية المحمولة على الكروموسومات . مثل نبات طويل أو بذوره ملساء.....

### قانون مندل الأول : قانون انعزال الصفات

**خطوات تجربة مندل : المرحلة الأولى :**

- 1 . لبح مندل نبات طويل الساق ( نقي ) مع نبات قصير الساق ( نقي ) .
- 2 . ظهرت أفراد الجيل الأول ( F1 ) جميعها طويلة الساق نسبة 100 % .

تجربة مندل بالرموز :	نبات طويل الساق ( نقي ) * نبات قصير الساق ( نقي )
الطرز الشكلية للأباء :	TT * tt
الطرز الجينية للأباء :	T * t
أنواع الجاميتات للأباء :	T , t
الطرز الجينية للأبناء (F1) :	Tt
الطرز الشكلية للأبناء (F1) :	طويلة الساق غير نقية بنسبة 100 % .

**المرحلة الثانية :**

عمل مندل تلقيح ذاتي بين أفراد الجيل الأول فظهرت أفراد الجيل الثاني ( F2 ) بالأعداد التالية :

787 نبات طويل الساق	277 نبات قصير الساق
عند القسمة على اقل عدد 277 تظهر النسب ( 3 نبات طويل الساق : 1 نبات قصير الساق )	
تجربة مندل بالرموز :	نبات طويل الساق ( غير نقي ) * نبات طويل الساق ( غير نقي )
الطرز الشكلية للأباء :	Tt * Tt
الطرز الجينية للأباء :	T , t * T , t
أنواع الجاميتات للأباء :	T , t * T , t
الطرز الجينية للأبناء (F2) :	TT , Tt , Tt , tt
الطرز الشكلية للأبناء (F2) :	قصير الساق : 25% طويلة الساق : 75%

**أهم ملاحظات مندل**

**قانون مندل الأول ( قانون انعزال الصفات ) :** تنفصل أزواج الجينات المتقابلة عن بعضها البعض عند تكوين الجاميتات في عملية الانقسام المنصف .

**مبدأ السيادة الوراثية ( السيادة التامة ) :** وينص على انه إذا اجتمع جينا الصفتين المتقابلتين لدى الفرد فان صفة الجين السائد تظهر , ولا تظهر صفة الجين المتنحي .

## ملاحظات هامة في حل أسئلة الوراثة

- 1- إذا كانت جميع أفراد الجيل الناتجة تحمل الصفة السائدة ( 100% صفة سائدة ) نستنتج أن احد الأبوين يحمل الصفة السائدة بشكل نقي والأب الآخر إما أن يكون نقي أو غير نقي أو متنحي .
- 2- إذا كانت النسبة بين أفراد الجيل الناتجة 3 : 1 نستنتج أن كلا الأبوين خليط .
- 3- إذا كانت النسبة بين أفراد الجيل هي 1 : 1 نستنتج أن احد الأبوين غير نقي ( خليط ) والآخر يحمل الصفة المتنحية .
- 4- إذا كانت جميع أفراد الجيل تحمل الصفة المتنحية يدل على أن كلا الأبوين يحمل الصفة المتنحية .

## أمثلة :

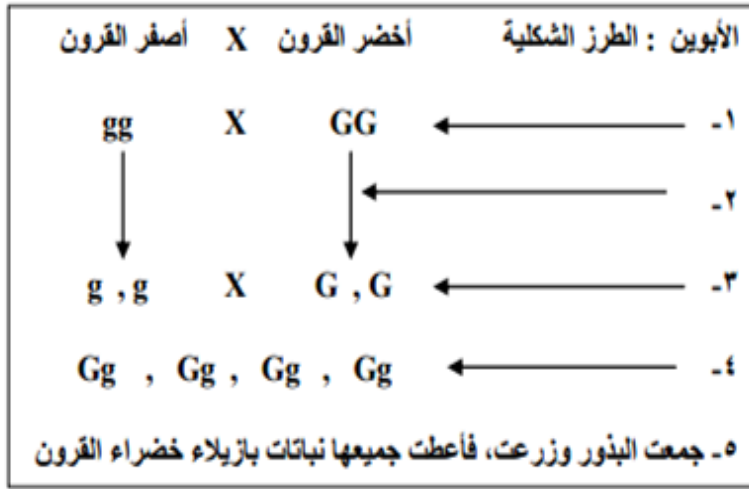
مثال 1 : اجري تلقيح بين نباتي بازلاء احدهما ابيض الأزهار والآخر مجهول الطراز الشكلي فنتجت أفراد جميعها ارجواني الأزهار . إذا علمت أن جين الأزهار الأرجوانية ( R ) ساند على جين الأزهار البيضاء ( r ) . اكتب الطرز الجينية المحتملة للأبوين .

مثال 2 : اجري تلقيح بين نباتي بازلاء وكانت الأفراد الناتجة بالأعداد التالية : 181 نبات قصير و 187 نبات طويل الساق . إذا علمت أن جين طول الساق ( T ) ساند على جين قصر الساق ( t ) . اكتب الطرز الجينية المحتملة للأبوين .

مثال 3 : اجري تزاوج بين ذكر ذبابة فاكهة ( ذبابة الخل ) طويل الجناح سلالة نقية سائدة مع ذبابة ضامرة الجناح . ثم اجري تزاوج بين أفراد الجيل الأول . المطلوب :  
1- الطرز الجينية والشكلية لأفراد الجيل الأول .  
2- الطرز الجينية والشكلية لأفراد الجيل الثاني .

مثال 4 : تزوج رجل عيناه بني اللون ( سلالة غير نقية ) من امرأة عيناه ازرق اللون . إذا علمت أن جين لون العيون البنية ( E ) ساند على جين لون العيون الزرقاء ( e ) المطلوب :  
1- الطرز الشكلية لأفراد الجيل الأول .  
2- ما هي نسبة ظهور اللون الأزرق في الأفراد الناتجة .

يمثل الشكل المجاور خطوات توارث صفة لون القرون في نبات البازيلاء. المطلوب



1- ماذا تمثل الخطوات المشار إليها بالأرقام ( ١ ، ٣ ، ٤ ) .

2- ما نوع الانقسام الحاصل في الخطوة التي يشير إليها الرقم ( ٢ ) .

3- لماذا لم تظهر نباتات بازلاء صفراء القرون في الخطوة رقم ( ٥ ) .

4- ما احتمال ظهور نباتات بازلاء صفراء القرون في التزاوج ( Gg x Gg ) .

### الاحتمالات في الوراثة

**الاحتمالات :** هي التنبؤ بنسبة حدوث حادثة معينة من مجموع عدد الأحداث .  
بنى مندل استنتاجات تجاربه على قوانين الاحتمالات الرياضية التي تمكننا من تقدير نسبة حدوث الفُرص .  
قانون احتمالية حدث ما = تكرار الحادث / عدد الاحتمالات المتوقعة ( فضاء العينة )

**مثال 1 :**

\* إذا رمينا قطعة نقود معدنية (وجه / خلف) مرات عديدة ، فإن نسبة ظهور الوجه هي 50% (  $\frac{1}{2}$  ) من مجموع عدد مرات الرمي ونسبة ظهور الخلف كذلك هي 50% (  $\frac{1}{2}$  ) من مجموع عدد + مرات الرمي .  
وبالمثل فإن احتمال إنجاب امرأة حامل لذكر =  $\frac{1}{2}$  واحتمال إنجابها لأنثى =  $\frac{1}{2}$   
\* ومن أسس الاحتمالات المعروفة **القاعدة الجعم** التي تنص على أن مجموع جميع الاحتمالات في أي عملية يساوي الواحد الصحيح (1).

مجموع احتمالات ظهور (وجه) + مجموع احتمالات ظهور (خلف) = 1

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

**مثال 2:** لو رمينا قطعتي نقود كل منهما تحتوي على وجه وخلف فإن الاحتمالات ، أي التراكيب الممكن ظهورها هي عبارة عن :

وجه وجه ، خلف خلف ، وجه خلف ، خلف وجه

\* **قاعدة الضرب** ويحتسب احتمال حدوث حدثين مستقلين في نفس الوقت مع بعضهما البعض كنتاج ضرب احتمال كل منهما على حدة .

\* ظهور الوجه من القطعتين في نفس الوقت هو  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

\* ظهور الخلف من القطعتين =  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

\* ظهور الخلف في قطعة والوجه في القطعة الأخرى هو  $2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$  ( ضرب في 2 لأنها مكررة وبدون ترتيب )

\* **قاعدة استقلالية الحوادث** بحيث أن الأحداث السابقة لا تؤثر في احتمالية وقع الأحداث اللاحقة التي تليها .

**مثال** ما هي احتمالية إنجاب ذكر لعائلة أنجبت ذكريين متتاليين .

$\frac{1}{2}$  وذلك لان كل عملية أنجاب حدث مستقل بنفسه لا يتأثر بما سبق .

**ملاحظة مهمة :** في الامتحان لا يجوز كتابة النسب مكان الاحتمالية مثل 50% بدل  $\frac{1}{2}$  ، 25% بدل  $\frac{1}{4}$

إن أبسط العمليات في الوراثة تشبه رمي قطعتين من النقود في نفس الوقت . وليس عليك سوى استخدام الجاميتات بدلاً من النقود واعتبار التراكيب الممكنة للعوامل الوراثية ( الجاميتات ) بدلاً من التراكيب الممكنة لوجهي قطعتي النقود.

مثال 1 : إذا حدث تلقيح بين نباتي بازلاء أحدهما أملس البذور ( سلالة غير نقية ) والآخر مجعد البذور . إذا علمت أن جين البذور الملساء ( S ) سائد على جين البذور المجعدة ( s ) . المطلوب :

- 1- اكتب الطرز الجينية والشكلية للأبوين .
- 2- اكتب الطرز الجينية والشكلية للأفراد الناتجة .
- 3- اذكر احتمالية ظهور نبات مجعد البذور
- 4- اذكر نسبة ظهور نبات أملس البذور

مثال 2 : إذا قررت عائلة إنجاب أطفال فما هي احتمالية كل ما يلي :

أ- ذكرين متتالين .....

ب- ذكر وأنثى .....

ج- ذكرين ثم أنثى.....

ملاحظة : هناك قانون يمكن استخدامه في حالات إيجاد احتمالية الذكور والإناث ( بشرط عدم وجود ترتيب )

$$\frac{n!}{b! \times 2^n} \times \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

ن ! = عدد الاحتمالات      و ! = عدد احتمالات الذكور      ب ! = عدد احتمالات الإناث

مثال 3 : قررت عائلة إنجاب خمس أطفال , ما احتمالية أن ينجبوا ذكرين وثلاث إناث

مثال 4 : ما احتمالية إنجاب عائلة لتوائم كما يلي :

أنثى و أنثى : .....

أنثى وذكر في حالة التوائم المختلف.....

مثال 5 : جين لون العيون العسلية ( A ) سائد على جين لون العيون الزرقاء ( a ) فإذا تزوج رجل من أنثى كلاهما عسلي العيون ( سلالة غير نقية ) المطلوب :

أ- ما احتمالية إنجاب فرد عيونه عسلية .....

ب- ما احتمالية إنجاب فرد عيونه زرقاء .....

ج- ما احتمالية إنجاب ذكر عيونه عسلية .....

د- ما احتمالية إنجاب أنثى عيونه زرقاء .....

