

### مما تتكون الصفات الوراثية ؟

تتكون الصفات الوراثية لدى الفرد نتيجة لإندماج المادة الوراثية المحمولة في الأمشاج الذكرية مع المادة الوراثية المحمولة في الأمشاج الأنثوية

### كيف توجد الكروموسومات قبل الانقسام ؟

- توجد الكروموسومات في صورة ثنائية  $2n$
- تحمل جينات هذه الصفات على أزواج الكروموسومات بصورة زوجية
- في حالة إنقسام الخلية تنفصل وتتوزع الجينات على الخلايا الناتجة عن الانقسام
- عند حدوث التزاوج تلتقى الجينات من الذكر والأنثى لكل صفة بصورة مستقلة لينتج فرد جديد

### مافائدة عملية العبور؟

الجينات يمكن أن تنتقل من كروموسوم إلى آخر ضمن الزوج الكروموسومي المتشابه من خلال عملية العبور أثناء الانقسام الاختزالي وهذه العملية لها دور كبير في حدوث التنوع في المحتوى الوراثي والحصول على صفات وراثية جديدة لدى الفرد الناتج عن التزاوج ولهذا السبب نجد كثيرا من الأشخاص يحملون الصفات المشتركة لدى الأبوين وبعضهم يحمل الصفات المظهرية المشابهة للوالده وبعضهم يحمل صفات مشابهة لأمه



يعد جريجور مندل واضع حجر الأساس لعلم الوراثة، وهو أول من توصل إلى نتائج ذات أهمية في هذا العلم. وفي خلال فترة عمله مدرساً للفيزياء والأحياء والتاريخ الطبيعي في مدرسة برون الثانوية في تشيكوسلوفاكيا، كان مندل يزرع نبات البازلاء في حديقة الدير الذي يعيش فيه، بهدف البحث عن الكيفية التي يتم بها انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء.

وفي عام ١٨٦٦ استطاع مندل توضيح نتائجه التي جمعها في السنوات السابقة، ولكنها أهملت حتى بداية عام ١٩٠٠ حين اكتشف العلماء أهمية تلك التجارب بعد وفاته. وقد عمل مندل في وقت لم تكن الصبغيات أو انقسام الخلايا قد عرفت بعد، ومع ذلك فقد أعطى تفسيرات تتطابق مع ما يتوافر حالياً من معلومات عن آلية التوارث، وقد استخدم مندل نبات البازلاء في تجاربه.



لماذا إختار مندل البازلاء ؟

إختار مندل لنبتة البازلاء لأسباب عديدة :

١- الزهرة خنثى وهي من نوع *Pisum sativum* .

، إن هذا التركيب يتيح إجراء عمليتي التلقيح الذاتي عن طريق تغطية الأزهار بأكياس من الحرير، كما يتيح إجراء عملية التلقيح الخلطي بإزالة المتوك قبل أنفتاحها وتزويد ميسم الزهرة بحبوب لقاح من نبات آخر باستخدام ريشة ألوان.

٢- وجود عدة أنواع من الصفات الوراثية المتضادة التي يمكن ويسهل ملاحظتها ودراستها. فمثلا تكون البذور مجعدة أو ملساء، وتكون السيقان طويلة أو قصيرة.

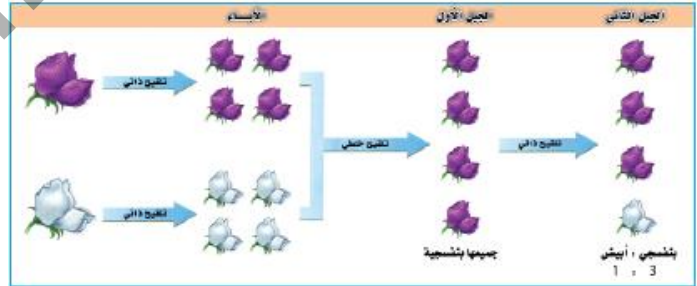
3-قصر دورة حياة هذه النبتة، مما مكن مندل من الحصول على النتائج بشكل سريع

4- سهولة زراعة نبات البازلاء وجمع بذوره

توارث صفة لون الأزهار

أشرح كيف تم التعرف على توارث صفة لون الأزهار ؟

- ١- زرع مندل عدداً كبيراً من بذور البازلاء ذات الأزهار البنفسجية ومثلها من الأزهار البيضاء لمدة سنتين متتاليتين لماذا ترك مندل الأزهار تلقح نفسها ذاتياً ؟
- ٢- ترك أزهار النباتات خلال الفترة السابقة تتلقح ذاتياً ليضمن نقاء الصفة التي سيدرسها
- ٣- بعد أن تأكد مندل من نقاء صفتي الأزهار البنفسجية والبيضاء أخذ بذوراً من هذه النباتات وزرعها وعندما نمت النباتات وأزهرت قام مندل بإجراء تلقيح خلطي بين الأزهار البنفسجية والأزهار البيضاء ولكي يمنع عدم حدوث التلقيح الذاتي في الزهرة نفسها قام بقطع أسدية الأزهار التي ستقوم بتلقيحها
- ٤- زرع البذور الناتجة من التلقيح السابق وعندما نمت النباتات أعطت جميعها أزهاراً بنفسجية ثم زرع بذور هذه النباتات وعند نضجها وتكوينها للأزهار قام بتغطيتها بأكياس من النايلون لمنع التلقيح الخلطي والسماح بالتلقيح الذاتي فكانت النتيجة أن نسبة النباتات بنفسجية الأزهار إلى بيضاء الأزهار ٣:١ أي ٧٥:٢٥ % بمعنى ان كل ثلاث نباتات بنفسجية نبتت بيضاء



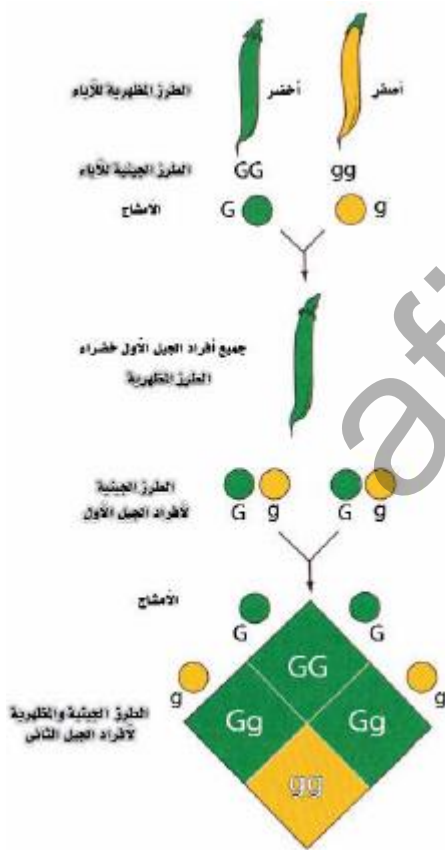
لون الساق	لون القرص	شكل القرص	شكل البذرة	لون البذرة	وضع الزهرة	لون الأزهار
طويل	أخضر	مسطوح	مستدير	أصفر	محوري	بنفسجي
قصير	أصفر	متعرج	مجدد	أخضر	طرفي	أبيض
طويل	أخضر	مسطوح	مستدير	أصفر	محوري	بنفسجي

## استنتاج مندل أن :

تظهر الصفة المخفية في الجيل الثاني بنسبة 1:3

تختفي إحدى الصفتين في نباتات الجيل الأول

### The Principle of Dominance مبدأ السيادة (أ)



ماذا استنتج مندل ؟

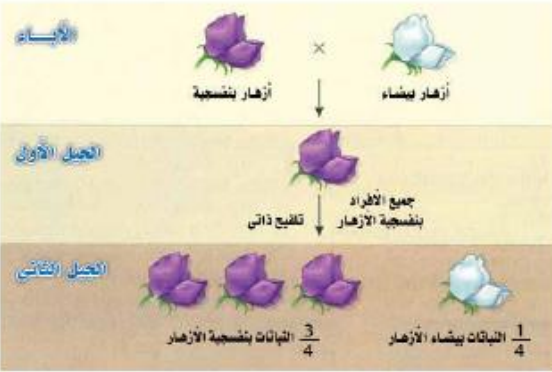
توصل إلى أن لون الأزهار البنفسجي يغطي على اللون الأزهار البيضاء وتظهر في جميع أفراد الجيل الأول

ماهي الصفة السائدة ؟

إذا حدث تزاوج بين فردين يحمل كل منهما صفة وراثية نقية مخالفة للصفة التي يحملها الفرد الآخر وظهرت في إحدى الصفتين في أفراد الجيل الأول فإن هذه الصفة تكون سائدة ويعرف بمبدأ السيادة

ماهي الصفات المتنحية ؟

هي الصفات التي أختفت ولم تظهر في أفراد الجيل الأول



بعد أن وضع مندل مبدأ السيادة بدأ يتساءل عن مصير الصفة المتنحية والتي لم تظهر في الجيل الأول وظهرت في الجيل الثاني وفسر ذلك :

- ١- تنتقل الصفات الوراثية من الأباء إلى الأبناء عن طريق العوامل الوراثية
- ٢- هناك صفات تختفي في جيل وتظهر في جيل آخر فأستنتج مندل أن العوامل الوراثية توجد بحالة مزدوجة أي أن كل صفة وراثية في الكائن الحي يحكمها عاملان وراثيان جاء أحدهما من الأب والآخر من الأم عن طريق الأمشاج
- ٣- ينفصل العاملان الوراثيان عند تكوين الأمشاج بحيث يحتوي المشيج الواحد على عامل وراثي واحد لتلك الصفة

ماهو قانون انعزال العوامل ؟

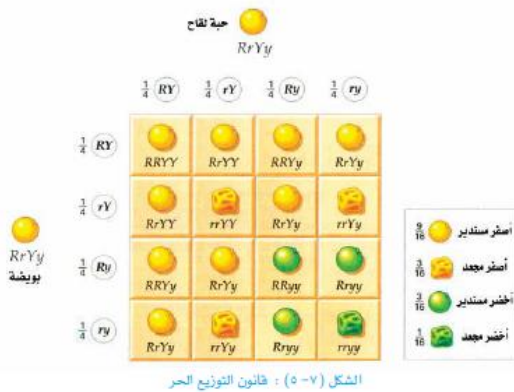
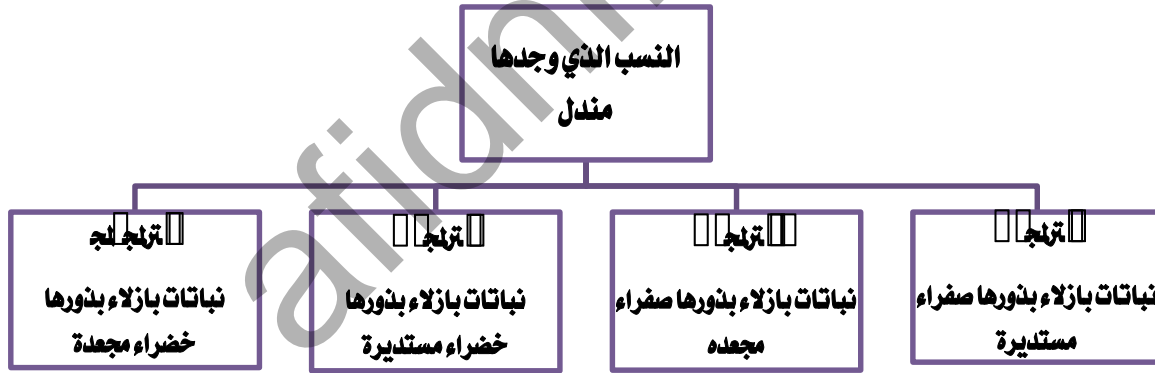
يحكم الصفة الوراثية عاملان وراثيان في الكائن الحي ينعزل أحدهما عن الآخر عند تكوين الأمشاج أثناء الإنقسام الإختزالي

