الجمهورية الإسلامية الموريتانية
شرف - إخاء - عدل

وزارة التربية وإصلاح النظام التعليمي
المعهد التربوي الوطني

كتاب العلوم الطبيعية

للسنة السادسة

شعبة الآداب الأصلية

IPN

تأليـف:

الحسن احمدنللَّ — مفتش تعليم ثانوي

اسلم دمين — مفتش تعليم ثانوي

تدقيـق:

محمد المختار اندكسعد — أستاذ بالمعهد التربوي الوطني

تصميـم:

مله محمد احمين سالم — مصممة بالمعهد التربوي الوطني

2026

IPN

تقديـم

في إطار تنفيذ التوجهات الوطنية الرامية إلى تحسين جودة التعليم ومواءمة التعلمات مع متطلبات التنمية، يسرّ المعهد التربوي الوطني أن يضع بين أيدي المدرسين والتلاميذ هذه السلسلة الجديدة من الكتب المدرسية العلمية المخصصة للسلك الثانوي.
تغطي هذه المؤلفات جميع شعب التعليم الثانوي، سواء العلمية منها أو الأدبية، في مواد الرياضيات وعلوم الطبيعة والفيزياء والكيمياء. وقد أُعدّت هذه الكتب وفق البرامج الرسمية المعمول بها، وتعكس إرادة السلطات التربوية في توفير موارد تعليمية ذات جودة لجميع المتعلمين، بما يتلاءم مع أهداف التكوين وخصوصيات نظامنا التربوي.
ومنذ إعادة كتابة البرامج سنة 1999 إلى غاية اعتماد البرامج الحالية سنة 2022، عرف نظامنا التربوي مراحل متعددة من الإصلاح والتحديث. غير أن هذه السلسلة تمثل نقلة نوعية وتاريخية، إذ إنها المرة الأولى التي تستفيد فيها الشعب الأدبية، وخاصة شُعب الآداب العصرية والآداب الأصلية ، من كتب مدرسية في المواد العلمية تشمل جميع مستويات التعليم الثانوي من السنة الخامسة إلى السنة السابعة. كما استفادت شعب الآداب الأصلية من كتب مؤلفة باللغة العربية، مراعاة لخصوصياتها اللغوية والتربوية، وضماناً لتيسير استيعاب المضامين العلمية من طرف المتعلمين المعنيين.
وقد تمثلت هذه المهمة، من جهة، في مراجعة اثني عشر(12) عنواناً تمثل الكتب الأساسية لمختلف مستويات التعليم الثانوي، ومن جهة أخرى، في إعداد اثنين و عشرين (22) عنواناً جديداً تغطي باقي المواد العلمية. ويجسد هذا العمل التربوي الكبير مدى التزام السلطات التربوية بتعزيز الموارد التعليمية الوطنية ومواكبة تنفيذ البرامج الجديدة بصورة فعالة.
وانطلاقاً من الأهمية الاستراتيجية للكتاب المدرسي في عملية التعليم والتعلم، عمل المعهد التربوي الوطني على تعبئة أفضل الكفاءات الوطنية لإنجاز هذه المهمة، حيث تم اختيار نخبة من المفتشين والمستشارين التربويين والأساتذة ذوي الخبرة والكفاءة العلمية والبيداغوجية، قصد إعداد ومراجعة كتب تستجيب لمعايير الجودة العلمية والتربوية والديداكتيكية.
وقد حرصت فرق التأليف على إنتاج كتب واضحة ومنظمة وسهلة الاستعمال، تسهم في تنمية المعارف والكفايات وترسيخ الفكر العلمي لدى المتعلمين. كما أُولي اهتمام خاص بانسجام المضامين، وتدرج التعلمات، وإدماج الأنشطة التطبيقية، واستعمال الرسوم التوضيحية والوضعيات التعليمية الملائمة للسياق الوطني.
ويتقدم المعهد التربوي الوطني بخالص الشكر والتقدير إلى البنك الإسلامي للتنمية على دعمه القيّم لهذا المشروع. فبفضل تمويله، أمكن إنجاز جميع مراحل هذا العمل التربوي المهم، ابتداءً من التأليف والمراجعة، مروراً بالتحرير والتصحيح، وصولاً إلى طباعة هذه الكتب المدرسية. ويشكل هذا الدعم مساهمة كبيرة في تطوير التعليم وتعزيز جودة التعلمات في بلادنا.
كما يتوجه المعهد التربوي الوطني بجزيل الشكر إلى جميع الذين ساهموا في إنجاز هذا العمل، من مؤلفين ومراجعين ومفتشين وفرق تقنية وشركاء رافقوا مختلف مراحل التأليف والإنتاج.
وإننا لنعرب عن أملنا في أن تشكل هذه الكتب أدوات تربوية فعالة في خدمة المدرسين والتلاميذ، وأن تسهم في تعزيز تدريس العلوم، وتحسين المردودية الدراسية، وتكوين جيل قادر على الإسهام الفاعل في تنمية الوطن.

المدير العام للمعهد التربوي الوطني
د. الشيخ معاذ سيدى عبد الله

IPN

IPN

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله

السادة الأساتذة

أعزاءنا التلاميذ

يسرنا أن نقدم للمدرسين والمشرفين التربويين كتاب العلوم الطبيعية للسنة السادسة آداب أصلية المؤلف وفق الرؤية الشمولية المعتمدة في البرامج الجديدة.

الكتاب يضم فصلين:

الفصل الأول: موقع الخبر الوراثي الذي يوضح دور نواة الخلية في النشاطات المختلفة لحياتها مثل النمو والانقسام ونقل الصفات الوراثية.

الفصل الثاني: نقل الخبر الوراثي الذي يبين آلية نقل المعلومات الوراثية عبر أجيال عديدة.

لقد راعينا عند تأليف هذا الكتاب بعض الأمور التي لابد للمرجع العلمي أن يتضمنها وهي:

1 - تبسيط معلومات الكتاب بقدر الإمكان وكتابتها بأسلوب مبسط وبلغة سهلة تشجع القارئ على القراءة وتيسر له الاستيعاب.

2 - التمشي مع متطلبات العلم ومسايرة ما يستجد من اكتشافات بالإضافة إلى احتوائه على المصطلحات العلمية باللغة الفرنسية إلى جانب مرادفاتها العربية حتى لايفقد التلميذ الصلة بالمراجع الأجنبية إذا شاء أن يطلع عليها تنمية لمعلوماته وتعميقا لها.

3 - تعزيز الكتاب بالأشكال التوضيحية المختلفة حيثما لزم الأمر، أخذت هذه الأشكال من مصادر بيولوجية مختلفة كي يسهل للقارئ فهم وتتبع المادة العلمية واستيعابها.

4 - التجربة: لبروتوكول التجريبي، خطوات التحليل والاستنتاج.

5 - تمرن على حل التمارين ذات الصعوبة المتزايدة، والتي تشمل الجوانب المذكورة في الكتاب.

وفي انتظار اقتراحاتكم وتعليقاتكم القيمة لتحسين الإصدارات المستقبلية نتمنى لكم التوفيق والنجاح.

والله الموفق والهادي إلى سواء السبيل.

المؤلفان

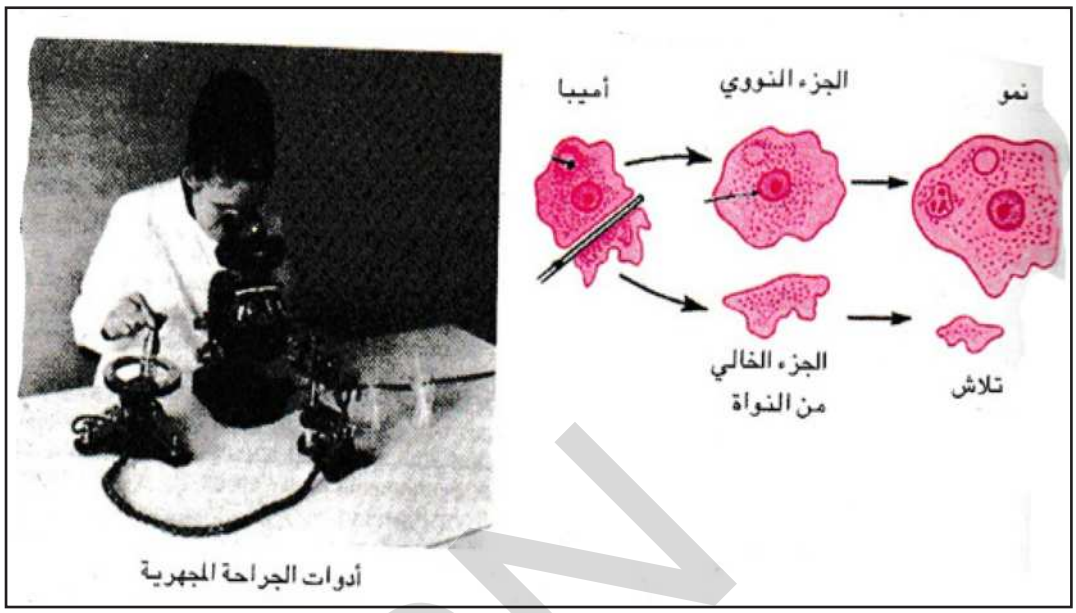
IPN

IPN

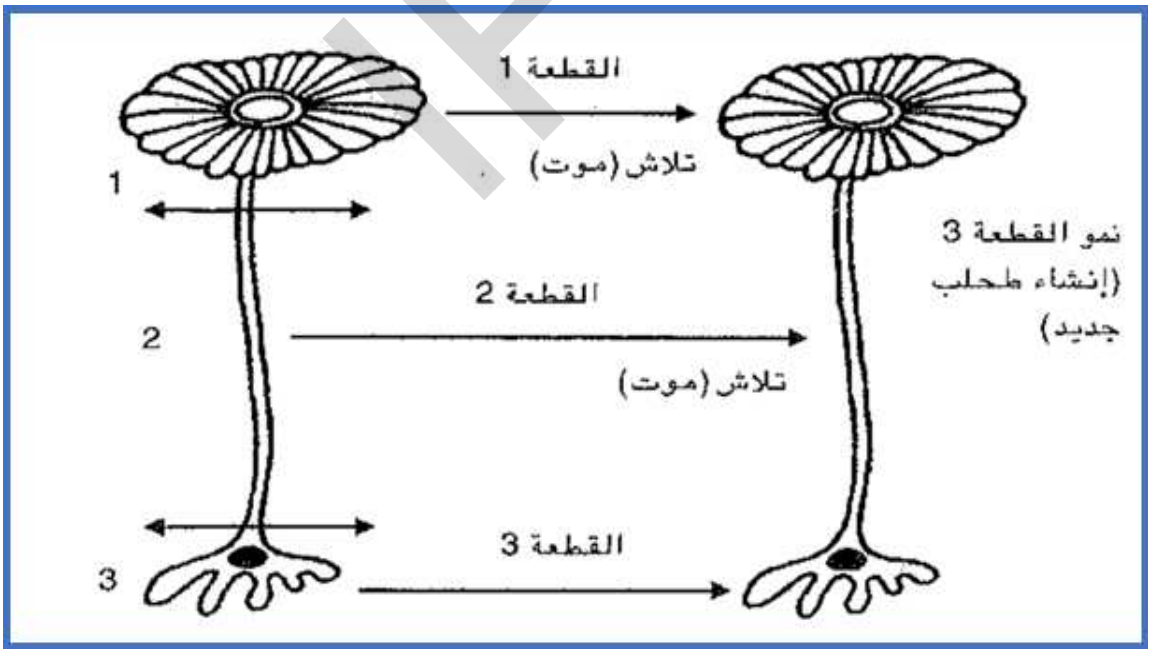
الفصـل الأول
الخبـر الوراثـي

IPN

النشاط 1:



*** الشكل 1 : خطوات القطع التجزيئي للأميبا**



*** الشكل 2 :** تقطيع الطحلب إلى ثلاثة أجزاء هي:

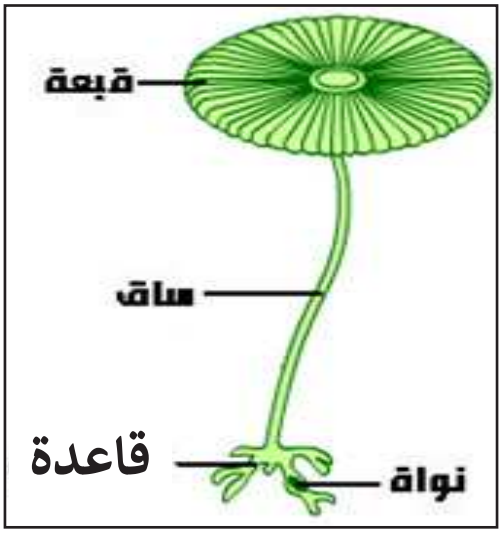
1 - القبعة 2 - الساق 3 - القاعدة

الآستابلاريا طحلب أخضر وحيد الخلية يعيش على شواطئ البحر المتوسط .

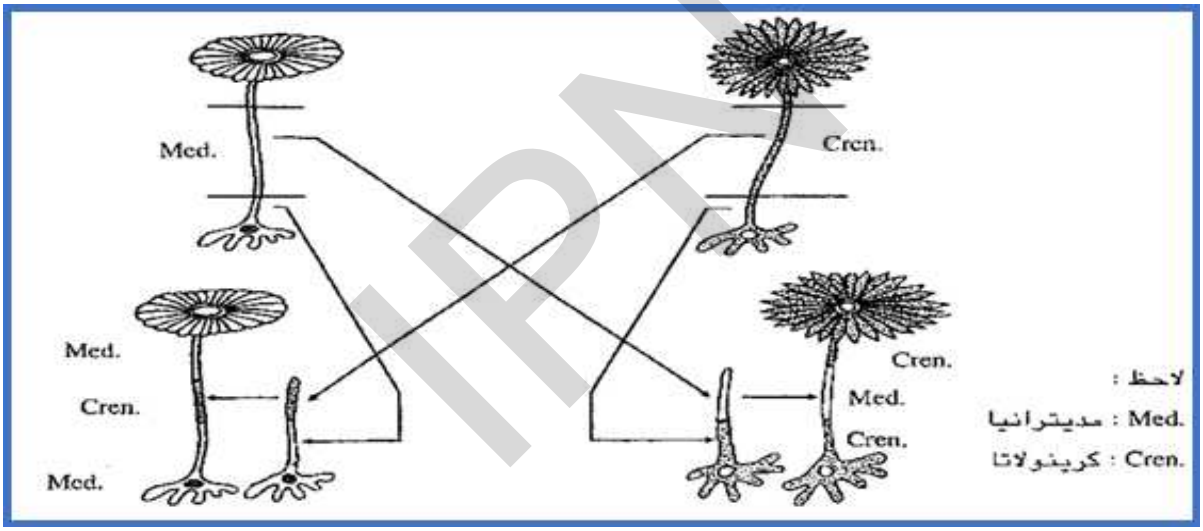
ويتكون هذا الطحلب كما هو مبين في الشكل (3) من قاعدة بها نواة وساق وقبعة على قمة

IPN

الساق (مستديرة لدى طحلب البحر الأبيض المتوسط : Acetabularia mediterranea
ومسننة لدى طحلب كرينولاتا : Acetabularia crenulata).



* **الشكل 3 : طحلب البحر الأبيض المتوسط**



* **الشكل 4 : تجربة 3 : تبادل الأجزاء بين الطحلبين**

وضح من خلال التجارب السابقة دور النواة في حياة الخلية؟

1 - في الخلية الحيوانية:

التجربة 1: القطع التجزيئي للأميبا (ميروتومي : mérotomie):

الأميبا حيوان أولي (وحيد الخلية) يظهر الفحص المجهري أنه مكون من نواة وسيتوبلازم محاط بغشاء بلازمي. باستخدام المجهر المستقطب وأدوات الجراحة المجهرية يمكن فصل الأميبا إلى جزأين بأحدهما نواة والآخر خال منها، كما في الشكل (1).

الملاحظة

الجزء الذي يحتوي على النواة يبقى حيا، بل ينمو وينقسم.
الجزء الخالي من النواة يضمر ثم يتلاشى بعد أيام.

الاستنتاج: نستنتج من هذه التجربة أن النواة ضرورية لحياة الخلية ونشاطها مثل النمو والانقسام.

2 - في الخلية النباتية:

- **التجربة 2 :** عند تقطيع الطحلب إلى ثلاث قطع وهو أثناء النمو.

الملاحظة

القطعة التي تحمل النواة تحافظ على حيويتها فتنمو مكونة طحلبا كاملا بينما تتلاشي القطعتان الخاليتان منها (الشكل2) .

الاستنتاج: النواة ضرورية لاستمرارية حياة ونشاط الطحلب.

- **التجربة 3** تبادل الأجزاء بين الطحلبين:

تتمثل هذه التجربة أساسا (الشكل 4) في تجزئة كل من الطحلبين إلى ثلاث قطع:

- قطعة تحتوي النواة وتشمل القاعدة.
- قطعة وسطية هي الساق.
- قطعة تشتمل على القبعة.

تم تبديل قاعدتي الطحلبين بحيث نربط قاعدة آستابلاريا مديترانيا :
Acetabularia mediterranea بساق آستابلاريا كرينولاتا Acetabularia crenulata وقاعدة هذا الأخير بساق آستابلاريا مديترانيا .

الملاحظة

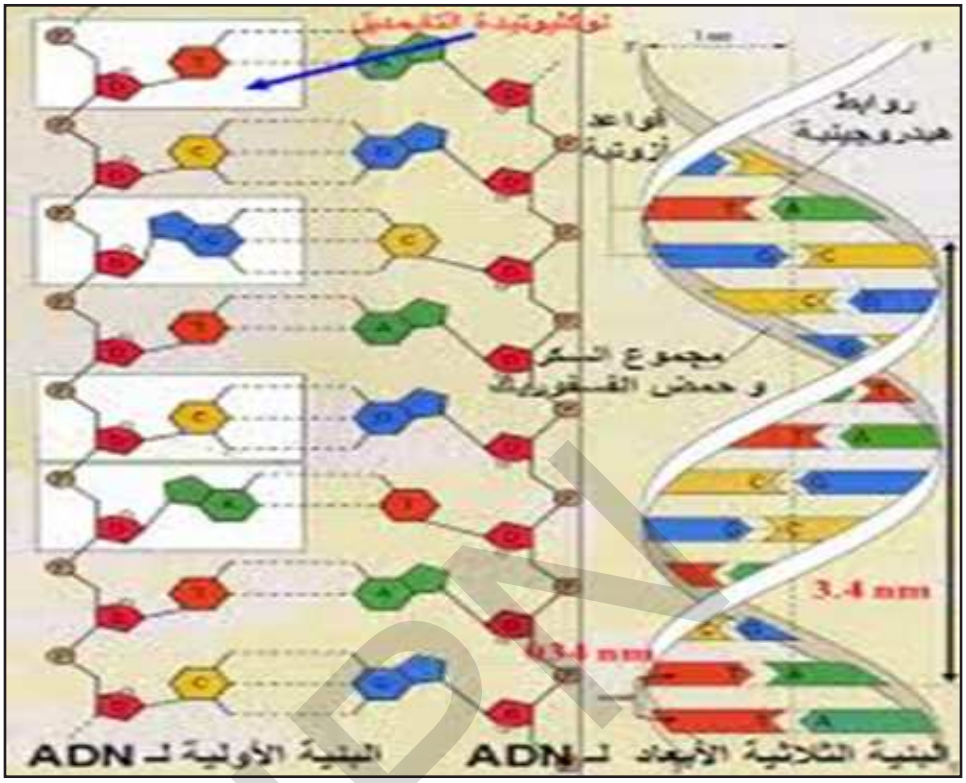
الجزء المربوط بقاعدة آستابلاريا ميديترانيا يشكل قبعة ملساء بينما الجزء المربوط بقاعدة آستابلاريا كرينولاتا يكون قبعة مسننة .

الاستنتاج: تضم النواة مادة تحمل المعلومات الوراثية الخاصة بكل نوع (تحديد شكل القبعة).

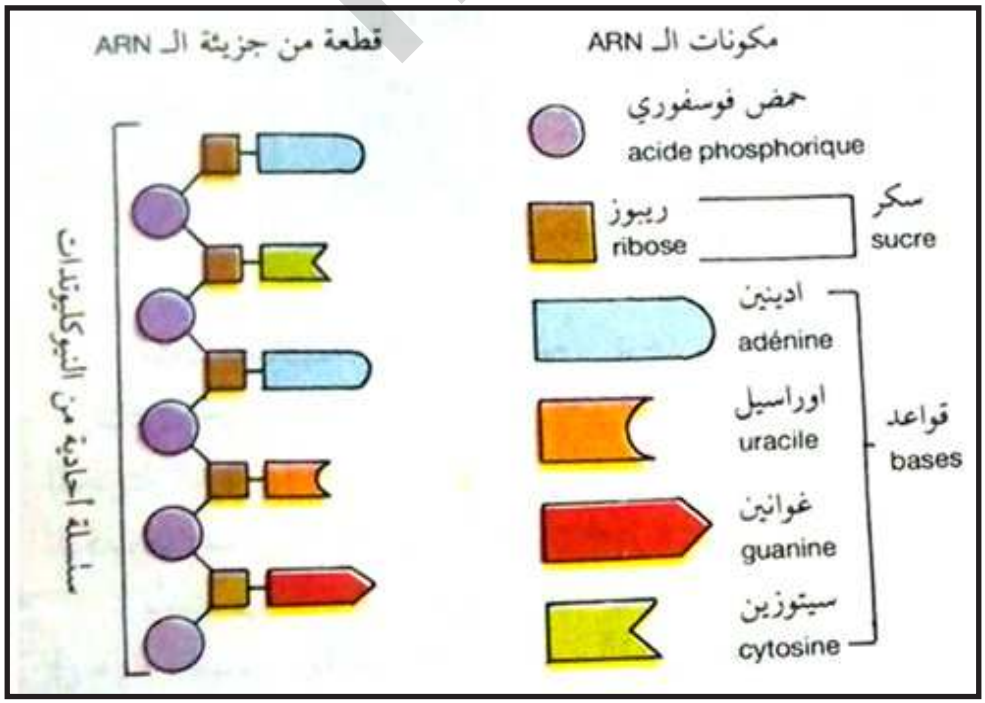
الخلاصة : تعتبر النواة ضرورية لحياة الخلية ونشاطاتها المختلفة، مثل النمو والانقسام ونقل الصفات الوراثية .

IPN

النشاط 2:



* الشكل 5 : بنية الحمض الريبوزي النووي المنقوص أوكسجين : أل ADN



* الشكل 6 بنية الحمض الريبوزي النووي : أل ARN

اعتمادا على الأشكال السابقة، وضح بنية الأحماض النووية.

تتكون الأحماض النووية من تتابع العديد من النيوكليوتيدات.

تتكون كل نيوكليوتيدة من سكر خماسي (الريبوز) وحمض فوسفوري وقاعدةنيتروجيني (آزوتية).

تنقسم الأحماض النووية إلى نوعين هما:

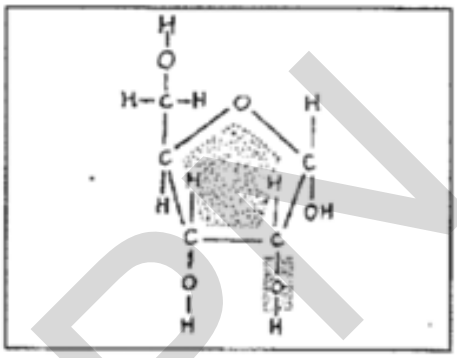
. الحمض النووي الريبوزي المنقوص أكسجين (ADN).

. الحمض النووي الريبوزي (ARN).

أ. الحمض النووي الريبوزي المنقوص أكسجين(ADN):

*** دراسة تجريبية:**

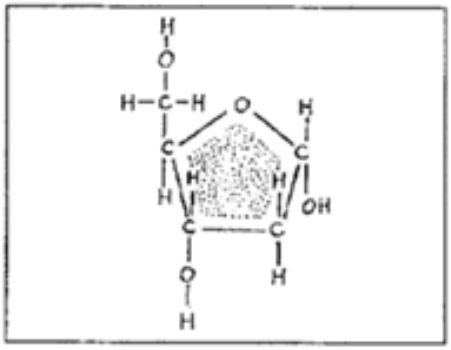
أمكن عزل جزئيات ضخمة من مسحوق الحيوانات المنوية (مصدرها النواة) لقد أكد التحليل الكيميائي (تفاعلات الكشف) أن هذه الجزئيات تضم سكرا خماسي الكربون يعرف بالريبوز المنقوص أكسجين أو الديزوكسي ريبوز($C_5H_{10}O_4$) صيغته الفراغية : انظر الشكل المقابل.



كما لوحظ أن لهذا الجزيء تفاعلاً حمضيا؛ فسمي بذلك الحمض الديزوكسي ريبوزي النووي أو الحمض الريبوزي المنقوص أكسجين ويرمز له ب ADN

حمض: A=Acide, ، ريبوز المنقوص أكسجين :Désoxyribo =D، نووي=Nucléique =N.

لقد أثبت التحليل المائي لخلايا أخرى وجود مادة مشابهة للADN إلا أن سكرها الخماسي هو الريبوز ($C_5H_{10}O_5$) صيغتة البنائية:



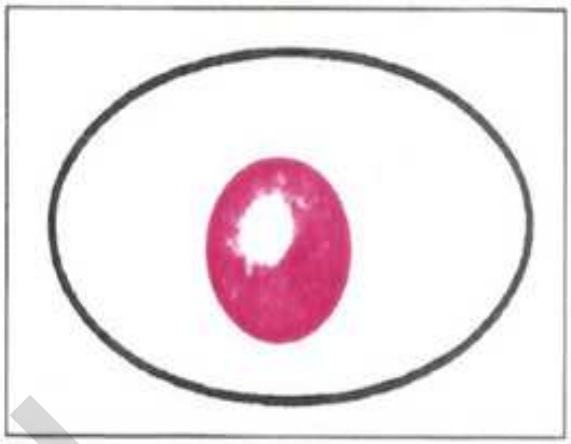
ولذا سميت هذه المادة بالحمض الريبوزي النووي.

يمثل هذان الحمضان المواد الفعالة في النواة.

IPN

أماكن تواجد الأحماض النووية في الخلية:

طريقة فلجن (Feulgen) : بعد تعريض قطاعات خلوية للتحليل المائي الجزئي في وجود حمض الهيدروكلوريك المخفف تعالج بكاشف شيف الذي يتلون بالأحمر في وجود وظيفة الآلدهيد لسكر ديزوكسي ريبوز ولا يوجد هذا السكر إلا حيث تحلل ال ADNيلاحظ هذا المكان في الخلية كما في الشكل 7 أ .

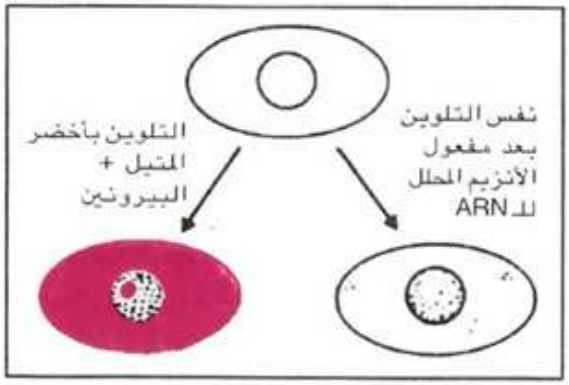


* **الشكل 7 أ : التلوين الناتج بعد علاج الخلية بتقنية فلجن**

الاستنتاج : يتأكد من خلال ملاحظة الشكل المرفق والمعطيات السابقة أن حمض ديزوكسي ريبوزي النووي يوجد في النواة على مستوى الكروماتين خاصة، فهنا فقط ظهر التلوين الدال على وجوده (هذا هو سبب تسمية هذه المادة بالكروماتين أي المادة القابلة للتلوين)

- طريقة براشي (Brachet):

استعمل براشي خليطا من ملونين : أخضر المتيل (يلون ADN أخضر) والبيرونين (يلون الـ ARN وورديا) فلون بهما خلية، ثم أخضع خلية أخرى لمفعول إنزيم يحلل « ARN» ولونها بنفس الطريقة الشكل (7 ب) وعند مقارنة الخليتين لا حظ براشي اختفاء اللون الوردي على مستوى النوية (داخل النواة) وعلى مستوى السيتوبلازم (خارج النواة).



* **الشكل7 ب** : التلوين الملاحظ من تقنية براشي (Brachet)

الاستنتاج: يوجد الـ ARN منتشرا على مستوى السيتوبلازم (في الريبوزومات) وفي النوية على مستوى النواة.

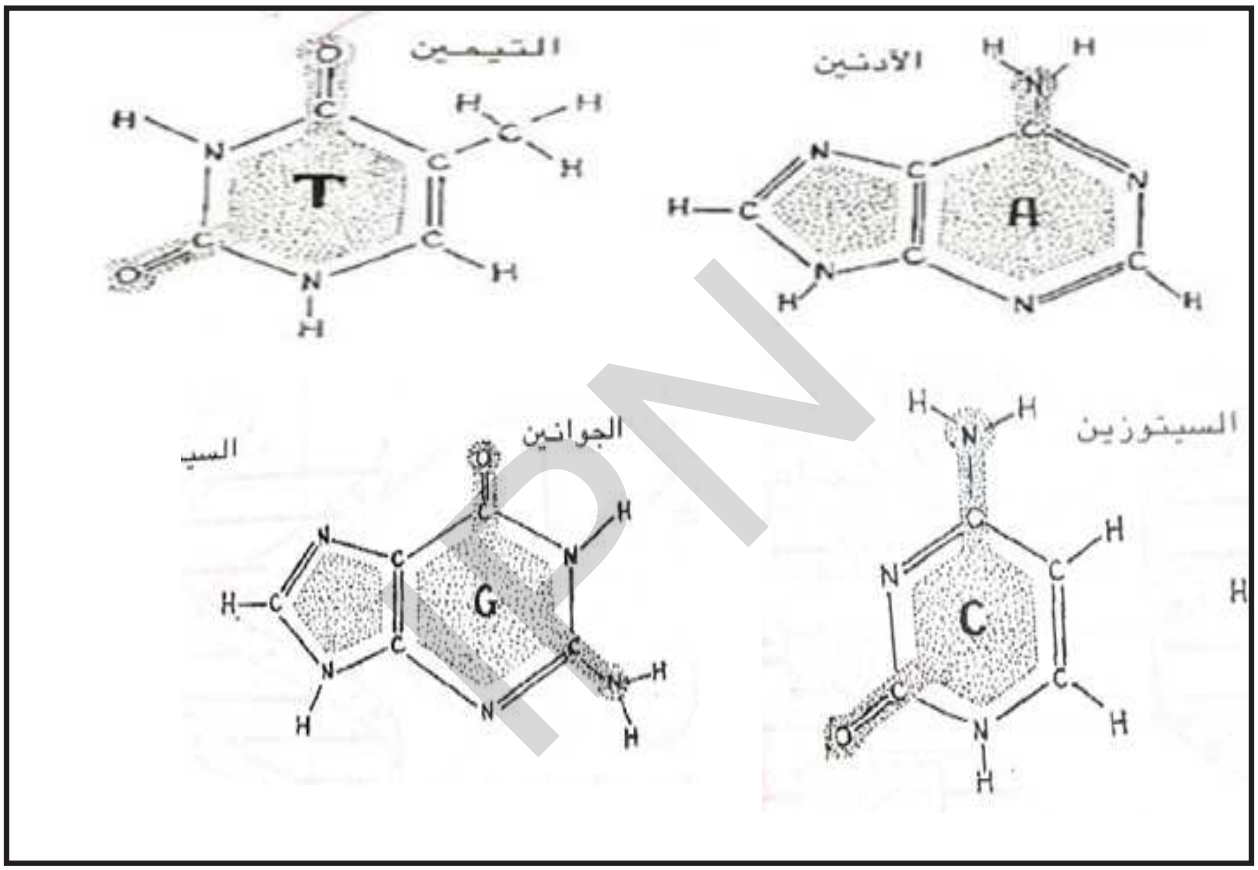
بنية الأحماض النووية

أ- بنية الحمض النووي الريبوزي المنقوص أكسجين(ADN):

جزيء ال ADN له شكل حلزوني ثنائي الأشرطة انظر الشكل (5) يتكون من سلسلتين من النيوكليوتيدات . تتكون كل نيوكليوتيدة من ارتباط حمض فسفوري مع سكر الديزوكسي ريبوز وقاعدة آزوتية.

وتوجد بال ADN أربعة قواعد آزوتية هي: آدنين (A) السيتوزين(C) والجوانين(G) والتيمين (T).

ويوضح الشكل التالي الصيغ البنائية لهذه القواعد الآزوتية:



توجد أربعة أنواع من النيكليوتيدات، بحيث ترتبط A مع T وG مع C بواسطة روابط هيدروجينية (تكون هذه الروابط ثنائية بين A و T وثلاثية بين C و G).

يتمثل إذا جزيء ADN في تجمع عديد (بولمير) النكليوتيدات.

ويوجد عدد لا نهائي من الإمكانات لترتيب هذه النكليوتيدات وبالتالي من الصيغ الثنائية لهذا الجزيء وذلك ما جعل كل فرد من الأحياء اللامتناهية له ADN خاص به يحمل خبره الوراثي.

الملاحظة

يسمى ارتباط القاعدة الآزوتية بالسكر بالنكليوزيدة.

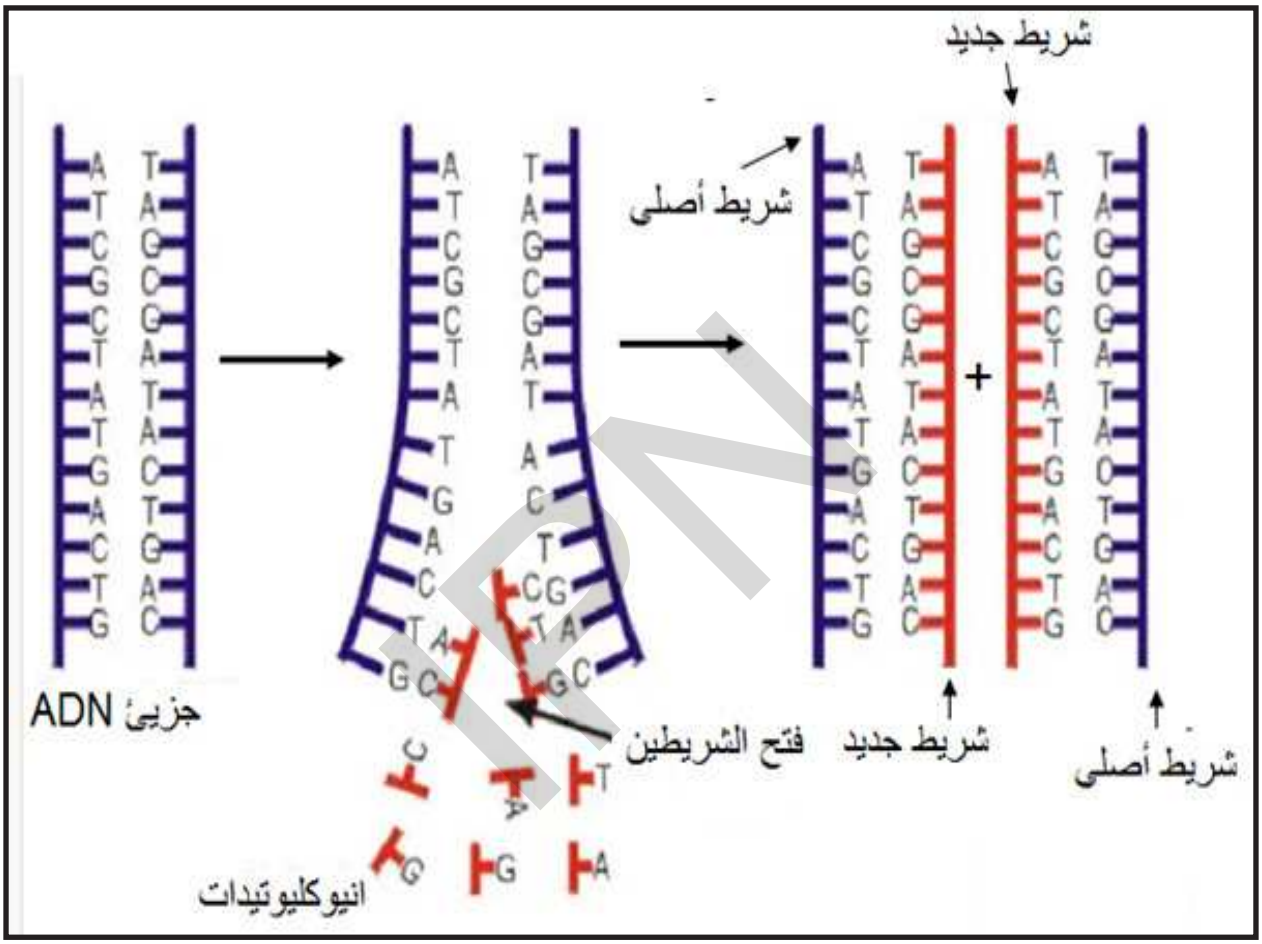
مثل : التيمين + الديزوكسي ريبوز (T-D) = التيمدين (نكليوزيدة).

تضاعف ADN

هي الظاهرة التي تسمح بالحصول على جزيئتين من ADN مطابقتين لجزيئة الأم وتسمح بنقل المعلومة الوراثية من الخلايا الأم إلى الخلايا البنت عن طريق الانقسام الخلوي.

ويتم تضاعف ال ADN تحت تأثير إنزيم ADN بوليمراز.

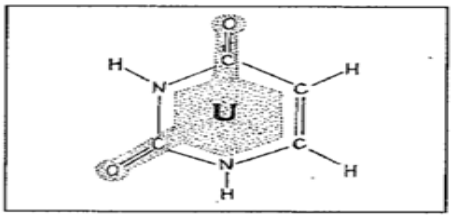
لقد بينت تجربة Messelson et stahl عام 1958 أن تضاعف ADN يتم وفق آلية نصف محافظة الشكل (8).



