

٣١٤٤

مملكة البحرين
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج



الخلية والوراثة

المسار العلمي - المرحلة الثانوية



2030
البحرين
BAHRAIN

الخلية والوراثة

للمرحلة الثانوية

تأليف

د. عبدالقادر يوسف جمال الدين
استاذ علم الوراثة
بجامعة البحرين (سابقاً)

د. نظمي خليل أبو العطا موسى
اختصاصي مناهج العلوم
بإدارة المناهج (سابقاً)

تهاني هاشم السادة
مدرسة الأحياء بمدرسة
الرفاع الغربي الثانوية للبنات (سابقاً)

خلود يوسف بوجيري
مدرسة العلوم الأولى بمدرسة
المحرق الثانوية للبنات (سابقاً)

تحرير

الدكتور: نظمي خليل أبو العطا موسى

الطبعة الثالثة
١٤٢١ هـ - ٢٠٠٠ م

الطبعة الثالثة ٢٠٠٠م

تعديل

على حسن موسى

اختصاصي مناهج العلوم للتعليم الثانوي

(إدارة المناهج)

الطبعة الثانية (١٩٩٨م)

مراجعة وتعديل:

الدكتور نظمي خليل أبو العطا موسى

اختصاصي مناهج العلوم في إدارة المناهج (سابقاً)

ومشرف التوجيه التربوي للعلوم في التعليم العام بالوزارة .



حَضْرَةُ صَاحِبِ الْجَلَالَةِ الْمَلِكِ حَمِيدِ بْنِ عَيْشِي الْخَلِيفَةِ
مَلِكِ مَمْلَكَتِ الْبَحْرَيْنِ الْمَقْدِيِّ

يرجع إلى الدليل الاسترشادي لمناهج العلوم في المرحلة
الثانوية، الصادر عن وحدة مناهج العلوم للتعليم الثانوي
في إدارة المناهج، للاسترشاد به عند دراسة هذا الكتاب.

«إني رأيت أنه لا يكتب أحد كتاباً في يومه إلا قال في غده : لو عَيَّرَ هذا
لكان أحسن، ولو زيدَ هذا لكان يُسْتَحْسِنُ، ولو قُدِّمَ هذا لكان أفضل
ولو تُرِكَ هذا لكان أجمل، وهذا من أعظم العبر، وهو دليل على استيلاء
النقص على جملة البشر.»

(العماد لأصفهاني^(١))

(١) العقد الفريد - ابن عبد ربه الأندلسي - القاهرة : لجنة التأليف والترجمة والنشر .
المورد قاموس انجليزي - عربي ، منير البعلبكي ، بيروت : دار العلم للملايين .

مقدمة

أبنائنا الأعزاء :

بحمد الله سبحانه وتعالى وبتوفيق منه وحده نقدم إليكم كتاب الطالب للمساق التخصصي الخامس من مقررات الأحياء للمسار العلمي بالتعليم الثانوي، وهو مساق الخلية والوراثة (حيا ٣١٤)، حيث ناقش معكم موضوعاً من أهم الموضوعات في علوم الحياة، وأصل من أصولها، ألا وهو الخلية التي تعتبر اللبنة الأولى في علوم الحياة ومجال بحثه الأول والدائم، ثم ناقشنا معكم علم الوراثة الذي يعتبر أصلاً من أصول فهم استمرارية الحياة، وتنوع الكائنات الحية وتوارثها للصفات الداخلية والخارجية .

ويتألف الكتاب من وحدتين :

في الوحدة الأولى «الخلية»: ناقشنا معكم نشأة علم الخلية، والنظرية الخلوية، وأشكال الخلايا وحجومها ثم تركيب الخلية، فانقسامها، مع دراسة للأحماض النووية والشفرة الوراثية .

وفي الوحدة الثانية (الوراثة): ناقشنا معكم العلاقة بين بناء الحمض النووي الدنا (DNA) وخصائصه الوراثية والحيوية، وتغيير الجهاز الوراثي، فالوراثة المنديلية ونظرية الصبغيات في الوراثة، ثم الارتباط والعبور، وفي النهاية ناقشنا معكم الهندسة الوراثية واستغلالاتها الطبية والاقتصادية والعلمية .

وقد تضمن المقرر العديد من الأنشطة الصفية والأصفيه الفردية والجماعية، التي تتيح لكم مجالاً أرحب للدراسة والبحث .

وكما عودناكم في كتب الأحياء فقد استهللنا كل وحدة بالموضوعات التعليمية / التعليمية والنتائج المرجوه من هذه الدراسة باذن الله، مع الاستعانة بالعديد من الصور والاشكال التوضيحية المعينه لكم على فهم الموضوع فهما واضحا .

وقد راعينا في هذه الطبعة (الثانية) من الكتاب ماورد إلينا من آراء ومقترحات بناءة من معلمي ومعلمات الأحياء بالمدارس الثانوية، ومنكم، ومن بعض أساتذة علم الأحياء بجامعة البحرين، وجامعة الخليج العربي، وبعض الجامعات العربية .

وقد استعنا في هذه الطبعة بالجزء الخاص بالوراثة المنديلية والحديثه الوارد في كتاب الأحياء، للصف الثاني عشر من المرحلة الثانوية، والموحد لدول الخليج العربية طبعة ١٩٩٦م، تأليف أحمد النجار وآخرين، والصادر عن المركز العربي للبحوث التربوية لدول الخليج.

وندعوا الله أن نكون قد وفقنا في أداء الأمانة التي تحملناها في إعداد المادة العلمية في الكتاب وتنظيمها، والله من وراء القصد وهو يهدي إلى سواء السبيل .

المؤلفون

الطبعة الثانية

١٤١٩هـ - ١٩٩٨م

الوحدة الأولى
الخلية The Cell



الوحدة الأولى

الخلية The Cell

يتوقع بعد دراستك لهذه الوحدة أن تكون:

عارفاً:

- معنى الخلية .
- أشكال الخلايا .
- إنقسام الخلايا .
- الأحماض النووية .
- الشفرة الوراثية .

- مدركاً لأهمية:

- غشاء الخلية .
- العضيات الخلوية .
- النواه بالخلية .
- إنقسام الخلية .
- الأحماض النووية .

- مقدرًا:

- لنعم الله سبحانه وتعالى التي أودعها في الخلية .
- لدور العلماء في نشأة وتقدم علم الخلية .
- لدور الدولة في مجال الخلية .
- شاكرًا لله سبحانه وتعالى على نعمه التي لا تحصى، بحسن استخدام نعمه الخلوية على عباده، وعدم الإفساد فيها .

محتوى الوحدة الأولى

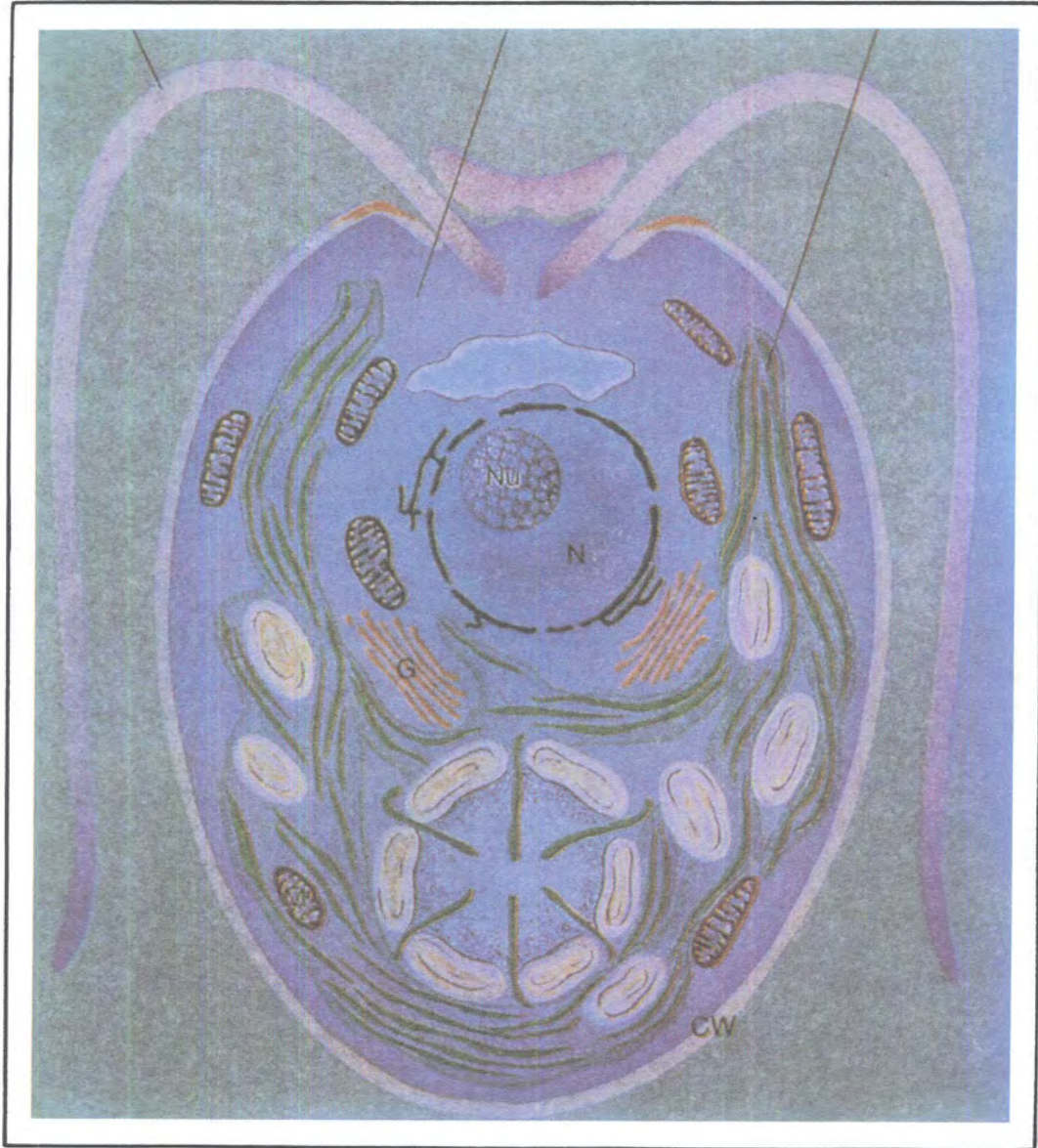
The Cell الخلية

الخلية هي الوحدة الأساسية لبناء أجسام الكائنات الحية، فجميع الكائنات الحية، تتركب أجسامها من خلية أو عدة خلايا، ولا تنشأ الخلية إلا من خلية سابقة لها .

وفي هذه الوحدة سوف نناقش معك:

- تعريف الخلية .
- النظرية الخلية .
- أشكال وحجموم الخلايا .
- تركيب الخلية .
- إنقسام الخلية .
- الأحماض النووية .
- الشفرة الوراثية .

الفصل الأول تركيب الخلية



محتوى الفصل الأول

تركيب الخلية

The cell theory	- النظرية الخلوية
Size and shapes of cells	- أشكال الخلايا وأحجامها
Cell structure	- تركيب الخلية
Cell wall	- جدر الخلية
Cell membrane	- غشاء الخلية
Cilia and flagella	- الأهداب والأسواط
Cytoplasm	- السيتوبلازم
Cytoplasmic organes	- العضيات السيتوبلازمية
Endoplasmic reticulum	- الشبكة البلازمية الداخلية
Ribosomes	- الريبوزومات
Golgi apparatus	- جهاز جولجي
Mitochondria	- الميتوكوندريا
Lysosomes	- الليسوسوم
Vacules	- الفجوات
Microbodies	- الجسيمات الدقيقة
Microtubules	- الأنابيب الدقيقة
Microfilaments	- الخيوط الدقيقة
Centrosome	- الجسم المركزي
Plastides	- البلاستيدات
Nucleue and Chromosomes	- النواه والصبغيات

الخلية - The Cell

نشاط (١-١):

ماذا تعرف عن الخلية ؟

ما أهمية دراسة علم الخلية ؟

تخيل نفسك تعيش في عصر ما قبل معرفة الخلية، كيف كان الحال يومئذ ؟

أجب عن الأسئلة السابقة في ورقة مستقلة، ثم احتفظ بها معك لتطلع عليها بعد انتهائك من دراسة وحدة الخلية التي نحن بصدد دراستها .

- ترجع الفكرة الأولية عن الخلية إلى الباحث انطون فان ليفنهوك (Leewenhok) الذي كان أول من استعمل العدسات، التي بدأ صنعها الحسن بن الهيثم المسلم (٩٦٥ - ١٠٣٩ م). لصنع مجهر بدائي صغير (١٦٦٥ م) ^(١).

وعلى مر السنين اتسع موضوع دراسة الخلية عمقاً وأهمية بسبب التطور المبدع في وسائل البحث والتقنية وتراكم المعلومات، وبسبب الأهمية القصوى للخلية بالنسبة للإنسان حتى أصبحت دراسة الخلية علماً قائماً بذاته، وله أهمية كبرى في حياة البشرية يسمى علم الخلية (Cytology) .

فالخلية موضوع متصل، ويدخل في كل فرع من فروع علم الطب، وعلم الحيوان، وعلم النبات، وعلم التشريح، وعلم الأنسجة، وعلم الأجنة، وعلم وظائف الأعضاء، وعلم الكيمياء الحيوية، وعلم الوراثة، وعلم الأمراض، وباقي علوم الحياة، فكل هذه العلوم وغيرها تتعامل مع الحياة وظواهرها التي أساسها ووحدتها، الخلية (The cell)، وعلم الخلية (Cytology) .

