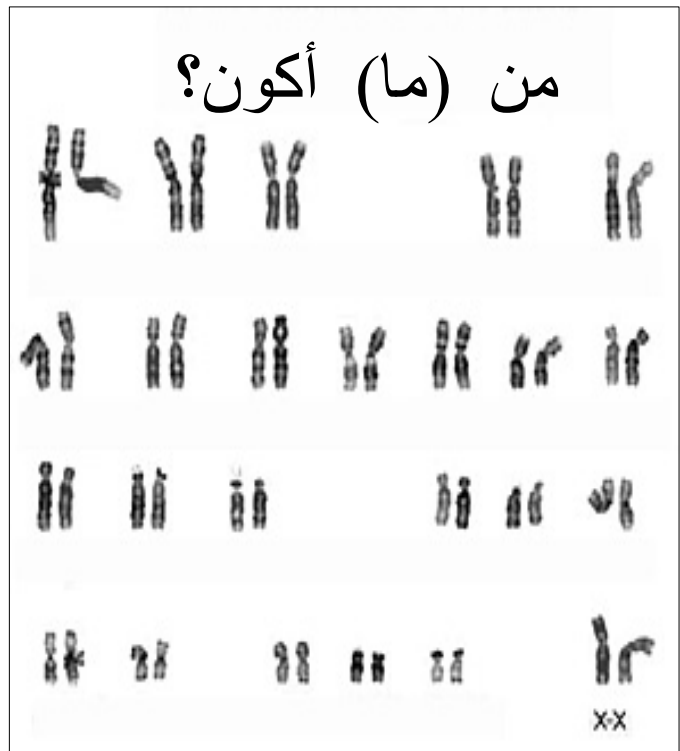
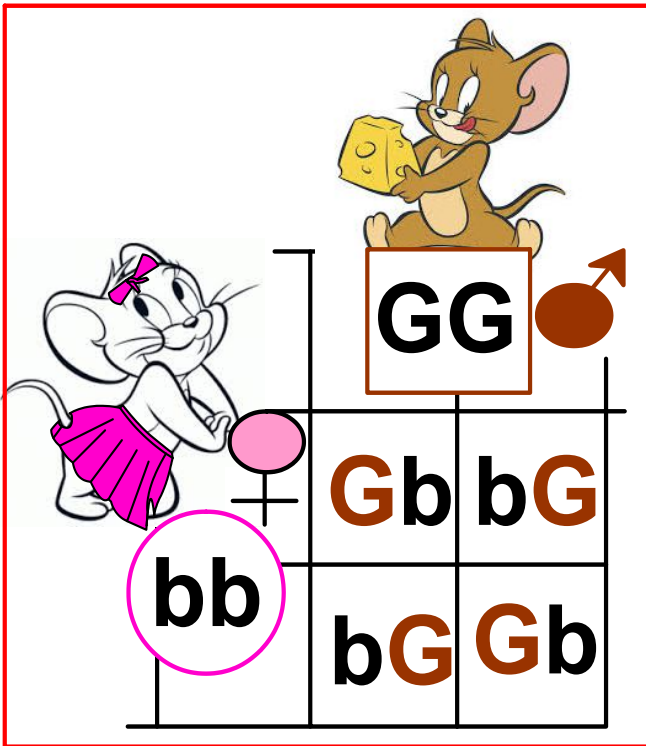


عنوان الوحدة:

الخبر الوراثي:

طبيعته، آلية تعبيره، نقله عبر التوالد الجنسي

السنة الثانية بكالوريا شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية



اقتراح: الأستاذة خديجة زكريط

البرنامج الخاص بتدريس مادة علوم الحياة والأرض.
السنة الثانية شعبة العلوم التجريبية - مسلك العلوم الفيزيائية
الوحدة الثانية: طبيعة الخبر الوراثي وآلية تعبيره - نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي.

الحصص	المكتسبات القبلية	الثانية الإعدادية: التوالد عند الكائنات الحية وانتقال الصفات الوراثية عند الإنسان الجدع المشترك العلمي: التوالد عند النباتات.
12 ساعة	المضامين المراد دراستها والغلاف الزمني المخصص لكل منها	✳ مفهوم الخبر الوراثي:..... - تموضع الخبر الوراثي داخل نواة الخلية. - دور الصبغيات في نقل الخبر الوراثي من خلية إلى أخرى. + مراحل الانقسام غير المباشر عند خلية نباتية وأخرى حيوانية. + الدورة الخلوية. - الطبيعة الكيميائية للمادة الوراثية. + تركيب وبنية كل من الصبغيات وجزيئة L'ADN. + آلية مضاعفة L'ADN. - تعريف أولي للصفة والمورثة والحليل: مفهوم الطفرة. - العلاقة صفة - بروتين ومورثة - بروتين. + الدلالة الوراثية للطفرة، الرمز الوراثي. ✳ آلية تعبير الخبر الوراثي: مراحل تركيب البروتينات (الاستنساخ، الترجمة والاستطالة).....
04 ساعات 06 ساعات		✳ نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي..... - دور الانقسام الاختزالي والإخصاب في تخليط الحليلات وفي الحفاظ على ثبات عدد الصبغيات عند نفس النوع من جيل لآخر. + مراحل الانقسام الاختزالي. + ملاحظة خرائط صبغية لأنواع ثنائية الصيغة الصبغية. ✳ القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند ثنائيات الصيغة الصبغية.....
08 ساعات		- انتقال زوج من الحليلات وتأويله الصبغي. + لمورثة غير مرتبطة بالجنس (السيادة التامة، تساوي السيادة، المورثة المميتة). + لمورثة مرتبطة بالجنس. - انتقال زوجين من الحليلات وتأويله الصبغي (مورثتان مستقلتان، مورثتان مرتبطتان). - أهمية ظاهرة العبور في تنوع الأجيال ووضع الخريطة العاميلة.
30 دقيقة 60 دقيقة 60 دقيقة 90 دقيقة	التقويم القبلي التقويم التكويني + الدعم التقويم الإجمالي	في بداية معالجة الوحدة. في منتصف الوحدة. عند نهاية الوحدة. عند نهاية معالجة الوحدة وينبغي أن يشمل مكونات الوحدة.
34 ساعة	المجموع	

الصفحة	العنوان
3 4 31	الفصل الأول: مفهوم الخبر الوراثي ◀ المحور الأول: تموضع الخبر الوراثي وطبيعته الكيميائية. ◀ المحور الثاني: آلية تعبير الخبر الوراثي.
43 44 53 54 55 63	الفصل الثاني: نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي والقوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية ◀ المحور الأول: نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي. ◀ المحور الثاني: القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند ثنائيات الصيغة الصبغية. ♦ النشاط 1: منهجية دراسة الوراثة عند ثنائيات الصيغة الصبغية. ♦ النشاط 2: القوانين الإحصائية لانتقال زوج من الحليلات: الهجونة الأحادية. ♦ النشاط 3: القوانين الإحصائية لانتقال زوجين من الحليلات: الهجونة الثنائية.



الفصل الأول مفهوم الخبر الوراثي

تقديم عام للفصل

ينتج التوأمين الحقيقيان عن بيضة واحدة، انقسمت فأعطت جنينين مستقلين، تطورا بصفة مستقلة أحدهما عن الآخر. والتوأمين الحقيقيان يكونان دائما من نفس الجنس ولهما نفس الصفات المرفولوجية (المتعلقة بالشكل) والفيزيولوجية.

إن التشابه في الصفات عند التوأمين الحقيقيين يدل على أنهما تلقيا نفس الخبر من الخلية الأصلية (البيضة) وأن الخلية تملك خبرا ينتقل خلال الانقسامات المتتالية، إنه **الخبر الوراثي = البرنامج الوراثي**

Information génétique = Programme génétique **الوراثي**

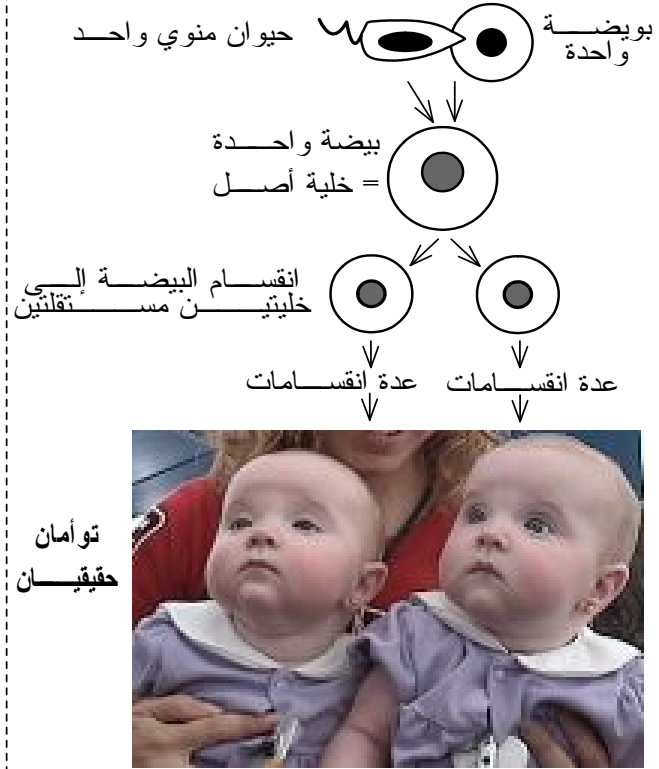
أصل التوأمين الحقيقيين
وبعض مميزاتهم المرفولوجية

** اعتمادا على معارفك وعلى
المعلومات المقدمة إليك، قارن
بين مميزات التوأمين
الحقيقيين

** ماذا يمكنك استنتاجه من
خلال هذه المقارنة ومن خلال
أصل التوأمين الحقيقيين؟

** ما هي التساؤلات التي
تطرحها دراسة هذا المثال؟

1

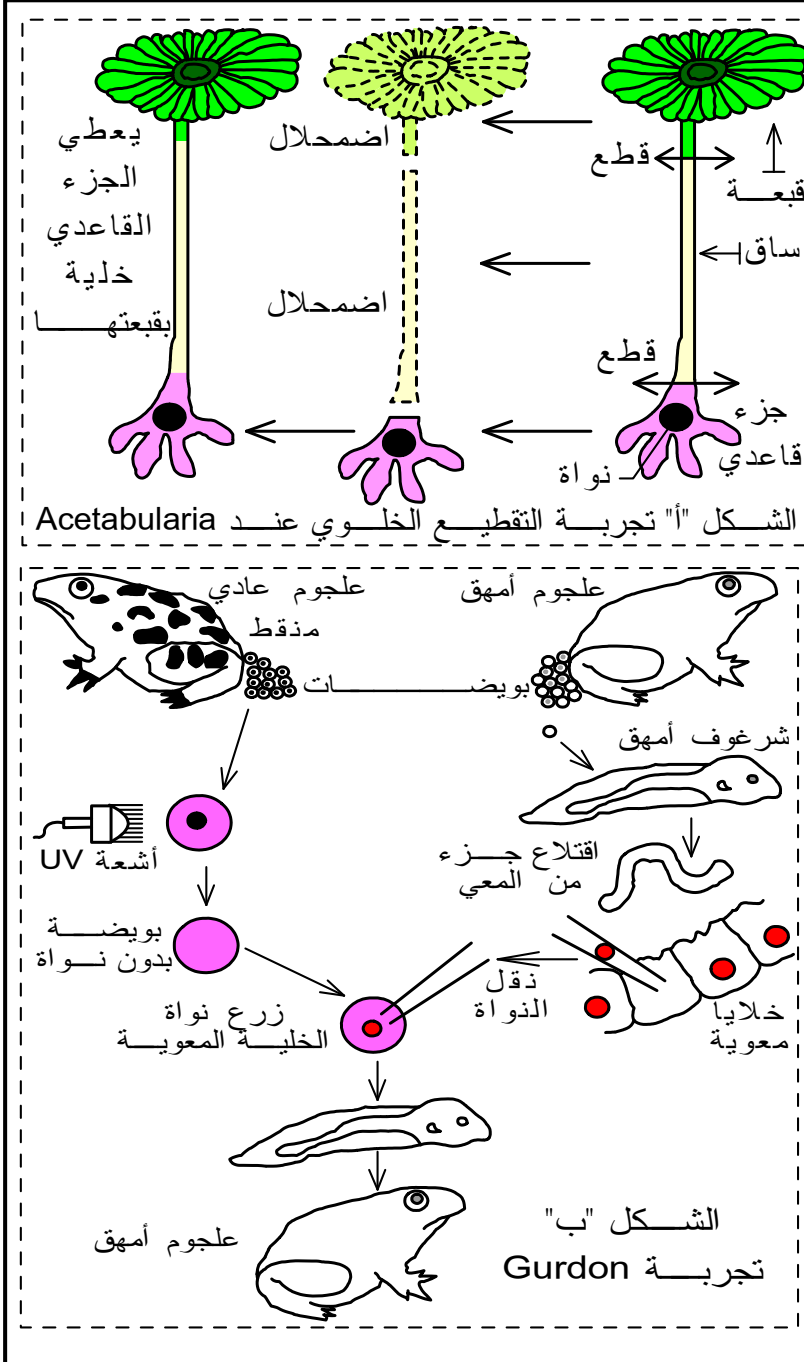


- ❖ ففي أي جزء من الخلية يتموضع الخبر الوراثي وما هي طبيعته؟
- ❖ كيف ينتقل الخبر الوراثي من خلية إلى أخرى (خلال التوالد اللاجنسي)؟
- ❖ ما هي آلية تعبيره الخبر الوراثي ؟

المحور الأول تموضع الخبر الوراثي وطبيعته الكيميائية

I في أي جزء من الخلية يتموضع الخبر الوراثي؟

1 - معطيات تحرسة (الوثيقة 2)



لتحديد موضع الخبر الوراثي في الخلية، نقترح عليك التجربتين التاليتين:

** تجربة التقطيع الخلوي عند الأسيتابولاريا:

الأسيتابولاريا طحلب مائي وحيد الخلية، تم تقطيع جسم هذه الخلية إلى جزأين جزء منوى (يضم النواة) وجزء غير منوى فحصلنا على النتائج المدونة في وثيقة الشكل "أ".

1- ما ذا يمكنك استخلاصه من خلال تحليلك لنتائج هذه التجربة؟

** تجربة Gurdon:

والممثلة نتائجها في وثيقة الشكل "ب".

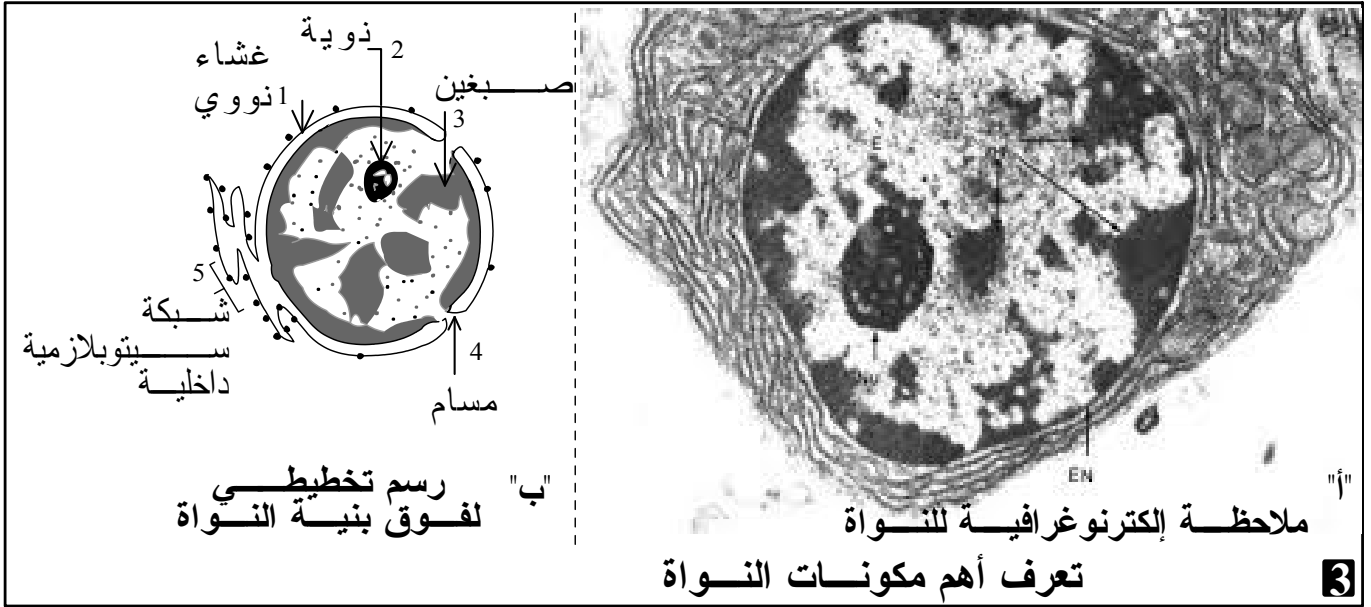
2- ما ذا يمكنك استخلاصه من خلال تحليلك لنتائج تجربة Gurdon

K Zekrite.doc

2

- 1- تفشل الأجزاء غير النواة في النمو وتضمحل، بينما ينمو الجزء المنوى فيجدد الجزء المبتور بشكل شبيه تماما للخلية الأصلية.
- 2- نقطتين أساسيتين يمكن استخلاصهما من خلال هذه التجربة:
 - * النواة ضرورية لحياة الخلية.
 - * تتحكم النواة في الصفات المميزة للخلية، فهي إذن مقر الخبر الوراثي.
- 3- يرث العلجوم الابن صفة المهق من الأب الذي ورثه نواة خليته الأصل.
 - * تؤكد هذه التجربة صحة الاستنتاج الثاني السابق.
 - * يمكن تزويد التلميذ بتفسير موجز لعملية الاستنساخ (الجدارية).

2 - فوق نية النواة الوثيقة 3



3 - خلاصة

تؤكد المعطيات التجريبية السابقة وجود خبر وراثي يتموضع داخل نواة الخلية وهو المسؤول عن البرنامج الوراثي الذي يتحكم في جميع الصفات (caractères) والخصائص النوعية للكائنات الحية.

II انتقال الخبر الوراثي خلال الانقسام الخلوي غير المباشر

1 - ملاحظات

- تتجدد كل خلايا الأمعاء الدقيقة كل 4 أيام، كما يتم تعويض مليون خلية معوية كل دقيقة تقريباً بخلايا شبيهة تماماً للخلايا الأم.
 - تتجدد كل خلايا الجلد في ظرف 25 يوماً تقريباً.
 - إن أصل كل كائن حي خلية واحدة تسمى البيضة . أما جسم الإنسان البالغ فيتكون من 100 ألف مليار خلية.
- ماذا يمكنك استنتاجه من خلال هذه المعطيات؟

* تخضع الخلايا الحيوانية والنباتية إلى انقسام نسميه **الانقسام غير المباشر** = la mitose .
* يضمن الانقسام غير المباشر تكاثر الخلايا وتجدها مع **نقل الخبر الوراثي كاملاً** (وبدون تغيير) **من الخلية الأم إلى الخليتين البنيتين**.

2 - الانقسام غير المباشر

أ - حدد خلايا نباتية :

a ملاحظات إلكتروغرافية (الوثيقة 4)

4

إليك بعض الصور الإلكترونية لمرحلة لانقسام غير مباشر عند خلية نباتية وهي غير مرتبة

أ - ب - ج - د

** رتب هذه المراحل حسب تسلسلها الزمني الافتراضي

** ناسب لكل مرحلة اسمها الصحيح من خلال ما يلي:

المرحلة التمهيديّة - المرحلة الاستوائية - المرحلة الانفصالية - المرحلة النهائية

أجوبة:

1) الترتيب الافتراضي للمراحل: ت ← أ ← ب ← ج.

2) أسماء المراحل:

ب = المرحلة الانفصالية

ج = المرحلة النهائية

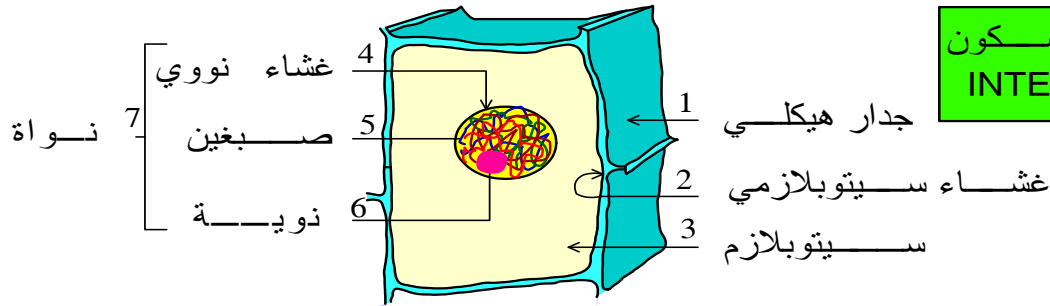
ت = المرحلة التمهيديّة

أ = المرحلة الاستوائية

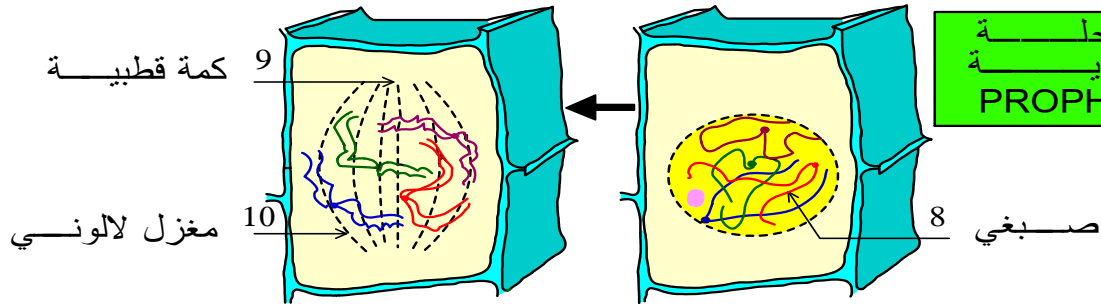
b - مراحل الانقسام غير المباشر (الوثيقة 5 في الصفحة الموالية)

إليك بعض الرسوم التخطيطية لمراحل الانقسام غير المباشر عند خلية نباتية:
 ** بعد تحديد أسماء العناصر المشار إليها بأسماء المراحل، صف مميزات كل مرحلة
 ** لون كل صبغي بلون مختلف واحسب عدد صبغيات هذه الخلية 6 صبغيات.

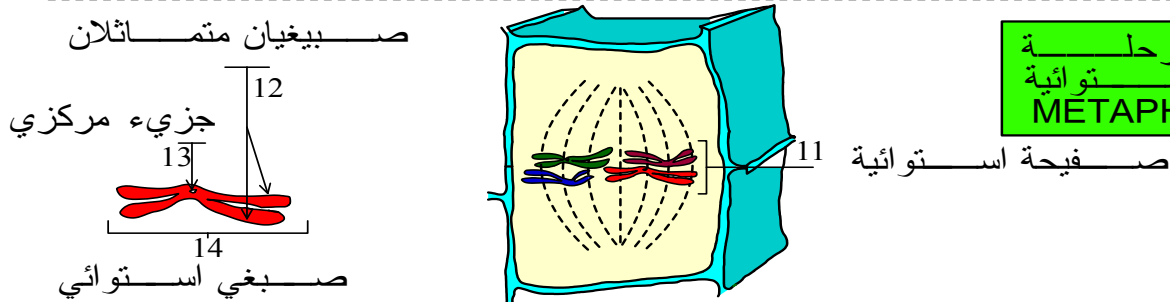
مرحلة السكون INTERPHASE



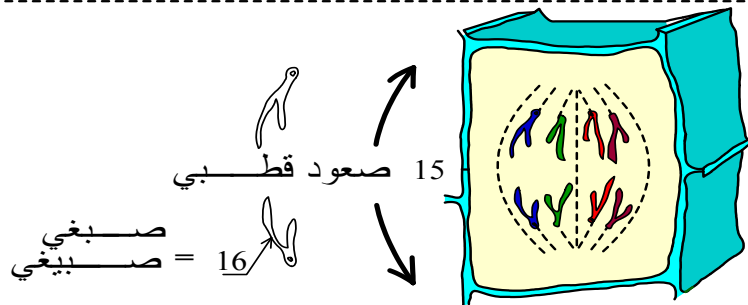
المرحلة التمهيديّة PROPHASE



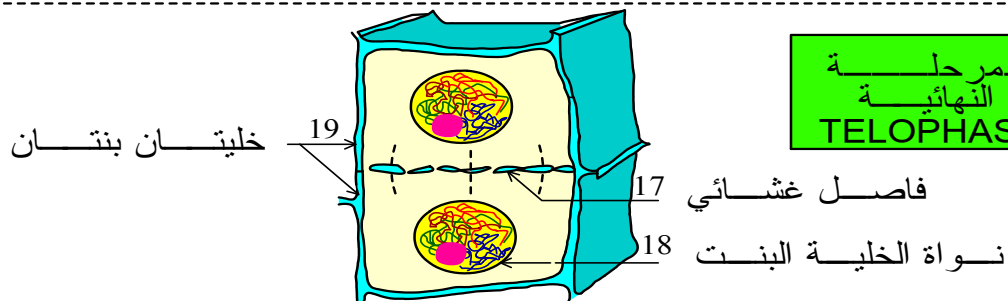
المرحلة الاستوائية METAPHASE



المرحلة الانفصالية ANAPHASE



المرحلة النهائية TELOPHASE



رسم تخطيطي لمراحل الانقسام غير المباشر عند خلية نباتية

5

2 - يعتبر الانقسام غير المباشر ظاهرة متتالية الأحداث، تتكون من 4 مراحل أساسية تتناوب مع مرحلة أطول تدعى مرحلة السكون:

✳ **الطور التمهيدي** = la prophase: يستغرق هذا الطور أطول مدة ويتميز ب:

✍ انتفاخ النواة، الذي ينتهي بانفجارها فيتلاشى الغشاء النووي.

✍ اختفاء النوى.

✍ اختفاء **الصبغين** = la chromatine تدريجيا وظهور **خييطات تسمى الصبغيات** =

الكروموزومات = les chromosomes، يمنع تشابكها في هذا الطور إمكانية تعدادها.

✍ في منتصف هذا الطور يبدو كل صبغي مكونا من خيطين متشابهين يسمى كل منهما **صبغي**

= chromatide،

تجمع بينهما منطقة خاصة تسمى بالجزء المركزي.

✍ بداية ظهور مغزل من الخييطات بين قطبي الخلية، يسمى **مغزل الانقسام** = **المغزل اللالوني** =

Fuseau achromatique.

✍ كما يلاحظ وجود منطقة فاتحة في القطبين (تغيب فيها خييطات المغزل) نسمي كلا منها **بالكمة**

القطبية = calotte polaire.

✳ **الطور الاستوائي** = la métaphase: طور قصير المدة (بضع دقائق)، يتميز ب:

✍ تقلص الصبغيات فتصبح قصيرة وواضحة، حيث يمكن عدّها.

✍ تموضع الصبغيات وسط الخلية وعلى خط استوائها مكونة ما يسمى **بالصفحة الاستوائية**.

✍ يبقى كل صبغي مشكلا من صبيغين متماثلين متصلين على مستوى الجزء المركزي، حيث يرتبط هذا الأخير بأحد ألياف المغزل اللالوني.

✳ **الطور الانفصالي** = Anaphase: طور سريع (2 إلى 3 دقائق)، خلاله:

✍ ينشط كل جزء مركزي فينفصل كل صبغي عن مثيله.

✍ يهاجر الصبيغيان الناتجان في منحنيين متعاكسين نحو أحد قطبي الخلية، وذلك نتيجة تقلص خيوط

المغزل اللالوني، هذا ما نسمي بالصعود القطبي. تؤدي هذه العملية إلى هجرة مجموعتين متماثلتين من

الصبغيات في اتجاهين متضادين، حيث أن كل صبغي من الخلية الأولية ممثل في كل من المجموعتين

بصبغي (= صبيغي) ابن.

✳ **الطور النهائي** = Télophase: تقارب مدته مدة الطور التمهيدي ويتميز ب:

✍ اختفاء المغزل اللالوني.

✍ اختفاء الصبغيات وتشكل كتلة من الصبغين.

✍ تكون غشاء نووي حول كل كتلة من الصبغين، بذلك يتم انقسام النواة.

✍ ظهور فاصل غشائي (جدار هيكلي جديد) في وسط الخلية، فينقسم السيتوبلازم، وبذلك تتشكل

خليتان بنتان، تدخل كل منهما في طور السكون.

ملحوظة: يصعب الفصل بين حدود الأطوار الأربعة، حيث أن الانقسام ظاهرة متواصلة.

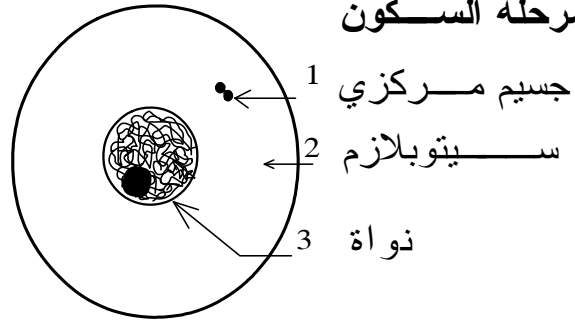
الخبر الوراثي: طبيعته، آلية تعبيره، نقله عبر التوالد الجنسي - برنامج السنة الثانية بكالوريا مسلك العلوم الفيزيائية

ثانوية أبطيح التأهيلية اقتراح الأستاذة خديجة زكريط

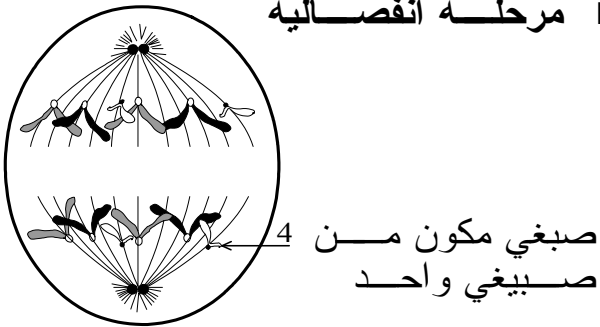
ب - مخطط حيوانية: الوثيقة 6

إليك بعض الرسوم التخطيطية لانقسام غير مباشر لخلية حيوانية وهي غير مرتبة. للتبسيط اعتبرنا عدد الصبغيات = 6
 ** رتب هذه المراحل حسب تسلسلها الزمني الصحيح،
 ** سم كل مرحلة واعط الأسماء المناسبة للعناصر المشار إليها بأسمهم.

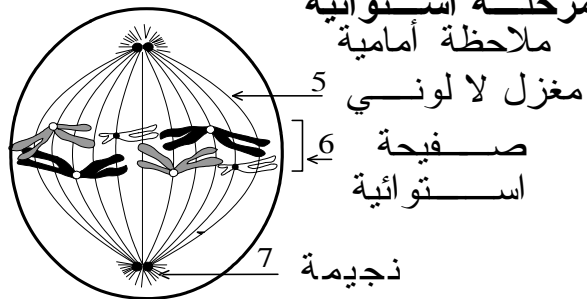
a مرحلة السكون



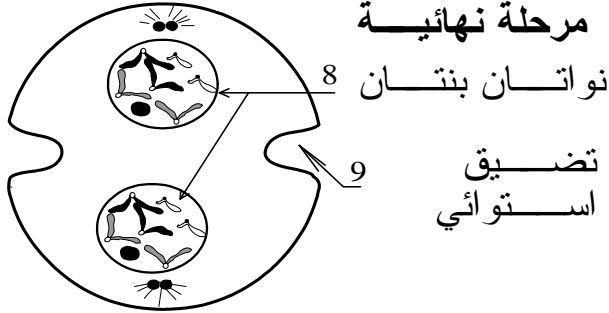
b مرحلة انفصالية



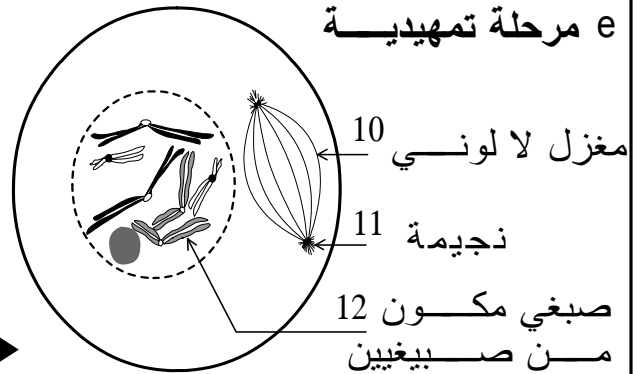
c مرحلة استوائية ملاحظة أمامية



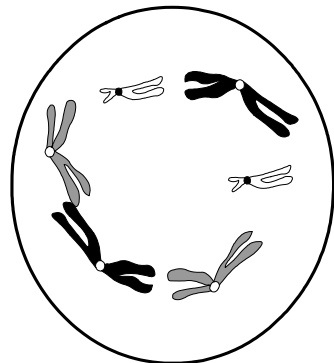
d مرحلة نهائية



e مرحلة تمهيدية



f مرحلة استوائية ملاحظة قطبية



6

رسم تخطيطي لمراحل الانقسام غير المباشر عند
 خلية حيوانية

K. Zekrite.doc

أجوبة الوثيقة 6:

- ترتيب المراحل: a ⇌ e ⇌ (c و f) ⇌ b ⇌ d

- الأسماء: انظر الوثيقة

ج - مقارنة بين الانقسام عند الخلية الحيوانية و عند الخلية النباتية:

- ♣ يتم انقسام الخلية النباتية والخلية الحيوانية في نفس المراحل: المرحلة التمهيديّة، المرحلة الاستوائية، المرحلة الانفصالية والمرحلة النهائية، وتتشابه هذه المراحل في خطوطها العريضة.
- ♣ يتميز انقسام الخلية الحيوانية عن انقسام الخلية النباتية ببعض الظواهر الخاصة:
 - تتوفر الخلية الحيوانية على عضي خاص يسمى **الجسيم المركزي** (يتشكل بدوره من مريكزين)، خلال الطور التمهيدي، ينشط هذا العضي فيعطي مريكزين، تنطلق منهما كل خيوط المغزل اللالوني فنسمي كلا منهما **نجيمة**، تبتعد النجيمتان عن بعضهما وتتموضع كل منهما في أحد قطبي الخلية. (تذكر أن المنطقة القطبية للخلية النباتية فارغة نسميها بالكمة القطبية).
 - في الطور النهائي، ينغمد الغشاء السيتوبلازمي في خط استواء الخلية الحيوانية محدثا شقا يفصل الخلية إلى جزأين متساويين، إنه **الاختناق الاستوائي** (التضييق الاستوائي) =Etrangement=équatorial، (تذكر أن انقسام السيتوبلازم عند الخلية النباتية يتم ببناء فاصل)

ملحوظات:

- ◆ لا تنقسم الخلايا العصبية، وبذلك لا تتكاثر ولا تتجدد، حيث يولد المولود حاملا لعدد قار من هذه الخلايا، وكل تلف لا يعوض.
- ◆ الخلايا السرطانية، خلايا فقدت السيطرة على الانقسام، حيث تنقسم بطريقة سريعة جدا وغير منتظمة وبذلك تتسلل هذه الخلايا بين الأنسجة مشكلة أوراما.
- ◆ تتحكم عدد من العوامل في انطلاق الانقسام، منها حجم السيتوبلازم، بعض المواد الكيميائية في السيتوبلازم، كمية مواد القيت في الخلية، الهرمونات الدرقية (خلل في هذه الغدة يؤدي إلى القزمية)، الهرمونات الجنسية (ينمو الشخص بسرعة أثناء فترة البلوغ مع بداية نشاط الغدد التناسلية)...

