11

دولـــة فـلـسطين
وزارة التربية والتعليم

العـــلوم الحياتيـــة

العلمي والزراعي

الفترة الثالثة

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولـــة فـلـسطين
وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج

المحتويات

الفترة الثالثة
(علم الوراثة)

الفصل الأول: الوراثة المندلية وغير المندلية 4

1-1 مندل وعلم الوراثة 5

2-1 وراثة بعض الصفات المندلية في الكائنات الحية 9

1- الصفات المندلية في الحيوانات 9

2- الصفات المندلية لدى الإنسان (للعلمي فقط) 9

3-1 الوراثة غير المندلية 11

أولاً: السيادة غير التامة..... 11

ثانياً:الصفات المرتبطة بالجنس لدى الإنسان (للعلمي فقط) 12

4-1 أثر البيئة في ظهور الصفات الوراثية 15

5-1 طرق دراسة الصفات الوراثية في الإنسان (للعلمي فقط) 16

أسئلة الفصل.....16

الفصل الثاني: تطبيقات في علم الوراثة.....20

1-2 الجينوم البشري (للعلمي فقط) 20

2-2 تطبيقات في علم الوراثة 21

الاستنساخ 21

3-2 تفاعل البوليمريز المتسلسل 23

أسئلة الفصل 25

أسئلة الوحدة 27

ورقة عمل 30

اختبار 31

علم الوراثة (Genetics)

« وحبوبُ سنبلةٍ تجفُّ ستملأُ الوادي سنابل »

محمود درويش

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة المتمازجة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين إلى تعميق معرفتهم في أسس علم الوراثة وتطبيقاتها، وأثرها في تحقيق جوْدة الحياة.

من خلال تحقيق الآتي:

* استنتاج دور الجينات في ظهور ونقل الصفات الوراثيّة في الكائنات الحيّة.
* الربط بين دور الوراثة والبيئة في ظهور الصفات وانتقالها.
* اكتساب مهارات البحث والاستقصاء حسب المنهج العلمي.
* تنمية الوعي للحدّ من انتشار الأمراض الوراثيّة في فلسطين.

الفصل الأوّل: الوراثة المندليّة وغير المندليّة

Mendelian& Non- Mendelian Genetics

يبحثُ **علمُ الوراثة** في أسباب التّشابه والاختلاف بين الأبناء من جهة، والآباء والأبناء من جهة أخرى، ويسعى إلى إيضاح القوانين التي تحدّد ذلك في آليّة توارُث الصفات.

لقد أبرز العلماء العلاقة بين الجينات وظهور الصفات الوراثيّة من خلال تفسيرهم نتائجَ تجارب وراثيّة، فالحمض النووي الذي يرثه الكائن الحيّ يؤدّي إلى ظهور صفات معيّنة لديه، وذلك من خلال التنوُّع في إنتاج البروتينات، وما يؤول إليه من تنوُّعٍ في الصّفات.

تأمّل الصّور: ما أوجه التشابه والاختلاف في صفات الأفراد؟ كيف تنتقلُ الصفات فتظهر صفاتٌ جديدة وتختفي أخرى؟ هل من قوانينَ تنظِّمُ آليّة انتقال هذه الصفات من الآباء إلى الأبناء؟ ما أثر البيئة في ظهورها؟ ما نسبة انتشار الأمراض الوراثيّة في فلسطين؟ هذه الأسئلة وغيرها ستتمكّن من الإجابة عنها بعد دراستك هذا الفصل، ويُتوقَّعُ منك أنْ تكون قادراً على أنْ:

1. تتعرّفَ إلى المفاهيم الآتية:(عوامل وراثيّة، جين سائد، جين مُتنحٍ، طراز شكليّ، طراز جينيّ، السيادة التامّة، السيادة غير التامّة، صفة مرتبطة بالجنس، قانون انعزال الصفات).
2. تفسّر نتائج تجارب مندل.
3. تتعرّف بعض الصفات الوراثيّة المندليّة وغير المندليّة في الكائنات الحيّة.
4. تطبّق مبادئ الوراثة في حلّ بعض المسائل الوراثيّة.
5. تستنتج أثر البيئة في ظهور بعض الصفات الوراثيّة.
6. تتعرّف إلى بعض الأمراض الوراثيّة عند الإنسان، ونِسَبِ انتشارها في فلسطين.
7. توظّف مخطّطَ العائلة والتوائم في دراسة الصفات الوراثيّة لدى الإنسان.

1-1 مندل وعلم الوراثة:

يُعدُّ (غريغور مندل) واضع حجر الأساس لعلم الوراثة، وهو أوّلُ من توصّل إلى نتائجَ ذاتِ أهميّة في هذا العلم. كان يزرع نبات البازيلاء في حديقة الدير الذي يعيش فيه، ومن خلال تأمُّلِه صفاتِ البازيلاء بدأ بالبحث عن الكيفيّة التي يتمّ بها انتقال الصفات الوراثيّة من الآباء إلى الأبناء.

وفي عام 1866 استطاع مندل توضيح نتائجه التي جمعها في السنوات السابقة، ولكنّها أُهمِلتْ حتى بداية عام 1900 حين اكتشف العلماء أهميّة تلك التجارب بعد وفاته.

أ- تجارب مندل:

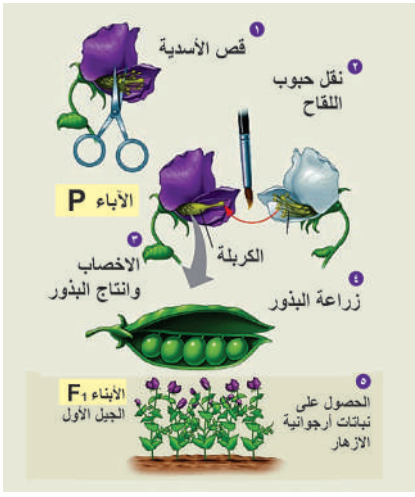
فيما يأتي نورد خطوات إحدى تجارب مندل بالتفصيل:

1- زرع مندل عدداً من بذور نبات البازيلاء (*Pisum sativum*) أزهارها أرجوانيّة اللون، وأخرى بيضاء، وترك أزهارَ كلٍّ منها تتلقح ذاتيّاً لعدة أجيال، للحصول على سُلالةٍ **نقيّة للصّفة**. ولضمان ذلك غطّى الأزهار بأكياسٍ من الحرير، فسّر ذلك.

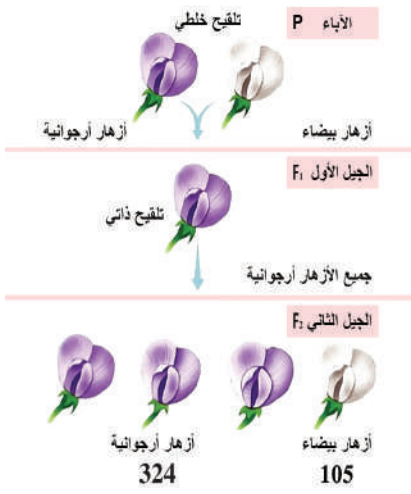
2- جمَعَ البذورَ الناتجة، وزرَعَها، ثم قام بإجراء عمليّةِ تلقيحٍ خلطيّ بين السُّلالتيْن النقيتيْن، حيث نقل حبوب لقاح من متك نبات أرجواني الأزهار إلى مياسم نباتٍ أبيض الأزهار، ثم عكس العمليّة. لماذا؟ وسمّى هذين النباتين الآباء **P**. كيف ضمنَ عمليّة التلقيح الخلطي؟ لاحظ الشكل (1).

3- زرعَ البذورَ الناتجة من التلقيح السابق، فنمت، ووجد أنّ جميع نباتات الجيل الأول **F1** كانت أرجوانيّةَ الأزهار، كما يبيّن الشكل (1).

4- لمعرفة ما حصل لصفةِ اللون الأبيض للأزهار، زرعَ بذورَ نباتات الجيل الأوّل، وسمح لها بالتلقيح الذاتيّ، فحصل على نباتات الجيل الثاني الناتج، أزهارُها أرجوانيّة، وبيضاء بنسبة 3:1 تقريباً لاحظ الشكل (2).



شكل (1) التلقيح الخلطي



شكل (2) نتائج تجربة مندل

قام (مندل) بإعادة الخطوات السابقة على عدّة صفاتٍ أخرى، مثل: لون القرون، وطول الساق، ولون البذور. فكان يحصل على نتائجَ مماثلة في كلّ حالةٍ بالنسبة إلى أفراد الجيليْن الأوّل، والثّاني، حيث كانت تظهر في كلّ مرّةٍ صفةٌ لأحد الأبوين في الجيل الأوّل، وتختفي الصّفة الثانية. وسمّى الصّفةَ التي تظهر **الصّفةَ السائدة**، وهي الصّفة التي يكون لها قدرة على إخفاء أثر الصّفة المضادة لها عند التقائهما معاً، وسمّى الصّفة التي اختفت **الصّفةَ المتنحيّة**، وهي الصّفة التي يختفي أثرها عند التقائها مع الصفة السائدة، وقد تم الاتّفاق على تسمية هذا النمط من الوراثة **بالسّيادة التامّة.**

سؤال: بعد دراستك تجارب مندل، أجبْ عن الأسئلة الأتية:

1- لماذا قام مندل بقصّ الأسدية؟

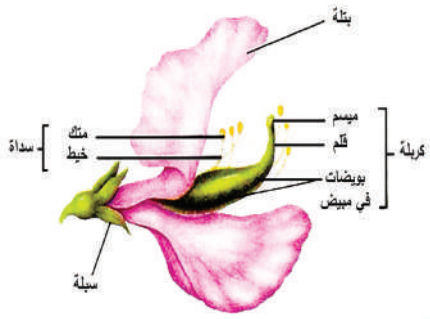
2- ما المقصود بالتلقيح الذاتي والتلقيح الخلطي؟ ومتى لجأ مندل إلى كلٍّ منهما؟ ولماذا؟

يبيّن الشكل (3) الصّفاتِ السبعةِ التي قام مندل بدراستها، اذكرها، وبيّن الصفة السائدة والصفة المتنحية لكلٍّ منها.