نشاط (٢-١):

عددنا لك في السطور السابقة العديد من العلوم المتصلة بدراسة الخلية. هل

نستطيع كتابة المصطلح العلمي لهذه العلوم ؟

وإذا كان علم الخلية يدعى (Cytology) فماذا نسمى باقي العلوم التي ذكرناها ؟

(١) - انظر دور علماء المسلمين في نشأة وتطور علم الكائنات الحية الدقيقة - نظمي موسى وآخرون، مقرر تخصص رقم (٣١٥) .

نشاط (١ - ٣):

- افحص قطرات مياه عذبة ومالحة، وابحث فيها عن الكائنات الحية وحيدة الخلية .
- افحص فطر الخميرة في أحد التحضيرات الفطرية المصبوغة بأزرق الميثيلين .
- افحص الغشاء الرقيق لقواعد أوراق البصل بعد صبغها بصبغة اليود .
- افحص قطاعات طولية وعرضية في جذور وسيقان بعض النباتات الزهرية .
- افحص شرائح جاهزة للأنسجة والأعضاء المختلفة لبعض أفراد المملكة الحيوانية .
- افحص مسحة من الغشاء المبطن للخدّ من الدخل .
- افحص سحبة دم، من دم الانسان، أو بعض الحيوانات .
- كرر النشاط مع أشياء حية أخرى. بالتعاون مع زملائك .

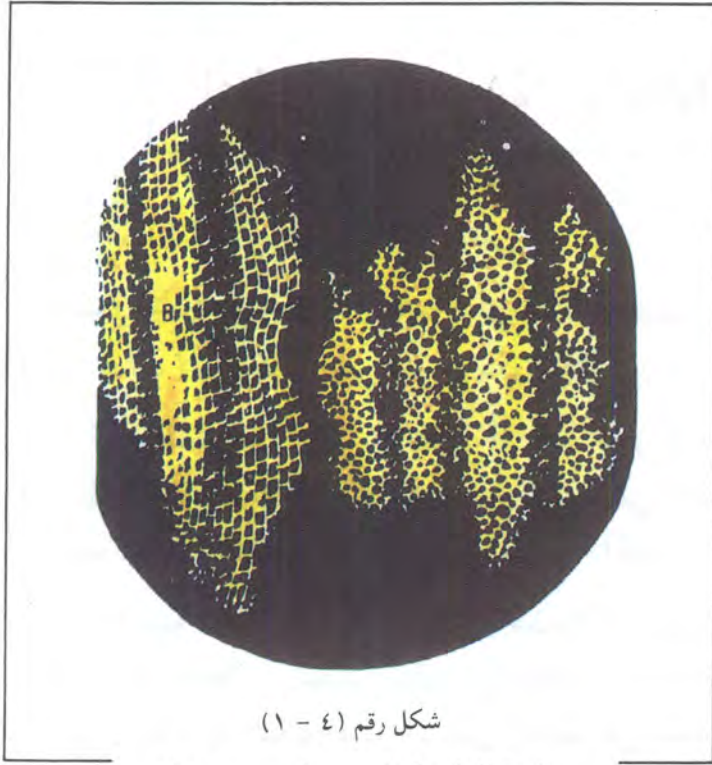


خلية أولية النواه

خلية حقيقية النواه

شكل رقم (٣ - ١)

الخلية هي وحدة بناء أجساد الكائنات الحية وهي أساس دراسة علم الخلية .
والآن ما الخلية ؟

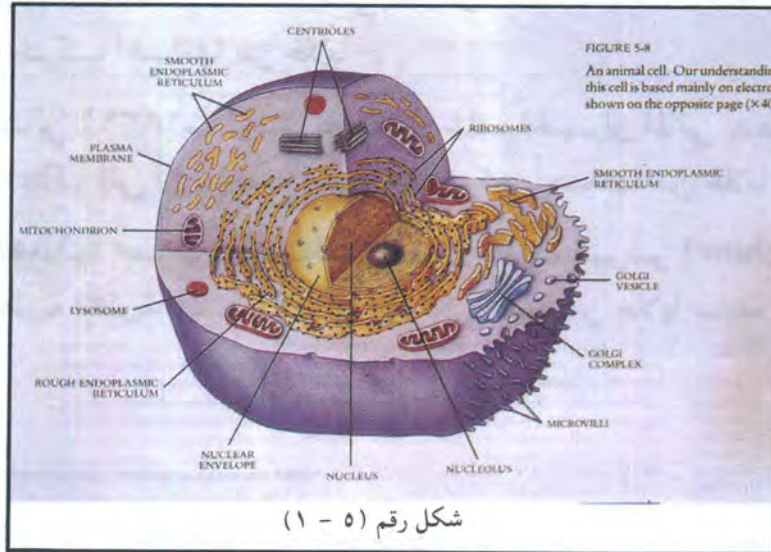


شكل رقم (٤ - ١)

خلاية الفلين كما رسمها روبرت هوك

- القاسم المشترك الأكبر بين كل ما سبق فحصه هو الخلية (The cell)، كما خلقها الله سبحانه وتعالى منذ القدم، ورآها لأول مرة ليفنهوك Lee-wenhok، وسماها لأول مرة روبرت هوك (Robert Hooke) عند فحص رقائق من الفلين، وشاهد فراغات محددة الجدار تشبه الخلايا السداسية التي تصنعها شغالات النحل في قرص الشمع، فأطلق على كل منها كلمة الخلية (The cell) وما زال هذا المصطلح يستخدم حتى الآن .

- ومن الصعب وضع تعريف دقيق للخلية خال العيوب ؛ لأن أي تعريف للخلية هو أيضاً محاولة لتعريف الحياة أو المادة الحية. وعلى العموم يمكن القول إن :«الخلية هي أصغر وحدة للمادة الحية يمكنها البقاء والاستمرار في الحياة في ظروف ملائمة (غير حية) . كما تعتبر الخلية أصغر وحدة للمادة الحية يمكن أن تتولد بعضها من بعض، غير أنه في الأحياء عديدة الخلايا ليست كل الخلايا تفعل ذلك»^(١)



شكل رقم (٥ - ١)

على الطالب ترجمة البيانات إلى اللغة العربية

(١) انظر كتاب الخلية، محمود حياوي (ص ١٤) .

(١)

النظرية الخلية - The Cell Theory

في عام (١٩٢٥م) قال الباحث ولسن :

«وضع منذ عهد بعيد أن مفتاح أي مسألة حيوية يجب - آخر الأمر - أن يبحث عنه في الخلية، وذلك لأن الكائن الحي إما أن يكون خلية، وإما أنه كان خلية في وقت سابق» (٢).

- وكما علمت فإن الخلية لم تعرف إلا بعد اختراع المجهر في القرن السابع عشر، ففي مطلع القرن المذكور اخترع تاجر أقمشة هولندي يسمى ليفنهوك أول مجهر ضوئي بسيط شاهد بواسطته كائنات حية دقيقة في قطرات من ماء المطر .

- وفي سنة (١٦٦٥م) استخدم الباحث الإنجليزي روبرت هوك (Robert Hooke) مجهراً ضوئياً مركباً فحص بواسطته رقائق من الفلين، وشاهد فراغات محددة الجدر تشبه الثقوب التي تصنعها شغالات النحل على أقراص الشمع في خلية النحل فاطلق عليها روبرت هوك اسم (cell) أي خلية .

- في سنة (١٨٣٣م) لا حظ باحث النبات الاسكتلندي روبرت براون (Robert Brown) جسماً معتماً داخل الخلية سماه النواة (Nucleus) .

- ثم أطلق الباحث بوركنجي (Purkinji) كلمة (Protoplasm) بروتوبلازم (أو الجبلة) على المادة الحية التي تتكون منها الخلية .

- سنة (١٨٣٨م) قام باحث النبات الألماني شلايدن (Schleiden) بإصدار تعميم يقول : « إن جميع النباتات تتركب أجسامها من خلايا » .

- في العام التالي (١٨٣٩م) توصل باحث في علم الحيوان ألماني يدعى تيودور شفان (Theodor schwann) إلى أن « جميع الحيوانات تتركب أجسامها من خلايا » .

- في عام (١٨٥٨م) أضاف باحث ثالث يسمى رودولف فيرشو (Rudolph virchow) مفهوماً جديداً للنظرية الخلية عندما قال : « إن الخلايا تنشأ من خلايا سابقة لها » .

(١) انظر كتاب الأحياء، أحمد كبارتي وآخرون (ص١٥) .

(٢) لا يقصد هنا أن الكائن الحي كان خلية بمفهوم دارون الخاطيء، ولكن كان في يوم من الأيام مشيح، ثم نطفة، ثم علقه، ثم مضغة، ثم خلقاً آخر كما هو الآن (عديد الخلايا) .

- والآن نستطيع أن نصيغ النظرية الخلوية كما يلي :

جميع الكائنات الحية تتركب أجسامها إما من خلية، أو من مجموعة خلايا ومكوناتها، ولا تنشأ الخلية الحية إلا من خلية حية سابقة لها .

يمكن بلورة النظرية الخلوية فيما يلي :

- ١- جميع الكائنات الحية تتكون من خلية أو مجموعة خلايا .
- ٢- أجسام الكائنات الحية تتركب من الخلية ومكوناتها .
- ٣- معظم الخلايا متشابهة في تركيبها ومكوناتها الأساسية .
- ٤- جميع الخلايا تقوم بنشاطات متشابهة تبقى على حياتها وحياة الكائن الحي المكونة له بأكمله .
- ٥- جميع الخلايا الجديدة تنشأ من خلايا حية، سابقة لها في الخلق والوجود، عن طريق الانقسام .

لقد فشلت جهود الباحثين إلى الآن في توليد خلية حية وإنشائها من مكونات غير حية فما دلالة ذلك عندك ؟

- وللنظرية الخلوية أهمية خاصة في علم الأحياء نظراً لأنها تشير إلى أساس التشابه في التركيب والوظيفة، وهذا من الأدلة العلمية والعقلية التي يتخذها المؤمنون دليلاً على وحدانية الخالق سبحانه وتعالى، وأن الحياة لا تنشأ إلا من الحياة، وأن الله سبحانه وتعالى المتفرد بإخراج الحي من الميت قال تعالى « إن الله فالق الحب والنوى يخرج الحي من الميت ومخرج الميت من الحي ذلكم الله فأنى تؤفكون»^(١) .

- بعد ظهور النظرية الخلوية وتطورها، توالى الأبحاث والاكتشافات خلال الجزء الأخير من القرن التاسع عشر ثم القرن العشرين ؛ لتصل بنا إلى قدر عظيم من المعرفة عن الخلية وتركيبها . وكان أعظم اختراع خدم، ويخدم علم الخلية، (بعد المجهر الضوئي المركب الذي تستخدمه الآن في المختبرات المدرسية، وجهاز التشريح المجهرى الدقيق (Pulator Micromani) - ومجهر التباين (Phase contrast microscope) - ومجهر الأشعة فوق البنفسجية (Ultra viloet) (Fluoresence microscope وغيرها) هو المجهر الإلكتروني (Electron microscope) الذي

(١) سورة الأنعام آية (٩٥) .

- أنظر اعجاز النبات في القرآن الكريم نظمي موسى (ص ١٨)، وآيات معجزات لنفس المؤلف .

(٢) سبق لك دراسة المجهر الضوئي المركب في الدراسة العملية للمقرر المشترك (١٠١) .

تستخدم فيه حزم إلكترونية بدلا من حزم الأشعة الضوئية في المجهر الضوئي، ويسمح المجهر الإلكتروني بالتكبير لأكثر من (٥٠٠٠،٠٠٠) مرة وبواسطته أبصرنا تراكيب عديدة وتفصيلات مذهلة في الخلية لم تكن قد أبصرت من قبل، وصدق رب العزة العليم الخبير الذي يقول :
(فلا أقسم بما تبصرون. وما لا تبصرون إنه لاقول رسول كريم)^(١).