س / فسر ما يلي : تختلف النسب المتوقعة للطرز الشكلية في الأبناء عن النسب المتوقعة للطرز الجينية عند دراسة صفة وراثية معينة .

لأن الطرز الجينية للأبناء تعبر عن الاحتمالية فقط , وكلما كان عدد الأفراد الناتجة قليل غالبا لا تظهر النسب المتوقعة للصفة .

## قانون مندل الثاني : قانون التوزيع الحر

**قانون مندل الثاني :** جيني كل صفة ينفصلان عن بعضهما ويتوزعان على الجاميئات توزيعاً عشوائياً ومستقلاً عن جيني الصفة الأخرى .

ويستخدم هذا القانون عند تعدد الصفات الوراثية على نفس الكروموسوم مثل شكل البذور لنبات البازيلاء ولون البذور .  
ملاحظة : لإيجاد عدد الجاميئات نستخدم القانون  $(2)^n$  حيث  $n$  هو عدد الصفات الخليطة في الطراز الجيني للأباء .  
مثال : اكتب عدد الطرز الجينية للجاميئات إذا كان الطراز الجيني للأباء كما يلي :

الطرز الجينية للجاميئات	عدد الجاميئات	الطرز الجيني للأباء	الرقم
R	$1 = 2^0$	RR	1
T R, Tr	$2 = 2^1$	T TRr	2
T R, Tr, t R, tr	$4 = 2^2$	TtRr	3
tr	$1 = 2^0$	ttrr	4
		TtRrSs	5

تجربة مندل :

- 1- قام مندل بدراسة زوج من الصفات متقابلة وهما لون البذور وشكل البذور .
- 2- لقيح مندل نبات بذوره ملساء وصفراء ( سلالة نقية لكلا الصفتين ) مع نبات بذوره مجعدة وخضراء ( سلالة نقية لكلا الصفتين ) فظهرت أفراد الجيل الأول جميعها بذورها ملساء وصفراء البذور .
- 3- عمل مندل تلقيح ذاتي بين أفراد الجيل الأول فظهرت أفراد الجيل الثاني بالنسب التالية :

- 16/9 نبات بذورها ملساء وصفراء . ( 9 )  
16/3 نبات بذورها مجعدة وصفراء . ( 3 )  
16/3 نبات بذورها ملساء وخضراء . ( 3 )  
16/1 نبات بذورها مجعدة وخضراء . ( 1 )

النسبة الناتجة هي 9 : 3 : 3 : 1

وبهذا استنتج مندل أن جيني كل صفة ينفصلان ويتوزعان توزيعاً عشوائياً عند تكوين الجاميئات .

الطريقة الأولى : بعض النسب الجاهزة عند دراسة صفتين معا :

النسبة	الحالة	مثال
1 : 3 : 3 : 9	سائد غير نقي لكلا الصفتين * سائد غير نقي لكلا الصفتين	TtRr * TtRr
1 : 1 : 1 : 1	سائد غير نقي لكلا الصفتين * متنحي لكلا الصفتين	TtRr * ttrr
1 : 1 : 3 : 3	سائد غير نقي لكلا الصفتين * سائد غير نقي لصفة و متنحي لصفة الأخرى	TtRr * Tttr
نفس الصفتين السائدتين 100%	سائد نقي لكلا الصفتين * سائد نقي لكلا الصفتين سائد نقي لكلا الصفتين * سائد غير نقي لكلا الصفتين سائد نقي لكلا الصفتين * متنحي لكلا الصفتين	TTRR * TTRR TTRR * TtRr TTRR * ttrr
نفس الصفتين المتنحيين 100%	متنحي نقي لكلا الصفتين * متنحي نقي لكلا الصفتين	ttrr * ttrr

الطريقة الثانية : وعند عدم وجود هذه النسب يمكن حل الأسئلة والتمارين عند وجود صفتين أو أكثر باحتساب نسبة كل صفة على حدا ومعرفة الطرز الجينية للأبوين ثم دمجها مع الصفة الأخرى بما يناسبها في الحل .

**\* أمثلة على قانون مندل الثاني :**

مثال 1 : إذا حدث تلقيح بين نبات بازلاء طويل الساق ارجواني الأزهار والآخر غير معروف الطراز الجيني . فنتجت الأفراد التالية :

طويلة أرجوانية 16 , طويل بيضاء 15 , قصيرة أرجوانية 6 , قصيرة بيضاء 5  
إذا علمت أن جين طول الساق ( T ) سائد على جين قصر الساق ( t ) وان جين لون الأزهار الأرجوانية ( R ) سائد على جين لون الأزهار البيضاء ( r ) . المطلوب :

- 1- الطرز الجينية للأبوين .
- 2- الطراز الشكلي للأب المجهول
- 3- الطرز الجينية لأفراد الجيل الناتج .
- 4 احتمالية ظهور نبات طويل الساق ابيض الأزهار .
- 5- فسر سبب ظهور هذه النسب .

.....

.....

.....

.....

.....

مثال 2 : عند تلقيح نبات بازلاء طويل الساق اصفر البذور ( غير نقي للصفتين ) مع نبات بازلاء مجهول الطراز الجيني ظهرت النتائج الآتية 75 % نباتات طويلة الساق صفراء البذور , 25 % نباتات طويلة الساق خضراء البذور . إذا علمت أن جين طول الساق ( T ) سائد على جين قصر الساق ( t ) وان جين لون البذور الصفراء ( Y ) سائد على جين لون البذور الخضراء ( y ) . المطلوب :

- 1- الطرز الجينية للأبوين .
- 2- الطرز الجينية والشكلية لأفراد الجيل الناتج .
- 3- احتمالية ظهور نبات طويل الساق .

.....

.....

.....

.....

.....

مثال 3 : ما الطرز الجينية والشكلية لأفراد الجيل الأول والثاني الناتجة من تلقيح نباتين احدهما احمر الأزهار طويل الساق أملس البذور طرازه الجيني RRTTSS والآخر ابيض الأزهار قصير الساق مجعد البذور طرازه الجيني rrttss .

.....

.....

.....

.....


مثال 4 : ( وزارى 2004 ) يشير مربع بانيت المجاور إلى توارث صفتي طول الساق وموقع الأزهار في نبات البازيلاء فإذا رمزنا لجين طول الساق ( T ) السائد على القصر ( t ) وجين الأزهار المحورية ( A ) السائدة على الطرفية ( a ) المطلوب:

الجاميتات	T A		1	
	T T Aa	2	T t Aa	
				قصير طرفي 3

1- ما الطرز الجينية والشكلية للأبوين للصفتين معا .

2- ما الطراز الجيني للجاميت ( رقم 1 ) والنباتات

رقم ( 2 , 3 ) للصفتين معا

3- ما احتمالية الحصول على نبات قصير محوري الأزهار .

.....

.....

.....

.....

مثال 5 : ( وزارى 2008 ) اجري تلقيح بين نباتي بازيلاء وجمعت البذور الناتجة فكانت النتائج كما يلي :

$\frac{3}{8}$  نباتات ملساء القرون أرجوانية الأزهار  $\frac{3}{8}$  نباتات ملساء القرون بيضاء الأزهار

$\frac{1}{8}$  نباتات مجمدة القرون الأزهار  $\frac{1}{8}$  نباتات مجمدة القرون بيضاء الأزهار

فإذا رمزنا لجين القرون الملساء ( R ) ولجين القرون المجمدة ( r ) ورمزنا لجين الأزهار الأرجوانية ( A ) ولجين الأزهار البيضاء ( a ) المطلوب :

1- ما الطرز الجينية والشكلية لكلا النباتين ( للصفتين معا )؟

2- ما الطرز الجينية للنباتات الناتجة من هذا التلقيح ؟

.....

.....

.....

.....

مثال 6 : ( وزارى 2012 ) اجري تلقيح بين نباتي بازيلاء احدهما قصير الساق مجمد البذور , وكانت أفراد الجيل الأول

كما يلي : ( 92 ) طويل الساق أملس البذور , ( 91 ) قصير الساق مجمد البذور , ( 30 ) طويل الساق مجمد البذور , ( 29 ) قصير الساق أملس البذور . إذا علمت أن جين البذور الملساء ( R ) سائد على جين البذور المجمدة ( r ) , وجين

طول الساق ( T ) سائد على جين قصر الساق ( t ) . المطلوب :

1- ما الطرز الجينية للنباتين الأبوين ( للصفتين معا ) .

2- ما الطرز الشكلي لنبات البازيلاء ( الأب الآخر ) للصفتين معا .

3- ما احتمالية ظهور نبات بازيلاء طويل الساق من بين جميع أفراد الجيل الأول .

.....

.....

.....

.....

مثال 7: ( وزارى 2013 ) يتحكم في ظهور الشعر القصير في الأرنب جين سائد ( D ) , ويتحكم في ظهور الشعر الطويل

جين متنحي ( d ) ويتحكم في ظهور الشعر الأسود جين سائد ( B ) ويتحكم في ظهور الشعر البني جين متنحي ( b ) ,

تزوجت أنثى شعرها قصير اسود غير نقية للصفتين مع ذكر شعره قصير بني نقى للصفتين . حسب التوزيع الحر:

1- اكتب الطرز الجينية للصفتين معا للأفراد الناتجة من التزاوج .

2- ما احتمالية ظهور أرنب يحمل الطراز الجيني ( Dd Bb ) من بين جميع الأفراد الناتجة .

.....

.....

.....

.....



## التلقيح الاختباري ( التجريبي )

**تعريف :** هو تلقيح فرد غير معروف الطراز الجيني لصفة معينة مع فرد آخر يحمل الجينات المتنحية لنفس الصفة , وذلك لمعرفة الطراز الجيني لتلك الصفة أهي متماثلة الجينات أو غير متماثلة الجينات .  
**الهدف من التلقيح :** تحديد الطراز الجيني للصفة السائدة هل هي نقية أو خليط ( غير نقى ) .

**مثال 1 ( وزاري 2003 )** لون الأزهار البنفسجية في إحدى أنواع النباتات سائد على لون الأزهار البرتقالية , ما الخطوات التي يمكن إجراؤها للتأكد فيما إذا كانت نبتة البنفسجية متماثلة الجينات أو متخالفة الجينات ؟

**الحل :** إجراء تلقيح اختباري بين النبات البنفسجي مع نبتة برتقالية الأزهار .  
أذا ظهرت جميع النباتات بنفسجية الأزهار فهذا يدل على أنها متماثلة الجينات , أما إذا ظهرت نصفها بنفسجية فهذا يدل على أنها غير متماثلة الجينات .

**مثال 2 : ( وزاري 2011 )** فسر مايلي : ظهور الصفة المتنحية في الأفراد الناتجة من التلقيح الاختباري لمعرفة الطراز الجيني لنبات بازلاء طويل الساق .

**الحل :** وذلك لان النبات يمتلك جينات غير متماثلة وعند تلقيحها مع نبات قصير ( الصفة المتنحية ) تظهر الصفة المتنحية بنسبة 50 %

**مثال 3 : ( وزاري 2014 )** كيف يمكن تحديد الطراز الجيني في نبات بازلاء طويل الساق , فيما إذا كان متماثل الجينات أو غير متماثل الجينات .

