مراجعة الوحدة الثانية الوراثة بطريقة سؤال وجواب وفق منهج كامبريدج

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العمانية	
موقع فايلاتي ⇦ المناهج العمانية ⇦ الصف الثاني عشر ⇦ أحياء ⇦ الفصل الأول ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف	
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2025-11-09 11:34:05	
المزيد من مادة أحياء:	ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس
	إعداد: منى الحوقاني ثريا الريامي

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر					
صفحة المناهج العمانية على فيسبوك					

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة أحياء في الفصل الأول	
1	مراجعة الوحدة الثالثة التقنية الجينية الجزء الثاني بطريقة سؤال وجواب وفق منهج كامبريدج
2	مراجعة الوحدة الثالثة التقنية الجينية بطريقة سؤال وجواب وفق منهج كامبريدج
3	مراجعة الوحدة الرابعة الاتزان الداخلي بطريقة سؤال وجواب من منهج كامبريدج
4	تجميع أسئلة اختبارات سابقة على الوحدة الأولى الأحماض النووية وتخليق البروتين مرفقة بنماذج الإجابة
5	تجميع أسئلة اختبارات سابقة على الوحدة الخامسة التحكم والتنسيق مرفقة بنماذج الإجابة

1-يشرح معنى المصطلحات:

-الجين:

الجين تتابع محدد من نيوكليوتيدات DNA الذي يشفّر لعديد ببتيد أو بروتين معيّن.

- أحادي المجموعة الكروموسومية:

الخلايا التي تحتوي على مجموعة واحدة من الكروموسومات ويشار إليها بالرمز n.

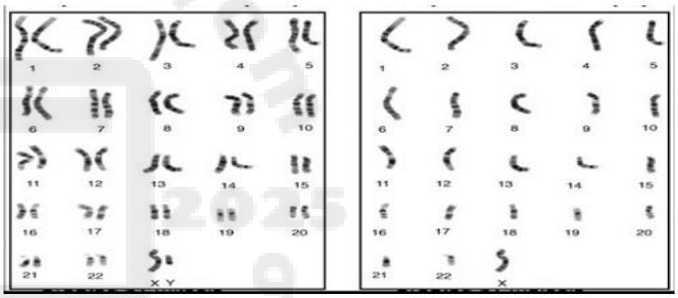
- ثنائي المجموعة الكروموسومية:

الخلايا التي تحتوي على مجموعتين كاملتين من الكروموسومات ويشار إليها بالرمز 2n .

2-اشرح المقصود بـ أزواج الكروموسومات المتماثلة:

كروموسومان يحملان الجينات نفسها وفي المواقع نفسها.

2.استخدم المخططات الكروموسومية الاتية للإجابة على الأسئلة الآتية :



المخطط ١ المخطط ٢

أ.فسر سبب تسمية الخلية في المخطط 2 بثنائية المجموعة الكرموسومية ؟

تحتوي على مجموعتين كاملتين من الكروموسومات ويشار إليها بالرمز 2n

ب.ما رمز المجموعة الكرموسومية للمخطط 1 ؟ 1n

ج.أذكر مثال على خلية تحمل المجموعة الكرموسومية في المخطط 1 ؟

الأمشاج مثل: الحيوانات المنوية والبويضات

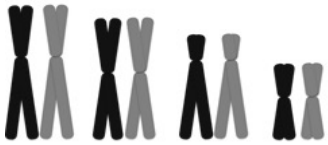
3.استخدم المخطط الكرموسومي الاتي للإجابة على الأسئلة الآتية :

أ.يمثل المخطط:

- ☐ خلية أحادية المجموعة الكروموسومية.
- ☐ خلية ثنائية المجموعة الكروسوسومية (ظلل الإجابة الصحيحة)

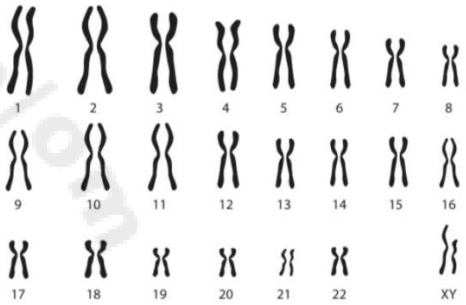
ب.ما قيمة n التي تعبر عن عدد الكروموسومات ؟

4.أي مما يلي صحيح بالنسبة للشكل الآتي:



- ☐ توجد مجموعتين من الكرموسومات , والمجموعة الكرموسومية n
- ☐ توجد مجموعتين من الكرموسومات , والمجموعة الكرموسومية 2n
- ☐ توجد مجموعة واحدة من الكرموسومات , والمجموعة الكرموسومية n
- ☐ توجد مجموعة واحدة من الكرموسومات , والمجموعة الكرموسومية 2n

5. يوضح الشكل مخطط كروموسومي من خلية جسم انسان طبيعية.



أ.اشرح كيف يمكن تحديد جنس الشخص الموضح في الشكل؟

الجنس : ذكر

السبب : لديه كروموسومات جنسية X و Y / كروموسومين مختلفين في الطول.

ب.يمكن وصف الخلايا باستخدام مصطلح احادي المجموعة الكروموسومية أو ثنائي المجموعة الكروموسومية.

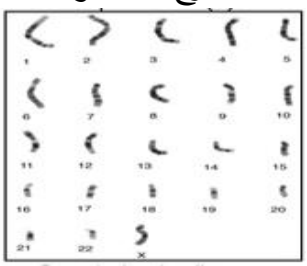
اشرح الفرق بين هذين المصطلحين مستخدما المعلومات في الشكل أعلاه.

الشكل أعلاه : ثنائي المجموعة الكروموسومية.

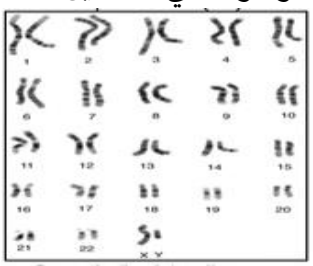
الخلايا تحتوي على مجموعتين كاملتين من الكروموسومات ويشار إليها بالرمز 2n / 23 زوج من الكروموسومات / 46 كروموسوم.

بينما الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية تحتوي على مجموعة واحدة من الكروموسومات ويشار إليها بالرمز n وتمثل 23 كروموسوم .

6.حدد نوع المجموعة الكروموسومية في الشكلين ادناه.

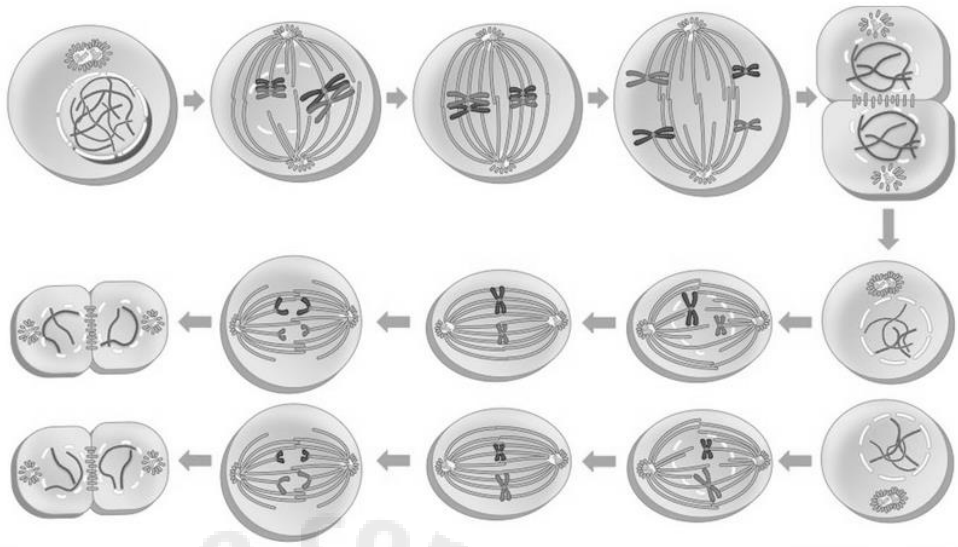


احادي المجموعة الكروموسومية 1n



ثنائي المجموعة الكروموسومية 2n

7.يوضح الشكل مراحل الانقسام الإختزالي.



أ.عرفّ مصطلح الانقسام الاختزالي:

انقسام خلوي يؤدي إلى إنتاج أربع خلايا جديدة تحتوي نواة كل منها على نصف عدد كروموسومات الخلية الأصلية وأليلات معاد تنظيمها، ويحدث في الإنسان والحيوان والنبات ويؤدي إلى تكوين الأمشاج.

نوع من الانقسام الخلوي الذي يؤدي إلى إنتاج خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية من خلية ثنائية المجموعة

ب. يعتبر الانقسام الاختزالي الأول انقسام منصف.

عرف مصطلح الانقسام المنصف:

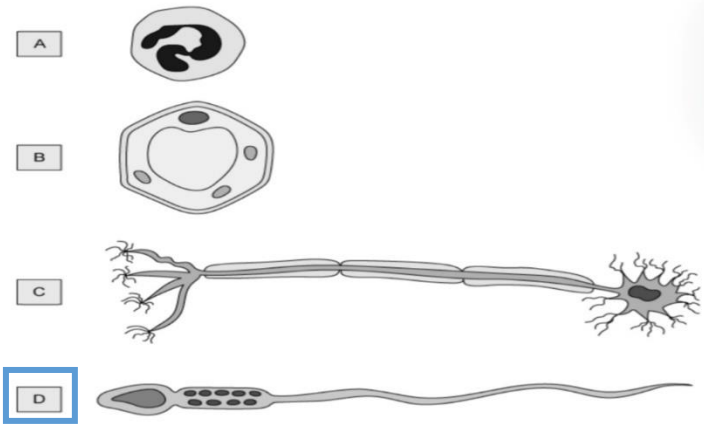
انقسام خلوي يؤدي إلى تنصيف في عدد الكروموسومات، الانقسام الاختزالي الأول هو انقسام منصف.

8-اشرح ضرورة الانقسام المنصف خلال الانقسام الاختزالي ؟

- يستخدم لإنتاج الأمشاج في الإنسان والحيوان (الحيوانات المنوية والبويضات) اللازمة للتكاثر الجنسي.
- يستخدم لإنتاج الأمشاج في النبات (حبوب اللقاح والبويضات) اللازمة للتكاثر الجنسي

9.تتكون الخلايا الجديدة عن طريق انقسام خلايا سابقة ،يوضح الشكل أدناه أربع خلايا مختلفة.

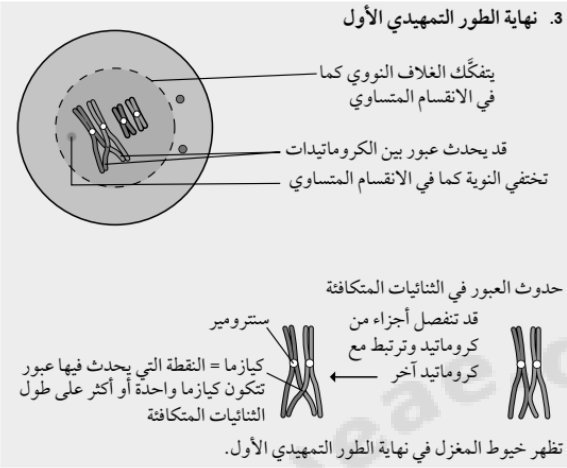
أي هذه الخلايا ناتجة عن انقسام اختزالي:



10-يصف سلوك الكروموسومات في الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية أثناء الانقسام الاختزالي بالإشارة إلى سلوك الغلاف النووي وغشاء سطح الخلية وخيوط المغزل (أسماء الأطوار الرئيسية للانقسام الاختزالي، مطلوبة):

أولا : مرحلة الانقسام الاختزالي الأول:

1. الطور التمهيدي الأول:



- بداية الطور التمهيدي الأول :

يماثل بداية الطور التميهدي في الانقسام المتساوي

- منتصف الطور التمهيدي الأول:

تتجمع الكروموسومات المتماثلة بشكل مزدوج .

تسمى هذه العملية التشابك ويسمى كل زوج الثنائيات المتكافئة.

يتحرك الجسمان المركزيان باتجاه الطرفين المتقابلين للخلية كما في الانقسام المتساوي.

- نهاية الطور التمهيدي الأول:

يتفكّك الغلاف النووي كما في الانقسام المتساوي.

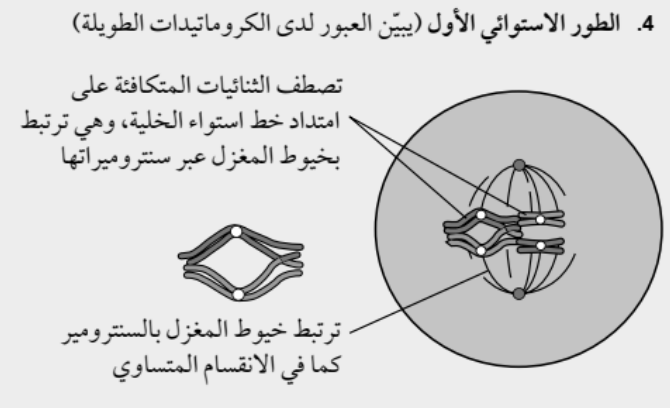
قد يحدث عبور بين الكروماتيدات.

تختفي النوية كما في الانقسام المتساوي.

تظهر خيوط المغزل في نهاية الطور التمهيدي الأول.

بداية الطور التمهيدي الأول	منتصف الطور التمهيدي الأول	نهاية الطور التمهيدي الأول
١-تتكثف الكروموسومات وتصبح مرئية ويكون كل كروموسوم قد تمّ نسخه في الطور Sمن الطور البيني، ويصبح كل كروموسوم مكوّنًا من كروماتيدَين «شقيقَين» متطابقين يرتبطان معًا بواسطة السنترومير	١ - تتجمع الكروموسومات المتماثلة بشكل مزدوج. تسمى هذه العملية التشابك وتصطف وتترتب في أزواج متماثلة ويسمّى كل زوج من الكروموسومات المتماثلة الثنائيات المتكافئة ٢-ينتقل الجسمان المركزيان إلى قطبي الخلية ويبدأ تكوين خيوط المغزل من الأنيبيبات الدقيقة، لترتبط بالسنترومير في أزواج الكروموسومات	١ - يكون الكروموسومان في الثنائيات المتكافئة متقاربَين جدًا. بحيث يتقاطع الكروماتيدان غير الشقيقَين المتقابلان في نقطة تقاطع تسمى كيازما .يوجد غالبًا كيازما واحدة، ولكن قد توجد أكثر من كيازما. في كل زوج من الكروموسومات تساعد الكيازماتا على بقاء الكروموسومات مرتبطة معًا في أزواج عند انتقالها عبر الطور الاستوائي الأول. وقد ينكسر جزء من كروماتيد أحد الكروموسومات وينفصل عنه ليرتبط مع الكروماتيد غير الشقيق من الكروموسوم المتماثل الآخر بما يسمّى عملية العبور ٢ - يتفكك الغلاف النووي وتختفي النوية

2.الطور الاستوائي الأول:



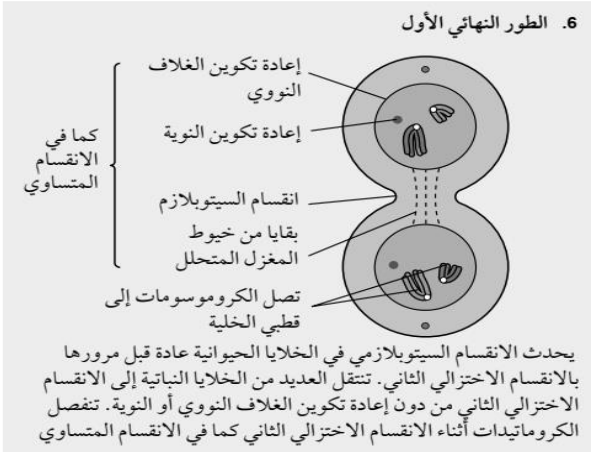
- تصطف الثنائيات المتكافئة على امتداد خط استواء الخلية، وهي ترتبط بخيوط المغزل عبر سنترومير اتها.
- الكروموسومات المتماثلة لكل ثنائية متكافئة تبقى مترابطة عند الكيازماتا.
- ترتبط خيوط المغزل بالسنترومير كما في الانقسام المتساوي.

3.الطور الانفصالي الأول:-

- تنفصل الكروموسومات المتماثلة وتتجه كاملة باتجاه القطبين المتقابلين للخلية .
- حيث تسحب السنترومير ات أولًا بفعل تَقصّر الأُنيبيبات الدقيقة لخيوط المغزل.
- لا تنقسم السنترومير ات هنا على عكس ما يحدث في الانقسام المتساوي.

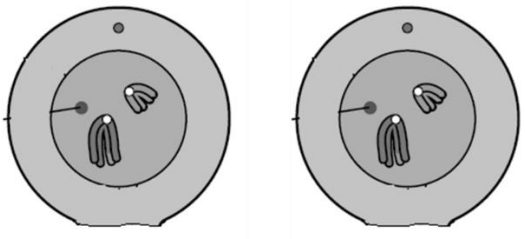
4.الطور النهائي الأول :

- إعادة تكوين الغلاف النووي.
- إعادة تكوين النوية.
- انقسام السيتوبلازم.
- تصل الكروموسومات إلى قطبي الخلية.
- يحدث الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية عادة قبل مرورها بالانقسام الاختزالي الثاني.



ملاحظة/ تنتقل العديد من الخلايا النباتية إلى الانقسام الاختزالي الثاني من دون إعادة تكوين الغلاف النووي أو النوية.

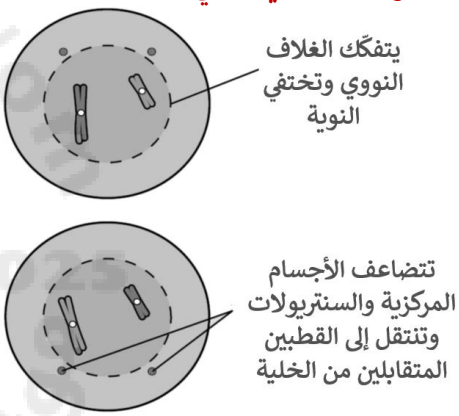
انقسام السيتوبلازم:



- ينقسم السيتوبلازم عادة إلى قسمَين، مكوّنًا خليتَين كاملتَين في كل منهما عدد أحادي من الكروموسومات.