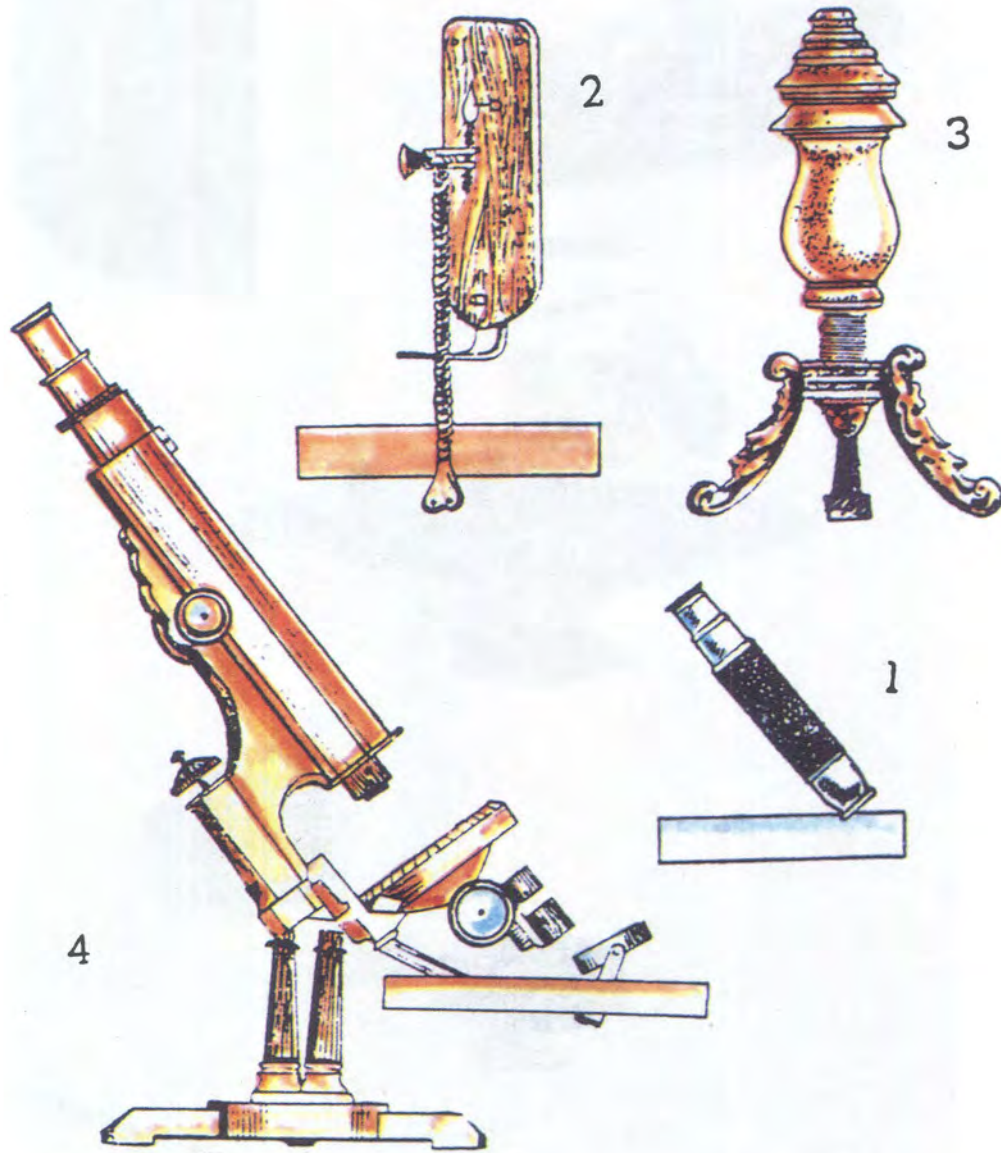
نشاط (١ - ٤):

قام المجهر بدور كبير في تعرفنا أسرار الخلية من حيث التركيب والأهمية .
اكتب بحثا مدعما بالصور عن تطور المجهر من يوم أن صنع ابن الهيثم
العدسات إلى أحدث مجهر مذكور في المراجع العلمية حتى اليوم
تستطيع الاطلاع عليها .



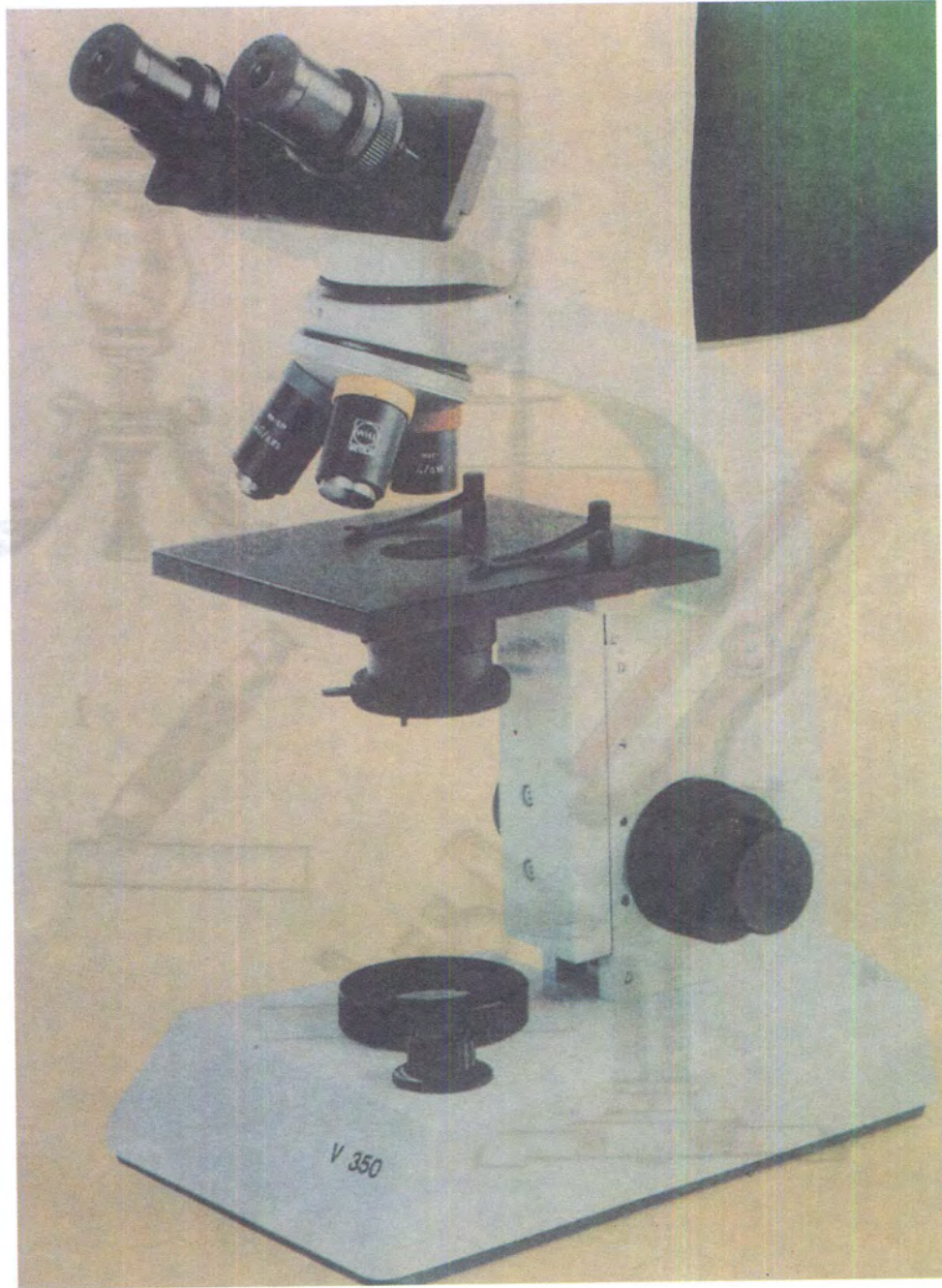
مجهر روبرت هوك
Robert Hooke's microscope.

(١) سورة الحاقة الآيات من (٣٨) إلى (٤٠). شكل رقم (٦ - ١)

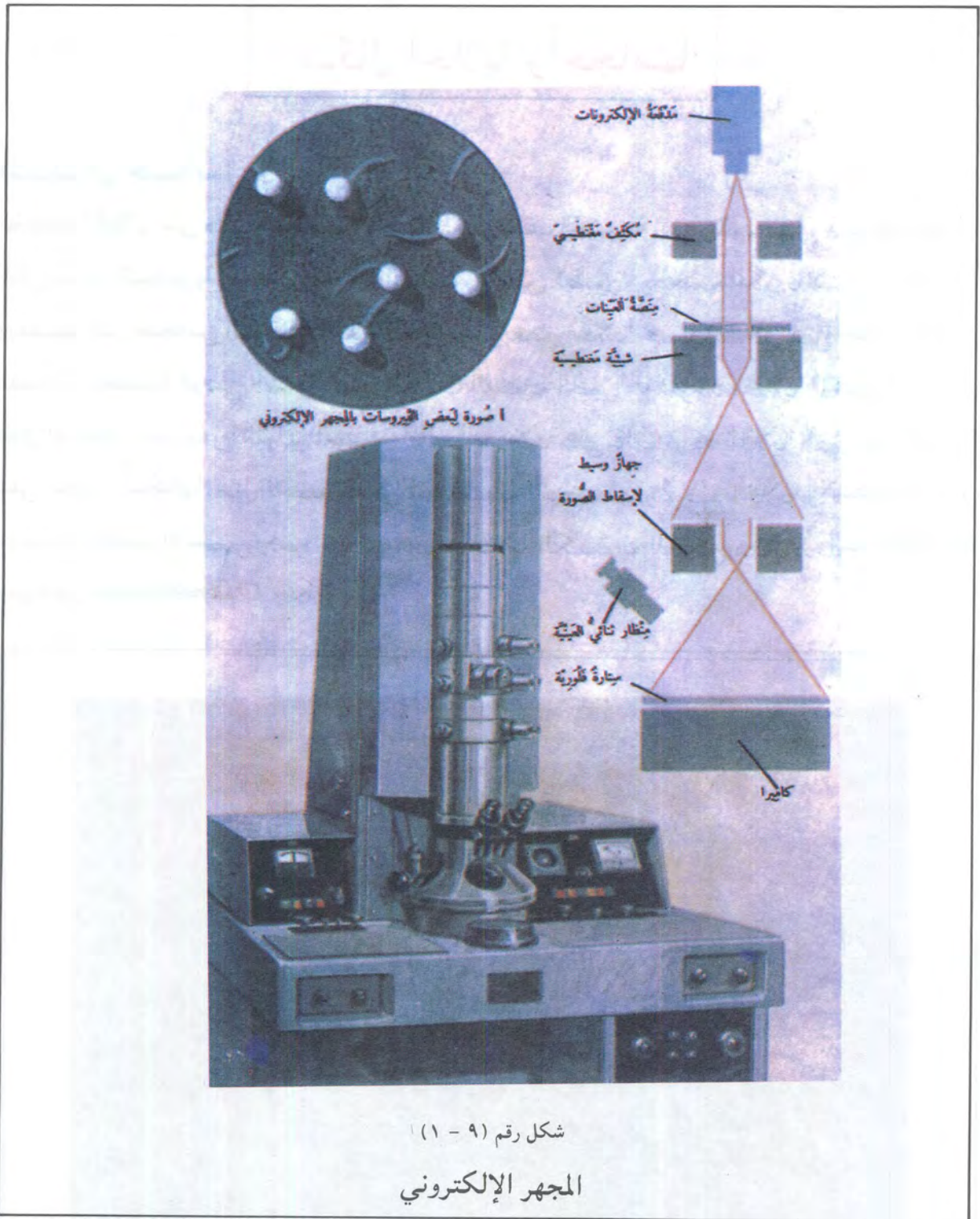


شكل رقم (٧ - ١)

تطور صناعة المجهر من ١ - ٤ - ١-4 Evolution in microscope



شكل رقم (٨ - ١)
مجهر ضوئي مركب

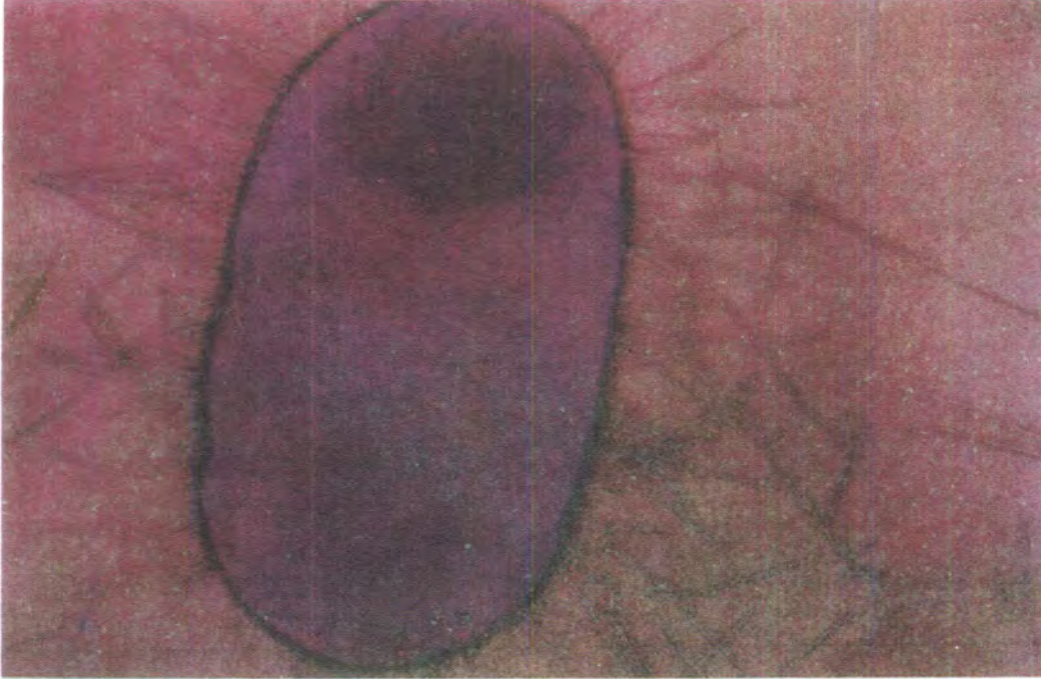


كان للحسن بن الهيثم الدور الأول في صنع العدسات والمجاهر والتيلسكوبات وقد سبق ليفنهورك بسنوات طوال ابحاث في دور الحسن بن الهيثم في هذا الصدد .