**الحل :** عن طريق إجراء التلقيح الاختباري حيث يتم تلقيح النبات الطويل مع نبات قصير فإذا ظهرت جميع الأفراد طويلة الساق يكون متماثل الجينات إما إذا ظهرت نصفها تقريبا يكون غير متماثل الجينات .

**مثال 4 :** إذا اجري تلقيح اختباري لنبات البازلاء لمعرفة طرازه الجيني فنتجت افراد اجيل الاول كما يلي:  
( 75 نبات ابيض الازهار طويلة الساق و 77 نبات ارجواني الازهار طويلة الساق )

إذا علمت ان جين الازهار الارجوانية ( R ) سائد علي جين الازهار البيضاء ( r ) وان جين طول الساق ( T ) سائد على جين قصر الساق ( t ) المطلوب :

1- اذكر الطرز الجينية للابوين للصفاتين معا .  
2- اذكر الطرز الجينية للابناء للصفاتين معا .

## ثانيا : الوراثة الصفات الغير مندلية

**الصفات غير مندلية :** هي صفات وراثية لا تتفق الوراثة فيها مع قوانين مندل ( الأول والثاني )  
**أمثلة على الصفات غير مندلية :**

- 1- السيادة الغير تامة .
- 2- السيادة المشتركة والجينات المتقابلة المتعددة .
- 3- الجينات المتعددة الغير متقابلة .
- 4- الجينات المميطة .
- 5- الصفات المرتبطة بالجنس .
- 6- الصفات المتأثرة بالجنس .
- 7- ارتباط الجينات .

## 1- السيادة الغير تامة

**السيادة الغير تامة :** عدم قدرة أي من جيني الصفات المتضادتين المتقابلين السائدين بأن يسود احدهما على الآخر , مما يؤدي إلى ظهور صفة شكلية وسطية .

**ملاحظات :**

- عدم وجود الجين المتنحي حيث أن كلا الجينين المتضادتين سائدين ويكتب كل جين بحرف كبير يختلف عن الآخر .
  - ظهور ثلاث طرز شكلية .
  - ظهور نسبة 1 : 2 : 1 في حالة التلقيح بين الصفة الغير متماثلة مع نفسها .
  - ظهور نسبة 1 : 1 في حالة التلقيح بين الصفة الوسطية وإحدى الصفات السائدين .
- من أهم الأمثلة على السادة الغير تامة :**

- 1- لون أزهار نبات فم السمكة : بيبضاء , حمراء ( الصفة الوسطية الزهري )
- 2- شكل الجذور في نبات الفجل : طويل , كروي ( الصفة الوسطية بيضوي )
- 3- لون الريش في الدجاج الأندلسي : اسود , ابيض ( الصفة الوسطية رمادي )

\*أمثلة على السيادة الغير تامة :

- مثال 1 : إذا حدث تلقیح بين نباتي فم السمكة احدهما ابيض الأزهار والآخر احمر الأزهار . إذا علمت أن جين لون الأزهار الحمراء ( R ) وان جين لون الأزهار البيضاء ( W ) . المطلوب :
- 1- اكتب الطرز الجينية لكلا الأبوين .  
2- اكتب الطرز الجينية لأفراد الجيل الأول والثاني .  
3- ما نوع الوراثة .  
4- هل ظهرت نسبة 1 : 2 : 1 . ومتى

مثال 2 : ( وزارى 2009 ) إذا اجري تلقیح بين نباتي فم السمكة لصفتي لون الأزهار وطول الساق , فنتجت الأفراد بالصفات والأعداد التالية :

- طويلة الساق زهرية الأزهار 385 نبتة - قصيرة الساق حمراء الأزهار 130 نبتة  
- طويلة الساق حمراء الأزهار 400 نبتة - قصيرة الساق زهرية الأزهار 127 نبتة
- فإذا رمزنا لجين طول الساق ( T ) ولجين قصر الساق ( t ) ولجين لون الأزهار الحمراء ( R ) ولجين لون الأزهار البيضاء ( W ) . المطلوب :
- 1- اكتب الطرز الجينية والشكلية للأبوين ( للصفتين معا ) .  
2- اكتب الطرز الجينية لجاميئات الأبوين .  
3- ما سبب عدم ظهور صفة لون الأزهار البيضاء في أي من الأبناء .

مثال 3 : ( وزارى 2011 ) اجري تلقیح بين نباتين الأول طويل الساق زهري الأزهار والثاني مجهول الطراز الجيني, فكانت الطرز الشكلية الناتجة واعددها كما في الجدول التالي , فإذا كان جين طول الساق ( T ) ولجين قصر الساق ( t ) وجين لون الأزهار الحمراء ( R ) وجين لون الأزهار البيضاء ( W )

الطرز الشكلي	قصير الساق زهري الأزهار	طويل الساق زهري الأزهار	طويل الساق احمر الأزهار	طويل الساق ابيض الأزهار	قصير الساق احمر الأزهار	قصير الساق ابيض الأزهار
الأعداد	16	15	9	7	8	8

- المطلوب : 1- ما الطراز الجيني للنبات الثاني ( المجهول ) للصفتين معا .  
2- ما الطراز الشكلي للنبات الثاني ( المجهول ) للصفتين معا .  
3- ما الطرز الجينية للجاميئات التي ينتجها النبات الأول ( طويل الساق زهري الأزهار )  
4- ما احتمالية ظهور صفة قصر الساق من بين جميع النباتات الناتجة

علل : لا يمكن الحصول على سلالة نقية من الدجاج الأندلسي رمادي الريش .  
وذلك لأنها صفة وسطية في السيادة الغير تامة بحيث تحتوي على جينين سائدين متضادين غير متمائلين .

## 2- السيادة المشتركة والجينات المتقابلة المتعددة :

هنا يوجد ثلاث حالات مرتبطة للتوريث أ- السيادة المشتركة ب- الجينات المتقابلة ج- تعدد الجينات وتظهر هذه الوراثة في فصائل الدم لدى الإنسان حيث يوجد أربع أنواع للفصائل وهي ( A , B , AB , O )

أ- السيادة المشتركة : وهو أن كل جين من الجينين المتقابلين لصفة معينة يسود سيادة تامة ( تظهر صفتا الجينين معا ) كما هو الحال عن اجتماع الجينين  $I^A$  ,  $I^B$  ففي هذه الحالة تظهر فصيلة الدم نوع ( AB )

ب- الجينات المتقابلة : يحتاج الفرد إلى جينين ويكون الجينين متقابلين على الموقع الكروموسومي .

ج- تعدد الجينات : بحيث يوجد أكثر من زوج لأنواع الجينات وعددها ثلاث وهي :

1- جين (  $I^A$  ) وهو جين سائد يتحكم في تكوين مولد الضد نوع A .

2- جين (  $I^B$  ) وهو جين سائد يتحكم في تكوين مولد الضد نوع B .

1- جين ( i ) وهو جين متنحي يتحكم في عدم تكوين مولدات الضد.

ملاحظة :

يجب التذكير بوجد السيادة التامة في التوريث كما هو ملاحظ في أنواع الجينات بحيث أن الجينين  $I^A$  ,  $I^B$  سائدين بحيث يسود كلهما على الجين المتنحي ( i ) .

كما أن توريث العامل الريزيسي ( Rh ) سيادة تامة حيث أن جين وجود العامل الريزيسي ( H ) سائد على عدم وجود العامل الريزيسي ( h ) , حيث أن وجود العامل الريزيسي يعمل على وجود مولد الضد الذي يجعل الدم موجبا ( + ) أما عدم وجوده يعمل على عدم وجود مولد الضد مما يجعل الدم سالبا ( - )

س وضح المقصود بمولد الضد وأين يوجد .

تعريف مولد الضد ( الانتجين ) : وهي عبارة عن سكريات بروتينية توجد على سطح الغشاء البلازمي لكريات الدم .

• توجد مولدات الضد على سطح الغشاء البلازمي لخلايا الدم الحمراء .

• كما توجد الأجسام المضادة في بلازما الدم .

تعمل الأجسام المضادة على الاتحاد بمولد الضد من النوع نفسه عند وجودهما معا في الدم وبذلك يحدث تخثر للدم , فلذلك يجب أن يكون مولد الضد مختلف عن نوع الأجسام المضادة في الشخص نفسه لاحظ الجدول :

فصيلة الدم	الطراز الجيني	مولد الضد	الأجسام المضادة
A	$I^A I^A$ , $I^A i$	A	B
B	$I^B I^B$ , $I^B i$	B	A
AB	$I^A I^B$	A و B	لا توجد أجسام مضادة
O	ii	لا يوجد مولدات ضد	A و B

س 1 : فسر وجود نمطين من السيادة المشتركة والتامة في وراثة فصائل الدم لدى الإنسان ؟

السيادة التامة بحيث أن الجينين  $I^A$  ,  $I^B$  سائدين بحيث يسود كلهما على الجين المتنحي ( i ) عند اجتماعهما معه .

السيادة المشتركة : وذلك عند اجتماع الجينين  $I^A$  ,  $I^B$  ففي هذه الحالة تظهر صفتا الجينين معا تظهر فصيلة الدم ( AB )

س 2 : لماذا استخدمت الرموز (  $I^A$  ,  $I^B$  ) بهذه الطريقة في فصائل الدم .

وذلك لان الجين  $I^A$  سائد ويتسبب في ظهور مولد الضد نوع A , الجين  $I^B$  سائد ويتسبب في ظهور مولد الضد نوع B

**\*أمثلة على وراثة فصائل الدم (السيادة المشتركة والجينات المتقابلة المتعددة) :**

- مثال 1 : تزوج شاب فصيلة دمه A ( غير متمائل الجينات ) من أنثى فصيلة دمها AB المطلوب :
- 1- اذكر الطرز الجينية للأبوين .
  - 2- اذكر الطرز الجينية المحتملة للأبناء .
  - 3- اذكر احتمالية أنجاب طفل فصيلة دمه O
  - 4- اذكر احتمالية إنجاب أنثى فصيلة دمها A

مثال 2 : إذا تزوج شاب فصيلة دمه B من أنثى فصيلة دمها A وكان والد الشاب فصيلة دمه O وكان والدا الفتاة فصيلة دمهم AB . المطلوب :

- 1- اذكر الطرز الجينية للأبوين .
- 2- اذكر الطرز الجينية لكل من والد الفتاة ووالد الشاب .
- 3- اذكر الطرز الجينية المحتملة للأبناء.
- 4- اذكر الطرز الجينية المحتملة لوادة الشاب .

مثال 3 : ( وزارى 2011 ) تزوج رجل ازرق العينين فصيلة دمه ( B ) , وفصيلة دم والدته ( O ) , من فتاة عسلية العينين فصيلة دمها ( O ) , ولون عيني والدها ازرق , فإذا علمت أن جين لون العيون العسلي ( R ) سائد على جين لون العيون الزرقاء ( r ) وجين مولد الضد ( I<sup>B</sup> ) سائد على جين غياب مولد الضد ( i ) , المطلوب :

- 1- اكتب الطرز الجينية للأبوين للصفاتين معا .
- 2- ما الطرز الجينية المحتملة للأبناء للصفاتين معا .
- 3- ما احتمال إنجاب الأبوين طفل عسلي العينين وفصيلة دمه ( o ) من بين جميع الاحتمالات الممكنة .