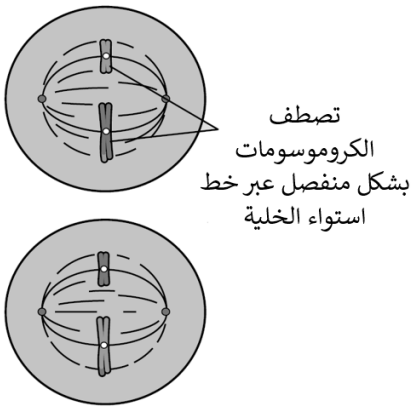
ثانيا: مرحلة الانقسام الاختزالي الثاني:

1.الطور التمهيدي الثاني:



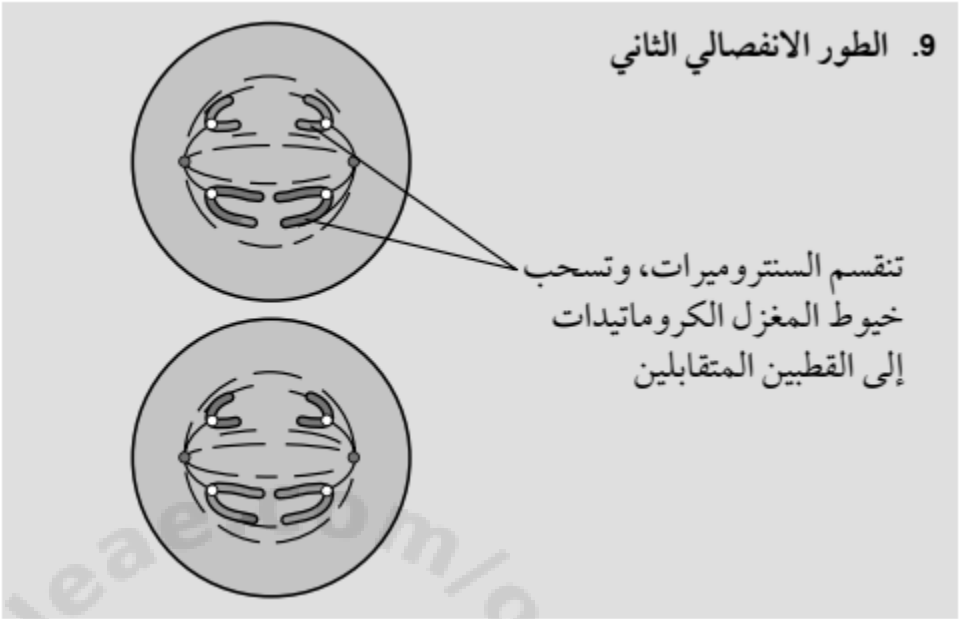
- يتفكّك الغلاف النووي.
- وتختفي النوية.
- تتضاعف الأجسام المركزية والسنتريولات وتنتقل إلى القطبين المتقابلين من الخلية.

2.الطور الاستوائي الثاني:



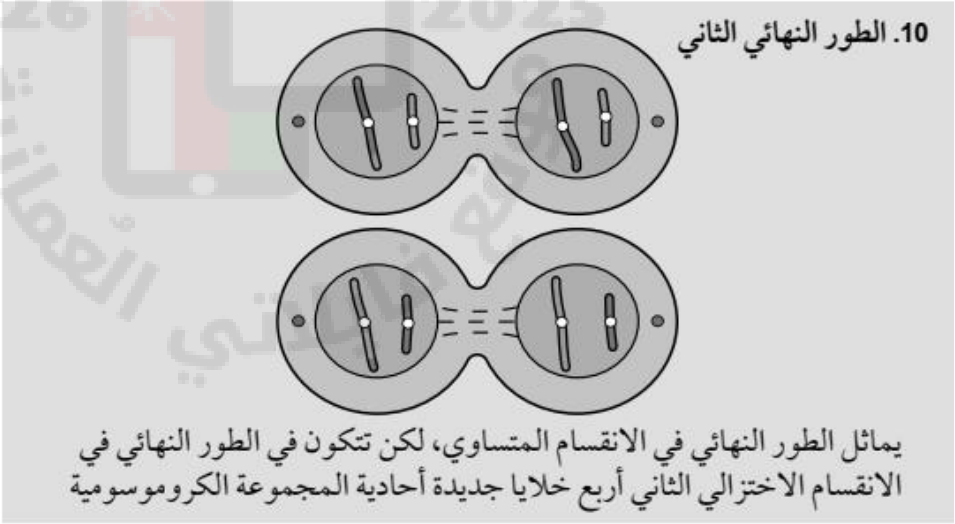
- تصطف الكروموسومات بشكل منفصل عبر خط استواء الخلية وترتبط بخيوط المغزل بواسطة السنترومير.

3.الطور الانفصالي الثاني:



- تنقسم السنترومیرات، وتسحب خیوط المغزل الکروماتیدات إلى القطبین المتقابلین.

4.الطور النهائي الثاني:

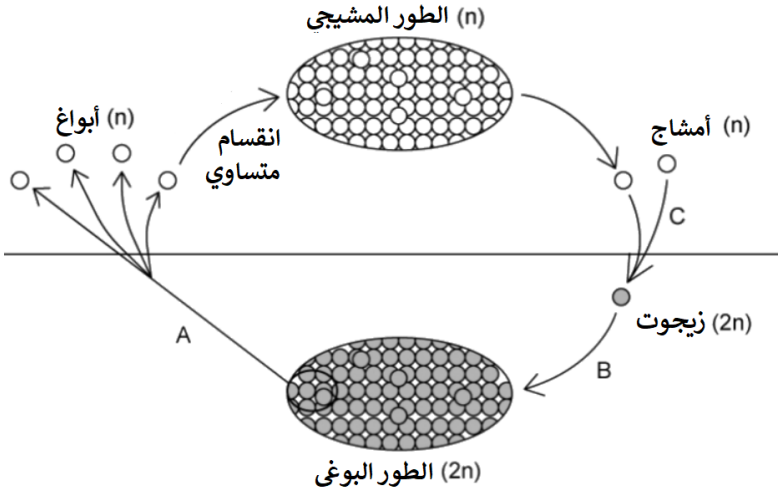


- یماثل الطور النهائي في الانقسام المتساوي، لکن تتکون في الطور النهائي في الانقسام الاختزالي الثاني أربع خلایا جدیدة أحادیة المجموعة الکروموسومیة.
- إعادة تکوین الغلاف النووي.
- إعادة تکوین النویة.

الانقسام السیتوبلازمي :

- تنتج اربع خلایا أحادیة المجموعة الکروموسومیة
- الخلایا الناتجة غیر متطابقة جینیا
- الانقسام الاختزالي یؤدي الى حدوث التباین الجیني

11.يوضح الشكل دورة حياة نبات السرخس:



أ.اشرح ما يشير إليه مصطلح 1n في الشكل؟

الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (تحتوي على نصف العدد الطبيعي للكروموسومات).

ب.حدد نوع الانقسام للخلايا المشار اليه بالحروف :

A : انقسام اختزالي.

B : انقسام متساوي.

12.يوضح الشكل الخلايا R و S التي تمر بانقسامين خلويين مختلفين.

الخلية R الخلية S

أ.سمّ التراكيب K و.M ؟

M خيط المغزل

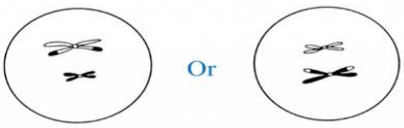
K كروماتيد

ب.سمّ الطور في مرحلة انقسام الخلايا R و.S ؟

S استوائي أول (الانقسام الاختزالي الأول)

R الاستوائي (انقسام متساوي)

ج. تخضع الخلية S للانقسام الاختزالي الأول وتنتج خليتين. أكمل الشكل برسم سلوك الكروموسومات في إحدى الخلايا الناتجة ؟



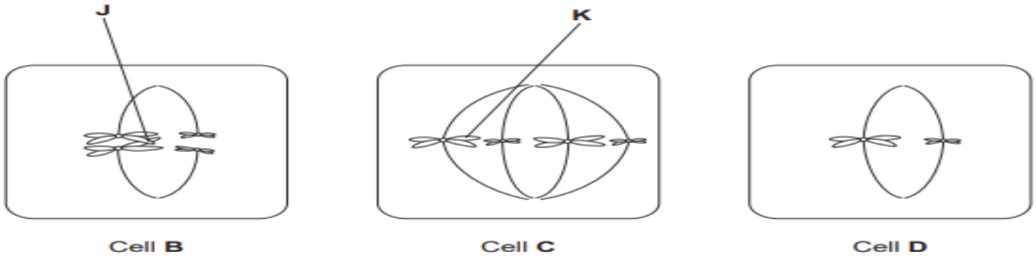
د. قم بتسمية عضو واحد حيث توجد الخلية S ؟ المبيض أو الخصية

هـ. عدد الكروموسومات في الخلية الجسدية للذبابة هو 12.

اذكر عدد الكروموسومات في الخلية الناتجة في نهاية نوع الانقسام الخلوي كما هو موضح بالخلية S.؟

6 كرموسوم

13. الشكل يُظهر ثلاث خلايا، B وC وD، من أنسجة في نفس الكائن الحي. كل خلية هي في مرحلة الانقسام المتساوي أو الانقسام الاختزالي



أ.ضع علامة√ في المربع حيث العبارة صحيحة .

	الخلية B	الخلية C	الخلية D
وجود كرموسومات متماثلة	√		
مرحلة من الانقسام المتساوي		√	

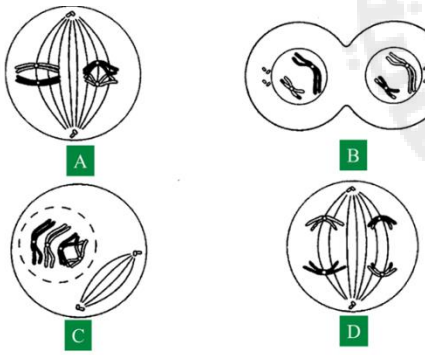
ب.صف واشرح سلوك الكروموسوم K في الخلية C

تصطف الكروموسومات بشكل منفصل عبر خط استواء الخلية وترتبط بخيوط المغزل بواسطة السنترومير.

ج.اشرح ما يحدث عند النقطة J في الخلية B.

حدوث عملية العبور يمكن لأجزاء من كروماتيد على كروموسوم في الثنائيات المتكافئة أن تتبادل أماكنها مع أجزاء مكافئة من كروماتيد الكروموسوم الآخر

14. يوضح الشكل احدى مراحل الانقسام الاختزالي.



أ. اذكر نوع انقسام الخلية ؟ الاختزالي الأول

ب.رتب أطوار انقسام الخلية في الشكل بالتسلسل الصحيح.

C ➔A➔D➔B

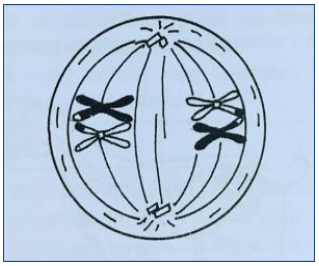
ج.اشرح سلوك الكروموسومات في المرحلة C.

تتكثف الكروموسومات وتصبح مرئية وتصطف وتترتب في أزواج متماثلة ويسمّى كل زوج من الكروموسومات المتماثلة الثنائيات المتكافئة

حدوث عملية العبور يمكن لأجزاء من كروماتيد على كروموسوم في الثنائيات المتكافئة أن تتبادل أماكنها مع أجزاء مكافئة من كروماتيد الكروموسوم الآخر

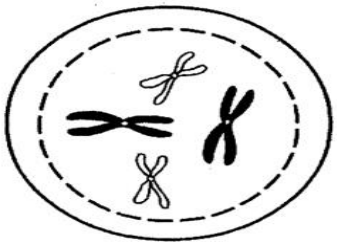
د.اذكر إحدى أهمية سلوك الكروموسومات في B؟ تؤدي إلى التباين الجيني

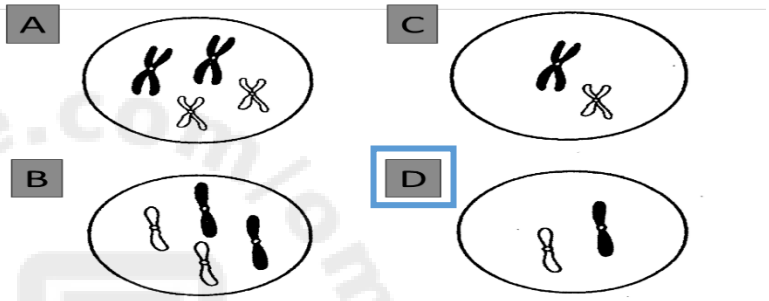
15- يوضح الشكل الآتي الطور الاستوائي الأول للانقسام الإختزالي في خلية حيوانية.
ما عدد الكروموسومات في المشيج بعد أن تكمل الخلية انقسامها؟



- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2

16 -يوضح الشكل انقسام الخلايا في العضو التناسلي للحيوان
الشكل الصحيح الذي يوضح الأمشاج الناتجة في نهاية الانقسام ؟





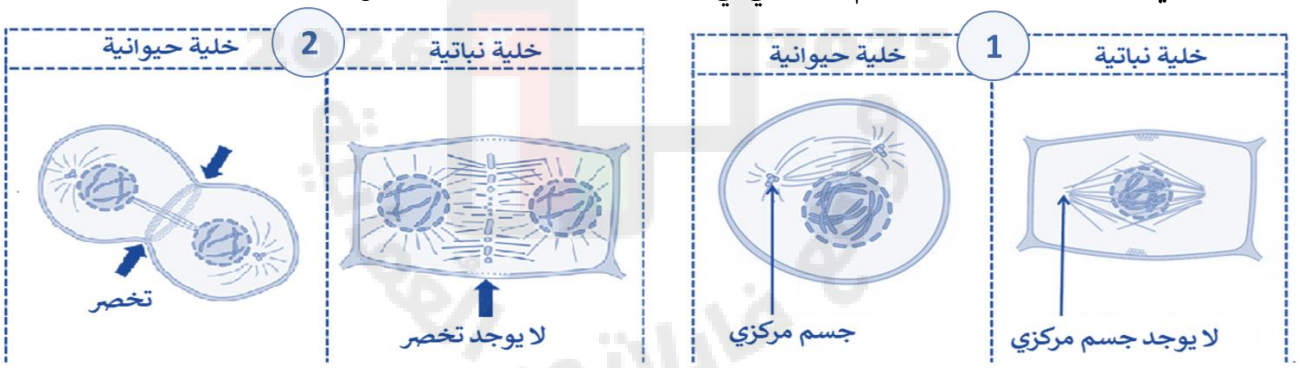
17. رتب مراحل الانقسام الاختزالي ثم زاوج بين اسم الطور وأحداث الطور المناسب.

التسلسل	اسم الطور	أحداث الطور
3	الانفصالي الأول	تنقسم السنترومیرات وتسحب خیوط المغزل الکروماتیدات إلى قطبَي الخلية
6	الاستوائي الثاني	تصل الکروماتیدات إلى قطبَي الخلية ویتکوّن حولها الغلاف النووي
1	التمهيدي الأول *	تصطف أزواج الکروموسومات المتماثلة على خط استواء الخلية
4	النهائي الأول	تصطف الکروموسومات المفردة، والتي یتکوّن کل منها من زوج من الکروماتیدات المرتبطة معًا بواسطة السنترومیر، على خط استواء الخلية
5	التمهيدي الثاني	تنفصل الکروموسومات المتماثلة وتسحب إلى قطبَي الخلية بواسطة خیوط المغزل
8	النهائي الثاني	تکوّن الکروموسومات مجموعات على کلا جانبَي الخلية ویمکن أن یتکوّن الغلاف النووي
2	الاستوائي الأول *	تتکثف الکروموسومات وتصبح مرئية، وتزدوج الکروموسومات المتماثلة لتکوّن الثنائيات المتکافئة
7	الانفصالي الثاني	یتفکك الغلاف النووي، وتصبح الکروموسومات المفردة مرئية

18. أكمل الجدول أدناه للمقارنة بين الانقسام المتساوي والانقسام الاختزالي.

العبارة	الانقسام المتساوي	الانقسام الاختزالي
يمكن أن ينتج خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية من خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية	✓	✗
يمكن أن ينتج خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية من خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية	✗	✓
يمكن أن ينتج خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية من خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية	✓	✗
يمكن أن يحدث فقط في خلية تحتوي على عدد زوجي من الكروموسومات	✗	✓
ينتج خلايا جديدة متطابقة جينيًّا	✓	✗
يتضمن توزيعًا حرًا للكروموسومات	✗	✓
يتضمن عبورًا بين كروماتيدات الكروموسومات المتماثلة	✗	✓
يحدث أثناء تكوين الأمشاج	✓	✓
يحدث في الأمشاج	✗	✗
يحدث في الزيجوت	✓	✗

19. صف أي الاختلافات بين الانقسام الاختزالي في الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية؟



3 تنتقل العديد من الخلايا النباتية إلى الانقسام الاختزالي الثاني من دون إعادة تكوين الغلاف النووي أو النوية.

20. سمّ طور الانقسام الاختزالي الذي يحدث فيه كل ممّا يأتي. اذكر ما إذا كان الطور يحدث أثناء الانقسام الاختزالي الأول أو أثناء الانقسام الاختزالي الثاني.

أ . تزدوج الكروموسومات المتماثلة لتكوين ثنائيات متكافئة. الطور التمهيدي الأول

ب. يحدث العبور بين كروماتيدات الكروموسومات المتماثلة. الطور التمهيدي الأول

ج. تنفصل الكروموسومات المتماثلة. الطور الانفصالي الأول

د. تنقسم السنتروميرات وتنفصل الكروماتيدات. الطور الانفصالي الثاني

هـ. تتشكل نوى أحادية المجموعة الكروموسومية لأول مرة. الطور النهائي الأول

21.الشكل الآتي يوضح كرموسومين :

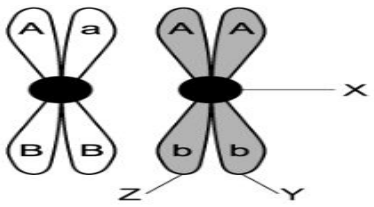


Fig. 2

أ.سمّ الأجزاء المشار إليها بالرمزين

X: السنترومير

Y : كروماتيد

ب.الجزأين Z , Y متماثلين . فسر سبب ذلك ؟

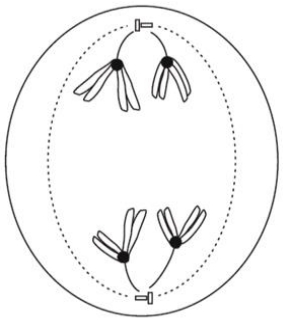
كروماتيدين متماثلين يحتويان على نفس الجينات في نفس المواقع ولهما نفس الشكل والحجم بسبب تضاعف الDNA في الطور s قبل الإنقسام

ج. خلال مراحل الانقسام الاختزالي الكرموسومات المتماثلة في الشكل السابق تنفصل عن بعضها .

سمّ الطور الذي يحدث خلاله ذلك ؟

الطور الانفصالي الأول

22.يوضح الشكل خلية تمر بالانقسام الخلوي.



أ. سمّ الطور ومرحلة انقسام الخلية الموضحة مع تقديم الأدلة من الرسم لدعم إجابتك

الطور الانفصالي الأول (مرحلة الانقسام الاختزالي الأول) والدليل تنفصل أزواج الكروموسومات المتماثلة وتتجه الكروموسومات كاملة باتجاه القطبين المتقابلين للخلية (لا ينفصل الكروماتيدين ولا ينقسم السنترومير) ،حيث تسحب السنتروميرات أولًا بفعل تَقصّر الأُنيبيبات الدقيقة لخيوط المغزل.