* **الشكل 8:** رسم تخطيطي يوضح كيفية تضاعف ADN

ب - بنية الحمض النووي الريبوزي (ARN) :

يظهرARN غالبا على شكل خيط مفرد ويتكون من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات، وكل نيوكليوتيدة تتكون من حمض فسفوري وسكر ريبوز وقاعدة آزوتية . يوجد بال ARN أربعة أنواع من القواعد الآزوتية هي: آدنين (A) , السيتوزين(C), الجوانين(G) واليوراسيل (U). الصيغة البنائية لليوراسيل في الشكل المقابل:



الصيغة البنائية لليوراسيل

- توجد ثلاثة أنواع من ARN هي:

- ARN_m (الرسول): هو نسخة لقطعة محددة من ال ADN تنقل إلى الريبوزومات الموجودة في السيتوبلازم والتي تترجمه إلى البروتين الخاص بهذه النسخة .

- ARN_t (الناقل) : يقوم بنقل الحمض الأميني إلى الريبوزوم لبناء البروتين.

- ARN_r (الريبوزومي): يدخل في بناء الريبوزومات والنويات .

3) مقارنة بين الحمضين النوويين ADN و ARN

وجه المقارنة	ADN	ARN
الحمض الفوسفوري	الحمض الفسفوري	الحمض الفوسفوري
السكر الخماسي	الديزوكسي ريبوز	سكر الريبوز
قواعد آزوتية	السيتوزين- التيمين الجوانين–الآدنين	السيتوزين – اليوراسيل الجوانين – الآدنين
البنية	جزيء ثابت البنية كبير الحجم جدا على شكل حلزون زوجي الأشرطة : سلسلتان	- غير ثابت الجزيء - كبير الحجم نسبيا - شريط أحادي : سلسلة واحدة
اللون الناتج عن العلاج بالأخضر المتيلي والبيرونين	أزرق مخضر	وردي
مكان الوجود في الخلية	الكروماتين (في النواة ما عدى النوية) وقد يوجد في الميتوكندريا والبلاستيدات	النويات وفى السيتوبلازم
الوظيفة	نقل الصفات الوراثية من جيل لآخر	مكمل لوظيفة ADN في بناء البروتينات

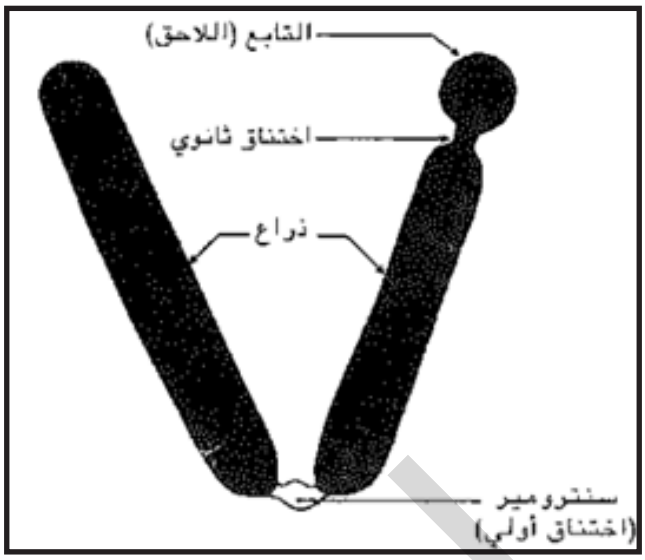
*** الشكل 9 يبين مقارنة بين هذين الحمضين**

الخلاصة: يوجد نوعان من الأحماض النووية هي: ADN و ARN . يتكون الـ ADN من شريطين من النيوكلوتيدات يرتبطان فيما بينهما بروابط هيدروجينية. يتميز الـ ADN بوجود القاعدة الآزوتية T تيمين بينما يتكون الـ ARN من شريط مفرد من النيوكليوتيدا ت ويتميز بوجود القاعدة الآزوتية U :يوراسيل

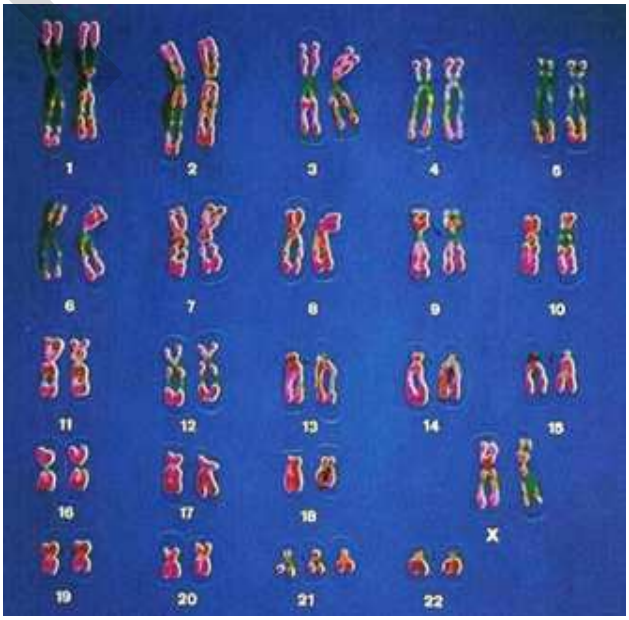
IPN

الكروموزومات (الصبغيات)

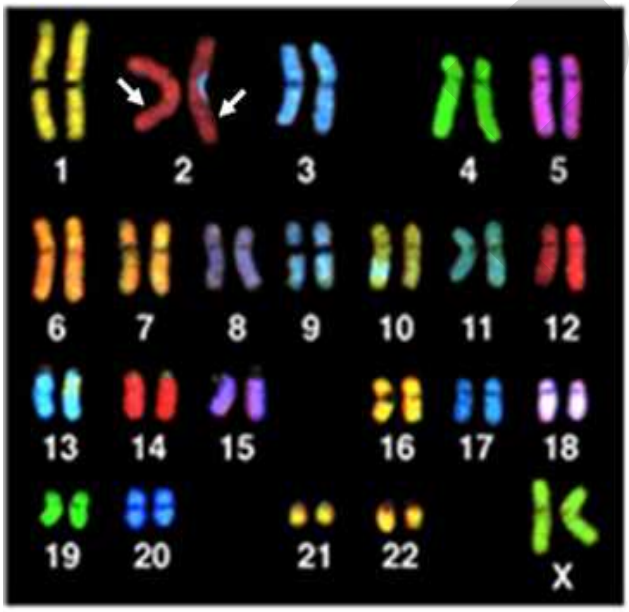
النشاط 3:



* **الشكل 10 يمثل بنية الكروموزوم**



* **الشكل 11 - أ**
الطابع النووي للمرأة



* **الشكل 11 - ب**
الطابع النووي للرجل

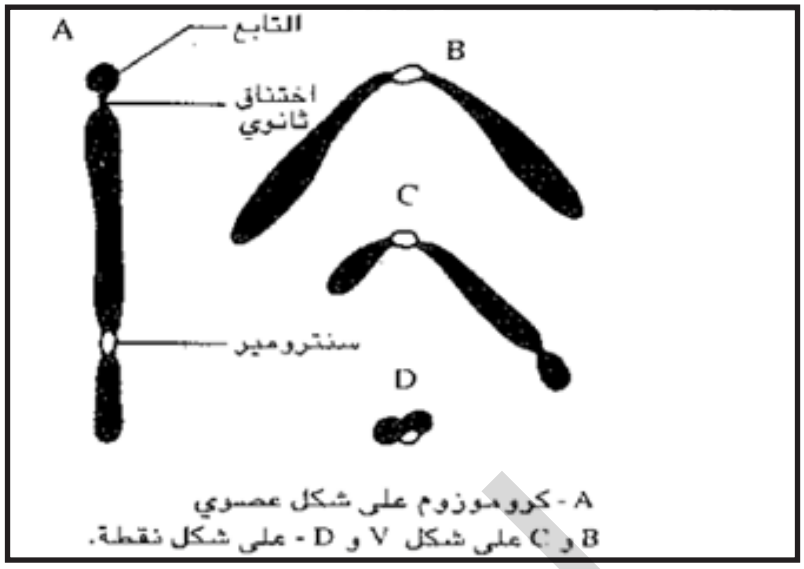
ما الخطوات التقنية المعتمدة لإنجاز الطابع النووي وما بنية الكروموزوم؟

الكروموزومات: هي خيوط رفيعة قابلة للتلوين (Chromo: ملون، Soma: جسم) يتكون الكروموزوم كما هو مبين في الشكل (10) من خيطين رفيعين يرتبطان بجزء مركزي (السنترومير) يتكون الكروموزوم كيميائيا من ADN وبروتينات (هستونات).

قد يكون الكروموزوم مكون من كروماتيد واحد (كروموزوم بسيط) أو من كروماتيدين(كروموزوم مضاعف) .

أشكال الكروموزومات

تتخذ الكروموزومات أشكالا مختلفة، منها الشكل العصوي أو النقطي أو على شكل حرف V



*** الشكل 12 يبين أشكال الكروموزومات**

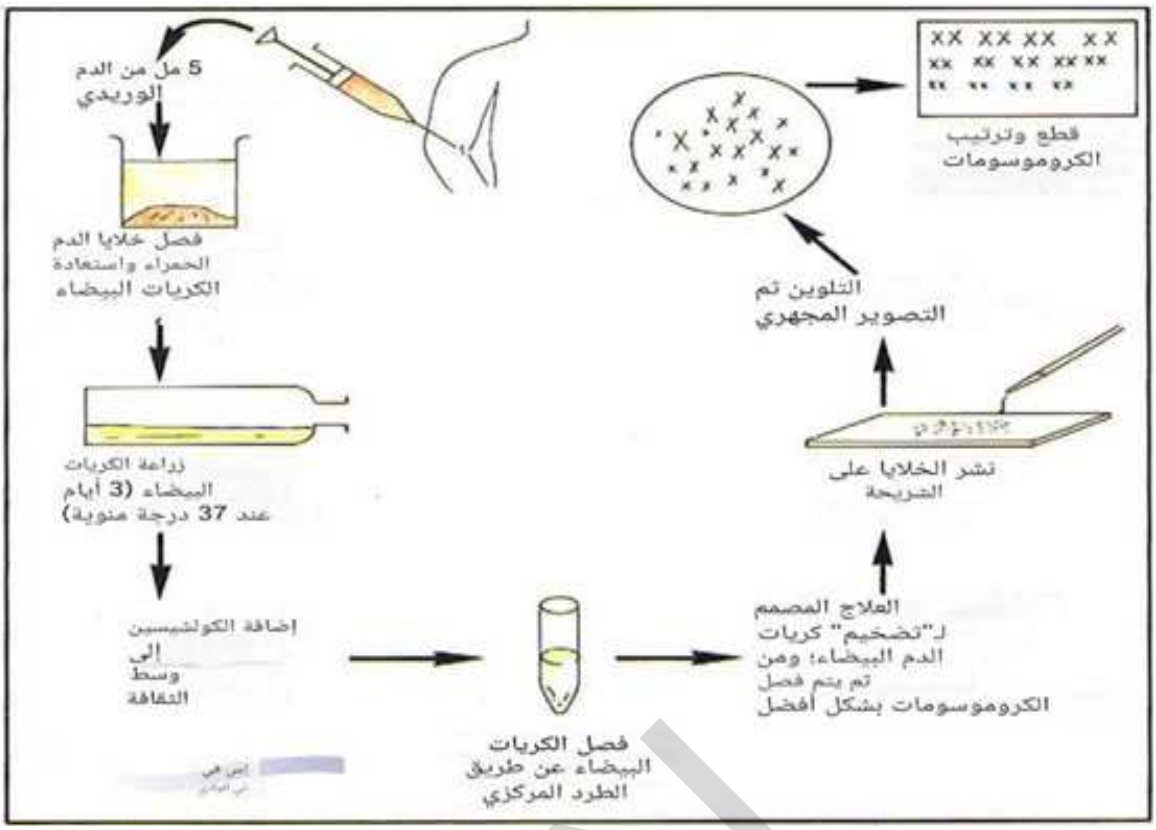
الطابع النووي

وهو شكل وعدد الكروموزومات المميزة للنوع الواحد.

مراحل إنجاز الطابع النووي:

- وضع الخلايا في وسط زراعي ملائم.
- إضافة مادة محفزة على الانقسام.
- إضافة مادة الكولشيسين التي تمنع تشكل المغزل اللالوني وتوقف الانقسام في الطور الاستوائي.
- وضع الخلايا في وسط منخفض التركيز لدخول الماء وانفجارها.
- تلوين الكروموزومات (ظهور أشرطة ملونة).
- ملاحظة الكروموزومات بالمجهر الضوئي وتصويرها وتكبيرها.
- ترتيب الكروموزومات تنازليا حسب شكلها وطولها وتموضع الجزء المركزي بها .

IPN



- تحليل الطابع النووي:

يبين تحليل الأشكال11أ -11ب أن الكروموزومات غالبا ما توجد في شكل أزواج بحيث تتماثل كروموزومات كل زوج في الشكل باستثناء زوج واحد يختلف شكل كروموزوميه حسب جنس الفرد في معظم الكائنات تعرف الأزواج المتماثلة بالكروموزومات الجسمية كما يعرف الزوج المتباين بالكروموزومين الجنسيينxy عند الرجل xx عند المرأة.

تعرف الخلايا الحاوية على عدد زوجي متشابه مثنى مثنى من الكروموزومات بالخلايا ثنائية الصيغة الصبغية (2n) بينما تعرف الخلايا الحاوية على عدد من الكروموزومات غير المتشابهة بأحادية الصيغة الصبغية (n).

يحتوي الطابع النووي للإنسان على 23 زوج من الكروموزومات:

- الطابع النووي الذكري: يحتوي على 22 زوج من الكروموزومات الجسمية وزوج من الكروموزومات الجنسية xy (44A+XY)
- الطابع النووي للمرأة: يحتوي على 22 زوج من الكروموزومات الجسمية و زوج من الكروموزومات الجنسيةxx (44A+XX)

- بعض الصيغ الكروموزومية:

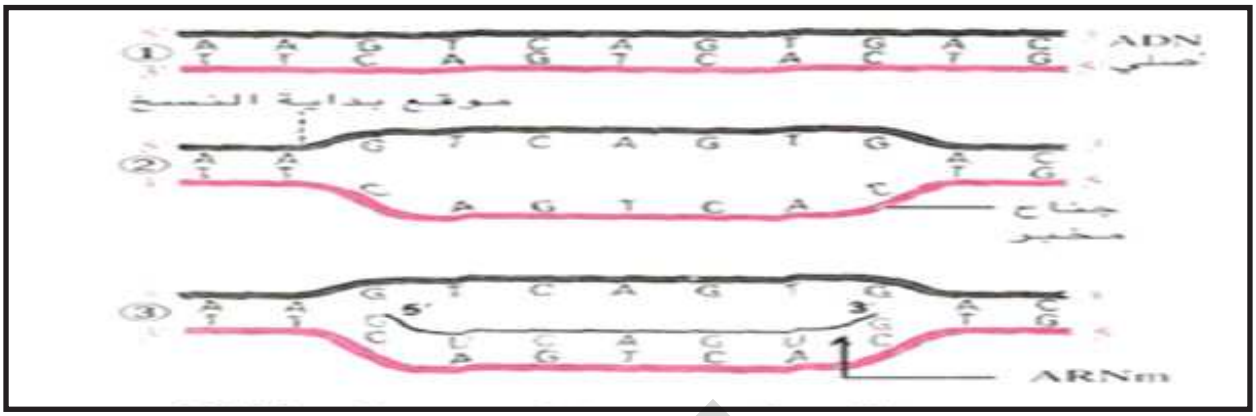
الحيوانات	النباتات
• اسكارس الحصان 2n=2 • ذبابة الفاكهة (ادروزوفيلا) 2n=8 • الإنسان 2n=46	• البصل 2n=16 • الفاصوليا 2n=22 • التبغ 2n=48

IPN

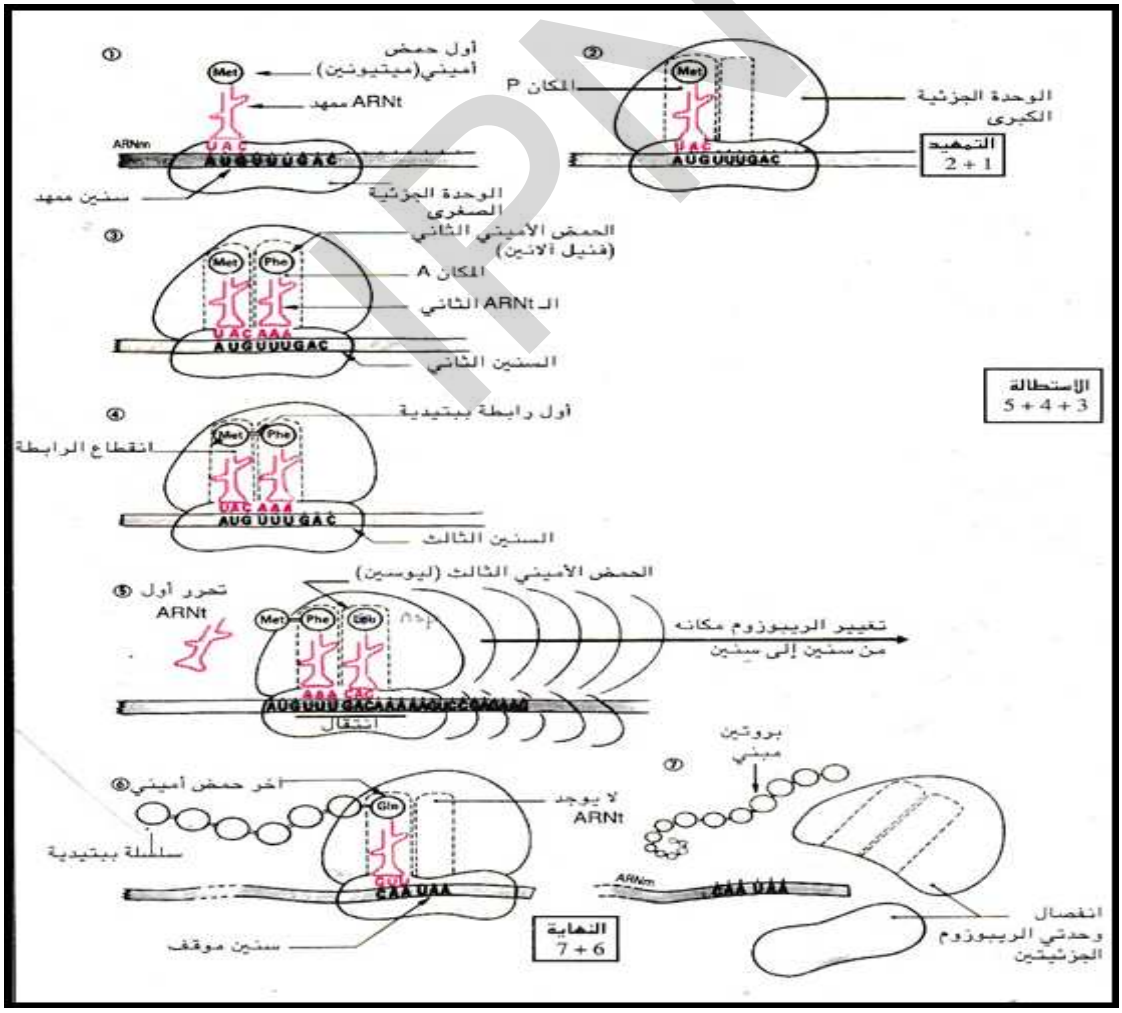
الخلاصة: الكروموزومات هي خيوط رفيعة موجودة في النواة. قد يتكون الكروموزوم من كروماتيد واحد أو كروماتيدين يرتبطان فيما بينهما بالسنترومير. تعرف الخلايا الحاوية على عدد زوجي متشابه مثنى مثنى من الكروموزومات بالخلايا ثنائية الصيغة الصبغية (2n)، بينما تعرف الخلايا الحاوية على عدد من الكروموزومات غير المتشابهة بأحادية الصيغة الصبغية (n).الطابع النووي هو شكل وعدد الكروموووزومات المميزة للنوع.يحتوي الطابع النووي للإنسان على كروموزومات جسمية متماثلة عند الجنسين وكروموزومين جنسيين متماثلين عند الأنثي(XX) ومختلقين عند الذكر (XY)

IPN

النشاط 4 :



* **الشكل 13** يمثل نسخ تتابع من ال ADN إلى ARN_m



* **الشكل 14: يبين مرحلة الترجمة على مستوى السيتوبلازم**

بالاعتماد على الشكلين السابقين، وضح آلية بناء البروتينات.

يتم بناء البروتينات في الخلية على مرحلتين هما:

1 - مرحلة الاستنساخ

تحدث عادة في النواة وهي عبارة عن نسخ قطعة من ال ADN(أي جين معين) إلى جزيء ال ARN_m ويتم تبعا للخطوات التالية:

- يقوم ARN بوليميراز بفتح جزيء ال ADN بالمنطقة التي يراد استنساخها.
- تجميع نيوكليوتيدات ال ARN لتقابل نيكليوتيدات الADN بالطريقة التالية:

ADN		ARN
A	→	U
T	→	A
C	→	G
G	→	C

- وبذلك يتم استنساخ ال ADN إلى ARN_m الذي يخرج من النواة إلى السيتوبلازم حيث يتوضع على الوحدة الجزئية الصغرى للريبوزوم.
- تنغلق جزيئة ال ADN لتعود إلى حالتها الأصلية.

يسمى كل ثلاث نيوكليوتيدات متجاورة من ال ARN_m بالكودون أو الوحدة الرمزية كما يسمى كل ثلاث نيوكليوتيدات من ARNtبالكودون المعاكس .

- جدول الرمز الوراثي

يتكون جدول الرمز الوراثي من 64 كودون، وتوجد ثلاث كودونات لا ترمز لأي حمض أميني وهي (UAAو UACو UGA) وتسمى كودونات التوقف بينما توجد 61 كودون ترمز ل 20 حمض أميني (قد توجد عدة كودونات ترمز لحمض أميني واحد) انظر الجدول.

2 - مرحلة الترجمة

وتتم في السيتوبلازم (الشكل 14) حسب الخطوات التالية:

2-1 : التمهيد (Initiation) :

ترتبط الوحدة الجزئية الصغرى للريبوزوم بالـ ARN_m في منطقة كودون البدء (AUG).

يتموضع الحمض الأميني الأول (الميتيونين) بواسطة جزيء ARNt الممهد على كودون البدء وتبعا لذلك فإن الـ ARNt الممهد يحمل دائما الكودون المعاكس UAC.

تكتمل هذه الخطوات بارتباط الوحدة الجزئية الكبرى للريبوزوم بالمجموع ويكون عندئذ الريبوزوم كاملا وجاهزا للعمل، ويحتل الـ ARNt الحامل للمتيونين مكانا معينا من الريبوزوم يعرف بالمكان site peptidyl = P.

2-2: الاستطالة (Élongation) :

وهذه هي مرحلة قراءة وترجمة الكودونات المتتالية وترابط الأحماض الأمينية المتتالية كذلك، وتتابع نفس هذه الوقائع بصورة منتظمة.

يثبت ARNt جديد مقابل الكودون الثاني عن طريق كودونه المعاكس ويحمل الـ ARNt هذا حمضا أمينيا ثانيا ويحتل مكانا ثانيا هو المكان A للريبوزوم موقع آمينو آستل (site aminoacyl)

تتكون أول رابطة ببتيدية تم تنشيطها بواسطة واحد من إنزيمات الريبوزوم هو ببتديل تراسفراز (peptidyl transferase)

يغير الريبوزوم مكانه بمسافة كودون واحد بالضبط هو «الثالث». وهذا ما يسبب إخلاء المكان A وتوضع ARNt ثالث يحمل حمضا أمينيا جديدا، وهكذا تتابع العملية على طول الـ ARN_m فالريبوزوم إذا هو مركز قراءة الرسالة وهو في نفس الوقت مركز لتنشيط الترابط بين الأحماض الأمينية المتتالية، وحركة الريبوزوم تستلزم تزويده بالطاقة.

2-3 : النهاية Terminaison

عندما يصل الريبوزوم إلى كودون لا يوجد أي ARNt مكمل له مثل

(UAA , UAG , UGA)يتوقف البناء عند هذه الكودونات الموقفة فتفصل السلسلة الببتيدية عن الريبوزوم وتنفصل الوحدتان الجزئيتان للريبوزوم ويمكن استعمالهما من جديد.

الخلاصة: يتم بناء البروتينات على مرحلتين هما: النسخ و الترجمة وتتكون البروتينات من وحدات بنائية تعرف بالأحماض الأمينية. يوجد حوالي 20 حمضا أمينيا في الطبيعة.
ترتبط الأحماض الأمينية مع بعضها البعض بواسطة روابط ببتيدية.

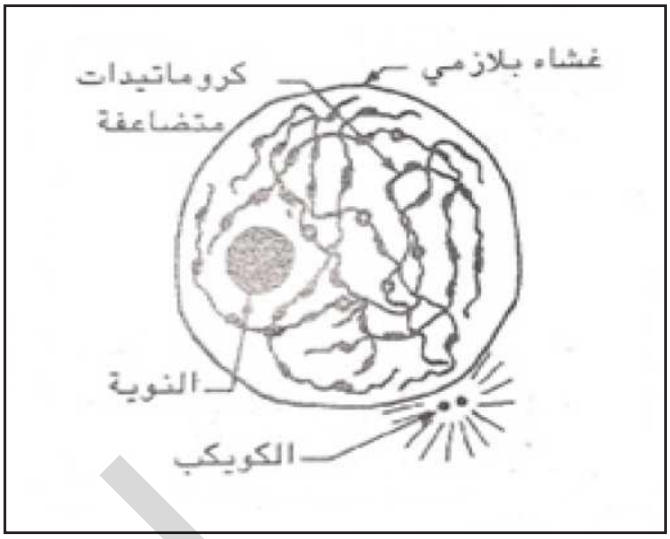
IRN

الفصـــل الثانـي
نقل الخبـــر الوراثـــي

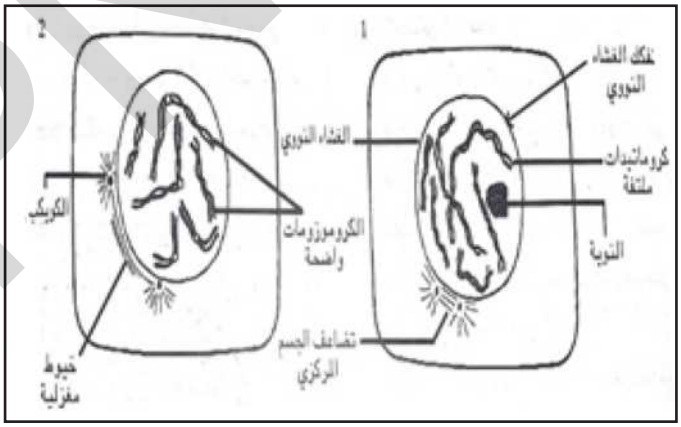
IPN

IPN

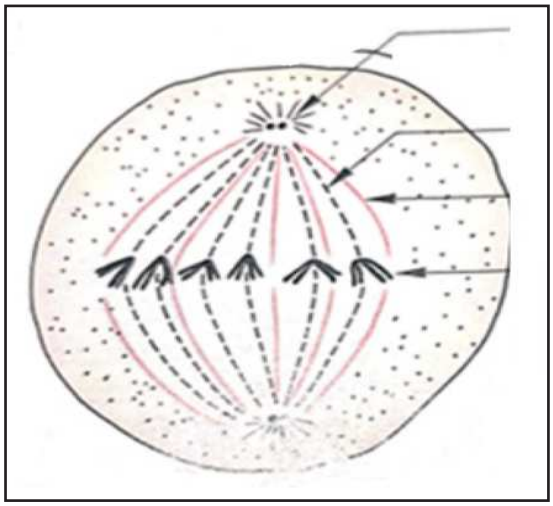
النشاط 5:



* الشكل 15 : رسم تخطيطي لخلية حيوانية خلال الطور البيني

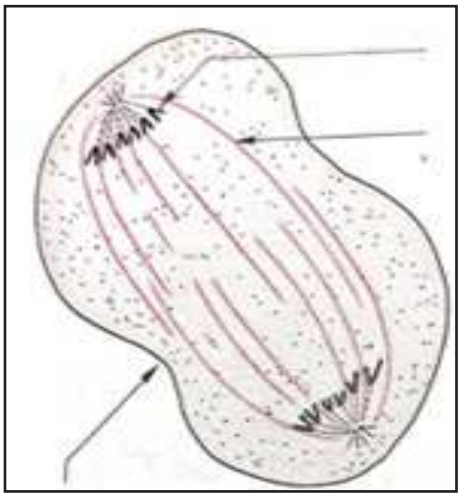


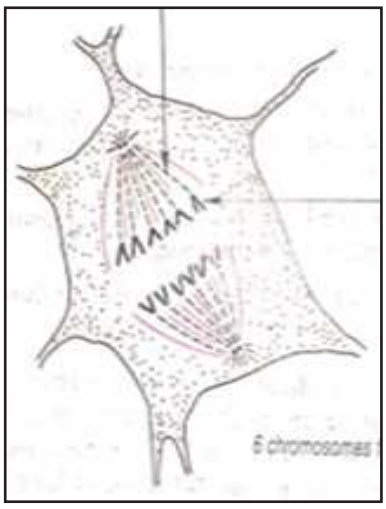
* الشكل 16 : رسم تخطيطي لخلية حيوانية خلال الطور التمهيدي



* الشكل 17 : رسم تخطيطي لخلية حيوانية خلال الطور الاستوائي

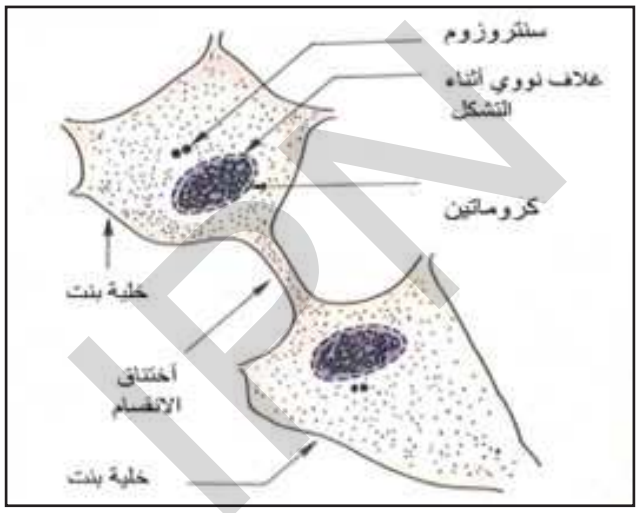
IPN





* **الشكل 18 :** رسم تخطيطي لخلية حيوانية خلال الطور الانفصالي

أ : بدايته **ب : نهايته**



* **الشكل 19:** رسم تخطيطي لخلية حيوانية خلال الطور النهائي.

عرف الانقسام الميتوزي، وبين خصائص كل طور من أطواره ودوره في نقل الخبر الوراثي؟

- تعريف: الميتوز: هو انقسام الخلية الأم إلى خليتين بنتين متطابقتين مع بعضهما البعض ومتطابقتين مع الخلية الأم.

1 - مفهوم الدورة الخلوية:

تتكون الدورة الخلوية من مرحلتين هما: المرحلة البينية (الراحة) ومرحلة الانقسام.

أ- المرحلة البينية:

تسبق المرحلة البينية مرحلة الانقسام وفيها تتهيأ الخلية للانقسام.

تمتاز هذه المرحلة بنشاط كبير، يتمثل في تغيرات عديده، من أهمها: نمو الخلية، (بناء بروتينات عديدة ودهون وتضاعف العضيات الخلوية) وتضاعف كمية ال ADN الموجودة في النواة ليصبح كل كروموزوم مؤلفا من كروماتيدين يجمعها السنترومير. تظهر النواة في هذه المرحلة محاطة بغشاء نووي وبداخلها شبكة كروماتينية ونوية. كما يظهر بالقرب من النواة جسم مركزيٌ

(centrosome) وذلك في الخلية الحيوانية (الشكل 15).

ب - مرحلة الانقسام:

تتميز الخلية ككائن حي بمدة حياة قصيرة، ومع ذلك فأجسام عديدات الخلايا لا بد لها لكي تنمو من مضاعفة عدد خلاياها، وتعويض ما يتلف منها طبيعيا أو بصفة عارضة بأنسجة متشابهة.
تمتاز الخلايا في فترة الانقسام بفقدان النواة التي تفككت مكونة خيوطا متطاولة تسمي الصبغيات (كروموزومات).

- يكون شكل وعدد الكروموزومات ثابتين في خلايا النوع الواحد، ويشكل مجموعهما الطابع النووي للنوع.

2- أطوار الانقسام الميتوزي:

يتميز الانقسام الميتوزي إلى أطوار أربعة تحددها التغيرات الشكلية التي تطرأ على الخلية وبالأخص النواة والصبغيات (الكروموزومات).

■ 2 - 1 عند الخلايا الحيوانية:

■ 2-1-1- الطور التمهيدي(Prophase):

- يمتاز هذا الطور بتغيرات هامة، تطرأ على كل من النواة والسيتوبلازم.
- على مستوى النواة:

ظهور الكروموزومات بصورة واضحة بسبب الالتفاف الحلزوني حول نفسها فتقصر ويتكاثف لونها. كما يظهر كل كروموزوم، مؤلفا من كروماتيدين يرتبطان في منطقة السنترومير وفي نهاية هذا الطور يختفي الغشاء النووي والنوية، وتنعدم الحواجز بين النواة والسيتوبلازم.

- على مستوى السيتوبلازم:

ينشطر الجسم المركزي إلى مركزين وكل مريكز (سنتريول) يكون كويكبا، يبدأ كل من الكويكبين في الابتعاد عن الآخر، متجها نحو أحد قطبي الخلية، خلال هذه الهجرة تمتد خيوط بروتينية بين الكويكبين لتشييد بنية ثابتة هي المغزل. وفي نهاية الطور تظهر الكروموزومات مرتبطة بخيوط المغزل بواسطة السنترومير وموزعة بصورة عشوائية داخل السيتوبلازم (الشكل16).

■ 2-1-2 الطور الاستوائي (Métaphase):

تمتاز الكروموزومات في هذا الطور بتنظيم دقيق ذلك أنها تتحرك جميعا وتترتب في وسط المغزل لتشكل الصفيحة الاستوائية.
تمتاز الكروموزومات أيضا في هذا الطور بزيادة التفاف كروما تيداتها حول نفسها فتقصر وتغلظ وتظهر واضحة مع أنها تبقى متصلة على مستوى السنترومير.
يعتبر الطور الاستوائي أنسب المراحل لحساب عدد الكروموزومات وتمثيل طابعها النووي (الشكل 17)

■ 2-1-3- الطور الانفصالي (Anaphase) :

تتضاعف السنترومير، وتنشطر كلها في وقت واحد، وبذلك ينقسم كل كروموزوم إلى كروماتيدين مماثلين يبدأ كل كروماتيد يبتعد عن نظيره في اتجاه القطب الموالي له، ويساعد تقلص الألياف المغزلية في تسهيل هجرة الكروماتيدات.
يمتاز الطور الانفصالي بإنشاء مجموعتين من الكروماتيدات المتساوية شكلا وعددا.

IPN

تمثل كل مجموعة نسخة طبق الأصل للصيغة الكروموزومية عند الخلية الأم (الشكل 18)

■ 2-1-4 - الطور النهائي(Télophase) :

في هذا الطور تتجمع الكروموزومات في مجموعتين عند قطبي الخلية.

- تفقد الكروموزومات تمايزها شيئا فشيئاً بسبب زوال التفافها الحلزوني مكونة شبكة كروماتينية. تظهر النوية والغشاء النووي ويتحول الكويكب إلى جسم مركزي ويتفكك المغزل، يظهر اختناق في المنطقة الاستوائية في الخلية الحيوانية يؤدي في النهاية إلى انفصال الخليتين البنتين، كما تتوزع العضيات السيتوبلازمية على هاتين الخليتين (الشكل 19).

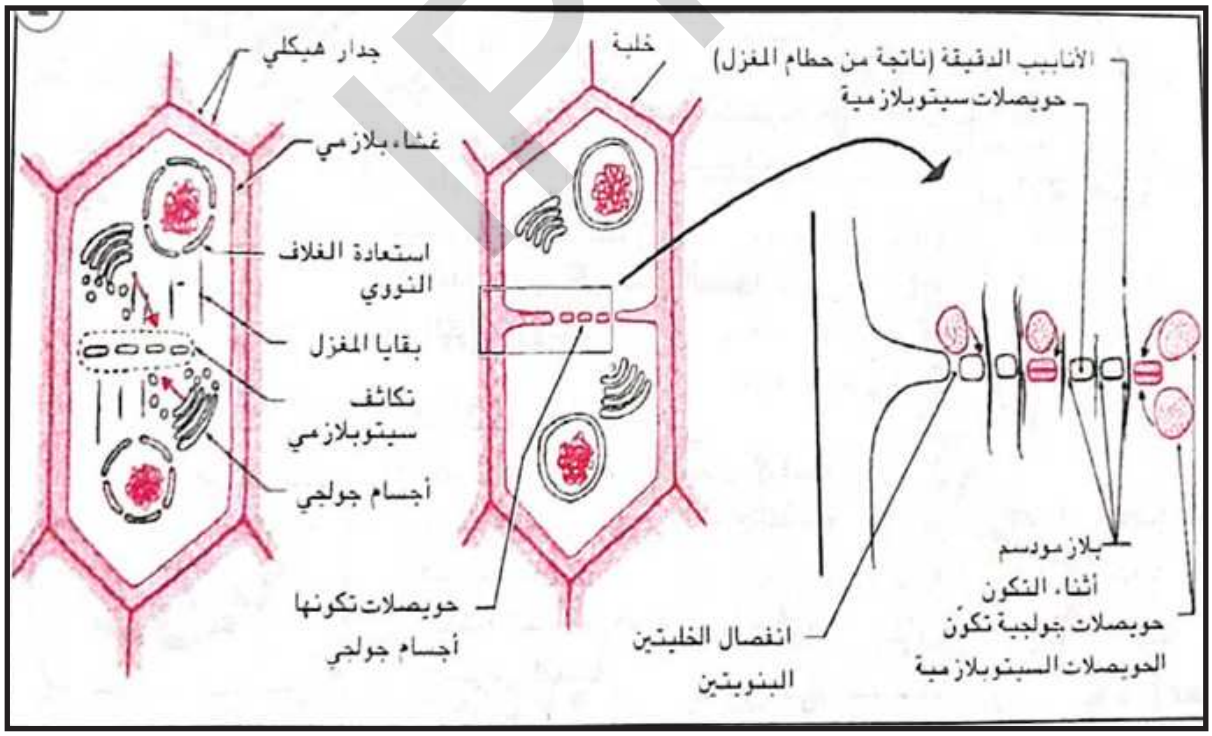
■ 2-2 عند الخلايا النباتية:

يتم الانقسام الميتوزي عند الخلايا النباتية بنفس الطريقة التي يحصل بها عند الخلايا الحيوانية باستثناء تفاصيل خفيفة تتلخص فيما يلي:

- تحل القلنسوتان القطبيتان محل الكويكبين، وذلك بسبب انعدام الجسم المركزي في هذه الخلايا - تمثل هاتان القلنسوتان تكتلا سيتوبلازميا على مستوى كل من القطبين.