مثال 4 : إذا تزوج رجل فصيلة دمه ( A<sup>+</sup> ) غير متمائل الجينات للصفاتين , من أنثى فصيلة دمها ( O<sup>-</sup> ) , إذا علمت أن جين وجود العامل الريزي ( H ) سائد على جين عدم وجود العامل الريزي ( h ) . المطلوب :

- 1- الطرز الجينية للأبوين للصفاتين معا .
- 2- الطرز الجينية المحتملة للأبناء للصفاتين معا .
- 3- احتمالية إنجاب ذكر فصيلة دمه ( A<sup>-</sup> ) .

مثال 5 : ادعت امرأة أبوة رجل لطفها . وعند فحص فصائل الدم كانت كما يلي : الرجل AB والمرأة A والطفل O . هل يمكن للطبيب الشرعي نفي ذلك . علل ذلك وراثيا .

مثال 6 : هل يمكن لعائلة ما إنجاب أطفال لهم فصائل الدم جميعها . فسر ذلك .

### 3- الجينات المتعددة الغير متقابلة :

**تعريف :** يتحكم في وراثه مثل هذه الصفات زوجان أو أكثر من الجينات المتعددة الغير متقابلة .  
من الأمثلة على ذلك :

- 1- عند الإنسان : التدرج في لون الجلد والطول والوزن والذكاء ولون الشعر .
- 2- عند النباتات : التدرج في لون بذور القمح بين اللونين الأبيض والأحمر .
- 3- عند الحيوانات : التدرج في كمية اللبن واللحم وحجم البيض .

#### لون الجلد عند الإنسان :

- يتحكم بلون الجلد والشعر عند الإنسان صبغة الميلانين التي تعطي اللون الغامق للجلد وعند غيابها يصبح فاتحا .
- وهناك ثلاث أزواج للجينات (6 جينات ) للتحكم بهذه الصبغة .
- كلما زادت الجينات السائدة تعطي اللون الغامق للجسم (AABBDD) .
- كلما قلت الجينات السائدة ( زادت المتنحية ) تعطي اللون الفاتح للجسم ( aabbdd ) .
- الأشخاص الذي يمتلكون نفس درجة اللون يمتلكون نفس العدد من الجينات السائدة مثال AABbDd يشبه aaBBDD و AaBbDD..... وهكذا

#### \*أمثلة على وراثه الجينات المتعددة الغير متقابلة :

مثال 1 : فسر سبب تفاوت الناس بالطول .  
بسبب إن وراثه الطول عند الإنسان من الصفات التي يتحكم بها أكثر من زوج من الجينات (جينات متعددة غير متقابلة).

مثال 2 : اذكر ثلاث طراز جينة مختلفة يعطي نفس لون الجلد لشخص طرازه الجيني AABbDd ؟

مثال 3 : في وراثه لون البذور في نبات القمح هناك ثلاثة أزواج للتحكم بلون البذور إي من هذه الأفراد يعطي اللون الأحمر , والأبيض , والبرتقالي . ddeegg , ddeEGG , DDEEGG .

الحل : الأحمر DDEEGG - الابيض ddeegg - البرتقالي ddeEGG

مثال 4 : ( وزاري ) قارن بين وراثه صفة فصائل الدم حسب نظام (ABO) ووراثه صفة لون الجلد في الإنسان من حيث

- 1- موقع الجينات على الكروموسوم
- 2- عدد الجينات المسؤولة عن كل صفة
- 3- تأثير كل نوعي الوراثة على ظهور الصفة .

وجه المقارنة	فصائل الدم	لون الجلد
موقع الجينات	متقابلة على نفس الزوج من الكروموسومات	غير متقابلة ويمكن أن تكون على نفس الزوج من الكروموسوم أو غيره
عدد الجينات	زوج من الجينات أو ثلاث أنواع من الجينات	أكثر من زوج من الجينات أو ثلاث أزواج أو ست جينات
نوع الوراثة	سيادة مشتركة وجينات متعددة متقابلة	جينات متعددة غير متقابلة

#### 4- الجينات المميطة:

**تعريف :** هي جينات تسبب موت الكائن الحي وهو جنين لتأثيرها في عمليات حيوية مهمة في جسمه . ويمكن أن تكون هذه الجينات سائدة أو متنحية .

#### • الجينات المميطة السائدة :

في الفئران يسود لون الجسم الأصفر ( Y ) على لون الجسم الأسود ( y ) .  
حيث أن اجتماع الجينين السائدين للون الجسم الأصفر يؤدي إلى موت الفار .

ويؤدي إلى ظهور نسبة **1 : 2** عند حدوث تزاوج بين فارين لونهما اصفر ( سلالة غير نقية ) . كما في المخطط التالي :

الطرز الشكلية للأباء	:	فار اصفر اللون ( غير نقى ) * فار اصفر اللون ( غير نقى )
الطرز الجينية للأباء	:	Yy * Yy
أنواع الجاميتات للأباء	:	Y , y * Y , y
الطرز الجينية للأبناء	:	YY , Yy , Yy , yy
الطرز الشكلية للأبناء	:	اسود اصفر اصفر يموت في رحم أمه
		%25 %50 %25

#### • الجينات المميطة المتنحية :

مثل مرض شذوذ بلغر في الأرانب حيث يتسبب اجتماع الجينات المتنحية إلى :

1- تحلل نوى خلايا الدم البيضاء 2- تشوه الهيكل العظمي 3- يموت قبل الولادة أو بعدها مباشرة

ويؤدي إلى ظهور نسبة **0 : 3** عند حدوث تزاوج بين فارين سلالة غير نقية .

#### \*أمثلة على وراثة الجينات المميطة :

مثال 1 : فسر كل مما يلي : ( وزاري )

1- لا توجد فئران صفراء نقية ( yy ) في البيئة .

لان اجتماع الجينين السائدين لهذه الصفة تؤدي إلى تكون الجينات المميطة مما يؤدي إلى موت الفار وهو في رحم أمه .

2- تحلل نوى خلايا الدم البيضاء في الأرانب المصابة بمرض شذوذ بلغر وذلك قبل الولادة أو بعد الولادة مباشرة .  
وذلك لاجتماع الجينات المميطة ( جينين متنحيين ) .

3- يؤدي اجتماع الجينات المتنحية المميطة لمرض شذوذ بلغر في الأرانب إلى موت الجنين قبل الولادة أو بعدها مباشرة .  
وذلك بسبب تحلل نوى خلايا الدم البيضاء وتشوه هيكله العظمي .

4- ظهور نسبة 2 : 1 للون الجسم في الفئران .

وذلك لأنها جينات مميطة حيث انه عند اجتماع الجينين السائدين يؤدي إلى موت الفار وهو في رحم أمه .

**ملاحظة :** يجب حذف الافراد المميطة من النسب عند حل السؤال

- مثال 2 :** إذا حدث تزاوج بين فارين احدهما ذيله طويل واصفر اللون (سلالة غير نقية لكلا الصفتين) مع فار ذيله قصير واصفر اللون سلالة غير نقية إذا علمت إن جين طول الذيل (T) سائد على جين قصر الذيل (t) وإن جين لون الجسم الأصفر (Y) سائد على جين اللون الأسود (y) . المطلوب :
- 1- اذكر الطرز الجينية للأبوين ( للصفاتين معا ) .
  - 2- اذكر الطرز الجينية والشكلية للأبناء في مربع بانيت ( للصفاتين معا ) .
  - 3- اذكر احتمالية إنجاب فئران ذيلها طويلة سوداء اللون .

**مثال 3 :** إذا جرى تزاوج بين فارين احدهما اصفر اللون شعره مموج مع فار مجهول الطراز الجيني فظهرت أفراد الجيل الأول بالنسب التالية :

- |                           |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| (4) اصفر اللون مموج الشعر | (6) اصفر اللون مموج الشعر | (4) اصفر اللون أملس الشعر |
| (2) اسود اللون مموج الشعر | (4) اسود اللون مموج الشعر | (1) اسود اللون أملس الشعر |
- نقية إذا علمت إن جين الشعر الأملس (B) وإن جين الشعر المجدد (A) وإن جين لون الجسم الأصفر (Y) سائد على جين اللون الأسود (y) . المطلوب :
- 1- اذكر الطرز الجينية للأبوين ( للصفاتين معا ) .
  - 2- ما هو الطراز الشكلي للأب المجهول .
  - 3- اذكر الطرز الجينية للأبناء ( للصفاتين معا ) .
  - 4- فسر سبب ظهور هذه النسب .

## تحديد الجنس

- عند اغلب الحيوانات يوجد مجموعتين من الكروموسومات :  
أ- الكروموسومات الجسمية : وهي عبارة عن أزواج متماثلة في الشكل والعدد عند الذكور والإناث ولها القدرة على حمل الجينات التي تتحكم بالصفات الوراثية .  
ب- الكروموسومات الجنسية : وهي عبارة عن زوج من الكروموسومات تتحكم بجنس الفرد ( ذكر أو أنثى ) .

### بعض الملاحظات ( للإنسان ) :

- 1- عند الإنسان يوجد 23 زوج من الكروموسومات ( 46 كروموسوم ) حيث :  
يوجد 22 زوج ( 44 كروموسوم ) جسمية , وزوج واحد (كروموسومين) الجنسية .
- 2- هناك نوعين من الكروموسومات الجنسية وهي  $X$  ,  $Y$  .
- 3- تمتلك الأنثى نوع واحد من الكروموسومات الجنسية وهو  $X$  حيث يكون الطراز الكروموسومي لها هو (  $XX$  ) .
- 4- يمتلك الذكر نوعين من الكروموسومات الجنسية وهي ( $X$  ,  $Y$ ) حيث ويكون الطراز الكروموسومي له هو (  $XY$  ) .
- 5- إذا امتلك الإنسان الكروموسوم  $Y$  يكون ذكر وإذا لم يمتلكه تكون أنثى .
- 6- يستطيع الذكر في الإنسان تحديد الجنس وذلك لأنه يمتلك كروموسومين مختلفين فعند توريثه للجاميت الذي يحتوي على الكروموسوم (  $X$  ) فإن جنس المولد يكون أنثى , وعند توريثه للجاميت الذي يحتوي على (  $Y$  ) يظهر ذكر .

### آلية توريث الجنس عند الإنسان:

من المخطط يتضح لنا:

أن نسبة كل إنجاب هي 50% ذكور و 50% إناث  
أو  $\frac{1}{2}$  ذكور و  $\frac{1}{2}$  إناث

	الجاميتات	الذكر XY	
		X	Y
الأنثى XX	X	XX أنثى	XY ذكر
	X	XX أنثى	XY ذكر

- الجدول التالي يوضح الطرز الكروموسومية لوارثة الجنس عند بعض الكائنات الحية :

الطرز الكروموسومية الأنثى	الذكر	الكائن الحي
XX	XY	الإنسان
XX	XY	ذبابة الفاكهة ( الخل )
XY	XX	الطيور

فسر ما يلي :

- 1- في الإنسان الذي يحدد الجنس هو الذكر .  
وذلك لأنه يمتلك نوعين من الكروموسومات هما  $X$  ,  $Y$
- 2- الأنثى في الطيور هي التي تحدد الجنس .  
وذلك لان الأنثى في الطيور تمتلك نوعين من الكروموسومات الجنسية  $X$  و  $Y$  .