ب.صف كيف يحدث العبور أثناء الانقسام الاختزالي الأول

يمكن لأجزاء من كروماتيد على كروموسوم في الثنائيات المتكافئة أن تتبادل أماكنها مع أجزاء مكافئة من كروماتيد الكروموسوم الآخر (يتقاطع الكروماتيدان غير الشقيقَين المتقابلان في نقطة تقاطع تسمى كيازما وقد ينكسر جزء من كروماتيد أحد الكروموسومات وينفصل عنه ليرتبط مع الكروماتيد غير الشقيق من الكروموسوم المتماثل الآخر)

23.قارن بين الانقسام المتساوي والمرحلة الأولى من الانقسام الاختزالي الموضح في الشكل باكمال الجدول .

الانقسام المتساوي	المرحلة الأولى من الانقسام الاختزالي
عملية العبور لا تحدث	عملية العبور تحدث
المجموعة الكرموسومية للخلايا الناتجة 2n	المجموعة الكرموسومية للخلايا الناتجة 1n
انفصال الكروماتيدات الشقيقة	انفصال أزواج الكروموسومات المتماثلة
الانقسام متساوي	الانقسام منصف
نوع الخلايا التي يحدث فيها جسدية	نوع الخلايا التي يحدث فيها تناسلية
خصائص الخلايا الناتجة متطابقة جينيا	خصائص الخلايا الناتجة مختلفة جينيا

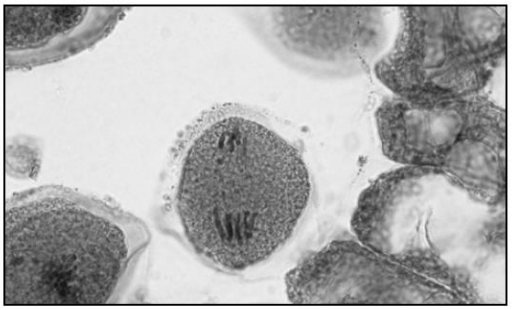
24.قارن بين الانقسام المتساوي والمرحلة الثانية من الانقسام الاختزالي الموضح في الشكل باكمال الجدول أدناه.

وجه المقارنة	الانقسام المتساوي	المرحلة الثانية من الانقسام الاختزالي
المجموعة الكروموسومية للخلايا المنقسمة	2n	1n
عدد الخلايا الناتجة	2	4
المجموعة الكروموسومية للخلايا الناتجة	2n	1n
نوع الخلايا الناتجة	خلايا جسدية	أمشاج
خصائص الخلايا الناتجة	متطابقة جينيا	غير متطابقة جينيا

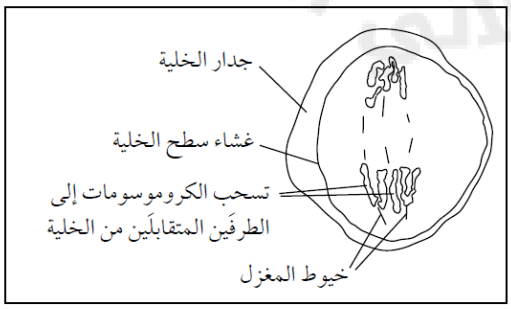
25.قارن بين المرحلة الأولى والمرحلة الثانية من الانقسام الاختزالي .

المرحلة الأولى	المرحلة الثانية
تبدأ بخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية وتنتهي بخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية	تبدأ بخلية أحادية المجموعة الكروموسومية وتنتهي بخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية
انقسام منصف	انقسام متساوي
انفصال أزواج الكروموسومات المتماثلة	انفصال الكروماتيدات الشقيقة
حدوث عملية العبور	عدم حدوث عملية العبور
مدة طويلة	مدة قصيرة
تنتهي بتكوين خليتين	تنتهي بتكوين ٤ خلايا
تسبقها مرحلة S (تضاعف DNA)	لا تسبقها مرحلة S

26.يرسم ويسمي ترتيب الكروموسومات كما ترى في صور مجهرية ضوئية ورسوم تخطيطية للانقسام الاختزالي.

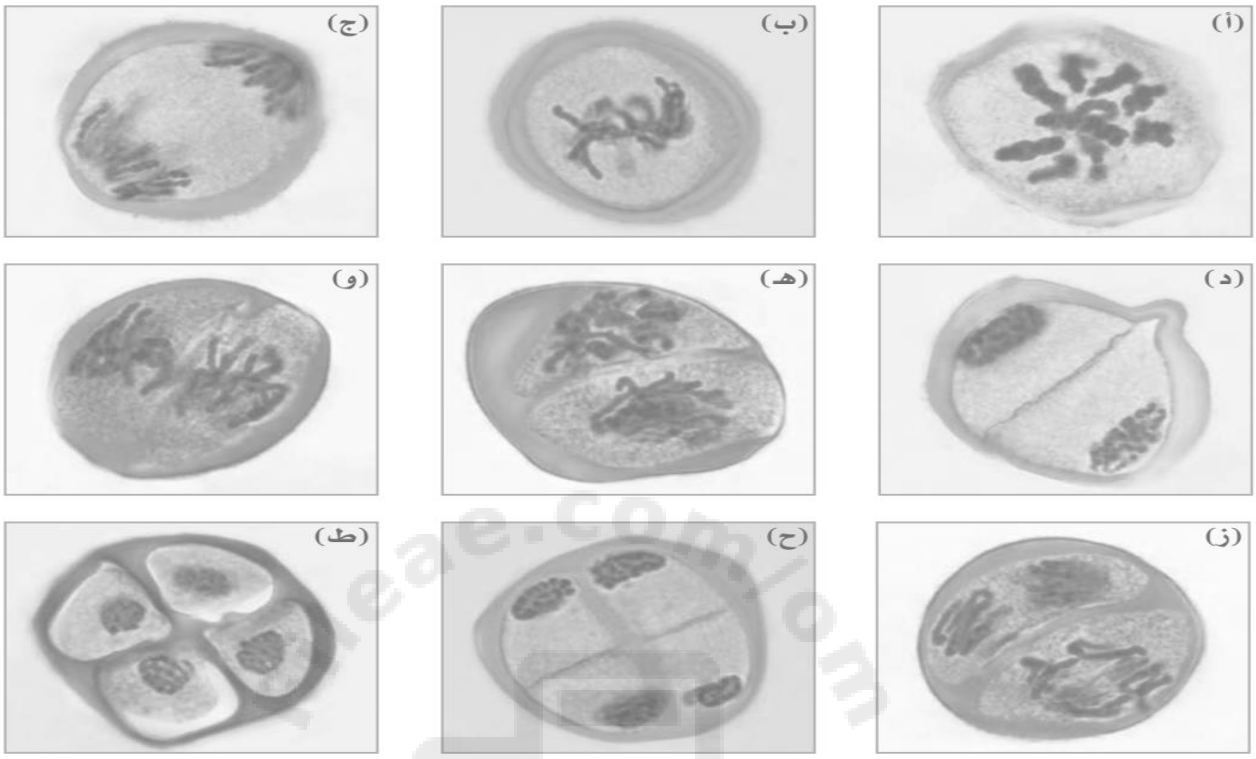


الصورة ٢-٣: صورة مجهرية ضوئية تبيّن خلايا في الطور الانفصالي الأول من الانقسام الاختزالي.



الشكل ٢-١: رسم تخطيطي يبيّن خلية في الطور الانفصالي الأول من الانقسام الاختزالي.

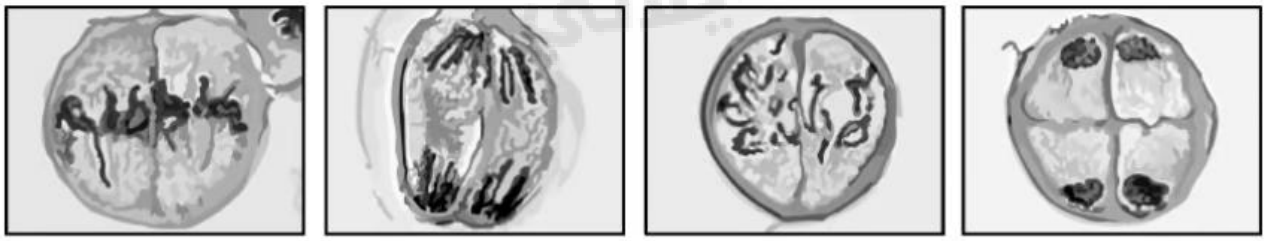
27.يحدّد ويسمي أطوار الانقسام الاختزالي كما ترى في الصور المجهرية الضوئية .



الصورة ٢ – ٤ صور مجهرية ضوئية لأطوار الانقسام الاختزالي في متك الزنبق، x400: (أ) الطور التمهيدي الأول، (ب) الطور الاستوائي الأول،(ج) الطور الانفصالي الأول، (د) الطور النهائي الأول، (هـ) الطور التمهيدي الثاني (و) الطور الاستوائي الثاني (ز) الطور الانفصالي الثاني (ح) الطور النهائي الثاني (ط) الانقسام السيتوبلازمي.

28.يفسر الصور المجهرية الضوئية للخلايا في مراحل الانقسام الاختزالي المختلفة ويحدد الأطوار الرئيسية للانقسام الاختزالي.

يوضح الشكل صور مجهرية للخلايا التي تمر بالانقسام الاختزالي.



أ.حدد مرحلة الانقسام الموضح في الشكل؟

الانقسام الاختزالي الثاني

ب.حدد أطوار الانقسام الموضحة في الشكل؟

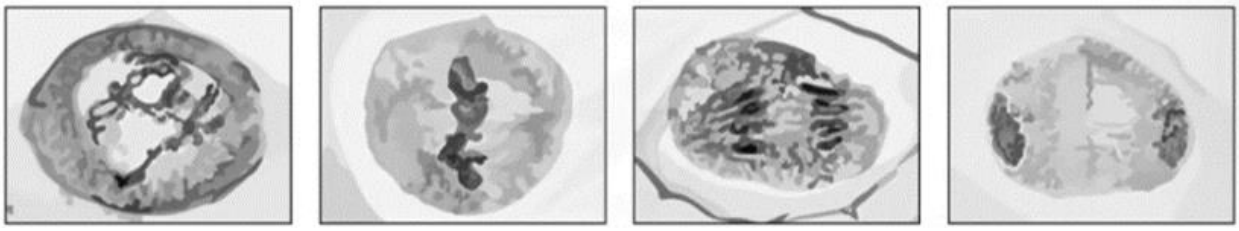
A : الاستوائي الثاني

B : الانفصالي الثاني

C : التمهيدي الثاني

D : النهائي الثاني

29.يوضح الشكل صور مجهرية للخلايا التي تمر بالانقسام الاختزالي.



A B C D

أ.حدد مرحلة الانقسام الموضح في الشكل؟

الانقسام الاختزالي الأول / الانقسام الاختزالي I

ب.اكتب مسميات الاطوار :

A : الطور التمهيدي الأول

D : الطور النهائي الأول

ج.صف سلوك الكروموسوات في الأطوار:

B : الاستوائي الأول:

- تصطف الثنائيات المتكافئة على امتداد خط استواء الخلية، وهي ترتبط بخيوط المغزل عبر سنترومیراتها
- الكروموسومات المتماثلة لكل ثنائية متكافئة تبقى مترابطة عند الكيازماتا.
- ترتبط خيوط المغزل بالسنترومير كما في الانقسام المتساوي.

C : الانفصالي الأول:

- تنفصل الكروموسومات المتماثلة وتتجه كاملة باتجاه القطبين المتقابلين للخلية .
- حيث تسحب السنترومیرات أولًا بفعل تَقصّر الأُنيبيبات الدقيقة لخيوط المغزل.
- لا تنقسم السنترومیرات هنا على عكس ما يحدث في الانقسام المتساوي.

30.يشرح أن عملية العبور والاصطفاف العشوائي (التوزيع الحر) لأزواج الكروموسومات المتماثلة والكروماتيدات غير الشقيقة أثناء الانقسام الاختزالي تؤدي إلى تكوين أمشاج مختلفة جينيا، مع الإشارة إلى الأليلات والارتباط والموقع الكروموسومي

اشرح العمليات التي تؤدي إلى انتاج أمشاج مختلفة جينيا؟

1-عملية العبور :

- تحدث أثناء الطور التمهيدي الأول من الانقسام الاختزالي.
- يكون الكروموسومان في الثنائيات المتكافئة متقاربَين جدا بحيث يتقاطع الكروماتيدان غير الشقيقين المتقابلان في نقطة تقاطع تسمى(كيازما)يمكن لأجزاء من كروماتيد على كروموسوم في الثنائيات المتكافئة أن تتبادل أماكنها مع أجزاء مكافئة من كروماتيد الكروموسوم الآخر(تبادل بين كروماتيدين غير شقيقين).
- يؤدي إلى تبادل مواقع الأليلات على الكروموسومات وتغير تركيب أليلات جين أو أكثر على الكروموسوم، وبالتالي اختلاف التركيب الإجمالي للأليلات على ذلك الكروموسوم مما يؤدي إلى حدوث تباين جيني بين الأمشاج الناتجة من الفرد.

2-التوزيع الحر (الاصطفاف العشوائي):

- تحدث أثناء الطور الاستوائي الأول من الانقسام لاختزالي الأول.
- الكروموسومات قد ازدوجت(ثنائيات متكافئة)، ليتم سحبها في هذا الطور إلى خط استواء الخلية بواسطة خيوط المغزل وتصطف عشوائيًا بحيث يمكن لأي كروموسوم في كل زوج أن يتّجه إلى أي قطب في الخليةوليس لاتجاه أحد الأزواج تأثير على اتجاه أي زوج آخر.
- ينتج من الاصطفاف العشوائي للثنائيات المتكافئة العديد من تراكيب الكروموسومات المختلفة، وبالتالي العديد من تراكيب الأليلات المختلفة فيحدث تباين جيني بين الأمشاج الناتجة من الفرد.

31.يشرح أن الاندماج العشوائي للأمشاج عند الإخصاب يؤدي إلى تكوين أفراد مختلفين جينيا

اشرح العملية التي تؤدي إلى أفراد مختلفين جينيا:

الإخصاب العشوائي/ الاندماج العشوائي (اندماج الأمشاج عشوائيا أثناء الإخصاب)

- أي مشيج ذكري يمكن أن يندمج مع أي مشيج أنثوي أثناء عملية الإخصاب.
- يكون الأفراد التي أنتجها التكاثر الجنسي مختلفين جينيا ، إذ سيكون لديهم بالتأكيد تراكيب مختلفة من الأليلات (تباين جيني بين أفراد الكائنات الحية الناتجة).

32-تحدث عملية العبور أثناء الطور التمهيدي الأول.

أ.صف عملية العبور ا ؟

يكون الكروموسومان في الثنائيات المتكافئة متقاربَين جدا بحيث يتقاطع الكروماتيدان غير الشقيقين المتقابلان في نقطة تقاطع تسمى(كيازما)يمكن لأجزاء من كروماتيد على كروموسوم في الثنائيات المتكافئة أن تتبادل أماكنها مع أجزاء مكافئة من كروماتيد الكروموسوم الآخر(تبادل بين كروماتيدين غير شقيقين) أثناء الطور التمهيدي الأول من الإنقسام الإختزالي الأول.

ب.اشرح كيف يؤدي العبور إلى تكوين أمشاج مختلفة جينيا؟

يؤدي إلى تبادل مواقع الأليلات على الكروموسومات وتغير تركيب أليلات جين أو أكثر على الكروموسوم، وبالتالي اختلاف التركيب الإجمالي للأليلات على ذلك الكروموسوم مما يؤدي إلى حدوث تباين جيني بين الأمشاج الناتجة من الفرد.

33- الشكل الاتي يوضح أحد العمليات تحدث خلال الانقسام الاختزالي تؤدي إلى التباين الجيني.

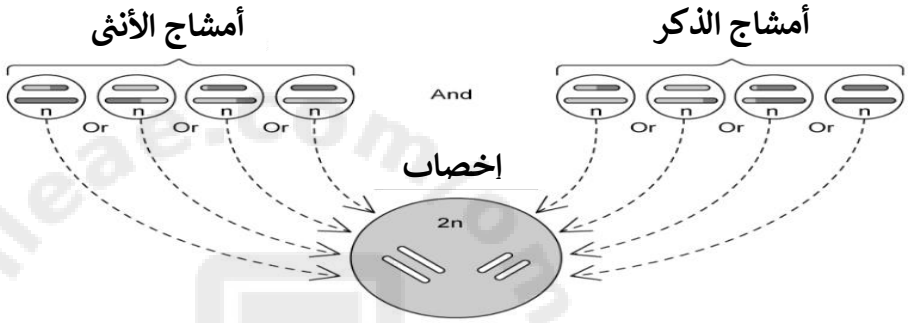
أ.أذكر اسم العملية التي يوضحها الشكل والتي تؤدي إلى التباين الجيني موضحا في أي طور تحدث خلال الانقسام الاختزالي ؟

التوزيع الحر أثناء الطور الاستوائي الأول من الانقسام لاختزالي الأول

ب.صف التوزيع الحر للكروموسومات:
أزواج الكروموسومات المتماثلة (الثنائيات المتكافئة) يتم سحبها في الطور الإستوائي الأول إلى خط استواء الخلية بواسطة خيوط المغزل وتصطف عشوائيًّا بحيث يمكن لأي كروموسوم في كل زوج أن يتّجه إلى أي قطب في الخلية وليس لاتجاه أحد الأزواج تأثير على اتجاه أي زوج آخر فيؤدي إلى إنتاج تراكيب جينية مختلفة من الأليلات في الخلايا الناتجة بسبب الاصطفاف العشوائي للثنائيات المتكافئة.

ج.اشرح كيف تؤدي هذه العملية إلى تكوين أمشاج مختلفة جينيا؟
ينتج من الاصطفاف العشوائي للثنائيات المتكافئة العديد من تراكيب الكروموسومات المختلفة، وبالتالي العديد من تراكيب الأليلات المختلفة فيحدث تباين جيني بين الأمشاج الناتجة من الفرد

34-الشكل الآتي يوضح اتحاد الأمشاج خلال عملية الأخصاب .



أ.اذكر أثنين من العمليات أدت إلى تكوين الأمشاج الثمانية بأليلات مختلفة ؟
العبور والتوزيع الحر

ب.ما نتيجة حدوث اندماج عشوائي بين أي من أمشاج الذكر مع أمشاج الأنثى ؟
تباين جيني بين أفراد الكائنات الحية الناتجة.