د - خلاصة وطرح تساؤلات

👉 يكون طور السكون والانقسام غير المباشر الذي يليه دورة خلوية.
👉 يضمن الانقسام غير المباشر ثباتا في عدد الصبغيات وفي الصفات الوراثية، حيث تحتفظ الخليتان البنتان بنفس عدد وصنف صبغيات الخلية الأم وبنفس صفاتها الوراثية.

👉 تطرح هذه الخلاصة تساولين اثنين:

- كيف تحتفظ الخلية بعدد الصبغيات قارا رغم الانقسام؟
- أليست الصبغيات حاملة للخبر الوراثي؟

3 - الصبغات دعامة الخبر الوراثي

أ - تعداد ومظهر الصبغيات

الخبر الوراثي: طبيعته، آلية تعبيره، نقله عبر التوالد الجنسي - برنامج السنة الثانية بكالوريا مسلك العلوم الفيزيائية
ثانوية أبطيح التأهيلية
اقتراح الأستاذة خديجة زكريط

بعض الأنواع الأحادية الصيغة الصبغية	بعض الأنواع الثنائية الصيغة الصبغية	
	نباتات	حيوانات
07 فطر نوروسبورا	16 البصل	08 ذبابة الخل
07 فطر صورداريا	18 الخميرة	26 الضفدعة
04 فطر البينيسيليوم	20 Acetabulria طحلب	38 القط
01 البكتيريا	24 الأرز	40 الفأر
	22 اللوبيا	46 الإنسان
	48 التبغ	64 الحصان
	48 البطاطس	78 الدجاجة
الوثيقة 6: عدد الصبغيات عند بعض الأنواع حل معطيات هذه الوثيقة		

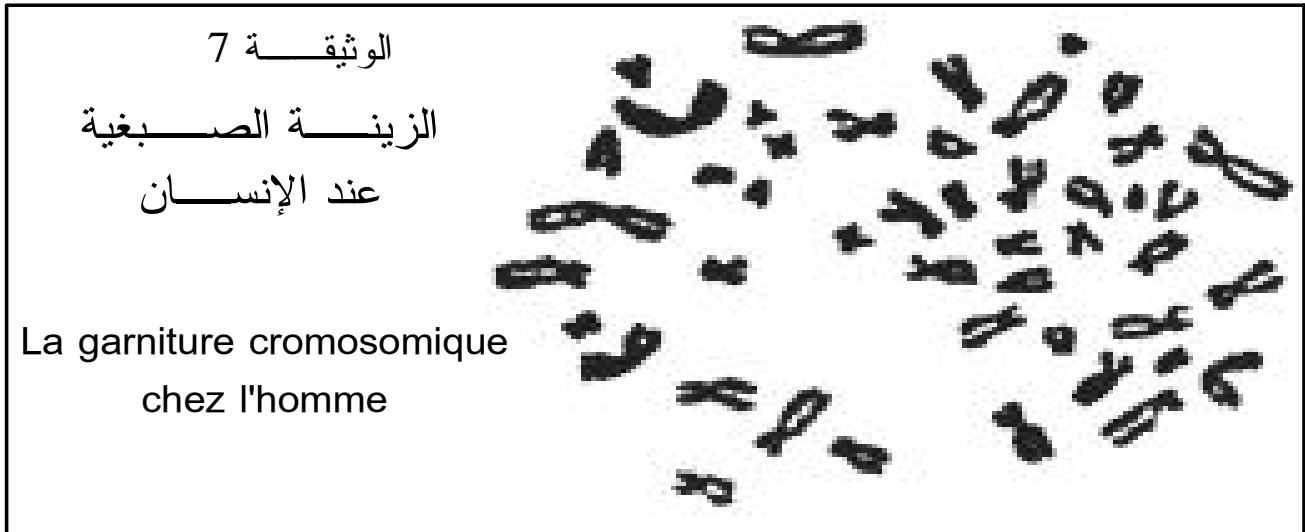
تحليل معطيات جدول الوثيقة 6:

- ✱ يختلف عدد الصبغيات من نوع لآخر، لكنه يبقى ثابتا بالنسبة لنفس النوع، فهذا العدد يميز النوع.
- ✱ نعبر عن عدد الصبغيات في الخلية بالصيغة الصبغية = Formule chromosomique.
- ✱ تضم خلايا بعض الكائنات الحية عددا زوجيا من الصبغيات، حيث أن لكل صبغي صبغي آخر مماثل له، نقول أن هذه الخلايا ثنائية الصيغة الصبغية = diploïde، فنرمز إلى الصيغة الصبغية ب $2n$ حيث يمثل n عدد الأزواج أي عدد الصبغيات المتماثلة.
- ✱ مثلا عند ذبابة الخل $2n = 8 \leftarrow n = 23$ ، يعني يوجد 4 أزواج من الصبغيات المختلفة.
- ✱ هناك كائنات لا يوجد تماثل بين صبغيات خلاياها فنقول أنها كائنات أحادية الصيغة الصبغية = Haploïde مثلا البينيسيليوم : $n = 4$

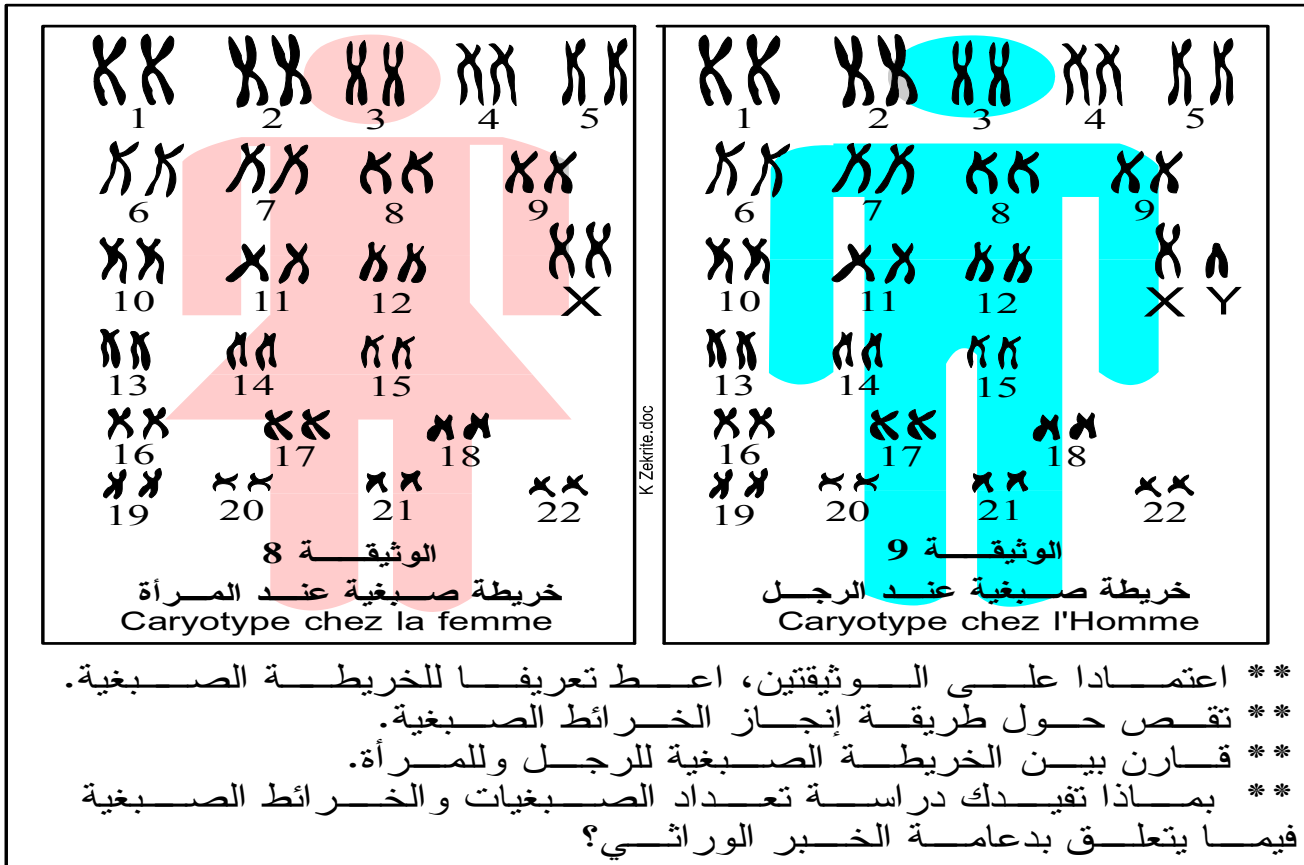
ب- الزينة و الخريطة الصبغيتين: الوثيقة 7 و 8 و 9

a تعريف

- ✱ الزينة الصبغية هي صورة (تمثيل) لكل الصبغيات المتواجدة في الخلية.



✿ الخريطة الصبغية هي زينة صبغية مرتبة.



- ** اعتمادا على الوثيقتين، اعط تعريفًا للخريطة الصبغية.
- ** تقص حول طريقة إنجاز الخرائط الصبغية.
- ** قارن بين الخريطة الصبغية للرجل والمرأة.
- ** بماذا تفيدك دراسة تعداد الصبغيات والخرائط الصبغية فيما يتعلق بدعامة الخبر الوراثي؟

✿ لإنجاز خريطة صبغية نعتد التقنيات التالية:

- ① نوقف الانقسام خلال الطور الاستوائي حيث تكون الصبغيات واضحة، وذلك بواسطة مادة السورنجين.
- ② نفجر الخلية بوضعها في وسط ناقص التوتر فتتحرر الصبغيات.
- ③ نثبت الصبغيات بمواد خاصة مثل الكحول ثم نصورها، فنحصل على زينة صبغية.
- ④ نرتب هذه الصبغيات بالاعتماد على المعايير التالية:
 - قدها (من الأكبر إلى الأصغر).
 - موقع الجزيء المركزي (وسط، طرف ...)
 - الأشرطة الملونة الفاتحة والداكنة.
 - في حالة الخلايا الثنائية الصيغة الصبغية نرتب الصبغيات بالأزواج، حيث يضم كل زوج صبغيين متماثلين.

b مقارنة بين الخريطة الصبغية للرجل والمرأة

- عند مقارنة الخريطين الصبغيتين لكل من الرجل والمرأة (الوثيقة 8 و9) نلاحظ أن:
 - عدد الصبغيات زوجي وقار عند الرجل والمرأة: $2n = 46$.
 - صبغيا الزوج 23 يسمحان بتمييز الجنس الذكري عن الجنس الأنثوي:

♦ عند المرأة، صبغيا الزوج 23 متماثلان، نرسم إلى كل منهما بالحرف X (الزوج

.XX).

♦ عند الرجل، صبغيا الزوج 23 مختلفان، نرسم لأكبرهما ب X ولأصغرهما ب Y.

✦ يشكل الزوج 23 عند الإنسان ما نسمي ب الصبغيات الجنسية = les chromosomes

sexuels، وتشكل الأزواج الأخرى (22 زوج المتبقية) الصبغيات اللاجنسية les autosomes، نرسم إليها بالحرف A.

✦ نكتب الصيغة الصبغية عند الإنسان على الشكل التالي:

عند المرأة	عند الرجل
$2n = 46$	$2n = 46$
$= 44A + XX$	$= 44A + XY$
$= 22 AA + XX$	$= 22 AA + XY$

✦ - ملاحظة:

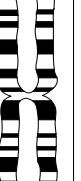
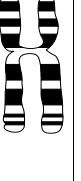
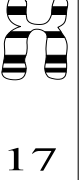
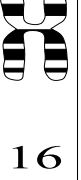
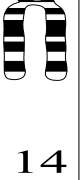
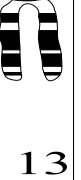
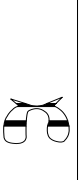
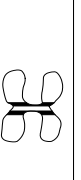
✦ يتميز كل نوع من الكائنات الحية بعدد صبغياته كما يختص بمجموعة من الصفات والخصائص التي تميزه عن بقية الأنواع الأخرى.

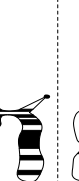
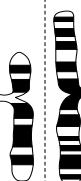
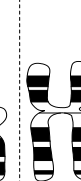
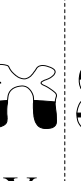
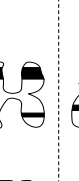
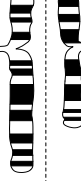
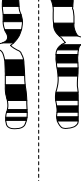
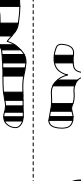
✦ تختلف الخريطة الصبغية للرجل عن الخريطة الصبغية للمرأة بزوج من الصبغيات، موازاة مع ذلك يتميز كل من الرجل والمرأة بمجموعة من الصفات تحدد جنسه.

✦ تدعو هذه الملاحظات للقول بأن الصبغيات هي وحدات نقل الخبر الوراثي (دعامة الخبر الوراثي).

تمرين تطبيقي

باستعمالك لصبغيات الجدول "ب"، أتمم إنجاز الخريطة الصبغية لحميل بشري بالجدول "أ".
هل يتعلق الأمر بحميل ذكر أم أنثى؟ علل جوابك.

					
6	5	4	3	2	1
					
12	11	10	9	8	7
					
18	17	16	15	14	13
الجدول "أ"					
	X	22	21	20	19

											
L	k	j	i	h	g	f	e	d	c	b	a
											
y	v	u	t	s	r	q	p	o	n	m	

الجدول "ب"

حل التمرين

📌 تحديد الصبغيات المتماثلة (انظر الوثيقة)

											
r	6	b	5	m	4	g	3	t	2	L	1
											
n	12	c	11	p	10	e	9	h	8	s	7
											
d	18	q	17	o	16	j	15	f	14	a	13
											
Y	X	u	22	k	21	v	20	i	19		

(1,L) (2,t) (3,g)
 (4,m) (5,b) (6,r)
 (7,s) (8,h) (9,e)
 (10,p) (11,c) (12,n)
 (13,a) (14,f) (15,j)
 (16,o) (17,q) (18,d)
 (19,i) (20,v) (21,k)
 (22,u) (x,y)

📌 الصبغيان الجنسيان غير متماثلان، أحدهما طويل (X) والآخر قصير (Y)، إذن يتعلق الأمر بخريطة صبغية لحميل ذكر.

1 - الطبيعة الكيميائية للخبر الوراثي:

أ - أبحاث Griffith (1928): الوثيقة 11

11

تجارب Griffith: التهاب الرئة مرض تسببه بكتيريا تسمى المكورات

الرئوي توجد هذه المكورات على شكلين:

* شكل لا يتوفر على غمد، نرسم له ب R (خشن = Rough)

* شكل يتوفر على غمد (محفظة = جدار) نرسم له ب S (أملس = Smooth)

للإشارة فالشكل أملس أو خشن يعد صفة وراثية، على هذه المكورات أجرى

Griffith التجارب التالية

الاستنتاجات	النتائج	التجارب
يتمثل العامل الممرض في تواجد الغمد حيث أن المكورات R التي لا تملك غمدا لا تسبب المرض.	موت ملاحظ على مستوى الدم غمد مكورات S حية	قطن معقم مكورات رئوية حية S
تؤكد نتيجة هذه التجربة صحة الاستنتاج السابق حيث أن المكورات S المجردة من الغمد أصبحت غير ممرضة.	بقاء مكورات R حية	مكورات رئوية حية R
إن تواجد مكورات S حية في دم هذا الفأر لا يمكن تفسيره إلا كآتي: تحولت المكورات R إلى مكورات S بفضل مادة انتقلت إليها من بقايا المكورات S. سمي Griffith هذه المادة بالعلية المحولة وسمى هذه الظاهرة بظاهرة التحول البكتيري.	موت مكورات S ميتة بدون محفظة	مكورات رئوية ميتة S تسخين
	موت مكورات S حية ومكورات R حية	خليط من المكورات الرئوية S الميتة و R الحية

K. Zekrite.doc

Macleod, Avery et Mac Carthy تجربة

في سنة 1944 استخلص الباحثون Macleod, Avery و Mac Carthy مادة كيميائية من النواة، تسمى الحمض النووي الريبوزي ناقص الأوكسجين ADN = Acide desoxyribo-nucléique

فأعادوا به ظاهرة التحول البكتيري كما توضح الوثيقة جانبه. ما ذا تستنتج من خلال نتائج هذه التجربة؟

12 K. Zekrite.doc

بوجود ADN المكورات S، تحولت المكورات R إلى مكورات S، إذن فالعلة المحولة التي تكلم عنها Griffith ما هي في الواقع إلا جزيئات ADN.

ت - آلية التحول البكتيري الوثيقة 13

المكورة "S"

المكورة "R"

أجزاء ADN المكورة "S" المقتولة

مكورة رئوية "S" مقتولة

مكورة رئوية "S"

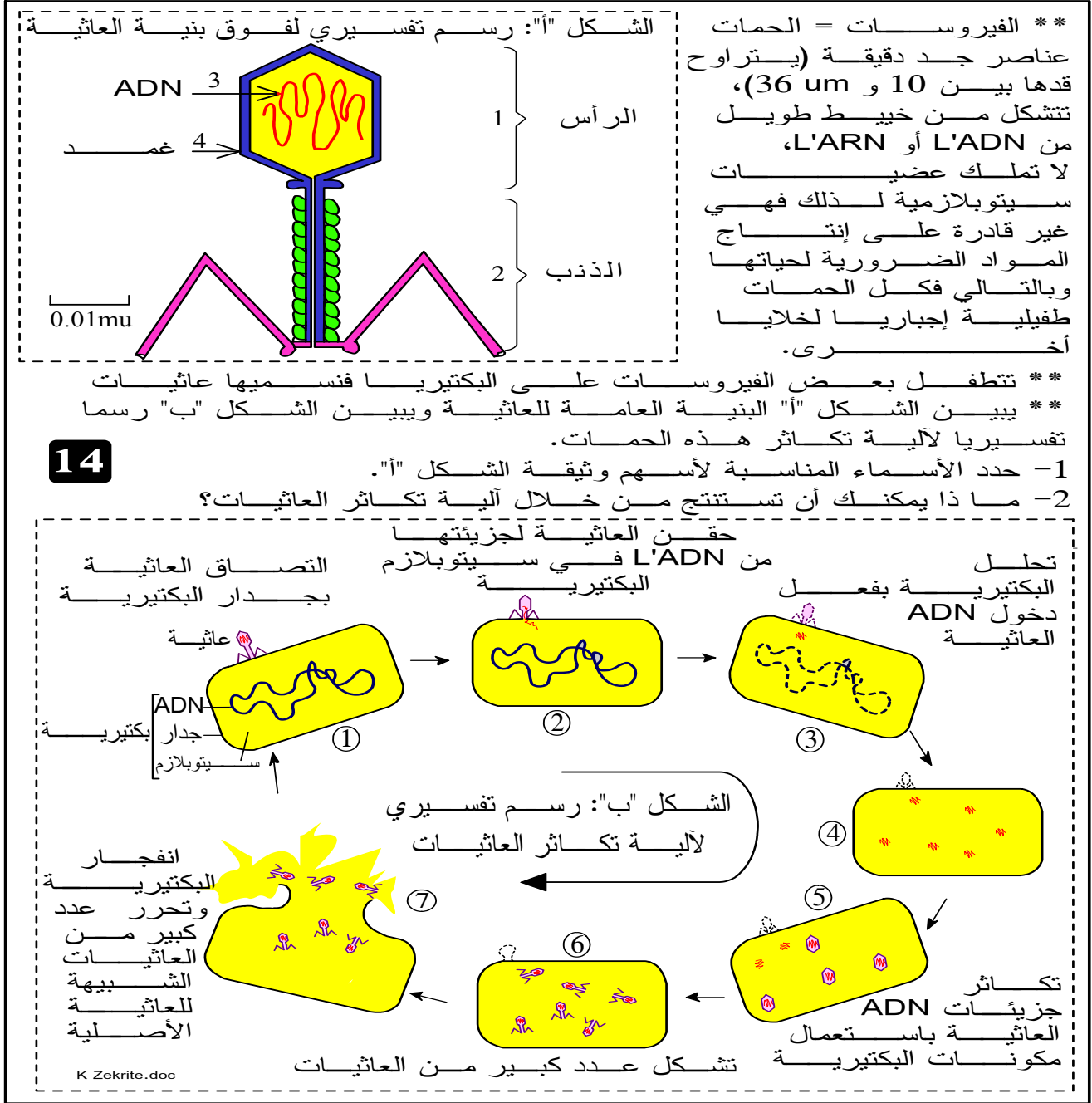
1 غمد
2 ADN بكتيري
3 قطعة L'ADN المتحكمة في إنتاج الغمد

Macleod, Avery et Mac Carthy تفسير نتائج تجربة

اعتمادا على الرسم التخطيطي، صغ نصا مبسطا توضح من خلاله آلية التحول البكتيري

13 K. Zekrite.doc

بامتلاكها قطعة ADN صادرة من المكورات S، تصبح المكورات R قادرة على إنتاج غمد خاص بها، فتكتسب بذلك صفة وراثية جديدة. نستنتج إذن أن جزيئات L'ADN هي المادة الوراثية الحاملة للخبر الوراثي.



مكن L'ADN المحقون داخل البكتيرية من إنتاج عدد هائل من العاثيات الجديدة المتشابهة فيما بينها والشبيهة للعاثية الأصلية، مما يفيد ويؤكد أن L'ADN هو الجزيئة التي تحمل الخبر الوراثي.

د - خلاصة

أكدت كل من تجارب Griffith ودراسة آلية تكاثر العاثيات أن الحمض النووي الريبوزي ناقص الأوكسجين = L'ADN هو دعامة الخبر الوراثي

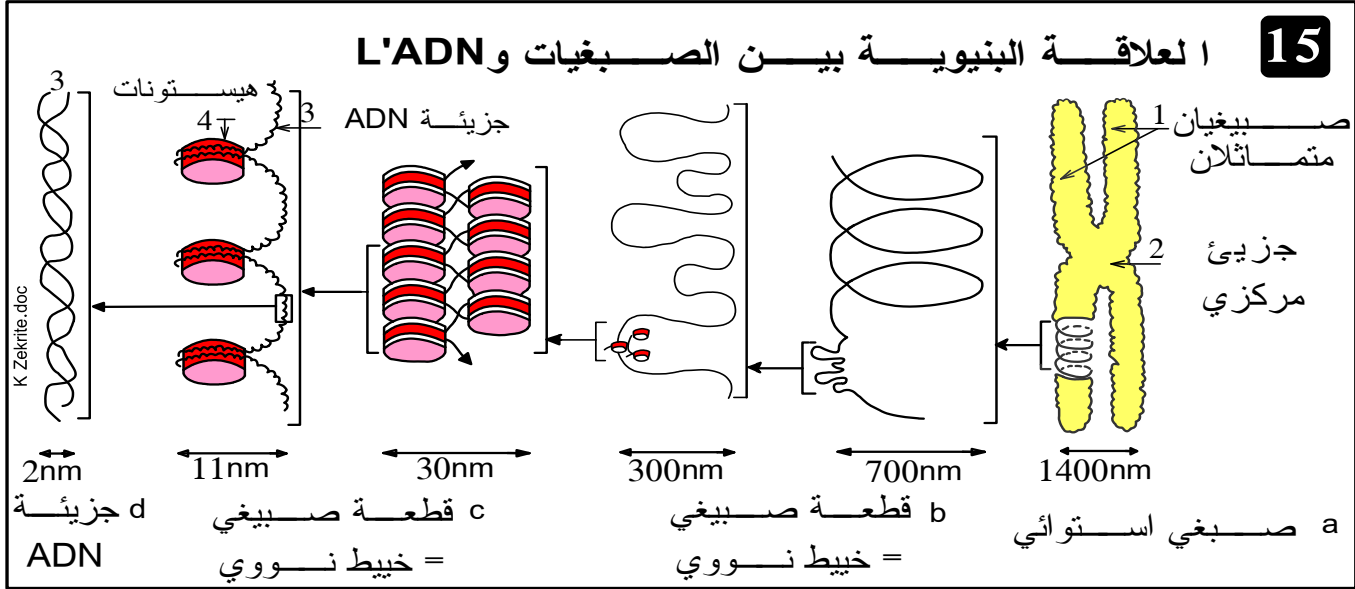
ملحوظة: يمكن أن يحمل الخبر الوراثي بواسطة جزيئات تسمى L'ARN (مثلا عند فيروس السيدا).

الخبر الوراثي: طبيعته، آلية تعبيره، نقله عبر التوالد الجنسي - برنامج السنة الثانية بكالوريا مسلك العلوم الفيزيائية
ثانوية أبطيح التأهيلية
اقتراح الأستاذة خديجة زكريط

مشكل: خلصنا من خلال دراسة الانقسام غير المباشر إلى أن الصبغيات هي دعامة الخبر الوراثي، أما تجارب Griffith فقد أكدت أن الخبر الوراثي يتواجد في جزيئات L'ADN. فهل هناك تعارض بين هذين الاستنتاجين، إذا كان الأمر غير ذلك فهل هناك علاقة بين كل من L'ADN والصبغيات؟.

2 - العلاقة بين الصبغات و L'ADN:

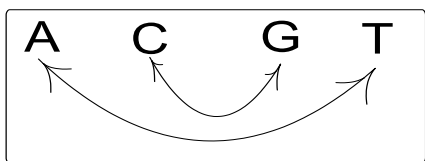
أ - العلاقة البنوية بين الصبغات و L'ADN:



✳ عند معالجة صبغي استوائي بالبروتياز (أنزيم محلل للبروتينات)، نلاحظ انبساط خيطين طويلين جدا: الصبيغان = الخييطان النوويان حول شبح مكون من بروتينات غير منحلة.
✳ يتكون كل صبغي = خييط نووي من جزيئة ADN واحدة، ملتقة حول بروتينات خاصة تسمى هيستونات.

ب - بنية L'ADN: الوثيقة 16 في الصفحة الموالية

- ✳ تتشكل كل جزيئة ADN من شريطين ملوليين (لولب مضاعف).
- ✳ يتركب كل شريط من تسلسل دقيق (فيما يخص العدد والترتيب) من النيكليوتيدات، فشريط L'ADN عبارة عن عديد نيكليوتيدات = بوليمير Polymère من النيكليوتيدات.
- ✳ يتركب كل نيكليوتيد = Nucléotide من ثلاث عناصر:
 ✳ حمض فوسفوري = Acide phosphorique.
 ✳ سكر خماسي الكربون يسمى: الريبوز ناقص الأكسجين = le désoxyribose (C₅H₁₀O₄).
 ✳ إحدى القواعد الأزوتية = Base azotées الأربعة الآتية:
 ① الأدينين = L'adénine (A)
 ② السيتوزين = La cytosine (C)
 ③ الثيمين = La thymine (T)
 ④ الغوانين = La guanine (G)



✳ يرتبط لولبا L'ADN بواسطة روابط كيميائية هيدروجينية بين القواعد الأزوتية، حيث:
ترتبط: A مع T و C مع G.

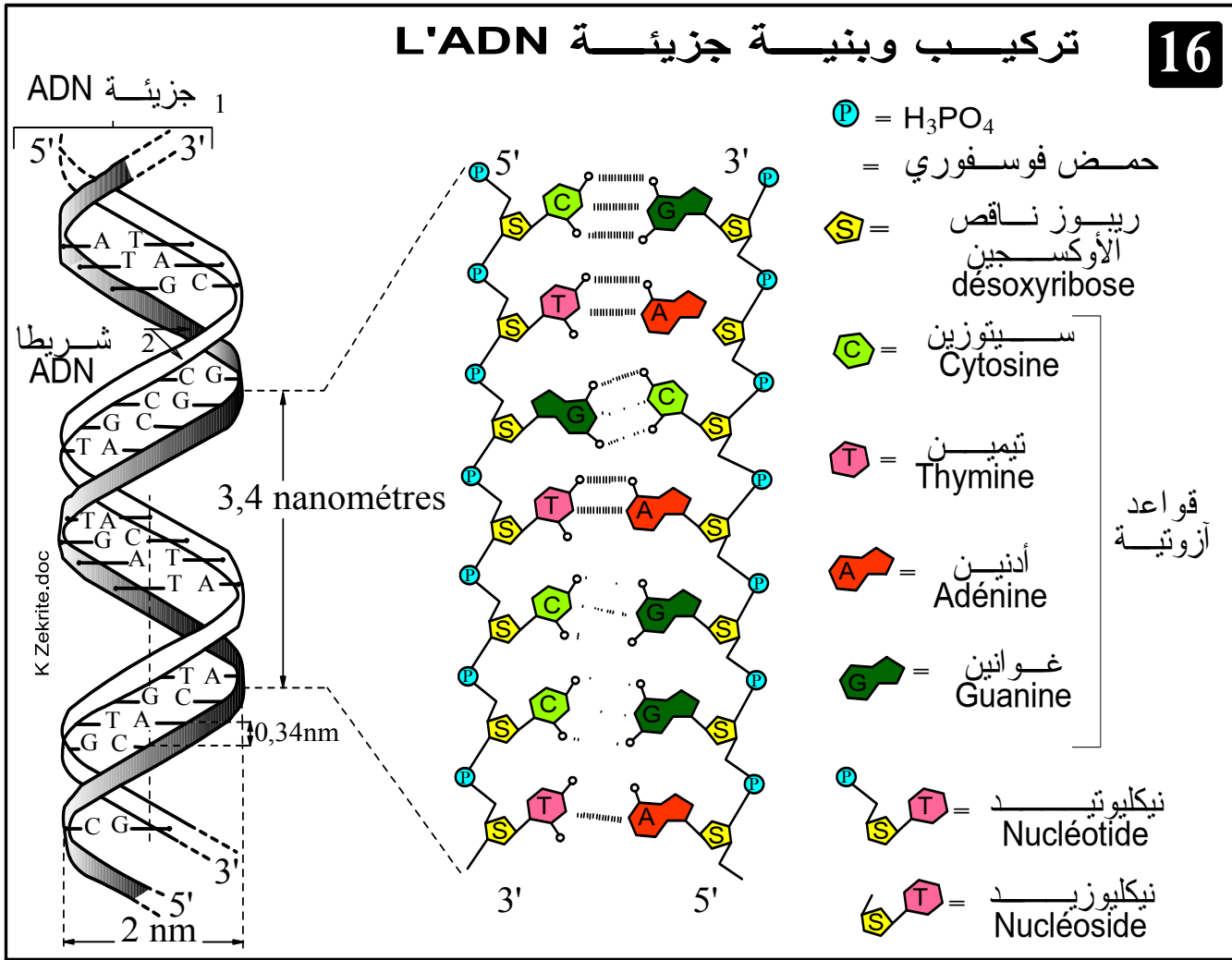
ملحوظة:

نظرا للترابط الدقيق بين القواعد الأزوتية فإن: مقدار C = مقدار G و مقدار A = مقدار T، ومنه نفهم العلاقة التالية:

$$\frac{A}{T} = \frac{C}{G} = \frac{A+C}{T+G} = 1$$

يرمز اصطلاحيا لذرات الكربون الخمس المكونة لسكر الريبوز ناقص الأوكسجين بـ 'C1'، 'C2'، 'C3'، 'C4' و 'C5'. في كل شريط ADN نجد في إحدى النهايتين: 'C3' له وظيفة OH حرة، وفي النهاية الأخرى نجد 'C5' حرة. وهكذا فلكل شريط قطبية تبعا لاتجاه 5' - 3'. كما أن شريطا L'ADN المتجمعان لهما قطبية متضادة 3'5' مع 5'3'. فالشريطان متعاكسا التوازي.

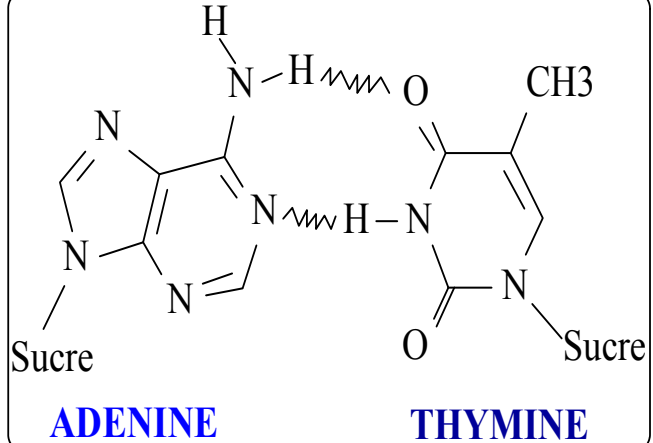
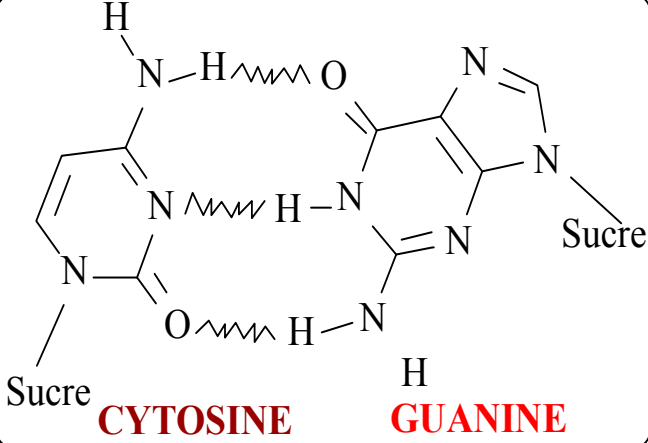
نيكليوزيد = Nucléoside = سكر الريبوز ناقص الأوكسجين + قاعدة أزوتية.