ج) قانون التوزيع الحر The Law of Independent Assortment

كانت النتائج التي حصل عليها مندل عند دراسته صفة وراثية واحدة دافعاً قوياً لدراسة توارث صفتين وراثيتين متقابلتين أو أكثر

ماذا عمل مندل لكي يحصل على النتائج الصحيحة ؟

- إختار مندل نباتاً يحمل صفتين نقيتين ساندتين (نبات يكون بذوراً مستديرة الشكل صفراء اللون) ولقحه مع نبات يحمل صفتين متحيتين (بذور مجعده الشكل خضراء اللون)
- وأعاد مندل التجربة عدة مرات وفي كل مرة يحصل على نباتات ذات بذور مستديرة الشكل صفراء اللون في الجيل الأول وعند إجراء تلقيح ذاتي بين أفراد الجيل الأول يحصل على النسب الآتية :



ان لكل صفة وراثية في الفرد طرازان :

2- الطراز الجيني : ويقصد به العوامل الوراثية التي تحدد  
طبيعة توارث الصفة الوراثية وهذا الطراز إما يكون سائداً أو  
متنحياً

1- الطراز المظهري أو الشكلي : هو الشكل المادي الذي  
يمكن مشاهدته بالعين المجردة كلون العين مثلاً أو معرفة  
وظيفة في الجسم من خلال بعض القياسات الكيميائية مثل  
الكشف عن تركيز الإنزيمات والأجسام المضادة في الدم

مثل : قام أحد الباحثين بإجراء تلقيح بين نبات البازلاء بنفسجي الأزهار طويل الساق هجين الصفتين بنبات  
بازلاء أخر أبيض الأزهار طويل الساق هجين صفة الطول  
١- اكتب الطرز المظهرية والجينية للنباتات الناتجة من هذا التلقيح  
٢- مانسبة النباتات طويلة الساق بيضاء الأزهار وتكون نقية صفة الطول ؟  
٣- مانسبة الحصول على نباتات قصيرة الساق بيضاء الأزهار ؟

نبات بنفسجي الأزهار طويل الساق X نبات أبيض الأزهار طويل الساق  
طراز الأبء Ttpp X TtPp  
الامشاج Tp,Tp,tp,tp X TP,Tp,tP,tp

الحل :

- نرمر لصفة الطول السائدة بالرمز T  
ونرمر لصفة القصر المتنحية t  
- نرمر لصفة اللون البنفسجي السائد باللون P  
ونرمر لصفة اللون الابيض بالرمز p

احتمالات التزاوج : لتسهيل إيجاد احتمالات التزاوج يستخدم مربعات

حبة اللقاح البيضة	<i>Tp</i>	<i>Tp</i>	<i>tp</i>	<i>tp</i>
<i>TP</i>	<i>TTPp</i> طويل بنفسجي	<i>TTPp</i> طويل بنفسجي	<i>TtPp</i> طويل بنفسجي	<i>TtPp</i> طويل بنفسجي
<i>Tp</i>	<i>TTpp</i> طويل أبيض	<i>TTpp</i> طويل أبيض	<i>Ttpp</i> طويل أبيض	<i>Ttpp</i> طويل أبيض
<i>tP</i>	<i>TtPp</i> طويل بنفسجي	<i>TtPp</i> طويل بنفسجي	<i>ttPp</i> قصير بنفسجي	<i>ttPp</i> قصير بنفسجي
<i>tp</i>	<i>Ttpp</i> طويل أبيض	<i>Ttpp</i> طويل أبيض	<i>ttpp</i> قصير أبيض	<i>ttpp</i> قصير أبيض

يعبر الجدول عن طراز الجينية لأفراد الجيل الأول أما الطراز المظهرية فجاءت  
على النحو الآتي



٢- نسبة النباتات بيضاء الأزهار طويلة الساق نقية صفة الطول =  $\frac{1}{2}$

٣- نسبة النباتات بيضاء الأزهار قصيرة الساق =  $\frac{1}{2}$



اختبر فهمك ١

- ١- ما الفرق بين الطرز الجينية والمظهرية للصفة الوراثية ؟  
٢- أجري تلقيح بين نبات بازلاء بذوره مستديرة هجينة خضراء اللون بنات آخر بذوره مجعدة صفراء اللون هجينة. في ضوء العبارة السابقة أجب عن الأسئلة الآتية:  
أ) اكتب الطرز الجينية للأباء .  
ب) اكتب الطرز الجينية والمظهرية للأفراد الناتجة من هذا التزاوج .  
ج) ما نسبة النباتات ذات البذور المستديرة صفراء اللون ؟

1- الطرز الجينية هي تعبير بالرموز عن جينات الصفات الوراثية ، ولا يمكن مشاهدتها بالعين المجردة أو

بالمجهر المركب، أما الطرز المظهرية فهي الصفات التي يمكن معرفتها أو التي يمكن الاستدلال عليها.

2- الحل : نبات بازلاء بذوره مستديرة هجينة خضراء اللون X نبات بازلاء بذوره مجعدة صفراء اللون

هجينة

أ) الطرز الجينية للأباء war X War

الأمشاج wR , wr X Wr , wr

ب) 1 WwRr نبات بذوره مستديرة وصفراء

1 wwRr نبات مجعدة بذوره وصفراء

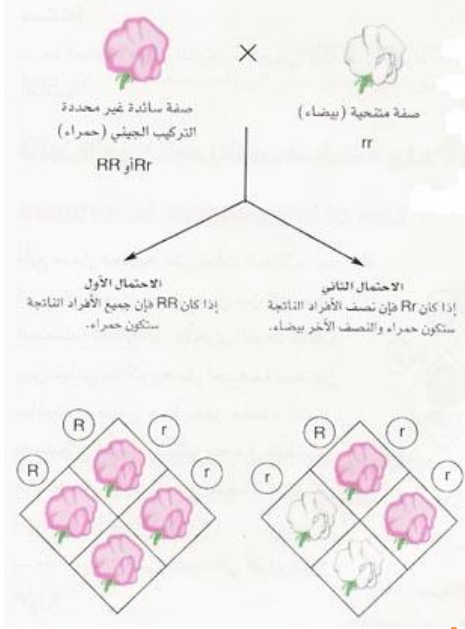
1 Wwrr نبات مستديرة بذوره وخضراء

1 wwrr نبات مجعدة بذوره وخضراء

## الوراثة المنديلية

## الفصل السابع

### د) التلقيح الاختياري Testcross



كيف يمكن التمييز بين الصفة السائدة النقية والصفة السائدة الهجينة ؟

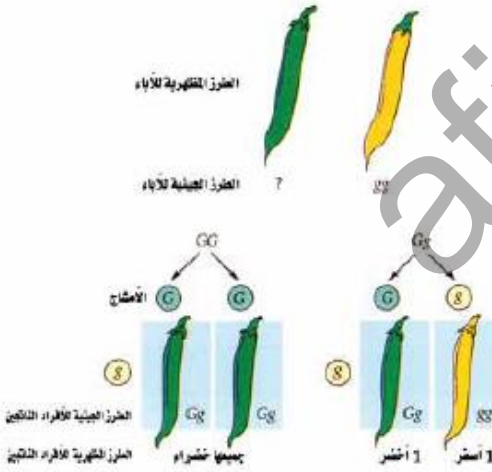
بعد التلقيح الاختياري من أفضل الوسائل للتحقق من الطراز الجيني للفرد ذو الصفة السائدة لمعرفة إذا كانت الصفة متماثلة أم هجينة

كيف يتم التلقيح ؟

يتم التلقيح الاختياري تلقيح النبات الذي يحمل الصفة السائدة المراد التعرف على طرازها الجيني مع النبات الذي يحمل الصفة المتنحية ومن خلال الطراز المظهري لأفراد الجيل الأول يمكن الحكم على حالة الطراز الجيني هل هو نقي أم هجين

### خطوات إجراء عملية التلقيح الإختباري :

- نقوم بإجراء تلقيح بين نبات البازلاء اصفر الشمار ونبات بازلاء أخضر الشمار
- إذا وجد في أفراد الجيل الأول صفراء الشمار يكون الطراز الجيني للصفة السائدة نقي
- وإذا كان نصف أفراد الجيل الأول أصفر الشمار فمعنى ذلك أن الطراز الجيني للصفة السائدة هجيناً



اختبر فهمك ٢

قام أحد الباحثين بإجراء تجربة للتحقق من نقاوة صفة لون فراء الأرانب الموجودة في مختبره، فحصل على نسبة 1:1 بين الأرانب ذات الفراء البني والأرانب ذات الفراء الأبيض. مع العلم أن صفة اللون البني سائدة على صفة اللون الأبيض لدى الأرانب. في ضوء ما سبق، أجب عن الأسئلة الآتية:

- 1- ما الطريقة التي لجأ إليها الباحث للتحقق من نقاوة الصفة؟
- 2- وضح الخطوات التي قام بها الباحث للتأكد من نقاوة الصفة.
- 3- اكتب الطراز الجيني للأرانب التي استخدمها الباحث.

1- التلقيح الاختباري.

2- خطوات إجراء عملية التلقيح الإختباري :

- نقوم بإجراء تلقيح بين نبات البازلاء اصفر الشمار ونبات بازلاء أخضر الثمار

- إذا وجد في أفراد الجيل الأول صفراء الشمار يكون الطراز الجيني للصفة السائدة نقي

- وإذا كان نصف أفراد الجيل الأول أصفر الثمار فمعنى ذلك أن الطراز الجيني للصفة السائدة هجيناً.

3- الطرز الجينية:

أرنب أبيض الفراء X أرنب بني الفراء هجين

	Bb	bb	
♂	B	b	
♀	b	Bb	bb
	الطرز المظهرية	أرنب بني الفراء	أرنب أبيض الفراء

كيف إستفاد مندل من معلوماته في الرياضيات ؟

أستفاد مندل من معلوماته في الرياضيات كثيراً خاصة في مجالي الاحتمالات والإحصاء مما سهل عليه تفسير ونتائج

أذكر أمثله للتوضيح ؟

- ١- في قطعة نقد معدنية ذات صورة على الجهتين يكون إحتمال ظهور الكتابة عند رمي هذه القطعة صفراً
- ٢- في قطعة نقد عادية (الصورة على جهة , والكتابة في جهة أخرى) يكون إحتمال ظهور الكتابه هو ١ : ٢ عند رميها مرة واحدة
- ٣- إن إحتمال مشاهدة ثلاث نقاط سوداء عند رمي حجر النرد مرة واحدة هو ١/٦

٢ - قانون الإضافة Law of addition

إن إحتمال حدوث حدث معين لأكثر من مرة وهو حاصل جمع  
إحتمالات حدوثه في كل مرة

مثال : إحتمال ظهور نبات غير متمائل الجينات ( هجين ) في  
الجيل الثاني في تجارب مندل عند دراسته لصفة وراثية واحدة

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

١ - قانون الاستقلال Law of independent

إن إحتمال حدوث حدثين مستقلين معاً هو حاصل ضرب  
إحتمال حدوث كل منهما على حدة

مثال (١) : إحتمال مشاهدة الصورة لكل من قطعتي نقد رميتا معاً

$$\text{مرة واحدة} = \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$$

مثال (٢) : إحتمال ظهور الطراز الجيني (rr) عند فرد من أبوين  
طرازهما الجيني (Rr)