أشكال الخلايا وأحجامها

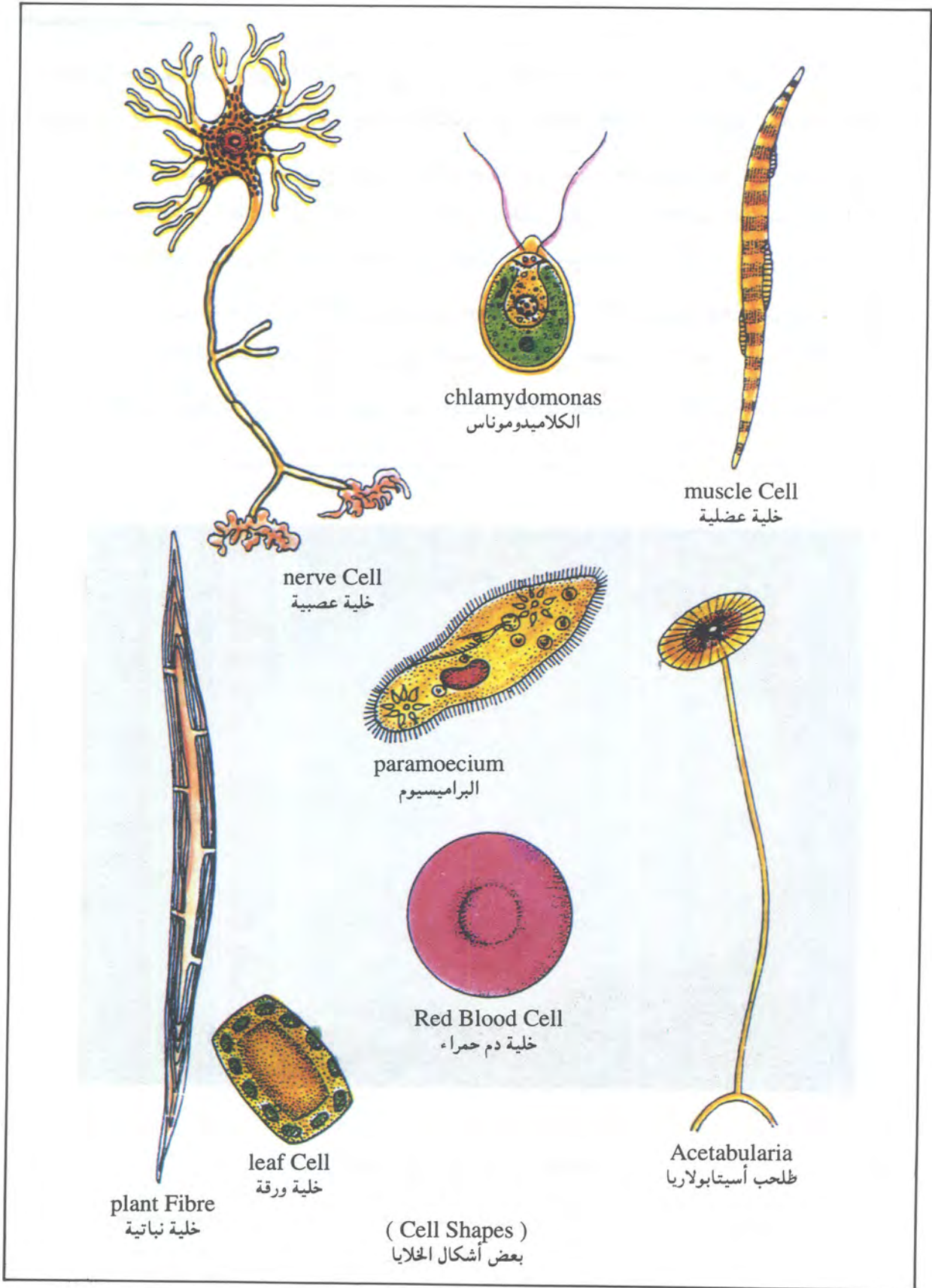
أشكال الخلايا:

تختلف الخلايا من حيث أشكالها باختلاف الوظائف الحيوية التي تقوم بها، فتوجد الخلية الكروية أو البيضاوية الشكل كالخلايا الدهنية، وبيض الطيور، وطحلب الكوريللا *Chlorella sp.* وبعضها غير متجانس الشكل كالخلية العصبية، وبعض الخلايا نجمية الشكل مثل خلايا النسيج الضام، وبعضها قرصي الشكل مثل الكرات الدموية الحمراء، وتوجد الخلايا المغزلية الشكل مثل الألياف النباتية والألياف العضلية الملساء، علاوة على ذلك توجد الخلايا التي لها القابلية على تغيير أشكالها مثل الأميبا والكرات الدموية البيضاء، وتوجد الخلايا الاسطوانية مثل : خلايا طحلب الاسبيروجيرا *Spirogyra*، والخلايا الكمثرية الشكل مثل طحلب الكلاميد وموناس *Chlamydomonas* وهكذا .



خلية واحدة من البكتيريا

شكل رقم (١٠ - ١)

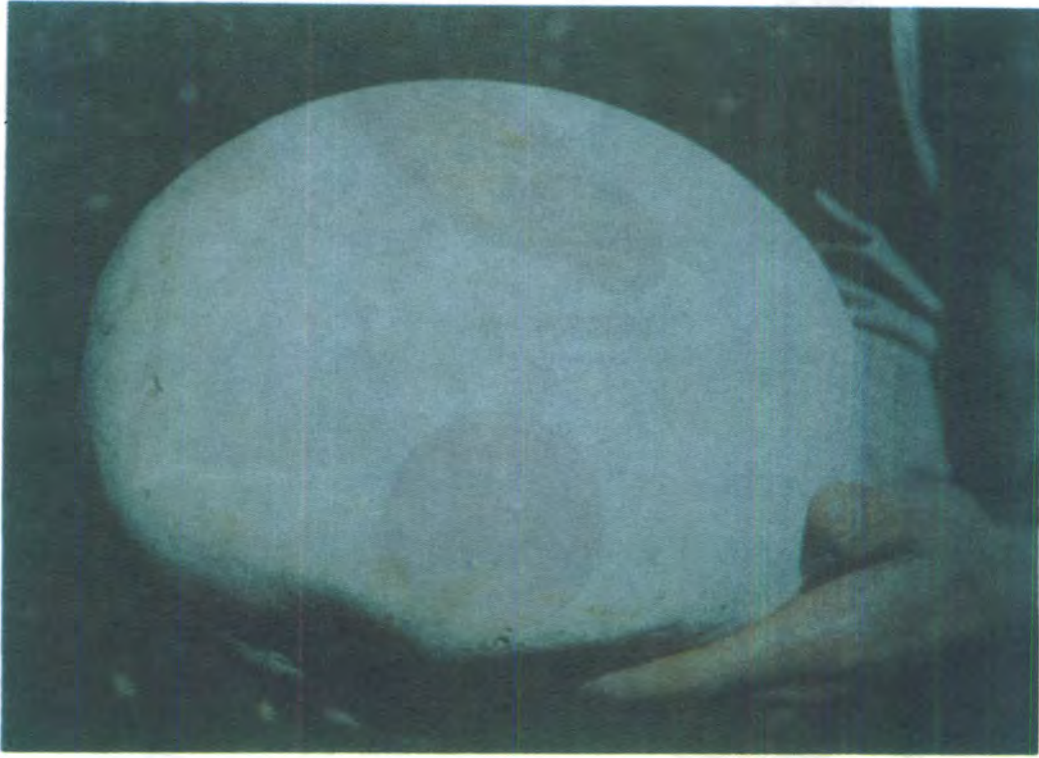


شكل رقم (١١ - ١)

حجوم الخلايا:

تختلف حجوم الخلايا من كائن حي إلى آخر في الكائنات الحية وحيدة الخلية، ومن نسيج إلى نسيج ، أو من موضع إلى آخر في جسم الكائن الحي عديد الخلايا، فتعتبر بيضة الطيور (النعامة الحالية) - وطائر الرخ الذي كان موجودا في جزيرة مدغشقر سابقاً) من أكبر الخلايا الحيوانية حيث يصل قطرها إلى ١٥ سم أو يزيد، وبعض أنواع من طحلب النوستوك (*Nostoc*) هو *N. Amplissimum* تصل حجم الخلية إلى حجم بيضة الدجاجة (١).

- والخلية العصبية من أكبر الخلايا البشرية حجماً وطولاً؛ لأن بعض الخلايا يوجد جسمها في المخ بالرأس أو العقد العصبية ونهايتها في إصبع القدم في بعض الحالات .
- أما الخلية اللمفية في الإنسان فهي من أصغر الخلايا حجماً عند الإنسان وبقية اللبائن .



بيضة الطيور من أكبر الخلايا الحيوانية

شكل رقم (١٢ - ١)

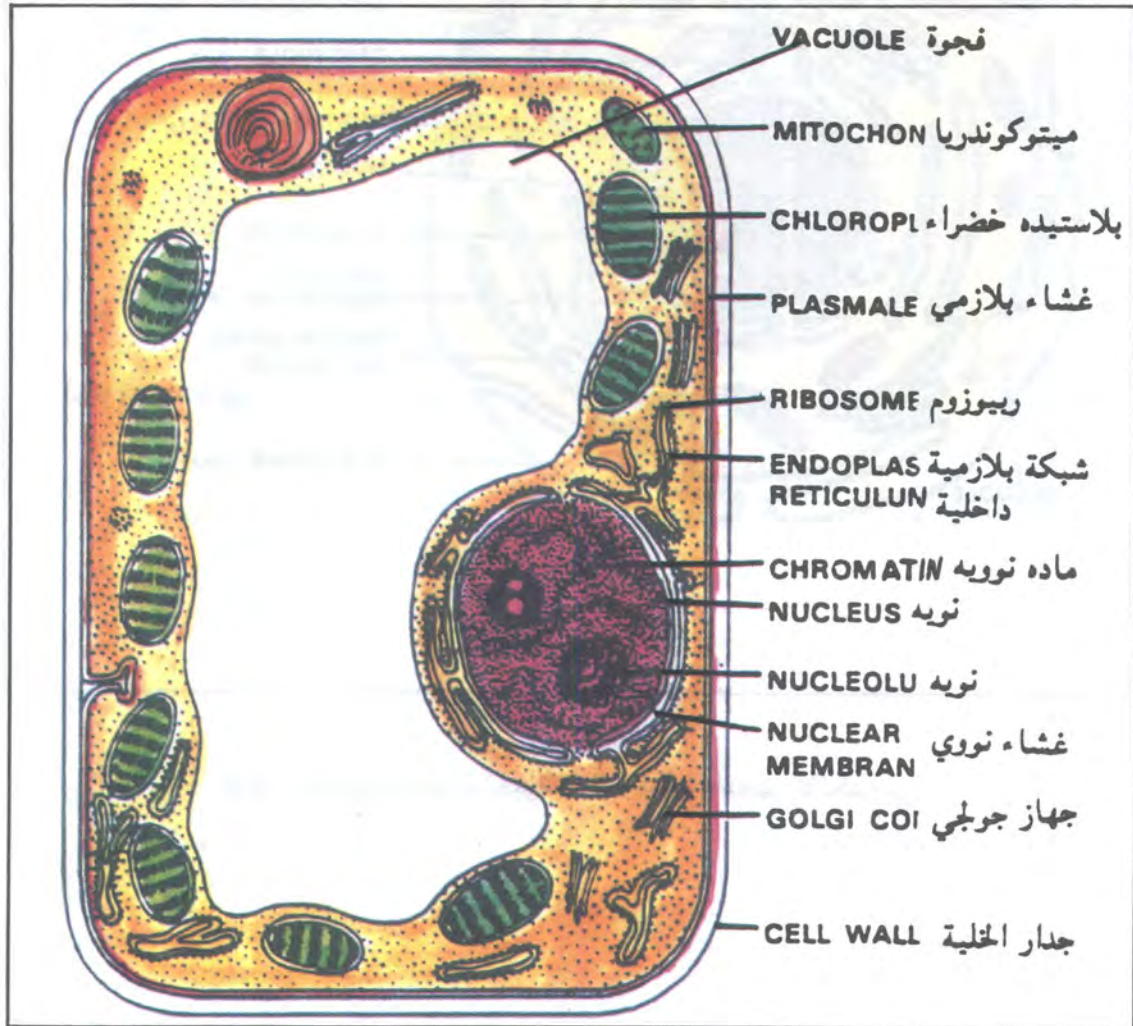
(١) انظر أساسيات علم الطحالب نظمي موسى (ص٤٧) .