ج. اشرح المقصود بالاندماج العشوائي للأمشاج؟
أي مشيج ذكري يمكن أن يندمج مع أي مشيج أنثوي أثناء عملية الإخصاب، يكون الأفراد التي أنتجها التكاثر الجنسي مختلفين جينيا ، يكون لديهم تراكيب مختلفة من الأليلات (تباين جيني بين أفراد الكائنات الحية الناتجة)

35-يزيد الانقسام الاختزالي من التباين الجيني من خلال العبور والتوزيع الحر.
في أي مرحلة من الانقسام الاختزالي تحدث عملية العبور ؟

- ☐ الطور التمهيدي الأول
- ☐ الطور التمهيدي الثاني
- ☐ الطور الإستوائي الثاني
- ☐ الطور النهائي الثاني

36- يزيد الانقسام الاختزالي من التباين الجيني من خلال العبور والتوزيع الحر.
في أي مرحلة من الانقسام الاختزالي يحدث التوزيع الحر ؟

- ☐ الطور الإستوائي الأول
- ☐ الطور التمهيدي الثاني
- ☐ الطور الإستوائي الثاني
- ☐ الطور النهائي الثاني

37.الانقسام الاختزالي سمة مهمة للتكاثر الجنسي.
أي من العمليات التالية تحدث أثناء الإنقسام الاختزالي وتساهم في التباين الوراثي في النسل؟

1. العبور
2. الطفرة الجينية
3. الاخصاب العشوائي

- ☐ 1،2،3
- ☐ 1،2 فقط
- ☐ 2 ، 3 فقط
- ☐ 1 فقط

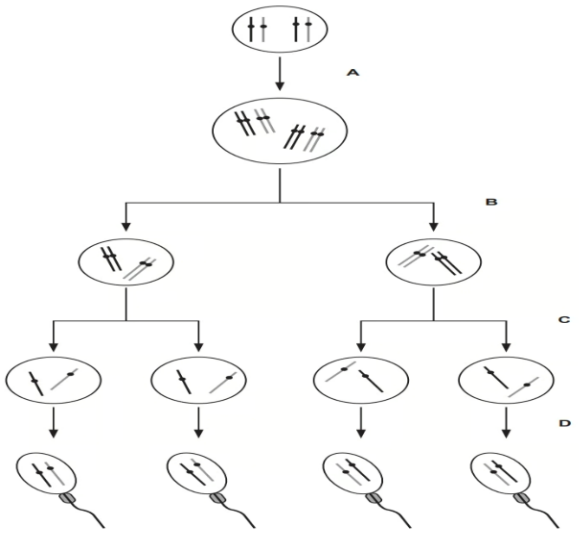
38.عدد الكروموسومات 1n في الكوالا يساوي 8 .
يساهم التوزيع الحر للكروموسومات أثناء الانقسام الاختزالي في التباين الجيني في الأمشاج.
كم عدد الأمشاج المختلفة جينيا التي يمكن لفرد واحد انتاجها اذا كان التوزيع الحر هو المصدر الوحيد للتنوع الجيني؟

- ☐ 64
- ☐ 128
- ☐ 256 $256=2^8$
- ☐ 512

39.ينتج الانقسام الاختزالي أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.
في أي طور من الانقسام الاختزالي تتشكل النوى أحادية المجموعة الكروموسومية لأول مرة؟

- ☐ الانفصالي الثاني
- ☐ النهائي الأول
- ☐ النهائي الثاني
- ☐ الانقسام السيتوبلازمي

40.تتشكل خلايا الحيوانات المنوية في الحيوانات من خلال عملية تعرف باسم تكوين الحيوانات المنوية كما هو موضح في الشكل .
ثلاث مراحل من الانقسام الاختزالي مذكورة ادناه.



قم بمطابقة كل مرحلة من مراحل الانقسام الاختزالي بالحرف الموجود في الشكل .
-الطور الاستوائي الأول B
-الطور النهائي الثاني C
-الطور الانفصالي الاول B

41.عرف المصطلحات الآتية:

أ. الأليل: شكل من أشكال الجين

ب. الموقع الكروموسومي: موقع الجين على الكروموسوم

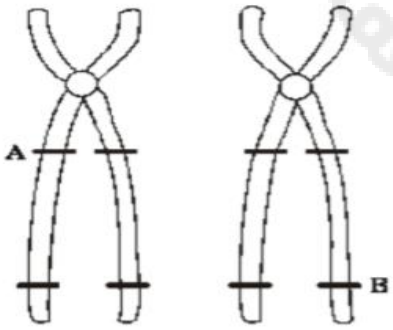
ج.التوزيع الحر: إنتاج تراكيب جينية مختلفة من الأليلات في الخلايا الناتجة بسبب الاصطفاف العشوائي للثنائيات المتكافئة على خط استواء الخلية أثناء الطور الاستوائي الأول من الانقسام الاختزالي

42.اشرح كيف يحدث التباين الجيني من خلال المقارنة بين أسباب وتأثيرات مصادر التباين المختلفة .

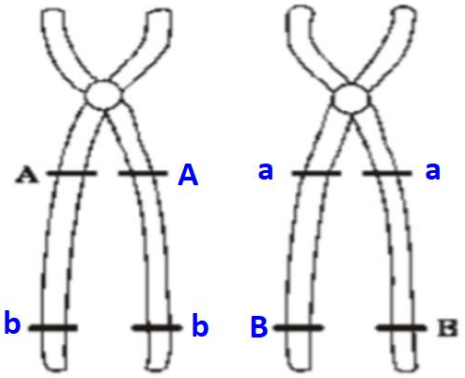
مصدر التباين الجيني	كيف يسبب التباين؟	التأثير
العبور أثناء الطور التمهيدي الأول من الانقسام الاختزالي	تغيّر تركيب أليلات جين أو أكثر على الكروموسوم، وبالتالي التركيب الإجمالي للأليلات على ذلك الكروموسوم	تباين جيني بين الأمشاج الناتجة من الفرد
التوزيع الحر أثناء الطور الاستوائي الأول من الانقسام الاختزالي	ينتج من الاصطفاف العشوائي للثنائيات المتكافئة العديد من تراكيب الكروموسومات المختلفة، وبالتالي العديد من تراكيب الأليلات المختلفة	تباين جيني بين الأمشاج الناتجة من الفرد
اندماج الأمشاج عشوائيًا أثناء الإخصاب	يمكن أن يندمج أي مشيج ذكري مع أي مشيج أنثوي	تباين جيني بين أفراد الكائنات الحية الناتجة

43- زوجان من الأليلات A و B يوجدان على زوج واحد من الكروموسومات المتماثلة، شخص لديه الطراز الجيني AaBb

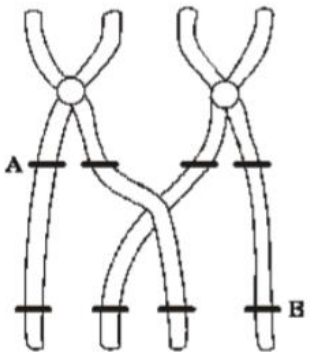
يوضح الشكل الكروموسومات في احد مراحل الإنقسام الإختزالي، مواقع الأليلين موضحة في الشكل



أ. أكمل الشكل السابق لاظهار الأليلات في المواقع الأخرى المشار اليها .



ب. حدثت عملية العبور كما هو موضح في الشكل الآتي:



1-ما هو المصطلح الذي يصف أزواج الكروموسومات المتماثلة الموضحة في الشكل السابق؟

ثنائيات متكافئة

2-حدد الطرز الجينية للأمشاج الناتجة التي تحتوي على كروماتيدات:

- لم يحدث بها عبور:

Ab و aB

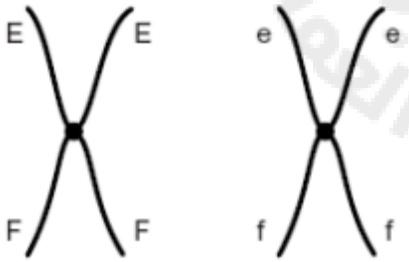
- حدث بها عبور:

ab ، AB

ج. اذكر عمليتان غير عملية العبور تؤدي إلى التباين الجيني ؟

التوزيع الحر – الإخصاب العشوائي

44-الشكل الاتي يوضح زوج من الكرموسومات (الثنائيات المتكافئة) أثناء الانقسام الاختزالي. والحروف تمثل الأليلات



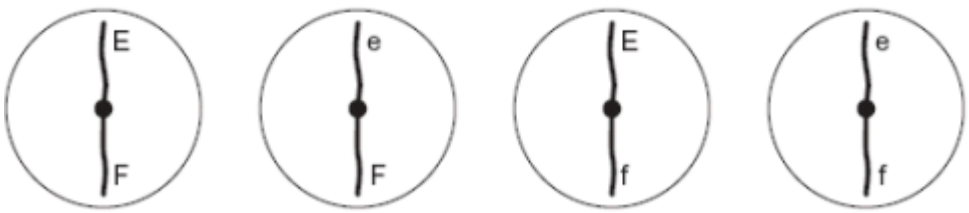
أ.ما المقصود بالأليل ؟

شكل من أشكال الجين

ب.صف أحد هذه الكروموسومات ؟

كروماتيدين متماثلين بسبب تضاعف ال DNA يرتبطان معا بواسطة السنترومير

ج. الخلية التي تحتوي على هذا الزوج من الكروموسومات انقسمت انقساما اختزاليا ويبين الشكل 2 توزيع الكروموسومات من هذا الزوج في أربعة من الأمشاج المنتجة.



تحتوي بعض الأمشاج التي تكونت أثناء الانقسام الاختزالي على مجموعات جديدة من الأليلات. اشرح كيف تكون الأمشاج التي تحتوي على الأليلات Ef وeF؟

بسبب حدوث عملية العبور يمكن لأجزاء من كروماتيد على كروموسوم في الثنائيات المتكافئة أن تتبادل أماكنها مع أجزاء مكافئة من كروماتيد الكروموسوم الآخر أثناء الطور التمهيدي الأول.

45.الشكل يظهر خلية تحتوي على ستة كروموسومات.تنتج هذه الخلية الأمشاج عن طريق الانقسام الاختزالي .

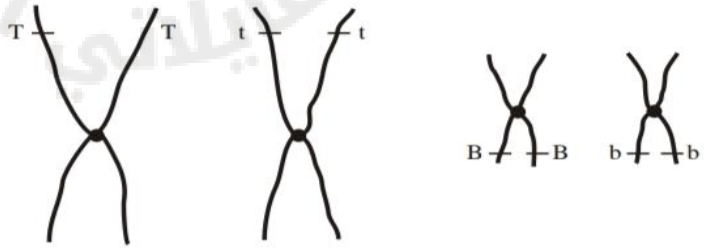
أ. ارسم مخططًا يوضح الكروموسومات في إحدى الأمشاج

ب.ما عدد أنواع الأمشاج المختلفة التي يمكن إنتاجها من هذه الخلية نتيجة ارتباط مجموعات مختلفة من كروموسومات الأم والأب؟ 8

46- ما هي الألیلات:

- ☐ زوج من الكروموسومات
- ☐ أشكال مختلفة لنفس الجين
- ☐ العدد الإجمالي للجينات الموجودة على الكروموسوم الواحد.
- ☐ جينات جنبا إلى جنب على نفس الكروموسوم

47- يوضح الشكل زوجان من الكروموسومات من خلية نباتية، الحروف تمثل الألیلات.



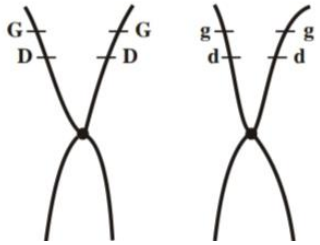
أ- اذكر جميع الطرز الجينية المختلفة للأمشاج المحتمل انتاجها من هذا النبات.

TB Tb tB tb

ب.يحتوي الكروموسوم الواحد على نسختين من الأليل T ، ما الذي يحدث أثناء الإنقسام الإختزالي ويؤدي الى احتواء الأمشاج الناتجة على نسخة واحدة فقط من الأليل T ؟

انفصال الكروماتيدات

ج.يوضح الشكل زوج آخر من الكروموسومات من نفس الخلية النباتية، يوضح الشكل عدد الأمشاج لكل طراز جيني ناتج من هذا النبات.



الطراز الجيني للأمشاج	GD	gd	Gd	gD
عدد الأمشاج	1096	1124	210	230

صف ما حدث خلال الإنقسام الإختزالي وأدى إلى انتاج تراكيب جديدة للأليلات Gd و gD ؟

عملية العبور بين G , D

بسبب حدوث عملية العبور يمكن لأجزاء من كروماتيد على كروموسوم في الثنائيات المتكافئة أن تتبادل أماكنها مع أجزاء مكافئة من كروماتيد الكروموسوم الآخر أثناء الطور التمهيدي الأول.

48.يشرح معنى المصطلحات:

سائد: الأليل السائد له التأثير نفسه على الطراز المظهري، سواء وجد أليل آخر أو لم يوجد

متنح: الأليل المتنحي يؤثر فقط في الطراز المظهري في غياب الأليل السائد.

سيادة مشتركة : يؤثر كل من أليلَي السيادة المشتركة في الطراز المظهري عند وجودهما معًا

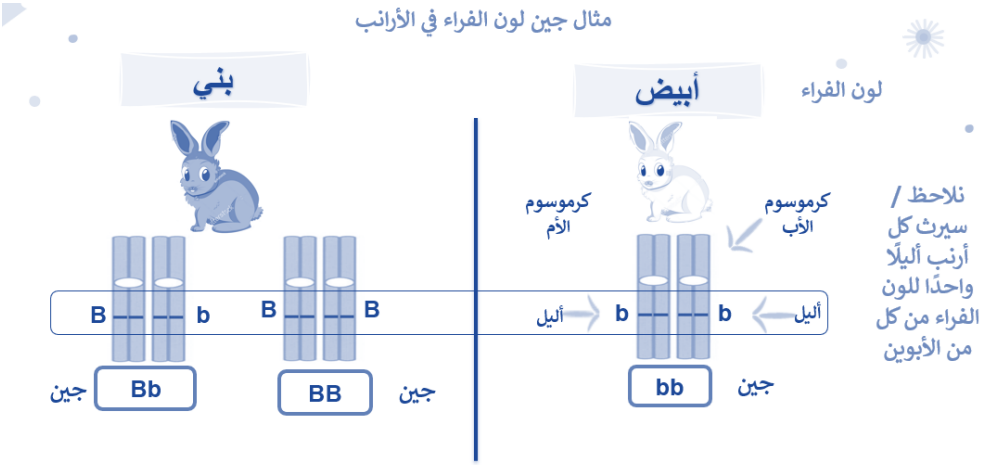
طراز مظهري: الصفات الملحوظة في الكائن الحي، وهي تتأثر بالجينات وبالبيئة

طراز جيني: الأليلات التي توجد في الكائن الحي

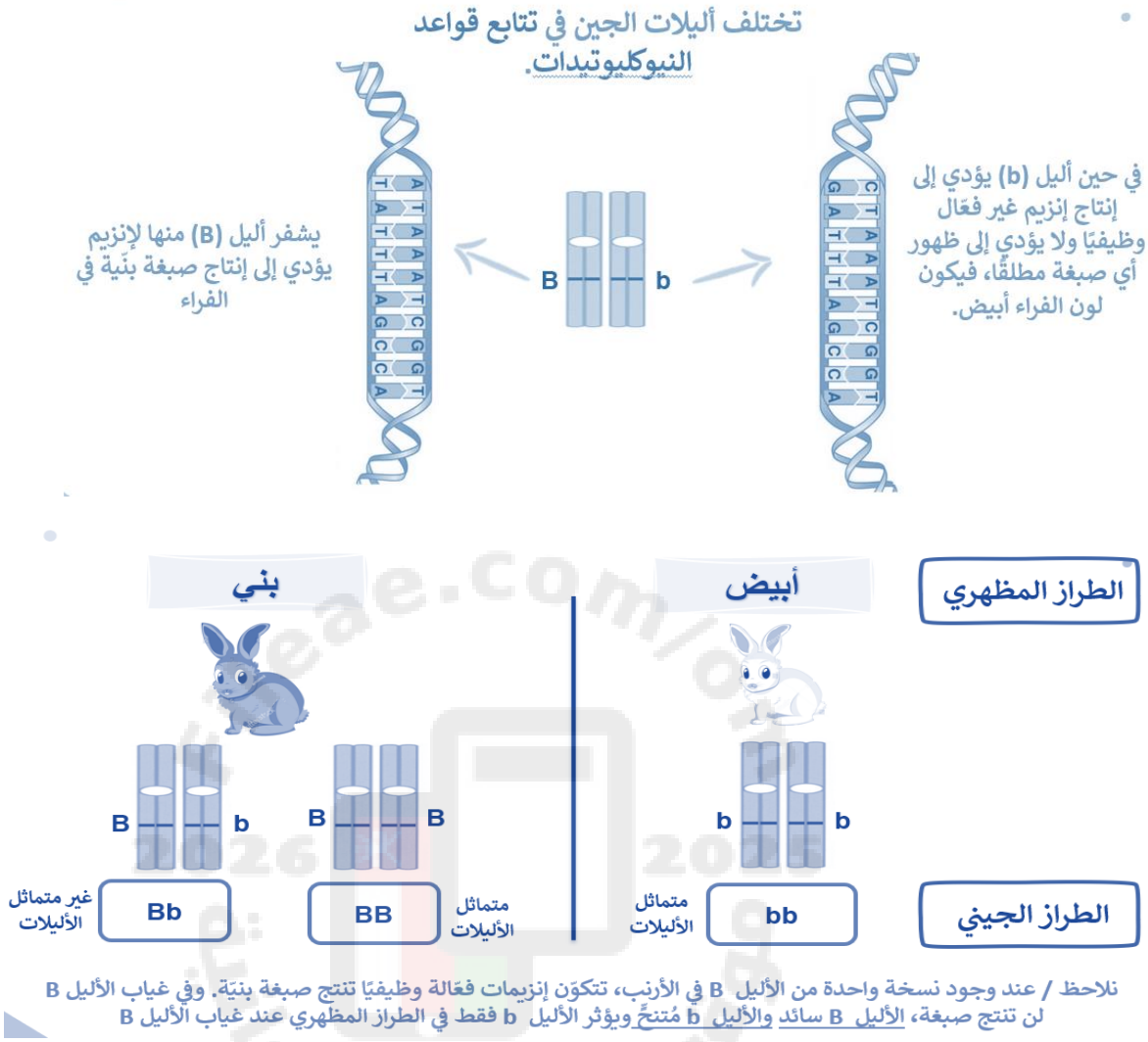
متماثل الأليلات: وجود أليلَين متطابقَين من الجين

وغير متماثل الأليلات : وجود أليلَين مختلفين لجين معيّن.

