

جمهورية العراق  
وزارة التربية  
المديرية العامة للمناهج

# علم الاحياء

للمصف السادس العلمي

## تأليف

أ. د. حسين عبد المنعم داود  
أ. د. نهلة عبد الرضا صالح  
أ. م. د. مازن نواف عبود  
أ. د. نصر فرحان عبد الله  
أ. م. د. مهدي خطاب صخي  
علي حسين حمادي  
حنين أكرم حبيب

١٤٤٦هـ / ٢٠٢٤م

الطبعة الحادية عشر

## المشرف العلمي على الطبع

إعتماد شهاب احمد

الموقع والصفحة الرسمية للمديرية العامة للمناهج

[www.manahj.edu.iq](http://www.manahj.edu.iq)  
[manahjb@yahoo.com](mailto:manahjb@yahoo.com)  
[Info@manahj.edu.iq](mailto:Info@manahj.edu.iq)



manahjb  
manahj

## المشرف الفني على الطبع

صفاء سامي عبد

استناداً الى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله في الاسواق



Telegram: @SadsHelp

## المقدمة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على رسولنا محمد ( صلى الله عليه وآله وصحبه ) .

لقد أصبح من المسلم به ان التعلم يمثل عاملاً مهماً من عوامل التطور والتقدم الاقتصادي والاجتماعي والثقافي .... ولقد كان حركة التطور العلمي والاقتصادي في العالم ، وتعدد مطالب الحياة المعاصرة دوراً فاعلاً في تغيير نظم التعليم في مختلف بلدان العالم وبالتالي تولدت الحاجة الملحة لاستمرارية اعادة النظر في المناهج الدراسية وتحديث مفرداتها ومضامينها وبما يتناسب والخصوصية السياسية او الاجتماعية او الادارية وربما الجغرافية لكل دولة ، ولقد حرصت المديرية العامة للمناهج في وزارة التربية العراقية على اعداد كتب مدرسية بمضامين منهجية موازية لتلك التي في البلدان المتقدمة . والكتاب الذي بين ايديكم والمعد لطلبة الصف السادس العلمي يأتي منسجماً مع الاهداف والمفردات التي قدمتها وزارة التربية لاعادة بناء وتطوير المناهج لموضوعات علوم الحياة .

يتناول الكتاب الذي بين ايديكم بعض المفاهيم الحياتية الحديثة في مجالات علم الخلية والانسجة والتكاثر والتكوين الجنيني والوراثة . ولقد روعي في اعداده ان يتضمن تحديثاً للمعلومة ومواكبه للتطور العلمي وتم رفده بموضوعات تتناسب مع الفئة العمرية للطلبة وبالشكل الذي يعمق ويرسخ المفاهيم التي حصل عليها الطالب في المراحل الدراسية السابقة ، ولقد حرصنا على التفاعل مع المادة العلمية مستندين في ذلك الى الاشكال التوضيحية والرسوم والصور الملونة والمعبرة متوخين في ذلك اثراء فصول الكتاب وتقريب المفاهيم .

واخيراً نامل ان تكون موضوعات الكتاب منسجمة مع الاهداف والمفردات التي قدمتها وزارة التربية لاعادة بناء وتطوير المناهج في مواضيع علوم الحياة ، كما نامل ان نكون قد وفقنا في تقديم صورة اكثر حداثة لمفردات علم الاحياء ضمن الحقل التي تضمنتها الكتاب ونهيب بزملائنا المدرسين قراءة فصول الكتاب بدقة وابداء ملاحظاتهم الصائبة بغية ترصين الكتب المنهجية ومواكبتها للتطور العلمي والتكنولوجي في العالم الجديد .

والله ولي التوفيق

المؤلفون

تيسان / 2012

## محتويات الكتاب

### الفصل الاول

47 - 5 الخلية

### الفصل الثاني

85 - 48 الانسجة

### الفصل الثالث

138 - 86 التكاثر

### الفصل الرابع

162 - 139 التكوين الجنيني

### الفصل الخامس

228 - 163 الوراثة

# الفصل الأول الخلية

## محتويات الفصل

- 1 - 1 . مقدمة .
- 1 - 2 . نظرية الخلية (Cell Theory) .
- 1 - 3 . حجم الخلية (Cell Size) .
- 1 - 4 . الخلية بدائية النواة (Prokaryotic Cell) .
- 1 - 5 . الخلية حقيقية النواة (Eukaryotic Cell) .
- 1 - 6 . الانشطة الخلوية (Cell Activities) .
- 1 - 7 . انقسام الخلية (Cell Division) .

بعد الانتهاء من دراسة الفصل الاول نأمل من الطالب ان يكون قادراً على ان :

1. يعرف الخلية ويقارن بين الخلية بدائية التواة وحقيقية التواة .
2. يبين الاسس التي استندت اليها نظرية الخلية .
3. يسمي العالمين اللذين استندت النظرية الخلوية الى عملهما .
4. يعدد ميزات الخلية بدائية التواة .
5. يعدد عضيات الخلية ويعرف كل منها .
6. يبين التركيب الكيميائي للغشاء البلازمي .
7. يقارن بين جدار الخلية والغشاء البلازمي .
8. يقارن بين وظائف جهاز كولجي في الخلية النباتية والخلية الحيوانية .
9. يعدد انواع البلاستيدات .
10. يوضح وظائف الجسيمات الحالة .
11. يحدد مكونات هيكل الخلية .
12. يقارن بين الخيوط الدقيقة والنيبيات الدقيقة في الخلية .
13. يعرف الجسيمات المركزية .
14. يعرف الجسم الحركي ويبين دوره في الانشطة الخلوية .
15. يصف محتويات غير الحية في الخلية .
16. يعدد اجزاء التواة ويعرف كل منها .
17. يعدد انواع الخاليل تبعاً لتركيزها التناضحي .
18. يوضح مفهوم عبور المواد عبر الاغشية الخلوية .
19. يقارن بين الادخال الخلوي والاخراج الخلوي .
20. يعرف التنفس الخلوي ويقارن بين نوعيه الهوائي واللاهوائي .
21. يعرف الاحماض النووية ويبين مكوناتها .
22. يعدد انواع الانقسامات في الخلية ويعرف كل منها .
23. يشرح مراحل الانقسام الخيطي .
24. يشرح مراحل الانقسام الاختزالي ويقارنه بالانقسام الخيطي .

# الخلية

## 1-1 مقدمة

تعد الخلية الوحدة التركيبية لجميع الكائنات الحية ، وبشكل عام هناك نوعين من الخلايا من حيث التركيب **النوع الاول :** الخلية بدائية النواة ( **Prokaryotic Cell** ) كما هو الحال في الخلية البكتيرية التي تفتقد الغلاف او الغشاء النووي والعضيات الغشائية ( **Membranous Organelles** ) .

**النوع الثاني :** الخلية حقيقية النواة ( **Eukaryotic Cell** ) التي لها نواة واضحة محاطة بغلاف نووي وعضيات الخلية .

لقد كانت الخلية ومنذ امدٍ ليس بالقريب محور اهتمام كبير من قبل العديد من العلماء ، وكان لاكتشافاتهم دور كبير في نشوء وتطور علم الخلية ( **Cytology** ) ونعني به دراسة الخلايا . ويمكن ايجاز مراحل تطور الاكتشافات في مجال الخلية كالآتي :

أ. لم تكن الخلية معروفة قبل قيام العالم انتوني فان ليفنهوك ( **Antonie Van** )

ب. توصل العالم الانكليزي روبرت هوك ( **Robert Hooke 1635-1703** ) الى نفس ملاحظات ليفنهوك ، وهو اول شخص استخدم كلمة خلية ( **Cell** ) بعد ان قام بفحص تركيب قشرة شجر البلوط ، ووصف الوحدات الفلينية في نسيج الفلين ( شكل 1-1 ) ، وعرف الخلية بانها ردهة هوائية تشبه تجويف خلية شمع العسل .

ج. اكتشف العالم الاسكتلندي روبرت براون ( **Robert Brown** ) عام ( **1831** ) نواة الخلية وقدم وصفاً لها .

د. توصل العالم الالماني ماثياس شلايدن (Mathias Schleiden) في العام (1838)

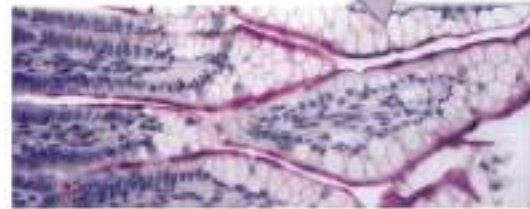
الى ان جميع النباتات تتكون من خلايا .

هـ. اعلن عالم الحيوان الالماني ثيودور شوان (Theodor Schwann) في العام (1839) ان

جميع الحيوانات تتكون من خلايا ، ( شكل 1 - 2 ) .



شكل (1-1) مجهر روبرت هوك والخلايا القلبية التي درسها ( للاطلاع ) .



شكل (1-2) . الخلايا والكائنات الحية ( للاطلاع ) .

لقد توسعت الدراسات والابحاث في مجال علم الخلية ، لاسيما بعد تطور المجهر الضوئي وظهور

المجهر الالكتروني واصبحت دراستها فرعاً رئيساً من فروع علوم الحياة يعرف بعلم الخلية .

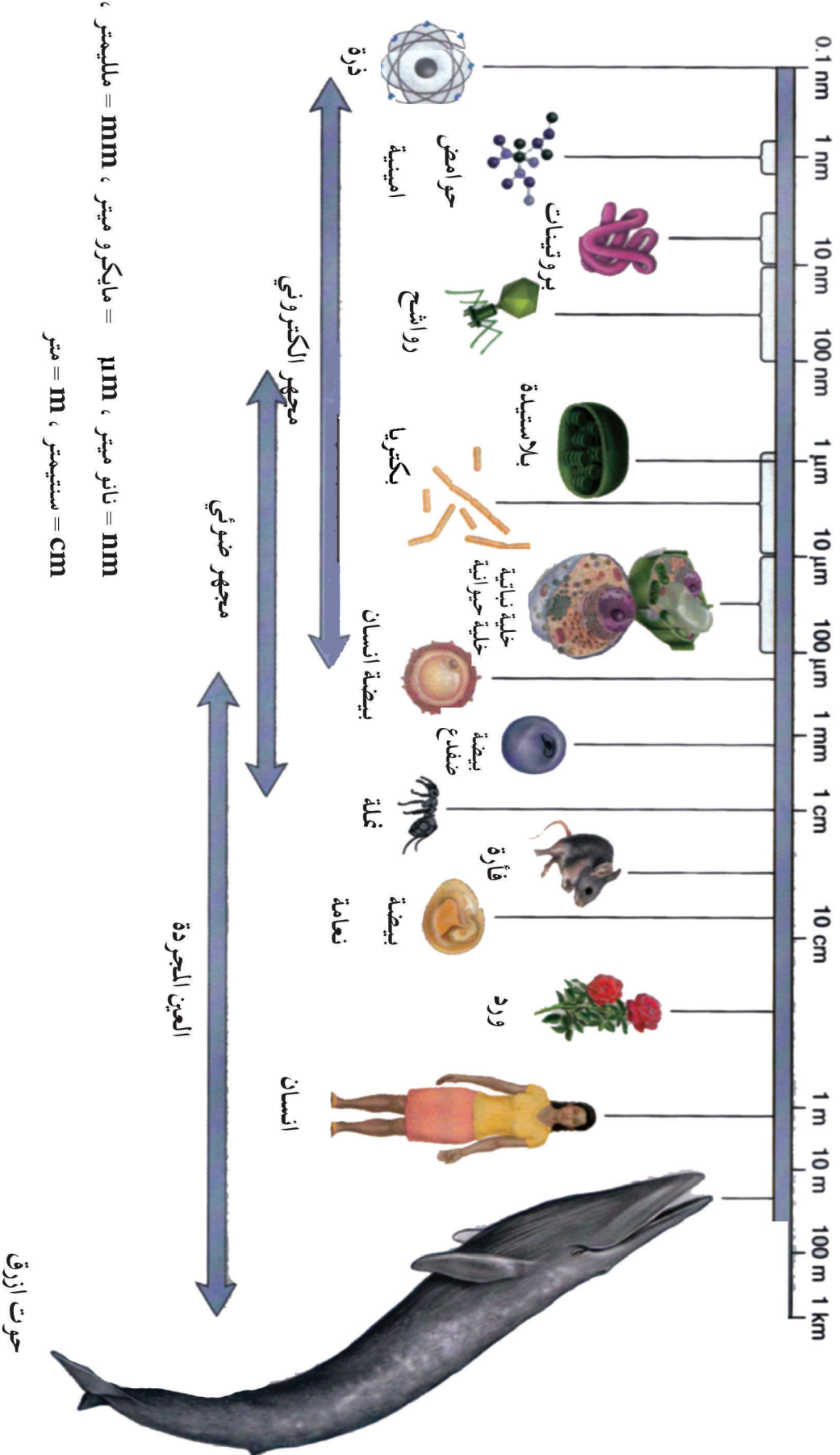
تستند نظرية الخلية الى العمل الذي قدمه كل من ماثياس شلايدن (M. Schleidin) و ثيودور شوان (T. Schwann) ويمكن ايجاز اسسها بالآتي :

- أ. جميع الكائنات الحية تتكون من خلايا .
- ب. الخلايا هي الوحدات الاساسية التركيبية والوظيفية للكائنات الحية .
- ج. الخلايا تنسج من خلايا اخرى من خلال انقسامها .

## 3-1. حجم الخلية ( Cell Size )

تتباين الخلايا في الحجم ، وعلى سبيل المثال يصل قطر بيضة الضفدع الى ( 1 ملم ) وهي من الكبر بحيث يمكن ان ترى بالعين المجردة ، ولكن معظم الخلايا تكون اصغر بكثير من ( 1 ملم ) فبيضة الانسان على سبيل المثال لايتجاوز قطرها ( 100 مايكرومتر ) وهناك من الخلايا مايكون اقل من ذلك ( شكل 1 - 3 ) .

كما تملك الخلايا تخصصات معينة يراد منها زيادة الكفاءة في انجاز الوظائف المختلفة وسيرد ذلك في الفصل الخاص بالنمو في هذا الكتاب . نحتاج الى المجهر لنرى الخلايا والكائنات الحية المجهرية ( الدقيقة ) ، والخلايا يمكن ان ترى بالمجهر الضوئي ولكن تفاصيل مكوناتها وعلى سبيل المثال عضيات الخلية تحتاج الى استخدام المجهر الالكتروني لمشاهدتها وكذلك لمشاهدة الفيروسات ( الرواشح ) والجزئيات العضوية .



شكل (1-3) حجوم الاشياء الحية ومكوناتها ( للاطلاع ) .

تعد الخلية بدائية النواة اقل الخلايا تطوراً ، كونها اكثرها بدائية من حيث الشكل والتركيب وتتميز بالاتي  
(شكل 1-4) :

أ. لهذه الخلية نواة بدون غشاء نووي وتدعى **بمنطقة النواة** أو المنطقة النووية (Nucleoid)

ب. لا يحوي سايتوبلازم الخلية بدائية النواة عضيات غشائية كاجسام كولجي (Golgi Bodies) والمايتوكوندريا (Mitochondria) ، الا انه يحوي رايبوسومات تظهر بهيئة حبيبات صغيرة كثيرة العدد تقوم ببناء البروتينات .

ج. تتمثل الخلية بدائية النواة بالطحالب الخضراء المزرقة (Blue Green Algae) والبكتيريا (Bacteria) والمايكوبلازما (Mycoplasma) وجميعها تتبع مملكة الاوليات (Monera) .



تمثل كل خلية بكتيرية كائناً بدائياً النواة ، ويحيط بها جدار صلب مؤلف من مركبات كيميائية (البروتين والدهون وعديد السكريد) ، والى الداخل من هذا الجدار الصلب يوجد الغشاء البلازمي (Plasma Membrane) ، وهو غشاء نصف ناضح يحيط بالساييتوبلازم الذي يحوي المنطقة النووية (Nucleoid) ، حيث ينعدم الغلاف النووي والنوية على خلاف ما هو موجود في الخلايا حقيقية النواة ، كما يحوي الساييتوبلازم على الرايبوسومات وقد تمتلك بعض انواع البكتيريا المتحركة اسواط (Flagella) (شكل 1-4) و (جدول 1-1) .

شكل (1-4) .

خلية بدائية النواة (البكتيريا) وتتضح فيها المنطقة النووية التي تعد موقع ال DNA

المظهر العام	التركيب
- جدار الخلية - غشاء بلازمي	1 . غلاف الخلية .
- منطقة نووية . - رايبوسومات .	2 . السايروبلازم .
- الاسواط ( Flagella ) . - الاهداب ( Fimbriae ) . - اهلاب جنسية ( Sex pili ) .	3 . اللواحق .



## 5-1 . الخلية حقيقية النواة (Eukaryotic Cell)

وهي الخلية التي تمتلك نواة حقيقية ، وتوجد في ممالك ( عوالم ) الطليعات ( **Protista** ) والفطريات ( **Fungi** ) والنباتات ( **Plantae** ) والحيوانات ( **Animalia** ) .  
تختلف الخلايا حقيقية النوى من حيث الشكل فلبعضها اشكال ثابتة منها الكروية والهرمية والانبوبية والمكعبة والعمودية والبيضوية والمسطحة والنجمية والمغزلية ... الخ .  
وللبعض الآخر شكل غير ثابت حيث يتغير من حين لآخر كالاميبا مثلاً ، ويمكن ان يعزى التغير في الشكل الى الوظيفة التي تقوم بها الخلايا فغالباً مايكون للخلايا شكل يلائم الوظيفة التي تؤديها واغلب الخلايا حقيقية النوى صغيرة ، وتحتاج الى استخدام مجهر لرؤيتها الا انها من دون شك اكبر حجماً من الخلايا بدائية النوى وعموماً تحتاج الخلية الى مساحة سطحية ( **الغشاء البلازمي** ) لتستطيع من خلالها القيام بعملية تبادل المواد مع محيطها بشكل ملائم .

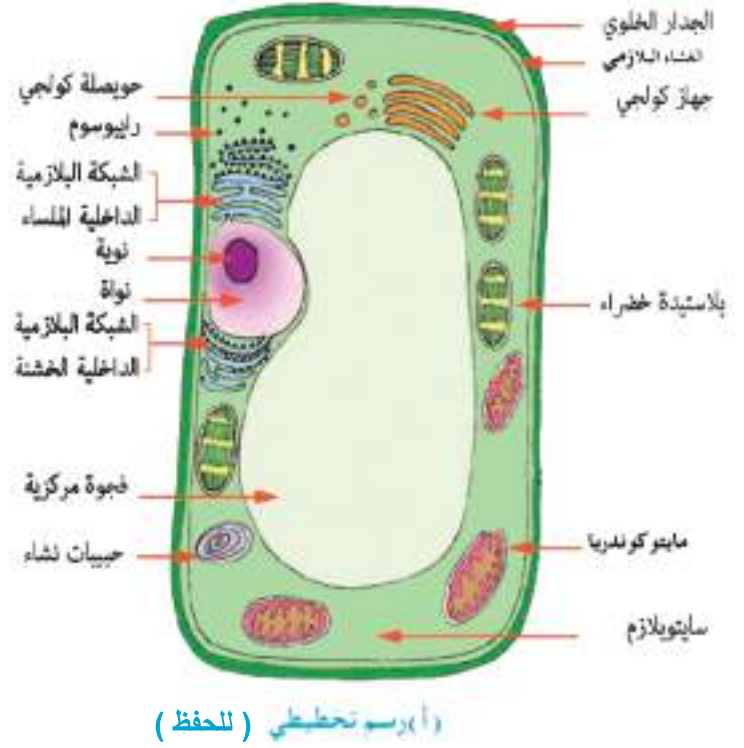
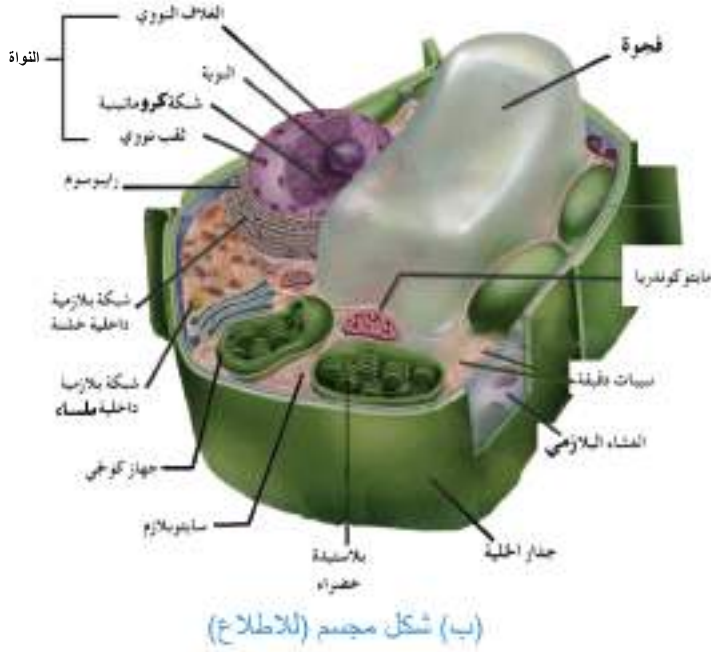
تتألف الخلايا حقيقية النوى ( شكل 1-5 و 1-6 ) من ثلاث مكونات رئيسية هي .

أ جدار الخلية والغشاء البلازمي في الخلية النباتية ( Cell Wall and Plasma Membrane )

والغشاء البلازمي فقط في الخلية الحيوانية حيث أنها لا تحتوي على جدار خلوي .

ب السايوبلازم ( Cytoplasm ) .

ج النواة ( Nucleus ) .



شكل ( 1 - 5 ) . الخلية النباتية

1-5-1 . جدار الخلية والغشاء البلازمي

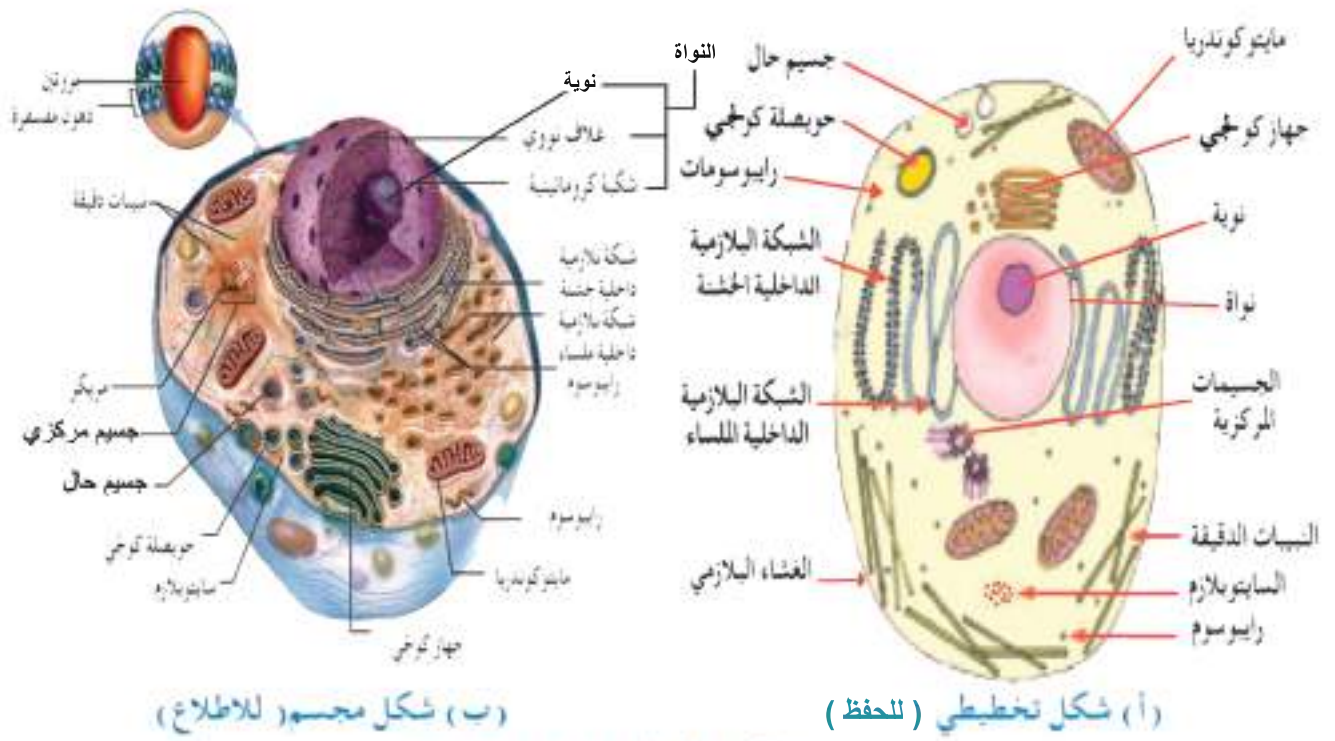
أ . جدار الخلية ( Cell Wall )

يقترن وجود جدار الخلية على الخلايا النباتية فقط وهو يمثل بجدار خارجي سميك يحيط بمكونات الخلية ويغطي الغشاء البلازمي الذي يقع الى الداخل منه ، وجدار الخلية يحقق حماية واسناد للغشاء البلازمي

والسايوبلازم ( شكل 1-5 ) .

يتركب جدار الخلية من ثلاث طبقات هي :

- الصفيحة الوسطى ( Middle Lamella ) .
- الجدار الابتدائي ( Primary Wall ) .
- الجدار الثانوي ( Secondary Wall ) .

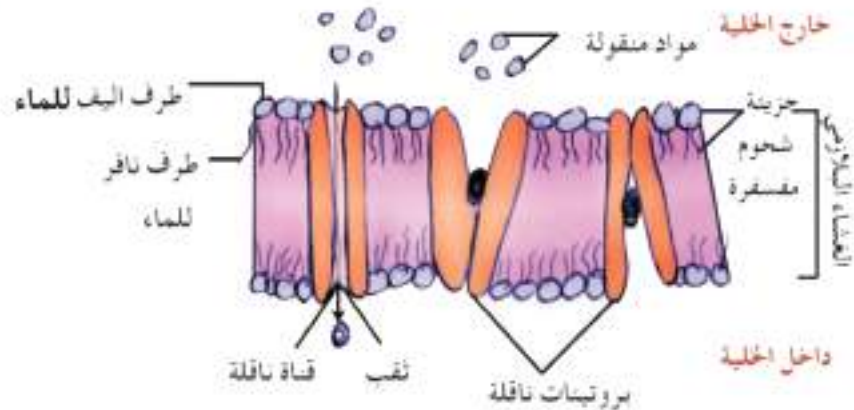


شكل (1 - 6) . الخلية الحيوانية .

و كيميائياً يتركب جدار الخلية من مادة السيليلوز ( Cellulose ) في الخلايا الفتية وبتنخن بأضافة الخشبين (اللكتين - lignin) في الخلايا المتقدمة في العمر .

### ب - الغشاء البلازمي (plasma Membrane)

وهو غشاء خلوي يحيط بالسابتوبلازم في الخلايا بدائية النوى وحقيقية النوى ويتمثل بغشاء رقيق مرن ونصف ناضج وهو لا يرى بالمجهر الضوئي الا انه يمكن رؤيته بالمجهر الالكتروني يتركب الغشاء البلازمي كيميائياً من طبقتين رقيقتين من جزينات الدهون المفسفرة ( Phospholipids ) ذات طرف اليف ( محب ) للماء وطرف نافر للماء وتخلل الطبقتين جزينات بروتينية تسمح او تتحكم بمرور المواد ( شكل 1-7 ) .



( شكل 1-7 ) . تركيب الغشاء البلازمي في الخلية حقيقية النواة .

يمثل السايٲوبلازم جزء الخلية الذي يقع بين الغشاء البلازمي والنواة، وهو مادة معقدة يشكل الماء ( 80% ) من مكوناته، والبروتينات ( 15% ) وما تبقى ( 5% ) يتمثل بالشحوم والسكريات واملاح متنوعة .

يحتوي السايٲوبلازم العديد من العضيات الخلوية التي تمثل التراكيب الحية في السايٲوبلازم كما يحتوي على مكونات غير حية ممثلة بجسيمات تتكون نتيجة لنشاط عضيات الخلية .

اولاً : العضيات الحية :

### ( 1 ) الشبكة البلازمية الداخلية ( Endoplasmic Reticulum )

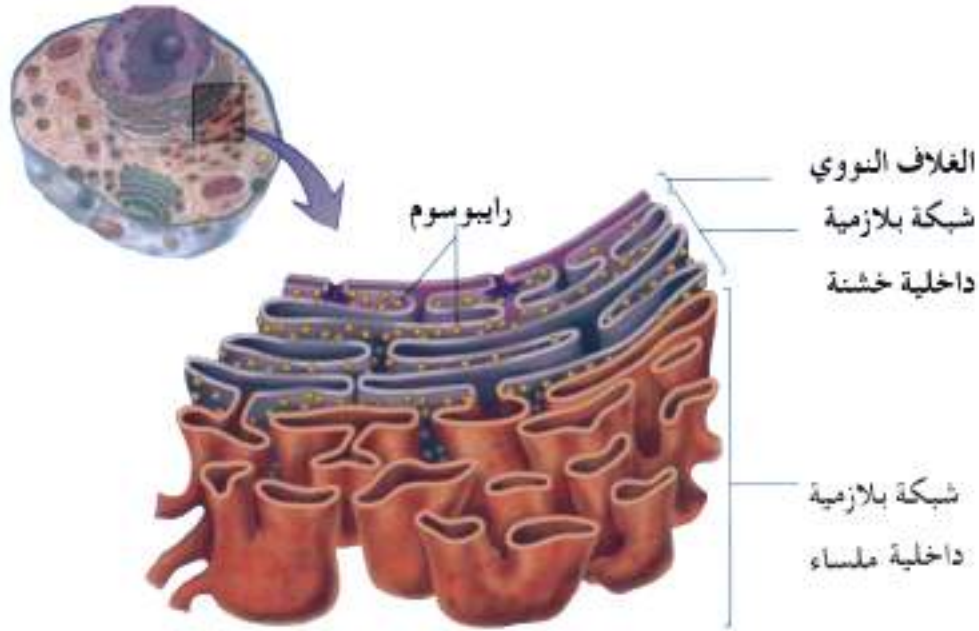
تتمثل الشبكة البلازمية بنظام شبكي مترابط من نبيبات وحوصلات ، ترتبط بالغشاء البلازمي في مناطق معينة ومع الغشاء النووي في مناطق اخرى ( شكل 1-8 ) . تمثل الشبكة البلازمية الداخلية موقعا لصنع الدهون والكاربوهدرات والبروتينات . وقد اكتسبت الشبكة البلازمية الداخلية اسمها نتيجة لتفرعاتها وتشابكاتها مع بعضها ، ويمكن تقسيم الشبكة البلازمية الداخلية الى نوعين هما :

## أ الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة (Rough Endoplasmic Reticulum) .

يتميز هذا النوع من الشبكة البلازمية الداخلية بوجود الرايبوسومات على أسطح نسيباتها مما يعطيها مظهراً خشناً أو حبيبياً ، ولهذا النوع دور فعال في بناء البروتينات ، وهي تعمل على نقل المواد داخل الخلية ، وبشكل خاص الى اجسام كولي ، كما تعمل كشبكة هيكلية للمادة البينية السايوبلازمية .

## ب الشبكة البلازمية الداخلية الملساء (Smooth Endoplasmic Reticulum) .

تختلف الشبكة البلازمية الداخلية الملساء عن الخشنة بخلوها من الرايبوسومات ولذا تكون اغشيتها ملساء وهي كما هو الحال في الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة تعمل على نقل المواد داخل الخلية وكشبكة هيكلية للمادة البينية السايوبلازمية ، وتقوم الشبكة الملساء بدور مهم في ازالة التأثير السمي لبعض السموم والادوية المخدرة ، وهي تمثل مواضع لبناء وتجمع الشحوم لغرض تخزينها ولذلك فهي تكثر في خلايا المبايض والخصى والغدتين الكظريتين حيث تقوم بأفراز الهرمونات الستيرويدية .



## شكل (1-8) الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة واللساء وموقعها ضمن الخلية ( للاطلاع ) .

## (2) جهاز كولي (Golgi Apparatus) .

يعد جهاز كولي جهازاً افرازياً خلويًا ، وقد وصفه لأول مرة ومن خلال دراسة الخلايا العصبية العالم كولي (Golgi) في العام (1898) . يمثل جهاز كولي موقعاً خاصاً في السايوبلازم بين النواة والغشاء البلازمي ومن الصعوبة تمييز حدوده بشكل دقيق ، وهو يختلف في الشكل والحجم من خلية الى اخرى .

يتألف جهاز كوجلي من ثلاث ردهات محددة بأغشية ملساء ، الاولى تتمثل بعدد (3-10) من الاكياس المسطحة التي يطلق عليها الصهاريج (Cisternae) والثانية عبارة عن حويصلات (Vesicles) والثالثة مؤلفة من فجوات (Vacuoles) كبيرة (شكل 1-9) ، وجهاز كوجلي يدخل من الرايبوسومات .

يطلق على جهاز كوجلي في الخلية النباتية اسم الدكتيوسوم (Dictyosome) ، وهو يقوم ببناء



شكل (1-9) .

تركيب جهاز كوجلي وموقعه ضمن الخلية

( للاطلاع ) .

السيليلوز وبعض مكونات الجدار الخلوي في الخلية النباتية .

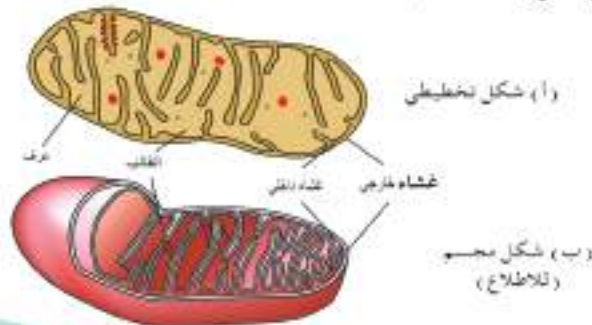
وفي الخلايا الحيوانية ينجز جهاز كوجلي عدداً من الوظائف منها

- بناء وافراز السكريات المعقدة .
- افراز البروتين الذي يحصل عليه من الشبكة البلازمية الداخلية اي انه لا يصنع البروتين .
- افراز العديد من المواد مثل الهرمونات والانزيمات وغيرها .

### (3) المايتركوندريا (Mitochondria) .

المايتركوندريا تراكيب كروية او خيطية عرضها (0.5 - 1) مايكرومتر وطولها قد يصل (10) مايكرومتر ويختلف توزيعها ضمن الخلايا المختلفة . توجد المايتركوندريا في جميع الخلايا حقيقية النواة ، وهي تتباين في حجمها بحسب الخلايا التي توجد فيها . تحاط المايتركوندريا بغشاء مزدوج (ثنائي الطبقات) ، والطبقة الداخلية منه تظهر عدة انشاءات وانطواءات تتخذ اشكالاً واتجاهات مختلفة ، وتعرف هذه التراكيب بالاعراف (Cristae) وهي تزيد المساحة السطحية للطبقة الداخلية لغشاء المايتركوندريا (شكل 1-10) .

تعرف المايتركوندريا ببيوت الطاقة في الخلية لما لها من علاقة بانتاج معظم جزيئات الاديوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) ذات الطاقة العالية ، وعليه فإن الوظيفة الرئيسية للمايتركوندريا هي التنفس الخلوي ، وذلك لاحتوائها على الانزيمات التنفسية .



(10-1) تركيب المايتركوندريا

#### (4) البلاستيدات (Plastids)

عضيات خلوية توجد في سايتوبلازم الخلايا النباتية (شكل 1-5) ، وتظهر بأشكال واحجام والوان مختلفة ، فمنها البيضوي والكأسي والحلزوني والنجمي وغير ذلك وتكون البلاستيدات على ثلاثة انواع :

أ - البلاستيدات الملونة : التي تحوي صبغات مختلفة تعطي الوان الازهار والثمار .

ب - البلاستيدات عديمة اللون : تشكل مراكز لتحويل سكر الكلوكوز الى سكريات متعددة مثل النشاء او الى شحوم وبروتينات ، فبياض البطاطا على سبيل المثال ناتج عن وجود بلاستيدات عديمة اللون بكميات كبيرة ومليئة بالنشاء .

ج - البلاستيدات الخضر: هي البلاستيدات الشائعة في النباتات .

تحاط البلاستيدة الخضراء بغشاء مزدوج ، ويوجد داخل الغشاء تركيبان مهمان هما البذيرة او الكرانوم (Granum) وجمعها كرانانا (Grana) ، والسدى او الحشوة (Stroma) (شكل 1-11) ، السدى هو المادة السائلة الشفافة التي تملأ الفسحة الداخلية للبلاستيدة ، وتحوي داخلها الكرانانا التي تحوي الكلوروفيل . ويمكن ايجاز وظائف البلاستيدات الخضر في كونها تساهم في عملية البناء الضوئي حيث تحتاج هذه العملية الى صبغات تتمكن من اقتناص الطاقة الشمسية ، وانزيمات تستطيع تكوين الكربوهيدرات وهذه الصبغات (الكلوروفيل على سبيل المثال) موجودة على اغشية الكرانانا، ووجود الانزيمات التي تختزل ثنائي اوكسيد للكربون ( $CO_2$ ) في السدى يسهل على البلاستيدات الخضر القيام بعملية البناء الضوئي (Photosynthesis)

غشاء الثايلويد كويد : تركيب كيسي قرصي الشكل يتكون من الغشاء الداخلي للبلاستيدة يحوي كلوروفيل وانزيمات تساهم في انجاز عملية البناء الضوئي .



(ب) شكل مجسم (للاطلاع)

(أ) شكل تخطيطي (للمحفظ)

شكل (1-11)

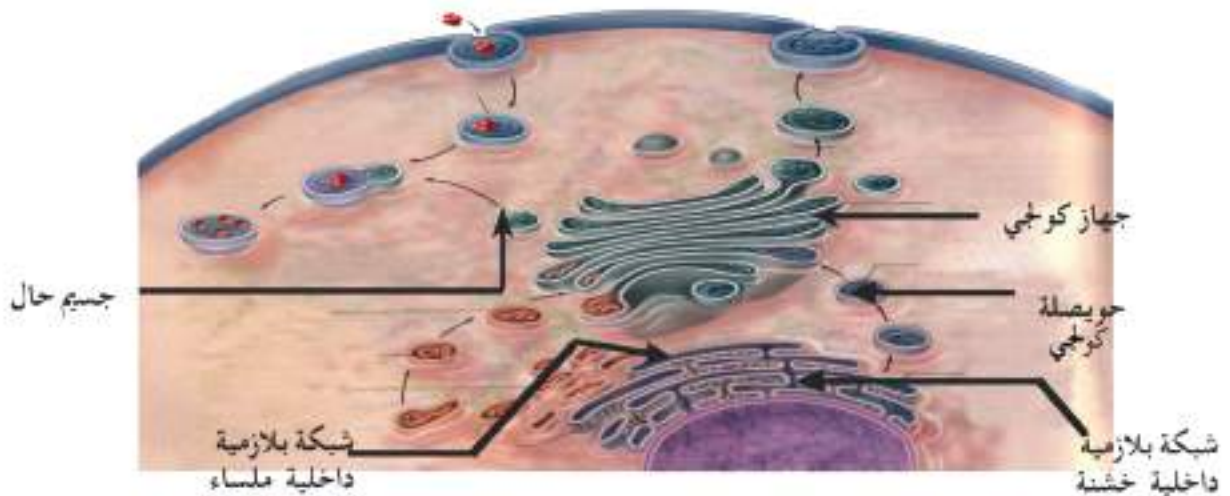
تركيب البلاستيدة الخضراء .

## 5) الجسيمات الحالة (Lysosomes) .

هي حويصلات محاطة بغشاء احادي الطبقة ، وتحتوي اعداداً كبيرة من الانزيمات المحللة ( اكثر من 40 انزيم ) تكون مسؤولة عن عملية الهضم داخل الخلية . وتوجد الجسيمات الحالة في جميع الخلايا تقريباً وبشكل خاص الخلايا التي تتميز بقابلية البلعمة ( Phagocytosis ) ، مثل خلايا الدم البيض العدلة ( Neutrophils ) ( شكل 1-12 ) .

تنجز الجسيمات الحالة العديد من الوظائف الخلوية منها :

- أ. تخلص سايتوبلازم الخلية من بعض الدقائق الغذائية وقطع المايتركوندرريا والاحياء المجهرية وغير ذلك من الشوائب .
- ب. تؤدي الجسيمات الحالة دوراً مهماً في عملية التحول الشكلي ( Metamorphosis ) في الحيوانات وعلى سبيل المثال اختفاء ذنب دعاميص ( يرقات ) الضفادع عند تحولها الى ضفادع بالغة ، وتتم هذه العملية من خلال تحرير الانزيمات من الجسيمات الحالة الى سايتوبلازم الخلية وينتج عن ذلك هضم محتويات السايتوبلازم من الجزينات الكبيرة وبالتالي موت الخلية ، بعملية يطلق عليها التحلل الذاتي ( Autolysis ) ، وتسهم هذه العملية في تحلل اجسام الكائنات الحية بعد موتها .
- ج. تعمل على تحطيم الخلايا المكونة لها ، عند موت الكائن الحي .
- د. تدوير العناصر في الطبيعة من خلال عملية التحلل الذاتي .



شكل ( 1-12 ) . الجسيمات الحالة وموقعها في الخلية (للاطلاع) .

## (6) هيكل الخلية (Cytoskeleton) .

للخلايا حقيقية النوى جهاز مميز من الخيوط الدقيقة والنيبيات التي تكون هيكل الخلية ، وهذه تعطي دعامة للخلية ، وتحافظ على شكلها ، ويستعمل هذا الجهاز من قبل العديد من الخلايا كوسائل حركة وانتقال للعضيات داخل الخلية ويتكون من التراكيب الآتية :

### آ . الخيوط الدقيقة (Microfilaments) .

هي تراكيب رقيقة ومستقيمة لوحظت لأول مرة بوضوح في الخلايا العضلية ، وهي تتمثل بخيوط الاكتين المكونة من بروتين الاكتين وخيوط المايوسين وهي الاخرى مكونة من بروتين المايوسين وكلا النوعين مسؤول عن قدرة الخلية في التقلص والانبساط .

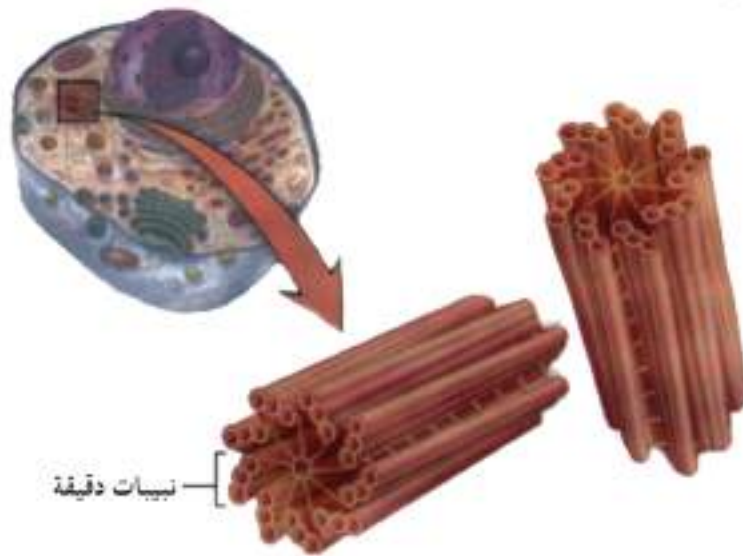
### ب . النيبيات الدقيقة (Microtubules) .

هي اكبر من الخيوط الدقيقة وتتمثل بتراكيب انبوبية مكونة من بروتين يدعى تيوبولين (Tubulin) وللنيبيات الدقيقة دوراً حيوياً في حركة الكروموسومات اثناء انقسام الخلية وتعد مهمة بالنسبة للهيكل الخلوي ، والتنظيم وانتقال المواد ، فضلاً عن كونها تكون اجزاء أساسية في تركيب الاهداب والاسواط . والنيبيات الدقيقة التي توجد في سايتوبلازم الخلايا الحيوانية عادة وفي بعض الاحياء الواطئة مثل الطحالب والفطريات ، تقع بالقرب من النواة ، وتشكل الجسيمات المركزية (Centrosomes) .

### ج - الجسيمات المركزية (Centrosomes) .

يحتوي الجسيم المركزي على زوج من المريكزات (Centrioles) عادة (شكل 1 - 13) وكل منهما يمثل اسطوانة مكونة من تسع مجاميع وتحتوي المجموعة الواحدة على ثلاثة نيبيات دقيقة .

ينتضاعف الجسم المركزي عند انقسام الخلية ويتعد الجسمان المركزيان الى القطبين المتقابلين للخلية ويرتبطان معاً بالخيوط المغزلية . وبالرغم من عدم وجود الجسيمات المركزية في الخلايا النباتية ، الا انه يوجد مركز لتخليق او تكوين النيبات الدقيقة كما توجد خيوط دقيقة .



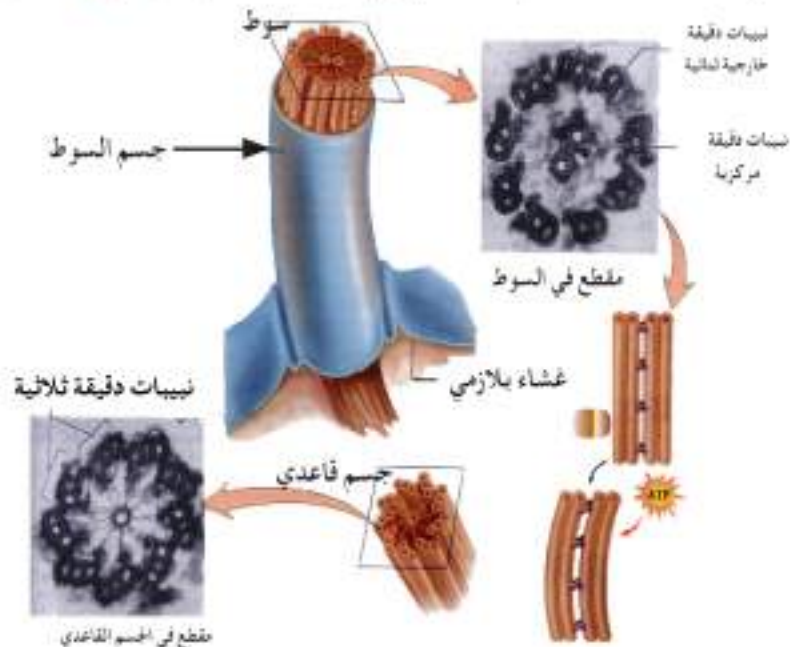
شكل (1-13) . الجسم المركزي في الخلية (للاطلاع)

### (7) الجسم الحركي (Kinetosome) .

هو يشابه المريكزات (Centrioles) في تركيبه ، ويتمثل بتركيب يتخذ موقفاً عند قاعدة الهدب او السوط في الخلايا التي تحوي اهداباً او اسواطاً وللجسيم الحركي دوراً مهماً في حركة الاهداب والاسواط ويطلق عليه ايضاً بالجسيم القاعدي (Basal Body) (شكل 1-14) .

شكل (1-14) .

الجسيم الحركي  
في السوط لاحظ  
انه يماثل المريكزات  
في التركيب  
( للاطلاع ) .



## (8) الفجوات (Vacuoles) .

هي اكياس غشائية (Memberanous Sacs) توجد ضمن سايتوبلازم الخلية والفجوات في بعض الطليعيات (Protists) تكون متخصصة ، فهي تتمثل بفجوات متقلصة (Contractile Vacuoles) تعمل على تخليص الخلية من الماء الزائد عن الحاجة مع بعض المواد الابرازية الذائبة كما هو الحال في الاميبا والبراميسيوم ، كما توجد فجوات غذائية تتكون وقتياً من خلال احاطة المواد الغذائية بغشاء من الكائن الحي ، ويهضم الغذاء داخل هذه الفجوات من خلال انزيمات تفرزها الجسيمات الحالة الى داخل الفجوة . اما في الخلايا النباتية فإن الفجوات تكون اكثر وضوحاً مما في الخلايا الحيوانية ، وهي صغيرة في الخلايا الفتية وواسعة في الخلايا الناضجة ، وتحتوي على عصير لمواد مختلفة بصورة ذائبة بشكل محلول يعرف بالعصير الخلوي (Cell Sap) .

ثانياً : اغتويات غير الحية للخلية

هي عادة مكونات مؤقتة في السايروبلازم يطلق عليها بالمخلفات السايروبلازمية (Cytoplasmic Deposit) وتتكون هذه المخلفات بشكل رئيس من مواد ايضية او مخلفات متراكمة ذات طبيعة مختلفة ، توجد بعدة اشكال منها .

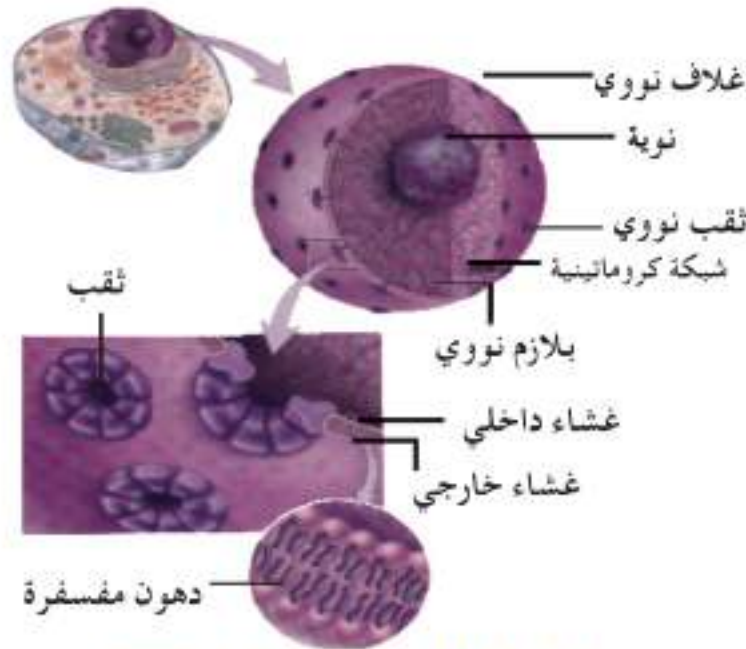
1. الفطيرات الدهنية (Lipid Droplets) في خلايا النسيج الدهني وخلايا الكبد .
2. التجمعات الكربوهيدراتية التي تتمثل بالكلايكوجين (Glycogen) ، كما تتضح في خلايا الكبد .
3. البروتينات التي تخزن في الخلايا الغدية بشكل حبيبات افرازية (Secretory granules) ، وتتحرك هذه الحبيبات بشكل دوري الى السائل خارج الخلايا .
4. مخلفات المواد الملونة او الصبغات (Pigments) اذ تقوم الخلايا بصنع هذه الصبغات كما هو الحال في خلايا الجلد .
5. الانزيمات والهورمونات وبعض انواع الفيتامينات وهذه تأخذ اشكالاً حبيبية كروية او بيضوية وتكون محاطة بغشاء كما هو الحال في الحبيبات الافرازية العصبية .

## 1 - 5 - 3 . النواة (Nucleus)

تمثل النواة اهم مكونات الخلية في الكائنات الحية ويعد وجودها اساسي للحياة حيث ان بقاء الخلية يعتمد على المبادلات الايضية المختلفة التي تتم بين النواة والسايروبلازم ، والخلية التي تفقد نواتها تعيش لفترة قصيرة ثم تتحلل كما هو الحال في خلايا الدم الحمراء الناضجة .

تظهر نوى الخلايا تبايناً في أشكالها وهذا التباين ذو صلة بشكل الخلية وهي قد تكون كروية أو بيضوية أو مفصصة أو غير منتظمة الشكل كما هو الحال في خلايا الدم البيض .  
 تمثل النواة أكبر عضوية متميزة داخل الخلية ويختلف حجم النواة باختلاف الخلايا ويكون لحجمها علاقة بحجم السايטوبلازم والغالبية العظمى من الخلايا تكون وحيدة النواة ، ولكن توجد حالات تكون فيها الخلايا ثنائية النواة كما هو الحال في خلايا العضروف والكبد والانسجة العضلية .  
 تتخذ النواة موقعاً مركزياً في الخلايا الجنينية ، وتتخذ موقعاً جانبياً أو محيطياً في بعض الخلايا الإفرازية كاخلايا الدهنية او المخاطية .

تتألف النواة ( شكل 1-15 ) من الاجزاء او التراكيب الاتية :



شكل ( 1-15 ) . تركيب النواة ( للاطلاع ) .

### 1. الغلاف النووي ( Nuclear Envelope ) .

هو غشاء رقيق ثنائي الطبقة ، يحدد النواة وله خواصه الفيزيائية والكيميائية وهو ينظم تبادل المواد بين النواة والسايטوبلازم لاحتوائه ثقب دقيقة تمر من خلالها بعض جزيئات المواد ، ويمتاز الغشاء النووي بخاصية النفاذية الاختيارية . ويوجد هذا الغشاء محيطاً بمحتويات النواة في جميع الخلايا فيما عدا البكتيريا والطحالب الخضراء المزرققة ( بدائية النواة ) حيث لا تمتلك نواة بل مادة نووية .

### 2. البلازم النووي ( Nucleoplasm ) .

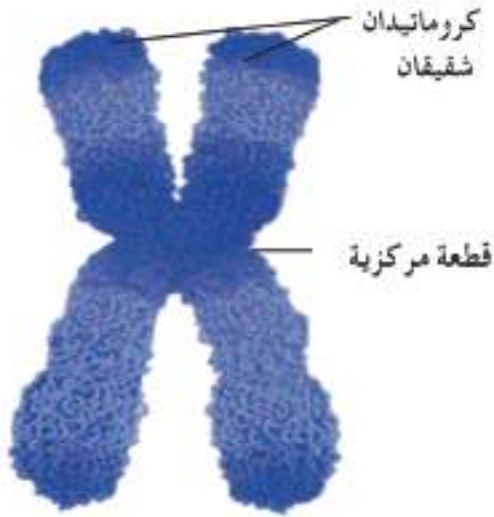
هو سائل هلامي عديم اللون يملأ النواة وتوزع فيه اختويات النووية والمتمثلة بالنوية والشبكة الكروماتينية .

### 3 . النوية ( Nucleolus ) .

تحتوي النواة نوية واحدة او اكثر ، وعلى سبيل المثال تحوي نواة خلية البصل اربع نويات . وتبدو النوية بشكل تركيب كروي داخل النواة كبيرة الحجم نسبياً ، وهي تتكون من البروتين والحمض النووي الرايبى ( RNA ) ، وللنوية دوراً هام في تكوين الرايبوسومات التي يتم فيها تكوين البروتينات .

### 4 . الشبكة الكروماتينية ( Chromatine Network ) .

تظهر الشبكة الكروماتينية بشكل تراكيب خيطية متداخلة غير منتظمة الشكل ، وتنضج خيوط الشبكة



شكل ( 1-16 ) . الكروموسوم .

الكروماتينية اثناء الانقسام الخلوي مكونة عدداً محدداً من التراكيب العصوية في الغالب وتعرف بالكروموسومات ( Chromosomes ) وهي تحمل الجينات ( المورثات ) التي يتم بواسطتها نقل الصفات الوراثية من جيل الى آخر ، ولذا اكتسبت الكروموسومات اهمية كبرى بسبب الدور الاساسي الذي تلعبه في الوراثة والتكاثر والتباين والطفرة وغيرها .

يمكن رؤية الكروموسومات فقط عند انقسام الخلية ويختلف عدد الكروموسومات في الانواع المختلفة من الاحياء اذ ان لكل نوع عدداً ثابتاً من الكروموسومات ففي خلايا دودة الاسكارس هناك كروموسومان فقط وقد يصل عدد الكروموسومات في خلايا الفراشة الاسبانية الى ( 380 )

كروموسوم ، وهناك ( 12 ) كروموسوم في الذبابة المنزلية و ( 26 ) في الضفدع و ( 80 ) في الحمامة وفي الحصان يكون العدد ( 64 ) كروموسوماً اما في الانسان فيكون العدد ( 46 ) كروموسوماً . ولا بد من الاشارة الى ان هذه الاعداد تمثل اعداد الكروموسومات في الخلايا الجسدية وان اعدادها في الامشاج او الخلايا الجنسية يكون نصف العدد اي ان بويضة الانسان او النطفة تحتوي ( 23 ) كروموسوماً في حين يكون العدد في الخلايا الجسدية (  $23 \times 2 = 46$  ) وهو ناتج من اندماج نواة خلية البيضة بنواة النطفة وللكروموسومات في كل نوع من انواع الكائنات الحية شكل وحجم ثابت ويتراوح طول الكروموسوم بين ( 0.2 - 50 ) مايكروميتر وعلى سبيل المثال يصل طوله في الانسان من ( 4 - 6 ) مايكروميتر ( شكل 1-16 ) .

## مقارنة بين الخلية الحيوانية والنباتية :

تظهر الخلايا النباتية والحيوانية بعض جوانب الاختلاف فيما بينها، والجدول (1-2) يوضح اهم جوانب الاختلاف والتشابه بين الخلايا النباتية والحيوانية من الناحية التركيبية .  
جدول ( 1 - 2 ) . مقارنة بين الخلية النباتية والخلية الحيوانية

الخلية الحيوانية	الخلية النباتية	الصفة
يكون على هيئة غشاء بلازمي رقيق .	يكون على هيئة غشاء بلازمي رقيق، بالإضافة الى جدار سيليلوزي سميك يحوي الحشيين او اللكتين احياناً مما يعطي الخلية شكلاً ثابتاً .	1. الغلاف الخلوي .
لا توجد بلاستيدات .	توجد بلاستيدات خضراء ترتبط غالباً بالتمثيل الضوئي ، ويوجد منها عديمة اللون او البيضاء وتلك ذات الالوان المختلفة .	2. البلاستيدات .
توجد في معظم الخلايا الحيوانية ولها دور في انقسام الخلية .	لا توجد جسيمات مركزية الا في بعض النباتات البدائية .	3. الجسيمات المركزية
كثيرة العدد ، صغيرة الحجم ، منتشرة في السايوبلازم .	قليلة العدد ، كبيرة الحجم ، وقد تشغل معظم حجم الخلية النباتية البالغة .	4. الفجوات الخلوية .
عند انقسام الخلية يحصل تخرص في السايوبلازم يمتد من الخارج نحو الداخل .	عند انقسام الخلية تتكون الصفيحة الخلوية التي تنمو من المركز الى الخارج حيث يكوئها بروتوبلاست الخلية .	5. انقسام الخلية .

## 6-1 . الانشطة الخلوية (Cell Activities)

تنجز الخلايا الحية نباتية كانت ام حيوانية العديد من الانشطة تنعكس مظاهرها على نشاط الكائن الحي ، ولعل اهم هذه الانشطة ماياتي :

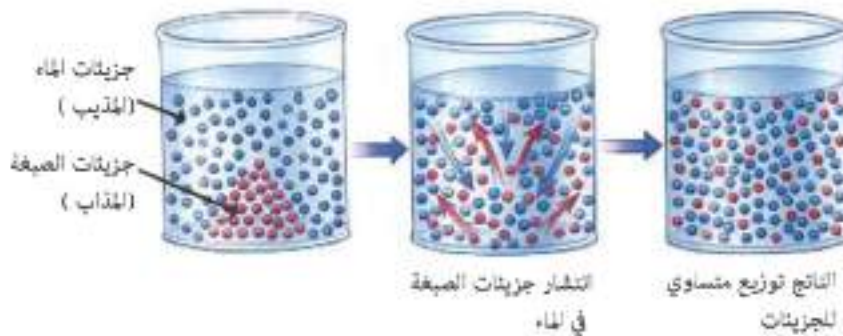
أولاً : عبور المواد عبر الاغشية .

تعد عملية عبور المواد الى الخلية وخارجها من العمليات الخلوية الاساسية التي تنظم الفعاليات الوظيفية الخلوية ، اذ يتحدد بموجبها تنظيم خروج المواد الاخراجية والماء من الخلية ولا يخفى مالهذا من اهمية في حفظ واستمرار العمليات الحيوية للخلية وبناء المواد الحية فيها ويتم العبور بطرق مختلفة منها :

### (1) الانتشار (Diffusion) .

يعرف الانتشار بأنه حركة الايونات والجزيئات خلال وسط معين من المناطق ذات التركيز العالي الى المناطق ذات التركيز الواطئ .

وكقاعدة فان الغازات مثل الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون ، والمواد القابلة للذوبان في الدهون مثل الهيدروكربونات والكحولات هي المواد المذابة التي يمكنها الانتشار عبر الاغشية الحيوية ( غشاء الخلية ) بحرية تامة . ويمكن ملاحظة ظاهرة الانتشار بالعين المجردة من خلال وضع بلورات لكبريتات النحاس او برمنغنات البوتاسيوم في اناء زجاجي يحوي ماء ، فسوف نلاحظ انتشار المادة الملونة الناتجة من ذوبان البلورات اعلاه في الماء حيث تنتشر المادة الملونة عبر مسافات قصيرة بينما يقل انتشارها عبر المسافات الطويلة وهذا يعود الى ان المسافة التي تقطعها الجزيئات المنتشرة تناسب طردياً مع زمن الانتشار ، ومع مرور الوقت فان المادة سوف تنتشر في كل اجزاء الماء في الاناء الزجاجي ، ( شكل 1-17 ) .



شكل (1-17) عملية الانتشار

## (2) النفوذية (Permeability) .

تمثل ظاهرة تبادل المواد بين الخلية ومحيطها عبر الغشاء البلازمي حيث تستطيع الخلية ان تمتص المواد الغذائية اذا وجدت في وسط غذائي مناسب ، ولكن مجرد وجود المواد الغذائية خارج الخلية لايعني بالضرورة انه بإمكان الخلية استغلالها فعلى هذه المواد ان تمر اولاً خلال الغشاء البلازمي كما يجب ان تتميز بذوبانها في الماء بدرجة معينة حتى يمكنها العبور خلال هذا الغشاء ، وبالمثل لا بد ان تتميز النواتج الاخراجية ومواد الفضلات بذوبانها في الساييتوبلازم حتى تستطيع العبور الى خارج الخلية . وبشكل عام يمكن ان تصنف الاغشية تبعاً لقدرتها على نفاذية المواد الى :

= اغشية ذات نفاذية تامة وهي التي تنفذ المواد من خلالها بغض النظر عن طبيعتها او حجم جزيئاتها كما في الجدار الخلوي .

= اغشية شبه نفّاذة (Semi Permeable) وهذه لا تسمح بعبور الذائبات بنفس معدلات عبور المذيبات .

= اغشية ذات نفاذية اختيارية (Selectively Permeable) وهي تسمح بعبور المواد اختيارياً تبعاً لحجم جزيئاتها مثل الغشاء البلازمي .

= اغشية غير نفّاذة مثل اغشية النايلون . ولا بد من الاشارة الى أن نفوذية الغشاء البلازمي تتأثر بعوامل داخلية وخارجية .

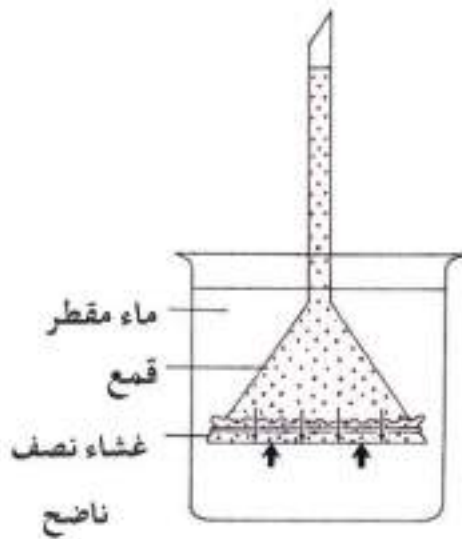
## (3) التناضح (Osmosis) .

يمكن تعريف التناضح بأنه حركة جزيئات الماء خلال غشاء اختياري النفاذية ( الغشاء البلازمي ) تبعاً لاختلاف التركيز ، وتم حركة جزيئات الماء وفق قانون الانتشار اذ ان التناضح هو حالة من حالات الانتشار ولكي نوضح التناضح يمكن اجراء تجربة بسيطة (شكل 1-18) . باستخدام غشاء ذو نفاذية اختيارية مثل السيلوفان مربوطاً باحكام في نهاية قمع . يملأ القمع بالماء المقطر ، ويوضع في حوض زجاجي يحوي ماء مقطر بحيث يكون مستوى الماء داخل وخارج القمع في مستوى واحد وعند اضافة محلول سكري الى القمع نلاحظ ارتفاع مستوى الماء في انبوبة القمع الزجاجي مشيراً الى أن الماء يمر خلال غشاء السيلوفان الى محلول السكر (شكل 1-18) في القمع مسبباً ضغطاً هيدروستاتيكياً (Hydrostatic Pressure) ويتوقف دخول جزيئات الماء عندما يتساوى الضغط الهيدروستاتيكي مع الضغط التناضحي .

تنقسم المحاليل تبعاً لتركيزها التناضحي الى ثلاثة انواع لكل منها تأثير خاص في الخلية وهي :

أ. المحلول متعادل التركيز (Isotonic Solution) وفيه يكون تركيز الماء خارج الخلية مساوٍ

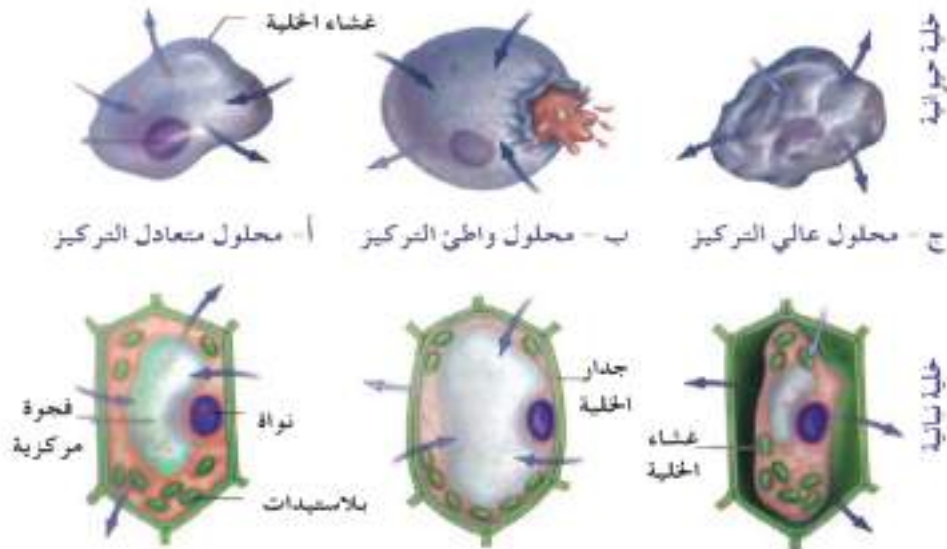
لتركيزه في ساييتوبلازم الخلية ، والخلية لا تكسب ولا تفقد الماء (شكل 1-19) .



شكل (18-1) عملية التناضح.

## ب. المحلول واطى التركيز (Hypotonic Solution)

يتميز هذا المحلول بتركيز منخفض من المواد الذائبة غير النفاذة اذا ما قورنت بالمواد الذائبة في سايتوبلازم الخلية الموجودة فيه والخلية تكتسب الماء وقد يؤدي دخول الماء الى انتفاخ الخلية الحيوانية وتمزقها (شكل 19-1).

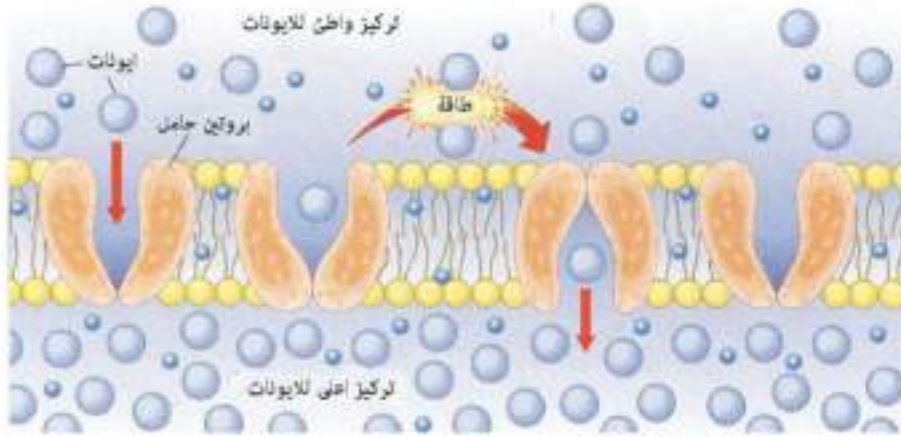


شكل (19-1). التناضح في الخلايا الحيوانية والنباتية.

ج. المحلول عالي التركيز (Hypertonic Solution)، يتميز هذا المحلول بتركيز عال من المواد الذائبة بالمقارنة مع السايتوبلازم، ولذلك فان حركة الماء تكون من السايتوبلازم الى المحلول الخارجي مما يترتب عليه انكماش الخلايا (شكل 19-1). ونظراً لوجود جدار في الخلايا النباتية فان حجم الخلية لا يتغير كثيراً بالمقارنة مع الخلايا الحيوانية عندما توضع في محلول عال التركيز، وان ما يحدث هو ابتعاد الغشاء الخلوي عن جدار الخلية (شكل 19-1) وهذا ما يعرف بالبلزمة (Plasmolysis) وهو بالطبع ناتج عن خروج الماء من الخلية ولكن عند اضافة الماء للمحلول تعود الخلية الى حالتها الاولى وتسمى هذه العملية العكسية، بحالة ازالة البلزمة (Deplasmolysis).

#### (4) النقل النشط أو الفعال (Active Transport) .

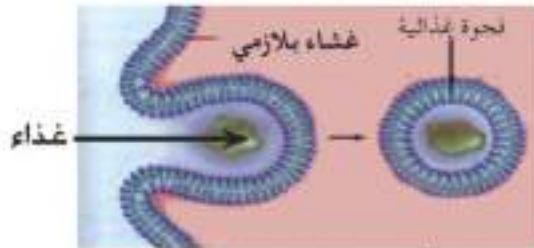
تمتص الخلايا أحياناً بعض المواد من محيطها الخارجي بالرغم من ان تراكيز تلك المواد داخل الخلايا اعلى منها في الخارج ، ومن اجل انجاز هذه العملية لابد من وجود مواد حاملة (Carriers) في غشاء الخلية يمكنها التحرك من الخارج الى الداخل وبالعكس ، حيث تتحد المادة الحاملة مع مادة اخرى (جزيء أو أيون) تحتاجها الخلية وتتحرك باتجاه السطح الداخلي للغشاء حيث تنفصل المادة المنقولة داخل السايوبلازم (شكل 1-20) ، وتحتاج هذه العملية الى صرف طاقة تستمد من ATP في الخلية الحية .



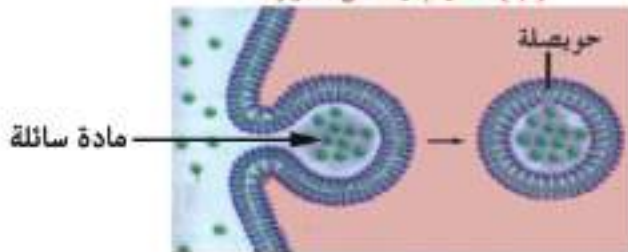
شكل (1-20) . خطوات عملية النقل الفعال .

#### (5) البلعمة (Phagocytosis) .

يقصد بالبلعمة الاكل الخلوي وهي طريقة شائعة للتغذية بين الطليعات مثل الاميبا وهي ايضا الطريقة التي تلتهم بها خلايا الدم البيض بقايا الخلايا والجراثيم التي توجد بالدم وتتم هذه العملية بان يكون غشاء الخلية جيباً يحيط بالمادة الصلبة ، وبعد ذلك ينفصل هذا الجيب او الحوصلة من سطح الخلية ويتحرك داخل السايوبلازم ، حيث تهضم محتوياتها بواسطة الانزيمات المفرزة من الجسيمات الحالة والموجودة ضمن السايوبلازم (شكل 1-21) .



( أ ) (الالتهام او الاكل الخلوي)



( ب ) الشرب الخلوي

شكل (1-21) . عملية البلعمة

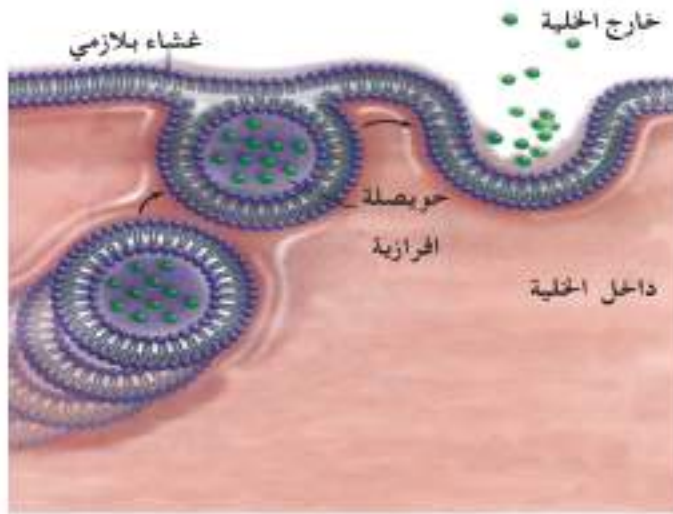
( أ ) الاكل الخلوي . ( ب ) الشرب الخلوي .

## (6) الشرب الخلوي (Pinocytosis) .

وهو عملية مشابهة للاكل الخلوي فعند دخول مادة سائلة من خارج الخلية يحدث انبعاج صغير في غشاء الخلية يحيط بالمادة السائلة والتي تصبح داخل حويصلة (Pinocytic Vesicle) حيث تنفصل هذه الحويصلة من غشاء الخلية وتصبح داخل الخلية كما في ( الشكل 1 - 21 ب ) .

## (7) الاخراج الخلوي (Exocytosis) .

يستعمل مصطلح الاخراج الخلوي لوصف عملية تحرير بعض المواد من داخل الخلية الى خارجها وتحدث هذه العملية في خلايا مختلفة للتخلص من بقايا مواد غير مهضومة دخلت بواسطة عملية الادخال الخلوي او لافراز مواد مثل الهرمونات ( شكل 1 - 22 ) .



شكل (1-22) . الاخراج الخلوي .

## ثانياً : الايض الخلوي (Cell Metabolism)

تمثل عمليات الايض الخلوي مجموع التحولات الكيميائية التي تحدث في الخلية بمساعدة الانزيمات في الخلية وتتضمن عملية الهدم (Catabolism) وعن طريقها تتحلل المواد ، وعملية البناء (Anabolism) والتي عن طريقها تبنى النواج الجديدة .

وتتميز عمليات البناء باستهلاكها للطاقة عادة بينما يرافق عمليات الهدم تحرر الطاقة ، وعلى سبيل المثال فان بناء جزيئة سكر العنب (الكلوكوز) من ثنائي اوكسيد الكربون والماء يحتاج طاقة ، تأخذها النباتات الخضراء من ضوء الشمس ، بينما تتضمن عملية هدم جزيئة الكلوكوز في التنفس تحرر الطاقة التي يستغلها الكائن الحي في الكثير من اعماله .