## 5- الصفات المرتبطة بالجنس :

- تعريف : هي الصفات التي توجد جيناتها على الكروموسوم الجنسي ( X ) ويعتمد ظهورها لدى الفرد على جنسه .  
 ملاحظة : إن الكروموسوم X اكبر حجما وله القدرة على حمل الجينات أكثر من الكروموسوم الجنسي Y .  
 بعض الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس :  
 أ- صفة لون العيون في ذبابة الفاكهة  
 ب- صفة مرض نزيف الدم لدى الإنسان .  
 ج- صفة مرض عمى الألوان عند الإنسان .

### أ- صفة لون العيون في ذبابة الفاكهة :

- أول من اكتشف حالة للصفات المرتبطة بالجنس هو العالم مورغان عندما أجرى تجاربه على ذبابة الفاكهة لصفة لون العيون .

### مراحل تجربة العالم مورغان وتفسيرها :

#### المرحلة الأولى :

- الطرز الشكلية للآباء : أنثى ذبابة حمراء العيون ( نقي ) \* ذكر ذبابة بيضاء العيون  
 الطرز الجينية للآباء :  $X^R X^R$  \*  $X^r Y$   
 أنواع الجاميات للآباء :  $X^R, X^R$  \*  $X^r, Y$   
 الطرز الجينية للآباء (F1) :  $X^R X^r, X^R X^r, X^R Y, X^r Y$   
 الطرز الشكلية للآباء (F1) : ذكر أحمر العينين , ذكر أحمر العينين , أنثى أحمر العينين , أنثى أحمر العينين  
 %50 %50

لاحظ مورغان أن جميع الذباب من الذكور والإناث يحملون صفة لون العيون الحمراء في أفراد الجيل الأول .

#### المرحلة الثانية :

- الطرز الشكلية للآباء : أنثى ذبابة حمراء العيون ( غير نقي ) \* ذكر ذبابة حمراء العيون  
 الطرز الجينية للآباء :  $X^R X^r$  \*  $X^R Y$   
 أنواع الجاميات للآباء :  $X^R, X^r$  \*  $X^R, Y$   
 الطرز الجينية للآباء (F2) :  $X^R X^R, X^R X^r, X^R Y, X^r Y$   
 الطرز الشكلية للآباء (F2) : ذكر أبيض العينين , ذكر أحمر العينين , أنثى أحمر العينين , أنثى أحمر العينين  
 % 25 %25 % 50

لاحظ مورغان أن جميع الذين يحملون صفة لون العيون البيضاء في أفراد الجيل الثاني هم الذكور .

#### بعض الاستنتاجات المهمة :

- 1- يحتاج الذكر لجين متنحي واحد لكي تظهر صفة الجين المتنحي , حيث انه يحصل على جين الإصابة من أمه وبذلك فإن نسبة ظهورها عند الذكور أكبر .
- 2- تحتاج الأنثى إلى جينين متنحيين لكي تظهر صفة الجين المتنحي ( أحدهما يأتي من الأب والآخر من الأم ) .

- تنطبق وراثه صفة لون العيون عند ذبابة الفاكهة على صفة مرضي عمى الألوان ونزيف الدم عند الإنسان حيث أن كليهما يتسبب بظهورهما جينات متنحية .

ب- صفة مرض نزيف الدم لدى الإنسان :

- مرض وراثي يحمل على الكروموسومي الجنسي X .
- جين الإصابة بالمرض جين متنحي حيث يرمز لجين عدم الإصابة ( H ) وهو سائد على جين الإصابة ( h ) .
- يتسبب هذا المرض في عدم تكون البروتين المسؤول عن تجلط الدم ويمكن علاجه بإعطائه بلازما تحتوي على بروتين التجلط .
- جدول يوضح الطرز الجينية لمرض نزيف الدم للإنسان :

ذكر		أنثى	
$X^HY$	غير مصاب	$X^HX^H$	غير مصابة
-	-	$X^HX^h$	غير مصابة ( حاملة للمرض )
$X^hY$	مصاب	$X^hX^h$	مصابة

ج- صفة مرض عمى الألوان لدى الإنسان :

- مرض وراثي يحمل على الكروموسومي الجنسي X .
- جين الإصابة بالمرض جين متنحي حيث يرمز لجين عدم الإصابة ( A ) وهو سائد على جين الإصابة ( a ) .
- يتسبب هذا المرض في عدم التمييز بين اللونين الأحمر والأخضر
- جدول يوضح الطرز الجينية لمرض نزيف الدم للإنسان :

ذكر		أنثى	
$X^AY$	غير مصاب	$X^AX^A$	غير مصابة
-	-	$X^AX^a$	غير مصابة ( حاملة للمرض )
$X^aY$	مصاب	$X^aX^a$	مصابة

فسر ما يلي :

- 1- ( وزارى 2007 ) لا تنتقل الجينات المحولة على الكروموسوم X من الأب إلى أبناءه الذكور .  
لان الأب يمنح أبناءه الذكور الكروموسوم Y أما الكروموسوم X فانه يأتي من الأم .
- 2- ( وزارى 2008 ) يكون عدد جينات الصفات المرتبطة بالجنس في الخلايا الجسمية للديك أكثر منها في الخلايا الجسمية للدجاجة .  
لان الديك يحمل الطراز الكروموسومي XX في حين أن الدجاجة الطراز الكروموسومي لها XY ومن المعروف أن اغلب الصفات المرتبطة بالجنس فان الجينات المحمولة على الكروموسوم X لا يكون لها جينات مقابلة على الكروموسوم Y .
- 3- نسبة إصابة الذكور بمرض عمى الألوان أكبر .  
يحتاج الذكر لجين متنحي واحد لكي يصاب بالمرض أما الأنثى تحتاج إلى جينين للإصابة بالمرض .
- 4- فسر سبب الإصابة بمرض عمى الألوان .  
وجود جين متنحي للمرض على الكروموسوم الجنسي X عند الذكر , ووجود جينين متنحيين للمرض على الكروموسومين الجنسيين X لدى الأنثى .

### \*أمثلة على وراثة الصفات المرتبطة بالجنس :

مثال 1 ( وزارى 2008 ) اجري تلقيح بين أثنى ذبابة فاكهة حمراء العينين أجنحتها ضامرة (نقي للصفاتين), وذكر ذبابة فاكهة أبيض العينين أجنحتها طبيعية غير نقية . فإذا علمت إن جين صفة العيون الحمراء ( R ) سائد على جين العيون البيضاء ( r ) , وان جين صفة الأجنحة الطبيعية ( T ) سائد على جين الأجنحة الضامرة ( t ) . المطلوب :

- 1- اذكر الطرز الجينية للأبوين ( للصفاتين معا ) .
- 2- ما هو الطراز الشكلي والجيني للأبناء ( للصفاتين معا ) .
- 3- ما احتمالية إنجاب إناث ذوات أجنحة ضامرة بين الأفراد الناتجة .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مثال 2 : ( وزارى 2010 ) تزوج شاب فصيلة دمه ( O ) , والدته مصابه بمرض العمى اللوني . من فتاة فصيلة دمها ( AB ) غير مصابة بالعمى اللوني , والدها مصاب بالعمى اللوني . إذا علمت أن جين عدم الإصابة بمرض العمى اللوني ( R ) سائد على جين الإصابة بالعمى اللوني ( r ) . المطلوب :

- 1- ما الطرز الجينية (للصفاتين معا ) لكل من الشاب والفتاة .
- 2- ما الطراز الجيني لصفة عمى الألوان لكل من والده الشاب و والد الفتاة .
- 3- ما فصائل الدم المحتملة لأبناء الشاب والفتاة .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

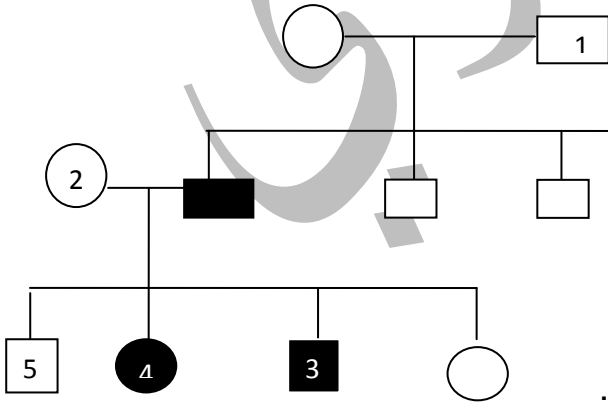
.....

.....

.....

مثال 3 : يبين المخطط التالي شجرة تمثل توريث صفة نزيف الدم إذا علمت أن رمز المربع يدل على الذكور أما الدائرة للإناث وان الشكل المضلل باللون الأسود يدل على أن الشخص مصاب . إذا علمت أن جين عدم الإصابة ( H ) وان جين الإصابة ( h ) المطلوب

- 1 - أذكر الطرز الجينية المحتملة للأفراد من الرقم ( 1 الى 5 )
- 2- مانوع الوراثة .
- 3- كيف تفسر اصابة الأثنى رقم ( 4 )



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**مثال 4 : (وزاري 2014)** تزوج شاب من فتاة طبيعية الإبصار , والدها مصاب بمرض عمى الألوان , فولدت لهما طفلة أنثى مصابة بمرض عمى الألوان . فإذا رمزنا لجين الإبصار الطبيعي بالرمز ( R ) ولجين الإصابة بمرض عمى الألوان بالرمز ( r ) المطلوب :

- 1- ما الطرز الجينية لكل من الشاب و الفتاة .
- 2- ما الطرز الشكلية للذكور المحتمل إنجابهم .

**مثال 5 : ( وزاري 2007 )** يمثل الشكل جاميتات لأبوين : حيث أن جين لون الشعر الأحمر ( R ) سائد على جين لون الشعر الأسود ( r ) , وجين عمى الألوان ( d ) صفة مرتبط بالجنس . المطلوب :

- 1- - اذكر الطرز الجينية للأبوين ( للصفتين معا ) .
- 2- ما هو الطراز الشكلية لكلا الأبوين ( للصفتين معا ) .
- 3- ما الطراز الشكلي للفرد رقم ( 1 ) بالجدول .
- 3- ما احتمالية إنجاب الطراز الشكلي الذي يمثله الرقم ( 2 ) في الجدول .

الجاميتات	$RX^D$	$RY$	$rX^D$	$ry$
$RX^D$			(1)	
$RX^d$				(2)

**مثال 6 : ( وزاري 2006 )** تزوج رجل فصيلة دمه ( B ) مصاب بعمى الألوان من فتاة , فأنخابا طفلين ذكرين : الأول فصيلة دمه ( AB ) ومصاب بعمى الألوان , والثاني فصيلة دمه ( O ) وغير مصاب بالمرض . إذا علمت أن جين عدم الإصابة ( H ) وان جين الإصابة ( h ) المطلوب :

- 1- اذكر الطرز الجينية للأبوين والطفلين ( للصفتين معا ) .
- 2- اذكر احتمالية إنجاب أنثى .