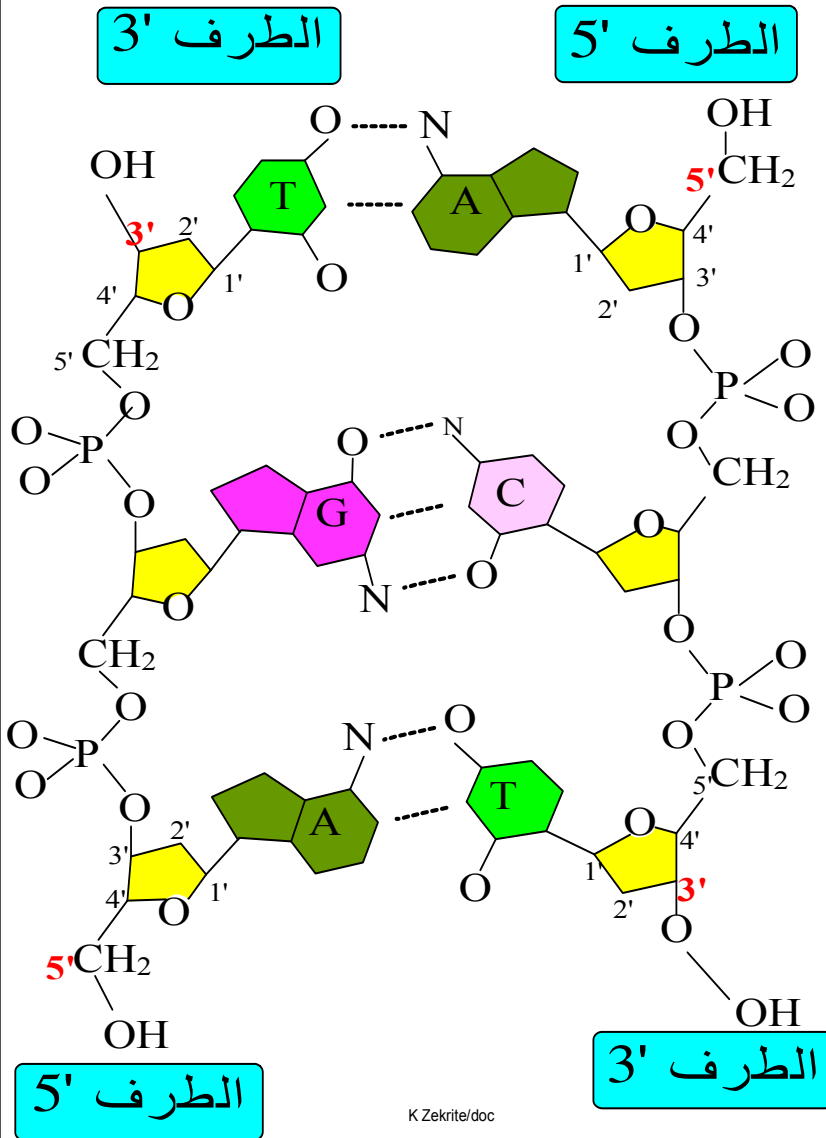
3 - خلاصة:

إن الخبر الوراثي ما هو إلا متتالية نيكليوتيدات تشكل جزيئة L'ADN.

مكملات المعرفة حول بنية LADN

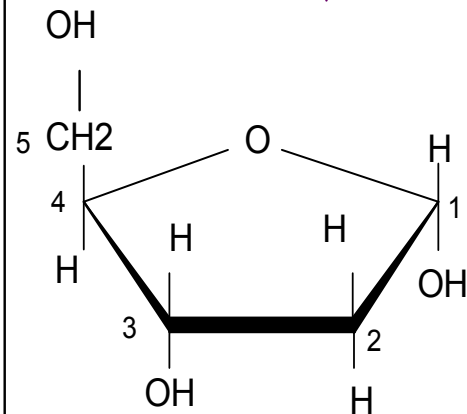


بنية L'ADN

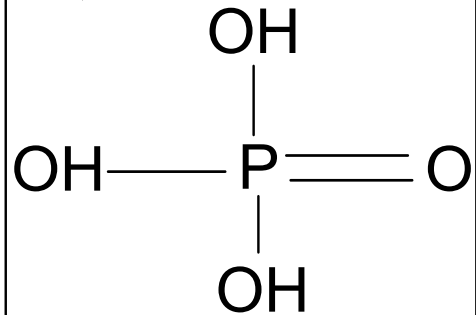


سكر الريبوز ناقص
الأوكسجين

DESOXYRIBOSE

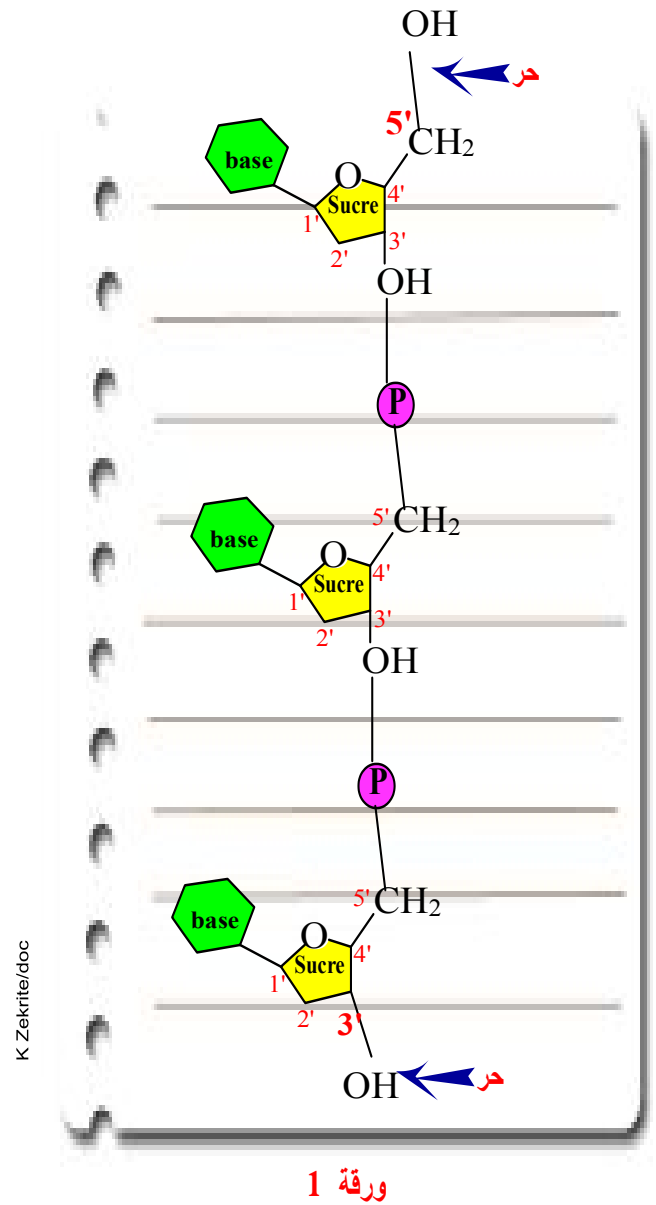
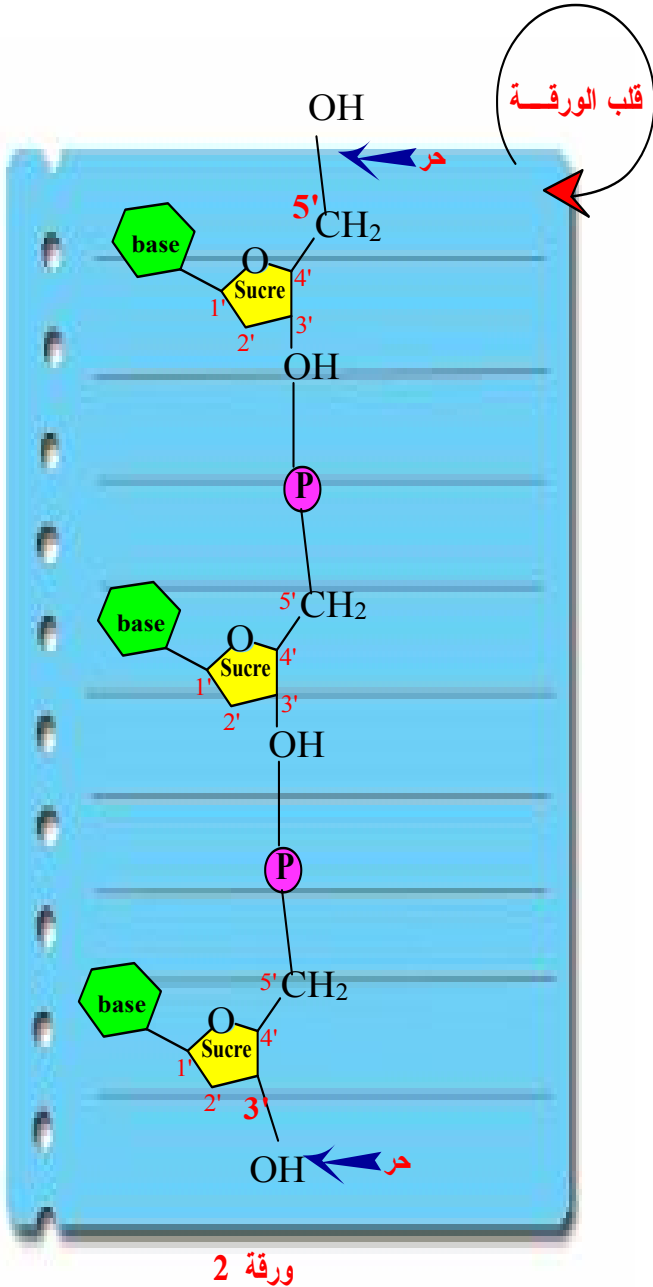


الحمض
الفوسفوري



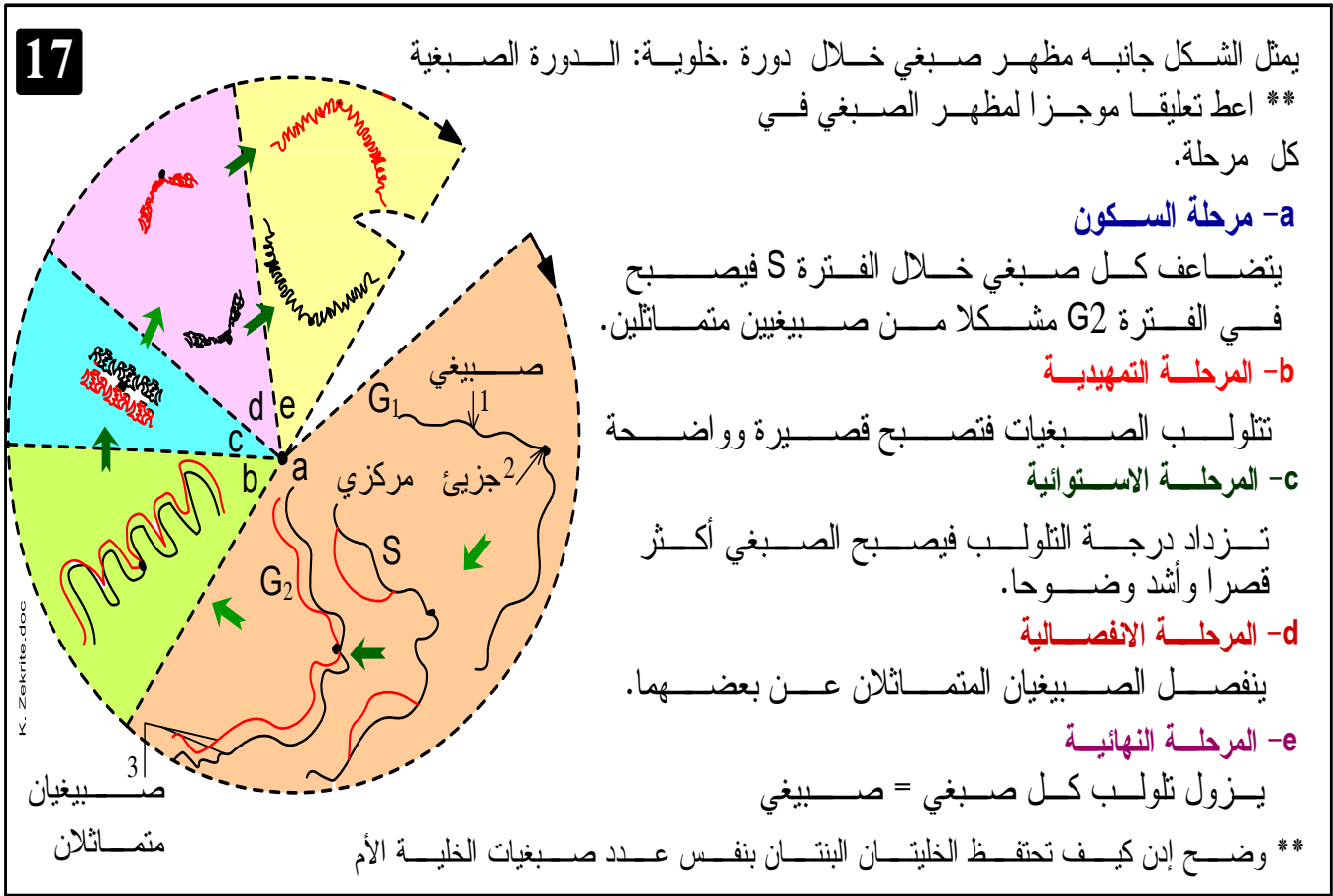
ملحوظة:

لتبليغ مفهوم التوازي المتعكس لشريطي L'ADN يمكن اعتماد الإنجاز التالي: يطلب من التلميذ رسم شريطي ADN على ورقتين مستقلتين، رسم مبسط يتضمن 3 نيكليوتيدات فقط مثلاً، ثم يوجه الشريطين حسب الوظيفة OH الحرة. بعد ذلك يطلب منه إلصاق الشريطين لتشكيل جزيئة L'ADN شريطة أن يتم الربط على مستوى القواعد الأزوتية. سيتبين له حتما ضرورة قلب أحد الأشرطة رأساً على عقب، ومن ثم سيحصل على شريطين متوازيين لكن متعكسي التوجيه.



IV كيف يضمن الانقسام غير المباشر ثبات عدد الصبغيات؟

1 - مظهر صبغي خلال دورة خلوية: الوثيقة 17



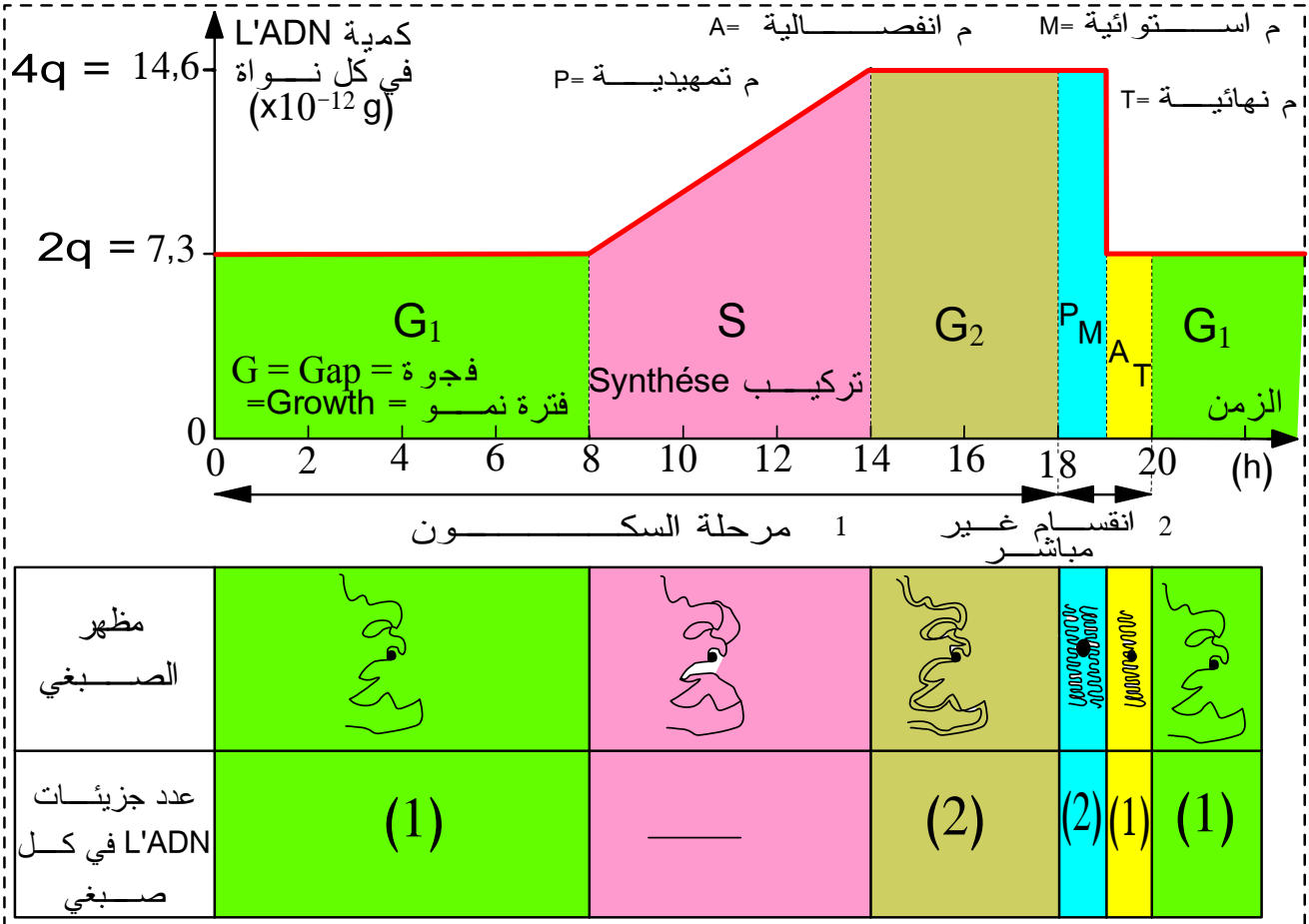
أثناء طور السكون، يتضاعف كل صبغي إلى صبيغين، وأثناء المرحلة الانفصالية ينفصل الصبيغيان المتماثلان فيهاجر كل منهما إلى خلية من الخليتين البنتين، وبفضل هاتين الظاهرتين المتعاقبتين تحتفظ الخليتان البنتان بنفس عدد وصنف صبغيات أمها.

ملحوظة: تتغير درجة تلويب الصبيغيات، هذا ما يفسر تغير مظهرها، قدها ومدى وضوحها خلال مراحل الدورة الخلوية. كما أن اختفاء الصبيغين لصاح ظهور الصبغيات عند المرور من مرحلة السكون إلى الانقسام غير المباشر (وعكس ذلك عند المرور من الانقسام إلى مرحلة السكون) ما هو في الواقع إلا ظاهري، يناسب درجات متزايدة من التلويب والتكاثف.

2 - كيف تتضاعف الصبغيات خلال طور السكون؟

أ - تطور كمية L'ADN خلال دورة خلوية: الوثيقة 18 في الصفحة الموالية

يمثل البيان أسفله تطور كمية L'ADN في خلية بشرية خلال دورة خلوية:



** حدد الأسماء المناسبة لمراحل الدورة الخلوية ومدة هذه الدورة

** حل المنحنى.

** املأ الجدول بما يناسب ثم استنتج كيف تتضاعف الصبغيات خلال طور السكون.

K Zekrite.doc

✿ تحليل المنحنى: يمكن تقسيم المنحنى إلى فترتي الدورة الخلوية:

- مرحلة السكون: يمكن تقسيمها إلى 3 فترات:

• الفترة G_1 : خلالها تبقى كمية L'ADN ثابتة في قيمة نرمز لها بـ $2q$.

• الفترة S: تتضاعف خلالها كمية L'ADN، تمر من $2q$ إلى $4q$.

• الفترة G_2 : خلالها تبقى كمية L'ADN مستقرة في قيمة $4q$.

- مرحلة الانقسام غير المباشر: بدورها يمكن تقسيمها إلى فترتين:

• أثناء الطور التمهيدي والاستوائي: تبقى كمية L'ADN ثابتة في $4q$.

• أثناء الطور الانفصالي تنقص كمية L'ADN بالنصف فتصبح $2q$. تبقى هذه القيمة ثابتة

خلال الطور النهائي، وبذلك ترث الخليتان البناتان نفس كمية L'ADN التي كانت عند الخلية الأم.

✿ مدة هذه الدورة الخلوية = 20 ساعة.
 ✿ خلال الفترة S من طور السكون، تتضاعف كمية L'ADN مما يؤدي إلى تضاعف الصبغيات، حيث يصبح كل صبغي مشكلا من صبيغيين متماثلين.
ب - خلاصة:

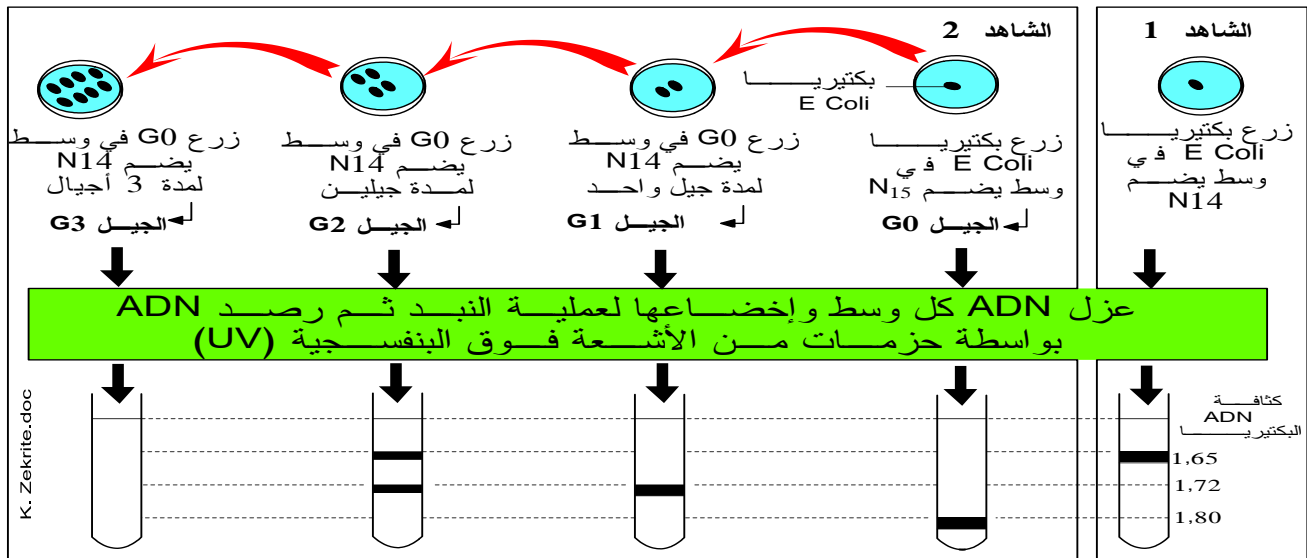
تتضاعف الصبغيات خلال طور السكون بتضاعف كمية L'ADN التي تدخل في تركيبها.
 فكيف تتم مضاعفة L'ADN؟ وما هي آلية ذلك؟

3 - آلية مضاعفة L'ADN:

أ - تجربة Meselson و Stahl، الوثيقة 19

تجربة Meselson و Stahl:

* قام العالمان بزرع بكتيريا *Escherichia coli* عادية (ذات ADN خفيف يدخل في تركيبه الآزوت N_{14}) في وسط مغذي حيث المصدر الوحيد للأزوت هو الآزوت الثقيل N_{15} ، وبعد عدة أجيال حصل العالمان على بكتيريا ذات ADN ثقيل : الجيل G_0 .
 * بعد ذلك وضع العالمان هذا الجيل G_0 في وسط اقنياتي عادي به أزوت خفيف N_{14} ، بعد انقسام واحد حصل على جيل G_1 ، وبعد انقسام ثاني حصل على جيل G_2 ، وبعد انقسام ثالث حصل على جيل G_3 . تبين الوثيقة أسفله الظروف التجريبية، تموضع L'ADN بواسطة الأشعة فوق البنفسجية (UV)، نوعيتها ونسبتها عند الأجيال G_0 و G_1 و G_2



الأجيال	G_0	G_1	G_2	G_3
نوعية L'ADN ونسبتها	100% ثقيل	100% هجين	50% هجين 50% خفيف	

1- مثل بواسطة رسوم تخطيطية تفسيرية وباستعمال لوني مختلفين جزيئة L'ADN عند الأجيال G_0 ، G_1 و G_2 .

2- ما ذا تستنتج من هذه النتائج؟

3- معتمدا على الاستنتاج السابق، اعط تموضع L'ADN في أنبوب الاختبار، نوعيتها ونسبتها عند الجيل G_3 .

1 - معطيات واستنتاجات أولية:

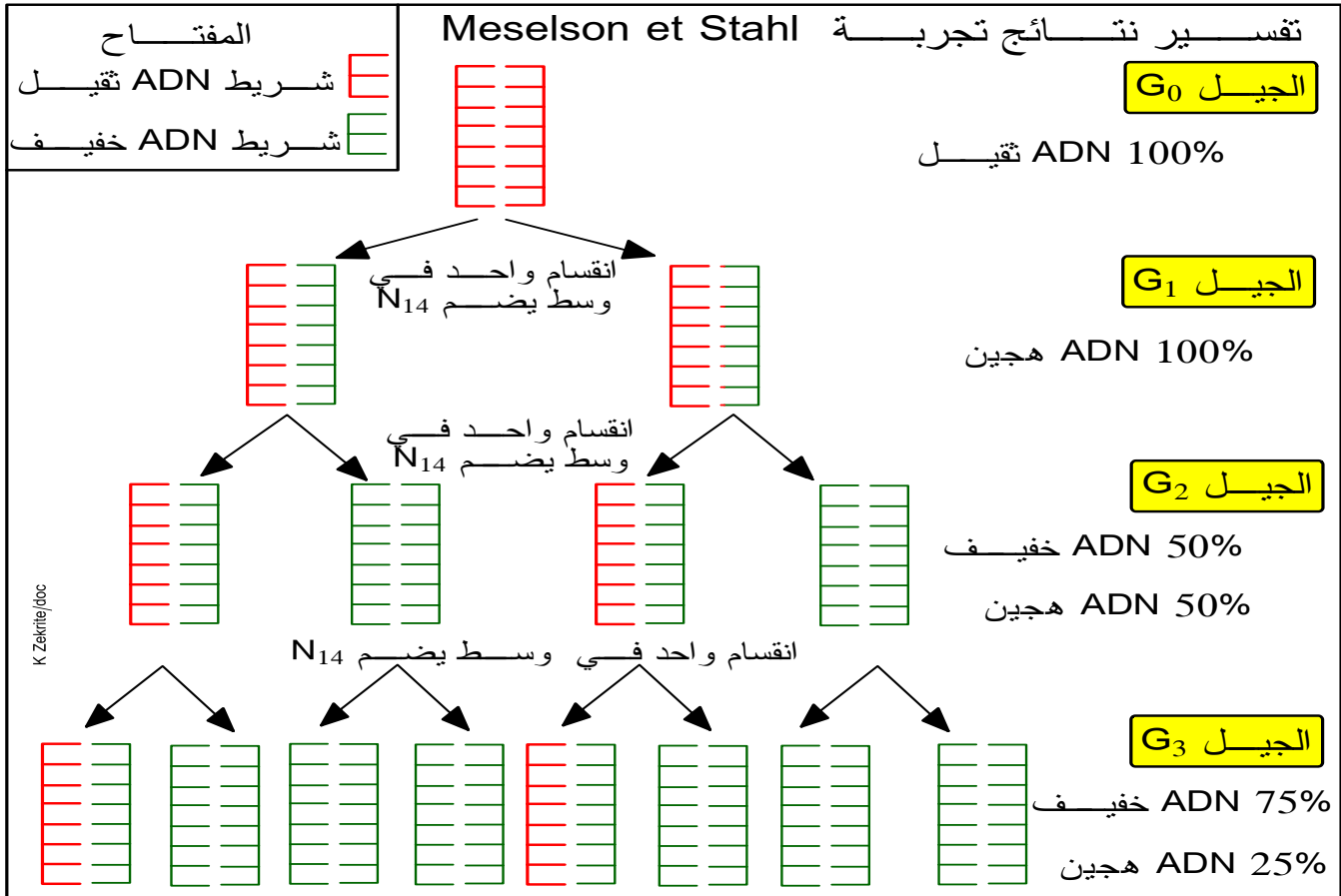
🌸 يضم كل فرد من البكتيريا صبغيا واحدا (راجع الوثيقة 6)، يعني من جزيئة ADN واحدة.

🌸 بعد زرع عدة أجيال في وسط يحتوي على N_{15} حصل العالمان على جيل G_0

يحتوي على ADN ثقيل، يتبين من ذلك أن تضاعف L'ADN يتم باستعمال النيكلوتيدات الحرة الموجودة في الوسط.

✿ إن كثافة L'ADN الهجين لا يمكن تفسيرها إلا باعتبار كون نصف جزيئة L'ADN (أحد الأشرطة) تحتوي على أزوت خفيف N_{14} والنصف الثاني (الشريط المقابل) على أزوت ثقيل N_{15} .

🌸 تفسير نتائج تجربة Meselson و Stahl:



2- نستنتج من هذه النتائج أنه خلال مضاعفة جزيئة L'ADN، يحتفظ دائماً بشرط قديم في كل جزيئة جديدة، إنه ما نسمي **بالنموذج النصف محافظ**.

جديدة، إنه ما نسمي بالنموذج النصف محافظ.

3- النتائج المتوقعة الحصول عليها

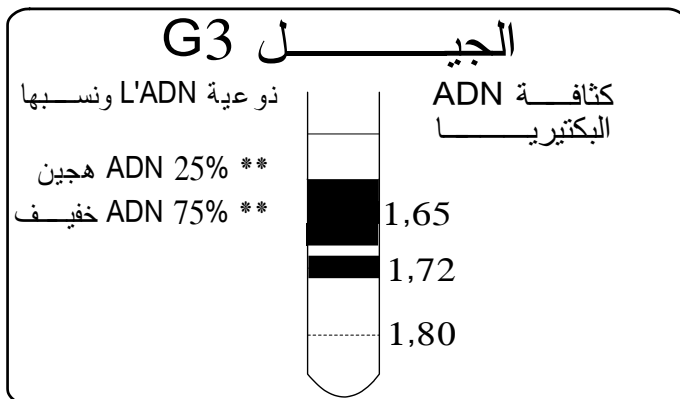
بالنسبة للجيل G_3 : (يمكن استخراج

هذه النتائج بالاعتماد على الاستنتاج

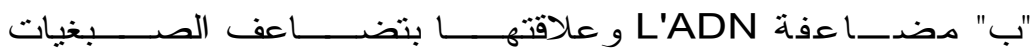
المتعلق بالنموذج نصف محافظ

وبالارتكاز على الرسم التخطيطي

(السابق).



بج - آلية مضاعفة L'ADN :



تتم مضاعفة L'ADN على الشكل الآتي:

🌸 **ينفصل شريطا L'ADN المشكلين للجزيئة الأصلية بفعل مركب أنزيمي يسمى ADN polymérase.**

✿ يحدث هذا الانفصال في نقاط مختلفة من جزيئة L'ADN تسمى **عيون النسخ**.

✿ يستعمل كل شريط أصلي نموذجاً (قالبا) لتجميع (بلمرة) النيكلوتيدات الحرة، وذلك حسب تكامل القواعد الأزوتية، فنتكلم عن ظاهرة **النسخ الجزيئي**. يتم تحفيز هذا البلمرة بفضل أنزيم ADN polymérase.

✿ في نهاية النسخ الجزيئي، نحصل على جزيئي ADN متشابهتين وشبيهتين للجزيئة الأصلية، حيث يحتفظ بشريط قديم في كل جزيئة جديدة لدى نتكلم عن: **نموذج نصف احتفاظي** = modèle semi conservatif.

ملحوظة: على مستوى موقع انطلاق النسخ، تنطلق عملية البلمرة بكيفية متزامنة لنسخ اللولبين لكن في **منحنيين متعاكسين** بالنسبة لشريطي نفس الجزيئة. يعود السبب إلى كون أنزيم ADN polymérase **يشتغل في منحى واحد: 5' ← 3'** (بالنسبة للشريط الناشئ) وكون شريطا L'ADN متعاكسا التوازي.

٧ خلاصة عامة:

👉 يضمن الانقسام غير المباشر ثبات عدد وصنف الصبغيات، كمية L'ADN وتتتابع النيكلوتيدات في L'ADN من الخلية الأم إلى الخليتين البنيتين.

👉 بما أن L'ADN هي المادة الوراثية، وبما أنها لا تتغير كما ونوعا خلال الانقسام غير المباشر، فإن الخبر الوراثي ينقل بدون تغيير من الخلية الأم إلى الخلايا البنات، فالانقسام غير المباشر يعد بحق توالدا مطابقا للأصل reproduction conforme.

تمرين تطبيقي: تجربة TAYLOR

20

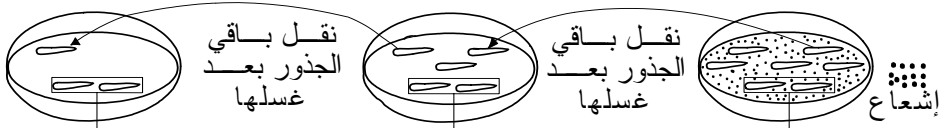
قصد فهم ظاهرة مضاعفة L'ADN قام TAYLOR بالتجربة التالية:

** المرحلة 1: زرع Taylor ولمدة 20 ساعة (الوقت الكافي لدورة خلوية واحدة) نبتة فول في وسط اقتيائي يحتوي على التيميدين المشع (التيميدين هو نيكليوتيد يضم قاعدة التيمين) وخلال الطور الاستوائي للانقسام الأول، أخذ قطعة من جذر هذه النبتة وتتبع مصير التيميدين المشع بفضل تقنية التصوير الذاتي الإشعاعي.

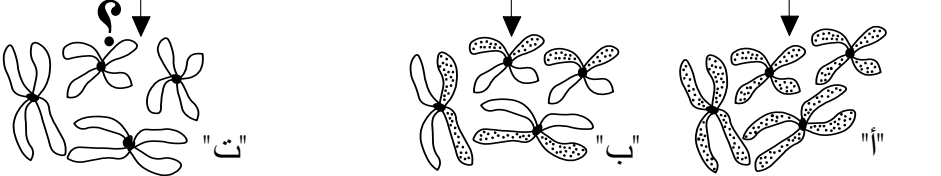
** المرحلة 2: أخذ Taylor نفس النبتة السابقة ووضعها في وسط اقتيائي غير مشع مدة دورة خلوية ثانية وخلال الطور الاستوائي صور أيضا الصبغيات.

** المرحلة 3: أعاد Taylor نفس التجربة الثانية في وسط عادي وخلال الانقسام الثالث صور أيضا الصبغيات.

وسط اقتيائي يضم التيميدين المشع طيلة مدة الدورة الخلوية
وسط اقتيائي يضم التيميدين غير المشع طيلة مدة الدورة الخلوية
وسط اقتيائي يضم التيميدين غير المشع طيلة مدة الدورة الخلوية



ملاحظة الصبغيات في المرحلة الاستوائية بعد تثبيتها بمادة الكولشيسين



كل الصبغيات مشعة - كل الصبغيات مشعة
- كلا صبغيني
- صبغيني واحد مشع
في كل صبغيني

1- كيف كانت

صبغيات النبتة قبل بداية التجربة؟

2- أعط تفسيراً

لنتائج هذه

التجربة وذلك

بتمثيل جزيئة

L'ADN في خطاطة

الوثيقة 21.

3- ماهي النتائج التي

يتوقع أن يحصل

عليها Taylor في

المرحلة الثالثة

من التجربة؟

1- قبل بداية التجربة، كانت كل صبغيات النبتة غير مشعة.

2- تذكير ببعض المعلومات الأساسية:

يتكون كل صبغيني من جزيئة ADN واحدة.