- يتشكل الجدار الفاصل بين الخليتين الجديدتين في نهاية الطور النهائي انطلاقا من وسط الخلية، متجها إلى جانبيها اعتمادا على جهاز جولجي الذي يمده بالبروتينات والسكريات العديدة (البكتين والسليلوز) الداخلة في بناء الصفيحة الوسطى، بينما كان تشكيل الغشاء الفاصل بين الخليتين الحيوانيتين الناشئتين يبدأ من طرفي الخلية ويتجه إلى وسطها.

- وأخيراً لا يظهر اختناق عند الخلايا النباتية في الطور النهائي.

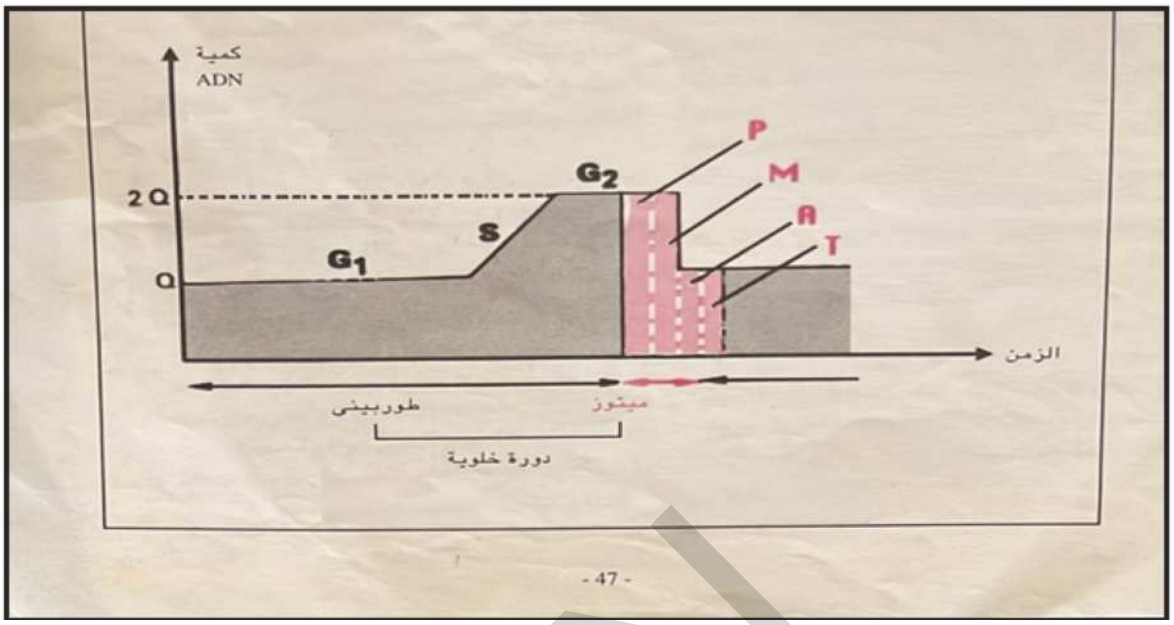


* **الشكل 20 :** إعادة بناء الغشاء البلازمي والجدار الهيكلي (الصفيحة الوسطى) لدى الخلايا النباتية

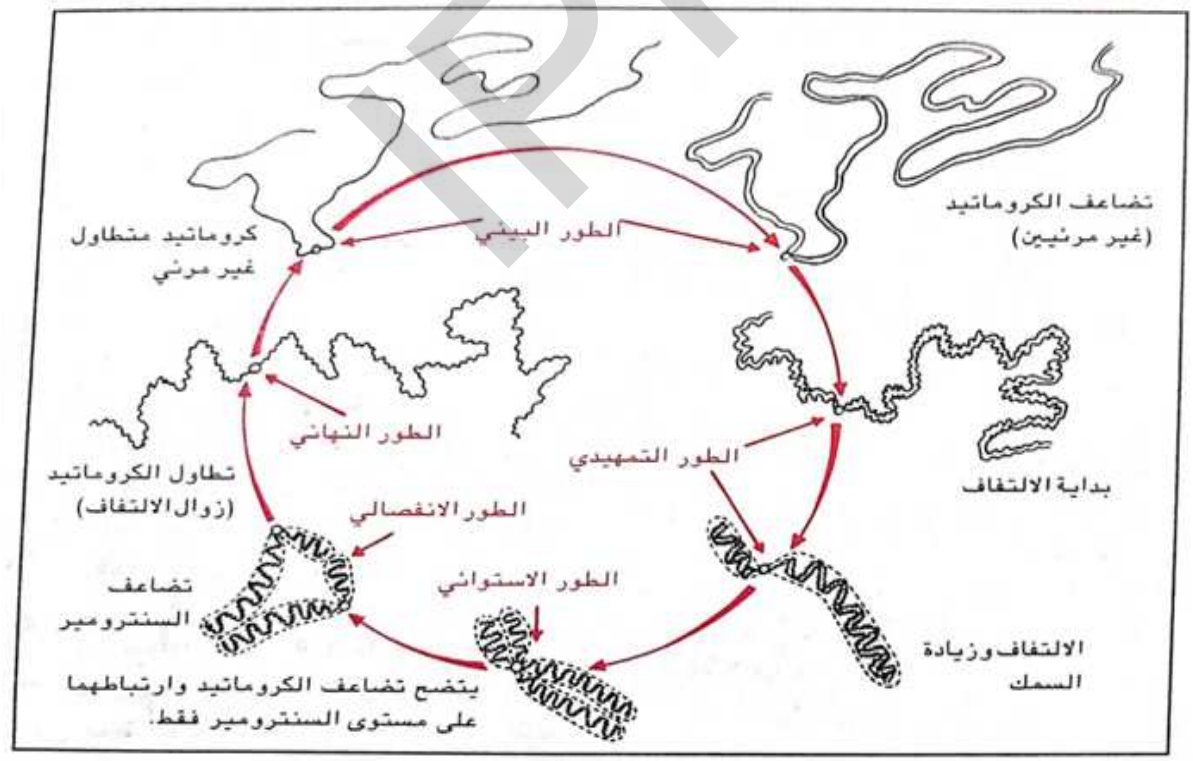
IPN

3- تطور كمية الـ ADN والتغيرات الشكلية التي يتعرض لها الكروموزوم أثناء الدورة الخلوية:

النشاط 6 :



* **الشكل 21 :** تطور كمية ADN خلال الدورة الخلوية



* **الشكل 22 :** التغيرات الشكلية للكروموزوم أثناء الدورة الخلوية

اشرح، معتمدا على الشكلين السابقين تغير كمية الـADN والتغيرات الشكلية التي تطرأ على الكروموزوم أثناء الدورة الخلوية.

3-1- تغير كمية الـ ADN أثناء الدورة الخلوية:

- تحليل المنحى:

تمر كمية ال ADN خلال الدورة الخلوية بتطورات تؤدي إلى تضاعفها في الطور البيني، ثم الحفاظ على الكمية الجديدة طيلة الطورين التمهيدي والاستوائي، لتبدأ الخلية في استرجاع الكمية الأصلية وذلك في آخر الطور الانفصالي ولتأخذها نهائيا في الطور النهائي (الشكل 21).

2 - التغيرات الشكلية التي تطرأ على الكروموزوم اثناء الدورة الخلوية:

أ- الطور البيني:

في بداية هذا الطور يظهر الكروموزوم، مكونا من كروماتيد واحد متطاول وغير مرئي بسبب زوال الالتفاف الحلزوني، وفي نهاية هذا الطور يتضاعف كل كروموزوم إلى كروماتيدين (تضاعف ال ADN).

ب - الطور التمهيدي:

يلتف الكروماتيدتان حول نفسيهما وتتضاغط لفاتهما وبذلك يظهر كل كروموزوم، مؤلفا من كروماتيدين مرتبطين في منطقة السنترومير.

ج - الطور الاستوائي:

لا يتصل الكروماتيدتان إلا على مستوى السنترومير، وقد بلغا هنا أوج التفافهما وتضاغط الالتفاف وذلك ما يجعل الكروموزومات أكثر ظهورا في هذا الطور.

د - الطور الانفصالي:

يتضاعف السنترومير وينشطر الكروموزوم طوليا على مستواه فينفرد كل كروماتيد) كروموزوم ابن (ليهاجر نحو قطب من قطبي الخلية، مشدودا بالخيوط المغزلية.

هـ - الطور النهائي:

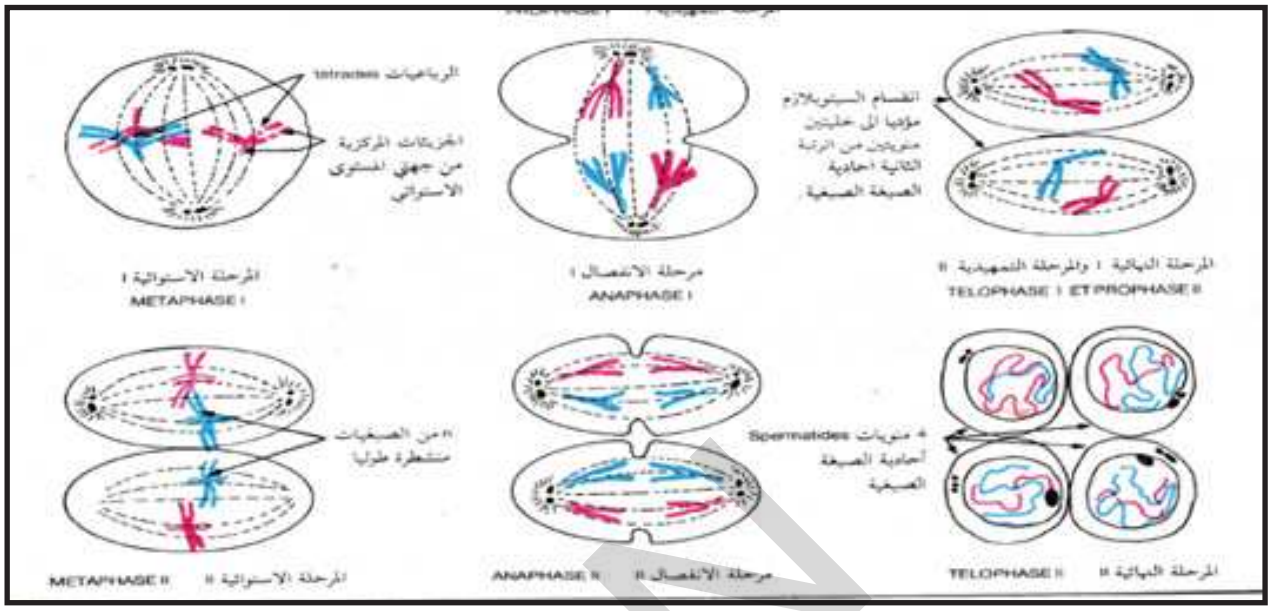
تتطاول الكروماتيدات (تفقد التفافها) تدريجيا فتمحى بذلك الكروموزومات ضوئيا شيئا فشيئا، فيعود الكروموزوم الابن إلى حالته الأصلية كروماتيد منفرد غير مميز(الشكل22).

الخلاصة: تتكون الدورة الخلوية من مرحلتين هما: الطور البيني (فيه تتضاعف كمية الـ ADN) وطور الانقسام. يمر الانقسام الميتوزي بأربعة أطوار هي: الطور التمهيدي، الطور الاستوائي، الطور الانفصالي و الطور النهائي.تنقسم الخليّة الأم ميتوزيا إلى خليتين بنتين متطابقتين مع بعضهما البعض ومتطابقتين مع الخليّة الأم.

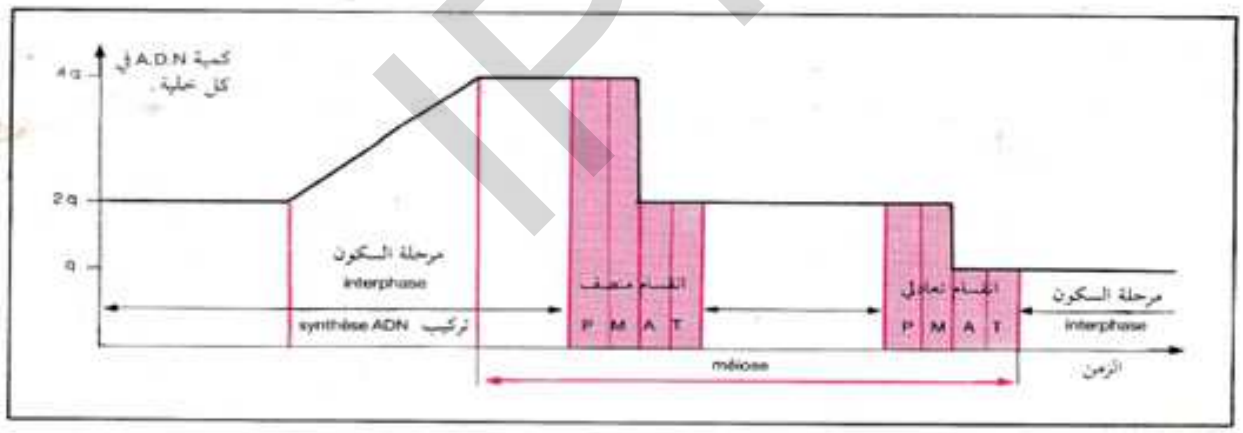
IPN

الانقسام المنصف (الميوزي)

النشاط 7 :



*** الشكل 23 : أطوار الانقسام المنصف أثناء تشكل الأمشاج الذكرية 4 = 2n**



*** الشكل 24 :** تغير كمية ADN حسب الزمن خلال الميوز

P - الطور التمهيدي M - الطور الاستوائي A - الطور الانفصالي T - الطور النهائي.

عرف الانقسام الميوزي، وبين اطواره ونتائجه وتطور كمية الADN خلال هذا الانقسام.

تعريف: يحدث الانقسام الميوزي عادة في الخلايا الجنسية بغرض تكوين الأمشاج (الحيوانات المنوية والبويضات بالنسبة للحيوانات)،

وفيه تمر الخلية الجنسية ثنائية الصيغة الكروموزومية (2n) بانقسامين متتاليين معطية أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n) .

يتكون الانقسام الميوزي من انقسامين متتاليين هما:

IPN

1 - الانقسام الميوزي الأول (الاختزالي):

وفيه يختزل عدد الكروموزومات إلى النصف (n). يمر الانقسام الميوزي الأول بالأطوار الأربعة التالية:

- الطور التمهيدي الأول

يتميز هذا الطور بالمراحل الآتية:

- مرحلة الخيوط الرفيعة : تبدو الكروموزومات، رفيعة ومتطاولة وغير ملتفة وبالتالي غير مرئية.

- مرحلة الازدواج والثخن: وفيها تلتف الكروموزومات حول نفسها وبالتالي تقصر وتغلظ ويحدث ازدواج كل كروموزمين نظيرين (مرحلة الثنائيات).

- مرحلة الرباعيات: وفيها ينشطر كل كروموزوم من الكروموزومين النظيرين إلى كروماتيدين تتقاطع أجنحتها في أشكال مميزة على مستوى الكيازما (التصالب) وبالتالي تتحول الثنائيات إلى رباعيات، وقد تتبادل الكروماتيدات غير النظيرة قطعا منها في مستوى الكيازما في هذه المرحلة، تعرف هذه الظاهرة بالخلط الكروموزومي الداخلي (العبور) الذي يلعب دورا هاما في التنوع الوراثي.

- الطور الاستوائي الأول:

وفيه تتقابل سنتروميرات الكروموزومات النظيرة على جانبي مستوى الصفيحة الاستوائية، وليس فيها كما هو الحال في الانقسام الميتوزي.

- الطور الانفصالي الأول:

تتباعد الصبغيات النظيرة عن بعضها البعض، ويتبع كل منها خيطا من الخيوط المغزلية في اتجاه القطب الأقرب إليه، وذلك دون أن يحدث انشطار للسنترومير. يصبح إذن في كل قطب من قطبي الخلية الأم n من الصبغيات المنشطرة طوليا.

- الطور النهائي الأول:

تتجمع الصبغيات المنشطرة طوليا في القطبين؛ حيث تبقى ظاهرة، وتنقسم الخلية الأم إلى خليتين.

تمتاز الخليتان الناتجتان عن هذا الانقسام بكونهما أحاديتي الصيغة الصبغية، حيث تحتوي كل منهما فقط على n من الصبغيات.

2 - الانقسام الميوزي الثاني (المتعادل) :

وهو عبارة عن انقسام ميتوزي طبيعي لخلية أحادية الصيغة الصبغية(n) أي أن كل خلية من الخليتين الناتجتين من الانقسام الميوزي الأول تنقسم انقساما متعادلا إلى خليتين جديدتين، ويمر الانقسام المتعادل بالأطوار الأربعة التالية:

- الطور التمهيدي الثاني:

وهو نفسه الطور النهائي الأول، حيث تظهر الكروموزومات مرتبطة بخيوط المغزل التي تنشأ من الكويكبات.

- الطور الاستوائي الثاني:

في هذا الطور تُكون الصبغيات المنشطرة طوليا صفيحة استوائية.

- الطور الانفصالي الثاني:

ينشطر كل كروموزوم إلى كروماتيدين، وذلك في منطقة السنترومير، وبذلك تتوزع الكروماتيدات

IPN

بالتساوي على قطبي الخلية.

- الطور النهائي الثاني:

تتجمع الصبغيات قرب قطبي الخليتين، ويظهر الغشاء النووي والنويات وتزول خيوط المغزل وبذلك تتكون أربع خلايا تحتوي كل واحدة منها على n كروموزوم . تتحول هذه الخلايا إلى خلايا جنسية (أمشاج)، انظر الشكل 23.

3 - تطور كمية ال ADN اثناء الانقسام الميوزي:

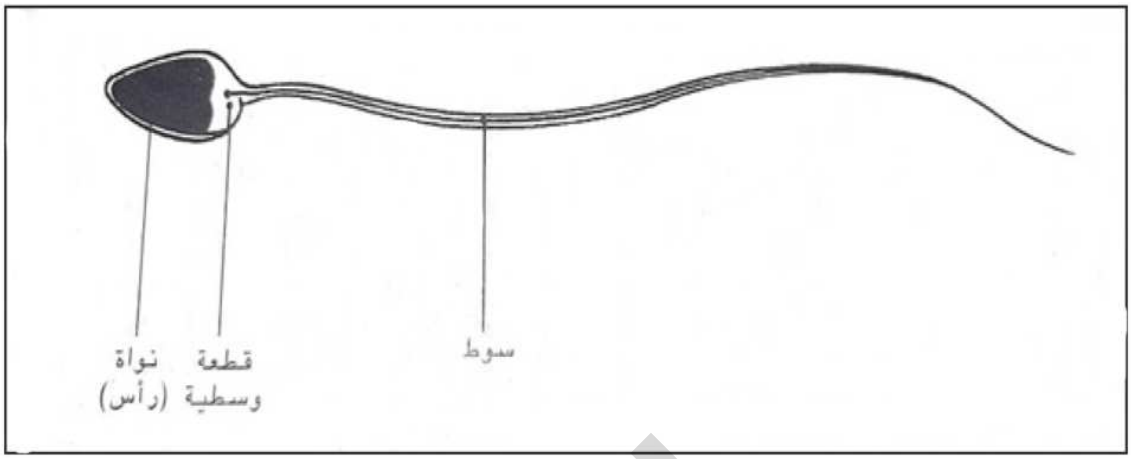
- تحليل المنحنى:

يلاحظ تضاعف كمية ال ADN من Q 2 إلى Q4 أثناء الطور البيني والحفاظ على الكمية الجديدة طيلة الطورين التمهيدي والاستوائي من الميوز الأول. تحتفظ الخلية بالكمية الأصلية Q2 طيلة الطورين التمهيدي والاستوائي من الميوز الثاني. في الطور الانفصالي الثاني تتراجع كمية ال ADN إلى النص (Q) وعليه تكون كل خلية من الخلايا الناتجة من الانقسام الميوزي بها نصف الكمية الأصلية ال ADN (الشكل24).

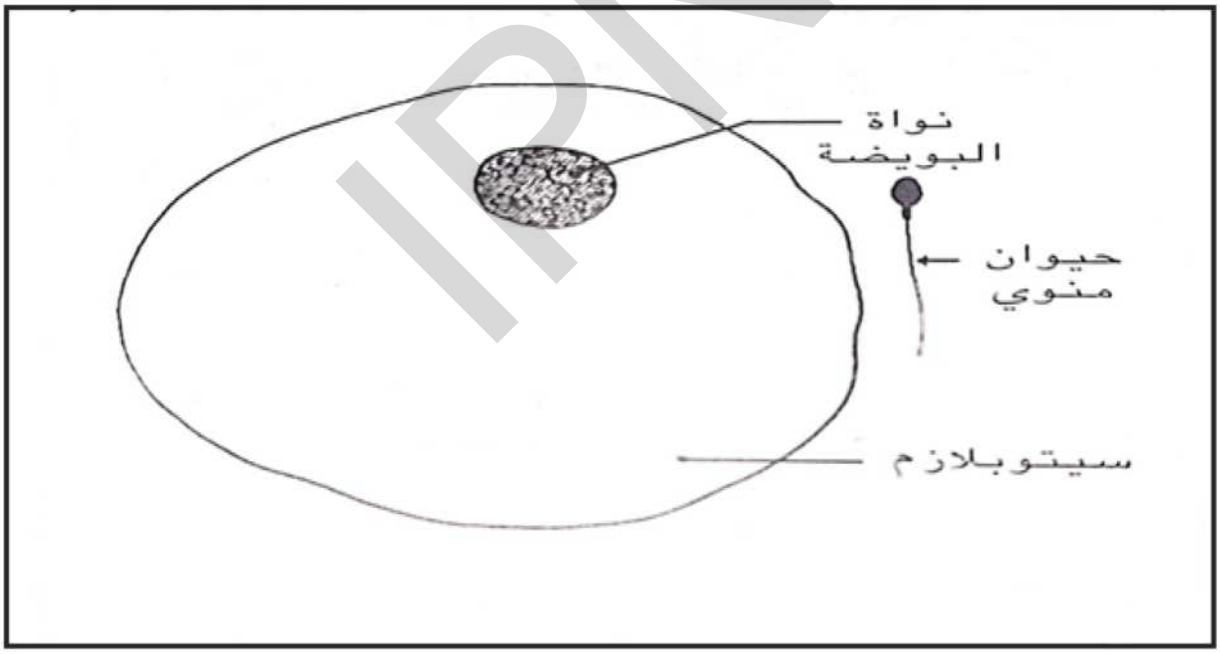
الخلاصة : يحدث الانقسام المنصف (الميوزي) في الخلايا الجنسية بغرض تكوين الأمشاج (الحيوانات المنوية والبويضات بالنسبة للحيوانات). تمر الخلية ثنائية الصيغة الكروموزومية (n2) بانقسامين متتاليين ينتج عنهما أربع خلايا أحادية الصيغة الكروموزومية (n) تحوي كل واحدة منها على نصف عدد كروموزومات الخلية الأم.

IPN

النشاط 8:

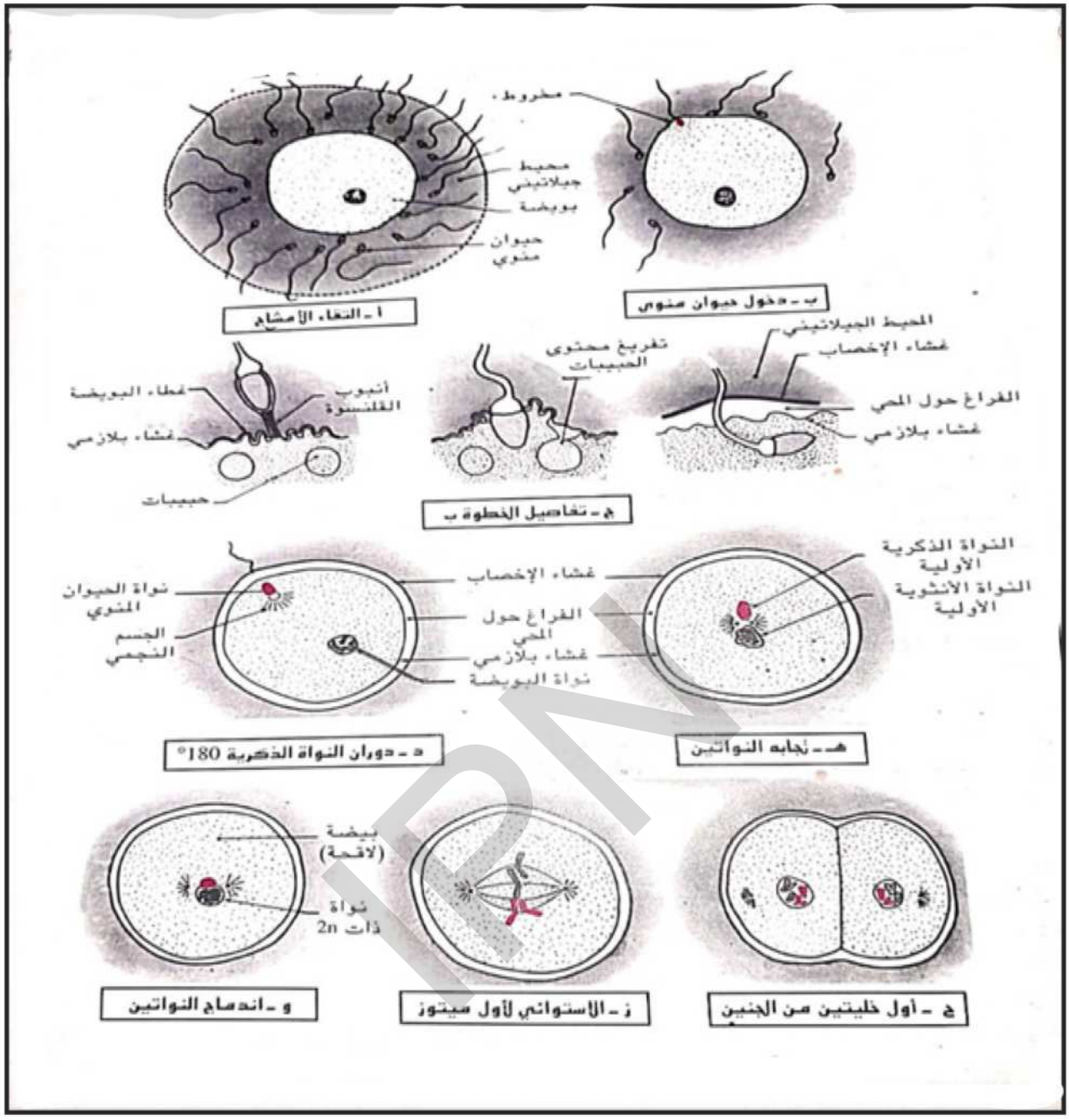


* **الشكل 25:** تركيب الحيوان المنوي لدى قنفذ البحر الشوكي



* **الشكل 26 :** البويضة في قنفذ البحر الشوكي

IPN



*** الشكل 27 : خطوات الإخصاب في قنفذ البحر (2n = 4)**

عرف كلا من: الحيوان المنوي، البويضة، الإخصاب، ثم بين مراحل الإخصاب ومدلولاته ونتائجه.

1 - الأمشاج : هي عبارة عن خلايا جنسية تنتجها الغدد التناسلية (المناسل) المتمثلة في الخصية في الذكور والمبايض في الإناث.

تنتج المناسل الذكرية الأمشاج الذكرية (الحيوانات المنوية) بينما تنتج المناسل الأنثوية الأمشاج الأنثوية (البويضات) .

2 - تعريف الإخصاب: هو اندماج مشيج مذكر (حيوان منوي) مع مشيج مؤنث (بويضة) لتكوين اللاقحة (زيجوت : zygote).

تنقسم اللاقحة عدة انقسامات ميتوزية لتكوين فرد جديد

- أنواع الإخصاب: ينقسم الإخصاب إلى نوعين:

- إخصاب خارجي: يحدث عادة في الماء لتسهيل انتقال الحيوانات المنوية إلى البويضة.

- إخصاب داخلي: يتم داخل جسم الأنثى.

3 - دراسة تجريبية للإخصاب عند قنفد البحر:

قنفذ البحر هو حيوان لافقاري من شوكيات الجلد ينتشر قرب الشواطئ.

يعتبر حيوانا مثاليا لدراسة الأمشاج نظرا لسهولة الحصول على أمشاجه؛ لأن له خمسة مناسل كبيرة يفتح كل منها بثقب شرجي إلى الخارج وهو منفصل الجنس (ذكر وأنثى) إلا أنه لا يمكن التمييز بين الذكر والأنثى من الشكل الخارجي لكن لون المنسل بعد إظهاره يمكن من التمييز إذ يميل إلى البياض في الذكر وهو برتقالي في الأنثى.

- تجربة: يحقن 1سم^3 من كلوريد البوتاسيوم (Kcl) تركيزه 50 جم\ لتر في قنفذ البحر المؤنث من خلال الغشاء المحيط بالفم تحصل على إباضة بعد دقائق قليلة فنحتفظ بالبويضات في إناء به ماء البحر، وبنفس الطريقة يمكن الحصول على الحيوانات المنوية من الذكر. يسمح خلط 7-6 قطرات من السائل المنوي المخفف بالبويضات من مشاهدة خطوات الإخصاب تحت المجهر:

■ **3 - 1** - مراحل الإخصاب عند قنفذ البحر (الشكل 27).

■ **3-1-1-** تحرر الأمشاج:

يحرر قنفذ البحر الشوكي الذكر والأنثى أعداداً كبيرة من الأمشاج في ماء البحر.

■ **3-1-2-** انجذاب الأمشاج:

تلتصق الحيوانات المنوية بكثرة على سطح الغشاء الجيلاتيني المحيط بالبويضة.

■ **3-1-3-** دخول أحد الحيوانات المنوية:

تخترق عدة حيوانات منوية غشاء البويضة الجيلاتيني لكن واحدا منها هو الذي ينجح في دخولها إذ يجذب بانتفاخ في سيتوبلازمها يعرف بمخروط الإخصاب وعندئذ تحدث ظواهر معقدة فتنتفخ القلنسوة معطية أنبوبا تتحرر منه الإنزيمات التي ستعمل على تثقيب وتحليل أغشية البويضة ، فيندمج الغشاء البلازمي للحيوان المنوي مع مثيله في البويضة ويصبح رأسه محاطا جانبيا بثنيات رقيقة جدا من سطح البويضة، تفرغ الجيبات القشرية الموجودة في البويضة محتوياتها خارجيا لتتحد مع الغطاء الخارجي (الطبقة الجيلاتينية) لتكون غشاء يحيط بالغشاء البلازمي يسمى غشاء الإخصاب، كما يتقلص سيتوبلازم البويضة بسرعة مسببا ظهور فراغ بين البويضة وغشاء الإخصاب. يمتلئ بسائل يسمى السائل حول المحي. يصحب هذه الظواهر المتزامنة تفاعلات عديدة تعرف بالتفاعلات القشرية (تأثير عدد من الإنزيمات، تبادلات أيونات الكالسيوم، تغير PH .....).

في قنفذ البحر ينقطع السوط فيدخل الرأس بما فيه المريكز (السنتريول) الأمامي والنواة ويتمزق غشاؤهما البلازمي ويدوران 180 درجة (في كثير من الأنواع يدخل الحيوان المنوي بكامله). يكون السنتريول الأمامي كويكبا.

IPN

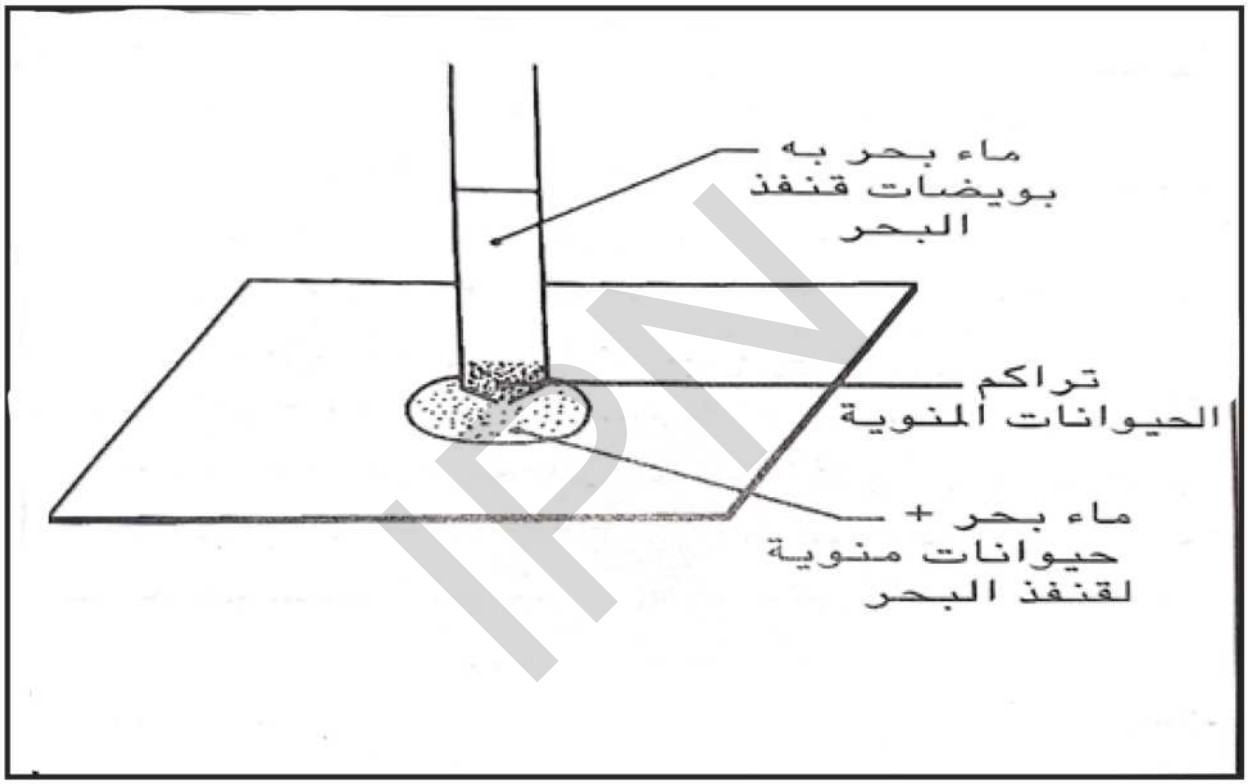
■ **4-1-3-** اندماج النواتين:

تنتفخ النواتان الذكرية والأنثوية وتعرفان بالنواتين الأوليتين، وتتجه كل منهما إلى الأخرى وكأنهما مجذوبتان بالكويكب، ثم تتحدان، في حين يتضاعف الكويكب، تمثل هذه الخطوة الإخصاب بمفهومه الحقيقي (الاندماج النووي)، عند اندماج النواتين تتجمع الكروموزومات ويبدأ أول انقسام ميتوزي للاقحة فتعطي بسرعة خليتين ثم تتوالى الانقسامات الميتوزية فتؤدي إلى تكوين جنين عديد الخلايا يتحول إلى يرقة ثم قنفذ بحر جديد في النهاية.

4 - فسيولوجية الإخصاب:

■ **4-1- تجاذب الأمشاج:**

تجربة للي (Lilli) 1913 (الشكل 28) :



* **الشكل 28 :** تجربة للي (Lilli)

يبدو من التجربة أن سائل البويضة يجذب الحيوانات المنوية إليه، وبالفعل فإن السائل يلعب دوراً ثلاثيا هو تنشيط وجذب والتصاق الحيوانات المنوية، تعرف هذه الظاهرة بالانجذاب الكيميائي. إذ أن البويضة تفرز في الوسط مواد جاذبة تعرف بمخصبات البويضة تؤثر بكميات ضعيفة (1 مبلغ\2500 لتر من الماء) كما تفرز الحيوانات المنوية مخصبات مكملة عند ما تتفاعل مع مثيلاتها المؤنثة ينتج عند ذلك تعارف بين أمشاج النوع الواحد. فالمخصبات إذا نوعية لا يؤثر مخصب نوع معين على الأنواع الأخرى.