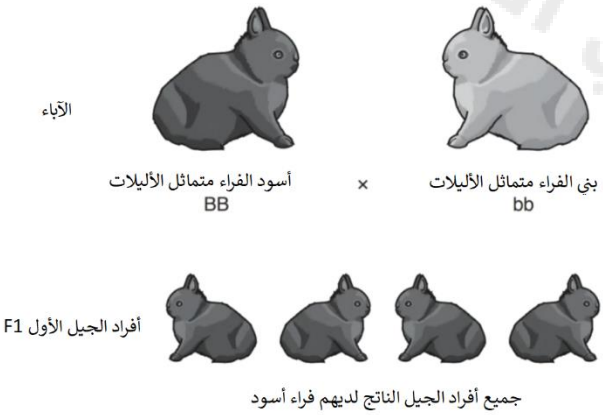
49.يستخدم مثالا ليصف تأثير الأليلات السائدة والأليلات المتنحية على الطرز الجينية والطرز المظهرية المحتملة لكائن حي.



كما نلاحظ / جين لون الفراء في الأرانب، يوجد في الموقع الكروموسومي نفسه وعلى الكروموسوم نفسه لكل الأفراد من النوع الواحد



50.تم اجراء تزاوج بين أرنب ذكر أسود الفراء متماثل الأليلات وأرنب أنثى بنية الفراء متماثلة الأليلات، جميع افراد النسل الناتج ظهر لديهم فراء أسود كما هو موضح في الشكل



أ. عرف مصطلح متماثل الأليلات.

وجود أليلين متطابقين

ب. اذكر الأليل السائد للون فراء الأرانب ووضح سببا لإجابتك.

الأسود / جميع أفراد النسل الناتج لديهم فراء أسود / الفراء البني غير موجود في النسل الناتج

ج. جميع افراد الجيل الناتج F1 لهم نفس الطراز المظهري للأب الذكر ولكن الطراز الجيني الخاص بهم مختلف. اذكر كيف يختلف الطراز المظهري للكائن الحي عن الطراز الجيني الخاص به

الطراز المظهري: الصفات الملحوظة في الكائن الحي، وهي تتأثر بالجينات وبالبيئة.

الطراز الجيني: الأليلات التي توجد في الكائن الحي (متماثل الأليلات أو غير متماثل الأليلات).

51.يعرّف مصطلح أليل السيادة المشتركة:
يؤثر كل من أليلَي السيادة المشتركة في الطراز المظهري عند وجودهما معا.

52.يستخدم مثالا ليصف تأثير أليلات السيادة المشتركة على الطرز الجينية والطرز المظهرية المحتملة لكائن حي.

هناك جين له ثلاثة أليلات (I^A ، I^B ، I^O) يسمى (الأليلات المتعددة)
مثال / فصائل الدم في الإنسان

الطراز المظهري	الطراز الجيني
فصيلة الدم A ←	$I^A I^O$, $I^A I^A$
فصيلة الدم B ←	$I^B I^O$, $I^B I^B$
فصيلة الدم AB ←	$I^A I^B$ سيادة مشتركة
فصيلة الدم O ←	$I^O I^O$

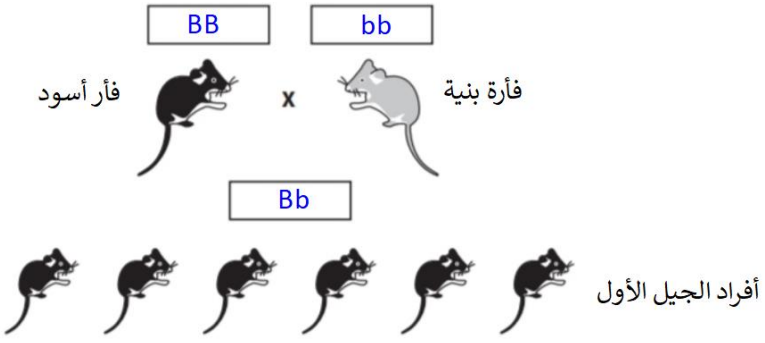
نلاحظ من السابق

- الأليل I^A يعطي فصيلة الدم A، والأليل I^B يعطي فصيلة الدم B ومع ذلك ، إذا كان لدى شخص نسخة من I^A و I^B تكون فصيلة دمه AB هذان أليلان ذات سيادة مشتركة
- I^O أليل متنح

53.يعرّف المصطلحين:
مخطط جيني: طريقة معيارية يمكن من خلالها التنبؤ بنتائج التزاوج الجيني وتفسيره.
ومربع بانيت: جزء من المخطط الجيني يستنبط فيه الطرز الجينية للأبناء من الطرز الجينية للأمشاج.

54.يفسر ويكو ن مخططات جينية بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات أحادية الهجين تتضمن السيادة التامة:

يمكن أن يكون لدى الفئران شعر أسود اللون أو شعر بني اللون في فرائها .
حدث تزاوج بين فأر أسود الشعر وفأر بني الشعر لانتاج الجيل الأول من النسل.



أ.أكمل المخطط بكتابة الطراز الجيني لكل من الأبوين والنسل الناتج.
ب.ما نوع التوارث في الشكل أعلاه؟
سيادة تامة/النسبة للطرز المظهرية للأبناء: جميع الأبناء أسود(سائد غير متماثل الأليلات).

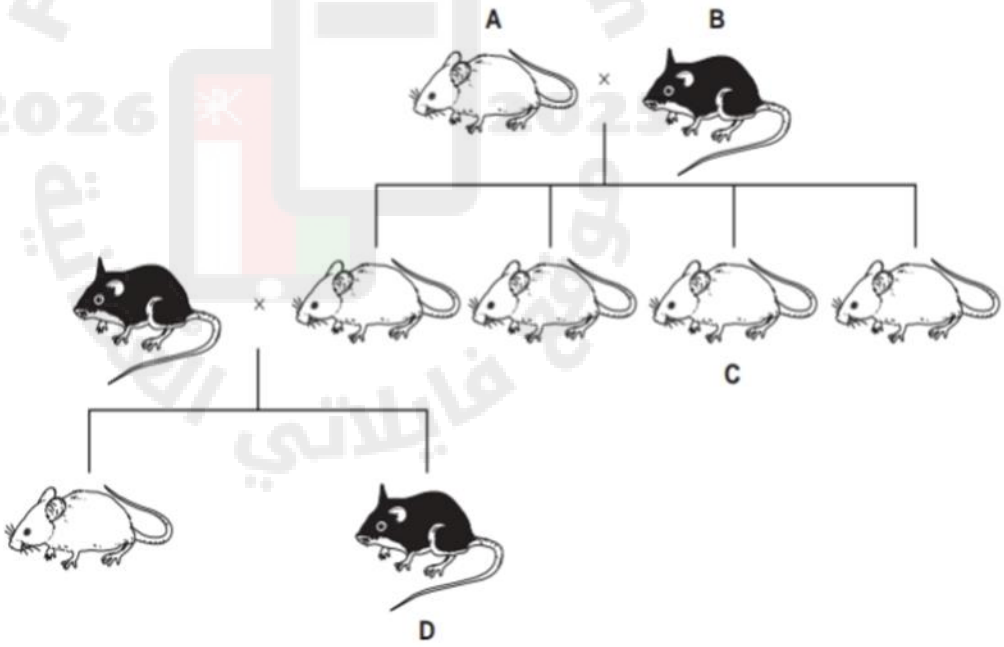
ج.حدث تزاوج بين فئران الجيل الأول ونتج الجيل الثاني.
أكمل مربع بانيت لاظهار الامشاج و الطرز الجينية المحتملة لفئران الجيل الثاني.

		أمشاج الذكر	
		b	B
أمشاج الأنثى	B	Bb	BB
	b	bb	Bb

55.ما هو الطراز الجيني للنسل الناتج من تزاوج فردين أحدهما يحمل صفة سائدة متماثل الأليلات (TT) والآخر غير متماثل الأليلات؟

- ❑ جميعها Tt
- ❑ 50% TT و 50% tt
- ❑ 50% TT و 50% Tt
- ❑ 25% TT و 75% Tt

56.يوضح المخطط توارث لون الفراء في أحد الثدييات ، اذا كان أليل الفراء الأبيض سائد ، أي حيوان يجب أن يكون غير متماثل الأليلات بالنسبة للجين المتحكم في لون الفراء؟



- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D

57.في نبات البازلاء أليل صفة الطول T سائد على أليل صفة القصرt
أي تزاوج سينتج نباتات بنسبة 1 طويل: 1 قصير

- TT * Tt
- Tt * tt
- Tt * Tt
- TT * TT

58.في ذبابة الفاكهة أليل لون الجسم الرمادي G سائد على أليل لون الجسم الأسود g ، حدث تزاوج بين ذبابة ذات جسم رمادي وأخرى ذات جسم أسود ونتج من التزاوج 33 ذبابة رمادية الجسم و38 ذبابة سوداء الجسم ما هي الطرز الجينية للأبوين؟

- GG*Gg
- Gg*Gg
- Gg*gg

59.المهق عند البشر يسببه أليل متنحي.
الآباء والأمهات الذين لا يعانون من هذه الحالة ينتجوا طفلا مصاب بالمهق.
ما هو احتمال أن يولد طفلهم الثاني مصاب بالمهق؟

- %25
- %50
- %75
- %100

60.معظم الطيور لديها صبغة ملونة في ريشها ولكن في عدد قليل من الأفراد تكون الصبغة غائبة والطيور تصاب بالمهق.
يحدث المهق عندما يكون الطائر متنحيا للجين الذي ينتج الصبغة.
اذا تزاوج طائران كلاهما أمهق.
ما هو الطراز المظهري للنسل الناتج:

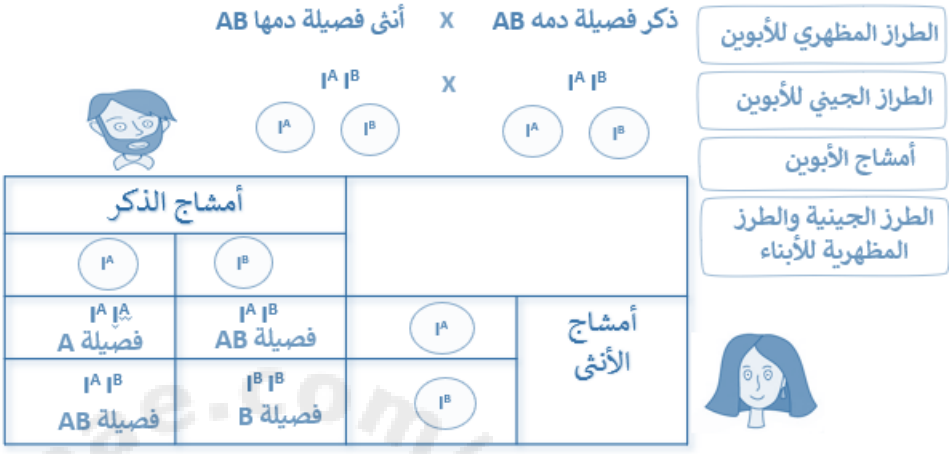
- جميعهم أمهق
- جميعهم ملون
- 50 % ملون ، 5% أمهق
- 75 % ملون ، 25 % أمهق

61.أي الأمراض الآتية يسببه جين سائد:

- المهق
- هنتنجتون
- الهيموفيليا
- التكيس الليفي

62.يفسر ويكو ن مخططات جينية بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات أحادية الهجين تتضمن السيادة المشتركة والأليلات المتعددة: :

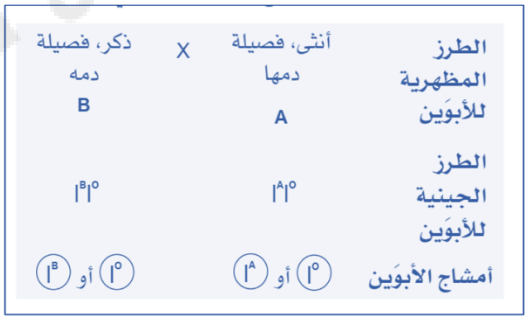
كوّن مخططًا جينيًا يبيّن احتمال ولادة طفل فصيلة دمه B لأبوَين فصيلة دمهما ABاستخدم الرمزَين I^A و I^B لتمثيل الأليلات.

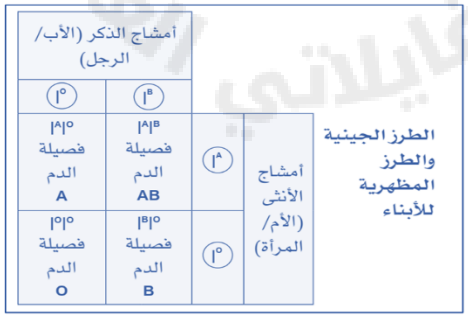


النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:
1فصيلة الدم B : 1فصيلة الدم A : 2 فصيلة الدم AB
هناك احتمال واحد من أربعة احتمالات أن تكون فصيلة دم الطفل B

63.وُلدت طفلة فصيلة دمها O لامرأة فصيلة دمها A ورجل فصيلة دمه B استخدم هذه المعلومات لتحديد الطرز الجينية للمرأة والرجل، ثم كوّن مخططًا جينيًا توضح فيه كيف ورثت الطفلة فصيلة دمها. استخدم الرموز I^A و I^B و I^O لتمثيل الأليلات

لنحلل / ابنة فصيلة دمها O ذات الطراز الجيني I^OI^O ما يعني أنها ورثت أليل I^Oواحدًا من كل من الأبوين، وبالتالي يجب أن يكون الطراز الجيني لكلا الأبوين غير متماثل الأليلات فيكون الطراز الجيني للأم I^AI^Oوالطراز الجيني للأبI^BI^O





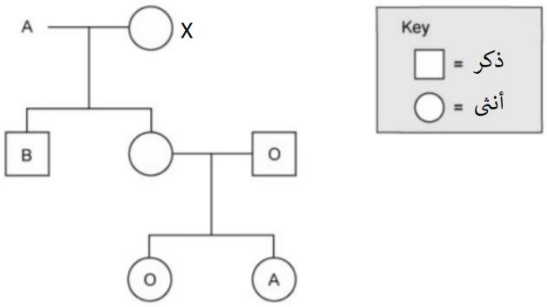
النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:
1 فصيلة الدم A: 1 فصيلة الدم B: 1 فصيلة الدم AB: 1
فصيلة الدم O

64 .فصائل الدم ABO هي سمة وراثية .ما هي فصيلة دم النسل الناتج عندما يكون لدى الوالدين الطرز الجينية I^AI^A و I^AI^O

	I^A	I^O
I^A	I^AI^A	I^AI^O
I^A	I^AI^A	I^AI^O

- O ☐
- B ☐
- AB ☐
- A ☐

65.يوضح الشكل وراثة فصائل الدم ABO في العائلة.
ما هو الطراز الجيني للفرد X ؟



A. I^AI^O

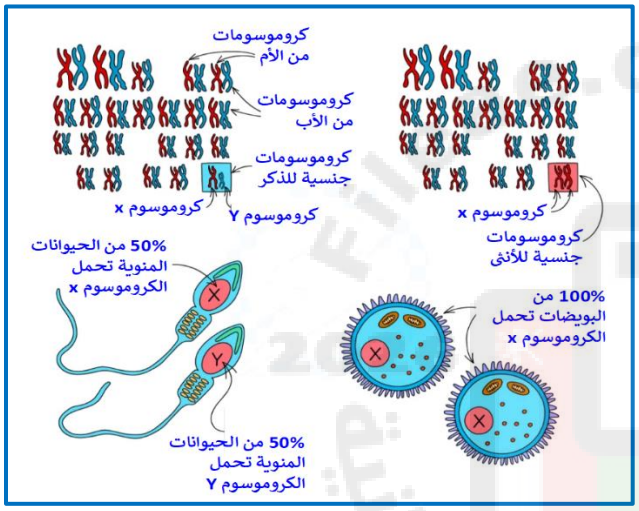
B. I^OI^O

C. I^BI^B

D. I^BI^O

66.يفسر ويكو ن مخططات جينية بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات أحادية الهجين تتضمن الصفات المرتبطة بالجنس:

ما هي الكروموسومات الجنسية لأنثى وذكر الإنسان؟

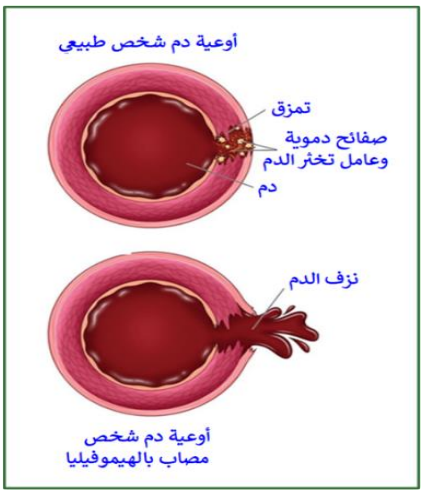


	الأنثى	الذكر
A	XX	XY
B	XX	YY
C	XY	XX
D	YY	XY

67.يعرّف المصطلحين :
-كروموسوم جنسي :
الكروموسومات التي تحددالجنس وهي في الإنسان X و Y.

-جين مرتبط بالجنس:
جين يوجد على منطقة من كروموسوم جنسي. توجد معظم الجينات المرتبطة بالجنس عند الإنسان على الكروموسوم X

68.يذكر مثالا على جين مرتبط بالجنس.
1-الهيموفيليا (نزف الدم الوراثي) :
يشفر أحد الجينات على الكروموسوم X لإنتاج عامل ضروري في تخثّر الدم
يسمّى العامل الثامن F8
ولهذه الصفة أليلان:
الأليل السائد : الذي يشفر للعامل الثامن الطبيعي (F)
والأليل المتنحي : الذي ينتج منه غياب العامل الثامن (f).



-شخص طبيعي :تكوين العامل الثامنF8 ، ويتخثر دمه بشكل طبيعي يمتلك الأليل السائد الذي يشفر للعامل الثامن الطبيعي
-شخص مصابًا بمرض الهيموفيليا (نزف الدم الوراثي). لا يستطيع تكوين العامل الثامن، ولا يتخثر دمه بشكل طبيعي، لديه الأليل المتنحي فقط، وليس لديه الأليل السائد .

-لأنثى الإنسان كروموسومان X في كل منهما نسخة واحدة من هذا الجين، لذا لديها ثلاثة طرز جينية محتملة. وحيث إن الجينات توجد على الكروموسوم X، تُوضَّح الطرز المحتملة كالآتي:

الطراز الجيني	الطراز المظهري
X^FX^F	أنثى بتخثر طبيعي للدم
X^FX^f	أنثى بتخثر طبيعي للدم
X^fX^f	أنثى مصابة بالهيموفيليا

لذكر الإنسان كروموسوم X واحد فقط، لذلك يمكن أن يكون لديه طرازان جينيان فقط، تُوضَّح الطرز المحتملة كالآتي:

الطراز الجيني	الطراز المظهري
X^FY	ذكر بتخثر طبيعي للدم
X^fY	ذكر مصاب بالهيموفيليا

-الذكر يرث من الأم فقط ولا يرث من أبيه لأنه يأخذ من الأم الكروموسوم X المحتوي على الأليل بينما يأخذ من الأب فقط الكروموسوم Y الذي لا يحتوي على أي أليل

-إذا كانت الأم تحمل الطرز الجينية الأتية تظهر الاحتمالات الأتية في الذكور :

X^FX^F جميع الذكور سليمين (تخثر طبيعي)

X^FX^f نصف الذكور سليمين (تخثر طبيعي) ونصفهم مصاب بالهيموفيليا

X^fX^f جميع الذكور مصابين بالهيموفيليا

-الأنثى ترث من الأم X المحتوي على الأليل ومن الأب X المحتوي على الأليل أيضا لذلك الأنثى ترث من الأبوين
إذا كانت الأنثى تحمل الطراز الجيني الأتي :

X^FX^f

تكون حاملة لأليل الصفة ولكنها تكون مظهريا سليمة
حامل : الفرد الذي يوجد لديه أليل معيّن كنسخة واحدة (من الجين) بحيث يحجب تأثيره (التعبير عنه) وجود أليل سائد، فلا تظهر الصفة المرتبطة به (مثل مرض وراثي) لكن يمكن أن تنتقل إلى الأبناء.