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

مثال (٣) : إحتمال إنجاب طفل ذكر = إحتمال إنجاب طفل أنثى

$$1/2 =$$

الوراثة المنديلية

الفصل السابع

اختبر فهمك ٣

- ١- ما احتمال الحصول على نبات بازلاء بذوره ملساء مستديرة عند تزاوج نباتي بازلاء بذورهما ملساء مستديرة، مع العلم أن الصفتين في الأبوين هجيتين؟  
٢- ما نسبة ظهور اللون الأبيض في أزهار نباتات ناتجة من تزاوج نبات أزهاره بنفسجية هجينة بنات أبيض الأزهار؟

- ١- نبات بذوره ملساء ومستديرة X نبات بذوره ملساء ومستديرة  
الطرز الجينية للأباء SsRr X SsRr  
الأمشاج SR,Sr,sR,sr X SR,Sr,sR,sr

	SR	Sr	sR	sr
SR	SSRR	SSRr	SsRR	SsRr
Sr	SSRr	SSrr	SsRr	Ssrr
sR	SsRR	SsRr	ssRR	ssRr
sr	SsRr	Ssrr	ssRr	ssrr

احتمال الحصول على نبات بذوره ملساء مستديرة: 9/16

٢- نبات بنفسجي الأزهار هجين X نبات أبيض الأزهار

الطرز الجينية للأباء Pp X pp

الأمشاج P, p X p

الطرز الجينية المحتملة للأفراد الناتجة عن التزاوج Pp, pp

نسبة الحصول على نباتات بازلاء بيضاء الأزهار = 50%

#### ٧-٤ تحديد عدد ونوع الطرز الجينية

لتحديد عدد الطرز الجينية المحتملة للأمشاج يعتمد القانون التالي :

عدد أنواع الأمشاج =  $2^n$  حيث  $n$  = عدد الصفات الهجينة في الطراز الجيني

مثال (١): الطراز الجيني BbRr

عدد أنواع الأمشاج =  $2^n = 2^2 = 4$

وهي BR , Br , bR , br

مثال (٢): الطراز الجيني AABb

عدد أنواع الأمشاج =  $2^1 = 2$

وهو AB

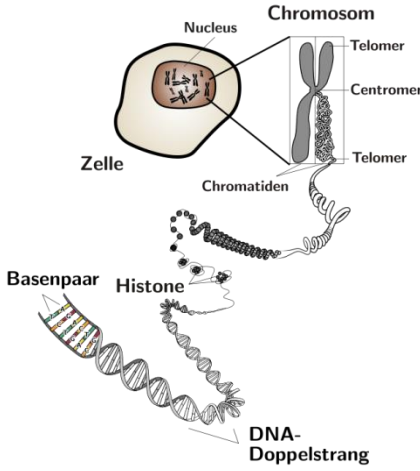
مثال (٣): الطراز الجيني AaBbRr

عدد أنواع الأمشاج =  $2^3 = 8$

الوراثة المنديلية

الفصل السابع

Chromosomal Theory ٧-٥ النظرية الكروموسومية



كيف توجد الكروموسومات في الخلايا الجسمية ؟

- توجد على شكل أزواج بحيث يكون كروموسومي الزوج الواحد متماثلين من حيث الطول والمحتوى الوراثي تقريباً
- عدد هذه الكروموسومات ثابت لكل نوع من الكائنات الحية
- يرمز لعدد الكروموسومات بالرمز  $2n$
- ويرمز لعدد الخلايا التناسلية  $n$

مطلوبات تعمك يوضح الجدول التالي عدد الكروموسومات في بعض أنواع الكائنات الحية :

عدد الكروموسومات	الكائن الحي	عدد الكروموسومات	الكائن الحي
8	ذبابة الفاكهة	46	الإنسان
14	البازلاء	70	الجمال
34	التفاح	60	الماعز
21	الطماطم	32	الشمساح
21	الأرز	24	السلمندر
14	العدس	78	الدجاج
20	الذرة	12	الذبابة المنزلية
14	الشعير	18	الخس
48	البطاطا	24	الفلفل

وضع العالمان ساتون وبوفري النظرية

الكروموسومية للوراثة عام ١٩٠٢م التي تنص على : " أن العوامل الوراثية التي تحدث عنها مندل هي نفس الكروموسومات أو على الأقل "محمولة عليه"





### من هو العالم مورغان ؟

حصل مورغان على درجة الدكتوراه في علم الحيوان من جامعة جونز هوبكنز سنة ١٨٩٠، وبحث في علم الأجنة لفترة من الزمن، وبعد إعادة اكتشاف الوراثة المنديلية سنة ١٩٠٠ تحول اهتمام مورغان البحثي إلى دراسة الطفرات الوراثية في ذبابة الفاكهة (دروسوفيللا ميلانوغاستر)، وكانت له غرفة شهيرة في جامعة كولومبيا سميت بغرفة فيها إلى أن الجينات (المورثات) تُحمل على الذباب أجرى فيها أبحاثاً عديدة توصل كروموسومات (صبغيات) وأن هذه الجينات هي الأساس الميكانيكي للوراثة

### لماذا إختار مورغان ذبابة الفاكهة ؟

إختارها مورغان حتى تكون نموذج حيواني بدلا من النموذج النباتي المتمثل في البازلاء التي دراستها مندل

### مأسباب إختيار ذبابه الفاكهة ؟

- صغر حجمها
- سهولة تربيتها بأعداد هائلة في المختبر
- سرعة تكاثرها
- قصر عمرها
- ضخامة الكروموسومات الموجودة في غددها اللعابية
- قلة عدد الكروموسومات فيها ( أربعة أزواج )







٦-٧ تطبيقات الوراثة المنديلية Mendelian Genetic Applications

أولاً: تحديد الجنس Sex determination

يعتبر تحديد الجنس في الكائنات الحية من التطبيقات المباشرة لقوانين مندل الوراثة ويوجد تمايز بين أفراد النوع الواحد إلى ذكور تنتج أمشاج الذكورية وإلى إناث تنتج أمشاج الأنثوية

مادور الكروموسومات في تحديد الجنس؟

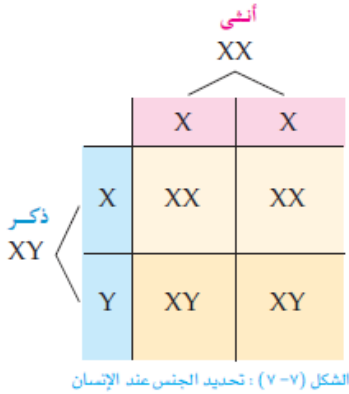
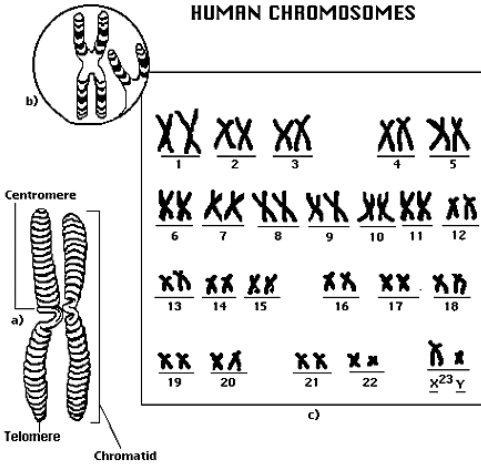
وجد العلماء أن الكروموسومات تلعب دوراً هاماً في تحديد الجنس في أنواع الكائنات الحية المختلفة ويرجع الفرق بين الذكر والأنثى إلى فروق نوعية أو عددية في هذه الكروموسومات وفي بعض أنواع الكائنات الحية تلعب العوامل البينية دوراً رئيساً في تحديد الجنس

الوراثة المنديلية

الفصل السابع

أ - تحديد الجنس بنوع الكروموسومات :

كيف يتحدد الجنس في الكائنات الحية ؟  
يتحدد بواسطة زوج من الكروموسومات تعرف بالكروموسومات الجنسية حيث يرمز  
الثدييات بالرمز XX ولكروموسومي الذكر في الثدييات بالرمز XY في أنثى  
والحال نفسه في ذبابة الفاكهة  
من هو المسئل في تحديد الجنس لدى الإنسان ؟  
الذي يحدد الجنس هو الذكر وليست الأنثى  
لأن الأنثى لديها نوع واحد من الكروموسومات الجنسية هو X  
في حين أن لدى الذكر نوعان من الكروموسومات الجنسية هما X, Y  
ملحوظة : نصف عدد الحيوانات المنوية يحمل الكروموسوم الأنثوي X  
ونصفها الآخر يحمل الكروموسوم الجنسي الذكري Y



مثال (١) :

عائلة لديها ثلاثة أطفال ذكور. ما احتمال إنجاب طفل رابع يكون جنسه أنثى؟

الحل :

حسب قانون الاستقلال، فإن كل حالة حمل تعتبر مستقلة في توارثها عن حالة الحمل التي قبلها أو بعدها. وعليه يكون احتمال إنجاب طفل رابع وبنسبة أنثى =  $1/2$   
وقد وجد أن الأنثى هي التي تحدد الجنس في بعض أنواع الطيور كالدجاج والحمام والبط والكناري، وبعض أنواع الحشرات كالفراشات ودودة الحرير، وبعض أنواع الأسماك، حيث إن الكروموسومات الجنسية لديها هي (XY)، بينما الذكر يحمل الكروموسومات الجنسية (XX).

## الوراثة المندلية

## الفصل السابع

### ب- تحديد الجنس بعدد الكروموسومات :

#### كيف يتم تحديد الجنس بعدد الكروموسومات ؟

يتم التحديد جنس الفرد في نحل العسل والجراد وبعض أنواع الخنافس من خلال محتوى الخلية من الكروموسومات

مثال : تحمل الملكات والشغالات في نحل العسل العدد الضعفي للكروموسومات  $n$  **معلومات تهمك**  
وهو ٣٢ كروموسوم أم الذكور تحمل العدد النصفى للكروموسومات  $2n$  وهو ١٦  
تضع ملكة النحل العسل نوعين من البيوض :  
١- بيوض مخصبة تفقس إناث  
٢- بيوض الغير مخصبة تفقس عن الذكور

أما في الجراد والخنافس فقد وجد أن خلايا الإناث تحمل ٢٢ كروموسوماً في حين الذكور ٢١ كروموسوم

بالرغم من أن الشغالات في  
خلية النحل ثنائية الكروموسومات  
( $2n$ )، إلا أنها عقيمة.