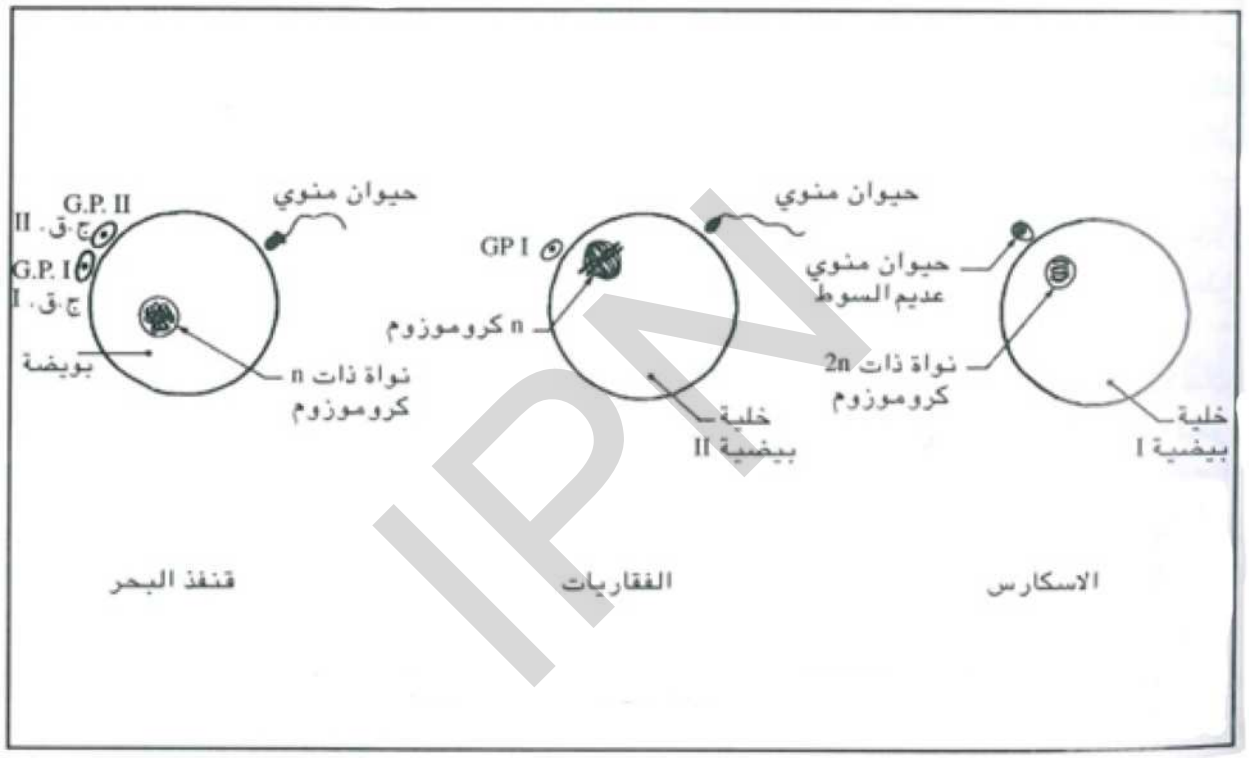
■ **4 - 2** انفرادية الحيوان المنوي المخصب :

يجب على الحيوانات المنوية أن تقطع الحواجز المتمثلة في المخاطية المحيطة وغشاء البويضة وهذا ما تؤمنه القلنسوة بواسطة إنزيماتها المحللة ومن بين آلاف الحيوانات

IPN

المنوية المحيطة بالبويضة ينجح واحد فقط عن طريق الصدفة في الوصول إلى البويضة وتخصيبها وتتلاشى البقية. فالبويضة يخصبها حيوان منوي واحد وواحد فقط وهذه القاعدة عامة في عالم الأحياء هي التي تعرف ب (انفرادية الحيوان المنوي المخصب)، يرتبط منع الحيوانات المنوية الأخرى من الاختراق البويضة بالتغيرات التي تحدث على سطحها.

الانقسام الميوزي لا يتم دائما قبل عملية الإخصاب ففي الفقاريات مثلا يتوقف الانقسام المتعادل في طوره الاستوائي و لا يتم تكوين الكرية القطبية الثانية إلا بعد دخول الحيوان المنوي. وفي الاسكارس لا يبدأ الميوز إلا بعد دخول الحيوان المنوي وعليه فالكريتان القطبيتان تتكونان بعد دخوله. أما في قنفذ البحر فتكون البويضة جاهزة قبل دخول الحيوان المنوي، بمعنى أن الكريتين القطبيتين تكونتا قبل ذلك (الشكل 29).



*** الشكل 29 الأنماط الثلاثة من الأمشاج المؤنثة عند الإخصاب**

■ 4 - 3 - يقظة البويضة الفسيولوجية :

تعيش البويضة قبل إخصابها في حالة كمون تسمى الحياة البطيئة ويُسبب دخول الحيوان المنوي زيادة في نشاطها الأيضي تعرف باليقظة الفسيولوجية وتتمثل في إفراز السائل حول المحي وتكوين غشاء الإخصاب وزيادة الشدة التنفسية (الشدة التنفسيه للبويضة المخصبة في قنفذ البحر تساوي 6 أضعاف الشده قبل الإخصاب) وعودة نفاذية الغشاء إلى حالتها الطبيعية.

■ 4 - 4 - فترة حياه الأمشاج:

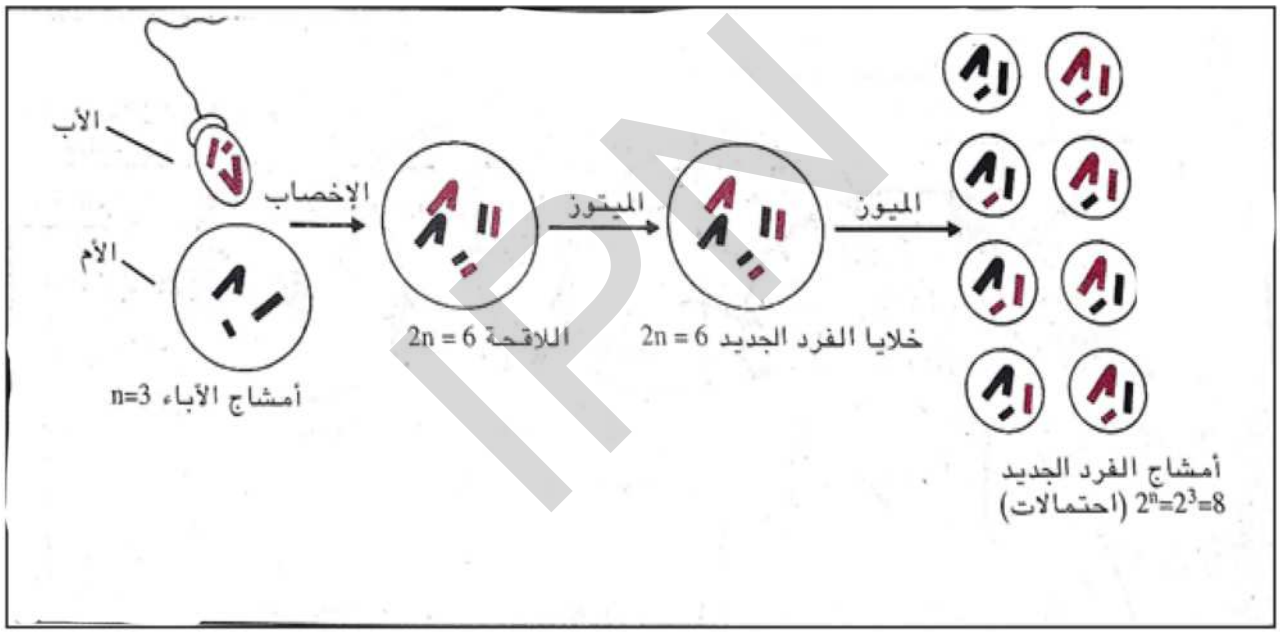
باستثناء حالات خاصة فإن حياة الحيوان المنوي خارج المسالك التناسلية للأنثى لا تتجاوز بضع ساعات، أما داخل المسالك التناسلية الأنثوية فتكون أطول نوعا ما وتتفاوت من عدة ساعات (6 ساعات عند الفأرة) إلى عدة أيام (5 -6 عند الفرس و3-2 عند المرأة). أما البويضة فلها فترة حياة قصيرة بالنسبة للحيوان المنوي سواء كانت تلقى في الخارج أو تبقى في

المسالك التناسلية ويتفاوت عمرها من بضع ثوان إلى بضع دقائق في الحيوانات المائية ولا تتجاوز24 ساعة بعد الإباضة عند الثدييات (4-2 ساعة عند الفرس، 24 ساعة عند المرأة).

5 - مدلول الإخصاب والميوز (الخلط الكروموزمي):

- يضمن الانقسام الميوزي الانتقال من الحالة الثنائية إلى الحالة الأحادية، ولا تتعرض جميع خلايا الجسم لهذه الظاهرة، بل تتعرض لها خلايا خاصة تعرف بالخلايا المنشئة (أمهات الأمشاج). أما بقية خلايا الجسم فهي ثنائية الصيغة الصبغية دائما وتسمى الخلايا الجسمية (لا تتعرض إلا للانقسام الميتوزي).

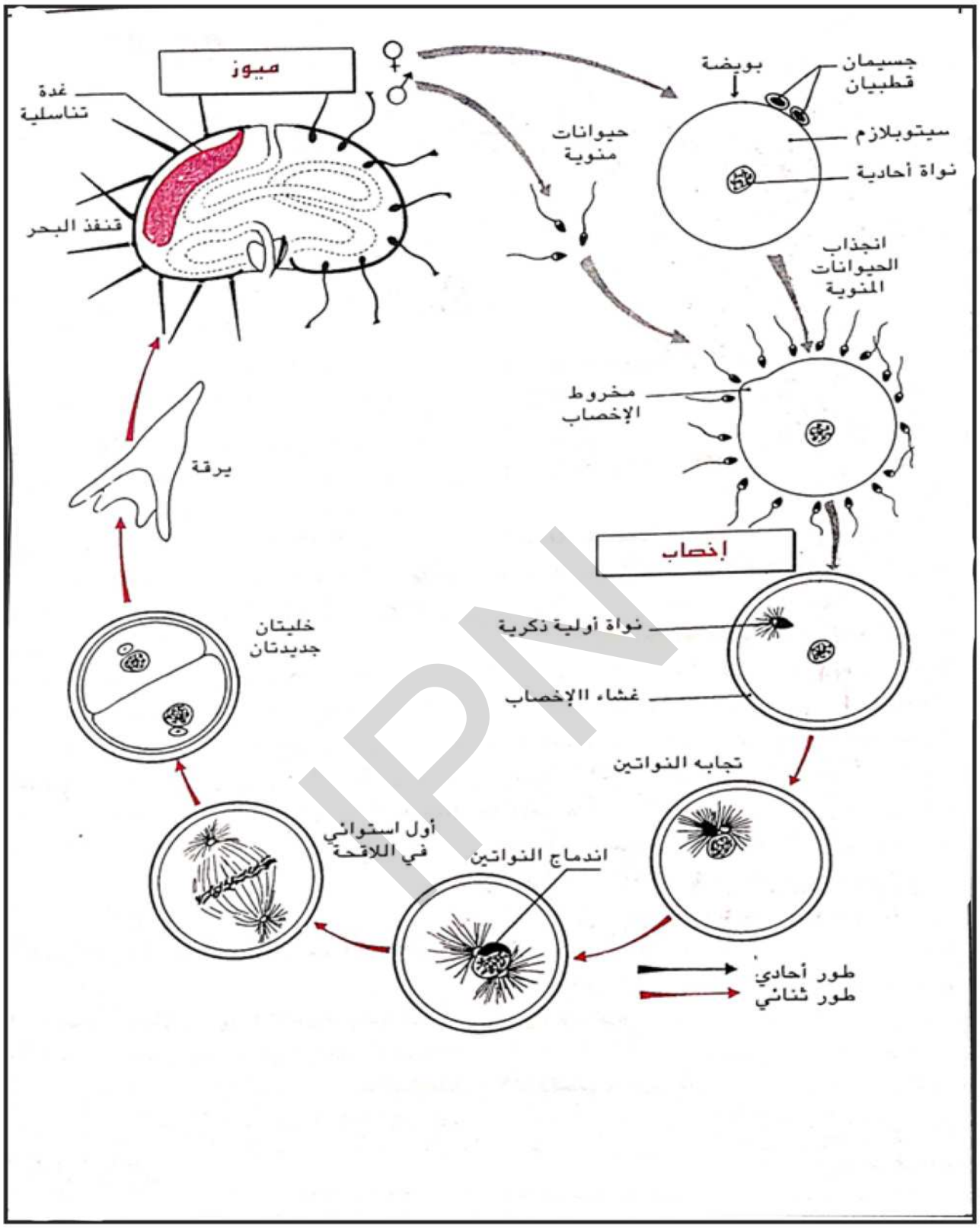
- الطور الانفصالي من الاختزال تتوزع الكروموزومات الأبوية والأمية عن طريق الصدفة إذ تتقابل السنتروميرات على جانبي الخط الاستوائي للخلية بصفة عشوائية ولهذا تكون المجموعات الكروموزومية المهاجرة إلى الأقطاب مكونه غالبا من خلط كروموزوم أبوي وأمي ويكون عدد التراكيب المحتملة كبيرا جدا ويساوي2^n حيث (n=عدد الأزواج الكروموزومية)، ففي الإنسان مثلا $2^n = 2^{23} =$ 8388608 نوعا ممكنا من الأمشاج ومن ذلك يتضح أن الانقسام الميوزي يضمن خلطا بينيا للكروموزومات (الشكل 30).



* **الشكل 30 :** الخلط البيني للكروموزومات عند تكوين الأمشاج

6 - الدورة الكروموزومية ودورة الحياة لدى قنفذ البحر :

من تتبع دورة حياة قنفذ البحر يمكن استنتاج أن خلاياه الجسمية ثنائية الصيغة الكروموزومية وأن أمشاجه أحادية الصيغة الصبغية , فالطور الثنائي سائد على الطور الأحادي فالدورة الكروموزومية ثنائية (الشكل31).



*** الشكل 31 : الدورة الكروموزومية و دورة الحياة لدى قنفذ البحر**

الخلاصة: الإخصاب: هو اندماج مشيج مذكر (حيوان منوي) مع مشيج مؤنث (بويضة) لتكوين اللاقحة (zygote)، تنقسم اللاقحة عدة انقسامات ميتوزية لتُعطي فرداً جديداً. في الطور الانفصالي من الاختزالي تتوزع الكروموزومات الأبوية والأموية عن طريق الصدفة إذ تتقابل سنتروميرات الكروموزومات على جانب الخط الاستوائي للخلية بصفة عشوائية وبالتالي تهاجر هذه الكروموزومات في الطور الانفصالي إلى قطبي الخلية مكونة غالبا من خلط كروموزومي أبوي وأمي ويكون عدد التراكيب المحتملة كبيرا جدا و يساوي 2^n (حيث n = عدد الأزواج الكروموزومية) و هذا ما يعرف بالخلط البيني للصبغيات. قد يحدث تبادل لأجزاء من الكروماتيدات غير النظيرة أثناء الطور التمهيدي الأول يؤدي هو الآخر إلى ظهور صفات جديدة تزيد من احتمال التنوع الوراثي تعرف هذه الظاهرة بالخلط الكروموزومي الداخلي (عبور).

IPN

لتعميق المعارف

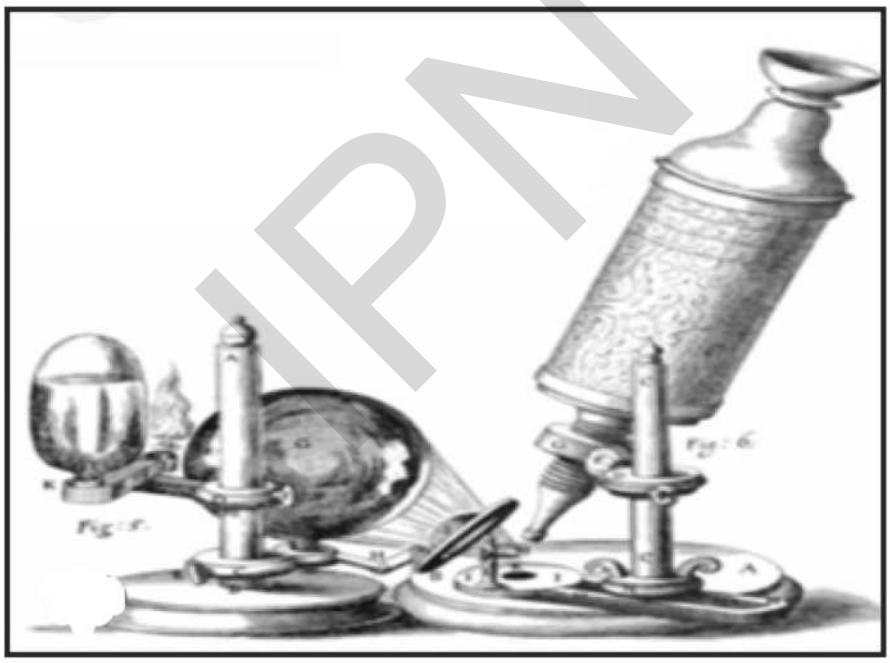
الملحـق 1

1 - الخلية وحياتها :

مقدمة تاريخية اكتشاف المجاهر والحديث عن الخلية:

لقد انتشرت في نهاية القرن السادس عشر طريقة جديدة (الطريقة الضوئية = استخدام العدسات المكبرة) لاكتشاف الأجسام المتناهية في الصغر، ويعتبر الهولندي زكرياء جانسن صاحب السبق في هذا الميدان فهو مكتشف المجهر المركب من عدة عدسات وذلك عام 1580 ، فقام بعده فان ليفن هوك عام 1632 بفحص بعض الخلايا الحية (كريات دم السمك، حيوانات أولية، جراثيم) لكنه لم يستطع تفسير مشاهداته.

قام الفيزيائي الإنكليزي روبيرت هوك (Robert Hooke) عام 1965 بتركيب مجهر (الشكل1) ثم استخدمه في فحص قطاعات مختلفة، وقام في كل مرة برسم مشاهدته، ومن أهم الرسومات التي حفظت له قطاعات في نبات الفلين وصفها بأنها مجموعة من الوحدات المتجاورة.



* **الشكل 1 :** المجهر المستخدم من طرف ليفن هوك

ثم سمى هذه الوحدات بالخلايا (Cellules من أصل لا تيني :Cellula) أي حجيرات تشبه خلايا النحل.

لقد أكد عالما الطبيعة اجرو (Grew) وملبيجي(Malpighi) هذه المعطيات بعد هوك بعدة سنوات لكنهما لم يستغلاها أكثر منه وإنما اعتبرا الجدار الخارجي هو مكون المادة النباتية كما كان يعتبر هوك وليس المحتوى الخلوي المجهول آن ذاك.

لم تتطور هذه الدراسات أثناء القرن الثامن عشر بل نسي اسم الخلية وعادت لمدة قرن ونصف على الأقل إلى الغموض الذي كان يكتنفها.

اكتشاف الخلية كوحدة حقيقية لبناء الكائن الحي.

IPN

لم يبدأ استغلال المشاهدات التي تمت في القرن السابع عشر إلا في مطلع القرن التاسع عشر، حيث كان عالم النبات الفرنسي دوتروشي (Dutrochet) أول من جزم عام 1824 أن الخلية هي الوحدة الحقيقية لبناء الكائن الحي فقال: «لقد رأينا أن هذه الكائنات (النباتات) كانت مؤلفة كلها إما من خلايا أو من أعضاء ناشئة من الخلايا...».

ولم يكن عمل دوتروشي مقنعا على مستوى الحيوانات، فلقد اكتفى بمقارنة الخلية الحيوانية مع النباتية على مستوى الغلاف الخارجي فقط فوصف غلاف الخلية الحيوانية بأنه ليس جدارا واضحا كما يظهر لدى الخلايا النباتية. طور تشيلدن (Schleiden) هذه المقارنة عام 1838 ثم طورها شوان (Schwann) بعده بسنة فنشر أبحاثه المجهرية عام 1839 حول التطابق بين الخلية النباتية والحيوانية من حيث البنية العامة وطريقة النمو.

لقد تزامن مع هذا البحث الذي تناول الخلية كوحدة مجملة الاهتمام بالمحتوى الخلوي فوصف روبيرت ابراون (Robert Brown) عام 1831 حويصلة داخل الخلية بأنها عائقة لمسار الأشعة الضوئية أكثر من الغلاف الخلوي (أعتم منه) وجزم بوجودها في جميع خلايا النباتات السحلبية (Orchidée) فسماها بالنواة ثم وصف افلكس دوجاردين (Fe-lix Dujardin) بعده بقليل (1835)، أثناء بحثه حول الحيوانات الأولية محيط النواة الخارجي بأنه مادة حبيبية وأطلق على هذه المادة اسم «الساركود» ولكن فون موهل (Von Mohl) أحل محل هذا المصطلح (1840) كلمة »ابروتوبلازم« التي ما تزال مستعملة.

في ذلك العهد كان اتشلرن وشوان يعتقدان خطأ أن كل خلية تنشأ داخل كتلة هلامية غير متمايزة أطلقا عليها اسم سيتوبلازم (الكتلة المنشئة للخلية) إلا أن نيجلي (Neageli) أثناء دراسة على النبات (1844-1841) ورمارك (Remak) أثناء دراسة على الحيوان (.1855) رفضا هذا المفهوم وأثبتا أن خلايا كل جسم ناشئة من الخلايا الجنينية لهذا الجسم بانقسامات متتالية.

ساند فيرشو (Virchow) هذه الفكرة ولخصها عام 1855 بقوله: «كل خلية ناشئة من خلية أم»: (Omins cellula a cellula).

وفي الربع الأخير من القرن التاسع عشر، قام استراس بورجي (Strasburger 1875) وفان بندن (Van Beneden 1889) من بين باحثين آخرين بتحديد تدريجي لوصف انقسام النواة الذي أطلق عليه شلشير (Schleicher) اسم الانقسام النووي و افليمينج (Flemming) اسم الميتوز ، ثم اكتشف فان بندن لدى الحيوان في نوع خاص من الخلايا نوعا من الانقسام النووي أطلق عليه اسم الميوز واكتشف هذا الانقسام من طرف جينيار (Guignard) عام 1883 في خلايا خاصة كذلك من النبات.

لقد أثبت ستون (Sutton 1902) وجود سلوك منتظم للمادة النووية التي سميت قبله بالأجسام القابلة للتلوين: كروموزوم (من طرف علماء الخلية) وبالعوامل (من طرف علماء الوراثة) مؤسسا بذلك علم الوراثة الخلوي. استنفدت قدرات المجهر الضوئي تقريبا منذ نهاية القرن التاسع عشر، ثم استغلت بالتنسيق مع تقنيات أخرى لاستجلاء حقيقة الخلية من الوجهتين التركيبية والنشاطية.

ولكن اكتشاف وسائل ضوئية أكثر تطورا في هذا القرن (تحسينات المجهر الضوئي، مثل اختراع المجهر المتباين الأطوار 1934 واختراع المجهر الإلكتروني 1938) دفع بدراسة التركيب الخلوي شوطا بعيدا، فمنذ 1950 وضعت تقنية إلكترونية لفحص الخلايا ومكوناتها فاستجلى بذلك التركيب الدقيق لمكونات الخلية، وساهم ذلك في تكوين مفهوم جديد عن نشاط الخلية ثم ساهم استخدام اكلود لتقنية الفصل التفاضلي لجزيئات الخلية عن طريق قوة الطرد المركزي في إزالة الحواجز الذهنية بين مورفولوجيا الخلية (تركيبها)، والكيمياء الحيوية وذلك لصالح دراسة أعمق للمادة الحية التي تعتبر تكرارا لهذا السر الذي كان مخبأ (الخلية).

IPN

1.1- تركيب الخلية وطرق دراستها.

1.1.1- تركيب الخلية من خلال المجهر الضوئي،

1- المجهر الضوئي (العادي) :

أ) تركيب المجهر الضوئي: يمكن اختصار مكونات المجهر في ثلاث مجموعات أساسية:

- جهاز إضاءة ويشمل في الغالب:

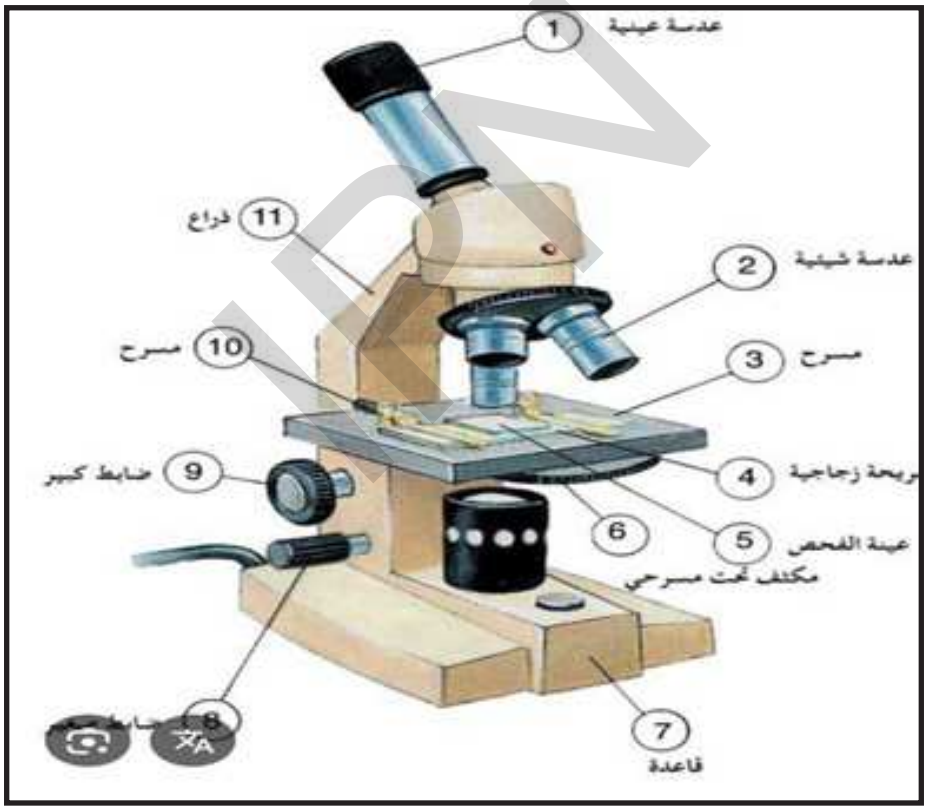
- منبعا ضوئيا منتظم الإضاءة.

- مرآة عاكسة للأشعة الضوئية نحو الجسم المنظور.

- جهاز عدسي موال للعين يسمى العدسة العينية، يتكون هذا الجهاز من نظام أحادي أو ثنائي العدسات العينية ويعمل كعدسة مكبرة.

يجمع الجهازين العدسيين أنبوب يعرف بالأنبوب الجسدي يرتبط بجهاز الإضاءة بواسطة ذراع مكيف لحركة الأنبوب إلى أعلى وإلى أسفل لتغيير المسافة المحرقية.

يحمل الذراع منضدة حاملة للجسم المنظور، تعرف بالمسرح ومجموعة من الأزرار هي ضوابط المسافة. (الشكل 2).



* **الشكل 2 :** تركيب المجهر الضوئي

ب) مبدأ عمل المجهر الضوئي: يستخدم المجهر الضوئي الأشعة الضوئية التي تمر بالجسم المنظور لتتحكم العدسات المجهرية في مسارها بعد ذلك تبعا للقوانين الضوئية فتتكون صورة الجسم بين العدسة الجسيمية والعدسة العينية أي داخل الأنبوب الجسدي للمجهر.

يعمل هذا المجهر بموجات الضوء المرئي أي الموجات التي يتراوح طولها ما بين 0,4و 0,8 مكرون ولا تتجاوز قوة تكبيره 1500 مرة أي أن قوة الفصل لديه لا تتجاوز 0,2 ميكرون في الحالة المثلى.

توجد الآن عدة أنواع من المجاهر الضوئية لها نفس التركيب ومبدأ العمل الأساسيين للمجهر العادي إلا أنها تختلف باختلاف التحسينات التي أجريت عليها، ومن أهم هذه الأنواع: المجهر المتباين الأطوار – المجهر المستقطب للضوء (مجهر عاد مزود بمطياف ضوئي).

2- تركيب الخلية والدراسة العلمية

مشاهدة بعض الخلايا من خلال المجهر الضوئي.

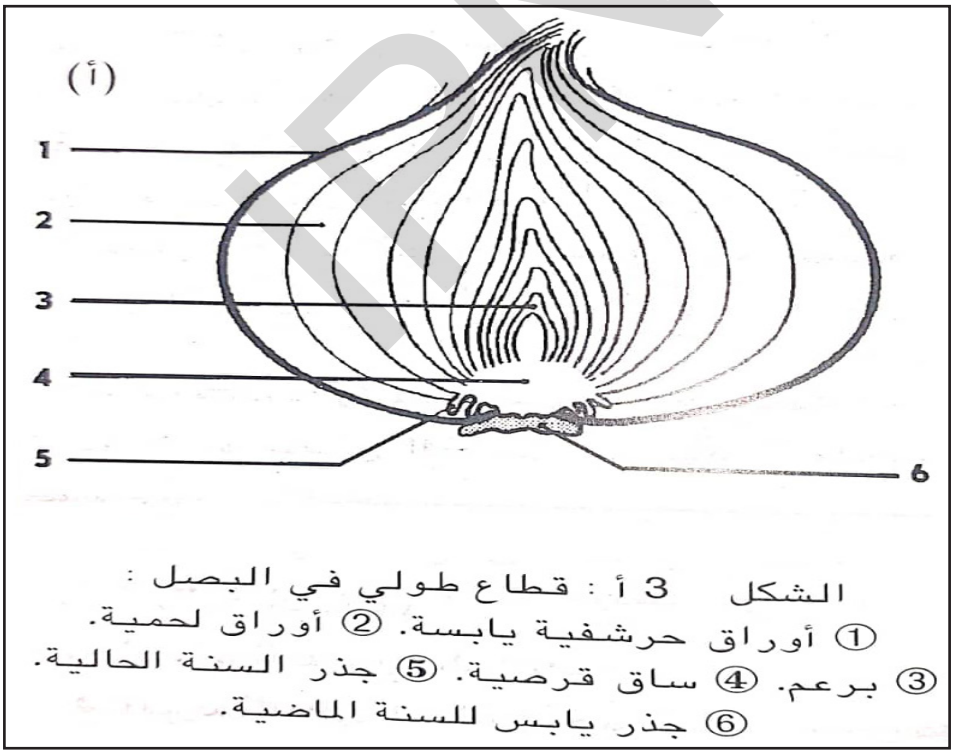
أ) الخلايا النباتية.

1) العلاج الحيوي (الشفاف).

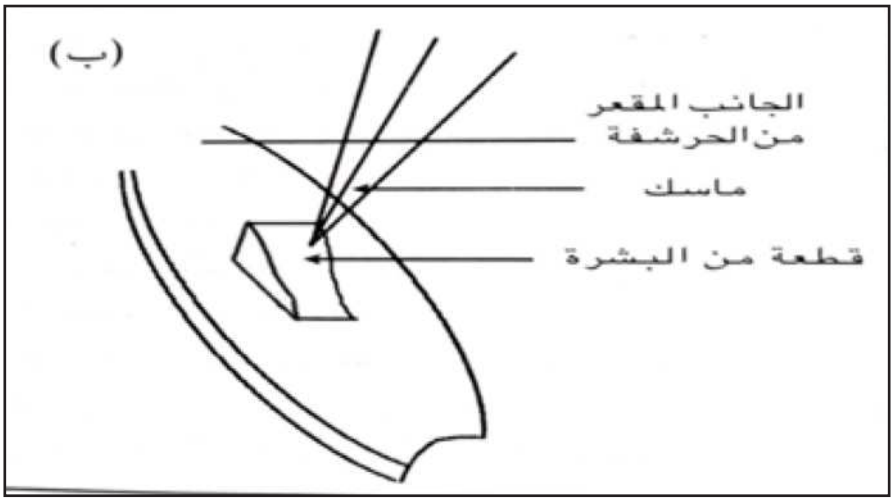
بشرة البصل: عند أخذ قطاع طولي في بصلة يلاحظ أن ساقها قصيرة جدا (ساق قرصية) تتفرع منها جذور عرضية ومجموعة من الأغلفة يلتحم بعضها ببعض هي قواعد الأوراق التي تيبس الخارجية منها وتتكاثف المدخرات في الداخلية مكونة أوراقا لحمية.

يوجد في مركز القطاع برعم مغطى بأغشية دقيقة (الشكل 3أ).

نختار ورقة داخلية من الأوراق اللحمية وينزع من جانبها الداخلي المقعر شريط دقيق من بشرتها للملاحظة (الشكل 3 ب)، ثم يجزأ هذا الشريط إلى قطع تصل مساحتها بضعة ملمترات مربعة ويوضع كل قطاع على شريحة زجاجية بعد أن توضع القطاعات في الماء لصيانتها من الجفاف.



الشكل 3 أ : قطاع طولي في البصل :
① أوراق حرشفية يابسة. ② أوراق لحمية.
③ برعم. ④ ساق قرصية. ⑤ جذر السنة الحالية.
⑥ جذر يابس للسنة الماضية.



*** الشكل 3 ب : انتزاع قطاع من بشرة البصل**

بعد وضع القطاع على الشريحة محاطا بالماء يوضع عليه غطاء زجاجي رقيق وهنا ينبغي الحذر من دخول الهواء بين الشريحة الزجاجية وغطائها، وفي النهاية يجعل التحضير على مسرح المجهر ليبدأ الفحص بـ:

- القوة الصغرى: عندما تكون العدسة العينية المستخدمة تكبر الجسم عشر مرات (10 x) والعدسة الجسمية تكبره عشرين مرة (20 x) مثلا تكون قوة التكبير الناتجة عن هذا الفحص أي أن الجسم ظهر أكبر 200 مرة من حجمه الحقيقي.

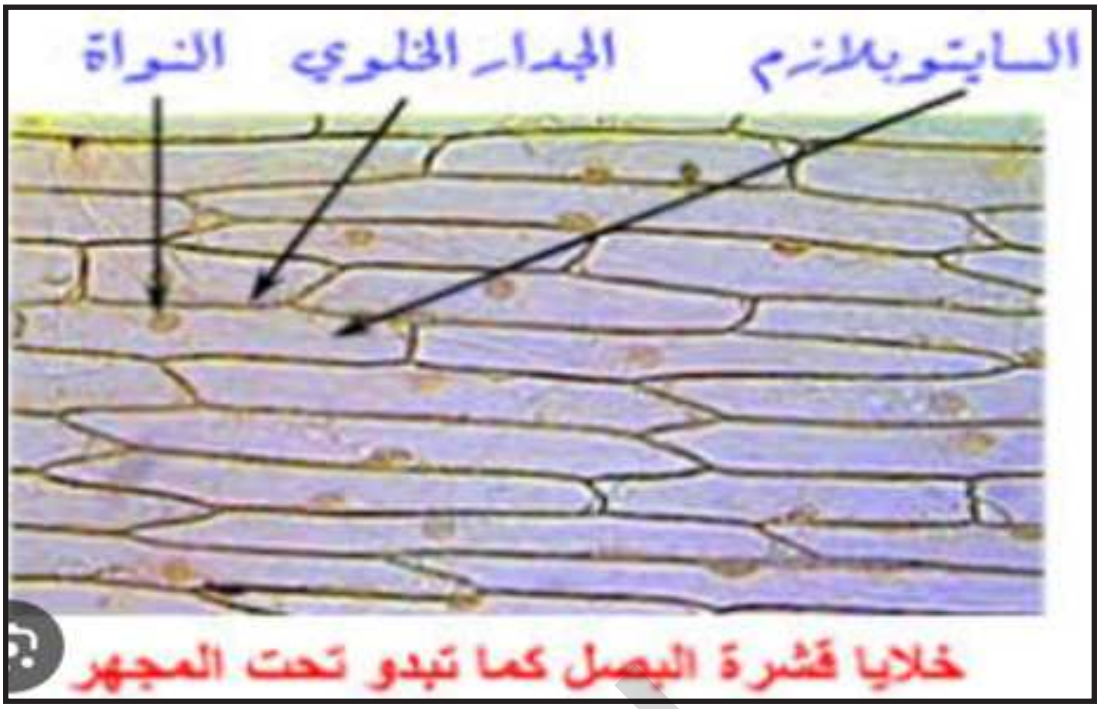
تظهر بشرة البصل عندئذ مكونة من مجموعة من العناصر مستطيلة الشكل تقريبا يصل طولها حوالي 200 - 300 ميكرون وعرضها حوالي 30 – 50 ميكرون (الشكل 4 أ).

*** الشكل 4 أ :** بشرة البصل منظور دون تلوين

تشبه هذه الوحدات الواضحة في هذا الشكل تلك التي لاحظها روبيرت هوك في قطاعات الفلين والتي سماها بالخلايا إلا أن محيط هذه الخلايا واضح جدا هنا؛ فهو سميك ويظهر مؤلفا من طبقتين قاتمتين تفصلهما طبقة شفافة.

- القوة الكبرى: يدار قُرصا المجهر الحاملان للعدسات العينية والعدسات الجسمية حتى تقابل العين عدسة قوتها 20 x مثلا، ثم تقابل الجسم عدسة قوتها 20 x مثلا، فتصبح قوة تكبير

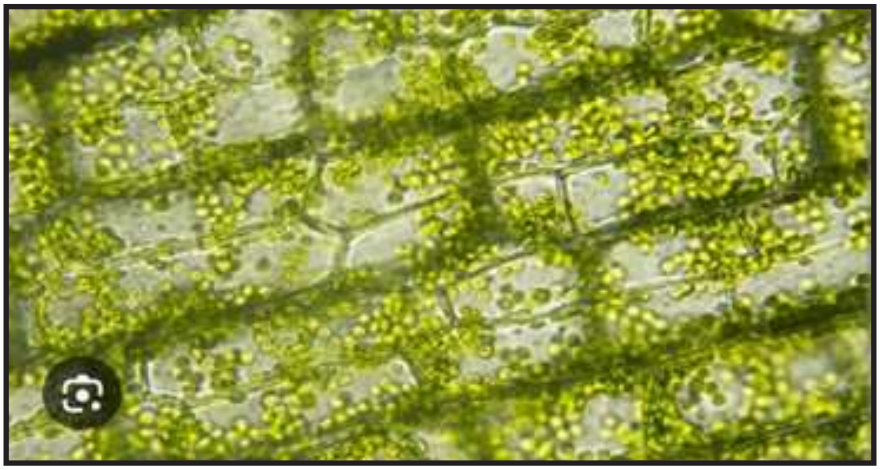
الجسم: قوة التكبير 20 x 20 = 400 x = .