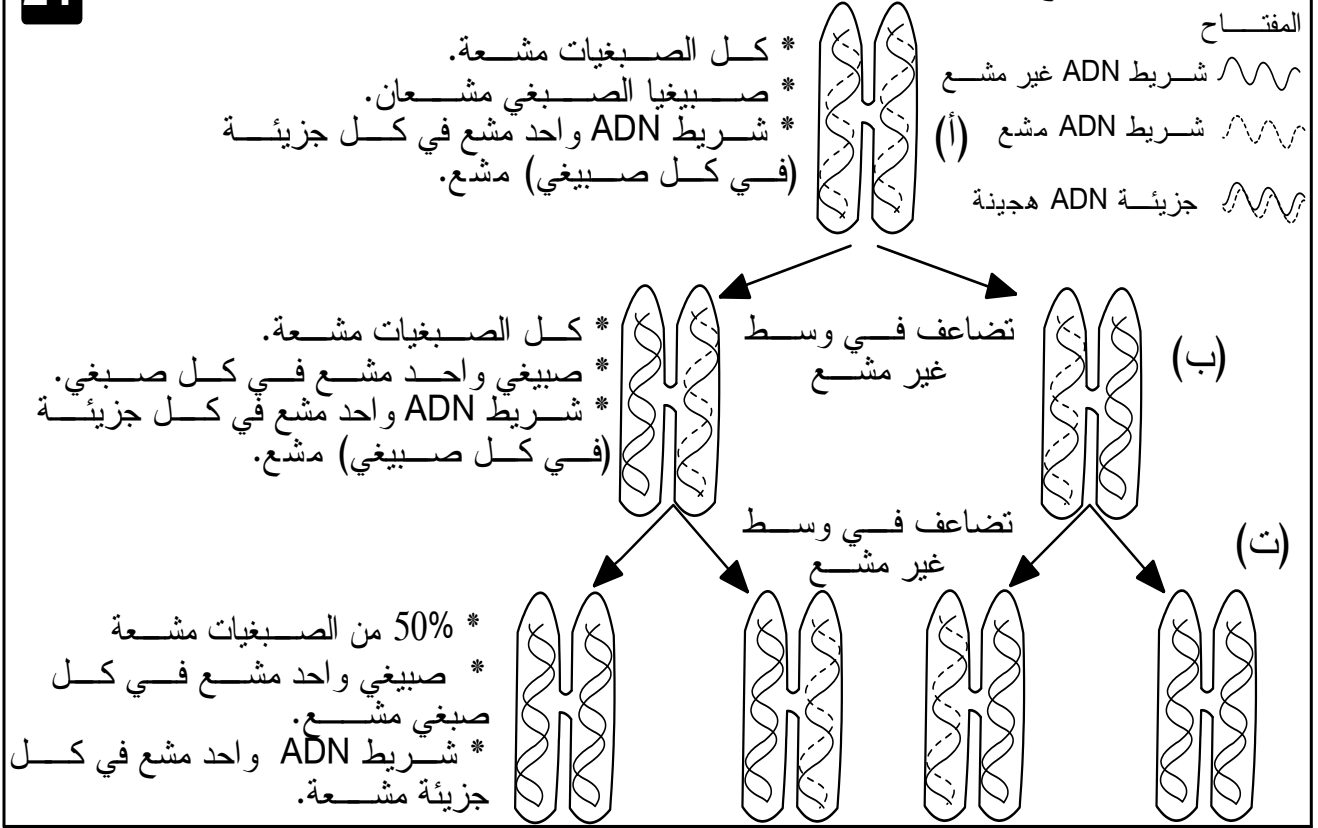
يتكون الصبغي الاستوائي من صبغيين، أي من جزيئتي ADN.

تضاعف جزيئة L'ADN باستعمال النيكليوتيدات الموجودة في الوسط وذلك حسب

النموذج النصف محافظ.

تفسير نتائج تجربة : انظر الرسم التخطيطي للوثيقة 21 في الصفحة الموالية

تفسير نتائج تجربة TAYLOR

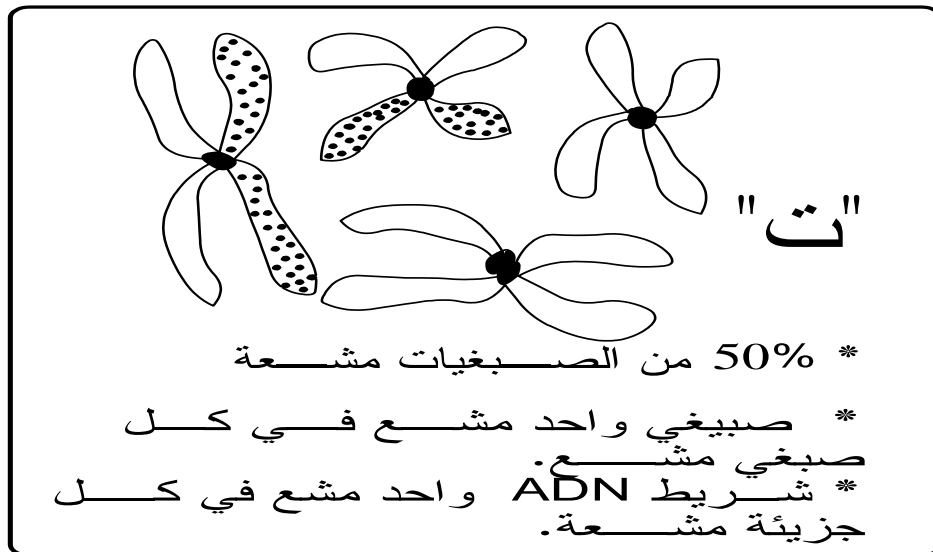


3- النتائج التي يتوقع أن يحصل عليها Taylor في المرحلة الثالثة من التجربة: (انظر الرسم أعلاه).

50% من الصبغيات مشعة.

صبغي واحد مشع في كل صبغي مشع.

شريط ADN واحد مشع في كل صبغي مشع (جزيئة ADN مشعة).



المحور الثاني

آلية تعبير الخبر الوراثي

تقديم

- إذا مكنت تجارب التحول البكتيري من إثبات بأن الخبر الوراثي مخدر في جزيئات L'ADN، فإنها من جهة أخرى تبرز وجود علاقة بين هذه المادة الوراثية وظهور الصفات الوراثية المطابقة لها.
- فكيف تفسر هذه العلاقة؟
 - وما هي مراحل تعبير الخبر الوراثي؟

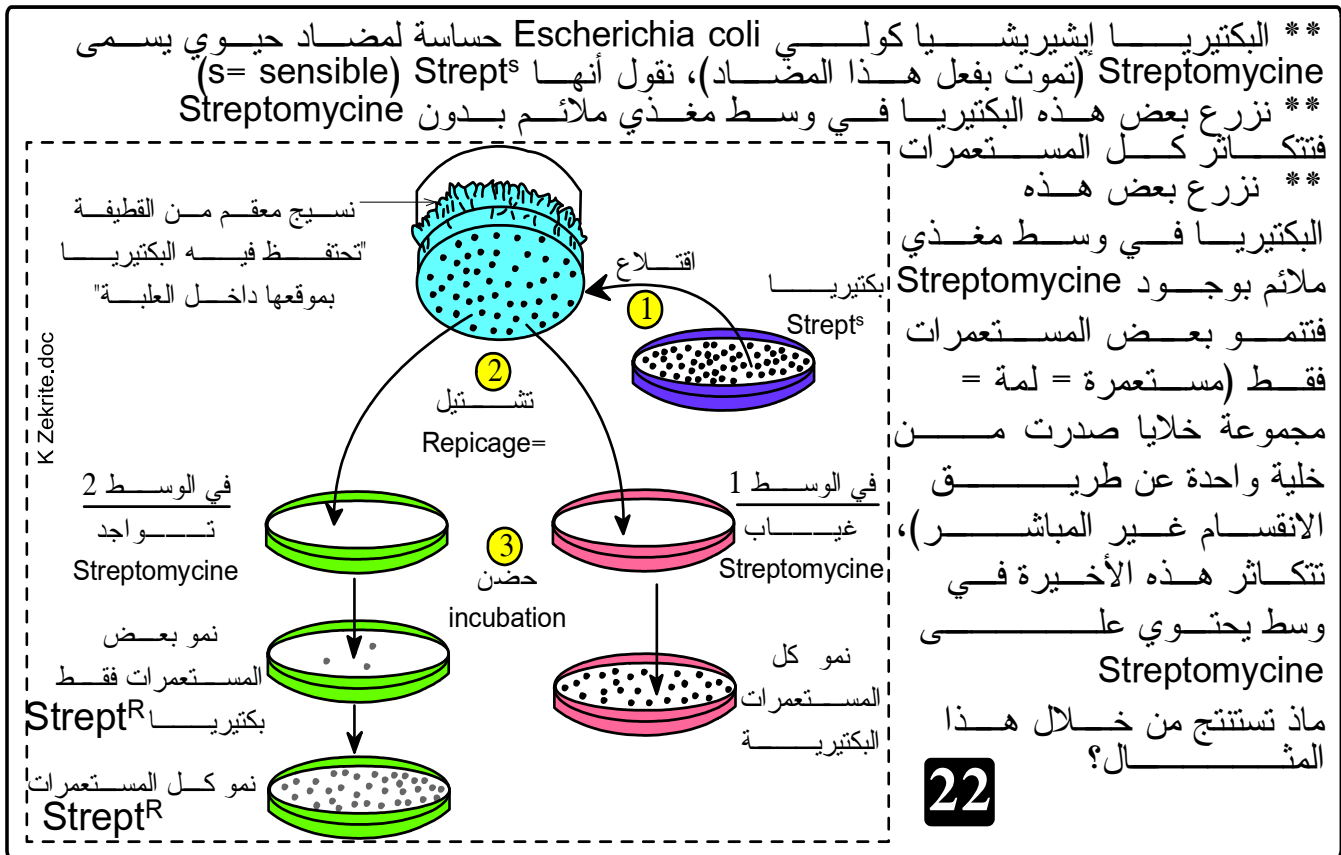
I العلاقة صفة - مورثة.

1 - تعريف الصفة

الصفة ميزة نوعية أو كمية، تميز فردا عن باقي أفراد نوعه. من هذه الصفات ما يورث من جيل لآخر فنسميها صفات وراثية. تلاحظ بعض الصفات الوراثية بالعين المجردة (لون البشرة مثلا) في حين نكشف عن أخرى بواسطة اختبارات خاصة (الفصائل الدموية...).

2 - نتائج تتعلق بعض الطفرات

أ- مثال 1: الحساسية أو المقاومة للستربتوميسين عند E.coli



نستنتج من هذا المثال ما يلي:

البكتيريا التي نمت في وسط يحتوي على Streptomycine قد أصبحت مقاومة لهذا المضاد الحيوي، نقول أنها Strept^R (مقاومة) (R = résistante) ظهر إذن تغير مفاجئ في انتقال الصفة الوراثية الأصلية (الحساسية لـ Streptomycine)، وهذا ما نسمي بـ **الطفرة** = la mutation.

يعد هذا التغير تلقائياً وغير محرض من طرف مادة Streptomycine حيث أن البكتيريا المقاومة كانت ضمن المجموعة الأولى المزروعة، كما أن صفة المقاومة انتقلت إلى الأجيال اللاحقة، فهي إذن وراثية.

تسمى الصفة الأصلية (Strept^S في هذا المثال) **بالصفة المتوحشة** = Caractère sauvage، وتسمى الصفة الجديدة (Strept^R في المثال) **بالصفة الطافرة** = Caractère mutant.

ب- مثال 2: الطفرة Arg⁺/Arg⁻

بعض البكتيريا تستطيع العيش في وسط أدنى يحتوي فقط على أملاح معدنية. لكن قد تظهر تلقائياً بعض اللغات الطافرة التي لم تبق قادرة على العيش في هذا الوسط الأدنى وتستلزم في تغذيتها إضافة حمض أميني يسمى Arginine. نرمز إلى المجموعة الطافرة بـ Arg⁻ وإلى المجموعة المتوحشة بـ Arg⁺ تحدث الطفرة Arg⁺ Arg⁻ باستقلالية عن حدوث طفرة أخرى، فمثلاً يمكن أن تصبح هذه البكتيريا Arg⁻ مع حفاظها على صفة أخرى متوحشة مثلاً Strept^S. كما يمكن للبكتيريا Arg⁻ أن تصبح Arg⁺. ماذا تستخلص من خلال مثالي الطفرة المقدمين إليك؟

3 - خلاصة:

نستنتج من مثالي الطفرة السابقين ما يلي:

الطفرة هي تغير فجائي في صفة وراثية معينة، وتتميز بالخصائص التالية:

♦ الندرة (p = 10⁻⁸).

♦ التلقائية (غير محرضة).

♦ الانتقال عبر الأجيال أي وراثية.

♦ قابلية للقلب (الشكل المتوحش ↔ الشكل الطافر).

تظهر الطفرة على شكل تغير لصفة منقولة وراثياً، لذلك لا يمكن أن يعني حدوثها إلا تغييراً في المادة الوراثية (L'ADN).

نظراً للاستقلالية التامة في ظهور الطفرة Arg⁺/Arg⁻ بالنسبة للطفرة Strep^S/Strept^R، يمكن القول بأن التغير الوراثي الذي يتسبب فيهما يمس جزأين مختلفين من جزيئة L'ADN، نسمي كل جزء من هذه الأخيرة بـ **المورثة** = le gène.

المورثة Le gène هي قطعة ADN تتحكم في ظهور صفة وراثية معينة. من خصائص المورثة:

◀ توجد على نفس الصبغي عند كل أفراد نوع معين، مثلاً عند الإنسان:

♦ توجد مورثة الفصائل الدموية (A, B, O) على الصبغي رقم 9.

- ♦ توجد مورثة عامل الريزوس (Rh) على الصبغي اللاجنسي رقم 1.
- ♦ توجد مورثة الدلتونية (عيب في إبصار الألوان) والناعورية (مشكل في تجلط الدم) على الصبغي الجنسي X.
- ♦ توجد مورثة mucoviscidose (مرض يؤدي إلى فرط الإفرازات المخاطية) على الصبغي اللاجنسي رقم 7 عند الإنسان.
- ◀ يحمل الصبغي الواحد عدة مورثات (مثلا عند الإنسان، يتضمن الصبغي الجنسي Y 104 مورثات ويتضمن الصبغي رقم 1 ما يصل إلى 2281 مورثة).
- ✿ يمثل الشكل المتوحش والشكل الطافر لنفس الصفة وجهان لمورثة واحدة، ويسمى كل منهما **حليلا = Allèle**.
- ✿ قد تتوفر المورثة الواحدة على حليلين أو أكثر مثلا:

مورثة - صفة:	حليلا - صفة:
الحدة عند المكورات الرئوية	الحليل R - الحليل S.
لون البشرة عند الإنسان	عادي (ملون) - أمهق
الفصيلة الدموية في النظام (ABO) عند الإنسان	O - B - A
عدد القرون عند الخروف	2 قرون - بدون قرون
لون بذرة الجلبانة	أخضر - أصفر

II العلاقة مورثة - صفة - بروتين.

1 - العلاقة صفة - بروتين:

24

طفلة مهقاء
Albinos



نعتبر صفة لون الجلد عند الإنسان

** ينتج اللون البني للجلد (الشكل المتوحش)، عن إنتاج الخلايا الجلدية لصبغة (مادة ملونة) بنية تسمى الميلانين

** ينتج اللون الأبيض للأمهق (الشكل الطافر)، عن عدم القدرة على إنتاج الميلانين. للإشارة فجلد الأمهق أبيض مائل إلى الوردي وقزحيته صافية

** يتطلب تركيب الميلانين وجود حافز بروتيني مختص يسمى أنزيم، يجعل خلايا الجلد تتركب هذه الصبغة انطلاقا من مواد أخرى

** إذن فالأمهق فقد القدرة على إنتاج الأنزيم البروتيني ففقد القدرة على إنتاج الميلانين.

ما ذا تستنتج من هذا المثال؟

✿ نستنتج من خلال هذا المثال أن الصفة الوراثية ما هي إلا تعبير عن إنتاج بروتين معين (بروتين وظيفي "أنزيم" أو بنيوي).

✿ من جهة أخرى تبين من خلال الفقرة السابقة بأن الصفة ما هي إلا تعبير لعمل مورثة (قطعة (ADN).

إنتاج بروتين
(بنيوي أو وظيفي)

المورثة (ADN)

ظهور صفة وراثية محددة

فهل هناك علاقة بين المورثة والبروتين؟

2 - العلاقة مورثة - بروتين:

أ - ملاحظات

** توجد بين جزيئات L'ADN والبروتينات عدة قواسم مشتركة، إذ تتكون جزيئة L'ADN من تسلسل دقيق (فيما يخص العدد والترتيب) من النيكليوتيدات ونفس الشيء بالنسبة للجزيئة البروتينية، حيث تتكون من تسلسل دقيق (فيما يخص العدد والترتيب من أحماض أمينية من بين العشرين الموجودة ويدعى ترتيب النيكليوتيدات في L'ADN من جهة والأحماض الأمينية في البروتينات من جهة أخرى بالمتتالية ** تبين من خلال دراسة بعض الطفرات أن كل تغير في متتالية النيكليوتيدات على مستوى L'ADN يرافقه تغير في متتالية الأحماض الأمينية على مستوى البروتين.

ادل باستنتاج ملائم من خلال هذه الملاحظات.

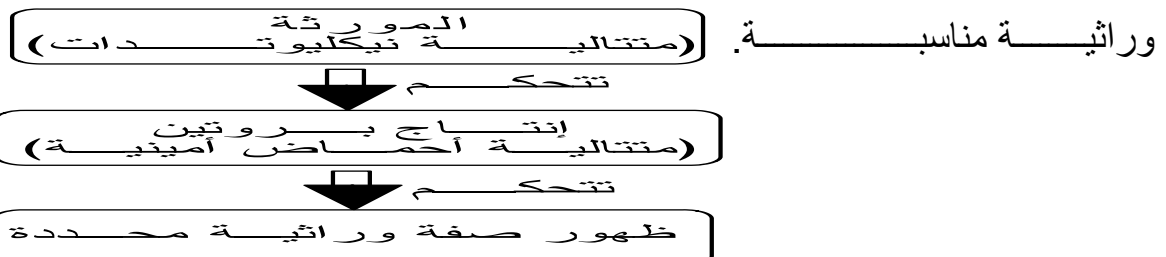
25

ب - استنتاج

إن متتالية النيكليوتيدات في المورثة هي التي تتحكم في متتالية الأحماض الأمينية وطبيعتها في البروتينات، وحدث تغير في متتالية L'ADN أي طفرة ينتج عنه خلل في تركيب البروتين المناسب.

3 - العلاقة مورثة ← بروتين ← صفة

تتحكم متتالية النيكليوتيدات للمورثة في إنتاج بروتين معين، هذا الأخير يتحكم في ظهور صفة

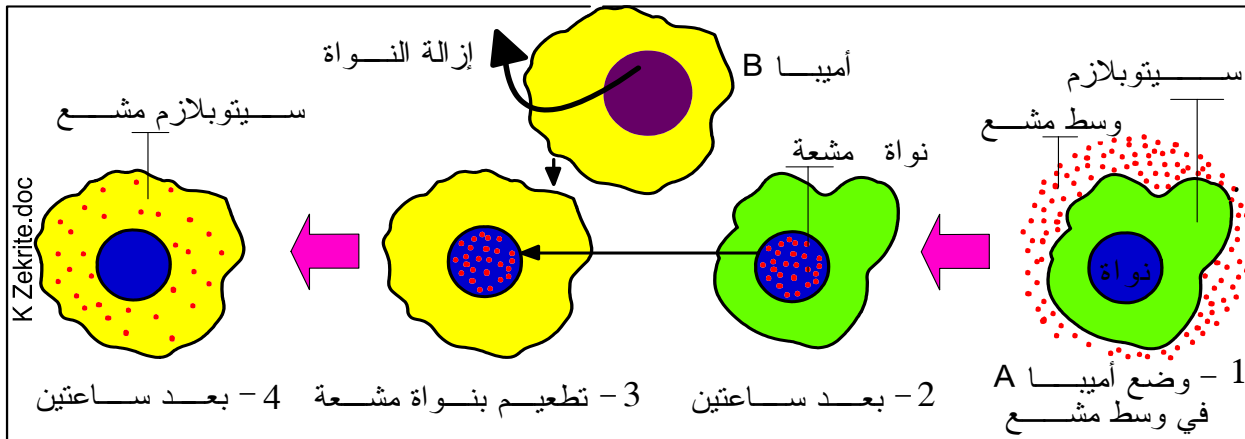


✿ يوجد L'ADN (المورثة) في النواة، أما إنتاج البروتينات فيتم في السيتوبلازم (يبدأ عند مستوى الجسيمات الريبية)
✿ فكيف يتم الربط بين النواة والسيتوبلازم؟ هل من رسول بين النواة والسيتوبلازم؟

4 - ضرورة وجود رسول بين النواة والسيتوبلازم

أ - الكشف عن وجود رسالة بين النواة والسيتوبلازم

✿ الأميبا حيوان وحيد الخلية، تم وضع أميبا A في وسط مغذي يضم أوراسيل uracile مشع (الأوراسيل قاعدة آزوتية تدخل في تركيب جزيئة L'ARN). بعد ساعتين أصبحت نواة الأميبا A مشعة، بعد ذلك زرنا نواة الأميبا A داخل سيتوبلازم عادي لأميبا B، بعد ساعتين أصبح سيتوبلازم الأميبا B مشعا واستأنفت هذه الأخيرة التراكيب البروتينية (الشكل أسفله)



✿ إذا أخضعنا الأميبا لأنزيم ARN^{ase} ، وهو أنزيم يفكك L'ARN، نسجل توقف التراكيب البروتينية.

الوثيقة 26

K Zekrite.doc

ماذا تستخلص من نتائج التجربتين؟

✿ تبين التجربة الأولى أنه توجد جزيئات تمر من النواة إلى السيتوبلازم وتؤدي إلى استئناف التراكيب البروتينية.

✿ تبين التجربة الثانية أن جزيئات L'ARN، ضرورية للتركيب البروتيني.

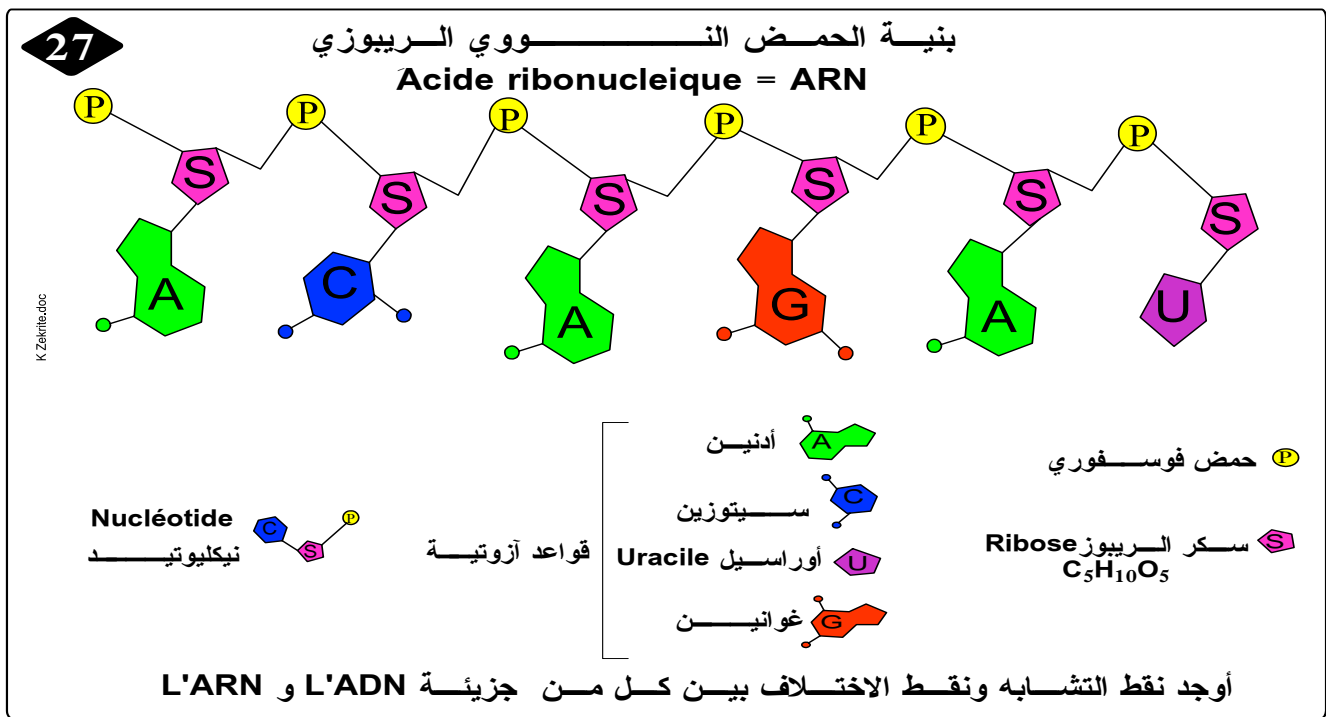
من خلال جمع استنتاجي التجربة الأولى والثانية أن الجزيئات التي تنتقل من النواة نحو السيتوبلازم هي جزيئات L'ARN وأنها تساهم في التركيب البروتيني.

✿ لقد أكدت دراسات أخرى أن جزيئات L'ARN تتركب في مستوى النواة ثم تنتقل إلى السيتوبلازم حاملة معلومات، وعلى هذه الرسالة يتوقف إنتاج البروتينات، لدى سمي هذا L'ARN بـ **L'ARN**

الرسول، نرسم له بـ **ARNm** (m = messenger)

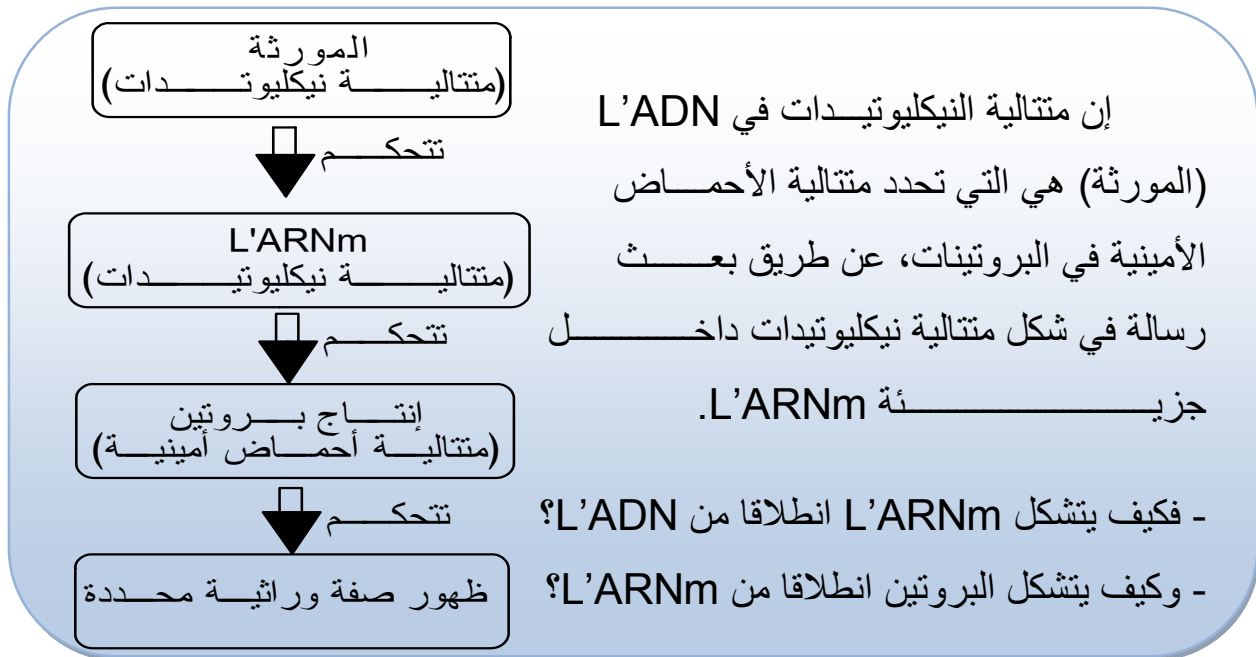
✿ فما هو تركيب هذا L'ARNm، وهل يتصف بدرجة عالية من الأمانة تؤهله لتبليغ الرسالة؟

ب - بنية L'ARNm. (الوثيقة 27)



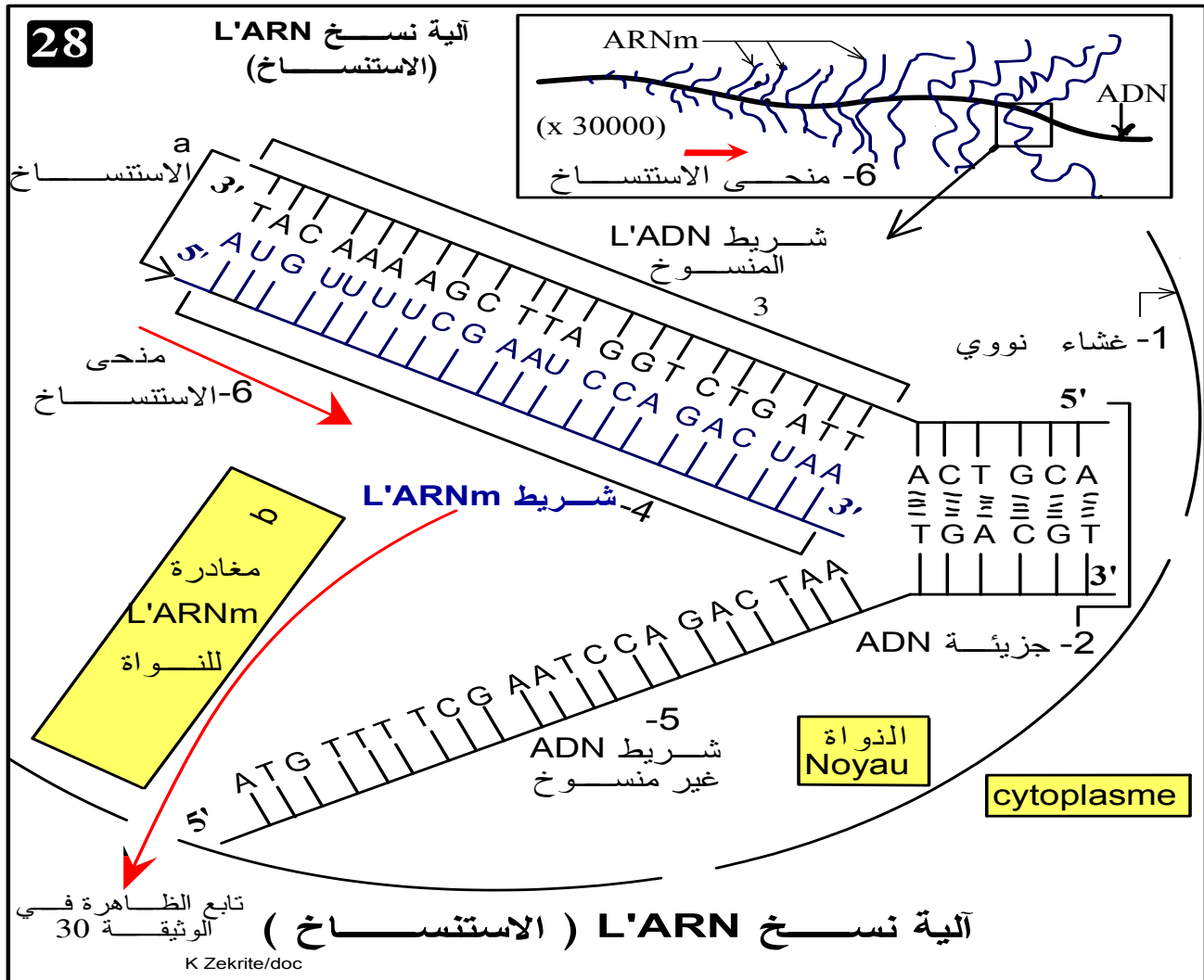
- ✿ يتكون L'ARN مثل L'ADN من متتالية من النيكليوتيدات، ويتجلى الفرق بينهما في كون:
- ✿ يتكون L'ARN من شريط واحد متعدد النكليوتيدات، في حين يتكون L'ADN من شريطين.
- ✿ السكر الموجود في L'ARN هو سكر الريبوز، أما في L'ADN فنجد سكر الريبوز ناقص الأوكسجين.
- ✿ في L'ARN، نجد قاعدة الأوراسيل Uracile، التي تستبدل في L'ADN بقاعدة التيمين Thymine.

5 - خلاصة وطرح تساؤلات



III مراحل تركيب البروتينات

1 - الاستنساخ = النسخ الوراثي (الوثيقة 28)



يتم تركيب في المراحل الأساسية التالية:

✿ يفترق شريطا L'ADN عند مستوى المورثة المعنية بفعل أنزيم يسمى **ARN polymérase**.
 ✿ تنسخ المورثة المعنية إلى ARNm وذلك بتموضع نيكليوتيدات جديدة أمام الشريط المنقول عليه حسب تكامل القواعد الأزوتية:

- السيتوزين C أمام الغوانين G وعكس ذلك

- الأدينين A أمام التيمين T والأوراسيل U أمام الأدينين A.

✿ يبدأ تركيب L'ARNm من طرفه 5' ويستطيل الشريط في الاتجاه 3'.

✿ هكذا ينقل الخبر الوراثي من L'ADN إلى L'ARNm، وهذا ما نسمي بـ **النسخ الوراثي** =

الاستنساخ la transcription =

✿ يغادر بعد ذلك L'ARNm النواة نحو السيتوبلازم حاملا معه الخبر الوراثي.

2 - قراءة L'ARNm = الترجمة Lecture = traduction

خلال هذه المرحلة تتم ترجمة المتتالية النيكليوتيدية لـ L'ARNm إلى متتالية من الأحماض الأمينية من أجل تشكيل سلسلة عديد الببتيد (البروتين).
فكيف يمكن لتسلسل 4 نيكليوتيدات في جزيئة L'ARNm أن توجه متتالية الأحماض الأمينية العشرين؟

أ - مفهوم الرمز الوراثي

بما أن البروتينات تتكون انطلاقاً من العشرين حمض أميني المختلف، يجب أن تتواجد 20 كلمة رمز في متتالية L'ARNm و"حروف" هذه الكلمات الرمزية لا تحتوي بالضرورة إلا على أربعة أحرف، وهي النيكليوتيدات الأربعة (U, G, C, A).

إذا أخذنا هذه الأخيرة مثني - مثني لتشكيل "الكلمة الرمز"، فلن نحصل سوى على $4^2 = 16$ تأليفة (combinaison) ممكنة، وهذا غير كاف للترميز للأحماض الأمينية العشرين.
من هنا فإن "الكلمة الرمز" أو ما سيعرف منذ الآن بـ **الوحدة الرمزية** = Codon تحتوي على ثلاثي من النيكليوتيدات، مما سيعطي $4^3 = 64$ توفيقية ممكنة وهو عدد يفوق ما هو لازم للترميز للعشرين حمضاً أمينياً.