### ج- تحديد الجنس بالعوامل البيئية :

#### كيف تلعب بعض العوامل البيئية في تحديد الجنس ؟

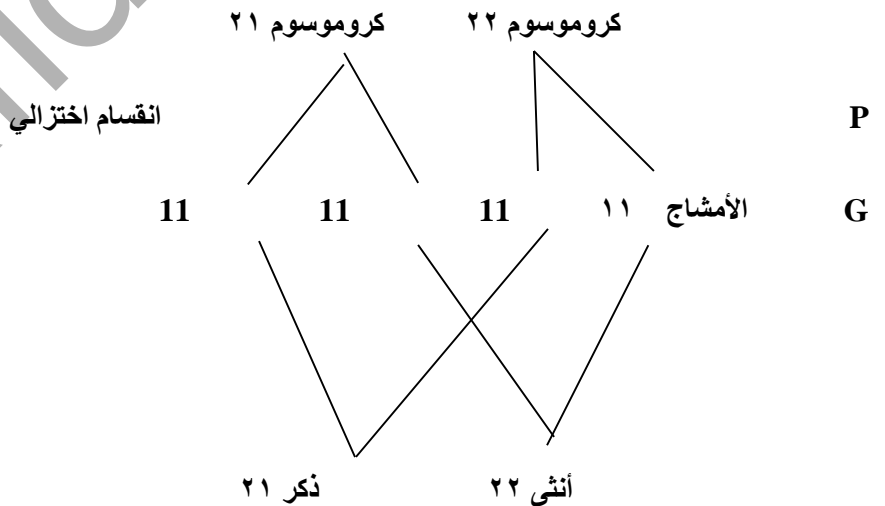
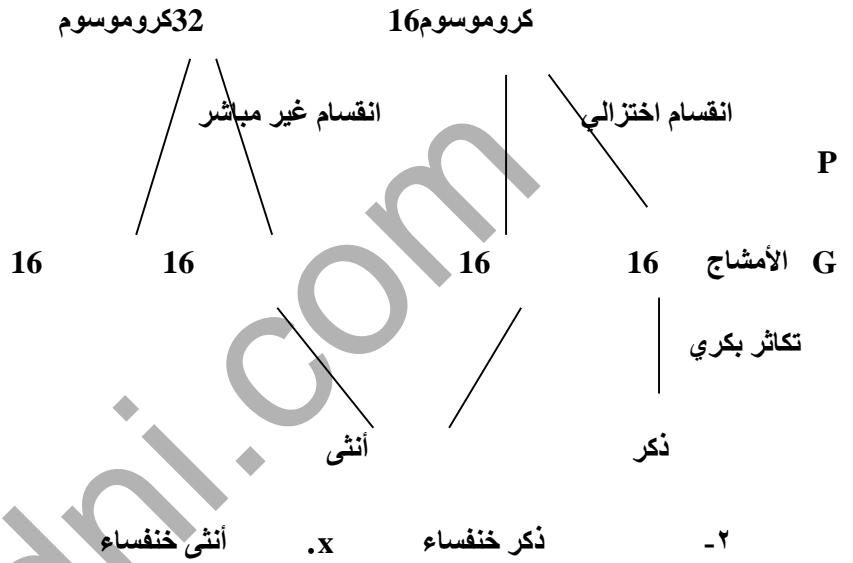
تعتبر درجة الحرارة عاملاً محدداً للجنس في السلاحف البحرية فبعد أن تضع السلاحف بيوضها في حفرة ومرور فترة الحضانه لهذه البويضة تفقس :

- فالبيوض القريبة من سطح التربة ذات درجة حرارة عالية تنتج إناث
- والبيوض الموجودة في أعماق الحفرة عند درجة حرارة أقل من السطح تفقس ذكورا

#### 📌 افتر فهرك

- ١- عند تزاوج ملكة النحل بأحد ذكور النحل، نتجت ثلاثة أنواع من الأفراد:  
(أ) ذكور (ب) شغالات (ج) ملكة  
وضّح بمخطط حالة التزاوج والعدد الكروموسومي للآباء والأفراد الناتجة.
- ٢- وضّح بمخطط حالة التزاوج بين ذكر خنفساء وأنثى خنفساء، ثم اكتب التركيب والعدد الكروموسومي للأفراد الناتجين عن هذا التزاوج.

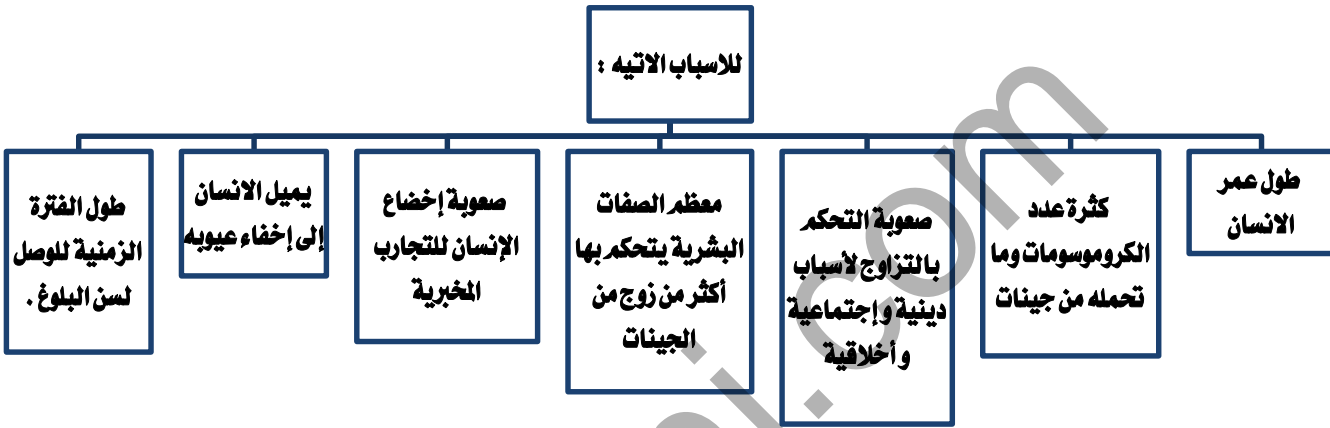
١. ذكر النحل x ملكة النحل



٧-٧ دراسة الصفات الوراثية البشرية

لماذا يصعب دراسة الصفات الوراثية في

للاسباب الاتيه :



مصادر الحصول على المعلومات الوراثية :

يعتمد علماء الوراثة عند دراستهم للصفات الوراثية البشرية من مصادر :

أولاً: سجلات النسب Family Pedigree

ماهو سجلات النسب ؟  
يعرف بأنه رسم معين أو تخطيط أو خريطة توضح إنتقال صفة وراثية معينة بين أفراد العائلة عبر أكثر من جيل

كيف يمكن الإستفادة من سجل النسب ؟

ويمكن الاستفادة من سجل النسب في:

- معرفة وتتبع إنتقال الصفة الوراثية

- التنبؤ بالصفات الوراثية لدى الأبناء والاباء والأجداد

- تسهيل إمكانية دراسة الصفات الوراثية من قبل المتخصصين

ماهي الرموز المتخصصة لكل جيل وصفة ؟

- ويشار إلى الأجيال المتعاقبة بالأرقام الاتينية فمثلا الجيل الأول يعبر عنه بالرقم (I) والجيل الثاني (II) والجيل الثالث (III) بينما يشار إلى أفراد كل جيل بأرقام عادية متتابعة مثلا رمز

يدل على الفرد السادس من الجيل الثاني من سجل النسب (II-6) كل جيل مستقل عن الذي يليه

1- يرمز للراجل السليم بمربع فارغ والأُنثى السليمة نقيّة الصفة بدائرة فارغة

2- يرمز للذكر الحامل لجينات الصفة مع نصف مظلّل والأُنثى الحاملة لجينات الصفة بدائرة نصف مظلّله

3- يرمز للذكر المصاب بمربع مظلّل وللأنثى "صابة بدائرة مظلّله

4- يرمز للتوأم بالرمز "توأم الغير ما" بالرمز



ويمكن توضيح توارث صفة وراثية باستخدام سجل النسب بالمثال التالي:

الصفة: نقص صبغة الميلانين في الجلد (المهقّة) أو الألبينو *Albinism*

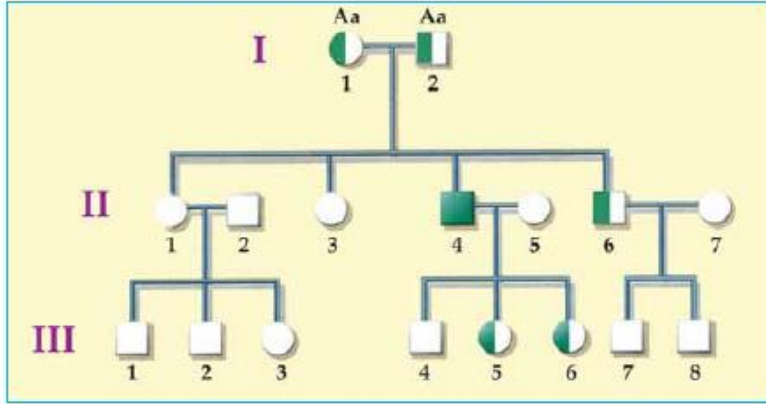
الطرّاز الجيني : AA Aa aa

الطرّاز المظهري : لون الجلد عادي حامل لجين المرض مصاب بالمرض

ولون الجلد عادي . ويظهر لون الجلد بدون صبغة الميلانين .

الوراثة المننلية

الفصل السابع

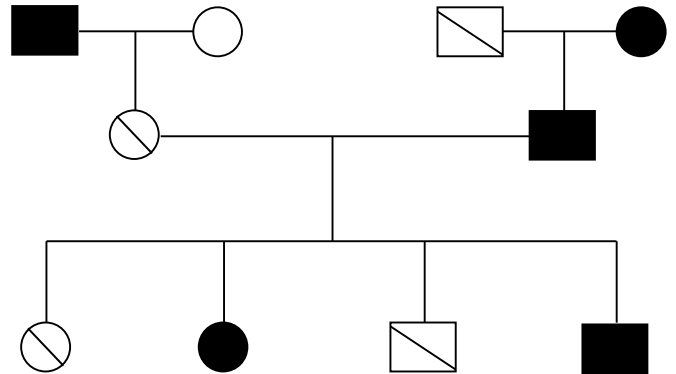


- ومن السجل السابق نستخلص ما يلي:
- ١- التركيب الجيني (1,2I) هو  $Aa$ .
  - ٢- التركيب الجيني للأفراد 1III, 2II, 5II, 7II هو  $AA$ .
  - ٣- التركيب الجيني للفرد 6II هو  $Aa$ ، والفرد 4II هو  $aa$ .

أكثر فهماً

تزوج شاب يستطيع ثني لسانه والدةه تستطيع ثني لسانها، ووالده لا يستطيع ثني لسانه من فتاة لا تستطيع ثني لسانها بالرغم من أن والدها يستطيع ووالدها لا يستطيع ثني لسانها. فسّر على أسس وراثية انتقال الصفة من آباء الزوجين إلى الأبناء عبر الزوجين مستخدماً سجل النسب.