تركيب الخلية - Cell Structure

لقد علمت أن الخلايا يجمع بينها وحدة تركيبية مع وجود التباين والاختلاف بين كل خلية وأخرى. وتتركب الخلية عامة من :

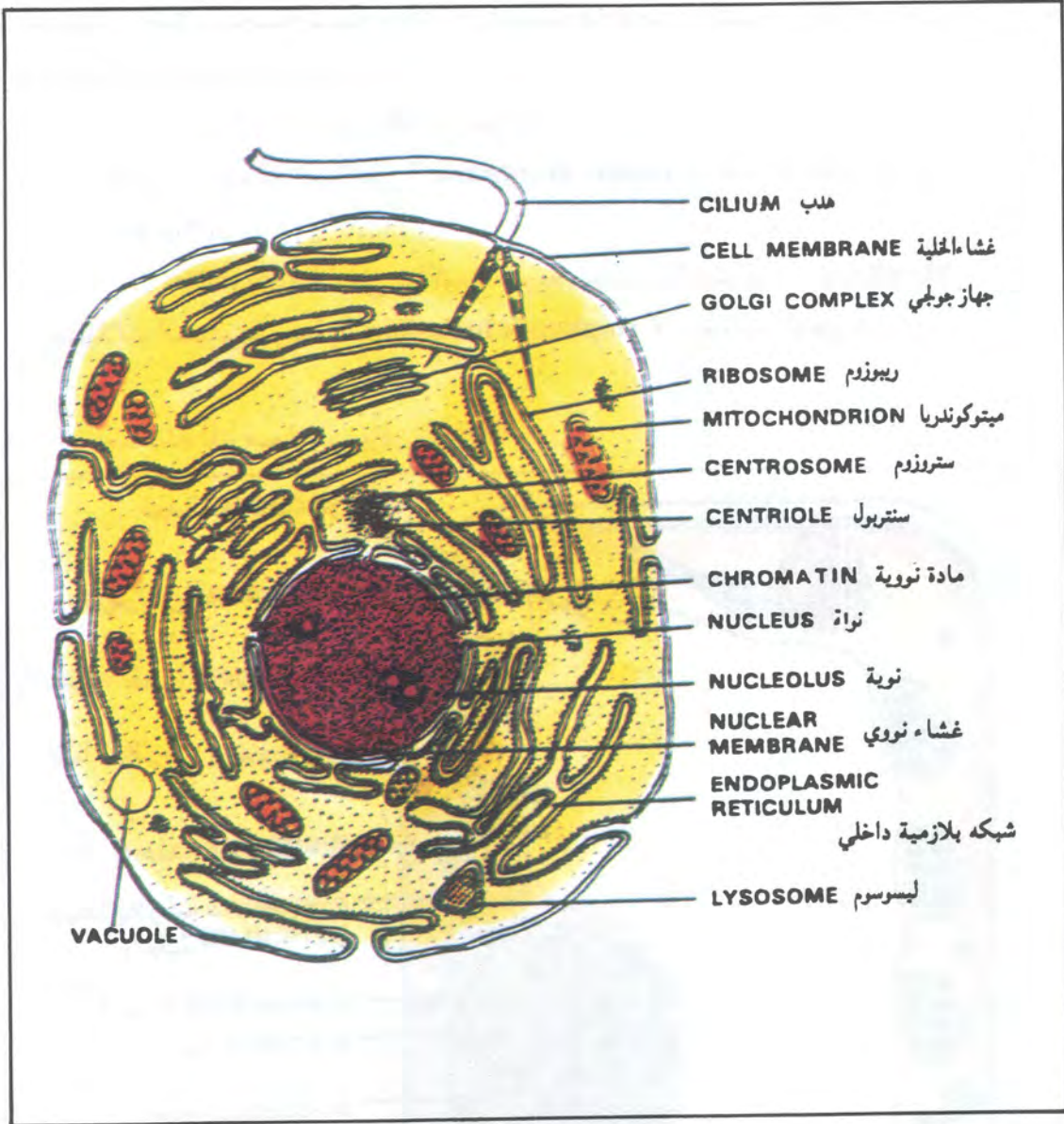
- ١- جدار الخلية (Cell wall) في الخلايا النباتية .
- ٢- غشاء الخلية أو الغشاء البلازمي (Cell membrane or plasma membrane)
- ٣- النواة (Nucleus) .
- ٤- العُضَيَّات (Organilles) وهي تراكيب خلوية مغلقة بالأغشية (Membranes)
- ٥- المشتملات السيتوبلازمية (Cytoplasmic Inclusions) خلاف العضيات.

- وهذا ما سنفصله لك فيما يلي بأذن الله :



شكل رقم (١٣ - ١)

الخلية النباتية Plant cell



شكل رقم (١٤ - ١) شكل تخطيطي للخلية الحيوانية كما تظهر بالمجهر الالكتروني

أولاً : جدار الخلية Cell wall

- تتميز معظم الخلايا النباتية بأن لها جداراً خلويًا.
- والجدار الخلوي تركيب صلب غير حي، ولكنه مرن إلى حد ما، ويتمثل الجدار الخلوي في النباتات الراقية بشبكة من ليفيات دقيقة (Microfibrils) سليلوزية منغمسة في مادة أساسية تحتوي على أصباغ ومواد مخاطية ودهون وشموع .

نشاط (١-٥):

افحص العديد من الخلايا النباتية وتعرف جدارها الخلوي، وحاول رسم هذا الجدار كما تراه تحت عدسات المجهر الضوئي المركب .

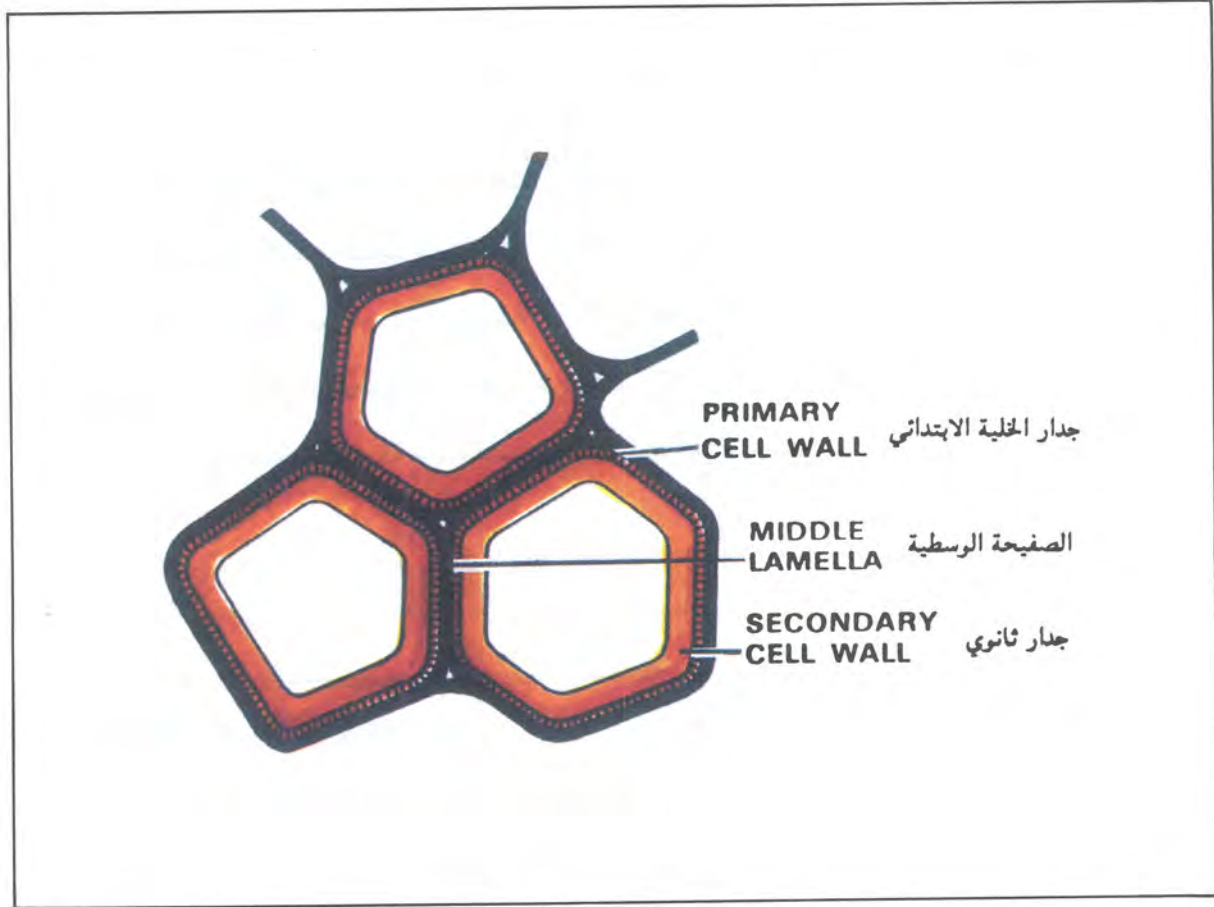
يتكون الجدار الخلوي كما يلي :

- (أ) - الصفيحة الوسطية (Middle Lamella) :
في الخلايا الحديثة الناتجة حالا من الانقسام الخلوي تتكون طبقة رقيقة تفصل بين الخلايا المتجاورة، تتركب من بكتات الكالسيوم، وبكتات الماغنسيوم بصفة أساسية، تسمى الصفيحة الوسطية (Middle lamella)
- (ب) الجدار الابتدائي (Primary wall) :
وهو تركيب يلي الصفيحة الوسطية حيث يفرز الجدار الابتدائي كطبقة إضافية من السليلوز (cellulose) والهيميسليلوز (Hemicellulose) والبكتين (Pectine) والبروتين (Protein) تترسب على جانبي الصفيحة الوسطية بسمك يصل من (١) إلى (٣) ميكرون .
- (ج) - الجدار الثانوي (Secondary wall) :
في بعض الأحيان وبعد نمو الخلية في الحجم وتقدمها في العمر يترسب على الصفيحة الوسطى جدار آخر، خلاف الجدار الابتدائي، يتكون من مواد أخرى أهمها : اللجنين^(١) (Lignin) ، والسوبرين^(٢) (Suberin) ، والكيوتين^(٣) (Cutin) وكربونات الكالسيوم، والسليكات ويسمى بالجدار الثانوي (Secondary wall) .

(١) اللجنين مادة كربوهيدراتية. (أنظر الأبيض والانتزان (١) نظمي موسى وآخرون - مقرر سابق رقم (٢١٢).

(٢) السوبرين مادة دهنية، مركبة تشكل قوام الفلين (نظر الأبيض والانتزان (١) المرجع السابق .

(٣) الكيوتين مادة شمعية .



شكل رقم (١٥ - ١)

خلايا نباتية توضح الجدر الخلية والصفحة الوسطية

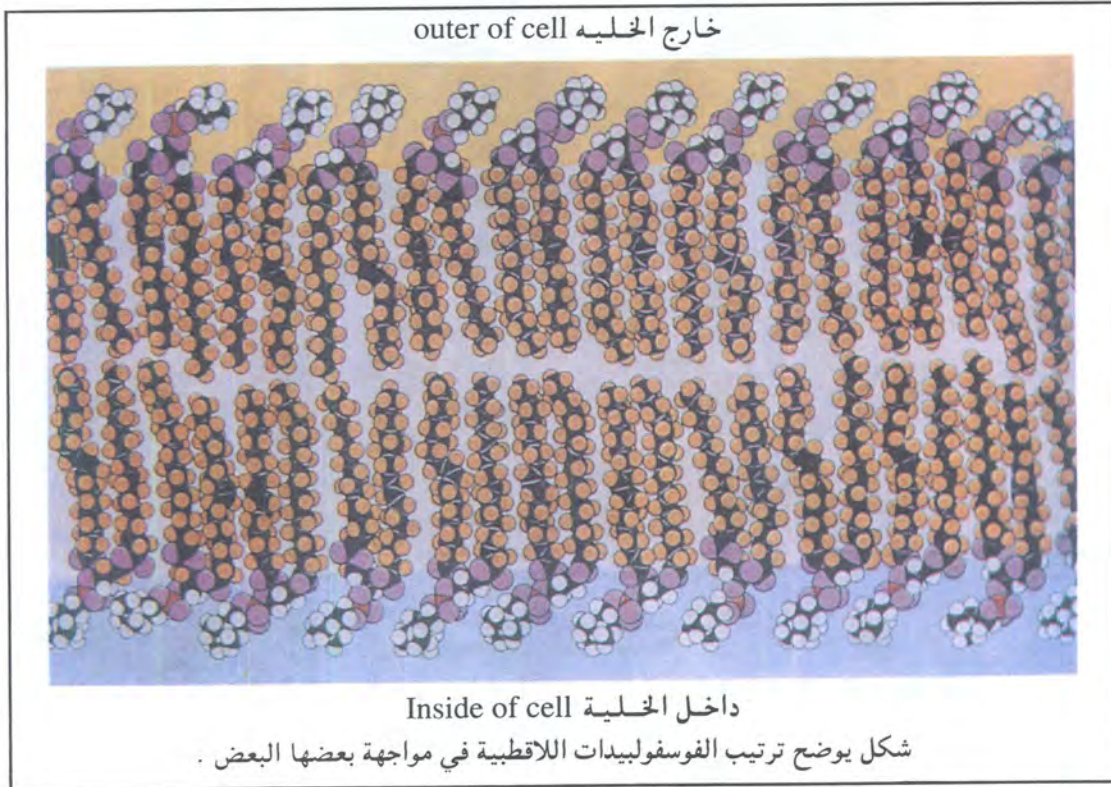
Plant cells showing cell walls and middle lamella

وهذا الجدار ليس سداً منيعاً، بل يوجد به ثقب دقيقة للغاية في تراكيب تسمى بالنقر (Pits) تنتقل منها المواد بين الخلايا، وتتم منها خيوط سيتوبلازمية رفيعة تعرف باسم الروابط السيتوبلازمية (Plasmodesmata) تصل بين بروتوبلاست (Protoplast) الخلايا المجاورة لنقل المؤثرات والحوافز بين الخلايا .

ثانيا : غشاء الخلية (Cell Membrane)

ويسمى غشاء الخلية أيضا (Cytolemma) وهو غشاء حى رقيق جداً سمكه أقل من (١٠٠) أنجستروم^(١) ويحيط بالسيتوبلازم ؛ ليحمى مكوناته من المؤثرات الخارجية ويتحكم في خروج ودخول المواد من وإلى الخلية حيث أنه غشاء شبه منفذ اختياري . (Selective semi permeable membrane)

- وغشاء الخلية موجود في جميع الخلايا الحية، ويظهر تحت عدسات المجهر الضوئي المركب على شكل خيط رفيع جداً، ويظهر في المجهر الإلكتروني مكوناً من طبقتين داكنتين سمك كل واحدة منها (٢٥) أنجستروم، تفصلها طبقة أخرى قائمة سمكها (٣٠) أنجستروم^(١) ويعتقد البعض أن هذا التركيب الثلاثي يوجد في . كافة التراكيب الداخلية للخلية، ويدعى بالوحدة الغشائية (Unit - membrane) .