## 1 - . التنفس ( Respiration ) .

يعد سكر العنب ( سكر الكلوكوز ) مادة التنفس الرئيسية ، حيث يعاني سلسلة من التفاعلات متحولاً الى جزيئين من الحامض البيروفي ( **Pyruvic Acid** ) خلال عملية تدعى بالتحلل السكري ( **Glycolysis** ) ، وتجري هذه العملية في سايتوبلازم الخلية لوجود انزيماتها . ويمكن ايجاز عملية التحلل السكري ( **مخطط 1 - 1** ) بالآتي :

**أ** تنشيط جزيئة الكلوكوز ( **6C** ) بالفسفرة فيتحول الى كلوكوز احادي الفوسفات ، وتستهلك في العملية جزيئة من **ATP** .

**ب** يتم تحويل الكلوكوز احادي الفوسفات ( **6C** ) الى فركتوز احادي الفوسفات ( **6C** ) بفعل انزيم معين .

**ج** يتم تنشيط الفركتوز احادي الفوسفات ( **6C** ) بعملية فسفرة ثانية فيتحول الى فركتوز ثنائي الفوسفات ، وتستهلك في العملية جزيئة من **ATP** .

**د** تنشطر جزيئة الفركتوز ثنائي الفوسفات ( **6C** ) الى جزيئتين من الكليسر الديهايد المفسفر ( **3C** ) كمحصلة لهذا الانشطار .

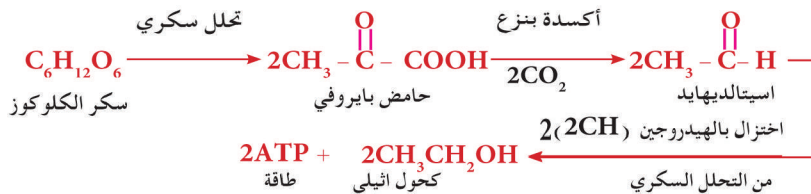
**هـ** تتحول كل جزيئة من الكليسر الديهايد المفسفر الى جزيئة من الحامض البيروفي (اي تصبح بالنتيجة جزيئتان من الحامض البيروفي ) ، علماً انه يتم انتاج اربع جزيئات من **ATP** من خلال عملية التحول ويستهلك منها جزيئتين في عمليتي الفسفرة وبالتالي يكون الربح **2ATP** .

**و** اذا كان التنفس لاهوائياً ( **Anaerobic Respiration** ) فيحصل للحامض البيروفي اما تخمر كحولي او تخمر لبنني في سايتوبلازم الخلية .

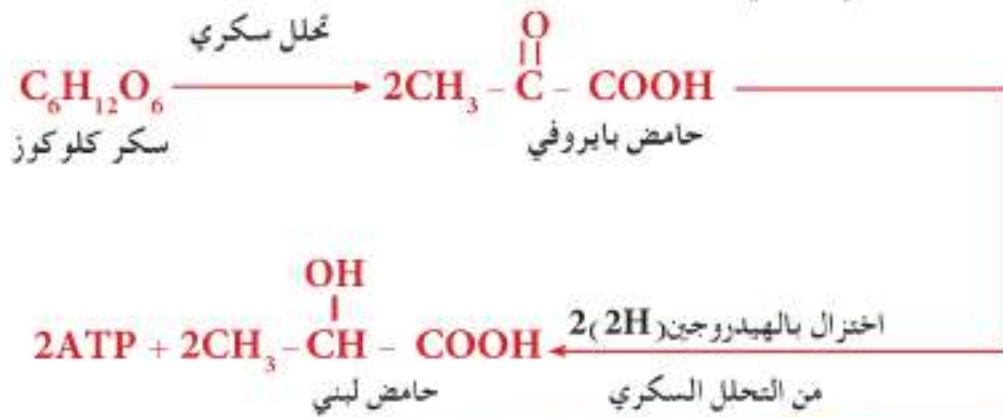
اما اذا كان التنفس هوائياً ( **Aerobic Respiration** ) فيتحول الحامض البيروفي الى جزيئة من ( **استيل كو - A** ) الذي يدخل في تفاعلات تدعى دورة كريبس ( **Krebs Cycle** ) في مايتوكوندريا الخلية وفيما يلي توضيح لتفاعلات التنفس اللاهوائي والتنفس الهوائي .

**أولاً : التنفس اللاهوائي ويشمل :**

( **أ** ) التخمر الكحولي ويحصل في الخميرة والنباتات الخضراء عند غياب او نقص الاوكسجين وفي بعض انواع البكتيريا حيث يحصل للحامض البيروفي اكسدة بانتزاع جزيئة ( **CO<sub>2</sub>** ) ثم اختزال بهيدروجين التحلل السكري متحولاً الى كحول اثيلي كما في المعادلة التالية :



(ب) التخمر اللبني ويحصل في بعض انواع البكتيريا والعضلات حيث يحصل للحامض البايروفي اختزالاً متحولاً الى الحامض اللبني كما في المعادلة التالية :



ثانياً : التنفس الهوائي ( **Aerobic Respiration** ) .

بعد تحول الحامض البايروفي الناتج من التحلل السكري الى ( **استيل كو - A** ) ، يدخل الاخير ( **استيل كو - A** ) دورة كريبس ( والذي يعد مفتاحاً لها ) في سلسلة من التفاعلات مؤدية الى تحرير كامل الطاقة والبالغة **12 جزيئة ATP** في كل دورة ، ويوضح المخطط ( **1-1** ) . خطوات التحلل السكري ودورة كريبس ، و خلاصة لما تقدم فإن مقدار الطاقة المتحررة من اكسدة جزيء غرامي واحد من سكر الكلوكوز اكسدة تامة في التنفس الهوائي كما يأتي :

**2ATP**

ربح الطاقة من التحلل السكري .

**( 2 × 3 ATP ) 6ATP**

من تحول جزيئتي الحامض البايروفي الى استيل كو - A .

**( 2 × 3 ATP ) 6ATP**

من ( **2H** ) الناتج من التحلل السكري بعد مرورها بسلسلة نقل الالكترونات .

**( 2 × 12 ATP ) 24ATP**

من دورتي كريبس

ويصبح المجموع

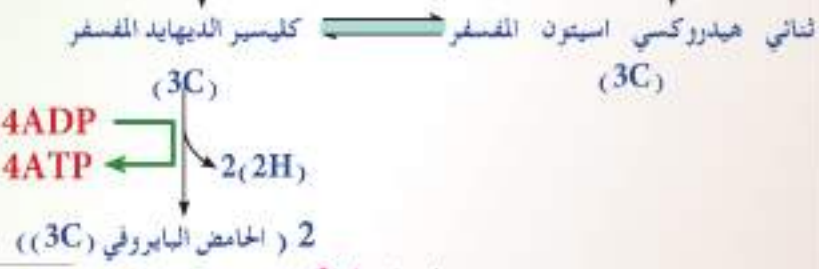
**( ATP 38 )**

استهلاك  
طاقة مقدارها  
2ATP

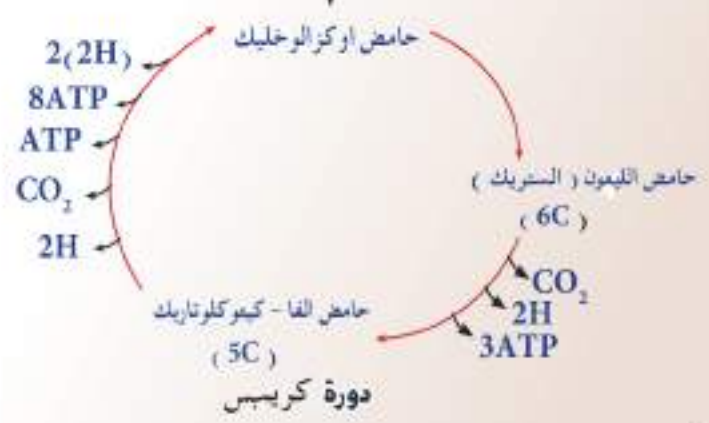


في السايوبلازم

تحرير طاقة  
مقدارها  
4ATP



( التحلل السكري )



داخل الميتوكوندريا

مخطط ( 1-1 ) يبين مراحل عملية التنفس الخلوي .

## 2 . عمليات البناء : تثبيت ثنائي اوكسيد الكربون .

بعد ثنائي اوكسيد الكربون ( $CO_2$ ) احد النواتج الرئيسة لعمليات التنفس الهوائي واللاهوائي ومع ان عمليات التنفس تمثل عمليات هدم الا انه ينشأ عنها قدر من الطاقة الكيميائية تخزن بشكل ( $ATP$ ) والتي تستغل في الكثير من العمليات الهامة التي يقوم بها الكائن الحي مثل حركة العضلات واللواحق الجسمية والتي تمثل عمليات ميكانيكية وكذلك تكوين المواد الحيوية المعقدة وهي عمليات كيميائية . تستطيع النباتات تثبيت ثنائي اوكسيد الكربون على شكل مواد عضوية بوجود الطاقة الشمسية ، فمن المعروف ان النباتات تمتص ثنائي اوكسيد الكربون بوجود الماء وباستغلال الطاقة الشمسية لتكوين مواد كربوهيدراتية ويطلق على هذا التفاعل تثبيت او اختزال ثنائي اوكسيد الكربون وهذا التفاعل يؤدي الى تكوين جميع الجزينات العضوية المعقدة ، لذا تعد هذه العملية عملية بناء للمواد العضوية .

## 7-1 . انقسام الخلية (Cell Division)

يعد انقسام الخلية من العمليات المعقدة والتي تهدف الى مضاعفة المادة الوراثية كميأ مع ضمان توزيعها بشكل متجانس بين الخليتين الناتجتين من الانقسام . تحصل في الخلية ثلاثة انواع من الانقسام وهي :

### 1 - 7 - 1 . الانقسام المباشر او اللاخيطي (Amitosis) .

في هذا النوع من الانقسام الخلوي تنقسم الخلايا دون حصول تغيرات نووية وسيتوبلازمية واضحة ذلك بتخصر النواة او المادة النووية والسيتوبلازم ومن ثم انقسامهما وتكوين خليتين تحوي كل منهما على جزء من النواة الاصلية او المادة النووية وجزء من السيتوبلازم الاصيلي ، يحصل مثل هذا الانقسام في البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة .

### 2 - 7 - 1 . الانقسام غير المباشر او الخيطي (Mitosis) .

يعرف الانقسام الخيطي بانه ، عملية انقسام النواة بصورة تضمن تسليم كل من الخليتين البنويتين الجديدتين نفس العدد ونفس النوعية من الكروموسومات الموجودة اصلاً في الخلية الام ، .

يتطلب الانقسام الخيطي تضاعفاً لكل كروموسوم ليتكون كروموسومان متماثلين ومتجاورين اذ يظهران وكأنهما كروموسوم واحد . وعند بدء عملية انقسام الخلية يتباعد الكروموسومان احدهما عن الآخر ويظهران منفصلين في الاطوار المتقدمة . يعقب انقسام النواة الانقسام السيتوبلازمي ( $Cytokinesis$ ) . ولناخذ مثلاً خلية من خلايا جسم الانسان فسنجد انها تحتوي (46) كروموسوماً تتضاعف قبل الانقسام فتصبح (92) كروماتيداً وعندما تتم عملية الانقسام يذهب (46) منها الى خلية و (46) الباقية الى الخلية الثانية

ليتشكل منها كروموسومات الخلايا الجديدة ، وتستمر هذه العملية في كل مرة . تتم عملية انقسام الخلية من خلال أربع اطوار يسبقها طوراً بيني ( **Interphase** ) : تمر الخلية بهذا الطور قبل بدء عملية انقسام الخلية ، و يلاحظ فيه ان نواة الخلية تكون كبيرة بالمقارنة مع الانوية في الخلايا المنقسمة وتقوم الخلية في هذا الطور بتخليق جزيئات كبيرة من الاحماض النووية والبروتينات كخطوة تحضيرية لعملية الانقسام واهم ما يميزه هذا الطور هو تضاعف جزيئات الحماض النووي الرايبى نافص الاوكسين ( **DNA** ) ، كما يتضاعف الجسم المركزي في هذا الطور (شكل 1- 23).

أما الاطوار الاربعة التي تلي الطور البيني فهي :

### الطور الاول : التمهيدي ( **Prophase** ) .

تتميز في هذا الطور الشبكة الكروماتينية الى عدد من الكروموسومات التي تبدو كثيفة وتتميز الى جزئين متماثلين تماماً ( **كروماتيدين** ) ( **Chromatids** ) ويرتبط هذان الكروماتيدان الشقيقان مع بعضهما عند منطقة جزئيهما المركزيين ( **Centromeres** ) واللذان سيكوّنان الكروموسومات البنية .

يتباعد الجسمان المركزيان اللذان سبق وان تكونا في الطور البيني ويتجهان في اتجاهين متعاكسين نحو قطبي الخلية ، وتمتد من كل منهما خيوط شعاعية ( **النجم** ) وتتكون بينهما خيوط المغزل ( **Spindle** ) تختفي النوية والغشاء النووي في مرحلة متأخرة من هذا الطور (شكل 1 - 23) .

### الطور الثاني : الاستوائي ( **Metaphase** ) .

تنكمش وتغلظ الكروموسومات في هذا الطور وتأخذ موقعاً عند خط استواء المغزل وتتعلق الكروموسومات بخيوط المغزل حيث يتعلق كل كروموسوم بخيوط من خيوط المغزل بواسطة الجزء المركزي ( **Centromere** ) (شكل 1 - 23) .

### الطور الثالث : الانفصالي ( **Anaphase** ) .

تفصل في هذا الطور الكروموسومات البنية الناتجة عن الكروماتيدات الشقيقة في الطور التمهيدي بعضها عن بعض باتجاه القطبين المتعاكسين للخلية (الشكل 1- 23) . لاتعرف ميكانيكية حركة الكروموسومات نحو القطبين المتعاكسين في الخلية لحد الان بشكل دقيق ولكن هناك نظريات تقترح تفسيراً لذلك وهي :

أ- يعتقد ان خيوط المغزل تنقلص بوجود **ATP** وتسحب الكروموسومات نحو القطبين .

ب- يعتقد ان خيوط المغزل تعمل بوضعها طريقاً تنزلق عليه الكروموسومات متجهة نحو القطبين .

## الطور الرابع : النهائي ( Telophase ) .

يبدأ الطور النهائي عند اكتمال وصول الكروموسومات الى قطبي الخلية المتعاكسين ، وتعود الكروموسومات الى شكلها السابق الخيطي الدقيق حيث تبدو بشكل خيوط كروماتينية دقيقة ( تتكون الشبكة الكروماتينية ) وتتكون النوية او النويات الجديدة .

و يتكون الغشاء النووي . ويختفي المغزل ، وهكذا ينتهي انقسام النواة .

يعقب انقسام النواة الانقسام السيتوبلازمي ( Cytokinesis ) شكل ( 1 - 23 ) .

تظهر الخلية الحيوانية اختلافاً في الانقسام السيتوبلازمي مقارنة بالخلية النباتية ، ففي الخلية الحيوانية يحدث تخرص في غشاء الخلية قرب منطقة خط استواء الخلية وبمرور الوقت يزداد هذا التخرص تدريجياً الى ان تنقسم الخلية الى خليتين جديدتين تحوي كل منهما على نواة، اما في الخلية النباتية فإن الانقسام السيتوبلازمي يبدأ بتكوين الصفيحة الخلوية ( Cell Plate ) .

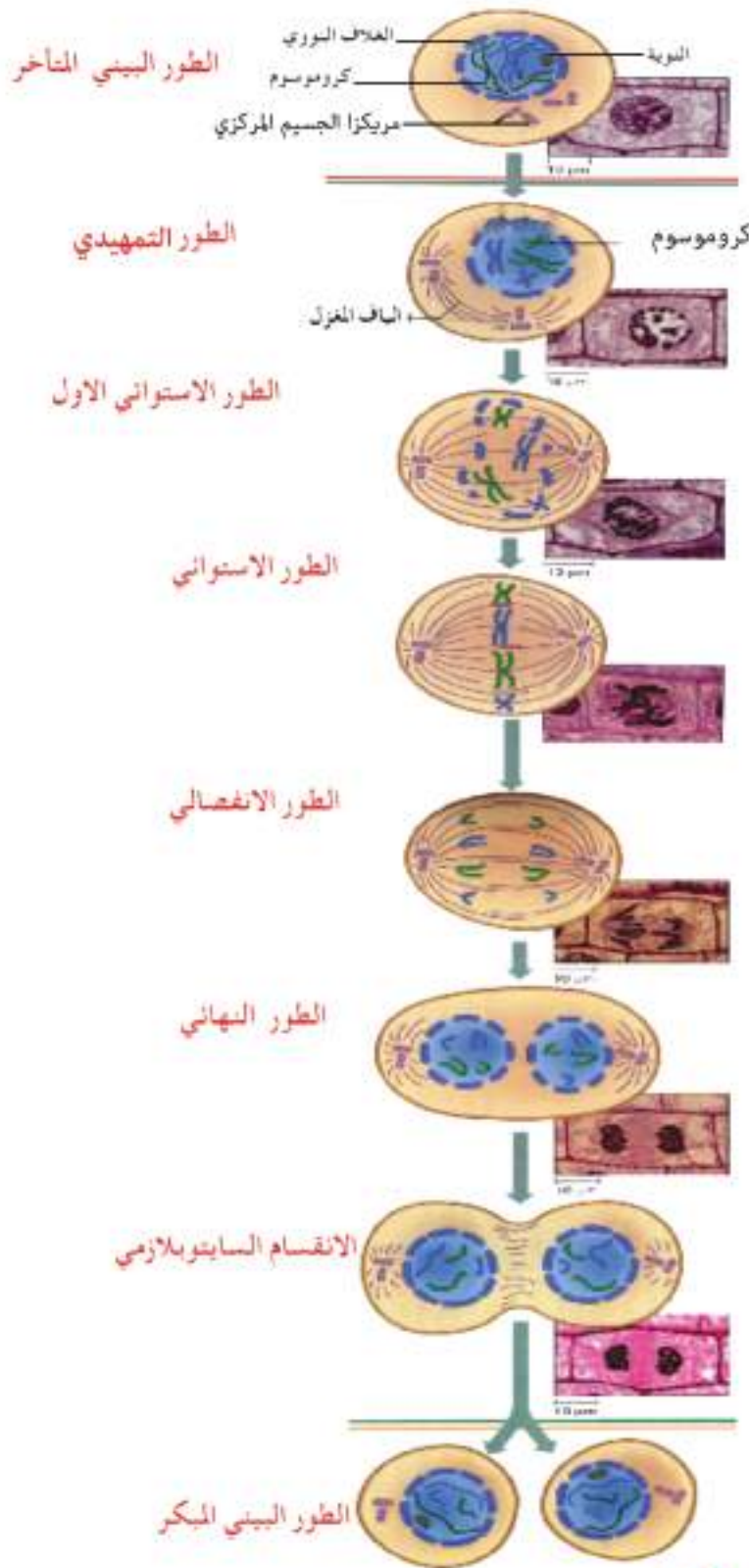
في منطقة خط استواء الخلية تفرز من قبل بروتوبلاست الخلية ، ثم تبدأ كل خلية جديدة بتكوين جدارها الخلوي من جهتها ، وتكتمل العملية بالانفصال لتتكون خليتين جديدتين .

ولابد من الاشارة الى ان المدة التي يستغرقها الانقسام الخلوي تتباين تبعاً لنوع الخلية او النسيج وعمر الكائن الحي ، كما ان كل طور من اطوار الانقسام له مدة زمنية تختلف عن اطوار الانقسام الاخرى وهذا يتبع الاحداث التي تحصل في كل طور .

لقد وجد عند دراسة اطوار الانقسام في خلايا بشرية تحت المجهر ان الطور التمهيدي يستغرق ( 30 - 60 ) دقيقة بينما يستغرق الطور الاستوائي ( 2 - 6 ) دقيقة ويستغرق الطور الانفصالي ( 3 - 15 ) دقيقة والطور النهائي ( 30 - 60 ) دقيقة ، كما لوحظ ان مدة انقسام الخلية في النسيج العصبي ( خلية عصبية او عصبونة ) تستغرق حوالي ( 30 ) دقيقة خلال الادوار الجنينية في حين يصبح الانقسام نادراً عند البلوغ كنتيجة لتخصص الخلايا العصبية بصورة نهائية .

## 1 - 7 - 3 . الانقسام الاختزالي ( Meiosis ) .

تهدف عملية الانقسام الاختزالي الى الحفاظ على عدد ثابت من الكروموسومات لافراد الانواع المختلفة من الاحياء ، خلال عملية تعاقب الاجيال الذي يتم خلاله تكوين الامشاج ( Gametes ) كالبويض ( Eggs ) والنطف ( Sperms ) في الحيوانات والابواغ ( Spores ) في بعض النباتات . والانقسام الاختزالي عبارة عن انقسامين متعاقبين للخلية ويتم خلال الانقسام الاختزالي اختزال عدد الكروموسومات الى نصف العدد الكامل لكروموسومات الخلايا الجسمية ، ولذلك نجد ان الامشاج تحتوي نصف عدد الكروموسومات الموجود في الخلايا الجسمية ، وعند التحام نواتين خلويتين او مشيجين لتكوين اول خلية جنينية فإن الاخيرة تحوي عدد كامل من الكروموسومات .



شكل ( 1 - 23 ) .

اطوار الانقسام الخيطي في الخلية .

تتم عملية الانقسام الاختزالي من خلال انقسامين نوويين متعاقبين ، اذ يتم خلال الانقسام الاول فصل الكروموسومات المتماثلة عن بعضها البعض ولهذا الانقسام اربعة اطوار هي :

- الطور التمهيدي الاول ( **Prophase 1** ) .
  - الطور الاستوائي الاول ( **Metaphase 1** ) .
  - الطور الانفصالي الاول ( **Anaphase 1** ) .
  - الطور النهائي الاول ( **Telophase 1** ) .
- اما الانقسام الثاني فيتم فيه فصل كروماتيدي الكروموسوم وينتقل كل كروماتيد الى قطب من اقطاب الخلية ، والانقسام الثاني وكما هو الحال في الانقسام الاول يتم باطوار متعاقبة هي :
- الطور التمهيدي الثاني ( **Prophase 2** ) .
  - الطور الاستوائي الثاني ( **Metaphase 2** ) .
  - الطور الانفصالي الثاني ( **Anaphase 2** ) .
  - الطور النهائي الثاني ( **Telophase 2** ) ( لاحظ الشكل 1 - 24 ) .
- فيما يلي عرض لما يحدث في كل من الانقسامين .

### أولاً - الانقسام الاختزالي الاول

#### ( أ ) الطور التمهيدي الاول ( **Prophase 1** ) .

يمتاز هذا الطور الانقسامي بكونه بطيء حيث يتضمن خمسة ادوار ذات ميزات خاصة بها وهي :

- الدور القلادي ( **Leptotene** ) .
- تكون الكروموسومات في هذا الدور بشكل خيوط طويلة نحيفة مفردة ذات تشخات شبيهة بالفصوص او الخرز مما يضيف على الكروموسومات شكل الفلادة ، ويكون ال DNA متضاعفاً في كل كروموسوم .
- الدور الازدواجي ( **Zygotene** ) .
- تترافق الكروموسومات المتماثلة في هذا الدور وتزدوج ، وبعد ازدواجها يلتوي بعضها على البعض الآخر وتدعى العملية بالأيثاق او التشابك ( **Synapsis** ) ويسمى الكروموسومان المزدوجان بالثنائي ( **Bivalent** ) ، وهذه العملية تشكل صفة مميزة للانقسام الاختزالي اذ لاتحدث في الانقسام الخيطي الاعتيادي .

#### - الدور التغلطي ( **Pachytene** ) .

يزداد في هذا الدور تكثف الكروموسومات وتغلظها ويقل طولها . ويظهر في هذا الدور تضاعف كل كروموسوم الى كروماتيدين واضحين ، يرتبطان فيما بينهما بواسطة جزئيهما المركزيين ( **Centromeres** )

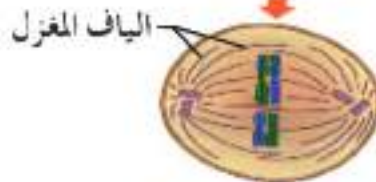
I الطور التمهيدي



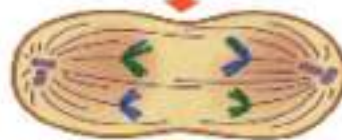
I الطور التمهيدي المتأخر



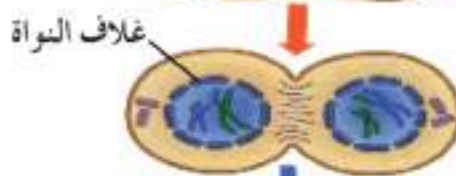
I الطور الاستوائي



I الطور الانفصالي



I الطور النهائي



2 الطور التمهيدي



2 الطور الاستوائي



2 الطور الانفصالي



2 الطور النهائي



اربع خلايا غير متماثلة احادية المجموعة الكروموسومية

شكل ( 1 - 24 ) .

اطوار الانقسام الاختزالي .

الفصل الاول / الخلية

ويطلق على كل كروماتيدين يكونا نفس الكروموسوم بالشقيقين ( **Sister Chromatides** ) يظهر في هذا الدور كل زوج من الكروموسومات المتماثلة مكونا من حزمة مؤلفة من اربعة كروماتيدات ، وتدعى هذه الحزمة بالرباعي ( **Tetrad** ) ، ولناخذ مثلاً خلية الانسان نجدها تحوي في هذا الدور ( 23 ) رباعياً اي ( 92 ) كروماتيد كمجموع كلي ويحصل في هذا الدور تبادل في مواقع المورثات بين الكروموسومين المتماثلين وتدعى عملية التبادل هذه بالتعابر ( **Crossing Over** ) .

– الدور الانفراحي ( **Diplotene** ) .

يبدأ في هذا الدور كل كروموسومين متماثلين الابتعاد عن بعضهما ، ويبقى الكروماتيدان غير الشقيقين مرتبطان بنقطة واحدة او اكثر ، وتدعى نقاط الارتباط بالتصلبات ( **Chiasmata** ) ويختلف موقع وعدد التصلبات من كروموسوم الى آخر ومن خلية الى اخرى وتبادل قطع الكروماتيدات غير الشقيقة في كل منطقة تصالب ( **Chiasma** ) بعضها مع بعض .

– الدور الحركي ( **Diakinesis** ) .

يمثل هذا الدور آخر ادوار الطور التمهيدي وفيه تزداد الكروموسومات ( كروماتيدات الكروموسومات المتماثلة ) قصراً وتغلظاً ، تبدأ النوية والغشاء النووي بالانحلال التدريجي وتتحرك مواقع التصلبات باتجاه نهايات الكروموسومات وينتج عن ذلك تناقص في عدد التصلبات .

( ب ) الطور الاستوائي الاول ( **Metaphase I** ) .

ترتب الكروموسومات المتماثلة في هذا الطور على خط استواء الخلية بشكل مجاميع كروموسومية ثنائية وتظهر الاجزاء المركزية ( **Centromeres** ) ويظهر المغزل باليافه التي يتصل بعضها بالاجزاء المركزية .

( ج ) الطور الانفصالي الاول ( **Anaphase I** ) .

في هذا الطور يتفصل الكروموسومان المتماثلان عن بعضهما ، ويتحركان باتجاهين متعاكسين باتجاه قطبي الخلية ، ويبقى كروماتيداً كل كروموسوم مرتبطين مع بعض في منطقة جزئيهما المركزيين .

( د ) الطور النهائي الاول ( **Telophase I** ) .

تتجمع الكروموسومات الجديدة عند القطبين ، وغالباً ما يختفي المغزل في هذا الطور وتبدأ النوية والغلاف او الغشاء النووي بالتكون والذي يحيط بمجموعتي الكروموسومات في قطبي الخلية ، وتكون هذه المجموعة احادية ( **Haploid** ) ( تحوي نصف العدد الكلي من الكروموسومات ) يتبع عملية الانقسام النووي الانقسام السايوبلازمي ( **Cytokinesis** ) كالذي يحصل في الانقسام الخيطي فيكتمل تكوين الخليتين الجديدتين ، واللتين تكونان مهيتين للانقسام الاختزالي الثاني .

## ثانياً : الانقسام الاختزالي الثاني .

### (أ) الطور التمهيدي الثاني ( Prophase 2 ) .

يكون عدد الكروموسومات في كل نواة تشترك في الطور التمهيدي الثاني هو نصف العدد الكامل للكروموسومات وهو بذلك يختلف عن الانقسام الخيطي والذي تكون فيه النواة حاوية على عدد الكروموسومات الكامل .

تكون في هذا الطور الكروماتيدات متباعدة عن بعضها وقد تختلف من حيث تركيبها كنتيجة لعملية العبور التي حصلت في الدور التعلطي ( Pachytene ) من الطور التمهيدي الاول .

### (ب) الطور الاستوائي الثاني ( Metaphase 2 ) .

تتخذ في هذا الطور الكروموسومات مواقعها عند مستوى الصفيحة الاستوائية للخلية وهي تظهر متصلة بخيوط المغزل عن طريق اجزائها المركزية .

ويبقى كل كروموسوم مؤلفاً من كروماتيدين ، ويختلف هذا الطور عن الطور الاستوائي الاول من خلال كون الكروموسومات في الاول مرتبة بحزم مكونة من اربعة كروماتيدات ، في حين تتألف في هذا الطور من كروماتيدين .

### (ج) الطور الانفصالي الثاني ( Anaphase 2 ) .

تنفصل كروماتيدات كل كروموسوم عن بعضها من خلال انفصال جزئيهما المركزيين فيصبح كل كروماتيد ممثلاً لكروموسوماً بنوياً مستقلاً يتحرك باتجاه احد قطبي الخلية بواسطة خيوط المغزل .

### (د) الطور النهائي الثاني ( Telophase 2 ) .

تتجمع في هذا الطور الكروموسومات عند قطبي الخلية فتزداد طولاً وتقل سمكاً ، وتظهر المادة الكروماتينية بشكل خيوط دقيقة ، ثم يظهر الغشاء النووي والنويات لتتكون نواتان جديدتان من نواة واحدة اصلية .

وفي بعض الخلايا النباتية تتكون الصفيحة الخلوية ( Cell Plate ) عبر المغزل ثم تتكون الصفيحة الوسطى ( Middle Lamella ) ثم جدار الخلية ( Cell Wall ) ، اما في الخلايا الحيوانية فيتكون الغشاء البلازمي بين النواتين الجديدتين ليفصلهما عن بعضهما .

بعد انتهاء الانقسام الاختزالي الاول والثاني تكون الخصلة النهائية تكوين اربع خلايا احادية المجموعة الكروموسومية (س) .

يحدث الانقسام الاختزالي في الخصى (Testes) وفي المبايض (Ovaries) عند تكوين الأمشاج في الحيوان ، وفي تكوين البويض وحبوب اللقاح في النبات مع وجود بعض الاختلافات في التفاصيل والتي سنتناولها في فصل لاحق من هذا الكتاب :

بعد ان تعرفت عزيزي الطالب على ادوار الانقسام الخيطي والاختزالي تعرف على مقارنة بينهما من خلال الجدول ( 1 - 3 ) .

جدول ( 1 - 3 ) . مقارنة بين الانقسام الخيطي والاختزالي .

الانقسام الاختزالي .	الانقسام الخيطي .
- انقسامين .	- انقسام واحد .
- تتكون اربع خلايا غير متماثلة من كل انقسام .	- تتكون خليتين متماثلتين من كل انقسام .
- الخلايا مختلفة وراثياً .	- الخلايا المتكونة متماثلة وراثياً .
- عدد الكروموسومات في الخلايا المتكونة نصف العدد الموجود في الخلية الام .	- عدد الكروموسومات في الخليتين المتكونتين يماثل عددها في الخلية الام .
- يحصل الانقسام في الخلايا الجنسية (الأمشاج) .	- يحصل الانقسام في الخلايا الجسمية .
- يحصل بعد النضج الجنسي فقط .	- يحصل الانقسام خلال دورة الحياة بشكل مستمر .
- يشارك في التكاثر الجنسي ونقل المادة الوراثية من الاباء الى الابناء .	- يشارك هذا الانقسام في النمو واصلاح التلف في الخلايا والتكاثر اللاجنسي .

## أسئلة الفصل الأول

### السؤال الأول :

اكتب المصطلح العلمي الذي يدل على كل عبارة مما يأتي :

- 1 - سائل هلامي عديم اللون يملأ النواة .
- 2 - تركيب كروي داخل النواة ، يتكون من البروتين والحمض النووي الرايبيني RNA .
- 3 - حركة جزيئات الماء خلال غشاء اختياري النفاذية تبعاً لاختلاف التركيز .
- 4 - عملية تحرير بعض المواد من داخل الخلية الى خارجها .
- 5 - عضيات تشكل مراكز لتحويل سكر الكلوكوز الى سكريات متعددة .
- 6 - تركيب يقع عند قاعدة الهدب او السوط في الخلايا التي تحوي اهداباً او اسواطاً .
- 7 - مادة سائلة شفافة تملأ الفسح الداخلية للبلامتيده .
- 8 - مادة معقدة تمثل مكون اساسي من مكونات الخلية تقع بين الغشاء البلازمي والنواة .
- 9 - الطريقة التي تلتهم بها خلايا الدم البيض بقايا الخلايا والجراثيم التي توجد في الدم .
- 10 - مجموع التحولات الكيميائية التي تحدث في الخلية بمساعدة الانزيمات في الخلية .
- 11 - عملية انقسام الخلية دون حصول تغيرات نووية وسائتوبلازمية واضحة .

### السؤال الثاني :

فسر الحقائق العلمية التالية :

- 1 - يوجد عدد كبير من المايوتوكوندرريا في العضلات .
- 2 - وجود الاجسام الحالة في خلايا الدم البيض العذلة .

- 3 - للجسيم المركزي دور هام في عملية انقسام الخلية .
- 4 - وجود انزيمات معينة في البلاستيدات الخضراء يسهل القيام بعملية البناء الضوئي .
- 5 - الخلية النباتية تحت المجهر تكون واضحة الحدود .
- 6 - توصف الخلية الحيوانية التي تظهر فيها جميع العضيات بانها خلية افتراضية .
- 7 - وجود الاعراف في الماييتوكوندريا .
- 8 - الوظيفة الرئيسية للماييتوكوندريا هي التنفس الخلوي .
- 9 - تظهر نوى الخلايا تبايناً في اشكالها .
- 10 - تتمتع الخلايا احياناً ببعض المواد من محيطها الخارجي بالرغم من ان تراكيز تلك المواد داخل الخلية اعلى منها في الخارج .
- 11 - تُعد عملية تثبيت ثنائي اوكسيد الكربون عملية بناء للمواد العضوية .

### السؤال الثالث :

اكتب داخل القوسين الحرف الذي يشير الى الجواب الصحيح :

- 1 - ( ) اول عالم استخدم كلمة "خلية" هو :
  - ا. فان ليفنهوك .
  - ب. روبرت هوك .
  - ج. روبرت براون .
  - د. ثيودور شوان .
- 2 - ( ) العالمان اللذان استندت النظرية الخلوية الى اعمالهما هما :
  - ا. ماثياس شلادين و روبرت هوك .
  - ب. روبرت براون و ثيودور شوان .
  - ج. ثيودور شوان و روبرت هوك .
  - د. ماثياس شلادين و ثيودور شوان .
- 3 - ( ) واحدة من الاختيارات ادناه ليست من وظائف الشبكة البلازمية الداخلية .
  - ا. تغليف البروتين .
  - ب. توصيل المواد بين اجزاء الخلية .
  - ج. انتاج بعض انواع الدهون .
  - د. تخزين المواد البيروتينية والدهنية .
- 4 - ( ) يطلق اسم الدكتيوسوم على جهاز كولجي الموجود في :
  - ا. الخلية الحيوانية .
  - ب. الخلية البكتيرية .
  - ج. الخلية النباتية .
  - د. الخلية اللمفاوية .
- 5 - ( ) تتخذ النواة في الخلايا الجينية موقعاً :
  - ا. مركزياً .
  - ب. جانبياً .
  - ج. محيطياً .
  - د. سطحياً .

( ) 6 - يطلق على حركة الايونات والحزبئات خلال وسط معين من المناطق ذات

التركيز العالي الى المناطق ذات التركيز الواطئ تسمية :

ا. التناضح . ب. الانتشار .

ج. النفوذية . د. البلعمة .

( ) 7 - العضيات التي تؤدي دوراً هاماً في عملية التحول الشكلي في الحيوانات هي :

ا. الجسيمات المركزية . ب. المايٲوكونډريا .

ج. الفجوات . د. الجسيمات الحالة .

( ) 8 - واحد مما يلي ليس من مميزات الفجوات الخلوية :

ا. اكثر وضوحاً في الخلايا النباتية . ب. صغيرة في الخلايا الفتية .

ج. لها دور مهم في حركة الاهداب والاسواط . د. تحتوي على العصير الخلوي .

( ) 9 - يكون شكل نواة خلية الدم البيضاء :

ا. كروي . ب. بيضوي .

ج. مفصص . د. غير منتظم .

( ) 10 - عدد النويات التي تحتويها نواة خلية البصل هو :

ا. خمس . ب. اربع .

ج. ثلاث . د. اثنان .

( ) 11 - تكوين البروتينات في سايتوبلازم الخلية بواسطة :

ا. المايٲوكونډريا . ب. الرايبوسومات .

ج. جهاز كولجي . د. الجسيمات الحالة .

( ) 12 - يبلغ عدد الكروموسومات في الخلايا الجنسية للقراشة الاسبانية :

ا. 415 . ب. 154 .

ج. 190 . د. 69 .

( ) 13 - الطريقة الشائعة للتغذية في الاميبا هي :

ا. الشرب الخلوي . ب. النقل الفعال .

ج. البلعمة . د. البلزمة .

### السؤال الرابع :

اكمل العبارات التالية :

- 1 - يعزى التغير في شكل بعض الخلايا الى .....
- 2 - تحدد المكونات الرئيسية للخلية حقيقية النواة بالآتي :
  - ا. ....
  - ب. ....
  - ج. ....
- 3 - تسمى الشبكة البلازمية الداخلية التي تفتقر لوجود الرايبوسومات بأسم .....
- 4 - هناك حالات تكون فيها الخلايا ثنائية الانوية كما هو الحال في .....  
و.....
- 5- يوجد داخل الغشاء الذي يحيط بالبلاستيدة تركيبان مهمان هما ..... و.....
- 6 - يتألف جدار الخلية من ثلاث طبقات هي ..... و.....  
و.....
- 7 - يتكون جهاز كولجي من ثلاث ردهات هي .....
- 8 - تحتوي الجسيمات الحالة على اعداد كبيرة من الانزيمات المحللة تكون مسؤولة عن.....
- 9 - يتضمن الايض الخلوي عملية ..... التي يتم فيها .....  
..... وعملية ..... التي عن طريقها .....

### السؤال الخامس :

- 1 - رتب العلماء المدرجة اسماؤهم ادناه حسب اسبقية اكتشافاتهم في مجال علم الخلية:  
( روبرت هوك ، ماثياس شلايدن ، ثيودور شوان ، فان ليفنهوك ، روبرت براون )
  - 1 ..... 2..... 3.....
  - 4 ..... 5.....

2 - اكمل العمودين الثاني والثالث في الجدول التالي بذكر تركيب ووظيفة كل من العضيات المدرجة في العمود الاول :

الوظيفة	التركيب	العضيات
		الشبكة البلازمية الداخلية
		جهاز كولي
		المابتوكونديريا
		البلاستيدة الخضراء
		المجسيمات الحالة
		الغشاء البلازمي

3 - قارن بين :

- الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة والشبكة البلازمية الداخلية الملساء .
- الاغشية شبه النفاذة والاعشمية إختيارية النفاذية .
- الجسم المركزي والجسيم الحركي.
- الطور النهائي الأول والطور النهائي الثاني في الانقسام الاختزالي .

# الفصل الثاني الانسجة



## محتويات الفصل

- 1-2 . مقدمة .
- 2-2 . الانسجة النباتية .
- 3-2 . الانسجة الحيوانية .
- 4-2 . اسئلة الفصل .

بعد الانتهاء من دراسة الفصل الثاني نأمل من الطالب ان يكون قادراً على ان :

1. يبين مفهوم كل من النسيج النباتي والحيواني .
2. يوضح اسس تصنيف او تقسيم الانسجة النباتية .
3. يعرف النسيج المستديم في النبات ويبين اهميته .
4. يعرف النسيج المرستيمي في النبات ويبين انواعه ومواقع وجوده ووظيفة كل نوع .
5. يعدد انواع الانسجة المستديمة في النباتات ويقارن بينها .
6. يعرف الخلايا البرنكيمياة والكولنكيمياة والسكلرنكيمياة .
7. يعرف النسيج الوعائي في النبات ويبين انواعه .
8. يقارن بين نسيج الخشب ونسيج اللحاء من حيث التركيب والوظيفة .
9. يصنف النسيج الظهاري تبعا لمكوناته الخلوية .
10. يعدد انواع الانسجة الاساسية في اجسام الحيوانات ويعرف كل منها .
11. يصنف النسيج الظهاري البسيط تبعا لشكل الخلايا المكونة له ويبين موقع ووظيفة كل نوع .
12. يصنف النسيج الظهاري المطبق تبعا لشكل الخلايا السطحية فيه ويبين موقع وجود كل نوع ووظيفته .
13. يعرف النسيج الضام (الرابط) ويبين مميزاته .
14. يعدد خلايا النسيج الضام الشائعة ويبين صفات كل منها .
15. يوضح صفات الياف النسيج الضام المختلفة .
16. يصنف النسيج الضام الى انواع رئيسية وثنائية .
17. يعرف مفهوم المادة بين الخلوية ويبين صفاتها في النسيج الضامة المختلفة .
18. يقارن بين النسيج الضام الاصيل والمتخصص .
19. يبين لماذا يعد الغضروف والعظم والدم انسجة ضامة .
20. يعرف النسيج العضلي .
21. يقارن بين انواع العضلات .
22. يعرف النسيج العصبي ويبين مكوناته .

## 1-2 . مقدمة

تختلف الكائنات الحية في تكوينها، حيث يتكون بعضها من خلية واحدة كالـبكتيريا و الأميبا واليوغلينا وبعض أنواع الطحالب والفطريات غيرها وعندئذ تسمى بالكائنات وحيدة الخلية . كما توجد كائنات حية تتكون من أجسامها من العديد من الخلايا المتخصصة التي تعمل متصلة بشكل أنسجة وظيفية ضمن الأعضاء ، وتعمل هذه الأنسجة بعضها مع بعض في تناسق تام على بناء الكائن الحي . وقد تتنوع خلايا النسيج في بعض الأحيان ، كما أنه قد تتكون في بعض الأنسجة كميات كبيرة من المواد بين الخلية .

يمكن تعريف النسيج (Tissue) بأنه مجموعة من الخلايا المتماثلة بالإضافة إلى نسيج خلوية معينة تخصصت لأداء وظيفة معينة. ويعرف العلم الذي يهتم بدراسة الأنسجة بعلم الأنسجة (Histology) .

الانسجة النباتية هي مجموعة من الخلايا تظهر تبايناً في الشكل والحجم مقترنة مع بعضها

لانجاز وظيفة معينة

يتكون جسم النبات في النباتات الأولية من خلية واحدة كما هو الحال في بعض انواع الطحالب ، وهذه الخلية لها المقدرة على القيام بمختلف الوظائف الحيوية من تغذية وتنفس وتكاثر ... الخ ، اما النباتات الراقية فان اجسامها تتكون من عدد كبير من الخلايا متباينة الانواع التي تؤلف مجموعة من الانسجة المختلفة تؤدي وظائف النبات المختلفة .

### 2 - 2 - 1 . نشأة الانسجة النباتية وتوزيعها .

تتكون الانسجة المختلفة التي تبني اعضاء النبات من خلايا او انسجة مرستيمية (انشائية) تستقر عادة في القمم النامية للساق والجذر في النباتات الراقية حيث تسمى بالانسجة المرستيمية القمية ( Apical Meristematic Tissues ) كما توجد انسجة مرستيمية في اماكن اخرى من جسم النبات مثل قواعد وقمم السلاميات والجزء القاعدي من نصل الورقة وهذه تعرف بالانسجة المرستيمية البينية ( Intercalary Meristematic Tissues ) كما توجد بموازاة المحور الطولي للنبات انسجة مرستيمية تسمى بالانسجة المرستيمية الجانبية ( Lateral Meristematic Tissues ) . والانسجة المرستيمية تتحول تدريجياً الى انسجة مستديمة كما هو الحال في انسجة القمم النامية والبراعم القمية او الطرفية في النباتات وعادة لا يحدث تحول للنسيج المرستيمي بأكمله بل يبقى جزء مرستيمي دائم التجدد .

تقسم الانسجة المكونة لجسم النبات الى اربعة انواع رئيسة من الانسجة (شكل 1-2) (جدول 1-2) وهي .

جدول (1-2) . انواع الانسجة الرئيسية في النباتات الراقية (النباتات الزهرية) .

الوظيفة	الموقع	النسيج
انقسام الخلايا والنمو .	في اجزاء النبات ذات النشاط الانقسامي الخلوي العالي .	1 . النسيج المرستيمي (Meristematic Tissue)
يشكل كتل نسيجية داخلية في الجذور والسيقان والاوراق .	في الجذور والسيقان والاوراق ممثلاً بالقرشرة واللُب والاشعة اللبية .	2 . النسيج الاساس (Ground Tissue)
يكون طبقة البشرة التي تتلخص وظائفها في حماية النبات والسيطرة على تبادل الغازات وامتصاص الماء .	يوجد في الطبقة الخارجية لأجزاء النبات المختلفة .	3 . نسيج البشرة (Epidermis)
تشمل نسيجي الخشب واللحاء وتتلخص وظيفتهما في نقل الماء والمواد الغذائية المذابة اضافة الى الخزن والاسناد .	في اجزاء النبات المختلفة التي تحوي الخشب واللحاء .	4 . النسيج الوعائي (Vascular Tissue)

أولاً : النسيج المرستيمي او الانشائي (Meristematic Tissue)

هو النسيج الذي يتميز بقدرة خلاياه على الانقسام المستمر (شكل 1-2) ، ويوجد في اجزاء النبات التي

تظهر نشاط انقسامي ويؤدي الى :

- استطالة قمم الجذور والسيقان .

- نمو البراعم .

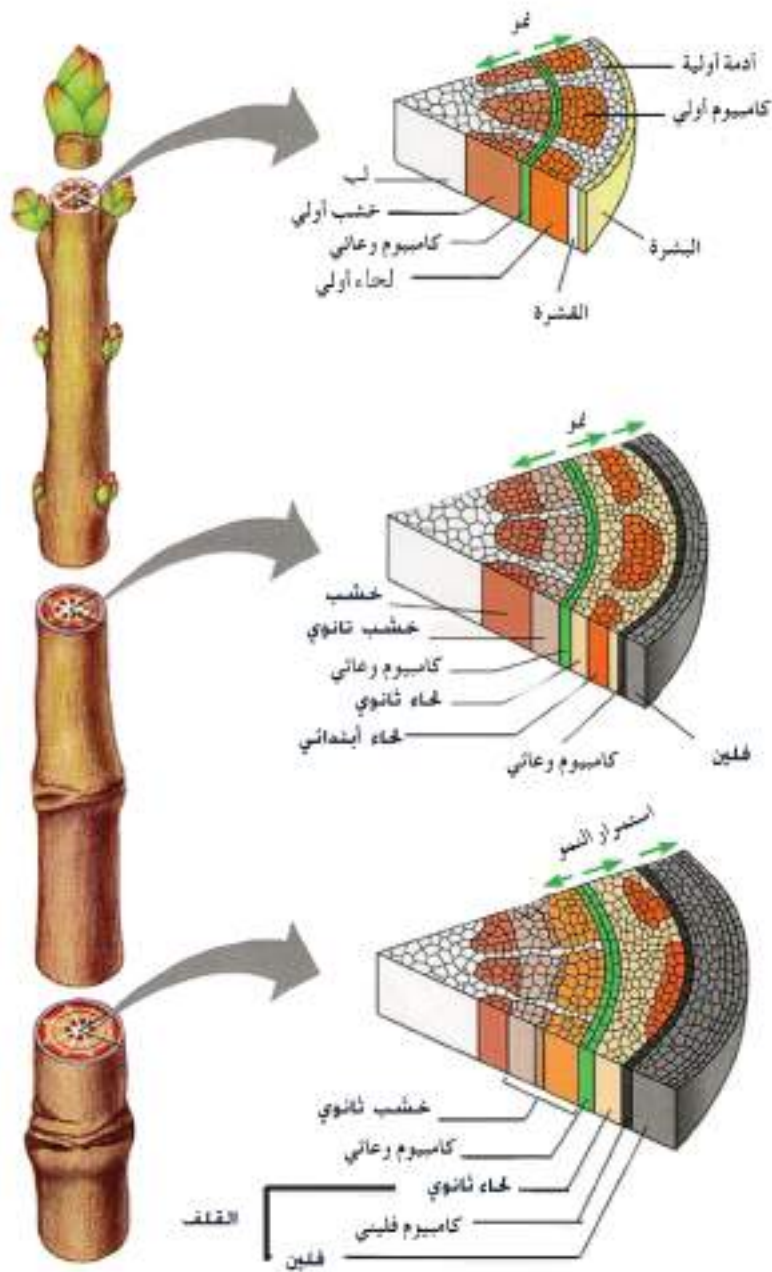
- تنخن بعض الجذور والسيقان .

يتمثل النسيج المرستيمي بثلاثة أنواع من الانسجة ( جدول 2-2 ) هي :

- النسيج المرستيمي القمي .
- النسيج المرستيمي الجانبي .
- النسيج المرستيمي البيني .

جدول ( 2-2 ) . انواع الانسجة المرستيمية وموقع ووظيفة كل منها .

الوظيفة	الموقع	النسيج
النمو في قعم الجذور والسيقان .	قعم الجذور والسيقان	1. النسيج المرستيمي القمي ( Apical Meristematic Tissue )
النمو الثانوي والتشنج في النباتات حيث يكون الكميوم الوعائي نسيجي الخشب واللحاء الثانويين ويكون الكميوم الفليني نسيج البشرة المحيطة .	اجزاء النبات البعيدة عن القمم النامية أي على الجانب وبموازاة السطح الخارجي للنبات ويشمل نسيجي الكميوم الوعائي والكميوم الفليني .	2. النسيج المرستيمي الجانبي ( Lateral Meristematic Tissue )
استطالة السلاميات في النبات وهو مسؤول عن اعادة النمو السريع في الاوراق الناضجة .	بين انسجة النبات المستديمة وبعيداً عن القمم النامية كما في سلاميات الكثير من النباتات ذوات الفلقة الواحدة .	3. النسيج المرستيمي البيني ( Intercalary Meristematic Tissue )

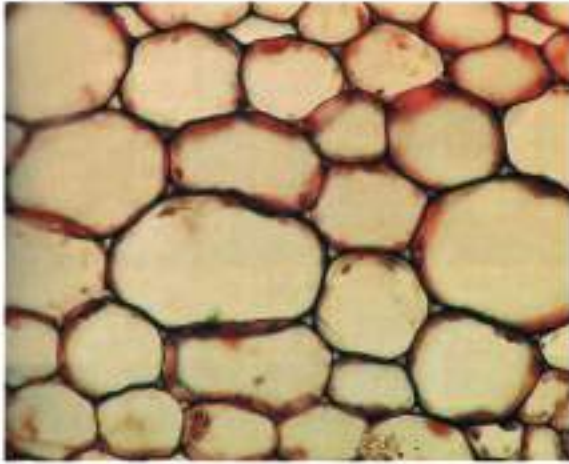


شكل (1-2) طبقات النمو النسيجية في النبات  
(للاطلاع)

## ثانياً : النسيج الاساس ( Ground Tissue ) .

وهو النسيج الذي تتمايز خلاياه لتكون الانسجة المستديمة في جسم النبات ، ويشكل كتل نسيجية داخلية في الجذور والسيقان والاوراق ممثلة بالقشرة واللُب والاشعة اللبية .  
تتميز الانسجة المستديمة في النباتات الى الانواع الاتية :

### 1 . النسيج البرنكيمي ( Parenchyma ) :

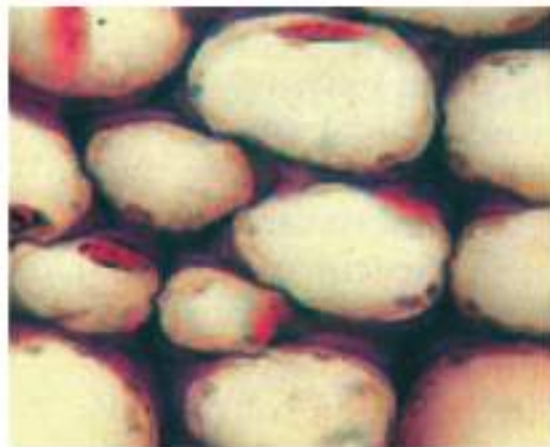


شكل (2-2) . النسيج البرنكيمي  
( للاطلاع ) .

وتكون خلاياه حية رقيقة الجدران وغالباً ماتكون كروية الشكل او مضلعة ( شكل 2-2 ) نتيجة للضغط الواقع عليها من الخلايا المجاورة ويوجد بينها مسافات بينية وفي كل منها فجوة عسارية كبيرة وقد تحوي الخلايا بلاستيدات قد تكون خضراء وفي هذه الحالة تعرف الخلايا البرنكيمي بالخلايا الكلورنكيمي ( Chlorenchyma ) .

( جدول 2 - 3 ) تؤدي الخلايا البرنكيمي العديد من الوظائف ولعل اهمها التهوية و تخزين الغذاء وتوصيله .

### 2 . النسيج الكولنكيمي ( Collenchyma ) :



شكل (2-3) . النسيج الكولنكيمي  
( للاطلاع ) .

تكون خلاياه حية متطاولة وجدرانها متغلظة بشكل غير منتظم ( شكل 2-3 ) . توجد الانسجة الكولنكيمي في الاعضاء والنباتات الخشبية وكذلك الاعضاء البالغة في النباتات العشبية ، وتعد الانسجة الكولنكيمي الانسجة الداعمة الرئيسة في كثير من السيقان والاوراق وخاصة البالغة ، ويندر وجود الخلايا الكولنكيمي في جذور واوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة . ( جدول 2-3 ) . تتمثل الوظيفة الاساسية للنسيج الكولنكيمي بالدعم والتقوية ويساعدها في ذلك تغلظ جدران خلاياها وطريقة توزيعها في النبات .

### 3. النسيج السكلرنكييمي ( Sclerenchyma ) .

تكون خلاياه ميتة ذات جدران مغلظة لاحتوائها على الخشبين او اللكتين . تختلف الخلايا السكلرنكييمي فيما بينها اختلافاً كبيراً من حيث الشكل والاصل والتركيب وطريقة التكوين (شكل 2-4)

تتلخص وظيفة النسيج السكلرنكييمي الاساسية بالدعم والتقوية .

يوجد نوعان من الخلايا السكلرنكييمي هي :

أ- الالياف ( Fibers ) ، تكون طويلة ومدية النهايات وهي توجد منفردة او بشكل حزم في اجزاء النبات التي تحتاج الى تقوية .

ب- الخلايا الصخرية ( الحجرية ) ( Sclereids ) ، تكون بشكل خلايا قصيرة توجد في بعض الثمار مثل الكمثرى .

### ثالثاً : نسيج البشرة ( Epidermis ) .

هو النسيج الذي يغطي النبات ، ويكون نسيج البشرة المستديمة ، حيث تتكون البشرة عادة من صف واحد من الخلايا المتشخنة التي تغطي جسم النبات الاولي . وتكون خلايا البشرة مسطحة ومتراصة حيث تنعدم المسافات البينية . تتلخص وظيفة نسيج البشرة بالحماية والسيطرة على تبادل الغازات (من خلال ازواج من الخلايا الحارسة) وامتصاص الماء (جدول 2-3) .

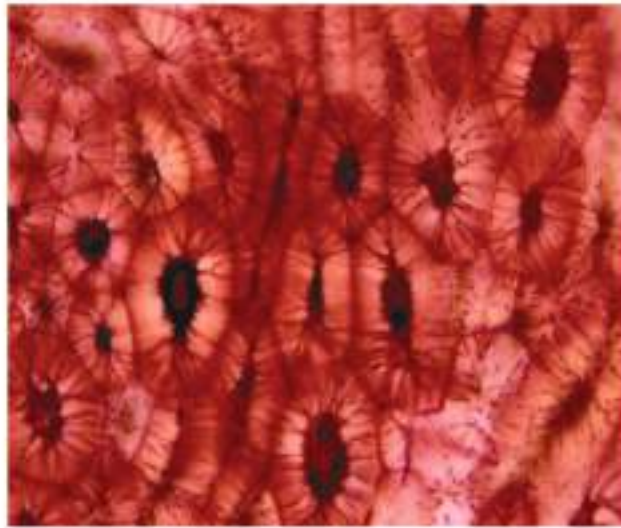
### رابعاً : النسيج الوعائي ( Vascular Tissue ) .

تتخصص الانسجة الوعائية بالعمل على نقل الماء والغذاء داخل جسم النبات فضلاً عن الاسناد والدعم ، ووجود مثل هذه الانسجة يعد من اهم مميزات معظم النباتات .

تقسم الانسجة الوعائية الى نسيج الخشب ونسيج اللحاء .

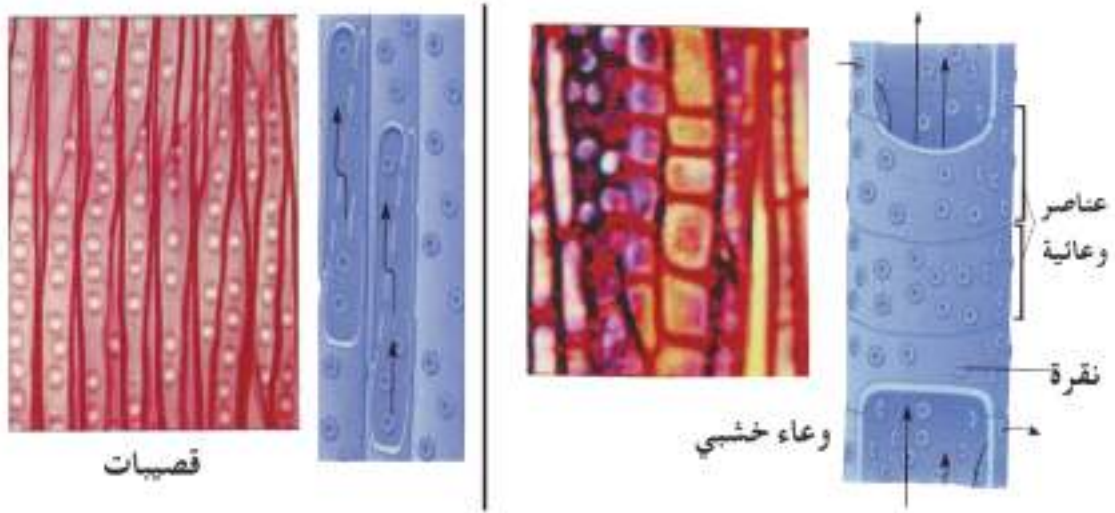
### 1 . نسيج الخشب ( Xylem Tissue ) :

ينشأ نسيج الخشب من خلايا مرستيمية مستطيلة ، وفي اثناء تكوينها تزداد الخلايا المرستيمية زيادة كبيرة في الحجم ، وعند اكتمال نموها تفقد محتوياتها الحية وتصبح خلايا ميتة . يتكون نسيج الخشب من عناصر مختلفة في التركيب والوظيفة هي الاوعية الخشبية ( Xylem Vessels ) .



شكل ( 2-4 ) . النسيج السكلرنكييمي ( للاطلاع )

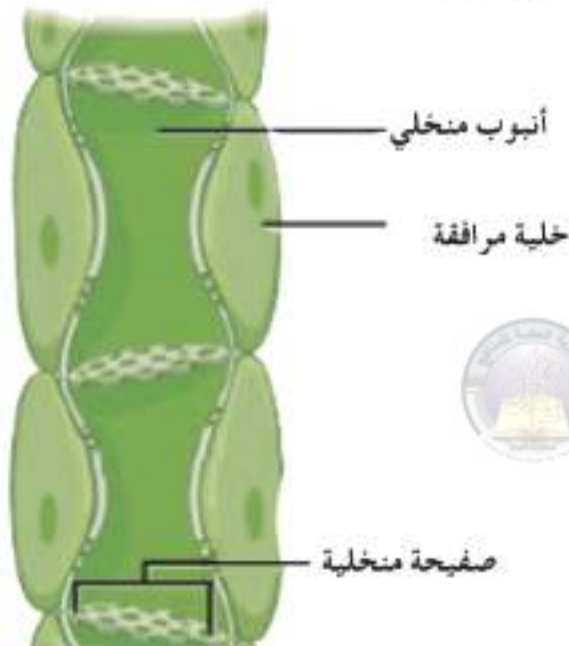
والقصيبات (Tracheids) واللياف الخشب (Xylem Fibers) وبرنكيما الخشب (Xylem Parenchyma). تتميز اوعية الخشب الى عدة انواع تتباين فيما بينها تبعاً لطريقة التغلظ فيها ، وتتميز القصيبات بنهاياتها المدببة والتي تميزها عن اوعية الخشب . وتخصص اوعية الخشب والقصيبات في نقل الماء والمواد المذابة فيه (شكل 2-5) (جدول 2-3).



شكل (2-5) . القصيبات والاعوية الخشبية ( للاطلاع ) .

## 2 - نسيج اللحاء ( Phloem Tissue ) .

يتكون نسيج اللحاء (شكل 2-6) من انواع عدة من الخلايا هي الانابيب المنخلية (Seive Tubes) والخلايا المرافقة (Companion Cells) واللياف اللحاء (Phloem Fibers) وبرنكيما اللحاء (Phloem Parenchyma) ، وجميعها تشترك في كونها تخصص بنقل المواد الغذائية المنتجة في الورقة ، باستثناء الالياف التي تكون مهمتها الاسناد والتقوية .



شكل (2-6) نسيج اللحاء

الوظيفة	الخلية	النسيج
- انتاج خلايا جديدة تضيف للنبات طولاً وسمكاً .	- خلايا غير متميزة .	1 . النسيج المرستيمي .
- البناء الضوئي ، الخزن ، التنفس ، الاسناد .	- خلايا بركيمية . - خلايا كولنكيمية . - خلايا سكلرنكيمية	2 . النسيج الاساس
- الحماية ، تنظيم تبادل الغازات في الساق والاوراق وامتصاص الماء والاملاح المذابة في الجذور .	- خلايا البشرة	3 . نسيج البشرة
- نقل الماء و المعادن . - الخزن . - الاسناد والتقوية .	- اوعية الخشب . - القصبيات . - بركيما الخشب . - الالياف .	4 . النسيج الوعائي ( الخشب )
- نقل الجزيئات العضوية داخل جسم النبات . - نقل الكاربوهيدرات من والى الانابيب المنخلية . - الاسناد .	- الانابيب المنخلية . - الخلايا المرافقة . - الياف اللحاء . - بركيما اللحاء .	( اللحاء )

كما هو الحال في الأنسجة النباتية ، تتكون الأنسجة الحيوانية من مجموعة من الخلايا المتمثلة والتي تخصص لانجاز وظيفة معينة ، وقد تتنوع خلايا النسيج في بعض الاحيان كما تتباين كمية المادة بين الخلية من نسيج الى آخر فضلاً عن تباينها التركيبي من حيث محتواها الكيميائي .

تتمثل الأنسجة الحيوانية بأربعة انواع اساسية هي :

1. النسيج الظهاري (الطلائي) ( Epithelial Tissue ) .
2. النسيج الضام (الرابط) ( Connective Tissue ) .
3. النسيج العضلي ( Muscular Tissue ) .
4. النسيج العصبي ( Nervous Tissue ) .

### 1. النسيج الظهاري (الطلائي) ( Epithelial Tissue ) .

وهو النسيج الذي يغطي سطح الجسم ويبطن التجاويف الجسمية ويكون الغدد ( Glands ) ويتميز بصفات عامة منها :

- أ . يتمثل النسيج الظهاري بصفائح مستمرة من الخلايا مكونة من صف واحد او عدة صفوف .
- ب . تستقر جميع خلايا النسيج الظهاري على غشاء قاعدي ( Basement Membrane )
- ج . المادة بين الخلايا للنسيج الظهاري تكاد تكون معدومة ، وحافات الخلايا ترتبط مع بعضها بواسطة روابط خلوية ( روابط بلازمية ) .

يصنف النسيج الظهاري تبعاً لعدد طبقات الخلايا المكونة له الى :

- أولاً : النسيج الظهاري البسيط ( Simple Epithelial Tissue ) .
- ثانياً : النسيج الظهاري المطبق ( Stratified Epithelial Tissue ) .
- أولاً : النسيج الظهاري البسيط .

يتألف النسيج الظهاري البسيط من صف واحد من الخلايا الظهارية التي تستند الى غشاء قاعدي ويصنف

الى عدة انواع تبعاً لشكل خلاياه وكالاتي :

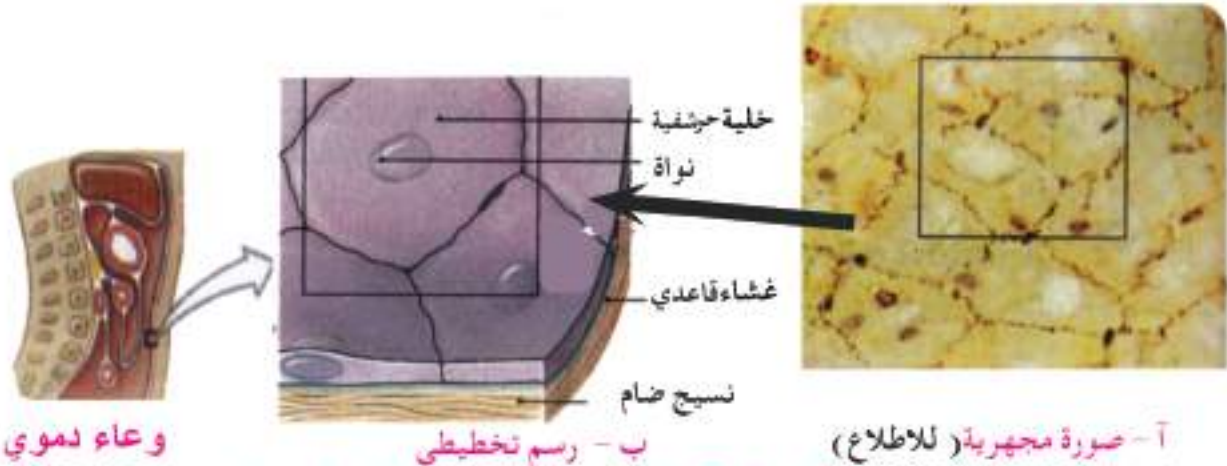


## 1. النسيج الظهاري الحرشفي البسيط (Simple Squamous Epithelial Tissue)

أ. يتكون هذا النوع من الانسجة الظهارية من طبقة مفردة من الخلايا المسطحة التي تبدو مضلعة وذات نواة مسطحة مركزية الموقع (شكل 2-7).

ب. يطن هذا النسيج الاوعية الدموية والتجاويف الجسمية وحوصلات الرئة وجسيمات مالبجي .

ج. تنجز خلايا النسيج الحرشفي البسيط وظائف الانتشار (Diffusion) والترشيح (Filtration) (جدول 2-4).



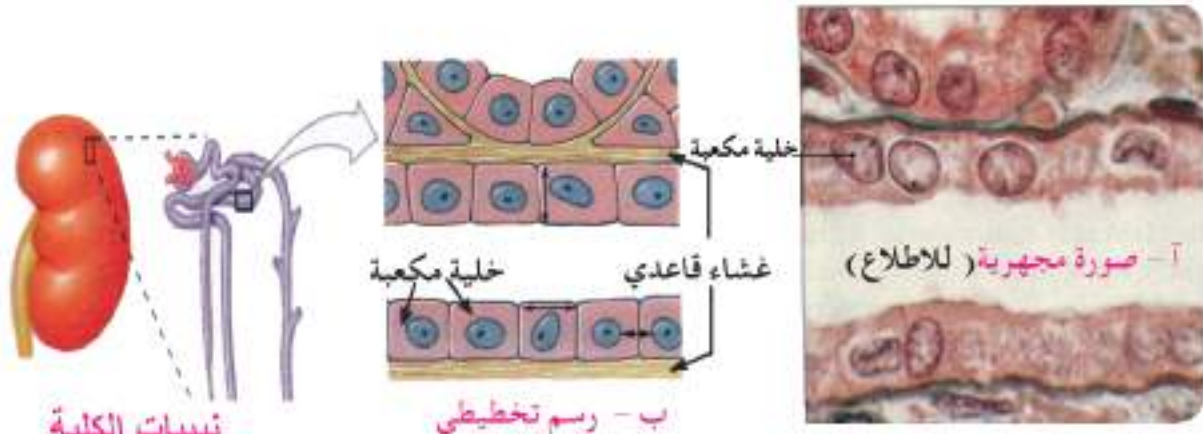
شكل (2-7). النسيج الظهاري الحرشفي البسيط

## 2. النسيج الظهاري المكعبي البسيط (Simple Cuboidal Epithelial Tissue)

أ. يتكون من طبقة مفردة من الخلايا المكعبة التي تبدو مربعة في مقاطعها ، والنواة فيها كروية مركزية الموقع ، (شكل 2-8) .

ب. يوجد هذا النسيج في بطانة نبيبات الكلية وفي بعض الغدد مثل الغدد اللعابية .

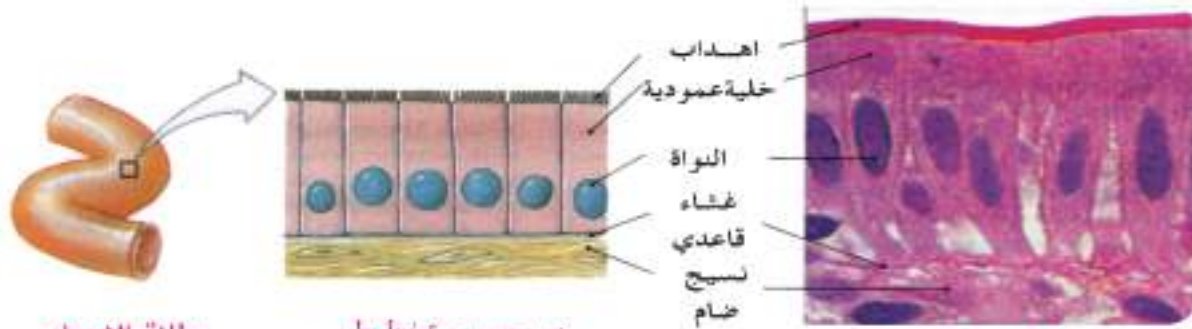
ج. ينجز النسيج الظهاري المكعبي البسيط وظائف الافراز والامتصاص ، (جدول 2-4).



شكل (2-8). النسيج الظهاري المكعبي البسيط .

### 3. النسيج الظهاري العمودي البسيط (Simple Columnar Epithelial Tissue)

- أ. تكون خلايا هذا النسيج بشكل اعمدة طويلة، وتظهر مستطيلة في مقاطعها، وتكون نوى الخلايا بيضوية وتتخذ موقعاً اقرب الى القاعدة (شكل 2-9).
- ب. يوجد هذا النسيج في بطانة الامعاء وبعض الغدد.
- ج. تتلخص وظيفة النسيج الظهاري العمودي البسيط بالحماية والافراز والامتصاص (جدول 2-4).



بطانة الامعاء

ب - رسم تخطيطي

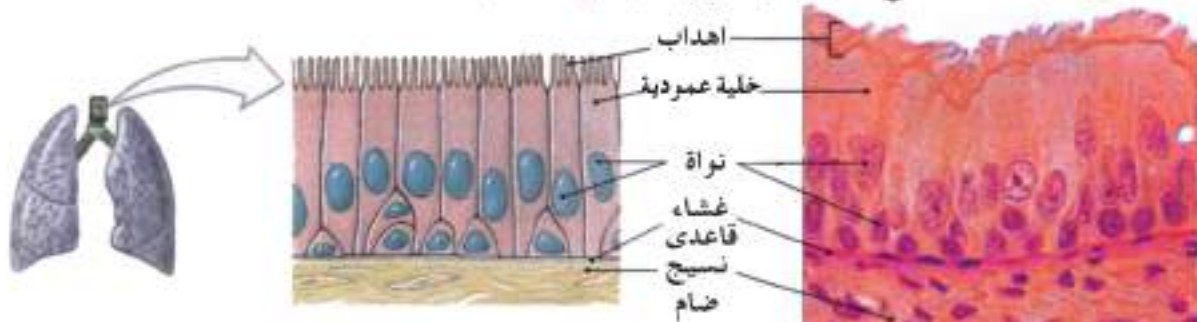
آ - صورة مجهرية ( للاطلاع )

شكل (2-9). النسيج الظهاري العمودي المهذب البسيط.

### 4. النسيج الظهاري العمودي المطبق الكاذب

### (Pseudostratified Columnar Epithelial Tissue)

- أ. يتكون هذا النسيج من اكثر من نوع من الخلايا التي تقع انويتها في مستويات مختلفة مما يوحي بأن النسيج مكون من عدة طبقات، الا ان جميع خلاياه تستند الى الغشاء القاعدي والسطح الحر لخلاياه قد يكون مزوداً باهداب، وعندئذ يسمى بالنسيج الظهاري المطبق الكاذب المهذب، (شكل 2-10).
- ب. يوجد هذا النسيج في بطانة الرغامي وفي بطانة القنوات الكبيرة للغدد اللعابية.
- ج. تتلخص وظيفة هذا النسيج بالحماية والافراز، (جدول 2-4).



بطانة الرغامي

ب - رسم تخطيطي

آ - صورة مجهرية ( للاطلاع )

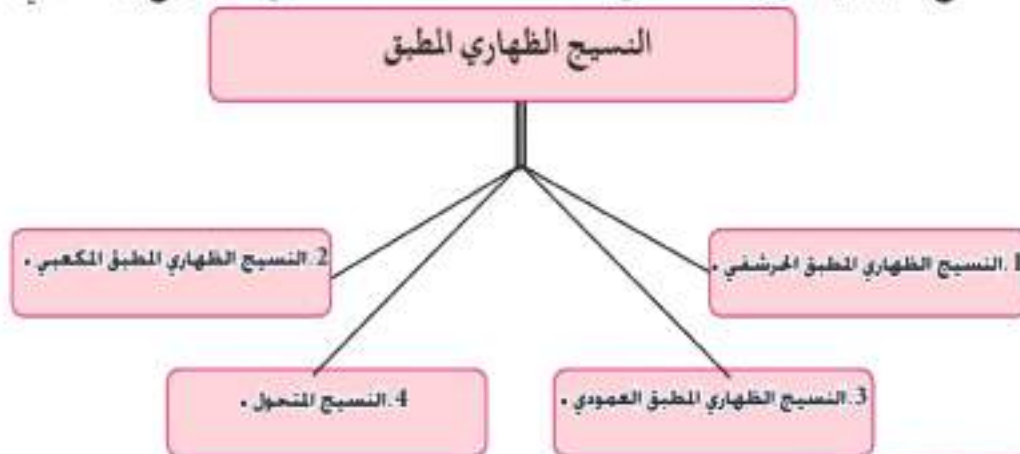
شكل (2-10). النسيج الظهاري العمودي المطبق الكاذب المهذب.

جدول ( 2 - 4 ) . انواع النسيج الظهارية البسيطة وموقع ووظيفة كل منها .

الوظيفة	الموقع	النسيج
- الانتشار - والترشيع .	- بطانة الاوعية الدموية - بطانة التجاويف الجسمية . - بطانة الحويصلات الرئوية . - بطانة جسيمات مالبجي .	1 . النسيج الظهاري الحرشفي البسيط
- الافراز - الامتصاص	- بطانة نبيبات الكلية - بطانة الغدد اللعابية	2 . النسيج الظهاري المكعب البسيط
- الحماية - الافراز - الامتصاص	- بطانة الامعاء - بطانة بعض الغدد	3 . النسيج الظهاري العمودي البسيط
- الحماية - الافراز	- بطانة الرغامى . - بطانة القنوات الكبيرة للغدد اللعابية .	4 . النسيج الظهاري العمودي المطبق الكاذب

ثانياً : النسيج الظهاري المطبق .