**مثال 7 : ( وزاري 2016 )** تزوج ديك غير مخطط الريش زاحف الارجل مع دجاجة مخططة الريش زاحفة ، فإذا رمز لجين صفة الارجل الزاحفة (A) ولجين صفة الارجل العادية (a) ، ورمز لجين صفة الشعر المخطط المرتبط بالجنس (B) ولجين صفة الريش الاسود غير مخطط (b) ، وإذا علمت ان اجتماع الجينين AA يؤدي الى موت الجنين . المطلوب :

- 1- ما لطرز الجينية لكل منالديك والدجاجة للصفتين معا.
- 2- ما الطرز الجينية المتوقعة للافراد الاناث ( الدجاجات ) الناتجة .
- 3- ما احتمال ظهور ديوك مخططة الريش عادية الارجل من بين الابناء جميعهم.

## 6- الصفات المتأثرة بالجنس :

**تعريف :** هي صفات وراثية تحمل جيناتها على الكروموسومات الجسمية ويتأثر ظهورها بمستوى الهرمونات الجنسية الذكورية في جسم الإنسان أو الحيوان , مما يؤدي إلى اختلاف نسب ظهورها بين الذكر والأنثى .

- وتأثير ذلك أ- اختلاف نسب ظهورها بين الذكور والإناث .
- ب- الجين السائد في الذكور يكون متنحي عند الإناث والعكس صحيح .

**أمثلة على الصفات المتأثرة بالجنس :** أ- صفة الصلع المبكر عند الإنسان ب- صفة وجود القرون في بعض المواشي

### أ- صفة الصلع المبكر عند الإنسان

- هذه الصفة متأثرة بالجنس بحيث أن : الجين ( Z ) يسبب صفة الصلع و الجين ( H ) يسبب وجود الشعر
- يكون الجين ( Z ) سائد في الذكور ويكون متنحي عند الإناث .
  - يكون الجين ( H ) متنحي في الذكور ويكون سائد عند الإناث .

#### جدول يوضح الطرز الجينية لصفة الصلع المبكر عند الإنسان:

الطرز الجيني	الذكر	الأنثى
HH	غير أصلع	غير صلعاء
ZH	أصلع	غير صلعاء
ZZ	أصلع	صلعاء

### ب- صفة وجود القرون في بعض المواشي

- هذه الصفة متأثرة بالجنس بحيث أن : الجين ( D ) يسبب صفة وجود القرون الجين ( S ) يسبب صفة عدم وجود القرون
- يكون الجين ( D ) سائد في الذكور ويكون متنحي عند الإناث .
  - يكون الجين ( S ) متنحي في الذكور ويكون سائد عند الإناث .

#### جدول يوضح الطرز الجينية لصفة وجود القرون في بعض المواشي:

الطرز الجيني	الذكر	الأنثى
DD	بقرنين	بقرنين
DS	بقرنين	دون قرنين
SS	دون قرنين	دون قرنين

### فسر كل مما يلي :

- 1- صفة الصلع سائدة عند الذكور ومتنحية عند الإناث .  
لأنها صفة متأثرة بالجنس حيث تكون الهرمونات الذكورية ضرورية لظهور تأثير جين الصلع .
- 2- يمكن إنجاب ذكر بشعر لأب أصلع .  
لان الطفل يحمل الطراز الجيني (HH) بحيث ورث من والده جين وجود الشعر (H) ومن أمه جين وجود الشعر (H).
- 3- يمكن إنجاب ذكر أصلع لأبوين لهما شعر .  
لان الطفل يحمل الطراز الجيني (HZ) بحيث يكون والده طرازه الجيني (HH) ويرث من والده جين وجود الشعر (H) وتكون والدته طرازه الجيني (HZ) ويرث من والدته جين عدم وجود الشعر (Z) .
- 4- يعطي الطراز الجيني غير متماثل الجينات لصفة وجود القرون عند بعض المواشي طرازين شكليين مختلفين عند كل من الذكر والأنثى ؟  
لان صفة وجود القرون صفة متأثرة بالجنس بحيث أن الطراز الجيني (DS) يكون لدى الذكور له قرنين أما في الأنثى فلا يوجد لها قرنين .
- 5- اختلاف نسب توارث صفة الصلع عند الإنسان بين الذكور والإناث .  
وذلك لان جين الصلع (Z) سائد عند الذكور بينما يكون متنحي عند الإناث .

## \*أمثلة على وراثة الصفات المتأثرة بالجنس :

- مثال 1 : ( وزارى 2008 ) تزوج شاب أصلع مصاب بمرض نزيف الدم من فتاه صلعاء غير مصابة بمرض نزيف الدم , وكان والد الشاب ذو شعر عادي وكان والد الفتاة مصاب بمرض نزيف الدم . فإذا رمزنا لجين الإصابة بمرض نزيف الدم (b) وجين عدم الإصابة (B) , ورمزنا لجين الشعر العادي (H) ولجين الصلع (Z) المطلوب :
- 1- ما الطرز الجينية لكل من الشاب والفتاة (لصفتين معا) .
  - 2- ما النسب المتوقعة لظهور كل صفة على حدة عند الأبناء الذكور .
  - 3- ما الطرز الشكلية للإناث المتوقع إنجابهن ( للصفتين معا ) .

- مثال 2 : ( وزارى 2014 ) تزوج شاب عادي الشعر فصيلة دمه (AB) , من فتاة صلعاء لها فصيلة دم الشاب نفسها , فإذا رمز لجين صفة الشعر الطبيعي (H) ولجين صفة الصلع بالرمز (Z) اجب عن كل مما يلي :
- 1- ما الطرز الجينية لكل من الشاب والفتاة ( للصفتين معا ) .
  - 2- ما الطرز الجينية للأبناء المتوقع إنجابهم ( للصفتين معا ) .
  - 3- ما احتمالية انجاب افراد فصيلة دمهم (AB) من بين جميع الأبناء ؟

- مثال : إذا جرى تزاوج بين بقرة اصفر اللون ليس لديها قرون مع ثور مجهول الطراز الجيني فظهرت النتائج بالأعداد التالية :
- (2) ذكر اصفر اللون له قرون (3) ذكر اصفر اللون ليس لديه قرون (2) أنثى اصفر اللون ليس لديها قرون  
 (2) أنثى اصفر اللون لها قرون (3) ذكر اسود اللون لديه قرون (2) ذكر اسود اللون ليس لديه قرون  
 (2) أنثى اسود اللون لها قرون (2) أنثى اسود اللون ليس لديها قرون
- إذا علمت إن صفة القرون متأثرة بالجنس وأن جين له قرون (D) وان جين ليس لديه قرون (S) وان جين لون الجسم الأصفر (Y) سائد على جين اللون الأسود (y) . المطلوب :
- 1- اذكر الطرز الجينية للأبوين ( للصفتين معا ) .
  - 2- ما هو الطراز الشكلي للأب المجهول .
  - 3- فسر سبب ظهور هذه النسب .

## • مقارنة بين وراثة الصفات المرتبطة بالجنس والمتأثرة بالجنس :

الصفات المتأثرة بالجنس	الصفات المرتبطة بالجنس	
كروموسوم جسمي	الكروموسوم الجنسي X	نوع الكروموسوم الحامل للجين
يعتمد على الجنس	لا يعتمد على الجنس	سيادة جين الصفة واعتماده على الجنس
يرث الذكر جين الإصابة من الاب والام	يرث الذكر جين الإصابة من الام	وراثة الجين عند الذكر
يتأثر بالهرمونات الذكرية	لا يتأثر	التأثر بالهرمونات الجنسية
الصلع (الانسان) - القرون ( بعض المواشي )	مرض عمى الالوان ونزيف الدم	أمثلة

**تعريف الجينات المرتبطة :** هي جينات توجد على نفس الكروموسوم وتورث كوحدة واحدة من جيل إلى آخر , ( فهي لا تخضع لقانون التوزيع الحر لمندل ) .

- يحمل الكائن الحي عدد من الجينات يزيد كثيرا عن عدد أزواج كروموسوماته . فمثلا عدد كروموسومات ذبابة الفاكهة ( أربع أزواج من كروموسومات ) في حين إن عدد جيناتها المحولة على الكروموسومات يساوي ( عشرة آلاف جين ) تقريبا , وهذا يعني وجود آلاف الجينات على الكروموسوم الواحد .
- درس مورغان ظاهرة الارتباط والعبور للجينات على ذبابة الفاكهة لصفتي لون الجسم وطول الأجنحة . حيث جين لون الجسم الرمادي (G) سائد على جين لون الجسم الأسود (g) , وان جين صفة الأجنحة الطبيعية (W) سائد على جين الأجنحة الضامرة (w) .

**تجربة العالم مورغان على ذبابة الفاكهة :**

الطرز الشكلية للآباء : ذبابة سوداء الجسم ضامرة الأجنحة \* ذبابة رمادية الجسم طبيعية الأجنحة ( غير نقى للصفتين ) ( نقى )

الطرز الجينية للآباء :  $\begin{array}{c|c} G & g \\ \hline W & w \end{array}$  :  $\begin{array}{c|c} g & g \\ \hline w & w \end{array}$

أنواع الجاميتات للآباء :  $\begin{array}{c|c} G & g \\ \hline w & W \end{array}$  |  $\begin{array}{c|c} G & g \\ \hline W & w \end{array}$  |  $\begin{array}{c} g \\ \hline w \end{array}$  : إن حدث عبور لا يحدث اختلاف في الجينات  
الطرز الجينية للأبناء :

$\begin{array}{c c} G & g \\ \hline w & w \end{array}$ , رمادي ضامر ,	$\begin{array}{c c} g & g \\ \hline W & w \end{array}$ , اسود طبيعي ,	$\begin{array}{c c} G & g \\ \hline W & w \end{array}$ , رمادي طبيعي ,	$\begin{array}{c c} g & g \\ \hline w & w \end{array}$ , أسود ضامر ,
206	185	965	944
النسب المئوية للأبناء : 2300/206 , 2300/185 , 2300/965 , 2300/944			
%9		%41	
%8		%42	

من هنا فإن نسبة الارتباط تكون  $83\% = 42+41$  ونسبة العبور  $17\% = 9+8$

وكما عرفنا سابقا بالتعريف فان هذه النسب لا تتوافق مع قانون التوزيع الحر لمندل حيث أن النسب تظهر في هذه التجربة ( 1 : 1 : 1 : 1 ) .

وإذا حللنا نتائج مورغان نجد

أن الجينات الموجودة على نفس الكروموسوم ظهرت بنتيجة أكبر أي أن جيني الصفتين على نفس الكروموسوم لها فرص أكبر بالظهور ( ارتباط الجينات ) والذي حدث بنسبة  $83\%$  , والنتيجة الأقل ظهورا هي عن طريق تبادل الجينين الصفة بين الكروموسومين المتقابلين ( عبور الجينات ) والذي حدث بنسبة  $17\%$  وهذا يعطي فرص جديدة للتنوع .

ملاحظة : يحدث العبور في أثناء الانقسام المنصف عندما تتقابل الكروماتيدات الأربعة لزوج الكروموسومات المتقابلة وذلك قبل أن تنفصل لتكون الجاميتات المختلفة .  
ملاحظة :

- يمكن الاستفادة من النسب المئوية للعبور لمعرفة المسافة بين الجينات والتي تقاس بوحدة خريطة جينية .

حيث أن نسبة العبور + نسبة الارتباط =  $100\%$

- إن نسبة العبور بين زوج معين من أزواج الجينات ثابتة ومحددة. وذلك لان لكل جين موقع ثابت على الكروموسوم .
- وبذلك يمكن معرفة المسافة بين الجينات وترتيبها طوليا على الكروموسوم .