شكل رقم (١٦ - ١)

(١) الأنجستروم = 10^{-10} من المتر .

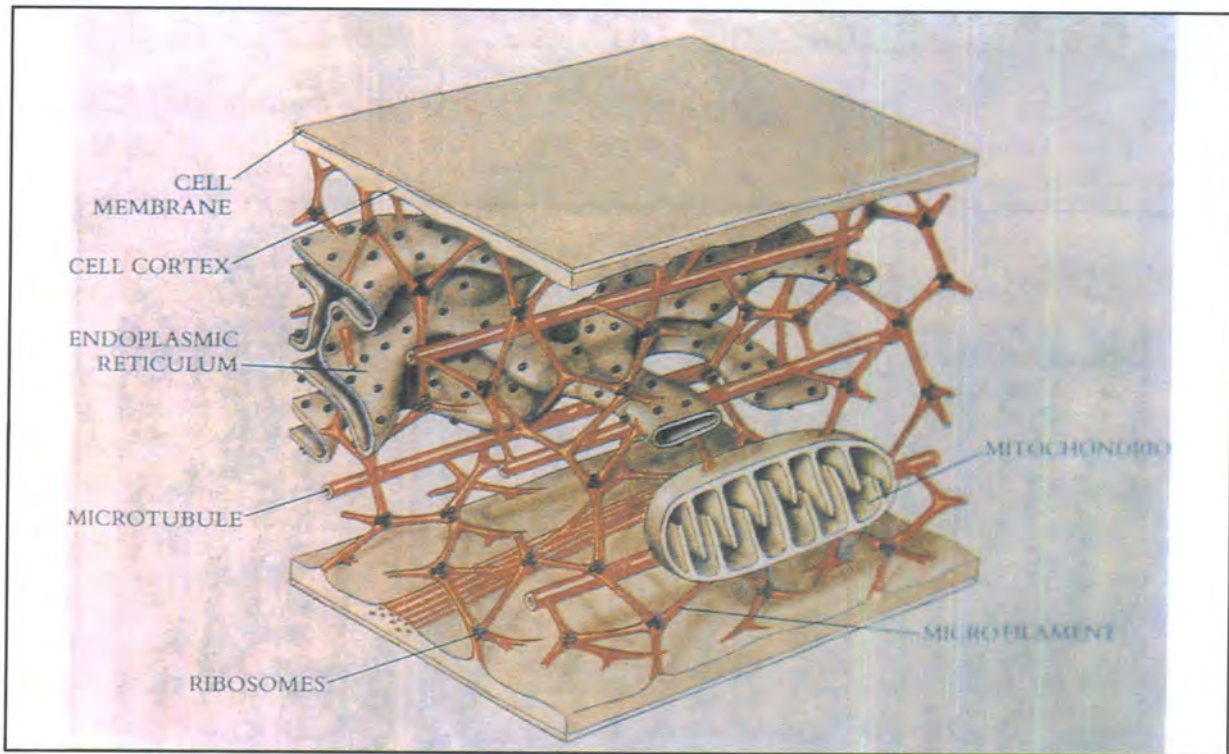
- من الناحية الكيميائية يتكون جدار الخلية بصورة أساسية من جزيئات من الدهن والبروتين، وإلى الآن لم يتفق الباحثون على كيفية انتظام تلك الجزيئات، ولكن هناك نظريات تحاول وصف ذلك من أهمها :

١- النظرية القديمة - نموذج دانييلي - دافسن (١٩٣٥م) :

يقول أصحاب هذه النظرية : إن غشاء الخلية مكون من طبقتين من البروتين، تفصل بينهما طبقة من الدهن في الوسط مؤلفة من صفيين من الدهن عبارة عن دهن فوسفوري (Phospholipids) وستيرويدات (Steroids).

وقد ثبت بالفحص الدقيق لغشاء الخلية بالمجهر الإلكتروني وجود ثلاث طبقات :

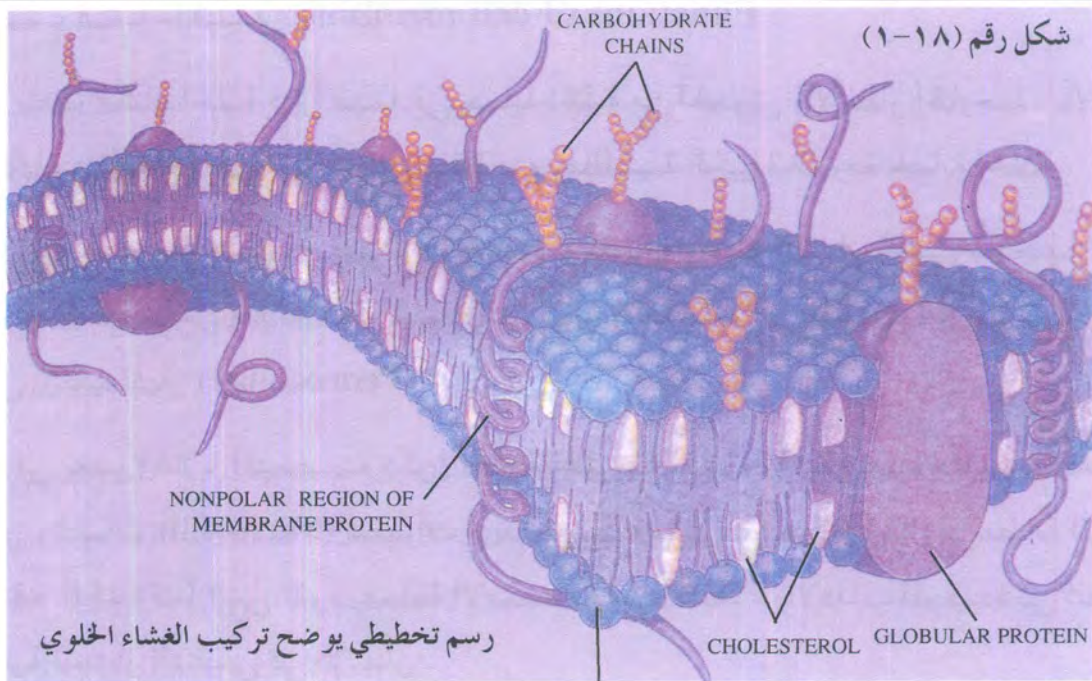
الوسطى منها فاتحة اللون (أوشفاة بالنسبة للإلكترونات) وتحيط بها طبقتان داكنتان .



شكل رقم (١٧ - ١)

٢- النظرية الحديثة : ق.ع في خلية حقيقية النواه يوضح التراكيب الداخلية

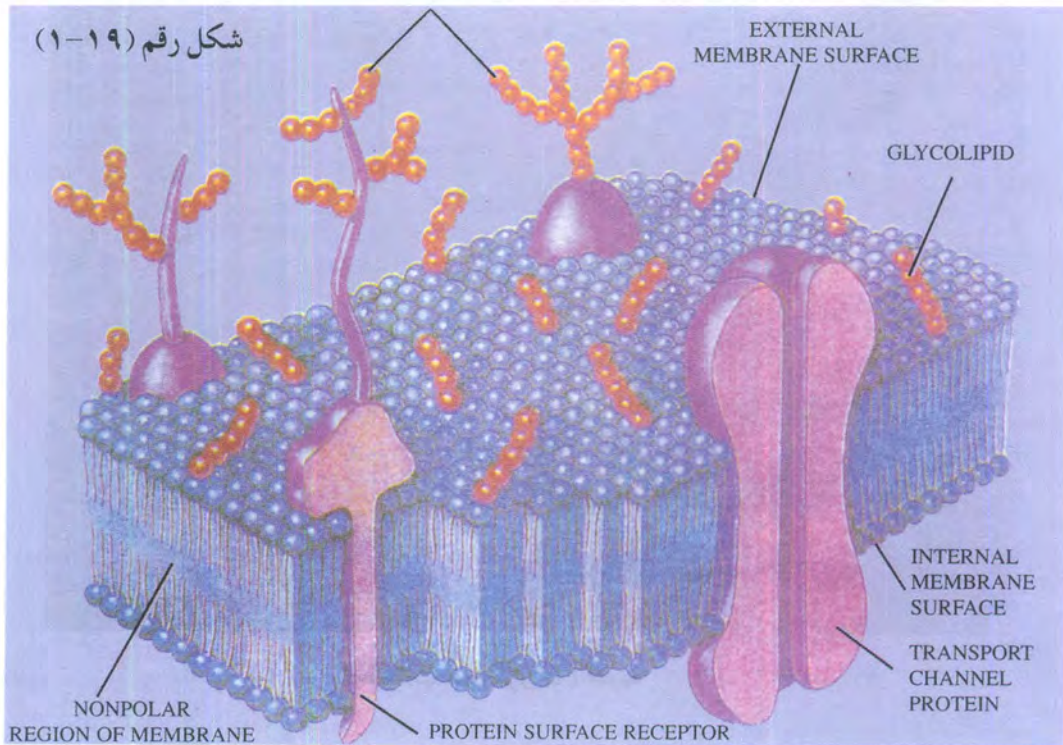
يقول أصحاب هذه النظرية : إن جزيئات الدهن المفسفرة (Phospholipids) تنتظم في الوسط كما في نموذج دانييلي - دافسن (النظرية القديمة) ولكن جزيئات البروتين لا تنحصر في الجهات الخارجية من طبقة الدهن الوسطية فقط، بل تنتشر أيضاً خلال الطبقة الدهنية وهي مكونة على شكل كتل تبرز بعضها إلى السطح الخارجي بدرجات مختلفة، وهذه النظرية تفسر لنا وجود الممرات البروتينية في جدار الخلية .



شكل رقم (١٨-١)

رسم تخطيطي يوضح تركيب الغشاء الخلوي

cholesterol كلوستيرول - Globular protein - سلاسل كربوهيدراتيه
 phospholipids فوسفوليبيدات
 Nonpolar region of membrane protein منطقة الغشاء البروتينيه اللاتقطبية



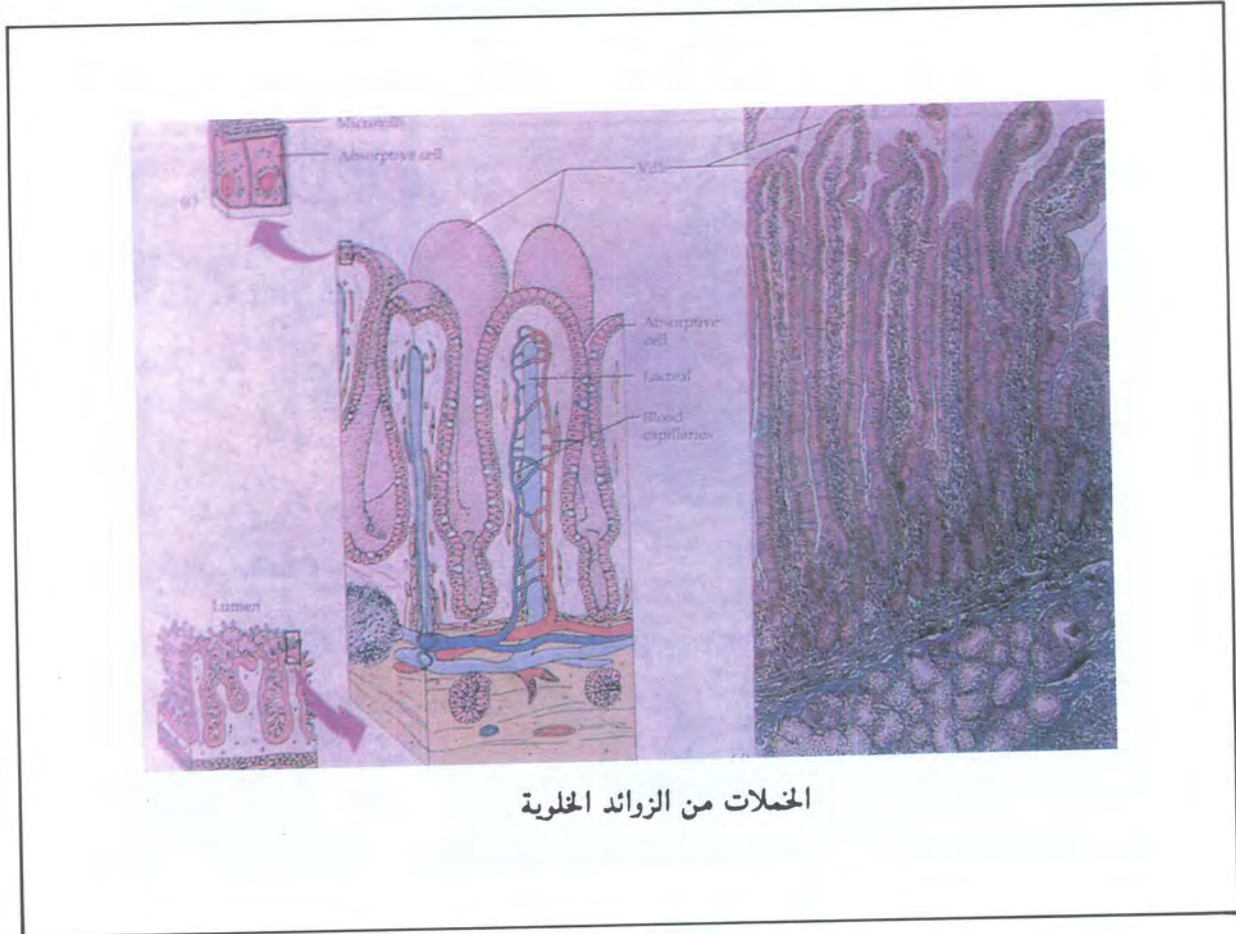
شكل رقم (١٩-١)

رسم تخطيطي يوضح تركيب الغشاء الخلوي

Internal membrane surface سطح الغشاء الداخلي - Glycolipid جليكو ليبيدات - E.m. surface سطح
 الغشاء الخارجي - carbohydrate chains سلاسل كربوهيدراتيه - Nonpolar region of membrane منطقة
 الجدار غير القطبيه - protein surface receptor - مستقبلات سطح البروتين - Transport channel protein

وظائف غشاء الخلية : Functions of cell membrane

- يلعب غشاء الخلية دوراً مهماً في حماية الخلية من الخدوش والأخطار الخارجية، بالإضافة إلى قابليته المذهلة لتعويض الأجزاء التالفة منه ومطاطيته الكبيرة اللازمة لحماية الخلية .
- وعن طريق هذا الغشاء يتم طرح الفضلات الخلوية والمواد الإفرازية التي تنتجها الخلية للخارج، كما يتم من خلاله نفاذ المواد الضرورية والغذائية إلى داخل الخلية بخاصية تسمى بالنفاذية (Permeability)
- في بعض الخلايا المتخصصة يكون للطبقة الخارجية لغشاء الخلية امتدادات تشبه الأصابع، تسمى زغيبات (Microvilli) شعيرات تزيد من سطح الخلية، كما هو الحال في بطانة الأمعاء الدقيقة (الخملات) التي تقوم بعملية الامتصاص في الأمعاء والأهداب الموجودة في القصبة الهوائية للجهاز التنفسي في الإنسان .