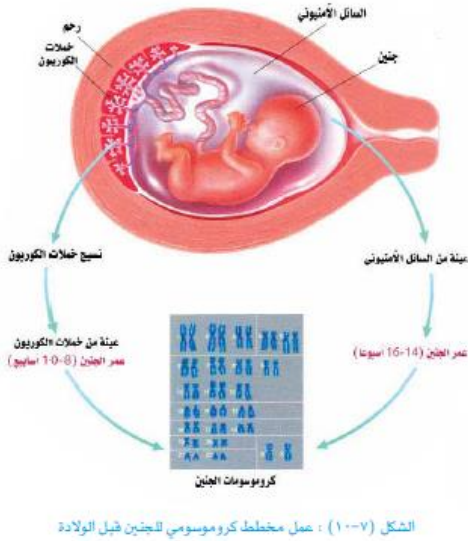
. نرّمز لأليل صفة ثني اللسان بالرمز  $A$ ، ولأليل عدم ثني اللسان بالرمز  $a$ -  
من خلال معطيات السؤال يكون سجل النسب على النحو الآتي



## الوراثة المنديلية

## الفصل السابع

### ثانياً: عمل المخطط الكروموسومي Karyotype



ماذا نستفيد من المخطط الكروموسومي ؟

تستخدم هذه التقنية في دراسة الكروموسومات في الإنسان

كيف يتم عمل المخطط الكروموسومي ؟

تتم على النحو الآتي :

١- الحصول على مصدر خلوي يحتوي على الكروموسومات ويتم ذلك بسحب عينة من الدم أو أخذ عينة من النخاع العظم أو خزعة (عينة صغيرة) من الجلد ويمكن أخذ عينة من السائل الأمنيوني المحيط بالجنين أو من النسيج الكوريوني

٢- وضع الخلايا في وسط غذائي مناسب

٣- إضافة مادة اللقاحين (كوليشيسين) إلى العينة وذلك لتحطيم الخيوط المعزلية الضرورية الانقسام وبالتالي تبقى الكروموسومات في وسط الخلية دون أن يكتمل الانقسام

٤- إضافة الماء المقطر إلى الخلية فتنتفخ وتتفجر وتتبعثر الكروموسومات ثم يتم تصويرها وطباعتها مكبرة

٥- يقص كل كروموسوم ثم ترتب على شكل أزواج متشابهة من حيث الشكل والحجم

ما هو المسح البروتيني ؟

هناك طرق أخرى يستطيع العلماء دراسة الصفات الوراثية وذلك من خلال

التعرف على البروتينات التي تشفر لها الجينات في الجسم

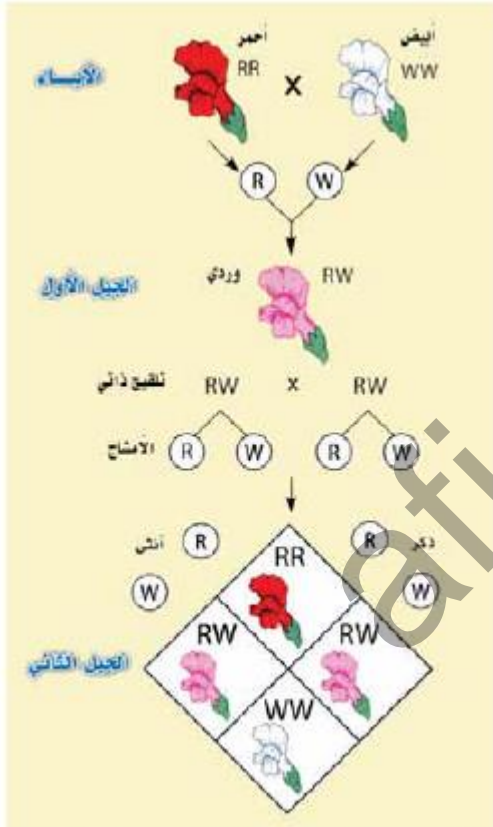


٧-٨ الوراثة غير المندلية Nonmendelian Heredity

هل يخضع التوارث الصفات لقانوني مندل ؟

أظهرت تجارب العلماء بعد مندل أن بعض الصفات تخضع في توارثها لقانوني مندل وأن هناك صفات أخرى تخضع في توارثها لآليات أخرى , ومن هذه الآليات :

أولاً: السيادة غير التامة Incomplete Dominance



الشكل (٧-١١) : توارث لون الأزهار في نبات حنك السبع

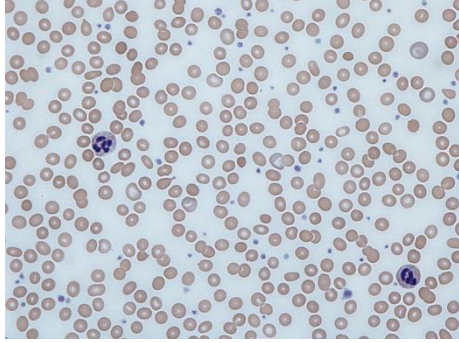
لفهم كيفية توارث لون الأزهار في نبات حنك السبع إفحص الشكل ,  
ثم أجب عن الاسئلة الآتية :  
- ما لون الأزهار في الآباء ؟  
- ما الطرز الجيني لكل من الأزهار الحمراء والأزهار البيضاء ؟  
- ما لون الأزهار في الجيل الأول ؟  
إن لون الأزهار الوردي في أفراد الجيل الأول هو صفة وسطية بين  
R اللونين الأحمر والأبيض إذا يظهر تأثير الأليل  
W في الطراز المظهري للزهرة وفي الوقت نفسه يظهر تأثير الأليل  
ولا يسود أي منهما سيادة تامة على الآخر

ما هو الأليل ؟

هو أحد صور الجين الذي يعبر عن صفة ما

## الوراثة المندلية

## الفصل السابع



### ما هو مرض فقر الدم؟

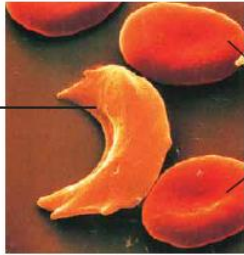
هو حالة تحدث بسبب انخفاض تركيز الهيموغلوبين عن المستوى الطبيعي (الاناث البالغات غير الحوامل أقل من ١١ غم/ديسيلتر والذكور البالغين أقل من ١٣ غم/ديسيلتر). وبسبب الهبوط في مستوى الهيموغلوبين تعاني الأجهزة من عدم الحصول على ما يكفي من الأوكسجين وبالتالي يشكو المرضى من ..عوارض الإرهاق والصداع وعدم التركيز والخمول وغيرها  
هناك ثلاث أنواع رئيسية لفقر الدم: فقر الدم الناجم عن فقدان الدم وفقر الدم الناجم عن خلل في إنتاج كريات الدم الحمراء وفقر الدم الانحلالي

### ما هو سبب هذا المرض؟

وعندما S مع الأليل الطبيعي N سبب هذا المرض وجود جين سائد سيادة غير تامة (ناقصة) حيث يظهر المرض بشدة إذا اجتمع الأليان المتمثلان SS يجتمع أليل المرض ويعبر كل أليل عن صفته يظهر الفرد سليماً معافياً ولكنه يعاني من الأنيميا بدرجات متفاوتة ويظهر ذلك عند إجراء تحليل مخبري للدم

### ما أعراض مرض فقر الدم؟

فقر الدم هو الناتج عن ضعف كفاءة خلايا الدم في نقل الأوكسجين وذلك بسبب نقص عدد جزيئات الهيموجلوبين في هذه الخلايا , وشكل الخلية المنجلي , ينتج عنه نقص في عدد جزيئات الأوكسجين التي تنقلها الخلية المنجلية , إذا الأنيميا الوراثية ناتجة عن طفرة في الجين المسؤول عن تكوين الهيموجلوبين وبالتالي فإن الهيموجلوبين الناتج يكون أقل كفاءة في نقل الأوكسجين فالشخص الذي لديه أليل s وطرارة الجيني NS فإنه ينتج الهيموجلوبين الطبيعي والهيموجلوبين غير طبيعي بنسبة ١:١



خلايا دم طبيعية  
خلايا دم منجلية

الشكل (٧-١٢) : خلايا دم طبيعية وخلايا دم منجلية

### الوراثة المندلية

### الفصل السابع

**مثال ١** تزوج رجل طرازه الجيني لصفة تكوين الهيموجلوبين NS من فتاة لها الطراز الجيني نفسه. ما احتمال إنجاب طفل ذكر مصاب بفقر الدم الشديد؟  
رجل سليم من المرض X فتاة سليمة من المرض  
الطرز الجينية للأباء NS X NS  
الأمشاج N,S N,S  
الطرز الجينية المحتملة للأبناء NN,2NS,SS  
إن احتمال إنجاب طفل ذكر مصاب بفقر الدم الشديد  $1/8 = 1/4 \times 1/2$

### تمرين فهمك ٦

تزوج حصان لونه بني داكن من فرس لونها أبيض، فنتج عن ذلك أن جميع أفراد الجيل الأول ذات لون بني فاتح. في ضوء العبارة السابقة، أجب عن الأسئلة الآتية:  
١- تنبأ بنوع التوارث في هذا التزاوج .  
٢- ما الطراز الجيني للأباء وأفراد الجيل الأول والثاني إذا حدث تزاوج بين أفراد الجيل الأول؟  
٣- ما تفسيرك لهذا التوارث على المستوى الجيني؟

1. سيادة غير تامة.

2. نرّمز لجين اللون البني الداكن باللون B، ونرّمز لجين اللون الأبيض بالرمز W.

فرس بيضاء X حصان لونه بني داكن

الطرز الجيني للأباء WW X BB

الأمشاج B W

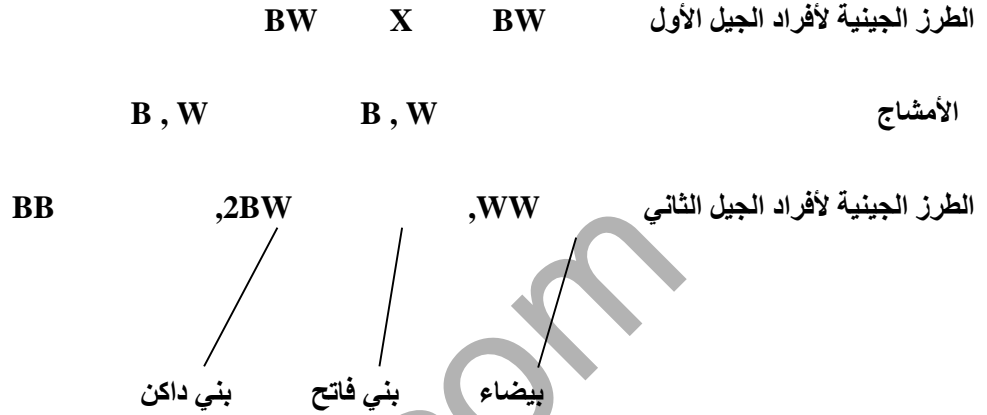
الطرز الجينية لأفراد الجيل الأول BW

وجميعها لونها بني فاتح

## الوراثة المننالية

## الفصل السابع

يتم إجراء تزاوج بين أفراد الجيل الأول:



ثانياً : الأليلات المتعددة والسيادة المشتركة Multiple Alleles and Co-dominance

توارث فصائل الدم : Blood Groups Inheritance

ماهو الصفة الوراثية متعددة الأليلات ؟

هي تلك الصفو المسؤول عنها مجموعة من الأليلات لنفس الجين وخير مثال على ذلك توارث فصائل الدم عند الإنسان

درست سابقاً فصائل الدم في الانسان وعرفت انها أربع A,B,AB,O

كيف تم تصنيف هذه الفصائل ؟

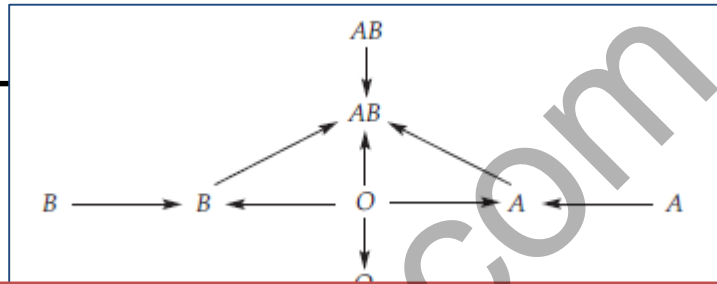
قد صنفت هذه الفصائل وفقاً لوجود نوعين من الأنتيجينات ( بروتينات سكرية على سطح الغشاء

الخلوي لخلايا الدم الحمراء) فإذا وجد أحد الأنتيجينات تكون فصلة دم الشخص إما A

أو B أما إذا وجد الأنتيجينان معا A,B فتكون فصلة الدم AB

وفي حالة عدم وجود أى منهما فتكون فصيلته O

كما تحتوي بلازما الدم على نوعين من الأجسام المضادة هما: الجسم المضاد A والجسم B وتظهر أهمية معرفة فصائل الدم في عمليات نقله فمثلا إذا نقل دم من شخص فصلة الدم A إلى شخص فصلة الدم B المضاد فإنه يحدث تخثر للخلايا الدموية الحمراء بفعل الأجسام المضادة مما قد يسبب الوفاة ويوضح المخطط الآتي إمكانية نقل الدم بين فصائل الدم الأربع :



تخضع عملية توارث فصائل الدم إلى آليات متعددة متقابلة إذا يتحكم في عملية التوارث ثلاث آليات مختلفة وتم بالرموز الآتية : ترميزها

الأليل ( $I^A$ ) يكون أنتيجين A، والأليل ( $I^B$ ) يكون أنتيجين B، والأليل ( $i$ ) لا يكون أيًا منهما، وهذا يعني أنه يتحكم في وراثة الصفة أكثر من أليلين متقابلين، إلا أن كل شخص يرث أليلين من الأليلات الثلاثة السابقة.