وقد أكدت التجارب ذلك، حيث كشفت عن معنى مختلف الوحدات الرمزية بتحديد الأحماض الأمينية التي ترمز إليها فتم التوصل إلى النتائج التالية: (الوثيقة 29)

جدول الرمز الوراثي						29				
2ème lettre						3ème lettre				
U		C		A			G			
1ère lettre	U	UUU	phénylalanine	UCU	sérine	UAU	tyrosine	UGU	cysteine	U C A G
		UUC		UCC		UAC		UGC		
		UUA		UCA		UAA		UGA		
		UUG		UCG		UAG		UGG		
1ère lettre <th rowspan="4">C</th> <td>CUU</td> <td rowspan="4">leucine</td> <td>CCU</td> <td rowspan="4">proline</td> <td>CAU</td> <td rowspan="4">histidine</td> <td>CGU</td> <td rowspan="4">arginine</td> <td rowspan="4">U C A G</td>	C	CUU	leucine	CCU	proline	CAU	histidine	CGU	arginine	U C A G
		CUC		CCC		CAC		CGC		
		CUA		CCA		CAA		CGA		
		CUG		CCG		CAG		CGG		
1ère lettre <th rowspan="4">A</th> <td>AUU</td> <td rowspan="4">isoleucine</td> <td>ACU</td> <td rowspan="4">thréonine</td> <td>AAU</td> <td rowspan="4">asparagine</td> <td>AGU</td> <td rowspan="4">sérine</td> <td rowspan="4">U C A G</td>	A	AUU	isoleucine	ACU	thréonine	AAU	asparagine	AGU	sérine	U C A G
		AUC		ACC		AAC		AGC		
		AUA		ACA		AAA		AGA		
		AUG		ACG		AAG		AGG		
1ère lettre <th rowspan="4">G</th> <td>GUU</td> <td rowspan="4">valine</td> <td>GCU</td> <td rowspan="4">alanine</td> <td>GAU</td> <td rowspan="4">acide</td> <td>GGU</td> <td rowspan="4">glycine</td> <td rowspan="4">U C A G</td>	G	GUU	valine	GCU	alanine	GAU	acide	GGU	glycine	U C A G
		GUC		GCC		GAC		GGC		
		GUA		GCA		GAA		GGA		
		GUG		GCG		GAG		GGG		

هناك 61 وحدة رمزية من بين 64 الممكنة، ترمز كل منها إلى حمض أميني، وهنا تبرز ظاهرة التكرار حيث ترمز عدة وحدات رمزية إلى نفس الحمض الأميني.
الثلاث وحدات الرمزية الباقية، ترمز إلى نهاية التركيب البروتيني أو ما يعرف **بالوحدة الرمزية** **قف** Stop، ويقال إنها بدون معنى Non sens، حيث لا تشير إلى أي حمض أميني.

✿ يسمى نظام التطابق بين الوحدات الرمزية التي يحملها L'ARNm وبين الأحماض الأمينية التي ترمز لها بالرمز الوراثي = الشفرة الوراثية le code génétique

ب - مراحل الترجمة

الوثيقة 30 في الصفحة الموالية

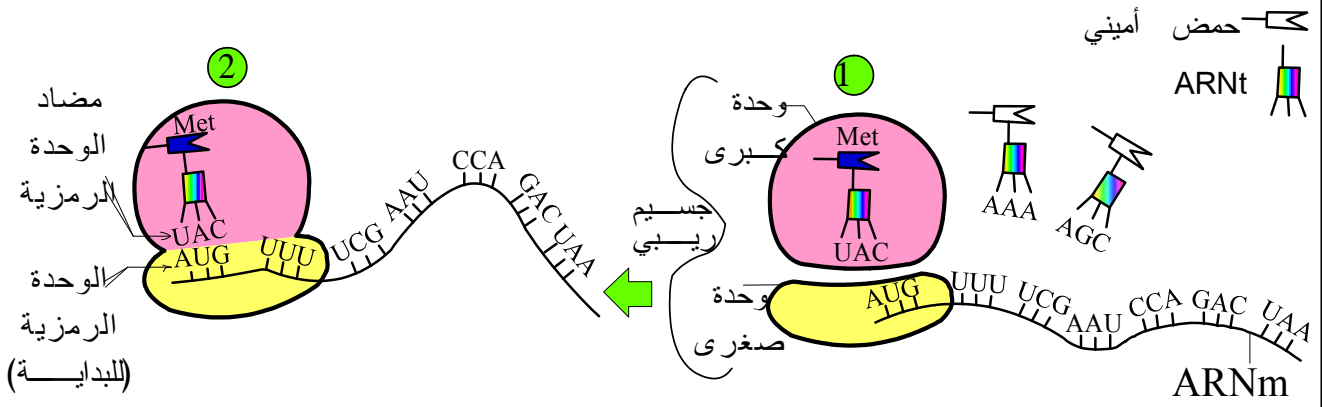
✿ تتم الترجمة بتدخل **ARNt** (transfert = t = ناقل) وهو ARN له موقعين للثبيت:
➡ موقع يحمل 3 قواعد أزوتية، مكمل للوحدات الرمزية لـ L'ARNm، تسمى **مضادات الوحدة الرمزية** Anticodon.
➡ موقع لثبيت الحمض الأميني المناسب لكل مضاد وحدة رمزية وبالتالي الموافق لكل وحدة رمزية.

✿ تتم الترجمة في المراحل التالية:

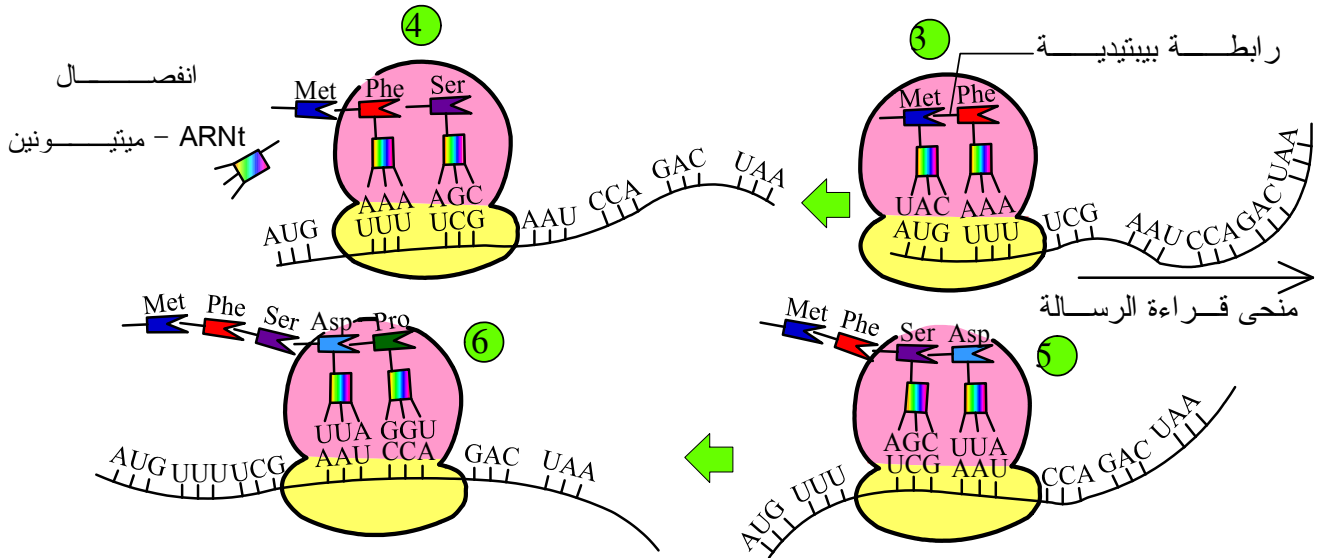
- 1 **البداية:** يرتبط أول طرف لـ L'ARNm بجسيم ريبي Ribosome، فترتبط أول وحدة رمزية بمضادها المناسب، هذا الأخير يحمل معه أول حمض أميني (عند الخلايا ذات النواة الحقيقية، تبدأ القراءة دائما بالوحدة الرمزية AUG التي ترمز إلى حمض الميثيونين).
- 2 **الاستطالة:** بعد تموضع الحمض الأميني الأول (الميثيونين)، ترتبط الوحدة الرمزية الثانية بمضادها الحامل لحمض أميني ثاني، فيرتبط الحمض الأميني الأول بالحمض الأميني الثاني بواسطة رابطة بيبتيديدية. ينتقل بعد ذلك الجسيم الريبي إلى الوحدة الرمزية الموالية، فيؤتى بحمض أميني ثالث وهكذا حتى نهاية L'ARNm.
- 3 **النهاية:** تتوقف الترجمة عند وحدة رمزية بدون معنى تعلن عن نهاية الرسالة، وبذلك:
 - يتوقف التركيب وتتحلل السلسلة البروتينية.
 - تفترق وحدتا الجسيم الريبي عن بعضهما وعن L'ARNm.
 - ينفصل حمض الميثيونين عن باقي السلسلة البروتينية.

ملحوظة:

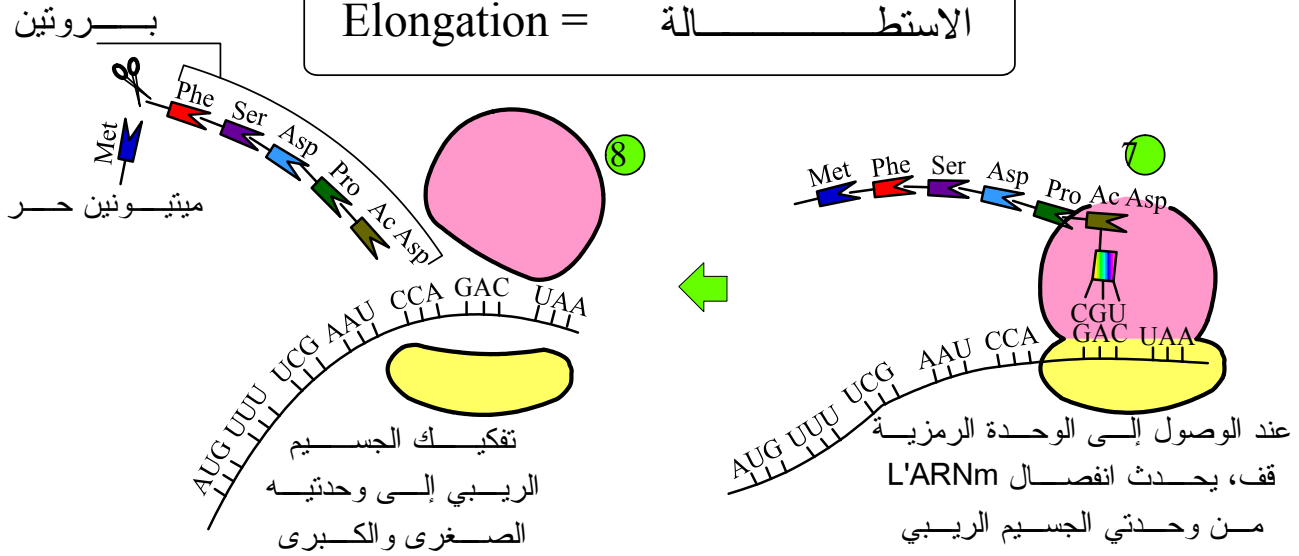
تحتوي كل خلايا جسمنا على نفس الجينوم (مجموع المورثات) لأنها صدرت من نفس الخلية الأصلية (البويضة)، رغم ذلك نجد مثلا أن الخلايا β البنكرياسية تنتج الأنسولين، في حين أن الخلايا الجلدية أو العصبية تفتقد هذه الصفة رغم أن هذه الخلايا تملك مورثة الأنسولين. نفس ذلك بوجود تنظيم وراثي، حيث تعبر بعض المورثات بينما تكبح أخرى.



Initiation = البدايات



Elongation = الاستطالة



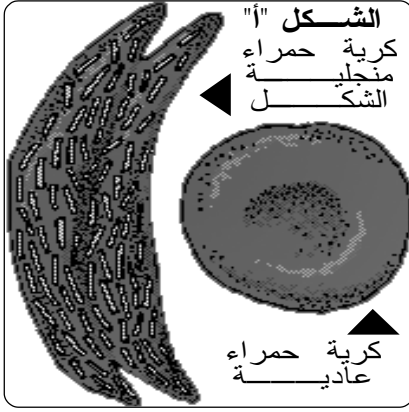
Terminaison = النهاية

مراحل قراءة = ترجمة L'ARNm إلى بروتين

30

K Zekrite/doc

تمرين تطبيقي



❁ فقر الدم المنجلي مرض وراثي يؤدي في أغلب الحالات إلى الوفاة.

❁ تتميز كريات الدم الحمراء عند المصابين بشكلها الهلالي، بينما تتميز الكريات الحمراء السليمة بشكلها الكروي (الشكل أ).

❁ يعود التشوه في شكل الكريات الحمراء عند المصابين إلى إنتاج خضاب دم **hémoglobine** غير عادي يرمز له ب **HBs** يترسب على شكل إبر، بينما يتميز الخضاب الدموي السليم بشكله الكروي ويرمز له ب **HBa**.

❁ يمثل الشكل (ب) جزءا من الحليل العادي المسؤول عن إنتاج

الخضاب الدموي **HBa** وجزءا من الحليل الطافر المسؤول عن إنتاج الخضاب الدموي **HBs** عند المصاب بفقر الدم المنجلي.

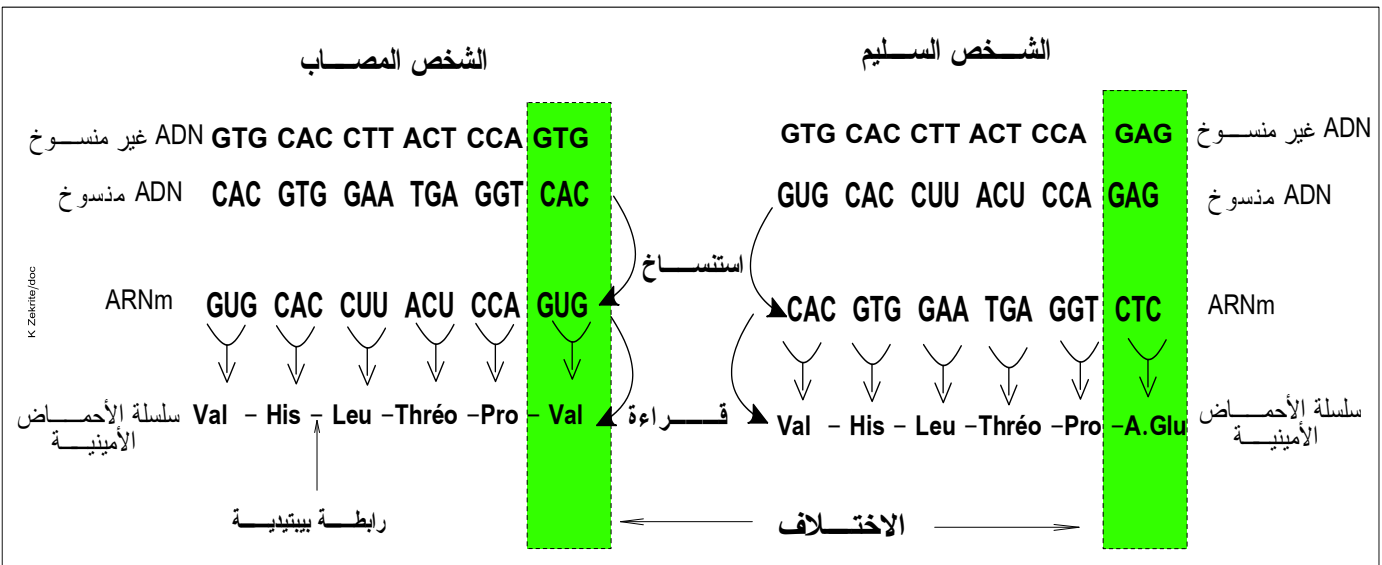
منحى القراءة → GTG CAC CTT ACT CCA GAG	قطعة الحليل العادي المسؤول عن إنتاج الخضاب العادي HBa شريط ADN غير المنسوخ
----- GTG CAC CTT ACT CCA GTG الشكل "ب"	قطعة الحليل الطافر المسؤول عن إنتاج الخضاب المشوه HBs شريط ADN غير المنسوخ

- 1- باستعمال جدول الرمز الوراثي للوثيقة 29، اعط خيط L'ARNm ومتتالية الأحماض الأمينية المطابقة لكل من جزء الحليل العادي وجزء الحليل غير العادي.
- 2- اعتمادا على جوابك السابق ومعطيات التمرين، فسر سبب الإصابة بفقر الدم المنجلي.

K Zekrite.doc

أجوبة - أجوبة - أجوبة

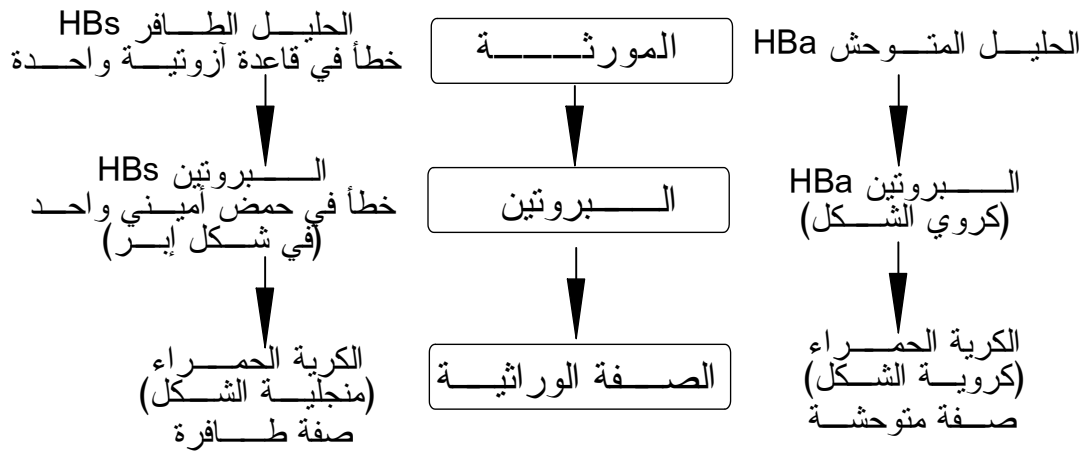
- 1 - خيط L'ARNm ومتتالية الأحماض الأمينية المطابقة لكل من جزء الحليل العادي وجزء الحليل غير العادي



2 - تفسير سبب الإصابة بفقر الدم المنجلي:

يتعلق الأمر بطفرة استبدال حيث استبدلت القاعدة Thymine (T) في شريط ADN المنسوخ ل HbA بالقاعدة Adénine (A) في الحليل HbS. نجم عن ذلك استبدال الحمض الأميني Acide glutamique للخضاب HbA بالحمض الأميني Valine في البروتين HbS، بذلك أصبح هذا الخضاب الدموي مشوه حيث أنه يترسب في شكل إبر مما يؤدي إلى تشويه الكريات الحمراء الحاملة له التي تصبح في شكل منجل ← فقر الدم المنجلي.

ملحوظة: يبرز هذا المثال جليا العلاقة: مورثة ← بروتين ← صفة وراثية.



الفصل الثاني

نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي والقوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية

تقديم عام للفصل

خلافا للتوالد اللاجنسي الذي يضمن نقل الخبر الوراثي بشكل مطابق للأصل بفضل الانقسام غير المباشر، فإن التوالد الجنسي (تعاقب الأجيال)، يحدث تغيرات في الصفات من جيل لآخر، حيث يرث الأبناء بعضا من صفات أحد الأبوين بدون تغيير، يخلط بين صفات أخرى للأم والأب ويخفي صفات ثالثة. يهتم علم الوراثة بدراسة انتقال الصفات الوراثية خلال التوالد الجنسي:

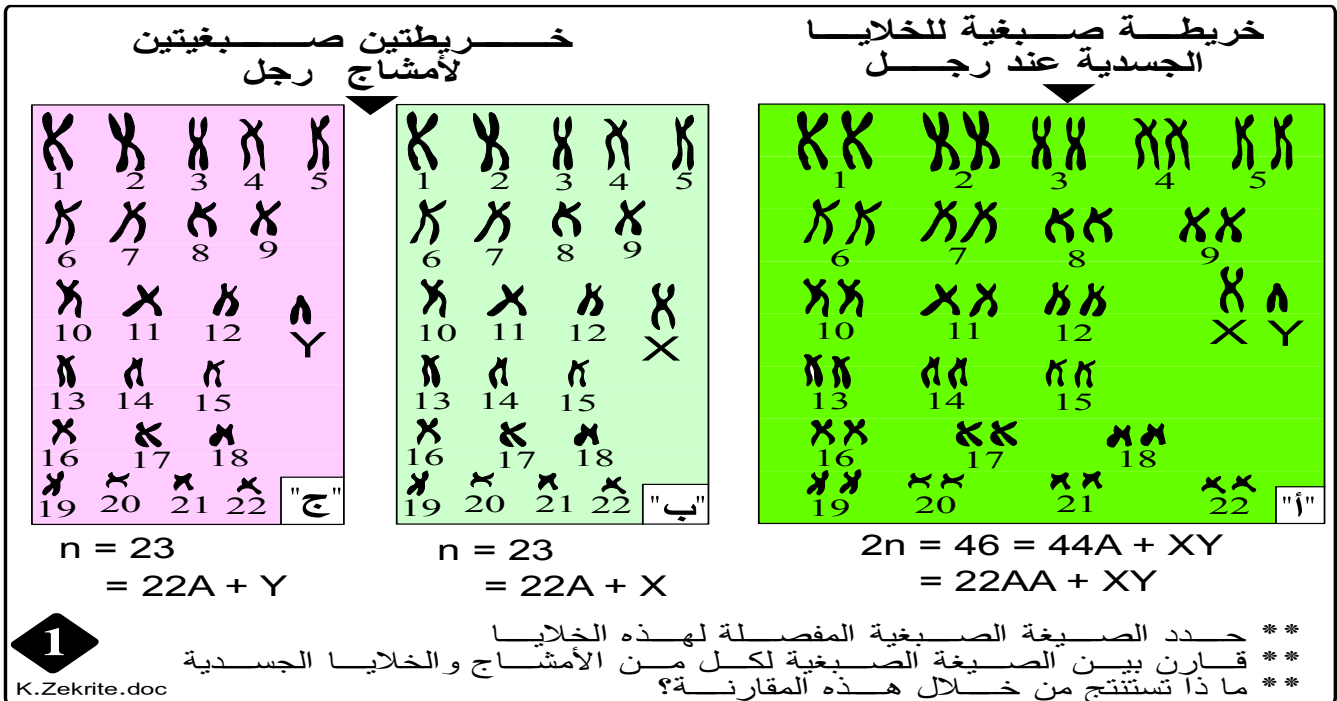
- ✿ فكيف يتم نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي؟
- ✿ كيف نفسر ظهور تغيرات في الصفات الوراثية من السلف إلى الخلف؟
- ✿ كيف يؤمن التوالد الجنسي ثبات عدد الصبغيات من جيل لآخر علما أن هذا العدد يميز النوع؟
- ✿ ما هي المنهجية المتبعة في دراسة الوراثة؟
- ✿ ما هي القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند ثنائيات الصيغة الصبغية؟



المحور الأول نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي

I مفهوم التوالد الجنسي.

- ✱ التوالد La reproduction هو وظيفة تمكن الكائنات الحية من نقل الحياة من الآباء إلى الأبناء.
- ✱ يتطلب التوالد الجنسي وجود فردين من جنس مختلف ويتميز بحدثين هامين:
 - تشكل الأمشاج les gamètes.
 - الإخصاب = التحام مشيج ذكري (♂) بمشيج أنثوي (♀)، ينتج عن هذا الالتحام خلية تسمى البيضة.
- ✱ تصدر الكائنات الحية الثنائية الصيغة الصبغية (مثل الإنسان) عن انقسامات غير مباشرة للبيضة، إذن فهذه الأخيرة ثنائية الصيغة الصبغية (2n).
- ✱ تحتوي البيضة على (2n) صبغي، وقد نتجت عن التحام خليتين: مشيج ♂ ومشيج ♀، إذن فلأمشاج أحادية الصيغة الصبغية (n)، وقد أكدت قراءة الخرائط الصبغية ذلك (الوثيقة 1).



- ✱ تحتوي خلايا الكائن الحي الثنائي الصيغة الصبغية على 2n صبغي، هذا الأخير ينتج أمشاجا أحادية الصيغة الصبغية n، يلزم أن نسلم إذن أن الخلايا الأم للأمشاج تخضع إلى اختزال صبغي، يختزل خلاله عدد صبغياتها بالنصف (من 2n إلى n)، نسمي هذه الظاهرة بـ **الانقسام الاختزالي** la méiose.

- فما ميزات هذا الانقسام؟
- ما هي أهمية الانقسام الاختزالي والإخصاب (حدثا التوالد الجنسي) وما علاقتهما بانتقال الصفات الوراثية؟

II الانقسام الاختزالي

✱ تخضع للانقسام الاختزالي فقط الخلايا الوراثية = الخلايا الجنسية (الخلايا الأم للأمشاج) دون الخلايا الجسدية.

✱ توجد الخلايا الجنسية في الأعضاء الجنسية:

- في الخصية عند ذكور الحيوانات وفي المبيض عند إناثها.
- في الأعضاء التناسلية للزهرة عند النباتات الزهرية.

1 - مراحل الانقسام الاختزالي

يشمل الانقسام الاختزالي انقسامين متتاليين:

- انقسام منصف = انقسام I Division réductionnelle.

- انقسام تعادلي = انقسام II Division équationnelle.

(انظر المراحل في الوثيقة 2 الصفحة الموالية)

ملحوظات:

✓ خلال الطور الانفصالي الأول تنفصل الصبغيات المماثلة عن بعضها، وضمنيا الصبغيات الجنسية وبذلك:

- ينتج الرجل نوعين من الأمشاج:

+ حيوانات منوية تضم الصبغي الجنسي X $(n = 22A + X)$

+ حيوانات منوية تضم الصبغي الجنسي Y $(n = 22A + Y)$

- تنتج المرأة نوعا واحدا من الأمشاج $(n = 22A + X)$

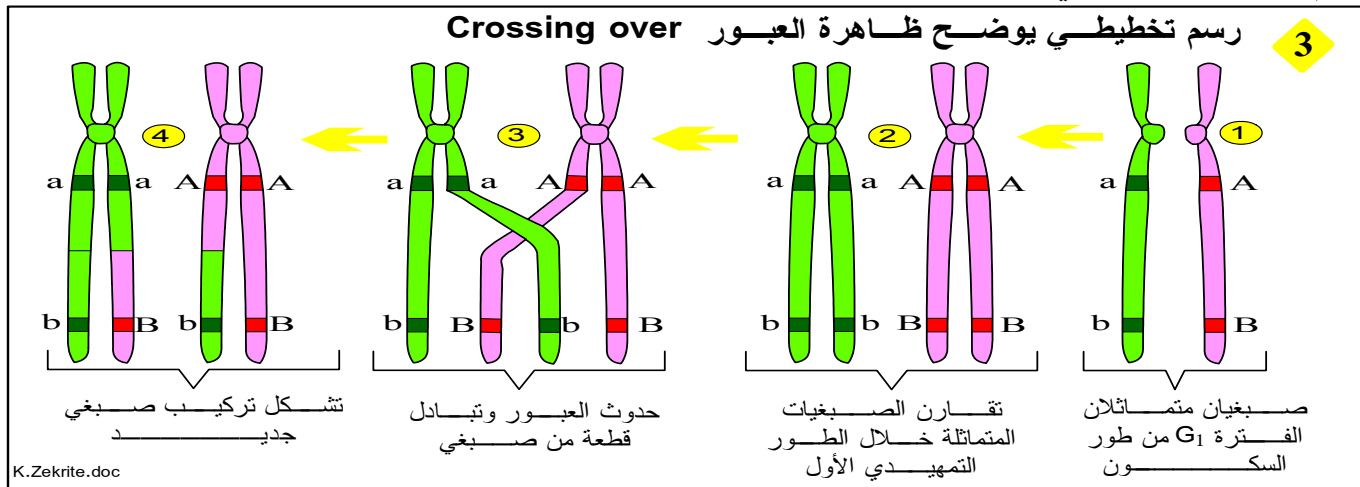
- نقول أن المرأة متشابهة الأمشاج Homogamétique وأن الرجل متغاير الأمشاج

Hétérogamétique

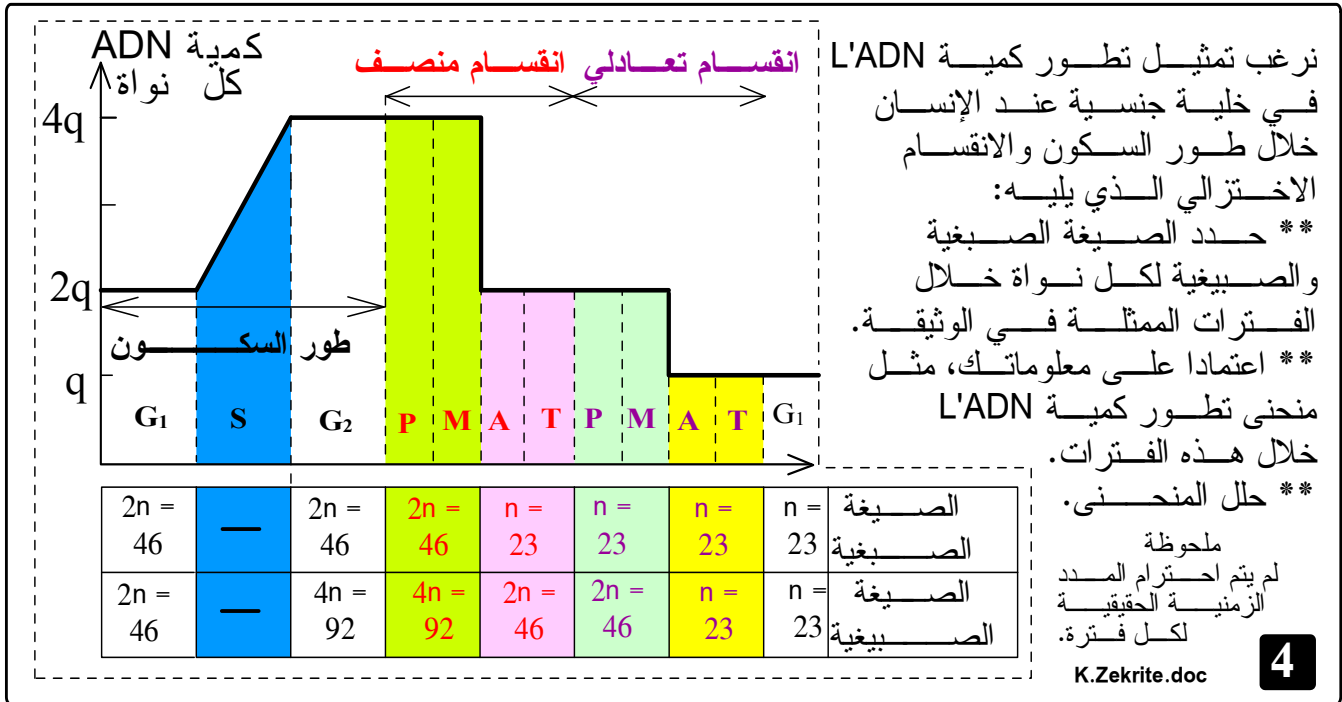
✓ تتقارن (تتقارب إلى درجة التشابك) الصبغيات المتماثلة خلال الطور التمهيدي الأول، مما

يسهل تبادل قطع بينها: تسمى هذه الظاهرة بالعبور Enjambement = Crossing over =

ينجم عنه تركيب صبغي جديد. انظر الوثيقة 3



2 - تطور كمية L'ADN خلال الانقسام الاختزالي

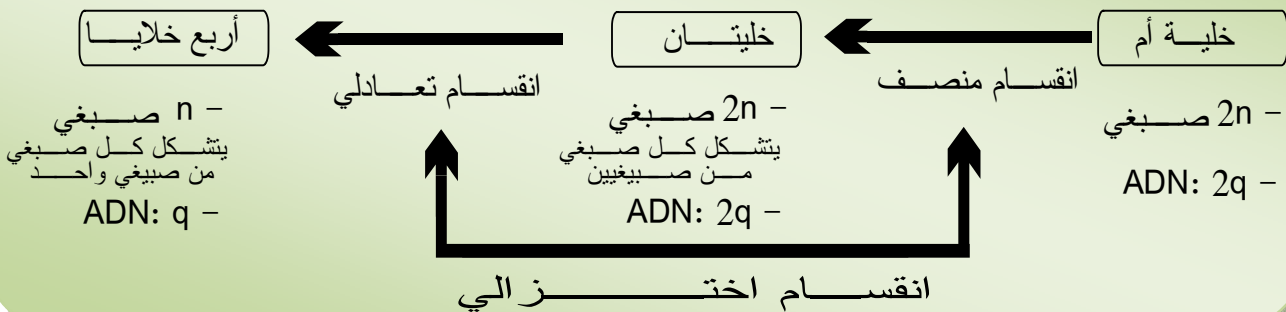


تحليل المنحني:

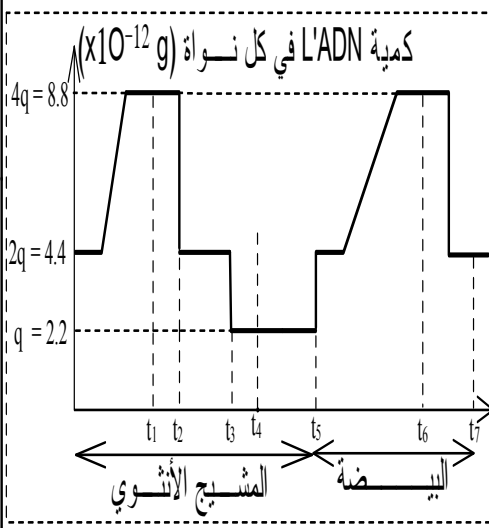
- تتضمن مرحلة السكون الفترات الكلاسيكية الثلاث المدرجة سابقا خلال الانقسام غير المباشر: خلال الفترة S تتضاعف كمية L'ADN فتمر من 2q إلى 4q.
- يؤدي الطور الانفصالي من الانقسام المنصف إلى تناقص كمية L'ADN بالنصف (من 4q إلى 2q)، حيث تتشكل خليتان بنتان، تحتوي كل منهما على كمية 2q من L'ADN.
- يؤدي الطور الانفصالي من الانقسام التعادلي إلى تناقص كمية L'ADN بالنصف (من 2q إلى q)، حيث تتشكل 4 خلايا بنات، تحتوي كل منها على كمية q من L'ADN.

3 - خلاصة

يتم الاختزال الصبغي خلال الطور الانفصالي من الانقسام المنصف، حيث لا يحدث تشقق الجزيء المركزي، لكن انفصال الصبغيات المتماثلة.



تمرين تطبيقي:



تمرين تطبيقي 4: تبين الوثيقة جانبه تطور كمية L'ADN انطلاقاً من إحدى مراحل تشكّل المشيخ الأنثوي إلى مرحلة الانقسام الأول للبليضة.