• كيف يمكن التعرف على الارتباط والعبور في الأسئلة :

- 1- وجود نص صريح بالسؤال بوجود ارتباط أو عبور بين جينين على نفس الكروموسوم .
- 2- صفة لون الجسم وحجم الأجنحة في ذبابة الفاكهة .
- 3- ظهور نسبة 3 : 1 : عندما يكون الأبوين GgWw وذلك في حالة الارتباط فقط .
- 4- ظهور نسبة 1 : 1 : عندما يكون احد الأبوين GgWw و الآخر ggww وذلك في حالة الارتباط فقط .
- 5- في حالة العبور دائما تكون نسب ظهورها قليلة وغالبا تكون نسبتيين كبيرتين ونسبتيين قليلتين بالنسب  
1 : 1 : 5 : 5

فسر كل مما يلي :

- 1- تؤدي عملية العبور بين الجينات المرتبطة إلى ظهور أفراد ذات طرز شكلية جديدة عن الأبوين .  
تؤدي عملية العبور إلى انفصال الجينات المرتبطة على الكروموسومات المتقابلة , مما يؤدي إلى ظهور تراكيب جينية جديدة مما يعطي فرص جديدة للتنوع .
- 2- تظهر أحيانا نسبة الأفراد الناتجة عن التلقيح ( التزاوج ) بشكل غير اعتيادي ؟  
وذلك يعود إلى حدوث عملية العبور في أثناء الانقسام المنصف عندما تتقابل الكروماتيدات الأربعة لزوج الكروموسومات المتقابلة وذلك قبل أن تنفصل لتكون الجاميتات المختلفة .
- 3- لا تؤثر عملية العبور في الأفراد الذين يحملون صفات نقية أو جينات متماثلة .  
لأنه عند حدوث العبور بين هذه الكروموسومات المتقابلة لا تنتج تراكيب وراثية جديدة .
- 4- عند تلقيح أفراد تحمل صفتين خلطتين , تظهر نسبة 3 : 1 بدلا من النسبة 9 : 3 : 3 : 1 في الأفراد الناتجة .  
وذلك لأن الصفتين مرتبطين إي أنهما يوجدان على نفس الكروموسوم .
- 5- فرد طرازه الجيني هو GgTt أعطى جاميتين هما Gt و gT فسر ذلك .  
وذلك لان الجينين G و t مرتبطين (موجودين ) على نفس الكروموسوم و الجينين g و T مرتبطين ( موجودين ) على الكروموسوم الآخر .

عرف كل من

- 1- عملية العبور : هو تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين كروماتيدين متماثلين غير شقيقين في أثناء الطور التمهيدي الأول للانقسام المنصف .
- 2- خريطة الجينات : رسم تخطيطي للكروموسوم يبين مواضع الجينات وترتيبها على الكروموسوم والمسافات بين هذه الجينات والصفات التي تمثلها .



## \*أمثلة على ارتباط الجينات والخريطة الجينية :

مثال 1: عند تزاوج ذكر ذبابة خل أسود اللون ضامر الجناح مع أنثى رمادية اللون طويلة الجناح خلطيه الصفتين . حيث ظهرت الأفراد بالصفات والنسب التالية :

41% رمادي طويل الجناح  
41% أسود ضامر الجناح  
9% رمادي ضامر الجناح  
9% أسود طويل الجناح

حيث أن جين لون الجسم الرمادي (G) سائد على جين لون الجسم الأسود (g) , وان جين صفة طويل الجناح (T) سائد على جين الأجنحة الضامرة (t) . المطلوب :

- 1- اكتب الطرز الجينية للأبوين .
- 2- اكتب الطرز الجينية للجاميات .
- 3- اكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجة .
- 4- ما نسبة الأفراد الناتجة من العبور .

كما عرفنا سابقا أن هناك نسبتين عاليتين ونسبتين قليلتين فلذلك فان النسبتين العاليتين هما عبارة عن الجينات المرتبطة , أما القليلتين هما عبارة عن عملية العبور .

الأب : اسود ضامر الجناح : صفتين متحيتين فلذلك يكون الطراز الجيني للفتين هو ggTt  
الأم : رمادية طويلة الجناح : صفتين سائدتين ونظرا لأن الصفتين المتحيتين ظهرت في الأفراد الناتجة يدل على إنهما صفتين غير نقيتين أي أن الطراز الجيني لها هو GgTt

ملاحظة : ولكن بقي تحديد أي من الجينات مرتبط مع الآخر في الأم .  
فإذا نظرنا إلى النسبتين العاليتين فان كلتا الصفتين السائدتين ظهرت معا والفتين المتحيتين ظهرت معا فهذا يدل على أن الجينين السائدين للفتين يكونان معا على نفس الكروموسوم والفتين المتحيتين يكونان معا على الكروموسوم الآخر . ولذلك يجب تمثيلها كما يلي :

الطرز الشكلية للأباء : ذبابة سوداء الجسم ضامرة الأجنحة \* ذبابة رمادية الجسم طويلة الأجنحة ( غير نقي للفتين ) ( نقي )

1- الطرز الجينية للأباء :  $\begin{array}{|c|c|} \hline G & g \\ \hline T & t \\ \hline \end{array}$  :  $\begin{array}{|c|c|} \hline g & g \\ \hline t & t \\ \hline \end{array}$

2- أنواع الجاميات للأباء :  $\begin{array}{|c|c|} \hline G & g \\ \hline t & T \\ \hline \end{array}$  :  $\begin{array}{|c|c|} \hline G & g \\ \hline T & t \\ \hline \end{array}$  |  $\begin{array}{|c|} \hline g \\ \hline t \\ \hline \end{array}$

3- الطرز الجينية للأبناء :

$\begin{array}{|c|c|} \hline G & g \\ \hline t & t \\ \hline \end{array}$  , رمادي ضامر , 9%  
 $\begin{array}{|c|c|} \hline g & g \\ \hline T & t \\ \hline \end{array}$  , اسود طويل , 9%  
 $\begin{array}{|c|c|} \hline G & g \\ \hline T & t \\ \hline \end{array}$  , رمادي ضامر , 41%  
 $\begin{array}{|c|c|} \hline g & g \\ \hline t & t \\ \hline \end{array}$  , اسود ضامر , 41%

ارتباط الجينات / عبور الجينات

4- أما نسبة حدوث العبور فهي = 9 + 9 = 18%

- **مثال 2 :** اجري تزاوج بين ذكر ذبابة خل رمادية اللون طبيعية الأجنحة ( غير نقى للصفتين ) مع أنثى سوداء ضامرة الجناح , فكانت الأفراد الناتجة تحمل نصفها صفة الأم والنصف الآخر تحمل صفة الأب . فإذا علمت أن جين لون الجسم الرمادي (G) سائد على جين لون الجسم الأسود (g) , وان جين صفة الأجنحة الطبيعية (W) سائد على جين الأجنحة الضامرة (w) . المطلوب :  
 1- حدد الطرز الجينية للأبوين ( للصفتين معا ) .  
 2- حدد الطرز الجينية للأفراد الناتجة .  
 3- فسر سبب ظهور هذه النسب .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- **مثال 3 : (وزاري 2012)** جين لون الجسم الرمادي (G) سائد على جين لون الجسم الأسود (g) , وان جين صفة الأجنحة الطبيعية (T) سائد على جين الأجنحة الضامرة (t) , فإذا اجري تزاوج بين ذكر ذبابة فاكهة اسود الجسم ضامر الأجنحة مع أنثى رمادية الجسم طبيعة الأجنحة ( غير متماثلة الجينات ) , ونتاجت الأفراد بالطرز الجينية و الأعداد المبينة بالجدول التالي :

الطرز الجينية	GgTt	Gggt	ggTt	gggt
العدد	152	148	51	49

- المطلوب : 1- اكتب الطرز الجينية لجامينات الأم الناتجة من العبور الجيني .  
 2- ما المسافة بين جين لون الجسم ( G ) وجين الأجنحة ( T ) بوحدة خريطة جينية .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- **مثال 4 ( وزاري 2005 )** عند تزاوج نبات أملس البذور اصفر الأزهار مع نبات مجعد البذور ابيض الأزهار كانت الأفراد الناتجة تحمل الصفات والنسب التالية :  
 47.5 % نبات أملس البذور اصفر الأزهار  
 47.5 % نبات مجعد البذور ابيض الأزهار  
 2.5 % نبات أملس البذور اصفر الأزهار  
 2.5 % نبات مجعد البذور ابيض الأزهار  
 فإذا علمت أن هاتين الصفتين مرتبطتين على نفس الكروموسوم , وان جين الأزهار الصفراء ( R ) سائد على جين الأزهار البيضاء ( r ) , وجين البذور الملساء ( B ) سائد على جين البذور المجعدة ( b ) .  
 المطلوب : 1- اكتب الطرز الجينية للأبوين للصفتين معا .  
 2- فسر سبب ظهور هذه النسب .  
 3- ما المسافة بين جيني الصفتين على الكروموسوم .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- مثال 5 :** في ذبابة الخل إذا كانت نسبة ارتباط صفتي شكل الأجنحة ولون العيون 90% , وشكل الأجنحة ولون الجسم 83% ولون العيون ولون الجسم 93% . إذا رمزنا لجين شكل الجناح T وجين لون العيون Y وجين لون الجسم G المطلوب :
- 1- احسب نسبة العبور بين جيني لون الجسم وشكل الأجنحة .
  - 2- كم يبعد جين لون الجسم عن جين لون العيون .
  - 3- بين ترتيب الجينات على شريط الكروموسوم ( ارسم خريطة الجينات ) .

**مثال 6 : ( وزارى 2002 )** إذا كانت نسبة تكرار العبور بين الجينات كما يلي :

$$5\% = (E/D)$$

$$10\% = (D/B)$$

$$7\% = (A/C)$$

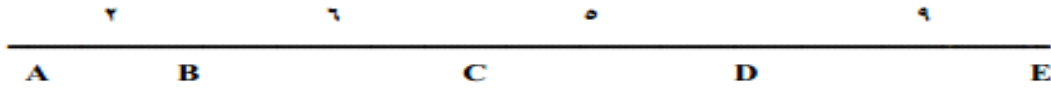
$$2\% = (C/E)$$

$$14\% = (A/D)$$

$$3\% = (C/B)$$

- 1- حدد كل من الجينات التالية ( E / C / D ) على خريطة الجينات .
- 2- ما نسبة العبور بين ( A / B ) و ( A / E ) و ( D / C ) .
- 3- ما نسبة الارتباط بين ( E / D ) و ( A / C ) .