69.اشرح سبب عدم وراثة الابن الذكر الهيموفيليا من أبيه؟
يوجد جين تخثر الدم على الكروموسوم X، ويتلقى الابن الذكر الكروموسوم Y والذي لا يحمل جين التخثر من أبيه، لذلك لا يمكن للأب أن ينقل أليل الهيموفيليا لابنه

2.عمى الألوان:

70.يوجد جين على الكروموسوم X عند الإنسان يحدد القدرة على رؤية اللونَين الأحمر والأخضر. ويمنع أليل مُتنحٍّ شائع هذه القدرة، لذا لا يستطيع الشخص التمييز بين اللونَين الأحمر والأخضر، أي أنه مصاب بعمى ألوان الأحمر والأخضر.؟

كون مخطط جيني للتنبؤ باحتمال ولادة طفل ذكر مصاب بعمى ألوان لأب رؤيته طبيعية وأم غير متماثلة الأليلات(بيّن الكروموسومَين X و ورموز الأليلات).

على سبيل المثال، يرمز الحرفR إلى الأليل الطبيعي السائد ويرمز الحرفr إلى الأليل المتنحي (من الجيد دائما اختيار حرف يكون فيه للأحرف الكبيرة والصغيرة أشكال مختلفة،بحيث لا يمكنك أن تخطئ بينها)

الطرز المظهرية للأبوَين	رجل طبيعي الرؤية	X	امرأة طبيعية الرؤية
الطرز الجينية للأبوَين	X^RY		X^RX^r
أمشاج الأبوَين	Y أو X^R		X^r أو X^R

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر: X^R	أمشاج الذكر: Y
أمشاج الأنثى	X^R	X^RX^R أنثى طبيعية الرؤية	X^RY ذكر طبيعي الرؤية
أمشاج الأنثى	X^r	X^RX^r أنثى طبيعية الرؤية	X^rY ذكر مصاب بعمى الألوان

هناك احتمال واحد من أربعة احتمالات أن يكون الطفل ذكرًا مصابًا بعمى الألوان.

71.أحد جينات لون الفراء في القطط مرتبط بالجنس.يشفر الأليل C^Oللفراء البرتقالي، ويشفر الأليل C^Bللفراء الأسود. ولهذَين الأليلَين سيادة مشتركة. وعندما يوجد كلاهما معًا، يكون نمط فراء القط مرقطًا مع بقع برتقالية وبقع سوداء، وسميت هذه القطط باسم قطط صدفة السلحفاة Tortoiseshell catsنسبة إلى لون الفراء الذي يشبه لون صدفة السلحفاة

أ.اشرح السبب الذي يمنع أن تكون ذكور القطط من نوع صدفة السلحفاة؟

لأن الجين يوجد على الكروموسومX ، وأن لذكور القطط كروموسوم X واحدًا فقط وكروموسومY واحدًا أيضًا، فلا يمكن أن يكون لديها سوى أليل واحد من الجين على الكروموسوم X.

ب- ارسم مخططًا جينيًا يظهر الطرز الجينية والطرز المظهرية المتوقعة للأبناء الناتجين من تزاوج قط فراؤه برتقالي مع قطة من نوع صدفة السلحفاة.

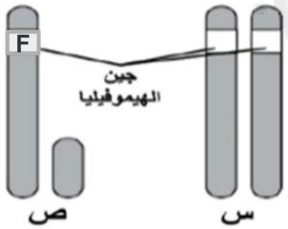
الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر برتقالي الفراء	X	أنثى بفراء صدفة السلحفاة
الطرز الجينية للأبوَين	$X^{c^o}Y$		$X^{c^o}X^{c^B}$
أمشاج الأبوَين	(Y) أو (X^{c^o})		(X^{c^o}) أو (X^{c^B})

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

أمشاج الذكر			
(Y)	(X^{c^o})		
$X^{c^o}Y$ ذكر برتقالي الفراء	$X^{c^o}X^{c^o}$ أنثى برتقالية الفراء	(X^{c^o})	أمشاج الأنثى
$X^{c^B}Y$ ذكر أسود الفراء	$X^{c^o}X^{c^B}$ أنثى بفراء صدفة السلحفاة	(X^{c^B})	

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:
1 أنثى برتقالية الفراء: 1 أنثى بفراء صدفة السلحفاة،
1 ذكر برتقالي الفراء: 1 ذكر أسود الفراء.

72.يوضح الشكل المقابل الجين المسؤول عن مرض نزف الدم (الهيموفيليا).

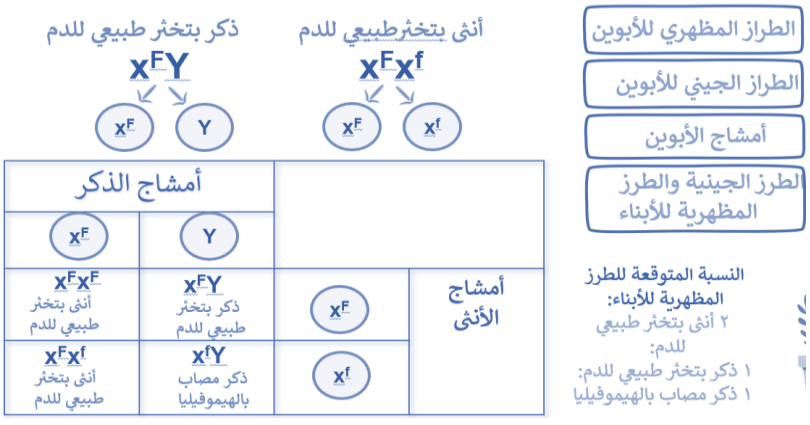


أ.اذا علمت أن (س) أنثى حاملة لجين المرض و (ص) ذكر سليم .
اكتب الطرازين الجينين لهما .

س: X^FX^f

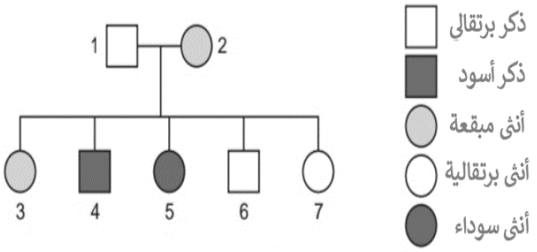
ص: X^FY

ب.إذا كان (ص) زوج للأنثى (س) ، فما احتمال انجاب بنت مصابة بالمرض؟
وضح اجابتك برسم مخطط جيني.



احتمال انجاب بنت مصابة بالمرض 0%

73.تحقق العلماء من توارث لون الفراء في القطط.
يقع الجين في الكروموسوم. x
للجين أليلان:
أليل الفراء الأسودB
أليل الجين البرتقاليb
أنثى القطط من الممكن أن تكون خليط من اللونين (مبقع)



حدد الطراز الجيني للقطط:
1
4
5

74.هل يمكن انجاب طفل ذكر مصاب بالهيموفيليا من أبوين بتخثر دم طبيعي (غير مصابين) وضح اجابتك بمخطط جيني.

- الطراز المظهري للأبوين: أنثى بتخثر طبيعي للدم × ذكر بتخثر طبيعي للدم
- الطرازالجيني للأبوين: X^FX^f × X^FY
- أمشاج الأبوين: X^f أو X^F × X^F أو Y

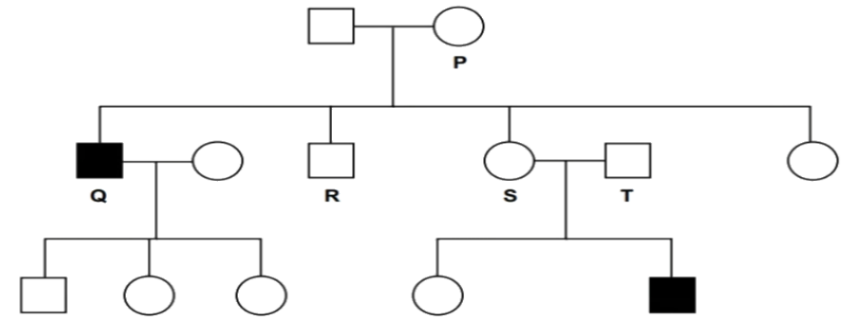
الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

أمشاج الأنثى \ أمشاج الذكر	X^F	Y
X^F	X^FX^F أنثى بتخثر طبيعي للدم	X^FY ذكر بتخثر طبيعي للدم
X^f	X^FX^f أنثى بتخثر طبيعي للدم	X^fY ذكر مصاب بالهيموفيليا

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 2 أنثى بتخثر طبيعي للدم: 1 ذكر بتخثر طبيعي للدم: 1 ذكر مصاب بالهيموفيليا

هناك احتمال واحد من أربعة احتمالات أن يُنجبا طفلاً ذكرا مصابا بالهيموفيليا. فمصدر أليل الهيموفيليا من الأم (غير متماثلة الأليلات، وتحمل أليل الهيموفيليا،) لذا فهي حاملة لأليل مرض الهيموفيليا من دون إظهار أعراضه

75.الهيموفيليا حالة وراثية مرتبطة بالجنس ،يستغرق دم الأشخاص المصابين بالهيموفيليا وقتا أطول لتخثر الدم
يوضح الشكل توارث الهيموفيليا في عائلة ما.



ذكر بتخثر دم طبيعي
ذكر مصاب بالهيموفيليا
أنثى بتخثر دم طبيعي

يرمز لأليل التخثر الطبيعي للدم X^H
يرمز لأليل الهيموفيليا X^h

أ.اذكر الطرز الجينية للأشخاص المشار اليهم بالحروف:
X^HX^h : P
X^hY : Q
X^HY : R

ب. يتوقع الزوجان S و T طفلا آخر.
اذكر احتمال إصابة الطفل بالهيموفيليا.
25%، 1/4

ج. وضح المقصود بالصفات المرتبطة بالجنس.
جين يوجد على منطقة من كروموسوم جنسي. توجد معظم الجينات المرتبطة بالجنس عند الإنسان على الكروموسوم X

76.يشرح معنى :
التلقيح الاختباري: تزاوج فرد بصفة سائدة مع فرد بصفة متنحية متماثلة الأليلات. يمكن أن تشير الطرز المظهرية للأبناء الناتجة ما إذا كان الطراز الجيني للفرد ذي الصفة السائدة متماثل الأليلات أم غير متماثل الأليلات

الجيل الأول ،F1 : الأبناء الناتجون من تزاوج بين أفراد طرازهم الجيني متنحٍ متماثل الأليلات مع أفراد طرازهم الجيني سائد متماثل الأليلات

الجيل الثاني ،F2 : الأبناء الناتجون من تزاوج بين أفراد الجيل الأول

77.يصف كيف يمكن أن يستخدم التلقيح الاختباري لتحديد الطراز الجيني للفرد ؟
يمكن إجراء تزاوج اختباري لتحديد الطراز الجيني لفرد يحمل الصفة السائدة في طرازه المظهري:
إجراء تزاوج بين الفرد ذي الطراز المظهري السائد وطرازه الجيني غير معروف وفرد طرازه المظهري متنح.

ويمكن الحصول على معلومات عن الطراز الجيني للفرد ذي الطراز المظهري السائد من الطرز المظهرية للأبناء الناتجة:

- إذا كانت الطرز المظهرية لجميع أفراد الجيل الناتج صفة سائدة(غير متماثلة الأليلات) 100%يكون الطراز الجيني للفرد السائد المختبر) متماثل الأليلات.

- إذا كانت الطرز المظهرية في الجيل الناتج صفة سائدة 1 :صفة متنحية 1
يكون الطراز الجيني للفرد السائد المختبر (غير متماثل الأليلات)

78.يفسّر ويكوّن مخططات جينيّة بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات اختبارية:

أُجري تزاوج بين أرنب بنّي وأرنب بيضاء، فأنجبا خمس أرانب بنّية وأرنبًا واحدة بيضاء. استخدم المخطط الجيني لتوضح كيف تدل هذه النتيجة أن الأرنب البنّي يجب أن يكون غير متماثل الأليلات.

لا يمكن إنتاج نسل أبيض إذا كان الأرنب البني متماثل الأليلات. ولكن إذا كان بنّيًا غير متماثل الأليلات فسيظهر كالآتي:

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر بنّي	X	أنثى بيضاء
الطرز الجينية للأبوَين	Bb		bb
أمشاج الأبوَين	(B) أو (b)		(b)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر	أمشاج الأنثى (b)
		(B)	Bb بنّي
		(b)	bb أبيض

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء:
1 بنّي: 1 أبيض

79.أجري تزاوج اختباري ثان بين أرنب آخر بنّي وأرنب بيضاء، فأنجبا أربعة صغار جميعها بنّية. اشرح:
لماذا تشير هذه النتيجة إلى أن الأرنب البنّي قد يكون متماثل الأليلات ولكنها لا تتيح لك التأكد من ذلك

على الرغم من أن المخطط الجيني في الجزئية(أ) يظُهر احتمال إنتاج أعداد متساوية من النسل البنيّ والأبيض، ولكن هذه النتائج تعودإلى الصدفة. من الممكن، عن طريق الصدفة،أن يكون كل النسل الناتج بنيًّا، على الرغم من أن الأب البنيّ كان غير متماثل الأليلات. قبل أن تؤكد أن الأب بني، ستحتاج إلى أعداد أكبر بكثير من الأفراد الناتجة وكلها بنّية، ولا تحتوي على الأليل b .

80.يفسّر ويكوّن مخططات جينيّة بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات ثنائية الهجين:

يتحكم في لون فراء الأرنب الأليلانB و bـ للونين البني والأبيض ، ويتحكم أليلَين في طول الأذن، Eللأذن الطويلة، و eللأذن القصيرة. حيث الأليلE سائد والأليلe ،متنح. يوجد جين لون الفراءوجين طول الأذن على كروموسومين مختلفين

كون مخطط جيني يوضح تزاوج بين أرنب طرازه الجيني BbEe مع أرنب طرازه الجينيBbee

- الطراز المظهري للأبوين: فراء بنّي، أذنان طويلتان × فراء بنّي، أذنان قصيرتان
- الطراز الجيني للأبوين: BbEe × Bbee
- أمشاج الأبوين: (BE) (Be) (bE) (be) × (Be) (be)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

أمشاج الأنثى \ أمشاج الذكر	(Be)	(be)
(BE)	BBEe فراء بنّي، أذنان طويلتان	BbEe فراء بنّي، أذنان طويلتان
(Be)	BBee فراء بنّي، أذنان قصيرتان	Bbee فراء بنّي، أذنان قصيرتان
(bE)	BbEe فراء بنّي، أذنان طويلتان	bbEe فراء أبيض، أذنان طويلتان
(be)	Bbee فراء بنّي، أذنان قصيرتان	bbee فراء أبيض، أذنان قصيرتان

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 3 فراء بنّي أذنان طويلتان: 3 فراء بنّي أذنان قصيرتان: 1 فراء أبيض أذنان طويلتان: 1 فراء أبيض أذنان قصيرتان

صفتين سائدتين (غير متماثلات الأليلات) × صفة سائدة غير متماثلة الأليلات وصفة متنحية

الطرز المظهرية المتوقعة

٣ فراء بنّي أذنان طويلتان: ٣ سائد للصفة الأولى والثانية
٣ فراء بنّي أذنان قصيرتان: ٣ سائد للصفة الأولى متنحي للصفة الثانية
١ فراء أبيض أذنان طويلتان: ١متنحي للصفة الأولى سائد للصفة الثانية
١ فراء أبيض أذنان قصيرتان ١ متنحي للصفة الأولى والثانية

81.في نبات الطماطم جين يشفّر للون الساق. لهذا الجين أليلان: جين لون الساق Aأليل الساق الأرجوانية a أليل الساق الخضراء و جين آخر يشفر لشكل الورقة D أليل الأوراق المسننةd أليل الأوراق الملساء كون مخطط جيني يوضح تزاوج بين بانَي طماطم كلاهما غير متماثل الأليلات في كلا الموقعين الكروموسوميين

- الطراز المظهري للأبوين: ساق أرجوانية، أوراق مسننة × ساق أرجوانية، أوراق مسننة
- الطراز الجيني للأبوين: Aa Dd × Aa Dd
- أمشاج الأبوين: (AD) (Ad) (aD) (ad) × (AD) (Ad) (aD) (ad)

	أمشاج الذكر: (AD)	(Ad)	(aD)	(ad)
أمشاج الأنثى: (AD)	AADD ساق أرجوانية، أوراق مسننة	AADd ساق أرجوانية، أوراق مسننة	AaDD ساق أرجوانية، أوراق مسننة	AaDd ساق أرجوانية، أوراق مسننة
أمشاج الأنثى: (Ad)	AADd ساق أرجوانية، أوراق مسننة	AAdd ساق أرجوانية، أوراق ملساء	AaDd ساق أرجوانية، أوراق مسننة	Aadd ساق أرجوانية، أوراق ملساء
أمشاج الأنثى: (aD)	AaDD ساق أرجوانية، أوراق مسننة	AaDd ساق أرجوانية، أوراق مسننة	aaDD ساق خضراء، أوراق مسننة	aaDd ساق خضراء، أوراق مسننة
أمشاج الأنثى: (ad)	AaDd ساق أرجوانية، أوراق مسننة	Aadd ساق أرجوانية، أوراق ملساء	aaDd ساق خضراء، أوراق مسننة	aadd ساق خضراء، أوراق ملساء

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأفراد الناتجة: 9 ساق أرجوانية، أوراق مسننة: 3 ساق أرجوانية، أوراق ملساء: 3 ساق خضراء، أوراق مسننة: 1 ساق خضراء، أوراق ملساء

هذه النسبة 9: 3: 3: 1 نموذجية للتزاوج ثنائي الهجين، الذي يكون فيه كل من الأبوَين غير متماثل الأليلات في الموقعَين الكروموسوميَّين للجينَين.