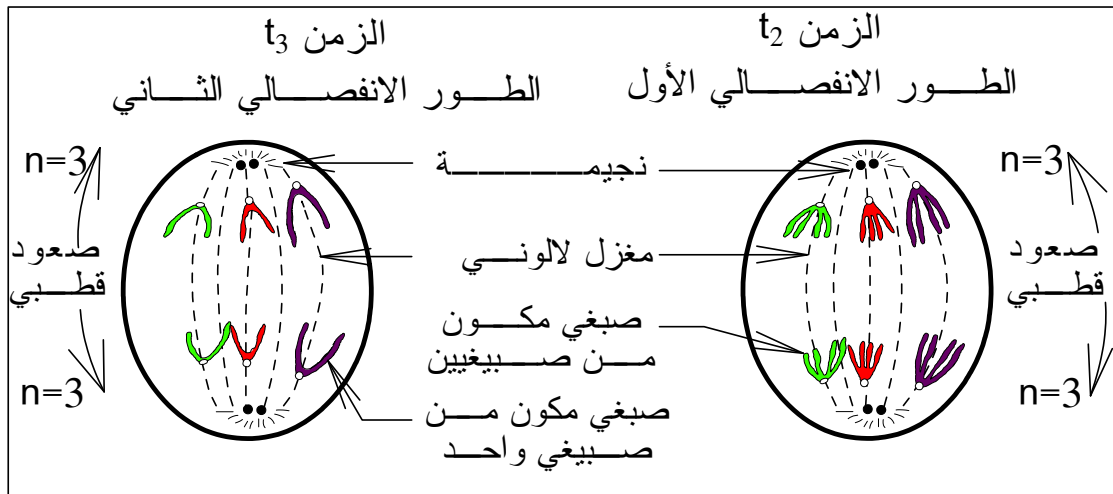
- 1- سم الظاهرة التي تمت بين t_1 و t_4 ، في الزمن t_5 وبين t_6 و t_7 .
- 2- حدد فترة الدورة الخلوية الموافقة للزمن t_2 ، للزمن t_3 .
- 3- أنجز رسماً تخطيطياً لخلية حيوانية في كل من الزمنين t_2 و t_3 . معطراً $2n=6$.

أجوبة:

- 1 - بين الزمنين t_1 و t_4 ، ن سجل نقصان كمية L'ADN بالنصف مرتين متتاليتين (من $4q \leftarrow 2q$)، حيث اختزلت كمية L'ADN بالنصف، إذن يتعلق الأمر بانقسام اختزالي. - في الزمن t_5 تضاعفت كمية L'ADN بشكل مفاجئ، كما تم الانتقال من المشيخ الأنثوي إلى البليضة، يتعلق الأمر إذن بظاهرة الإخصاب: التحام نواة ذكرية (q) بنواة أنثوية (q). - بين الزمنين t_6 و t_7 : حدث أول انقسام غير مباشر للبليضة.

- 2- الزمن t_2 يناسب الطور الانفصالي الأول. - الزمن t_3 يناسب الطور الانفصالي الثاني.

- 3- رسم تخطيطي لخلية حيوانية خلال الزمنين t_2 و t_3 .



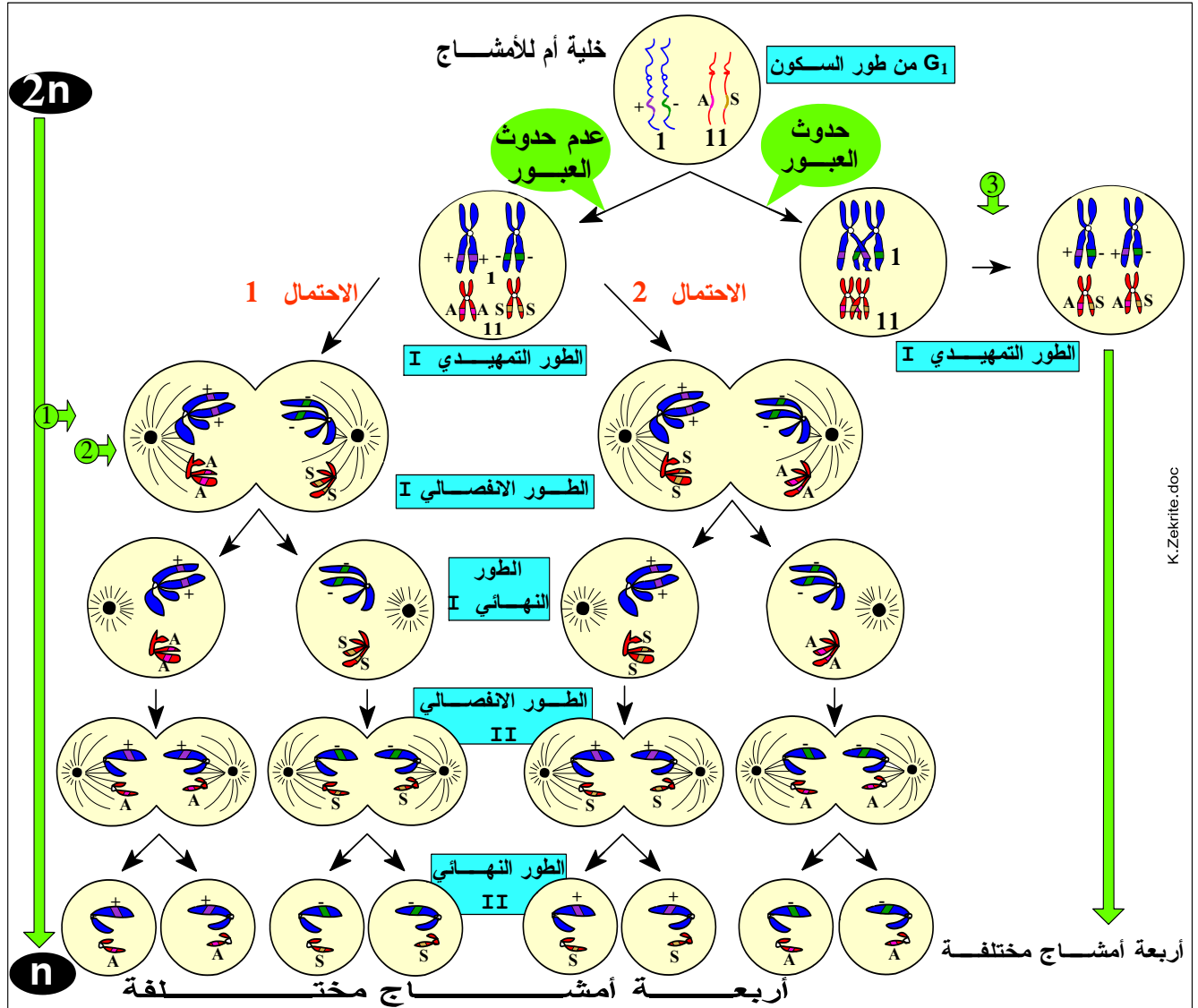
III أهمية الانقسام الاختزالي والإخصاب

1 - أهمية الانقسام الاختزالي

أ - تمرين (الوثيقة 5)

لنتتبع مصير الزوج الصبغي رقم 1 (الحامل للمورثة المتحكممة في عامل الريزوس Rh) والزوج رقم 11 (الحامل للمورثة المتحكممة في إنتاج الخضاب الدموي) خلال الانقسام الإختزالي، سنفترض أن هذه الخلية الأم للأمشاج تحمل حليلين مختلفين بالنسبة لمورثة Rh (Rh^+ , Rh^-) وحليلين مختلفين بالنسبة لمورثة الخضاب الدموي (HB_S , HB_A). لنرمز إلى RH^+ ب (+) وإلى Rh^- ب (-) ولنرمز إلى HB_A ب A وإلى HB_S ب S.

استخرج من خلال هذه الوثيقة دور الإنقسام الإختزالي.



K.Zekrite.doc

- ① اختزال الصيغة الصبغية
- ② افتراق عشوائي للصبغيات: تخليط بيبصبي
- ③ حدوث العبور: تخليط ضمصبي

ب- حصيلة

يضمن الانقسام الاختزالي:

- ✱ المرور من الصيغة الصبغية الثنائية ($2n$) إلى الصيغة الصبغية الأحادية (n).
- ✱ **التخليط البصبغي**: تتوزع الصبغيات المتماثلة بشكل عشوائي خلال الطور الانفصالي الأول، مما يعطي عدة تآليفات من الحليلات خلال انفصالها: إنه التخليط البصبغي

La ségrégation inter chromosomique

- ✱ **التخليط الضمصبغي**: عندما تحدث ظاهرة العبور، يتم تبادل قطع بين الصبغيين المتماثلين، فينجم عن ذلك تخليط الحليلات الأبوية على مستوى نفس الصبغي، نتكلم عن التخليط الضمصبغي لأنه يمس الصبغيات في تركيبها **la ségrégation Intra chromosomique**

- ✱ **افتراق حليلي** المورثة الواحدة، وبذلك فكل مشيج (خلية ب n) يحتوي على حليل واحد لكل مورثة.

- ✱ ينتج على إثر التخليط البصبغي والتخليط الضمصبغي **تخليط الحليلات وتنوع الأمشاج المشكلة**.

ملحوظة: في حالة الإنسان، حيث ($2n=46 = 2.23$)، يمكن أن ينتج كل فرد $2^{23} = 8.10^6$ (8 ملايين) تركيبة مختلفة من الأمشاج، وهذا دون مراعاة ظاهرة العبور.

2 - أهمية الإخصاب

أ- تمرين (الوثيقة 6)

الوثيقة 6:

- ↔ لنعتبر خلية أم للأمشاج الأنثوية تحتوي على $2n=4 = (A_1, A_2) + (X_1, X_2)$
- ↔ لنعتبر خلية أم للأمشاج الذكرية تحتوي على $2n=4 = (A'_1, A'_2) + (X'_1, Y)$
- لنفترض عدم حدوث العبور خلال الانقسام الاختزالي:
- ✱ اعط أنواع الأمشاج المحتمل تشكلها انطلاقاً من هذه الخلايا الأم للأمشاج (اكتف بذكر الصيغ الصبغية على جدول).
- ✱ اعط أنواع البويضات المحتمل تشكلها انطلاقاً من إخصاب مختلف هذه الأمشاج (اكتف بذكر الصيغ الصبغية على الجدول السابق).
- ✱ في حالة الإنسان، حيث $2n=4$ ، كم هو عدد البويضات المخصبة المحتمل تشكله؟
- ✱ ما هي نتائج هذا التنوع الكبير في عدد البويضات المحتمل تشكله.
- ✱ استخرج من خلال هذا التمرين أهمية ظاهرة الإخصاب.

* جدول يلخص أنواع الأمشاج وأنواع البويضات المحتمل تشكلها: * البويضات الناتجة

K.Zekrite.doc	الأمشاج ♂ ♀	$n = 2$ $= A'_1 + X'_1$	$n = 2$ $= A'_2 + X'_1$	$n = 2$ $= A'_1 + Y$	$n = 2$ $= A'_2 + Y$
	$n = 2$ $= A_1 + X_1$	* $2n = 4$ $= (A_1, A'_1) + (X_1, X'_1)$	* $2n = 4$ $= (A_1, A'_2) + (X_1, X'_1)$	* $2n = 4$ $= (A_1, A'_1) + (X_1, Y)$	* $2n = 4$ $= (A_1, A'_2) + (X_1, Y)$
	$n = 2$ $= A_1 + X_2$	* $2n = 4$ $= (A_1, A'_1) + (X_2, X'_1)$	* $2n = 4$ $= (A_1, A'_2) + (X_2, X'_1)$	* $2n = 4$ $= (A_1, A'_1) + (X_2, Y)$	* $2n = 4$ $= (A_1, A'_2) + (X_2, Y)$
	$n = 2$ $= A_2 + X_1$	* $2n = 4$ $= (A_2, A'_1) + (X_1, X'_1)$	* $2n = 4$ $= (A_2, A'_2) + (X_1, X'_1)$	* $2n = 4$ $= (A_2, A'_1) + (X_1, Y)$	* $2n = 4$ $= (A_2, A'_2) + (X_1, Y)$
	$n = 2$ $= A_2 + X_2$	* $2n = 4$ $= (A_2, A'_1) + (X_2, X'_1)$	* $2n = 4$ $= (A_2, A'_2) + (X_2, X'_1)$	* $2n = 4$ $= (A_2, A'_1) + (X_2, Y)$	* $2n = 4$ $= (A_2, A'_2) + (X_2, Y)$

* في حالة الإنسان حيث $2n=46$ ، يمكن الحصول على:

$$7.10^{13} = 2^{23} \times 2^{23}$$

$\uparrow$ $\uparrow$
 عدد أمشاج الأب عدد أمشاج الأم

* إن إمكانية تشكيل بويضات متنوعة (من حيث أصناف الحليلات) من طرف زوج واحد (أم وأب)، يبرر اختلاف الصفات الوراثية الذي نسجله بين الإخوة والأخوات.

ب- حصيلة

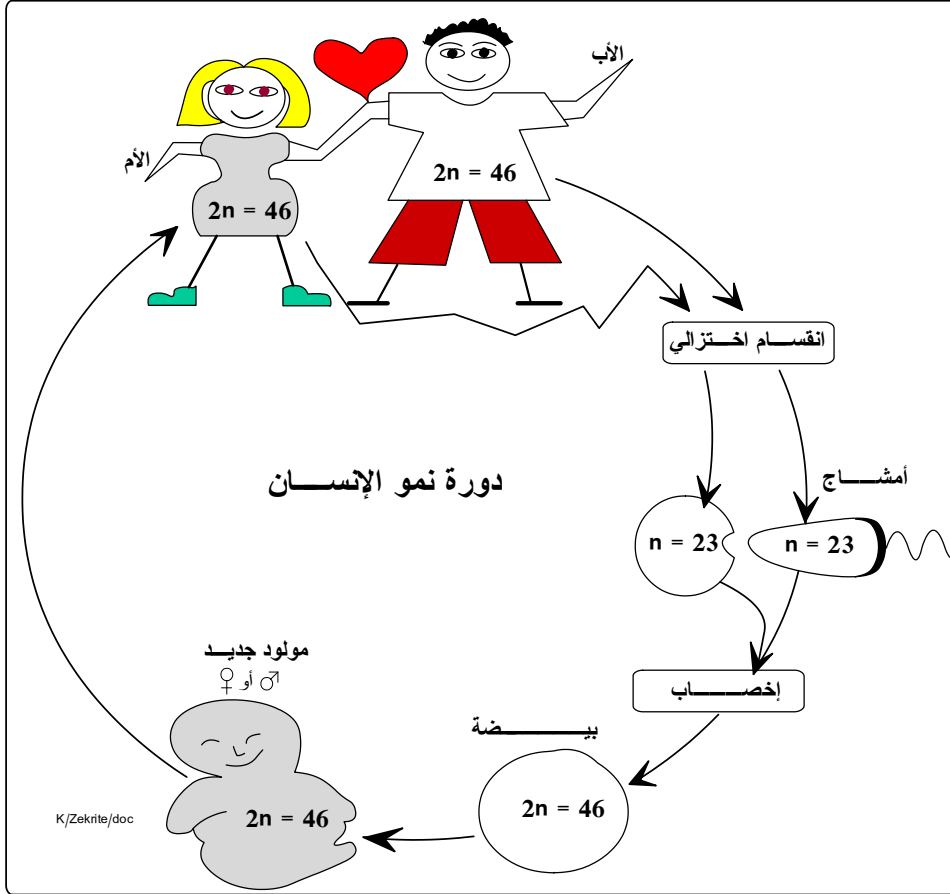
يضمن الإخصاب عند الكائنات الثنائية الصيغة الصبغية:

* المرور من الصيغة الصبغية الأحادية (n) إلى الصيغة الصبغية الثنائية ($2n$).

* يجتمع المشيج الذكري بالمشيج الأنثوي، مما يؤدي إلى تكوين بيضة حاملة لحليلات من أصل أبوي وأخرى من أصل أمومي: يجتمع حليلا المورثة الواحدة بعدما افترقا خلال الانقسام الاختزالي.

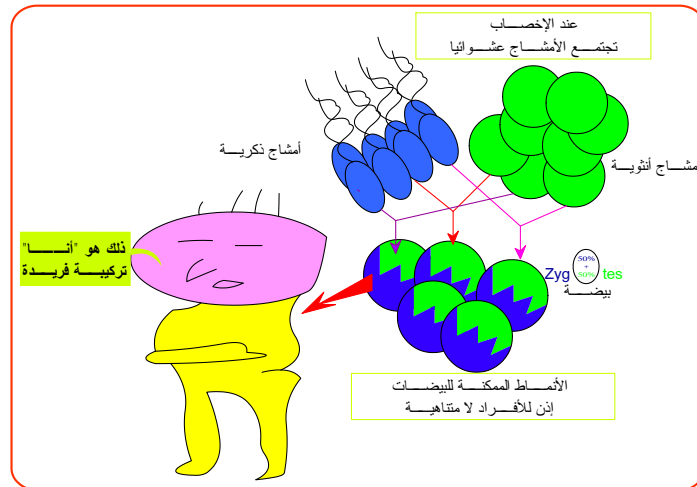
* تجتمع الأمشاج الذكرية والأنثوية بالصدفة (عشوائيا)، فتختلط الصبغيات عشوائيا، مما يزيد من تخطيط الحليلات، وبذلك تتشكل بويضات متنوعة من حيث التركيب الوراثي، وهذا ما يفسر التنوع الهائل في مظاهر الأفراد.

3 - أهمية تتالي الانقسام الاختزالي والإخصاب



* إن تتالي ظاهرتي الانقسام الاختزالي والإخصاب خلال التوالد الجنسي، تفضي إلى تشكل بيضة: نقطة انطلاق كائن حي جديد من نفس النوع وله نفس عدد صبغيات أبويه.

* يشكل تعاقب ظاهرتي الانقسام الاختزالي والإخصاب ما نسمي بـ دورة نمو الكائن الحي.



المحور الثاني

القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية

عند ثنائيات الصيغة الصبغية

تقديم:

- يهتم علم الوراثة la génétique بمتبع انتقال الصفات الوراثية عبر الأجيال. وقد شكلت أعمال العالم G.Mendel الدراسات الأولية لهذا العلم حيث مكنت تجاربه من وضع قوانين انتقال الصفات الوراثية عند ثنائيات الصيغة الصبغية.
- فما هي منهجية دراسة الوراثة عند ثنائيات الصيغة الصبغية؟
 - ما هي القوانين الإحصائية لانتقال الصفات الوراثية عند ثنائيات الصيغة الصبغية؟



يعد العالم الهولندي Gregor Mendel (1822-1884) مؤسس علم الوراثة وواضع قوانينها، فقد مكنت أعماله على نبات الجلبانة من وضع القوانين الأساسية لانتقال الصفات الوراثية.



منهجية دراسة الوراثة عند ثنائيات الصيغة الصبغية

I اختيار المادة البيولوجية:

يجب اختيار كائنات حية تتوفر فيها الشروط التالية:

- ✱ ولودة polifique (بيوضة) حتى تتسم الدراسة الإحصائية بأكبر قدر من المصادقية.
- ✱ قصيرة العمر حتى يكون ممكنا تتبع انتقال الصفات عبر الأجيال.
- ✱ سريعة النمو وسهلة التربية في المختبر.
- و هذه أمثلة لبعض الكائنات المعتمدة: فئران، أرانب، ذبابة الخل، جليانة، ذرة...

II إنجاز التزاوجات:

- ✱ تتم التزاوجات les croisements بين أفراد من نفس النوع ذات صفة (صفات) متعارضة مع الحرص على أن يكون الأبوان les parents من سلالة نقية lignée pure بالنسبة للصفة أو الصفات المراد تتبع انتقالها:
- ✱ الصفات المتعارضة هي مجموع مظاهر صفة وراثية معينة مميزة لفرد ما عن باقي أفراد نوعه مثلا اللون الأصفر والأخضر لحبات الجليانة.
- ✱ نقول بأن السلالة نقية بالنسبة لصفة ما عندما تنتقل هذه الأخيرة إلى الخلف بدون تغيير عبر أجيال متعددة.
- ✱ ينص برنامج هذه السنة في هذا الجزء من علم الوراثة عند ثنائيات الصيغة الصبغية على دراسة:
 - انتقال صفة وراثية واحدة: الهجونة الأحادية.
 - انتقال صفتين وراثيتين: الهجونة الثنائية.
- ✱ الهجونة = التهجين = hybridation = تزاوج طبيعي أو اصطناعي بين سلالتين تختلفان بصفة أو أكثر.

تقديم:

✳ في حالة أفراد ثنائية الصيغة الصبغية، تمثل كل مورثة بحليلين، نسمي شكل أو شكلي الحليل المتواجد في الخلية بالنمط الوراثي le génotype.

✳ إذن فالمظهر الخارجي عند ثنائيات الصيغة الصبغية هو تعبير للنمط الوراثي.

la dominance = 1- حالة السيادة التامة

أمثلة:



4 - بعد إعطاء النمط الوراثي للفئران البيضاء وتحليل نتيجة التزاوج الثالث، استخلص النمط الوراثي للفئران الرمادية a.

5- تقص حول مفهوم التزاوج الاختباري والتزاوج الراجع.

أجوبة:

1 - تحليل نتيجة الجيل F_1 :

✱ أدى تزاوج سلالتين نقيتين إلى ظهور جيل F_1 كل أفراده متشابهون من حيث المظهر الخارجي: نقول أنه **متجانس Homogène**.
✱ يبدي كل أفراد F_1 المظهر الرمادي لأحد الأبوين، في حين اختفى تماما المظهر الأبيض. فما السر وراء ذلك؟

- النمط الوراثي للأبوين والجيل F_1 :

✱ الأبوان من سلالة نقية، إذن يحمل كل منهما حليلين متشابهين للمورثة الموجهة للون الفرو: نقول عن نمطهما الوراثي أنه **متشابه الاقتران** homozygote = .
✱ ورثت فئران الجيل F_1 حليلا من كلا الأبوين، نقول عن نمطها الوراثي أنه **مختلف الاقتران** hétérozygote بالنسبة لهذه المورثة، نقول أيضا أنها **هجينة** = hybride .

- استنتاجات تفرضها نتيجة النمط الوراثي للجيل F_1 :

✱ رغم أن الجيل F_1 هجين (يحمل حليلي المورثة: الرمادي والأبيض)، إلا أن مظهره الخارجي رمادي، لا يمكن تفسير ذلك إلا بكون الحليل المسؤول عن اللون الرمادي هو الوحيد الذي تم تعبيره في المظهر الخارجي: نقول عن هذا الحليل أنه **حليل سائد** dominant = ، بينما تم كبح الحليل المسؤول عن اللون الأبيض، فنقول أنه **حليل متنحي** récessif = .
✱ نرسم للحليلات المسؤولة عن صفة ما كما هو الشأن بالنسبة للمظهر الخارجي **بالحرف الأول من التسمية اللاتينية** لهذه الصفة:

♦ إذا كانت سائدة: نستعمل **حرفا كبيرا** مثلا رمادي $G \leftarrow$.

♦ إذا كانت متنحية: نستعمل **حرفا صغيرا** مثلا أبيض $b \leftarrow$

♦ إذا تعلق الأمر بالمظهر الخارجي، نضع الحرف **بين معقوفتين** مثلا مظهر خارجي رمادي

$[G] \leftarrow$

♦ إذا تعلق الأمر بالحليل نكتب **الحرف فوق خط**، حيث يرمز الخط إلى الصبغي الحامل لهذا

الحليل مثلا الحليل الموجه للون الفرو الرمادي $G \leftarrow$.

✱ بناء على ما سبق يمكن كتابة الأنماط الوراثية للأبوين والجيل F_1 كما يلي

النمط الوراثي		المظهر الخارجي	
نقي = متشابه الاقتران	$\frac{G}{G}$	$[G]$	الأبوان الأب الرمادي الأب الأبيض
نقي = متشابه الاقتران	$\frac{b}{b}$	$[b]$	
هجين = مختلف الاقتران	$\frac{G}{b}$	$[G]$	الجيل F ₁ : رمادي المظهر

2 - تحليل نتيجة الجيل F_2 :

✱ الجيل F_2 **غير متجانس** من حيث المظهر الخارجي.

✱ ظهر في هذا الجيل F_2 المظهر "لون أبيض" بعدما اختفى تماما في الجيل F_1 ، لا يمكن تفسير ذلك إلا باجتماع الحليلين الموجهين للون الأبيض للفرو عند هؤلاء الأفراد.

- التفسير الصبغي لنتائج التزاوجين الأول والثاني:

يعتمد التفسير الصبغي لنتائج التزاوجات على:

♦ تحديد النمط الوراثي للآباء المتزاوجين.

♦ إبراز الظاهرتين الأساسيتين للتوالد الجنسي:

- الانقسام الاختزالي الذي يسمح بافتراق الصبغيات المتماثلة وبالتالي افتراق حليلي كل

مورثة.

- الإخصاب الذي يسمح باجتماع الصبغيات المتماثلة وبالتالي اجتماع حليلي كل مورثة.

التفسير الصبغي:

النمط الوراثي

$\frac{b}{b} \times \frac{G}{G}$
 $\frac{b}{b} \times \frac{G}{G}$

$\frac{b}{b} \times \frac{G}{G}$ ← الإخصاب
 $\frac{G}{b}$ ← جيل هجين = مختلف الاقتران

$\frac{G}{b} \times \frac{G}{b}$
 $\frac{b}{b} \times \frac{G}{G}$ ← الأمشاج

المظهر الخارجي

الآباء P [b] X [G]

الأمشاج

الجيل F₁: 100% [G]
لون رمادي: جيل متجانس

F₁ X F₁

الأمشاج

هناك 4 تركيبات محتملة تمثل بواسطة شبكة التزاوج حيث يحمل:

** المدخل الأفقي الأمشاج الذكرية

** المدخل العمودي الأمشاج الأنثوية

♂ ♀	<u>G</u>	<u>b</u>
	50%	50%
<u>G</u>	<u>G</u> [G]	<u>G</u> [G]
50%	G 75%	b 75%
<u>b</u>	<u>G</u> [G]	<u>b</u> [b]
50%	b 75%	b 25%

F₂: ** 75% [G]

** 25% [b]

♂ أمشاج ذكرية
 ♀ أمشاج أنثوية

ملحوظة: يتوافق التفسير النظري مع النتائج التجريبية.

- تفسير ظهور الصفة المتنحية في الجيل F₂:

✱ خلال الانقسام الاختزالي، يفترق حليلا المورثة عن بعضهما، وبذلك يحمل كل مشيج حليلا واحدا للمورثة لون الفرو، إذن فالأمشاج نقية: إنه القانون الثاني لماندل.

✱ عند الإخصاب، يحدث التقاء عشوائي للأمشاج وبالتالي اجتماع عشوائي للحليلات، هذا ما يضمن اجتماع الحليلين الموجهين للون الأبيض للفرو، فتظهر هذه الصفة من جديد في المظهر الخارجي لبعض أفراد الجيل F_2 بعدما اختفت تماما في F_1 .

4 - النمط الوراثي للفئران ذات المظهر الأبيض:

تحمل الفئران البيضاء الصفة المتنحية في مظهرها الخارجي، فهي **إلزاميا** متشابهة الاقتران بالنسبة لهذه الصفة: $b//b$.

- النمط الوراثي للفئران a ذات المظهر الرمادي:

♦ تحمل هذه الفئران a المظهر الخارجي للصفة السائدة، إذن هناك **احتمالان** بالنسبة لنمطها الوراثي:

- متشابهة الاقتران: $G//G$

- مختلفة الاقتران: $G//b$

♦ ويمكن الحسم بالنسبة لنمطها الوراثي اعتمادا على نتيجة التزاوج الثالث الذي يعد تزاوجا اختباريا، أنجز بهدف اختبار النمط الوراثي للأفراد ذا المظهر السائد:

♦ لو كانت هذه الفئران a متشابهة الاقتران ($G//G$)، لحصلنا من هذا التزاوج على نفس النتائج المحصل عليها في الجيل F_1 ، لكن ليس الأمر كذلك، يلزم أن نسلم إذن أنها مختلفة الاقتران ($G//b$)، ويمكن البرهنة عن صحة ذلك بالاعتماد على التأويل الصبغي:

النمط الوراثي		المظهر الخارجي	
$\begin{array}{c} \underline{b} \\ \times \\ \underline{G} \\ \hline \underline{b} \downarrow \quad \times \quad \underline{b} \downarrow \quad \underline{G} \end{array}$		الفرد a $[b] \times [G]$ الأمشاج	
شبكة التزاوج			
	$\underline{G}$	$\underline{b}$	الجيل F_2 : ** 50% $[G]$
	50%	50%	** 50% $[b]$
$\underline{b}$	$\underline{G}$	$\underline{b}$	وهذا مطابق
100%	50%	50%	للنتائج النظرية

5- تحديد مفهوم تزاوج راجع وتزاوج اختباري:

التزاوج الراجع = back cross
croisement en retour

"يتم التزاوج الراجع بين فرد هجين من F_1 وأب P يحمل الصفة المتنحية".

التزاوج الاختباري =

test cross = croisement test

"يمكن التزاوج الاختباري من تعرف النمط الوراثي لفرد من F_2 ذي مظهر خارجي سائد، ويتم إثر تزاوج هذا الفرد مع فرد ذي مظهر خارجي متنحي"

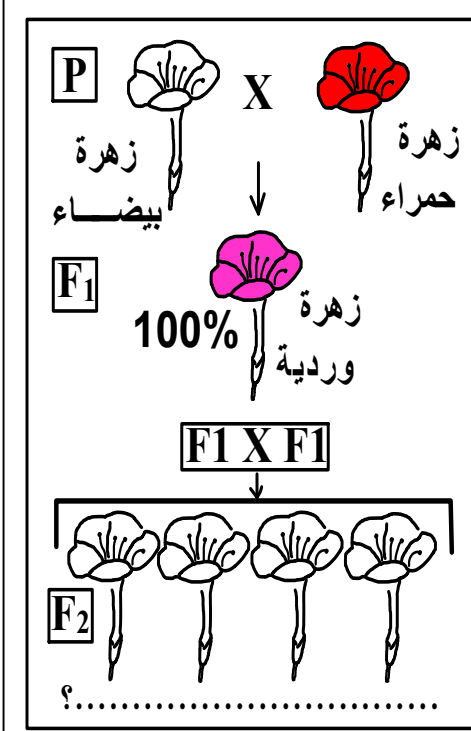
ب - حصيلة:

القانون الأول لماندل: تجانس أفراد F_1 الهجناء
"يعطي تزاوج سلالتين نقيتين مختلفتين بصفة جيلا F_1 كل أفراد متجانسون،
هجناء"

القانون الثاني لماندل: نقاوة الأمشاج:
"في الجيل الثاني F_2 تظهر الصفة المتنحية بعد أن اختفت في الجيل F_1 ، يفسر
ظهورها بافتراق حليلي نفس المورثة أثناء تشكل الأمشاج، إذن فالمشيج يحتوي
على حليل واحد فهو إذن نقي".

في حالة الهجونة الأحادية المرتبطة بالصبغيات اللاجنسية مع وجود سيادة
تامة لحليل على آخر، نحصل في الجيل F_2 (الجيل الناتج عن تزاوج F_1 مع
 F_1) على النتيجة التالية:
- $75\% = 3/4$ من الأفراد بالمظهر السائد.
- $25\% = 1/4$ من الأفراد بالمظهر المتنحي.

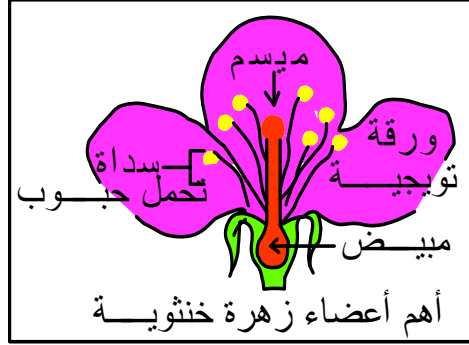
2 - حالة تساوي السيادة: أ - مثال:



K Zekrite.doc

الوثيقة 8

قمنا بمزاوجة سلالتين نقيتين من نبات شب الليل Belle de nuit الأولى ذات أزهار حمراء fleurs rouges والثانية ذات أزهار بيضاء fleurs blanches. للتمكن من ذلك وجب منع الإخصاب الذاتي بقطع الأسدية قبل نضجها حتى يستقبل المبيض حبوب لقاح السلالة الأخرى وهذا ما نسمي بالإخصاب المتقاطع. عند الإثمار حصلنا على بذور F₁، زرنا هذه الأخيرة فحصلنا على نباتات كلها ذات أزهار وردية.



الأسدية = الخيوط الحاملة لحبوب اللقاح والمتضمنة للأمشاج الذكورية: (انظر الرسم جانبه).

- 1 - ماذا تستنتج من هذه النتيجة؟
- 2 - أعط تفسيراً صبغياً لهذه النتيجة.

3 - ما هي النتائج المتوقعة الحصول عليها في الجيل F₂ (F₁ × F₁)؟

أجوبة:

1 - استنتاجات تخص نتائج الجيل F₁:

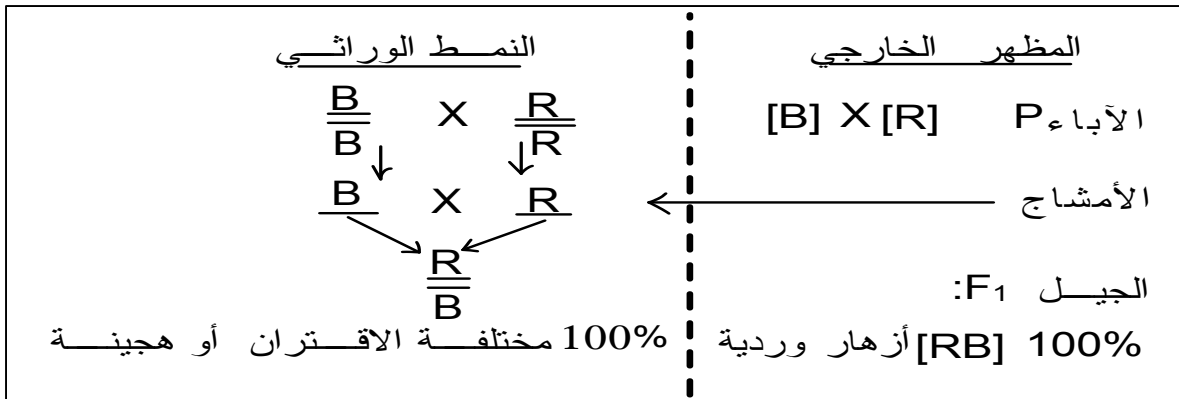
✱ الجيل F₁ متجانس وهجين، إذ نتج عن تزاوج سلالتين نقيتين تختلفان بصفة واحدة، تحقق إذن القانون الأول لماندل.

✱ ظهرت صفة جديدة في الجيل F₁ (لون وردي) تختلف عن مظهر الأبوين وتشكل وسطاً بين الصفتين موضوع الدراسة (لون أحمر ولون أبيض). يتعلق الأمر إذن بغيباب السيادة = تساوي السيادة بين الحليلين المسؤولين عن كل مظهر.

2- التفسير الصبغي

✱ الحليلان متساويا السيادة، نرمز إليهما بحرف كبير: لنرمز إلى الحليل أحمر ب R وإلى الحليل أبيض ب B.