الوراثة المنديلية

الفصل السابع

سؤال ، ما عدد التراكيب الجينية المختلفة لفصائل الدم ؟

الأجسام المضادة الموجودة في مصّل الدم	الطراز الجيني	الطراز المظهري ( فصائل الدم )
Anti - A Anti - B	ii	O
Anti - B	$I^A I^A$ $I^A i$	A
Anti - A	$I^B I^B$ $I^B i$	B
-	$I^A I^B$	AB

لاحظ أن كلا من الأليل  $I^A$

والأليل  $I^B$  يسود سيادة تامة على الأليل  $i$  (i) ولا يسود على الآخر فالفرد ذو الطراز الجيني  $I^A I^A$  يكون صفه دمه  $I^A I^A$  إذ يعمل الأليلان السائدان معاً لتكوين  $I^A I^B$  وتسمى هذه الحالة بمراسية السيادة المشتركة  $I^A I^B$   $A, B$

**مثال** : تزوّج رجل فصيلة دمه (A) من امرأة فصيلة دمها (B) ، فكان أحد أبنائهما فصيلة دمه (O) ، فسّر ذلك وراثياً مبيّناً الطراز الجيني للآباء والأبناء.

**الحل** : بما أن فصيلة دم أحد أبنائهما (O) وتركيبه الجيني (ii) ، فإن ذلك يثبت أن كلا من الأبوين يحمل صفة الهجين بالنسبة إلى فصيلة الدم.

رجل فصيلة دمه (A)	X	امرأة فصيلة دمها (B)	
الطراز الجيني	$I^A i$	الطراز الجيني	$I^B i$
الأمشاج	$I^A, i$	الأمشاج	$I^B, i$
الطراز الجيني للأبناء	$I^A I^B$	$I^A i$	$I^B i$
الطراز المظهري للأبناء	AB	A	B
النسبة	1	1	1

لاحظ أن النسبة الناتجة في الأبناء قد تغيرت عن النسب في الوراثة المنديلية بالرغم من إن قانوني مندل ينطبقان في هذه الحالة.

## الوراثة المندلية

## الفصل السابع

### وراثة العامل الريزيسي: Rhesus factor

#### ما هو العامل الريزيسي؟

يشير مفهوم العامل الريزيسي إلى أنتيجين (بروتين) يوجد على غشاء خلية الدم الحمراء، ويرمز إليه بالرمز  $Rh+$  وفي حالة وجوده يكون الشخص موجب العامل الريزيسي  $Rh+$  (طرازه الجيني  $RR$  أو  $Rr$ )، أما في حالة عدم وجود الأنتيجين يكون الشخص سالب العامل الريزيسي  $Rh-$  (طرازه الجيني  $rr$ )، ويتحكم في وراثة هذا العامل أكثر من ثلاثة أزواج من الأليلات المتقابلة، إلا أن كل شخص يرث اثنين من هذه الأليلات التي يتم توارثها طبقاً للوراثة المندلية.

#### ماذا يحدث في نقل دم من شخص موجب العامل الريزيسي إلى سالب العامل الريزيسي؟

في حالة نقل دم من شخص فصيلة دمه  $A$  موجب العامل الريزيسي إلى شخص آخر فصيلة دمه  $A$  سالب العامل الريزيسي، فإن جسم المستقبل سينتج أجساماً مضادة لأنتيجين  $Rh+$ ، وتتراكم الأجسام المضادة هذه في حالة تكرار خطأ نقل الدم إلى الشخص نفسه، وتعمل الأجسام المضادة على تخرت خلايا الدم الحمراء المنقولة إلى الشخص المستقبل والتي تحوي الأنتيجين  $Rh+$ ، مما قد يتسبب في وفاته.

#### ماذا يحدث عند زواج رجل موجب العامل الريزيسي من امرأة سالبة العامل الريزيسي؟

عند زواج رجل موجب العامل الريزيسي نقي الصفة طرازه الجيني  $RR$  من امرأة سالبة العامل طرازها الجيني  $rr$ ، فإن دم جميع الأبناء ذكوراً وإناثاً يكونون موجبي العامل.

#### إذا كان دم الأم ودم الطفل فيه إختلاف في العامل الريزيسي. ماذا يحدث أثناء الحمل الأول؟

ويسبب الاختلاف في العامل الريزيسي بين دم الأم ودم الطفل، وفي أثناء الولادة ونتيجة لتمزق الأوعية الدموية يحدث اختلاط بين دم الطفل ودم الأم؛ مما يؤدي إلى تكوين أجسام مضادة في دم الأم تبقى في دمها إلى الحمل التالي. وغالباً لا يحدث للمولود الأول أي ضرر؛ لأن كمية الأجسام المضادة غير كافية لتعمل على تخرت دم الطفل إلا في حالة نقل دم موجب العامل الريزيسي إلى الأم، أو تعرض الأم للإجهاض في الحمل الأول.

الوراثة المننالية

الفصل السابع

ماذا يحدث فى الحمل الثاني من نفس الزوج ؟

عند حدوث الحمل الثاني من نفس الزوج، يزداد تكوين الأجسام المضادة فى دم الأم والتي تعبر المشيمة إلى دم الجنين، وتتفاعل مع الأنتيجينات الموجودة فى دمه، مما يسبب تجمع خلايا الدم الحمراء ومن ثم تحللها، فيصاب المولود بالأنيميا الحادة، لذلك تخضع الأم لمراقبة مستمرة ويتم فحص مستوى الأجسام المضادة فى دمها ليتم تقرير إمكانية تغيير دم الجنين قبل الولادة أو بعد الولادة مباشرة، وتزداد الخطورة بازدياد تكرار الحمل، لذا يلجأ الأطباء إلى إعطاء الأم مصلى يحتوى على مواد مثبطة لنشاط الأجسام المضادة.

**مثال :** تزوج رجل موجب العامل الرايزيسي من امرأة سالبة العامل الرايزيسي، فكان أحد أطفالهما سالب العامل الرايزيسي. ما الطراز الجيني لكل من الأباء والأبناء ؟

**الحل :** بما أن أحد أطفالهما سالب العامل الرايزيسي، والطراز الجيني له متحى  $rr$ ، والأم كذلك سالبة العامل الرايزيسي، فإن الأب موجب العامل الرايزيسي هجين.  
يرمز إلى أليل وجود العامل الرايزيسي السائد بالرمز  $R$ .  
ويرمز إلى أليل غياب العامل الرايزيسي المتحى بالرمز  $r$ .

الطراز المظهري	رجل موجب العامل الرايزيسي	X	امرأة سالبة العامل الرايزيسي
الطراز الجيني	$Rr$		$rr$
الأمشاج	$R, r$		$r$
الطراز الجيني للأبناء	$Rr$		$rr$
الطراز المظهري	موجب العامل الرايزيسي	:	سالب العامل الرايزيسي
النسبة	$1$	:	$1$

ما أثر العامل الرايزيسي على الأبناء ؟



## الوراثة المنديلية

## الفصل السابع

### ثالثاً : الصفات المرتبطة بالجنس Sex-Linked Traits



#### ماهي الصفات المرتبطة بالجنس ؟

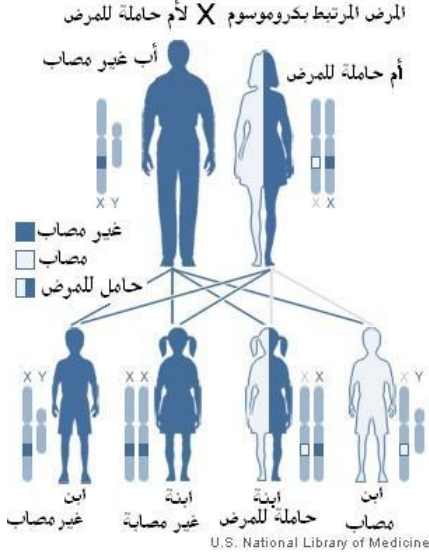
هي الصفة التي تحمل جيناتها على الكروموسوم الج (X) ولقد حدد العلماء تقريباً ١٠٠ صفة وراثية محمولة جيناتها على الكروموسوم الجنس، ويتميز الكروموسوم بكونه أكبر حجمها بالمقارنة بالكروموسوم (X) الذي يبدو صغير الحجم يحتوي الكروموسوم (Y) على بعض الجينات كالجينات المشفرة للشعر الذي ينمو على الأذن عند الإنسان

### مرض نزف الدم Hemophilia

الهيموفيليا أو الناعور هو الاسم الذي يُطلق على أي من الأمراض الوراثية المتعددة التي تسبب خللاً في الجسم وتمنعه من السيطرة على عملية تخثر الدم. إن الأسباب الوراثية (أو نادراً، أسباب في المناعة الذاتية للجسم) تسبب نقصاً في عوامل التخثر للبروتين الذي يعمل على تسوية عملية تخثر الدم، عندما يصاب وعاء دموي بجرح لن تتكون خثرة ويستمر الدم بالتدفق لمدة طويلة من الزمن. يمكن للنزيف أن يكون خارجياً، كالجلد إذا تم حكه بشيء أو عندما يُصاب بقطع، ويمكن أيضاً أن يكون النزيف داخلياً مثلاً في العضلات أو المفاصل أو الأعضاء المجوفة. أما أن يكون النزيف ظاهراً أي في الكدمات التي على الجلد أو نزيفاً داخلياً كنزيف الأمعاء أو النزيف الدماغية

الوراثة المنديلية

الفصل السابع



ما هو مرض نزف الدم؟

هو عبارته عن خلل وراثي يجعل دم الشخص لا يتخثر بسهولة عند حدوث جرح إنما ببطء شديد لذلك فإن مرض نزف الدم معرض لخطورة شديدة إذا ما تعرض لضربة أو كدمة سبب له نزيفاً داخلياً تحت الجلد

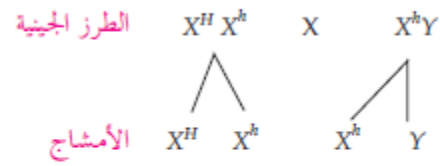
ملحوظة : - وقد وجد العلماء أن الشخص الطبيعي لديه جينان محمولان على الكروموسوم الجنسي

مسؤولان عن إنتاج بروتين يعمل على تخثر الدم عند التعرض للجروح وهذا البروتين مفقود لدى المصابين بمرض نزف الدم

وبما ان المرض مرتبط بالجنس فإن الذكور أكثر عرضة للإصابة بالمرض لماذا؟

تزوج رجل مصاب بمرض نزف الدم من فتاة والدها مصاب بنزف الدم ووالدتها سليمة من المرض نقيه الصفة. فسّر وراثياً توارث هذا المرض في حالة إنجاب أطفال ذكور وإناث.