صفات سائدة	مستديرة	صفراء	أرجواني	محورية	أخضر	قرن أملس	طويل
صفات متنحية	مجعدة	خضراء	أبيض	طرفية	أصفر	قرن مجعد	قصيرة

شكل (3): الصفات المتضادة التي درسها مندل في نبات البازيلاء.

سؤال: **فسّر: خصائص نبات البازيلاء الموضَّحة أجزاء زهرتُه في الشكل (4)، والتي ساهمت في توصل مندل لنتائجه.**



شكل (4) أجزاء زهرة نبات البازيلاء

ب. تفسير نتائج تجارب مندل

وضع مندل فرضيّاتٍ عدّة لتفسير نتائج تجاربه:

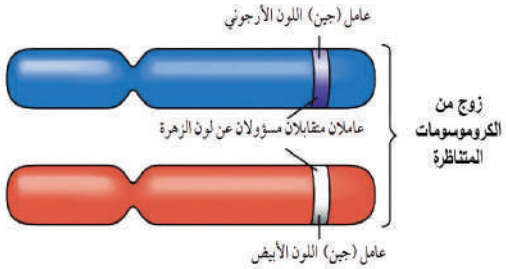
1- إنّ ظهور الصّفة في النبات سببُه عواملُ داخليّة سمّاها مندل عوامل وراثيّة (التي تُعرَفُ حاليّاً باسم الجينات) تُحمل على الكروموسومات.

2- إنّ الصفةَ الوراثيّة يحدّدها عاملان (جينان) على الزوج الكروموسومي المتناظر.

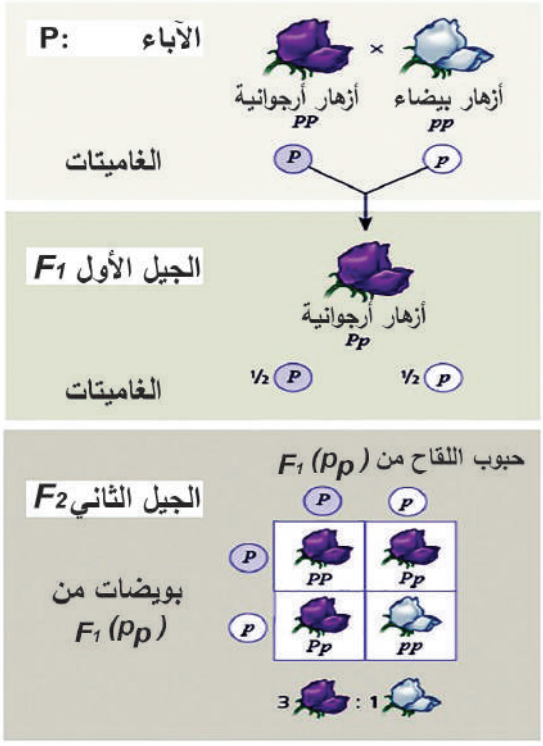
3- استخدم مندل حرفاً كبيراً للدلالة على جين الصّفة السائدة (P)، وحرفاً صغيراً (p) للصّفة المتنحيّة.

4- عند إنتاج الغاميتات ينفصل جينا الصّفةِ الوراثية عند انفصال زوج الكروموسومات المتناظرة بالانقسام المنصّف، بحيث يحوي كلُّ غاميت جيناً واحداً لكلّ صفة. لاحظ الشكل (5).

5- عند تلقيح نباتِ بازيلاء لصفة متنحيّة أبيض الأزهار (pp) مع آخر لصفةٍ سائدة أرجواني الأزهار (PP)، يأخذ كلُّ فرد من أفراد الجيل الأوّل جيناً واحداً لإحدى الصفتين المتضادتين من كلا الأبوين، حيث يعبّر عن طرازه الجيني (Pp)، وطرازه الشكلي أرجواني غير نقيّ، أمّا جين اللون الأبيض فيعبّر عن نفسه فقط في الجيل الثاني عندما يجتمع الجينان المتنحيّان في الفرد نفسه (pp)، كما في الشكل (6).



شكل(5) الزوج الكروموسومي المتناظر



شكل (6) نتائج مندل على وراثة صفة لون أزهار لنبات البازيلاء

الطّراز الجيني (Genotype): الجينات الوراثية للكائن الحي التي تحملها كروموسوماته وتحدد صفة معينة ويعبر عنها بالرموز.

الطّراز الشكلي (Phenotype): الصفة التي تظهر على الكائن الحي وتوصف بالكلمات.

إنّ نتائج تجارب مندل قادته إلى: **(القانون الأوّل للوراثة)**، قانون انعزال الصفات (Law of Segregation) الذي ينصّ على أنّ:

زوج العوامل (الجينات) المتقابلة للصّفة الوراثيّة ينفصل عشوائيّاً عند تكوين الغاميتات أثناء عمليّة الانقسام المنصّف. وستتعرّف إلى قانون التوزيع المستقل (قانون مندل الثاني) في العام القادم.

سؤال: **قد يتشابه الطراز الشكليّ لصفةٍ ما، لكن ليس بالضرورة أنْ يكون له الطراز الجيني نفسه، وضّحْ ذلك بمثال.**

من الطُّرُق السهلة للتعبير عن النتائج المتوقَّعة لعمليّات تزاوج كائنيّن حيّيْن، وتحديد الطُّرز الجينيّة والشكليّة لصفةٍ معينة، برسم مربّعٍ يُسمّى **مربع بانيت** نسبة إلى العالم (بانيت)؛ بحيث يضمّ السّطر الأفقي غاميتات الأب الأوّل، ويضمّ السّطر العمودي غاميتات الأب الثاني، وباقي المربّعات تحوي نتائجَ احتمالات اجتماع الغاميتات من الآباء (غاميتات الأفراد). يوضح الجدول حالة التزاوج الآتية:

الطُّرز الشكلية للآباء: نبات طويل الساق نقي × نبات قصير الساق

الطُّرز الجينية للآباء: TT × tt

الطّرز الجينية للغاميتات: T , T × t , t

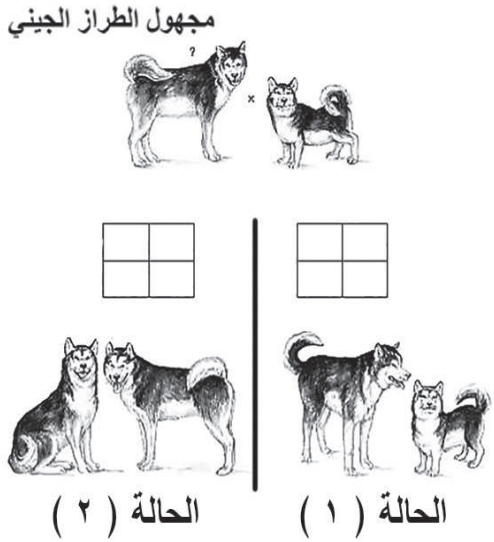
أكتب الطُّرز الجينيّة والشكليّة للأفراد الناتجة داخل مربع بانيت.

غاميتات الآباء	T	T
t		
t		

2-1 وراثة بعض الصّفات المندليّة في الكائنات الحيّة:

1 - الصفات المندليّة في الحيوانات:

يمثّل الشكل (7) حالتيّ تزاوج بين كلبيّن، أحدهما مجهول الطراز الجيني مع آخر صغير الحجم، فكانت النتائج لجميع الأفراد كما هو مبيّنٌ في الشكل:



شكل (7) تزاوج بين كلبين

1- أكتب الطُّرز الجينيّة للكلب مجهول الطراز، والأفراد الناتجة، في كلٍّ من الحالتين(1) و (2).

2- فسّر النتائج على أسسٍ وراثيّة، مستخدماً الرمز D للحجم الطبيعي، وd للحجم الصغير.

3- إذا حدث تزاوجٌ بين كلبيْن غير متماثليّ الطراز الجيني:

أ- اكتب الطّرز الشكليّة والجينيّة للآباء.