* **الشكل 4 ب:** قطاع في بشرة البشر مفحوص دون تلوين بالقوة الكبرى

ويستحسن أن يكون القطاع محاطا بقطرة من محلول السكروز 6% لتكون الخلايا في وسط حيوي ملائم، وعندئذ يظهر داخل الخلايا تركيب أقتم من محيطه، حبيبي القوام يشبه الحويصلة التي لاحظ روبيرت ابراون 1831 وسماها النواة (الشكل 4 ب). ثم يزاد التكبير بأن تستخدم عدسة عينية تكبيرها 50 x وعدسة جسمية تكبيرها 30 x (قوة التكبير 50 x 30 = 1500 x =) فيتضح أطار الخلية أكثر، وتظهر به انقطاعات أو ثقوب، وبما أن هذا الجدار يتكون أساسا من السليلوز فإنه يعرف بالجدار السليلوزي. يظهر هذا الجدار لأول وهلة وكأنه موحد بين الخلايا المتجاورة ولكن دقة الملاحظة تظهر ثلاث طبقات لدى الجدار البين خلوي: قاتمتين مواليتين للمحيط الخلوي وشفافة وسطى. وقد أثار هذا التباين الضوئي فكرة التباين الكيميائي لتركيب الغلاف الخلوي، وقد وصلت الدراسة الكيميائية لهذا الغلاف إلى أن الطبقة الشفافة الوسطى تتكون من سكر مركب (البكتين) والطبقتين القاتمتين مكونتان من السليلوز (سكر عديد كذلك). تظهر النواة في التحضير السالف الذكر واضحة (قطرها حوالي 10 – 15 ميكرون)، وهي محدودة بمحيط يعرف بالغلاف النووي. قد تظهر داخل النواة في بعض التحضيرات (الشكل 4 ب السابق) جسيمات لامعة أو قاتمة أكثر (حسب التحضير) تعرف بالنويات. وعند ضبط المجهر أكثر تنتشر حبيبات في المحيط الخلوي (كانت متجمعة في زوايا التحضير) على هيئة طبقة حبيبية هي السيتوبلازم. يظهر الفحص الغض لتحضير من بشرة أوراق نبات أخضر حبيبات، لونها أخضر، ولذا تعرف بالبلاستيدات الخضراء. تظهر هذه الجسيمات بصفة واضحة في النباتات المائية، مثل الألوديا والنباتات الحزازية (الشكل 5).

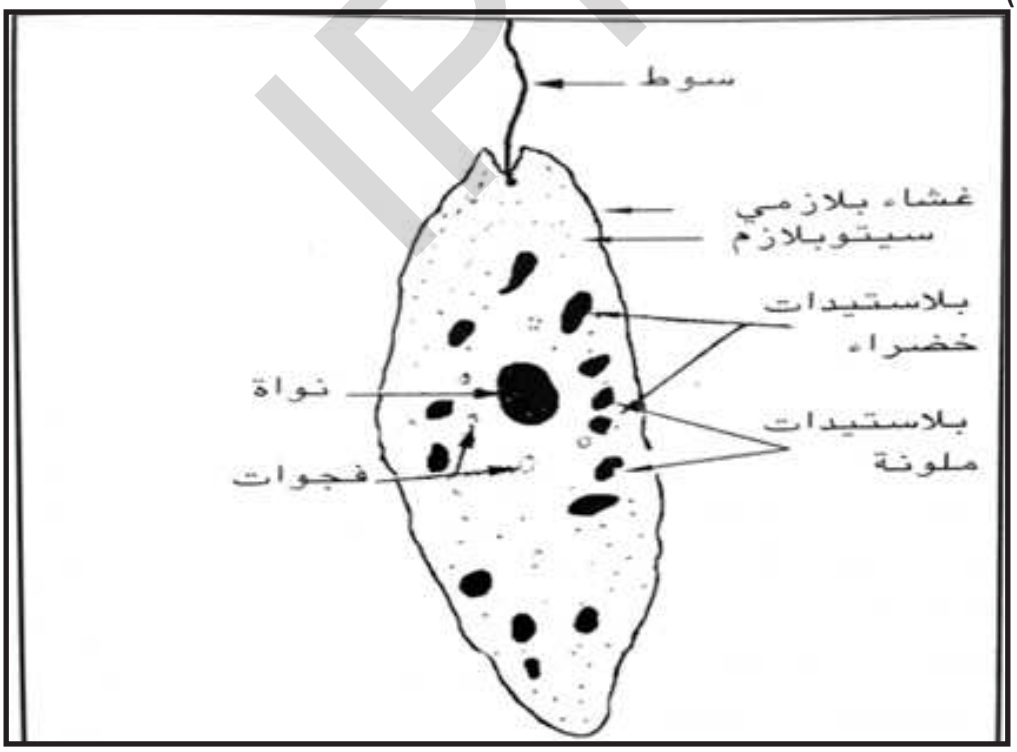
IPN



* **الشكل 5:** البلاستيدات الخضراء في خلية من نبات حزازي

قد تظهر البلاستيدات في النباتات الأولية ففحص قطرة من ماء المستنقعات يمكن من ملاحظة مجموعة من الخلايا النباتية، قد تكون منتظمة على شكل خيط، وتظهر بها البلاستيدات على هيئة حلزون كما في طحالب السيبروجيرا أو تظهر الخلايا منفردة مغزلية الشكل تقريبا يحمل أحد طرفيها سوطا تصعب مشاهدته.

تملأ هذه الخلايا حبيبات كروية الشكل تقريبا تتخللها فجوات قد تبدو هذه الحبيبات خضراء (بلاستيدات خضراء) أو حمراء (بلاستيدات ملونة)، وتسمى هذه الخلايا الأخيرة طحلب اليوجلينا (الشكل 6).



* **الشكل 6 : البلاستيدات الخضراء و الملونة في طحلب اليوجلينا**

3) العلاج المميت للخلايا (التثبيت) يتمثل التثبيت في قتل الخلية دون تغيير في نظام تركيبها، أو تثبيت مكوناتها (تثبيط نشاطها) ويمكن استخدام مثبتات مختلفة من أمثلتها: ماء اليود

IPN

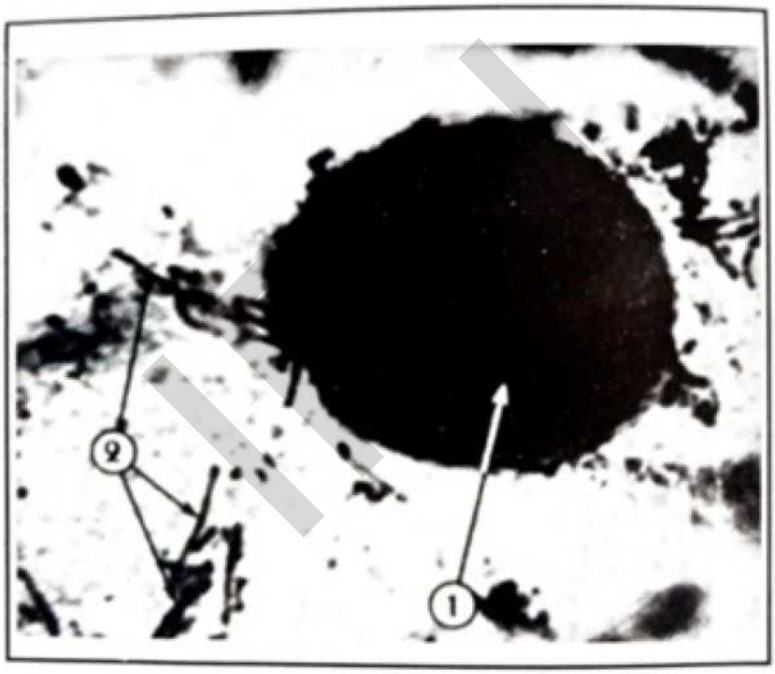
المركز (4 جرام من اليود + 6 جرام من يوديد البوتاسيوم مذابة في 100 سم^3 من الماء المقطر)، يعمل هذا المحلول كمثبت وملون في نفس الوقت (يلون بعض المركبات باللون الأصفر).

توجد طريقة أخرى للتثبيت تحافظ أكثر على تركيب المكونات الهشة، مثل العلاج بفورمول زينكر. ويحصل عليه بإذابة:

- 1 جرام من كبريتات الصوديوم.
- 5 جرام من بكلوريد الزئبق.
- 2.5 جرام من بكرومات البوتاسيوم.
- 10 سم^3 من الفورمول المعادل (10%).

في 100 سم^3 من الماء المقطر.

وبعد ساعة من ترك القطاعات في هذا المثبت تحول إلى محلول مشبع من بكرومات البوتاسيوم، وعندئذ يمكن فحص التحضير دون تلوين فتشاهد عضيات منحنية قليلا طولها من 5 إلى 15 ميكرون، وعرضها حوالي 1.5 ميكرون، (الشكل 7).



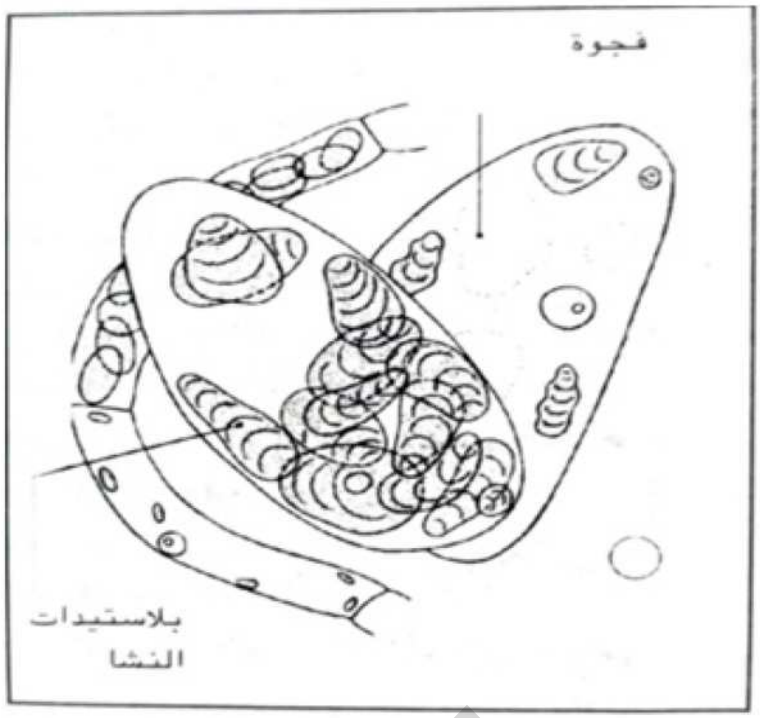
*** الشكل 7 : المتوكندريا في خلية من البصل مثبتة بمفورمول زينكر 1 النواة 2 عضيات ميتوكوندرية**

تعرف هذه العضيات بالميتوكندريا.

يمكن أن يلون هذا التحضير كذلك بأزرق التولوين (بتركيز 10/1 ولمدة نصف ساعة) فيلاحظ أن هذه العضيات تتقبل هذا المحلول دون غيرها من المكونات الخلوية.

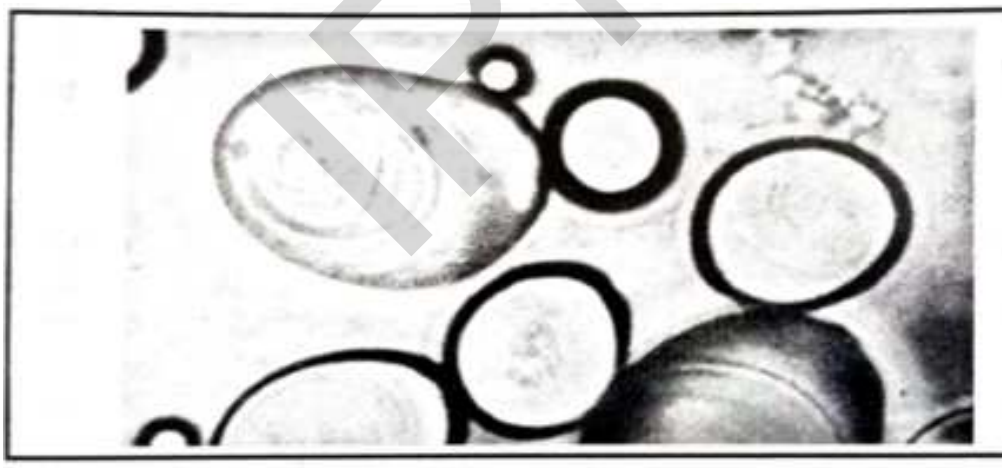
* نبات الموز: عند أخذ عينة تحت قشرة الموز بحافة سكين مثلا وسحقها برفق في ماء اليود بين شريحة زجاجية وغطائها، ثم فحص التحضير تظهر أنوية خلاياها بلون مصفر وتشاهد حبيبات متطاولة سابحة في السيتوبلازم قد لونها ماء اليود بلون أزرق قاتم (مائل للسواد).

تعرف هذه الجسيمات بحبيبات النشا التي تصنعها بلاستيدات النشا (أميلوابلاست أو البلاستيدات عديمة اللون) كما في (الشكل 8 ا).



*** الشكل 8 أ : بلاستيدات النشا في خلايا قشرة الموز معالجة بماء اليود.**

بزيادة قوة التكبير تتضح هذه الحبيبات أكثر وتظهر بها دوائر تتناقص أقطارها كلما اقتربت من المركز، تمثل هذه الدوائر المراحل المتدرجة لنمو حبيبات النشا (الشكل 8 ب).



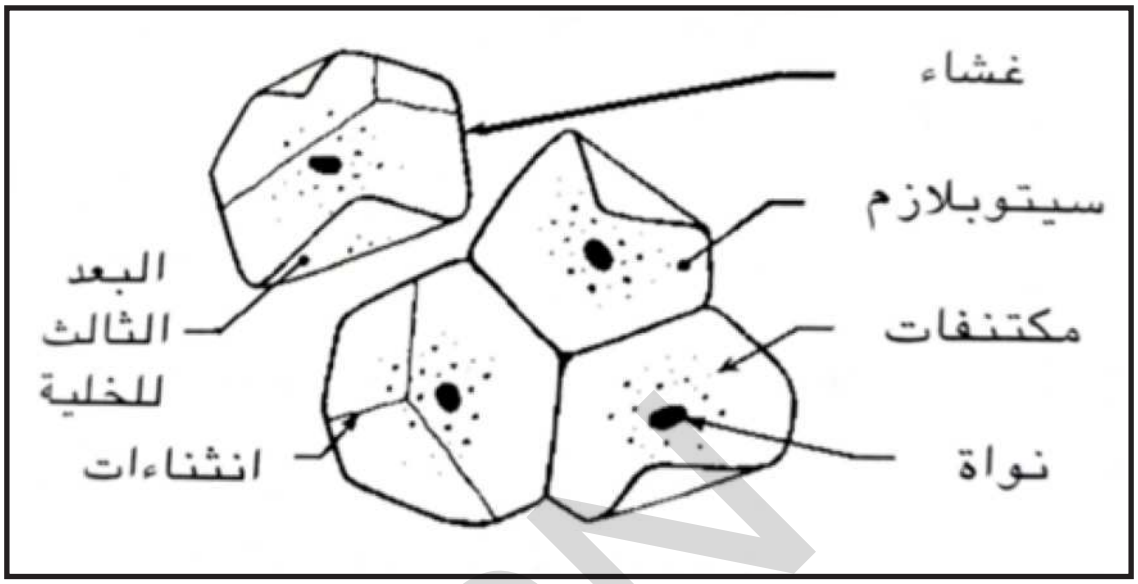
*** الشكل 8 ب حبيبات النشا تشاهد هنا الأقطار الداخلية لحبيبة النشا**

ب) الخلايا الحيوانية: من الصعب جدا القيام بفحص الأنسجة الحيوانية، وذلك لكون أعضائها رخوة وبالتالي فإعداد قطاعات دقيقة يتطلب إدخال الأنسجة في البرافين لتقويتها أو العدول عن الأنسجة إلى فحص الخلايا المنفردة (الحيوانات الأولية) أو استخدام أنسجة بسيطة، مثل طلائية الفم الداخلية.

1) الفحص دون تلوين:

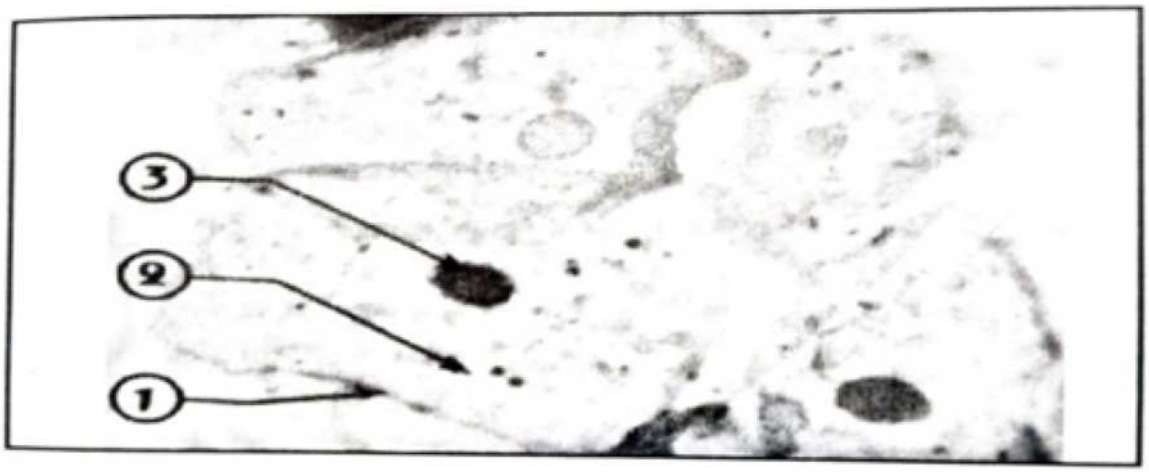
* طلائية الفم الداخلية: عند كشط البطانة الداخلية للشدق (برفق) بالظفر ووضع العينة في الماء بين شريحة زجاجية وغطائها وفحصها تحت المجهر، تشاهد وحدات متراكمة تارة ومتبعثرة

تارة أخرى (فصلتها طريقة التحضير).
تظهر الخلايا المتصلة على هيئة نسيج يكون طلائية الفم الداخلية، لكل خلية محيط مضلع الشكل تقريبا بداخله وسط متجانس حبيبي القوام هو السيتوبلازم، تظهر في مركزه بقعة أكثر إعاقة للضوء هي النواة.
تشاهد انثناءات على سطح الخلية توحي باختزال بعدها الثالث ومرونة غلافها وذلك ما يشير إلى غياب الجدار الهيكلي (البكتوسليلوزي) للخلية الحيوانية (الشكل 9 ا).



*** الشكل 9 أ : طلائية الفم**

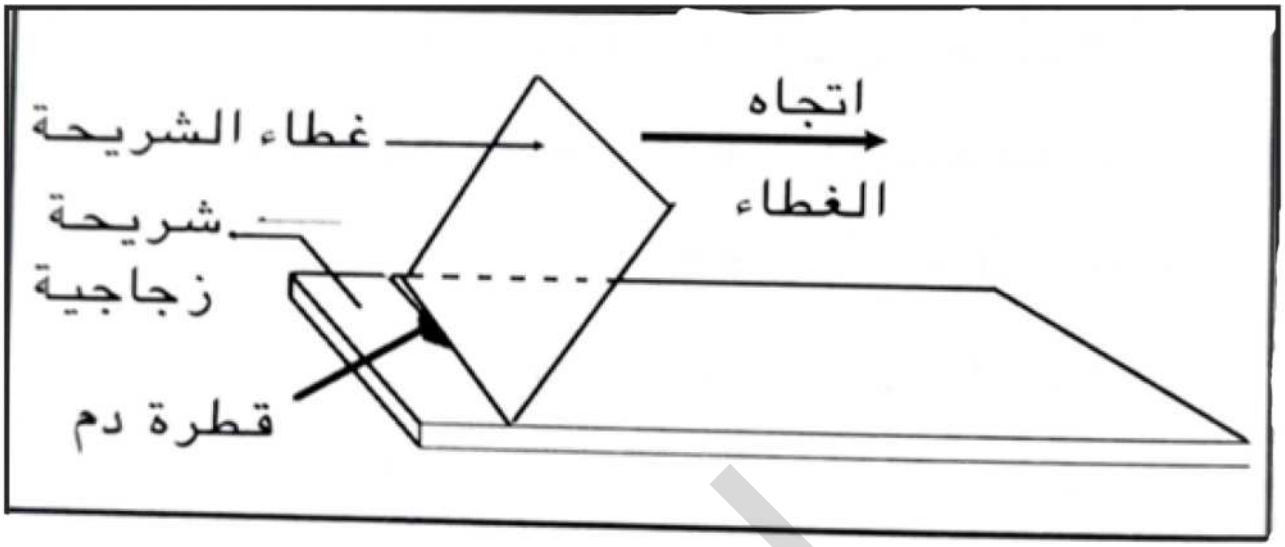
هنا يتمثل غلاف الخلية في تكاثف لمحيط السيتوبلازم يعرف بالغشاء البلازمي.
2) الفحص بالتلوين (العلاج بالكواشف الملونة): عند إضافة قطرة من أزرق الميتلين إلى التحضير السابق يظهر السيتوبلازم ملونا بالأزرق الفاتح ويتضح قوامه الحبيبي كما تظهر النواة واضحة لتقبلها التلوين أكثر من السيتوبلازم، قد تظهر داخل النواة حبيبة أو أكثر (إذا أحكم ضبط المجهر) تسمى النويات (الشكل 9 ب).



*** الشكل 9 ب : مخاطية الفم ملونة بأزرق الميتلين. 1 - الغشاء البلازمي**
2 - السينوبلازم 3 - النواة .

الفرش الدموي: عند وضع قطرة دم على شريحة زجاجية وفرشها بواسطة غطاء الشريحة (الشكل 10) يظهر للعين المجردة شريط محمر اللون هو الفرش الدموي.

يجفف هذا الفرش بالتحريك في الهواء، ثم يفحص تحت المجهر فتختلف المشاهدات اختلافا بسيطا باختلاف نوع الكائن المستخدم ودمه وطريقة العلاج.

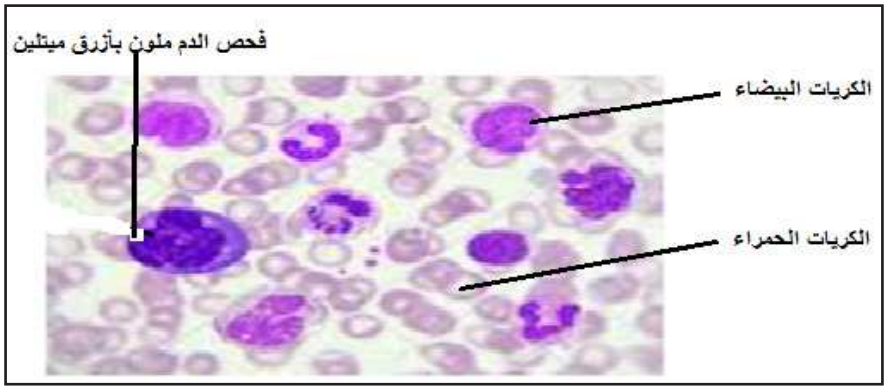


*** الشكل 10 : الفرش الدموي**

3) الفحص دون تلوين:

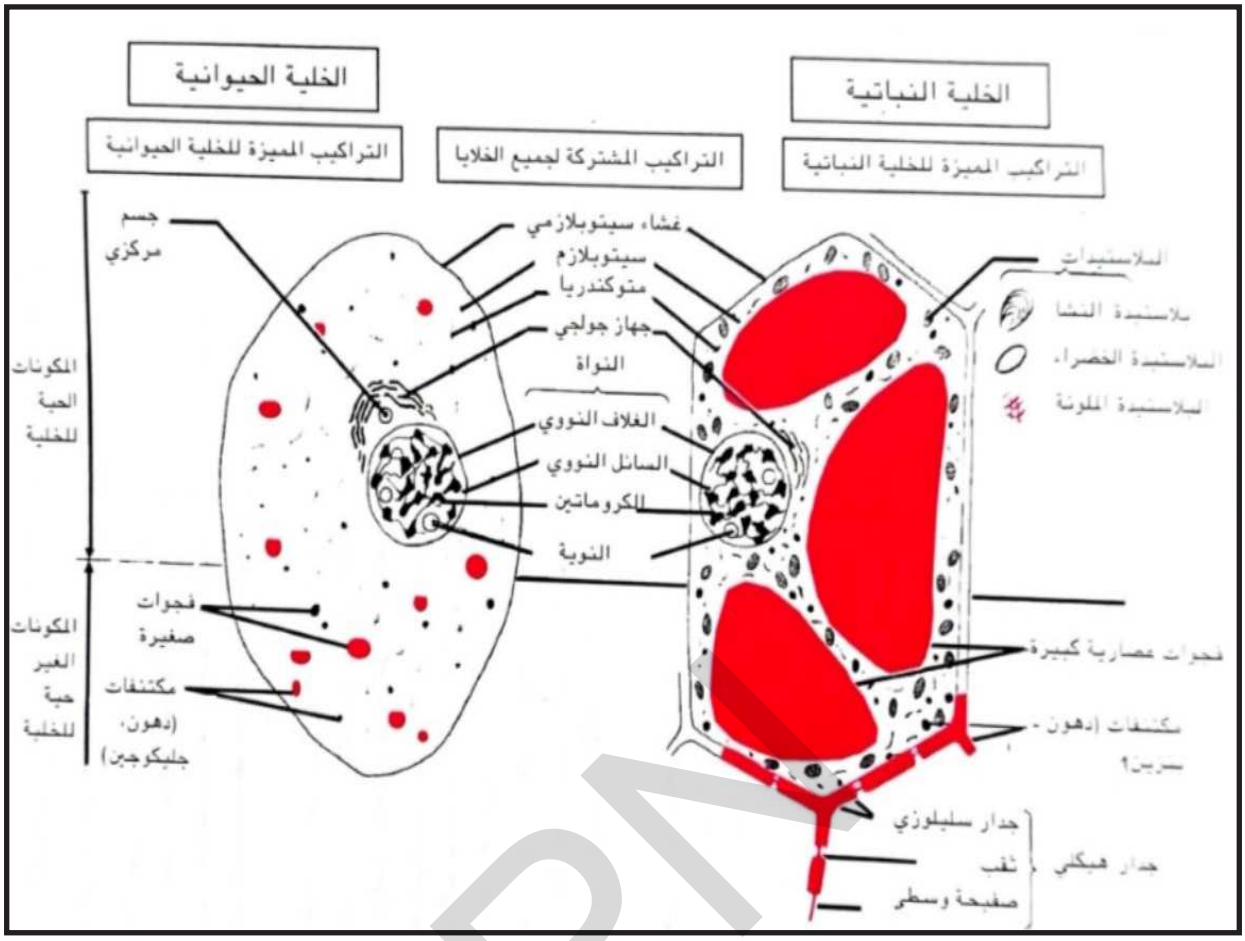
* دم الإنسان: يحضر الفرش بنفس الطريقة السابقة فيظهر الفحص الشفاف الكريات الحمراء مصفرة اللون (لوجود الهيموجلوبين) عديدة يصل قطرها 7 ميكرون، تتوسط الكرية بقعة عديمة اللون (سيظهر التلوين أنها ليست نواة وإنما تمثل انحطاطا في تكور هذه الخلية). تتمثل كرية الدم الحمراء لدم الإنسان في خلية عديمة النواة ممتلئة بسيتوبلازم مشرب بالهيموجلوبين.

4)الفحص بالتلوين: يؤكد التلوين بالأصباغ السالفة الذكر (مع دم الضفدعة) غياب النواة في الكرية الحمراء لدم الإنسان فلا تظهر معه أية بقعة بنية كما حدث في دم الضفدعة. أما على مستوى الكريات البيضاء فيظهر التلوين أنها أكبر حجما من الكريات الحمراء فقطرها حوالي 10 – 25 ميكرون وتظهر بها نفس الأنواع التي تم التعرف عليها في دم الضفدعة. أي أن لها سيتوبلازما حبيبيا تارة وغير حبيبي تارة أخرى يحيطه غشاء سيتوبلازمي، وتظهر به أنوية كاملة أو مفصصة (الشكل 11)



*** الشكل 11:** الفرش الدموي للإنسان

- مقارنة بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية:



*** الشكل 12: رسم تخطيطي يوضح التراكيب المقارنة للخليتين النباتية و الحيوانية**

2.1.1- تركيب الخلية حسب معطيات المجهر الإلكتروني:

1- المجهر الإلكتروني (الشكل 13)

صمم هذا المجهر انطلاقا من المبدأ الذي أعلنه دبروجلي (De Broglie) بقوله:«تسلك الإلكترونات سلوك الأشعة الضوئية ذات الموجات المتناهية في الصغر تحت ظروف معينة».

والملاحظات التي صدرت عن بوش (Busch) حيث قال:«تؤثر الحقول الكهربائية والمغناطسية على مسار الأشعة الإلكترونية كما تؤثر العدسات الزجاجية على مسار الأشعة الضوئية».

ويتمثل المجهر الإلكتروني في أنبوب معدني مغلق ومفرغ من الهواء، بطرفه مهبط مولد الإلكترونات ومصعد خامد يبلغ فرق الجهد بينهما 50000 – 100000 فولت.

تنطلق الإلكترونات من المهبط متسارعة ولكنها متباعدة المسارات فتمر أولا بحقل كهرومغناطيسي مكثف «عدسة مكثفة»، وهو عبارة عن ملف مجمع يلم مسار الإلكترونات في مستقيمات متوازية على هيئة حزم متوازية الأشعة. تتجمع الأشعة الإلكترونية التي تجتاز الجسم تحت تأثير العدسات الجسيمية (حقول كهرومغناطسية قريبة من حامل الجسم داخل أنبوب المجهر) لتكون صورة للجسم تعرف بالصورة الوسيطة، ثم تكبر الصورة تحت تأثير العدسات العينية (حقول كهرومغناطسية قريبة من نافذة الإبصار) وعندها:

- إما أن تعرض الصورة على الشاشة اللامعة للجهاز (المشاهدة المباشرة).

* **الشكل 13 :** المجهر الألكتروني

- إما تصور على صفيحة التصوير فتسجل للمشاهدة فيما بعد (المشاهدة بعد التصوير).

يمكن المجهر الإلكتروني من تكبير قوي (50000- 100000x) وقد يزيد جهاز تصويره هذا التكبير إلى 500 000 x أو يزيد.

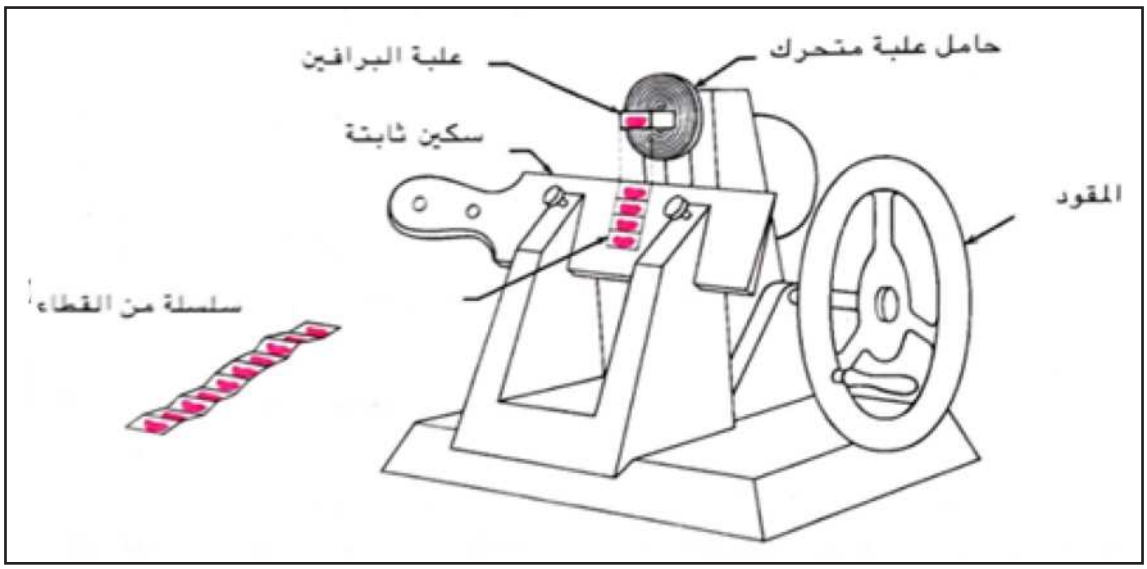
تصل قوة الفصل لدى المجهر الإلكتروني 20 – 30 اجستروم (2 – 3 نانومتر) أي أنها أكبر 1000 مرة من قوة الفصل لدى المجهر الضوئي.

الملاحظات

1) يحتاج المجهر الإلكتروني إلى جهاز تفريـغ، وذلك؛ لأن الإلكترونات لا تستطيع الحركة في مسار مستقيم إلا في فراغ شبه مطلق.

2) ينبغي تدريـع الجهاز الإلكتروني ضد المغناطيس الأرضي حتى لا يؤثر على مقاييسه.

3) تعتبر قدرة الإلكترونات على اجتياز الأجسام ضعيفة مهما كبرت سرعة انطلاقها ولذا فالجسم المفحوص ينبغي أن يكون قطاعا رقيقا جدا وهذا ما يتطلب استخدام بعض الأجهزة المجهرية المساعدة مثل «الميكروتوم»، وهو جهاز لتحضير القطاعات المجهرية المتقنة (الشكل 14)، كما ينبغي أن يكون المسرح (حامل الجسم) شفافا ويستخدم عادة لهذا الغرض شريط دقيق من الغراء أو من الفورمفار.



* **الشكل 14 :** الميكروتوم : أداة لتحضير القطاعات المجهرية يتم الحصول على القطاع بواسطتها عندما يدار المقود فتصطدم علبة البرافين بحد السكين ويسقط القطاع (يحرك مقود هذا الميكروتوم باليد).

- الغلاف الخلوي (الغشاء البلازمي) :

أظهر المجهر الإلكتروني بتكبير متوسط
(x 30 000) أن كل خلية داخل نسيج لها غشاؤها البلازمي الخاص بها .

أما التكبير القوي (x 120 000 على الأقل) فقد أوضح أن الغشاء البلازمي مؤلف من طبقتين قاتمتين تفصلهما طبقة شفافة، وتتضح هذه البنية الثلاثية أكثر إذا كان المثبت تيرواكسيد الأوسميوم. لكي تفسر هذه الملاحظة لابد من فصل مكونات الغشاء حتى يمكن تحليلها الكيميائي.

التحليل الكيميائي:

إن الوسيلة المستخدمة للتعرف على التركيب الكيميائي لمكونات الخلية تتمثل في تفاعلات التلوين المستخدمة أثناء العلاج الخلوي لتمييز المكونات القابلة للتفاعل مع مواد سبق التعرف على سلوكها، مثل علاج الخلية بمحلول لجلول وهو كاشف يودي يلون النشا باللون البنفسجي والجليكوجين بلون محمر. ويمكن تمييز البروتين باستخدام تفاعل ملون (Millon) وهو الكشف بواسطة نترات الزئبق مذابة في محلول النتريك.

بعد تطبيق هاتين الطريقتين (فصل الغشاء البلازمي بالقوة الطاردة المركزية ثم إجراء التحليل الكيميائي على أغشية الكريات الدموية الحمراء) تأكد أن الغشاء البلازمي يتكون أساسا من مادتي البروتين والدهون المركبة، وتتضمن هذه الأخيرة أحماضا فسفورية هي الفوسفولبيدات (الدهون المفسفرة).

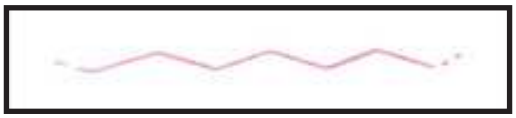
تفسير هذه الملاحظات: للربط بين ما لوحظ عن طريق المجهر الإلكتروني، وما عرف من التركيب الكيميائي للغشاء البلازمي تمت عدة محاولات لتصور مفهوم واضح لكيفية التركيب الغشائي. ومن أهم هذه المحاولات:

* التفسير القديم لبنية الغشاء البلازمي: لقد لوحظ عند وضع قطرة من الدهون المفسفرة على سطح الماء أن هذه القطرة تنتشر مكونة طبقة أحادية الجزيء على هذا السطح، فاستنتج من ذلك أن جزيء الدهون المفسفرة موجه، وبمعرفة التركيب الجزيئي لهذه الدهون تم الاصطلاح

IFN

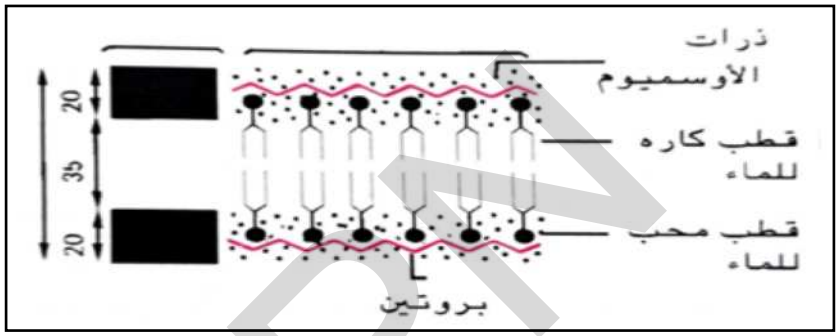
على تخطيط لجزيئها:
- قطب كاره الماء.
- قطب ولوع (محب) للماء.

وبما أن كثيرا من البروتينات يكون على هيئة ليفية فيمكن تمثيلها على شكل حلزوني.