الحل : رجل مصاب بالمرض X فتاة حامله لجين المرض. لماذا اعتبرت الفتاة حامله لجينات المرض؟



الطرز الجينية المحتملة للأطفال  $X^H X^h, X^H Y, X^h X^h, X^h Y$

إن احتمال إنجاب طفل مصاب بالمرض (الذكور + الإناث) =  $\frac{1}{2}$

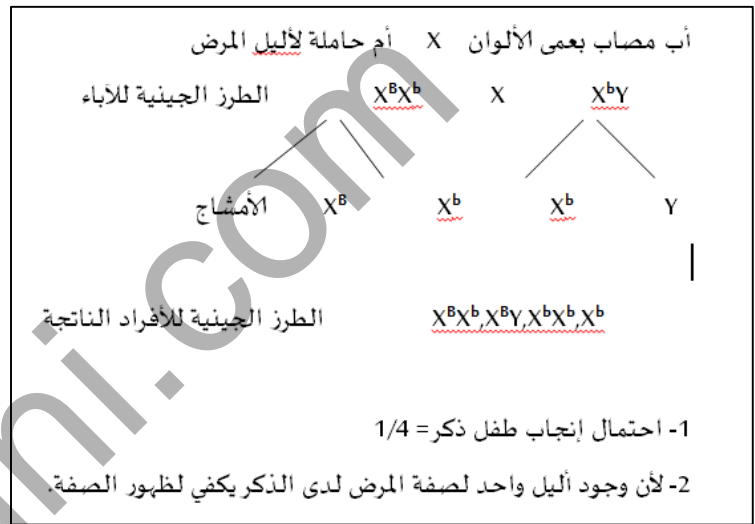
إن احتمال إنجاب طفل ذكر ومصاب بالمرض =  $\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$

الوراثة المنديلية

الفصل السابع

اختر فهوك

إذا علمت أن مرض عمى الألوان صفة مرتبطة بالجنس، فأجب عن السؤالين الآتيين:  
١- ما احتمال إنجاب طفل ذكر مصاب بعمى الألوان من أب مصاب بالمرض وأم حاملة لأليل المرض؟  
٢- نسبة الذكور المصابين بمرض عمى الألوان أكبر منها لدى الإناث. فسّر



رابعاً : الصفات المتأثرة بالجنس Sex-Influenced Traits

ماهي الصفات المتأثرة بالجنس ؟

هي تلك الصفات التي توجد جيناتها على الكروموسومات الجسمية وتتأثر بالهرمونات الجنسية في كلا الجنسين وتظهر في الجنسين بنسب متفاوتة  
مثال : أليلات صفة الصلع في الانسان تتأثر بالهرمونات الجنسية فأليل اللع يكون سائد في الذكور

وبتأثر بالتركيز العالي لهرمون التستستيرون

ويكون متنجحاً عند الإناث بشكل واضح ولكن يكون شعرها

قليل الكثافة في حاله وجود أليلي الصلع

ملحوظة : رموز اليلات الصفة المتأثرة بالجنس لا تكتب فوق الكروموسومات وإنما بجاء

الطرز المظهرية (الشكلية)		الطرز الجينية
ذكر	أنثى	B سائد لصفة الصلع b متنحي لصفة الصلع
أصلع	شعر ثقل كثافته	BB
أصلع	شعر عادي	Bb
شعر عادي	شعر عادي	bb

الوراثة المنديلية

الفصل السابع

اختر صوابك

الحل :

1. 7 / 16
2. 2 / 16
3. 2 / 16
4. 0.0 / 16
5. 1 / 16
6. 1 / 16

يوضح الجدول الآتي احتمالات نتائج تزاوج بين رجل أصلع مصاب بعمى الألوان من فتاة شعرها عادي غير مصابة بعمى الألوان إلا أنها هجينة الصفتين. وضّح على أسس وراثية كيفية توارث هذه الصفة في الأطفال الذين ستجيبهم هذه العائلة :

رجل أصلع مصاب بعمى الألوان (هجين صفة الصلع) X فتاة شعرها عادي غير مصابة بعمى الألوان (هجينة الصفتين).

الطرز الجينية للأبوين  $X^C X^c Bb$  X  $X^c Y Bb$

الطرز الجينية للأمشاج الأبوين  $X^C B, X^C b, X^c B, X^c b$  X  $X^c B, X^c b, Y B, Y b$

♀ \ ♂	$X^C B$	$X^c b$	$Y B$	$Y b$
$X^C B$	$X^C X^C B B$	$X^C X^c B b$	$X^C Y B b$	$X^C Y B b$
$X^C b$	$X^C X^c B b$	$X^C X^c b b$	$X^C Y B b$	$X^C Y b b$
$X^c B$	$X^c X^C B B$	$X^c X^c B b$	$X^c Y B B$	$X^c Y B b$
$X^c b$	$X^c X^c B b$	$X^c X^c b b$	$X^c Y B b$	$X^c Y b b$

ما احتمال إنجاب أطفال مصابين بعمى الألوان وشعرهم عادي نقي صفة الشعر؟

ما احتمال إنجاب أطفال ذكور مصابين بعمى الألوان وشعرهم عادي نقي صفة الشعر؟

ما احتمال إنجاب أطفال إناث مصابات بعمى الألوان وشعرهن عادي نقيات صفة الشعر؟

ما احتمال إنجاب أطفال غير مصابين بعمى الألوان وشعرهم عادي نقي الصفتين؟

ما احتمال إنجاب أطفال ذكور غير مصابين بعمى الألوان وشعرهم عادي نقي الصفتين؟

ما احتمال إنجاب أطفال إناث غير مصابات بعمى الألوان وشعرهن خفيف؟

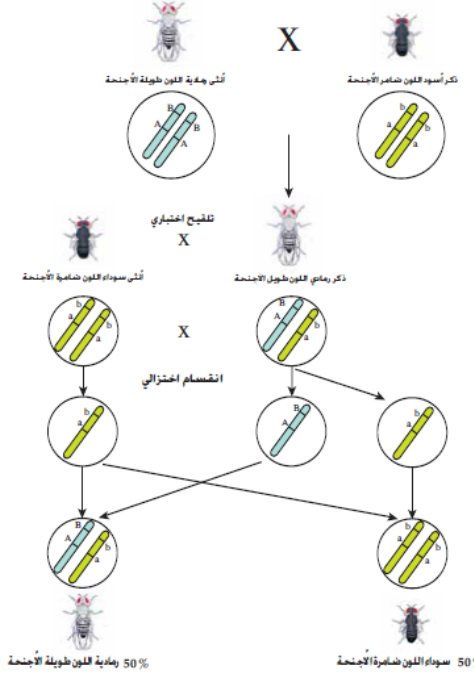
خامساً : ارتباط الجينات Gene Linkage

- إن صفات الكائن الحي ناتجة عن ترجمة جينات محمولة على كروموسوماته الموجودة في النواه والميتوكوندريا وأن أي كروموسوم لا بد أن يحتوي على عدد كبير من الجينات ؟
- وذلك لأن عدد الكروموسومات قليلة جداً مقارنة بعدد الجينات
- وأن الجينات الواقعة على الكروموسومات المختلفة تظهر صفاتها في الجيل التالي إما معاً أو بصورة منفصلة
- وتعتمد هذه على الاحتمالات حيث تتوزع توزيعاً حراً طبقاً لقانون مندل الثاني
- بينما الجينات الواقعة على الكروموسوم الواحد والمتقاربة تسمى المجموعة المرتبطة
- ولا تتوزع توزيعاً حراً عند تكوين الأمشاج بل تتوارث معاً كمجموعة واحدة تعرف بارتباط الجينات

الوراثة المنديلية

الفصل السابع

١- الارتباط التام Complete Linkage



أذكر دور العالم مورغان في دراسة توارث صفتي لون الجسم وحجم الأجنحة في ذبابة ؟

في تجربة قام بها العالم مورغان لدراسة توارث صفتي لون الجسم وحجم الأجنحة في ذبابة لفاكهة، كانت الأنواع البرية منها ذات لون رمادي وأجنحة طويلة، والأنواع التي نتجت عن طفرة نانت سوداء اللون ضامرة الأجنحة.

فعند إجراء تزاوج بين ذكر أسود اللون ضامر الأجنحة وأنثى رمادية طويلة الأجنحة (نقية)، كانت جميع أفراد الجيل الأول رمادية اللون طويلة الأجنحة، وعند إجراء التلقيح الاختباري، وذلك بتزاوج ذكر رمادي اللون طويل الأجنحة مع أنثى سوداء ضامرة الأجنحة، وكانت النتائج الفعلية لأفراد الجيل الناتج كما يلي:

50 % رمادية اللون طويلة الأجنحة.

50 % سوداء ضامرة الأجنحة.

أي بنسبة 1 : 1 ، وهذه النتائج تختلف عما كان يتوقع تبعاً لقانون التوزيع الحر المتدل وهي :  
1 رمادي طويل الأجنحة : 1 رمادي ضامر الأجنحة : 1 أسود ضامر الأجنحة : 1 أسود طويل الأجنحة.

وعلل مورغان تلك النتائج بوجود كل من جين لون الجسم الرمادي والأجنحة الطويلة على كروموسوم واحد، ولون الجسم الأسود والأجنحة الضامرة على الكروموسوم الآخر، وانتقل الجينان معاً، ولم يحدث بينهما عبور نتيجة تقاربهما.

الوراثة المنديلية

الفصل السابع

2- الارتباط غير التام Incomplete Linkage

كرر العالم مورغان التلقيح الاختباري بتزاوج ذكر أسود اللون ضامر الجناحين مع أنثى هجينة رمادية اللون طويلة الأجنحة، وكانت النتائج الفعلية تختلف عن النسب المتوقعة على أساس قانون التوزيع الحر فكان عدد الأفراد ذات اللون الرمادي والأجنحة الضامرة، والأفراد ذات اللون الأسود والأجنحة الطويلة أقل من المتوقع في حالة حدوث توزيع حر للكروموسومات، فكانت نسبة الأفراد التي تماثل الأبوين 83% بينما الأفراد الناتجة عن الاتحادات الجديدة كانت النسبة 17%. وعمل مورغان هذه النسبة بحدوث عملية العبور بين الجينات رغم ارتباطها على كروموسوم واحد في أثناء عملية الانقسام المنصف عند تكوين الأمشاج.

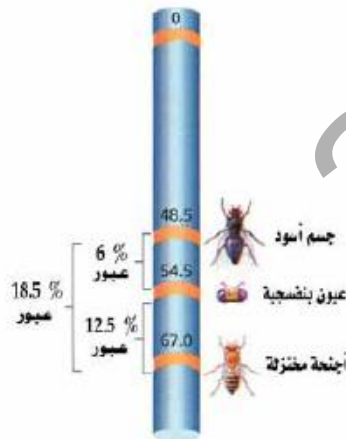
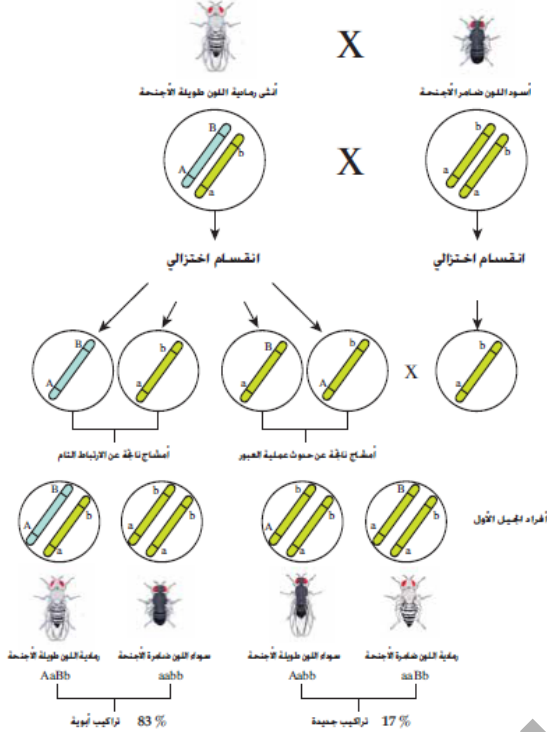
وتوصل كذلك إلى أن العبور في ذكر ذبابة الفاكهة نادر الحدوث بالنسبة للصفات المذكورتين، ولذلك يكون الارتباط تاماً تقريباً بين الجينات في الذكر.