ب- ما الطّرز الشكلية والجينية المتوقَّعة لكلٍّ من الغاميتات والأبناء الناتجة من هذا التزاوج؟

سؤال: **اذا كانت صفةُ لون الشعر الأسود سائدة على صفة لون الشعر الأبيض لدى الفئران، وحدث تزاوج بين فأرين فأعطى النتائج (70 أسود الشعر و62 أبيض الشعر) . فسّرْ هذه النتائج على أسسٍ وراثيّة.**

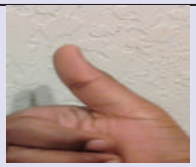
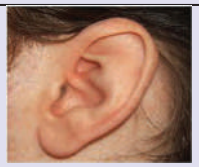
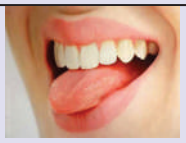
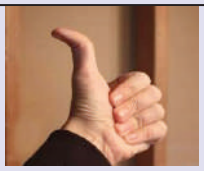
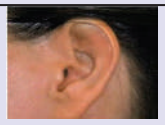
2 - الصفات المندليّة لدى الإنسان:

سعى العلماء إلى دراسة الصفات الوراثية عند الإنسان؛ لما لهذا الموضوع من أهميّة بالغة في حياتنا، فما الصّفات التي دُرِستْ عند الإنسان؟ وما أهميّة دراستها؟

تنتقل الصفات الوراثيّة من الآباء إلى الأبناء، وتحدَّدُ كلُّ صفة بجينيْن على الأقل: أحدهما من الأم، والآخر من الأب، فهل ينطبق نمط السيادة التامّة على وراثة بعض الصفات في الإنسان؟ للإجابة عن السؤال قم بتنفيذ النشاط الآتي:

نشاط (1): استقصاء توارث بعض الصفات في الإنسان

يوضّح الجدول بعض الصفات المندليّة لدى الانسان (ثني اللسان، ثني الإبهام، شحمة الأذن)، ارصد أعداد طلبة الصفّ للطّرز الشكليّة، واملأ الجدول:

	الصفة	عدد الطلبة	الصفة	عدد الطلبة	الصفة	عدد الطلبة
الصفة السائدة	ثني اللسان		 عدم القدرة على ثني الإبهام		 شحمة الأذن حرة	
الصفة المتنحية	 عدم القدرة على ثني اللسان		 ثني الإبهام		 شحمة الأذن ملتحمة	

- كم عدد الطلبة الذين لديهم الصفة السائدة، والذين لديهم الصفة المتنحية؟ احسب النسبة بين عدد كلٍّ منها.
- قم باختيار صفة من الصفات السابقة، ثم امسح إحصائيّاً مجموعة من طلبة مدرستك لهذه الصفة.

وراثة لون العيون

انظر إلى الشكل (8)، ولاحظ التبايُن في لون العيون (لون القزحية):

لقد عزت الدراسات وراثة لون العيون إلى عواملَ منها:

العوامل الوراثيّة (وراثة مندليّة): يحمل أصحاب العيون الملوّنة (الخضراء، العسليّة، البنيّة، السوداء) جيناً سائداً (A) مسؤولاً عن وجود طبقةٍ ثالثة في قزحيّة العين، فتظهر العيون ملوّنة، أما أصحاب العيون غير الملوّنة فيحملون جيناً متنحٍ (a)، فلا توجد طبقة ثالثة في قزحيّة العين، وتظهر العيون غير ملونة (زرقاء).

شكل (8) اختلاف لون العيون

3-1 الوراثة غير المندليّة: Non- Mendelian Inheritance:

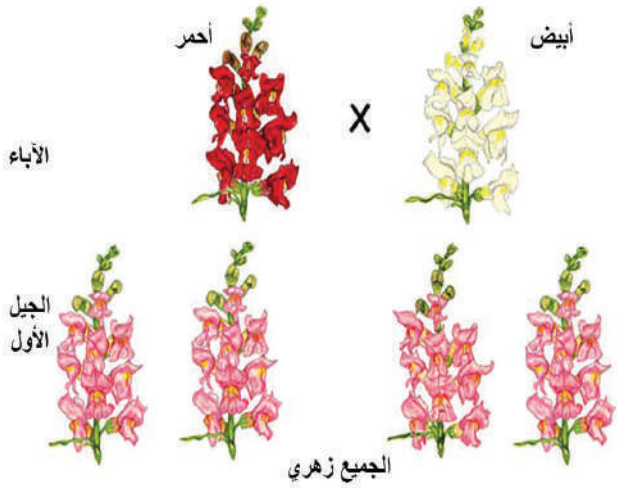
هناك أنماطٌ وراثيّة عديدة أخرى تفسّر اختلاف انتقال الصفات الوراثيّة، منها:

أولا : السيادة غير التامة:

يمثّل الشكل (9) تزاوجاً بين نباتيّ فم السمكة. استعن به للإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- ما الطّرز الشكلية للأبوين والأفراد الناتجة؟ هل ينطبق قانون السيادة التامة على هذه الحالة؟ فسّرْ إجابتك.

2- ما علاقة الطراز الشكلي (لون الأزهار) للجيل الأول مع الطراز الشكلي (لون الأزهار) للآباء؟



شكل (9) السيادة غير التامة لون أزهار فم السمكة

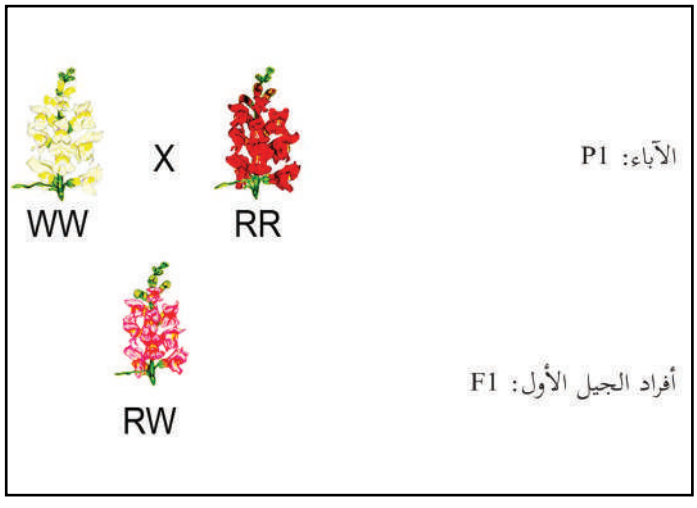
وجد العلماء أنّ الكثير من الصفات لا يتم توارثها وفْق الوراثة المندليّة، حيث تظهر صفات جديدة (وسطيّة)؛ نتيجة عدم سيادة أحد الجينيْن على الآخر لدى الآباء، حيث أُطلِقَ على هذا النمط من الوراثة السيادة غير التامة، مثل لون الأزهار في كلٍّ من نبات فم السمكة ونبات شب الليل.

سؤال: حدث تزاوجٌ بين نباتيّ فم السمكة أحمر الأزهار مع آخر أبيض الأزهار. لاحظ المخطط في الشكل (10)، وأجب عن الأسئلة التي تليه:

3- ما الطراز الشكلي والجيني للناتج في الجيليْن الأول والثاني؟ استعن بمربع بانيت.

4- ما نسبة ظهور الألوان في الجيلين الأول والثاني؟

هل السيادة تامة أم لا؟ فسّرْ إجابتك.



شكل (10) مخطط وراثة لون الأزهار لنبات فم السمكة

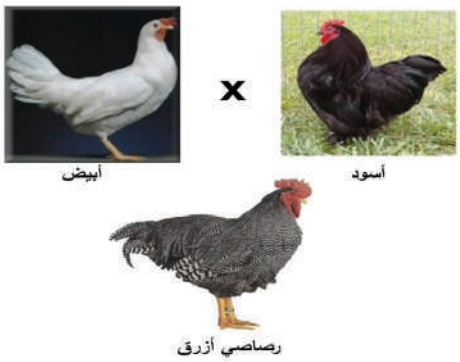
للنقاش: يفشل المزارع في الحصول على سلالةٍ نقيّةٍ من نبات شب الليل الزهري.

سؤال:

حدث تزاوجٌ بين دجاجةٍ سوداء الريش مع ديك أبيض الريش، فكان الدجاج الناتج لونه رصاصيّ أزرق الريش. كما يوضّح الشكل (11).

أ- فسّرْ هذه النتائج.

ب- إذا حدث تزاوجٌ بين أفراد الجيل الأول (F1) مع ديك أسود الريش، فما النسب المحتملة لألوان الريش في الجيل الناتج ؟

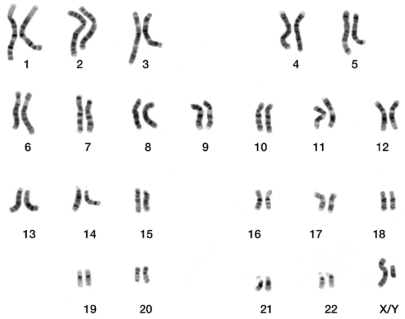


شكل (11)

ثانياً: الصفات المرتبطة بالجنس

1. **تحديد الجنس عند الإنسان:** من الأسئلة التي تتردّد دائماً: من يحدّد جنس المولود؟ الأم أم الأب؟

تحوي الخلية الجسميّة لدى الإنسان على 23 زوجاً من الكروموسومات(46 كروموسوماً)، منها 22 زوجاً (44 كروموسوماً) جسمية، والزوج رقم (23) زوج الكروموسومات الجنسيّة ويرمز لهذا الزوج الكروموسومي عند الأنثى XX ، وعند الذكر XY. كما هو موضّح في الشكل (12).



شكل (12) الكروموسومات أ- خارطة كروموسومية ، ب- الكروموسومات الجنسية

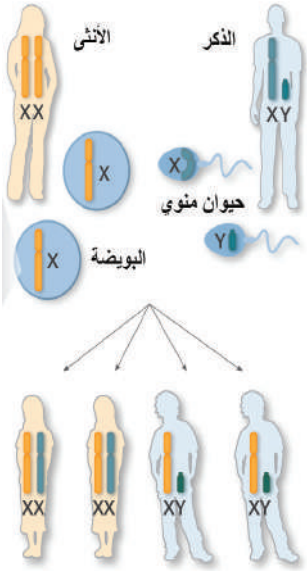
الكروموسوم الجنسي X أطول بثلاث مرّات من الكروموسوم الجنسي Y، ويحتوي أكثر من 1020 جيناً، وتُعرّف بأنّها جينات مرتبطة بالجنس (بعضها جينات لصفاتٍ، أو لأمراض مرتبطة بالجنس). بينما يحتوي الكروموسوم الجنسي Y 122 جيناً فقط، ويحمل بعض الجينات التي تحدّد بعض الصفات المرتبطة بالجنس في الذكور فقط (مثل: نمو الشعر في صيوان الأذن). ومن أهم الجينات الجين SRY الذي يحدّد الجنس، والجين AZF المسؤول عن وجود بروتين ضروري لإنتاج الحيوانات المنويّة، وحدوث طفرة في هذا الجين يؤدّي إلى العقم.