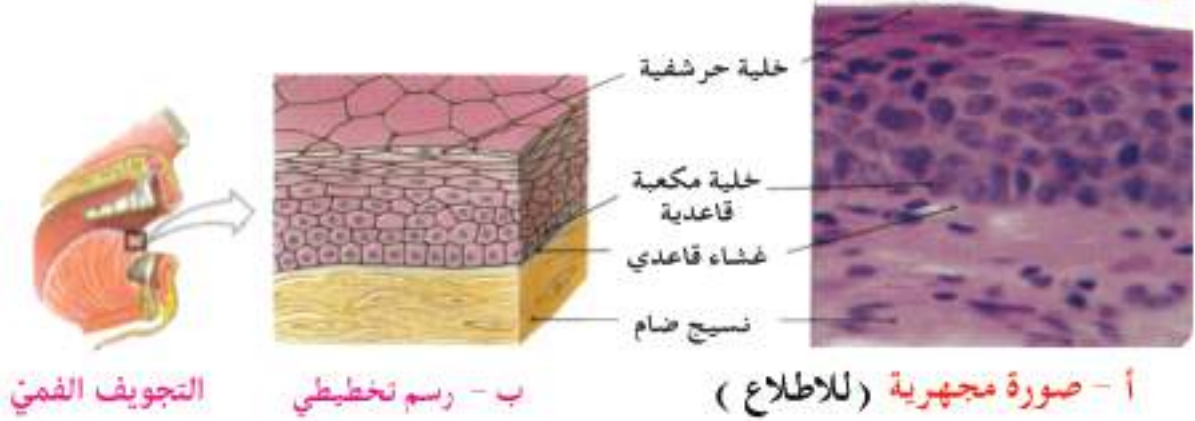
يتكون النسيج الظهاري المطبق من اكثر من صف واحد من الخلايا ، وهو يوجد في المناطق التي تكون عرضة للاحتكاك وبذلك فهو يحافظ على اجزاء اعضاء الجسم التي يغطيها او يبطنها .  
يصنف النسيج الظهاري المطبق تبعاً لشكل خلايا الطبقة السطحية منه الى عدة انواع وكما يأتي :



## 1 . النسيج الظهاري المطبق الحرشفي

### ( Stratified Squamous Epithelial Tissue )

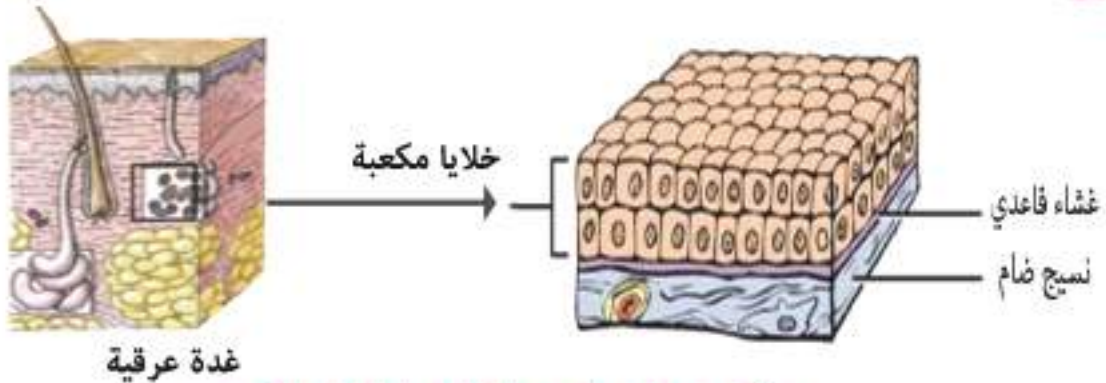
- أ . يتكون النسيج الظهاري المطبق الحرشفي من أكثر من طبقة من الخلايا ، القاعدية منها تكون عمودية او مكعبة وتستقر على الغشاء القاعدي ، والطبقات الوسطى مؤلفة من خلايا متعددة السطوح ، اما خلايا الطبقة السطحية فتكون من النوع المسطح الحرشفي ( Squamous ) ، ( شكل 2-11 ) وقد تكون متقرنة كما هو الحال في بشرة الجلد .
- ب . يبطن النسيج الظهاري المطبق الحرشفي التجويف الفمي والمريء .
- ج . ينجز هذا النسيج وظيفة الحماية ( جدول 2-5 ) .



شكل ( 2-11 ) . النسيج الظهاري المطبق الحرشفي .

## 2 . النسيج الظهاري المطبق المكعبي ( Stratified Cuboidal Epithelial Tissue ) .

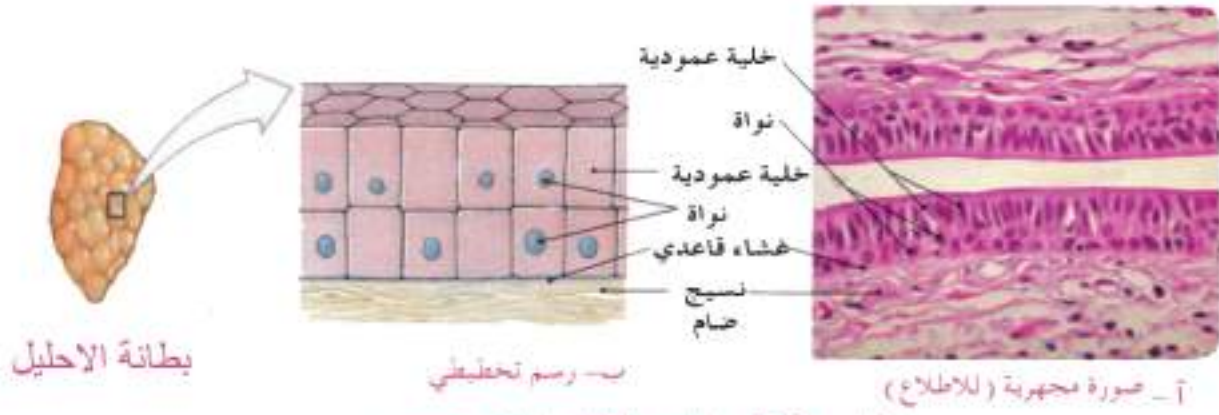
- أ . تكون خلايا الطبقة السطحية لهذا النسيج مكعبة الشكل ، اما خلايا الطبقتين المتوسطة والقاعدية فهي تشبه الخلايا في النسيج المطبق الحرشفي ( شكل 2-12 )
- ب . يبطن هذا النسيج قنوات الغدد العرقية والنيبيات المتوية .
- ج . تتلخص وظيفته بالحماية والافراز ( جدول 2-5 ) .



( شكل 2-12 ) النسيج الظهاري المطبق المكعبي .

### 3. النسيج الظهاري المطلق العمودي (Stratified Columnar Epithelial Tissue)

- أ تكون خلايا الطبقة السطحية لهذا النوع من النسيج الظهاري عمودية الشكل اما خلايا الطبقتين المتوسطة والقاعدية فتكون متعددة السطوح واصغر حجماً عادة (شكل 2-13).
- ب يوجد هذا النسيج في بطانة الاحليل .
- ج تتلخص وظيفته بالحماية (جدول 2-5).



شكل ( 2-13 ) النسيج الظهاري المطلق العمودي

### 4. النسيج الظهاري المتحول (Transitional Epithelial Tissue)

- أ وهو نسيج ظهاري مطبق خاص ، خلايا الطبقة السطحية فيه تكون كبيرة مظلية الشكل وهي تحوي نواة واحدة او نواتين ، وتكون خلايا الطبقة المتوسطة متعددة السطوح اما خلايا الطبقة القاعدية فتكون مكعبة في شكلها وتستقر على الغشاء القاعدي (شكل 2-14).
- وقابلية خلايا هذا النسيج على تغيير شكلها تجعله مناسباً جداً للاعضاء القابلة للتمدد والانكماش والتي يبطنها هذا النسيج .

ب يوجد هذا النسيج في بطانة المثانة البولية والحالب وحوض الكلية .

- ج تتلخص وظيفته بالحماية حيث يسمح للاعضاء بالتمدد والانكماش دون حصول اي تلف او تمزق في الخلايا (جدول 2-5).



شكل ( 2-14 ) . النسيج الظهاري المتحول (للاطلاع) .

جدول (2 - 5) . انواع النسيج الظهارية المطبقة وموقع ووظيفة كل منها .

النسيج	الموقع	الوظيفة
1 . النسيج الظهاري المطبق الحرشفي .	- التجويف الفمي . - المريء . - بشرة الجلد .	- الحماية .
2 . النسيج الظهاري المطبق المكعبي .	- قنوات الغدد العرقية . - التبيبات المنوية .	- الحماية والافراز .
3 . النسيج الظهاري المطبق العمودي .	- بطانة الاحليل .	- الحماية .
4 . النسيج الظهاري المتحول .	- المثانة البولية . - الخالب . - حوض الكلية .	- الحماية وتحدد وانكماش الاعضاء .

2 . النسيج الضام (الرابط) (Connective Tissue) .

وهو النسيج الذي يقوم بربط اجزاء الجسم المختلفة وامساعها ولذلك يطلق على النسيج الضامة بالنسيج الساندة (Supporting Tissues) .

تتكون النسيج الضامة من

(أ) خلايا (Cells) .

(ب) اليف (Fibers) .

(ج) مادة بين خلوية (Intercellular Substance) ويطلق عليها ايضاً بالفالب (Matrix) .

(أ) خلايا الأنسجة الضامة .

تكون خلايا النسيج الضامة منفصلة بعضها عن بعض ، وهي على عدة انواع وتنجز وظائف مختلفة ، ومن اهم خلايا النسيج الضام ، (شكل 2-15) :

## 1 . الارومة الليفية ( Fibroblast ) .

- أ . هي اكثر الخلايا شيوعاً في النسيج الضام وتمتاز بكبر حجمها وبروزاتها الطويلة التي تكون متفرعة وتبدو في مظهرها الجانبي مغزلية الشكل ( Fusiform ) ، ونواتها بيضوية كبيرة وسائتوبلازم الخلية يكون متجانساً .
- ب . تلخص وظيفة الارومة الليفية في كونها المسؤولة عن تكوين جميع انواع الالياف في النسيج الضام والتي سيرد ذكرها لاحقاً .

## 2 . البلعم الكبير ( Macrophage ) .

- أ . هي خلية اميبية الشكل بروزاتها قصيرة مقارنة ببروزات الارومة الليفية ونواتها ليست مركزية الموقع .
- ب . تقوم هذه الخلية بالتهام الجزيئات الغريبة ضمن النسيج وبالتالي فإن وظيفتها دفاعية .

## 3 . الخلية الدهنية ( Adipose Cell ) .

- أ . هي خلية كروية الشكل تحوي قطيرة دهنية كبيرة تشغل معظم حجم الخلية والسائتوبلازم فيها يكون مثلاً بحلقة نحيفة والنواة تكون مسطحة محيطية الموقع اي جانبية الموقع .
- ب . تعمل الخلية الدهنية على خزن الدهون لتوليد الطاقة وحماية الفرد من فقدان الحرارة .

## 4 . الخلية الحشوية المتوسطة ( Mesenchymal Cell ) .

- أ . تدخل هذه الخلية في تركيب النسيج الضام الجنيني وهي خلية غير متخصصة ذات بروزات سائتوبلازمية ونواة بيضوية مركزية الموقع .
- ب . تلخص وظيفة الخلية الحشوية المتوسطة في كونها خلية يمكن ان تتمايز الى اي نوع من خلايا النسيج الضام لدى البالغين .

## 5 . الخلية البلازمية ( Plasma Cell ) .

- أ . هي خلية كروية الشكل او بيضوية صغيرة الحجم نسبياً ونواتها لامركزية الموقع ، وتظهر المادة الكروماتينية فيها مرتبة شعاعياً بما يشبه وجه الساعة او عجلة العربة ويكون سائتوبلازم الخلية متجانس .
- ب . تكون مسؤولة عن تكوين الاجسام المضادة ( Antibodies ) وتلعب دوراً مهماً في حماية الجسم من الاصابات .

1 هي خلية واسعة الانتشار ضمن النسيج الضامة ، وتكون كروية الشكل كبيرة الحجم ، وسيتوبلازم الخلية يظهر محبباً ونواتها صغيرة ولا مركزية الموقع .

2. تتلخص وظيفة الخلية البدنية من خلال احتوائها على الهستامين ( Histamine )

الذي يلعب دوراً في تقلص العضلات الملساء ضمن القصيبات الرئوية كما يقوم بتوسيع الشعيرات الدموية من اجل زيادة قابليتها النضوحية كما تحتوي الخلية البدنية على الهيبارين الذي يمنع تخثر الدم .

واضافة لما ذكر في اعلاه فان هناك العديد من الخلايا الاخرى ضمن النسيج الضام مثل الخلية الشبكية ( Reticular Cell ) والخلية الصباغية ( Pigment Cell ) وغير ذلك .

### ( ب ) اليباف الانسجة الضامة .

يوجد في النسيج الضام ثلاثة انواع من الالياف وهي الالياف البيض او المغراوية ( White or Collagenous Fibers ) والالياف الصفرة او المرنة ( Yellow or Elastic Fibers ) والالياف الشبكية ( Reticular Fibers ) ( جدول 2 - 6 ) .

والجدول ( 2 - 6 ) يوضح انواع اليباف الانسجة الضامة وصفات كل منها .

نوع الليف	الصفات العامة
1. الليف الابيض او المغراوي .	أ . يسمى بالابيض لكونه ابيض في حالة الطراوة . ب . يوجد بشكل حزم مؤلفة من عدة اليباف وكل ليف يتكون من لبيفات . ج . الليف الابيض ذو اهمية ميكانيكية في النسيج الضام كونه يقاوم السحب .
2. الليف الاصفر او المرن ( المطاط ) .	أ . يسمى بالاصفر لونه الاصفر في حالة الطراوة . ب . يوجد بصورة مفردة ولا يشكل حزماً وتتفرع الالياف الصفرة وتكون مرنة سهلة التمدد ولكنها ليست قوية كقوة الالياف البيض .
3. الليف الشبكي .	أ . يسمى بالشبكي وذلك لتشابهك تفرعاته التي تكون مايشبه الشبكة من الالياف الرفيعة . ب . وهو يوجد في العقد اللمفاوية ، مما يشكل اسناد ودعم لها .

## (ح) المادة بين الخلية (Intercellular Substance) او القالب (Matrix).

تكون بشكل مادة شفافة متجانسة ليس لها شكل معين وقد يكون قوامها سائلاً او نصف سائل او جيلاتيني او صلب وتشغل المسافات بين الخلايا والالياف .

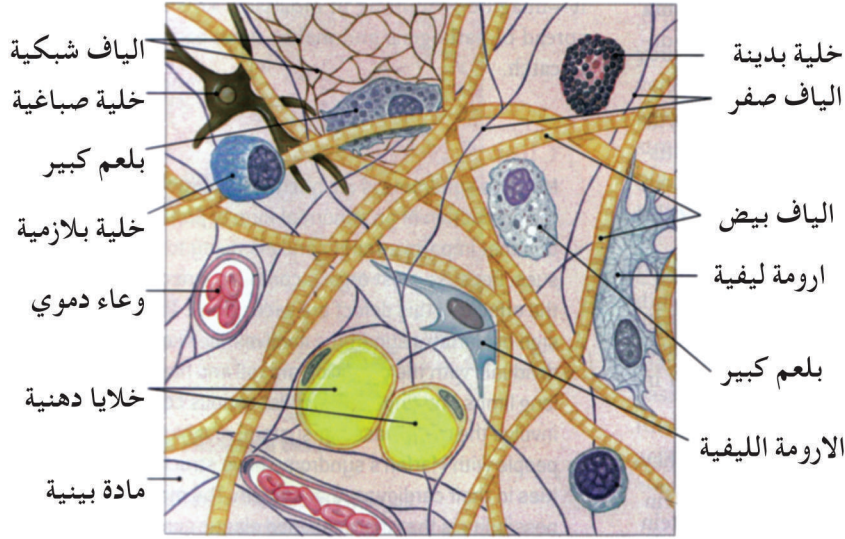
= تصنيف الانسجة الضامة :

يصنف النسيج الضام تبعاً لانواع الخلايا والخواص الفيزيائية للمادة بين الخلية الى :

1- نسيج ضام اصيل (Connective Tissue Proper) .

2- نسيج ضام خاص (المتخصص) (Special Connective Tissue) ، كما يصنف كل منهما

الى انواع ثانوية وكالاتي :



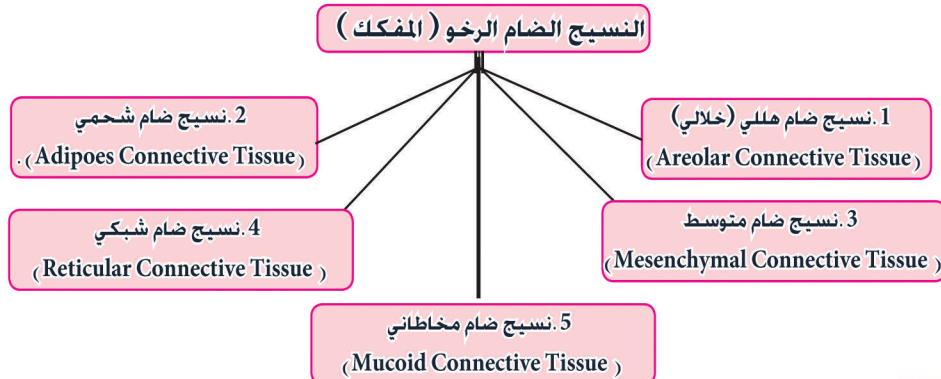
( شكل 2 - 15) النسيج الضام الهللي وتظهر فيه الخلايا المختلفة والالياف ( للاطلاع ) .

( 1) النسيج الضام الاصيل .

وهو يصنف حسب كثافة محتوياته من الخلايا والالياف الى نسيج ضام رخو او مفكك (Loose

Connective Tissue) ونسيج ضام كثيف (Dense Connective Tissue) .

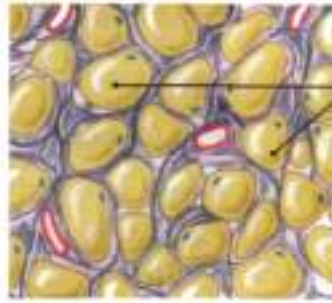
يصنف النسيج الضام الرخو او المفكك تبعاً للخلايا والالياف المكونة له وكالاتي :



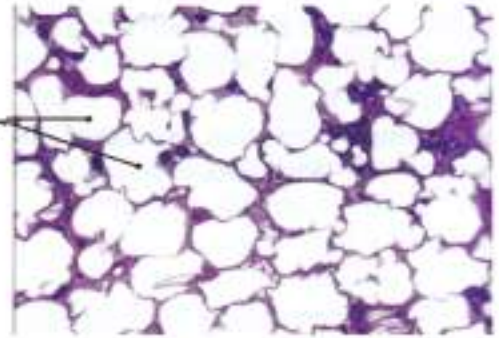
الوظيفة	الموقع	النسيج
- يغلف معظم تراكيب الجسم بضمنها الاوعية الدموية واللمفاوية والاعصاب .	أ. تحت الجلد . ب. بين اعضاء الجسم المختلفة .	1. النسيج الضام الهللي وهو اكثر النسيج الضامة شيوعاً وتتميز فيه جميع انواع الالياف بكثافات متباينة ، كما وتتميز فيه أغلب خلايا الانسجة الضامة (شكل 2-15)
- خزن الدهون . - توليد الطاقة . - الحماية من فقدان حرارة الجسم .	أ. تحت الجلد . ب. في مواقع خزن الدهون وايضاها .	2. النسيج الضام الشحمي تسود فيه الخلايا الدهنية (شكل 2-16) .
- يتميز ليكون انسجة متخصصة في الجسم .	في جسم الجنين	3. النسيج الضام المتوسط وهو نسيج ضام غير متخصص ، تنظم خلاياه في مادة بين خلوية سائلة .
- الاسناد .	أ. الاعضاء اللمفية . ب. نقي العظم . ح. الكبد .	4. النسيج الضام الشبكي وهو من الانسجة الضامة البدائية وتسود فيه الخلايا الشبكية ومادته بين الخلوية تكون سائلة (شكل 2-17) .
- الاسناد .	- الحبل السري	5. النسيج الضام المخاطاني ويتكون من ارومات ليفية ذات مظهر نجمي تنظم في مادة جيلاتينية مخاطية (شكل 2-18)



تحت الجلد



ب - رسم تخطيطي

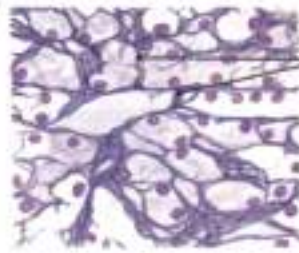


آ - صورة مجهرية (للاطلاع)

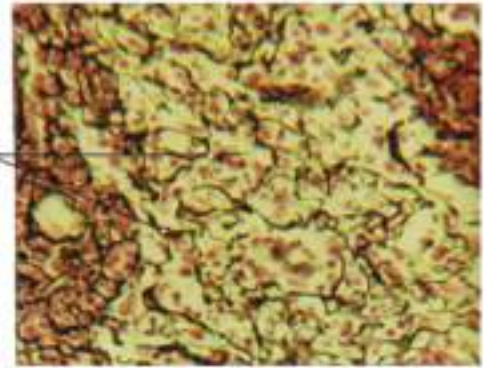
شكل (2-16) . النسيج الضام الشحمي .



الكبد

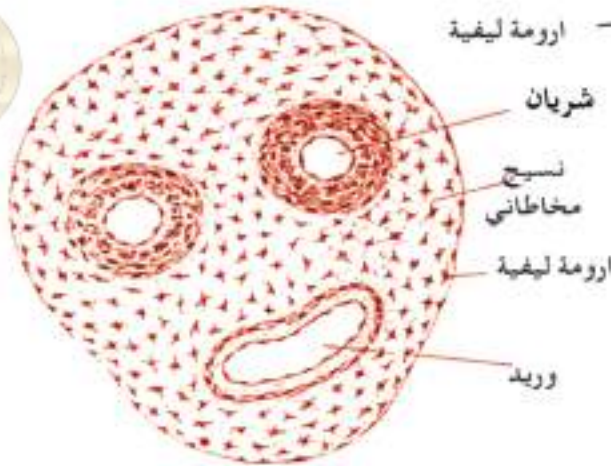


ب - رسم تخطيطي

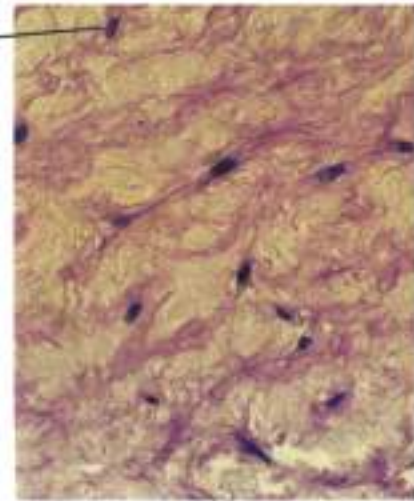


آ - صورة مجهرية (للاطلاع)

شكل (2-17) . النسيج الضام الشبكي .



ب) رسم تخطيطي



أ) صورة مجهرية (للاطلاع)

شكل (2-18) . النسيج الضام المخاطاني

النوع الثاني من الانسجة الضامة الاصلية هو النسيج الضام الكثيف ويصنف الى نوعين تبعاً لكثافة الالياف فيه وكالاتي :

## النسيج الضام الكثيف

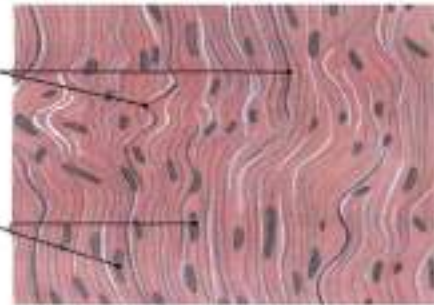
2. نسيج ضام اصفر كثيف (نسيج ضام مرن كثيف) (Dense Elastic Connective Tissue) وتسود فيه الالياف الصفرة وهو يوجد في الروابط (Ligaments) كما في الرابط القفوي في منطقة العنق (شكل 2-21) .

1. نسيج ضام ابيض كثيف (نسيج ضام مفاوي كثيف) (Dense Collagenous Connective Tissue) وتسود فيه الالياف المفاوية وهو اما ان يكون ترتيب الالياف فيه منتظماً كما في الاوتار ، او غير منتظماً كما في ادمة الجلد (شكل 2-19 و 2-20) .



حزمة الياف مفاوية

خلية مولدة للالياف



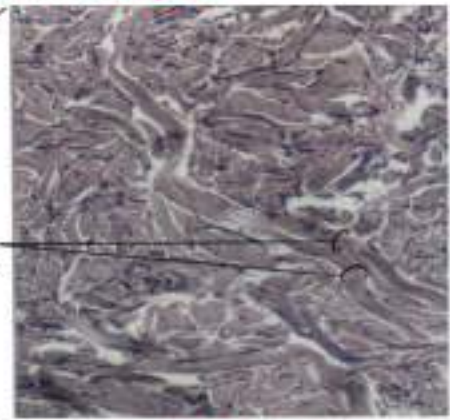
شكل (2-19) . النسيج الضام المفاوي الكثيف المنتظم .



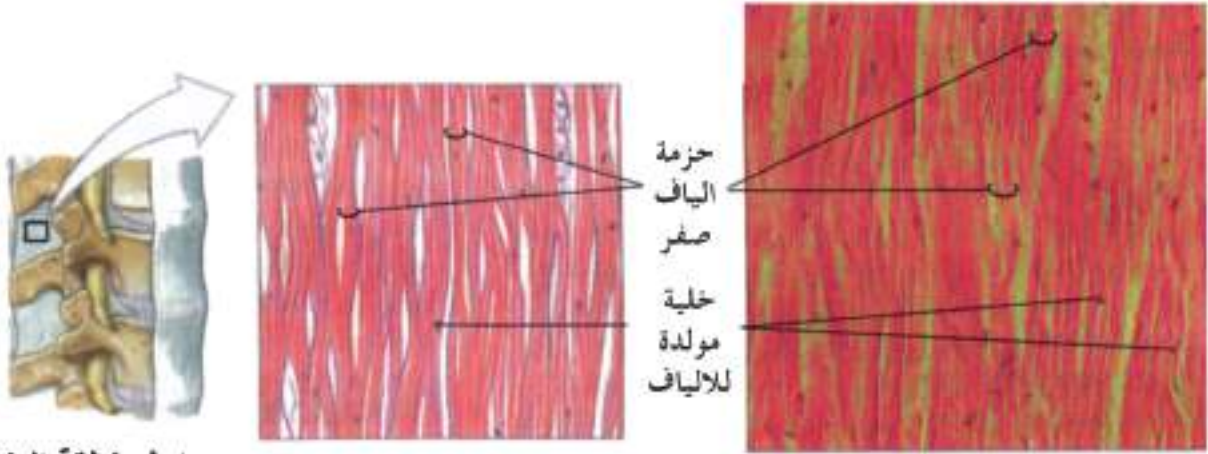
أدمة الجلد



الياف مفاوية



شكل (2-20) . النسيج الضام المفاوي الكثيف غير المنتظم (للاطلاع) .



روابط منطقة العنق

شكل (2-21). النسيج الضام المرن الكثيف (للاطلاع).

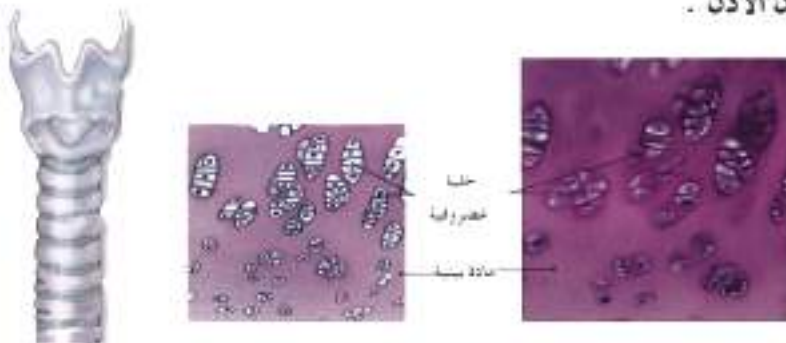
(2) النسيج الضام المتخصص .

يتضمن النسيج الضام المتخصص الغضروف (Cartilage) والعظم (Bone) وهما يشكلان نسيجاً ضاماً هيكلياً (يكونان هيكل الجسم) ، كما يضم الدم واللمف .

أ. الغضروف (Cartilage) .

يمتاز النسيج الغضروفي بكون المادة بين الخلية فيه صلدة بالشكل الذي يجعله مقاوماً للضغط والشد ، وهي تحتوي مركب يدعى المخاطين الغضروفي (Chondromucin) . وتنظم في المادة بين الخلية الياف بيض دقيقة وخلايا خاصة تعرف بالخلايا الغضروفية (Chondrocytes) والتي تتواجد ضمن محافظ (Lacunae) .

والغضروف على أنواع تبعاً لسيادة او كثرة الالياف الموجودة ضمن المادة بين الخلية ، فقد يكون غضروف شفاف (Hyaline Cartilage) حيث تكون مادته بين الخلية شفافة ومتجانسة لقللة كثافة الالياف فيها (شكل 2-22) ويوجد هذا النوع في مناطق مختلفة من الجسم مثل الرغامى أو قد يكون غضروف ليفي ابيض (White Fibro - Cartilage) تسود فيه الالياف البيض كما هو الحال في الاقراص بين الفقرات ، وقد يكون غضروف مطاط (Elastic Cartilage) عندما تسود فيه الالياف المرنة او المطاطة كما هو الحال في صيوان الاذن .



شكل (2-22). الغضروف الشفاف (الزجاجي) (للاطلاع) . الرغامى

## ب . العظم ( Bone ) .

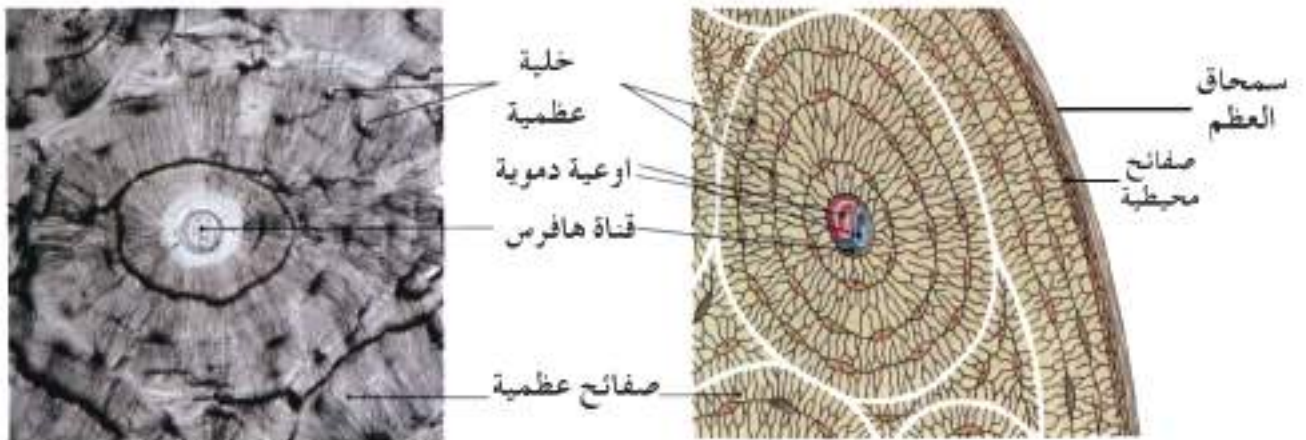
يمثل العظم نسيجاً ضاماً أكثر صلابة من النسيج الغضروفي وذلك لاحتواء مادته بين الخلية على نسبة كبيرة من املاح الكالسيوم مثل فوسفات الكالسيوم وكاربونات الكالسيوم ( املاح لاعضوية ) ، اضافة الى الالياف البيض ؛ ويكون النسيج العظمي على نوعين هما :-

### 1 . العظم المصمت ( Compact Bone )

### 2 . العظم الاسفنجي ( Spongy Bone )

يتكون النسيج العظمي وكما هو الحال في النسيج الغضروفي من خلايا خاصة هي الخلايا العظمية ( Osteocytes ) ضمن محافظ ايضاً ، والياف بيض دقيقة ومادة بينية .

ولو درسنا مقطعاً للعظم المصمت سيتضح لنا ان مادته البنية تكون على شكل صفائح عظمية ( Bone Lamellae ) ، تتوزع ضمن النسيج بعضها تمثل صفائح محيطية توازي السطح الخارجي والسطح الداخلي للعظم وتدعى بالصفائح المحيطية في حين يترتب القسم الآخر بشكل صفائح متحدة المركز تحيط بقناة مركزية تدعى قناة هافرس ( Haversian Canal ) تمر من خلالها الاوعية الدموية والاعصاب . وتشكل الصفائح العظمية متحدة المركز وقناة هافرس جهازاً يعرف بجهاز هافرس ( Haversian System ) وترتبط قنوات هافرس مع بعضها بواسطة قنوات مستعرضة تدعى قنوات فولكمان ( Volkmann's Canals ) ، كما توجد صفائح بنية تملأ المسافات بين اجهزة هافرس وبينها وبين الصفائح العظمية المحيطية ( شكل 2-23 ) .

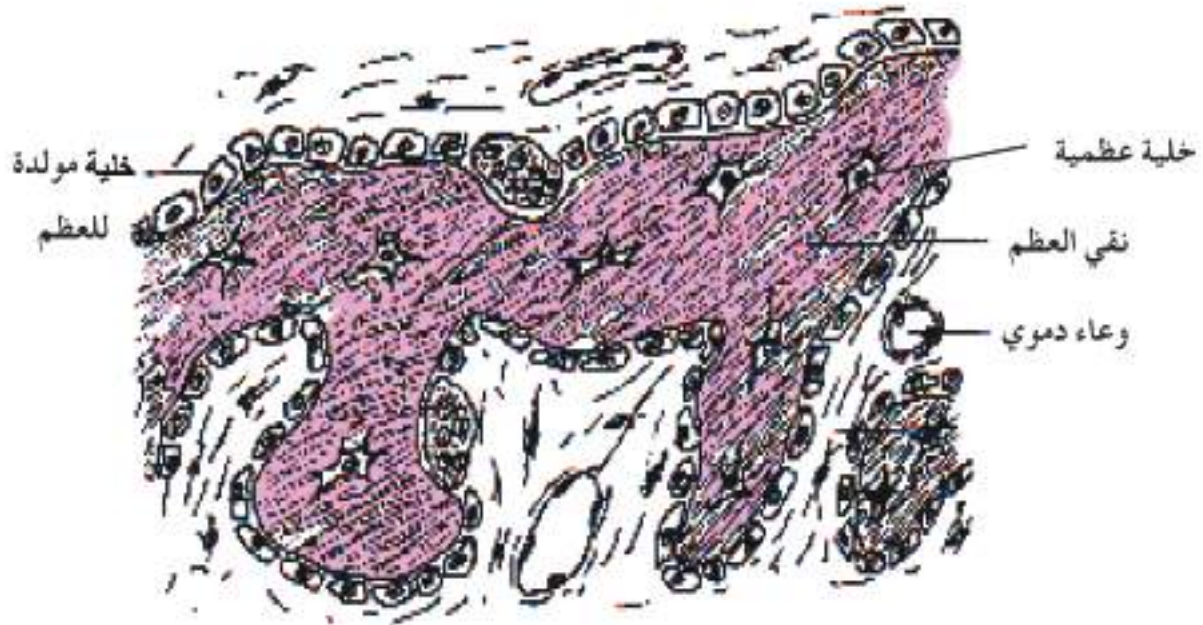


ب - صورة مجهرية (للاطلاع)

أ - رسم تخطيطي

شكل ( 2-23 ) . العظم المصمت .

ويختلف نسيج العظم الاسفنجي عن نسيج العظم المصمت في كون الصفائح العظمية فيه غير مرتبة كترتيب العظم المصمت ، وهي تتخذ شكل حواجز او عوارض غير منتظمة المظهر تتفرع وتلتقي فتحصر بينها فراغات يشغلها نقي العظم (شكل 2-24) .



شكل (2-24) . مقطع في العظم الاسفنجي (للاطلاع) .

### ج . الدم (The Blood) .

يعد الدم نسيج ضام متخصص كونه ينشأ من خلايا متوسطة جنينية . والدم متكون من خلايا ومادة بينية (بلازما) ومواد بروتينية تتحول الى الياف عند حصول عملية التخثر يكون الدم حوالي (7-8%) من وزن جسم الانسان البالغ الصحي الذي يقارب وزنه (70) كغم حيث يحتوي على (5 - 6) لتر من الدم .

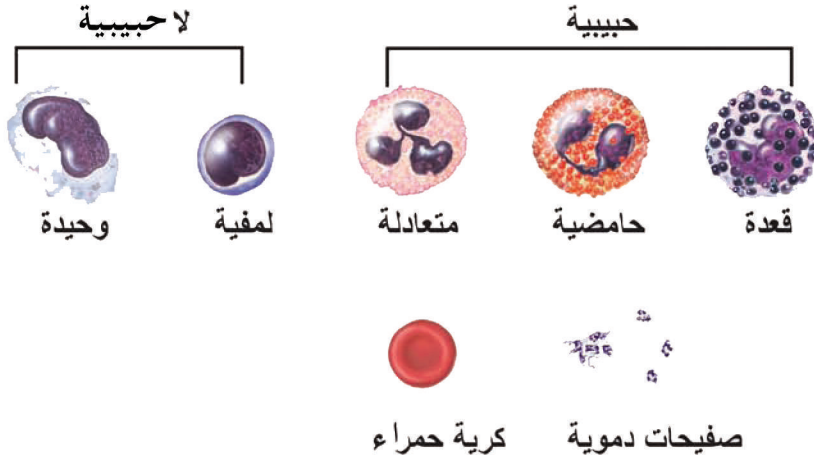
#### اولاً : خلايا الدم

تتمثل خلايا الدم في الانسان ، بـ :

1. خلايا الدم الحمر (Red Blood Cells) or Erythrocytes .
2. خلايا الدم البيض (White Blood Cells or Leucocytes) .
3. عناصر اخرى هي الصفيحات الدموية (Blood Platelets or Thrombocytes) .

## 1 . خلايا الدم الأحمر :

يطلق عليها ايضاً جسيمات او كريات الدم الأحمر ( **Red Blood Corpuscles** ) ، وهي تتخذ في الثدييات بضمنها الانسان شكل قرص مقعر الوجهين وتكون عديمة النواة ، ويشذ عن هذا النسق خلايا الدم الأحمر في الجمال حيث تكون بيضوية محدبة الوجهين وخالية من النواة ايضاً يبلغ قطر خلية الدم الحمراء في الانسان ( **6.5 - 8.0** ) مايكروميتر وقد تظهر تغيرات في الحجم في الحالات المرضية فتكون اكبر او اصغر من ذلك ( شكل 2 - 25 ) .



شكل ( 2-25 ) . خلايا الدم في الانسان .

يبلغ عدد خلايا الدم الأحمر في ذكر الانسان البالغ ( **4000000 - 6000000** ) خلية في المايكروليتر المكعب الواحد وفي الانثى البالغة يتراوح العدد بين ( **3900000 - 5500000** ) خلية في المايكروليتر المكعب الواحد . ويقل عدد خلايا الدم الأحمر عن الحد الطبيعي في حالات فقر الدم ويزداد في حالات الصعود الى مرتفعات عالية وفي حالة التعرض الى اول او كسيد الكربون ( **Carbon Monoxide** )

يحتوي سايتوبلازم خلايا الدم الأحمر على صبغة خاصة هي الهيموكلوبين (خضاب الدم) التي تتحد مع الاوكسجين لتكون مركباً غير ثابت هو الاوكسي هيموكلوبين ، ينفصل عنه الاوكسجين عند وصوله الى الخلايا ويأخذ بدله ثنائي او كسيد الكربون مكوناً مركب غير ثابت يدعى كاربوكسي هيموكلوبين .

قدرت فترة حياة خلايا الدم الأحمر في الانسان بنحو ( **120** ) يوماً تقريباً . اذ تدخل نحو ( **2500000** ) خلية جديدة في مجرى الدم كل ثانية لتعوض عن عدد مساو لخلايا فقدت حياتها خلال الوقت نفسه وتلتهم البلاعم الكبيرة في الكبد والطحال ونقي العظم الاحمر خلايا الدم الأحمر الميتة .

## 2. خلايا الدم البيض :

تعد خلايا الدم البيض خلايا حقيقية تحتوي على النواة ومحتويات الخلية الحية ولها القابلية على الحركة الاميبية (شكل 2-25) .

يتراوح عدد خلايا الدم البيض في الانسان البالغ (5000 - 11000) خلية في المايكروليتر المكعب الواحد من الدم ، وتكون نسبة عدد خلايا الدم البيض الى خلايا الدم الحمر حوالي (1 : 700) . ويكون عدد خلايا الدم البيض في الاطفال اكثر مما هو عليه في البالغين حيث يصل العدد في الطفل حديث الولادة حوالي (16000) خلية في المايكروليتر المكعب الواحد من الدم، وتحدث تغيرات كبيرة في العدد في حالات مرضية خاصة .

تصنف خلايا الدم البيض الى مجموعتين رئيسيتين هما :

### اولاً : خلايا الدم البيض الحبيبية (Granular Leucocytes) :

يحتوي السايטوبلازم في هذا النوع من خلايا الدم البيض على حبيبات نوعية وتكون نواتها غالباً مفصصة وتشتمل على ثلاثة انواع تبعاً لقابلية تلونها وهي :

أ. خلايا الدم البيض العدلة (Neutrophils) ، وتؤلف (40-70%) من العدد الكلي لخلايا الدم البيض .

ب. خلايا الدم البيض الحمضة (Acidophils) وتؤلف (1-4%) من العدد الكلي لخلايا الدم البيض .

ج. خلايا الدم البيض القعدة (Basophils) وتؤلف ما يقارب (0.5-1%) من العدد الكلي لخلايا الدم البيض .

### ثانياً : خلايا الدم البيض اللاحبيبية (Non-Granular Leucocytes) :

لايحتوي سايטوبلازم هذه الخلايا على حبيبات والنواة فيها تكون غير مفصصة ، وتشمل نوعين :

أ. الخلايا اللمفية (Lymphocytes) وتؤلف (20-45%) من المجموع الكلي لخلايا الدم البيض

ب. الخلية الوحيدة (Monocytes) وتؤلف (4-8%) من المجموع الكلي لخلايا الدم البيض

تلعب خلايا الدم البيض دوراً أساسياً في الحماية من الاصابات المرضية ، وهي تنجز وظائفها خارج مجرى الدم بعدما تدخل الى النسيج الضام المفكك .

### 3. الصفائح الدموية ( Blood Platelets ) :

الصفائح الدموية عبارة عن اقراص كروية او بيضوية صغيرة عديمة اللون خالية من النواة (شكل 2 - 25) توجد الصفائح الدموية في دم الثدييات ويقابلها في الفقريات الأوطأ في سلم التطور (مثل الطيور والبرمائيات) خلايا مغزلية الشكل تحتوي على النواة وتكون اكبر حجماً منها وتدعى بالخلايا الخثرية (Thrombocytes) ، ويعتقد انها تشابه الصفائح الدموية في الوظيفة . يتراوح قطر الصفيحة الدموية نحو ( 2 - 4 ) مايكرومتر . وتصل حياة الصفائح الدموية في الانسان ( 9 - 10 ) ايام وتلتهم البلاعم الكبيرة الصفائح الدموية في الكبد والطحال ونقي العظم . تتلخص وظيفة الصفائح الدموية في كونها تحرر انزيم ثرومبوبلاستين (Thromboplastine) الذي يلعب دوراً مهماً في عملية تخثر الدم . وتحتوي الصفائح الدموية السيروتونين (Serotonin) الذي يساعد في تقلص الاوعية الدموية الصغيرة .

### ثانياً : بلازما الدم ( Blood Plasma ) :

يمثل بلازما الدم المادة البينية لنسيج الدم ، وهو سائل متجانس يمكن الحصول عليه بترشيح الدم ويكون بلون اصفر فاتح، تكون نسبته في الدم حوالي ( 55% ) ، ويكون الماء نحو ( 90% ) من البلازما ، ومايتبقى ( 10% ) يمثل مواد صلبة موجودة في البلازما مثل البروتينات والهورمونات والانزيمات واملاح لاعضوية وكلوكوز وغير ذلك .

### اللمف ( Lymph )

وهو سائل يتجمع من الانسجة ويرجع الى مجرى الدم بوساطة اوعية لمفاوية (Lymphatic Vessels) ، يشبه اللمف البلازما في التركيب الا ان محتواه البروتيني اقل وعملية التخثر فيه تكون أبطأ والخثرة تكون لينة لاصلبة . يحتوي اللمف على خلايا لمفية بالدرجة الرئيسية وتختلف نسبتها تبعاً لعدد العقد اللمفية التي يمر فيها والتي تقع في طريق الاوعية اللمفية .

### 3. النسيج العضلي ( Muscular Tissue ) .

سيق وان درست عزيزي الطالب النسيج العضلي بانواعه ضمن منهج الصف الخامس العلمي وتحديدأ في الفصل الخاص بالحركة ، حيث تعرفت الى ان النسيج العضلي هو المسؤول عن فعل الحركة .

يتكون النسيج العضلي من خلايا تدعى بالالياف العضلية (Muscle Fibers) ، وتحتوي هذه الالياف على خيوط الاكتين (Actin) والمايوسين (Myosin) التي تجتمع وتتداخل لإنجاز فعل الحركة ، والعضلات مهمة لتوليد الحرارة للجسم .

تصنف العضلات الي ثلاثة انواع هي :

1. العضلات الملساء (Smooth Muscles) .
2. العضلات الهيكلية (Skeletal Muscles) .
3. العضلات القلبية (Cardiac Muscles) .

### 1. العضلات الملساء :

تدعى ايضاً بالعضلات الحشوية (شكل 2 - 26) ، وتمتاز بالآتي :

أ. خلاياها او اليافها مغزلية الشكل بنهايتين مستدقتين وتكون سميكة عند الوسط ورقيقة في النهايات .

ب. يحاط الليف العضلي بغشاء عضلي (Sarcolemma) .

ج. النواة فيها مفردة مركزية الموقع .

د. عمل العضلة يكون لاارادياً .

توجد العضلات الملساء في جدران الامعاء والمعدة والارعية الدموية وغير ذلك من الاعضاء الداخلية المحوفة (جدول 2 - 8) .

### 2. العضلات الهيكلية :

ويطلق عليها بالعضلات الارادية وهي ترتبط مع العظام بوساطة اوتار وعند تقلصها يتحرك جزء الجسم الموجودة فيه .

تمتاز العضلات الهيكلية بالآتي :

أ. الليف العضلي الهيكلية اسطواني الشكل طويل وبعض الاحيان يمتد على طول العضلة .

ب. يتميز الليف العضلي الهيكلية بتخطيط عرضي حيث تظهر فيه مناطق غامقة واخرى فاتحة ، مما يعطي الليف ككل مظهراً مخططاً ولذلك يطلق على العضلات الهيكلية

بالعضلات المخططة (شكل 2 - 26) .

ج. يحاط الليف العضلي الهيكلية بغشاء خاص يدعى بالغشاء العضلي وهو يختلف عن الغشاء العضلي الذي يحيط الليف العضلي الاملس .

د. يكون الليف العضلي الهيكلية متعدد الانوية وتتخذ انويته مواقع محيطية في الليف .

هـ. تقوم العضلة الهيكلية بعملها تحت سيطرة ارادة الفرد ولذلك تسمى بالعضلات

الارادية .

وهي عضلات لا ارادية مخططة توجد في جدران القلب فقط ، وتفصلها يضخ الدم من القلب ، كما ان تمددها يسمح بدخول الدم الى القلب . والليف العضلي القلبي يجمع في صفاته المظهرية والوظيفية بين الليف العضلي الاملس والليف العضلي الهيكلية (جدول 2 - 8) ، وهو يتميز بالآتي :

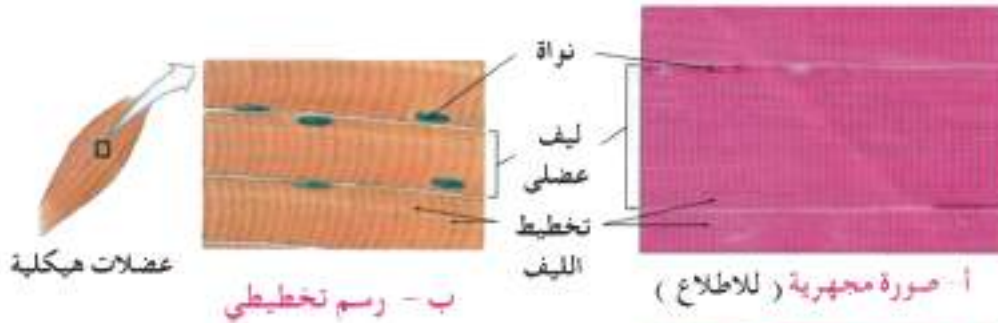
1 يكون الليف العضلي القلبي اسطوانى اصغر واقصر طولاً بكثير من الليف العضلي الهيكلية ويكون متفرعاً وتلتقي تفرعاته .

2 يتميز الليف العضلي القلبي بتخطيط عرضي يشابه ذلك الذي في الليف العضلي الهيكلية وبذا فان العضلة القلبية تكون مخططة .

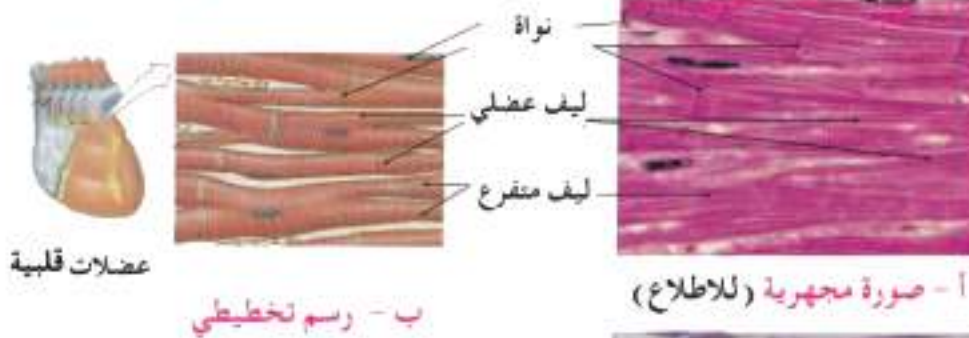
3 ترتبط الالياف العضلية القلبية بعضها ببعض عند نهاياتها بمناطق منحصمة من أغشيتها البلازمية ، تعرف بالاقراص البينية ( Intercalated Discs ) .

4 غشاء الليف العضلي القلبي ارق من غشاء الليف العضلي الهيكلية .

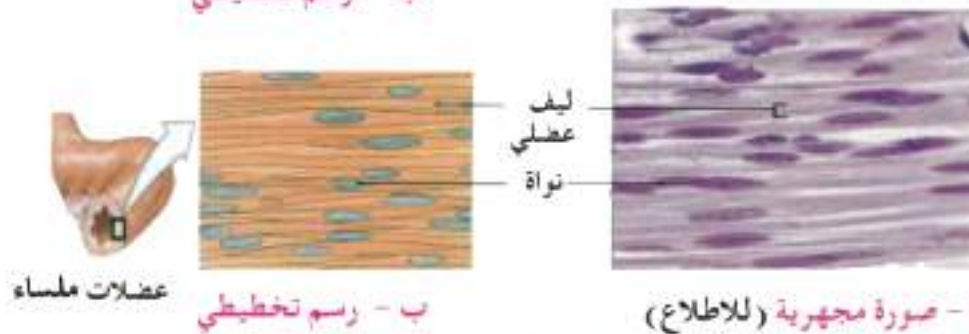
5 النواة تكون في الليف العضلي القلبي مفردة مركزية الموقع .



عضلات هيكلية



عضلات قلبية



عضلات ملساء

شكل ( 2 - 26 ) . انواع العضلات

جدول ( 2-8 ) . مقارنة بين الالياف العضلية المختلفة

العضلة القلبية	العضلة الهيكلية	العضلة الملساء	الصفة
اسطوانى متفرع اقصر من ليف العضلة الهيكلية	اسطوانى طويل غير متفرع .	مغزلي مدبب النهايتين سميك في الوسط ونحيف في الجانبين .	1. شكل الليف العضلي .
اصغر من الليف العضلي الهيكلية .	كبير وطويل .	صغير وقصير .	2. حجم الليف العضلي .
منتظمة وذات خطوط مستعرضة .	منتظمة ذات خطوط مستعرضة .	مبعثرة غير مخططة .	3. الخيوط العضلية .
مفردة مركزية الموقع .	متعددة الانوية وتكون الانوية محيطة الموقع .	مفردة مركزية الموقع .	4. النواة .
لاارادي .	ارادي .	لاارادي .	5. العمل .

4 . النسيج العصبي ( Nervous Tissue ) .

يقوم النسيج العصبي بوظيفة نقل السيالات العصبية ( Nervous Impulses ) من جزء الى آخر في الجسم الحي ولمسافات بعيدة . وهو يتكون من خلايا عصبية او عصبونات ( Neurons ) مدعمة بخلايا مرافقة ضمن النسيج العصبي لكنها لا تقوم بوظيفة عصبية ، وتعرف بالخلايا الدبقية او الدبق العصبي ( Neuroglia ) .

– الخلية العصبية (العصبونة) :

العصبونة خلية متخصصة تتألف من ثلاثة اجزاء ( شكل 2 - 27 ) هي :

- 1 جسم الخلية ( Cell Body ) وهو يمثل الجزء المتسع من العصبونة ويحتوي الساييتوبلازم والنواة التي تكون ذات نوية واضحة ، كما يحوي الساييتوبلازم لبيفات عصبية ( Neurofibrils ) وحببيات نسل ( Nissl's Granules ) التي تمثل مراكز لتجمع البروتين ، فضلاً عن المحتويات الحية الاخرى التي توجد في بقية الخلايا .
- 2 التشجرات ( Dendrites ) ، وهي نتوءات او بروزات من جسم الخلية توصل الاشارات او الحوافز العصبية الى جسم الخلية .

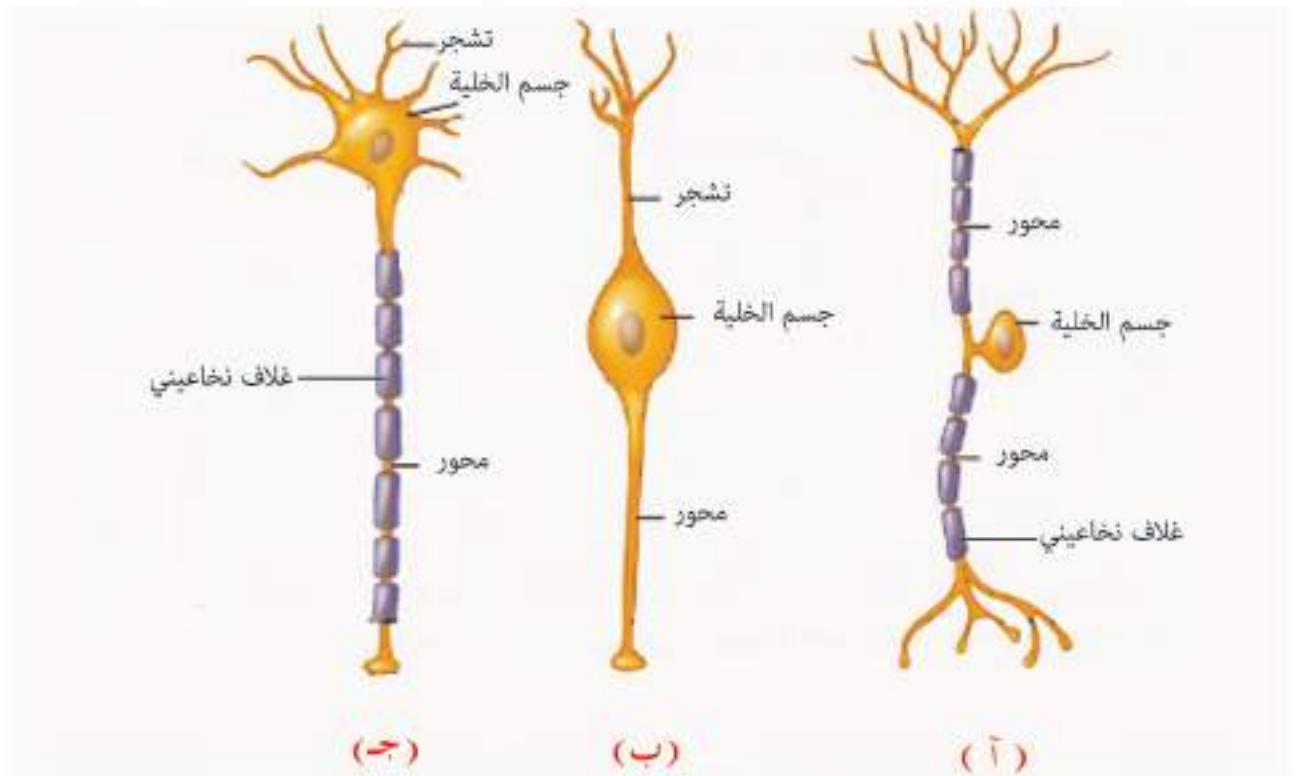
3 المحور ( Axon ) ، وهو بروز ينقل الحوافز العصبية بعيداً عن جسم الخلية ، والمحور قد يحاط بغلاف نخاعيني وقد لا يكون محاطاً بغلاف نخاعيني ( شكل 2 - 27 ) وعادة يكون المحور طويل ومفرد .

تصنف الخلايا العصبية تبعاً لعدد البروزات الممتدة من جسم الخلية (شكل 2 - 27) الى :

1. خلية احادية القطب ( **Monopolar Neuron** ) ، يكون جسمها كروي او بيضوي وذو بروز واحد .
2. خلية ثنائية القطب ( **Bipolar Neuron** ) ، ويكون جسمها مغزلي ذو بروزين .
3. خلية احادية القطب كاذبة ( **Pseudounipolar Neuron** ) لها قطب واحد يتفرع قرب جسم الخلية الى محور وتشجرات .
4. خلية متعددة الاقطاب ( **Multipolar Neuron** ) ، ويكون جسمها نجمي الشكل متعدد البروزات .

= خلايا الدبق العصبي ( **Neuroglia** ) :

وهي خلايا تشكل القسم الاعظم من النسيج العصبي حيث تكون نسبتها ضمن النسيج العصبي ( 1 : 50 ) اي كل عصبونة يقابلها ( 50 ) من خلايا الدبق العصبي وهي تشغل اكثر من نصف حجم الدماغ ، وتتلخص وظيفتها بأسناد الخلايا العصبية فضلاً عن كونها تتلغ البكتيريا والفتات الخلوي .



شكل ( 2 - 27 ) تركيب الخلية العصبية وانواعها . (للاطلاع) (أ) خلية عصبية احادية القطب كاذبة . (ب) خلية عصبية ثنائية القطب . (ج) خلية عصبية متعددة الاقطاب .

## أسئلة الفصل الثاني

### السؤال الأول :

اكتب المصطلح العلمي الذي يدل على كل عبارة مما يأتي :

- 1 - ..... الانسجة المرستيمية التي تتواجد في الفعم النامية للسان والحذر في النباتات الراقية .
- 2 - ..... انسجة مرستيمية تتواجد في الجزء القاعدي من نصل الورقة
- 3 - ..... النسيج الذي تتميز خلاياه لتكون الانسجة المستديمة في جسم النبات .
- 4 - ..... الخلايا البرنكيمية التي تحتوي على البلاستيدات .
- 5 - ..... احد نوعي الخلايا السكرنكيمية التي توجد في بعض الشمار مثل الكمثرى .
- 6 - ..... احدى خلايا النسيج الضام ، شكلها اميبي ونواتها ليست مركزية الموقع .
- 7 - ..... نوع من انواع الياف النسيج الضام ، يوجد بصورة مفردة ويكون مرن سهل التمدد .
- 8 - ..... خلايا مغزلية الشكل توجد في دم الطيور والبرمائيات تقابل الصفائح الدموية في دم الثدييات .
- 9 - ..... انزيم تحرره الصفائح الدموية ، يؤدي دورا مهما في عملية تخثر الدم .
- 10 - ..... خلايا تشكل القسم الاعظم من النسيج العصبي وتشغل اكثر من نصف حجم الدماغ .

### السؤال الثاني :

فسر الحقائق العلمية التالية :

- 1 - غالبا ماتكون خلايا النسيج البرنكيمي كروية الشكل او مضلعة .
- 2 - سبب تسمية النسيج الظهاري العمودي المطبق الكاذب بهذا الاسم .
- 3 - النسيج الظهاري المتحول يوجد في الاعضاء القابلة للتمدد والانكماش .
- 4 - وجود الهستامين في الخلية البدينة في النسيج الضام .
- 5 - توصف الانسجة الضامة بأنها انسجة سائدة .
- 6 - يمثل العظم نسيج ضام اكثر صلابة من النسيج الغضروفي .
- 7 - يطلق على العضلات الهيكلية تسمية العضلات المخططة .

اكتب داخل القوسين الحرف الذي يشير الى الجواب الصحيح :

( 1 - الانسجة المرستيمية التي تتواجد في قواعد وقمم السلاميات هي :

ا. القمية .

ب. البينية .

ج. الجانبية .

د. الطرفية .

( 2 - النسيج الذي تكون خلاياه مينة وذات جدران مغلظة هو النسيج :

ا. الكولنكيمي .

ب. البرنكيمي .

ج. السكلرنكيمي .

د. الميزنكيمي .

( 3 - النسيج الذي يوجد في بطانة الرغامي هو :

ا. النسيج الظهاري الحرشفي البسيط .

ب. النسيج الظهاري العمودي المطبق الكاذب .

ج. النسيج الظهاري العمودي البسيط .

د. النسيج الظهاري المكعبي البسيط .

( 4 - يقع النسيج الظهاري المكعبي البسيط في بطانة :

ا. الاوعية الدموية .

ب. الحويصلات الرئوية .

ج. نبيبات الكلية .

د. الغدد .

( 5 - الخلية المسؤولة عن تكوين جميع انواع الالياف في النسيج الضام هي :

ا. الخلية البلازمية .

ب. البلمع الكبير .

ج. الخلية الحشوية المتوسطة .

د. الارومة الليفية .

( 6 - الخلية البلازمية احدى انواع خلايا النسيج الضام ، حددت وظيفتها بالآتي :

ا. التهام الجزيئات الغريبة .

ب. تكوين الاجسام المضادة .

ج. حماية الفرد من فقدان الحرارة .

د. تتمايز الى اي نوع من خلايا النسيج الضام .

( 7 - نوع النسيج الضام الرخو الذي يقع في الكبد هو :

ا. الشبكي .

ب. المتوسط .

ج. المخاطاني .

د. الشحمي .

( 8 - الغضروف الموجود في صيوان الاذن هو من نوع :

ا. الشفاف .

ب. الليفي الابيض .

ج. المطاط .

د. المخاطاني .

( 9 - يزداد عدد خلايا الدم الحمر عن الحد الطبيعي في :

ا. حالات فقر الدم .

ب. حالات الصعور الى مرتفعات عالية .

ج. التعرض الى غاز ثنائي اوكسيد الكاربون .

د. حالات التعرض للأشعاع .

10 - يقدر عمر خلايا الدم الأحمر في الإنسان بـ :

- أ. 130 يوماً .  
ب. 120 يوماً .  
ج. 112 يوماً .  
د. 140 يوماً .

11 - تبلغ نسبة البلازما في الدم :

- أ. 55 % .  
ب. 50 % .  
ج. 90 % .  
د. 95 % .

12 - العضلات التي يكون شكل خلاياها مغزلي بنهايتين مستدقتين وتغلظ في الوسط

هي :

- أ. الملساء .  
ب. الهيكلية .  
ج. القلبية .  
د. المخططة .

### السؤال الرابع :

اكمل العبارات التالية :

1 - يتكون نسيج الخشب من عناصر مختلفة في التركيب والوظيفة هي :

- أ.....  
ب.....  
ج.....  
د.....

2 - النسيج الذي يبطن الاحليل هو.....

3 - توجد خلايا النسيج الظهاري المطبق المكعبي في.....

4 - تتكون الانسجة الضامة من : أ..... ب..... ج.....

5 - يصنف النسيج الضام الاصيل حسب كثافة محتوياته الى..... و.....

6 - تشكل الصفائح العظمية متحدة المركز و..... جهازا يعرف بجهاز.....

7 - يتحد الاوكسجين مع صبغة الهيموكلوبين مكونا مركب.....

8 - تكون خلايا الدم البيض الحبيبية على انواع ثلاث هي : أ..... ب..... ج.....

### السؤال الخامس :

قارن بين :

- 1 - النسيج المرستيمي والنسيج الوعائي من حيث الموقع والوظيفة .
- 2 - النسيج الاساس ونسيج البشرة من حيث الموقع والوظيفة .
- 3 - نسيج الخشب ونسيج اللحاء من حيث المكونات والوظيفة .
- 4 - العظم المصمت والعظم الاسفنجي .

### السؤال السادس :

ضع داخل القوسين امام كل مفردة من مفردات المجموعة الاولى ، رقم المفردة المناسبة من المجموعة الثانية

المجموعة الثانية		المجموعة الاولى	
الاسناد	1	النسيج الظهاري الحرشفي	( )
الانتشار والافراز	2	النسيج الضام الشبكي	( )
الحماية والافراز	3	النسيج الظهاري العمودي البسيط	( )
الاسناد والامتصاص	4	النسيج الظهاري المكعبي البسيط	( )
الانتشار والترشيع	5	النسيج الظهاري المطبق الحرشفي	( )
الحماية	6	النسيج الظهاري العمودي المطبق الكاذب	( )
الافراز والامتصاص	7		
الحماية والافراز والامتصاص	8		

## الفصل الثالث التكاثر

### محتويات الفصل

- 1 - 3 . مقدمة .
- 2 - 3 . مفهوم التكاثر ودوره في الكائنات الحية .
- 3 - 3 . انواع التكاثر .
- 4 - 3 . التكاثر في الفيروسات .
- 5 - 3 . التكاثر في البدائيات .
- 6 - 3 . التكاثر في الطليعيات .
- 7 - 3 . التكاثر في الفطريات .
- 8 - 3 . التكاثر في النباتات .
- 9 - 3 . التكاثر في الحيوانات .
- 10 - 3 . التكاثر العذري .
- 11 - 3 . التكاثر الخنثي .

## النوع التعليمية :

بعد الانتهاء من دراسة الفصل الثالث نأمل من الطالب ان يكون قادراً على ان :

1. يعرف عملية التكاثر .
2. يعرف التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي ويقارن بينهما .
3. يشرح عملية التكاثر في الفيروسات .
4. يوضح عملية التكاثر اللاجنسي والجنسي في البكتيريا .
5. يشرح التكاثر الجنسي واللاجنسي في الكلاميدوموناس .
6. يبين بخطوات عملية التكاثر اللاجنسي والجنسي في البراميسيوم .
7. يوضح كيفية تكاثر اليوغلينا .
8. يشرح عملية التكاثر في عفن الخبز الاسود .
9. يبين مفهوم ظاهرة تعاقب الاجيال في النباتات .
10. يوضح التكاثر في الحزازيات والسرخسيات .
11. يوضح تركيب الزهرة ويبين اجزائها ذات العلاقة المباشرة وغيرالمباشرة بعملية التكاثر الجنسي .
12. يقارن بين نباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين .
13. يشرح عملية التكاثر الجنسي في نبات زهري .
14. يشرح تكوين البذرة والثمرة ويتعرف على تركيبهما .
15. يبين مفهوم التكاثر الخضري في النباتات ويعط امثلة مختارة عن هذا النوع من التكاثر
16. يتعرف على مكونات الجهاز التكاثري في الحشرات وطرق التكاثر فيها .
17. يبين مكونات جهاز التكاثر في الضفدع ويشرح عملية التكاثر فيه .
18. يتعرف على مكونات جهاز التكاثر في ذكر وانثى الانسان .
19. يشرح عملية التكاثر في الانسان .
20. يبين مفهوم كل من التكاثر العذري والخنثي .



# التكاثر

مقدمة

1-3

من الامور المسلم بها ان جميع الكائنات الحية قادرة على انتاج كائنات جديدة تشبهها ، وان كل الاشياء الحية معرضة للموت وكل كائن حي مهما امتدت حياته يجب ان ينتهي في آخر الامر ، لذا يجب ان نقر بعدم الاستغناء عن التكاثر .

ويكون التكاثر بصورة عامة بشكلين : جنسي ولا جنسي .

والتكاثر الجنسي الذي يحصل في غالبية الحيوانات متعددة الخلايا يقدم مميزات كبيرة اكثر من التكاثر

اللاجنسي ، وتجسد عملية التكاثر سواء كانت جنسية او لا جنسية طرازاً اساسياً في :

1 تحويل المواد الخام من البيئة المحيطة الى النسل او الى الخلايا الجنسية التي تنمو لتكون نسلًا بنفس التكوين .

2 نقل الطراز الوراثي ، او الشفرة الوراثية (DNA) من الاء الى الاء .

لقد استمرت الكائنات الحية في البقاء على سطح الأرض منذ ملايين السنين وتطورت من اشكال بسيطة نسبياً الى اشكال اكثر تعقيداً ، وهذا الاستمرار في البقاء يأتي من قابليتها على التكاثر وبذا فان التكاثر يؤمن بقاء النوع .

والتكاثر يتميز عن جميع الوظائف الحيوية الاخرى مثل التغذية والتنفس والنقل والخراج بكونه ليس ضرورياً لبقاء الفرد ذاته ، على عكس الوظائف الاخرى اذا اختلت احداها فقد ينجم عن ذلك موت الفرد ، بينما يمكن نزع اي عضو من اعضاء التكاثر بل وحتى ازالة الجهاز التكاثري بالكامل ويستمر الفرد في العيش وهو باحسن حال صحي .

ولكن اذا انتقلنا الى مستوى النوع بأكمله فان المسألة تصح ذات مفهوم آخر . فلو توفقت اجهزة التكاثر لدى جميع افراد النوع الواحد عن القيام بوظائفها فان هذا النوع وبدون شك سوف ينقرض .

وقد يقع عائق التكاثر في بعض الانواع الحيوانية على عدد قليل من افراد الجيل الواحد ، وعلى سبيل المثال نجد ان الاغلبية الساحقة من افراد خلية النحل اناث عقيمة (العاملات) ليس لها دور في عملية التكاثر ، اما الافراد الخصبة التي تنجز عملية التكاثر فتقتصر على الذكور التي تكون قليلة العدد عادة وعلى انثى واحدة هي الملكة .

### 3-3 . انواع التكاثر .

هناك نوعان من التكاثر هما : (1) التكاثر اللاجنسي (2) التكاثر الجنسي .

#### 1 التكاثر اللاجنسي ( Asexual Reproduction ) .

تستطيع بعض الكائنات الحية انتاج كائنات اخرى من نوعها . ويتم هذا بتحول اجزاء من الكائن الحي الى احياء جديدة شبيهة بالاصل الذي نتجت منه ، وقد ينتج عن مثل هذا التكاثر كائناً واحداً او كائنات عديدة . يتم التكاثر اللاجنسي في الكائنات الحية بطرق متعددة مثلة بالانقسام الثنائي والتبرعم وتكوين السبورات والتكاثر الخضري وغيرها .

#### 2 التكاثر الجنسي ( Sexual Reproduction ) .

تتميز افراد الكثير من النباتات ومعظم الحيوانات الراقية الى ذكور واناث ، حيث تنتج الذكور خلايا تكاثرية ذكورية هي النطف (الحيامن) (Sperms) وتنتج الاناث خلايا تكاثرية انثوية هي البيوض (Ova) .

في مثل هذه الحالة تكون هذه الكائنات مميزة عن بعضها بالشكل والمظهر الخارجي والتركيب الداخلي لاعضاءها التناسلية .

عملية التكاثر الجنسي تتم بأتحاد نواتي النطفة والبيضة بعملية تدعى الاخصاب (**Fertilization**) وينتج عن ذلك اختلاطاً للمادة الوراثية ، فيتوارث الابناء صفات تجمع بين الابوين . ولايد من الاشارة الى ان الجمع بين صفات الابوين يحدث تغيرات وراثية ذات اهمية حياتية كبيرة للفرد منها حسنة ومنها سيئة ، ولكن كلما كانت التغيرات الوراثية كثيرة كلما انتجت تغيرات حسنة نطفي على البيئة وبالتالي تكون الافراد الجديدة اكثر ملائمة لظروف البيئة .

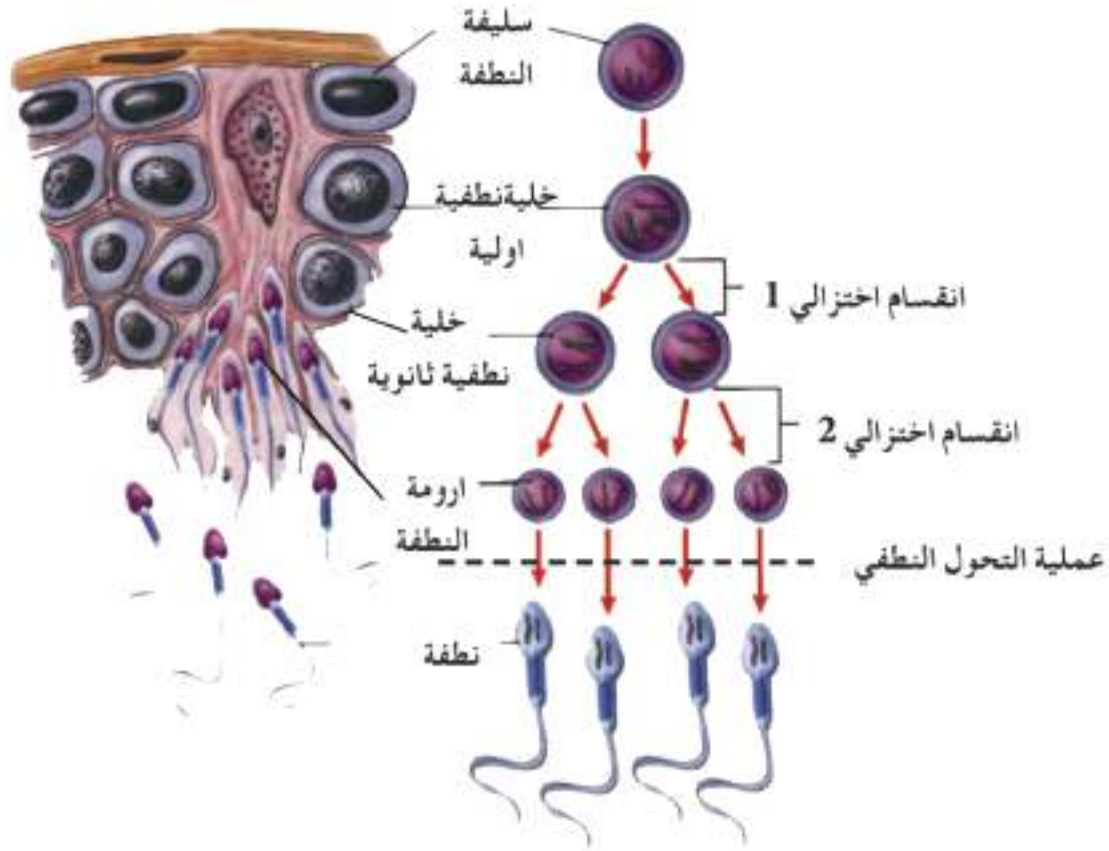
يشتمل التكاثر الجنسي على عمليتين اساسيتين الاولى هي الانقسام الاختزالي (**Meosis**) وهو نوع خاص من الانقسام النووي يحصل في النواة ويختزل فيه عدد الكروموسومات (**Chromosomes**) من العدد الكامل الى نصف العدد الكامل للكروموسومات ، اما العملية الثانية فيتم فيها اتحاد نواتي النطفة والبيضة والتي يحوي كل منهما على نصف العدد الكامل للكروموسومات ويتكون من هذا الاتحاد الزيجة او الزايكوت البيضة المخصبة (**Zygote**) التي تحتوي العدد الكامل للكروموسومات وهي تعد اول خلية جنينية تصبح بالانقسام والتكوين والنمو كائناً جديداً .