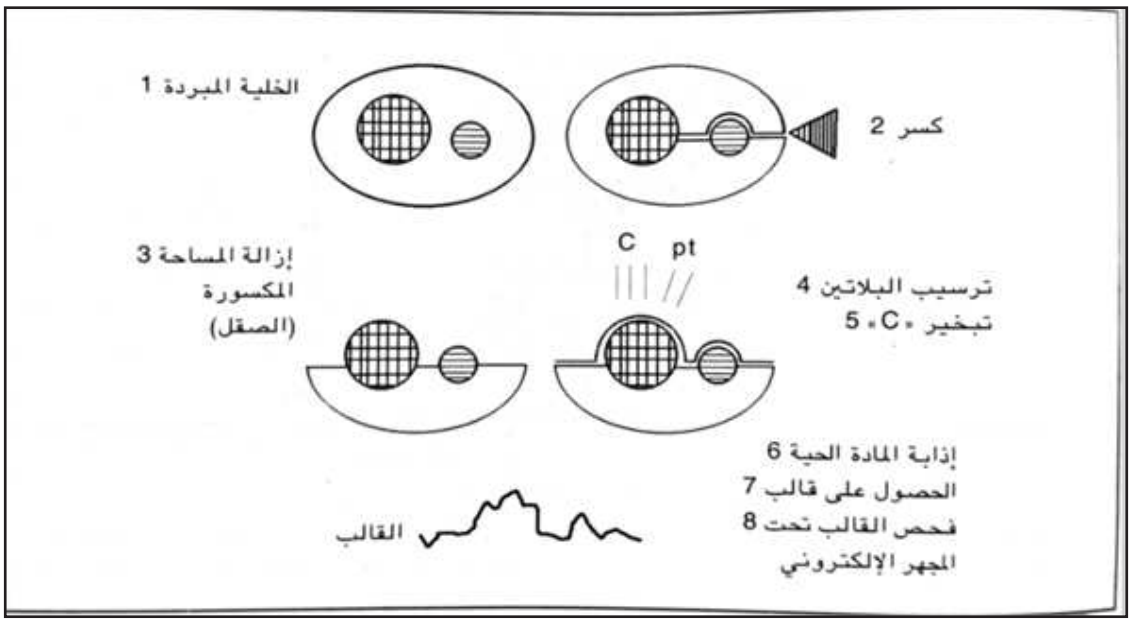
ومن ناحية أظهر نيروكسيد الأوسميوم (كاشف مميز للغشاء) تألفا مع البروتين والأقطاب الدهنية المحبة للماء، وبما أن الأوسميوم معدن ثقيل ومعيق لمسار الإلكترونات فالموضع المثبت له سوف يظهر قاتما (أسود) على التصوير الإلكتروني.

انطلاقا من هذه المعطيات تصور دانيلي (Danielli) وداوسون (Dawson) التمثيل التالي للغشاء البلازمي (الشكل 15) .



*** الشكل 15: تخطيط يوضح تصور Danielli و Dawson لبنية الغشاء البلازمي**

إلا أن هذه الفرضية لم تلبث كثيرا وهي مقنعة، وذلك أن:
- الماء لا يستطيع أن يعبر صفي الأقطاب الدهنية الكارهة له.
- المثبتات الأخرى التي اكتشفت لا تظهر الصورة الثنائية لطبقات الغشاء البلازمي.



*** الشكل 16 : الصقل التبريدي، مبدأ الصقل التبريدي.**

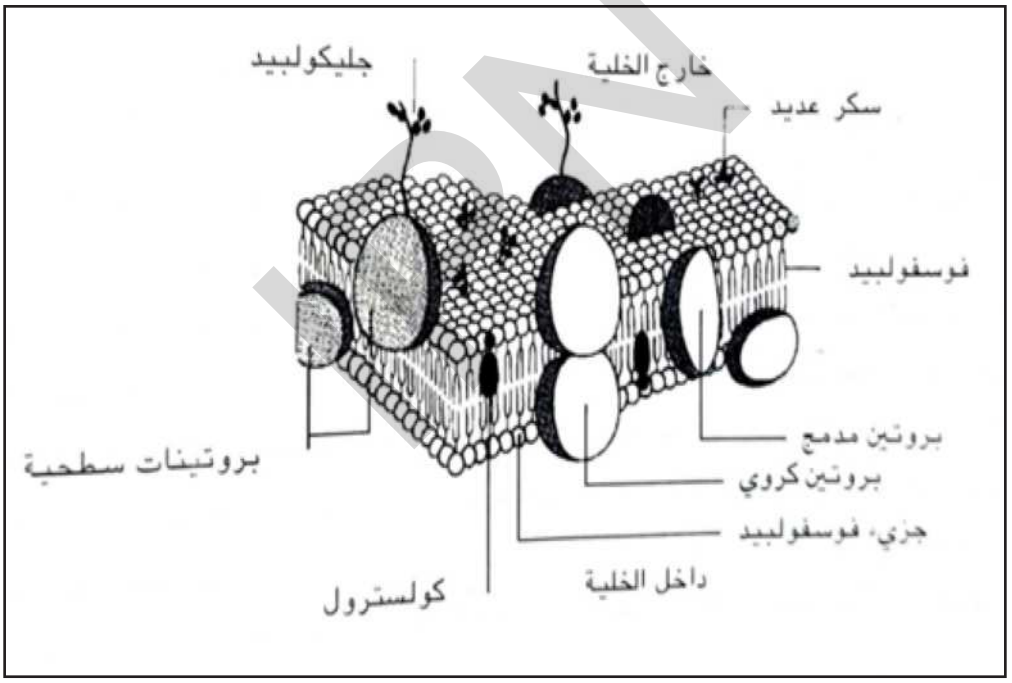
التفسير الحديث لبنية الغشاء البلازمي: مكنت المفاضلة بأشعة x (التحليل الفيزيائي) وإمكانية تركيب أغشية صناعية والحصول على صور عن طريق الصقل التبريدي (الشكل 16 : نيكولسون (Nicolson) وسينجير (Singer) عام 1973 من اقتراح نمط حديث لبناء الغشاء البلازمي.

يتمثل تفسير هذين الباحثين (في أبسط نصوصه) في كون الغشاء البلازمي يتألف من بروتين اجلوبليني متداخل مع طبقة ثنائية الجزيئات من الدهون المفسفرة. وتتغير هذه البنية بتغير الأحماض الدهنية الداخلة في تركيب الطبقة الفوسفولبيدية:

- تكون البنية صلبة في حالة الأحماض الدهنية المشبعة.
- في حالة الأحماض الدهنية غير مشبعة ولكنها ذات رابطة مزدوجة وحيدة تميل البنية إلى الميوعة.

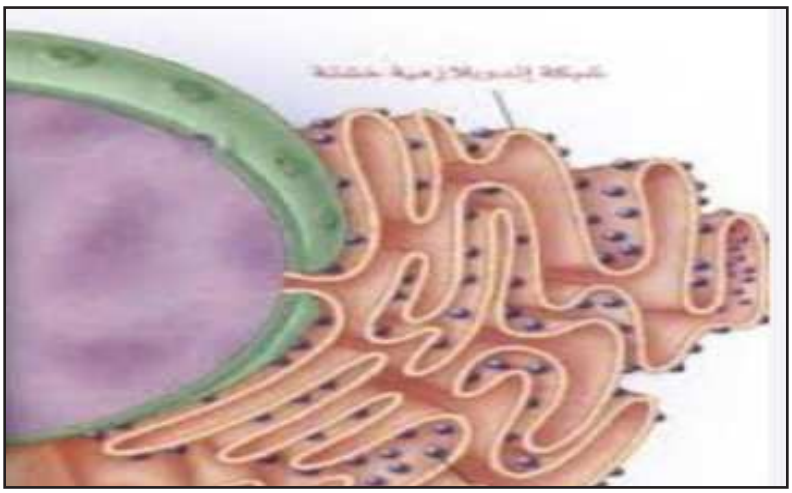
- أما في حالة الأحماض الدهنية غير المشبعة ومتعددة الروابط المزدوجة فتتطرف ميوعة الغشاء البلازمي ويمحى قوامه. يتغير تركيب الجزيئات البروتينية ووضعيتها بالنسبة للطبقة الدهنية من حين لآخر، وقد تأكدت هذه الفرضية عن بنية الغشاء البلازمي من خلال عدة تجارب عملية.

ومن هنا تكون بنية الغشاء البلازمي غير نهائية، وليست متماسكة؛ ولذا سمي النمط الحديث لبنية هذا الغشاء «بالفسيفساء المائعة» (الشكل 17).



*** الشكل 17: التصور الحديث لبنية الغشاء البلازمي (تصور Nicolson و Singer)**

ب) السيتوبلازم: لقد مكن المجهر الإلكتروني من إزالة الحجاب عن بعض التراكيب السيتوبلازمية التي لم تظهر تحت المجهر الضوئي بالإضافة إلى توضيح تركيب المكونات التي سبقت مشاهدتها تحت هذا الأخير، وذلك عائد إلى زيادة قوة التكبير ودقة القطاعات وإدخال بعد ثالث لمجال المجهر الإلكتروني، فقد شوهد السيتوبلازم تحت المجهر الضوئي (بالفحص الشفاف) وكأنه وسط متجانس وفارغ ضوئيا، أما تحت المجهر الإلكتروني فقد ظهرت التراكيب الواضحة على الوثيقة المرافقة (الشكل18).



* **الشكل 18:** الشبكة الاندوبلازمية الحبيبية (الخشنة)

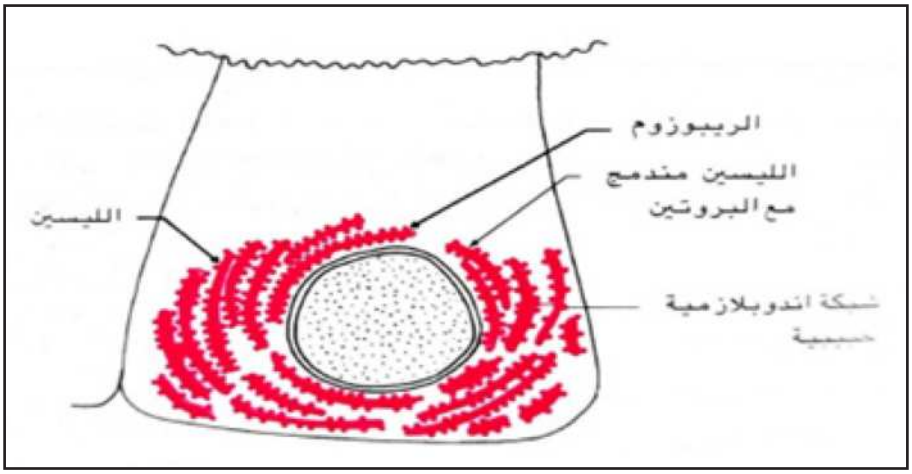
أوضحت الملاحظة الدقيقة أن هذه التراكيب عبارة عن شبكة من الأنابيب (الصهاريـج) المسطحة متصلة فيما بينها تعرف بالشبكة الأندوبلازمية يحاط تجويف هذه الأنابيب بغشاء مشابه تماما للغشاء الخلوي ولذا فقد تكون امتدادا لهذا الغشاء داخل السيتوبلازم. قد تغطي السطح الخارجي لأنابيب هذه الشبكة حبيبات تفصل بينها مسافات تقارب 10 نانومتر، تعرف هذه الحبيبات بالريبوزومات، وتوصف الشبكة في الأماكن المغطاة بها بأنها حبيبية أما الأماكن العارية منها فتوصف الشبكة فيها بأنها ملساء، يسمى المجموع البارز ضوئيا في الوثيقة السالفة بالأرجاستوبلازم، وتتوزع الشبكة الأندوبلازمية داخل السيتوبلازم بكثافة تختلف باختلاف مناطقه ونشاطه ونوع النسيج المدروس.

1) الشبكة الاندوبلازمية ووظيفتها

* تجربة بالاد :(Palade)

حقن بالاد فأرا بمحلول يضم الليسين (حامض أميني:) المشع (بتحويل هيدروجينه إلى تريتيوم أي نظير الهيدروجين ^{3}H)

ثم أخذ عينات من البنكرياس (غدة تفرز البروتين عادة) على فترات زمنية متتالية لتفحص العينة في كل مرة فيشاهد التركيب الجديد الذي احتلته الليسين المشع، توضح الملاحظات بالرسم التخطيطي (الشكل19).



* **الشكل 19:** وظيفة الشبكة الاندوبلازمية الحبيبية: بناء البروتينات.
تجربة بالاد، وسم الريبوزومات بالليسين المشع.

IPN

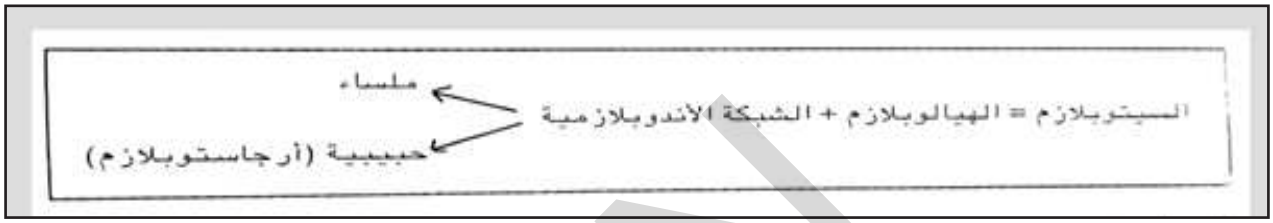
الاستنتاج: يلاحظ أن الليسين يحول بسرعة على مستوى الشبكة الحبيبية ويتم نفس الشيء للأحماض الأمينية المستخدمة كمادة تجريب. ومن هنا طرحت فكرة بناء البروتين على مستوى الشبكة الحبيبية وتوزيع الأنابيب الشبكية للمادة الناتجة وغيرها من المواد التي تدخل الخلية. اشتق من هذه الوظيفة اسم أرجاستوبلازم (نشاط erg=) أي السيتوبلازم النشط.

أما إذا كانت أنابيب الشبكة الاندوبلازمية خالية من الحبيبات (الشبكة) الملساء) فإن دورها يقتصر على التوزيع أي أن الريبوزومات تلعب الدور الأساسي في إنتاج البروتين.

تسبح الشبكة الاندوبلازمية في مادة أساسية تملأ الحيز السيتوبلازمي (الهيالوبلازم).

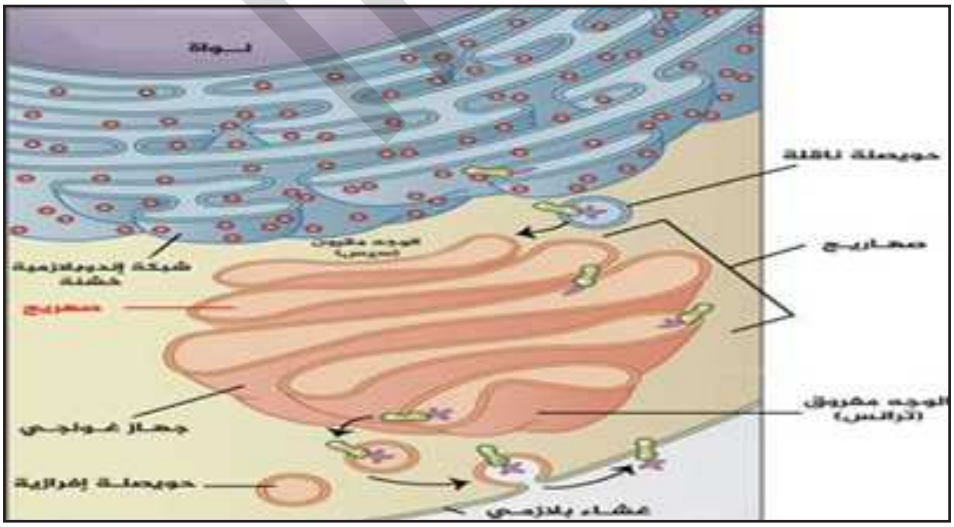
يختلف التركيب الكيميائي لهذه المادة بإختلاف أنواع الخلايا، وقد يتغير من حين لآخر لنفس الخلية، وذلك ما يفسر اختلاف لزوجة الوسط الداخلي للخلية.

يضم الهيالوبلازم بالإضافة إلى المواد الذائبة في الماء تراكيب دقيقة (الليفات والأنابيب الدقيقة) التي ترد إليها أهمية الهيالوبلازم للحركة الخلوية. من كل ما سبق يكون:



2) مشتقات الغشاء السيتوبلازمية:

* جهاز جولجي: أظهر المجهر الإلكتروني أن جسم جولجي مكون من مجموعة من الكيسات محاطة بأغشية ومتراكبة بصفة منتظمة، ومنتفخة على مستوى الأطراف، تتحرر انتفاخاتها في نهاية نموها على هيئة حويصلات (الشكل 20).



*** الشكل 20: جهاز جولجي**

كما مكن نفس المجهر باستخدام بعض التقنيات (أخذ قطاعات سميكة نسبيا) من وضع علاقة بين هذا الجسم والشبكة الجولجية التي كانت تظهر تحت المجهر الضوئي.

يظهر جهاز جولجي إما على هيئة شبكات متصلة (في الخلايا الجسمية للفقاريات) أو على هيئة وحدات منفصلة: أجسام جولجي (دكتيوزوم) في الخلايا الجنسية أو خلايا الأجنة.

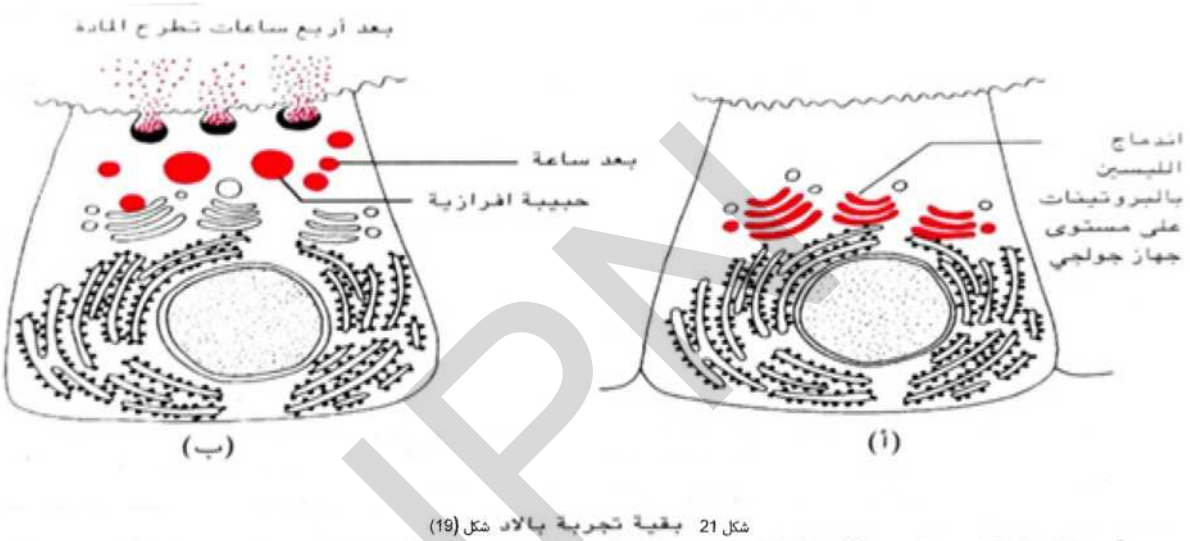
IBN

يضم جسم جولجي مجموعة من أربع كييسات إلى ثمانية مسطحة، يقارب قطرها واحد مكرون ويبلغ سمكها خمسة عشر مكرون، وقد يصل قطر حويصلات جولجي 100 نانومتر.

ترتبط الكييسات بمادة بين كييسية قوامها لييفات موجهة تساعد على تماسك الديكتيوزوم (الجسم).

يختلف عدد الكييسات والحويصلات باختلاف أنواع الخلايا وأوقات نشاط الخلية، ويتمثل جهاز جولجي لبعض الخلايا في جسم جولجي (ديكتيوزوم) وحيد، كما قد تكونه أجسام عديدة (ديكتيوزومات) في بعض أنواع الخلايا الأخرى.

* وظيفة جهاز جولجي: يمكن استنباط وظائف جهاز جولجي من متابعة تجربة بالاد السالفة، ويلخص باقي التجربة بالمخطط التالي (الشكل 21).



شكل 21 بقية تجربة بالاد شكل (19)

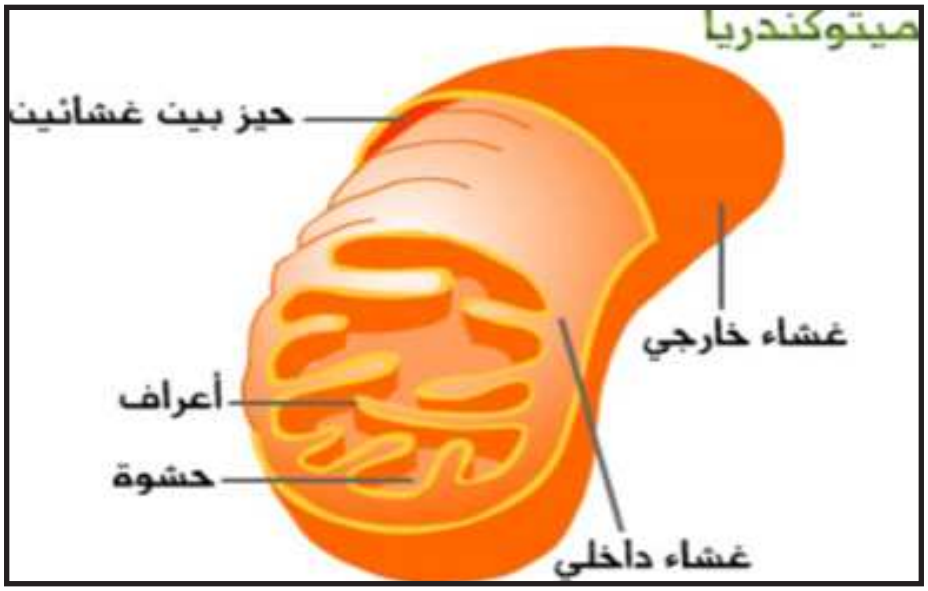
أ - متابعة التجربة بعد 20 دقيقة من بدئها : توجد البروتينات التي تكونت على مستوى الشبكة الاندوبلازمية داخل أجسام جولجي بعد 15 دقيقة من بدء التجربة.

ب - بقية التجربة ما بين ساعة و أربع ساعات : بعد ساعة من بدء التجربة تتجمع البروتينات في حويصلات جولجي التي تنفصل على هيئة حبيبات إفرازية لا تلبث أن ينفطر غشاؤها فتطرح المادة الإفرازية بعد أربع ساعات.

* الميتوكندريا: أكد المجهر الإلكتروني أن المتوكندريا تتألف من غشائين: خارجي يحدد المظهر العام للجسيم وداخلي ملتف عرضيا على هيئة أعراف (الشكل 22).

يزيد هذا الالتفاف من المساحة الداخلية للمتوكندريا. تملأ تجويف هذا الجسيم مادة تبدو متجانسة تحت المجهر تعرف بالمادة الأساسية.

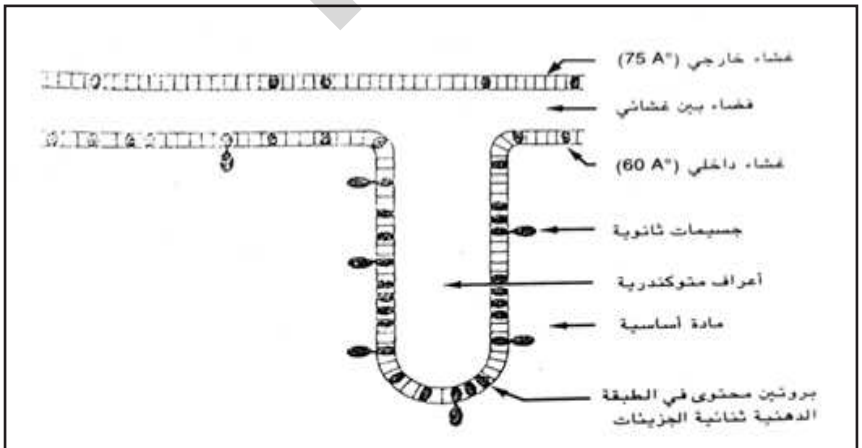
IPA



*** الشكل 22: تركيب الميتوكندريا**

يختلف شكل الميتوكندريا باختلاف المناطق التي تفحص منها الخلية فهي ذات حركة دائمة (التيارات السيتوبلازمية) ولها قدرة فائقة على التقلص والتمدد والتجزئة عندما تحتاج الخلية إلى تضاعف نشاطها (التجدد الميتوكندري)، ولكن الشكل النموذجي لها (الاصطلاحي) في قطاع مجهري طولي يشبه شكل الحذاء، وقد أكدت الدراسات الحديثة أن غشاءيها الداخلي والخارجي يختلفان اختلافا طفيفا في نسب الدهون والبروتينات، وفي السمك كما يوضح التخطيط المرفق (الشكل 23).دهون و، 80% بروتين، كما أكدت هذه الدراسات أن المادة الأساسية تتضمن أحماضا نووية (ADN و ARN) وريبوزومات متوكندرية وبالتالي بروتينات بالإضافة إلى مكونها الأساسي: مادة عضوية (آدنوزين) متحدة مع الفوسفور بصيغة ثلاثية في الحالة المشبعة (آدنوزين ثلاثي الفوسفات « ATP »).

كما لوحظ وجود بعض الشوارد أهما: K^{+} , Na^{+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} .



الشكل23: تمثيل تخطيطي لبنية الغلاف الميتوكوندري (تمثل النقاط السوداء جزيئات البروتين والطبقة المظللة جزيء الدهون الثنائي)

- وظيفة المتوكندريا: يمكن أن تستنبط وظيفة المتوكندريا من تخزينها لمادة « ATP » ، فارتباط الفوسفات برابطة ثلاثية مع الآدنوزين (رابطة ضعيفة) تجعل الطاقة الكامنة في هذه الرابطة

سهلة المنال وبالتالي تعتبر المتوكندريا، مخزنا للطاقة وهذا ما اشتق منه اسمها «بيوت الطاقة».
تقوم الميتوكندريا كذلك بتوليد هذه الطاقة ولذا فهي أكثر وجودا في الخلايا الأكثر حاجة للطاقة الحرة، مثل الألياف العضلية والحيوانات المنوية (تلاحظ متكاثفة قريبا من أسواطها المتحركة).

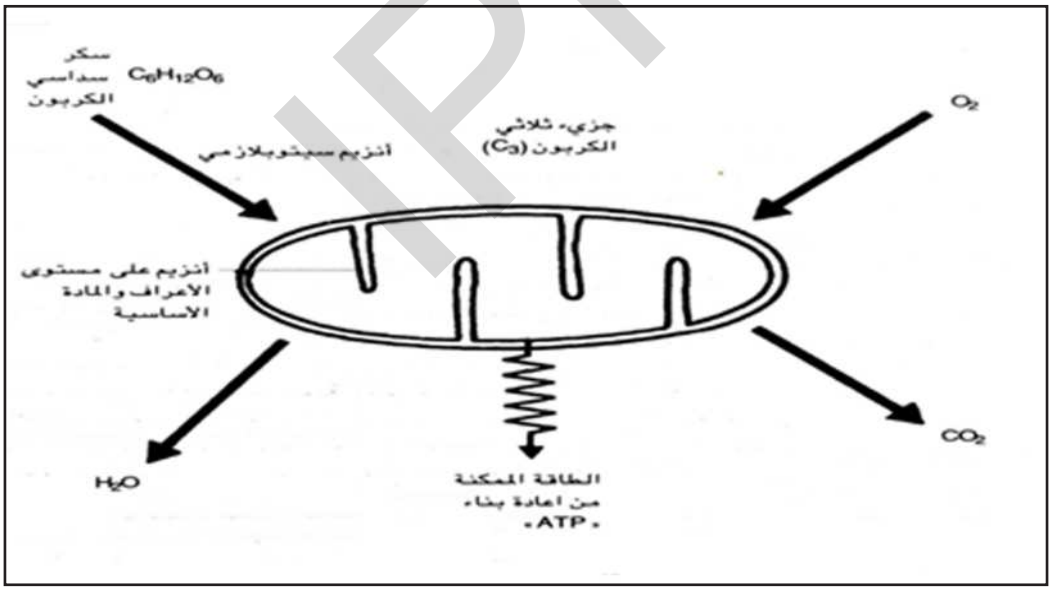
- توليد الطاقة داخل المتوكندريا: لكي يتحول الآدينوزين من ثنائي الفوسفات إلى ثلاثي الفوسفات « ATP » لابد من توفر طاقة:

ADP	+	P	+	E	⟶	ATP
أدنوزين ثنائي الفوسفات		حمض الفوسفوريك		طاقة		أدنوزين ثلاثي الفوسفات

والميتوكندريا هي ميدان الأكسدة حرق المواد الغذائية (حرق الجلوكوز في (التنفس الخلوي) أي أنها هي التي يتم فيها وجود O_2 مثلا).

$C_6H_{12}O_6$	+	$6\ O_2$	⟶	$6\ CO_2$	+	$6\ H_2O$	+	E	②
الجلوكوز		الأكسجين		ثاني أكسيد الكربون		الماء		الطاقة	

والطاقة المنطلقة أثناء هذا الحرق (التفاعل(2)) تخزنها الميتوكندريا على هيئة جزئيات ATP شكل 24.



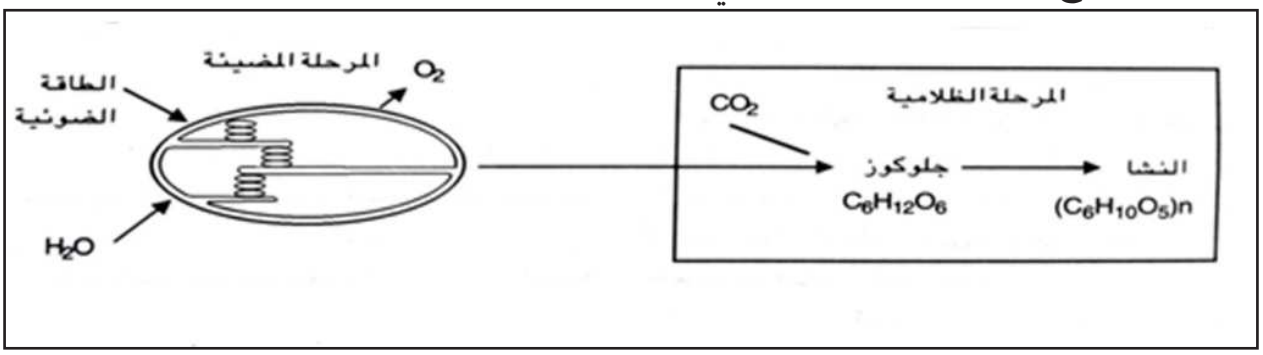
* **الشكل 24 :** آلية إنتاج الطاقة لإعادة ببناء ATP داخل الميتوكودريا

ولقد أدى اكتشاف الريبوزومات والأحماض النووية في الميتوكندريا وثبات كون تهجين ADN وARN الميتوكودريين تنتج عنه أنواع ARN الرسول والناقل والريبوزومي إلى الاعتقاد ببناء المتوكندريا لبعض بروتيناتها (5 – 15% منها).

- وظيفة البلاستيدات الخضراء: تتضح من علاقة تكوين صبغ هذه الجسيمات بوجود الضوء حاجة الكلوروفيل إلى الطاقة، ولهذه الطاقة وعلاقتها بالضوء أثر كبير في عملية حيوية لجميع الكائنات الحية .

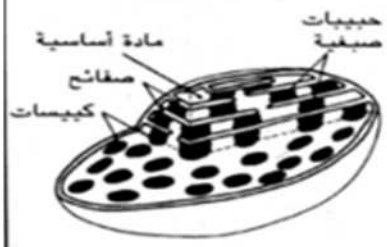
IPN

نلخص هنا شرح هذا الأثر بالمخطط التالي (الشكل 25).



* **الشكل 25 :** تخطيط لوظيفة البلاستيدة الخضراء في البناء الضوئي

مقارنة بين المتوكندريا و البلاستيدات الخضراء :

الجسيمات / أوجه المقارنة	المتوكندريا	البلاستيدات الخضراء
الشكل الخارجي		
واتجاه التفاف الغشاء الداخلي	1 ـ تشبه شكل الحذاء 2 ـ يلتف غشاؤها عرضيا	1 ـ بيضوي تقريبا 2 ـ طوليا
التواجد	شوهدت في خلايا جميع الكائنات الحية	في خلايا النباتات المنتجة (النباتات الخضراء)
الوظيفة	ـ توليد الطاقة أثناء التنفس الخلوي (هدم الغذاء) ـ تخزين الطاقة في جزيء ATP ـ بناء بعض بروتيناتها الذاتية	تثبت الطاقة الضوئية عن طريق اليخضور أثناء عملية البناء الضوئي (بناء الغذاء).

- **التركيب الدقيق للمريكز :** لوحظ من خلال المجهر الإلكتروني أن كلا من الاسطوانتين المتعامدتين الممثلتين للمريكزين (دبلوزوم أي الجسم الثنائي) مكونة من تسع مجموعات ثلاثية الأنابيب (الشكل 26).

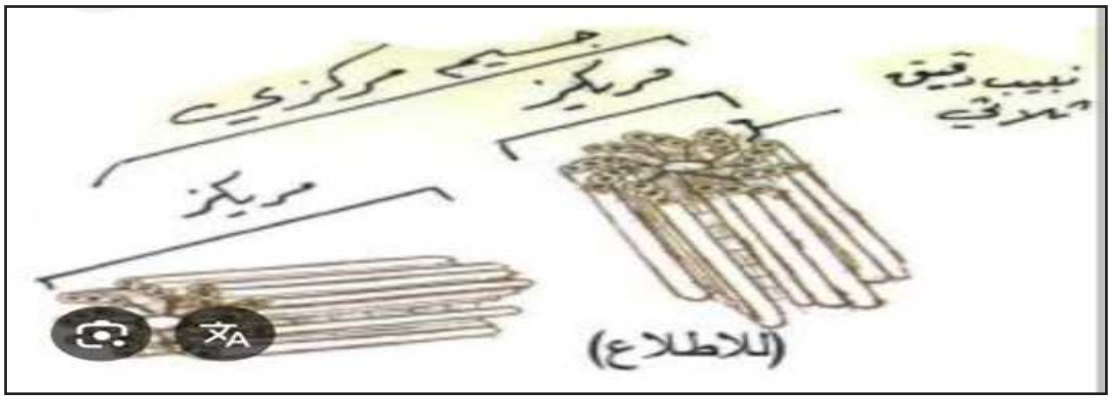
يبلغ قطر المريكز 150 نانومتر، ويتمتع بثلاث خصائص أساسية:

1) يتمتع المريكز بقابلية التضاعف الذاتي التي يدل عليها ظهوره في الخلايا الناتجة من الانقسام وتوليده للمغزل.

2) يتحكم المريكز في إنشاء تراكيب متخصصة في الحركة الانتقالية للخلية هي الأهداب والأسواط.

IPN

يوضح (الشكل 27) بنية هذه التراكيب.

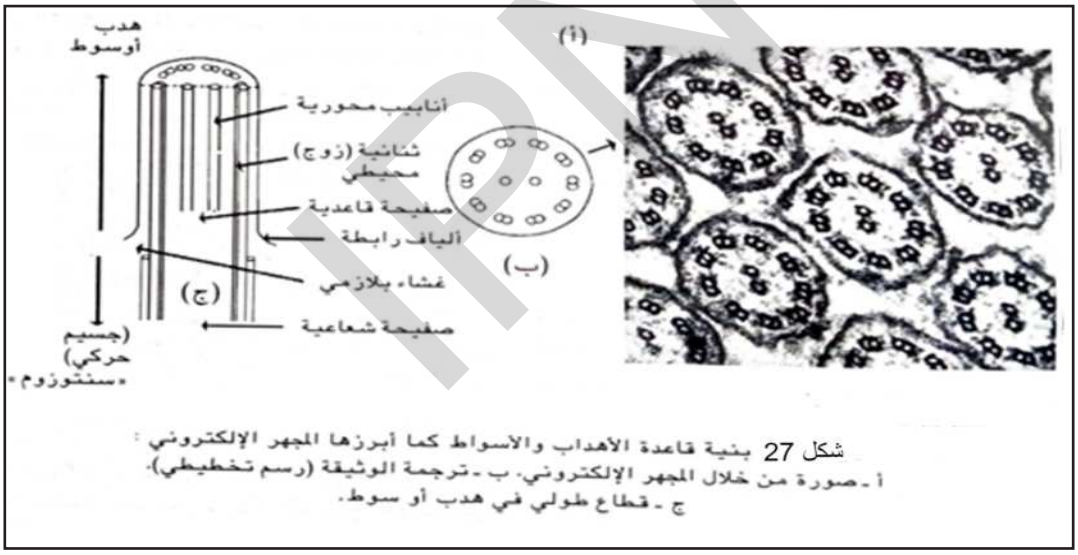


* **الشكل 26:** بنية المريكز

3) يكون المريكز مع قواعد الأهداب والأسواط جهازا للحركة الخلوية.

الليفات والأنابيب الدقيقة: كشف المجهر الإلكتروني عن وجود عضيات متناهية في الصغر سابحة في الهيالوبلازم على شكل خيوط (ليفات)، أو اسطوانية ضئيلة القطر (الأنابيب الدقيقة).

- الليفات: لقد لوحظ نوعان من الليفات خاصة أثناء فحص العضلات المخططة تحت المجهر الإلكتروني:ليفات سمكية نسبيا (يبلغ قطرها 10 نانومتر) تعرف بالميوزين (عضلة = mios).



شكل 27 بنية قاعدة الأهداب والأسواط كما أبرزها المجهر الإلكتروني :
أ - صورة من خلال المجهر الإلكتروني. ب - ترجمة الوثيقة (رسم تخطيطي).
ج - قطاع طولي في هدب أو سوط.

- ليفات رفيعة جدا (لا يتجاوز قطرها 5 نانومتر) تعرف بالآكتين (من شعاع = Aktis).

لقد كشف عن هذه الليفات باستخدام النظائر (العناصر المشعة) واستخلص من قوامها ودراسة خصائصها أنها وراء قابلية العضلات للتقلص وبالتالي فهي داخلة في بنية السيتوبلازم الأساسي، وتضفي عليه حركيته المميزة له.