من الخريطة الكروموسومية شكل(12أ) ما جنس الفرد؟

استعن بالشكل (13) الذي يمثّل مخطط التزاوج في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- كم نوعاً من الغاميتات ينتج كلٌّ من الذكر والأنثى؟

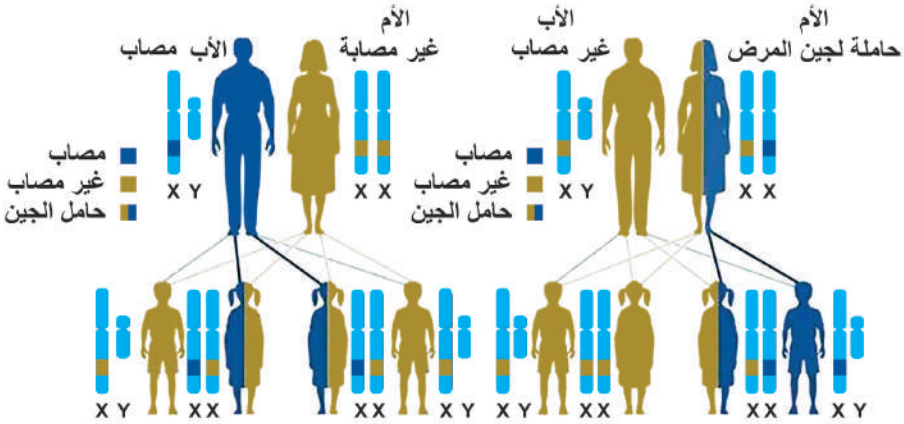
2- ما النسب المئوية لولادة ذكر، أنثى؟



شكل (13) مخطط التزاوج

2. وراثة بعض الصفات المرتبطة بالجنس لدى الإنسان:

هناك أنواعٌ عديدة من الصفات المرتبطة بالجنس، منها ما هو مرتبط بأمراض، ومنها مرتبط بصفاتٍ أخرى.



شكل (14) مخطط وراثة صفات مرتبطة بالجنس

تأمّل المخطّط في الشكل (14)، ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية: إذا كان اللون الأزرق يعبّر عن الإصابة بمرض ما:

1- هل جينُ الإصابة سائدٌ أم متنحٍ؟ حدّد الطُّرز الكروموسوميّة والجينيّة للآباء والأبناء في الحالتين.

2- من خلال الطّرز الكروموسوميّة والجينيّة، هل تستطيع تحديد آليّة توارث المرض في الحالتين؟ فسّر النتائج وفق أسسٍ وراثية. استخدم مربع بانيت لتوضيح النتائج.

يرتبط المرض بوجود زوج الجينات (H ، h)،جين الإصابة (h)، وجين عدم الإصابة (H)، حيث إنّ الجين المتنحي يرتبط على الكروموسوم (X^h) وتنتج الإصابة من وجود جينٍ متنحٍ واحد (لدى الذكر)، وجينيْن لدى الأنثى. اكتب الطّرز الجينيّة والشكليّة للمصابين وغير المصابين لكلا الجنسيْن.

بعض الأمراض المرتبطة بالجنس: كعمى الألوان ونزف الدم (الهيموفيليا).

عمى الألوان:

يعاني بعض الاشخاص من عدم القدرة على التمييز بين اللونيْن الأخضر والأحمر، ما علاقة جينات المرض المحمولة على الكروموسوم X بالإصابة به، في حال كانت سائدة أو متنحية؟

سؤال: ادرس مخطّط توارث صفة عمى الألوان، شكل (1) ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

إذا كان المستطيل الأزرق يعبّر عن الإصابة بعمى الألوان.

1- استنتج الطّرز الشكلية للأفراد الناتجة من التزاوج في المثال (أ).

2- ما الطّرز الشكلية والجينية للآباء والأبناء في كلٍّ من التزاوج :(ب) و (ج)؟

3- ما الطّرز الجينية والشكلية المتوقّعة للأفراد الناتجة إذا كان الأبوان مصابيْن بعمى الألوان؟

(أ)

الآباء : ♀ X^HX^H × ♂ X^hY

♂ \ ♀	X^H	X^H
X^h	X^HX^h	X^HX^h
Y	X^HY	X^HY

(ب)

الآباء : ♀ X^HX^h × ♂ X^HY

(ج)

♀ X^hX^h × ♂ X^HY

شكل (15) توارث عمى الألوان

للنقاش : خطورة قيادة السيارة للشخص المصاب بعمى الألوان.

توارث لون العيون في ذبابة الخل: أظهرت النتائج التي أُجرِيت حول توارث صفة لون العيون لذبابة الخل، اختلافات بين الذكور والإناث، وهي صفة مرتبطة بالجنس.

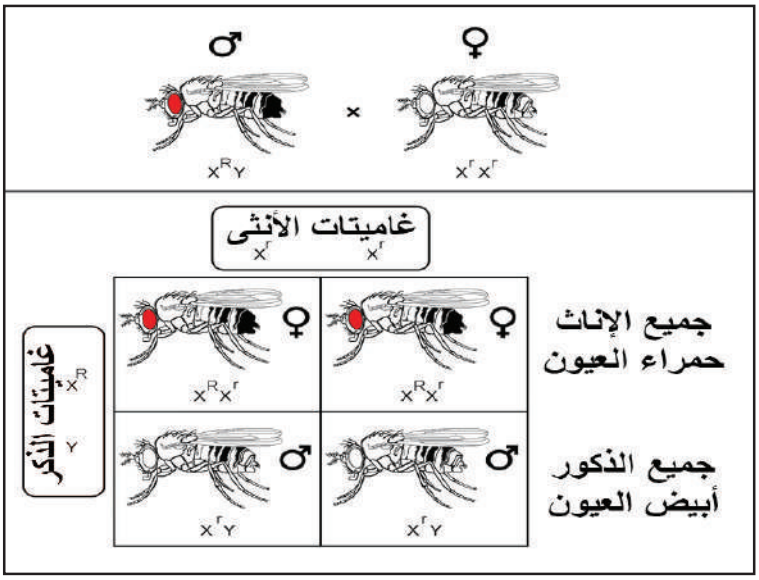
فإذا علمت أنّ جين لون العيون الأحمر (R) سائد على لون العيون الأبيض (r)، تأمّل مخطّط تزاوج بين ذبابتيّ خلّ شكل (17)، ثم أجب عمّا يأتي :

1- ما الطرز الشكلية والجينية للآباء لصفة لون العيون؟

2- مثّل الطرز الجينية للذكور والإناث للونيْن في الأفراد الناتجة من هذا التزاوج.

3- إذا حصل تزاوج بين أنثى ذبابة خل حمراء العيون (غير متماثلة الجينات) مع ذكر أبيض العيون، أكتب الطرز الجينية لأفراد الجيل الناتج مستعيناً بمربع بانيت.

4- فسّرْ آليّة توارُث لون العيون في ذبابة الخلّ.



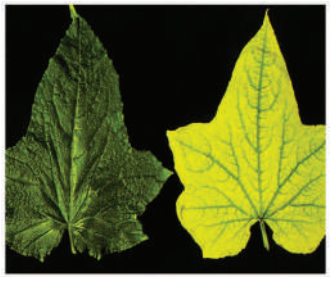
شكل (17) مخطط تزاوج بين ذبابتي خل

4-1 أثر البيئة في ظهور الصفات الوراثيّة:

يبيّن الشكل (18) أثر بعض العوامل البيئية في النبات والحيوان، فمثلاً تؤثّر درجة الحرارة في لون فراء أرنب الهيمالايا. انظر الشكل (18 ب) تلاحظ أنّ لون أرنب الهيمالايا يكون غامقاً (قاتماً) في الأطراف والأذنين والأنف؛ بسبب انخفاض درجة حرارة هذه الأجزاء من الجسم. ما أهميّة ذلك؟

أثبتت الدراسات العلميّة أنّ الصفات الظاهرة على الكائن الحيّ محصّلة للتفاعلات بين جيناته مع بعضها وبين العوامل البيئية المحيطة به، سواء كانت داخليّة أم خارجيّة. وتضم هذه العوامل:

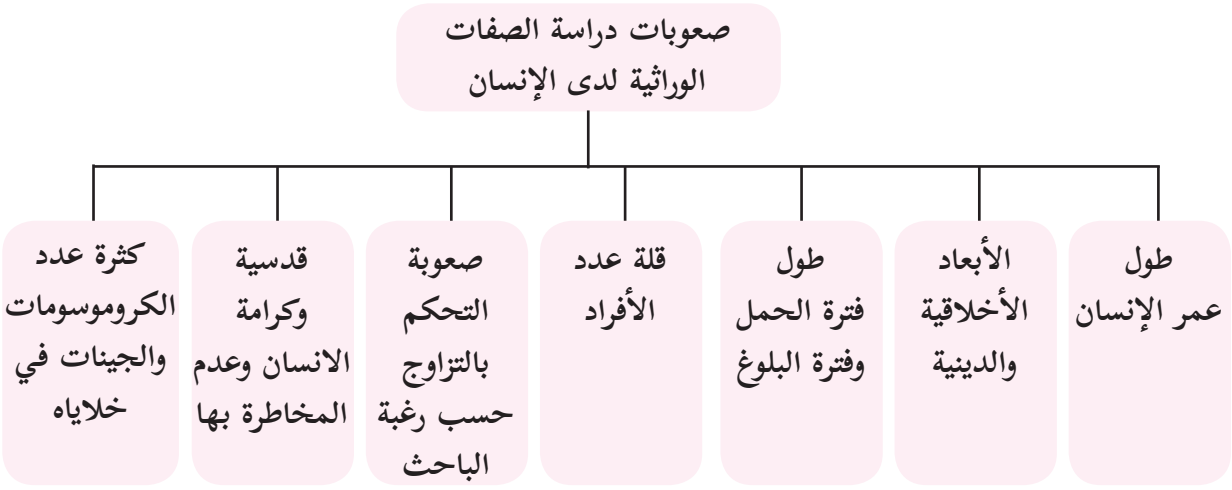
الحرارة، والضوء، والرطوبة، والمواد الكيميائية، وغيرها كثير.