### ( 1 ) تكوين النطف ( الحيوانات المنوية ) ( **Spermatogenesis** ) .

تتكون النطفة ( الحيوان المنوي ) في الخصية (**Testis**) التي تتألف من اعداد كبيرة من نبيبات منوية (**Seminiferous Tubules**) ملتوية . تبطن هذه النبيبات خلايا جرثومية اولية تنقسم انقسامات غير مباشرة متعددة ومتعاقبة وينتج عنها خلايا جديدة تدعى سليفات النطف (**Spermatogonia**) وتكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (**2n**) تنقسم سليفات النطف انقسامات اعتيادية ينتج عنها تضاعف في اعدادها .

تمر سليفات النطف بمرحلة نمو بعد توقف انقساماتها ويكبر حجمها وتسمى الخلايا النطفية الاولى (**Primary Spermatocytes**) .

تمر الخلايا النطفية الاولى بمرحلة انقسام اختزالي اول ينتج عنه خليتين متساويتين في الحجم احاديتا المجموعة الكروموسومية (**n**) وتسمى كل منهما بالخلية النطفية الثانوية **Secondary Spermatocyte** تمر الخليتان النطفيتان الثانويتان بمرحلة الانقسام الاختزالي الثاني وتنتج عنه اربعة خلايا متساوية الحجم احادية المجموعة الكروموسومية (**n**) ، وتدعى هذه الخلايا الاربع بأرومات النطف (**Spermatids**) . تعاني ارومات النطف تغيرات في شكلها وتركيبتها مؤدية الى تكوين النطفة الناضجة (**Mature Sperm**) .



شكل (3-1) . تكوين النطف في الثدييات .

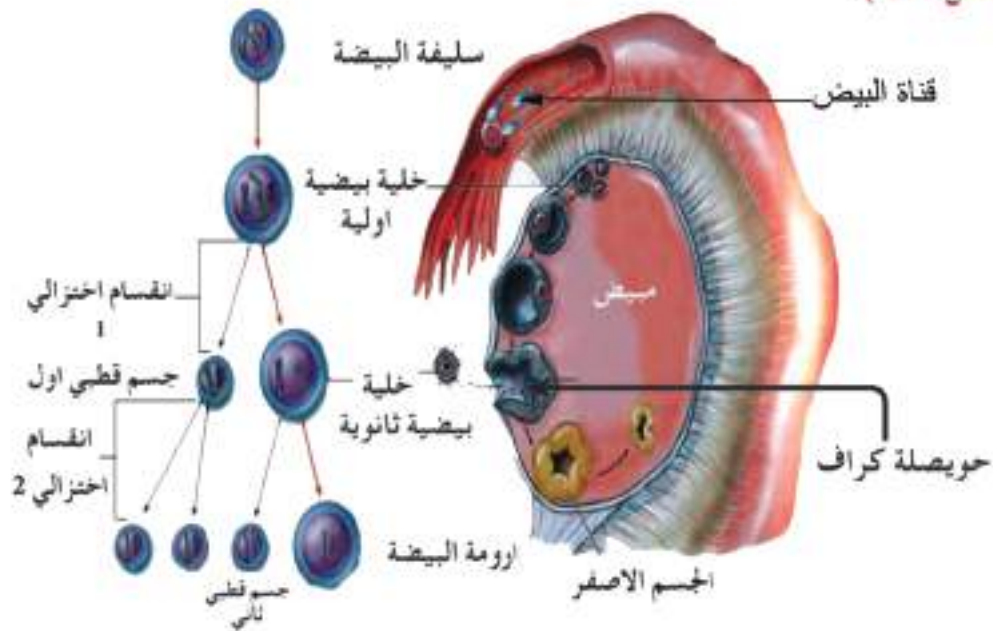
## (2) تكوين البويض (Oogenesis) .

تتكون البويض في المبيض حيث تمر الخلايا الجرثومية (Germ Cell) داخل المبايض بعمليات انقسام غير مباشرة ينتج عنها مجاميع من خلايا تدعى سليفات البويض (Oogonia) . تعاني سليفات البويض انقسامات اعتيادية متعاقبة لينتج عنها سليفات بويض اضافية تكون جميعها ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س) .

يبدأ قسم من هذه الخلايا بالنمو فيكبر حجمها وتدعى عندئذ بالخلايا البيضية الاولى او الابتدائية (Primary Oocytes) والتي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س) ، وتكون هذه الخلايا في الكثير من الحيوانات وبشكل خاص الفقريات منها محاطة بخلايا صغيرة الحجم تدعى الخلايا الحوصلية (Follicle Cells) . وتشكل الخلية البيضية الاولى مع الخلايا الحوصلية المحيطة بها ما يعرف بالحوصلة البيضية (Ovarian Follicle) .

تمر الخلية البيضية الاولى بمرحلة الانقسام الاختزالي الاول الذي تنتج عنه خليتان غير متساويتين بالحجم بسبب الانقسام السابتوبلازمي غير المتساوي وتكون كلا الخليتين احادية المجموعة الكروموسومية (س) .

تدعى الخلية الكبيرة الحجم بالخلية البيضية الثانوية (Secondary Oocytes) في حين تدعى الخلية صغيرة الحجم بالجسم القطبي الاول (First Polar Body) .  
 تمر الخلية البيضية الثانوية بمرحلة الانقسام الاختزالي الثاني الذي تنتج عنه خليتان غير متساويتين في الحجم ايضاً الكبيرة تدعى ارومة البيضة (Ooblast) والتي تنمو لتكون البيضة الناضجة (Mature Ovum) ، اما الخلية الصغيرة فتتمثل بالجسم القطبي الثاني (Second Polar Body) وكلاهما احادي المجموعة الكروموسومية (س) . وقد ينقسم الجسم القطبي الاول فيكون جسمين قطبيين آخرين ، اي ان النتيجة النهائية لهذه العملية هي بيضة ناضجة مع ثلاثة اجسام قطبية وتنحل الاجسام القطبية فيما بعد ، (شكل 2-3) .



شكل (2-3) . تكوين البويض في الثدييات .

وفيما ياتي ايجاز لعملية التكاثر في مجاميع الاحياء المختلفة :

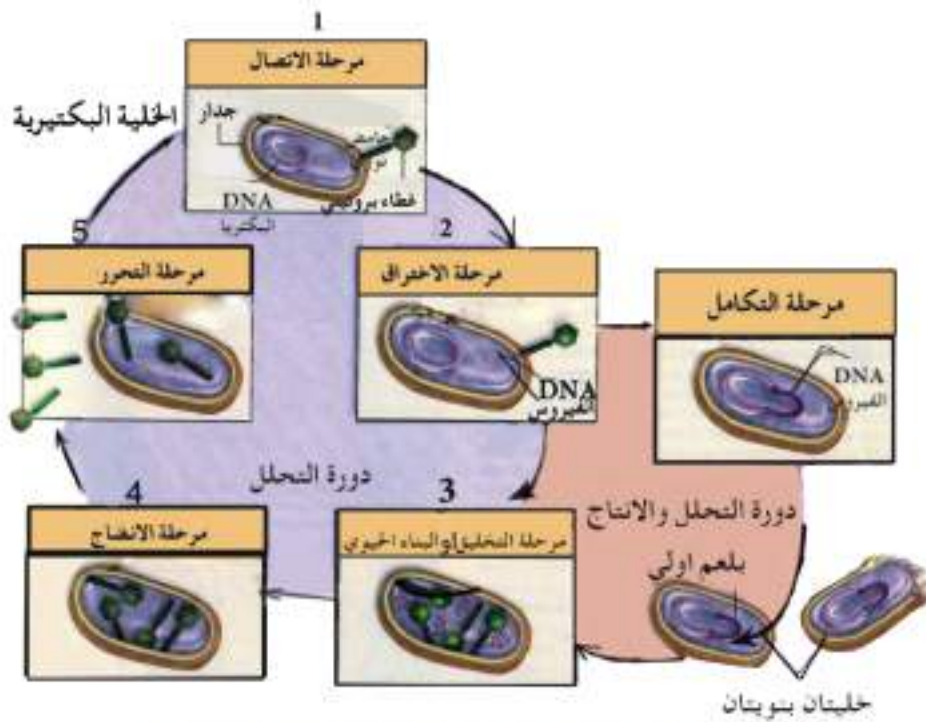
### 4-3. التكاثر في الفيروسات (Reproduction in Viruses)

سبق وان درست عزيزي الطالب ان الفيروسات او الرواحح هي كائنات متناهية في الصغر ولا يمكن رؤيتها الا بواسطة المجهر الالكتروني ، وانها تمثل حلقة وصل بين الكائنات الحية وغير الحية، وهي من مسببات امراض كثيرة في الحيوانات والنباتات المختلفة .  
 تستطيع الفيروسات التكاثر والنمو داخل الخلايا الحية للكائنات الاخرى ، ولكنها تفقد هذه القدرة خارجها كونها لا تمتلك القابلية على البقاء بصورة مستقلة .

ويرجع السبب في ذلك لعدم امتلاكها العضيات الخلوية (Cell Organelles) بضمنها الاجهزة الانزيمية الضرورية للتنفس وبناء البروتين او تضاعف الحامض النووي .

يمكن ايجاز عملية تكاثر الفيروسات من خلال ما يحصل في سلسلة الفيروسات التي تهاجم نوعاً من البكتيريا يدعى بكتيريا القولون ( *Escherichia coli* ) ويعرف هذا النوع من الرواشح بالبلعم البكتيري

( Bacteriophage ) حيث يحصل التكاثر من خلال دورتين متداخلتين اولهما دورة التحلل ( Lytic Cycle ) وثانيهما دورة التحلل والانتاج ( Lysogenic Cycle ) ( شكل 3-3 ) وكالاتي :



شكل (3-3) . التكاثر في الفيروسات ( البلعم البكتيري ) .

### ( 1 ) مرحلة الاتصال ( Attachment stage ) .

في هذه المرحلة يقترب الفيروس من الخلية البكتيرية وعندما يصبح بتماس معها تلتصق الالياف الموجودة في ذنبه بمواقع خاصة على الجدار الخلوي للمضيف ( الخلية البكتيرية ) .

### ( 2 ) مرحلة الاختراق ( Penetration Stage ) .

يفرز ذنب الفيروس انزيماً له المقدرة على اضعاف الروابط الكيميائية في جدار الخلية عند منطقة الالتصاق ومن ثم يتم تكوين ثقب يدخل من خلاله ( DNA ) الفيروس الى داخل المضيف .

### (3) مرحلة التخليق او البناء (Biosynthesis Stage) .

حال دخول (DNA) الفيروس يبدأ بأستنساخ mRNA الفيروس اللازم لبناء انزيمات تحليل (DNA) و mRNA البكتيريا ، ومن ثم تصبح الالية البكتيرية لتكوين البروتين و انتاج الطاقة تحت سيطرة الحامض النووي الرايبي منقوص الاوكسجين (DNA) للفيروس ، وتوجه التعليمات الوراثية من الحامض النووي (DNA) للفيروس الى المضيف لتكوين حامض نووي وبروتينات جديدة للفيروس .

### (4) مرحلة الانضاج (Maturation Stage) .

تنظم جزيئات البروتين لتكون اغطية بروتينية حول جزيئات الحامض النووي للفيروس ، ويتكون (100-200) فيروس جديد .

### (5) مرحلة التحرر (Release Stage) .

في هذه المرحلة تقود الفيروسات المتكونة الى تحلل الخلية البكتيرية المضيفة ، وتحرر الفيروسات لتصيب بكتيريا اخرى غير مصابة وتستغرق هذه العملية كاملة مايقرب من 25 دقيقة وبمرور الوقت تكون البلاعم البكتيرية (اكالات البكتيريا) قد قضت على تجمع كبير من البكتيريا .  
وقد يحصل التكاثر من خلال دورة التحلل والانتاج حيث يتم بما يعرف بمرحلة التكامل والتي يتم فيها اندماج الحامض النووي الفيروسي (DNA) مع الحامض النووي البكتيري (DNA) بدون ان يحصل تحطيم ل (DNA) البكتيريا، وعندئذ يسمى (DNA) الفيروس بالبلعم الاولي . ويحصل تضاعف (DNA) الراشح مع تكاثر البكتيريا (شكل 3-3) .

## 3-5. التكاثر في البدائيات (Reproduction in Monera)

تضم البدائيات البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة (Cyanobacteria) وهي تتكاثر لاجنسياً وجنسياً وسوف نقتصر على التكاثر في البكتيريا كمثل للتكاثر في البدائيات .

اولاً : التكاثر اللاجنسي في البكتيريا (Asexual Reproduction in Bacteria) .

تكاثر البكتيريا لاجنسياً بالانشطار الثنائي (Binary Fission) ويمكن ايجازها بالآتي (شكل 3-4) :

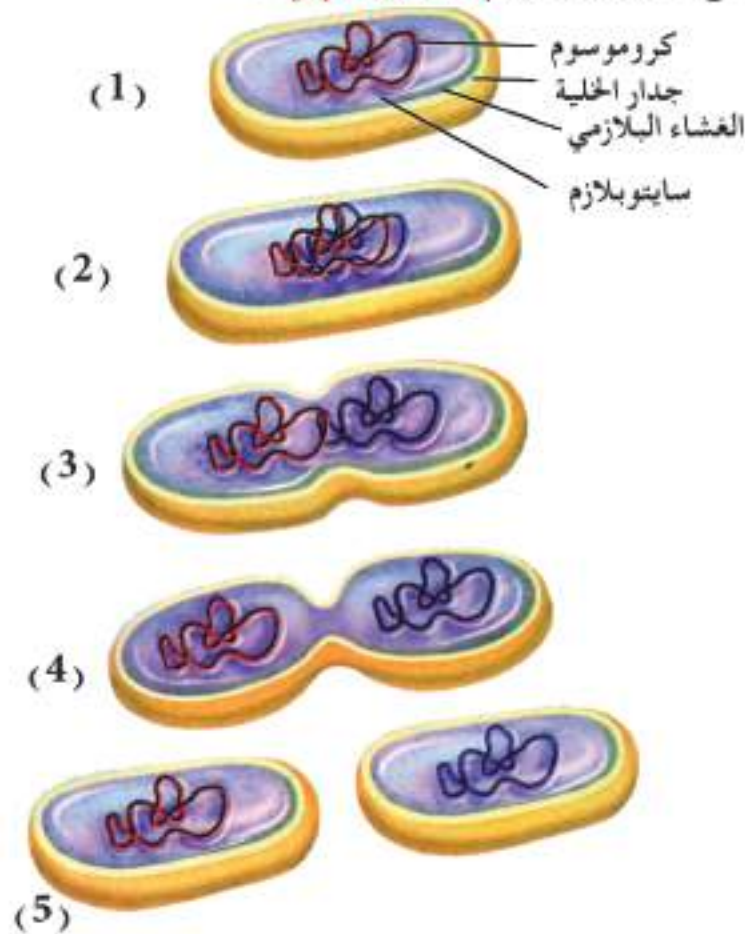
أ يحصل اتصال للكروموسوم البكتيري في مواقع معينة من غشاء الخلية (Plasma Membrane) مما يؤشر الى ان الخلية البكتيرية مهياة للانقسام ، (شكل 3-4 / 1) .

ب- تنهى الخلية البكتيرية لعملية الانشطار الثنائي وذلك بتوسع جدار الخلية وغشائها وبالتالي الخلية بأكملها (شكل / 3-4 (2) .

ج- ينتج تضاعف (DNA) الخلية كروموسومين متماثلين. وفي نفس الوقت يبدأ جدار الخلية وغشاؤها بالتخضر (شكل / 3-4 (3) .

د- كنتيجة لاستطالة الخلية البكتيرية فإن الكروموسومين ينسحبان في اتجاهين متعاكسين ضمن الخلية ويتوزع السايئوبلازم في نفس الوقت ويزداد تخضر الخلية (شكل / 3-4 (4) .

هـ- تنقسم الخلية لتنتج خليتين متماثلتين (شكل / 3-4 (5) .



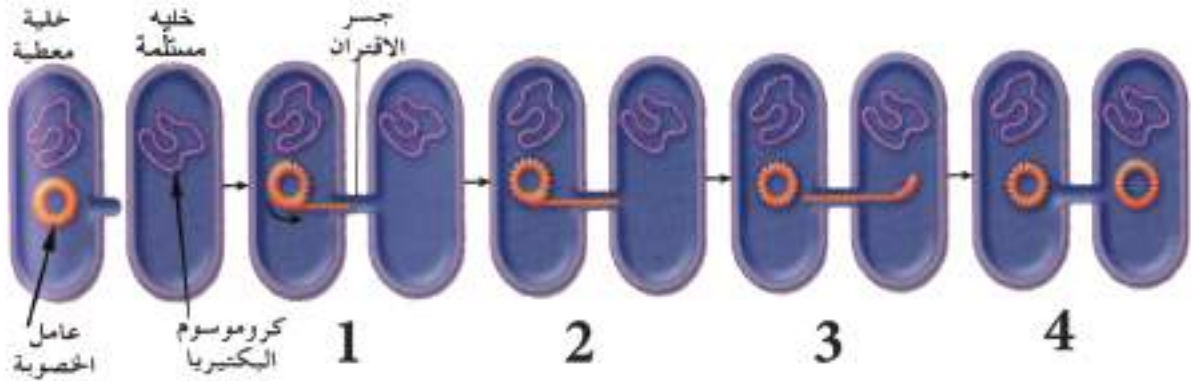
شكل (3-4) . التكاثر اللاجنسي في البكتيريا (الانشطار الثنائي) .

ثانياً : التكاثر الجنسي في البكتيريا (Sexual Reproduction in Bacteria) .

تكاثر، البكتيريا جنسياً بعملية الاقتران (Conjugation) الذي يحدث بين السلالات المختلفة لنوع واحد من البكتيريا ، فقد وجد العلماء انه عند دمج سلالتين مختلفتين من بكتيريا القولون (*E. coli*) في وسط زرع واحد ظهرت سلالة جديدة تختلف وظيفياً عن السلالتين اللتين تم دمجهما ، واستنتجوا ان نوعاً من الاتحاد الجيني قد حدث بين الخليتين يتمثل بإعادة الخلط (Recombination) .

تتم عملية الاقتران في البكتيريا وفق الآتي :

- 1 تتم عملية الاقتران بين خليتين الاولى هي الخلية المعطية ( Donor Cell ) و تحتوي عامل الخصوبة ( Fertility Factor ) المتمثل بجزيئات من ( DNA ) في سايتوبلازم الخلية المعطية كما تحوي الخلية زوائد يطلق عليها بالاهلاب ( اهلاب الاقتران او الاهلاب الجنسية ) وهي تبرز الى السطح وتصبح الخلية البكتيرية خلية ذكرية معطية ، اما الخلية الثانية فهي الخلية المستلمة ( Recieipient Cell ) وهذه لا تحتوي عادة على عامل الخصوبة ولا على اهلاب الاقتران وتكون بمثابة خلية انثوية .
  - 2 عند ملامسة هلب الاقتران سطح الخلية المستلمة يصبح جسر اقتران يعمل على تواصل بروتوبلازم الخليتين البكتيريتين .
  - 3 ينغرز عامل الخصوبة في كروموسوم الخلية المعطية ويصبح جزءاً منه .
  - 4 ينكسر احد شريطي كروموسوم الخلية المعطية في موقع معين ويبدأ بالحركة وانتقال جزء من كروموسوم الخلية البكتيرية المعطية الى الخلية المستلمة عبر جسر الاقتران وتبقى الخلية المعطية كما هي دون نقصان في مادتها الوراثية حيث يُتسمم الشريط الذي انفصل جزء منه نفسه في الخلية المعطية . والقطعة الكروموسومية المنتقلة الى الخلية المستلمة لانتزاع حجم الكروموسوم الموجود اصلاً وتحل محل جزء مساو لها . ان هذا النوع الخالص من التكاثر الجنسي غير اعتيادي كون الفرد الجديد لا يستلم مجموعة جينية كاملة من الخليتين الاصليتين .
- وبحصول الاقتران في البكتيريا ايضاً عندما ينتقل البلازميد ( plasmid ) او عامل الخصوبة ( قطعة دائرية صغيرة من DNA ) من الخلية المعطية الى المستلمة التي لا تحتوي البلازميد ويتم النقل عبر جسر الاقتران بين الخليتين وفي النهاية تصبح كلا الخليتين حاوية على عامل الخصوبة ( شكل 3 - 5 ) .



( شكل 3-5 ) . الاقتران البكتيري في بكتيريا القولون

### 3-6. التكاثر في الطليعيات (Reproduction in Protista)

تضم الطليعيات العديد من الكائنات الحية وحيدة الخلية وسوف ندرس التكاثر في الكلاميدوموناس (*Chlamydomonas*) واليوغلينا (*Euglena*) والبراميسيوم (*Paramecium*) كمثال للطليعيات .

#### 3-6-1. التكاثر في الكلاميدوموناس (Reproduction in Chlamydomonas)

الكلاميدوموناس كائن حي وحيد الخلية من الطحالب الخضراء ، وهو يعيش في البرك والمستنقعات والبحيرات . تتميز الخلية الخضرية لهذا الكائن بامتلاكها سوطين ، وتكون محاطة بجدار سيليلوزي سميك وتحتوي على بلاستيدة خضراء واحدة كوية الشكل يتكاثر الكلاميدوموناس تكاثراً لا جنسياً و جنسياً .

**أولاً : التكاثر اللاجنسي .**

تتم عملية التكاثر اللاجنسي من خلال تكوين اثنين الى ثمانية او ربما ستة عشر من الابواغ المتحركة سابحة (*Zoospores*) بعمليات انقسام تتم داخل الخلية ضمن الجدار السيليلوزي للخلية الاصلية تنطلق الابواغ حرة بعد تمزق الجدار الخلوي الاصيلي للخلية الام وتتمو الى خلايا خضرية مستقلة سابحة في الماء (شكل 3-6)

**ثانياً : التكاثر الجنسي .**

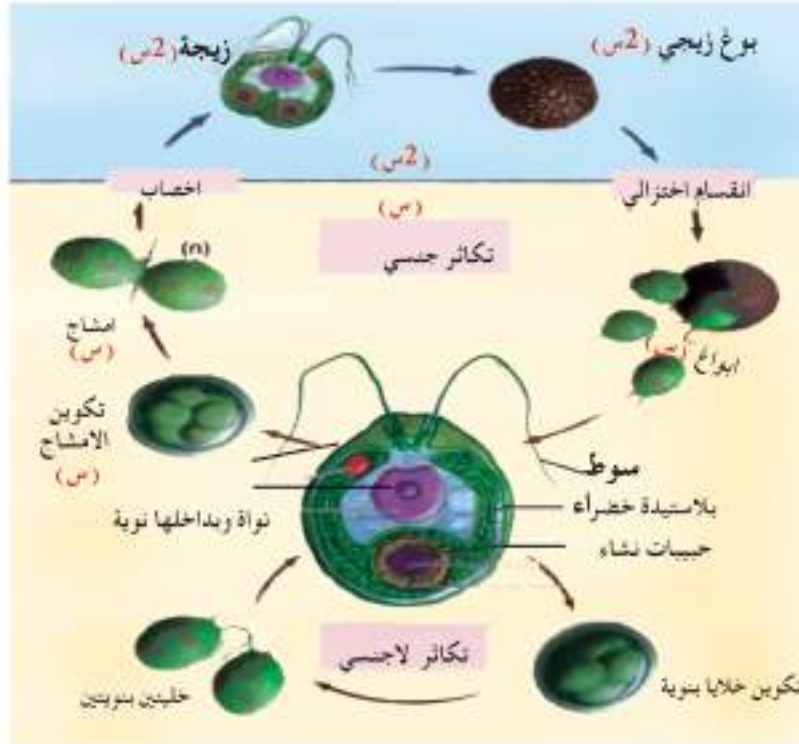
يتم التكاثر الجنسي في الكلاميدوموناس عادة عندما تكون ظروف المعيشة غير مناسبة وكالاتي :  
1 ينقسم الكلاميدوموناس الذي يكون احادي المجموعة الكروموسومية (س) اعتيادياً عدة انقسامات متتالية ليتكون (16-32) فرداً داخل جدار الخلية الاصيلي . وتكون الافراد الناتجة مشابهة للكلاميدوموناس الام ولكنها اصغر منه بكثير وتدعى بالامشاج المتشابهة (*Isogametes*) .

2 يتمزق الجدار الخلوي للخلية الام وتحرر الامشاج المتشابهة الى الماء ومن ثم تتحد مع امشاج اخرى ناتجة بنفس الطريقة من خلية كلاميدوموناس من سلالة اخرى .

3 يتكون نتيجة اتحاد الامشاج الزيجية ( زايكوت *Zygote*) ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س) وتكون رباعية الاسواط تسبح لفترة من الوقت في الماء ثم تفقد اسواطها وتحاط بجدار سيليلوزي سميك لكي تستطيع مقاومة الظروف البيئية غير المناسبة ويدعى عند ذلك بالبوغ الزيجي (*Zygospor*) .

4 يستعيد البوغ الزيجي نشاطه عند ملائمة الظروف البيئية ، ويعاني انقساماً اختزالياً لتتكون اربعة ابواغ احادية المجموعة الكرموسومية (س) .

5 ينشق الجدار المحيط فتتحور الابواغ الاربعة الجديدة المشابهة للخلية الام ، فتنمو وتسلك سلوك الكائن البالغ في فعالياته الحيوية ( شكل 3-6 ) .



شكل ( 3-6 ) . التكاثر في الكلاميدوموناس (للاطلاع) .

### 3-6-2 . التكاثر في البراميسيوم ( Reproduction in Paramecium ) .

البراميسيوم من الطليعبات الهدبية وهو ينتشر في البرك والمياه الراكدة المحتوية على النباتات المائية ، والمواد العضوية المتحللة .

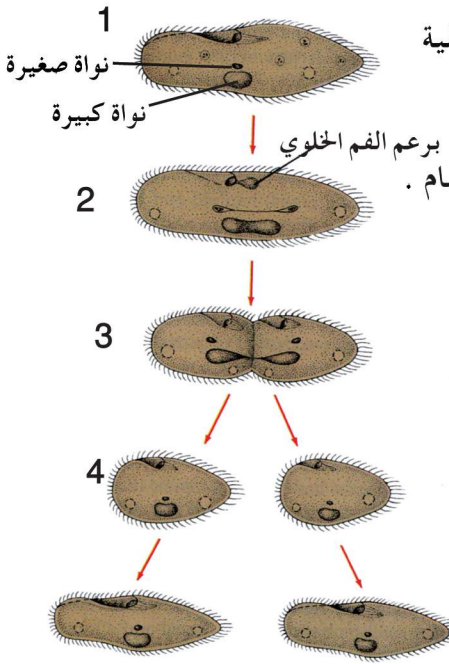
أولاً : التكاثر اللاجنسي .

يتكاثر البراميسيوم لاجتسياً بالانقسام الثنائي ( Binary Fission ) المستعرض وكالاتي ( شكل 3-7 ) :

1 يبدأ الانقسام بأنقسام النواة الصغيرة ( Micronucleus ) انقسام اعتيادياً .

2 مع انقسام النواة الصغيرة الى نواتين تتجه كل منهما الى طرف متضاد من اطراف البراميسيوم وفي نفس

الوقت تستطيل النواة الكبيرة ( Macronucleus ) ويظهر برعم الفم الخلوي ( Cytostome ) .



شكل (3-7) الانقسام او

الانشطار الثنائي في البراميسيوم

3 تنقسم النواة الكبيرة انقساماً مباشراً الى نواتين وتتجهان الى طرفي الخلية

(البراميسيوم) . يتكون اخدود فمي جديد وتظهر فجوتان

متقلصتان جديدتان كما يحصل تخصر في جسم البراميسيوم ليقود الى الانقسام .

4 ينقسم البراميسيوم الى براميسومين بنويين (جديدين) .

ثانياً : التكاثر الجنسي .

يتكاثر البراميسيوم جنسياً بطريقتي الاقتران

(Conjugation) والاختصاص الذاتي (Autogamy) .

(أ) الاقتران (Conjugation) .

تتم عملية الاقتران في البراميسيوم كالاتي (شكل 3-8) :

1 يتقابل فردان من النوع نفسه ولكنهما من سلالتين مختلفتين ويكون

تماسهما من الجهة التي يقع فيها الاخدود الفمي ويبقيان ملتصقين وقتاً قصيراً ، فيتكون عندها جسر بروتوبلازمي بينهما وهو وقتي لغرض عبور او تبادل مواد كروموسومية .

2 تبدأ النواة الصغيرة في الكائنين عملية الانقسام حيث تنقسم انقساماً اختزالياً

(Meiosis) ينتج عنه اربعة نوى يحوي كل منها نصف العدد الكامل للكروموسومات (س) .

3 تنحل وتختفي ثلاثة نوى منها والنواة الرابعة المتبقية تنقسم انقساماً اعتيادياً غير

متساوياً الى نواتين اوليتين يحوي كل منهما نصف العدد الكامل للكروموسومات (س)

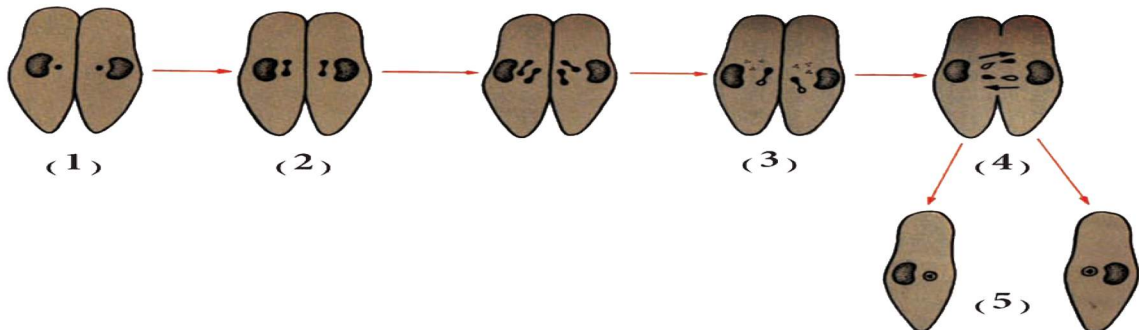
تتماثلان بنواة اولية ذكرية واخرى انثوية .

4 تتبادل الانوية الذكرية في الكائنين المقترنين وتتحد مع الانوية الانثوية لتتكون النواة المندمجة

التي تحوي العدد الكامل من الكروموسومات (2س) .

5 ينفصل الفردان المقترنان ، وينقسم كل منهما انقسامين اعتيادين ليتكون من كل منهما

اربع براميسومات بنوية (جديدة) .



شكل (3-8) الاقتران في البراميسيوم .

### ( ب ) الاحصاب الذاتي ( Self-fertilization or Autogamy ) .

تشبه عملية الاحصاب الذاتي الاقتران المذكور اعلاه ، فيما عدا عدم حصول عملية تبادل للانوية ، حيث ان النواتين الصغيرتين الاوليتين اللتان تحتويان نصف العدد الكامل من الكروموسومات تتحدان لتكونا معاً نواة مندمجة متماثلة ( Synkaryion ) اي تكون متماثلة بالعوامل الوراثية ( Homozygous ) وليست متباينة العوامل الوراثية ( Heterozygous ) ، كما هو الحال في الاقتران .

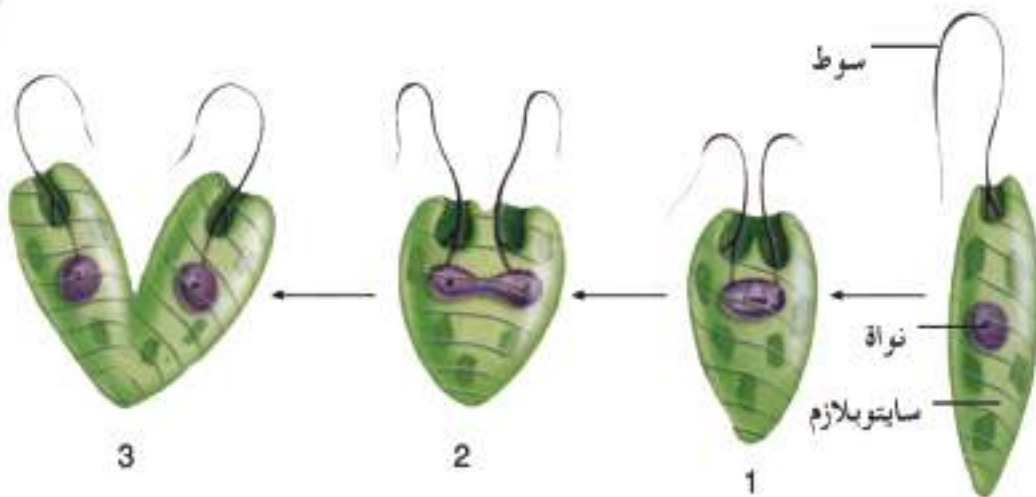
### 3-6-3 . التكاثر في اليوجلينا ( Reproduction in Euglena ) .

اليوجلينا من الطليعيات السوطية ( ذات اسواط ) تتواجد في البرك ومجاري المياه العذبة التي تتوافر فيها النباتات . توجد اليوجلينا في حالة حرة او متكيسة في حالة الظروف غير الملائمة .  
تتكاثر اليوجلينا بالانقسام الثنائي الطولي ويحصل هذا الانقسام في الطور حر السباحة وفي الطور المكيس وكالاتي :

1 تنقسم النواة انقساماً خيطياً اعتيادياً ، ويتكون سوط اضافي .

2 ينقسم السايروبلازم طولياً وبشكل تدريجي لحين انفصال القسمين بالكامل ليتكون فردان جديان

( شكل 3-9 ) . والتكاثر الجنسي غير معروف في اليوجلينا .



شكل ( 3-9 ) . الانقسام او الانشطار الطولي في اليوجلينا .

يضم عالم او مملكة الفطريات اكثر من مائة الف نوعاً ويعتقد ان هناك عدد مماثل لم يشخص بعد وكانت الفطريات سابقاً تعتبر من الاشكال النباتية حيث تتشابه مع النباتات في مميزات التكاثرية وطرق نموها وكيميائها الحياتية ، الا انه وجد فيما بعد انها تختلف عن النباتات في الكثير من النواحي ، حيث تفتقد الفطريات صبغات البناء الضوئي وهي بذلك غير ذاتية التغذية كما ان استراتيجياتها الغذائية تختلف عن استراتيجيات النباتات .

سندرس التكاثر في عفن الخبز الاسود كنموذج للتكاثر في الفطريات .

التكاثر في عفن الخبز الاسود (Reproduction in Black Bread Mold) .

ينتمي عفن الخبز الاسود الى الفطريات اللاقحية (Zygomycota) التي تضم حوالي 1050 نوع من الفطريات وتتم عملية التكاثر اللاجنسي والجنسي في عفن الخبز الاسود شكل (3-10) كالاتي :

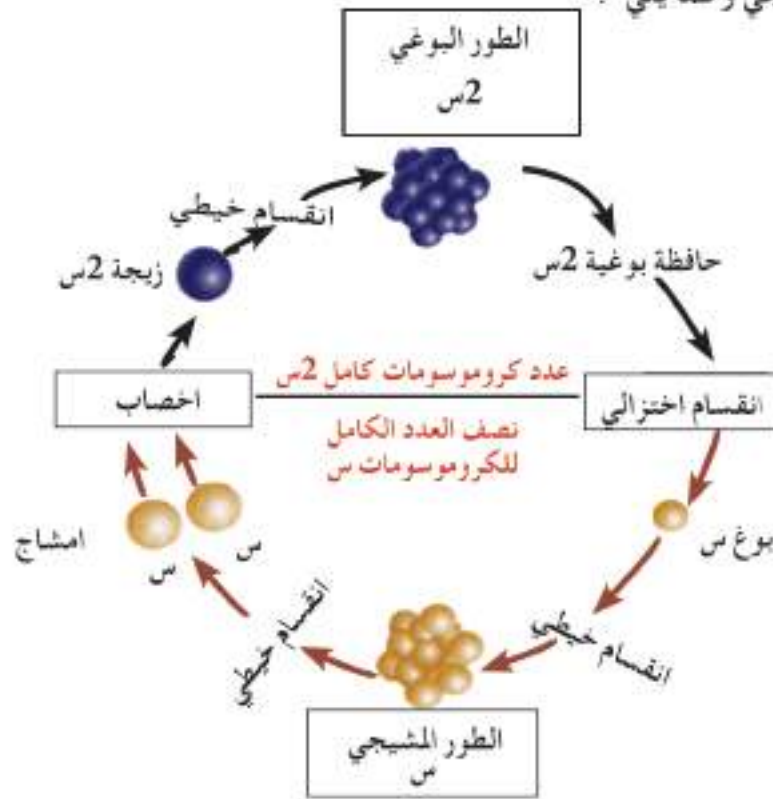
- 1 يحصل تماس واندماج بين الخيوط الفطرية او الهيايفات (Hyphae) التي تحتوي نوى مختلفة موجبة واخرى سالبة ، يتبعه اندماج سايتوبلازمي .
- 2 تتكون خلية الامشاج (Gametangium) المحتوية على النوى السالبة والموجبة في نهاية كل هايفة ثم يحصل اندماج نووي (اندماج للنواتين) .
- 3 تندمج الخلايا المشيجية ، وزوج الانوية ثم تلتحم لتكون الزيجة او الزايكوت (Zygote) .



تنضج في مملكة النباتات ظاهرة تعاقب الاجيال ( Alternation of Generations ) ( شكل 3-11 )

وهي ظاهرة واضحة في تكاثر النباتات ، وتعني ان دورة حياة النبات الكاملة تمر في طورين هما الطور

البوغي والطور المشيجي وكما يلي :



شكل ( 3-11 ) . تعاقب الاجيال في تكاثر النبات .

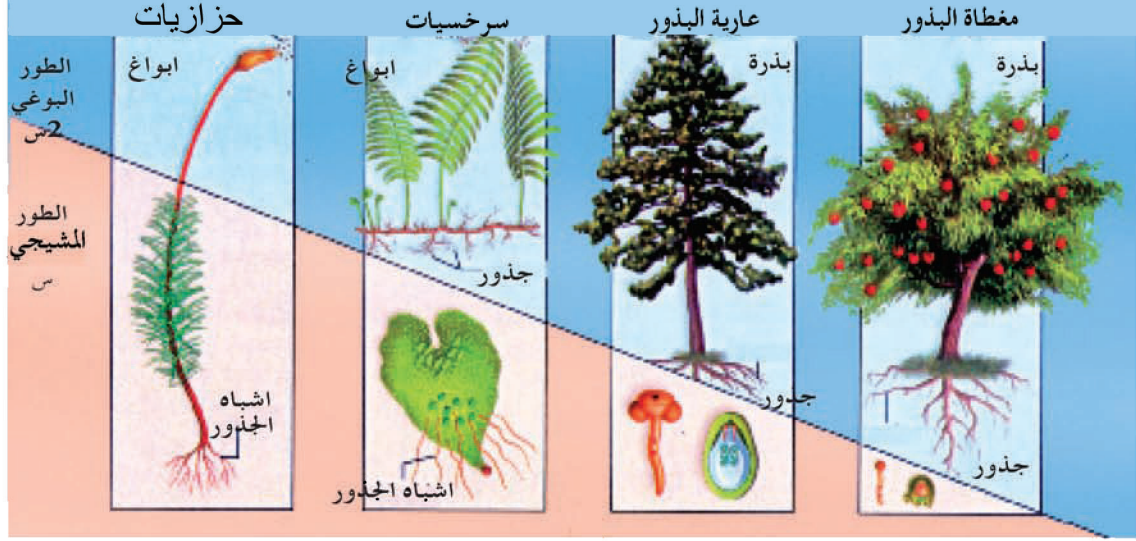
### ( 1 ) الطور البوغي ( Sporophyte ) :

وهو الطور اللاجنسي الذي تنتج فيه الابواغ وتكون خلاياه ذات عدد كروموسومي كامل ( 2س ) وعندما ينضج هذا الطور تعاني بعض خلاياه وهي الخلايا الام للابواغ عملية انقسام اختزالي وتكون نتيجة هذا الانقسام ابواغ ذات نصف العدد الكامل من الكروموسومات ( س ) ، وهذه الابواغ هي التي تحدد بدء الطور المشيجي ( Gametophyte ) .

### ( 2 ) الطور المشيجي ( Gametophyte ) :

وهو الطور الجنسي وتنتج فيه الامشاج . وبعد الاخصاب الذي يتم بين الامشاج الذكرية والانثوية يبدأ الطور البوغي وهكذا تتعاقب الاجيال . ولا بد من الاشارة الى انه كلما تقدمنا في سلم تطور النبات نجد ان حجم الطور المشيجي يظهر اختزالاً ويصل قمة الاختزال في النباتات الزهرية .

( شكل 3-12 ) .



شكل (3-12) الاختزال في حجم الطور المشيجي (للاطلاع) .

ان حجم الطور المشيجي يختزل ويزداد حجم الطور البوغي في النباتات الارضية الموجودة حالياً وهذا حصل لكون النباتات اصبحت متكيفة للحياة على الارض وكلما زاد التكيف للحياة على الارض حصلت زيادة في حجم الطور البوغي من النبات يقابله نقصان في حجم الطور المشيجي اي يختزل .

سندرس في تكاثر النبات ثلاثة امثلة الاول للتكاثر في الحزازيات (Mosses) والثاني للتكاثر في السرخسيات (Ferns) والثالث في نبات زهري .

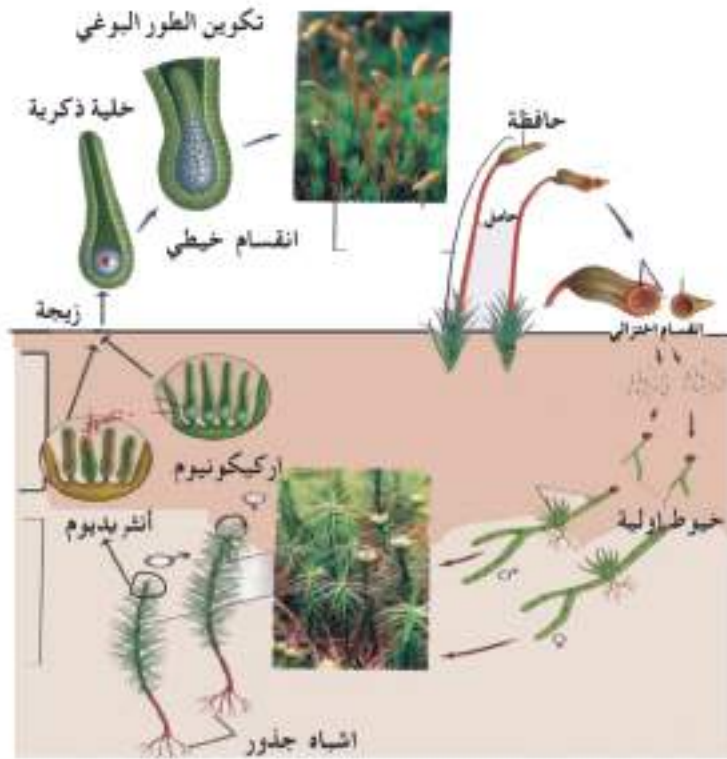
### (1) التكاثر في الحزازيات مثالها (بوليتراكم) (Reproduction in Polytrichum)

التكاثر بالطورين البوغي والمشيجي في البوليتراكم وهو من الحزازيات التي تمثل اكبر شعب النباتات اللاوعائية وتضم اكثر من (15000) نوعاً كالاتي (شكل 3-13) :  
 في الطور المشيجي الناضج يحمل الساق الورقي اما انثريديا (Antheridia) وهي حافظة مشيجية ذكرية او اركيكونيا (Archegonia) وهي حافظة مشيجية انثوية وكلاهما يحمل امشاج .

تخرج الامشاج الذكرية من الحافظة المشيجية الذكرية الى الخارج سابحة في الماء لتصل الى الحافظة المشيجية الانثوية ( اركيكونيوم ) وتحصل عملية الاخصاب باندماج النواة الذكرية مع الانثوية .

بعد عملية الاخصاب تتكون الزيجة او الزيكونوت ويتكون الطور البوغي داخل الحافظة المشيجية الانثوية ( اركيكونيوم ) .

- د- يكتمل النسيج البوغي وله حامل وحافظة عليها هي حافظة الابواغ (Sporangium) وفيها تحصل عملية انقسام اختزالي وتنتج الابواغ (Spores) التي تكون ذات نصف عدد الكروموسومات الكامل (س) .
- هـ- تتحرر الابواغ بعد ان يفتح غطاءها بفعل الرياح ثم تنتشر الابواغ مع تيار الرياح .
- و- تنبت الابواغ الى خيوط اولية (Protonema) ذكورية او انثوية وهذه تمثل اول مرحلة من مراحل الطور المشيجي الذكري او الانثوي .



شكل (3-13) . التكاثر في الخزازيات ( تكاثر بوليتراكم ) ( للاطلاع ) .

## (2) التكاثر في السرخسيات (Reproduction in Ferns)

يتم التكاثر في السرخسيات وهي من النباتات الوعائية عديدة البذور وتضم اكثر من (1150)

نوعاً بالطورين البوغي والمشيجي ( شكل 3 - 14 ) كالآتي :

- أ- الطور البوغي (Sporophyte) هو الطور السائد في السرخسيات . والحافظة البوغية تتخذ موقعاً على السطح السفلي للاوراق .
- ب- تكون الابواغ داخل الحافظة البوغية ذات نصف العدد الكامل من الكروموسومات (س) كونها ناتجة من انقسام اختزالي وتتحور الابواغ عندما تفتح الحافظة البوغية .

ج- تنمو الابواغ الى طور مشيجي ممثلاً بالثالوس الاولي (Prothalus) الذي يعرف بأنه تركيب قلبي الشكل اخضر اللون يحمل اركيكونيوم (Archegonium) وهي الحافظة المشيجية الانثوية والانثريديوم (Antheridium) وهي الحافظة المشيجية الذكرية وينمو من طرفه المدبب اشباه الجذور .

د- يحصل الاخصاب بوجود الرطوبة حيث تسبح التطف في الماء لتصل الى البيضة ضمن الاركيكونيوم .

هـ- يتكون الزايكوت نتيجة عملية الاخصاب ، وهو يتكون داخل الاركيكونيوم وتظهر اول ورقة فوق الثالوس الاولي ويتكون الجذر تحته ، وعندئذ يصبح الطور البوغي مرئي .



شكل (3 - 14) . التكاثر في السرخسيات ( البوليبيوديوم ) (للاطلاع) .

### (3) التكاثر في النباتات الزهرية (Reproduction in Flowering Plants) .

تمثل الزهرة عضو التكاثر في النباتات الزهرية حيث ان استمرار ابقاء النباتات يعتمد على الفعالية التكاثرية للازهار والزهرة عبارة عن غصن متخصص يحمل اوراقاً محورة ومتخصصة للقيام بعملية التكاثر الجنسي وتكوين الثمار والبذور ، للزهرة اجزاء ترتبط مباشرة بعملية التكاثر (اساسية) واخرى يكون ارتباطها غير مباشر (غير اساسية) تنشأ الازهار من البراعم اسوة بالفروع الخضرية الا انها تختلف عنها في عدم استطالة سلامياتها ، ولذلك نجد الاعضاء الزهرية تبدو متقاربة معاً وليست مفصولة بسلاميات واضحة على المحور الزهري .

تتألف الزهرة من أربعة اجزاء ( شكل 3 - 15 ) هي :



شكل ( 3 - 15 ) . تركيب الزهرة .

### ( 1 ) الاوراق الكاسية ( Sepals ) :

تسمى بمجموعها الكاس ( **Calyx** ) ، وهي تحمي برعم الزهرة قبل انفتاحه . وتكون الاوراق الكاسية في الغالب خضراء اللون الا انها قد تكون ملونة احيانا ، وتبقى متصلة بالتخت .

### ( 2 ) الاوراق التويجية ( Petals ) :

تسمى بمجموعها التويج ( **Corolla** ) ، وتكون متباينة بدرجة كبيرة في حجمها وشكلها ولونها باختلاف النباتات . عدد الاوراق التويجية في الغالب يكون بنفس عدد الاوراق الكاسية او مضاعفاتها فعلى سبيل المثال نجد ان لزهرة السوسن ( **Iris** ) ثلاثة اوراق كاسية وثلاثة تويجية في حين يكون عدد الاوراق التويجية في الورد مضاعف لعدد الاوراق الكاسية . وتتلخص اهميتها في كونها جاذبة للحشرات التي تعمل على تلقيح النباتات . وكلا الاوراق الكاسية والتويجية ليس لها دور مباشر في عملية التكاثر الجنسي وتكوين البذور .

### (3) الاسدية (Stamens) :

تمثل الاجزاء الذكورية في الزهرة وتتكون من جزءين هما : المتك (Anther) وهو عبارة عن تركيب كيسي اسطواني او بيضوي الشكل توجد داخله حبوب اللقاح ، والجزء الثاني هو الحامل الاسطواني الرفيع او الخيط (Filament) الذي يحمل المتك .  
الاسدية غالباً ماتكون سائبة ، الا انها قد تكون ملتحمة الخيوط او ملتحمة المتوك ، وعدد الاسدية متباين ضمن الانواع المختلفة من النباتات .

### (4) المدقة (Pistil) :

تمثل الاجزاء الانثوية في الزهرة وتتألف من ثلاثة اجزاء هي :

#### (أ) المبيض (Ovary) :

هو جزء المدقة القاعدي الذي يتمثل بتركيب منتفخ تتكون بداخله البويضات (Ovules) المرتبطة بجدار المبيض عن طريق عنق قصير يسمى بالحبل السري (Funiculus) .

#### (ب) القلم (Style) :

يتمثل بتركيب اسطواني رفيع ومجوف عادة يربط المبيض بالجزء العلوي الذي يدعى الميسم .

#### (ج) الميسم (Stigma) :

يمثل الجزء النهائي او القمي من المدقة ويكون منتفخاً قليلاً وفي اغلب الاحيان يكون ذو اهداب او خشن الملمس واحياناً مغطى بسائل لزج لتسهيل عملية التصاق حبوب اللقاح عليه ولا بد من الاشارة الى ان الاجزاء الزهرية المشار اليها في اعلاه لا تنتمثل في جميع النباتات الزهرية فهناك اختلاف في ازهار النباتات ذوات الفلقة الواحدة عن تلك من ذوات الفلقتين فضلاً عن وجود تباينات ضمن المجموعة الواحدة فيما يخص تركيب الزهرة والجدولين (1-3 ، 2-3) يوضحان بعض اوجه التباين المشار اليها في اعلاه .  
جدول (1-3) . مقارنة بين نباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين .

نبات ذو فلقتين	نبات ذو فلقة واحدة
ذو ورقتين جنينيتين	- ذو ورقة جنينية واحدة
اجزاء الزهرة رباعية او خماسية او مضاعفات الاربعة او الخمسة	- اجزاء الزهرة ثلاثية او مضاعفات الثلاثة
حبة اللقاح ذات ثلاثة ثقوب	- حبة اللقاح ذات ثقب واحد
عشبية او خشبية	- غالباً عشبية
تعرق الاوراق شبكي	- تعرق الاوراق متوازي
الجذر وتدي	- الجذر ليفي

جدول ( 3-2 ) بعض المصطلحات الزهرية التي تظهر التباين في الأزهار.

الزهرة	الصفة
توجد في الزهرة جميع الأجزاء الأربعة (الكاس والتويج والاسدية والمدقة) .	زهرة كاملة ( Complete ) .
تفتقد جزء واحد أو أكثر من أجزاء الزهرة الأربعة	زهرة غير كاملة ( Incomplete ) .
تمتلك اسدية ومدقة .	زهرة تامة ( Perfect ) ويطلق عليها أيضاً زهرة خنثية ( Hermaphrodite ) أو ثنائية الجنس ( Dioecious ) .
تمتلك اسدية وحدها أو مدقة وحدها وليس الأثنين معاً	زهرة غير تامة ( Imperfect ) أو أحادية الجنس ( Monoecious ) .
ليس لها اسدية ومدقة .	زهرة عقيمة ( Sterile ) .
الأزهار بشكل حزم .	انتظام الأزهار ( Inflorescence ) .
تظهر الأزهار بشكل زهرة واحدة (مفردة) ولكنها تتكون من مجموعة من الأزهار الصغيرة .	زهرة مركبة ( Composite )

وفيما يأتي ايجاز لعملية التكاثر في نبات زهري من خلال التعرف على دورة حياة النبات ( شكل 3-16 ) :

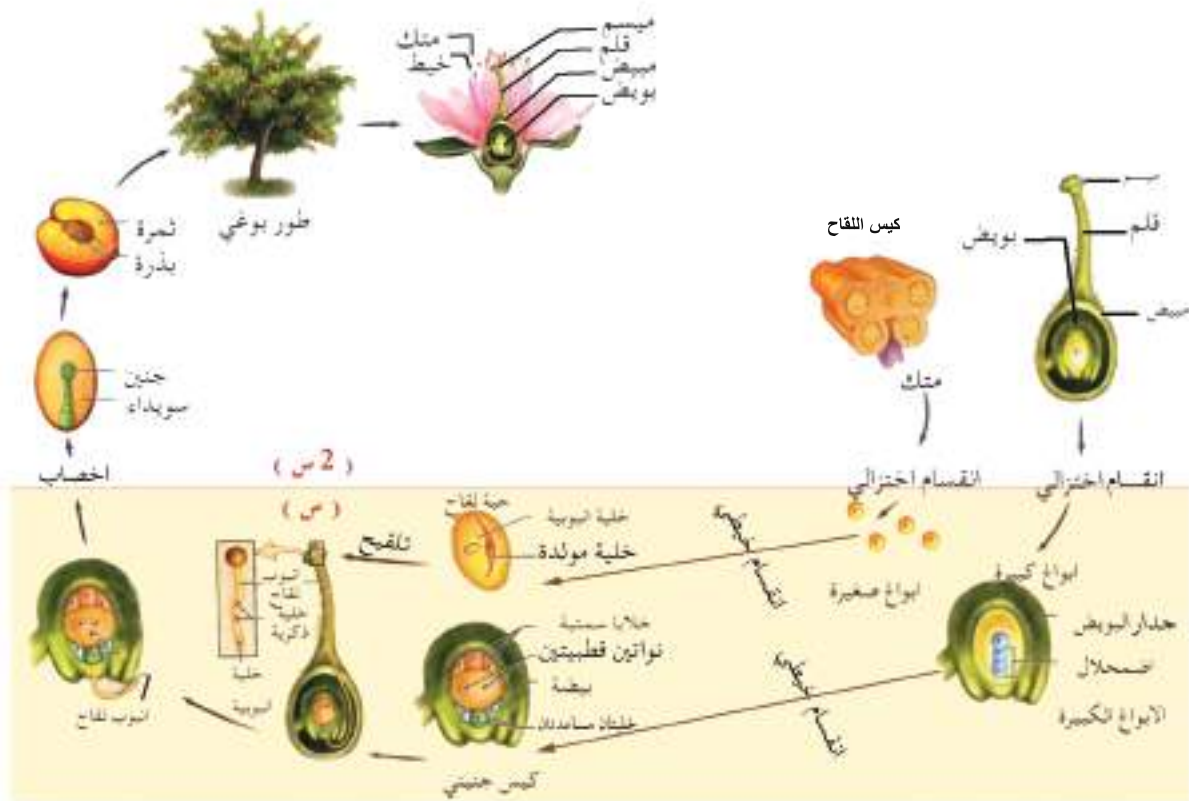
ولاً: تكوين حبوب اللقاح والبويضات

( 1 ) المتك وتكوين حبوب اللقاح .

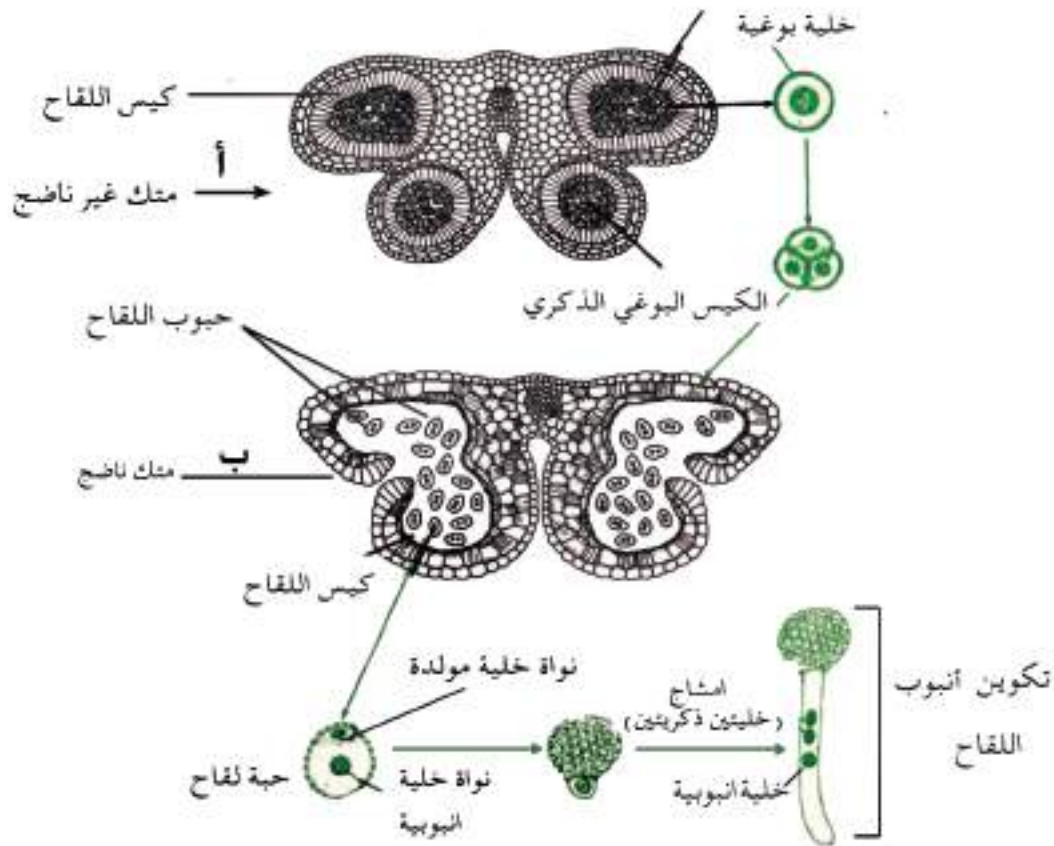
يتألف المتك من فصين متطاولين يربط بينهما نسيج حشوي يمتد من قاعدة المتك حتى قمته ويحيط النسيج الرابط بحزمة وعائية . يتألف كل فص من فصوص المتك من ردهتين يطلق على كل منهما بكيس اللقاح ( Pollen Sac ) أو حافظة الأبراغ الصغيرة ( Microsporangium ) . تحتوي أكياس اللقاح على حبوب اللقاح ( Pollen Grains ) ، وعند نضج المتك تنحل خلايا

النسيج الرابط التي تفصل بين ردهتي الفص الواحد. وتصبح ردهة واحدة مفتوحة الى الخارج عن طريق شق طولي خارجي (شكل 3-16) وبذلك تصبح حبوب اللقاح معدة للانتشار الى الخارج تحتوي اكياس اللقاح في البداية على الخلايا الام للابواغ الصغيرة والتي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س) ، وتمر الخلايا الام للابواغ الصغيرة بعملية انقسام اختزالي ينتج عنه اربعة ابواغ صغيرة (Microspores) والتي تكون احادية المجموعة الكروموسومية (س) (شكل 3-17) تنفصل الابواغ الصغيرة الاربعة بعضها عن بعض وتتخذ شكلاً مميزاً حسب نوع النبات .

تنقسم نواة البوغ الصغيرة انقساماً اعتيادياً وتحاط كل من النواتين الناتجتين بالسيتوبلازم مكونة خلية انبوبية (Tube Cell) و خلية مولدة (Generative Cell) يطلق عليها في هذه المرحلة حبة اللقاح وهي تمثل الطور المشيجي الذكري غير الناضج (شكل 3-17) . تنتشر حبوب اللقاح من المتك الى الخارج بأعداد تقدر بالمئات من كل متك . وتكون حبة اللقاح محاطة بجدار سميك ذي اشواك او اهداب او يكون خشناً ويتخذ اشكالاً مختلفة حسب نوع النبات ويحوي عدداً من المناطق الرقيقة تدعى ثغوب الانبات .



شكل (3-16) . دورة حياة نبات زهري وتتضح من خلاله مراحل تكوين حبوب اللقاح والبويضات (للاطلاع) .



شكل (3 - 17) . تركيب المتك في نبات زهري ( للاطلاع ) .

## (2) المبيض وتكوين البويضات

تتألف المدقة بضمنها المبيض من ورقة كربلية ملتصقة واحدة أو أكثر وتمثل هذه الورقة أو الأوراق الكربلية أوراق الابواغ الكبيرة ( **Megasporophylls** ) ، في حين تمثل البويضات المرتبطة بجدار المبيض حواظ الابواغ الكبيرة ( **Megasporangia** ) .

يبدأ نمو البويض بشكل تنوء صغير يدعى الجوزاء ( **Nucellus** ) متصل بجدار المبيض عن طريق الحبل السري ، ويكون محاطاً بغلاف أو غلافين من خلايا حشوية تدعى اغلفة البويض ، وتنمو هذه الاغلفة من قاعدة الجوزاء وتحيط احاطة تامة بالبويض باستثناء منطقة القمة حيث تترك فتحة صغيرة جداً تدعى فتحة النقيير ( **Micropyle** ) . تنولد داخل الجوزاء خلية معقدة تعرف بالخلية الام للابواغ الكبيرة ( **Megaspore Mother** ) ، وهي تمر بانقسام اختزالي لتكوين اربعة ابواغ كبيرة ( **Megaspores** ) احادية المجموعة الكروموسومية ( **س** ) مرتبة في صف واحد .

تضمحل ثلاثة ابواغ كبيرة ويبقى الرابع ليكون بوغاً فعالاً كبيراً ، وهو يمثل الطور المشيجي الانثوي غير الناضح وهو يسمى في حالة مغطاة البذور بالكيس الجنيني ( **Embryo Sac** ) ، ويزداد في الحجم بزيادة الكتلة الساييتوبلازمية والنواة ، بحيث يحتل الجزء الأكبر من البويض .

— تعاني نواة الكيس الجنيني ثلاثة انقسامات اعتيادية متتالية ينتج عنها ثمان نوى داخل الكيس الجنيني ، تنتظم ثلاث نوى بالطرف القريب من النقيير وثلاث في الطرف المقابل من الكيس الجنيني وتبقى اثنتان في المركز .

— تحاط نوى الطرف النقييري الثلاث بأغشية خلوية مكونة خلايا تمثل الوسطى منها خلية البيضة (Egg Cell) والنواتان الجانبيتان تصبجان خليتين مساعدتين (Synergid Cells) .

— اما نوى الطرف المقابل للطرف النقييري ضمن الكيس الجنيني فهي الاخرى تحاط بأغشية خلوية وتكون

خلايا سميّة (Antipodals) . وتكون النواتان المركزيتان نواتين قطبيتين (Polar Nuclei) .

ويمثل الكيس الجنيني في هذه الحالة الطور المشيجي الانثوي الناضج (Mature Female Gametophyte)

(شكل 3 - 16) .

— وبعد وصول الطور المشيجي الانثوي مرحلة النضوج يصبح البويض الناضج مكوناً من الكيس الجنيني الناضج والجوزاء المحيطة به والاعلفة والحبل السري وهو في الغالب يبدو منحنيّاً الى الاسفل بالشكل الذي يكون فيه النقيير مجاوراً للحبل السري، وربما يتخذ اوضاعاً اخرى .

### (3) التلقيح (Pollination) .

يعرف التلقيح بأنه عملية انتقال حبوب اللقاح من المتك الى الميسم للنوع نفسه من النبات وتحصل نتيجة هذا الانتقال عملية الاخصاب (Fertilization) ، وعليه فإن التلقيح يعد واحداً من العمليات المؤدية الى تكوين البذور .

وهناك نوعين من التلقيح هما :

1 التلقيح الذاتي (Self Pollination) .

2 التلقيح الخلطي (Cross Pollination) .

#### 1 . التلقيح الذاتي (Self Pollination) .

يتم التلقيح الذاتي بانتقال حبوب اللقاح من متك زهرة الى ميسم الزهرة نفسها او الى ميسم زهرة اخرى للنبات نفسه ، ويحصل مثل هذا النوع من التلقيح في العديد من النباتات مثل الحنطة والشعير والرز والقطن والفاصوليا والبزاليا واشجار الحمضيات وغيرها .

#### 2 . التلقيح الخلطي (Cross Pollination) .

يتم هذا النوع من التلقيح بانتقال حبوب اللقاح من متك زهرة الى ميسم زهرة اخرى لنبات اخر من النوع نفسه وربما الى انواع اخرى تنتمي الى نفس الجنس . يحدث التلقيح الخلطي في العديد من النباتات وهو اكثر اهمية من التلقيح الذاتي حيث تكون الثمار والبذور الناتجة اكبر حجماً وأكثر عدداً وأسرع نمواً من تلك الناتجة من التلقيح الذاتي في الكثير من الاحيان .

لهذا ينصح المزارعون باقامة خلايا النحل في البساتين او قريباً منها لضمان حدوث التلقيح الخلطي للازهار وبالتالي الحصول على ناتج وفير وذو نوعية جيدة .

يعد النحل اكثر الحشرات تلقيحاً في النباتات حيث يقدر بعض الاقتصاديين عوائد تلقيح النحل بمبالغ هائلة ( اكثر من مائتي مليار دولار ) على مستوى العالم سنوياً . ولكن النحل ليس الوحيد الذي يؤدي وظيفة التلقيح في النباتات فهناك الكثير من الحشرات مثل الزنابير والخنفس والفراشات وغيرها، كما تقوم بعض الفقريات ايضاً بعملية التلقيح كما هو الحال في بعض الطيور وغيرها .

لا بد من الاشارة الى الرياح والمياه هي الاخرى تلعب دوراً في عملية انتقال حبوب اللقاح وبالتالي التلقيح وقد يقوم الانسان بذلك كما في النخيل .

#### (4) تكوين أنبوب اللقاح ( Development of Pollen Tube ) .

تتمحبة اللقاح بعد سقوطها على الميسم فتكون انبوباً ذو قطر ضيق يعرف بأنبوب اللقاح ( Pollen Tube ) وتنتج حبة اللقاح عادة انبوباً لقاحياً واحداً .

ينمو انبوب اللقاح ويخترق الميسم والقلم حتى يصل الى المبيض الذي يحوي البويضات ، ولا بد من الاشارة الى انه بالرغم من سقوط عدة حبوب لقاح على الميسم مكونة عدة انابيب لقاح الا ان واحداً فقط يدخل البويض الواحد يستمر انبوب اللقاح بالنمو وتخضع الخلية المولدة فيه الى عملية انقسام اعتيادي واحد لتنتج خليتين ذكريتين ( Sperm Cells ) ، وبذا سيحتوي انبوب اللقاح على خلية انبوبية وخليتين ذكريتين . ويمثل انبوب اللقاح في هذه الحالة الطور المشيجي الذكري الناضج ( شكل 3 - 16 ) ، الذي يكون مهيباً لعملية الاخصاب .

#### (5) الاخصاب وتكوين الجنين ( Fertilization and Embryo Development ) .

مع وصول انبوب اللقاح الى البويض فإنه يخترق فتحة النقيير ويدخل الى الجوزاء ثم الى الكيس الجنيني ويفرغ محتوياته فيه ، وعندها تتحد احدى الخليتين الذكريتين مع خلية البيضة مكونة بيضة مخصبة او زيجة ( Zygote ) والتي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية ( 2س ) ( شكل 3 - 16 ) تتجه الخلية الذكرية الثانية نحو النواتين القطبيتين وتتحد نواتها مع هاتين النواتين مكونة نواة السويداء ( Endosperm Nucleus ) ، وبهذا تصبح هذه النواة ثلاثية المجموعة الكروموسومية ( 3س ) ( شكل 3 - 16 ) . يطلق على عمليتي الاتحاد المشار اليهما في اعلاه ( اتحاد احدى نواتي الخليتين الذكريتين بنواة البيضة واتحاد نواة الخلية الذكرية الثانية بالنواتين القطبيتين ) بعملية الاخصاب المزدوج ( Double Fertilization ) ، الذي يمثل احد سمات ومميزات النباتات الزهرية بعد اكتمال عملية الاخصاب تنحل الخلايا السمتية الثلاث والخليتان المساعدتان والخلية الانبوبية . وتبدأ البيضة المخصبة بالانقسام الاعتيادي والنمو والتمايز لتكوين الجنين .

اما نواة السويداء فتخضع لعدة انقسامات اعتيادية مكونة نسيج السويداء الخازن للمواد الغذائية التي يعتمد عليها الجنين اثناء نموه، ويمكن تلخيص مراحل تكوين الجنين في نبات من ذوات الفلقتين كالآتي (شكل 3 - 18) .

### (أ) مرحلة تكوين الزيجة (Zygote Stage) .

يحصل في هذه المرحلة اخصاب مزدوج ينتج عنه تكوين الزيجة والسويداء .

### (ب) مرحلة الجنين الاولي (Proembryo Stage) .

يكون الجنين الاولي متعدد الخلايا وجزئه القاعدي او الرظيفي يكون معطلاً وظيفياً (معلق) .

### (ج) مرحلة التكور (الكرة) (Globular Stage) .

يظهر الجنين في هذه المرحلة بشكل كرة صغيرة .

### (د) مرحلة القلب (Heart Stage) .

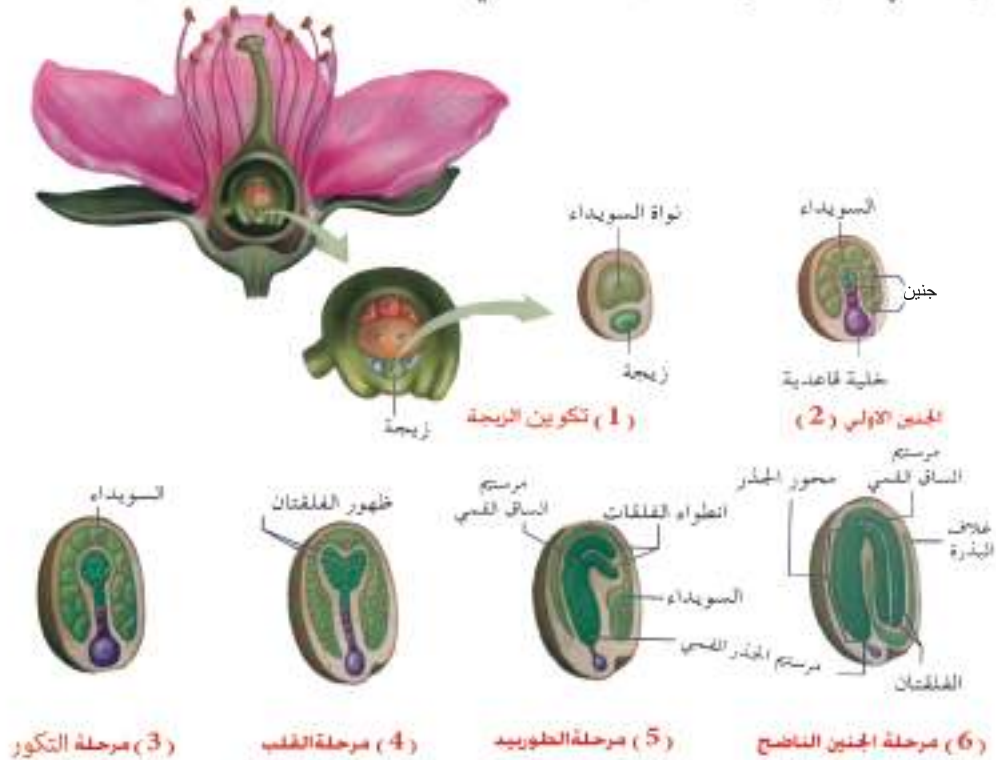
يكون الجنين بشكل القلب وتظهر الفلقتان .

### (هـ) مرحلة الطوربيد (Torpedo Stage) .

يكون الجنين بشكل الطوربيد (اقرب من الشكل الاسطواني) ، وتتكون الفلقتان بشكل واضح

### (و) مرحلة الجنين الناضج (Mature Embryo Stage) .

ينضج الجنين حيث يأخذ بالنمو والتمايز الى جنين حقيقي مكون من محور جنيني يتكون من الرويشة والجذير والسويق الفلقي الذي يحمل فلقتين (فلقة واحدة في نباتات ذوات الفلقة الواحدة) .

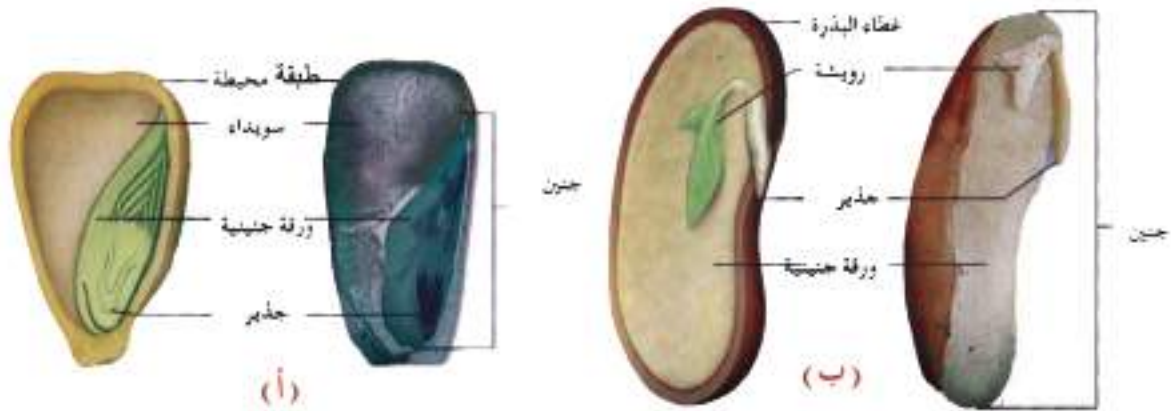


شكل (3 - 18) . التكوين الجنيني لنبات من ذوات الفلقتين .

## (6) تكوين البذرة (Seed Formation)

يبدأ تكوين البذرة بعد عملية الإخصاب مباشرة حيث تنقسم نواة السويداء لتكوين نسيج السويداء ، ويملئ ذلك نمو غلاف أو غلافي البويض وتحوله إلى غلاف البذرة الذي يعرف بالقشرة (Testa) (شكل 3 - 19) .  
وتكون البذرة عند النضج مكونة من جنين وغلاف بذرة كما في معظم بذور النباتات ذوات الفلقتين كالباقلاء والفاصوليا وغيرها .