- صفتين سائدتين (غير متماثلات الأليلات) × صفتين سائدتين (غير متماثلات الأليلات)

الطرز المظهرية المتوقعة

٩ ساق أرجوانية، أوراق مسننة:
٣ ساق أرجوانية، أوراق ملساء:
٣ساق خضراء، أوراق مسننة:
١ ساق خضراء، أوراق ملساء

٩ سائد للصفة الأولى والثانية
٣ سائد للصفة الأولى متنحي للصفة الثانية
٣متنحي للصفة الأولى سائد للصفة الثانية
١ متنحي للصفة الأولى والثانية

82.يفسر ويكو ن مخططات جينية بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات اختبارية

في نبات الطماطم جين يشفّر للون الساق. لهذا الجين أليلان: جين لون الساق Aأليل الساق الأرجوانية a أليل الساق الخضراء و جين آخر يشفر لشكل الورقة D أليل الأوراق المسننةd أليل الأوراق الملساء كون مخطط جيني يوضح تزاوج بين نبات ذو ساق أرجوانية مسننة الأوراق AaDd مع نبات ذو ساق خضراء ملساء

- الطراز المظهري للأبوين: ساق أرجوانية، أوراق مسننة × ساق خضراء، أوراق ملساء
- الطراز الجيني للأبوين: AaDd × aadd
- أمشاج الأبوين: AD Ad aD ad × ad

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

أمشاج الأنثى \ أمشاج الذكر	ad
AD	AaDd ساق أرجوانية، أوراق مسننة
Ad	Aadd ساق أرجوانية، أوراق ملساء
aD	aaDd ساق خضراء، أوراق مسننة
ad	aadd ساق خضراء، أوراق ملساء

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأفراد الناتجة:

أربعة طرز مظهرية مختلفة بنسبة 1 : 1 : 1 : 1

هذا مثال على تزاوج اختباري ثنائي الهجين. إذا زاوجت فردًا يظهر صفات سائدة في الطراز المظهري مع آخر يظهر صفات متنحية، يمكن استخدام الطرز المظهرية للأبناء لمعرفة الطراز الجيني المجهول للأب.

صفتين سائدتين (غير متماثلات الأليلات) × صفتين متنحيتين

الطرز المظهرية المتوقعة

أربعة طرز مظهرية مختلفة بنسبة ١ : ١ : ١ : ١

- ١ سائد للصفة الأولى والثانية
- ١ سائد للصفة الأولى متنحي للصفة الثانية
- ١ متنحي للصفة الأولى سائد للصفة الثانية
- ١ متنحي للصفة الأولى والثانية

83.أليل لون الجسم الرمادي في نوع من الحيوانات سائد\على لون الجسم الأبيض، وأليل لون العيون القاتمة سائد على أليل لون العيون الفاتحة.

أ. باستخدام الرموز G و g لأليلات لون الجسم، وD و d لأليلات لون العيون، كوّن مخططًا جينيًا يظهر الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء المتوقعين من تزاوج بين حيوان متماثل الأليلات للون الجسم الرمادي وعينَين قاتمتَين وآخر متماثل الأليلات للون الجسم الأبيض وعينَين فاتحتَين

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر بجسم رمادي وعينان قاتمتان	X	أنثى بجسم أبيض وعينان فاتحتان
الطرز الجينية للأبوَين	**GGDD**		**ggdd**
أمشاج الأبوَين	(GD)		(gd)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

	أمشاج الذكر
	(GD)
أمشاج الأنثى (gd)	**GgDd** جسم رمادي وعينان قاتمتان

سيكون جميع الأبناء (100%) الناتجين في الجيل الأول (F1) غير متماثلي الأليلات **GgDd**، وسيكون الطراز المظهري للجميع جسمًا رمادي اللون ولون عينَين قاتمتين.

صفتين سائدتين (متماثلتي الأليلات) × صفتين متنحيتين

الطرز المظهرية المتوقعة

١٠٠ % سائد للصفة الأولى والثانية
(غير متماثل الأليلات)

84.يفسر ويكو ن مخططات جينية بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبأ بنتائج تزاوجات ثنائية الهجين تتضمن التفوق الجيني

ما المقصود بالتفوق الجيني؟

كل تفاعل بين جينَين في موقعَين كروموسوميَّين مختلفَين، يؤثر أحدهما في تعبير الجين الآخر

مثال : توارث لون الريش في بعض أنواع الطيور

في وراثة لون الريش في الدجاج يوجد تفاعل بين موقعي جينين على كروموسومين مختلفين F/f و . G/gيحدد الجين G/gما إذا كان الطائر سينتج ريشًا ملوّنًا أم لا، حيث يشفر الأليل G لصبغة تنتج ريشًا ملوّنًا، في حين لا ينتج الأليل g أي صبغة، لذا يكون للدجاج ريش أبيض. لكن هذا الجين يتأثر بالجين . F/fفالأليل السائد Fيمنع إنتاج الريش الملوّن، ولو كان لدى الطائر الأليل .

الطرز الجينية والطرز المظهرية المحتملة كما ياتي:

الطراز الجيني	الطراز المظهري
FF GG	ريش أبيض
FF Gg	ريش أبيض
FF gg	ريش أبيض
Ff GG	ريش أبيض
Ff Gg	ريش أبيض
Ff gg	ريش أبيض
ff GG	ريش ملوّن
ff Gg	ريش ملوّن
ff gg	ريش أبيض

جرى تزاوج بين سلالة من دجاج تسمى الليجهورن الأبيض طرازه الجينيFFGG ، وسلالة أخرى تسمّى وايندوت الأبيض طرازه الجيني.ffgg.

كوّن مخططًا جينيًا يبيّن أن الجيل F1 الناتج من تزاوج بين طيرين أحدهما من سلالة دجاج ليجهورن والآخر من سلالة دجاج وايندوت الأبيض، سيكون ريشه أبيض

الطرز المظهرية للأبوَين	ذكر ليجهورن الأبيض – ريش أبيض	X	أنثى وايندوت الأبيض – ريش أبيض
الطرز الجينية للأبوَين	FFGG		ffgg
أمشاج الأبوَين	(FG)		(fg)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

	أمشاج الذكر
	(FG)
أمشاج الأنثى (fg)	FfGg ريش أبيض

ستكون جميع الأبناء (100%) في الجيل الأول من الطراز الجيني غير متماثل الأليلات **FfGg** ذات ريش أبيض.

85.كوّن مخططًا جينيًا ثانيًا للتنبؤ بالطرز المظهرية للأفراد الناتجة من تزاوج بين أثنين من الطيور من الجيل الأول F1 هذا.

الطرز المظهرية للأبوَين	ريش أبيض	X	ريش أبيض
الطرز الجينية للأبوَين	**FfGg**		**FfGg**
أمشاج الأبوَين	(fg) أو (fG) أو (Fg) أو (FG)		(fg) أو (fG) أو (Fg) أو (FG)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للجيل الثاني (F_2)

		أمشاج الذكر (FG)	أمشاج الذكر (Fg)	أمشاج الذكر (fG)	أمشاج الذكر (fg)
أمشاج الأنثى	(FG)	**FFGG** ريش أبيض	**FFGg** ريش أبيض	**FfGG** ريش أبيض	**FfGg** ريش أبيض
أمشاج الأنثى	(Fg)	**FFGg** ريش أبيض	**FFgg** ريش أبيض	**FfGg** ريش أبيض	**Ffgg** ريش أبيض
أمشاج الأنثى	(fG)	**FfGG** ريش أبيض	**FfGg** ريش أبيض	**ffGG** ريش ملون	**ffGg** ريش ملون
أمشاج الأنثى	(fg)	**FfGg** ريش أبيض	**Ffgg** ريش أبيض	**ffGg** ريش ملون	**ffgg** ريش أبيض

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء في الجيل الثاني: 13 ريش أبيض: 3 ريش ملون

86.في نبات السالفيا ، يتأثر لون الأزهار بجينَين A/a وB/b. يشفر الأليلB للأزهار الأرجوانية اللون وهو سائد على الأليلb الذي يشفر للأزهار الورديةاللون. ومع ذلك لا ينتج أي من اللونَين إلا بوجود الأليل Aأيضا.

أ. كون قائمة بالطرز الجينية التسعة والطرز المظهرية المحتملة التي سينتجها كل منهما.

الطرز الجينية المحتملة	الطرز المظهرية
AABB	أرجواني
AABb	أرجواني
AAbb	وردي
AaBB	أرجواني
AaBb	أرجواني
Aabb	وردي
aaBB	أبيض
aaBb	أبيض
aabb	أبيض

ب. ـكو ن مخططا جينيا يبين كيف أن تزاوجا بين نبات سالفيا أزهاره وردية اللون متماثل الأليلات ونبات سالفيا أزهاره بيضاء اللون متماثل الأليلات يمكن أن ينتج نسلا من الأزهار جميع أفراده أرجوانية اللون.

الطرز المظهرية للأبوَين	نبات أزهاره وردية	X	نبات أزهاره بيضاء
الطرز الجينية للأبوَين	**AAbb**		**aaBB**
أمشاج الأبوَين	(Ab)		(aB)
الطرز الجينية والطرز المظهرية للجيل الأول (F1)	لجميع أفراد الجيل الأول الطراز الجيني **AaBb** وذات لون أرجواني		

ج. ـكوء ن مخططا جينيا ثانيا لتشرح السبب في أن التزاوج الداخلي لأفراد هذا النسل ينتج جيلاء ثانيا F2 من النبات أزهار أفراده أرجوانية ووردية وبيضاء اللون بنسبة .4 :3: 9

الطرز المظهرية (للأبوين) لأفراد الجيل الأول (F1)	أرجواني	X	أرجواني
الطرز الجينية للأبوَين	**AaBb**		**AaBb**
أمشاج الأبوَين	(ab) أو (aB) أو (Ab) أو (AB)		(ab) أو (aB) أو (Ab) أو (AB)

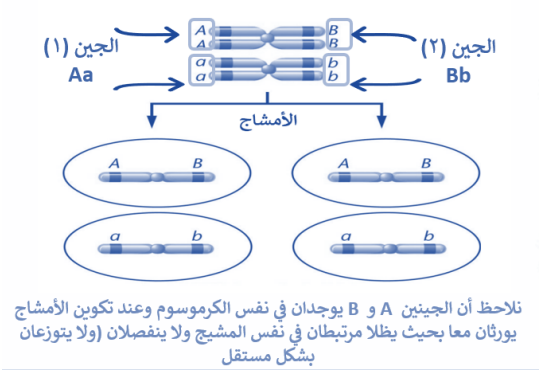
الطرز الجينية والطرز المظهرية للجيل الثاني (F_2)

أمشاج الأنثى	أمشاج الذكر (AB)	أمشاج الذكر (Ab)	أمشاج الذكر (aB)	أمشاج الذكر (ab)
(AB)	**AABB** أرجواني	**AABb** أرجواني	**AaBB** أرجواني	**AaBb** أرجواني
(Ab)	**AABb** أرجواني	**AAbb** وردي	**AaBb** أرجواني	**Aabb** وردي
(aB)	**AaBB** أرجواني	**AaBb** أرجواني	**aaBB** أبيض	**aaBb** أبيض
(ab)	**AaBb** أرجواني	**Aabb** وردي	**aaBb** أبيض	**aabb** أبيض

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء في الجيل الثاني: 9 أرجواني: 3 وردي: 4 أبيض

87.ما المقصود بالارتباط بالكروموسوم الجسدي ؟

جينات مرتبطة :وجود جينَين على الكروموسوم الجسدي نفسه (كل الكروموسومات ما عدا الكروموسومات الجنسية)، لذا يميلان إلى أن يورثا معًا، ولا يتوزعان بشكل مستقل



نلاحظ أن الجينين A و B يوجدان في نفس الكروموسوم وعند تكوين الأمشاج يورثان معا بحيث يظلا مرتبطان في نفس المشيج ولا ينفصلان (ولا يتوزعان بشكل مستقل

88.يفسر ويكو ن مخططات جينية بما في ذلك مربعات بانيت، ليشرح ويتنبا بنتائج تزاوجات تنائيه الهجين تتضمن المرتبطة بالكروموسوم الجسدي

لذبابة الفاكهة الطبيعية جسم رمادي وقرون استشعار ذات لواحق ريشية ويكون جين لون الجسم وجين شكل قرون الاستشعار متقاربَين على الكروموسوم نفسه، لذا فهما مرتبطان.

ينتج الجسم الأسود من أليل مُتنحٍّ يسمى الأبنوسي والأليل المتنحي لشكل قرون الاستشعار المسمّى «أريستوبيديا)) ينتج قرن استشعار يخلو من لاحقة ريشية ويشبه شكله إلى حد ما شكل أرجل ذبابة الفاكهة، مع مخلبَين في نهايته.

جرى تزاوج بين ذبابة متماثلة الأليلات ذات جسم رمادي وقرون استشعار طبيعية وذبابة متماثلة الأليلات ذات جسم أبنوسي وقرون استشعار أريستوبيديا. كان لجميع أفراد النسل الناتج جسم رمادي وقرون استشعار طبيعية. كوّن مخططًا جينيًا لتبيان ذلك

- الطراز المظهري للأبوين: ذكر، جسم رمادي، قرون استشعار طبيعية × أنثى، جسم أبنوسي، قرون استشعار أريستوبيديا
- الطراز الجيني للأبوين: (EA)(EA) × (ea)(ea)
- أمشاج الأبوين: EA × ea

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

أمشاج الأنثى	أمشاج الذكر: EA
ea	(ea)(EA) جسم رمادي، قرون استشعار طبيعية

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: جميع الأبناء الناتجة لها جسم رمادي وقرون استشعار طبيعية.

89.ما نتيجة تزاوج ذكر من الجيل الأول F1 مع أنثى ذات جسم أبنوسي وقرون استشعار أريستوبيديا؟

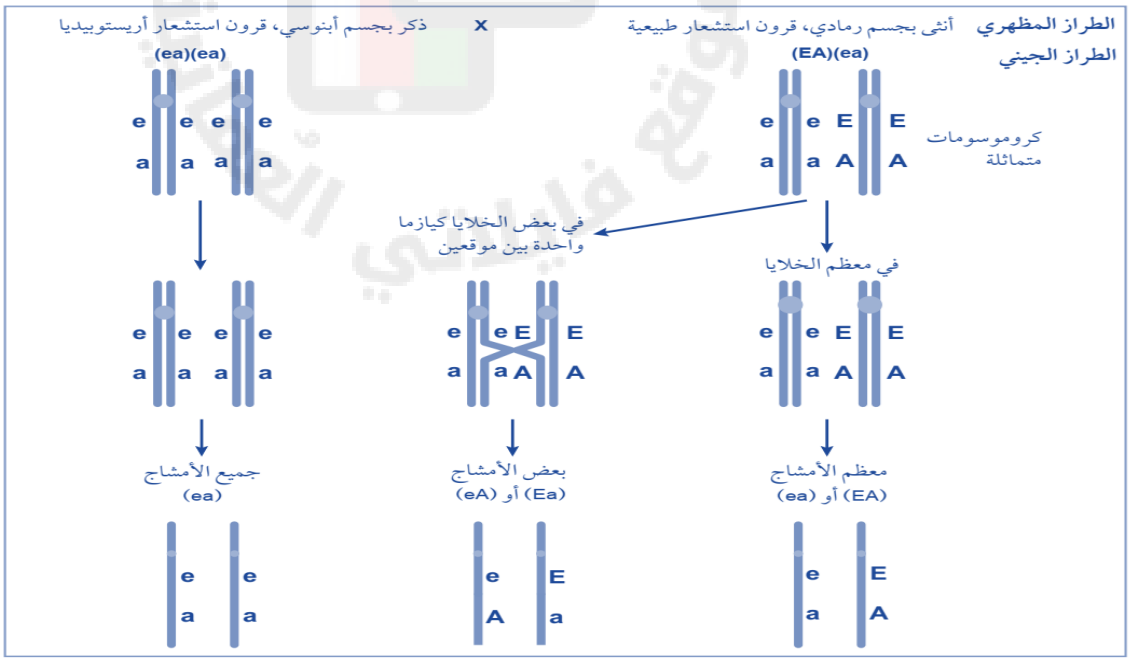
- الطراز المظهري للأبوين: ذكر، جسم رمادي، قرون استشعار طبيعية × أنثى، جسم أبنوسي، قرون استشعار أريستوبيديا
- الطراز الجيني للأبوين: (EA)(ea) (ea) (ea)
- أمشاج الأبوين: EA ea ea

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء

أمشاج الأنثى	أمشاج الذكر: EA	أمشاج الذكر: ea
ea	(ea) (EA) جسم رمادي، قرون استشعار طبيعية	(ea) (ea) جسم أبنوسي، قرون استشعار أريستوبيديا

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 1 جسم رمادي، قرون استشعار طبيعية: 1 جسم أبنوسي، قرون استشعار أريستوبيديا.

90.عادة، لا يحدث عبور في ذكر ذبابة الفاكهة (لا يُعرف سبب ذلك)، إنما يحدث في الأنثى. بالإشارة إلى المثال السابق لتزاوج ذبابة الفاكهة، دعنا الآن نجري تزاوجًا اختباريًا لأنثى ذبابة الفاكهة طرازها الجيني (ea) (EA) حيث يحدث عبور بين الجينَين المرتبطَين.



الشكل ٢–٨ حدوث عبور في أنثى ذبابة الفاكهة، عدم حدوث عبور في ذكر ذبابة الفاكهة.

النتائج الفعلية للتزاوج هي:

جسم رمادي، قرون استشعار طبيعية	44%
جسم أبنوسي، قرون استشعار أريستوبيديا	44%
جسم رمادي، قرون استشعار أريستوبيديا	6%
جسم أبنوسي، قرون استشعار طبيعية	6%

ويوضح المخطط الجيني التالي هذا التزاوج.

- **الطراز المظهري للأبوين** أنثى، جسم رمادي، قرون استشعار طبيعية × ذكر، جسم أبنوسي، قرون استشعار أريستوبيديا
- **الطراز الجيني للأبوين** (ea)(EA) (ea)(ea)
- **أمشاج الأبوين** عدد كثير من (EA) (ea) عدد قليل من (Ea) (eA) (ea)

الطرز الجينية والطرز المظهرية للأبناء		أمشاج الذكر (ea)
أمشاج أنثى بأعداد كثيرة	(EA)	(EA)(ea) جسم رمادي، قرون استشعار طبيعية
	(ea)	(ea)(ea) جسم أبنوسي، قرون استشعار أريستوبيديا
أمشاج أنثى بأعداد قليلة	(Ea)	(Ea)(ea) جسم رمادي، قرون استشعار أريستوبيديا
	(eA)	(eA)(ea) جسم أبنوسي ، قرون استشعار طبيعية

2026 2025

ملاحظة:

في حالة العبور:

- تم تشكيل أربعة أنواع مختلفة من الأمشاج بدلا من النوعين المتوقع وجودهما عند عدم حدوث عبور.