شكل (18) أ. أثر الضوء في أوراق النبات. ب. أثر الحرارة في لون الفراء.

5-1 طرق دراسة الصفات الوراثيّة في الإنسان:

يواجه العلماء العديد من الصعوبات في دراسة الصفات الوراثيّة لدى الإنسان، منها ما هو مبيّن في المخطط:



جميع هذه الصعوبات جعلت العلماء يبحثون عن طرقٍ ووسائلَ أخرى تسهّل دراسة انتقال الصفات الوراثيّة، حيت ركزوا أبحاثهم على كيفيّة انتقال الأمراض الوراثية عبر الأجيال، كما اعتمدوا لاحقاً على تقنيّات حديثة، بفضل التطوّر العلمي.

ومن طرق دراسة الصفات الوراثية لدى الإنسان : سِجّلُ النسب (شجرة العائلة) والتوائم

أسئلة الفصل

السؤال الاوّل: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كلٍّ من الفقرات الآتية:

1 أيّ التلقيحات الآتية يمكن أن تعطي النسبة (3:1)؟

أ- لنباتين لصفتين سائدتين بصورة نقية. ب- لنباتين أحدهما صفة سائدة والآخر متنحية.

ج- لنباتين لصفتين سائدتين بصورة خليطة. د- لنباتين أحدهما متنحي الصفة والآخر غير نقيّ.

2 وُلد طفل لإحدى العائلات شحمة أذنه ملتحمة، فإذا كان والده ملتحم الشحمة وأمّه حرّة الشحمة فما الطرز الجينية المتوقّعة للأبوين؟

أ- (Rr ،Rr) ب- (rr ، Rr) ج- (rr ، RR) د- (RR ،RR)

3 ما نوع الوراثة لصفة اللون الزهري لأزهار نبات فم السمكة؟

أ- مندلية. ب- مرتبطة بالجنس. ج- غير مندلية. د- جينات متعددة.

4 أنجبت عائلة 5 ذكور ما احتمال أن يكون الطفل السادس بنتاً؟

أ- 1/6. ب- 1/5. ج- 1/4. د- 1/2.

السؤال الثاني:

1 ما سبب نجاح مندل في تجاربه؟

2 ما المقصود بكلٍّ من المصطلحات :جين سائد، السيادة التامة، زهرة خنثى؟

3 ما الفرق بين التلقيح الخلطي والتلقيح الذاتي؟ وكيف ضمن مندل حدوث كلٍّ منهما في تجاربه؟

4 اذكر نص قانون انعزال الصفات.

السؤال الثالث: عند تلقيح نبات بازيلاء مجهولة الطراز الشكلي للون القرون ظهرت هذه النتائج:

910 نبات أخضرالقرون ، 299 نبات أصفر القرون.

1 أيّ الصفتين سائدة وأيّها متنحية؟

2 اكتب الطرز الشكلية والجينية المتوقّعة للآباء والغاميتات والأفراد الناتجة.

السؤال الرابع :

1 في أحد أنواع الطيور صفة الذيل الطويل سائدة على الذيل القصير، إذا حدث تزاوج بين ذكر وأنثى، وكانت النتائج كالآتي :12 طيراً بذيل طويل، و12طيراً بذيل قصير.

أجب عن الأسئلة:

أ- اكتب الطّرز الشكلية الجينية للذكر والأنثى.

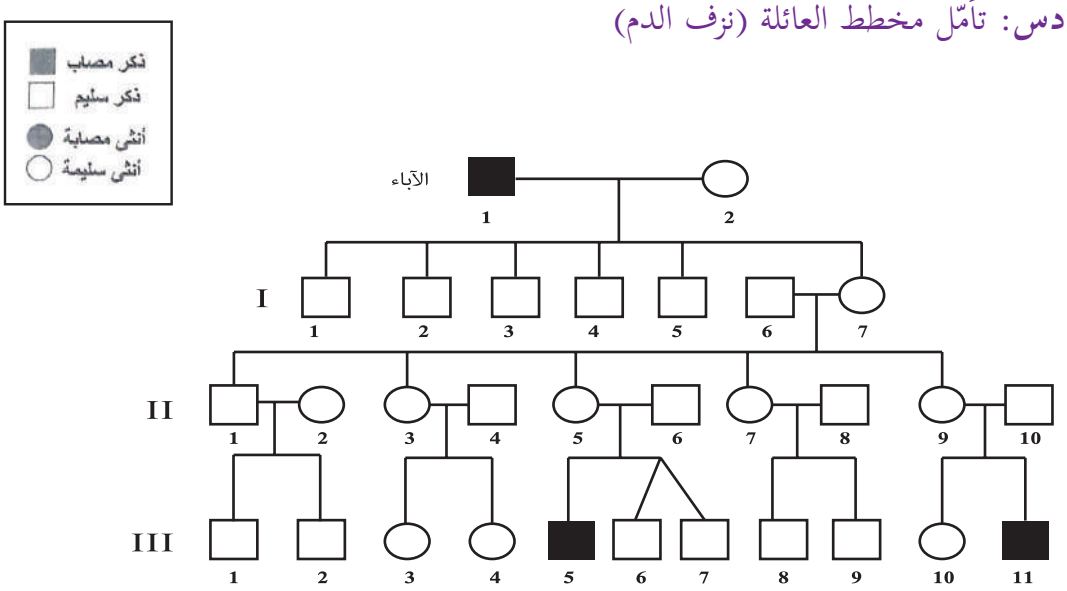
ب- اكتب الطّرز الجينية للغاميتات والأفراد الناتجة.

2 في أحد أنواع الطيور صفة طول الجناح سائدة على قصره. اقترح آليّةً للتأكّد من أنّ الصفة نقيّة.

السؤال الخامس :

يمثل الشكل المجاور مخططاً لوراثة لون الأزهار. ما نوع السيادة ؟ اكتب الطُّرز الشكليّة والجينيّة للآباء، والغاميتات، وأفراد الجيليْن الأول والثاني .

السؤال السادس: تأمّل مخطّط العائلة (نزف الدم)



1 ما الطُّرز الجينية للآباء والأبناء في الأجيال الأول(7 ،5)، الثاني (1،2،5)، الثالث (4،11)؟

2 حدّد الطّرز الجينية والشكلية للتوائم.

3 هل المرض ناتج عن جينٍ متنحٍ أم سائد؟ هل المرض مرتبط بالجنس؟

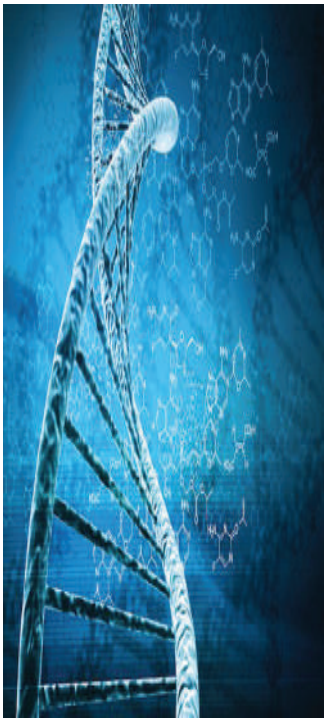
السؤال السابع: تزوج شابٌّ مصاب بعمى الألوان من فتاة سليمة من المرض، فأنجبا أنثى سليمة، وذكراً مصاباً.

أ. اكتب الطّرز الجينية للأبوين والأبناء.

ب. ما احتمال انجاب بنتٍ مصابة؟

ج. صمم مخطّطاً لشجرة العائلة، بإستخدام المفتاح المرفق.

الفصل الثّاني: تطبيقات في علم الوراثة
Applications in Genetics



أحدثت تطبيقاتُ علم الوراثة تغيُّراتٍ هائلةً في مجالات حياة الإنسان كافّةً ، وأثّرت في مجالاتٍ عدّة ، منها: الزراعي، والطبّي، والصناعي. ولعلّ أبرز التطبيقات في علم الوراثة، هندسة الجينات. ما المقصود بالجينوم البشري؟ ما أهدافه؟ وما أهميّته؟ وما أبرز التطبيقات في مجالات الطب والزراعة، والصناعة؟ كيف استُخدم الاستنساخ في إنتاج أفراد ذات صفات مرغوبة؟ وما تفاعل البوليمريز المتسلسل PCR؟ وما مجالاته؟ ما أهميّة الاستشارة الوراثية؟ هذه الأسئلة وغيرها ستتمكن من الإجابة عنها بعد دراستك هذا الفصل. وستكون قادراً على أن:

1. تتعرّف إلى مشروع الجينوم البشري من حيث الأهميّة والأهداف.
2. تتعرّف إلى بعض التطبيقات الحديثة في علم الوراثة، الاستنساخ، PCR.
3. تدرك أهميّة الاستشارة الوراثيّة.