ولكن هناك أنواع من النباتات مثل الحنطة والخرع والذرة لا يستخدم الجنين فيها السويداء إلا بعد زرع تلك البذور وبدئها بامتصاص الماء ، ولهذا فإن البذور الناضجة بهذه الطريقة تتكون من جنين واحيائاً سويداء فضلاً عن غلاف البذرة الواقي الذي يتكون من طبقة واحدة أو أكثر .



شكل (3 - 19) . تركيب البذور (أ) ذوات الفلقة الواحدة . (ب) ذوات الفلقتين .

## (7) تكوين الثمرة (Fruit Formation)

يبدأ تكوين الثمرة عادةً بنمو وتضخم جدار المبيض ، ويكون ذلك مصاحباً لنمو البذرة داخل المبيض ، إذ تعد عملية الإخصاب بمثابة حافز يسبب اتساع وتضخم المبيض وقد يتعدى التحفيز أجزاء أخرى من الزهرة كالتخت كما هو الحال في التفاح وأغلفة الزهرة كما في التوت وتسمى مثل هذه الثمار بالثمار الكاذبة . يحتاج نمو المبيض وتحوله إلى ثمرة كمية كبيرة من الغذاء إذ تنتقل المواد الغذائية كالسكريات والأحماض الأمينية بسرعة إلى جدار المبيض من خلال الأنسجة الوعائية التي تربط أجزاء الزهرة بالساق .

وعند وصولها تتحول إلى مواد غذائية غير ذائبة كالنشويات والسكريات المعقدة والبروتينات والزيوت . إن زيادة المواد السكرية في الثمار الناضجة يؤدي إلى حلاوة العديد منها ، مثل العنب والتفاح والموز وغيرها ، وقد تتحول المواد السكرية إلى نشاء عند النضج كما في

الذرة والحنطة والرز . وقد تتراكم الزيوت في الثمار بكميات كبيرة كما في الزيتون ، وفي ثمار اخرى يتجمع الماء كما هو الحال في الثمار العصيرية واللحمية مثل الرقي والبطيخ والطماطة . وهناك ثمار ينخفض المحتوى المائي فيها بدرجة كبيرة عند وصولها لمرحلة النضج وتصل الى درجة كبيرة من نسبة الجفاف كما هو الحال في ثمار البندق والجوز . وعادة يصاحب التغيرات التي تطرأ على الثمار تغيير في الصبغات النباتية فمثلاً يختفي الكلوروفيل وتحل محله الصبغات الكاروتينية عند نضج الثمار كما هو الحال في ثمار الطماطة او قد تتراكم صبغة الانثوسيانين البنفسجية بأستمرار نضج الثمار كما في العنب الاسود والاجاص (شكل 3 - 20) . تجدر الاشارة الى ان حبوب اللقاح تؤدي دورين يتمثل الاول بانتاج الخلايا الجنسية الذكرية التي تخصب البيوض بعملية الاخصاب المزدوج وينتج عن ذلك تكوين البذور ، اما الدور الثاني فيتمثل في كون نمو حبوب اللقاح يحفز تكوين هورمونات خاصة تقوم بتنظيم عملية نضج المبايض وتحويلها الى ثمار . ولذلك يمكن احياناً الاستعاضة عن عملية التلقيح برش او حقن مبايض بعض الازهار بهورمونات نباتية خاصة تؤدي الى نمو ونضج المبايض وتحويلها الى ثمرة ، الا ان الثمار الناتجة تكون عديمة البذور وهذا ما يعرف بالاثمار العذري الاصطناعي . وهناك بعض النباتات تنتج ثماراً عديمة البذور بصورة طبيعية ويعرف هذا النوع من نضوج الثمار بالاثمار العذري الطبيعي كما هو الحال في الاناناس والبرتقال ابو السرة وبعض انواع العنب ، ويعتقد ان مبايض ازهار هذه النباتات ذات محتوى هورموني عال .



شكل ( 3 - 20 ) . التنوع في الثمار ( للاطلاع ) .



لقد عرفت عزيزي الطالب ان الثمرة يمكن ان تعرف على انها مبيض ناضج مع محتوياته واغلفته وتكون بداخله البذور .

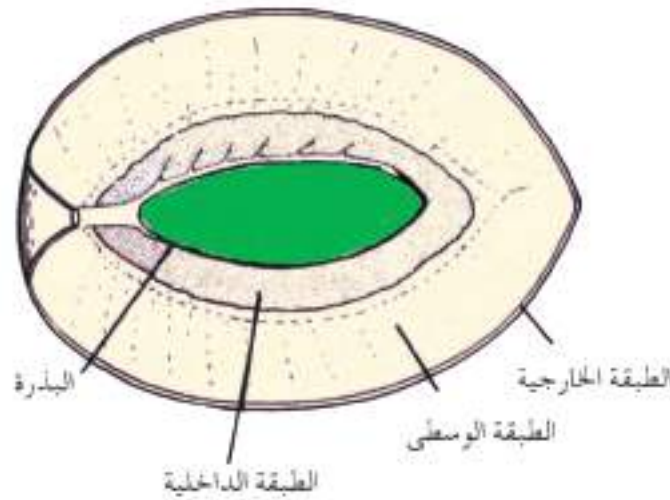
تتميز الثمرة الى ثلاث طبقات هي (شكل 3 - 21) :

أ الطبقة الخارجية (Exocarp) ويمكن ان يطلق عليها بالجلد (Skin) او الغطاء .

ب الطبقة الوسطى (Mesocarp) ويطلق عليها ايضاً الجزء الطري (Flesh) .

ج الطبقة الداخلية (Endocarp) ويطلق عليها النواة (Pit) .

لابد من الاشارة الى ان الطبقات اعلاه تختلف في درجة نموها وسمكها باختلاف النباتات .



شكل (3 - 21) . تركيب الثمرة .

### انواع الثمار (Fruit Types)

تظهر الثمار تنوعاً كبيراً وسوف نوجز الانواع الشائعة من الثمار كالاتي :

#### (1) الثمار البسيطة (Simple Fruit)

هي الثمار الناتجة من زهرة واحدة ذات كريبله واحدة او عدة كربلات ملتحمة ، كما هو الحال في الياقلاء والطماطة والخيار والبرتقال والمشمش وغيرها (شكل 3 - 20) .

#### (2) الثمار المتجمعة (Aggregate Fruits)

هي الثمار المتكونة من كربلات عديدة منفصلة ، وتنشأ الثمرة من هذا النوع من زهرة واحدة ترتبط بالثمرات معاً بتخت واحد كما في التوت الاسود .

### (3) الثمار المركبة (Compound Fruits)

يطلق عليها ايضاً الثمار المضاعفة (Multiple Fruit) ، وهي تتكون من عدة ازهار متجمعة تنشأ من كل واحدة منها ثمرة وتبقى مرتبطة مع بعضها الآخر عند النضج كما في الاناناس (شكل 3 - 20) .

### انتشار البذور والثمار (Dispersal of Fruits and Seeds)

تمتلك الكثير من البذور والثمار تراكيب او اجزاء خاصة مختلفة تساعدها على الانتشار بسهولة في بيئتها او في بيئات متشابهة ، ومن العوامل المختلفة التي تساعد في انتشار الثمار والبذور الرياح والطيور وحيوانات اخرى والانسان والماء فضلاً عن تركيب البذرة والثمرة وطريقة تفتحها .

تحمل الرياح البذور والثمار بعيداً عن النباتات الام كما يحدث في بذور الحشائش والاعشاب والنباتات الصحراوية ، ويعود السبب في ذلك الى خفة وزن البذور او وجود شعيرات تكون على شكل مظلة كما في بذور البردي (شكل 3 - 20) .

تساهم الحيوانات في انتشار الثمار والبذور ، حيث تكون بعض البذور محتوية على اشواك تتعلق في جلود الحيوانات فتنتقلها الى مسافات بعيدة عن موقعها ، (شكل 3 - 22) .

تعتمد الكثير من النباتات المائية في نقل بذورها وثمارها على التيارات المائية من اجل الحفاظ على انواعها وعادة تكون بذور وثمار هذه النباتات خفيفة ، او يحتوي غلافها على تجاويف تساعدها على الطفو على سطح الماء كما في ثمار جوز الهند .



شكل (3 - 22) . نقل البذور والثمار بواسطة الحيوانات (للاطلاع) .

### 3 - 9 - 4 . التكاثر في الحشرات (Reproduction in Insects)

تكون الحشرات عادة ثنائية المسكن (Dioecious) اي ان الجنسين منفصلان الى ذكر وانثى ، وتكون الاناث في معظم الحشرات اكبر حجماً من الذكور وهناك اختلافات اخرى بين الذكور والاناث من حيث اللون ووجود الاجنحة وعدم وجودها ، وشكل اللوامس والارجل وغير ذلك .

لا تتميز اعضاء التكاثر في الذكور والاناث الا في مرحلة النمو بعد اكتمال التكوين الجنيني ، ويختلف الجهاز التناسلي في ذكور واناث الانواع المختلفة ، وبشكل عام تقسم الاعضاء التناسلية في الحشرات الى قسمين :

1 أعضاء التناسل الداخلية، وتتكون من زوج من المناسل (Gonads) ومجموعة من الاقنية الصادرة وبعض الملحقات مثل الغدد الاضافية (Glands)، و المستودع المنوي (Spermatheca) وغير ذلك .

2 أعضاء التناسل الخارجية ، وتمثل بألة وضع البيض (Ovipositor) في الانثى وآلة الجماع (Copulatory Apparatus) في الذكر .

#### (أ) الجهاز التناسلي الذكري في الحشرات .

- يتألف الجهاز التناسلي الذكري (شكل 3-33) من الاجزاء والتركيب التالية :
- خصيتين تقعان فوق القناة الهضمية او على جانبيها والخصية في الحشرات مكونة من مجموعة نبيبات دقيقة تسمى النبيبات المنوية .
  - تفتح النبيبات المنوية في قناة صغيرة على نفس الجانب تعرف بالقناة الناقلة للحيامن (Vas Deferens) ، وتتصل مقدمة القناة الناقلة للحيامن بالخصية ومؤخرتها بالحويصلة المنوية (Seminal Vesicle) والتي تمثل منطقة متسعة من القناة الناقلة .
  - تتحد القناتان الناقلتان للحيامن لتكونا القناة القاذفة (Ejaculatory Duct) ، التي تمتد الى القضيب (Penis) ، والذي يفتح في نهايته بالفتحة التناسلية التي تنطلق منها النطف او الحيامن .
  - الغدتان المساعدتان (Accessory Glands) وتقعان عند بداية القناة القاذفة ، وهما تفرزان سائلاً مخاطياً يحيط بالنطف ويشكل تركيب كيسي حولها يدعى كيس النطف .

#### (ب) الجهاز التناسلي الانثوي في الحشرات .

- يتألف الجهاز التناسلي الانثوي (شكل 3-33) من الاجزاء او التركيب التالية :
- زوج من المبايض (Ovaries) يتكون كل منهما من عدد من نبيبات بيض تدعى فروع المبيض (Ovarioles) ، وهذه النبيبات لا تحتوي تجويف . وتحتوي فروع المبيض على سليفات البيوض وخلايا بيضية مرتبة بشكل سلسلة وخلايا مغذية (Nurse Cells) فضلاً عن خلايا نسيجية اخرى .
  - قناتي بيض جانبيتين يرتبط الجزء الخلفي لكل مبيض بقناة بيض جانبية .
  - تتحد قناتا البيض الجانبيتان لتكونا قناة البيض الرئيسية .
  - المهبل (Vagina) وهو الجزء الخلفي من الجهاز التناسلي وتفتح فيه قناة البيض الرئيسية .
  - المستودع المنوي (Seminal Receptacle) وهو تركيب كيسي يلحق بالجهاز التناسلي الانثوي في اغلب الحشرات وليعض الحشرات مستودعان منويان او ثلاثة . يتصل بالمستودع المنوي عادة غدة تعرف بغدة المستودع المنوي وهي تقوم بأفراز سائل يحفظ النطف اثناء بقاءها في المستودع .

• يرتبط المستودع المنوي بالجدار الظهري للمهبل ويتسلم النطف خلال الجماع ويطلقها بعد ذلك لتخصيب البيوض .

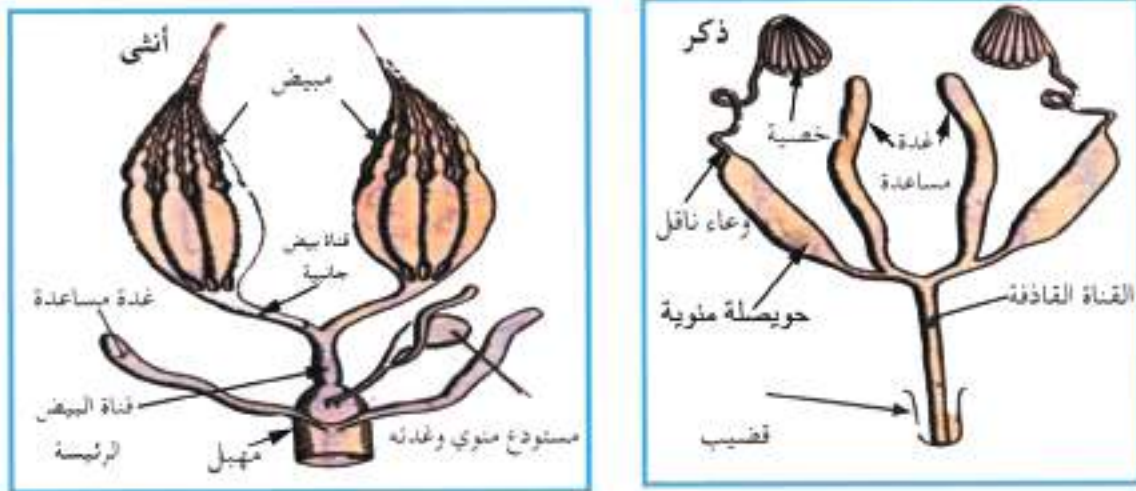
• الغدد المساعدة وهي تمثل بزوج من الغدد تتصل في نهايتها لتفتح في المهبل . وتتباين وظيفة الغدد المساعدة في الحشرات المختلفة فهي تكون مسؤولة عن تكوين كيس البيض في بعض الحشرات كما هو الحال في الصرصر، وقد تستعمل للدفاع كما في عاملات النحل وفي النمل تستخدم في تعليم مسار الحشرة .

### الإخصاب والتكاثر .

يتم الإخصاب بعد ان تلتقي حشرتان بالغتان احدهما ذكر والاخرى انثى من نفس النوع ويحصل الجماع ( Mating ) .

وثناء الجماع تنطبق الفتحة التناسلية الذكرية على الفتحة التناسلية الأنثوية ، وعندها يطرح الذكر النطف في مهبل الانثى وتطرح الانثى بيوضها الناضجة في المهبل ايضاً وتخصب النطف البيوض . تضع انثى الحشرات عادة بيوضها المخصبة في اماكن تكون بيئتها ملائمة لنموها، وهي تضع بيوضها في حفر تحفرها بواسطة آلة وضع البيض او تلتصقها على اوراق النباتات او تضعها في حفر تحفرها في سويق نباتات معينة، وتسمى الحشرات في مثل هذه الحالة بالحشرات البيوضة (Oviparous) ويعرف تكاثرها بالتكاثر البيضي (Ovipary) .

وتوجد حشرات تضع يرقات او حوريات بدلاً من البيوض وهذه تسمى بالحشرات الولودة (Viviparous) وقد يطلق عليها بيوضة ولودة (Ovoviviparous) ، ومثل هذه الحشرات تحتفظ بالبيوض المخصبة داخل جسمها وتحديداً في القناة المبيضية المشتركة، حتى ينمو الجنين ويتكامل وتفقس البيوض ثم تطرح الصغار خارجاً .

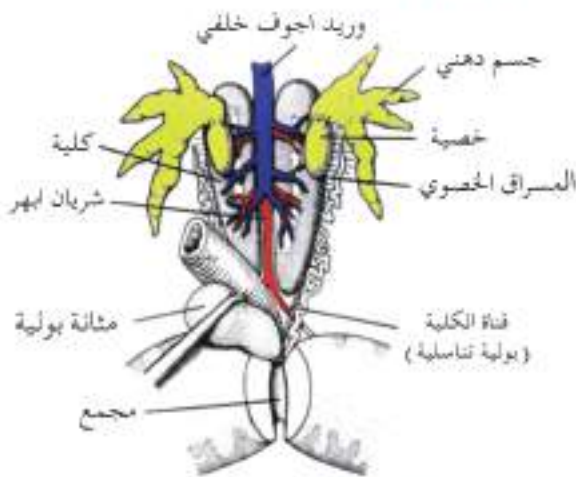


شكل (3-33) . جهاز التكاثر الذكري والانثوي في الحشرات .

ينتمي الضفدع الى صنف البرمائيات ( **Amphibia** ) ضمن تحت شعبة الفقريات ، يمثل نموذجاً تتضح فيه بأفضل صورة خطة بناء الجسم في رباعية الاقدام . يتكاثر الضفدع جنسياً ، وسوف نحاول فيما يأتي ان نوجز مكونات الجهاز التكاثري الذكري والانثوي في الضفدع مع ايجاز لعملية التكاثر فيه .

### ( 1 ) الجهاز التكاثري الذكري في الضفدع .

يتألف الجهاز التكاثري الذكري في الضفدع ( شكل 3-34 ) من الآتي :



شكل (3-34) . الجهاز التكاثري

الذكري في الضفدع ( للاطلاع ) .

- زوج من الخصى تكون ملتصقة بالكليتين ، والخصية تكون بشكل تركيب بيضوي متطاوول ، ويكون لونها اصفر فاتح وهي ترتبط بالجدار الداخلي للجسم بواسطة مسراق الحصى ( **Mesorchium** ) . ويوجد قرب النهاية الامامية للخصية عدة بروزات اصبعية الشكل يطلق عليها الاجسام الدهنية وهي تمثل مخازن غذاء يستخدمها الحيوان في اثناء الخصى خلال فصل السبات الشتوي .

والخصية تحوي نبيبات منوية ( **Seminiferous Tubules** ) ملتوية وذات بطانة ظهارية تكون مسؤولة عن نشوء النطف بعملية تكوين النطف ( **Spermatogenesis** ) .

• الاقنية الصادرة ( **Vasa Efferentia** ) وعددها في الغالب 10-12 قناة صادرة هي ترتبط بالنبيبات المتوية وتنصل الاقنية الصادرة بنبيبات الكلية .

• القناتان الناقلتان للحيامن ( **Vas Deferens** ) وهما قناتان مشتركتان مع قناتي الكليتين ولذلك يطلق عليهما بالقناتين البوليتين التناسليتين ( **Urogenital Ducts** ) حيث تقومان بنقل البول والنطف وتفتح القناتان في المجمع ( **Cloaca** ) . وقد تتوسع القناة الناقلة للنطف في جزئها الخلفي في بعض الضفادع لتكون حويصلة منوية ( **Seminal Vesicle** ) تخزن فيها النطف ولا يمتلك الضفدع اعضاء جماع ذكرية خارجية .



تتجمع الضفادع البالغة جنسياً في فصل التكاثر الذي هو في العادة فصل الربيع ، وهي عادة تتواجد في البرك والمستنقعات ذات المياه الضحلة ويحتضن الذكر الانثى بواسطة اطرافه الامامية حيث يكون الاصبع الاول في الذكر منتفخاً مكوناً ما يعرف بالوسادة التناسلية ( **Nuptial Pad** ) التي تساعد في مسك الانثى وتبقى الضفادع على هذه الحال فترة من الوقت حيث يضغط الذكر على جسم الانثى ثم تبدأ الانثى بإطلاق بيوضها في الماء وفي نفس الوقت يبدأ الذكر بطرح نطفه فوق البيوض فيحدث الاختصاص وعادة تحاط البيضة الواحدة بعدد كبير من النطف ولكن نطفة واحدة فقط تنجح في الاختصاص ، وبعد ذلك تتكون البيضة المخصبة التي تمثل بداية تكوين الفرد الجديد ، والاختصاص يحصل خارج جسم الانثى ويدعى بالاختصاص الخارجي ( **External Fertilization** ) .

بعد ذلك تمر البيضة المخصبة بمرحلة التفلج ويتكون دعووس الضفدع ( **Tadpole** ) والذي يكون مذنباً ومع تقدم النمو وحصول عملية تحول شكلي يفقد الدعوموس الذنب والخيائيم التي تحمل محلها الرئات لاداء وظيفة التنفس في البالغات من الضفادع ( شكل 3-36 ) .



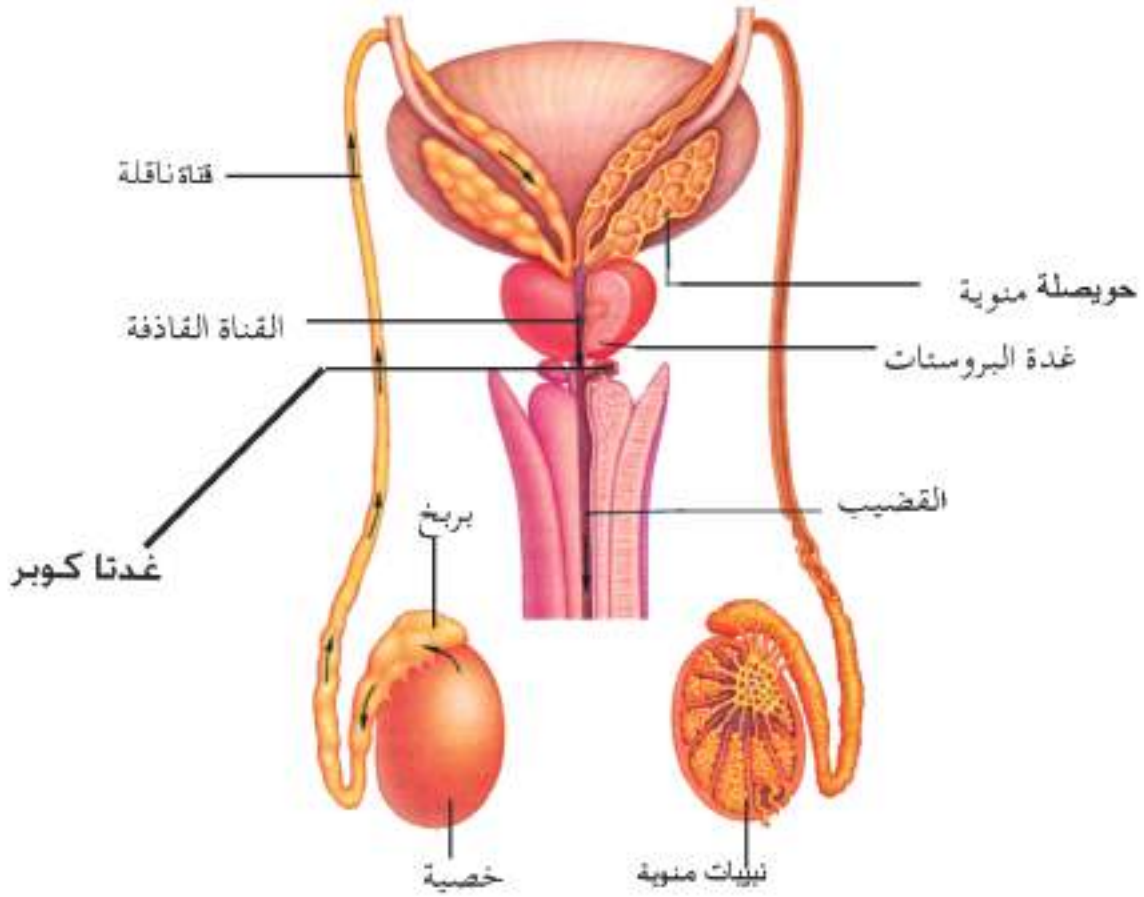
شكل (3-36) ، التكاثر ودورة الحياة في الضفدع ( للاطلاع ) .

### 3 - 9 - 6 . التكاثر في الانسان ( **Reproduction in Human** ) .

وكما هو الحال في جميع الفقريات فإن الاجناس في الانسان منفصلة ، ويكون الجهاز التناسلي اكثر تعقيداً مما في بقية الفقريات وسوف نحاول التعرف على اجزاء الجهاز التكاثري الذكري والانثوي ووظيفة كل منها .

### (1) الجهاز التناسلي الذكري في الانسان .

يتألف الجهاز التناسلي الذكري في الانسان (شكل 3-37) من اعضاء تكاثر وغدد مساعدة والجدول (3-3) يوضح مكونات الجهاز التناسلي الذكري مع وظيفة كل منها .



شكل (3-37) . الجهاز التناسلي الذكري في الانسان .

جدول (3-3) . مكونات الجهاز التناسلي الذكري في الانسان

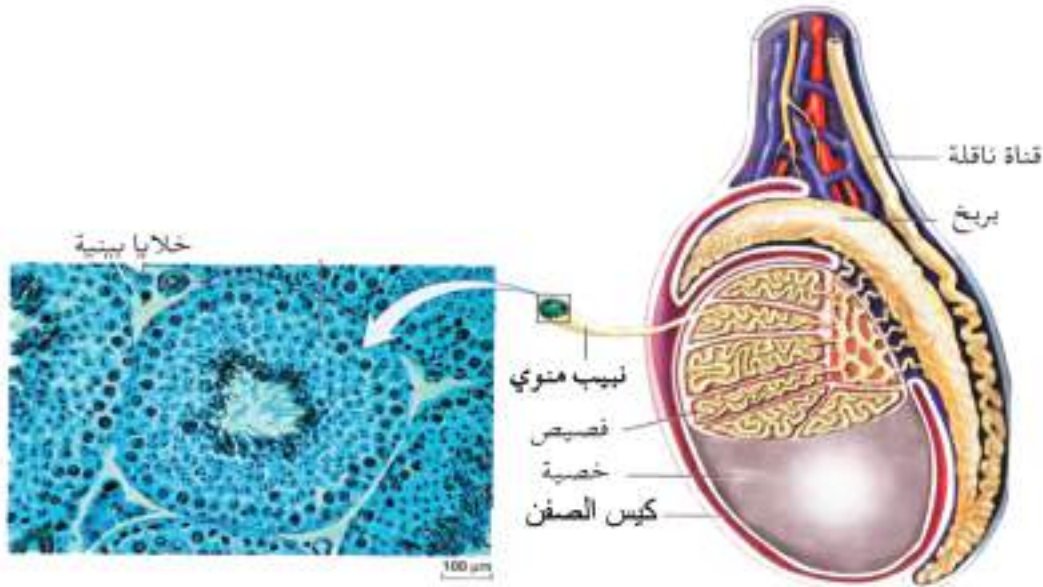
(الأرقام بين القوسين تبين عدد التراكيب)

الوظيفة	العضو
	أولاً : اعضاء التكاثر .
- تنتج النطف والهورمونات الجنسية .	1. الخصية (2) تقع في كيس الصفن (Scrotum) وهما تتدليان كزائدة من الجسم من اجل الحفاظ على درجة حرارة مناسبة لتكوين النطف .
- تنضج فيه النطف وهو يمثل موقع تخزين النطف .	2. البربخ (2) (Epididymis) .
- تقوم بالنقل السريع للنطف كما تقوم بخزن النطف .	3. القناة الناقلة للحيامن (2) (Vas Deferens) .
- توصل النطف الى القضيب .	4. القناة القاذفة (1) (Ejaculatory Duct) .
- عضو الجماع .	5. القضيب (1) (Penis) .
	ثانياً : الغدد المساعدة .
- تفرز سائل الى النطف وتشكل افرازاتها جزءاً كبيراً من السائل المنوي .	1. الحويصلة المنوية (2) (Seminal Vesicle) .
- تفرز جزء من السائل المنوي .	2. غدة البروستات (1) (Prostate Gland) .
- تفرز سائل مخاطي يساعد في حركة النطف، كما يساعد في معادلة حموضة السائل الذي تسبح فيه النطف .	3. الغدة البصلية الاحليلية (2) (Bulbourethral Gland) وتسمى ايضاً غدة كوبر (Cowper's Gland)

تكون الخصية في الانسان بشكل تركيب بيضوي وهي تحتوي على نبيبات منوية (Seminiferous Tubules) (شكل 3-38) ، ويصل طول النبيبات المنوية مجتمعة حوالي 250 متر .

تنشأ في النبيبات المنوية سليفات النطف (Spermatogonia) ، والتي تزداد في حجمها وتنقسم انقساماً اعتيادياً لتنتج خليتين نطفيتين اوليتين (Primary Spermatocytes) وكلاهما ثنائي المجموعة الكروموسومية (2س) .

تمر الخلايا النطفية الاولى بمرحلة انقسام اختزالي اول لتنتج خلايا نطفية ثانوية (Secondary Spermatocytes) والتي تكون احادية المجموعة الكروموسومية (س) ، يعقبه انقسام اختزالي ثاني ينتج عنه خلايا ارومات النطف (Early Spermatids) وهي احادية المجموعة الكروموسومية (س) وهذه بدورها تتمايز لتكون النطف (Sperms) التي تكون هي الاخرى احادية المجموعة الكروموسومية (س) . والنطفة الناضجة تتميز الى ثلاثة اجزاء هي الرأس (Head) والقطعة الوسطية (Middle Piece) والذيل (Tail) ، يتكون الرأس من النواة والقبة الرأسية الحاوية على الجسم الطرفي عند حافته الامامية ، ويعتقد ان وظيفة الجسم الطرفي تكوين مواد ذات طبيعة انزيمية تعمل على تحلل اغشية البيضة عند منطقة التقاء النطفة بالبيضة وبذلك تسهل مرور النطفة الى سطح البيضة وتحتوي القطعة الوسطية على محور من نبيبات طولية يعتقد بانها تسيطر على حركة الذيل (شكل 3-39) .



مقاطع في النبيبات المنوية

مقطع في الخصية يتضح فيه النبيبات المنوية

شكل (3-38) . تركيب الخصية في الانسان ، حيث تنضح فيها الفصيصات والنبيبات المنوية ( للاطلاع )



شكل (3-39) : نطفة الانسان الناضجة .

## (2) الجهاز التناسلي الانثوي في الانسان .

يتكون الجهاز التناسلي الانثوي في الانسان (شكل 3-40) من مبيضين وقناتي بيض ورحم ومهبل

(جدول 3-4) .

• يحوي المبيضان اللذان يكونان في العادة اصغر من الخصيتين ، آلافاً كثيرة من البيوض تنمو كل بيضة داخل حويصلة يطلق عليها حويصلة كراف (**Graaffian Follicle**) التي تنمو وتكبر بالحجم حتى تنفجر في النهاية لتطلق البيضة الناضجة“. وخلال الفترة الخصية للمرأة تنضج حوالي 13 بيضة في كل

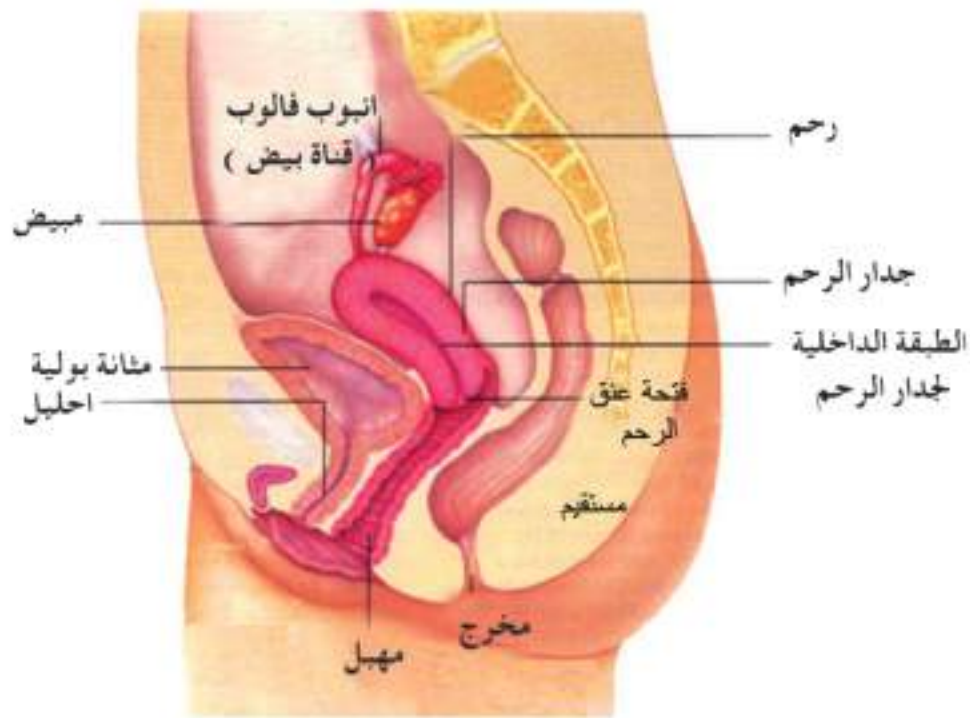
سنة ، لذا فان 300-400 بيضة فقط هي التي تجد الفرصة لتصل الى النضج بينما يتحلل بقية البيض ويضمحل .

• قناتي البيض (**Oviducts**) ويطلق عليهما قناتي او انبوبي فالوب (**Fallopian Tubes**) ، وهما انبوتان لحمل البيض ، نهايتهما الامامية لهما فتحات قمعية الشكل تستقبل البيض الذي يتحرر من المبيض بعد عملية التبويض ، وقناة البيض ذات بطانة مهدبة لدفع البيض أثناء حركته .

• تفتح قناتا البيض في الجانبيين العلويين للرحم ، الذي يتخصص لاحتضان الجنين أثناء الاشهر التسعة لبقائه داخل الرحم . والرحم ذو جدران عضلية سميكة ، واورعية دموية كثيرة ، وبطانة متخصصة .

• المهبل ويتمثل بأنبوبة عضلية مكيفة لاستقبال الجنين بعد خروجه من الرحم ، وهو مكيف ايضاً لاستقبال العضو الذكري اثناء الجماع .

• وتشمل اعضاء التناسل الخارجية ثلاثى فتحة المهبل الخارجية (**Vulva**) والتي تضم الشفتين الصغيرتين والشفتين الكبيرتين .



- شكل (3-40) . الجهاز التكاثري الانثوي في الانسان ( للاطلاع ) .  
 جدول (3-4) . مكونات الجهاز التكاثري الانثوي في الانسان .  
 ( الارقام بين القوسين تبين عدد التراكيب )

الوظيفة	العضو
= ينتج البيوض وتنضج فيه، كما، ينتج الهرمونات الجنسية .	1. المبيض (2) ( Ovaries ) .
= توصل البيوض من المبيض الى الرحم، وعادة يحصل اخصاب البيوض فيهما .	2. قنائة البيوض (2) ( Oviducts ) ونسعى قناتي فالوب ( Fallopian Tubes ) .
= الردهة التي ينمو فيها الفرد الجديد ( الجنين ) .	3. الرحم (1) ( Uterus ) .
= يفرز مواد مخاطية تسهل حركة النطف داخل الرحم وبعد الاخصاب تحمي الجنين من الاصابات البكتيرية .	4. عنق الرحم (1) ( Cervix ) .
= عضو الجماع في انثى الانسان	5. المهبل (1) ( Vagina ) .

يحدث الاخصاب بعد دخول الحيوانات المنوية (النطف) الى المهبل من خلال عملية الجماع بين الذكر والانثى عند او قرب وقت التبويض .

• تسبح النطف من المهبل باتجاه عنق الرحم ثم تدخل الرحم وتصعد منه الى قناة البيض (قناة فالوب) ، حيث يحصل الاخصاب فيها اذا تواجدت بيضة ناضجة حية في الثلث العلوي منها .  
وإذا حصل وانحدرت البيضة الناضجة الى اسفل قناة البيض قبل الاخصاب فأنها سوف تفقد قدرتها على الاخصاب .

• تخصب البيضة الناضجة بنطفة واحدة فقط وبعد الاخصاب تتكون البيضة المخصبة (Zygote) في قناة البيض ثم تبدأ بالانحدار الى الاسفل حتى تصل الرحم حيث يغرس الجنين في الجدار السميك المبطن للرحم .  
• تنمو الاغشية الجنينية لتكوين كيس يحيط بالجنين ويحوي السائل السلوي (Amniotic Fluid) .

• عند نهاية غرس الجنين في جدار الرحم تبدأ مرحلة الحمل ويستمر الجسم الاصفر بأفراز هورمون البروجسترون بعد اليوم السادس والعشرين من الدورة الشهرية وحتى الشهر الخامس ، حيث يعجز عن تكوين كمية كافية من هذا الهرمون لاستمرار الحمل ، وتقوم المشيمة بالتعويض حيث تعمل كغدة صماء لتعطي الكمية اللازمة من هورمون البروجسترون الى جدار الرحم مباشرة بدلاً من افرازه في مجرى الدم .

• يكون الجنين جاهزاً للولادة بعد حوالي تسعة اشهر من ابتداء نموه . وقبل موعد الولادة تتوقف المشيمة عن انتاج هورمون البروجسترون فيبدأ الرحم بالتقلص وتعتبر هذه اول اشارة لبدء الولادة ، ثم يفتح عنق الرحم وينشق الكيس الحاوي على السائل فينزل السائل الى الخارج .

ثم يبدأ الرحم تقلصات قوية ومتتالية لتدفع الطفل خارج الرحم من خلال عنق الرحم ثم الى المهبل ثم الى خارج الجسم .

• يزداد حجم الثدي عند المرأة خلال فترة الحمل وتفرز الغدد اللبنية اللبن استجابة الى تأثير الهورمونات ، وتستمر افراز اللبن يعتمد على مدى استمرار الطفل في الرضاعة .

## الدورة الحيقضية (Menstrual Cycle) .

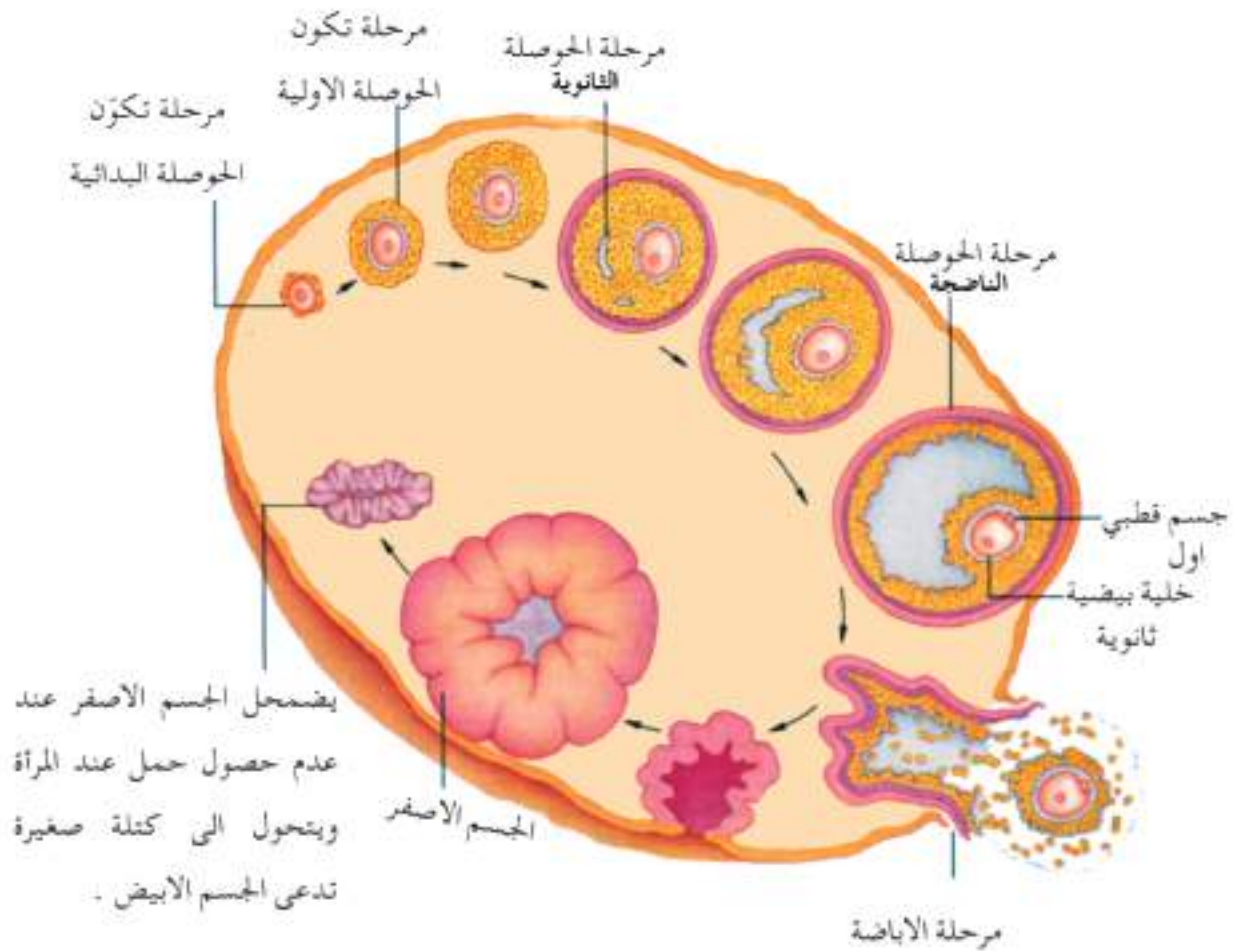
يحدث في الجهاز التناسلي لانثى الانسان الناضجة جنسياً تغيرات دورية ، وتبدأ هذه التغيرات عادة عندما تصل الانثى مرحلة البلوغ (12-14 سنة) ، وتحصل هذه التغيرات ضمن مايسمى بالدورة الحيقضية (Menstrual Cycle) .

تتضمن الدورة تغيرات تحصل في المبيض تقود الى عملية التبويض (Ovulation) ، والشكل (3-41) يوضح الادوار الرئيسية لعملية التبويض ونمو الحوصلات المبيضية كما تحصل تغيرات في بطانة جدار الرحم ، والجدول (3-5) يوضح احداث الدورة المبيضية والدورة الرحمية .

### (1) الدورة المبيضية (Ovarian Cycle) .

تتم السيطرة على الدورة المبيضية بواسطة الهرمونات المخرصة للمناسل (Gonadotropic Hormones) والهورمون المحفز للحوصلات (Follicle Stimulating Hormone - FSH) والهورمون المحفز للجسم الاصفر (Luteinizing Hormone - LH) ويمكن ايجاز احداث الدورة المبيضية بالآتي :

- 1) مرحلة تكون الحوصلة البدائية ، حيث تحتوي سليقة البيضة التي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية ، وتبدأ فيها عملية الانقسام الاختزالي الاول .
- 2) مرحلة تكون الحوصلة الاولى حيث تبدأ المنطقة الشفافة (Zona Pellucida) بالتكون حول البيضة .
- 3) مرحلة الحوصلة الثانوية ويظهر فيها تجويف الحوصلة المليء باقرازت من الخلايا الحوصلية وبعض مكونات بلازما الدم وبروتينات وغير ذلك .
- 4) مرحلة الحوصلة الناضجة وفيها تنضج الحوصلة وتكتمل عملية الانقسام الاختزالي الاول ، وتتكون خلية بيضية ثانوية وجسم قطبي اول .
- 5) مرحلة الاباضة (Ovulation) وفيها تتمزق حوصلة البيضة وتحرر الخلية البيضية الثانوية والجسم القطبي الاول .
- 6) مرحلة تكون الجسم الاصفر (Corpus Luteum) من بقايا الحوصلة الممزقة . (يتحلل الجسم الاصفر عندما لا يحصل حمل عند المرأة) .



الشكل (3-41) . أحداث الدورة المبيضية في انثى الانسان الناضجة جنسياً .

## (2) الدورة الرحمية (Uterine Cycle) .

تنتج الهرمونات الجنسية الانثوية في الدورة المبيضية (الايستروجين **Estrogen**) والبروجيستيرون (**Progesterone**) ، وهذه الهرمونات تؤثر في الطبقة الداخلية لجدار الرحم (**Endometrium**) وتسبب سلسلة دورية من الاحداث يطلق عليها بالدورة الرحمية وتستغرق الدورة ثمانية وعشرون يوماً وتقسم كما يأتي :

- 1 خلال الايام 1-5 يكون مستوى الهرمونات الجنسية واطئاً مما يؤدي الى تمزق في جدار الرحم والاوعية الدموية فيه ، ويخرج الدم الى الخارج عن طريق المهبل خلال الحيض .
- 2 خلال الايام 6-13 يزداد انتاج هورمون الايستروجين ( المودق ) بوساطة الحوصلة المبيضية ويحصل تنخن او تسمك في جدار الرحم الداخلي ويصبح وعائي وغدي . وهذا ما يدعى بطور التكاثر في الدورة الرحمية تحصل الإباضة عادة في اليوم 14 من دورة الـ 28 يوم .

📌 خلال الايام 15-28 يزداد انتاج البروجسترون بواسطة الجسم الاصفر مسبباً زيادة مضاعفة في سمك جدار الرحم الداخلي وزيادة الغدد الرحمية، التي تنتج افرازات مخاطية . وهذه يطلق عليها الطور الافرازي من الدورة الرحمية .

والجدار الداخلي للرحم في هذه الحالة مهياً لاستقبال الجنين النامي . وفي حالة عدم حصول الحمل ، فإن الجسم الاصفر سوف يضمحل وينخفض مستوى الهرمونات الجنسية في جسم الانثى ويحصل تمزق في الجدار الداخلي للرحم وتحصل الدورة الحيضية .

### جدول (3-5) . الدورة المبيضية والدورة الرحمية .

الدورة الرحمية		الدورة المبيضية	
الاحداث التي تمر بها	الطور	الاحداث التي تمر بها	الطور
- يتمزق جدار الرحم الداخلي .	1 . طور الدورة الحيضية اليوم (1-5) .	- ينتج هورمون محفز للحويصلات - استروجين - انضاج الحويصلات	1 . الطور الحوصلي اليوم (1-13) .
- يعاد اصلاح جدار الرحم الداخلي .	2 . طور النمو، اليوم (6-13) .	- يقلل انتاج الهرمون المحفز للجسم الاصفر	2 . طور التبويض اليوم (14) .
- يتشخن جدار الرحم الداخلي وتنضج الغدد لتطرح افرازاتها .	3 . طور الافراز اليوم (15-28) .	- يفرز الهرمون المحفز للجسم الاصفر على تكوين الجسم الاصفر الذي يفرز هورمون البروجسترون	3 . طور الجسم الاصفر اليوم (14-28)

### 10-3 . التكاثر العذري (Parthenogenesis)

يعد التكاثر العذري نوع من انواع التكاثر الذي ينمو فيه الجنين من بيضة غير مخصبة . ويحدث التكاثر العذري في بعض الديدان الخيطية والقشريات والحشرات ، وفي انواع عديدة من الاسماك والبرمائيات والسحالي الصحراوية .

يكون التكاثر العذري شائعاً في نحل العسل فأنتى النحل او الملكة تلحق من قبل الذكر مرة واحدة في حياتها ، فتحفظ بالحيوانات المنوية او النطف في كيس خاص متصل بالمسلك التناسلي ويغلق بصمام عضلي ، وعندما تضع الملكة بيوضها فأما ان تفتح الصمام لتنتقل النطف فتخصب تلك البيوض او ان تبقى مغلقة فتتمو البيوض دون اخصاب ، علماً إن البيوض غير المخصبة ينتج عنها ذكوراً . وفي بعض الحالات يكون التكاثر العذري هو النوع الوحيد من التكاثر ، فهناك تجمعات معينة من السحالي السوطية تعيش في الجنوب الغربي من امريكا ، هي سلالات تتكون جميع افرادها من الاناث وهذه الاناث ثنائية المجموعة الكروموسومية ، وذلك لان الكروموسومات فيها تضاعف نفسها قبل عملية الانقسام الاختزالي لتصبح رباعية المجموعة الكروموسومية (4س) (Tetraploid) وبعد الانقسام تصبح ثنائية المجموعة الكروموسومية وتتمو البيوض ثنائية المجموعة الكروموسومية بدون اخصاب .

### 11-3 . التكاثر الخنثي (Hermaphroditism)

تمتلك انواع كثيرة من الحيوانات اعضاء تكاثرية ذكورية وانثوية في نفس الفرد وتسمى هذه الحيوانات خنثية (Hermaphroditic) ، لذلك ينتج الفرد الواحد بيوض ونطف معاً ، وعادة تتحاشى اغلب الحيوانات الخنثية الاخصاب الذاتي بتبادل خلاياها التناسلية مع بعضها البعض فدودة الارض مثلاً بالرغم من كونها تحمل اعضاء تكاثرية ذكورية واخرى انثوية في آن واحد الا ان بيوضها تخصب من قبل الفرد المقترن بها والعكس بالعكس .

وهناك بعض الحيوانات الخنثية تتحاشى الاخصاب الذاتي وذلك عن طريق نمو ونضوج البيض والنطف في اوقات متباينة .

وعلى العكس نجد ان الدودة الشريطية (Tapeworm) لها القابلية على الاخصاب الذاتي

(Self-fertilization) ، اي ان نطفها هي التي تلحق بيوضها . والخنثية تتضح لها صور مختلفة في العديد من الحيوانات اللافقارية مثل بعض الديدان المسطحة والديدان الحلقية وانواع القشريات ، وتكون قليلة الوضوح في الفقريات فباستثناء بعض الاسماك تكون الخنثية نادرة في الفقريات الاخرى .

## أسئلة الفصل الثالث

### السؤال الأول :

اكتب المصطلح العلمي الذي يدل على كل عبارة مما يأتي :

- 1- ..... خلايا تنتج من انقسامات غير مباشرة متعددة للخلايا الجرثومية الأولية  
المبطنة للتبويض المنوية .
- 2- ..... كائن حي وحيد الخلية من الطحالب الخضراء ، تتميز الخلية الخضراء له  
بامتلاكها سوطين .
- 3- ..... تركيب كيسي اسطواني او بيضوي الشكل توجد داخله حبوب اللقاح .
- 4- ..... تركيب قلبي الشكل اخضر اللون يحمل الاركيبونوم والانثريدوم ،  
وينمو في طرفه المدبب اشباه الجذور .

### السؤال الثاني :

اذكر موقع ووظيفة كل من :

- الجسيم الطرفي ، الخلايا البينية ، الجسم الاصفر ، الغدتان المساعدتان ، غدة البروستات ، انبوبي فالوب ،  
الميسم ، فتحة النقيير .

### السؤال الثالث :

قارن بين :

- 1 - الخلية المعطية والخلية المستلمة في التكاثر الجنسي في البكتريا .
- 2 - الاركيبونيا والانثريديا .
- 3 - الاوراق الكأسية والاوراق التوجيهية .
- 4 - التلقيح الخلطي والتلقيح الذاتي .
- 5 - الثمار المركبة والثمار المتجمعة

- 6 - الحشرات البيوضة والحشرات البيوضة الولودة .  
7 - طريقة الاقتران وطريقة الاخصاب الذاتي في البراميسيوم .

#### السؤال الرابع :

اكمل العبارات التالية :

- 1 - تتكون النطف في ..... التي تتألف من اعداد كبيرة من .....
- 2 - يحصل التكاثر في الفيروسات من خلال دورتين متداخلتين اولهما دورة ..... وثانيهما دورة .....
- 3 - يتكاثر البراميسيوم جنسيا بطريقتين ..... و.....
- 4 - قد تتراكم صبغة ( الأنثوسيانين ) البنفسجية لانضاج الثمار كما في ..... و.....
- 5 - تقسم الاعضاء التناسلية في الحشرات الى قسمين :  
أ.....  
ب.....
- 6 - يصل طول النسيب المنوية في خصية الانسان حوالي .....
- 7 - تتميز النطفة الناضجة في الانسان الى ثلاثة اجزاء هي ..... و..... و.....
- 8 - يعتمد افراز حليب انثى الانسان على .....

#### السؤال الخامس :

عرف المصطلحات العلمية التالية :

الاخصاب المزدوج ، القصرة ، الثمار الكاذبة ، الثمار المضاعفة ، اتوب اللقاح ، الوسادة التناسلية ، حويصلة بحراف .

اكتب داخل القوسين الحرف الذي يشير الى الجواب الصحيح :

1( ) . تنضح ظاهرة تعاقب الاجيال في دورة حياة :

أ.البكتيريا . ب.البلازموديوم .

ج.الاميبيا . د.مملكة النباتات .

2( ) . تتكاثر البكتيريا لاجنسيا عن طريق :

أ.التبرعم . ب.الانشطار الثنائي .

ج.التجدد . د.تكوين الأبواغ .

3( ) . يتكاثر البراميسيوم لاجنسيا عن طريق :

أ.الانقسام الثنائي . ب.التجدد .

ج.التبرعم . د.تكوين الأبواغ .

4( ) . احدى الكائنات الحية التالية لاتتكاثر لاجنسيا بالانقسام الثنائي :

أ.البراميسيوم . ب.البكتيريا .

ج.البوغليتنا . د.عفن الخبز .

5( ) . يتكاثر عفن الخبز الاسود لاجنسيا بطريقة :

أ.التكاثر الخضري . ب.التبرعم .

ج.تكوين الأبواغ . د.الانقسام الثنائي .

6( ) . تعرق الازراق في النباتات ذوات الفلقتين :

أ.شبكة . ب.متوازي .

ج.عمودي . د.متقاطع .

### السؤال السابع :

اكتب نبذة مختصرة عن كل من المواضيع التالية :

- 1 . دور النحل في عملية تلقيح النباتات .
- 2 . مراحل تكوين الجنين في نباتات ذوات الفلقتين .
- 3 . الجهاز التكاثري الذكري في الضفدع .

### السؤال الثامن :

اكتب ما تعرفه عن كل مما يأتي :

- 1 . خطوات التكاثر اللاجنسي في البكتيريا، موضحاً ذلك بالرسم .
- 2 . ظاهرة تعاقب الاجيال في عملية تكاثر النباتات .
- 3 . احداث الدورة الرحمية في انثى الانسان .

### السؤال التاسع :

ماذا يحدث في الحالات التالية ؟

- 1 . وجود الخصيتان داخل تجويف البطن في ذكر الانسان .
- 2 . غياب الاهداب في بطانة قناة فالوب .

### السؤال العاشر :

وضح بالرسم مع كتابة البيانات :

1. تكوين النطف في الثدييات .
2. تركيب الثمرة .
3. جهاز التكاثر الذكري والانثوي في الحشرات .

### السؤال الحادي عشر :

علل وفسر الحقائق التالية :

1. عملية التكاثر تؤمن بقاء النوع .
2. يقوم بوظيفة التكاثر في بعض الانواع الحيوانية عدد قليل من افراد الجيل الواحد .
3. تعدُّ ظاهرة تعاقب الاجيال افضل صور التكاثر .
4. في التكاثر اللاجنسي تهلك الافراد عند تغير ظروف البيئة .
5. انتاج حبوب اللقاح بأعداد كبيرة .
6. وجود النقيير في كل من البويض والبذرة .
7. وجود غدة كوبر والبروستات والحوصلة المنوية في الجهاز التناسلي لذكر الانسان .
8. تستطيع الفيروسات التكاثر والنمو داخل الخلايا الحية ، ولكنها تفقد هذه القدرة خارجها .
9. يفرز ذنب الفيروس انزيما عند التصاقه بالخلية البكتيرية .
10. التكاثر عن طريق الابواغ من افضل صور التكاثر اللاجنسي .
11. تتباين وظيفة الغدتان المساعدتان في الحشرات .

## الفصل الرابع التكوين الجنيني

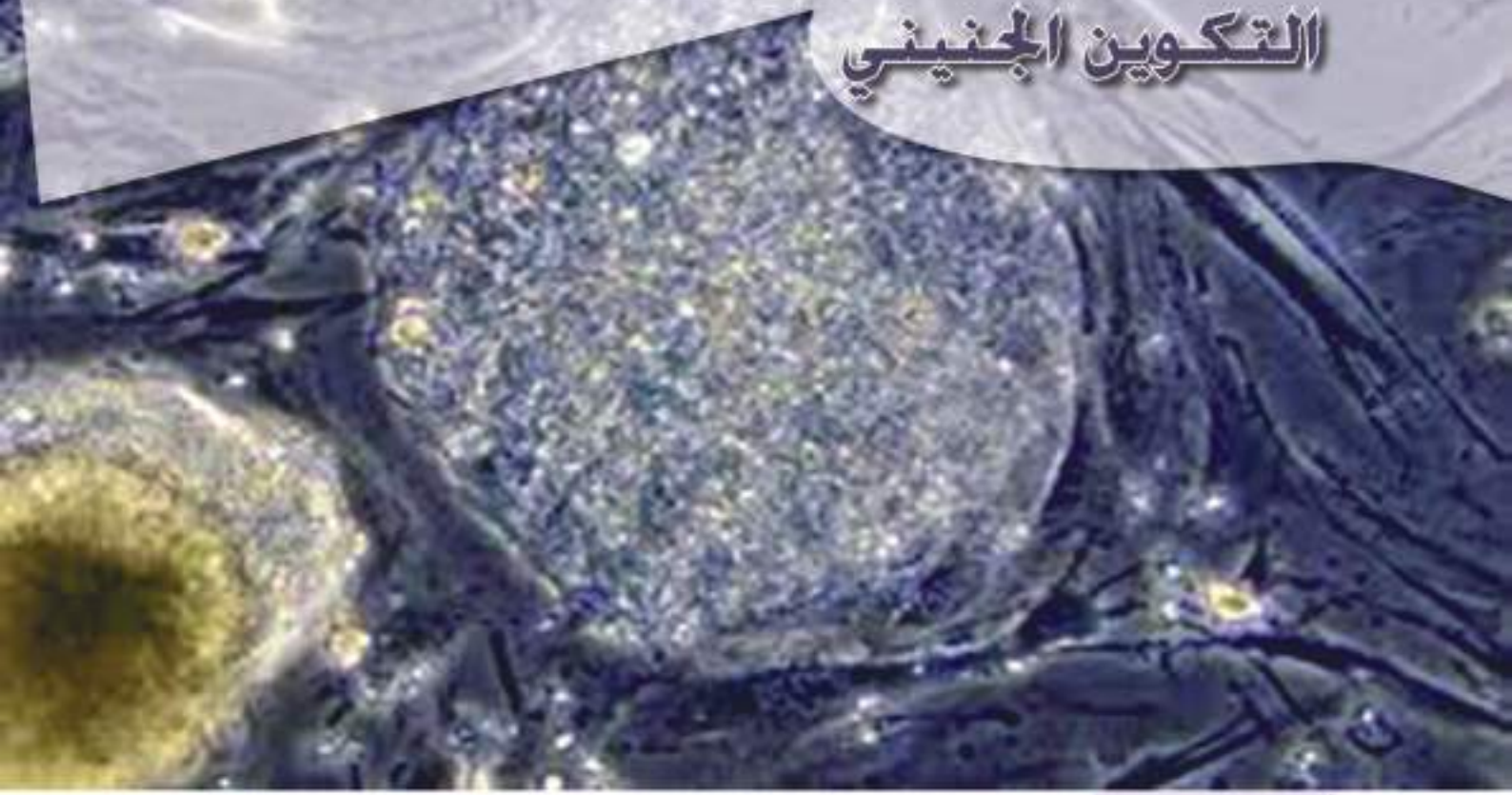
### محتويات الفصل

- 1 - 4 . مقدمة .
- 2 - 4 . مفهوم النمو .
- 3 - 4 . مفهوم التمايز الخلوي .
- 4 - 4 . مستويات التعضي في تعقيد الحيوان .
- 5 - 4 . مفهوم التكوين الجنيني .
- 6 - 4 . التشوهات الجنينية في الانسان .
- 7 - 4 . تعدد المواليد وتكوين التوائم .
- 8 - 4 . المباشدة بين الولادات .
- 9 - 4 . الخلايا الجذعية الجنينية .
- 10 - 4 . الامتناسخ في الحيوان .
- 11 - 4 . تقانات في علاج العقم .

بعد الانتهاء من دراسة الفصل الرابع نأمل من الطالب ان يكون قادراً على ان :

1. يعرف مفهوم التكوين الجنيني .
2. يعرف مفهوم النمو وبين انواعه .
3. يبين مفهوم التمايز الخلوي .
4. يشرح مفهوم التكوين الجنيني .
5. يحدد مستويات التعضي في الحيوانات و يوجز تعريفاً لكل منها .
6. يبين مفاهيم اهم الآراء والنظريات عن التكوين الجنيني .
7. يبين مفاهيم التكوين الجنيني الاساسية .
8. يعرف التفلج .
9. يشرح التمدد وتكوين الطبقات الجرثومية .
10. يبين العوامل التي تتسبب في حدوث تشوهات خلقية في الانسان .
11. يتعرف على انواع التوائم .
12. يبين مفهوم الماعدة بين الولادات .
13. يعرف الخلايا الجذعية و يبين انواعها .
14. يشرح مفهوم الاستنساخ في الحيوان .
15. يوضح بعض التقانات المختلفة المستخدمة في علاج العقم .

# التكوين الجنيني



## 1-4 . مقدمة

ان عملية التكوين الجنيني او الانماء عملية جديرة بالاهتمام وهي تبعث في كثير من الاحوال على الرهبة والتساؤل فكيف يمكن لبيضة الانسان الصغيرة التي لايتجاوز قطرها 100 مايكرومتر بحيث لا ترى بالعين المجردة ان تصبح كائناً ( فرداً ) كامل التكوين يتكون من آلاف اليايين من الخلايا التي تنجز كل مجموعة منها دوراً وظيفياً مقررأ لها ، ويتضمن التكوين الجنيني عمليات نمو وتمايز تعد من السمات الاساسية للحياة .

**والسؤال الذي يطرح نفسه هو كيف يمكن ضبط ذلك الانفراد العجيب في التكوين ؟**

وللاجابة عن ذلك نقول ان جميع المعلومات الضرورية موجودة بداخل البيضة المخصبة ، وبصورة رئيسة في جينات النواة وهكذا فان جميع مراحل التكوين الجنيني تنشأ من تركيب جزيئات الحامض الرايبى منقوص الاوكسجين ( DNA ) بداخل البيضة المخصبة .

يعرف النمو بأنه الزيادة الحاصلة في حجم ووزن الخلايا المكونة للكائن الحي ، وحيث ان الانسجة تتكون من عدد هائل من الخلايا الحية يكون لها دور اساس في عملية النمو ، ويكون نمو الخلايا بأحد الطرق التالية :

1 النمو بطريقة التكاثر الخلوي او مضاعفة الخلايا ، ويتم عن طريق تكوين خلايا جديدة من خلال عملية الانقسام .

2 النمو الخلالي او البيني ، ويقصد بهذا النوع من النمو بأنه النمو الحاصل من زيادة المواد بين الخلوية التي تدخل في بناء الانسجة كالياف الانسجة الضامة والمواد البينية ، ومثال ذلك النمو الذي يحصل في الغضروف الزجاجي حيث تنمو خلاياه وتتمايز الى خلايا غضروفية بالغة تقوم بإفراز مواد خلالية (بينية) تشكل المادة الاساس للنسيج الغضروفي الزجاجي وهي تتمثل بروتين غضروفي مخاطي (Chondromucoprotein) وهكذا فإن الغضروف ينمو بأزدياد مواد الخلالية (البينية) .

3 نمو الخلايا المفردة ، وهو نوع نادر الحدوث حيث يحصل فيه نمو في حجم الخلايا ، ومثال ذلك نمو الخلايا العصبية حيث انها تزداد في الحجم اضعاف حجمها الاصلي ، ويرجع ذلك الى زيادة حجم الساييتوبلازم عن طريق تكوين عضيات جديدة وكذلك نمو التشجرات (Dendrites) في الخلية العصبية الذي يزيد من المساحة السطحية للخلية .

## 3-4 مفهوم التمايز الخلوي (Concept of Cell Differentiation)

يعرف التمايز الخلوي بأنه قدرة الخلايا الجنينية في المراحل المبكرة من التكوين الجنيني او النماء على اكتساب المقدرة الوظيفية ، ويقصد هنا بالمقدرة الوظيفية الخاصة بالخلية او مجموعة الخلايا التي لايمكن للخلايا الاخرى ان تقوم بها ، وعلى سبيل المثال عملية التقلص في الخلايا او الالياف العضلية تمثل سمة وظيفية مميزة للخلايا العضلية لانستطيع غيرها القيام بها وكذلك عملية الافراز التي تحصل في الخلايا الغدية .

وكيفية حدوث التمايز الخلوي غير مفهومة بالكامل بالرغم من التعرف على بعض العوامل التي تلعب دوراً في توجيه بعض الخلايا في عملية التمايز .

## مستويات التعضي في تعقيد الحيوان

(Level of Organization in Animal)

4-4.

بعد التعقيد المتزايد من اهم المميزات في تاريخ تطور الحيوان ، فأبسط الحيوانات وحيدة الخلية الصغيرة ذات مجال اضيق بكثير في درجة التعقيد .

وعلى الرغم من ذلك فإن هذه الحيوانات كائنات كاملة تؤدي جميع الوظائف الحيوية الاساسية التي تؤديها الحيوانات الاكثر تعقيداً .

تظهر الحيوانات خمس مستويات من التعضي تترتب بحيث تكون كل منها اكثر تعقيداً من سالفها وهي كالآتي :

### (أ) المستوى البروتوبلازمي للتعضي .

يتضح التعضي البروتوبلازمي في الاحياء وحيدة الخلية مثل الطليعيات ، وفيها تنحصر جميع الوظائف الحيوية داخل حدود الخلية الواحدة التي تمثل الوحدة الاساسية للحياة . وتتميز في بروتوبلازم الخلية عضيات قادرة على اداء الوظائف المتخصصة .

### (ب) المستوى الخلوي للتعضي .

نعني بالتعضي الخلوي ان هناك مجموعة من الخلايا المتميزة وظيفياً . ويتضح في هذه المرتبة من التعضي تقسيم في العمل اذ تختص بعض الخلايا بالتكاثر والبعض الآخر بالتغذية كما هو الحال في مستعمرة الفولفكس

### (ج) مستوى النسيج الخلوي للتعضي .

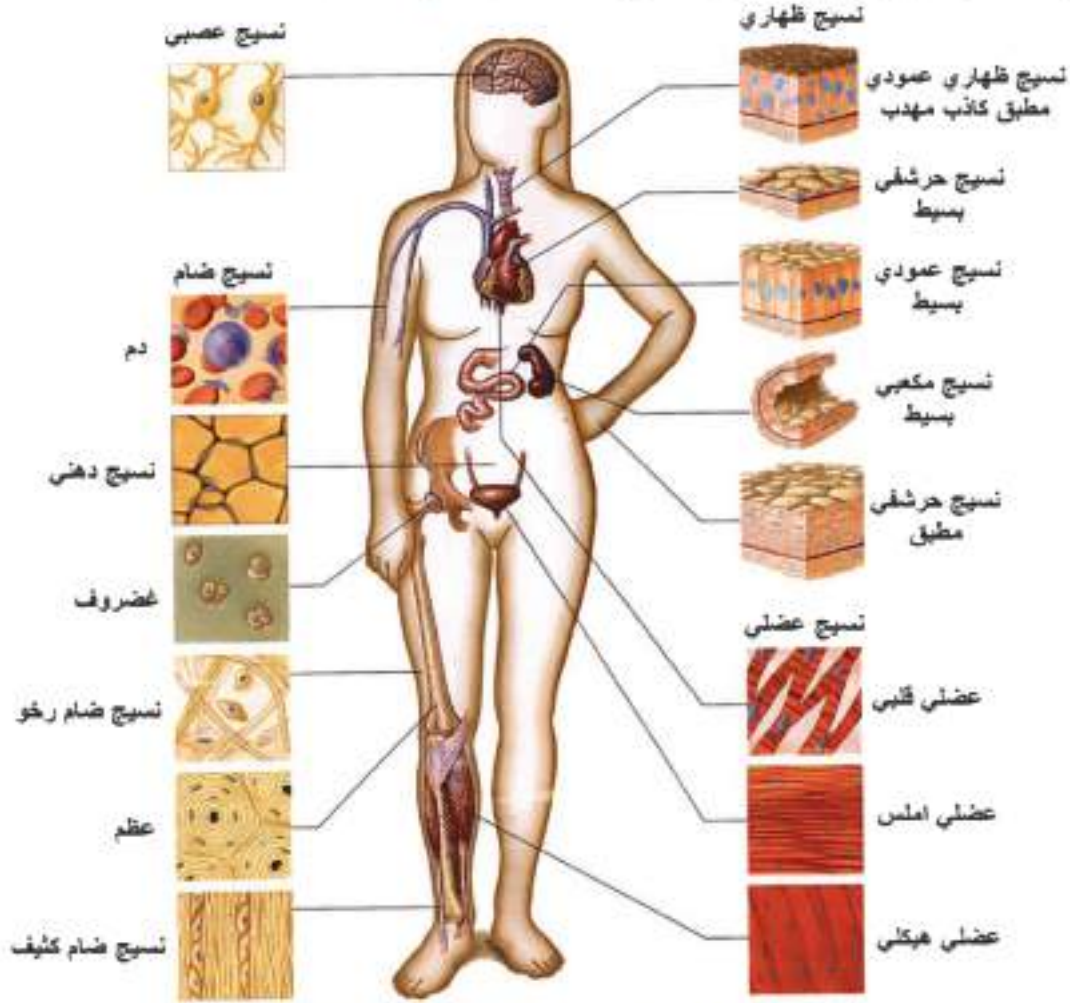
في هذا المستوى من التعضي تنجمع الخلايا المتماثلة في طبقات محددة لتصبح نسيجاً ، ويعتقد بعض العلماء ان الاسفنجيات تنتمي الى هذه المرتبة على الرغم من ان قناديل البحر واللاسعات يشار اليها عادة الى انها تمثل بداية تكوين النسيج .

### (د) مستوى الانسجة المتعضية .

ويحصل فيه تجمع الانسجة لتكوين الاعضاء ، وتعتبر هذه المرتبة خطوة متقدمة في التعضي ، وغالباً ماتتكون الاعضاء من اكثر من نوع من الانسجة لتؤدي وظيفة اكثر تخصصاً منها من النسيج الواحد . يبدأ هذا المستوى من التعضي في الديدان المسطحة ، حيث يوجد فيها عدد من الاعضاء المحددة مثل الخرطوم والاعضاء التناسلية حيث تنظم الاخيرة في صورة جيدة مكونة اعضاء التكاثر .

## (هـ) مستوى الجهاز العضوي .

في هذا المستوى تعمل الاعضاء معاً لتؤدي وظيفة معينة، تصل الى اعلى مستوى للتعضي ، وهو الجهاز العضوي وتؤدي الاجهزة وظائف الجسم الأساسية مثل الدورة الدموية والتنفس والهضم وغيرها . ويظهر مستوى التعضي قمته في الانسان والذي يقع في قمة الهرم التطوري للحياء ( شكل 4 - 1 ) .



شكل (4 - 1) . الاجهزة في جسم الانسان ( للاطلاع ) .

## 5-4 مفهوم التكوين الجنيني (Concept of Embryology)

يعرف التكوين الجنيني أو النماء بأنه :

عملية تكوين الفرد من خلية واحدة تمثل البيضة المخصبة (Zygote) .  
 لحين اكتمال تكوينه ليصبح عديد الخلايا معقد التركيب شبيهاً بأبويه .

وعلم الاجنة (**Embryology**) هو العلم الذي يبحث في دراسة مراحل التكوين الجنيني (**Development**) بضمنها النمو (**Growth**) والتمايز (**Differentiation**) .

تم خلال عملية التكوين الجنيني عملية التحول الشكلي (**Morphogenesis**) وهي تكوين الشكل المظهري للجنين ، وتكون الخطوات الاساسية لهذه العملية متشابهة في اجنة جميع الفقريات . ولا بد من الاشارة الى ان مجال اهتمام علم الاجنة لا يقتصر على المرحلة الجنينية فقط والتي تمثل مرحلة قبل التحول الشكلي (**Premetamorphosis**) في البرمائيات ، ومرحلة قبل الفقس في الطيور ، ومرحلة قبل الولادة في الحيوانات الجنينية ، بل يستمر الى مراحل اخرى متعلقة بنمو الفرد طيلة مراحل العمرية ، فمثلاً بعد تكوين الاعضاء في جنين الضفدع وبعد الفقس فإن البرقة (الدعموص **Tadpole**) لاتشبه الابوين فتدخل في مرحلة التحول الشكلي (**Metamorphosis**) التي تتضمن تغيرات وتحورات جسمية سريعة يتحول بعدها الدعموص المذنب آكل النبات في الماء الى ضفدع صغير آكل لحوم في اليابسة ، وتحدث عملية التحول الشكلي في الحشرات ايضاً . اما في الثدييات فإن الوليد يشبه الابوين ومع الولادة تبدأ اول خطوة من خطوات استمرار الوليد في النمو حيث تستبدل عظام محل غضاريف ويستمر نمو هذه العظام لفترة زمنية معينة ، كما تقوم بعض الاعضاء بوظائفها لفترة معينة من الزمن ( كالمبايض والخصى في الانسان) .

4 - 5 - 1 . الآراء والنظريات عن التكوين الجنيني .

لقد شغل موضوع التكوين الجنيني للفرد اذهان العلماء والباحثين منذ امد ليس بالقريب ، وكان اهتمامهم ينصب حول الاجابة عن تساؤل مفاده : **ماهي الآلية التي تتحكم في تكوين كائن جديد شبيه بالابوين ؟** ولقد عجزوا عن تفسير الكثير من النقاط المهمة في تكوين وتشكيل الجنين **"لان الخلق هو سرّاً من اسرار الوجود"** . وفيما يأتي ايجازاً للافكار والنظريات التي بحثت في التكوين الجنيني :

1 وضع الفيلسوف الاغريقي ابقراط في القرن الخامس قبل الميلاد الملاحظات الوصفية الاولى حول التكوين الجنيني للدجاج ، تبعه الفيلسوف اليوناني ارسطو ( **Aristotle 350 B.C** ) الذي يعد مؤسس علم الاجنة ، فقد وصف التكوين الجنيني للدجاج ودونه ، وذكر ان اجزاء الجنين تتشكل تباعاً من مواد البيضة وقد استند في وصفه هذا على العين المجردة وهو بذلك اسس علم الاجنة الوصفي (**Descriptive Embryology**) .

2 بعد اعتماد الطريقة العلمية في تحليل الظواهر الطبيعية والحياتية في القرنين السابع عشر والثامن عشر تطورت العلوم ومن ضمنها علم الاجنة ، فبعد اكتشاف المجهر قدم العالم دي گراف (**De Graaf**) عام ( **1672 م** ) وصفاً للحوصلات المبيضية ووصف العالم ليفنهوك (**Leewaeenhock**) النطفة عام ( **1677م** ) ، فتبلورت مفاهيم عديدة كان لها دور مهم في تقدم علم الاجنة .

3 نظرية قبل التشكيل (**Preformation Theory**) افترض بعض مؤيدي هذه النظرية وجود جنين مصغر داخل البيضة يدعى قزم جنيني (**Homunculus**) وان اجزائه تكبر عند التنبيه بالسائل المنوي ، وقد تعزز موقف هؤلاء العلماء عندما اوضح العالم بونت (**Bonnet**) عام (1745م) قابلية بيوض بعض الحشرات مثل حشرة (المن) على النمو عذرياً من دون اخصاب بعملية التكوين العذري (**Parthenogenesis**) ، في حين افترض القسم الآخر من مؤيدي نظرية قبل التشكيل ان القزم الجنيني يوجد في رأس النطفة حيث زعموا انهم شاهدوا هذا القزم باستعمال مجهر ليفنهوك داخل رأس الحيوان المنوي (شكل 4 - 2) .

بعدها اوضح العالم سبالانزاني (**Spallanzani**) ان تكوين الفرد الجديد يتطلب وجود امشاج ذكرية وامشاج انثوية .



شكل (4-2) . وجود القزم الجنيني داخل الحيوان المنوي (اللاطلاع) .