الخملات من الزوائد الخلوية

شكل رقم (٢٠ - ١)

خواص غشاء الخلية:

- يوصف غشاء الخلية بأنه غشاء شبه منفذ (Semi permeable membrane) أي أن المرور خلاله ليس حراً فهو شبه منفذ اختياري - (Selective Semi permeable membrane) - فهو يفصل الخلية عن المحيط الخارجي، والمواد التي تحتاج الخلية من هذا الوسط يكون معدل نفاذها أكبر وأسرع إلى داخل الخلية، حتى ولو كان تركيزها ضد ممال التركيز في الخارج اقل من تركيزها في الداخل، ويتم إخراج بعض المواد إلى الخارج حتى ولو كان تركيزها في الداخل أقل من تركيزها في الخارج، مثل: البولينما والمانيتول، ولا يعاد امتصاصها، وتطرح نهائياً خارج الخلية.

ويتم انتقال المواد والمركبات الكيماوية عبر غشاء الخلية تحت تأثير عمليات الانتشار (Diffusion)، والأسموزية (Osmosis)^(١) والحيوية (Vitality) وقد سبق لك دراسة هذه الظواهر بالتفصيل في مساقى الأيض والاتزان حيا (٢١٢)، حيا (٢١٣)^(١)

تراكيب تخرج من جدار الخلية أو غشائها :

١- الأهداب والأسواط (Cilia and flagella) :

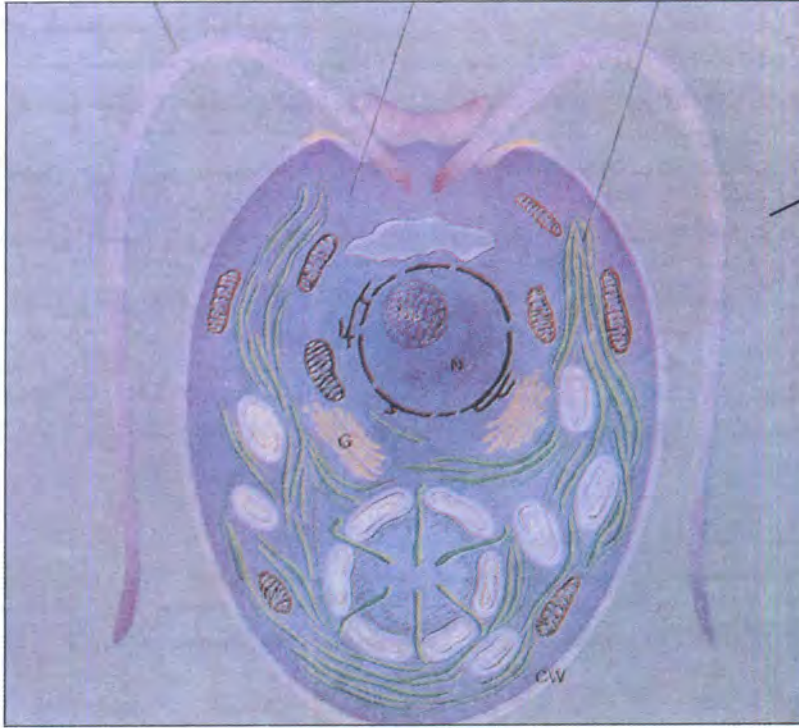
تحمل بعض الخلايا المهذبة العديد من الأهداب، بينما تحمل الخلايا المسوطة سوطاً واحداً أو اثنين، والفارق في الطول بينهما واضح فالهدب طوله من (٢ - ١٠) ميكرون^(١) وقطره ميكرون واحد، أما السوط فطوله (١٠٠ - ٢٠٠) ميكرون وقطره ميكرون واحد.

نشاط (١-٥م):

افحص نقطة من ماء بركة عذب أو مالحة، وأبحث عن بعض أفراد مملكة الطلائعيات المسوطة والمهذبة وبعد أن تجدها ضع على الكائن نقطة من الجليسرين لتعويق حركته، ثم قلل الإضاءة إلى أن ترى بعض الأسواط. يمكن استخدام العدسة الزيتية بعد وضع نقطة من زيت السيدر لترى الأسواط.

(١) انظر الأيض والاتزان (١) ، (٢) نظمي موسى وآخرون - إدارة المناهج - دولة البحرين .

(٢) الميكرون = 10^{-6} من المتر .



شكل رقم (٢١ - ١)

الكلاميدوموناس

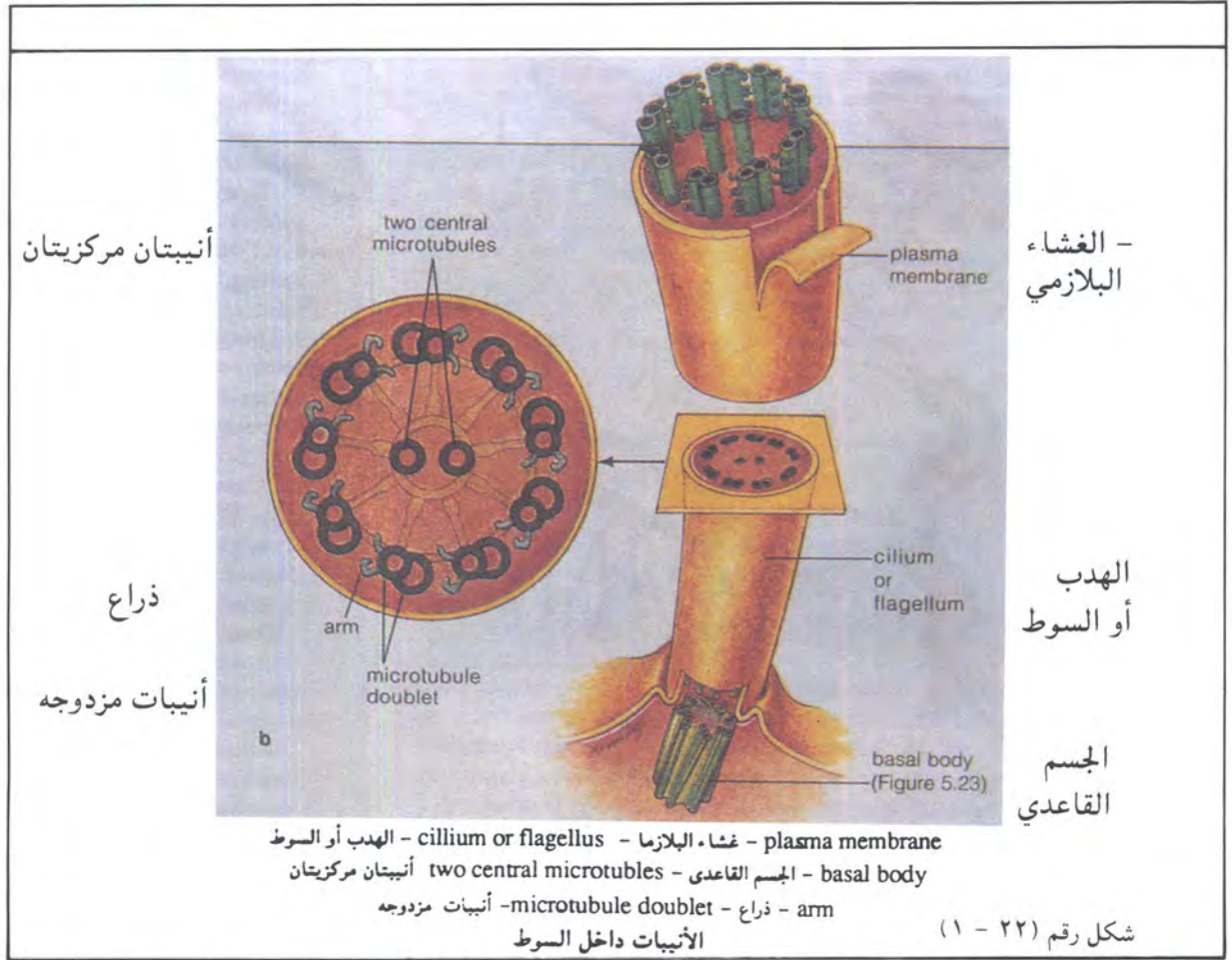
- إن تركيب الهذب والسوط متشابهان فبعمل قطاع عرضي في كل منهما وفحصه بالمجهر الأسواط الضوئي المركب وجد أنه يحتوي على أنيبتين في المركز، وتوسع انيبيبات في المحيط الخارجي، ويسمى هذا النظام في الأسواط (٩ + ٢).

- وباستخدام المجهر الإلكتروني وجد أنه يحتوي على تسع مجموعات، كل مجموعة زوج من الأنبيبات مع وجود زوج آخر من الأنبيبات في المركز، وهذا يؤكد الرمز السابق (٩ + ٢).

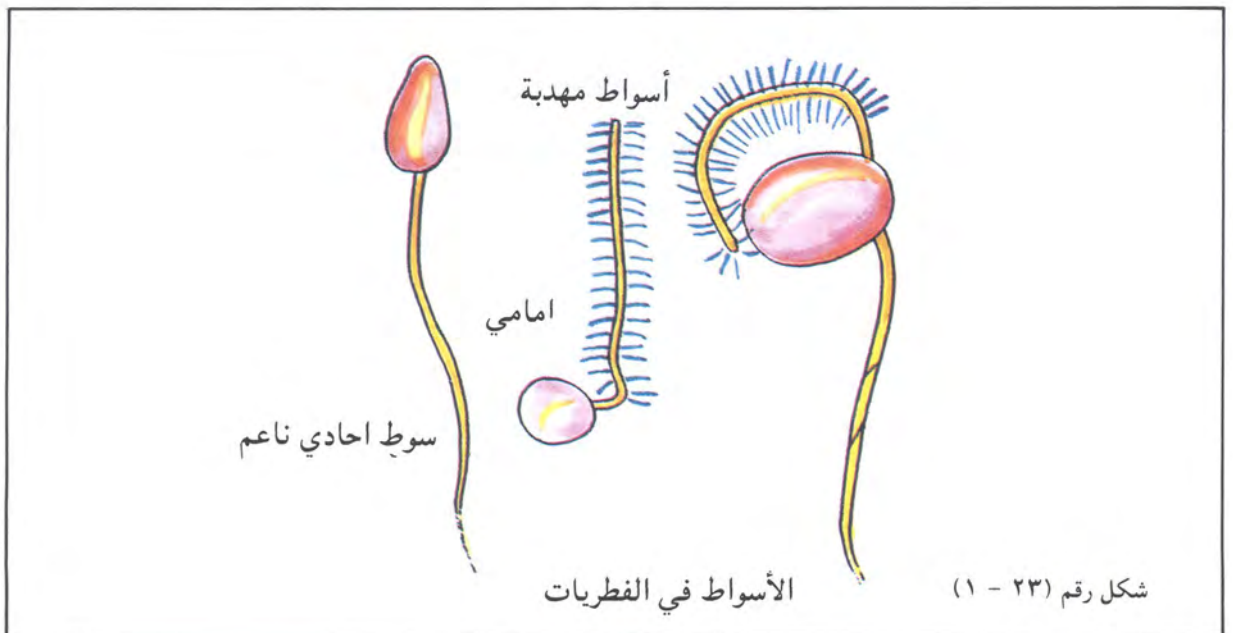
الحركة في الأسواط والأهداب :