**مثال 7 : ( وزارى 2006 )** يمثل المخطط التالي خريطة الجينات في كروموسوم ما ادرسه ثم اجب عما يلي :



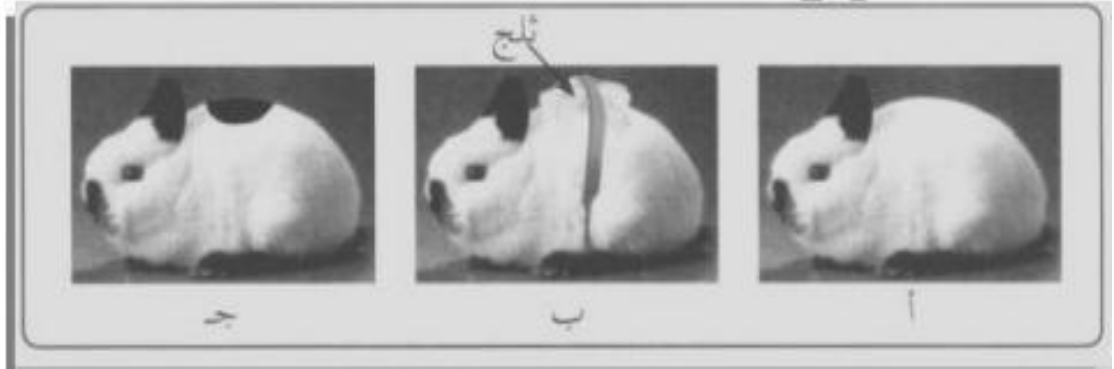
- 1- ما نسبة تكرار العبور بين الجين A والجين B .
- 2- ما نسبة الانفصال بين الجين B والجين E .
- 3- أي الجينين يكون بينهما اقل نسبة انفصال .

**مثال 8 : ( وزارى 2008 )** يمثل الجدول التالي المسافات بين أربعة جينات على طول الكروموسوم بوحدة خريطة جينية في كائن حي ما . والمطلوب :

D	C	B	A	
4	1	6	-	A
2	7	-	6	B
5	-	7	1	C
-	5	2	4	D

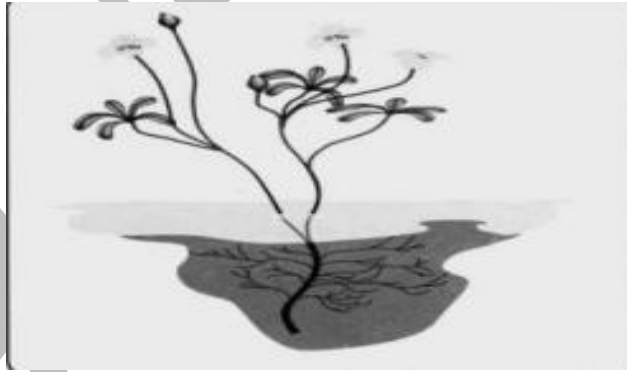
- 1- ما نسبة العبور بين الجين D و B .
- 2- ما نسبة الارتباط بين الجينين A و C .
- 3- ارسم خريطة جينية لمواقع الجينات على شريط الكروموسوم

- تؤثر العوامل البيئية والداخلية في ترجمة الطرز الجينية إلى طرز شكلية .
- الطرز الشكلية ناتج من محصلة التفاعل بين الجينات كوحدات كيميائية وبين العوامل البيئية المحيطة بالفرد .
- من الأمثلة على ذلك : أ - لون الفراء لأرنب الهيمالايا ب- شكل أوراق نبات الحوذان المائي .
- أ- لون الفراء لأرنب الهيمالايا :  
 • تحتوي خلايا الأرنب على الطراز الجيني للون الفراء الأسود .  
 • لا يظهر اللون الأسود إلا إذا كانت حرارة الجسم أقل من 33 س° .  
 • تكون الأجزاء المعرضة للبرودة وهي (الأنف والأذنين والقدمين والذيل) ذات لون أسود أما باقي الجسم باللون الأبيض .  
 • ولتأكد من ذلك تم حلق جزء من لون الفراء الأبيض ثم وضعت قطعة ثلج فظهر الفراء الجديد بلون اسود .



ب- شكل أوراق نبات الحوذان المائي :

- تتأثر الأوراق حسب البيئة التي تنمو فيها بحيث :  
 أ- تكون الأوراق التي تنمو فوق سطح الماء عريضة ومسطحة .  
 ب- تكون الأوراق التي تنمو تحت سطح الماء رفيعة ومجزأة .



فسر ما يلي :

- 1- عند حلق جزء من شعر الظهر لأرنب الهيمالايا الأبيض ووضع قطعة من الثلج عليه , تنمو الفراء في ذلك الجزء لونه اسود .  
 وذلك لأن لدرجة الحرارة تأثير في ترجمة الطرز الجينية المحددة للون الفراء إلى طراز شكلي عند أرنب الهيمالايا .
- 2- تتأثر ترجمة الطراز الجيني المحدد للون الفراء الأسود في أرنب الهيمالايا إلى طراز شكلي متأثر بالعوامل البيئية .  
 لدرجة الحرارة تأثير في لون الفراء لأرنب الهيمالايا، إذ ينمو الفراء الأسود إذا انخفضت درجة الحرارة ألسم عن 33س°
- وضح أثر الوسط البيئي الذي ينمو فيه نبات الحوذان المائي في الطرز الشكلية لأوراقه ؟  
 تنمو الأوراق فوق سطح الماء عريضة ومسطحة , أما الأوراق التي تغمرها الماء تكون مجزأة ورفيعة.

## حل أسئلة الفصل

س1: ارتباط الجينات:- مجموعة من الجينات المحمولة على الكروموسوم الواحد، وتورث غالباً كوحدة واحدة لأنه جزء من الكروموسوم الواحد، (ولا تخضع لقانون التوزيع الحر. متمائل الجينات )  
التلقيح الاختباري:- عبارة عن تلقيح يجري لتحديد الطراز الجيني للفرد الحامل للصفة السائدة ( متمائل الجينات أو غير متمائل الجينات ) من خلال التلقيح مع فرد آخر يحمل الصفة المتنحية .

س ٢ :- أن كل صفة وراثية تورث بشكل مستقل عن أي صفة أخرى؛ إذ يفصل جينين الصفة ويتوزعان على الجاميئات في أثناء عملية الانقسام المنصف، دون أن يتأثر بانفصال جيني أي صفة أخرى وتوزعها .

س 3 :- تحدث عملية العبور انفصال للجينات المرتبطة عن بعضها البعض في عملية الانقسام المنصف . مما يعطي فرص جديدة للتنوع في الصفات بظهور تراكيب جينية جديدة .

س ٤ :- أ. الطراز الشكلي لكل من الأبوين A و B (لأنه ولد لهما طفلان طراز هما الشكلي A, B) الطراز الجيني لكل من الأبوين  $I^A i$  ،  $I^B i$  لأنه ولد لهما طفل طرازه الشكلي (O, AB) .  
ب. احتمال أن تكون فصيلة الدم للطفل الثاني ( B ) تساوي 4/1.

س ٥ : تقسر اعتماداً على الجينات المميّنة، إذ تموت الأفراد الزاحفة ذات الطراز الجيني المتمائل السائد.

س ٦ : الطراز الشكلي للأبوين: - ذكر شعره جميعه أسود اللون \* أنثى شعرها جميعه أحمر اللون

الطراز الجيني لكل من الأبوين  $BbRr$  \*  $bbRr$

ب - الطرز الشكلية والطرز الجينية للأبناء الناتجة:

	BR	Br	bR	Br
bR	BbRR جميعه اسود	BbRR جميعه اسود	bbRR جميعه اسود	bbRr جميعه اسود
Br	BbRr جميعه اسود	Bbrr اسود منقط	bbRr جميعه احمر	bbrr احمر منقط

$BbRr$  و  $BbRr$  جميعه اسود ( 2 )

$bbRr$  جميعه احمر ( 2 )

$Bbrr$  و  $Bbrr$  اسود منقط ( 1 )

$Bbrr$  احمر منقط ( 1 )

س ٧ :- أ. الطرز الجينية لكل من الأبوين: الذكر (  $bbTT$  ) ، الأنثى (  $BbTt$  )

	BT	Bt	bT	Bt
bT	BbTT قصير اسود	BbTt قصير اسود	bbTT قصير بني	bbTt قصير بني

س ٨ :- الطرز الشكلية للأفراد الناتجة: بيضوي أرجواني بنسبة ١٠٠%

س9 : أ. قد يكون الطراز الجيني لديك المخطط الريش متمائل الجينات (  $X^B X^B$  ) أو غير متمائل الجينات (  $X^B X^b$  ) ويتزوج مع أنثى مخطط الريش (  $X^B Y$  ) وعليه

1 - تكون الأفراد الناتجة إذا كان الديك متمائل الجينات

الطرز الجينية للأبوين  $X^B Y$  \*  $X^B X^B$   
الطرز الجينية للأبناء  $X^B Y$  ،  $X^B X^B$   
الطرز الشكلية للأبناء ديك مخطط الريش ، دجاجة مخطط الريش

2 - تكون الأفراد الناتجة إذا كان الديك غير متمائل الجينات

الطرز الجينية للأبوين  $X^B Y$  \*  $X^B X^b$   
الطرز الجينية للأبناء  $X^B Y$  ،  $X^b Y$  ،  $X^B X^B$  ،  $X^B X^b$   
الطرز الشكلية للأبناء ديك مخطط ، ديك مخطط ، دجاجة غير مخططة ، دجاجة مخططة

ب- تكون الأفراد الناتجة إذا كان الديك غير مخطط الريش مع دجاجة مخططة  
الطرز الشكلية للأبوين      ذكر غير مخطط \*      انثى مخطط الريش  
الطرز الجينية للأبوين       $X^bX^b$  \*       $X^BY$   
الطرز الجينية للأبناء       $X^BX^b$  ,       $X^bY$   
الطرز الشكلية للأبناء      ديك مخطط ,      دجاجة غير مخططة

ج- إذا ظهرت الأفراد الجديدة لها بقعة بيضاء فهذا يدل على انه ذكر , أما إذا لم تظهر على قمم رؤوسها بقع بيضاء فهذا يدل على أنها أنثى .

س ١٠ : أ- الطرز الجينية المحتملة لأب المرأة :  $X^rYZH$  او  $X^rYZZ$   
الطرز الجينية المحتملة لأم المرأة :  $X^RX^rZZ$  او  $X^RX^rZZ$   
ب- الطرز الجينية والشكلية للأفراد الناتجة ( للصفتين معا ) :

	$X^rH$	$X^rZ$	$YH$	$YZ$
$X^RZ$	$X^RX^rZH$ أنثى غير صلعاء غير مصابة بعمى الألوان ( حاملة للمرض )	$X^RX^rZZ$ أنثى صلعاء غير مصابة بعمى الألوان ( حاملة للمرض )	$X^RYZH$ ذكر أصلع غير مصاب بعمى الألوان	$X^RYZZ$ ذكر أصلع غير مصاب بعمى الألوان
$X^rZ$	$X^RX^rZH$ أنثى غير صلعاء مصابة بعمى الألوان	$X^RX^rZZ$ أنثى صلعاء مصابة بعمى الألوان	$X^rYZH$ ذكر أصلع مصاب بعمى الألوان	$X^rYZZ$ ذكر أصلع مصاب بعمى الألوان

س ١١ :- عن طريق اجراء تزاوج بين فردين احدهما يحمل الصفتين بشكل غير نقي مثل  $AaSs$  مع اخر يحمل الصفتين المتنحيتين  $aass$  فاذا ظهرت الابناء تحمل صفتي الابوين بنسبة اكبر من 50% ونسبة اقل من 50% صفات لا تشبه الابوين فهذا يدل على وجود ارتباط بين الجينات اما اذا ظهرت الافراد التي تحمل صفتي الابوين بنسبة 50% و الافراد التي لا تشبه الابوين بنسبة 50% يدل على عدم وجود ارتباط بين جيني الصفة .