خريطة الجينات Genetic Map

استفاد أحد طلبة العالم مورغان من فكرة ارتباط الجينات، وظهور التراكيب الجينية الجديدة الناتجة عن عملية العبور في بناء خريطة جينات، والتي تمثل ترتيباً خطياً لمواقع الجينات على طول الكروموسوم.

يتم بناء خريطة الجينات اعتماداً على نسبة تكرار حدوث التراكيب الجينية الجديدة *recombination frequencies* التي تعتمد على المسافة بين الجينات ونسب انفصال الجينات المرتبطة المعتمدة على حدوث عملية العبور، حيث تزداد هذه النسبة بازدياد المسافة بين الجينات، وتقل النسبة بين الجينات المتقاربة. ويمثل الشكل (7-10) جزءاً من خريطة جينات الكروموسوم الثاني في ذبابة الفاكهة.

ولتوضيح آلية عمل خريطة الجينات في هذا الكروموسوم سنركز على ثلاثة جينات؛ هي جين لون الجسم (B)، وجين لون العيون (R)، وجين شكل الجناح (V)، فقد وجد أن نسبة تكرار حدوث عملية العبور بين الجين B و R 9%، وهذا يعني أن نسبة الارتباط بين الجينين 91%؛ حيث تحسب نسبة الارتباط كما يأتي: نسبة الارتباط = 100% - نسبة تكرار عملية العبور، وعليه تكون نسبة تكرار حدوث عملية العبور بين الجينين R و V 9.5% وبين B و V 18.5%، وب نفس الطريقة يتم تعيين المسافة بين الجينات المختلفة، وتعرف وحدة المسافة بين جين وآخر بوحدة خريطة واحدة 1 unitmap، ويعد الجينان اللذان ينفصلان بعملية عبور بنسبة 1% أنهما يتعدان عن بعضهما بوحدة خريطة واحدة أو سنتيمورغان centimorgan تقديراً للعالم مورغان. فمثلاً النسبة 9% بين الجينين B و R تعني أن المسافة بينهما = 9 وحدات خريطة.



الشكل (7-10) : خريطة جينات الكروموسوم الثاني في ذبابة الفاكهة

ماهي الوراثة الكمية ؟

تدرج لون بشرة الإنسان من اللون الأبيض إلى اللون الأسود يخضع لتأثير ثلاثة أزواج من الجينات على الأقل فالشخص الأسود شديد القتامه يكون تركيبه  $AABBCC$  أما الشخص ناصع البياض يكون تركيبه  $aabbcc$  جيني أما الشخص الذي يكون  $AaBbCc$  جيني فتكون درجة اللون وسطا ما بين الأسود والأبيض وكلما زاد عدد الجينات ذات الأحرف الكبيرة زادت قتامه اللون أي زادة نسبة الميلانين وهذا الجدول يوضح توارث لون البشرة :

الطراز الجيني	الطراز المظهري
$AABBCC$	أسود شديد القتامه
$AABBCc$	أسود
$AABbCc$	يميل إلى السواد
$AaBbCc$	وسط بين الأسود والأبيض
$AaBbcc$	يميل إلى البياض
$Aabbcc$	أبيض
$aabbcc$	ناصح البياض

ومن الصفات التي تخضع لوراثة تعدد الجينات في الانسان صفة الطول ومن أمثلة تعدد الجينات في النبات وراثه لون حبه القمح فالحبوب ذات اللون الأحمر يكون تركيبه  $AABBRR$  أما الحبوب ذات اللون الأبيض يكون تركيبه  $aabrrr$  والاختلاف بين وراثه الصفات متعددة الأليلات والصفات متعددة الجينات هو أن الأليلات المتعددة تختل موقع واحد على زوج الكروموسومات المتماثلة أما في الجينات المتعددة فيحتل كل جينين متقابلين موقعا على أحد الأزواج الكروموسومية وبذلك قد يشارك أكثر من زوج كروموسومي أو موقع كروموسومي في إظهار الصفات التي تحكمها وراثه الجينات المتعددة

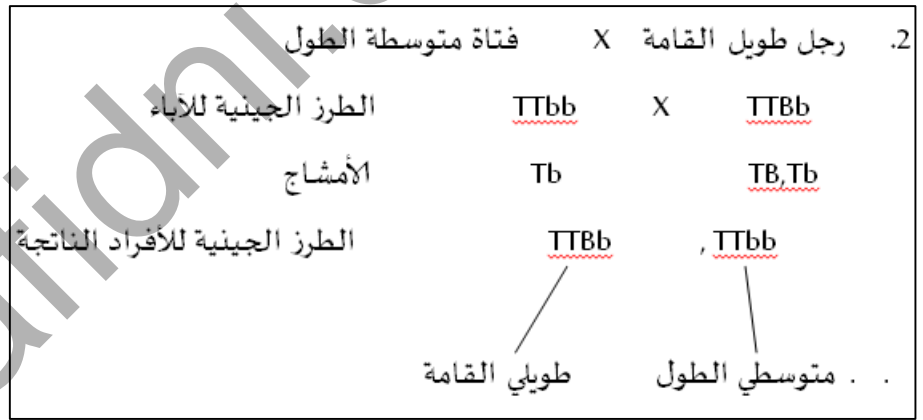
## الوراثة المنديلية

## الفصل السابع

### اختبر فهمك ٩

- ١- كيف يمكن استخدام قوانين مندل في تفسير توارث الصفات المتعددة الأليلات ، والصفات المتعددة الجينات؟
- ٢- تزوج رجل طويل القامة طرازه الجيني  $TTBb$  من فتاة طرازها الجيني لصفة الطول  $Ttbb$  .  
اكتب الطرز الجينية والمظهرية المحتملة للأفراد الناتجة من هذا التزاوج.

1. ينطبق مبدأ السيادة وقانون التوزيع الحر وقانون انعزال الصفات على توارث الصفات متعددة الأليلات، حيث إن الفرد يحتوي على أليلات ثنائية من بين الأليلات المتعددة كذلك الحال بالنسبة للصفات متعددة الجينات ، حيث ينطبق مبدأ السيادة وقانون التوزيع الحر وقانون انعزال الصفات على توارث الصفات إلا أن الصفة السائدة تظهر بدرجات مختلفة تعتمد على نسبة وجود الجين السائد.

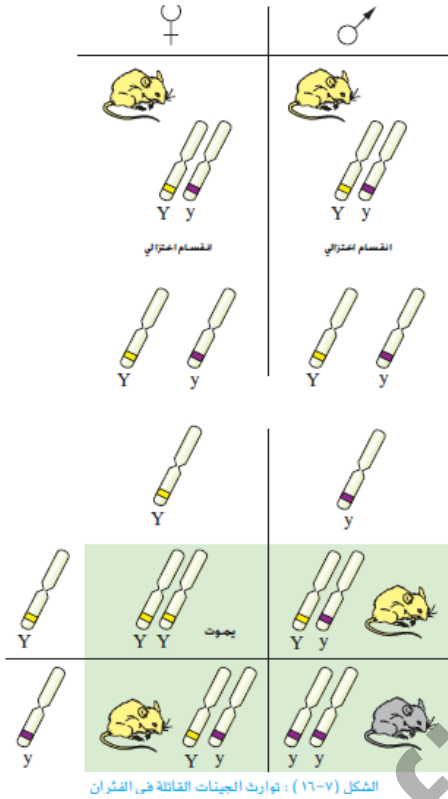




الوراثة المنديلية

الفصل السابع

سابعاً : الجينات القاتلة Lethal Genes



ما الصفات المظهرية الناتجة من تزاوج فئران صفراء اللون (هجين) فيما بينهما إذا علمت أن اللون الأصفر يسود سيادة تامة على اللون الأسود؟  
ستكون إجابتك مثل ما درست في الوراثة المنديلية ٧٥% من أفراد الجيل الناتج فئران صفراء و ٢٥% فئران سوداء اللون أي بنسبة ٣:١ ولكن لاحظ العلماء أن النسبة ٢:١ مما دفعهم إلى إجراء تجارب حول هذا النوع من الفئران ولاحظ موت ٢٥% من أفراد الجيل الأول قبل الولادة  
وتم تعليل ذلك حصول على نسبة ٢:١ بدل من ٣:١ بأن الأفراد المتماثلة الجينات السائدة تموت وهو في المرحلة الجنينية وبذلك لا يمكن الحصول على فئران صفراء متماثلة  
ومثل هذه الجينات التي يؤدي وجودها بحالة نقية سائدة إلى موت الفرد الذي يحملها تعرف بالجينات القاتلة

معلومات تهتمك

- عندما توجد أليلات اللون الأصفر بصفة متماثلة نقية فإنها تسبب موت الفأر وذلك لأنها تشفر لبروتين قاتل لهذه الفئران في المرحلة الجنينية.
- لا تقتصر الجينات القاتلة على الفئران فقط، فهناك صفات لدى الإنسان مسؤول عنها بعض الجينات القاتلة مثل بعض الشهوات الدماغية والقلبية الخطيرة.

مافائدة تأثير البيئة على الكائن الحي ؟

تجعله يتكيف مع بيئته لإستمرار حياته ولضمان تكاثره في بيئة أمنه

ويفسر العلماء تأثير البيئة على توارث الصفات من خلال تأثير العوامل على تعبير الجينات فمثلا درجات الحرارة المنخفضة في المناطق الباردة تعمل على إبطاء التعبير الجيني لجينات لون البشرة لذلك تبقى لون البشرة بيضاء وكلما زادت درجة الحرارة في مناطق ما زاد التعبير الجيني لهذه الصفة أي يزداد تركيز صبغة الميلانين في البشرة فتميل إلى اللون الحنطي ثم إلى الإستمرار إلى الإسوداد ولا يحدث هذا في فترة قصيرة بل خلال الأجيال المتعاقبة وهكذا



تعد الأمراض الوراثية من أصعب الأمراض التي يمكن معالجتها والسيطرة عليها أو التخلص منها لماذا ؟  
وذلك لأن الخلل في المادة الوراثية ولا بد من إصلاحه على المستوى الجيني ليتم التخلص من المرض نهائياً

- ومن هنا برزت أهمية الاستشارة الوراثية قبل الزواج وذلك لتحاكي توارث هذه الأمراض

كيف يتم ذلك ؟

يتم إعادة أخذ عينة من دم الشخصين الذكر والأنثى وعمل مخطط كروموسومي لكل منهما للتأكد من سلامة تركيب وشكل الكروموسومات ثم يتم إجراء بعض الفحوصات المخبرية للتأكد من خلوها من بعض الأمراض الوراثية كنزف الدم وفقر الدم وأنيميا الفول والإستعداد للأصابة بمرض السكري