✱ الآباء من سلالة نقية إذن متشابهو الاقتران.



ملحوظة: نفس اللون الوردي لأفراد الجيل F_1 باجتماع الحليين R و B في خلايا هذه الأزهار، حيث أن الحليل R يشرف على إنتاج صبغة حمراء أما الحليل B فلا يعطي هذه المادة، وبذلك يكون تركيز هذه الصبغة ضعيفا في الخلايا فينعكس بمظهر خارجي وردي.

3- النتائج المرتقبة في الجيل F_2 .

النمط الوراثي		المظهر الخارجي	
$\frac{R}{B}$	X	$\frac{R}{B}$	F_1 X F_1
$\downarrow$		$\downarrow$	
$\frac{B}{R}$	X	$\frac{B}{R}$	← الأمشاج
شبكة التزاوج			
♂	♀		
$\frac{R}{R}$	50%	$\frac{B}{B}$	50%
$\frac{R}{B}$	50%	$\frac{R}{R}$ [R]	25%
$\frac{R}{B}$	50%	$\frac{R}{B}$ [RB]	25%
$\frac{B}{R}$	50%	$\frac{B}{R}$ [RB]	25%
$\frac{B}{B}$	50%	$\frac{B}{B}$ [B]	25%

الجيل F_2 :

[RB] 50% **

[B] 25% **

[R] 25% **

ب- استنتاج:

إذا كان الحليلان محمولان على صبغيين لا جنسيين مع تساوي السيادة بينهما فإن:

* أفراد F_1 الهجينة تكون متجانسة وتبرز مظهرا خارجيا جديدا (وسيط بين مظهري الأبوين).

* الجيل F_2 يتكون من 3 مظاهر خارجية حسب النسب التالية:

- 1/4 من الأفراد بالمظهر الخارجي لأحد الأبوين.

- 1/4 من الأفراد بالمظهر الخارجي للأب الآخر.

- 1/2 من الأفراد بالمظهر الخارجي الوسيط.

3- حالة مورثة ممثلة: **gène létale**

أ - مثال:

☆ طفرة الصلع علة وراثية تتميز بغياب كلي للزغب عند سلالة من الكلاب تسمى "الكلاب المكسيكية الصلعاء chiens Mexicains nus"، نشير إلى أن مورثة الصلع هذه مميتة في حالة تشابه الاقتران (يعني تتسبب في موت الجراء بعد ولادتها) وأن هذه الصفة سائدة على الصفة العادية.



☆ قمنا بمزاوجة كلاب صلعاء *chauve* فيما بينها، بعد فترة الحمل والإنجاب حصلنا على جيل يتكون من 2/3 كلاب صلعاء + 1/3 كلاب عادية *normale*

1- حدد النمط الوراثي للفردين المتزاوجين والجيل الذي ينتميان إليه.
2- اعط تفسيراً صبغياً للنتائج المحصل عليها.

3- اعط التزاوج الراجع وحدد نتائجه.

الوثيقة 9

أجوبة:

1 - النمط الوراثي للفردين المتزاوجين والجيل الذي ينتميان إليه:

بما أن مورثة الصلع مميتة في حالة تشابه الاقتران وبما أن الفردين المتزاوجين يبديان هذه الصفة في مظهرهما الخارجي، فهذا يعني أنهما مختلفي الاقتران، إذن ينتميان إلى الجيل F_1 .

لنرمز إلى حليل الصلع ب C (صفة سائدة) وإلى الحليل العادي ب n (صفة متنحية).

النمط الوراثي للفردين المتزاوجين هو $C//n$

2 - التفسير الصبغي للنتائج المحصل عليها:

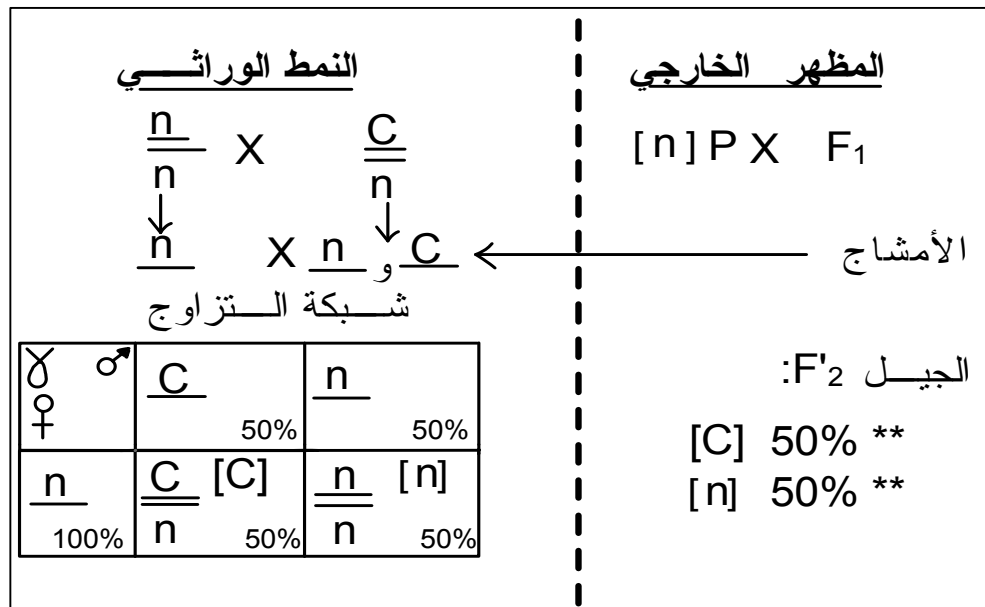
النمط الوراثي		المظهر الخارجي	
$\begin{array}{c} \frac{C}{n} \\ \downarrow \\ n \end{array} \times \begin{array}{c} \frac{C}{n} \\ \downarrow \\ n \end{array}$		$F_1 \times F_1$	
$\frac{n}{C} \times \frac{n}{C}$		الأمشاج	
شبكة التزاوج			
♂	♀		
$\frac{C}{n}$	$\frac{C}{n}$	50%	50%
$\frac{C}{n}$	$\frac{C}{C}$	25%	$\frac{C}{C}$ [C]
$\frac{C}{n}$	$\frac{n}{C}$	25%	$\frac{n}{C}$ [C]
$\frac{n}{C}$	$\frac{n}{C}$	25%	$\frac{n}{n}$ [n]
$\frac{n}{C}$	$\frac{n}{n}$	25%	$\frac{n}{n}$ [n]
$C//C$ 1/4 ✗		الجيل F_2 :	
		[C] 2/3 **	
		[n] 1/3 **	

تموت بعد الولادة، وبما أنه نعد فقط الأحياء في الدراسة الإحصائية، لدى تصبح النسب المئوية

$$2/3 [C] \leftarrow \frac{C}{n}$$

$$1/3 [n] \leftarrow \frac{n}{n}$$

3- **التزاوج الراجع:** تزاوج فرد من F_1 (C/n) مع أب نقى P يحمل الصفة المتنحية (n/n) ستكون النتائج كالتالي:



ب - حمى لة :

عندما تكون نسب الخلف هي $2/3$ و $1/3$ مع غياب أفراد متشابهة الاقتران بالنسبة لأحد الحليلين، فإن هذا الأخير مميت.

II حالة مورثة مرتبطة بالصبغيات الجنسية:

1- مثال: عند ذبابة الخل الوثيقة 10 في الصفحة الموالية

أجوبة:

1 استنتاجات تخص نتائج التزاوج الأول:

- ✱ الجيل F_1 الناتج عن التزاوج الأول متجانس $\Rightarrow$ طبق القانون الأول لماندل.
- ✱ حسب القانون الأول لماندل فإن الجيل F_1 هجين (يحمل الحليل "عيون حمراء" والحليل "عيون بيضاء")، وبما أنه يبدي في مظهره الخارجي عيونا حمراء، فإن الحليل عيون حمراء سائد على الحليل عيون بيضاء.

2 استنتاجات تخص نتائج التزاوج الثاني:

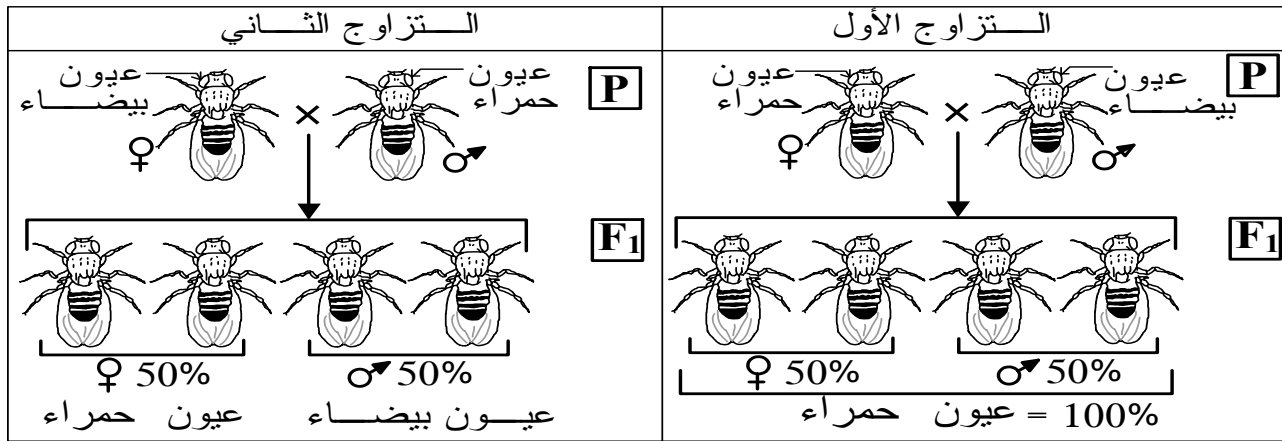
- ✱ الجيل F_1 الناتج عن التزاوج الثاني غير متجانس $\Rightarrow$ تخالف القانون الأول لماندل.
- ✱ يحمل ذكور هذا الجيل المظهر الخارجي لأهمهم وتحمل الإناث مظهر أبيهم.
- ✱ أدى تغيير الجنس فقط بين التزاوجين الأول والثاني إلى تغيير نتائج F_1 .
- ✱ لا يمكن تفسير هذه الملاحظات الثلاث الأخيرة إلا باعتبار المورثة المسؤولة عن صفة لون العيون محمولة على صبغي جنسي.

● تشكل ذبابة الخل *la drosophile* ميدانا خصباً للدراسات الوراثية لكون دورة نموها قصيرة لا تتعدى 18 يوماً وبذلك يمكن الحصول على 30 جيل في السنة. بالإضافة إلى أنها جد ببوضة، حيث تبيض الأنثى 300 بيضة في كل دورة. وقد اختارها العالم Thomas Morgon كدعامة أساسية في أبحاثه.

● اختار Morgon سلالتين نقيتين من ذباب الخل تختلفان بصفة واحدة هي "لون العيون": سلالة متوحشة ذات عيون حمراء *rouge* وسلالة طافرة ذات عيون بيضاء *blanche*.

☆ **التزاوج 1:** زواج Morgon أنثى ذات عيون حمراء بذكر ذي عيون بيضاء، حصل على جيل F_1 كل أفراده بعيون حمراء: 50% ذكور و 50% إناث.

☆ **التزاوج 2:** زواج Morgon أنثى ذات عيون بيضاء بذكر ذي عيون حمراء، حصل على جيل F_1 يتكون من 50% ذكور بعيون بيضاء + 50% إناث بعيون حمراء.



1- ماذا تستنتج من النتائج المحصل عليها في التزاوجين؟

2- فسر نتائج التزاوجين تفسيراً صبغياً.

3- ماذا تستخلص حول هذا الصنف من الوراثة؟

الوثيقة 10

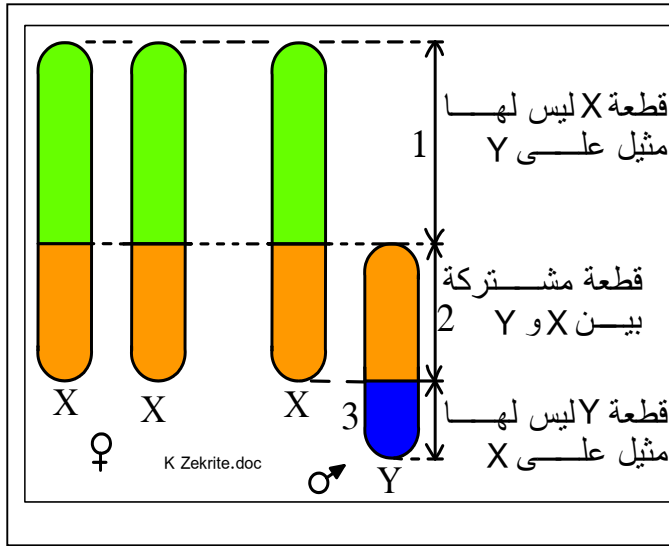
K Zekrite.doc

👉 فعلى أي صبغي جنسي تحمل هذه المورثة X أم Y ؟

🌟 بما أن هذه الصفة "لون العيون" تظهر عند الذكور والإناث، فإن المورثة لا يمكن أن تكون محمولة على الصبغي Y (لأنه في هذه الحالة لن تظهر إلا عند الذكور والحاملين للصبغي Y).

🌟 يلزم أن نسلم إذن أن المورثة المعنية محمولة على الصبغي X.

👉 على أي جزء X تحمل هذه المورثة (انظر الوثيقة 11)



الوثيقة 11: الصبغيات الجنسية X و Y:

- ♦ إن المورثات المحمولة على الصبغي Y في مستوى القطعة التفرقية لا توجد إلا عند الذكور (XY).
- ♦ أما المورثات المحمولة على الصبغي X في مستوى قطعه التفرقية فتكون:
 - ممثلة بحليلين في حالة تشابه الأمشاج (XX).
 - ممثلة بحليل واحد في حالة تخالف الأمشاج (XY). لذلك تظهر الصفة المرتبطة بالمورثة المعنية في المظهر الخارجي ولو كان الحليل متحيا.

- ✱ لو كانت المورثة محمولة على القطعة X التي لها مثل على Y، لانتقلت الصفة كما لو أنها مرتبطة بصبغي لا جنسي (لن يكون أي اختلاف بين الذكور والإناث).
- ✱ يلزم أن نسلم إذن أن المورثة محمولة على الصبغي X، على القطعة التي ليس لها مثل على Y.
- ملحوظة: الصبغي Y عند ذبابة الخل لا يحمل أي مورثة.

2 - التفسير الصبغي لنتائج التزاوجين.

- ✱ لنرمز إلى الحليل عيون حمراء ب R (الحليل السائد).
- ✱ لنرمز إلى الحليل عيون بيضاء ب b (الحليل المتنحي).
- ✱ الآباء من سلالة نقية ⇨ متشابهو الاقتران: نمطهم الوراثي سيكون على الشكل التالي:

آباء التزاوج الأول	آباء التزاوج الثاني
$\frac{X_b}{Y} \leftarrow [b] \text{ ♂}$	$\frac{X_R}{Y} \leftarrow [R] \text{ ♂}$
$\frac{X_R}{X_R} \leftarrow [R] \text{ ♀}$	$\frac{X_b}{X_b} \leftarrow [b] \text{ ♀}$

✨ تفسير نتائج التزاوج الأول:

النمط الوراثي

$$\frac{X_R}{X_R} \times \frac{X_b}{Y}$$

$\downarrow$
 $\underline{X_R}$

$\downarrow$
 $\underline{Y}$

$$\underline{X_R} \times \underline{Y} \text{ و } \underline{X_b}$$

شبكة التزاوج

$\delta \text{ ♂}$	$\underline{X_b}$	$\underline{Y}$	
$\delta \text{ ♀}$	50%	50%	
$\underline{X_R}$	$\underline{X_R} [R] \text{ ♀}$ 50%	$\underline{X_R} [R] \text{ ♂}$ 50%	
100%	$\underline{X_b}$	$\underline{Y}$	

المظهر الخارجي

الآباء P $[R] \text{ ♀} \times [b] \text{ ♂}$

الأمشاج ←

الجيل F₁:

$[R] 100\%$

$\text{ ♂ } 50\% \text{ **}$

$\text{ ♀ } 50\% \text{ **}$

تطابق النتائج النظرية النتائج التجريبية.

✨ تفسير نتائج التزاوج الثاني:

النمط الوراثي

$$\frac{\underline{\underline{X_b}}}{\underline{\underline{X_b}}} \times \frac{\underline{\underline{X_R}}}{\underline{\underline{Y}}}$$

$\downarrow$
 $\underline{\underline{X_b}}$

$\downarrow$
 $\underline{\underline{Y}}$

$$\underline{\underline{X_b}} \times \underline{\underline{Y}} \text{ و } \underline{\underline{X_R}}$$

شبكة التزاوج

$\delta \text{♂}$	$\underline{\underline{X_R}}$	$\underline{\underline{Y}}$
$\delta \text{♀}$	50%	50%
$\underline{\underline{X_b}}$	$\underline{\underline{X_R}} \text{ [R]♀}$ 50%	$\underline{\underline{X_b}} \text{ [R]♂}$ 50%
100%	50%	50%

المظهر الخارجي

الآباء P $[b] \text{♀} \times [R] \text{♂}$

الأمشاج ←

الجيل F₁:

$[b] \text{♂} 50\% **$

$[R] \text{♀} 50\% **$

تطابق النتائج النظرية النتائج التجريبية.

2- حصيلة:

♣ عندما يعطي تزاوج فردين من سلالتين نقيتين خلفا غير متجانس، يختلف فيه الذكور عن الإناث (استثناء القانون الأول لماندل)، فإن المورثة المعنية مرتبطة بالصبغي الجنسي X.

♣ عندما يعطي تزاوج ذكور ذات مظهر خارجي [A]، بإناث ذات مظهر خارجي [B]، نتيجة تختلف عن نتيجة التزاوج العكسي ($[A] \text{♀} \times [B] \text{♂}$) فإن المورثة المعنية مرتبطة بالصبغي الجنسي X.

- ملحوظة:** في أغلب الحالات، يكون الذكر متغاير الأمشاج (XY) والأنثى متشابهة الأمشاج (XX)، غير أن هناك حالات استثناء، حيث أنه:
- ✱ عند الفراشات، دودة القز، الأسماك وبعض الطيور:
 - يكون الذكر متشابه الأمشاج فنرمز لصبغياته الجنسية بـ (ZZ).
 - تكون الأنثى متغايرة الأمشاج فنرمز لصبغياتها الجنسية بـ (ZW).
 - ✱ عند الدجاج:
 - الذكر متشابه الأمشاج فنرمز لصبغياته الجنسية بـ (ZZ).
 - الأنثى تملك صبغيا واحدا جنسيا فنرمز له بـ (Z0) (0= zéro).
 - ✱ الكائنات الخنثى (الحلزون، دودة الأرض): جميع صبغياتها لا جنسية.

النشاط الثالث:

القوانين الإحصائية لانتقال زوجين من الحليلات :

الهجونة الثنائية

تقديم:

نتكلم عن هجونة ثنائية عندما نتتبع انتقال صفتين مختلفتين، يعني مورثتين = زوجين من الحليلات (4 حليلات).

I حالة مورثتين مستقلتين محمولتين على صبغيين لاجنسيين:

1 - مثال: تجارب ماندل على حبوب الجلبانة

الوثيقة 12: على نبات الجلبانة أجرى العالم Mendel التزاوجات التالية:

☆ **التزاوج الأول:** زواج ماندل بين سلالتين نقيتين من نبات الجلبانة تختلفان بصفتين: شكل البذرة ولونها:

- سلالة ذات بذور ملساء - صفراء = Graines lisses – jaunes.
 - سلالة ذات بذور متجعدة - خضراء = Graines ridées – vertes.
- فحصل من هذا التزاوج على جيل F_1 يتكون من بذور كلها ملساء - صفراء.

1- ماذا تستنتج من هذه النتيجة؟

☆ **التزاوج الثاني:** زواج ماندل بين أفراد F_1 فيما بينها فحصل في الجيل F_2 على 556 بذرة تتوزع كالتالي:

مظاهر	+ 56% بذرة ملساء - صفراء.
مظاهر	+ 06% بذرة متجعدة - خضراء.
مظاهر	+ 19% بذرة ملساء - خضراء.
مظاهر	+ 19% بذرة متجعدة - صفراء.

2- حلل نتائج الجيل F_2 .

3- اعط تفسيرا صبغيا للتزاوجين الأول والثاني.

4- حدد التزاوج الراجع واعط نتائجه.

5- لدينا بذورا ملساء صفراء، حدد احتمالات نمطها الوراثي، واعط التزاوج الذي سيكون من تحديد نمطها بالضبط؟

K Zekrite.doc

أجوبة:

1 استنتاجات تخص الجيل F_1 .

☆ الجيل F_1 متجانس كتحقق القانون الأول لماندل.

☆ الأيوان من سلالة نقية وتختلفان بصفتين، إذن فالجيل F_1 هجين بالنسبة للصفتين (حسب القانون الأول لماندل دائما).

✶ الجيل F1 هجين بالنسبة للصفاتين (يعني يحمل الحليلين "أملس ومتجدد" بالنسبة لمورثة الشكل والحليلين "أصفر وأخضر" بالنسبة لمورثة اللون)، ورغم ذلك يبدي المظهر "شكل أملس ولون أصفر"، نستنتج من ذلك أن:

- الحليل أملس سائد على الحليل متجدد.
- الحليل أصفر سائد على الحليل أخضر.

2- تحليل نتائج الجيل F₂:

✶ ظهرت في الجيل F₂ أفراد تحمل في مظهرها الصفاتين المتنحيتين (شكل متجدد ولون أخضر) بعدما اختفت في الجيل F₁: تحقق القانون الثاني لماندل.

✶ نميز في الجيل F₂ بين صنفين من الأفراد:

- أفراد لها مظهر خارجي شبيه للآباء ((بذور ملساء - صفراء) + [بذور متجددة - خضراء])، نسميها **مظاهر أبوية** (أنماط أبوية) = types parentaux، يشكل مجموعها 62%.
- أفراد تجمع بين مظهرين كانا مفترقين عند الأبوين ((بذور ملساء - خضراء) + [بذور متجددة صفراء])، نسميها **مظاهر جديدة التركيب** = types recombinés، يشكل مجموعها 38%.

3 - التفسير الصبغي لنتائج التزاوجين:

- ✶ نرمز إلى الحليل "شكل أملس" ب L وإلى الحليل "شكل متجدد" ب r .
- ✶ لنرمز إلى الحليل "لون أصفر ب l وإلى الحليل "لون أخضر" ب v .
- ✶ بما أن الأبوين نقيين بالنسبة للصفاتين فهما متشابهي الاقتران بالنسبة للصفاتين.
- ✶ لا يوجد في نتائج التزاوجين، سواء الأول أو الثاني (تحقق القانون الأول لماندل، لا يختلف الذكور عن الإناث من حيث المظهر الخارجي) ما يدعو للاعتقاد أنه يتعلق الأمر بوراثية مرتبطة بالجنس، يلزم أن نسلم أن المورثتين محمولتين على صبغيات لا جنسية.
- ✶ لكن يبقى هناك احتمالان بالنسبة للنمط الوراثي للأبوين:
- ♦ الاحتمال الأول: المورثتان "شكل البذرة ولونها" محمولتان على صبغيتين مختلفتين، يعني مستقلتان.

- ♦ الاحتمال الثاني: المورثتان "شكل البذرة ولونها" محمولتان على نفس الصبغي، يعني أن المورثتين مرتبطتان.
- ♦ فهل هما مستقلتان أم مرتبطتان؟

✶ لنفترض الحالة الأولى: استقلالية المورثتين:

✶ في حالة اعتبار هذا الافتراض، سيكون النمط الوراثي للأبوين على الشكل التالي:

النمط الوراثي	المظهر الخارجي
$\frac{L}{L} \frac{J}{J}$	[L,J]
$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$	[r,v]

✨ لنعط التفسير الصبغي ولنقارن بعد ذلك بين النتائج النظرية والتجريبية، فإن توافقا فيعني أن الافتراض صحيح وإن تعارضا فالافتراض خاطئ.

النمط الوراثي					المظهر الخارجي	
$\begin{array}{c} \frac{r}{r} \frac{v}{v} \times \frac{L}{L} \frac{J}{J} \\ \downarrow \quad \downarrow \\ r \quad v \times L \quad J \\ \downarrow \quad \downarrow \\ \frac{L}{r} \frac{J}{v} \end{array}$					الآباء P $[r,v] \times [L,J]$	
$\begin{array}{c} \frac{L}{r} \frac{J}{v} \times \frac{L}{r} \frac{J}{v} \\ \downarrow \quad \downarrow \\ r \quad v \text{ و } L \quad J \\ r \quad J \text{ و } L \quad v \end{array}$					الأمشاج $[L,J]$ 100% F_1 متجانس	
$\begin{array}{c} \frac{L}{r} \frac{J}{v} \times \frac{L}{r} \frac{J}{v} \\ \downarrow \quad \downarrow \\ r \quad v \text{ و } L \quad J \\ r \quad J \text{ و } L \quad v \end{array}$					$F_1 \times F_1$	
شبكة التزاوج F_2					الجيل F_2 :	
$\delta \times \delta$	$\frac{L}{L} \frac{J}{J}$ 25%	$\frac{L}{L} \frac{v}{v}$ 25%	$\frac{r}{r} \frac{J}{J}$ 25%	$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$ 25%	$56\% = 9/16 : [L,J]^{**}$	
$\frac{L}{L} \frac{J}{J}$ 25%	$\frac{L}{L} \frac{J}{J}$ 1/16 $[L,J]$	$\frac{L}{L} \frac{J}{v}$ 1/16 $[L,J]$	$\frac{L}{r} \frac{J}{J}$ 1/16 $[L,J]$	$\frac{L}{r} \frac{J}{v}$ 1/16 $[L,J]$	$06\% = 1/16 : [r,v]^{**}$	
$\frac{L}{L} \frac{v}{v}$ 25%	$\frac{L}{L} \frac{J}{v}$ 1/16 $[L,J]$	$\frac{L}{L} \frac{v}{v}$ 1/16 $[L,v]$	$\frac{L}{r} \frac{J}{v}$ 1/16 $[L,J]$	$\frac{L}{r} \frac{v}{v}$ 1/16 $[L,v]$	$18\% = 3/16 : [L,v]^{**}$	
$\frac{r}{r} \frac{J}{J}$ 25%	$\frac{L}{r} \frac{J}{J}$ 1/16 $[L,J]$	$\frac{L}{r} \frac{J}{v}$ 1/16 $[L,J]$	$\frac{r}{r} \frac{J}{J}$ 1/16 $[r,J]$	$\frac{r}{r} \frac{J}{v}$ 1/16 $[r,J]$	$18\% = 3/16 : [r,J]^{**}$	
$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$ 25%	$\frac{L}{r} \frac{J}{v}$ 1/16 $[L,J]$	$\frac{L}{r} \frac{v}{v}$ 1/16 $[L,v]$	$\frac{r}{r} \frac{J}{v}$ 1/16 $[r,J]$	$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$ 1/16 $[r,v]$		

K Zekrite.doc

✨ تتفق تماما هذه النتائج النظرية مع النتائج التجريبية مما يدل على أن الافتراض السابق صحيح، ويلزم أن نسلم أن المورثتين "شكل البذور" و"لون البذور" فعلا مستقلتان.

4 - التزاوج الرجوع ونتائجه:

✨ سنزاوج فردا من F_1 مع أب نقي ثنائي التنحي $[r,v]$

✨ ستكون النتائج على الشكل التالي:

النمط الوراثي		المظهر الخارجي
$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$	$\times$	$\frac{L}{r} \frac{J}{v}$
$\downarrow$		$\downarrow$
$r \ v$	$\times$	$\frac{r}{r} \frac{v}{v}$ و $\frac{L}{r} \frac{J}{v}$
		$\frac{r}{r} \frac{J}{v}$ و $\frac{L}{r} \frac{v}{v}$
شبكة التزاوج F ₂		الأمشاج
		25% = 1/4 : $[L, J]**$
		25% = 1/4 : $[r, v]**$
		25% = 1/4 : $[L, v]**$
		25% = 1/4 : $[r, J]**$

✨ نحصل إذن على 4 مظاهر خارجية بنسب متساوية (25% بالنسبة لكل مظهر)، حيث تشكل المظاهر الأبوية 50% والمظاهر الجديدة 50% التركيب.

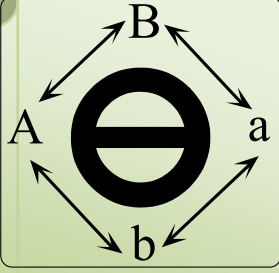
5 – الأنماط الممكنة للبذور الملساء الصفراء والتزاوج الذي يمكن من تحديد نمطها بالضبط:

✨ تحمل هذه البذور الصفتين السائدتين في مظهرها الخارجي، هناك 4 احتمالات بالنسبة لنمطها الوراثي:

الأنماط المحتملة	المظهر الخارجي
احتمال 1 $\frac{L}{L} \frac{J}{J}$ نقية بالنسبة للصفاتين	$[L, J]$ بذور ملساء صفراء
احتمال 2 $\frac{L}{r} \frac{J}{v}$ هجينة بالنسبة للصفاتين	
احتمال 3 و 4 $\frac{L}{r} \frac{J}{v}$ أو $\frac{L}{L} \frac{J}{v}$ هجينة بالنسبة لصفة ونقية بالنسبة للصفة الأخرى	

✨ لتحديد نمطها بالضبط، يمكن إجراء التزاوج الاختباري: نزاوج هذه الأفراد مع أفراد ثنائية التتحي: $\frac{r}{r} \frac{v}{v}$

2 - حصيلة:



القانون الثالث لماندل: قانون استقلالية أزواج الحليلات
 "عند انتقال صفتين أو أكثر تفتقر أزواج الحليلات افتراقاً مستقلاً" أو بصيغة أخرى، خلال الطور الانفصالي لتشكل أمشاج F_1 ، يمكن لكل حليل مورثة معينة (A و a) أن يجتمع بأحد حليلي المورثة الأخرى (B و b). ويمكن تمثيل ذلك بالخطاطة التالية:

- يسمح الجيل الثاني F_2 من تحديد استقلالية المورثات عندما نحصل على نسب قريبة من: $1/16 + 3/16 + 3/16 + 9/16$.
 - عندما يعطي التزاوج الراجع (الجيل F'_2) أربعة مظاهر خارجية بنسب متساوية (25%) مع تساوي المظاهر الأبوية والجديدة التركيب (50%)، نتحقق بأن المورثتين مستقلتين.

II حالة مورثتين مرتبطتين محمولتين على صبغي لا جنسي

1- مثال:

الوثيقة 13 في الصفحة الموالية

أجوبة:

1 - استنتاجات تخص نتائج الجيل F_1 .

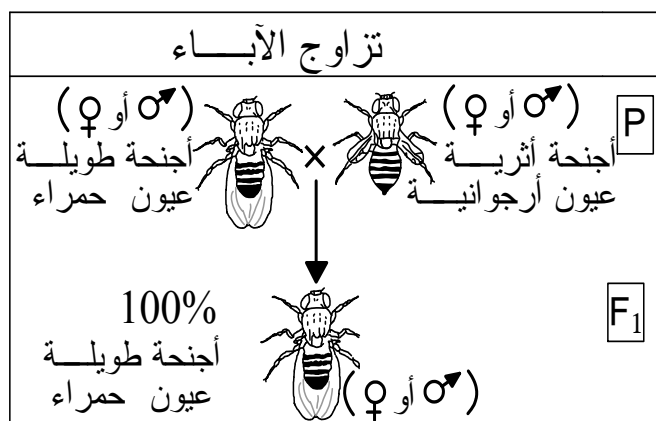
- ✱ يبدو من خلال النتائج أن الجيل F_1 متجانس ٭ تحقق القانون الأول لماندل.
- ✱ حسب القانون الأول لماندل فإن الجيل F_1 هجين بالنسبة للصفات، إذ نتج عن تزاوج سلالتين نقيتين تختلفان بصفتين.
- ✱ الجيل F_1 هجين بالنسبة للصفات ويبيدي في مظهره الخارجي [أجنحة طويلة و عيون حمراء]، نستنتج من ذلك أن:
 - ♦ الحليل "أجنحة طويلة" سائد على الحليل "أجنحة أثرية".
 - ♦ الحليل "عيون حمراء" سائد على الحليل "عيون أرجوانية".

2- تحليل نتائج التزاوج الراجع الأول:

- ✱ كل أفراد الجيل F'_2 (100%) لها مظهر خارجي أبوي (أجنحة طويلة - عيون حمراء + أجنحة أثرية - عيون أرجوانية)، بينما تنعدم تماماً المظاهر الخارجية الجديدة التركيب (أجنحة طويلة - عيون أرجوانية + أجنحة أثرية - عيون حمراء): لم يحدث إذن افتراق مستقل لحليلي المورثتين (ظل الحليل "أجنحة طويلة" مرتبطاً بالحليل عيون حمراء، وبقي "الحليل أجنحة أثرية" مرتبطاً بالحليل "عيون أرجوانية")، لا يمكن تفسير ذلك إلا بكون المورثتين "طول الأجنحة" و "لون العيون" **محمولتان على نفس الصبغي**، يعني مرتبطتان: هذا ما نسمي بظاهرة **ارتباط المورثات** = **Phénomène de linkage**.

✳ لا يوجد في نتائج التزاوجين السابقين ما يفيد أن المورثتين محمولتين على صبغي جنسي، وعليه سنسلم أنهما محمولتين على بصبغيين لا جنسيين.

الوثيقة 13:



لـ زواج Morgon بين سلالتين نقيتين من ذباب الخل: سلالة متوحشة ذات أجنحة طويلة و عيون حمراء ailes longues yeux rouges وأخرى طافرة ذات أجنحة أثرية و عيون أرجوانية ailes vestigiales yeux pourpres، فحصل على جيل F₁ كل أفراد بأجنحة طويلة و عيون حمراء.

1- ماذا تستنتج من هذه النتيجة؟

بعد ذلك أجرى Morgon تزاوجين راجعين:

لـ **التزاوج الرابع** 1: تم بين ذكر هجين من F₁ وأنثى ثنائية التنحي (يعني تحمل الصفتين المتحيتين) فحصل في الجيل F'₂ على النتائج التالية:

- 500 ذبابة ذات أجنحة طويلة و عيون حمراء = 50%

- 500 ذبابة ذات أجنحة أثرية و عيون أرجوانية = 50%

2- حل هذه النتائج.