- الأنابيب الدقيقة: لقد اتضح من خلال تنويع قطاعات المجهر الإلكتروني أن الأنابيب الدقيقة تراكيب غير ثابتة الوجود خلافا للمريكز وقواعد الأهداب والأسواط (سينتوزوم أي أجسام الحركة) وقواعد المحاور (آجزونيم).

وقد لوحظت هذه الأنابيب في معظم الخلايا عند علاجها بمثبت ذي طبيعة الدهيدية تحت درجة حرارة أكبر أو تساوي 4 مئوية كما تختفي تحت تأثير المواد القلوية، مثل الكولشسين، تبدو الأنابيب الدقيقة مستقيمة أو منحنية:

IPN

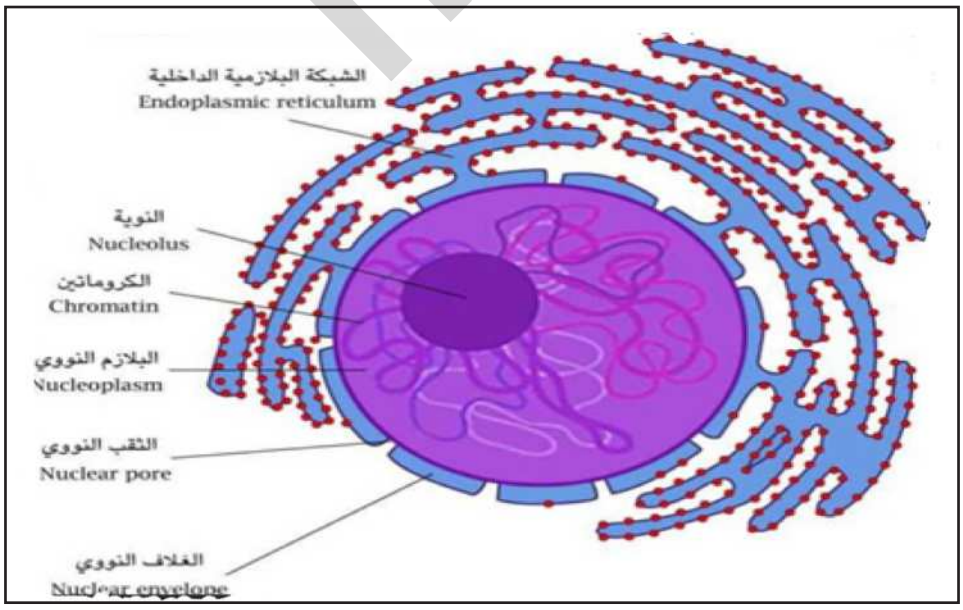
- حول المريكز أثناء الطور البيني، وهي الممثلة للكويكبات التي تظهر ضوئيا في الخلية في هذه الأثناء.
- عناصر داخلة في تكوين الحزمة المغزلية أثناء الانقسام وفي سيتوبلازم محاور الخلايا العصبية.
- متطاولة في زوائد الطلائع المنوية لتكوين الذيل.

ج) البارابلازم (المكتنفات الغير حية للسيتوبلازم): يتألف البارابلازم من المكونات الغير حية للسيتوبلاوم، وهي مواد ناتجة عن النشاط الأيضي للخلية، أو عابرة من محيطها، أو مخزنة كمدخرات فيها.

وتتغير كمية هذه المواد ونوعيتها باختلاف أنواع الخلايا وحالتها الفسيولوجية، فأكثرها انتشارا في الخلايا كريات الدهون في المملكتين، حبيبات النشا في الخلايا النباتية والجليكوجين في الخلايا الحيوانية.

قد تكون هذه المكتنفات محاطة بأغشية فتعرف بالفجوات أو تكون تجمعا عاريا على شكل حبيبات أو كريات.

د) النواة: لم يظهر المجهر الإلكتروني مكونات جديدة في النواة لكنه أبرز تفاصيل تلك التراكيب النووية التي أجمل المجهر الضوئي مشاهدتها خاصة الغلاف النووي الذي اتضح أنه مكون من غشاءين، وأنه يحمل مساما تتخلل هذين الغشاءين هي الثقوب النووية، يصل عدد هذه الثقوب 50 ثقبا في المكرون المربع، ويتغير هذا العدد بتغير نشاط الخلية، وبما أن الشبكة الأندوبلازمية هي التي تقوم بتجديد هذا الغلاف بعد كل انقسام (انظر الانقسام الخلوي) وقد أظهر المجهر الإلكتروني صلة عضوية بين هذه الشبكة والغلاف النووي، فإن فكرة نشوء الغلاف النووي من الشبكة الأندوبلازمية أمر وارد، أما على المستوى الداخلي للنواة؛ فقد أبرزت المجهرية الإلكترونية أن النويات عارية من الأغشية، وأن السائل النووي ذو مظهر حبيبي قد يبدو شفافا فيعرف في هذه الحالة بالكروماتين النشط أو قائما فيسمى الكروماتين الادخاري (الشكل 28).

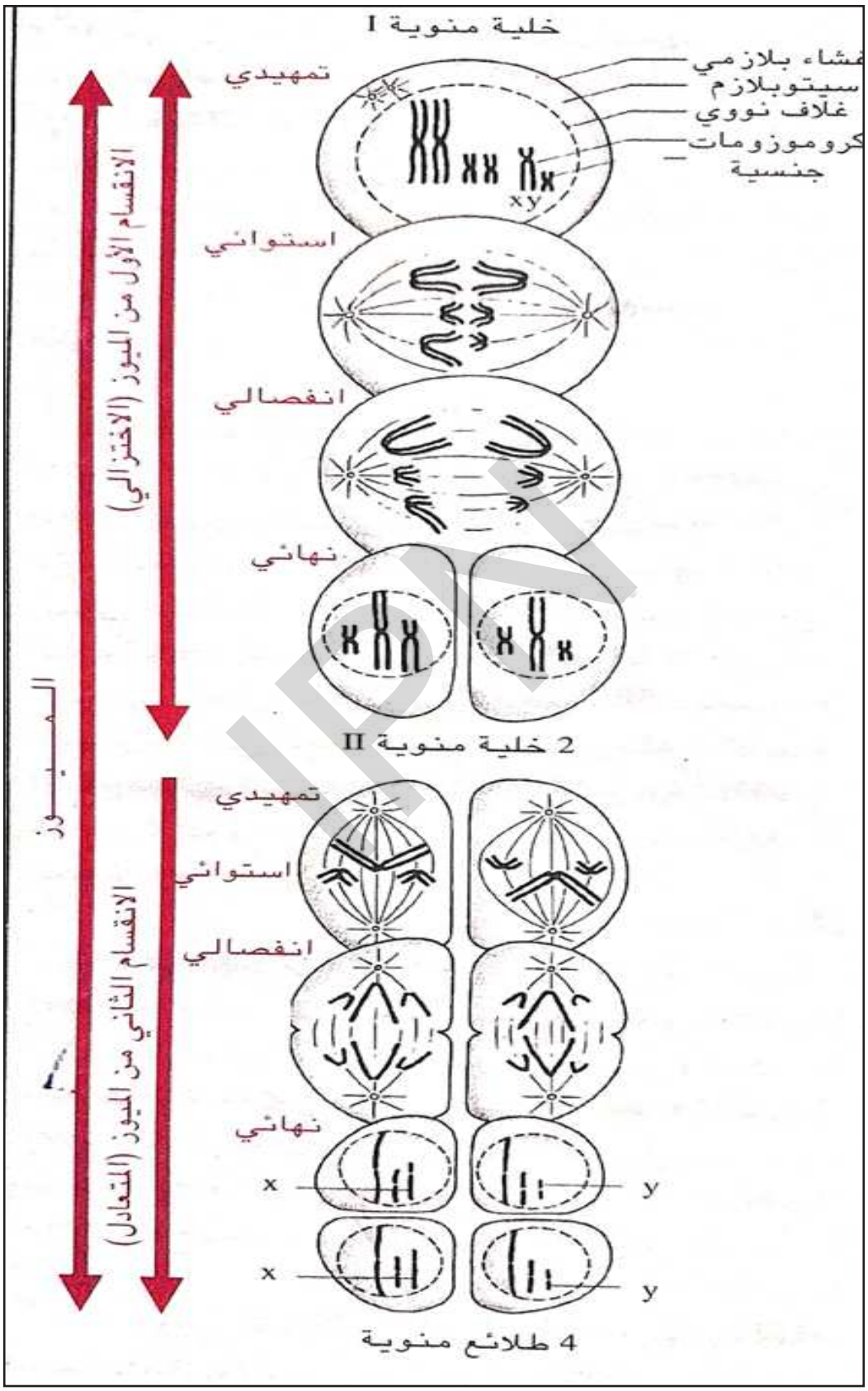


الشكل 28: النواة كما تظهر تحت المجهر الألكتروني

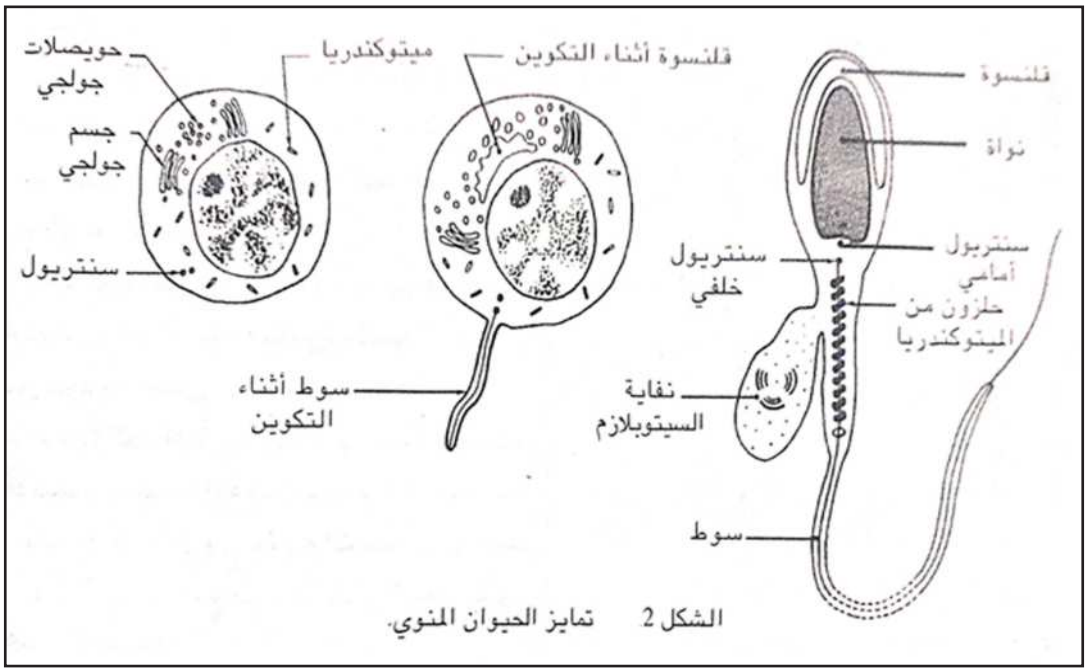
IPN

الملحـق 2

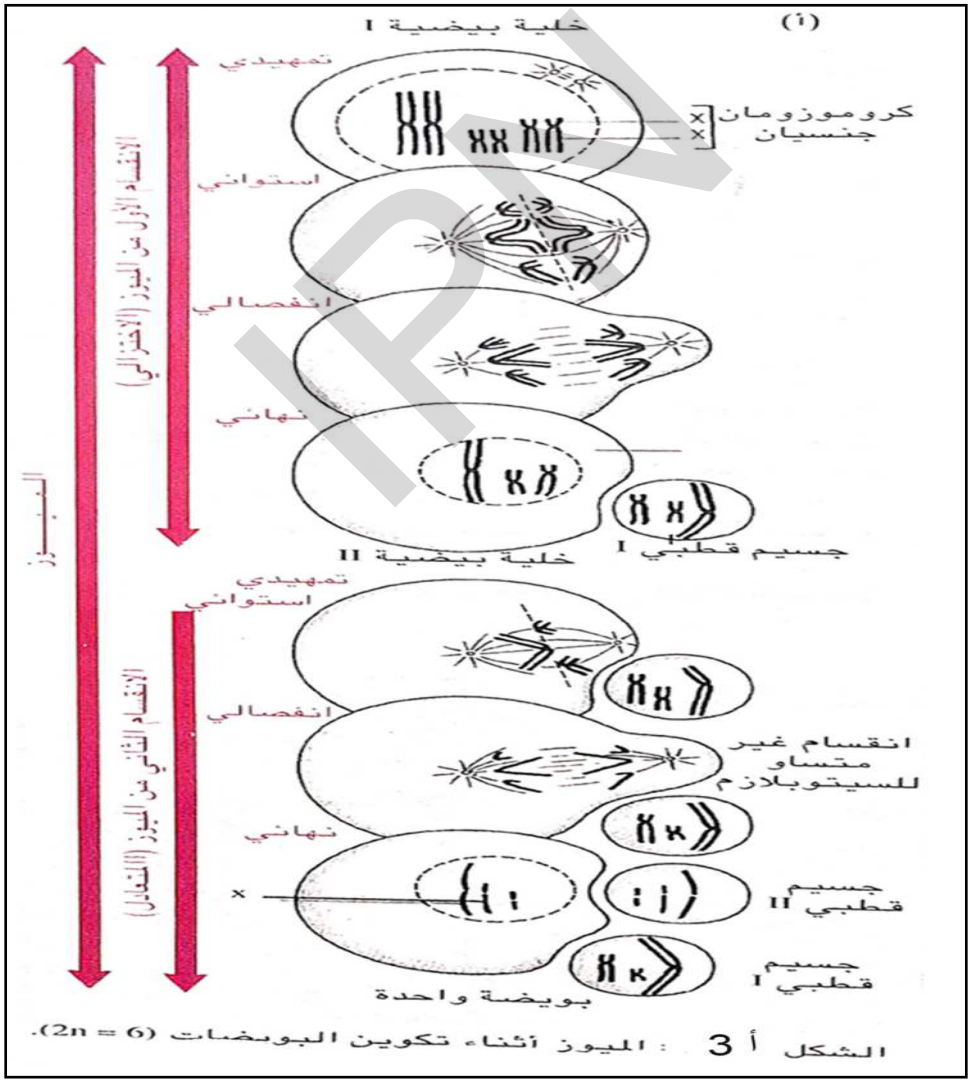
تكوين الأمشاج عند الإنسان:



* **الشكل 1:** ظاهرة الميوز أثناء تكوين الحيوانات المنوية 2n = 6

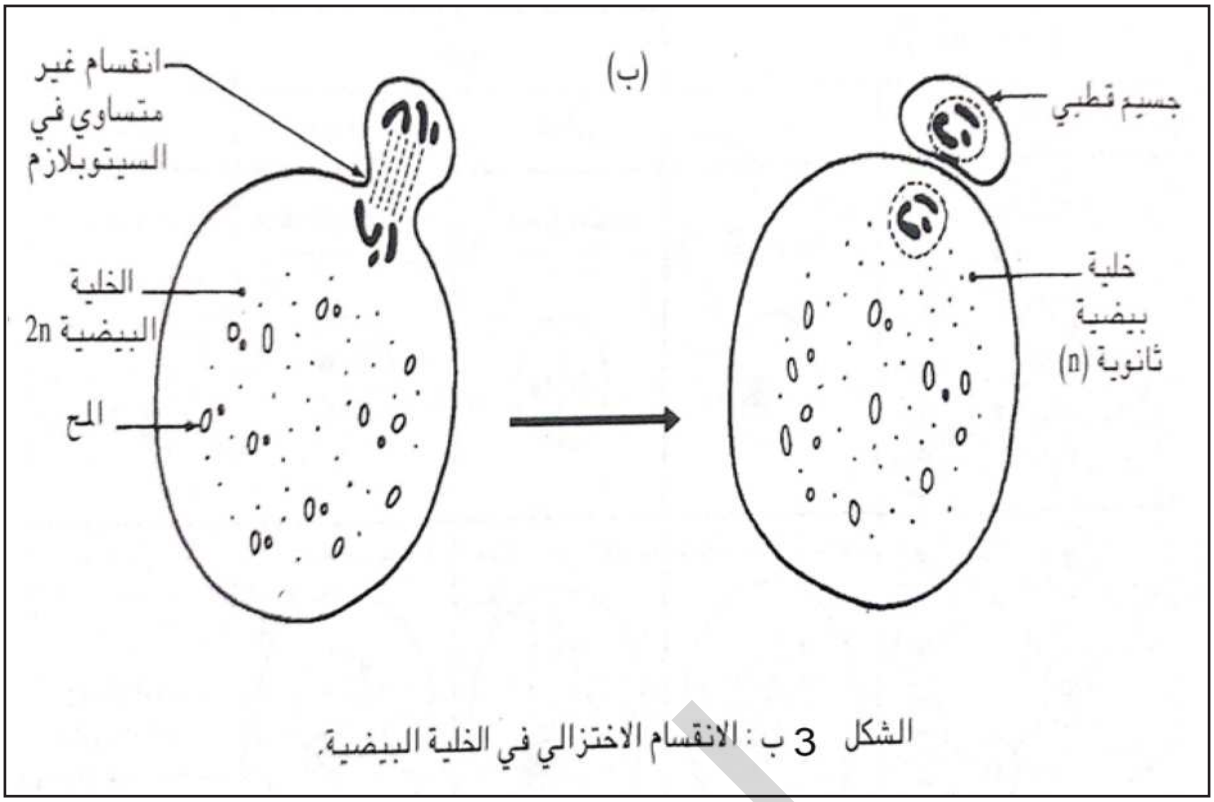


الشكل 2 تمايز الحيوان المنوي.



الشكل أ 3 : الميوز أثناء تكوين البويضات (2n = 6).

IPN



الشكل 3 ب : الانقسام الاختزالي في الخلية البيضية.

بين مراحل تشكل الحيوانات المنوية والبويضات عند الحيوانات.

أ. تكوين الحيوانات المنوية :

يمر تكوين الحيوانات المنوية بأربع مراحل :

1. مرحلة التضاعف (التكاثر) :

تتضاعف الخلايا أمهات الأمشاج بواسطة انقسامات ميتوزية لا تغير من صيغتها الكروموزومية الثنائية، وتعرف هذه الخلايا بأمهات المني ويختلف عدد الانقسامات الميتوزية من نوع لآخر(ثلاث في الإنسان) . إن أهمية الانقسام الميتوزي هي تجديد وتعويض الخلايا الأم .

2. مرحلة النمو :

وفيها يزداد حجم أم المني زيادة طفيفة، وتسمي عندئذ بالخلية المنوية الابتدائية (الرتبة الأولى) ذات 2n كروموزوم.

3. مرحلة النضج :

تضم ظاهرة أساسية هي الميوز(الشكل : 1) :

تنقسم الخلية المنوية الابتدائية انقساما اختزاليا إلى خليتين أحاديتي الصيغة الكروموزمية(n)، تسمى كل منهما خلية منوية ثانوية(الرتبة الثانية).

كما تنقسم الخلية المنوية الثانوية (n) انقساما متعادلا، وبذلك تتكون أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (n) تسمى الطلائع المنوية .

4. مرحلة التمايز:

تتحول كل طليعة منوية وهي خلية عادية تدريجيا إلى حيوان منوي (الشكل : 2) عن طريق مجموعة من التغيرات أهمها :

IPN

- تكوين السنتريول الخلفي للسوط تدريجيا .
- تجمع حويصلات جولجية لتكوين القلنسوة .
- يتكاثف الكروماتين فيقص حجم النواة قليلا .
- تجمع الميتوكوندريا والتفافها الحلزوني عند قاعدة السوط .
- أخيرا تجمع بقية جهاز جولجي وجزء من السيتوبلازم في كتلة خلف النواة وتخلص الخلية منها فيصبح حيوانا جاهزا .

ب . تكوين البويضات :

ويشبه تكوين الحيوانات المنوية في خطوطه العريضة فنجد بالترتيب أمهات البيض، ثم الخلية البيضية الابتدائية، ثم الثانوية، ثم الطليعة البيضية أو البويضة لكن يختلف عنه في النقاط التالية:

إن زيادة حجم أمهات البيض في مرحلة النمو كبيرة فيتغير حجم أم البيض من 30 إلى 40 ميكرون عند المرأة ويصل عدة سنتيمترات في الطيور.

خلال هذه المرحلة يتكون المح (المواد الغذائية المدخرة) .

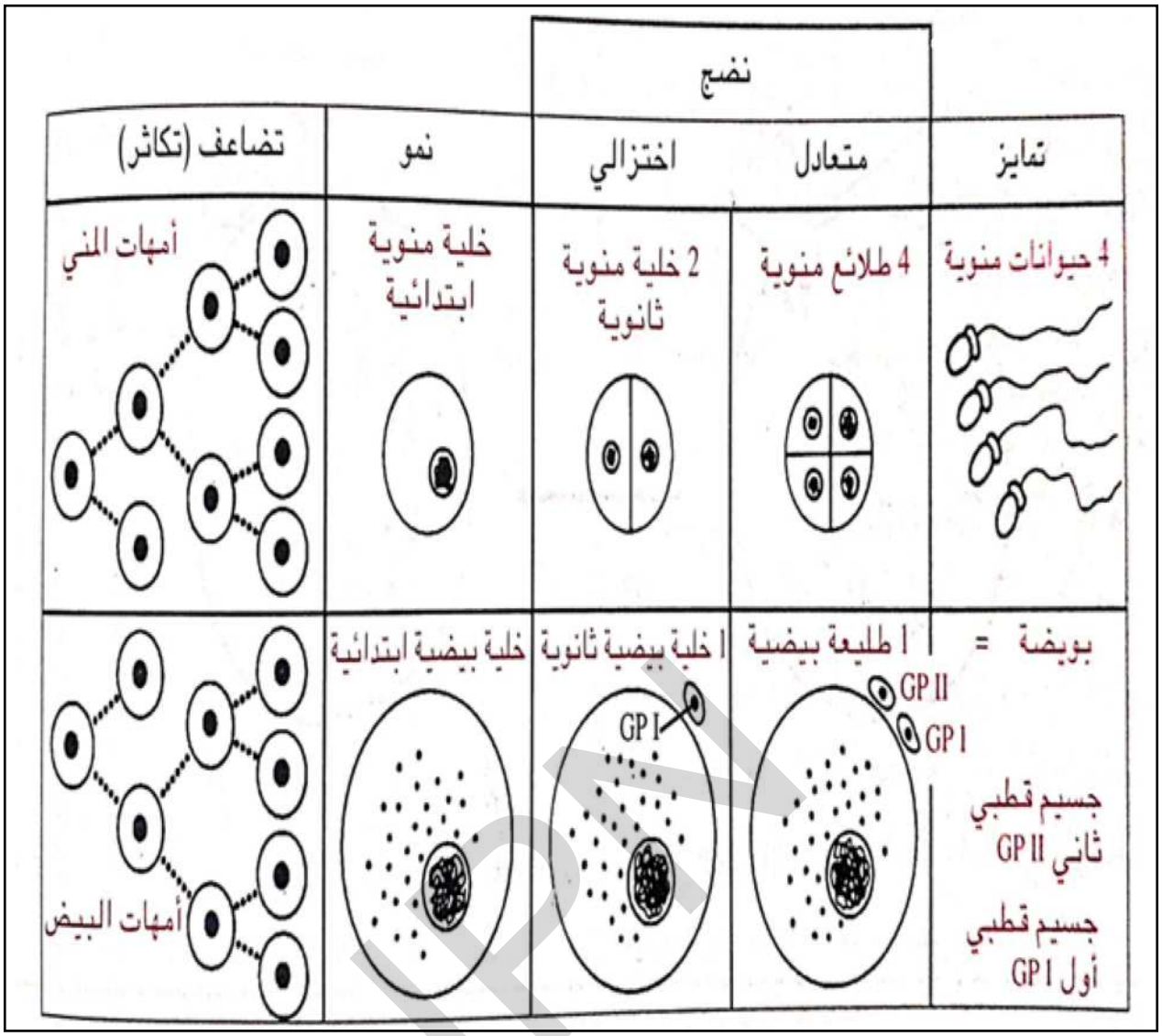
أن الميوز (مرحلة النضج) يبدأ في المرحلة الجنينية ويتوقف حتى مرحلة النضج الجنسي(البلوغ)

. خلال انقسامي الميوز يكون توزيع السيتوبلازم غير متساو بين الخليتين الناتجتين؛ وذلك بسبب وضعية مغزل الانقسام؛ حيث يكون أحد قطبيه في مركز الخلية والآخر في القطب ، وهكذا فإن الخلية البيضية الابتدائية عند انقسامها الاختزالي تعطي خلية بيضية ثانوية واحدة وخلية صغيرة جدا قليلة السيتوبلازم تعرف بالكرية(الجسيم) القطبية الأولى (الشكل: 3 أوب) .

ثم تعطي الخلية البيضية الثانوية عند انقسامها المتعادل طليعة بيضية أو بويضة وكرية (جسيم) قطبية ثانية . إن مصير الكريتين القطبيتين هو التلاشي .

- لا توجد مرحلة خاصة بالتمايز فالطليعة البيضية هي بويضة جاهزة إذ يبدأ التمايز من مرحلة النمو .

IPN



* **الشكل 4 :** مقارنة بين تكوين الحيوانات المنوية والبويضات

التمارين:

- الاختيار من متعدد: اختر الإجابة الصحيحة

1. الADN هو:

أ - خلية متعددة نيوكليوتيدات.

ب - جزيء يتكون من سلسلتين من نيوكليوتيدات.

ج – جزيء يتكون من شريطين من الأحماض الأمينية مرتبطين ببعضهما البعض بواسطة روابط هيدروجينية.

د - جزيء يتكون من الارتباط الخطي لأربعة نيوكليوتيداتA.T.U.G.

2 - يعطي الميوز:

أ - أربع خلايا ثنائية الصيغة الصبغية من خلية ثنائية الصيغة الصبغية.

ب - خليتين أحاديتي الصيغة الصبغية من خلية ثنائية الصيغة الصبغية.

جـ - أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية من خلية ثنائية الصيغة الصبغية.

د - خليتين ثنائيتي الصيغة الصبغية من خلية ثنائية الصيغة الصبغية.

3 - يتم تضاعف ال ADN :

أ - بفضل الARN بوليميراز الذي يقوم بنسخ ال ADN قبل الانقسام الميوزي الأول.

ب - بفضل ال ARN بوليميراز الذي ال ADN فقط قبل الانقسام الميتوزي.

جـ - بفضل ال ADN بوليميراز الذي يقوم بنسخ ال ADN فقط قبل الانقسام الميوزي.

د - بفضل ال ADN بوليميراز الذي يقوم بنسخ ال ADN أثناء الطور البيني.

4 - ال ADN هو:

أ - المكون الوحيد للكروموزوم .

ب - جزيء كبير يتكون من عنصر فريد هو نيوكليوتيد.

جـ - حامل للخبر الوراثي.

د - أحد مكونات الكروموزوم.

5 - الميتوز :

أ - مصدر للتنوع الوراثي.

ب - يعطي أربع خلايا من خلية واحدة.

جـ - هو انقسام محافظ.

د - يسمح بإنتاج الأمشاج.

6 - يتكون كروموزوم الطور الاستوائي من:

أ - ذراعين.

ب -كروماتيدتان.

جـ - كروماتيد واحد.

د . اثنين سنترومير.

IPN

التمرين 1 :

1 – في النوع البشري تتضمن عملية التكاثر ظاهرتين (أ و ب).

أ – تؤدي إلى تكوين الأمشاج.

ب – تؤدي إلى تكوين لاقحة.

- حَدِّدْ أ و ب.

التمرين2 :

يمثل الشكل التالي الشريط الرامز للADN :

ACC GAC TAT ATA TAT CCG CAC TAC TTC GAC ACT

أ – أعط تتابع الشريط الآخر المكمل.

ب – ما الإنزيم المستخدم لتكوين الARNm؟

ج - أعط شريط الARNm.

التمرين 3 :

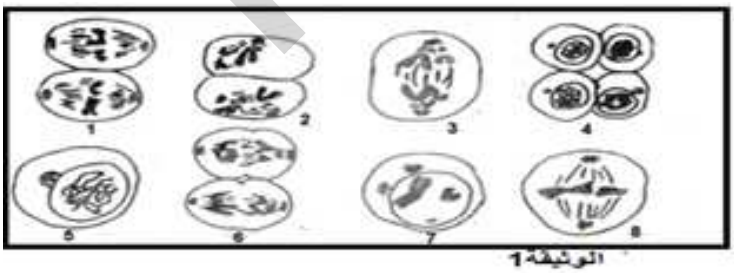
تمثل أشكال الوثيقة 1 ظاهرة مهمة أثناء تشكل الأمشاج الذكرية عند دودة الإسكارس (Ascaris).

1) بأية ظاهرة يتعلق الأمر؟

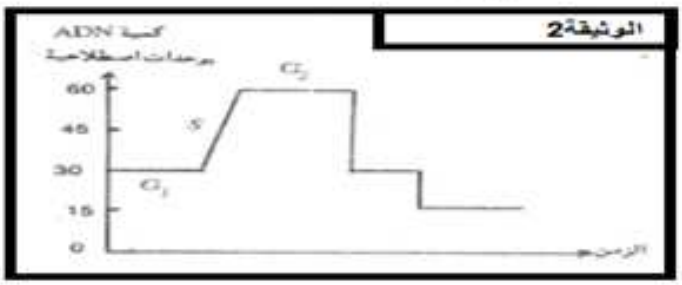
2) رتب أشكال الوثيقة 1 حسب تسلسلها الزمني مع تحديد تسمية كل طور، علل إجابتك.

تبين الوثيقة 2 تطور كمية ADN خلال تشكل الأمشاج الذكرية عند هذه الدورة.

3) قارن تطور كل من ADN والصبغيات خلال الظاهرة المدروسة.



الوثيقة1



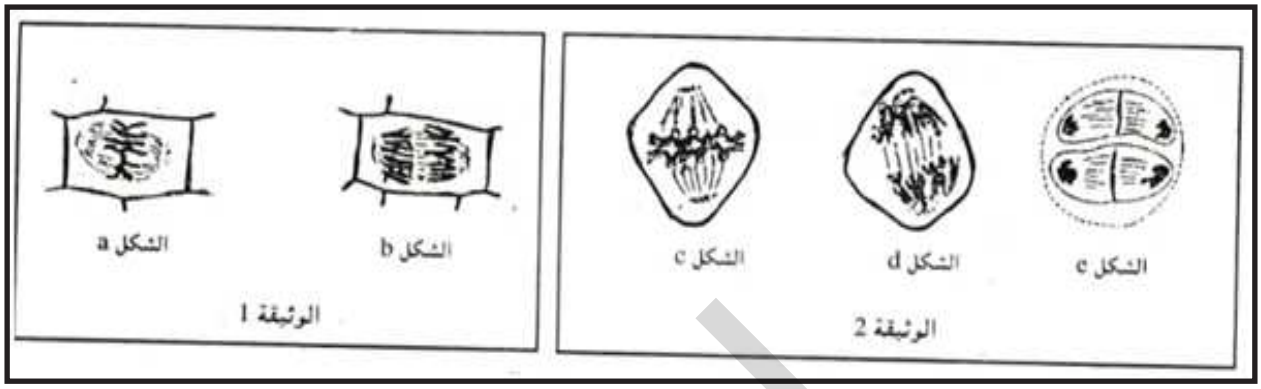
IPN

التمرين 4 :

نقترح دراسة تطور الصبغيات خلال نوعين من الانقسامات الخلوية.
تقدم أشكال الوثيقتين 1 و 2 بعض مراحل انقسامات خلوية تمت ملاحظتها عند ثنائي الصيغة الصبغية.

(Allium ursinum) على مستوى:

- جذر النبات (الوثيقة 1).
- أعضاء التكاثر(الوثيقة 2).



1) مَثِّلْ بواسطة رسم تخطيطي مظهر صبغي في الشكل a وفي الشكل b من الوثيقة 1.
2) اكتُبْ الصيغة للنبات المدروس.
3) حَدِّد نوع الانقسام الخلوي الذي يحدث على مستوى جذر النبات.
4) حَدِّد المرحلة التي يمثلها كل شكل من أشكال الوثيقة 2.
5) حَدِّد نوع الانقسام الخلوي الذي حدث على مستوى أعضاء التكاثر، وذَكِّرْ بأهميته.

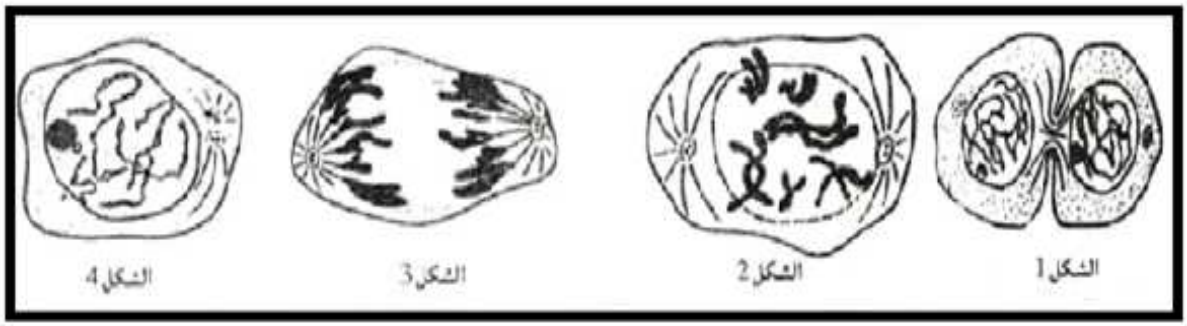
التمرين 5 :

تبين الوثيقة الموالية أطوار الانقسام الخلوي غير المباشر.

1) حَدِّدْ معللا إجابتك ، الطور الذي يمثله كل شكل من أشكال هذه الوثيقة.
2) أنجزْ رسما تخطيطيا مفسرا الطور غير المباشر في الوثيقة.
3) حَدِّدْ مميزات الانقسام غير المباشر عند هذا النوع من الخلايا.

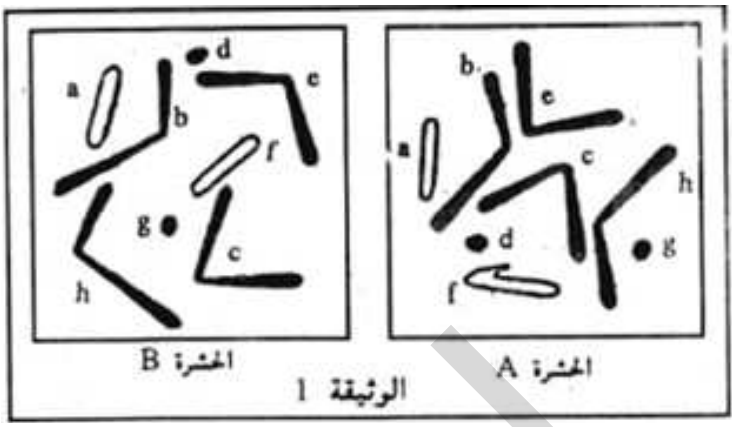
التمرين 6 :

تمثل الوثيقة الصيغة الصبغية لحشرتين Aو B من نوع ذبابة الخل.



IPN

1) اكتب الصيغة الصبغية لهذ النوع.
2) رَتِّبْ صبغيات هذه الحشرة حسب أزواج من صبغيات متماثلة، مستعملا الحروف المرافقة لها في الوثيقة 1.
3) قارن صبغيات الحشرة A والحشرة B، ثم استنتج جنس كل حشرة، علما أن تحديد الجنس عند هذا النوع يتم بنفس الطريقة المتبعة عند الإنسان.
4) يتم عادة إنجاز الخريطة الصبغية في إحدى مراحل الانقسام الخلوي.
أنجز رسما تخطيطيا مفسرا الخلية حيوانية في هذه المرحلة، آخذا 2n = 4 تبين.



الوثيقة 1

التمرين 7 :

تمثل متتالية النكليوتيدات أسفله جزءا من خيط ADN المسؤول عن تركيب إحدى الإنزيمات.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
T	T	T	A	C	C	C	T	T	T	A	A	C	A	A	T	T	C

1) أوجِدْ متتالية النكليوتيدات لخيط ARN_m المقابل لخيط ADN السابق.
2) مستعينا بالوثيقة جانبه، أوجد ممتالية الأحماض الأمينية التي يرمز إليها خيط ADN السابق.

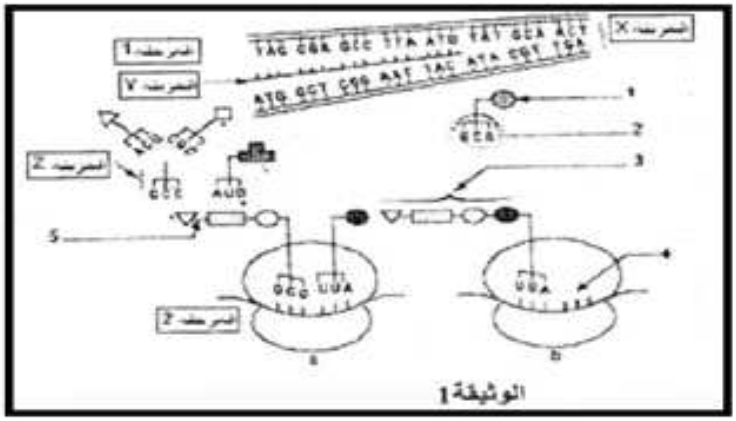
اتجاه القراءة ---------->

الأحماض الأمينية	وحدات رمزية
ليزين (Lys):	AAA , AAG
تريبتوفان (Try):	UGG
إزولوسين(ILeu):	AUA , AUG, AUU
فالين (Val):	GUG, GUA, GUC, GUU
حمض كلوتاميك(Glu):	GAG, GAA
كليسين (Gly):	GGG, GGA, GGC, GGU
أسبارجين (Asn):	AAC, AAU
سستئين(Cys):	UGC, UGU

التمرين 8 :

- تمثل الوثيقة 1 لحظتين من عملية تركيب بروتين:
1- بَيِّنْ أسماء الجزيئات: X ،Y وZ وكذلك أسماء المرحلتين 1 و 2. وحدد موقعهما في الخلية.
2- أكمل مخطط الجزيئة Y في المرحلة 1.
3- أعْطِ اسما لكل من العناصر التي تحمل الأرقام من 1 إلى 5.