1-2 الجينوم البشري : (الحقيبة الوراثية) Human Genome Project

تحديد جميع الجينات الموجودة في 23 زوجاً من الكروموسومات، ويعدُّ مشروع الجينوم البشري (HGP) مجهوداتٍ بحثيّةً دوْليّةً شارك فيها عددٌ هائلٌ من الجامعات، والمعامل في العديد من دول العالم؛ لتحديد تتابعات الـ DNA لكامل الجينوم البشري.

أهداف مشروع الجينوم البشري:

أ. تحديد تسلسل القواعد النيتروجينية بالكامل لكل كروموسوم التي يبلغ عددها حوالي 3 مليار زوج.

ب. تحديد جميع الجينات في الحمض النووي البشري التي تتراوح ما بين 20000-25000 جين.

ج. تحديد الجينات المرتبطة بأمراض معينة وتحديد مواقعها على كروموسومات الخلية.

أهميّة مشروع الجينوم:

مجال الطب الجزيئي: تحسين تشخيص الأمراض. والاكتشاف المبكر للاستعداد للإصابة بالأمراض الوراثية.

مجال الطبّ الشرعي : التعرّف إلى المشتبه بهم المحتملين الذين قد يطابق DNA الخاص بهم الأدلّة الموجودة في مسرح الجريمة. التحقُّق من علاقات البنوّة وغيرها من قضايا النسب.

مجال الصحة : الوقاية من الحرب البيولوجية والكيميائية. والتخلُّص من النفايات السامّة بطُرقٍ آمنة، وفعّالة في الوقت نفسه.

مجال البيئة: مراقبة البيئة لاكتشاف الملوّثات، والتعرّف إلى أنواع الكائنات الحيّة المهدّدة بالانقراض والمحميّة، كمساعدةٍ لمسؤولي هيئات حماية الحياة البريّة. والتعرّف إلى البكتيريا وغيرها من الجراثيم التي قد تُلوّث الهواء، الماء، التربة، والغذاء.

مجال الزراعة:

- إنتاج المحاصيل الزراعيّة المقاومة للأمراض، والحشرات، والجفاف.
- إنتاج حيوانات المزرعة ذات الصفات المتميزة ، والأكثر إنتاجاً.
- انتاج منتجات زراعيّة أكثر فائدة غذائيّة.
- تصنيع اللقاحات التي يمكن دمجها في المنتجات الغذائية.

2-2 تطبيقات في علم الوراثة :

فكّر العلماء بتوظيف المعرفة العلميّة في فهم آليّة توارُث الصفات، وتركيب المادة الوراثية لبعض الكائنات الحيّة التي تواجه صعوباتٍ في تكاثرها، أو كثرة استهلاكها، أو اتّجاه النوع للانقراض.

فاستُخدمت هذه التطبيقات في حلّ بعض المشكلات التي تواجه الإنسان في مجال الزراعة والصناعة وغيرها للحصول على أفراد تحمل صفات وراثية مرغوبة، مثل: الإنتاجية العالية، أو مقاومة المرض، أو الظروف البيئية القاسية. ومن أهمّها:

1- الاستنساخ (Cloning):

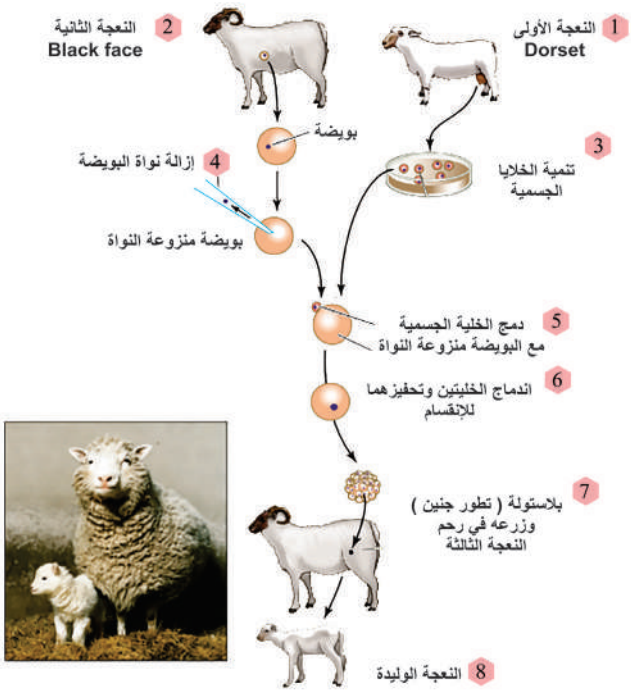
استنساخ جنيني: ويقصد به شطر الأجنة خارج الجسم، حيث يتمّ إخصاب بويضة بحيوان منويّ، تبدأ بعدها البويضة المخصّبة بالانقسام المتساوي، وفي مرحلة 8 خلايا ، يمكن فصل هذه الخلايا عن بعضها، (والتي تكون غير متخصّصة، وقادرة على الانقسام، وإنتاج كائن كامل)، ويتم إنتاج توائم متطابقة، بحيث

يحتوي كلٌّ منها على خلية، أو خليّتيْن. تنمو التوائم لتكون كائناتٍ مكتملة، وبذلك يمكن الحصول على نسخٍ عدّة من الكائنات التي تُستخدم في التجارب العلميّة.

استنساخ جسمي: إنتاج أفراد من خلايا جسميّة مأخوذة من خلايا بالغة ويكون الفرد الناتج حاملاً صفاتِ الفرد المانح لنواة الخليّة الجسميّة. تُستخدم هذه الطريقة لإنتاج كائنات حيّة متماثلة جينيّاً.

الاستنساخ في الحيوان: إنتاج كائن حي باستخدام خلايا جسميّة. والشكل(1) يوضّح خطوات الاستنساخ، استعن به للإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- تتبّعْ خطوات الاستنساخ.
2- النعجة الوليدة تشبه أيٌّ من النعجتين تماماً؟ ماذا تستنتج من ذلك؟
3- كيف يُسهم الاستنساخ في تكوين كائن حيّ دون الحاجة إلى إجراء تزاوج بين حيوانين؟
4- أيّ نوع من التكاثر اللاجنسي في النبات يشبه عملية الاستنساخ في الحيوان؟



شكل (1) الاستنساخ في الحيوان

الاستنساخ في النبات: (زراعة الانسجة).

بعض سلبيّات الاستنساخ:

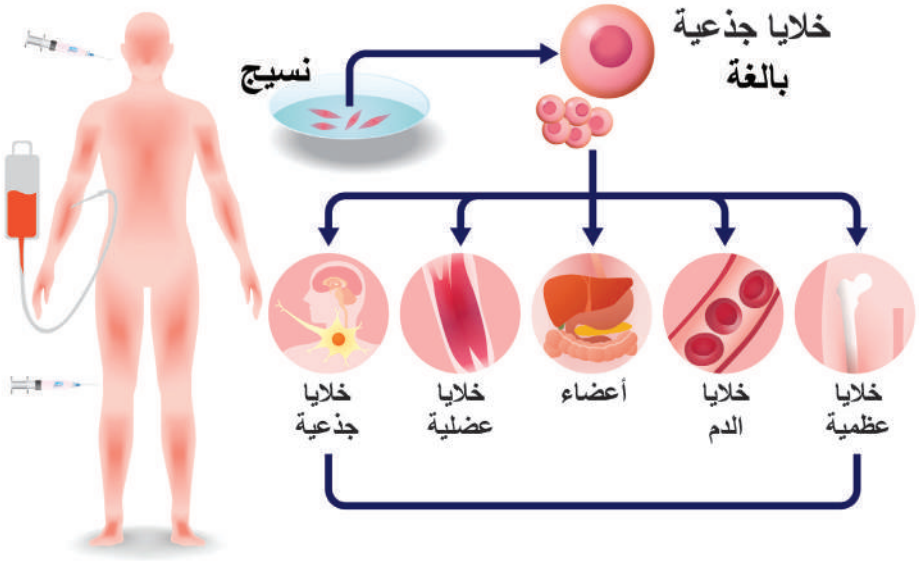
1- إنّ الاستنساخ قد يسبّب ولادة أجنّة مشوّهة، أو قصيرة العمر. لماذا؟
2- الاستنساخ قد يخلّ بمبدأ الأمومة والأبوّة؛ لأنّه يتمّ الاستغناء عن دوْر الأب.

2- استخدام الخلايا الجذعيّة (stem cells)

تُعرّف **الخلايا الجذعيّة** بأنّها الخلايا القادرة على الانقسام والتمايز لأيّ نوع من الخلايا الموجودة في جسم الإنسان. وتقسم إلى:

1. الخلايا الجذعيّة الجنينيّة (Embryonic stem cell): وهي عبارة عن خلايا أجنّة ذات الأربعة، أو الخمسة أيام. قبل أن ينغرس الجنين بجدار الرحم.

2. الخلايا الجذعيّة البالغة (Adult stem cell): يمكن الحصول عليها من نخاع العظم الأحمر المتواجد في مواقعَ محدّدة في الهيكل العظمي. يبيّن الشكل (2) نتائج زراعة الأنسجة من خلايا جذعيّة بالغة، استعن به لتتبُّع خطوات زراعة الأنسجة.