- يكون لمعظم الأفراد الناتجين من هذا التزاوج صفات ذات تراكيب أبوية:

(جسم رمادي وقرون استشعار طبيعية،) أو (جسم أبنوسي وقرون استشعار أريستوبيديا)

بما يسمى أنماط أبوية وهذه تظهر بنسبة 1:1

- لكن عندما يتم التزاوج الاختباري للأنثى ينتج بعض الأفراد بتراكيب مختلفة من الصفات عن الأبوين.فبعضها يكون بجسم رمادي وقرون استشعار أريستوبيديا، وبعضها الآخر بجسم أبنوسي وقرون استشعار طبيعية. وتسمى هذه تراكيب عبورية ، وتنتج من العبور الذي يعيد تركيب صفات الأبوين الأصليين وتكون فئتا التراكيب العبورية بنسبة 1:1

قد يحدث العبور بين جينَين عندما يكونان في موقعين متباعدين، لوجود مسافة على الكروموسوم تفصل بينهما وتسمح بحدوث العبور

فكلما ازداد عدد التراكيب العبورية في الأبناء، كان حدوث العبور أكثر، وتكون المسافات بين الجينات أكبر

- فإذا كان الارتباط تاما يتوقع أن يكون جميع الأبناء ذات أنماط أبوية فقط، وهذا ما حدث في التزاوج الاختباري لذكر ذبابة الفاكهة.

91.ممكن أن تنتج نباتات البازلاء بذورًا ملساء أو بذورًا مجعدة، ولونها إما أخضر أو أصفر. أليل البذور المستديرة، R، هو السائد، وكذلك أليل البذور الصفراء Y هو السائد.

أ. جرى تزاوج بين نباتي بازلاء لهما الطرز الجينية RrYy و rryy. ما الطرز الجينية والطرز المظهرية المتوقعة للنباتات الناتجة، إذا كانت جينات هاتين الصفتين على كروموسومات مختلفة.

الطرز المظهرية للأبوَين	بذور ملساء وصفراء	X	بذور مجعدة وخضراء
الطرز الجينية للأبوَين	الأنثى **RrYy**		الذكر **rryy**
أمشاج الأبوَين	(RY) أو (Ry) أو (rY) أو (ry)		(ry)

		أمشاج الأنثى			
		(RY)	(Ry)	(rY)	(ry)
أمشاج الذكر	(ry)	**RrYy** بذور ملساء وصفراء	**Rryy** بذور ملساء وخضراء	**rrYy** بذور مجعدة وصفراء	**rryy** بذور مجعدة وخضراء

الطرز المظهرية والطرز الجينية للأبناء

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء: 1 بذور ملساء وصفراء: 1 بذور ملساء وخضراء: 1 بذور مجعدة وصفراء: 1 بذور مجعدة وخضراء.

ب.ما الطرز الجينية والطرز المظهرية المتوقعة للنباتات الناتجة، إذا كانت جينات هاتين الصفتين على الكروموسوم نفسه ولم يحدث عبور بين المواقع الكروموسومية للجينات.

بما أن لأحد الأبوين (الذكر) طرازًا جينيًا **rryy** وللأب الآخر (الأنثى) طرازًا جينيًا RrYy يمكننا أن نفترض بأن الأليلين **r** و **y** مرتبطان معًا على الكروموسوم نفسه، وبالتالي فإن الطراز الجيني (ry)(ry) يمكنه أن ينتج تركيبًا جينيًا واحدًا للأمشاج وهو **ry**. الأب الآخر (الأنثى) وطرازه الجيني **(RY)(ry)** فإن هناك تركيبين جينيين للأمشاج هما **RY** و **ry**.

		أمشاج الأنثى	
		(RY)	(ry)
أمشاج الذكر	(ry)	**(RY)(ry)** بذور ملساء، وصفراء	**(ry)(ry)** بذور مجعدة وخضراء

الطرز المظهرية والطرز الجينية للأبناء الناتجة:

النسبة المتوقعة للطرز المظهرية للأبناء هي: 1 بذور ملساء وصفراء: 1 بذور مجعدة، وخضراء.

ج . اشرح كيف يمكن أن يكون لأحد النباتات الناتجة تركيب من الصفتين (شكل البذور ولونها) مختلف عن تراكيب الأبوين، حتى لو وجدت جينات هاتين الصفتين على الكروموسوم نفسه.

ج. إذا حدث عبور، فإن القليل من الأمشاج سيكون لها الطرازان الجينيان **Ry** و **rY** الأمر الذي يسمح بفرص قليلة لإنتاج أبناء بتراكيب عبورية (بذور ملساء، خضراء؛ وبذور مجعدة، وصفراء).

92.جرى تزاوج بين ذبابتَي فاكهة متماثلتَي الأليلات،إحداهما ذات أجنحة مستقيمة وجسم رمادي والأخرى ذات أجنحة ملتفة وجسم أبنوسي. ثم أجري تلقيح اختباري لأنثى من الجيل الأول مع ذكر ذي أجنحة ملتفة وجسم أبنوسي، فكانت النتائج كما يأتي:

أجنحة مستقيمة، جسم رمادي 113

أجنحة مستقيمة، جسم أبنوسي 30

أجنحة ملتفة، جسم رمادي 29

أجنحة ملتفة، جسم أبنوسي 115

أ .ما نسبة الطرز المظهرية المتوقعة من تزاوج اختباري ثنائي الهجين مثل هذا، إذا لم يوجد ارتباط أو عبور؟

1:1:1:1

ب .فسر الاختلاف بين النتائج المتوقعة والنتائج الفعلية.

بسبب الارتباط؛ إذ إن الموقع الكرموسومي لكلا الجينين هو على الكروموسوم نفسه بحيث يميلان إلى أن يورثا معا، لا يتوزعان بشكل مستقل؛ أي أن الموقعين الجينيين موجودان على الكروموسوم نفسه. توجد الأليلات الخاصة بالجسم الرمادي والأجنحة المستقيمة على كروموسوم متماثل واحد في الفرد غير متماثل الأليلات، بينما توجد الأليلات الخاصة باللون الأبنوسي والأجنحة الملتفة على الكروموسوم المتماثل الآخر.

ج .احسب النسبة المئوية للأفراد ذوي التراكيب العبورية

$$\frac{30 + 29}{113 + 30 + 29 + 115} \times 100\% = 20.6\%$$

93.يعرّف المصطلحين الجينات التركيبية والجينات المنظمة.

الجين التركيبي : الجين الذي يشفر لبروتين له وظيفة في الخلية

الجين المنظم :الجين الذي يشفر لبروتين يساعد في التحكم في تعبير جينات أخرى

94.يصف الاختلافات بين :الجينات التركيبية والجينات المنظمة

يقارن بين الجينات التركيبية والجينات المنظمة، مع إعطاء أمثلة على كل منها.

	الجينات التركيبية	والجينات المنظمة
التعريف/ الوظيفة	الجين الذي يشفر لبروتين له وظيفة في الخلية	الجين الذي يشفر لبروتين يساعد في التحكم في تعبير جينات أخرى
مثال	β- جين مشفر للأنزيم بيتا (Lac Z)- جلاكتوسيديز	Lac I

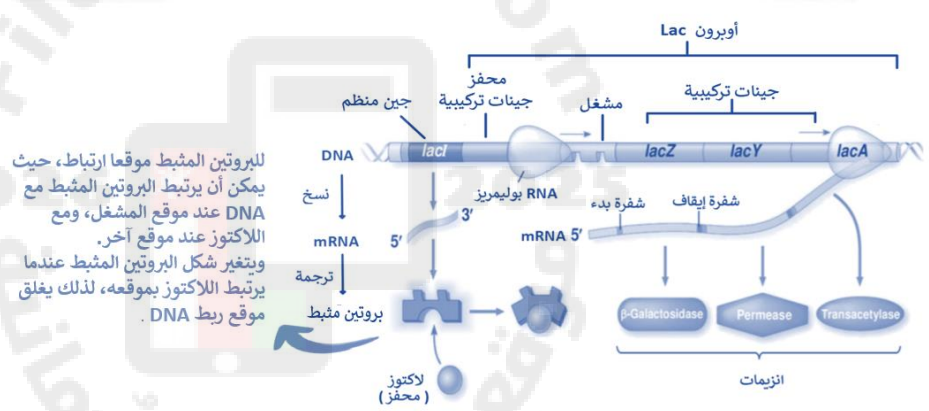
	Lac Y - Lac A -	

95.يعرّف المصطلح أوبرون.
وحدة وظيفية في عملية النسخ، وهي مجموعة من الجينات يتحكم بها المحفز نفسه

96.يذكر المجموعة الكبرى من الكائنات الحية التي تستخدم الأوبرونات للتحكم في عملية النسخ
الكائنات الحية بدائية النواة (البكتيريا)

97.يصف تنظيم التحكم الجيني في إنتاج البروتين في الخلايا بدائية النواة باستخدام أوبرون Lac (معرفة دور أحادي فوسفات الأدنين الحلقيcAMP ليست مطلوبة).

يصف ويشرح دور أوبرون في التحكم في إنتاج (بيتا -جالاكتوسيديز) لاكتيز في بعض البكتيريا.



وجود اللاكتوز - المثبط غير نشط – تشغيل الأوبرون (يحدث النسخ)

- تمتص البكتيريوم سكر اللاكتوز.
- يرتبط اللاكتوز مع البروتين المُثبط
- الأمر الذي يؤدي إلى تغيير شكل المثبط
- ومنع المثبط من الارتباط مع DNA في موقع التشغيل
RNA بوليميريز يرتبط بمنطقة المحفز.
- يتم تشغيل الجينات ونسخها في آن واحد
- يتم إنتاج mRNA من جين بيتا β جلاكتوسيديز أو من قبل الجينات التركيبية الثلاثة (عملية النسخ)
- يمكن ترجمة mRNA في الرايبوسوم (لإنتاج إنزيم بيتا) βجلاكتوسيديز (تتيح هذه الآلية للبكتيريوم إنتاج بيتا - β جالكتوسيديز والإنزيمين الآخرين(lacA و lacY) وبكميات متساوية فقط عندما يوجد اللاكتوز في الوسط المحيط. وهي بذلك تتجنب إهدار الطاقة والمواد

98.يعرّف المصطلحين الأنزيمات القابلة للتثبيط والأنزيمات القابلة للتحفيز.

انزيم قابل للتحفيز : أي أنه يتم إنتاجه فقط عندما توجد مادته المتفاعلة

انزيم قابل للتثبيط: إنزيم يتم بناؤه عادة، ويتم منع بنائه عند وجود مستجيب

99.يصف الاختلافات بين الإنزيمات القابلة للتثبيط والإنزيمات القابلة للتحفيز

يقارن بين الأنزيمات القابلة للتثبيط والأنزيمات القابلة للتحفيز، مع إعطاء أمثلة على كل منها

	الأنزيمات القابلة للتحفيز	الأنزيمات القابلة للتثبيط
التعريف	أي أنه يتم إنتاجه فقط عندما توجد مادته المتفاعلة	إنزيم يتم بناؤه عادة، ويتم منع بنائه عند وجود مستجيب
مثال	انزيم بيتا β-جلاكتوسيديز	الانزيمات التي تنتجها الجينات التركيبية في أوبرون Trp اللازمة لانتاج الحمض الأميني التربتوفان (Trp lac)

100.يعرّف المصطلح عامل النسخ.

جزيء بروتيني يؤثر إما بتنشيط نسخ الجين أو تثبيطه.

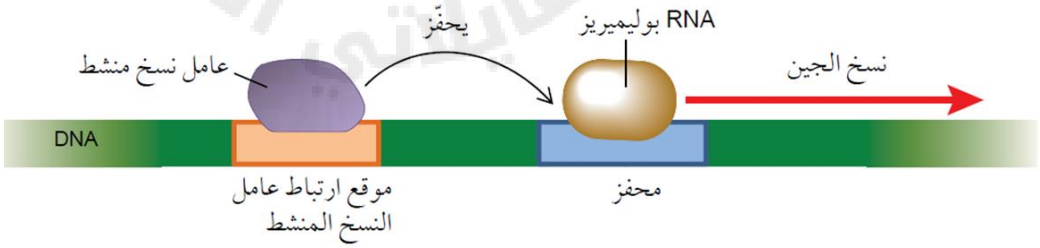
101.يذكر المجموعة الكبرى من الكائنات الحية التي تستخدم عوامل النسخ للتحكم في عملية النسخ

الكائنات حقيقية النواة

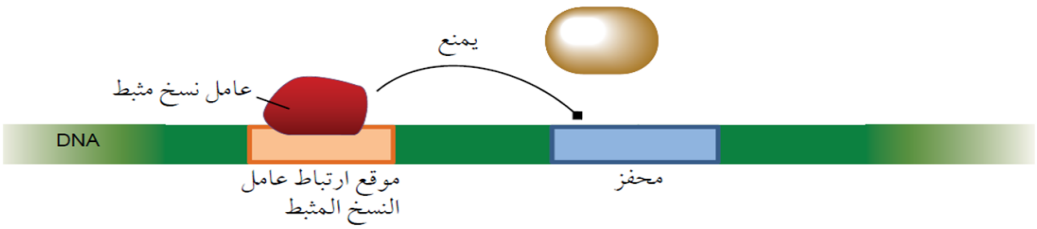
102.يذكر أن عوامل النسخ هي بروتينات ترتبط بDNA وتشارك في التحكم بالتعبير الجيني في الخلايا حقيقية النواة عن طريق تقليل أو زيادة معدل النسخ

آلية العمل المحتملة لنوعين من عوامل النسخ:

ارتباط عامل النسخ المنشط بموقع ارتباطه في DNA يحفز نسخ الجين (التعبير الجيني) عند طريق تحفيز ارتباط RNA بوليميريز بالمحفز



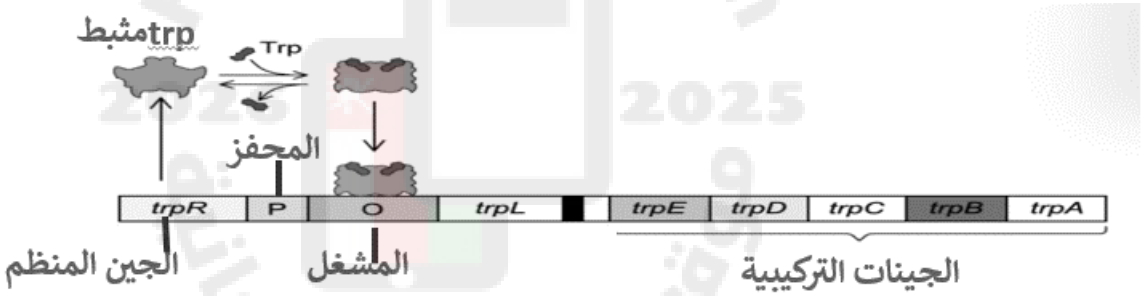
ارتباط عامل النسخ المثبط بموقع ارتباطه في DNA يثبط نسخ الجين (التعبير الجيني) عن طريق منع ارتباط RNA بوليميريز بالمحفز



103.انزيم اللاكتيز يعتبر مثال على الإنزيمات القابلة للتحفيز.
-وضح لماذا يمكن وصف انزيم اللاكتيز بأنه انزيم قابل للتحفيز؟
يتم إنتاجه فقط عندما توجد مادته المتفاعلة .

-اشرح أهمية الإنزيم القابل للتحفيز؟
تتيح هذه الآلية للبكتيريوم إنتاج بيتا - βجالكتوسيديز والإنزيمين الآخرين
وبكميات متساوية فقط عندما يوجد اللاكتوز في الوسط المحيط .
وهي بذلك تتجنب إهدار الطاقة والمواد.

104.يتحكم أوبرون Trp في انتاج الحمض الأميني تربتوفان في العديد من البكتيريا.
ويتم تكوين هذا الحمض في خمس خطوات ، تتطلب كل منها انزيما مختلفا مشفرا بواسطة الجينات التركيبية
Trp E , Trp D , Trp C ,Trp B ,Trp A
تحتوي أوبرون Trp على المحفز (P) والمشغل (O) والجين المنظم Trp R الذي يشفر لبروتين مثبط. trp يتم
تحفيز أو تثبيط أوبرون Trp بناءا على مستويات الحمض الأميني trp في بيئة البكتيريوم
يوضح الشكل أوبرون Trp عند وجود مستوى عالي من الحمض الأميني. trp

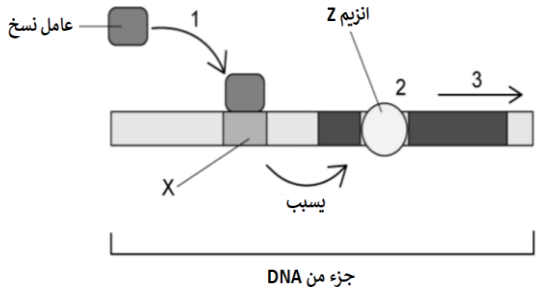


أ.باستخدام المعلومات الواردة في الشكل اشرح تأثير المستويات العالية من الحمض الأميني trp على مشغل أوبرون Trp

يرتبط الحمض الأميني trpبالبروتين المثبط.trp
يحدث تغير في شكل البروتين المثبط trp ويجعله قادر على الإرتباط بالمشغل.(o)
لأن المثبط مرتبط بمنطقة المشغل، فإن ذلك يمنع ارتباط RNA بوليميريز بمنطقة المحفز.
نتيجة لذلك، لن تنسخ الجينات التركيبية الخمسة.
لن يتم تصنيع الإنزيمات اللازمة لانتاج التربتوفان.

ب.يمكن تصنيف الانزيمات التي تنتجها بعض الجينات التركيبية الى انزيمات قابلة للتحفيز أو انزيمات قابلة للتثبيط.
- حدد ما اذا كانت الانزيمات التي تنتجها الجينات التركيبية أوبرون Trp قابلة للتحفيز أو قابلة للتثبيط ؟
انزيمات قابلة للتثبيط
فسر اجابتك؟
حيث يساعد ارتباط جزيء المستجيب (الحمض الأمينيtrp)بالمثبط trp على ارتباط المثبط مع المشغل،
فيوقف النسخ (لن تنسخ الجينات التركيبية المشفرة للإنزيمات اللازمة لانتاج الحمض الأميني التربتوفان)
.

105.عوامل النسخ هي البروتينات التي تؤثر على عملية النسخ.



أ.حدد المنطقتين:
(X) : منطقة المحفز
(z) : RNA بوليميريز

ب.المرحلة 1 في الشكل تظهر عامل نسخ مرتبط بالمنطقة X والذي يؤدي بعد ذلك إلى حدوث المرحلتين 2 و 3 .
صف الأحداث التي وقعت خلال المرحلتين 2 و 3 من الشكل.
2 RNA بوليميريز يرتبط بموقع الإرتباط في بداية الجين
3 تبدأ عملية نسخ DNA .

ج.عامل النسخ عبارة عن بروتين.
اقترح واشرح كيف يمكن أن تؤثر طفرة في الجين الذي يشفر لعامل النسخ على تعبير الجين الموضح في الشكل.
عدم حدوث / انخفاض في التعبير الجيني أو النسخ.
لأن الطفرة تغير التركيب الثالثي لعامل النسخ ويصبح عامل النسخ غير قادر على الإرتباط (غير مكمل) لمنطقة المحفز