3- اعط التفسير الصبغي لنتائج

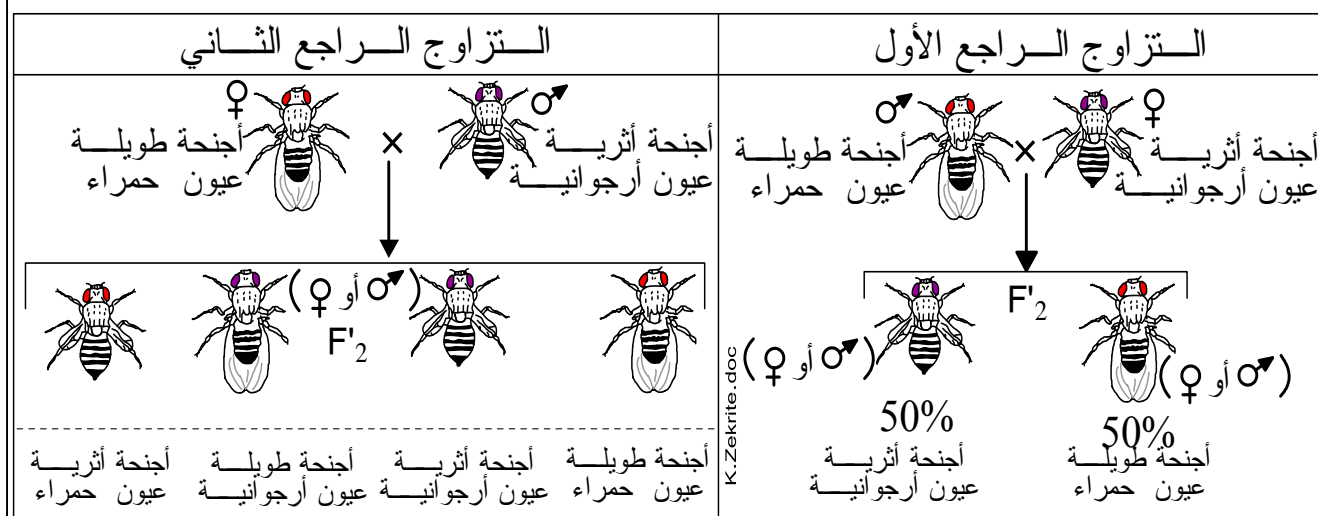
التزاوجين السابقين.

لـ **التزاوج الرابع** 2: زواج Morgon بين ذكر ثنائي التنحي وأنثى هجينة من F₁ فحصل في الجيل F'₂ على النتائج المبينة في الجدول جانبه

4- احسب النسب المئوية لكل مظهر.

5- حل هذه النتائج واعط تفسيراً صبغياً للتزاوج الرابع الثاني.

نتائج الجيل F' ₂ للتزاوج الرابع 2	العدد	%
ذبابة بأجنحة طويلة و عيون حمراء.	401	
ذبابة بأجنحة أثرية و عيون أرجوانية.	399	
ذبابة بأجنحة أثرية و عيون حمراء.	50	
ذبابة بأجنحة طويلة و عيون أرجوانية.	50	
المجموع:		



4- حساب النسب المئوية:

✱ نطبق القاعدة الثلاثية:

♦ مجموع أفراد هذا الجيل: 900

♦ نسبة الذباب ذي الأجنحة الطويلة والعيون الحمراء:

$$401 \rightarrow 900$$

$$x \rightarrow 100$$

$$x = (401 \times 100) / 900 = 44.5\%$$

♦ بنفس الطريقة نحصل

على باقي النسب

(انظر الجدول)

%	العدد	نتائج الجيل F ₂ للتزاوج الراجع 2
44.5%	401	ذباب بأجنحة طويلة و عيون حمراء.
44.3%	399	ذباب بأجنحة أثرية و عيون أرجوانية.
5.6%	50	ذباب بأجنحة أثرية و عيون حمراء.
5.6%	50	ذباب بأجنحة طويلة و عيون أرجوانية.
100%	900	المجموع:

5- تحليل نتائج التزاوج الراجع الثاني:

✱ يتشكل هذا الجيل F₂ من:

♦ أفراد ذات مظهر خارجي أبوي يشكل مجموعها 88.8% (44.3 + 44.5).

♦ أفراد ذات مظهر خارجي جديد التركيب يشكل مجموعها 11.2% (5.6 + 5.6).

✱ هذه النتيجة لا تتطابق:

♦ لا مع استقلالية المورثتين التي تؤدي إلى تساوي بين نسبة المظاهر الأبوية والمظاهر الجديدة

التركيب (50% لكل مظهر: راجع نتائج الجيل F₂ في تجربة ماندل، التمرين السابق).

♦ ولا مع حالة ارتباط المورثتين التي تؤدي إلى غياب المظاهر الجديدة التركيب كما هو الحال

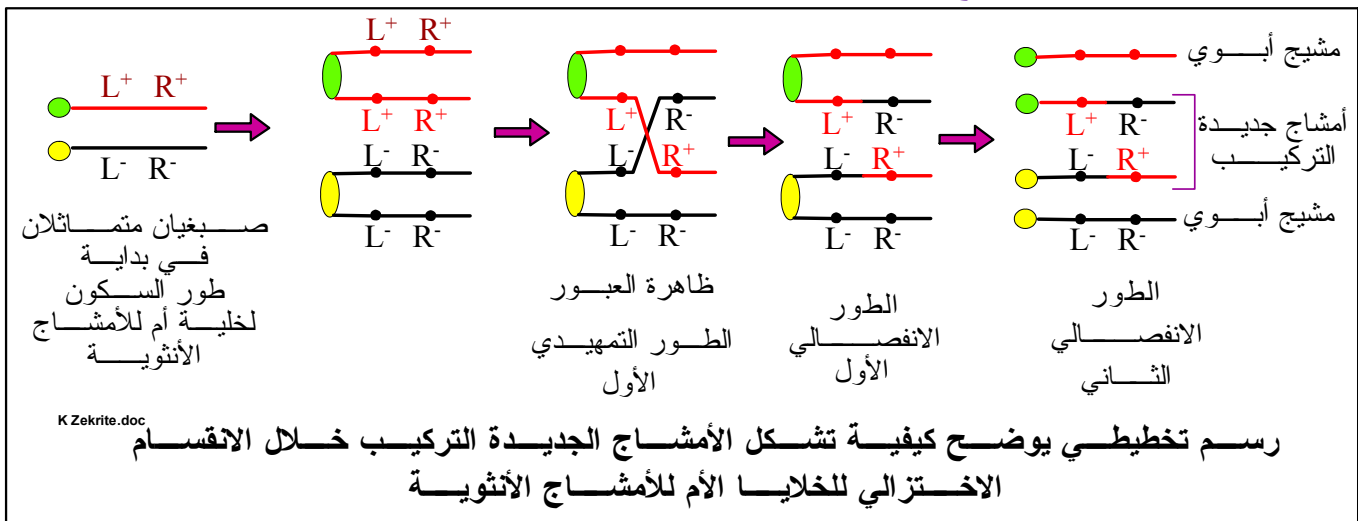
في التزاوج الراجع الأول لنفس المثال.

♦ فكيف يمكن تفسير هذه النتائج علما أن المورثتين مرتبطتين؟

♦ لا يمكن تفسير ظهور الأنماط الجديدة التركيب إلا بوجود تركيبات مورثية جديدة في أمشاج

الأنثى، والتي لا يمكن أن تظهر إلا على إثر ظاهرة العبور خلال الطور التمهيدي الأول من الانقسام المنصف.

- تفسير كيفية تشكل الأمشاج الأنثى:



- التفسير الصبغي لنتائج التزاوج الراجع الثاني:

النمط الوراثي		المظهر الخارجي									
$\frac{L^+R^+}{L^-R^-}$ ♀ $\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ ♂ عبر $\frac{L^-R^+}{5,6\%}$ $\frac{L^+R^-}{5,6\%}$ $\frac{L^-R^-}{44,3\%}$ $\frac{L^+R^+}{44,5\%}$ ♀ $\frac{L^-R^-}{100\%}$ ♂ أمشاج أبوية أمشاج جديدة التركيب		** التزاوج الراجع الثاني $F_1 \text{♀} \times [L^-, R^-] \text{♂}$ الأمشاج									
<table><tr><td>♂♀</td><td>$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ 100%</td></tr><tr><td>$\frac{L^+R^+}{L^-R^-}$ 44,5%</td><td>$\frac{L^+R^+}{L^-R^-}$ $[L^+, R^+]$ 44,5%</td></tr><tr><td>$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ 44,3%</td><td>$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ $[L^-, R^-]$ 44,3%</td></tr><tr><td>$\frac{L^+R^-}{L^-R^-}$ 5,6%</td><td>$\frac{L^+R^-}{L^-R^-}$ $[L^+, R^-]$ 5,6%</td></tr><tr><td>$\frac{L^-R^+}{L^-R^-}$ 5,6%</td><td>$\frac{L^-R^+}{L^-R^-}$ $[L^-, R^+]$ 5,6%</td></tr></table>	♂♀	$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ 100%	$\frac{L^+R^+}{L^-R^-}$ 44,5%	$\frac{L^+R^+}{L^-R^-}$ $[L^+, R^+]$ 44,5%	$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ 44,3%	$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ $[L^-, R^-]$ 44,3%	$\frac{L^+R^-}{L^-R^-}$ 5,6%	$\frac{L^+R^-}{L^-R^-}$ $[L^+, R^-]$ 5,6%	$\frac{L^-R^+}{L^-R^-}$ 5,6%	$\frac{L^-R^+}{L^-R^-}$ $[L^-, R^+]$ 5,6%	شبكة التزاوج F₂ أنماط جديدة التركيب نسبها ضعيفة لكن لا يمكن التكهن حول نسبتها النظرية بالضبط نعتمد على النسب التجريبية الجيل F₂: مظاهر أبوية $[L^+, R^+]$ ** $[L^-, R^-]$ ** مظاهر جديدة التركيب $[L^+, R^-]$ ** $[L^-, R^+]$ **
♂♀	$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ 100%										
$\frac{L^+R^+}{L^-R^-}$ 44,5%	$\frac{L^+R^+}{L^-R^-}$ $[L^+, R^+]$ 44,5%										
$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ 44,3%	$\frac{L^-R^-}{L^-R^-}$ $[L^-, R^-]$ 44,3%										
$\frac{L^+R^-}{L^-R^-}$ 5,6%	$\frac{L^+R^-}{L^-R^-}$ $[L^+, R^-]$ 5,6%										
$\frac{L^-R^+}{L^-R^-}$ 5,6%	$\frac{L^-R^+}{L^-R^-}$ $[L^-, R^+]$ 5,6%										

ملحوظات:

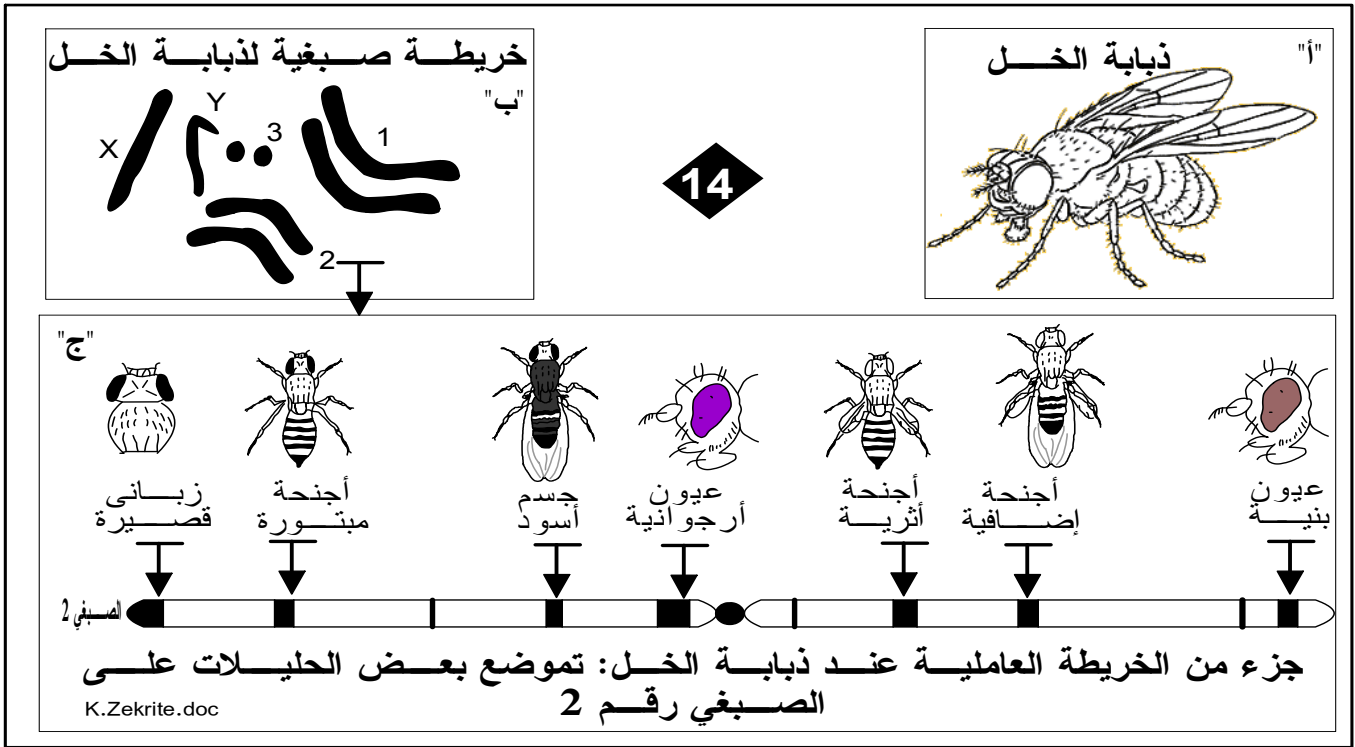
- لم تظهر المظاهر الجديدة التركيب في التزاوج الراجع الأول لكون المورثتين "شكل الأجنحة ولون العيون" مرتبطتين ارتباطا مطلقا عند ذكر ذبابة الخل، فلا تحدث ظاهرة العبور خلال تشكل أمشاجه.
- يبرز هذا المثال جليا دور ظاهرة العبور في تنوع الأمشاج وتنوع الأفراد: بغياب ظاهرة العبور، يتشكل صنفان فقط من الأمشاج فتعطي فقط مظهرين خارجيين تصنف ضمن المظاهر الأبوية، لكن بفضل ظاهرة العبور، تتشكل 4 أصناف من الأمشاج، تقضي إلى 4 أصناف من الأفراد، بعضها أبوي والآخر جديد التركيب.
- تتمثل أهمية التزاوج الراجع في تحديد موضع المورثتين: إن كانتا مستقلتين أم مرتبطتين.

2- حصلة:

- في حالة الهجونة الثنائية مع ارتباط المورثتين:
 - لا نحصل في الجيل F'_2 (الجيل الناتج عن التزاوج الراجع) على مظاهر جديدة التركيب إذا لم تحصل ظاهرة العبور.
 - نحصل في الجيل F'_2 على مظاهر جديدة التركيب لكن بنسب جد ضعيفة (تقل كثيرا عن 50%) إذا حدثت ظاهرة العبور.

3- دور العبور في تحديد مواضع المورثات على الصغيات: الخريطة العاملة

أ - تعريف الخريطة العاملة:



✿ الخريطة العاملة = la carte factorielle هي خريطة صبغية أضيف إليها تموضع المورثات المحمولة على كل صبغي.

✿ لإنجاز الخريطة العاملة، يلزم معرفة:

- المورثات المحمولة على كل صبغي، لأجل ذلك يمكن الاعتماد على نتائج

التزاوجات.

- المسافة الفاصلة بين المورثات الموجودة على نفس الصبغي: كلما كبرت المسافة

الفاصلة بين مورثتين مرتبطتين، إلا وزاد احتمال حدوث العبور والذي يتجلى في ارتفاع نسبة التركيبات الجديدة (الأنماط الجديدة التركيب)، والعكس بالعكس. ومنه فإن نسبة المظاهر الجديدة

التركيب تمكننا من تقييم المسافة الفاصلة بين المورثتين وهذا ما توصل إليه أيضا العالم Morgon:

المسافة الفاصلة بين مورثتين بـ CMg = نسبة الأمشاج الجديدة التركيب

حيث أن 1% من التركيبات الجديدة = 1CMg

CMg = centimorgan

✿ في المثال السابق (تمرين الوثيقة 13: المورثتان "شكل الأجنحة ولون العيون" عند ذبابة الخل) حصلنا على 11.2% من المظاهر الجديدة التركيب، إذن المسافة الفاصلة بين هاتين المورثتين تقدر بـ 11.2CMg.

✿ تمكن الباحثون من وضع خرائط أكثر واقعية، وهي الخرائط الوراثية. تعتمد هذه التقنية على استعمال صبغيات عملاقة وملاحظتها بعد تلوينها: تظهر هذه الملاحظة وجود عدة أشرطة متتالية تختلف من حيث شكلها وتلوينها ولها نفس الترتيب بالنسبة لنفس الصبغي. (راجع التمرين التطبيقي رقم 1 – مفهوم الخريطة الصبغية)، هذا من جهة ومن جهة أخرى، عندما نتلف منطقة ما من الصبغي فإن ذلك ينعكس على تعبير صفة معينة وبالتالي نتمكن من تحديد موقع المورثة المسؤولة عن هذه الصفة.

الوثيقة 15: حصيلة القوانين الاحصائية لانتقال الصفات الوراثية

1- حالة الهجونة الأحادية: دراسة انتقال صفة وراثية واحدة (زوج من الحليلات)

المورثة مرتبطة بالجنس المورثة مرتبطة بالجنس	- إذا لم يتحقق القانون 1 لماندل. - إذا أعطى التزاوجان المتعاكسان نتائج مختلفة - إذا كان ذكور وإناث نفس الجيل يختلفون من حيث المظهر الخارجي أو وجدت الوراثة أب / أم ← بنت / ابن
	المورثة مرتبطة بالجنس
	المورثة مرتبطة بالجنس
السيادة تامة؟ السيادة متساوية؟ المورثة مميّنة؟	المورثة مرتبطة بالصبغي Y: فقط الأجناس الحاملة للصبغي Y تبدي الصفة المعنية. المورثة مرتبطة بالصبغي X: تظهر الصفة عند الذكور والإناث على حد سواء.
السيادة تامة: عندما يحمل الجيل F_1 الهجين مظهر أحد الأبوين ويغيب مظهر الأب الآخر. أو نحصل في الجيل F_2 على النسب : $3/4 - 1/4$.	المورثة مرتبطة بالصبغي لا جنسي
السيادة متساوية : عندما تظهر صفة وسيطة بين مظهري الأبوين أو يحمل الفرد الواحد مزيجاً من الصفتين المتوفرتين عند الأبوين مثلاً قطة ذات زغب أبيض وأسود. أو نحصل في الجيل F_2 على النسب: $1/4 - 1/4 - 2/4$.	
المورثة مميّنة: عند غياب أحد الأنماط الوراثية. نحصل في الجيل F_2 على النسب: $2/3 - 1/3$	

2 - الهجونة ثنائية: دراسة انتقال صفتين (زوجين من الحليلات)

المورثتان مستقلتان ؟ ظهور مظاهر جديدة التركيب بنسبة مرتفعة مثلا في الجيل F'_2 بنسبة 50%		ترتبط كل مورثة من المورثتين بصبغي لاجنسي؟ أم ترتبط احدهما بصبغي لاجنسي والأخرى بصبغي جنسي.		السيادة تامة بالنسبة للمورثتين؟ السيادة تامة بالنسبة لإحدى المورثتين ومتساوية بالنسبة للأخرى؟ السيادة متساوية بالنسبة للمورثتين؟	
المورثتان مرتبطتان؟ - غياب المظاهر الجديدة التركيب أو ظهور هذه المظاهر الجديدة لكن بنسب ضعيفة مثلا في الجيل F'_2 تكون أقل بكثير من 50%		ترتبط المورثتان بصبغي لاجنسي ؟ أم ترتبطان بصبغي جنسي؟		السيادة تامة بالنسبة للصفيتين؟ أم السيادة تامة بالنسبة لإحدهما ومتساوية بالنسبة للأخرى؟ أم متساوية بالنسبة للصفيتين؟	
				هل ظهرت مظاهر جديدة التركيب؟ * لا ⇨ لم تحدث ظاهرة العبور. * نعم ⇨ حدثت ظاهرة العبور ⇨ المسافة الفاصلة بين المورثتين = % المظاهر الجديدة التركيب.	

إذا أنهيت هذا المسار اعط التفسير الصبغى؛ لأجل ذلك :

☆ اعط رمزا معينا لكل حليل مع مراعاة الاصطلاحات المتفق عليها.

☆ اعط النمط الوراثي للأفراد المتزاوجين؛ لأجل ذلك: استعن بالنص؛ بنتائج التزاوج وبقوانين Mendel.

☆ اعط شبكة التزاوج إن رأيت ذلك ضروريا

☆ **قارن بين النتائج النظرية والتجريبية:** إذا لم يتطابقا؛ فاعلم أن تفسيرك خاطئ.

تمرين تطبيقي

دورة استدراكية 2009 – مسلك علوم الحياة والأرض (6 نقط)

افترض الباحثون في بداية القرن العشرين أن المورثات تتوضع على الصبغيات، وأن كل صبغي يتوفر على تشكيلة معينة من المورثات. لتفسير كيفية انتقال بعض الصفات الوراثية وفق هذه الفرضية، نقترح التجارب التالية عند ذبابات الخل:

السلسلة التجريبية الأولى:

♣ التزاوج الأول: بين سلالتين من ذبابات الخل، سلالة متوحشة ذات جسم مخطط (rayé) و عيون بنية (brunes) وسلالة طافرة ذات جسم أسود و عيون حمراء. أعطى هذا التزاوج جيلا أولا F_1 يتكون من ذبابات خل بمظهر متوحش.

♣ التزاوج الثاني: بين أنثى من أفراد F_1 وذبابة خل ثنائية التتحي. أعطى هذا التزاوج جيلا F'_2 يتكون من:

♣ 4,5% ذبابات خل بجسم أسود و عيون بنية. ♣ 45,5% ذبابات خل بجسم مخطط و عيون بنية.

♣ 45,5% ذبابات خل بجسم أسود و عيون حمراء. ♣ 4,5% ذبابات خل بجسم مخطط و عيون حمراء.

السلسلة التجريبية الثانية:

♣ التزاوج الأول: بين ذبابة خل أنثى من سلالة متوحشة ذات عيون بنية وأجنحة بعروق مستعرضة (transversales)، وذبابة خل ذكر من سلالة طافرة ذات عيون حمراء وأجنحة بدون عروق مستعرضة. أعطى هذا التزاوج جيلا أولا F_1 يتكون من ذبابات خل بمظهر متوحش.

♣ التزاوج الثاني: تم بين ذبابة خل ذكر من أفراد F_1 وذبابة خل أنثى ثنائية التتحي. أعطى هذا التزاوج جيلا F'_2 بالنسب التالية:

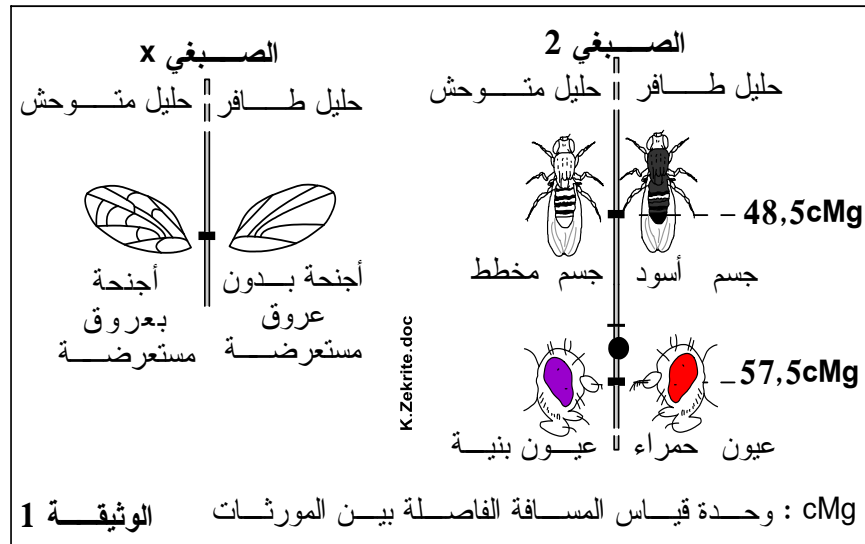
- 25% من ذبابات خل إناث بعيون بنية وأجنحة بعروق مستعرضة.

- 25% من ذبابات خل إناث بعيون حمراء وأجنحة بعروق مستعرضة.

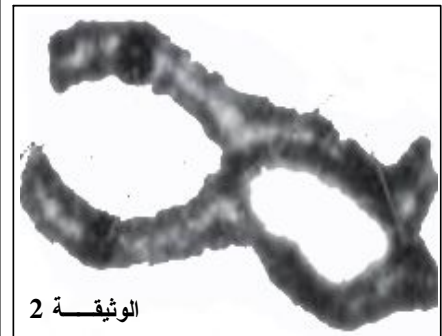
- 25% من ذبابات خل ذكور بعيون بنية وأجنحة بدون عروق مستعرضة.

- 25% من ذبابات خل ذكور بعيون حمراء وأجنحة بدون عروق مستعرضة.

تقدم الوثيقة 1 مواقع المورثات المدروسة على الصبغي 2 وعلى الصبغي الجنسي X، وتعطي الوثيقة 2



زوجا من الصبغيات خلال الطور التمهيدي الأول من الانقسام الاختزالي المؤدي إلى تكون الأمشاج.



- فسر النتائج المحصلة في كل تزاوج بالنسبة للسلسلة التجريبية الأولى والسلسلة التجريبية الثانية (5 ن). بالنسبة للمورثة المسؤولة عن لون الجسم: استعمل الرمز bl^+ للتحليل السائد والرمز bl للتحليل المتنحي. بالنسبة للمورثة المسؤولة عن لون العيون: استعمل الرمز cd^+ للتحليل السائد والرمز cd للتحليل المتنحي. بالنسبة للمورثة المسؤولة عن شكل الأجنحة: استعمل الرمز n^+ للتحليل السائد والرمز n للتحليل المتنحي.
- بين من خلال هذا التفسير أن النتائج المحصلة تتوافق مع معطيات الوثيقتين 1 و 2. (1 ن)

عناصر الأجوبة

1) تفسير النتائج المحصلة في كل تزاوج بالنسبة للسلسلة التجريبية الأولى والسلسلة التجريبية الثانية:

✱ تفسير نتائج التزاوج الأول في السلسلة التجريبية الأولى:

⇨ يتعلق الأمر بهجونة ثنائية (انتقال صفتي لون الجسم ولون العيون)

⇨ الجيل F_1 مكون من أفراد ذوي مظهر متوحش بجسم مخطط و عيون بنية: تحقق القانون

الأول لماندل (قانون تجانس هجاء الجيل الأول)

⇨ التحليل المسؤول عن جسم مخطط سائد (نرمز له ب bl^+) على التحليل المسؤول عن جسم

أسود (نرمز له ب bl).

⇨ التحليل المسؤول عن لون العيون البنية سائد (نرمز له ب cd^+) على التحليل المسؤول عن

لون العيون الحمراء (نرمز له ب cd). (0,5 ن)

✱ تفسير نتائج التزاوج الثاني في السلسلة التجريبية الأولى:

⇨ يتعلق الأمر بتزاوج راجع.

⇨ أعطى التزاوج الراجع جيلا F'_2 يتكون من:

○ 91% من المظاهر الأبوية (ذبابات خل بجسم أسود و عيون حمراء + ذبابات خل بجسم

مخطط و عيون بنية)

○ 9% من المظاهر الجديدة التركيب (ذبابات خل بجسم أسود و عيون بنية + ذبابات خل

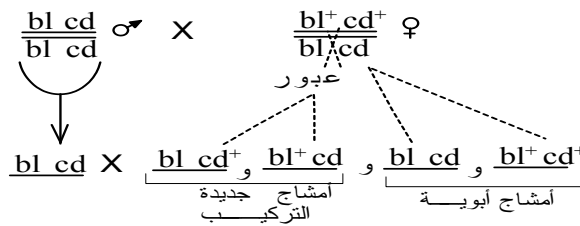
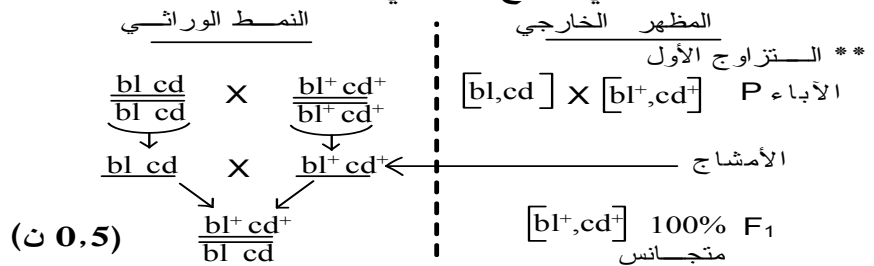
بجسم مخطط و عيون حمراء)

⇨ نسبة المظاهر الأبوية كبيرة بالمقارنة مع نسبة المظاهر الجديدة التركيب مما يدل على عدم تحقق

القانون الثالث لماندل (قانون استقلالية أزواج الحيليات) إذن المورثتان مرتبطتان.

⇨ تفسر المظاهر الجديدة التركيب بحدوث ظاهرة العبور عند الإناث خلال تشكل الأمشاج. (0,5 ن)

✱ التفسير الصبغي لنتائج تزاوجي السلسلة التجريبية الأولى:



شبكة التزاوج F'_2

♀ \ ♂	bl^+cd^+ 45,5%	$bl\ cd$ 45,5%	bl^+cd 4,5%	$bl\ cd^+$ 4,5%
$bl\ cd$ 100%	$\frac{bl^+cd^+}{bl\ cd}$ [bl^+,cd^+] 45,5%	$\frac{bl\ cd}{bl\ cd}$ [bl,cd] 45,5%	$\frac{bl^+cd}{bl\ cd}$ [bl^+,cd] 4,5%	$\frac{bl\ cd^+}{bl\ cd}$ [bl,cd^+] 4,5%

الجيل F'_2 :

91%	45,5% [bl^+,cd^+]	**
مظاهر أبوية	45,5% [bl,cd]	**
9%	4,5% [bl^+,cd]	**
مظاهر جديدة التركيب	4,5% [bl,cd^+]	**

✽ تفسير نتائج التزاوج الأول في السلسلة التجريبية الثانية:

↪ يتعلق الأمر بهجونة ثنائية (انتقال صفتي لون العيون وشكل الأجنحة)

↪ الجيل F_1 مكون من أفراد ذوي مظهر متوحش بعيون بنية وأجنحة بعروق مستعرضة: تحقق القانون الأول لماندل (قانون تجانس هجاء الجيل الأول)

↪ التحليل المسؤول عن الأجنحة بعروق مستعرضة (نرمز له ب n^+) على التحليل المسؤول الأجنحة بدون عروق مستعرضة (نرمز له ب n).

↪ التحليل المسؤول عن لون العيون البنية سائد (نرمز له ب cd^+) على التحليل المسؤول عن لون العيون الحمراء (نرمز له ب cd). (0,5 ن)

✽ تفسير نتائج التزاوج الثاني في السلسلة التجريبية الأولى:

↪ يتعلق الأمر بتزاوج راجع.

↪ أعطى التزاوج الراجع جيلا F'_2 يتكون من مظاهر أبوية و مظاهر جديدة التركيب بنسب متساوية مما يدل على تحقق القانون الثالث لماندل (قانون استقلالية أزواج الحليلات) إذن المورثتان مستقلتان. (0,5 ن)

↪ فيما يخص صفة شكل الأجنحة، يظهر أن المظاهر الخارجية عند أفراد الجيل F'_2 غير متجانسة بين الجنسين، حيث أن كل الإناث تحمل أجنحة بعروق مستعرضة، وكل الذكور تحمل أجنحة بدون عروق مستعرضة مما يدل على أن هذه الصفة مرتبطة بالجنس (محمولة على الصبغي الجنسي X) (0,5 ن)

✽ التفسير الصبغي لنتائج تزاوجي السلسلة التجريبية الثانية:

النمط الوراثي		المظهر الخارجي	
		** التزاوج الأول	
		الآباء P $[cd, n] \sigma \times [cd^+, n^+] \varphi$	
		↙ ↘	
		الأمشاج $cd \ Y$ و $cd \ Xn$ × $cd^+ \ Xn^+$	
(0,5 ن)	$\sigma \varphi$	$\frac{cd \ Xn}{50\%}$	$\frac{cd \ Y}{50\%}$
	$\frac{cd^+ \ Xn^+}{100\%}$	$\frac{cd^+ \ Xn^+}{50\%} \varphi$	$\frac{cd^+ \ Xn^+}{50\%} \sigma$
		$[cd^+, n^+] 100\% F_1$ متجانس	

K.Zekrite.doc		** التزاوج الثاني	
		$[cd^+, n^+] F_1 \sigma \times [cd, n] P \varphi$	
		↙ ↘	
		شبكة التزاوج F'_2 $cd^+ Y$ و $cd \ Xn^+$ × $cd \ Y$ و $cd^+ \ Xn^+$	
(1 ن)	$\sigma \varphi$	$\frac{cd^+ \ Xn^+}{25\%}$	$\frac{cd \ Y}{25\%}$
	$\frac{cd \ Xn}{100\%}$	$\frac{cd^+ \ Xn^+}{25\%} \varphi$	$\frac{cd^+ \ Xn^+}{25\%} \sigma$
		الجيل F'_2 :	
		50% مظاهر أبوية	
		25% $\varphi [cd^+, n^+] **$	
		25% $\sigma [cd, n] **$	
		50% مظاهر جديدة التركيب	
		25% $\sigma [cd^+, n] **$	
		25% $\varphi [cd, n^+] **$	

2) وجود توافق بين معطيات الوثيقتين 1 و 2 والتفسير الصبغي للنتائج المحصلة:
✱ بينت الدراسة التجريبية الأولى أن المورثتين لون الجسم ولون العيون مرتبطتين ومحمولتين على صبغي لاجنسي، وهو ما تؤكد الوثيقة 1 حيث تتموضع المورثتان معا على الصبغي اللاجنسي رقم 2.
(0,25 ن)

✱ نسبة المظاهر الجديدة التركيب (9%) مطابقة للمسافة الفاصلة بين مورثتي لون الجسم ولون العيون والمسجلة في الوثيقة 1 $9cMg = (57,5-48,5)$ (0,25 ن)

✱ المورثة المسؤولة عن شكل الأجنحة مستقلة عن المورثتين السابقتين وتموضعة على صبغي جنسي (الصبغي X). (0,25 ن)

✱ المظاهر الجديدة التركيب ناتجة عن التخليط الضمصي (العبور) الذي تجسده الوثيقة 2
(0,25 ن)



رجاء لا تنسوني من الدعاء

المراجع

- ◀ الكتاب المدرسي لمادة العلوم الطبيعية السنة الثالثة, ثانوي شعبة العلوم التجريبية.
- ◀ في رحاب علوم الحياة والأرض (الكتاب المدرسي) السنة الثانية من سلك البكالوريا شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية.
- ◀ الجديد في علوم الحياة والأرض (الكتاب المدرسي) السنة الثانية من سلك البكالوريا شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض.
- ◀ الامتحانات الوطنية للبكالوريا مادة علوم الحياة والأرض شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض والعلوم الفيزيائية.
- ◀ سلسلة باك الأكاديميات.

- Sciences de la vie et de la terre 2de Hatier
- Biologie Sciences de la vie et de la terre Tavernier C
Lizeaux T^{erm} S Bordas
- Biologie Sciences de la vie et de la terre Tavernier
Première L et ES Bordas