4- ما الجزيئية التي يجب أن تأتي لتأخذ مكانها في اللحظة b من المرحلة 2 ؟ ارسمها في موقعها.



الوثيقة 1

التمرين 9 :

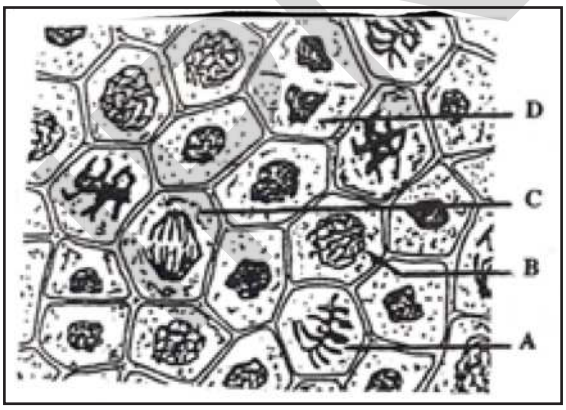
- تمثل الوثيقة جانبه خلايا نسيج نباتي خلال الانقسام غير المباشر

1) عَرِّفِ الانقسام غير المباشر.

2) حَدِّدْ، -معللا إجابتك- مراحل الخلايا: A, B, C, D

3) رَتِّبْ هذه المراحل حسب تسلسلها الزمني.

4) أنجز رسما تخطيطيا مفسرا الخلية حيوانية في مرحلة الخلية C. نأخذ 6 = 2 n صبغي.



التمرين 10 :

تمثل الوثيقة جانبه خريطة صبغية لنوع من جراد أمريكا الجنوبية.

1) رَتِّبْ هذه الصبغيات بكيفية زوجية، ثم صَنِّفْها علما أن عند هذا النوع يوجد صبغان مختلفان عند الذكر.

2) أعْطِ الصبغية لهذا النوع من الجراد.

3) تحدثْ بإيجاز عن تقنية الحصول على الخريطة الصبغية.

4) أنجز رسمين تخطيطيين لخلية هذا النوع من الجراد في الطور الاستوائي والطور الانفصالي من الانقسام الاختزالي.

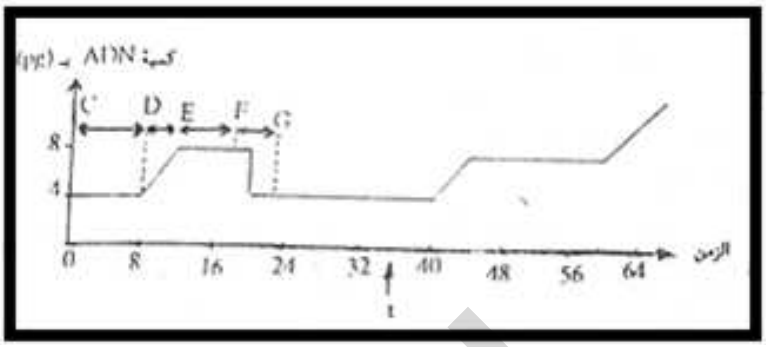
التمرين 11 :

نقوم بزرع خلايا جسدية لحيوان في وسط غذائي، ثم نقبس في هذه الخلايا كمية ADN . في الزمن d_1 نضيف إلى الوسط مادة السورنجين (Colchicine)، وتعبر الوثيقة 1 على النتائج المحصل عليها.

1) أعط تعريفا للدورة الخلوية.

2) ماذا تمثل كل مرحلة من المراحل: CDو DEو EFو FG.

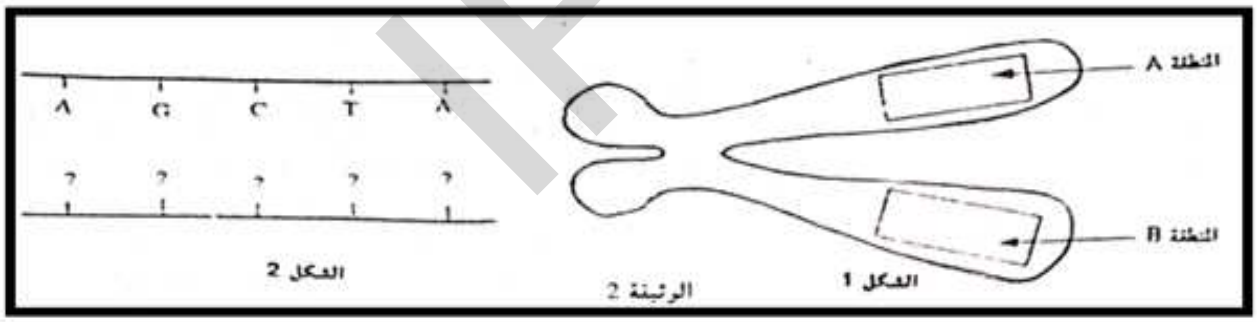
3) أ- ما تأثير مادة السورنجين على تغير كمية ADN؟



ب- كيف تفسر هذا التأثير؟

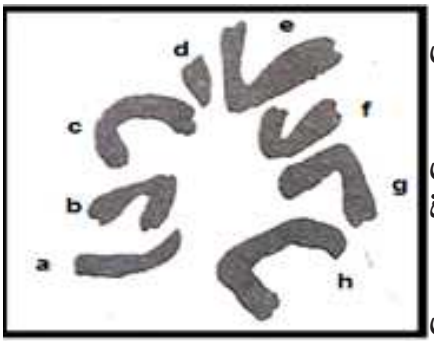
يمثل الشكل 1 من الوثيقة 2 رسما تخطيطيا مبسطا لصبغي تمت ملاحظته خلال إحدى فترات المرحلة FG (الوثيقة 1).

ويمثل الشكل 2 من الوثيقة 2 جزءا من ADN المناسب للمنطقة A من الشكل1.



4) أتمم الشكل 2 من الوثيقة 2.

5) مَثِّلْ للشكل 1 من الوثيقة 2 أجزاء ADN المناسبة للمنطقتين A و B.



أجريت التجربة التالية على جذور نبتة تحتوي خلاياها على زوجين من الصبغيات (2 n = 4).

- في الزمن L_0 ، ثم غمر جذور هذه النبتة في محلول غذائي يحتوي على الثمين المشعة لمدة 16 ساعة وهس المدة الضرورية لمضاعفة ADN.

- في الزمن 1_1 =16h ، ثم نقل هذه الجذور إلى محلول غذائي يحتوي على الثمين غير المشعة ومادة السرنجين.

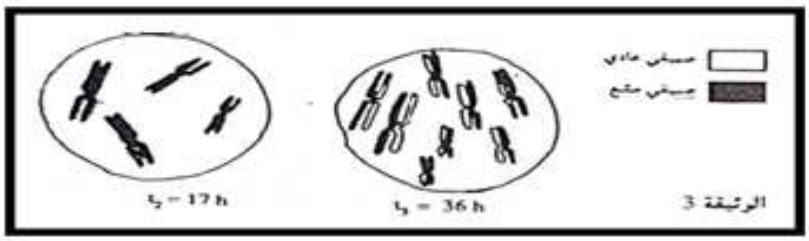
- أخذت بعض الجذور في الزمن 1_2 =17h ، وأخرى في الزمن 1_3 =36h؛ وذلك من أجل القيام

IPN

بالتصوير الإشعاعي الذاتي لخلايا هذه الجذور ، وتمثل الوثيقة 3 النتائج المحصل عليها.

6) في أي طور من أطوار الانقسام غير المباشر يمكن ملاحظة صبغيات الوثيقة 3.

7) فَسِّرْ بواسطة رسوم مبسطة، النتائج المحصل عليها في الوثيقة 3، وذلك انطلاقا من صبغي واحد.



حل التمرين 11 :

1) تعريف الدورة الخاوية: يكون الانقسام غير المباشر ومرحلة السكون التي تسبقه دورة خلوية.

2) CD = فترة النمو الخلوي الأولى (أو فترة G_1).

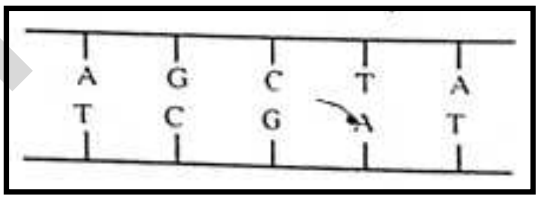
DE = فترة تركيب ADN (أو فترة G_2).

FG = مرحلة الانقسام المباشر.

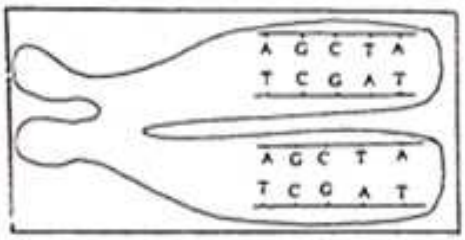
3) أ- لا تسمح مادة السورنجين بعودة كمية ADN إلى قيمتها الأصلية.

ب - توقف السورنجين الانقسام غير المباشر.

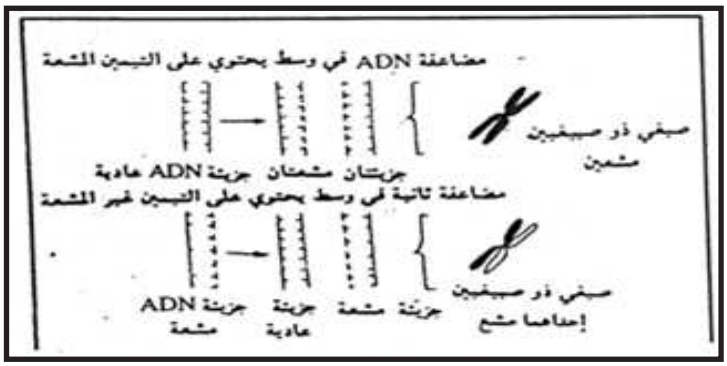
4) إتمام الشكل 2 من الوثيقة 2.



5) أجزاء ADN المناسبة للمنطقتين A و B :



6) يمكن ملاحظة صبغيات الوثيقة 3 خلال الطور الاستوائي.



IPN

التمرين 12 :

تم تحديد كميات القواعد الآزوتية (أدنين A، غوانينG، سيتوزنينC وتمين T) التي تدخل في تركيب ADN عند بعض أنواع الكائنات الحية. ويبين الجدول جانبه النتائج المحصل عليها.

1) حَلِّلْ معطيات هذا الجدول.

2) ماذا تستنتج فيما يخص بنية ADN؟

3) مثل أحد النماذج النظرية الممكنة لجزء من ADN يحتوي على 24 قاعدة آزوتية وتكون العلاقة :

$\frac{A+G}{T+C}$	$\frac{A+T}{G+C}$	العلاقة بين القواعد الأزوتية / أنواع الكائنات الحية
1	1,40	. خلايا طحال الانسان
1,01	1,22	. خلايا نبتة القمح
1,05	1,25	. خلايا الغدة السعترية للثور
1,02	1,86	. خلايا قنفذ البحر
0,98	1,92	. حمة T_4
0,98	0,97	. كوليباسيل (بكتيرية)

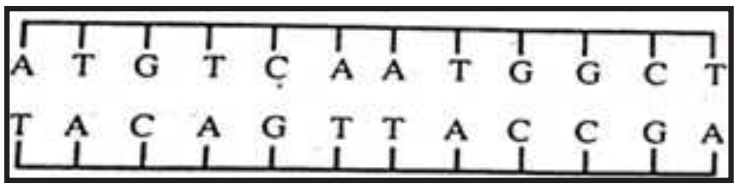
حل التمرين 12 :

1) يتبين من خلال الجدول أن العلاقة لا تختلف كثيرا عن 1 كيفما كان نوع الكائن الحي، بينما تتغير العلاقة من نوع لآخر.

2) مهما كان أصل ADN ، فإن عدد T يساوي عدد A وعدد G يساوي عدد C ، نستنتج أن القواعد الأزوتية ترتبط فيما بينها كالتالي: A ترتبط بـ Tو G ترتبط بـ C وفق العلاقة:

إذن :

- مثال لنموذج نظري لجزء من ADN:



التمرين 13 :

يعطي جدول الوثيقة 1 تغير كمية ADN في نواة حيوانية ثنائية الصيغة الصبغية بدلالة الزمن.

الزمن بالساعات	0	3	8	9	16	18	23	28	29	30
كمية ADN (وحدات اصطلاحية)	5.1	6.5	6.6	3.2	3.2	4	6.5	6.6	3.2	3.2

IPN

الوثيقة 1

1) أنجز منحنى تغير كمية ADN بدلالة الزمن.

2) استخرج من المنحنى المنجز مدة الدورة الخلوية.

3) حَدِّدِ على المنحنى المنجز مراحلَ هذه الدورة.

تمثل الوثيقة 2 تنظيم المادة الصبغية خلال مرحلة السكون.

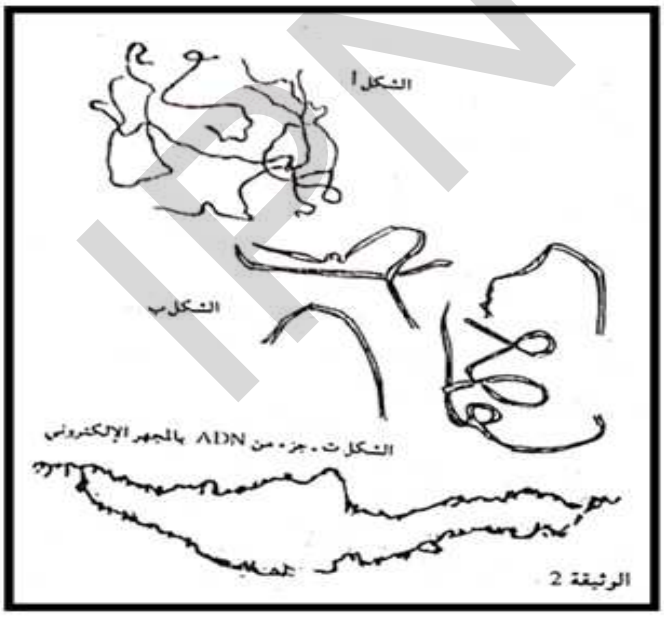
4) حدد -معللا إجابتك في كل حالةَ- إلى أي مرحلة من مراحل السكون ينتمي كل شكل من أشكال

الوثيقة 2

5) اكتب الصيغة الإجمالية لهذه الخلية.

قصد توضيح الأحداث التي تجري على المستوى الجزيئي للصبغيات خلال الدورة الخلوية، تستعمل مادة Brd U المشابهة للتمين والتي يمكن أن تحل محلها على مستوى جزيئية ADN. عندما تدخل هذه المادة في تركيب الخيطين المكونين لجزيئية ADN. فإن لون الصبغي يكون فاتحا، وعندما تدخل في تركيب خيط واحد، فإن لون الصبغي يكون قاتما.

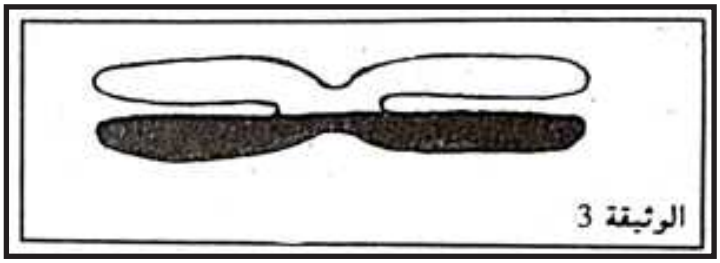
تبين الوثيقة 3 حالة صبغي واحد حصل عليه من خلية زرعت لمدة دورتين خلويتين في وسط زرع فيه مادة Brd U محل التمين.



6) في أي مرحلة من مراحل الدورة الخلوية تكون الصبغيات على هذا الشكل؟

7) ما الملاحظة التي يمكن تسجيلها فيما يخص لون أجزاء هذا الصبغي؟

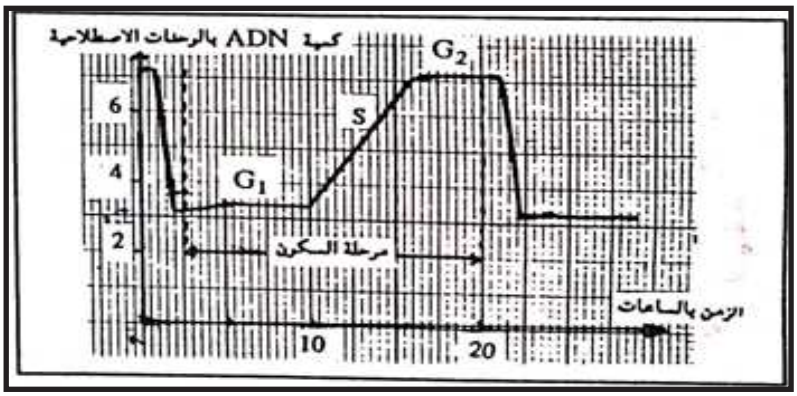
8) فَسِّرْ هذه الملاحظة بالاعتماد على التقنية المستعملة.



IFN

حل التمرين 13 :

1) منحنى تغير كمية ADN بدلالة الزمن:



2) مدة الدورة الخلوية تساوي 20 ساعة.

3) انظر المنحنى المنجز أعلاه.

4) يمثل الشكل (!) المرحلة G_1؛ لأن كل صبغي مكون من صبيغي.T

يمثل الشكل (ب) المرحلة G_2؛ لأن كل صبغي مكون من كروماتديين.

يمثل الشكل (ت) المرحلة S؛ لأن كل جزيئية ADN في مرحلة تضاعف.

5) الصيغة الصبغية للخلية المعنية هي: 2 6 = n

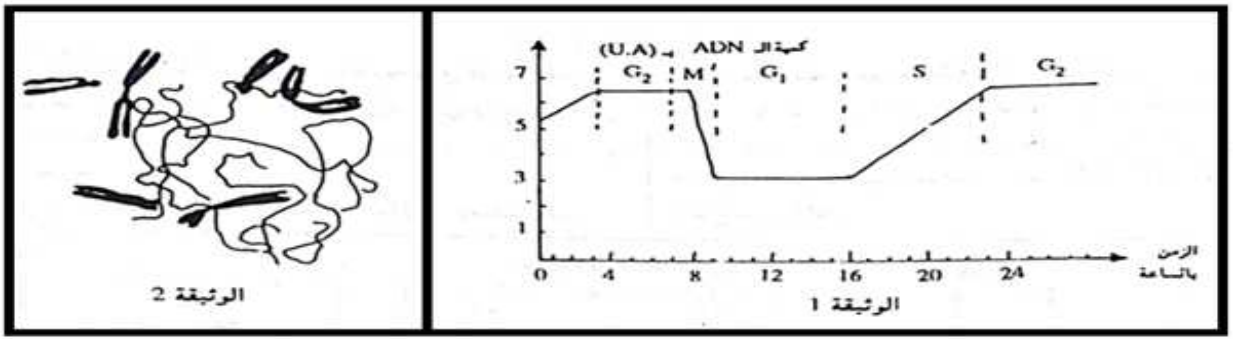
6) تكون الصبغيات على الشكل الممثل في الوثيقة 3 خلال الطور الاستوائي للانقسام غير المباشر.

7) يلاحظ أن الصبغي مكون من صبيغين :

- كروماتي فاتح اللون.
- كروماتي قاتم اللون.

8) يتكون الصبيغي الفاتح اللون من خبيطين من ADN يحتويان على المادة Brd U ، بينما كروماتيد قاتم اللون يتكون من خييط واحد من ADN به المادة Brd U والخيط الثاني عادي.

التمرين 14 :



تمثل الوثيقة 1 تطور ADN خلية عادية بدلالة الزمن

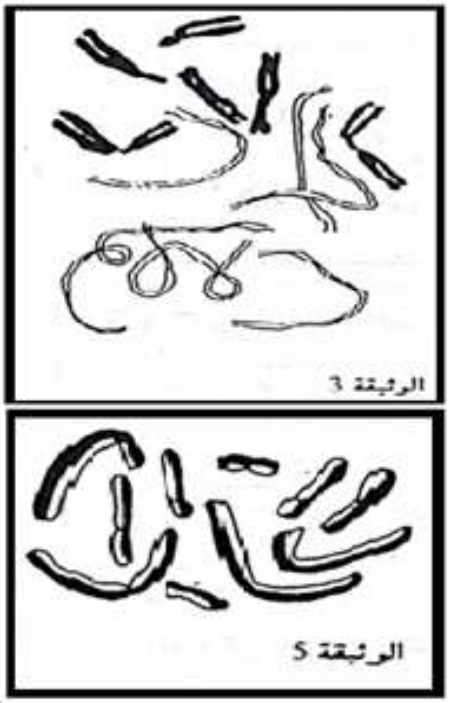
1) اعتمادا على معطيات الوثيقة 1 حَدِّدْ مدة الدورة الخلوية.

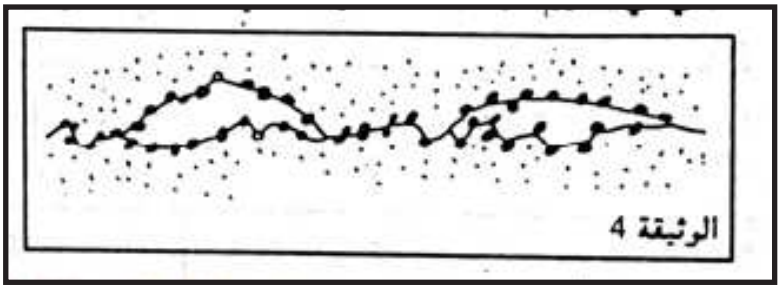
تم إدماج خلية في المرحلة الاستوائية وخلية في الطور G_1 من جهة، ومن جهة أخرى خلية في المرحلة الاستوائية وخلية في الطور G_2 عند أليلات ذات صيغة صبغية: 2 6 = n .

IPN

وتمثل الوثيقة 2 مظهر صبغيات الخليتين الأوليين، الوثيقة 3 مظهر صبغيات الخليتين الأخريتين.

2) قارن بين مظهري صبغيات الخلية الخلية في الطور G_1 وفي الطور G_2.





مَكَّنَتْ ملاحظة صبغي في الطور S بواسطة المجهر الإلكتروني من إنجاز الرسم التخطيطي الممثل بالوثيقة 4.

3) سم الظاهرة الخلوية التي تكشف عنها هذه الملاحظة.

4) استخرج العلاقة الوجودة بين تطور كمية ADN (الوثيقة 1) وتطور شكل الصبغيات في الطورين G_1 و G_2 (الوثيقتان 2 و 3).

قصد توضيح ما يجري على المستوى الجزيئي للصبغيات خلال الدورة الخلوية، ثم استعمال مادة Brd U المشابهة للتيمين والتي يمكن أن تحل محلها في جزيئة ADN ، فيصبح لون الصبغى فاتحا عندما تدخل مادة Brd U في تركيب الخيطين المكونيين لجزيئة ADN ، وعندما تدخل في تركيب خيط واحد فإن لون الصبغي يبقى قاتما.

تم زرع خلايا لهمستر (حيوان شبيه بالجرذ) في طور G_1 لمدة دورتين خلويتين في وسط حلت في ه مادة Brd U محل التيمين. وتبين الوثيقة 5 هيأة صبغيات هذه الخلايا في طور الانقسام غير المباشر أثناء الدورة الخلوية الثانية، وذلك بعد التلويم.

5) ما الملاحظة الممكن تسجيلها بخصوص لون الصبغيات؟

6) فسِّرْ هذه النتيجة بواسطة رسوم تخطيطية، مبينا مصير جزئية ADN خلال الدورتين الخلويتين المعنيتين الجزء الممثل جانبه من جزئية ADN.

حل التمرين 12 :

1) يتبين من خلال الوثيقة 1 أن مدة الدورة الخلوية تبلغ 20 ساعة.

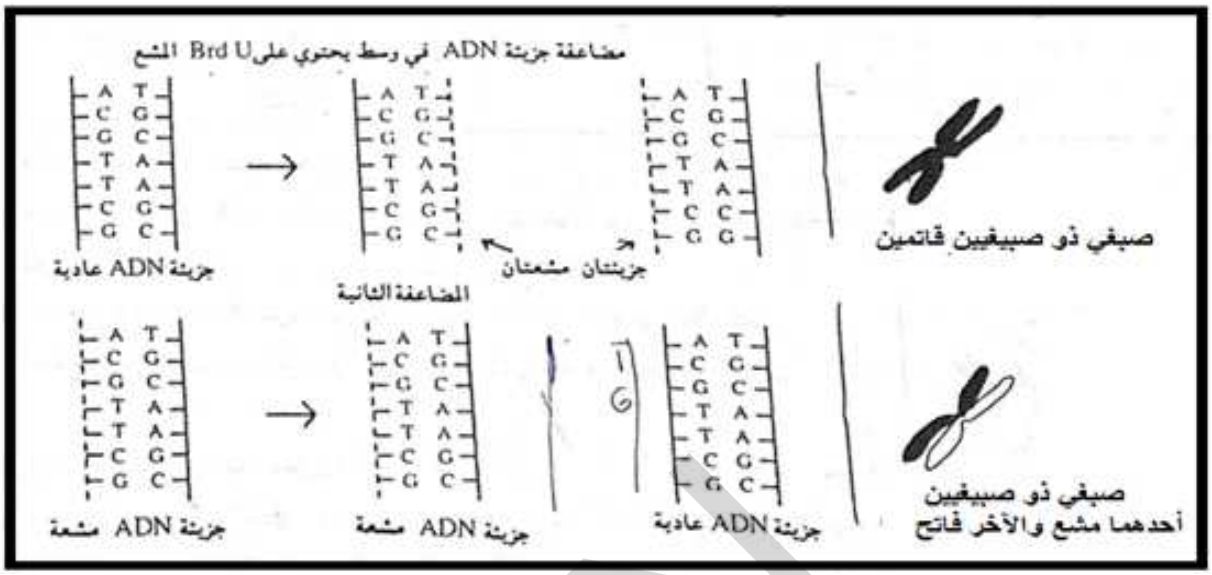
2) تبدو الصبغيات في الطور G_1 مكونة من صبيغي واحد، بينما في الطور G_2 تبدو مكونة من صبيغين.

3) يتعلق الأمر بمضاعفة الصبغيات.

4) هناك تطابق بين تطور كمية ADN وتطور شكل الصبغيات لكون هذه الأخيرة مكونة من جزئية ADN : في الطور G_1 صبيغي واحد، وفي الطور G2 صبيغيان الشيء الذي يؤدي إلى مضاعفة كمية ADN.

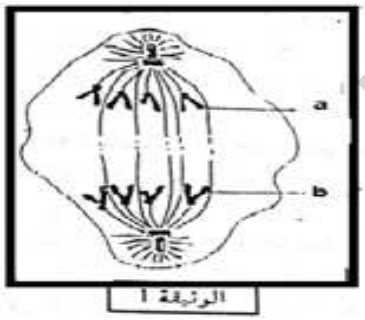
5) الصبغيات المعنية مكونة من صبيغي قاتم وآخر فاتح اللون.

6) رسم تخطيطي بين مضاعفة جزئية ADN خلال جورتين خلويتين مع إدماج مادة Brd U:



التمرين 15 :

تمثل الوثيقة 1 رسما تخطيطيا الملاحظة مجهرية لخلية حيوانية خلال أحد أطوار الدورة الخلوية.



1) عرِّف الدورة الخلوية.

2) أ- نعرف الطور الذي تمثله هذه الوثيقة.

ب- ماذا يمثل العنصرين a و b؟

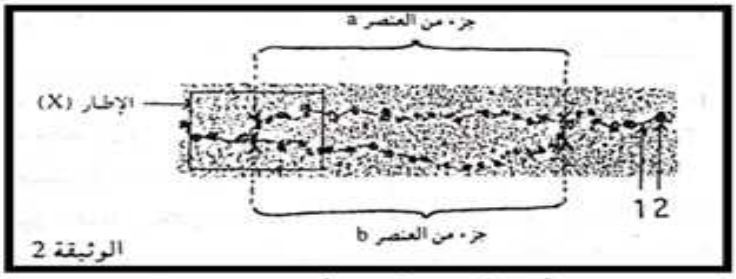
3) حدد النتيجة التي سيتم الحصول عليها عند نهاية هذا الطور.

قصد تحديد أصل العنصري a و b تم القيام بملاحظة فوق مجهرية لصبغي خلية مرحلة من الدورة الخلوية سابقة للطور الممثل في الوثيقة 1 . وتبين الوثيقة 2 نتائج هذه الملاحظة.

4) أ- ماذا يمثل الشكل المبين في هذه الوثيقة؟

ب - أعط الاسم المناسب لكل من الرقمين 1 و 2 .

5) حدِّدِ المرحلة التي تمت فيها هذه الملاحظة.



أكاديمية المحمدية (دورة فبراير ١٩٩٧)

6) باستعمالك للحروف اللاتينية الممثلة للقواعد الأزوتية التي تدخل في تركيب العنصر المشار

إليه بالرقم1:

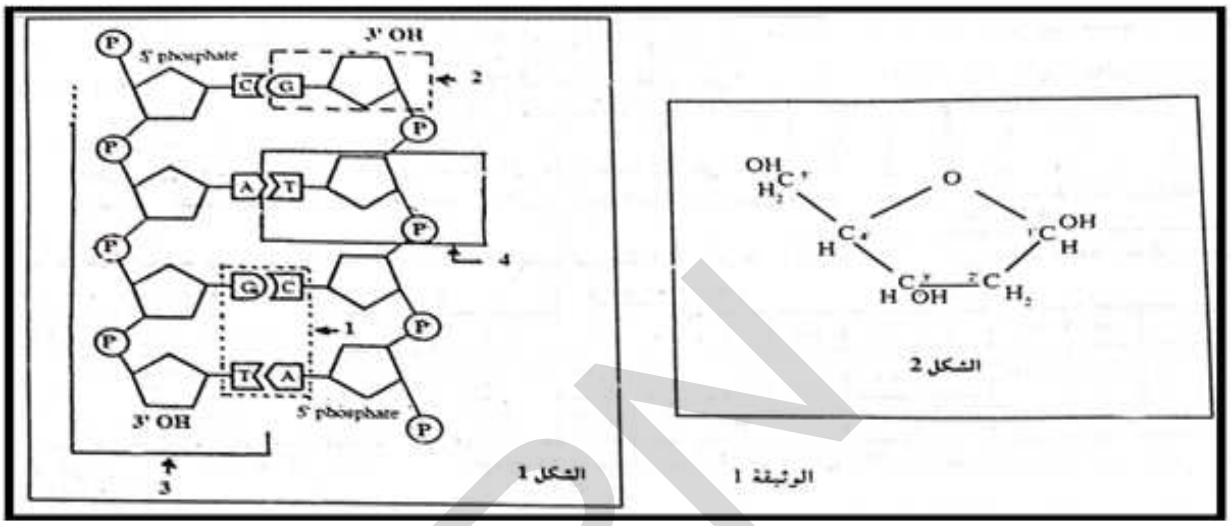
أ- بين بواسطة رسم تخطيطي مبسط الظاهرة التي تجسدها الوثيقة 2 مقتصرا على الجزء الموجود داخل الإطار (X).

ب- سم هذه الظاهرة.

7) علما بأن العنصر المشار إليه بالرقم 1 هو دعامة الخبر الوراثي، واعتمادا على المعطيات السابقة، بين كيف يتم الحفاظ على ثبات هذا الخبر خلال نقله من خلية إلى أخرى.

التمرين 16 :

تعتزم دراسة بعض خصائص المادة الوراثية.



- تمثل الوثيقة البنية الكيميائية لجزيئية ADN.

1) سم العناصر الحاملة للأرقام 1 و 2 و 3 و 4.

2) أية خاصية لبنية ADN يبين الرقمان 3' و 5' ؟ وضح ذلك، مستعينا بالصيغة المنشورة في الشكل 2 للوثيقة 1.

- تم تحديد كمية القواعد الأزوتية (A = Adénine, G = Guanine, C = Cytosine, T= Thymine) في جزيئة ADN عند بعض الأنواع.

سمحت النتائج المحصلة بحساب بعض النسب المقدمة في الجدول جانبه:

3) كيف تتغير كل نسبة؟

4) كيف توضح هذه النتائج بنية ADN الممثلة في الشكل 1 للوثيقة 1؟

- لتكن قطعة من جزيئة ADN مكونة من 24 قاعدة أزوتية حيث:

5) أ- احسب عدد كل قاعدة أزوتية في هذه القطعة.

النسبة / الأنواع	$\frac{A+G}{T+C}$	$\frac{A+T}{G+C}$
عصية قولونية (بكتيريا)	0,98	0,97
قمح	1,01	1,22
الإنسان	1	1,40
قنفذ	1,02	1,86

IPN

التمرين 17 :

أثناء دراسة خلايا في طور الانقسام غير المباشر لجذر ثوم، تمت ملاحظة مختلف مظاهر هذا الانقسام الممثلة على شكل رسوم تخطيطية مرقمة من 1 إلى 4 (الوثيقة 1).

1) أعط أسماء مختلف أطوار هذا الانقسام مع ترتيبها حسب تسلسلها الزمني.

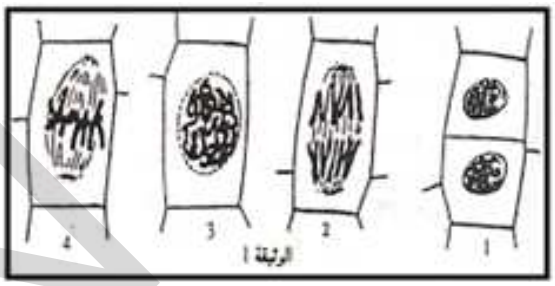
2) ما المميزات الأساسية للطور الممثل في الشكل 4 للوثيقة 1؟

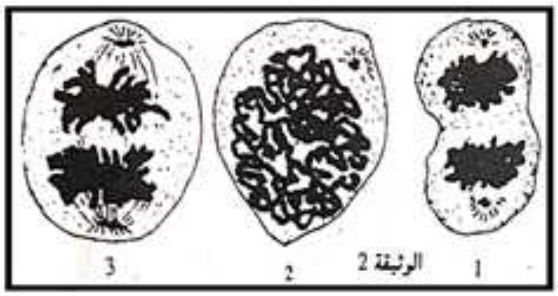
- تمثل الوثيقة 2 بعض أطوار الانقسام غير المباشر لخلية حيوانية.

3) تعرف الأطوار الممثلة في الوثيقة 2.

4) ما الطور غير الممثل؟

5) باعتمادك على الوثيقتين 1 و 2 ، حَدِّدِ الاختلافات الموجودة بين خلية حيوانية وخلية نباتية خلال الانقسام غير المباشر.





IPN

المصطلحات :

cellule somatique	خلية جسمية
cellule sexuelle	خلية جنسية
cytoplasme	سيتوبلازم
cellulose	سليلوز
lame	شريحة
réticulum endoplasmique	شبكة اندوبلازمية
réticulum endoplasmique rugueux	شبكة اندوبلازمية خشنة
réticulum endoplasmique lisse	شبكة اندوبلازمية ملساء
interphase	طور بيني
prophase	طورتمهيدي
métaphase	طور استوائي
anaphase	طور انفصالي
télophase	طور نهائي
enveloppe nucléaire	غلاف نووي
membrane plasmique	غشاء بلازمي
vacuole	فجوة
petit grossissement	قوة صغري
fort grossissement	قوة كبري
mérotomie	قطع تجزيئي
calotte polaire	قلنسوة قطبية
noyau	النواة
chromsome	كروموزوم
chromatie	كروماتيد
chromtine	كروماتين
somelyso	ليسوزوم
microscope photonique	مجهر ضوئي
mitose	ميتوز
méiose	ميوز
mitochondrie	ميتكوندريا

IPN

Fuseau achromtique	مغزل الانقسام
nucléole	النوية
Duplication de l’ADN	تضاعف ADN
amibe	أميبا
spermatogonie	أم المني
ovogonie	أم البيض
chimiotactisme	انجذاب كيميائي
scissiparité	انشطار
polymérases	إنزيمات البلمرة
biosynthèse des protéines	بناء البروتين الحيوي
chloroplaste	بلاستيدات خضراء
chromoplaste	بلاستيدات ملونة
leucoplaste	بلاستيدات عديمة اللون
reproduction	التكاثر
gamétogenèse	تكوين الأمشاج
spermatogenèse	تكوين الحيوانات المنوية
ovogenèse	تكوين البويضات
reproduction sexuée	تكاثر جنسي
spermatozode	حيوان منوي
ovule	البويضة
brassage inter chromosomique	خلط بين كروموزو
brassage intra chromosmique	خلط كروموزومي داخلي
caryotype	طابع نووي
glande sexuelle	غدة تناسلية
zygote	لاقحة
fécondation	إخصاب
pronucléus mâle	نواة أولية ذكرية
pronucléus femelle	نواة أولية أنثوية
nucléotide	نيوكلتيدة
nucléoside	نيوكلوزيدة
caryogamie	اندماج النواة

IPN

المراجع :

1 . العلوم الطبيعية للسنة الثالثة الثانوية (المملكة المغربية).

1 - العلوم الطبيعية للسنة السادسة العلمية والرياضية (المعهد التربوي االوطني).

2 - العلوم الطبيعية للسنة الخامسة العلمية والرياضية (المعهد التربوي الوطني).

3 - Biologie Terminale D : collection ADN

4 - (Sciences Naturelles 6 SN I P N

IPN

الفهرست

العنوان	الصفحة
تقديم	3
مقدمة	5
الفصل الأول : الخبر الوراثي	7
تموضع الخبر الوراثي	9
الأحماض النووية	12
الكروموزومات الصبغيات	18
بناء البروتينات	22
نقل الخبر الوراثي	25
الانقسام الميتوزي	27
الانقسام المنصف الميوزي	33
الإخصاب	36
تعميق المعارف	44
الملحق 1	44
الملحق 2	68
التمارين	73
المصطلحات	87
المراجع	89

IPN

IPN

IPN