4 نظرية التكوين التراكمي (**Epigenesis Theory**) تفترض هذه النظرية ان الجنين يتكون من مادة حبيبية داخل البيضة تعاني تغيرات متتالية تدريجياً الى جنين وتنسب هذه النظرية الى العالم وولف (**wolff**) .

5 قانون فون بير ( Von Baer Law ) اشار العالم فون بير الى ان الصفات العامة الاساسية لاجنة الحبليات تظهر قبل الصفات الخاصة المميزة لأفراد تلك المجموعة مثلاً ظهور الحبل الظهري في اجنة الحبليات قبل ظهور الصفات التي تميز الانواع التي تنتمي الى الحبليات مثل ظهور الريش في الطيور .

بعد العالم فون بير من العلماء الذين قدموا لعلم الاجنة الشيء الكثير فهو كان يقارن بين التكوين الجنيني في الحيوانات المختلفة في دراسات ضمن ما يطلق عليه اليوم علم الاجنة المقارن ( Comparative Embryology ) .

6 النظريات التجريبية ( Experimental Theories ) وهي النظريات التي تعتمد على اجراء التجربة في تفسير ظواهر التكوين الجنيني ويعتبر العالم روكس ( Roux 1888 ) هو اول من قام بتجربة على بيضة الضفدع في مرحلة التفلق الاول وذلك بقتل احد الفلجتين الناتجتين بأبرة ساخنة جداً فلاحظ ان الخلية المقتولة اثرت على عملية التكوين الجنيني للخلية الاخرى لان الجنين المتكون كان ناقص التكوين ( غير كامل ) ، عندها دخل علم الاجنة مرحلة ( علم الاجنة التجريبي ) ( Experimental Embryology ) الذي مهد الى اكتشاف ظاهرة ( التحريض الجنيني ) ( Embryonic Induction ) في الثلاثينات من القرن الماضي والتي تعني قابلية نسيج معين الى التمايز بعد استلامه اشارات تحريضية تؤهله الى التمايز مثل التمايز الحاصل في خلايا الاديم الظاهر بعد استلامها الاشارة المحرصة من النسيج الواقع تحتها وتحولها الى صفيحة عصبية ينشأ منها الجهاز العصبي وقد اكتشفت هذه الظاهرة من قبل العالمان سبيمان ( Spemann ) وهيلدا مانكولد ( Helda Mangold ) اللذان اجرا تجارب عديدة على اجنة الضفادع وحصل سبيمان على جائزة نوبل عام ( 1935م ) نتيجة لتجاربه هذه ، بعدها اخذ الباحثون يولون الكيمياء الحيوية والكيمياء الفيزيائية اهتماماً خاصاً في تجاربهم وعندها نقل علم الاجنة التجريبي الى مستوى الجزيئات فظهر علم الاجنة الجزيئي ( Molecular Embryology ) الذي يفسر ظواهر التكوين الجنيني استناداً الى دور الكيمياء الحيوية باستخدام اجهزة خاصة وكان للمجهر الالكتروني ( Electron Microscope ) اهمية خاصة في ذلك .

ولابد من الاشارة الى انه في الوقت الحالي يمكن قبول نظرية التكوين المسبق على اعتبار ان جميع المعلومات الخاصة بتشكيل الجنين محددة سلفاً ومحمولة في الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين ( DNA ) ، وكذلك قبول نظرية التكوين التراكمي على اعتبار ان اعضاء الجنين المختلفة تتكون بطريقة تراكمية وبالتدرج .

ان التكوين الجنيني لايتوقف عند نهاية كل مرحلة من مراحل التكوين بل يستمر في المرحلة التالية ، ولتوضيح مفهوم التكوين الجنيني فقد قسم كالآتي :

### (1) تكوين الخلايا الجنسية (Sex Cells) والاصحاب (Fertilization) .

وتشمل هذه المرحلة :

آ نشأة المناسل (Gonads) وتكوين الخلايا الجنسية فيها حيث تتكون الانثوية (البيضة Ovum) ،

والذكورية ( الحيوان المنوي Sperm) .

ب انتاج الخلايا الجنسية عند اكتمال النمو الجنسي للفرد (النضج الجنسي) .

ج اتحاد البيضة بالحيوان المنوي بعملية الاخصاب ونتاج البيضة المخصبة (Zygote) .

ولايعتبر الاخصاب نهاية لعملية التكاثر الجنسي وانما هو بداية لسلسلة من التغيرات المنظمة والمعقدة التي تنتج فرداً جديداً يعود للنوع نفسه .

### (2) التفلج (Cleavage) .

هو سلسلة من الانقسامات الخيطية ( الاعتيادية ) المتكررة التي تبدأ من البيضة المخصبة حيث تنقسم الى خليتين (فلجتين) (Blastomeres) ثم اربع فلجات ثم الى ثمان فلجات وبتكرار الانقسامات تتحول البيضة المخصبة الى كرة من الخلايا تدعى الاربعة (Blastula) تكون جوفاء سمكها خلية واحدة في حيوان الرميح الذي هو من الحبليات الاولية ، او كرة نصف جوفاء سمكها عدة خلايا كما في البرمائيات (الضفدع) ، او تصبح مجموعة من الخلايا على شكل قرص جرثومي (Blastodisc) مستقر على احد اقطاب البيضة كما في الزواحف والطيور .

### (3) التعمد (Gastrulation) وتكوين الطبقات الجرثومية (Germ Layers) .

وهي عملية تنظيم الخلايا نتيجة للحركات المكونة للشكل (Morphogenetic Movements) فيصبح الجنين في هذه المرحلة بشكل تركيب خلوي معقد يدعى (المعيدة) (Gastrula) يكون ثنائي الطبقات الجرثومية في اجنة اللافقريات والحبليات الاولية، حيث يتكون الجنين فيها من طبقتي الاديم الظاهر (Ectoderm) والاديم المتوسط الباطن (Mesentoderm) ، كما تكون المعيدة ثلاثية الطبقات في اجنة الحبليات الاخرى حيث تتكون اجنتها من طبقة الاديم الظاهر (Ectoderm) والاديم المتوسط (Mesoderm) والاديم الباطن (Endoderm) .

#### (4) التمايز (Differentiation) .

يتحدد مصير الخلايا في هذه المرحلة لتسلك اتجاهات معينة في عملية التكوين الجنيني فيحدث تمايزاً في شكل الخلايا يتناسب مع نوعية الوظيفة التي تؤديها الخلايا ، فالخلايا العصبية تختص بنقل السيالات العصبية لذا يحدث فيها تمايز نسجي (Histological Differentiation) يتمثل بامتلاكها آلية اداء الوظيفة من خلال المحور (Axon) والشجرات (Dendrites) .

#### (5) التعضي (Organogenesis) .

وهي مرحلة نمو الجنين وانتظام خلاياه بشكل انسجة والانسجة على شكل اعضاء وذلك من خلال حدوث التمايز العضوي خلال فترة التكوين الجنيني حيث تتميز الطبقات الجرثومية الثلاث الى اربعة انواع رئيسية من الانسجة وهي الظهارية ، والضامة ، والعضلية ، والعصبية .

#### (6) مرحلة ما بعد الفقس (Posthatching) .

وهي المرحلة التي يخرج فيها الجنين من البيضة كما في معظم الاسماك وجميع البرمائيات ومعظم الزواحف وجميع الطيور وبعض الثدييات الاولى، او خروج الجنين بالولادة كما في بعض الاسماك وبعض الزواحف ومعظم الثدييات .

وبنهاية هذه المرحلة تبدأ عملية النضوج الجنسي للفرد (Sexual Maturity) التي تنتهي بحيوانات ناضجة جنسياً (ذكور واناث) يتزاوجون مرة اخرى وهكذا .

## 4-6. التشوهات الخلقية في الانسان .

قد يتعرض جنين الانسان الى تشوهات خلقية (Congenital Malformation) تمثل العيوب التركيبية الناتجة من تكوين غير طبيعي لاعضاء او اجهزة الجنين الجسمية وعلم دراسة التشوهات الخلقية (Teratology) يهتم بذلك .

هناك عدة عوامل تؤدي الى حدوث تشوهات جنينية يمكن حصرها بمجموعتين رئيسيتين وهما :

- 1 العوامل الوراثية بضمنها شواذ الكروموسومات الجسمية ومنها التشوه المسبب لمتلازمة داون (Down Syndrome) الذي يظهر تشوهه في ملامح الوجه وحدوث تخلف عقلي وتشوهات في القلب .
- 2 العوامل البيئية او الخارجية وتنضمن عوامل عديدة اهمها تأثير الاشعاع الذي يسبب تشوهات عديدة ابرزها تشوهات الجهاز العصبي ، وان التعرض المباشر للاشعاع يسبب حدوث تشوهات خلقية في الاجيال اللاحقة . علاوة على ان التعرض للاشعاع يؤثر على الانجاب مسبباً العقم الجزئي او الكلي معتمداً في ذلك على جرعة الاشعاع وزمن التعرض للاشعاع وعمر الشخص .

تعد العقاقير احد اهم العوامل المسببة في احداث تشوهات جنينية عديدة اهمها تشوهات الجهاز العصبي والجهاز الهيكلي وانشقاق الشفة (الحنك المشقوق) وغيرها ( شكل 4 - 8 ) .

لذا لايجوز تناول الام الحامل الدواء دون استشارة طبية . وتعتبر فترة الاسابيع الاولى من الحمل فترة حرجة في التكوين الجنيني للانسان فهو يصاب بالتشوهات في حال تعرضه الى مايسبب ذلك حيث يكون الجنين مرتبطاً بالام وهو في داخل الرحم بواسطة السخد ( المشيمة ) ( **Placenta** ) التي تعمل على ايصال الغذاء والاكسجين والمواد الاخرى من الام الى الجنين اي ان ماتتناوله الام او مايصيبها من التهابات او امراض قد يصل الى الجنين عن هذا الطريق ، مما قد يسبب الاذى اذا لم يتم انتباه الام لذلك وعليه يجب على الام الوقاية من بعض الامور حتى لا تتأثر في الجنين منها :

- 1 الابتعاد عن التدخين لانه يؤثر في وزن الطفل فهو يؤدي الى انخفاض نسبة الاوكسجين وارتفاع نسبة اول او كسيد الكاربون في دم الام ودم الجنين والمشيمة مما يولد بيئة غير صحية للجنين علاوة على ان التدخين يزيد من حدوث الاجهاض والولادة المبكرة او موت الجنين ، ويمتد تأثير التدخين الى ما بعد ولادة الجنين مسبباً التهابات المجاري التنفسية والربو وغيرها في الاطفال .
- 2 التقليل من اخذ الكافيين الموجود في القهوة لان كثرته تسبب الاذى للجنين .
- 3 تجنب اخذ الادوية الشعبية والاعشاب وماشابه ذلك دون استشارة المختصين .
- 4 الكحول يؤثر في الجنين وقد يسبب له الخلل العصبي والتشوهات الجسمية خصوصاً في الوجه اضافة الى حدوث اضطرابات في السلوك ، ويسبب الكحول متلازمة الكحول الجنيني ( **Fetal Alcohol Syndrome** ) التي تظهر في المجتمعات الاوربية .
- 5 تجنب اصابة الام بمرض داء القطط ( المقوسات **Toxoplasmosis** ) لانه يسبب تشوهات خطيرة على الجنين ، وذلك من خلال طهي اللحم جيداً وعدم التعرض الى براز القطط .
- 6 على الحامل تناول حبوب حامض الفوليك ( **Folic Acid** ) خلال فترة الحمل لانه يقلل من تشوهات الانبوب العصبي وعليها علاج كافة الامراض كالسكري وارتفاع ضغط الدم والصرع تحت اشراف طبي دقيق .

اصبح بالامكان تشخيص التشوهات الجنينية للجنين قبل ولادته باستخدام الفحص بالموجات فوق الصوتية ( **Ultra sound Scan** ) وفحص دم الام للتحري عن مستويات بروتينية معينة لها علاقة باحداث تشوهات ، وكذلك فحص الخلايا الجنينية للتأكد من الكروموسومات بأخذ عينة من سائل السلي المحيط بالجنين او من المشيمة .

ان للتشخيص اهمية في بعض حالات التشوهات منها علاج الجنين في حالة عدم اكتمال نضوج الرئة ومساعدتها على القيام بوظيفة التنفس حيث تعطى الام عقار خاص قبل فترة محددة من الولادة وفي



بعض المراكز الطبية المتقدمة  
ممكن اجراء تداخل جراحي  
للجنين وهو في الرحم لمعالجة  
بعض التشوهات الجنينية وهذه  
الطريقة تحتاج الى دراسة بشكل  
دقيق قبل اجراء التداخلات  
الجراحية لانها تشكل خطورة  
على سلامة الجنين .

شكل ( 4 - 8 ) . انشقاق الشفة في الانسان ( للاطلاع ) .

تعدد المواليد وتكوين التوائم

## ( Multiple Births and Twins Formation )

.7-4

تمتلك بعض الثدييات الحقيقية ( المشيمية ) تكيفات تركيبية تؤهلها للحمل بأكثر من جنين في كل حمل  
ويطلق على هذه الظاهرة بتعدد الاجنة او تعدد المواليد ، حيث تنطلق من البيض عدة بيوض ، وبعد اخصابها  
تنغرس في جدار الرحم بمسافات منتظمة .

اما في الانسان فأن الانثى تحمل بجنين واحد عادة في كل مرة حمل ، واذا حملت الانثى بأكثر من جنين فأن  
هذه الظاهرة تدعى بالتوائم ( Twins ) ( شكل 4-9 ) .

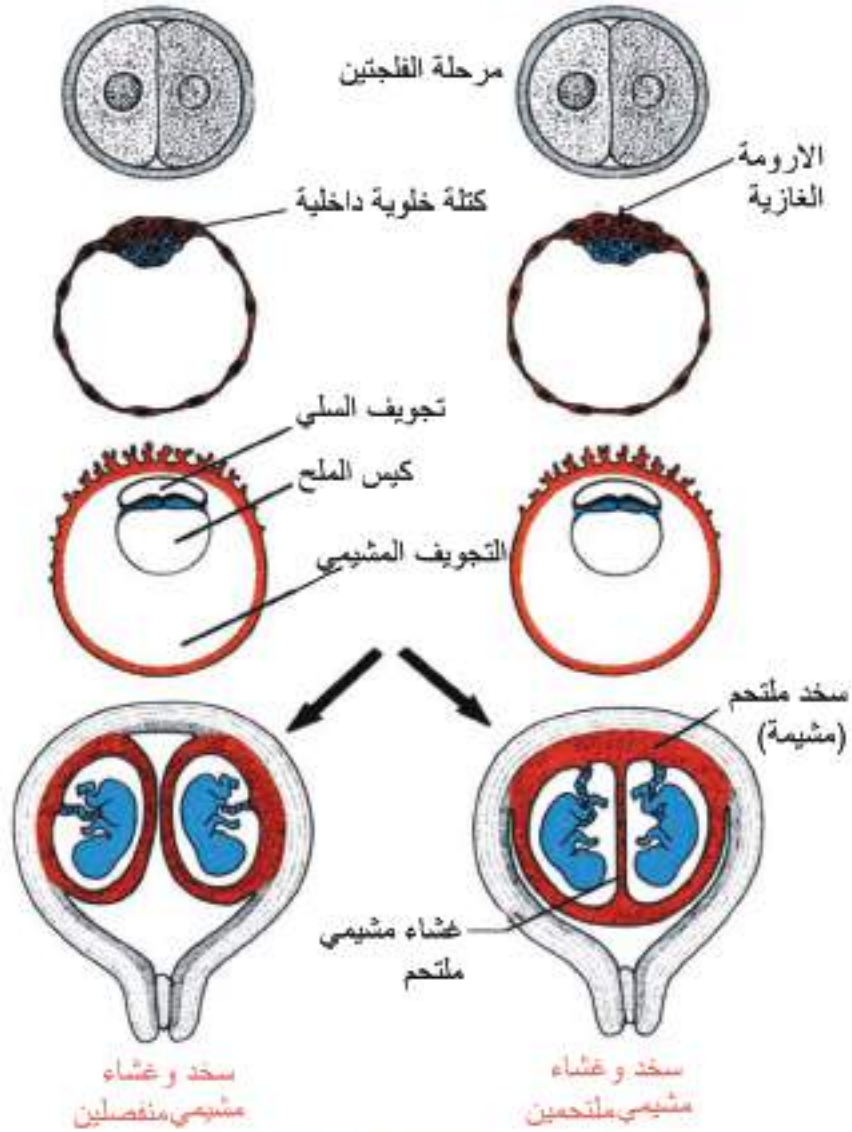


شكل ( 4 - 9 ) . التوائم ( للاطلاع ) .



1. التوائم الاخوية (Franternal Twins) .

تتكون التوائم في هذا النوع من بويضتين منفصلتين تنطلقان من المبيض في نفس الوقت وتخصب كل واحدة بحيوان منوي . لاتظهر التوائم الاخوية تشابهاً وقد تكون اجناسها متشابهة (جميعها ذكور او جميعها اناث) ، او تكون مختلفة (الشكل 4 - 10) .

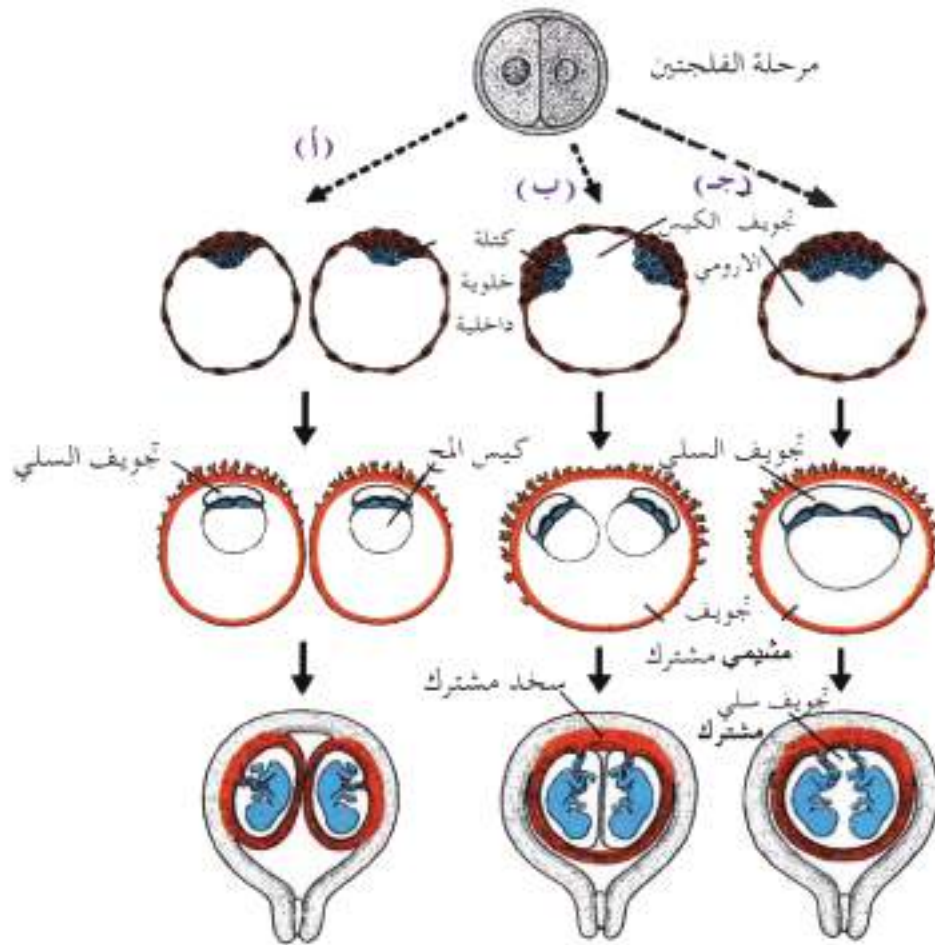


شكل ( 4 - 10 ) . التوائم الاخوية ( للاطلاع ) .

2. التوائم المتماثلة (المتطابقة) (Identical Twins) .

تتكون التوائم المتطابقة (المتماثلة) من بيضة مخصبة واحدة بحيوان منوي واحد، وتنقسم هذه البيضة المخصبة الى خليتين وتواصل كل خلية نموها وتكوين جنين كامل (الشكل 4 - 11) . تتشابه التوائم المتطابقة بدرجة كبيرة في الشكل والجنس (تكون اما ذكور او اناث) .

وقد يكون انفصال البيضة المخصبة غير تام فيؤدي الى حالة توأم ملتحمة من منطقة القحف او الصدر او العجز وتدعى مثل هذه التوائم بالتوائم السيامية (Siamese Twins) ، وقد تكون التوائم الملتحمة غير متساوية فيكون احد التوائم صغير ويكون متطفاً على الآخر وتدعى التوائم في هذه الحالة بالتوائم الطفيلية (Parasitic Twins) .



شكل ( 4 - 11 ) . التوائم المتماثلة ( للاطلاع ) .

( أ ) يحدث الانفصال في خليتين عندما يمتلك الجنين مشيمتين وتجويفين للسلي والمشيمي ( ب ) يكون الانفصال للكتلة الخلوية الداخلية مبكراً فيتكون جنينين يمتلكان مشيمة مشتركة وتجويف مشيمي مشترك ولكل منهما تجويف سلي منفصل ( ج ) يكون الانفصال للكتلة الخلوية الداخلية متأخراً وعندها يمتلك الجنينان مشيمة وتجويف مشيمي وتجويف سلي مشترك .

### 3. التوائم المتعددة (Multiple Twins) .

تمثل التوائم المتعددة ظاهرة نادرة الحدوث في الانسان فقد تلد بعض النساء ثلاثة او اربعة صغار، حيث ان كل بيضة مخصبة تكون جنيناً كاملاً ، وتحدث هذه الحالة عادة عند النساء اللاتي يخضعن لمعالجة طبية بالهورمونات لتنشيط المبيض او اللواتي يخضعن لبرنامج طفل الانابيب .

تحتاج الام الى مالا يقل عن سنتين بين كل عملية حمل وولادة واخرى ، بغية اعطاء فرصة للجسم لكي يتعافى من آثار الحمل والولادة واستجماع القوة والطاقة قبل الحمل مرة اخرى . والمباعدة بين الولادات تمنح الطفل فرصة رعاية جسمية وعقلية كاملة ، فضلاً عن كونها تمنح الفرصة للام في المحافظة على صحتها . ولقد وجد ان الاطفال الذين يولدون بفواصل زمني يقل عن سنتين بين الواحد والآخر لا يحققون في الغالب التطور الجسمي والعقلي ، بل ان ذلك قد يتسبب في ولادة اطفال غير مكتملين وتقل اوزانهم عند الولادة عن ( 2.5 كيلوغرام ) ، وربما يكونون حاملين عيوب خلقية ، وتشير الدراسات الى ان ثلث وفيات الاطفال في العالم ناتجة من الحمل المتتابع .

### الخلايا الجذعية .

منذ اكتشاف الخلايا الجذعية ( Stem Cells ) والعلماء في سعي دؤوب للاستفادة منها في علاج العديد من الامراض المزمنة والمستعصية ، والخلايا الجذعية هي خلايا غير متخصصة تمتلك القدرة على الانقسام والتجدد ونتاج خلايا متخصصة جديدة تستطيع اصلاح وتعويض خلايا الجسم التالفة يتم الحصول على الخلايا الجذعية من عدة مصادر اهمها : المراحل المبكرة من التكوين الجنيني ودم الحبل السري والمشيمة، ونخاع العظم ( شكل 4-12 ) .



شكل ( 4-12 ) . يوضح قدرات الخلايا الجذعية على انتاج خلايا متخصصة ( للاطلاع ) .

### 1. الخلايا الجذعية الجنينية (Embryonic Stem Cells) .

هي نوع اساسي من انواع الخلايا الجذعية فهي تمتلك قابلية انقسامية غير محدودة ، وتكون ذات قدرة عالية على التخصص لأنواع من الخلايا فهي تستطيع اصلاح واستبدال الخلايا التالفة عند زراعتها في العضو المصاب ، ويمكن الحصول عليها من المراحل الجنينية المبكرة بعد الاخصاب ، وهي تعد مصدراً مهماً للعديد من الانجازات الطبية بسبب صفاتها تلك .

### 2. الخلايا الجذعية البالغة (Adult Stem Cells) .

توجد هذه الخلايا مع الخلايا المتخصصة في الجسم وتتضمن وظيفتها استبدال وتعويض الخلايا المتضررة او الميتة في الجسم لكنها تختلف عن الخلايا الجذعية الجنينية بما يلي :

- أ وجودها بكمية قليلة مما يؤدي الى صعوبة عزلها .
- ب يقل عددها مع تقدم العمر .
- ج قد تكون غير سليمة.
- د ليس لها نفس قدرة الخلايا الجذعية الجنينية ( في الانقسام والتخصص ) .

### 3. خلايا الحبل السري الجذعية (Umbilical Cord Stem Cells) .

تؤخذ هذه الخلايا من دم الحبل السري وتصنف كنوع آخر من الخلايا الجذعية البالغة لأنها تتشابه معها في كثير من التركيب و الوظيفة ، اضافة الى قابليتها على مقاومة ظروف التجميد (  $-196^{\circ}\text{C}$  ) في النيتروجين السائل ولسنين عديدة .

### استخدامات الخلايا الجذعية .

تنحصر اهم استخدامات الخلايا الجذعية بالآتي :

- 1 تحديد اسباب حدوث الامراض المستعصية ، والعيوب الخلقية الناجمة من خلل في انقسام وتخصص الخلايا .
- 2 استخدامها في التغلب على الرفض المناعي في عملية زراعة الاعضاء .
- 3 استخدامها في هندسة الجينات الوراثية لفهم وعلاج العديد من الامراض والامراض الوراثية.
- 4 استخدامها في التجارب المتعلقة بالعقاقير لمعرفة آثارها .

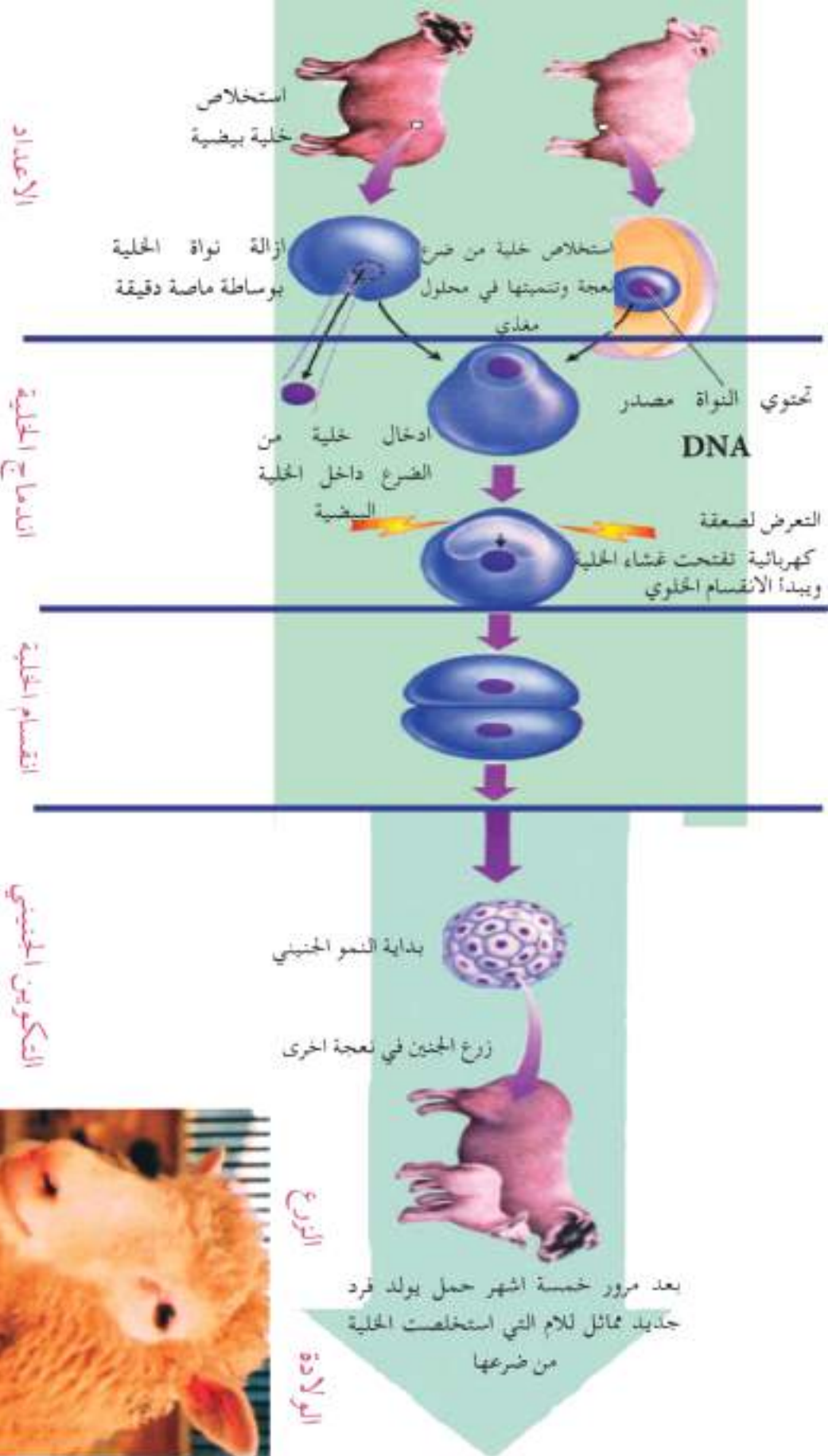
5 استخدامهما في العلاج الخلوي (Cell therapy) لكثير من الامراض كالزهايمر والباركنسون والتهاب المفاصل والحروق، ومع التقدم في علم تقنية النانو (Nanotechnology) وهي تقنية التحكم التام والدقيق بجزيئات بحجم النانوميتر (النانوميتر =  $10^{-9}$  من المتر) لانتاج مواد معينة من خلال التحكم في تفاعل الجزيئات، فقد تم دمج هذه التقنية مع ابحاث الخلايا الجذعية لغرض التوصل الى فهم كيفية توجيه تلك الخلايا والتحكم في مصيرها والاستفادة من ذلك في العلاج الخلوي.

## 10-4. الاستنساخ في الحيوان .

يعد الاستنساخ احد طرق التكاثر اللاجنسي في الحيوان، ولعملية الاستنساخ اهمية اقتصادية حيث يمكن من خلالها انتاج افراد من خلايا جسدية (جسمية).

ففي العام (1997م) اعلن العالم ايان ولموت (Ian Wilmut) انه استطاع استنساخ نعجة اسمها دوللي (Dolly) (شكل 4-13) من خلايا جسدية مأخوذة من نعجة بالغة، وكانت هذه المرة الاولى التي يتم فيها استنساخ حيوان فقري. ولاجل انجاز هذا العمل اتبع ايان ولموت وجماعته الخطوات التالية:

- 1 تم اخذ خلايا من الغدد اللبنية (الضرع) لنعجة بالغة بعمر ست سنوات، ووضعت الخلايا في وسط زرعي، وقد تم تحضير الوسط الزراعي بصيغة تحفظ نوى الخلايا في حالة مستقرة.
- 2 تم اخذ بويضات (خلية بيضة ناضجة) من نعجة اخرى وازيلت انويتها (فرغت من انويتها).
- 3 حصلت عملية دمج للخلية المعطية (خلية الغدة اللبنية) مع الخلية المفرغة من نواتها بواسطة وضع الخليتين معاً وتعريضهما لنبضة كهربائية ادت الى ادماجهما، كما ادت نبضة كهربائية اخرى الى تنشيط البيضة لبدء عملية التكوين الجنيني.
- 4 تم نقل الاجنة الناتجة الى رحم نعجة اخرى.
- 5 بعد انقضاء فترة الحمل والتي مداها خمسة اشهر ولدت النعجة دوللي (Dolly) وهي تشبه تماماً النعجة التي اخذت من ضرعها الخلية الجسدية.
- 6 تحليل الحامض النووي منقوص الاوكسجين (DNA) اكد ان نوى خلايا النعجة دوللي مشتقة او ناتجة من نفس نواة الخلية المعطية.



تعود الى نعجة بالغة

شكل (4-13) مراحل استنساخ النعجة دوللي (الاطلاع)

لقد أصبحت الإنجازات الطبية في مجال تشخيص وعلاج العقم سبباً علمياً واضحاً حيث أجريت العديد من الدراسات والتجارب الدقيقة التي انكب العلماء وخاصة علماء الاجنة على القيام بها، اذ يعتبر العقم احد المشاكل الواسعة الانتشار في العالم وقد يحدث بسبب احد الزوجين او كلاهما او لاسباب مجهولة وقد استطاع العلم حل كثير من حالات العقم عن طريق العلاج الطبي واغلبها تحتاج الى العلاج الهرموني او عن طريق العلاج الجراحي ، وكذلك عن طريق استخدام تقانات عديدة منها :

### ( 1 ) الاخصاب الصناعي ( Artificial Fertilization ) .

يمثل الاخصاب الصناعي عملية نقل الحيوانات المنوية بعد تنقيتها وتركيزها في المختبر الى البويضات ، ويستعمل هذا الاخصاب في حالات عديدة من اهمها :

- 1 وجود اسباب تتعلق في عملية التبويض او قناتي البيض او بطانة الرحم في الانثى .
- 2 وجود اسباب تتعلق بالجهاز التناسلي الذكري تؤدي الى قلة نسبة الحيوانات المنوية مما يحدث خللاً في عملية اخصاب البويضة ، كما تشير الدراسات الى ان تناول الكحول والتدخين يقللان من انتاج الحيوانات المنوية وحيويتها .
- 3 وجود خلل هرموني يؤثر في عملية انتاج البويض والحيوانات المنوية .
- 4 اسباب مكتسبة نتيجة التعرض الى حوادث معينة او اجراء جراحات معينة او استعمال بعض العقاقير او التعرض الى الاشعاع .

### انواع الاخصاب الصناعي .

#### 1. الاخصاب الصناعي داخل الجسم ( in vivo Fertilization ) .

ويتم في هذا النوع من الاخصاب حقن السائل المنوي للزوج داخل رحم الزوجة بواسطة انبوب خاص ( Catheter ) وللحصول على نتيجة جيدة يفضل اجراء هذا الاخصاب في وقت التبويض للمرأة مع اعطائها الادوية المنشطة للمبيض .

#### 2. الاخصاب الصناعي خارج الجسم او تطفل الانابيب ( in Vitro Fertilization ) .

بعد هذا النوع من الاخصاب الاكثر انتشاراً في العالم بالنسبة لحالات العقم ويعني اخصاب البويضة بالحيوان المنوي في انبوب اختبار مع اعطاء الزوجة الهرمونات المنشطة للمبيض وتتم عملية الاخصاب بعد سحب البويضات من المبيض بواسطة جهاز الموجات فوق الصوتية

او بواسطة جهاز منظار البطن ثم توضع البويضات في وسط غذائي خاص بها وبعدها تضاف الحيوانات المنوية النشطة لحدوث الاخصاب علماً ان هذه العملية تتم في درجة حرارة مماثلة لدرجة حرارة جسم الام ، ثم تنقل عادة ثلاثة اجنة ( لضمان حدوث الحمل ) وتكون في مراحل التفلج الاولى الى رحم الام عن طريق انبوب خاص ( Catheter ) لتغرس في جداره مع اعطاء الام العقاقير المساعدة على تثبيت الاجنة في الرحم . تكون نتائج هذا الاخصاب اكثر نجاحاً وذلك لانه يتم اختيار افضل الاجنة لنقلها الى الام ، وكذلك تعطي احتمال كبير للحمل في المرة الواحدة وذلك من خلال نقل اكثر من جنين واحد الى داخل الرحم . قبل البدء بهذه العملية تجرى فحوص على الزوجين تشمل فحص الدم ، وفحص قناتي فالوب والرحم وفحص الحيوانات المنوية ، كما توجد عوامل عديدة تؤدي لفشل الاخصاب بأطفال الانابيب ولعل اهمها نوعية الحيوانات المنوية والبويضة وسلامتهما ، وكبر عمر المرأة لان البويضات الاكبر عمراً اقل قابلية للتخصيب ، وتنتشر هذه التقنية في مراكز خاصة عديدة في العالم ومن ضمنها المراكز الموجودة في العراق .

## (2) تجميد الاجنة ( Embryo Freezing ) .

يتم استخدام هذه التقنية في مراكز الاخصاب الخارجي (اطفال الانابيب) وذلك من خلال تجميد الاجنة الفائضة عن الحاجة بعد اختيار الاجنة المناسبة ونقلها الى رحم الام ، وذلك لغرض استعمالها مستقبلاً اذا رغب الابوان لحمل آخر لان برنامج الاخصاب عن طريق اطفال الانابيب مكلف اقتصادياً ويحتاج الى استعداد نفسي وصحي ، كما ويتم تجميد الاجنة باستخدام النتروجين السائل (  $-170^{\circ}\text{C}$  ) في مراكز علمية خاصة بذلك .

## (3) تجميد البويضة ( Oocyte Freezing ) .

تتضمن هذه التقنية تجميد اجزاء من المبيض تحتوي على بويضات غير ناضجة في النتروجين السائل (  $-170^{\circ}\text{C}$  ) وتكون نسبة نجاحها اقل من نسب نجاح تجميد الاجنة وأن التجميد قد يؤثر على كروموسومات البويضة . تساعد هذه التقنية احتفاظ المرأة بخصوبتها خاصة اللواتي تعرضن للاشعاعات او العلاجات الكيماوية او امراض معينة .

## (4) تجميد الحيوانات المنوية ( Sperm Freezing ) .

تتضمن هذه التقنية تجميد الحيوانات المنوية في النتروجين السائل (  $-170^{\circ}\text{C}$  ) ويمكن حفظ الحيوانات المنوية ( بنوك المنى Semen Bank ) في انابيب بلاستيكية صغيرة او في اقراص خاصة لاستخدامها عند الحاجة حيث تدفأ بالتدريج وتعود الى درجة الحرارة الطبيعية، وقد وجد تجريبياً ان هذه العملية لا تفقد خصوبتها، ويستفيد من برنامج تجميد الحيوانات المنوية حالات عديدة منها الرجال الذين يعانون من امراض السرطان ويحتاجون العلاج الكيماوي ، او امراض الخصية والمعرضون لاستئصالها ، والرجال المعرضون الى تناقص الحيوانات المنوية لديهم باستمرار .

## أسئلة الفصل الرابع

### السؤال الأول :

- اكتب المصطلح العلمي الذي يدل على كل عبارة مما يأتي :
- 1 - قدرة الخلايا الجنينية في المراحل المبكرة من التكوين الجنيني على اكتساب المقدرة الوظيفية .
  - 2 - قابلية نسيج معين الى التمايز بعد استلامه اشارات تحريضية تؤهله الى التمايز .
  - 3 - العلم الذي يفسر ظواهر التكوين الجنيني استنادا الى دور الكيمياء الحيوية باستخدام اجهزة خاصة .
  - 4 - هي التوائم الملتحمة غير المتساوية فيكون احدها صغير ويكون متطفلا على الآخر .
  - 5 - تقنية التحكم التام والدقيق بالجزئيات بحجم النانوميتر لانتاج مواد معينة من خلال التحكم في تفاعلات الجزئيات .

### السؤال الثاني :

- عرف المصطلحات التالية :
- النمو ، التكوين الجنيني ، عملية التشكل ، القرص الجنيني ، التوائم المتعددة ، الخلايا الجذعية الجنينية ، الأخصاب الصناعي .

### السؤال الثالث :

- أكمل العبارات التالية بما يناسبها :
- 1 . تتم عملية نمو الخلايا بأحد الطرق التالية :  
أ .....  
ب .....  
ج .....
  - 2 . العاملان اللذان اكتشفا ظاهرة التحريض الجنيني هما ..... و .....

3.. تكون الخلايا الجذعية على ثلاثة انواع هي :

أ.....  
ب.....  
ج.....

4. في العام ..... اعلن العالم ..... انه تمكن من  
استنساخ نعجة اسمها.....

#### السؤال الرابع :

فسر وعلل الحقائق العلمية التالية :

1. في الوقت الحالي يمكن قبول نظرية التكوين المسبق وقبول نظرية التكوين التراكمي .
2. تنصح الام الحامل بعدم تناول الادوية الا باستشارة الطبيب .
3. تحتاج الام الى ما لا يقل عن سنتين بين كل عملية حمل وولادة واخرى .
4. نسبة نجاح تجميد البويضة اقل من نسبة نجاح تجميد الاجنة.

#### السؤال الخامس :

اكتب داخل القوسين الحرف الذي يشير الى الجواب الصحيح :-

1 ( ) العالم الذي اسس علم الاجنة الوصفي هو :

أ. لونت . ب. ارسطو . ج. ابقراط . د. دي كراف .

2 ( ) وصف العالم ليفنهوك النطفة عام :

أ. 1677 . ب. 1678 . ج. 1766 . د. 1687 .

3 ( ) العالم الذي بين ان تكوين الفرد الجديد يتطلب وجود امشاج ذكرية وانثوية هو :

- أ. ليفنهوك . ب. وولف . ج. سيالانزاني . د. فون بيير .  
 4. أول عالم قام بتجربة على بيضة الضفدع في مرحلة التفليح الأول هو :  
 أ. سبيمان . ب. روكس . ج. وولف . د. سيالانزاني .

### السؤال السادس :

قارن بين :

- 1 . مرحلة التمايز ومرحلة التعضي في التكوين الجنيني من حيث التغيرات التي تحدث للجنين في كل منهما .
- 2 . التوائم الأخوية والتوائم المتماثلة .
- 3 . الخلايا الجذعية الجنينية والخلايا الجذعية البالغة .
- 4 . الأخصاب الصناعي داخل الجسم والأخصاب الصناعي خارج الجسم .

### السؤال السابع :

اكتب ما تعرفه عن :

- 1 . قانون فون بيير .
- 2 . ما يجب على الأم الحامل الوقاية منه والابتعاد عنه والذي يؤثر على جنينها .
- 3 . استخدامات الخلايا الجذعية .
- 4 . الخطوات التي اتبعتها العالم (ايان ولوت) وجماعته في عملية الاستنساخ .
- 5 . الحالات التي يستخدم فيها الأخصاب الصناعي .

# الفصل الخامس علم الوراثة



## محتويات الفصل

1 - 5 . مقدمة و نبذة تاريخية .

2 - 5 . الوراثة ما قبل مندل .

3 - 5 . الوراثة المتدللية .

4 - 5 . الوراثة ما بعد مندل .

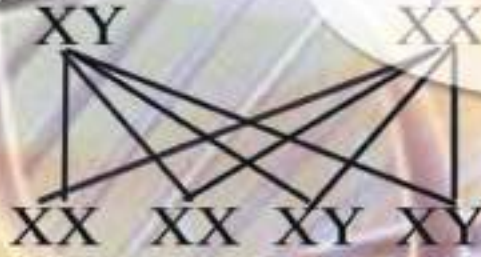
5 - 5 . الاساس الجزيئي للوراثة .



بعد الانتهاء من دراسة الفصل الخامس نأمل من الطالب ان يكون قادراً على ان :

1. يتعرف على بعض التطبيقات الوراثية في الحضارات التي سبقت العالم مندل .
2. يرسم سجل النسب لعائلة لديها طفل مصاب بمرض يرجع الى جين متنحي ، وسجل نسب اخر لطفلة مصابة بمرض وراثي يرجع الى جين سائد .
3. يعرف قانون مندل الاول وقانون مندل الثاني ويقارن بينهما .
4. يعدد الصفات السبع التي درسها مندل ويبين طبيعة توارثها .
5. يدرك ان الصفات التي درسها مندل كانت غير مرتبطة اي ان كل منها يقع على كروموسوم مختلف .
6. يعرف بأن الصفة ذات السيادة التامة اما ان تكون نقية او هجينة .
7. يتمكن من ايجاد العلاقة بين صفتين مندليتين من خلال استخدام قانون حاصل ضرب الاحتمالات .
8. يدرك موضوع التوافق وعدم التوافق في عملية نقل الدم ( التبرع بالدم ) .
9. يبين الاستنتاج الذي توصل اليه الباحثان هيرشي وشيس .
10. يحدد الاختلاف بالرسم بين الحلقة البيورينية والبريميدينية للقواعد النروجينية .
11. يرسم تتابع القواعد في ال DNA المتم للشريط الاصلي وكذلك ال mRNA لهذا الشريط ( القالب ) .
12. يستطيع ان يبين علاقة انزيمات معينة بعمليات تضاعف واصلاح ونسخ وترجمة التعليمات الوراثية .
13. يعدد متطلبات تقنية الهندسة الوراثية .
14. يبين بالرسم كيفية الحصول على شريط DNA معاد التركيب ويعدد تطبيقاته .

# علم الوراثة



## 1-5 . مقدمة ونبذة تاريخية .

يُعرف علم الوراثة ( **Genetics** ) بأنه ذلك الفرع من علم الحياة الذي يهتم بدراسة التغيرات الموروثة لكائن حي او لمجموعة من الكائنات وكذلك كيفية تعبير المورثات المسؤولة عن تلك التغيرات .

ومن المجالات التي يهتم بها هذا العلم ما يأتي :

أ كيفية انتقال الصفات الوراثية من جيل الى اخر .

ب معرفة التركيب الجزيئي للمادة الوراثية ، والتغيرات التي تطرأ عليها وتطبيقاتها المختلفة .

ج معرفة كيفية حدوث عملية التعبير الوراثي على المستوى المظهري والجزيئي .

ان اول من اطلق مصطلح ( **Genetics** ) على هذا العلم هو الباحث الانكليزي بيتسون ( **Bateson** ) عام ( 1906 م ) . وفيما يلي نبذة تاريخية مختصرة عن اهم الدراسات الوراثية التي ساعدت في تقدم هذا العلم .

1 بداية تم انتخاب التغيرات الوراثي للانواع المفيدة، وذلك كطرز او صفات مميزة تخدم الاجيال وتلائم مع متطلبات الحياة وخاصة في المجال الزراعي .

2 وضع مندل انظمة تحكم الوراثة بالصفات غير المرتبطة بالجنس ، حيث نشر في عام ( 1866م )

مقالة بعنوان "أبحاث حول بعض الهجائن النباتية" ولكن لسوء الحظ لم ينتبه اليها علماء عصره الا بعد مرور 34 عاماً .

3 ان اكتشاف تجارب مندل عام ( 1900م ) قد تخطى ما يسمى "بالعمر الذهبي" لعلم الخلية ، وذلك عندما تم رؤية الكروموسومات والتي افترض بأنها حاملة للصفات الوراثية والتي لم تدرك انذاك من قبل العالم مندل .

4 لقد شهد الربع الثالث من القرن العشرين ايجاد حلول لكثير من الاسئلة وعلامات الاستفهام وذلك بحل اللغز الذي وصفه العالمان واطسن وكريك عام ( 1953 م ) حول تركيب جزيء الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين **Deoxyribonucleic acid ( DNA )** والذي توج في الستينات من القرن الماضي بحل الشفرة الوراثية ( **Genetic code** ) .

5 بدأ توجده علماء الوراثة في عقد السبعينات نحو مجال التقنيات الاحيائية ، حيث تمكنوا من تهجين الـ **DNA** لانواع مختلفة بغية ايجاد عقار او دواء ذو فعالية كبيرة وبكمية مناسبة وفي نفس الوقت تم اكتشاف المورثات التي تسبب اغلب التشوهات النادرة والتي ترجع الى مورث مفرد ( **Single gene** ) ، وبناءً على ذلك تم تطوير طريقة التشخيص وحتى التوصل الى اختبارات تسبق ظهور الاعراض ، اضافة الى ابتكار انواع جديدة من المعالجات من خلال الهندسة الوراثية .

6 لقد برزت في عام ( 1986 م ) فكرة استخدام الـ **DNA** في المجالات التطبيقية وذلك لتميزه بعدد من الخصائص منها :

- قابليته على النقل من كائن الى آخر بواسطة بعض النواقل كالرواشح ( الفيروسات ) والبلازميدات .
- قابليته على تحوير وظائف الخلية المستلمة له .

• قابليته على التضاعف داخل الخلية بصورة طبيعية وايضاً خارجها وذلك من خلال استخدام تقنية التفاعل التضاعفي او التسلسلي لشريط الـ **DNA** بواسطة الانزيم المتعدد البوليمير ( **Polymerase Chain Reaction ( PCR )** ) .

7 في بداية القرن الحادي والعشرين وبالذات عام ( 2003 م ) تم كشف النقاب وبصورة كاملة عن انجاز تسلسل ازواج القواعد النروجينية والتي يتجاوز عددها 3.3 مليار ( **billion** ) وذلك لمورثات كروموسومات الانسان في الحالة الاحادية والمسماة بالجينوم .

8 حالياً تركز الابحاث الجينية ( **Genomics** ) حول كيفية تعبير المورث في مختلف الخلايا سواء في المرضى او في الاصحاء وكذلك في الكشف عن الاختلاف او التمايز الوراثي الذي تكون له الاولوية في بناء الشخصية .

## 2-5 . الوراثة ما قبل مندل .

5 - 2 - 1 . دور حضارة وادي الرافدين :

لقد صاحب نشأة هذه الحضارة في العراق القديم خلال الفترة الممتدة بين سنة ( 4000 - 800 ق.م . ) الاهتمام في مجال الحصول على انواع محسنة من الحنطة والرز والقطن والبقول وكذلك الماشية والخيول . لقد ادرك سكان العراق انذاك اهمية التكاثر الجنسي في الوراثة وتحسين الحصول وذلك من خلال ممارستهم تلقيح النخيل ، وكذلك اجراء التزاوجات بين سلالات مختلفة من الماشية . وهذه موثقة من خلال الاختام التي وجدت هناك . فعلى سبيل المثال وجد بين تلك الوثائق رسالة فريدة من نوعها كتبت بالخط المسماري حوالي ( 1360 ق . م . ) وقد اعطت وصف دقيق لكيفية تدريب الخيول وانتقاء اجودها للسباق .

5 - 2 - 2 . دور حضارة وادي النيل :

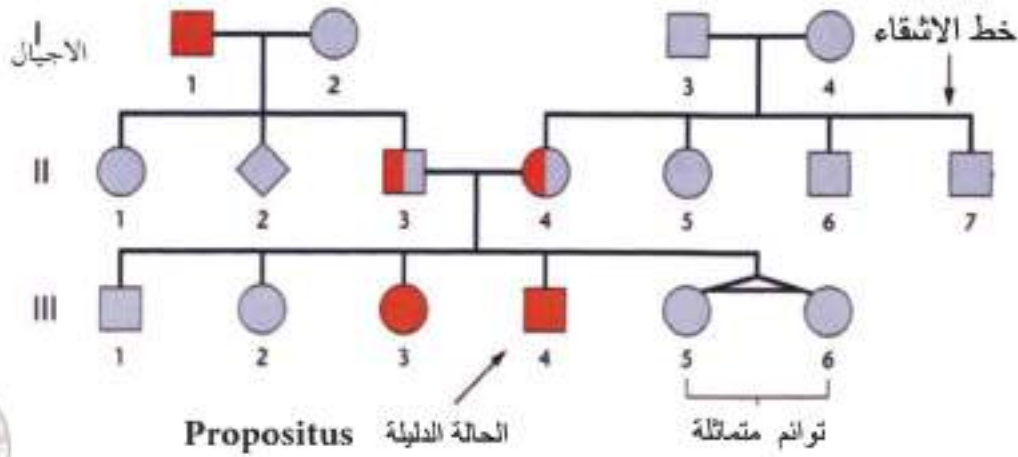
لقد تلازمت بعض التطبيقات الرائدة لعلم الوراثة مع نشأة حضارة وادي النيل سنة ( 5000 ق . م . ) حيث تم العثور من قبل فراعنة مصر القديمة على انواع منتخبة من الحنطة تتسم بتنوعية ووفرة الانتاج .

5 - 2 - 3 . دور الحضارة اليونانية :

لقد كان الفلاسفة اليونانيون مهتمين بتوضيح التشابه بين الاقارب . فأبو قراط ( Hippocrates 460-370 ق.م ) قد اشار الى تكرار صفات بشرية معينة مثل الحول في العين ( Crossed eye ) ، والرأس ذو العلامة البيضاء ( Bald headedness ) في مجموعة معينة من العائلات . كما لاحظ ايضاً انتشار امراض معينة مثل الصرع وبعض انواع العمى في عوائل معينة . كما تعرّف اليونانيون على اعراض بعض المتلازمات البشرية كمتلازمة داون ( Down's Syndrome ) . كما اهتموا كثيراً بفكرة البنية الطبيعية التي تمد الجسم بالمناعة .

يعتبر عالم الأحياء موبرتويس ( **Maupertuis** ) من الذين سلطوا الضوء على أهمية وراثية الإنسان . لقد جمع سجلات نسب ( **Pedigrees** ) شكل ( 1 - 5 ) لبعض العوائل التي يحدث فيها صفة البرص ( **albinism** ) شكل ( 2 - 5 ) وقام بتحليلها وتنبأ باحتمال حدوثها في الأجيال القادمة من خلال تطبيقه لنظرية الاحتمال .

وفي منتصف القرن التاسع عشر تم تطبيق حالات انتقال بعض الصفات الوراثية في الإنسان كلون العيون ( بني X أزرق ) ولون شعر الجسم ( أسود X أبيض ) في القطط ، وكذلك طبقت على الأبقار المعروفة بوفرة الشعر واللحم .



شكل ( 1 - 5 ) . نموذج لسجل نسب يبين كيفية انتقال صفة البرص خلال ثلاثة أجيال ( للاطلاع ) .



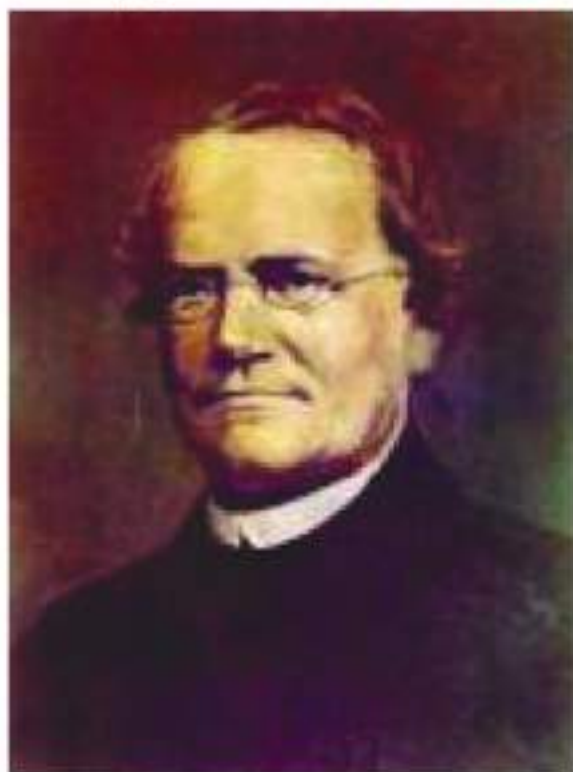
شكل ( 2-5 ) . يبين لون الشعر والأهداب والبشرة في فتاة برصاء ( للاطلاع ) .

\* سجل النسب : هو مخطط يستخدم لمناخة توريث الصفة في العائلة . إذا كان المربع يشير إلى الذكور . بينما الدائرة تشير إلى الإناث والخط الواصل بينهما يشير إلى النكاح أما المخطوط الأخرى فتشير إلى الأولاد .

وبعد منتصف القرن اعلاه طرح وايزمان (**Weismann**) الفكرة القائلة بأن الجنبلة الجرثومية (**germplasm**) هي المادة الوراثية التي تنتقل من جيل الى اخر . يتضح مما تقدم بأن حقائق التوارث تعتبر من الامور المألوفة منذ زمن قديم لدرجة انها كانت تؤخذ على علانها كأمر مسلم به . لقد كان الاختلاف بين الافراد معقداً ولم ينطبق عليه اي تحليل او تفسير آنذاك ، وعلى الرغم من ذلك فقد حاول بعض علماء الحياة وضع رؤى معينة لتفسير ظواهر التشابه والاختلاف ، غير انهم لسوء الحظ لم يتمكنوا من استنباط طريقة تجريبية تركز على اساس علمي لغاية مجيئ الباحث النمساوي مندل (**Mendel**) الذي قدم فرضياته الرئيسية حول انتقال الصفات الوراثية وذلك من خلال نتائج تجاربه على نبات البازاليا .

## 3-5 . الوراثة المنديلية :

يعتبر كريكور جوهان مندل (**Gregor Johan Mendel**) الشكل (3-5) اول من نجح في اكتشاف



شكل ( 3 - 5 ) العالم مندل واضع

قوانين الوراثة .

المبادئ الاساسية لعلم الوراثة. ولد في النمسا عام (1822م). شرع مندل باجراء تجاربه على نبات البازاليا (**Pisum sativum** عام 1856م) ولقد استغرقت تجاربه المتعددة زهاء ثمان سنوات بعدها قدم نتائج بحوثه الى مجلة التاريخ الطبيعي عام (1865م) وتم نشرها بعد مرور سنة من التاريخ اعلاه ولكن للاسف بقيت نتائج ابحاثه طي الكتمان لمدة 34 عام من تاريخ نشرها، وذلك لانشغال علماء عصره بنظرية دارون (1809 - 1882م) في التطور العضوي . وفي مطلع القرن العشرين اعيد اكتشاف فرضيات مندل في الوراثة على اثر قيام ثلاثة علماء ببحوث منفردة ايدت نتائجها مبادئ مندل الرائدة في الوراثة وهم الهولندي دي فريز (**De Vries**) والالمانى كورنز (**Correns**) النمساوي تشرماك (**Tschermak**) والذين كانوا مهتمين بدراسة وظيفة وسلوك الكروموسومات .

لقد اصبح من المعروف بان المشتغلين في الوراثة يعتمدون على تصميم التجارب وتحليل نتائجها وذلك لغرض استخراج فرضية معينة منها حول كيفية انتقال الصفات المختلفة . وفيما يلي بعض الاعتبارات التي يتطلب مراعاتها عند استخدام كائن معين لغرض اجراء الدراسات الوراثة :

- 1 قصر دورة حياته .
- 2 انتاجه اعداد كبيرة من النسل .
- 3 امتلاكه امكانية حصول تغيرات وطفرات وراثية عند تعرضه لظروف بيئية غير مناسبة كالاشعاع والمواد الكيميائية .
- 4 امكانية التحكم بالتلقيح او التزاوج في ذلك الكائن .
- 5 سهولة تربيته .
- 6 امكانية انتاجه تراكيب جديدة نتيجة للتكاثر الجنسي او الاقتران او التوصيل (Transduction) والذي يحدث بواسطة الرواشح ( Viruses ) .

لقد اجري العديد من البحوث على الكائنات الاولية الدقيقة كالبكتيريا والفطريات وعلى بعض النباتات كالبزاليا والذرة الصفراء والشعير والحنطة والقرع والطماطة وحنك السبع وكذلك درست العديد من الصفات في الحيوانات كحشرة ذبابة الفاكهة والفأر والدجاج وخنزير غينيا والابقار وكذلك في الانسان .

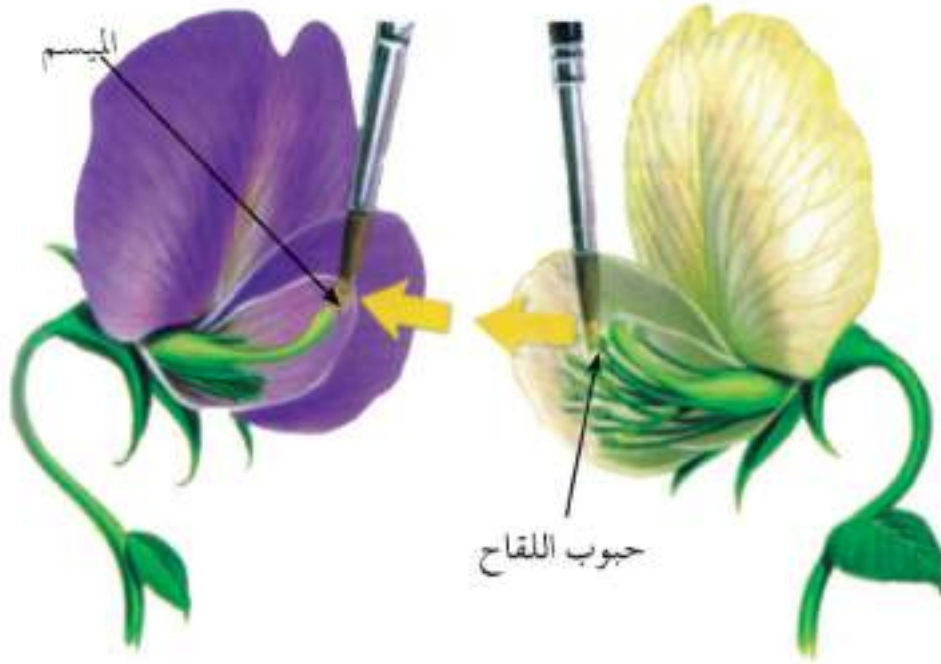
الجدول ( 5-1 ) . يبين عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية لانواع مختلفة

من الكائنات الحية .

الاسم الشائع لاسم النباتات	عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية	الاسم الشائع لنوع الحيوانات	عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية
البزاليا	14	البعوض	6
الذرة	20	ذبابة الفاكهة	8
الفاصوليا	22	نحل العسل	32 ، 16*
الرز	24	القطة	38
حنطة الخبز	28	الفأر المنزلي	40
زهرة الشمس	34	الانسان	46

\* ذكور حشرة نحل العسل الاعتيادية تكون احادية المجموعة الكروموسومية

- ان نجاح مندل على الرغم من فشل الباحثين الاخرين من قبله قد يُعزى الى الاسباب الاتية :
- 1 اختياره نموذج ( Model ) رائع في التصميم والتحليل لتجاربه الوراثية والتي اجريت على نبات البازاليا الذي يتسم بتغايره الوراثي وقدرته على النمو بسهولة وقابليته للتجهين بصورة اصطناعية ( الشكل 5-4 ) .



- شكل ( 5-4 ) . طريقة مندل في نقل حبوب اللقاح من متوك نبات البازاليا الى ميسم نبات اخر وذلك لمعرفة وراثته صفاته ( للاطلاع ) .

- 2 لقد حدد فحوصاته على زوج واحد من الصفات او عدد قليل جداً منها في كل تجربة ( الشكل 5-5 ) .

- 3 حفظ سجلات مضبوطة والتي اعتمد عليها في التحليل الاحصائي لتجاربه .

التزاوجات التي أجراها مندل ونتائجها

الصفة	الأباء	الجيل الأول (F <sub>1</sub> )	الجيل الثاني (F <sub>2</sub> )	النسبة الحقيقية	النسبة المتوقعة
موقع الزهرة	سائدة متنحية	سائدة 100 هيجلة	محوري 651 طرفي 207	1 : 3 , 14	1 : 3
طول النبات	سائدة قصير	طويل	طويل 787 قصير 277	1 : 2 , 84	1 : 3
شكل القرن	متنفتح متنحصر	متنفتح	متنفتح 882 متنحصر 299	1 : 2 , 95	1 : 3
لون القرن	اخضر اصفر	اخضر	اخضر 428 اصفر 152	1 : 2 , 82	1 : 3
لمس البذرة	املس مجعد	املس	املس 5,474 مجعد 1,850	1 : 2 , 96	1 : 3
لون البذرة	اصفر اخضر	اصفر	اصفر 6,022 اخضر 2,001	1 : 3 , 01	1 : 3
لون الزهرة	احمر ابيض	احمر	احمر 705 ابيض 224	1 : 3 , 15	1 : 3

شكل ( 5 - 5 ) .

الطرز المظهرية للسبعة أزواج من الصفات المتضادة التي درسها مندل في نبات البازيلا ونتائج تهجيناتها الاحادية. لاحظ ان كافة افراد الجيل الاول F<sub>1</sub> كانت تحمل الطراز السائد ، اما الطراز المتنحي فلقد عاود الظهور بنسبة 25 % من افراد الجيل الثاني F<sub>2</sub> ( للاطلاع ) .

لفرض فهم التهجين الاحادي (التضريب لصفة واحدة) والفرضيات التي تم اشتقاقها منه آنذاك، علينا ان نتعرف على عدد من المصطلحات الجديدة المستخدمة في هذا المجال وهي :

(1) الخليل (البديل) او الاليل (Allele) :

هو احدى حالات الطفرات المحتملة للعامل الوراثي (الجين) والذي يتميز عن الأليلات او الحلائل الاخرى من خلال تأثيراته المظهرية . فاذن الاليل هو شكل آخر للجين او متغاير الجين .

(2) المورثات او الجينات ( Genes ) :

هو تسلسل من الـ DNA التي تمتلك وظيفة معينة مثلاً قابليتها لأن تحول الشفرة الوراثية الى بروتين او تسيطر على التعبير عن الصفة وبالأمكان اثبات وجودها من خلال تغاير الاليلات .

(3) التعبير الجيني ( Gene expression ) :

هي عملية استخدام معلومات الـ DNA من قبل الخلايا وذلك لتصنيع بروتين معين .

(4) الطراز الوراثي او الجيني ( Genotype ( G ) :

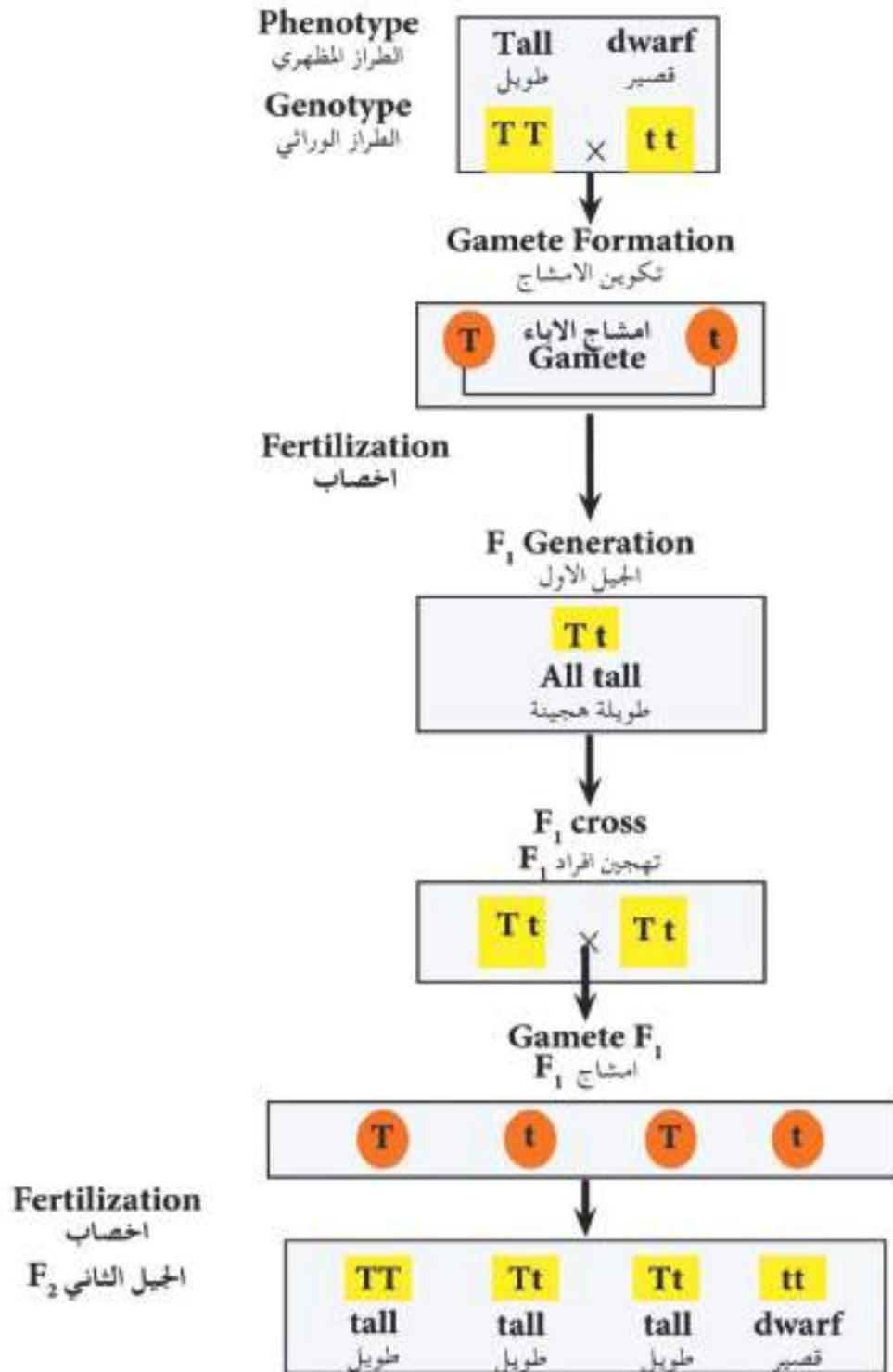
هو يعكس التركيب او البنية الوراثية للفرد ويعبر عنه برموز وراثية وذلك للإشارة الى اتحاد الأليلات في فرد معين .

(5) الطراز المظهري ( Phenotype ( P ) او الفتة المظهرية :

هو يشير الى الخصائص او العلامات المشاهدة للكائن الحي والمسيطر عليها وراثياً . فمثلاً صفتي طول الساق وقصره في نبات البزاليا يُشار اليهما كتعبيرات طبيعية للمعلومات الموجودة في العوامل الوراثية . من خلال اتباع مبادئ الصفات السائدة والمتنحية يمكننا الاخبار عن الطراز المظهري للفرد من الطراز الوراثي فمثلاً (  $Tt$  ,  $TT$  ) طويلة الساق و (  $tt$  ) قصيرة الساق . وعندما يحمل الفرد طراز وراثي متمثل العوامل مثل (  $TT$  او  $tt$  ) فيقال لذلك الفرد بأنه متجانس او نقي ( **Homozygous** ) وعندما يحمل الفرد طراز وراثي غير متمثل العوامل مثل (  $Tt$  ) فيقال لذلك الفرد بأنه غير متجانس او هجين ( **Heterozygous** ) . لاحظ الشكل (5-6) . الذي يعطي مثال عن التضريب بين صفة سائدة نقية وصفة متنحية وكذلك المصطلحات الحديثة المستخدمة .

أما يصدد رموز العامل الوراثي فعادة ما يستخدم الوراثيون طرق مختلفة بهذا الشأن ، سنتطرق حالياً الى ذكر رموز احدى الصفات المندلية ولتكن صفة طول الساق في نبات البزاليا . حيث يعطي الحرف الكبير ( **T** ) ليشير الى صفة الساق الطويل ( **Tall** ) ، بينما يعطي الحرف ( **t** ) .

ليشير الى صفة الساق القصير وهي صفة متنحية وفي مثل هذه الحالة تم اشتقاق هذا الرمز من المصطلح الخاص بالصفة السائدة ، غير انه غالباً مايشق ذلك الرمز من المصطلح الخاص بالصفة المتنحية (الشكل 5-6) .



شكل (5 - 6) . يبين كيفية استخدام الرموز وبعض المصطلحات الوراثية في تهجين احادي بين نبات بناليا طويلة (TT) وقصيرة الساق (tt) . تشير المستطيلات الى الطرز الوراثية ، اما الدوائر فتشير الى الامشاج .

بعض الرموز الوراثية المستخدمة في التضريريات وكذلك في حل المسائل الوراثية :

الرمز	المعنى
$F_1$	الجيل الاول وهو ماخوذ من كلمة (Filial) اللاتينية وتعني ذرية وهكذا بالنسبة للجيل الثاني $F_2$ ... الخ
$G_1$	يشير الى امشاج (Gametes) الابهاء وهكذا $G_2$ بالنسبة لامشاج الجيل الاول... الخ
$P_1$	يشير الى الابوين الاصليين (Parents) وهكذا بالنسبة الى $P_2$ ... الخ
X	علامة تزاوج او تضرير او تلقيح او تهجين .
♂	رمز لاتيني يشير الى الاب او الذكر .
♀	رمز لاتيني يشير الى الام او الانثى .

#### 5 - 3 - 4 . التهجين الاحادي ( Monohybrid Cross ) .

هو تهجين وراثي بين فردين ويتضمن زوج من الصفات المتضادة التي ترجع الى نفس الموقع الوراثي (مثل  $aa \times AA$ ) . وبذلك فهو يكشف عن كيفية انتقال طرز هذه الصفات عبر الاجيال .

مثال

#### عن التهجينات الاحادية لمندل :

تعتبر صفة طول الساق في نبات البزاليا مثال على ذلك . فعند التهجين بين بزاليا طويلة الساق نقية وبزاليا قصيرة الساق ، كانت جميع افراد الجيل الاول ( $F_1$ ) طويلة الساق . وعند اجراء التلقيح الذاتي لافراد الجيل الاول لاحظ مندل بان 787 من 1064 لنباتات الجيل الثاني ( $F_2$ ) كانت طويلة ، بينما 277 من 1064 كانت قصيرة . ان هذه الارقام تمثل النسبة التقريبية 1 : 84 . 2 اي حوالي 1 : 3 . لذا فان الصفة المتنحية التي لم تظهر في الجيل ( $F_1$ ) عاودت للظهور في الجيل ( $F_2$ ) ونسبة 25 % .

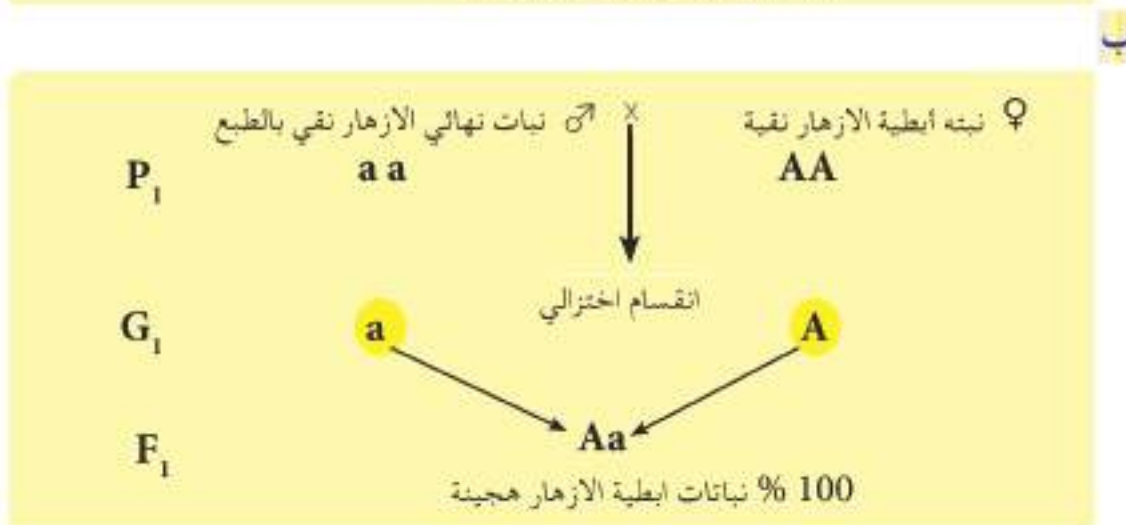
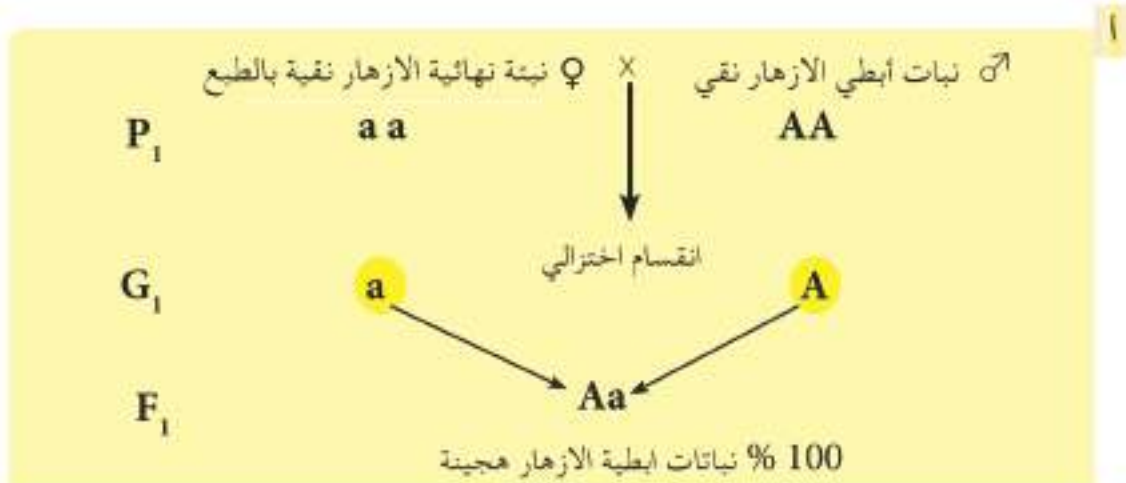
يتضح من نتائج التهجينات المندلية بانها لا تكون معتمدة على الجنس ، اي ان مورثات (جينات) تلك الصفات تقع على كروموسومات جسمية وليست جنسية .