شكل (2) إنتاج أنسجة وأعضاء من خلايا جذعيّة بالغة

أهمّ استخدامات الخلايا الجذعيّة في زراعة الأنسجة:

1- إنتاج بعض الأنسجة لاستخدامها في زراعة الأعضاء.

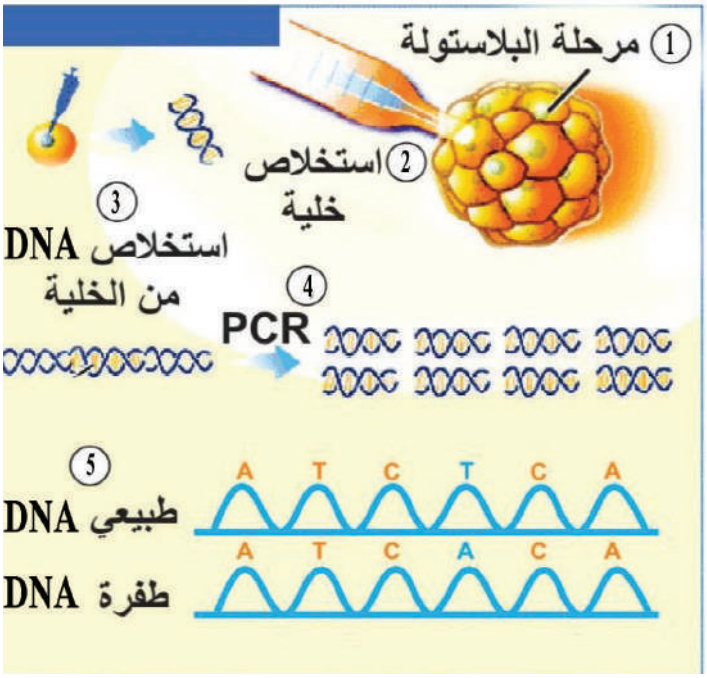
2- استخدام خلايا سليمة بدلاً من تلك المتضرّرة والمصابة، مثلاً لإصاباتٍ بالحبل الشوكي، والسكري من النوع الأول، ومرض باركنسون، والسرطان وغيرها.

3-2 تفاعل البوليمريز المتسلسل (PCR) (Polymerase Chain Reaction)

تقنيّة مخبريّة تقوم على أساس تصنيع نسخ عديدة من قطع الحمض النووي DNA في المختبر. يمكن اعتبار تقنية PCR ترجمة مبسطة لعمليّة تضاعف الحمض النووي DNA أثناء دورة حياة الخليّة.

تطبيقات PCR:

1- تعيين البصمة الوراثية.
2- تصنيف الفيروسات: وهذه الطريقة هي الأدقّ في تحديد سلالة الفيروس وكميته.
3- يستخدم في الاستنساخ وإنتاج خلايا بكميات كثيرة .
4- مشروع الخارطة الجينيّة البشرية.
5- لها دورٌ في مجال الطبّ الشرعي (اختبار الأمومة ، حالات الاغتصاب ، تحديد الهوية).
6- الكشف عن الطفرات الوراثيّة في الأجنة: وذلك عن طريق وضع بادئ خاص للطفرة لتكثير الجين الخاصّ بها، ومنه نقوم بمعرفة المرض إذا كان على زوجيّ الكروموسومات، أو على أحدهما، كما يوضّح الشكل (3).



شكل (3) مخطط يوضح تحديد جين
مرض الثلاسيميا باستخدام PCR .

أسئلة الفصل

السؤال الأول : اختر رمز الاجابة الصحيحة في الفقرات الآتية :

1 ماذا يُقصد بالجينوم البشري؟

أ - المادة الوراثية الموجودة في النواة.

ب- تحديد جميع الجينات الموجودة في 23 زوجاً من الكروموسومات.

ج- جميع الجينات التي يحملها كروموسوم الجنس.

د- تحديد المسافة بين جميع الجينات الموجودة على 23 زوجاً من الكروموسوم.

2 ما تصنيف الخلايا المأخوذة من النخاع العظمي لزراعة الأنسجة؟

أ- جذعية بالغة. ب- جذعية جنينية. ج- جسمية أوليّة. د- جذعية غير ناضجة.

3 أيّ التقنيات تُستخدم للكشف عن الطفرات الجينية ؟

أ- الاستنساخ بالخلايا الجذعيّة. ب- الجينوم. ج- هندسة الجينات. د - PCR.

السؤال الثاني :

1 ما الخلايا الجذعية؟ ما أنواعها ؟ ما خصائصها ؟

2 عدد ثلاث سلبيات للاستنساخ.

السؤال الثالث : اذكر ثلاثة تطبيقات لكلّ من :

أ- الاستنساخ ب- PCR

السؤال الرابع: علّل:

1 استخدام PCR في الكشف عن السرطان .

2 ولادة أجنة مشوّهة نتيجة الاستنساخ.

السؤال الخامس: ما أهمية مشروع الجينوم البشري في كلّ من المجالات الاتية؟

أ . الطب الشرعي. ب. البيئة.

السؤال السادس:

أ يعتمد اقتصاد فلسطين على تربية الأغنام لإنتاج الألبان والأجبان، ما الطرائق التي يمكن أن تلجأ اليها وزارة الزراعة لتحسين إنتاجها في هذا المجال؟

ب تتبعْ بتسلسل خطوات الاستنساخ لدى الحيوان.

ج وضّحْ أهمّ استخدامات الخلايا الجذعية.

أسئلة الوحدة

السؤال الأوّل : اختر رمز الإجابة الصحيحة في كلّ من الفقرات الآتية :

1 في نبات شب الليل تم تلقيح نبات أزهاره زهرية مع آخر أحمر الأزهار، فما نسبة ظهور أحمر: زهري: أبيض؟

أ- 1 :1 : 0 ب- 1:2:1 ج- 3:2:1 د- 1:1:1

2 عند حدوث تزاوج بين أنثى ذبابة خل حمراء العيون غير نقيّة مع ذكر أبيض العيون، ما احتمال الطّرز الجينية للإناث من الإناث الناتجة؟

أ - $(X^RX^r)\ 1/2\ ,\ (X^rX^r)\ 1/2$ ب- $(X^RX^R)\ 1/2\ ,\ (X^rX^r)\ 1/2$

ج- $(X^RX^R)\ 1/2\ ,\ (X^RX^r)\ 1/2$ د- $(X^rX^r)100\%$

3 ما الخلية المستخدمة للاستنساخ بعد نزع نواتها؟

أ- بويضة مخصبة. ب- بويضة غير مخصبة. ج- حيوان منوي. د- خلية من النخاع الشوكي.

4 ماذا تُدعى الخلايا غير المتخصّصة التي لها القدرة على تطوير نفسها إلى خلايا متخصّصة؟

أ - جسمية. ب- جذعية. ج- جنسية. د- بدائية.

5 ما التقنية المستخدمة في إنتاج عدد كبير من النسخ من الحمض النووي بالمختبر؟

أ- زراعة الأنسجة. ب- الجينوم. ج- تفاعل البوليمريز. د- الاستنساخ .

السؤال الثاني:

1 تم تلقيح نبات بازيلاء طويل الساق غير نقيّ مع آخر قصير الساق. اكتب الطّرز الجينية والشكلية للغاميتات وأفراد الجيل الأوّل.

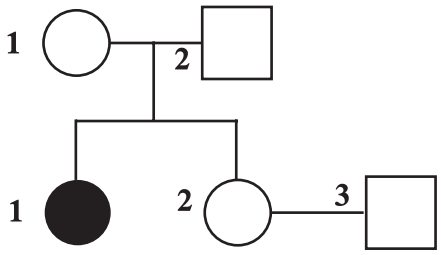
2 تزوج رجل سليمٌ من عمى الألوان من فتاة سليمة، فأنجبا ولداً سليماً من عمى الألوان.

أجب عما يأتي:

أ أكتب الطرز الجينية المحتملة للآباء.

ب هل تتوقّع إنجاب إناث مصابات؟ فسّرْ إجابتك.

السؤال الثالث: يمثّل المخطّط الآتي انتقال أحد الأمراض الوراثية:



أ ما الطرز الشكلية والجينية للآباء (1، 2) في التزاوج الأول؟

ب هل هذا المرض مرتبط بالجنس؟ فسّر إجابتك.

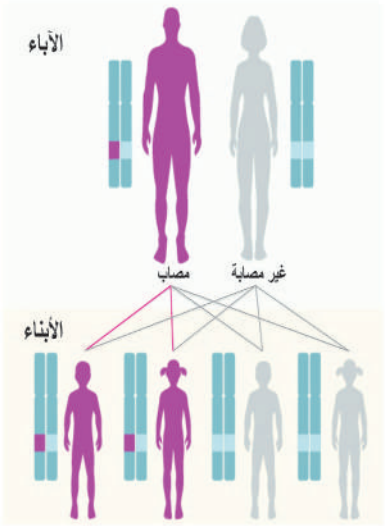
السؤال الرابع: في أحد انواع الدجاج حدث تزاوج بين ديك أبيض الريش (WW)، ودجاجة سوداء الريش (BB) فنتج جيلٌ لون ريشه رمادي (BW).

1 أكتب الطرز الجينية للآباء.

2 أكتب الطرز الشكلية والجينية لأفراد الجيل الثاني، واحتمال كلٍّ منها.