وعادة يستخدم التهجين العكسي ( **Reciprocal Cross** ) لغرض التأكد من ان صفة معينة يقع مورثها على كروموسوم جنسي ام جنسي ، او يقع في عُضوية سايتوبلازمية كالميتوكوندريا .

### تعريف التهجين العكسي :

تضريب يحصل بين فردين احدهما يحمل الطراز السائد والاخر يحمل الطراز المتنحي لصفة معينة وبالعكس ويتضمن تضريبين ( اي استخدام الفرد الذي يحمل الطراز الجيني السائد كآب والفرد الذي يحمل الطراز الجيني المتنحي كأم في التضريب الاول وبالعكس في التضريب الثاني ) . فاذا كانت النتائج في الحالتين متشابهة فالمورثة لتلك الصفة تقع على كروموسوم جنسي واذا كانت النتائج مختلفة عند عكس الطراز فهذا يعني ان مورثة الصفة تقع على كروموسوم جنسي او في السايتوبلازم على احدى العضيات وكما في المثال الاتي .

### مثال عن التهجين العكسي في نبات البازاليا :



اذن الصفة المدروسة هي صفة مندلية تقع على كروموسوم جسدي . ولغرض توضيح هذه النتائج افترض مندل وجود زوج من العوامل الوراثية لكل صفة ، حيث ان هذه العوامل هي التي تتحكم بانتقال الصفة من جيل الى آخر وهذا يؤكد نجاح مندل في تجاربه .

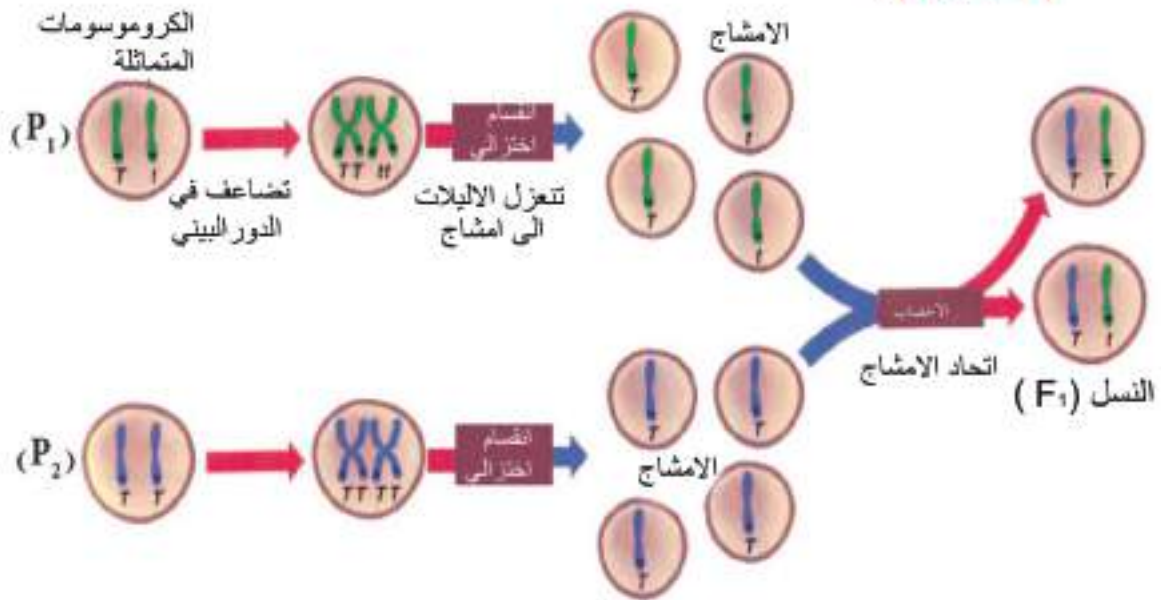
### 5 - 3 - 5 . فرضيات مندل Mendel's Postulates

لقد استخدم مندل توافق طرز النتائج التي حصل عليها في التهجين الاحادي لاشتقاق ثلاث فرضيات او مبادئ في الوراثة وهي كالآتي :

**1** تكون العوامل زوجية ( **Unit Factors in Pairs** ) اي ان كل صفة يحملها الفرد مسيطر عليها من قبل زوج من العوامل . وعادة يحتوي الفرد الثنائي ( **Diploid** ) واحد من ثلاث طرز وراثية تعين الصفة وهي ( **AA** او **Aa** او **aa** ) .

**2** الصفة السائدة والمنتحية ( **Dominant and recessive** ) عندما يوجد اثنين من العوامل غير المتماثلة ( **Aa** ) والمسؤولة عن صفة واحدة في فرد معين فان احد هذه العوامل ( **A** ) يكون سائد على الآخر المنتحي ( **a** ) ، علماً بان العامل المنتحي يكون مسؤول عن اظهار الصفة المنتحية وذلك عندما يكون بحالة زوجية ( **aa** ) .

**3** الانعزال ( **Segregation** ) خلال عملية تكوين الامشاج ، تنفصل او تنعزل ازوج العوامل غير المتماثلة ( **Aa** ) بصورة عشوائية ولهذا فان كل مشيج سوف يستلم احد هذين العاملين وباحتمالية متكافئة ( شكل 7-5 ) .



شكل (7-5) يبين انعزال الجين تبعاً لقانون مندل الاول .

اما اذا كان الفرد يحتوي على زوج متماثل من العوامل (aa) او (AA) فيؤدي ذلك الى ان جميع الامشاج سوف تستلم عامل واحد. وبعد الاخصاب فان افراد الجيل (F<sub>1</sub>) سوف تستلم عامل واحد من كل اب (Parent) وبذا تصبح الافراد الناتجة مزدوجة العوامل، وعند التلقيح الذاتي لافراد الجيل (F<sub>1</sub>) فان كل مشيج سوف يستلم بصورة عشوائية اما العامل السائد او المتنحي ، وبعد الاخصاب سوف تتكون اربع اتحادات لتكوين افراد الجيل (F<sub>2</sub>) ونسبة سائد 3 : 1 متنحي .

وعلى ضوء هذه الفرضية وضع مندل قانونه الاول المسمى بقانون الانعزال (Law of Segregation) والذي ينص على ماياتي :

”العوامل الوراثية المزدوجة في الفرد تنعزل عن بعضها عند تكوين الامشاج ثم تعود لتزدوج بعملية الاخصاب عند تكوين افراد النسل“.

اما بصدد الفرضية الرابعة لمندل والمسماة (بالتوزيع الحر) فستتطرق اليها لاحقاً ضمن قانون مندل الثاني .

### 5 - 3 - 6 . مربع بونيت Punnett Square

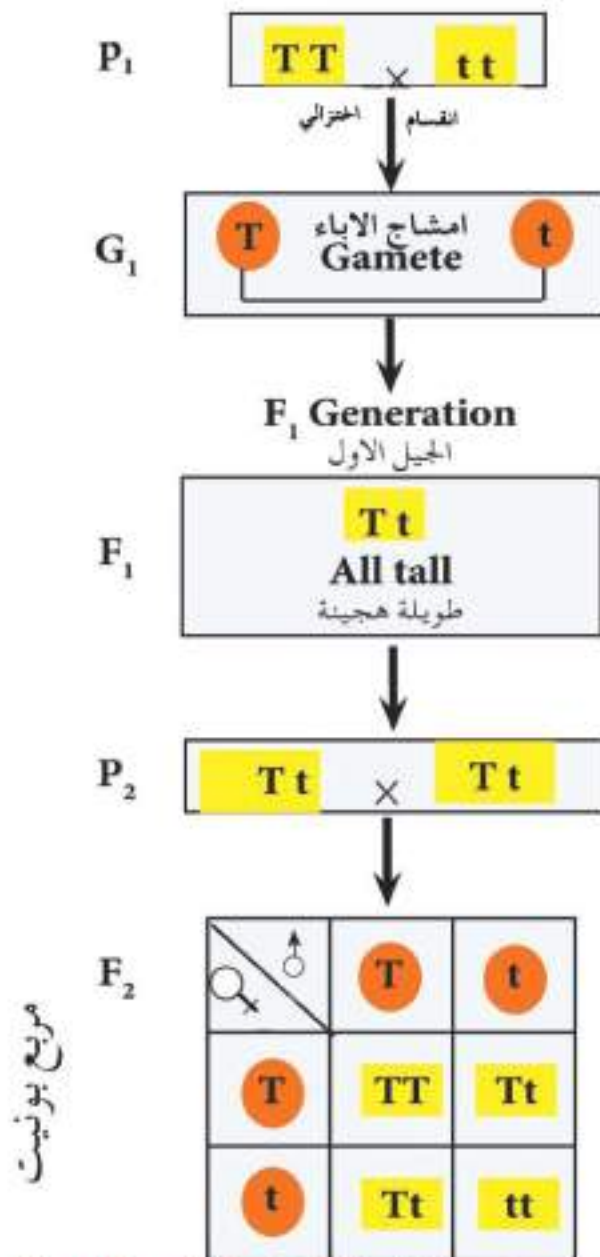
ان الطرز الوراثية والمظهرية الناتجة من اعادة اتحاد الامشاج خلال الاخصاب بالامكان اظهارها للعيان وبسهولة من خلال (مربع بونيت) .

#### مربع بونيت :

رسم هندسي يشبه رقعة الشطرنج توضع في يساره وبصورة عمودية الامشاج الذكرية بينما توضع في اعلاه وبصورة افقية الامشاج الانثوية او بالعكس الشكل (5 - 8) .

ويمكن من خلاله معرفة احتمالات كل اتحاد لهذه الامشاج الذكرية او الانثوية وكذلك معرفة الطرز المظهرية والوراثية ونسب كل منها .

لاحظ سهولة استخراج النسبة الوراثية (1 : 2 : 1) والنسبة المظهرية (3 : 1) لافراد الجيل الثاني في التهجين الوارد في الشكل (5 - 8) .



شكل (5-8) . استخدام مربع بونيت في الحصول على نسبة افراد ( F<sub>2</sub> ) وذلك عند اجراء التلقيح الذاتي لافراد ( F<sub>1</sub> ) والمشار اليه في الشكل (5-5).

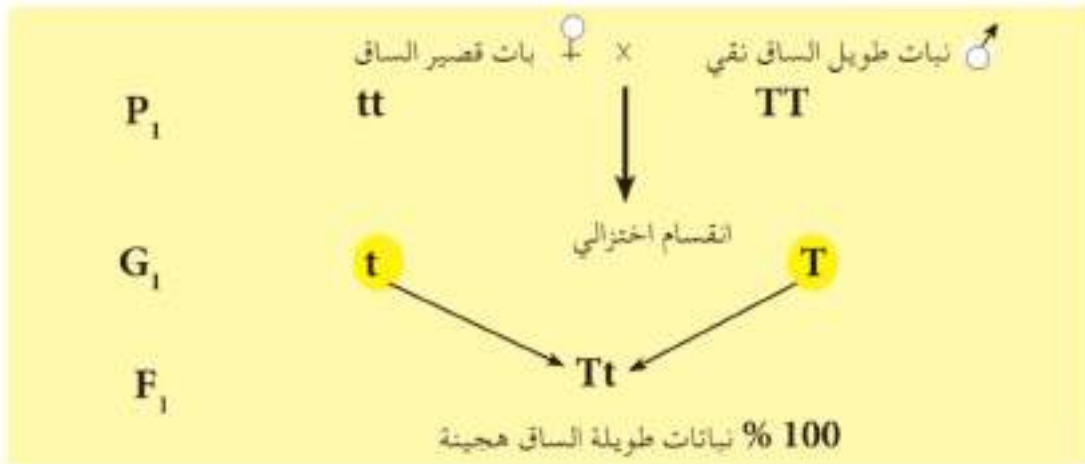
### 5-3-7 . التضريب الاختباري ( Test Cross ) .

ان الهدف من هذا التضريب هو التعرف على الطراز الوراثي للفرد الذي يحمل الصفة السائدة المجهولة النقاوة، حيث يتم تضريبه مع فرد اخر متنحي لتلك الصفة فاذا كان جميع افراد النسل يحملون الطراز السائد فان ذلك الفرد يكون نقياً في تلك الصفة، اما اذا كان 50% من افراد النسل سائد و 50% متنحي فيعني ذلك ان الفرد هجين في الصفة .

ويمكن توضيح ذلك كالآتي :

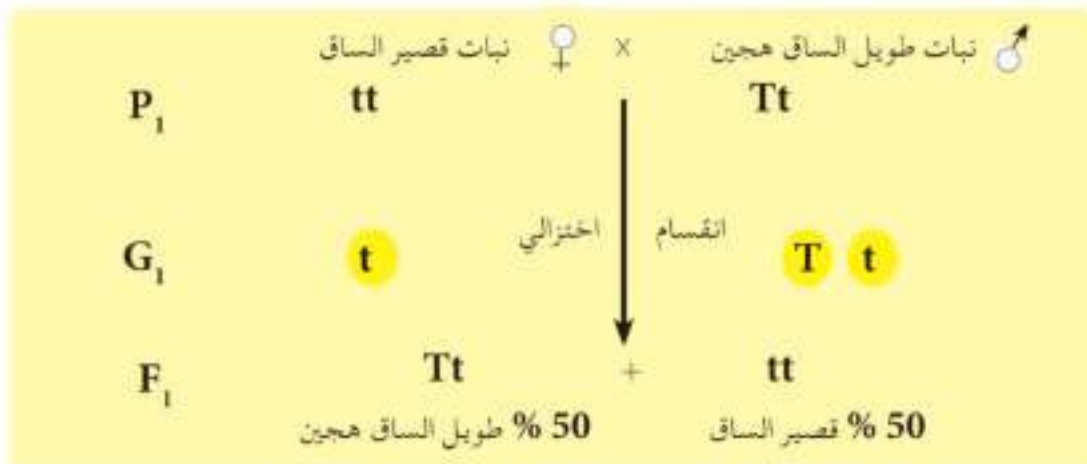
## الاحتمال الاول :

عندما يكون الفرد نقى في الصفة السائدة لطول ساق نبات البازيلاء ؟



## الاحتمال الثاني :

عندما يكون الفرد هجين في الصفة السائدة ؟

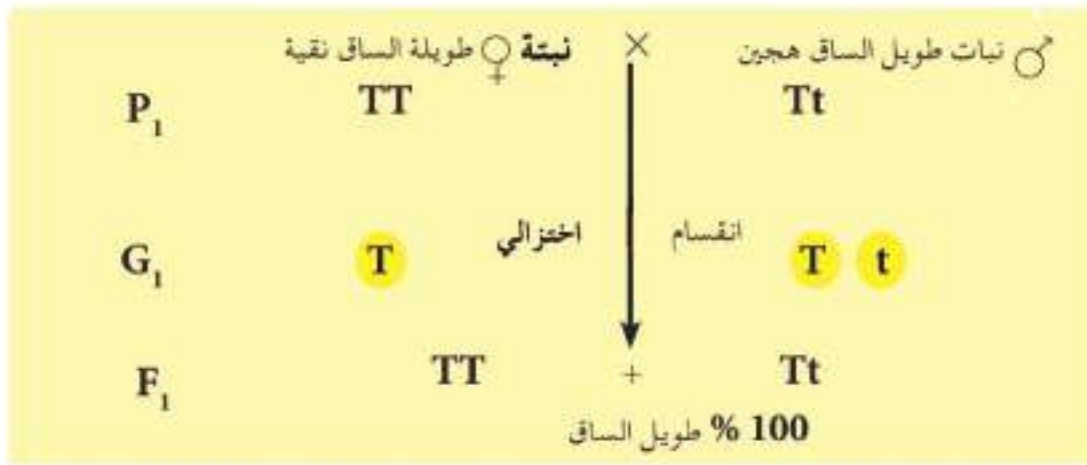


يعتبر التضريب الاختباري جزء من التضريب الرجعي .

## التضريب الرجعي ( Back Cross ) .

هو تضريب يجرى بين افراد هجينة من الجيل الاول مع احد الابوين او مع فرد يماثل احدهما . ويمكن الرجوع الى الفقرة السابقة (7.3.5) لملاحظة ناتج التضريب مع الاب المتنحي في الصفة .

اما ناتج التضريب الرجعي مع الاب السائد النقي في الصفة فيمكن مشاهدته في هذا المثال



### 5-3-8 . التهجين الثنائي وقانون التوزيع الحر لمنديل :

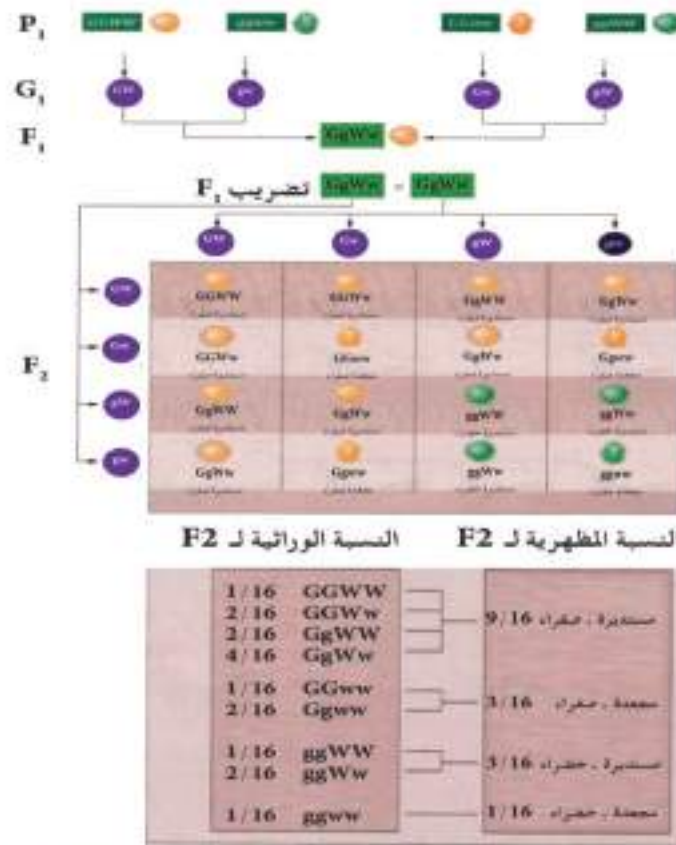
التهجين (التضريب او التزاوج) الثنائي (**Dihybrid Cross**) هو تهجين يتضمن زوجين من الصفات المتضادة (**ggww × GGWW**) . على سبيل المثال اذا لقح نبات بزاليا ذو بذور صفراء مستديرة نقية مع نبات ذي بذور خضراء مجعدة فأن جميع افراد ( $F_1$ ) ستكون صفراء مستديرة وذلك لان اللون الاصفر سائد على الاخضر والبذور المستديرة سائدة على المجعدة . وعند السماح لافراد ( $F_1$ ) الهجينة في صفتين (**GgWw**) لتتلقح ذاتياً فسنجد ان بذور افراد ( $F_2$ ) ستظهر وفقاً للنسبة التقريبية **9 / 16** صفراء مستديرة و **3 / 16** صفراء مجعدة و **3 / 16** خضراء مستديرة و **1 / 16** خضراء مجعدة .

اما قانون التوزيع الحر (**Law of independent assortment**) والذي يُعرف ايضاً بقانون منديل الثاني . لقد تم وضعه من قبل منديل وذلك ترصيناً لفرضيته الرابعة وهي (التوزيع الحر) . ينص هذا القانون

على ان ازواج العوامل الوراثية المنعزلة تنوزع بصورة مستقلة عن بعضها البعض وذلك خلال عملية تكوين الامشاج .

يشترط هذا القانون بأن اي زوج من العوامل الوراثية تنعزل بصورة مستقلة عن جميع ازواج العوامل الوراثية الأخرى . وكما نعلم فإنه نتيجة لعملية الانعزال يستلم كل مشيج عامل او آليل (**allele**) واحد من كل زوج من العوامل الوراثية . ان اي من العاملين او الأليلين المستلمين بالنسبة لزوج واحد لا يؤثر على حسيلة الانعزال لأي زوج آخر . لذا فتبعاً لهذا القانون سوف تتشكل جميع الاتحادات المحتملة للامشاج بتكرار متكافئ بين الشكل (**5-9**) . توضيح للتوزيع الحر خلال تكوين افراد الجيل الثاني ، حيث ان عملية تكوين الامشاج من قبل نباتات الجيل الاول . يفترض الانعزال بأن يستلم كل مشيج اما الأليل **G** او **g** وآليل **W** او **w** . بينما يفترض التوزيع الحر بأن جميع انواع الاتحادات الاربعة للأليلات (**GW, Gw, gW and gw**) سوف تتشكل باحتمالات متساوية .

ان في كل حالة اخصاب ما بين افراد الجيل الاول ( $F_1 \times F_1$ ) تمتلك كل بيضة احتمالية متكافئة لاستلام واحد من الاتحادات الاربع من كل اب . وفي حالة انتاج عدد كبير من افراد النسل فسوف يتم الحصول على النسبة  $16 / 9$  صُفر مستديرة و  $16 / 3$  صُفر مجعدة و  $16 / 3$  خضر مستديرة و  $16 / 1$  خضر مجعدة البذور . تعتبر هذه النسبة مثالية وذلك لانها مبنية على احداث الاحتمالية المتضمنة الانعزال والتوزيع الحر والاحصاء العشوائي . وقد يحصل انحراف عن هذه النسب وهذا خاضع للصدفة على نحو صارم وخاصة في الاعداد الصغيرة المتنجحة من النسل لذا فان النتائج الحقيقية نادراً ما تكون متطابقة مع النسبة المثالية . (راجع الفقرة 11.3.5) .



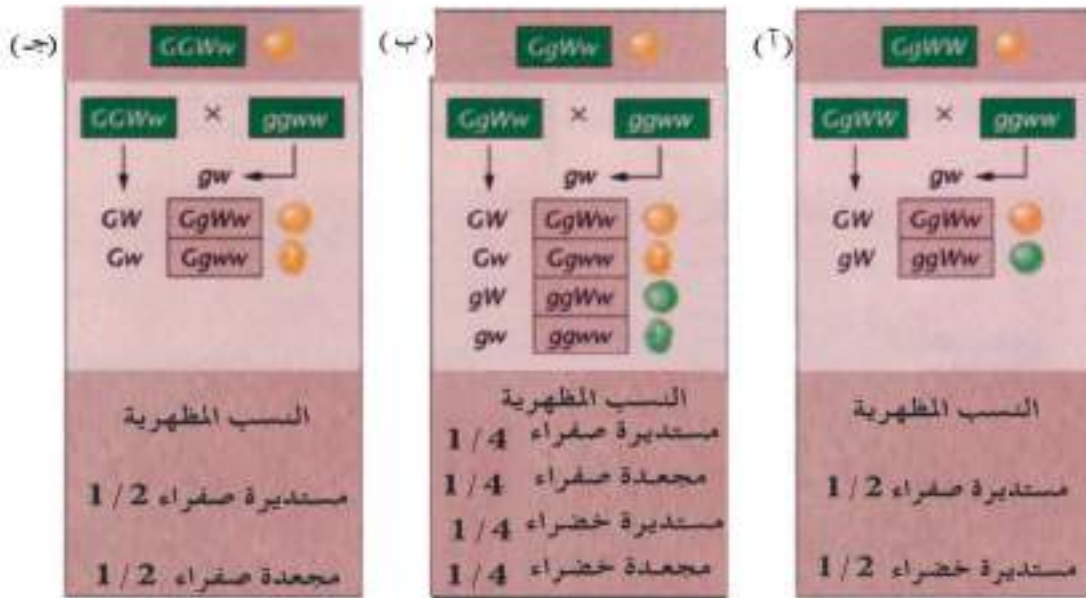
شكل (5 - 9) . مخطط للتجهينات الثنائية في نبات البازليا .

لاحظ ان نباتات الجيل  $F_1$  الهجينة تم تلقيحها ذاتياً وذلك لحساب النسبة المظهرية والنسبة الوراثية لافراد الجيل الثاني  $F_2$  ( للاطلاع ) .

### 9 - 3 - 5 . التضريب الاختباري لصفتين :

يمكن ان يُطبق التضريب الاختباري على الافراد التي تحمل زوجين من الصفات السائدة المتضادة ولكن طرزها الوراثية غير معروفة (مجهولة النقارة) على سبيل المثال الطراز المظهري لنبات ذي بذور صُفر مستديرة سائدة بالأمكان ان ينتج من الطرز الوراثية ( $GGWW, GGWw, GgWW, GgWw$ ) وفي حالة تهجين نبات ذي بذور صفر مستديرة مع نبات نقى ذي بذور خضر مجعدة  $ggww$  .

(منتهي) فإن تحليل النسب المظهرية والوراثية موضحة في الشكل (5 - 10) .



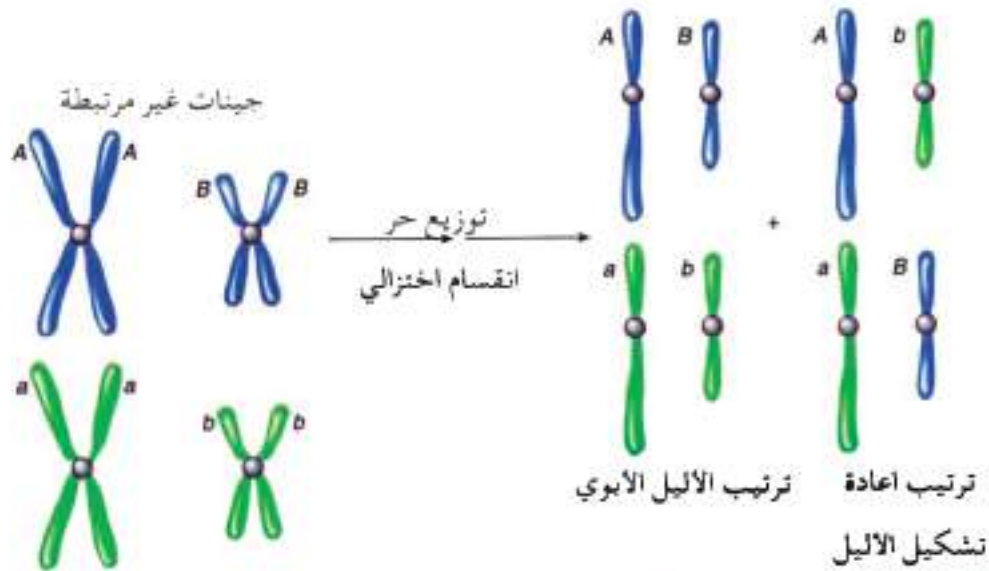
شكل (5 - 10) . نتائج التلقيح الاختياري لثلاثة افراد متشابهة مظهرياً ( ذات بذور صفراء مستديرة ) ولكنها مختلفة وراثياً علماً بأن صفة لون البذور مستقلة عن صفة شكلها في نبات البازيلا ( للاطلاع ) .

5 - 3 - 10 . تفسير نتائج مندل في ضوء معرفة وظائف الكروموسومات والجينات :

**الكروموسوم** : هو تركيب خيطي الشكل مركب من جزيء الـ **DNA** المدعم بالحمض النووي الرايبوزي **( RNA ) Ribonucleic acid** والبروتين، والذي يحتوي على المعلومات الوراثية المرتبة بتسلسل شريطي وبالأمكان مشاهدته خلال عملية انقسام الخلية . اما الجين ( المورث ) فهو جزء من **DNA** الكروموسوم الذي يتحكم على الأقل في صفة وراثية محددة . وبما ان الكروموسومات موجودة على صورة ازوج متماثلة ( الشكل 5 - 11 ) فالمورثات ايضاً موجودة على صورة ازوج كأن تكون **( Aa )** لصفة معينة و **( Bb )** لصفة اخرى وذلك فيما اذا كان الفرد هجيناً في هاتين الصفتين وهذا بالطبع يُدعم الفرضية الاولى لمندل .

وتتضح العلاقة بين سلوك الكروموسومات والجينات ( المورثات ) ايضاً من خلال الانقسام الاختزالي ، اذ يتسلم كل مشيج كروموسوماً واحداً من كل زوج من الكروموسومات المتماثلة وبذلك عند اتحاد تلك الامشاج اثناء عملية الاخصاب فسوف يتسلم الابناء مورثاً واحداً لصفة معينة من الاب والآخر من الام .

كما ان التوزيع المستقل للكروموسومات على الامشاج خلال الانقسام الاختزالي تُدعم قانون التوزيع الحر لمندل وذلك لأن المورثات في حالة كونها غير مرتبطة ( اي لاتقع على نفس الكروموسوم ) سوف تتوزع ايضاً بصورة مستقلة .



شكل (5 - 11) . يبين التوزيع الحر لأليلات فرد هجين في صفتين يقع المورث المسؤول عن كلٍ منهما على كروموسوم منفصل ( غير مرتبطة ) ( للاطلاع ) .

### مثال I تطبيق على قانون مندل الثاني :

ذبابه فاكهة ابنوسية اللون طويلة الجناح لُححت بذكر رمادي اللون واثري ( **vestigial** ) الجناح فكان جميع افراد الجيل الاول (  $F_1$  ) رمادية اللون وطويلة الجناح ، علماً بأن العاملين الوراثيين لهاتين الصفتين يقعان على كروموسومين مختلفين .

أ ماالطرز الوراثية للابوين ولافراد الجيلين الاول والثاني ؟

ب ماالنسبة المظهرية لافراد  $F_2$  ؟

ج ماالنسبة الوراثية لافراد  $F_2$  ؟

د بين نوعية وعدد الاتحادات الممكنة بين الامشاج ، وضع ذلك على مربع بونيت ؟

الاستنتاج والحل :

بما ان جميع افراد الجيل الاول كانت طويلة الجناح ورمادية اللون ، اذن الجناح الطويل ( **L** ) سائد على الجناح الاثري ( **I** ) ، واللون الرمادي ( **E** ) سائد على اللون الابنوسي ( **e** ) وكذلك فان الذبابه طويلة الجناح والذكر الرمادي اللون يجب ان يكون كل منهما نقياً لهاتين الصفتين . وبناء على ذلك تكون الطرز الوراثية ( بالرموز ) للابوين ولافراد الجيلين الاول والثاني كما باتي :



**الاحتمالية:** هي ترجيح وقوع حدث معين بنسبة تقديرية. ويمكن التعبير عنها بعدد عشري او نسبة مئوية او عدد كسري وتحدد بالمعادلة الآتية :

$$\text{الاحتمالية} = \frac{\text{عدد المرات التي يمكن ان يتكرر فيها وقوع الحدث}}{\text{عدد المرات التي يقع فيها الحدث}}$$

ان نسب الطرز المظهرية والطرز الوراثية في الجيل (  $F_2$  ) تمثل النسب المحتملة او المتوقعة لتلك الطرز ، ولكن نسبة تلك الطرز التي يتم الحصول عليها فعلاً من تزاوج ما قد تكون مختلفة عن النسب المحتملة، ويمكننا توضيح ذلك من احدى التجارب المندلية حول صفة لون البذور (الشكل 5-5) .

لقد كان عدد البذور الصفراء السائدة في الجيل (6022) بذرة ، بينما كان عدد البذور الخضراء المتنحية (2001) بذرة لذا يكون العدد الاجمالي للبذور (8023) .

وباستخدام معادلة الاحتمالية يمكننا تحديد النسبة الحقيقية للبذور الصفراء في مثل هذا التهجين وكالاتي :

$$0,7506 = \frac{6022}{8023}$$

بينما تكون النسبة الحقيقية للبذور الخضراء

$$0,2494 = \frac{2001}{8023}$$

وللتعبير عن ذلك بالنسب المئوية تكون نسبة الاحتمال المتوقع للبذور الصفراء 75% ، اما التعبير عنه على صورة عدد كسري فيكون  $3 / 4$  ، بينما تكون نسبة الاحتمال المتوقع للبذور الخضراء 25% اما التعبير عنه على صورة عدد كسري فيكون  $1 / 4$  ، كذلك يمكن التعبير عن الاعداد الكسرية بصورة نسب مثلاً النسبة  $3 : 1$  تمثل الاحتمال نفسه الذي يمثله العدد الكسري  $3 / 4$  و  $1 / 4$  على التوالي . ان هذا يعني وجود ثلاث فرص من اصل اربع ، اي انه في كل مرة يعطي ابوان هجينان فرداً ، يكون احتمال حملة للصفة السائدة ،  $3 / 4$  ، ونجد احتمال حملة للصفة المتنحية  $1 / 4$  . وعند الرجوع الى النسب الحقيقية المتحصل عليها في هذا المثال وكذلك في التجارب الاخرى لمندل والواردة في (الشكل 5 - 5) ،

غالباً ما نشاهد وجود اختلاف بين النسبة الحقيقية المستحصل عليها في الخقل والنسبة المتوقعة وهذا قد يُعزى الى التجربة كأن تكون متعلقة بعدم توفر فرص متساوية للامشاج عند عملية التلقيح وكذلك عدم توفر فرص متساوية لعاملتي الفرد الهجين ( $Gg$ ) من الانعزال بصورة متكافئة على الامشاج .  
 اما عندما نتعامل مع صفتين او اكثر والتي تتوارث بصورة مستقلة عن بعضها (راجع الفقرة 8.3.5) فيمكننا التنبأ بجميع التكرارات المحتملة للطرز المظهرية في الجيل الثاني من خلال تطبيق قانون حاصل الضرب للاحتمالات والذي يشير الى انه عندما يوجد حدثان مستقلان بصورة تلقائية فإن الاحتمالية المركبة لحصوله الاثنان تساوي حاصل ضرب حدوث احتمالات افرادها .

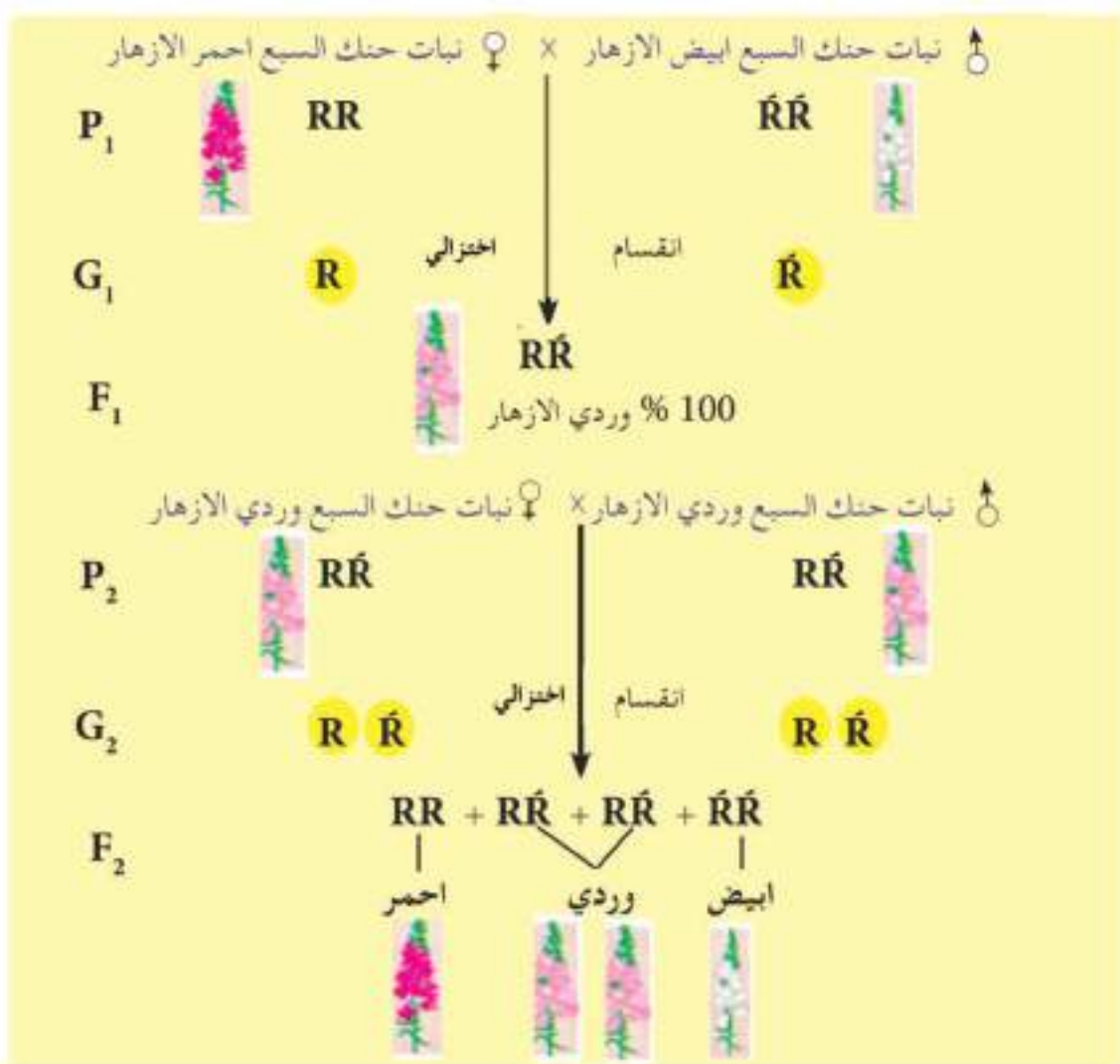
## 4-5 . الوراثة ما بعد مندل .

بعد اعادة اكتشاف تجارب مندل عام ( 1900م ) ، حصل توسع في دراسة العديد من الصفات الاخرى وفي انواع مختلفة من الكائنات الحية، وذلك لمعرفة مدى انطباق قوانين مندل على وراثة تلك الصفات وهل توجد استثناءات عن ذلك ؟  
 لقد تبين فعلاً بأن المعلومات الوراثية المشاهدة لبعض الصفات لا تتفق بالضبط مع النسب المندلية المتوقعة، ولذا تم اعطاء فرضيات لتفسير تلك التحورات ، آخذين بنظر الاعتبار كون ان الطرز المظهرية لبعض الصفات قابلة للتغير بطرق مختلفة حسب نوعية عواملها الوراثية والبيئية وفيما يلي بعض الامثلة عن نوعية هذه الصفات . والتي قد يطلق عليها في بعض المصادر بالصفات اللامندلية .

### 1 - 4 - 5 . الصفات التي تتحور عن النسبة المندلية 1 : 3 .

أ السيادة غير التامة (**Incomplete dominance**) وفيها يكون الطراز المظهري للفرد الهجين مختلفاً عن طرز الابوين حيث يتخذ طرازاً وسطاً بينهما ، اي بين الطرازين المظهرين لصفتين متضادتين نقيتين بسبب اختلاط تعبير الأليلين لهاتين الصفتين . وهذه الحالة تعتبر مختلفة عن حالة السيادة التامة للصفات التي درسها مندل .

ومثال على ذلك ما يحدث عند تلقيح نبات حنك السبع احمر الازهار  $RR$  مع نبات ابيض الازهار  $R\bar{R}$  فظهرت نباتات الجيل الاول وردية الازهار  $R\bar{R}$  . وعند اجراء التلقيح الذاتي لافراد الجيل الاول  $F_1$  كانت نباتات الجيل الثاني بالنسبة المظهرية  $R\bar{R}1 : R\bar{R}2 : RR1$  بيضاء ، وردية ، حمراء الازهار على التوالي وهي مماثلة للنسبة الوراثية وكما موضح ادناه .



ب السيادة المشاركة (المواكبة) (**Codominance**) هي الحالة التي يتم فيها التعبير عن الأليلين معاً في الطراز المظهري للفرد الهجين . ففي هذا النوع من السيادة لا يحدث اي اختلاط بين الأليلين في الطراز المظهري ، كما ان أياً منهما لا يكون سائد او متنحياً .

#### مثال (1)

عن مجاميع الدم **A** , **B** , **AB** في الانسان : ان هذه المجاميع يحددها العاملان **I<sup>A</sup>** و **I<sup>B</sup>** وهما يمثلان مستضدين **Antigens** يوجدان ضمن غشاء خلايا الدم الحمر . ان الطراز الوراثي لفرد ينتمي الى مجموعة الدم **AB** هو **I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>** ، اذ لايسود اي من الأليلين **I<sup>A</sup>** و **I<sup>B</sup>** على الاخر ، وبالطبع فان خلايا الدم **AB** تحمل كلا المستضدين **A** و **B** في اغشيتها . وعند زواج اباء يحمل كل منهما الطراز الوراثي **I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>** فمن المحتمل الحصول على اطفال بالنسبة المظهرية والوراثية الاتية :

$$I^B I^B : I^A I^B : I^A I^A$$

$$B \quad AB \quad A$$

عن نظام الدم MN في الانسان : ان الفرد ذو مجموعة الدم MM يمتلك المستضد M في حين ان الفرد ذا مجموعة N يمتلك المستضد N اما الفرد ذو مجموعة الدم MN فيمتلك كلا المستضدين M و N في غشاء خلايا الدم الحمر لذا فعند زواج اباء ذي تركيب وراثي  $L^M L^N$  . فمن المحتمل حصولهم على اولاد بالنسبة الوراثية الآتية :

$$L^N L^N 4/1 \quad : \quad L^M L^N 2/1 \quad : \quad L^M L^M 4/1$$

لقد استخدم الرمز L نسبة للعالم لاندشتاينر (Landsteiner) مكتشف مستضدي هاتين المجموعتين واللتين هما نوعان من جزيئات الكلايكوبروتين (Glycoprotein) .

عن لون الشعر في بعض سلالات الماشية ذات القرون القصيرة Short horns : يوجد آليلان (حليان) يتحكمان بلون الشعر احدهما مسؤول عن ظهور اللون الاحمر  $C^R$  والآخر مسؤول عن ظهور اللون الابيض  $C^W$  ، حيث ان C من Color اي لون و R من Red اي احمر و W من White اي ابيض . وعند تضريب فردين احدهما احمر والآخر ابيض الشعر فان جميع افراد الجيل الاول تكون "غبارية" اي ذات شعر احمر مبيض وبالفحص الدقيق وجد ان هذا اللون هو خليط من شعر بعضه احمر والبعض الآخر ابيض . وعند اجراء تزاوج ما بين افراد الجيل الاول ، تم الحصول على النسبة المظهرية والوراثية الآتية في الجيل الثاني :

$$C^R C^R 1 \text{ احمر} \quad : \quad C^R C^W 2 \text{ غباري} \quad : \quad C^W C^W 1 \text{ ابيض}$$

جـ الآليلات المميتة (Lethal alleles) الآليل المميت هو الذي يؤدي تعبيره الى هلاك الفرد الذي يرثه بصورة نقية سائدة في بعض الحالات او بصورة متنحية في حالات اخرى ومن الامثلة على هذه الآليلات ما يأتي :

آليل فقر الدم المنجلي (Sickle - cell anaemia) يرجع هذا المرض الوراثي الى آليل طافر متنحي  $Hb^s$  يؤثر على نوعية خضاب الدم Hb (الهيموكلوبين) فيصبح من النوع الشاذ (هيموكلوبين S) ، وكذلك يؤثر على شكل خلايا الدم الحمر حيث تصبح منجلية الشكل .



(ب)

(أ)

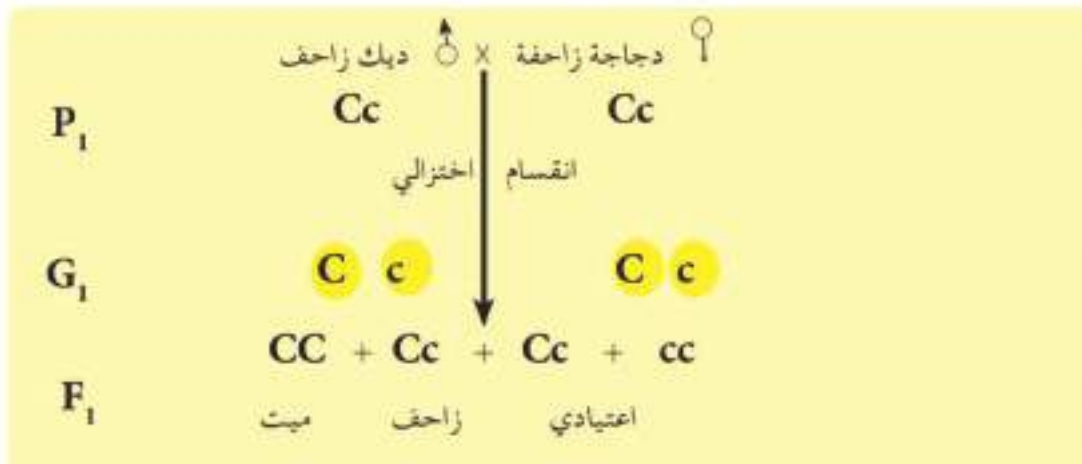
شكل (5 - 12) . مقارنة شكل خلايا الدم الأحمر في افراد مصابين بفقر الدم المنجلي (آ) و افراد اصحاء (ب) ( للاطلاع ) .

يتضح مما تقدم بأن هذا الأليل الميئ يكون ذو تأثير متعدد (Pleiotropic) . وفيما يلي جدول يبين الطراز الوراثي والمظهري للنسل الناتج من التزاوج بين ابوين كلايهما هجين لآليل فقر الدم المنجلي .

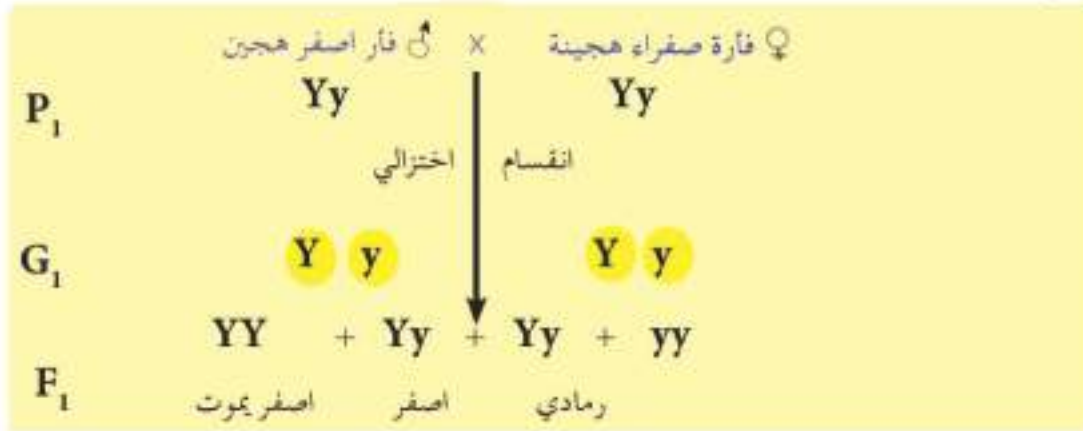
Hb <sup>s</sup> Hb <sup>s</sup>	Hb <sup>A</sup> Hb <sup>s</sup>	Hb <sup>A</sup> Hb <sup>A</sup>	الطراز الوراثي
يموت بعد عمر المراهقة	حامل للمورثة (الآليل)	سليم	الطراز المظهري

### مثال (2)

الآليل السائد للدجاج الزاحف : يظهر هذا النوع من الدجاج في حالة وجود الأليل السائد الميئ (C) مع الأليل العادي (c) . وهي لا تستطيع السير بصورة اعتيادية بسبب قصر والتواء الأرجل . اما الافراد النقية في هذا الجين (CC) فهي عادة تموت . وفيما يلي مثال عن تزاوج اباء زاحفة :



الآليل السائد للفئران الصفراء : وهذه تشبه الحالة السابقة فعند تضريب فئران صفراء هجينة مع بعضها ينتج موت ربع الأجنة الصفراء والتي هي نقية في الآليل المميت **YY** مما يؤدي الى تحوير النسبة المظهرية **3 : 1** الى **3/2** صفراء هجينة : **3/1** رمادية . اذن الفئران الصفراء تكون دائما هجينة اي حاملة للجين المميت ولكنها غير متأثرة به . وللجين المميت اهمية في تصميم بعض التجارب الوراثية وفيمايلي تضريب لفردين هجينين لهذا الآليل المميت .



ومن الامثلة الاخرى عن الجينات المميتة ذات التأثير المظهري السائد هي صفة منفرج الجناحين في حشرة ذبابة الفاكهة وصفة انعدام الشعر في الكلاب المكسيكية .

### 2.4.5. النفاذ الجيني : Penetrance and Expressivity

**النفاذ الجيني** : هو احتمالية فرد يرث أليل ما ويمتلك الطراز المظهري الذي له علاقة بذلك الأليل .

على سبيل المثال الأليل المتنحي الذي يسبب التليف الحوصلي (**Cystic fibrosis**) ذو نفاذية تامة حيث ان **100%** من الافراد النقيين (**cc**) يتكون لديهم هذا المرض . وكذلك ان الأليل السائد لامتلاك اصابع اضافية (**Polydactyl**) في اليدين او القدمين هو ذو نفاذية غير تامة وذلك لان بعض الافراد الذين يرثون هذا الأليل يمتلكون عشرة اصابع اعتيادية ، بينما آخريين يمتلكون اكثر من ذلك .

**أما التعبيرية** :- فهي تعني وجود اليل بإمكانه انتاج مدى متغاير من الطرز المظهرية .

ومثال على ذلك الحشرات النقية للجين المتنحي لطفرة انعدام العين (**eyeless**) تعطي طرز مظهرية يتراوح مداها ما بين وجود العيون الاعتيادية الى الاختزال جزئي في حجم العيون الى انعدام احدي او كلا العينين .

للكائن الحي صفاته الخاصة به والتي يرثها من ابيه حيث يمكن تحديد صفاته المظهرية من خلال دراسة صفات ابيه وتحليل مورثاتها، ولكن هذا التحديد لا يمكن ان يكون دقيقاً وذلك لان المورثات تحدد ما يمكن ان يكون عليه الكائن وليس ماسيكونه فعلاً لان بعض الصفات المظهرية تعتمد على العوامل الوراثية والبيئية والتأزر (التداخل) بينهما . وهناك عدد من الحالات تبين ان تأثير المورثات يتحدد بالعوامل البيئية المختلفة سواء اكانت هذه العوامل محيطة بالكائن الحي ام داخله ولتوضيح ذلك نورد الامثلة الآتية :

#### مثال (1)

**تأثير المورثات المسؤولة عن شكل الجسم في الانسان بنوعية طعامه :** فالسمنة والنحافة لهما اسس وراثية ولكن السيطرة على وزن الجسم تتأثر الى حد كبير بكمية الطعام وعوامل اخرى .

#### مثال (2)

**تأثير نوعية الغذاء كمعامل بيئي على المورث المسؤول عن بناء لون الشحم في الارانب :** يرجع بناء الشحم الاصفر في الارانب الى مورث متنحي (y) علماً بان الارانب الحاوية على الطراز الوراثي (yy) تعاني من نقص انزيمي وبذلك تصبح غير قادرة على هدم الصبغة الصفراء الموجودة في الجزر وفي نباتات اخرى ، لذا حين تغذى تلك الارانب على نباتات حاوية على الصبغة الصفراء فان تلك الصبغة سوف تظهر في شحومها . اما اذا تغذت الارانب على نباتات خالية من الصبغة الصفراء فان شحومها ستكون بالطبع بيضاء على الرغم من ان الطراز الوراثي (yy) لم يتغير بل تغير الطعام فقط . للارانب الاخرى التي لا تحمل مورث الشحم الاصفر بحالتها النقية (YY) او الهجينة (Yy) القدرة على تجميد الصبغة الصفراء وبذا ستكون شحومها بيضاء على الرغم من انها اقتاتت على طعام غني بالصبغة الصفراء .

#### 4-4-5 . تداخل الفعل الجيني ( Gene Interaction ) .

هو انتاج طرز مظهرية جديدة بوساطة تداخل الآليات لجينات مختلفة . وهناك نوعان عن التداخل **اولاً** التداخل الجيني الذي يؤدي الى حصول تغيير في النسبة المظهرية المتوقعة ومثال على ذلك التفوق ( Epistasis ) والذي هو تداخل غير عكسي بين الجينات كوجود جين معين يتداخل في او يمنع تعبير جين اخر . ان جين اللون الابيض W للشمرة في نبات القرع ( Squash ) ( شكل 5 - 13 ) متفوق على جين اللون الاصفر للشمرة Y .



والشكل البازلاني للعرف **Pea** للعرف يرجع الى جين **P** والذي يسود على آليله **p** للعرف المفرد ايضاً. وعند تضريب اباء وردية مع بازلانية واللذين كليهما نقيين ظهر طراز جديد في الجيل الاول وهو العرف الجوزي **Walnut**. وعند تضريب افراد **F<sub>1</sub>** مع بعضها ظهر في **F<sub>2</sub>** الطرازين الجديدين (الجوزي والمفرد)، اضافة الى طرازي الاجداد وكالاتي:



وبالطبع تكون النسبة المظهرية لافراد الجيل الثاني كالاتي :-

جوزي : 9 : R - P - 3 : R - pp 3 : rrP - 3 : مفرد 1 : rrpp

**F<sub>2</sub>**



#### 5-4-5. الأليلات المتعددة ( Multiple alleles ) .

هي وجود بدائل او حلائل او أليلات مختلفة لنفس المورثة تحدث نتيجة لعملية الطفرة الحاصلة في جزيء المادة الوراثية **DNA** والتي تؤدي الى حصول تغير في المظهر ، علماً بأنها تحتل نفس الموقع الوراثي على الكروموسوم المعين . ومن الامثلة على الصفات متعددة الأليلات ماياتي :

## مثال (1) نظام ABO في الانسان :

تتحكم بهذا النظام ثلاثة آليات على الاقل وهي  $I^A$  ,  $I^B$  ,  $i$  فكما نعلم بأن الآليلين  $I^A$  ,  $I^B$  ذات سيادة مراكبة فيما بينهما ولكن كل منهما ساند على الآليل المتنحي  $i$  . يتحكم الآليلان  $I^A$  ,  $I^B$  في تكوين شكلين مختلفين من انزيم معين يتسببان في ظهور جزئتين مختلفين من المستضد (انتجين) **Antigen** على سطح خلايا الدم الحمر . اما الآليل  $i$  فإنه لا يؤدي الى تنشيط اي من شكلي الانزيم ولهذا لن يظهر اي من المستضدين كما في الجدول (5 - 2) . لاحظ ان الفرد الذي يرث اليلين من  $i$  تكون فصيلة دمه **O** .

الجدول (5 - 2) . بين كيف ان الآليات الثلاثة يمكن ان تتقابل على شكل

ازواج وذلك لانتاج اربع طرز من مجاميع الدم .

الطرز الوراثي Genotype	المستضد على سطح الكرية الحمراء Antigen	الطرز المظهري (مجموعة الدم) Blood Grop
$I^A I^A$ او $I^A i$	<b>A</b>	<b>A</b>
$I^B I^B$ او $I^B i$	<b>B</b>	<b>B</b>
$I^A I^B$	<b>B , A</b>	<b>AB</b>
<b>ii</b>	—	<b>O</b>

## نقل الدم ( Blood Transfusion ) .

بداية يجب تعيين فصيلة الدم **ABO** والعامل الرئيسي **Rh** لكل من الواهب **Donor** والمستلم **Recipient** وذلك لان خلايا الدم الحمر لبعض الاشخاص قد تتكتل بصورة واضحة وذلك عند خلطها بمصل دم اشخاص آخرين . هذا ملاحظه لاندشتاينر **Landsteiner** عام 1900م .

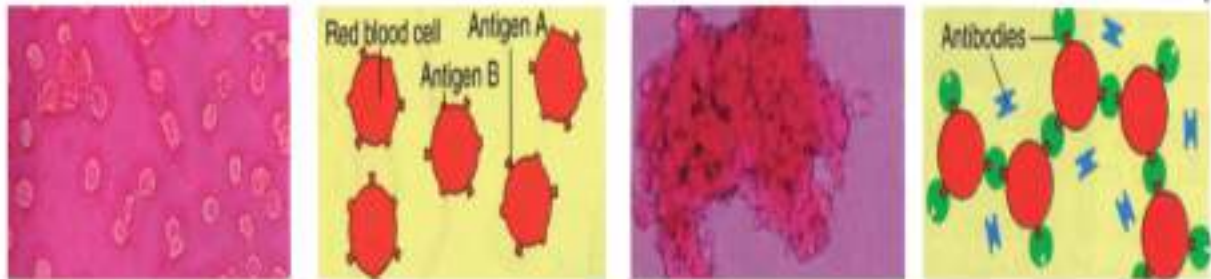
وان اساس هذا التجمع هو التفاعل الناتج بين ما تحمله خلايا الدم الحمراء على سطحها من مستضدات **Antigens** وما يحويه مصل الدم **Serum** من اجسام مضادة **Antibodies** ، علماً بأن العلاقة بينهما موضحة في الجدول (5 - 3) .

لقد تم الاشارة الى المستضدات في هذا الجدول بالحرفين الكبيرين **A** و **B** فيما اشير الى الاجسام المضادة بالحرفين الصغيرين **( a و b )** .

جدول (5-3) . بين مجاميع الدم والمستضدات والاحسام المضادة .

مجموعة الدم	المستضدات على سطح خلايا الدم الحمر	الجسم المضاد في المصل
A	A	جسم مضاد <b>b</b> للمستضد B
B	B	جسم مضاد <b>a</b> للمستضد A
AB	B و A	—
O	—	جسم مضاد <b>a</b> للمستضد A جسم مضاد <b>b</b> للمستضد B

وعلى ضوء المعلومات الواردة في الجدول اعلاه يمكن تبيان التوافق او عدم التكتل (التجلط) بين الواهب والمستلم في نقل مجاميع الدم ABO وكذلك عدم التوافق (حدوث التجلط) بينهما في (الشكل 5-14)



توافق في مجاميع الدم (عدم التجلط)

الواهب	المستلم
O	O, A, B, AB
A	A, AB
B	B, AB
AB	AB

عدم توافق في مجاميع الدم (تجلط)

الواهب	المستلم
A	B, O
B	A, O
AB	A, B, O

الشكل (5-14) . بين كيف ان الوراثة قد وضحت التوافق

وعدم التوافق في نقل مجاميع الدم ABO (للاطلاع) .

وهي من المستضدات الاخرى التي توضح الآليات المتعددة . لقد تم اكتشافها من قبل العالمين لاندشتاينر وواينر **Weiner** عام 1940م واعطيت قدر كبير من الاهتمام وذلك لعلاقتها المباشرة بظهور حالة فقر الدم ( اليرقان ) لبعض الاطفال المولودين حديثاً والمسماة **Erythroblastosis fetalis** . ولهذا السبب يتم فحص مجاميع الدم **ABO** و**Rh** للمقبلين على الزواج وذلك لاستبعاد ظهور هذا المرض في اطفالهم . ولأخذ الاحتياطات اللازمة لذلك .

قد يصاب بهذا المرض الاجنة ذو ( **Rh<sup>-</sup>** ) الموجبة واللذين امهاتهم ذات ( **Rh<sup>-</sup>** ) سالبة وابائهم ذا ( **Rh<sup>+</sup>** ) وبالطبع قد منح الاب هذا الآليل الى الجنين وذلك لان ( **Rh<sup>-</sup>** ) هو سائد على ( **Rh<sup>+</sup>** ) وقد اصح الجنين ذا طراز وراثي هجين ( **Rhrh** ) . ان هذا الاتحاد الوراثي ينتج عدم توافق مناعي كامن بين الام وجنينها . واذا صادف جريان دم الطفل خلال مثبمة مُعابة ( لعيب المثبمة اساس وراثي ) ودخل الى الدورة الدموية للام فإن النظام المناعي لتلك الام سوف يشخص مستضدات **Rh** كاجسام غريبة وبذا يقوم ببناء اجسام مضادة تجاهها اما في الحمل الثاني فسوف يرتفع تركيز هذه الاجسام المضادة داخل الام وعندما تمر تلك الاجسام خلال المثبمة فانها بالطبع تدخل الدورة الدموية للجنين وتبدأ بتفتيت خلايا الدم الحمر للجنين والتي تسبب فقداً للهيموكلوبين ثم الاصابة بفقر الدم المسمى محلياً ( ابو صفار ) . ان حوالي **10 %** من مجموع حالات الحمل البشرية تشير الى عدم التوافق في ال**Rh** ، وعلى كل حال ولاسباب عديدة فإن اقل من **0.5 %** في الحقيقة تنتج فقر الدم . وعادة مانعطي الامهات غير المتوافقة وبعد الولادة مباشرة مادة مضادة لـ ( **Anti-Rh** ) **Rh** وذلك حال وضعها لطفل ذي **Rh<sup>-</sup>** . ان هذا المضاد يحطم اي خلايا من نوع ( **Rh<sup>+</sup>** ) والتي تسربت الى الدورة الدموية للام ولهذا سوف لا يكون بمقدورها انتاج الاجسام المضادة للمستضد **Rh** الخاص بها .

### وراثة نظام ال**Rh** :

ان الابحاث الوراثية الاولية قادت الى الاعتقاد بأنه في سكان البشر يوجد فقط حليلان او آليلان تسيطر على وجود او غياب المستضد . لقد افترضوا بأن آليل **Rh** يعين وجود المستضد على سطح الكرية الحمراء ويسلك كمورث سائد . وان الآليل **rh** يؤدي الى غياب المستضد .

في مدينة البصرة<sup>1</sup> لقد وجد عام 1976م بأن **93 %** من العينة المدروسة ذي ( **Rh<sup>+</sup>** ) و **7 %** ذي ( **Rh<sup>-</sup>** ) وتبين بان الطراز السالب يقل في المجتمعات الشرقية ربما بسبب الانتخاب ضد الآليل السالب<sup>2</sup> . ونتيجة لادخال تحسينات على الفحوصات اللازمة لتعيين وجود المستضد . اصبح واضحاً بأن

لقد افترض العالم واينر لاحقاً بأن هناك سلسلة من الأليلات المتعددة في موقع منفرد للـ **Rh** والتي يجب ان تؤخذ بعين الاعتبار لهذه التغيرات .

من جهة اخرى افترض العالمان فيشر **Fisher** و ريس **Race** بأن هناك نوعاً بديلاً من التوريث يتضمن ثلاثة من المورثات المتقاربة والمرتبطة وهي **C , D , E** وكل واحد منها يضم آللين تكون مسؤولة عن وراثة عوامل الـ **Rh** . ان المصطلح ارتباط **Linkage** يستخدم لوصف الجينات الواقعة على نفس الكروموسوم والذي هو الزوج الاول من الكروموسومات الجسمية بالنسبة لهذه المجموعة ويمكن للطالب اتباع الجدول الاتي والمبسط في حل المسائل الوراثية والمتعلقة بـ **Rh** .

الطراز الوراثي	الطراز المظهري
RhRh أو Rhrh	Rh <sup>+</sup>
rhrh	Rh <sup>-</sup>

مثال عن مجموعة الدم **Rh** :

رجل تسلسل ولادته الاول في العائلة ذو مجموعة ( **Rh<sup>-</sup>** ) كان والده ذو ( **Rh<sup>-</sup>** ) ايضاً ولكن والدته كانت ذات ( **Rh<sup>+</sup>** ) . تزوج هذا الرجل من امرأة ذات ( **Rh<sup>+</sup>** ) ولكن والدها كان ذا ( **Rh<sup>-</sup>** ) . تنبأ بمجموعة الدم **Rh** لأولاده الناتجين . مع بيان عدد اولاده الذين سوف لا يصابون بمرض اليرقان .

الامنتاج :

- 1 بما ان والد الرجل ذو ( **Rh<sup>-</sup>** ) ووالدته ( **Rh<sup>+</sup>** ) . اذن الرجل هجين **Rhrh** .
- 2 بما ان المرأة ذات ( **Rh<sup>+</sup>** ) ووالدها ( **Rh<sup>-</sup>** ) اذن هي ايضاً هجينة **Rhrh** .



مثال (3) سلسلة آليلات لون الفراء في الارنب :

يعتبر لون الفراء مثال تقليدي عن الأليلات المتعددة او المتضاعفة، حيث يمكن ملاحظة تأثير الأليل على الطراز المظهري بصورة مباشرة وبالعين المجردة، وبدون الحاجة الى استخدام اي تقنية لتوضيح ذلك حيث يتحكم بلون الفراء اربعة آليلات مختلفة على الاقل وهي ( **C , C<sup>h</sup> , C<sup>h</sup> , C<sup>h</sup> , C<sup>h</sup> , C** ) ، علمياً بأن الاليل ( **C** ) هو

المسؤول عن اللون الرمادي (agouti) او البري (wild) ويسود هذا الاليل سيادة تامة على كافة الاليلات الثلاثة المتبقية (c<sup>a</sup>, c<sup>h</sup>, c<sup>ch</sup>). اما الاليل (c<sup>ch</sup>) فيسود بدوره على كل من الاليلين (c<sup>h</sup>, c<sup>a</sup>). في حين ان الاليل c<sup>h</sup> يسود على الاليل (c<sup>a</sup>). لذا فان ترتيب السيادة بالنسبة لهذه الاليلات يكون كالآتي :

(c < c<sup>h</sup> < c<sup>ch</sup> < c<sup>a</sup>) (الجدول 4-5).

الطرز الوراثية المختلطة	الطرز المظهرية	
CC, Cc <sup>h</sup> , Cc <sup>ch</sup> , Cc <sup>a</sup>	الرمادي agouti	الفراء في الارانب ، والوراثية لالوان الطرز المظهرية جدول (4-5) .
c <sup>h</sup> c <sup>h</sup> , c <sup>h</sup> c <sup>ch</sup> , c <sup>h</sup> c <sup>a</sup>	الفضي * chinchilla	
c <sup>h</sup> c <sup>ch</sup> , c <sup>h</sup> c <sup>a</sup>	الهبصاليا Himalayan	
c <sup>a</sup> c <sup>a</sup>	الامهتي albino	

لذا فعندما c<sup>a</sup> و c<sup>h</sup> وبين c<sup>h</sup> و c<sup>ch</sup> دعي بعض المصادر بان هناك سيادة غير تامة بين الاليلين Light فانه سيكون رمادي فاتح c<sup>a</sup> c<sup>ch</sup> و c<sup>h</sup> c<sup>ch</sup> من هذين الاليلين في نفس الفرد أي Gray .

#### 5-4-10 . الطفرات (Mutations) .

الطفرة هي تغير مفاجئ في تنابع القواعد النروجينية لحمين او لجزئ من الـ DNA ، علماً بأن هذا التغير قد يكون مصحوباً بظهور طراز وراثي و مظهري جديد (شكل 5-27) وعلى مستوى نوعية الخلايا هناك طفرات تحدث في الخلايا التناسلية (Germ cells) والمتمثلة بأمشاج الكائن الحي ، علماً ان طفرات الخلايا التناسلية لا تؤثر في الكائن الحي نفسه ، الا انها يمكن ان تنتقل الى اولاده . وهناك طفرات تحدث في الخلايا الجسمية (Somatic Cells) للكائن وبذلك تؤثر فيه ، مثلاً بعض انواع سرطان الجلد وسرطان الدم لدى الانسان علماً ان هذا النوع من الطفرات لا يورث .



(ج)



(ب)



(أ)

شكل (5-27) . طفرة تسبب تأثيرات متشابهة في انواع مختلفة (أ) الطفرة في الانسان . (ب) في القطط . (ج) في الفئران ، والتي تسبب الخصلة البيضاء من الشعر في مقدمة الرأس ولون العين الفاتح وضعف السمع والاعصاب ( للاطلاع ) .

قد تكون الطفرات ضارة كما في حالة اختزال الاجنحة في ذبابة الفاكهة وقصر الاطراف في الاغنام والعديد من الامراض والمتلازمات (**Syndromes**) في الانسان ، كما قد تكون مميتة (**Lethal**) تؤدي غالباً الى موت الجنين قبل الولادة .

الا ان بعض الطفرات قد تؤدي الى طرز مظهرية مفيدة للفرد وقد تملك الكائنات الحية ذات الطفرات المفيدة فرصاً افضل للتكيف والتكاثر والبقاء وبالتالي قد تكون مثل هذه الافراد اكثر اهمية من الناحية الاقتصادية كالطفرات التي تؤدي الى زيادة الانتاج الحيواني والنباتي وتحسين نوعيته .  
يمكن للطفرات ان تتمثل في تغيرات على مستوى كروموسوم معين وتسمى (طفرات كروموسومية) او على مستوى نيوكليوتيد معين وتسمى (طفرات جينية) .

اولاً : الطفرات الكروموسومية (**Chromosomal mutations**) .

تقسم الطفرات الكروموسومية الى نوعين رئيسيين هما :

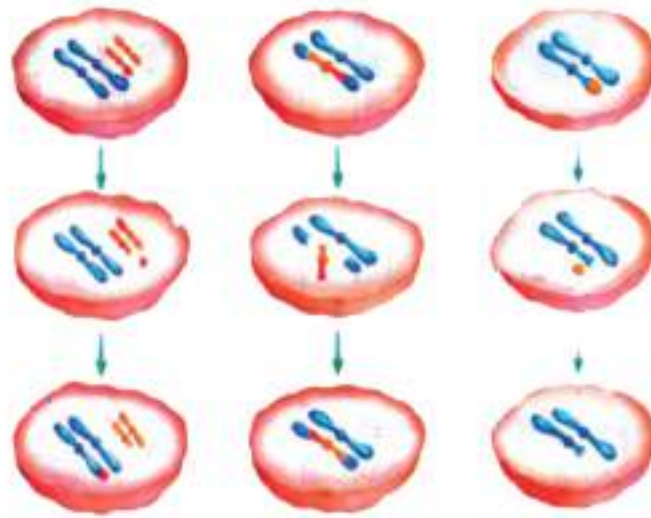
(1) طفرات ترجع الى تغيرات في عدد الكروموسومات ومنها ما يأتي :

أ التعدد الكروموسومي غير الحقيقي (**Aneuploidy**) وفي هذه الحالة يوجد كروموسوم واحد مفقود (ثنائي المجموعة الكروموسومية - كروموسوم واحد) او كروموسوم واحد زائد (ثنائي المجموعة الكروموسومية + كروموسوم واحد) .

ب تعدد كروموسومي تام (**Polyplody**) وهو زيادة مجموعة كروموسومية كاملة فيكون الفرد ثلاثي المجموعة الكروموسومية .

(2) طفرات ترجع الى تغيرات تركيبية في الكروموسومات ومنها ما يأتي :

أ تغير في عدد الجينات وتتضمن الفقد (**Deletion**) ويعني فقد جزء من الكروموسوم والتضاعف اي ان هناك قطعة من الكروموسوم قابلة للتكرار (الاعادة) .  
ب تغير في ترتيب الجينات وتتضمن الانقلاب (**Inversion**) والذي فيه ينكسر جزء من كروموسوم معين وينعكس ثم يتحد مجدداً مع الكروموسوم نفسه . والانتقال الذي فيه ينكسر جزء من كروموسوم معين ويتحد بكروموسوم غير مماثل له (الشكل 5 - 28) . ان الطفرة التي تزود شخصاً معيناً بكروموسوم مضاف على الزوج الكروموسومي رقم 21 (الشكل 5 - 29) ناتجة عن حالة عدم الانفصال (**Nondisjunction**) اذ لاينفصل هذا الكروموسوم عن نظيره اثناء الانقسام الاختزالي ويؤدي ذلك الى احتواء احد الامشاج كروموسوماً اضافياً فيما ينقص الآخر هذا الكروموسوم وتسمى هذه الحالة متلازمة داون .



شكل (5 - 28) . الطفرات الكروموسومية ( للاطلاع ) .  
 الانتقال      الانقلاب      الحذف



شكل (5 - 29) . متلازمة داون والتي ترجع الى تكرار كروموسوم رقم 21 ثلاث مرات  
 ( Trisomy ) ( للاطلاع ) .

ثانياً : الطفرات الجينية ( المورثية ) وتضم نوعين :

### 1) الطفرات النقطية ( الموضعية ) Point mutations :

هي الطفرة الناتجة من حذف او اضافة او استبدال نيوكليوتيدة واحدة بأخرى والتي تعود الى موقع وراثي واحد ( Locus ) .

1 - طفرة الحذف : وفيها يتم فقد نيوكليوتيدة واحدة من جين معين . وقد يؤدي هذا الفقد الى تشكيل غير صحيح للكودونات \* Codons المتبقية ويسمى هذا بطفرة الازاحة Frame shift mutation وهي التي تؤدي الى تغيير جميع الاحماض الامينية التي تقع بعدها ( شكل 5 - 30 آ ) . هذه الطفرة يمكن ان تؤدي الى تأثيرات خطيرة في وظيفة البروتين .

\* الكودون Codon هي ثلاث لوحدات بنروزخسية او ثلاث نيوكليوتيدات في حزيء DNA او RNA والتي نحصل او نشعر المعلومات حامض اميني واحد .

2 - طفرة الاضافة ( Insertion Mutation ) : و يتم فيها ادخال نيوكليوتيد واحد الى جين معين

مما قد يؤدي الى طفرة الازاحة ايضاً .

3 - طفرة الاستبدال ( Substitution ) : وفيها يحل نيوكليوتيد واحد محل نيوكليوتيد آخر

( شكل 5 - 30 ب ) . واذا حدث هذا الاستبدال في كودون معين فقد يتغير الحامض الاميني . وتكون طفرات

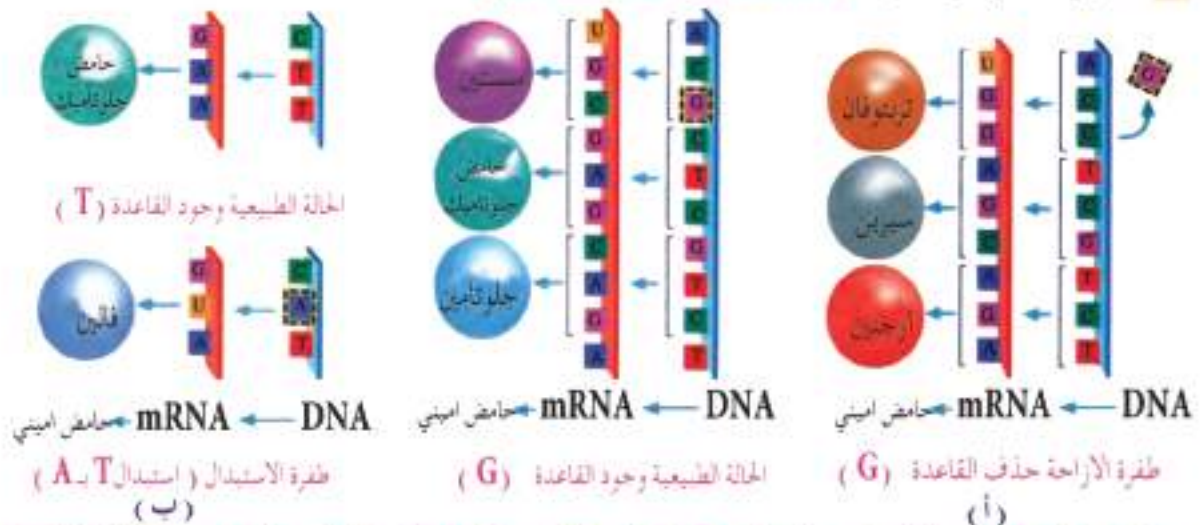
الاستبدال على عدة انواع و منها ماياتي :

أ الطفرة الاستبدالية المؤثرة ( Missense Mutation ) .

ب الطفرة الاستبدالية الكامنة ( الخايذة ) ( Neutral Mutation ) .

ج الطفرة الاستبدالية الصامتة ( Silent Mutation ) .

د الطفرة الاستبدالية المنشطة ( Nonsense Mutation ) .



شكل ( 5 - 30 ) . الطفرات الجينية : لاحظ طفرة الازاحة ( أ ) و طفرة الاستبدال ( ب ) والحالة الطبيعية

لكل منهما .

( 2 ) الطفرات المضاعفة ( Duplicate Mutations ) .

وتتضمن تأثر اكثر من زوج من القواعد النروجينية للجين ، حيث تحصل من خلال تكرار استنساخ جزء

من المورث .

معدل حدوث الطفرة الذاتية :

تمتلك اغلب الكائنات الحية مورثات عديدة جداً ولذا فإن

احتمال حدوث الطفرة في احدى هذه المورثات بشكل كبير نسبياً . لقد تبين بأن معدل حدوث

الطفرة الذاتية للمورث الواحد في حشرة ذبابة الفاكهة يتراوح بين (  $10^{-5}$  -  $10^{-6}$  ) اي مرة

واحدة لكل ( 100000 - مليون مورث ) في الجيل الواحد .

بينما يتراوح المعدل الكلي للطفرة في نفس هذه الحشرات ما بين 1% - 3% ، علماً ان معدل الطفرة يختلف من مورث الى آخر في نفس الفرد .

ان هذا المعدل يمكن ان يزداد عند التعرض لبعض العوامل المطفرة (**Mutagens**) ومنها الاشعاعات ذات الطاقة العالية مثل الاشعة فوق البنفسجية والاشعاعات المؤينة مثل الاشعة السينية او بعض الكيمياءيات مثل حامض النتروز واملاح الحديد والفورمالدهايد . لقد تبين بان عدد من المواد الكيميائية المعروفة تكون مسرطنة (**Carcinogenic**) لذا يجب الحذر .

### مضادات الطفرات (**Antimutagens**) .

بسبب المشاكل التي تحدثها بعض الطفرات انتبه العلماء حديثاً الى ايجاد مواد مثبطة لبعض هذه الطفرات ومنها ماياتي :

#### (1) المثبطات الحيوية (**Bioantimutagens**) .

وهذه تكون على هيئة عوامل معطلة او مثبطة وعوامل لها دور ضمن عملية تضاعف الـ **DNA** او عوامل اخرى لها دور ضمن عملية اصلاح الضرر فيه .

#### (2) المثبطات المباشرة (**Desmutagens**) .

كايجاد مضادات تعمل بشكل مباشر على المطفرات مثل مضادات الأوكسدة او ايجاد عوامل غالقة (**Blocking Agents**) .

### 5 - 4 - 11 . الوراثة البشرية (الوراثة في الانسان) (**Human genetics**) .

على الرغم من ان وراثة الانسان تعتبر من اقدم فروع الوراثة التطبيقية ، وان جنس الانسان العاقل (**Homo sapiens**) هو اهم هدف لدراسة الوراثة ، الا ان هذا الفرع قد تطور ببطئ مقارنة بفروع علم الوراثة الاخرى وذلك لوجود العديد من الصعوبات التي تواجه الباحثين في هذا المجال ومن هذه الصعوبات ما يأتي :

1 ان صغر حجم العوائل البشرية لا يؤدي الى ظهور جميع الاحتمالات وبذلك يصعب التأكد من نقاوة صفات الوالدين ، لذا يعتبر حجم العوائل الكبيرة من المزايا المرغوب بها في الدراسات الوراثة ، ولكن يقل عدد اكبر العائلات البشرية كثيراً عن العدد اللازم لوضع نسب وراثية قابلة للاختبار بصورة احصائية .

2 يستغرق عمر الجيل الواحد منذ ولادته الى ان يصل سن الرشد (البلوغ) سنوات طويلة ، مما يجعل تتبع الصفات المدروسة في الجيل اللاحق يستغرق ايضاً وقت اطول .

3 يعتبر الزواج في الانسان من الامور الشخصية والتي لايمكن التحكم فيها او توجيهها وفق نزوجات مسيطر عليها تجريبياً .

4 ان العديد من الصفات البشرية لا يخضع للوراثة المندلية ولكنها تخضع للوراثة اللامندلية كالسيادة المواكبة والنفاذ غير التام وتداخل الفعل الجيني وتعدد المورثات ذات التأثير التراكمي والتي لايمكن دراسة تأثير كل منها على انفراد .

5 كثرة عدد الكروموسومات ( الصبغيات ) في الانسان مقارنة بالكائنات الاخرى .

لذا تعتمد دراسة الوراثة في البشر على ما يأتي :

أ ملاحظة ظهور او اختفاء الصفات في الافراد والاقارب عبر الاجيال وذلك من خلال رسم شجرة النسب وتجميع البيانات الاحصائية على مستوى عائلة واحدة وكذلك العديد من العوائل ذات الصلة بالصفة المدروسة .

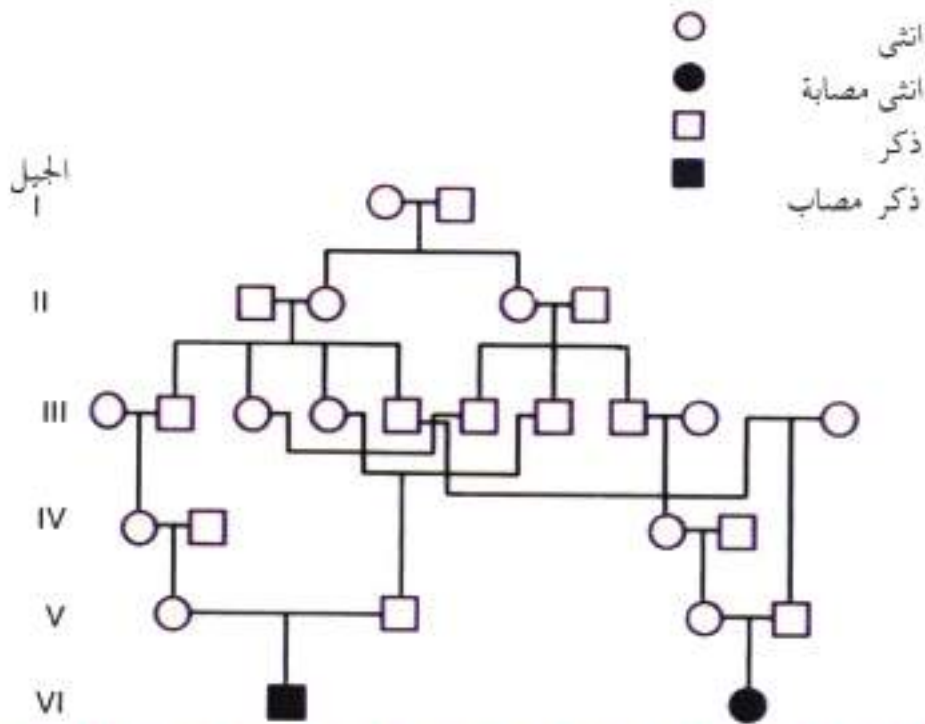
ب دراسة التغيرات في التكرارات الجينية والتداخلات مع البيئة والتي تعتبر قاعدة معلومات مهمة للطب السريري .

ج الاستعانة بالتقنيات الجزيئية الحديثة من خلال معرفة تنابع القواعد النتر وجينية للمورث وربطها بوظيفة ذلك المورث ( راجع الجزء 5.5 ) .

#### 5 - 4 - 1 . سجلات النسب ( Pedigrees ) :

سجل النسب هو مخطط يُظهر كيفية وراثه صفة معينة على مدى عدة اجيال (شكل 5 - 31) تشير المربعات في هذا السجل الى الذكور ، بينما تشير الدوائر الى الاناث . المربع او الدائرة القائمة يعني وجود الصفة او الحالة لدى الشخص في جيل معين وبالعكس بالنسبة للرمز الفاع . الخط الافقي الذي يصل بين ذكر وانثى يشير الى الزواج . الخط العمودي يشير الى الاولاد الذين تم ترتيبهم من اليسار الى اليمين وفقاً لتسلسل الولادة وبغض النظر عن الجنس . الارقام الرومانية تشير الى توالي الاجيال .

يسمى الافراد الاربعة في الجيل الخامس لسجل النسب اعلاه بالحاملين ( Carriers ) للمورث وذلك لأن لديهم آليلاً واحداً متنحياً فقط ولكنهم غير مصابين بالمرض ، غير انه لدى كل عائلة منهم قابلية على نقله الى ابنه وبنته وعلى التوالي ( من اليسار الى اليمين ) .



شكل (5 - 31) . سجل نسب لعائلة ظهر فيها اثنين من الاحفاد مصابين بمرض يرجع الى مورث متنحي وذلك في الجيل السادس ( للاطلاع ) .

5 - 4 - 11 - 2 . توارث بعض الصفات الجسمية والاختلالات المرضية في الانسان :

يمكن للمهتمين بالوراثة معرفة وراثية بعض الصفات والاختلالات الوراثية من خلال تحليل انماط التوارث ( **Patterns of inheritance** ) اي تحليل التعبير عن الجينات على مدى الاجيال بواسطة سجلات النسب وفيما يأتي معايير الصفات السائدة الجسمية ( الشكل 5 - 32 ) اي التي يقع الجين المسؤول عن كل واحدة منها على كروموسوم جسدي ( جدول 5 - 5 ) .

1 تنتقل الصفة في الذكور والاناث وتكرر متكافئ .

2 اصابة الاجيال المتتابة .

3 توقف الانتقال بعد الجيل الذي لا يوجد فيه فرد مصاب .

اما بالنسبة لمعايير الصفات المتنحية الجسمية ( الشكل 5 - 32 ) فهي كالاتي :

1 اصابة الذكور والاناث بتكرار متكافئ والافراد المصابة بامكانها نقل الجين الا اذا سببت الموت

قبل العمر التكاثري ( قبل البلوغ ) .

2 بامكان الصفة ان تختفي لعدد من الاجيال .

3 ان والدي الفرد المصاب يكونان متبايني الزيجة او يمتلكان الصفة ( جدول 5 - 5 ) .

لا يقتصر اثر الوراثة على اظهار او اختفاء بعض الصفات الجسمية فحسب ولكن يمتد الى وظائف بعض الاعضاء واستعدادها للاصابة باختلالات او تشوهات (**Abnormalities**) معينة تنتقل من الاباء الى الابناء بصورة مماثلة للصفات الاخرى ، ومثال على ذلك تعدد الاكياس في الكلية بالنسبة للجين الجسمي السائد المسبب لها ومرضى التليف الحوصلي بالنسبة للجين المتنحي المسبب لها (جدول 5 - 5) .

### الصفات السائدة



### الصفات المتنحية



القابلية على طي اللسان



عدم طي اللسان



حتي الابهام الى الخلف



حتي الابهام الى الامام

شكل (5 - 32) . وراثه بعض الصفات الشائعة في الانسان .

الجدول (5 - 5) . بعض الصفات الجسمية والاختلالات السائدة والمنحبة في الإنسان .

ت	الصفات السائدة	الصفات المنحبة
1 .	القزمية وقصر الأطراف <b>Achondroplasia</b>	الحالة الطبيعية .
2 .	قصر الاصابع <b>Brachydactyly</b>	الحالة الطبيعية .
3 .	سرطان الثدي <b>Breast Cancer</b>	الحالة الطبيعية ( غير مصابة ) .
4 .	الذقن المشقوقة <b>Cleft</b>	مستدير ( عدم وجود الشق ) .
5 .	وجود النمش <b>Freckles</b>	عدم وجود النمش <b>Clear</b>
6 .	حلمة الأذن الحرة <b>Free ear lobe</b>	حلمة الأذن المتصلة .
7 .	وجود النونة (العمارة) <b>Dimples</b> في الذقن او الحد .	عدم وجود النونة .
8 .	خط الشعر الناتى <b>Widow's peak</b>	<b>مستقيم</b>
9 .	مرض الزفن (داء الرقص) <b>Huntington disease</b>	الحالة الطبيعية ( غير مصاب ) .
10 .	زيادة الكولسترول في مصل الدم <b>Hypercholesterolemia</b>	الحالة الطبيعية .
11 .	تذوق مادة فينيل ثايو كارباميد <b>Phenyl thiocarbamide</b>	غير متذوق .
12 .	تعدد الاكياس في الكلية <b>Polycystic Kidney disease</b>	الحالة الطبيعية .
13 .	زيادة الاصابع <b>Polydactyly</b>	وجود خمسة اصابع في الكف او القدم .
14 .	الحالة الطبيعية .	حالة اسوداد الادرار <b>Alkaptonuria</b>
15 .	الحالة الطبيعية .	حالة عدم القدرة على تنسيق الحركات الارادية ( التخلج ) <b>Ataxia</b>
16 .	الحالة الطبيعية .	مرض التليف الحوصلي <b>Cystic Fibrosis</b>
17 .	الحالة الطبيعية .	مرض تاي - ساكس <b>Tay - sachs</b>
18 .	الحالة الطبيعية .	تجمع سكر الحليب في الدم <b>Galactosemia</b>
19 .	الحالة الطبيعية .	ادرار الفينيل كيتون اخامضي <b>Phenylketonuria</b>
20 .	الحالة الطبيعية .	فقر دم البحر الابيض المتوسط ( الثلاميميا الكبرى ) <b>Thalassemia major</b>

يُطلق على الكروموسومات التي ليس لها علاقة مباشرة بتعيين الجنس في الانسان بالكروموسومات الجسمية (الجسدية) **Autosomes** وعددها 22 زوج اما الزوج المتبقي فهو كما نعلم يمثل كروموسومي الجنس ( اي زوج واحد يخص الجنس ) .

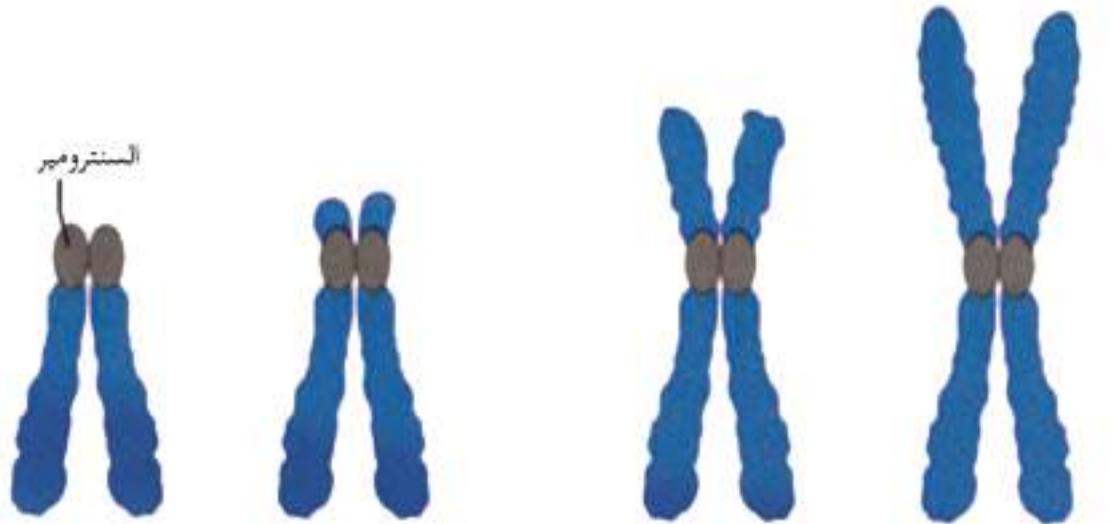
يمكن تمييز كروموسومات الانسان حسب موضع السنترومير (الجزء المركزي) فيها (شكل 5 - 33) الى الانواع الآتية :

أ الكروموسوم وسطي السنترومير (**Metacentric chromosome**) .

ب الكروموسومات ذات السنتروميرات القريبة من الوسط **Submetacentric Chromosomes**

ج الكروموسومات ذات السنتروميرات ، القريبة من الطرف (**Acrocentric chromosomes**)

د كروموسومات طرفية السنترومير (**Telocentric Chromosomes**) .

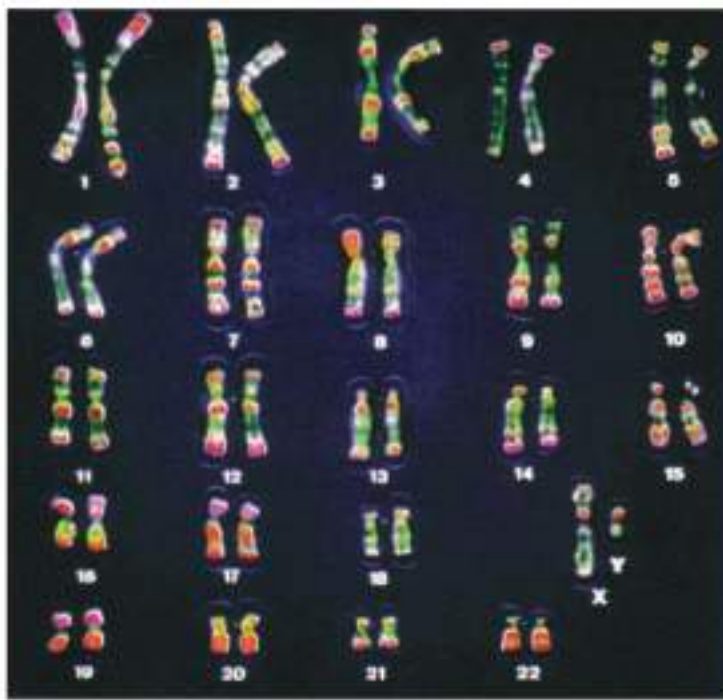


الكروموسوم وسطي السنترومير الكروموسوم ذو سنترومير قريب من الوسط كروموسوم ذو سنترومير قريب من الطرف كروموسوم طرفي السنترومير

شكل (5 - 33) . يبين كيف ان موقع السنترومير يميز الكروموسومات الى مجاميع .

وعلى اساس طول الكروموسوم وموضع السنترومير فإن كروموسومات الانسان العادية قد رتبت في 7 مجاميع من الكروموسومات الجسمية من **A** ← **G** ، وزوج واحد من كروموسومات الجنس اما **XY** (شكل 5 - 34) او **XX** .

وعلى هذا الاساس فإن الـ 23 زوج من الكروموسومات في الخلايا الجسمية تُقسم كالآتي :



المجموعة	الكروموسومات
A	3 - 1
B	5 و 4
C	12 - 6
D	15 - 13
E	18 - 16
F	20 - 19
G	22 - 21
*X	XX او XY

شكل (5 - 34) . الهيئة الكروموسومية لجنين ذكر اعتيادي ( للاطلاع ) .

\* من خلال ملاحظة حجم هذا الكروموسوم X وموضع السنتروميير فيه نجد ان هذا الكروموسوم يشابه كروموسومات المجموعة C من الكروموسومات الجسمية، بينما كروموسوم Y يشابه كروموسومات المجموعة G الجسمية .

#### 4 - 5 - 4 - 11 - 4 . تشخيص الامراض الوراثية :

ان الافراد الذين لديهم تاريخ عائلي للاصابة بمرض وراثي يخضعون عادة لفحص وراثي وخاصة قبل انجاب الاولاد . ويوجد حالياً طريقتين لآجراء هذا التشخيص :

أ طريقة بزل السائل الامنيوني او السلوي (الرهلي) ( Amniocentesis ) .

ب طريقة فحص الحملات الكوربونية ( Chorionic villi ) الواقعة في بطانة الرحم .

#### 5 - 5 - 4 - 11 - 5 . تخفيف اعراض بعض الامراض الوراثية :

ويتم ذلك بعدة طرق منها ماياتي :

1 الحمية الغذائية : وتوصف بالنسبة لبعض امراض الأيض الغذائي الوراثية كمرض فنيل كيتونيوريا .

2 العلاج الطبيعي : ويوصف لمرضى التليف الحوصلي ، حيث يخضع المرضى لعدد

من الجلسات التي يُستخدم فيها عملية الطرق على الظهر والصدر وذلك

لطرود المواد المخاطية اللزجة من الرئتين .

3 استخدام حقن معينة بالنسبة لبعض الامراض كما هو الحال بالنسبة لحقن الانسولين المستخدمة في معالجة البول السكري وحقن بروتين تجلط الدم لمعالجة مرضى نزف الدم الوراثي

4 اجراء بعض العمليات الجراحية للجنين ( في حالات محدودة ) وذلك لغرض اصلاح بعض الاختلالات الوراثية .

5 المعالجة بالمورثات ( الجينات ) ، وتهدف الى استبدال الجين الذي يعاني من قصور في وظيفته وذلك لتخفيف اعراض المرض المسؤول عنه الجين الاصلي ( راجع الجزء 5 . 5 . 7 ) .

5 - 4 - 11 - 6 . الاستشارات الوراثية ( Genetic counsellings ) .

هي تحليل للمقصود الوراثي في العائلة وتقديم الاختبارات الممكنة لتجنب الخطورة المحتملة. يقوم المستشار الوراثي المختص بحساب خطر تكرار الاختلالات الوراثية في العوائل من خلال تطبيقه لقوانين الوراثة وعلى ضوء ذلك يقوم بتوجيه الالباء حول المشكلات التي قد يتعرض لها اولادهم وما يتخذونه من اختيارات .

اما بالنسبة للامراض التي تتأثر بعوامل وراثية وبيئية معا فيمكن للمستشار تقديم النصح للعائلة حول كيفية خفض عوامل الاصابة المحتملة .

المجالات التي يمكن الاستشارة فيها :

- 1 معرفة مدى اصابة بعض افراد العائلة بأحد الامراض الوراثية .
- 2 معرفة مايزول اليه زواج ابناء العمومة من امراض وراثية محتملة .
- 3 معرفة سبب عدم انتظام التكوين الجنسي او تأخير النضج الجنسي .
- 4 تقديم الاستشارة في حالة الاجهاضات المتكررة .
- 5 في حالة الرغبة في تعيين الابوة .
- 6 في حالة الرغبة بمعرفة مخاطر الادوية والاشعاع .

5 - 4 - 11 - 7 . الجينوم البشري Human Genome :

بعد نصف قرن من اكتشاف تركيب الـ **DNA** توصل علماء الوراثة الى معرفة التتابع الجيني للجينوم البشري والذي يضم ترتيب نحو 3 , 3 مليار من ازواج القواعد التروجينية في كروموسومات الانسان . ويتطلع العلماء نحو معرفة المعلومات التي يحددها تتابع نيوكليوتيدات الـ **DNA** بصورة فعلية ، وذلك من خلال تطوير حقل جديد ومهم من حقول علم الحياة الا وهو المعلوماتية الاحيائية ( **Bioinformatics** ) الذي يسعى نحو برمجة الحاسوب للمساعدة في تحليل وتفسير معظم تتابعات نيوكليوتيدات الـ **DNA** وتوقع اماكن وجود الجينات والوظائف التي تتحكم بها وكذلك المقارنة بين تتابعات نيوكليوتيدات الـ **DNA** المختلفة .

## 5 - 5 . الاساس الجزيئي للوراثة :

لقد استنتج مندل من خلال دراسته للعديد من الصفات في نبات البازيلاء بأن هناك عوامل وراثية تتحكم بنقل الصفات في الكائن الحي ولكن ماهي تلك العوامل وكيفية تخزينها للمعلومات الوراثية وقابليتها على حل المعلومات الغامضة بقيت لغزاً محيراً للعلماء . ولقد تم فيما بعد من خلال البحوث والدراسات ازالة الستار عن بعض جوانب ذلك اللغز على اثر اصرار العلماء لايجاد صيغة حل لمشكلة تفشي احد امراض الجهاز التنفسي في المجتمع وذلك في عام ( 1928م ) .

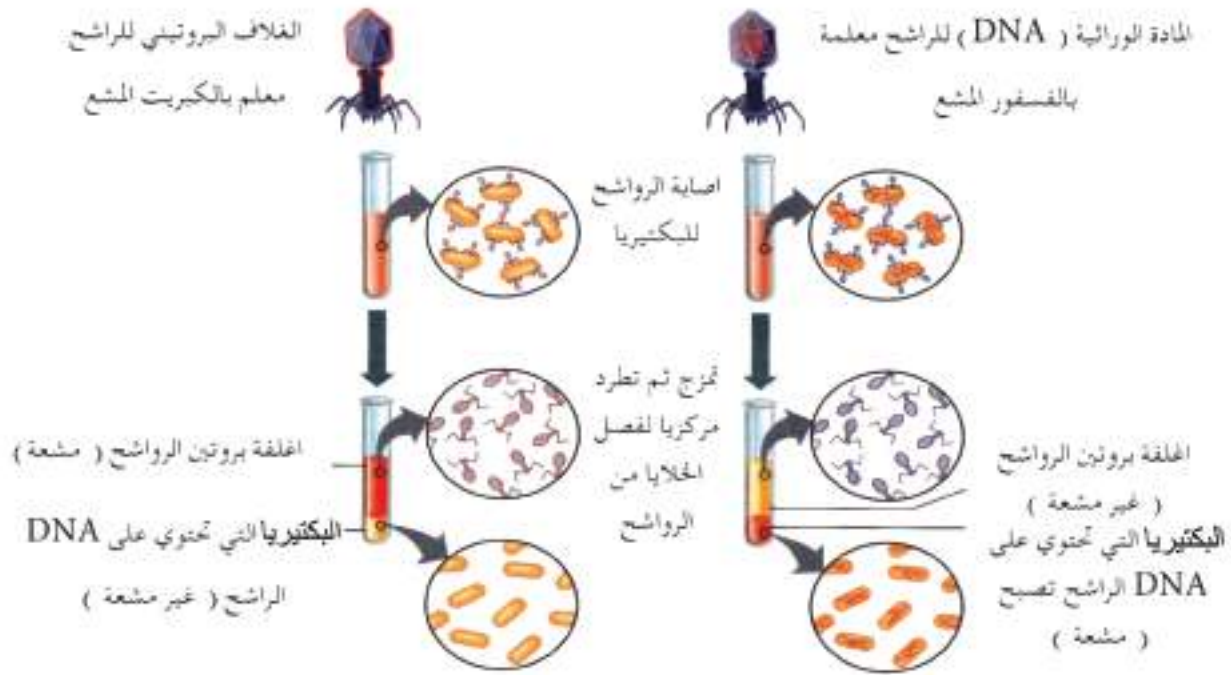
### 5 - 5 - 1 . الكشف عن الحامض النووي DNA :

لقد استدل العلماء على ثلاث دراسات تثبت بأن الـ **DNA** هو المادة الوراثية :

- 1 تجارب كريفيث على البكتيريا حيث بينت بأن هناك عاملاً وراثياً كان معنياً بالتحول (**Transformation**) ، حيث استطاع من نقل قابلية القتل بين انواع من الخلايا البكتيرية
  - 2 تجارب افري (**Avery**) لقد بينت هذه التجارب بأن الـ **DNA** وليس البروتين هو المسؤول عن التحول في البكتيريا .
  - 3 تجارب هيرشي وشيس (**Hershey and Chase**) لقد اجرى هذان الباحثان عام ( 1952م ) اختياراً وذلك لمعرفة ما اذا كان الـ **DNA** ام البروتين هو المادة الوراثية التي تنقلها الرواشح او ملتصقة الجراثيم ( بلعم البكتيريا **Bacteriophages** ) . يمكن توضيح هذه التجربة ( بالشكل 5 - 35 ) كما يمكن اختصارها بثلاث خطوات :
- تم استخدام نظائر مشعة وذلك لتمييز الـ **DNA** عن البروتين في الراشح ، فالفسفور المشع  $P^{32}$  استخدم للـ **DNA** بينما الكبريت المشع  $S^{35}$  استخدم للبروتين . بعدها ترك الباحثان كل من الرواشح التي تحتوي على الفسفور المشع وتلك التي تحتوي على الكبريت المشع كل على انفراد تصيب بكتيريا القولون (**Escherichia coli**) .

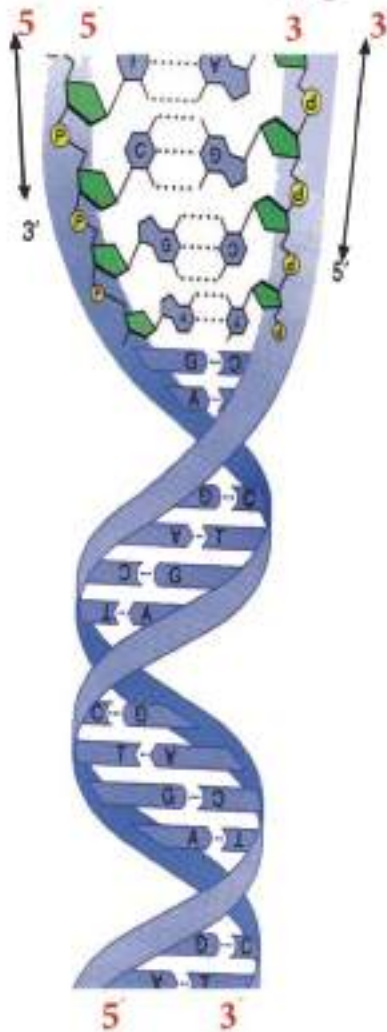
• تم ازالة اغلفة الرواشح عن الخلايا بوساطة خلاط معين .

- فصلت الرواشح عن البكتيريا باستخدام آلة الطرد المركزي (**Centrifuge**) . لقد كانت النتيجة بان جميع الـ **DNA** الرواشح والقليل من البروتين قد دخلا الى البكتيريا . وبناء على ذلك فقد تم الاستنتاج بان جزء الراشح الذي اصاب الخلية البكتيرية وتضاعف فيها هو حامضه النووي وليس بروتينه .



الشكل ( 5 - 35 ) .

تجربة هرشي وشيس تبين بان الـ DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين ( للاطلاع ) .



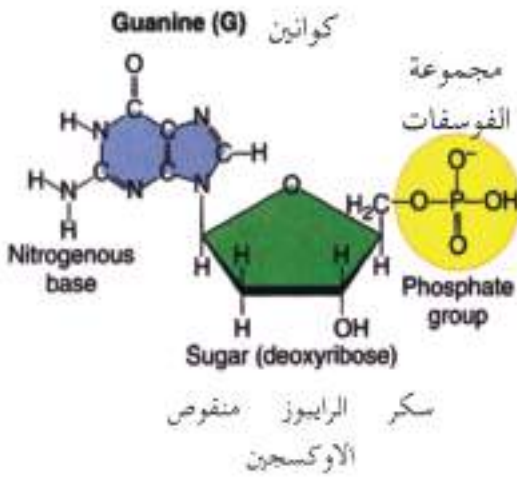
## 2 - 5 - 5 . تركيب الـ DNA :

لغاية عام (1953م) كان علماء الحياة يؤيدون فكرة كون الـ DNA هو المادة الوراثية ولكنهم قبل ذلك الوقت كانوا يجهلون تركيبه ، عندئذ توصل العالمان واتسون ( Watson ) وكريك ( Crick ) الى وضع نموذج لتركيبه ، حيث انه مركب بصورة مبسطة من سلسلتين متعاكستين ( Antiparallelism ) تلتف احدهما حول الاخرى على شكل حلزون مزدوج وترتبط القواعد النيتروجينية لاحدى السلسلتين مع القواعد ذات العلاقة (المتممة) في السلسلة المقابلة بواسطة اواصر هيدروجينية ، كما ترتبط حلقات السكر ومجاميع الفوسفات في كل من السلسلتين بأواصر تساهمية . شكل ( 5 - 36 ) .

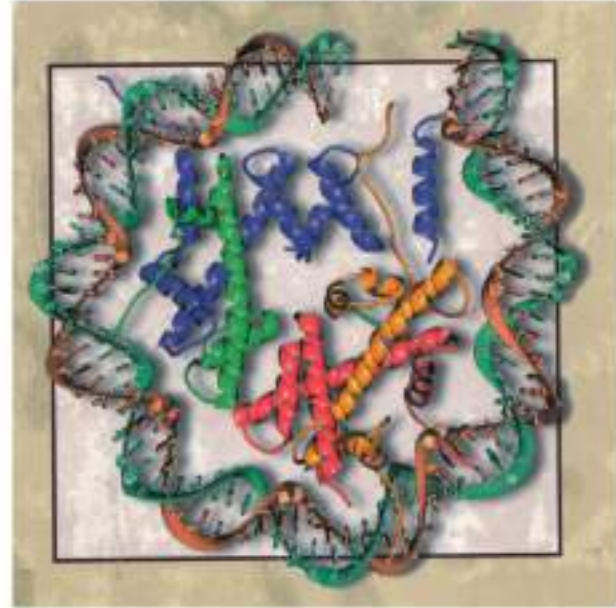
الشكل ( 5 - 36 ) . بين اتجاه سلسلي الـ DNA . ان التعاكس في هاتين السلسلتين يرجع الى اتجاه سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين . لاحظ ان نصف الحلزون المزدوج يتجه من 5 الى ذرة الكاربون رقم 3 بينما يتجه النصف الاخر بالعكس ( للاطلاع ) .

يعتبر الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين ( **Deoxyribonucleic acid (DNA)** ) مركب كيميائي معقد التركيب ، يوجد في جميع الاحياء ويعتبر ذا اهمية كبيرة لها . ويوجد بصورة رئيسية في النواة ضمن الكروموسومات التي تنشأ من الشبكة الكروماتينية ، ومادة الكروماتين تتشكل من وحدات من النيوكليوسوم ( **Nucleosome** ) والتي تتركب بدورها من اربع جزيئات هستونية توجد كل منها بحالة مزدوجة علماً بأن جزيئ **DNA** يحتضن هذا التركيب شكل ( 5 - 137 ) .

يوجد **DNA** ايضاً في بعض العضيات السايروبلازمية كالميتوكوندريا والبلاستيدات . تُعد جزيئات هذا الحامض اكبر الجزيئات الحياتية المعروفة ، فكما ان السكريات المتعددة مؤلفة من عدد من الوحدات او الجزيئات الصغيرة وهي السكريات الاحادية ، وان البيروتينات مؤلفة من عدد من الوحدات او الجزيئات الاصغر وهي الاحماض الامينية ، فإن الاحماض النووية مؤلفة من عدد كبير من الوحدات البنائية المتكررة تُعرف بالنيوكليوتيدات ( **Nucleotides** ) . يتألف كل نيوكليوتيد من ثلاث جزيئات ايسط مرتبطة ببعضها بصورة مباشرة ( شكل 5 - 37 ب ) وهي من الخارج الى الداخل كالآتي :



( ب ) ( للاطلاع ) .



( ا ) ( للاطلاع ) .

شكل ( 5 - 37 ) ( ا ) تركيب النيوكليوسوم ( ب ) تركيب نيكلوتيدة **DNA** . لاحظ السكر الخماسي

الكاربون ومجموعة الفوسفات والقاعدة النتروجينية العضوية

( G , A , C , T ) .

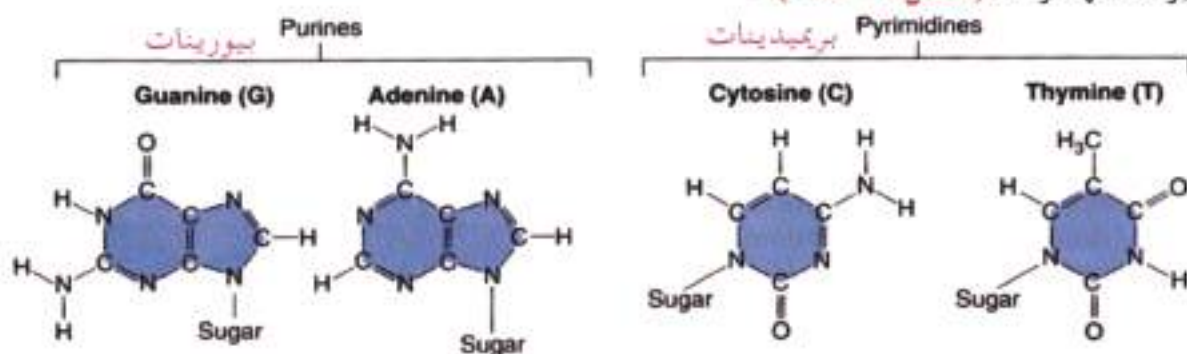
1 سكر خماسي الكاربون والمسمى بالرابوز منقوص الاوكسجين (Deoxyribose) والذي صيغته الجزيئية (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>).

2 مجموعة فوسفاتية : وتتكون من ذرة فسفور (P) مرتبطة باربع ذرات اوكسجين (O).

وتشكل الجزيئات المتبادلة للفوسفات والسكر جانبي سلسلة الـ DNA اذ ترتبط النيوكليوتيدات الموجودة على طول كل سلسلة بروابط تساهمية (Covalent Bonds) تجمع بين سكر احد النيوكليوتيدات والمجموعة الفوسفاتية للنيوكليوتيد المجاور . والرابطة التساهمية هي اتحاد ذرتين نتيجة لمساهمة كل منهما بالالكترون . ان السكر والفوسفات يكونان متطابقين في كل نيوكليوتيد .

3 قاعدة نيتروجينية (Nitrogenous Base) وهي مركب حلقي يحتوي على النيتروجين بالاضافة الى الكاربون والهيدروجين والاكسجين عدا الاذنين التي لا تحتوي على الاوكسجين . تعتبر المسافة بين كل قاعدة والاخرى المجاورة لها ثابتة ( 3, 4 انجستروم ) .

ويوجد منها نوعان (شكل 5 - 38) :



شكل (5 - 38) التركيب الكيميائي للبيريميدينات واليورينات والتي توجد كقواعد نيتروجينية في الـ DNA والـ RNA ماعدا الثايمين في الحامض الاخير (للاطلاع) .

انواع القواعد النيتروجينية :-

(أ) البيريميدينات (Pyrimidines) وتشمل القواعد الاعتيادية الآتية :

- 1 الثايمين (Thymine) (T) ويوجد في الـ DNA فقط .
- 2 السيتوسين (Cytosine) (C) ويوجد في كلا الحامضين .
- 3 اليوراسيل (Uracil) (U) يوجد في الـ RNA فقط .

(ب) اليورينات (Purines) وتشمل القاعدتين :

- 1 الادين (Adenine) (A) .
  - 2 الكوانين (Guanine) (G) .
- يوجدان في كل من الحامضين DNA و RNA .

ان ارتباط القواعد بين السلسلتين لا يكون عشوائياً ، بل مقيداً ، فالأدين في احدى السلسلتين يرتبط دائماً مع الثايمين في السلسلة الأخرى بأصرتين هيدروجينيتين ويرتبط السايتوسين في احدى السلسلتين مع الكوانين في السلسلة الاخرى بثلاث اواصر هيدروجينية ( **Hydrogen Bonds** ) .

مع العلم انه تم التوصل عام ( **1949م** ) من قبل العالم شارحاف بأن النسبة المثوية للادين تساوي النسبة المثوية للثايمين ، كما ان النسبة المثوية للكوانين تساوي النسبة المثوية للسايتوسين في ال**DNA** لمجموعة متنوعة من الكائنات الحية وتسمى ازواج القواعد هذه بأزواج القواعد المتتمعة ( **Complementary base pairs** ) . اي ان ترتيب القواعد في سلسلة واحدة من جزئي ال**DNA** او ال**RNA** يكون متتماً لترتيب القواعد في السلسلة المقابلة . مثلاً اذا كانت سلسلة ال**DNA** ذات الترتيب **AGAC** فإن السلسلة المقابلة يجب ان تكون بالتتابع المتمم **TCTG** .

ان ازواج القواعد المتتمعة ذات اهمية كبيرة في تركيب ووظيفة ال**DNA** وذلك لسببين :

- 1 لأن الاواصر بين ازواج القواعد تساعد على تماسك سلسلتي ال**DNA** .
- 2 لأن الطبيعة المتتمعة لل**DNA** تساهم في تفسير كيفية تضاعفه قبل عملية انقسام الخلية .

**مثال :** اذا علمت بأن تتابع القواعد في احدى سلسلتي ال**DNA** هي :

**TCT GTG GAC** فكيف تكون القواعد المتتمعة لها في السلسلة المقابلة ؟

الحل /

تتابع القواعد المعطاة ( في السؤال ) **TCT GTG GAC**

التتابع المكمل في الجواب **AGA CAC CTG**

يتضح مما سبق بأن ال**DNA** يعتبر في غاية الأهمية لأنه المادة المكونة للمورثات ، حيث ان تسلسل القواعد النروجينية فيه هو الذي يحدد صفات الاحياء .

**5 - 5 - 3 . تركيب الRNA ووظائفه .**

يوجد الحامض النووي الريبوزي ( **Ribonucleic acid (RNA** ) في النواة وفي السايتوبلازم كما هو الحال في النوية وفي الريبوسومات وفي تراكيب اخرى . قد يكون هذا الحامض المادة الوراثية لبعض الرواشح ( الفيروسات ) ، كما انه يعتبر ذو اهمية كبيرة في عملية بناء البروتين بما في ذلك الانزيمات . يشبه هذا الحامض قرينه حامض ال**DNA** من حيث وحدات البناء الكيميائي إلا في جوانب محدودة يمكن ايجازها كالآتي :

- 1 يحتوي الـ **RNA** على سكر الرايبوز  $C_5H_{10}O_5$  بدلاً من سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين  $C_5H_{10}O_4$  الموجود في الـ **DNA**.
- 2 يحتوي على القاعدة النتروجينية يوراسيل بدلاً من القاعدة ثايمين الموجودة في الـ **DNA**.
- 3 يتكون عادة من سلسلة واحدة وليس من سلسلتين كما في الـ **DNA**. الا ان بعض اجزاء الـ **RNA** قد تتثنى لتصبح ثنائية السلسلة وفيها يرتبط اليوراسيل مع الادنين والسيتوسين مع الكوانين.
- 4 ان الـ **RNA** قصير (يعادل طول مورث واحد) تقريباً ، في حين يعتبر الـ **DNA** جزيء عملاق يحتوي على المئات او الآلاف من المورثات .
- 5 يحمل الـ **RNA** تعليمات بناء البروتين بينما يقتصر الـ **DNA** على اعطاء المعلومات فقط .
- 6 بإمكان الـ **RNA** ان يتصرف كإنزيم ، بينما لايمكن للـ **DNA** ان يقوم بوظيفة انزيمية د .

### انواع الـ RNA :

سننظر الى ذكر ثلاثة انواع من الـ **RNA** وجميعها تُصنع في نواة الخلية وتنقل الى الساييتوبلازم ، حيث ان لها دور في بناء البروتين وهي :

#### ( 1 ) mRNA المرسل Messenger RNA :

هو جزيء ينقل رسالة وراثية من **DNA** الموجود في النواة الى الرايبوسومات الموجودة في الساييتوبلازم وذلك في خلايا حقيقة النواة .

#### ( 2 ) rRNA الرايبي الرايبوسومي Ribosomal RNA :

هو جزء من تركيب الرايبوسومات حيث يشترك مع البروتين في تكوينها .

#### ( 3 ) tRNA الناقل Transfer RNA :

ويقوم بنقل الاحماض الامينية الى الرايبوسوم لبناء البروتين . حيث لوحظ ان الاحماض الامينية ترتبط بهذا الحامض الـ **tRNA** قبل ان يوصلها الى الرايبوسوم .

### الشفرة الوراثية والـ mRNA :

الشفرة الوراثية ( Genetic code ) تشير الى تتابع القواعد النتروجينية في الـ **mRNA** ، حيث ان ثلاث نيوكليوتيدات متجاورة تمثل كودون وتحدد حامضاً امينياً او تشير الى بداية **Initiation** او ايقاف **Stop** الترجمة .

ان الميزة الرئيسية للمادة الوراثية **DNA** هي قابليتها على التضاعف في بداية كل انقسام خلوي وذلك لضمان انتقاله الى الخلايا الجديدة .

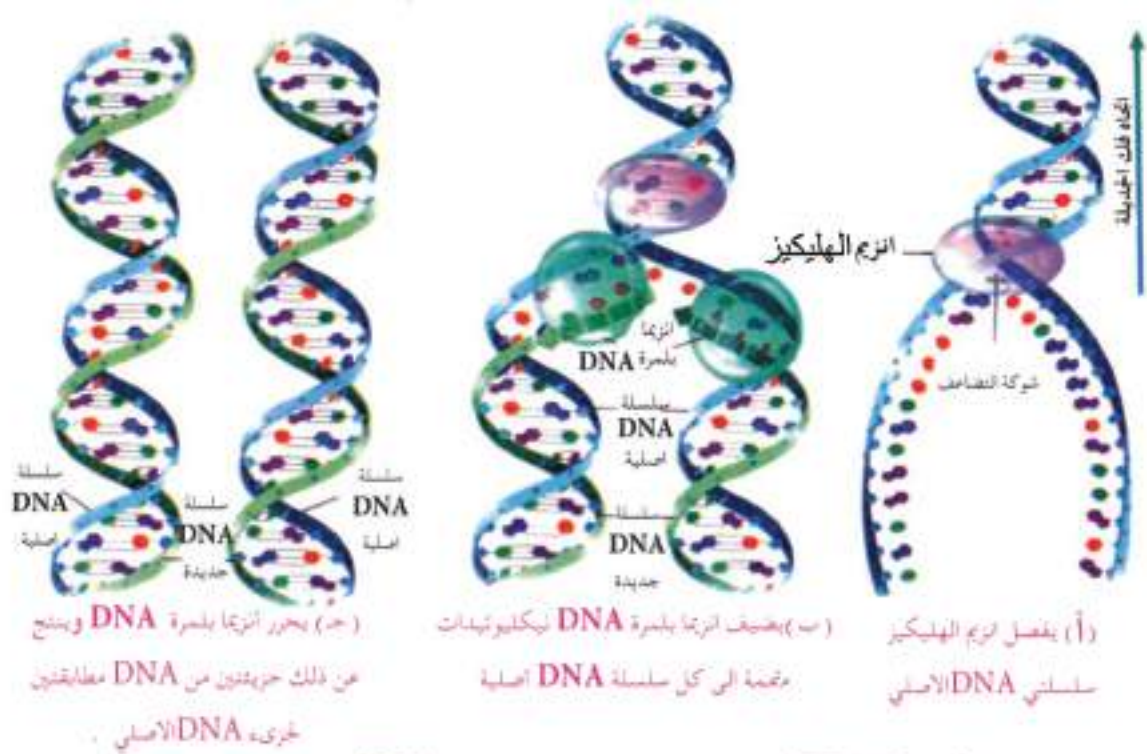
## خطوات التضاعف :

1 تفصل انزيمات الهليكيز **Helicase** سلسلي الـ **DNA** حيث تنتقل هذه الانزيمات على طول هذا الجزيء لغرض فك الاواصر الهيدروجينية بين القواعد المتقمة . تنتج عن انفصال هاتين السلسلتين منطقة تشبه شكل الحرف **Y** والتي يطلق عليها شوكة التضاعف **Replication fork** (شكل 5 - 39) .

2 تقوم انزيمات بلمرة الـ **DNA Polymerase** باضافة نيوكليوتيدات متممة موجودة داخل النواة الى كل من السلسلتين الاصليتين ، وبالطبع تتكون اواصر تساهمية بين النيوكليوتيدات الجديدة المتجاورة كما تتكون الاواصر الهيدروجينية بين القواعد المتقمة والموجودة على السلسلتين الاصلية والجديدة (شكل 5 - 39 ب) .

لاحظ من اتجاه السهمين في هذا الشكل وعند شوكة التضاعف بان بناء الـ **DNA** يكون باتجاه معكوس في كل سلسلة مما يؤدي ذلك الى احداث ثغرات في السلسلة التي يتم بنائها حديثاً غير ان هذه الثغرات تُربط فيما بينها بواسطة انزيم لاجم يطلق عليه **(DNA Ligase)** .

3 تقوم انزيمات بلمرة الـ **DNA** بانتهاء عملية التضاعف ثم تنفصل عنه وينتج عن ذلك جزئان منفصلان في كل سلسلة احدهما اصلياً والآخر جديداً لذا يطلق على هذا النوع من التضاعف بالتضاعف شبه المحافظ **(Semi-conservative Replication)** (شكل 5 - 39 ج) .  
تتم عملية التضاعف بشكل دقيق بحيث قد تحدث طفرة واحدة لكل مليار من ازواج القواعد المضافة والسبب هو لوجود انزيمات بلمرة الـ **DNA** والتي تقوم غالباً بترميم الخطأ .



### 5 - 5 - 5 . الحامض DNA وقابليته على نسخ الـ RNA :

النسخ ( **Transcription** ) هو عملية بناء الـ RNA باستخدام سلسلة واحدة من الـ DNA كقالب ( **Template** ) ، (شكل 5 - 40) . ويعتبر النسخ المرحلة الاولى من عملية بناء البروتين وفيما يلي خطوات النسخ :

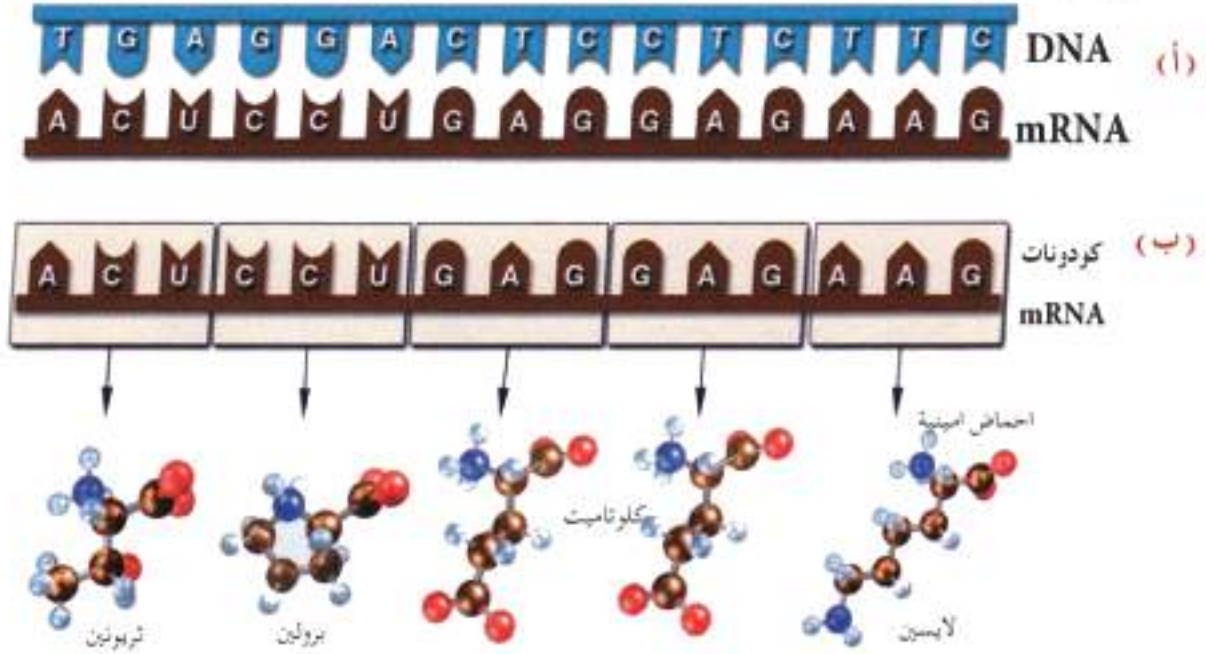
1 يرتبط الانزيم المتعدد البوليمر للـ RNA ( **RNA Polymerase** ) وهو انزيم يحفز انتاج الـ RNA من قالب الـ DNA في موقع الابتدء ( **Promoter** ) ، ويؤدي ذلك الى حل التفاف سلسلي الـ DNA وانفصالهما .

2 يضيف الانزيم المتعدد البوليمر للـ RNA نيوكليوتيدات الـ RNA الحرة الى جانب النيوكليوتيدات الموجودة في احدى سلسلي الـ DNA وينتج عن ذلك سلسلة جزئية الـ RNA الجديد . وكما هو الحال في تضاعف الـ DNA اذ تحدد ازواج القواعد المعتمعة تتابع النيوكليوتيدات في الـ RNA الذي تم انجازه حديثاً . على سبيل المثال اذا كان تتابع القواعد في سلسلة الـ DNA هي **C A G C T A** فإن تتابع القواعد في سلسلة الـ RNA سيكون كالآتي :

**C A G C T A** DNA تتابع القواعد في سلسلة الـ  
**G U C G A U** RNA تتابع القواعد في سلسلة الـ

• المحمر (موقع الابتدء) **Promoter** هو تسلسل فنياسي من النيوكليوتيدات يوحد قرب بداية المورث ويملك وظيفة تنظيمية حيث يرتبط به انزيم بلمرة الـ RNA وذلك قبل الشروع بعملية النسخ

وبعد مغادرة انزيم بلمرة الـ **RNA** منطقة المورث الذي تم استنساخه تلتف سلسلتا الـ **DNA** من جديد .  
**3** بعد وصول انزيم بلمرة الـ **RNA** الى اشارة انتهاء فإنه يحرر **RNA** جديد بمختلف انواعه .  
 يمكن للـ **RNA** الناتج ان يقوم بوظيفته في الخلية ( شكل 5 - 40 ) . اما بالنسبة للانزيم فيأمكنه ان ينسخ مورثاً آخرأ .



شكل (5 - 40) . يبين الخطوات من المورثات الى تكوين الاحماض الامينية

(أ) النسخ ويبين أن شريط الـ **DNA** يكون غير ملفوف . (ب) يبين ان كل ثلاث قواعد نيوكلوتيدية تساري شفرة واحدة ( **Codon** ) وكل كودون يستدعي حامض اميني واحد في سلسلة عديد الببتيد ( للاطلاع ) .

### 5 - 5 - 6 . ترجمة الـ DNA لبناء البروتين :

تعتبر الترجمة ( **Translation** ) الخطوة الاخيرة في عملية بناء البروتينات وتحدث في الرايوسومات ويتم فيها استخدام الشفرات ( **Codons** ) في جزيئات الـ **mRNA** لتحديد تتابع الاحماض الامينية في سلسلة متعدد الببتيد وتتضمن ثلاث خطوات رئيسية :

## (1) طور البدء (Initiation) :

يرتبط الـ **tRNA** مع الـ **mRNA** والوحدتين البنائيتين للرايبوسوم بعضها مع البعض الآخر. وترتبط انزيمات معينة الحامض الاميني مثيونين عند احدى طرفي الـ **tRNA** وذلك وفقاً لكودون البدء **AUG** في الـ **mRNA** والذي يزدوج بالكودون المضاد **UAC** في الطرف الآخر للـ **tRNA** (شكل 5-14) يعتبر المثيونين الحامض الاميني الاول في جميع عديد الببتيد تقريباً غير انه قد يُزال لاحقاً .

## (2) طور الاستطالة (Elongation) :

وفي هذا الطور يتم تشكيل سلسلة عديد الببتيد ، اذ يزدوج الكودون المضاد في الـ **tRNA** الذي يحمل الحامض الاميني المناسب مع الكودون الثاني في الـ **mRNA** ، يلي ذلك انفصال المثيونين عن الـ **tRNA** الاول بفعل الرايبوسوم ، ثم تتشكل آصرة ببتيدية بين المثيونين والحامض الاميني الثاني ، كذلك يغادر الـ **tRNA** الاول الرايبوسوم ويتقدم الاخير (الرايبوسوم) على طول جزيء الـ **mRNA** مسافة كودون واحد .

## (3) طور الانتهاء (Termination) :

عند وصول الرايبوسوم الى كودون ايقاف مثل (**UAA** او **UAG** او **UGA**) على الـ **mRNA** فيؤدي ذلك الى انفصال سلسلة عديد الببتيد المتكونة عن آخر الـ **tRNA** وحدوث تحرر في الساييتوبلازم مع مغادرة آخر الـ **tRNA** للرايبوسوم ، كما تنفصل الرحدتان البنائيتان للرايبوسوم عن بعضهما ويتعد الرايبوسوم عن الـ **mRNA** .



شكل (5 - 41) . (أ) الاشكال التركيبية الموجودة في جميع انواع الـ **tRNAs** (ب) نموذج مبسط للـ **tRNA** يشير الكلاب في نهايته السفلى الى الموقع الذي يتصل عنده حامض اميني معين ( للاطلاع ) .

\* يتكون الرايبوسوم من وحدتين احدهما صغيرة والاخرى كبيرة ويحتوي كل منهما على حامض RNA وبروتين ويعتبر موقع لترجمة كودونات الـ mRNA الى تسلسل من الاحماض الامينية لسلسلة عديد الببتيد .

ان ترجمة الـ **mRNA** لا تتم الا بعد انتهاء عملية النسخ السالفة الذكر وذلك في الكائنات الحقيقية النواة . اما في الكائنات البدائية النواة والتي لا تمتلك غلاف نووي يفصل حامضها النووي **DNA** عن الرايبوسومات الموجودة في السايوبلازم فيمكن ان تبدأ الترجمة قبل انتهاء النسخ . بما ان رايبوسوماً جديداً يباشر ترجمة الـ **mRNA** وذلك حال تقاعد السابق ، لذلك يمكن لعدة رايبوسومات ان تترجم نفس النسخة من الـ **mRNA** ويطلق على هذا النوع من الترجمة اسم متعددة الرايبوسومات **Polysome** .

#### تركيب ووظيفة البروتين :

لشكل البروتين تأثير كبير على الوظيفة التي يقوم بها . فكل بروتين يتكون من عديد ببتيدات واحد او اكثر والتي هي سلاسل من الاحماض الامينية وترتبط بروابط ببتيدية . يوجد في بروتينات الكائنات الحية ( 20 ) حامضاً امينياً مختلفاً . ان سلسلة عديد الببتيد مكونة من المئات بل الآلاف من الاحماض الامينية العشرين المختلفة والمرتبة وفق تتابع خاص يعطي التركيب الثلاثي الأبعاد للبروتين .

#### 5 - 5 - 7 . الهندسة الوراثية ( Genetic Engineering ) .

هي تقنية تغير التركيب الوراثي للخلايا الحية او الافراد من خلال ازالة بعض الجينات او تهجين جزيئات **DNA** جديدة منها او تحويرها بغية تمكين الخلية او الكائن من اكتساب الصفة المرغوبة وفيما يلي المستلزمات الاساسية لتقنية الهندسة الوراثية :

- 1 طريقة لتقطيع جزيئات الـ **DNA** الذي يحمل المورث المراد نقله وذلك بواسطة احدى الانزيمات القاطعة ( **Restriction Enzymes** ) .
- 2 ناقل مناسب يحمل القطعة الجديدة من الـ **DNA** ويتم ذلك من خلال اتحادهها مع الـ **DNA** الناقل بمساعدة انزيم لاجم **DNA Ligase** بحيث تمتاز القطعة المهجنة ( **rDNA** ) بقابليتها على التضاعف داخل خلية المضيف .
- 3 وسيلة لادخال القطعة المهجنة من ( **rDNA** ) (وبضمنها) القطعة الحاملة للمورث المراد نقله الى خلية المضيف .
- 4 طريقة للكشف عن خلية المضيف واجيالها الحاملة للقطعة الهجينة المرغوبة وعزلها عن بقية افراد المستعمرة او العشيرة التي لا تحتوي على تلك القطعة .

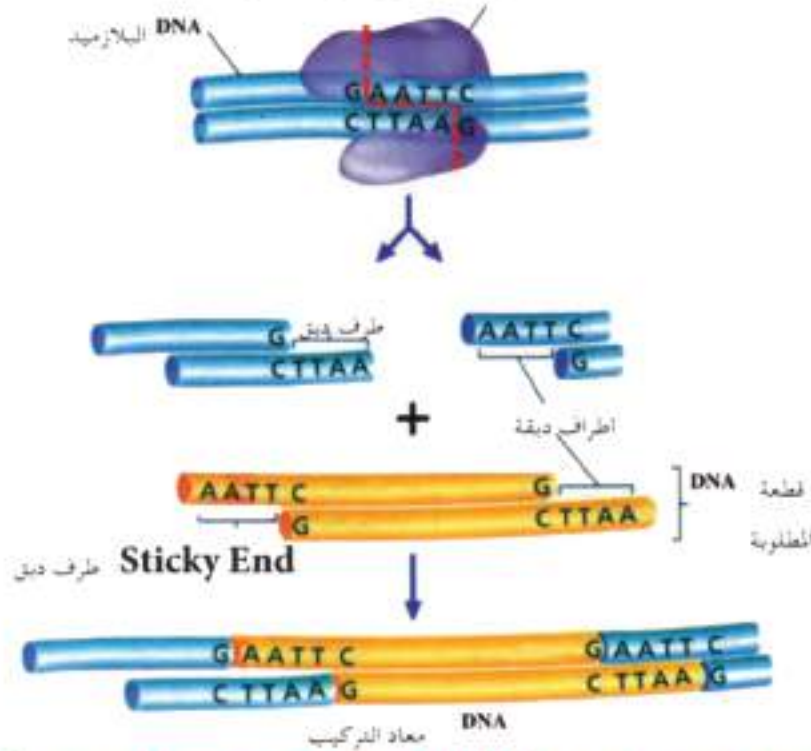
\* الانزيم اللاجم هو الانزيم الذي يحفز تكوين الاواصر التساهمية Covalent bonds في الهيكل السكري الفوسفاتي للمواضع الجينية

\*\* **DNA** هو جزيء **DNA** يتشكل من التصاق اثنى من الجزيئات غير المتجانسة . ويطلق عادة على جزيئات الـ **DNA** المنحة خارج جسم الكائن الحي وذلك من خلال ربط جزيئات الـ **DNA** لكائنين مختلفين

فيما يأتي نبذة عن بعض هذه المستلزمات :

## (1) الانزيمات القاطعة ( Restriction Enzymes ) :

هي بروتينات بكتيرية تستخدم للتعرف على تتابعات معينة من القواعد النروجينية لجزيء الـ DNA وتقطعها ( شكل 5 - 42 ) ، كما تعمل هذه الانزيمات على كسر الاصرة الفوسفاتية الداخلية للـ DNA .



شكل ( 5 - 42 ) يبين عمل الانزيم القاطع Eco RI ، اذ يتعرف على التتابع السداسي G A A T T C الموجود في شريطي الـ DNA المتكاملين ويقطع كل تتابع بين القاعدتين A , G والموضح باللون الاحمر ( للاطلاع ) .

## (2) النواقل : للنواقل دور رئيسي في هذه التقنية ومن اهمها ماياتي :

اولاً : الـ بلعم البكتيري ( العائلي او اللاقم ) :

العائيات ( Phages ) وهي اشياء بسيطة التركيب تصيب البكتيريا وتحللها او تبقى خاملة . تحتوي على اشربة DNA مزدوجة او مفردة او قد تحتوي على RNA مفرد . مثال على ذلك العائلي لامبدا .

ثانياً : البلازميد Plasmid :

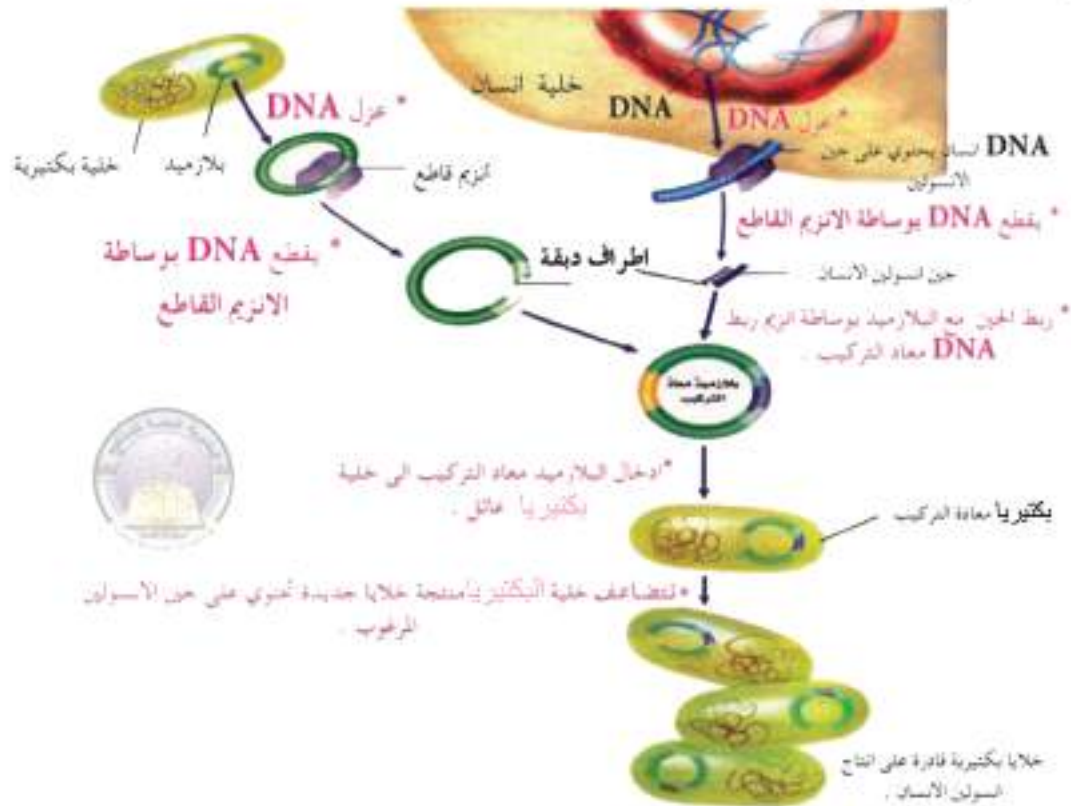
وهو جزيء دائري صغير من الـ DNA الاضافي الذي يوجد في العديد من البكتيريا

شكل ( 5 - 43 ) ومن اهم مميزاته ما يلي :

- يحمل عدد قليل من الجينات المسؤولة عن بعض الصفات كصفة مقاومة البكتيريا للمضادات الحياتية .
- يتضاعف ذاتياً وبصورة مستقلة عن كروموسوم البكتيريا .
- يمكن نقله من بكتيريا الى اخرى وللعديد من الكائنات كالفطريات والحشرات .

### ( 3 ) المجس (المسار) Probe والكشف عن الجين المرغوب :

المجس هو جزيئة **DNA** او **RNA** احادية السلسلة ومعلمه بنظير الفسفور المشع ومكمله لتتابع ال**DNA** المرغوب والمطلوب الكشف عنه، اذ انه نتيجة لارتباط المجس مع قطعة ال**DNA** المكملة سيكوّن حلزون مزدوج مشع . وبالنسبة لجين الانسولين المُعطى في ( شكل 5 - 43 ) يعتبر المجس بمثابة ال**RNA** لهذا الجين . وعادة يقوم المختصون بنقل **DNA** من البكتيريا معادة التركيب الى ورق ترشيح وذلك لغرض معرفة فيما اذا كانت تلك البكتيريا تحتوي على الجين المرغوب، وعند النظر الى تلك البكتيريا وهي تحت الاشعة فوق البنفسجية او عند تعريضها لفيلم فوتوغرافي فان الخلايا المستنسله ( Clones ) التي تحمل ال**DNA** المرغوب والمميز بالمجس المنتصق به ستصبح مضاءة وبارقة .



شكل ( 5 - 43 ) . يبين امكانية توجيه خلايا البكتيريا لانتاج الانسولين الانسان عن طريق اكتسابها بلازميد

معاد التركيب ( للاطلاع ) .

- 1 تحديد تنابع نيوكليوتيدات الجينوم البشري الكامل لمعرفة الخارطة الوراثية .
- 2 استخدامها في الميدان القضائي .
- 3 استخدامها في مجال تعقب هجرة الانسان وبعض الكائنات الاخرى من بيناتها ولاسيما تلك المهددة بالانقراض .
- 4 انتاج هورمون الانسولين البشري ومادة الانترفيرون البروتينية وعامل التخثر رقم (8) وبروتينات الدم واللقاحات المختلفة .
- 5 نقل صفة تثبيت النتروجين الى انواع اخرى من البكتيريا .
- 6 نقل صفة تكوين العقد الجذرية في البقوليات الى محاصيل اخرى مهمة اقتصادياً .
- 7 تطوير ابحاث استخدام البكتيريا في مجال البحث عن نواجد وتنقية وتركيز المعادن في التربة .
- 8 تطوير مقدرة الكائنات المجهرية في الحد من بعض مخاطر التلوث .
- 9 تطبيق انظمة الانتخاب في تزاوج سلالات الابقار والاعنام والخيول والدواجن والاسماك وغيرها .
- 10 تطبيق مفاهيم الوراثة كالانتخاب الاصطناعي والتهجين والتوالد المنظم وذلك لانتاج نباتات نافعة للانسان وبكميات وفيرة وكذلك استغلال ظاهرة التوائم في الابقار والاعنام لانتاج حيوانات نافعة .

## أسئلة الفصل الخامس

س1 / عرف كلاً مما يأتي :

علم الوراثة ، التهجين الأحادي ، الهجين ، قانون مندل الأول ، الانزيمات القاطعة ، المجس ، rDNA ، الصفة المرتبطة بالجنس ، الجينات المميتة .

س2 / عدد السمات التي اتصف بها العالم مندل والتي جعلته رائداً في علم الوراثة ؟

س3 / عدد بعض العلماء الذين ساهموا في تقدم علم الوراثة مع الإشارة الى اهم إنجازاتهم ؟

س4 / ما المقصود بالطراز المظهري والطراز الوراثي مع اعطاء مثال ؟

س5 / ضرب نبات بزاليا احمر الازهار - بأخر ابيض الازهار فكانت جميع النباتات الناتجة حمراء الازهار ولو اجري تلقيح لاحد افراد الجيل الأول مع احد الأبوين فما هي الطراز الوراثية والمظهرية لافراد الجيل الثاني وماتوع التضريب في هذه الحالة ؟

س6 / ضرب خنزير غيني خشن الشعر اسود اللون بأثنى خشنا الشعر بيضاء اللون فانجبا عدد من الولادات موزعة كالآتي : 3 / 8 خشن اسود ، 3 / 8 خشن ابيض ، 1 / 8 ناعم اسود ، 1 / 8 ناعم ابيض ، فما هي الطرز الوراثية للأبوين والافرد الناتجة ؟ علماً ان صفتي خشونة الشعر واللون الاسود سائدتان .

س7 / في الفئران الصقراء (Yy) يكون الاليل (Y) مميئاً ، وعند اجراء تزاوج داخلي بينها تموت جميع الافراد الصقراء النقية . بين النسبة المظهرية لجميع الافراد الاحياء فقط .

س8 / اجري تزاوج بين كلاب مكسيكية ذات شعر اعتيادي بأخرى عديمة الشعر فكان نصف افراد الجيل الأول ذات شعر اعتيادي والنصف الآخر عديمة الشعر وعند اجراء تزاوج بين كلاب عديمة الشعر كان افراد الجيل الناتج بالنسب المظهرية الآتية : 1 / 4 شعر اعتيادي : 1 / 2 عديمة الشعر : 1 / 4 عديمة الشعر ميتة . المطلوب تفسير هذه النتيجة مع اجراء التضريبات اللازمة .

س 9 / عدد مميزات او خصائص الاحياء المستخدمة في تجارب الوراثة ؟

س 10 / ما الطرز المظهرية والوراثية لجميع الدم لذرية (ابناء) كل من الزوجين الآتيين :

ا.  $I^A I^B \times I^B i$  . ب.  $I^B i \times I^B i$

ج. رجل **A** هجين  $\times$  امرأة نقية **B** . د. رجل  $Rh^-$   $\times$  امرأة  $Rh^-$  . سليمان

س 11 / تزوج رجل فصيلة دم **A** من امرأة فصيلة دمها **B** والعامل الرئيسي **Rh** لكل منهما

موجب فالجبا طفلين احدهما فصلة **O** سالبة والاخر فصيلة **A** موجبة ماهي الطرز الوراثة للابوين والابناء

س 12 / في اي الحالات تكون حياة الجنين مهددة بالخطر موضحاً السبب عندما يكون الجنين **Rh+**

1 . عندما يكون الرجل  $Rh^-$  والمرأة  $Rh^-$  . ب.  $I^B i \times I^B i$

2 . عندما يكون الرجل  $Rh^-$  والمرأة  $Rh^-$  . د. رجل  $Rh^-$   $\times$  امرأة  $Rh^-$  .

س 13 / اذكر باختصار اسباب فشل عمليات نقل الدم في بعض الحالات ؟

س 14 / فسر (علل) ما يأتي :

1. يوصف الافراد ذو مجموعة الدم **O** بأنهم واهبون عامون .
2. عند تضريب ديك زاحف مع دجاجة زاحفة كان ربع النأخ ميت .
3. ظهور افراد غبارية عند تضريب انثى ماشية قصيرة القرون حمراء الشعر مع ذكر ابيض الشعر .
4. اعتبار متلازمة داون طفرة كروموسومية .

س 15 / لديك نبات طويل الساق كيف يمكنك التأكد من نقاوة هذه الصفة السائدة فيه ؟

س 16 / هل بالامكان ولماذا ؟

1. انجاب طفل يحمل فصيلة **O** من ام فصيلة **B** واب فصيلة **AB** .
2. نقل الدم من اي شخص الى شخص آخر يحمل نفس المجموعة الدموية .
3. ايجاد عدد غير محدود من الحلائل لكل مورثة .

س 17 / اذكر العضلات التي يواجهها الباحث عند اجراء دراساته الوراثية على الانسان ؟

س 18 / عدد الخطوات التي تتضمنها تقنية الهندسة الوراثية .

س 19 / وضح بالرسم طريقة نقل جين الانسولين في الانسان الى البكتريا والحصول على جين

مهجن (معاد التركيب) ؟

س 20 / قارن بين جزيئات **DNA** في كل من النواة والساييتوبلازم .

س 21 / هل تتأثر وظيفة بعض المورثات بالظروف البيئية؟ وضح ذلك بمثال .

س 22 / ما العلاقة بين البلازميد والـ rDNA ؟

س 23 / تمثل الرموز الآتية تتابع النيوكليوتيدات في جزيئة الـ DNA .

**TAC GGT CTC AGC**

1. ما تتابع نسخة الـ mRNA الناتجة من التتابع اعلاه ؟
  2. ماهي الكودونات المضادة في الـ tRNA التي ترتبط بنسخة الـ mRNA اعلاه ؟
- س 24 / يعتبر المسبار Probe سلسلة لـ DNA او RNA احادية تم تمييزها بمادة مشعة او بصيغ فلورسنت . كيف يستخدمه علماء الوراثة لتحديد موقع الـ rDNA ؟

س 25 / اختر الجواب الصحيح لكل من العبارات التالية :

1. الوحدة البنائية الأساسية في الـ DNA هي :  
أ. السكر . ب. النيوكليوتيدة . ج. الفوسفات . د. الأصرة الهيدروجينية .
2. يعتبر الـ DNA مسؤول عن :  
أ. توجيه RNA لبناء الدهون . ب. توجيه RNA لإنتاج الكلوكوز .  
ج. تحديد المعلومات لبناء البروتين . د. تغيير الشفرة الوراثية .

3. اين يوجد الـ RNA ؟

- أ. في البروتينات فقط .
- ب. في النواة فقط .
- ج. في السايوبلازم فقط .
- د. في السايوبلازم والنواة .

4. اي من الاحماض النووية الآتية يسهم في عملية الترجمة ؟

- أ. DNA فقط .
- ب. mRNA فقط .
- ج. DNA و RNA .
- د. mRNA و tRNA .

5. ماذا يسمى البلازميد البكتيري بعد ادخال DNA من واهب الـ DNA البكتيريا ؟

- أ. DNA الناقل .
- ب. DNA المستنسخ .
- ج. DNA البلازميدي .
- د. DNA معاد التركيب .