السؤال الخامس: تزوج شاب من فتاة كلاهما مموّج الشعر، فانجبا طفلاً مستقيم الشعر. فسّرْ ذلك معتمداً على أسسٍ وراثية.

السؤال السادس:



أ يمثل المخطّط توارث مرض. استخدمه للإجابة عن الأسئلة الآتية:

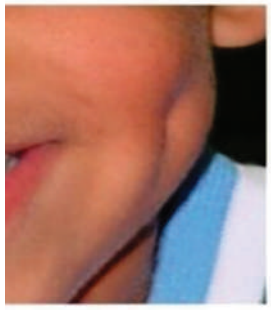
1 أكتب الطرز الجينية لكلٍّ من الآباء والأبناء.

2 هل صفة الإصابة بالمرض سائدة أم متنحيّة؟ فسّر.

3 هل هذه الصفة مرتبطة بالجنس؟ فسّر.

ب تتساوى نسبة الإصابة بمرض وراثي بين الذكور والإناث في حالات الأمراض غير المرتبطة بالجنس. فسّر ذلك.

السؤال السابع : صفة وجود الغمّازات سائدة على عدم وجودها في الانسان، انجبت عائلة جميع أطفالها بدون غمازات إذا كانت الأم بغمازات (والدها بدون غمازات)، والأب بغمازات (والدته بدون غمازات). فسّر ذلك وفق أسس وراثية.



أ اكتب الطرز الجينية لكلٍّ من الآباء الأربعة وأبناء الجيل الناتج.

ب هل الصفة مرتبطة بالجنس؟ فسّر ذلك بناءً على أسس وراثية.

السؤال الثامن:

أ وضّح أهمية مشروع الجينوم في مجال الزراعة.

ب تتبع مراحل عملية الاستنساخ في الحيوانات.

السؤال التاسع: عدّد أربعة تطبيقات لتفاعل البوليمريز المتسلسل في مجال الأمراض.

ورقة عمل

الهدف : تحسين أداء الطلبة في حل مسائل وراثية على الصفات المندلية

1- تم تلقيح نبتتي من البازيلاء أخذت البذور وزرعت ثانية فحصلنا على النتائج التالية (120) نبات أرجواني الأزهار و (40) نبات أبيض الأزهار.

أ) أكتب الطرز الشكلية والجينية للأبوين.

ب) اكتب الطرز الجينية للغاميتات.

ج) ما احتمال إنتاج نباتات بيضاء الأزهار ونباتات أرجوانية الأزهار؟

2- عند تزاوج رجل شحمة أذنه حرة مع أنثى شحمة أذنها ملتحمة وجد أن جميع الافراد الناتجين يحملون صفة شحمة الأذن حرة . فما الطراز الجيني للآباء والأفراد .

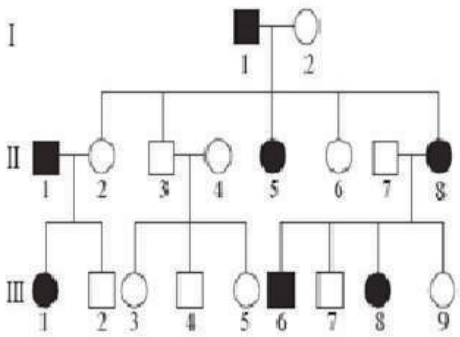
3- تم تلقيح نبات زهري الأزهار لنبات فم السمكه . مع نبات أحمر الأزهار.

أ)ما احتمال إنتاج نبات أبيض الأزهار .

ب)ما احتمال إنتاج نبات زهري الأزهار.

ج)ما احتمال إنتاج نبات أحمر الأزهار.

4- لديك شجرة نسب تمثل توارث مرض هنتنغتون، ادرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ) ما الطراز الجيني لكل من (1I, 2I)؟

ب) ما احتمال انجاب طفل ذكر مصاب بالمرض للابوين (1II, 2II).

ج) هل صفة المرض سائدة أم متنحية، لماذا؟

اختبار

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيح في العبارات الآتية:

1- ما التكنولوجيا التي تستخدم لإنتاج حيوان طبق الأصل عن حيوان آخر ؟

أ-تفاعل البوليمريز المتسلسل ب-الاستنساخ ج-تعطيل الجينات د-زراعة الأنسجة

2- ما نسبة النباتات بيضاء الأزهار الناتجة من تلقيح ذاتي لنبات بازيلاء ارجواني الأزهار غير نقي؟

أ-25% ب-50% ج-75% د-0%

3-ولد طفل لإحدى العائلات شحمة أذنه ملتحمة لأبوين كلاهما حر الشحمة، ما احتمال انجاب طفل حر شحمة الأذن لهذه العائلة؟

أ-25% ب-50% ج-75% د- 100%

4- ما الخلايا المستخدمة لانتاج بعض الأنسجة في زراعة الأعضاء؟

أ- الجسمية ب- الجذعية ج- الجنسية د- البدائية

5- ما الخلية المستخدمة في عملية الاستنساخ من الكائن المراد استنساخه؟

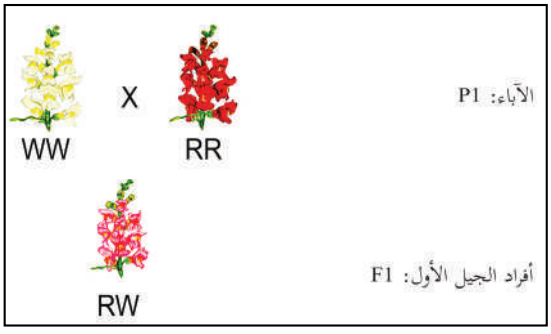
أ- بويضة غير مخصبة ب- بويضة مخصبة ج- خلية جسمية د- خلية جذعية

6- عند تزاوج ذكر ذبابة الخل أحمر العيون مع أنثى بيضاء العيون كانت جميع الإناث حمراء العيون وجميع الذكور بيضاء العيون، ما الطرز الجينية لكل من الأبوين:

أ- الذكر X^RY و الأنثى X^rX^r ب- الذكر X^rY و الأنثى X^RX^r

ج- الذكر X^rX^r و الأنثى X^RY د- الذكر X^RX^r و الأنثى X^rY

7- من خلال دراستك للشكل المجاور، ما الاحتمالات المتوقع ظهورها في أفراد الجيل الثاني:



أ- (١) أبيض، (١) زهري، (١) أحمر

ب- (١) أبيض، (٢) زهري، (٢) أحمر

ج- (1) أبيض، (2) زهري، (1) أحمر

د- (2) أبيض، (2) زهري، (1) أحمر

8- ما التقنية المستخدمة في انتاج عدد كبير من النسخ من الحمض النووي بالمختبر؟

أ- زراعة الأنسجة ب- الجينوم ج- تفاعل البوليمريز د- الاستنساخ

السؤال الثاني:

أ) وضح المقصود بكل من:

1-السيادة غير التامة 2-الطراز الشكلي 3- الصفة المتنحية 4- الجينوم البشري

ب) تزوج رجل مصاب بعمى الألوان من امرأة مجهولة الطراز الشكلي لصفة عمى الألوان فأنجبا طفلة مصابة بعمى الألوان وطفلاً سليماً من عمى الألوان. اكتب الطرز الشكلية والجينية للآباء وثم فسر هذه النتائج على أسس وراثية؟

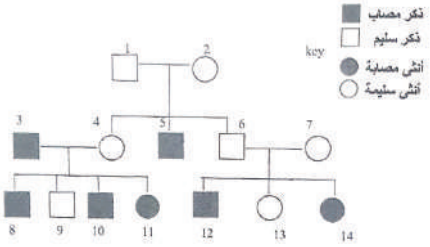
السؤال الثالث:

أ) في نوع من الأرانب عند إجراء تزاوج بين ذكر أسود وأنثى مجهولة الطراز الشكلي، فكانت النتائج كما يلي: 2 أسود اللون و2 رمادية اللون. استخدم B للون الأسود و W للون الأبيض

1) اكتب الطرز الجينية والشكلية للآباء؟

2) ما مبدأ توارث هذه الصفة؟

ب) من خلال دراستك لشجرة العائلة المجاورة والتي تمثل توارث صفة مرض ما.

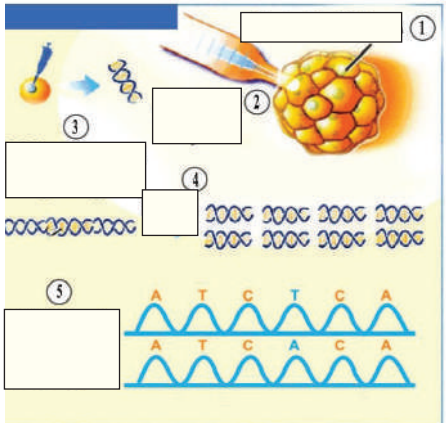


1) ما احتمال انجاب طفل مصاب بالمرض للأبوين (3،4)؟

2) ما احتمال انجاب ولد مصاب للأبون (6،7)؟

3) ما مبدأ توارث الصفة؟

السؤال الرابع : من خلال دراستك لتطبيقات في علم الوراثة تتبع مراحل الكشف عن الطفرات الوراثية في الأجنة مستعيناً بالشكل المرفق.



السؤال الخامس :

أ- علل: تكون أطراف الأذن والأنف باللون الغامق في القطط السيامية وأرانب الهيمالايا.

ب- يصعب دراسة الصفات الوراثية لدى الإنسان.

السؤال السادس : اقترح ثلاثة توصيات للمجتمع لتجنب أطفال مصابين بأمراض وراثية.