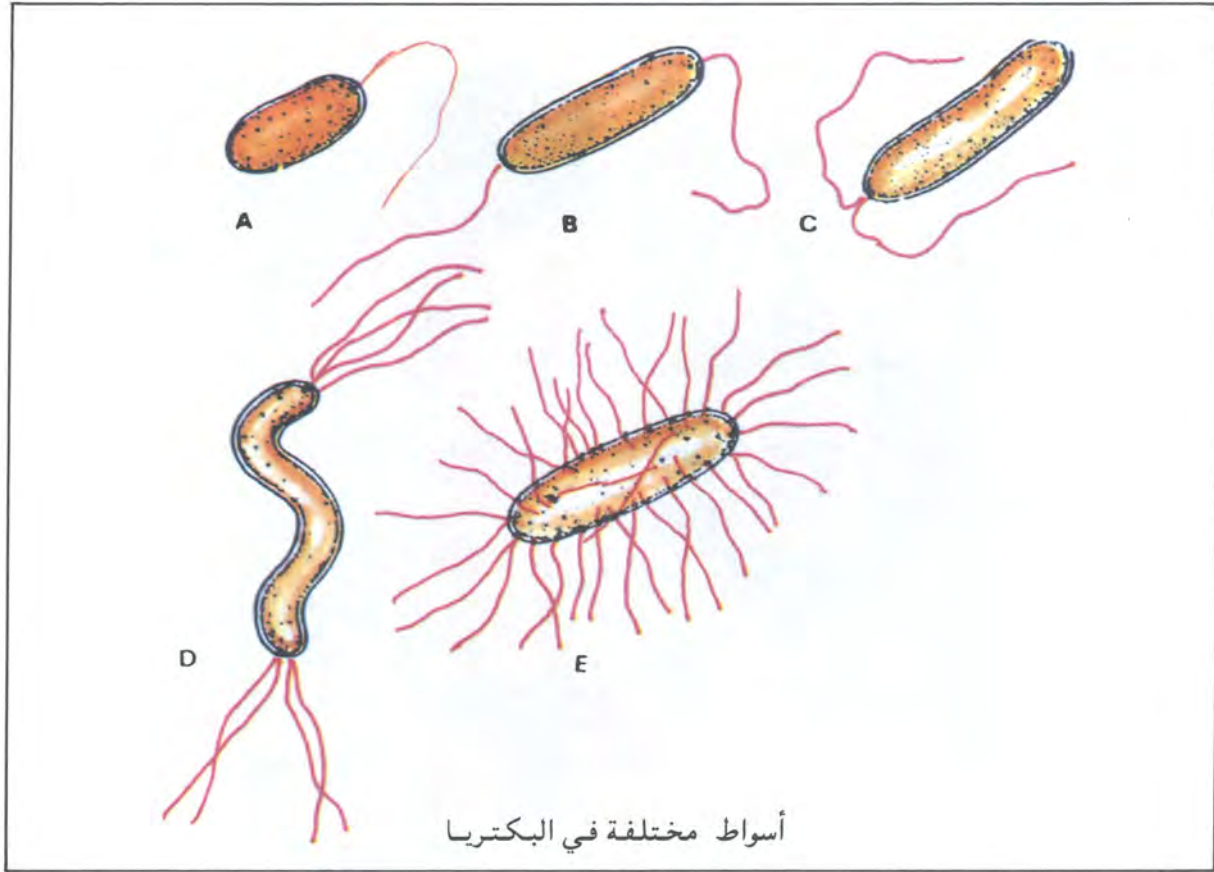
تتحرك الأسواط حركة تموجية على طول السوط كحركة الشعبان، أما الأهداب فتتحرك بانثناءات متناسقة متكررة باتجاه محدد، ثم تعود وتنثنى مرة أخرى، وهكذا، وتناسق هذه الحركات مهم بحيث إن كل صف من الأهداب، أو أهداب منطقة معينة، تنثنى في حين تكون الأهداب في المنطقة التي تليها في وضع الاستقرار، ثم تستقيم الأولى عندما تبدأ أهداب المنطقة الثانية في الحركة، وهكذا كما سبق أن درست في الأيض والانتزان .

والحركة السابقة تساعد الكائن الحي على الحركة، كما تساعد بعض أجهزة الجسم على طرد الأجسام الغريبة مثل أهداب القصبة الهوائية على الرئة.



توجد الأهداب والأسواط في معظم أفراد مملكتي الأوليات والطلائعيات، وجراثيم مملكة الفطريات، والتراكيب الخضرية للطحالب الخضراء وجراثيم الطحالب الأخرى، وأمشاج بعض أفراد الحزازيات من المملكة النباتية، كما هو موضح فيما يلي :



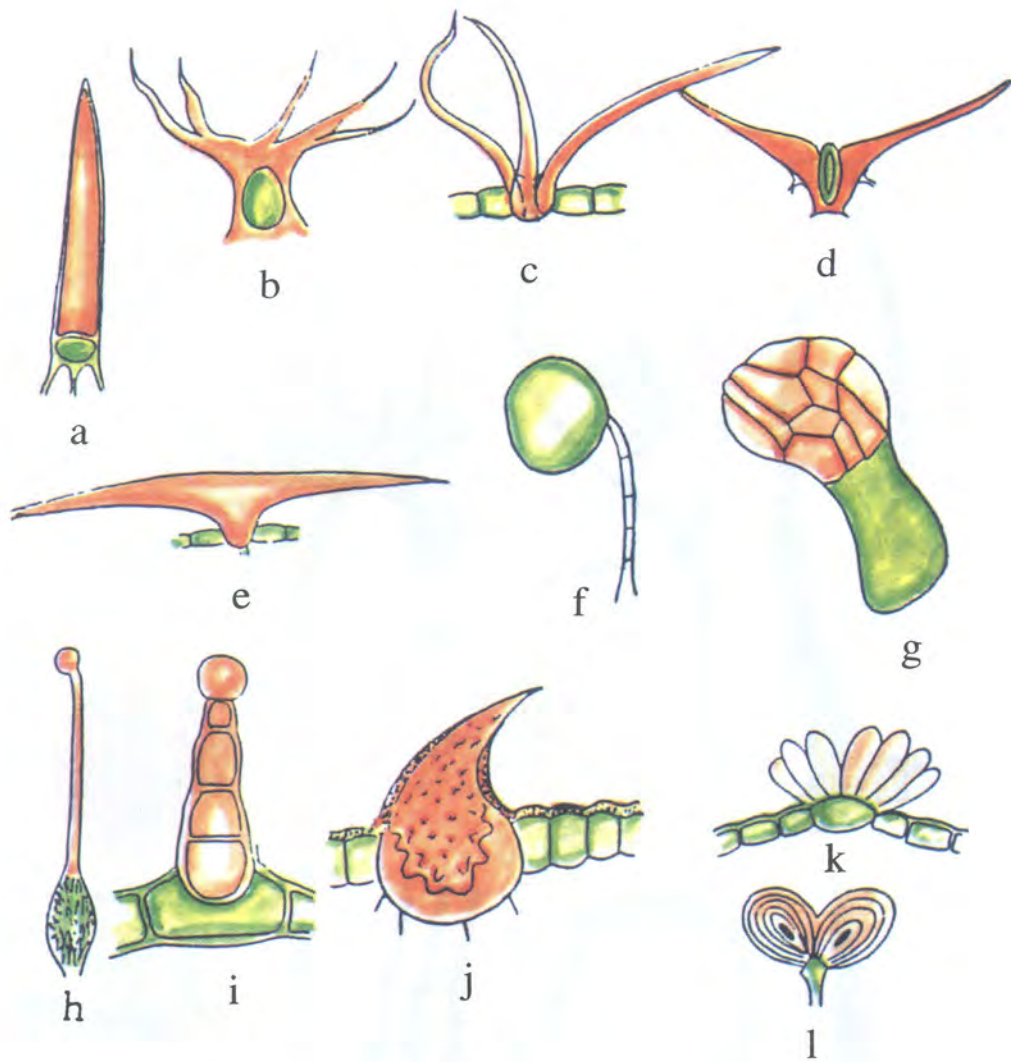


شكل رقم (٢٤ - ١)

٢ - الشعيرات والزوائد السطحية في النبات (Hairs or Trichomes in plants)^(١) :
 تحمل خلايا البشرة في معظم النباتات شعيرات لها أشكال ووظائف متعددة فبعضها يؤدي وظيفة الوقاية أو التدعيم وبعضها عبارة عن شعيرات غدية أو قشور أو مجرد نتوءات، ومنها أيضا الشعيرات الجذرية الماصة.
 - وتختلف أشكال الشعيرات كثيرا في النباتات المختلفة فهي إما أن تكون وحيدة الخلية وإما متعددة الخلايا، متفرعة أو غير متفرعة كما هو واضح في التخطيط التالي:

(١) انظر :

- كتاب النبات العام - أحمد مجاهد وآخرون (ص ١٩٠).
- النباتات الزهرية - سعد شكري (ص ١٧٤).
- مقدمة في علم تشريح النبات - إميز وماك دانيلز (ص ٢٢١).
- A text Bool of Botany, Sexena (p. 334)
- Plant Anatomy, Esau (P. 168)
- Anatomy of seed plants (P. 120).



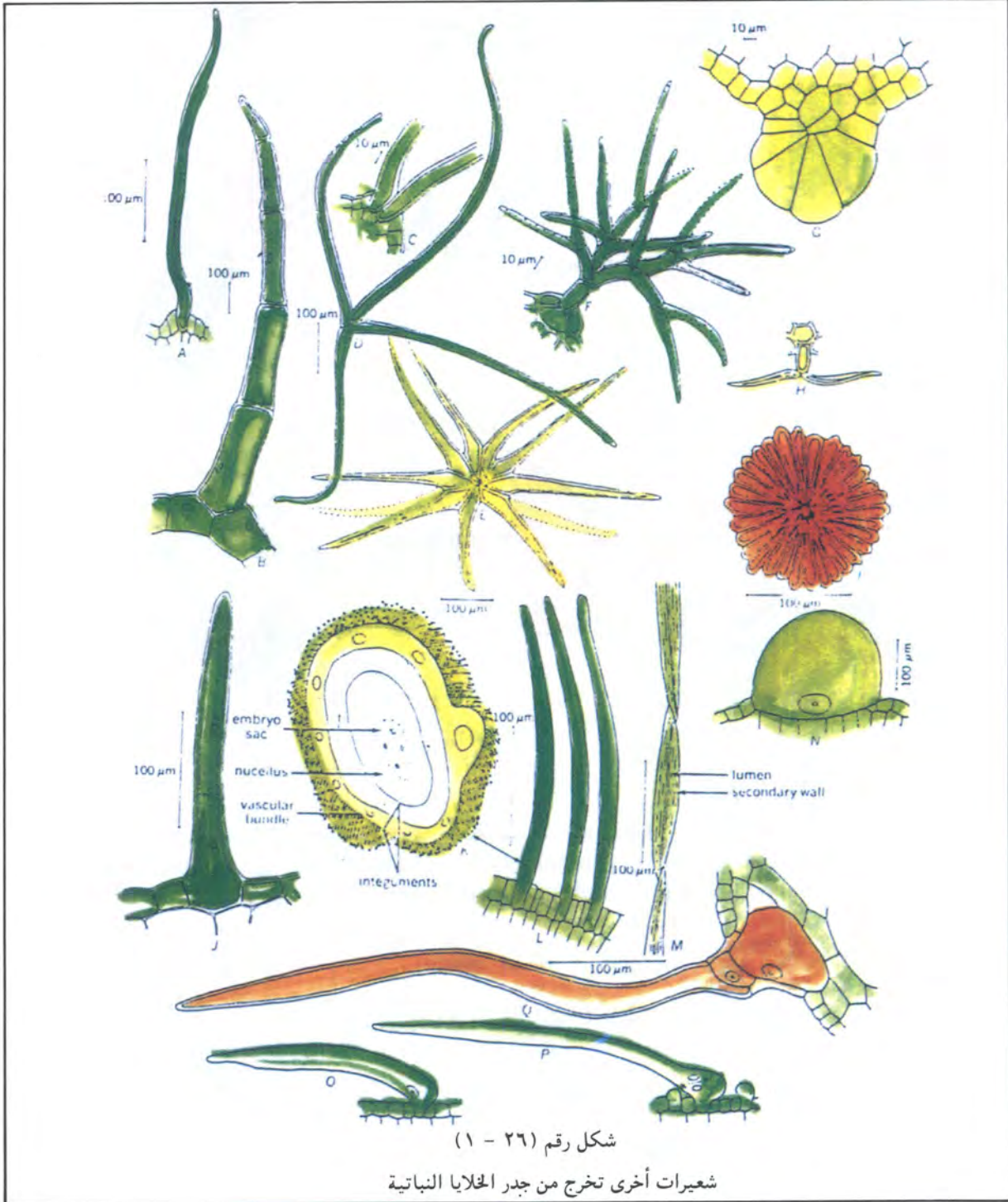
a. simple hair. *b.* branched hair. *c.* tufted hair. *d.* stellate hair. *e.* two-armed 'T-shaped' hair. *f.* vesiculate hair. *g.* glandular hair. *h.* stinging hair. *i.* glandular hair. *j.* hooked hair with cystolith. *k.* peltate hair. *l.* mucilage hair.

شكل رقم (٢٥ - ١)

أنواع مختلفة من الشعيرات الأدمية للنبات

نشاط (١-٦):

قم بفحص العديد من النباتات مستخدماً العدسة المكبرة لرؤية الشعيرات التي تغطي خلاياها من الخارج. كرر الفحص مع قطاعات منها باستخدام المجهر الضوئي المركب. صف ما شاهدته بعد رسمه.



ثالثاً: السيتوبلازم - Cytoplasm

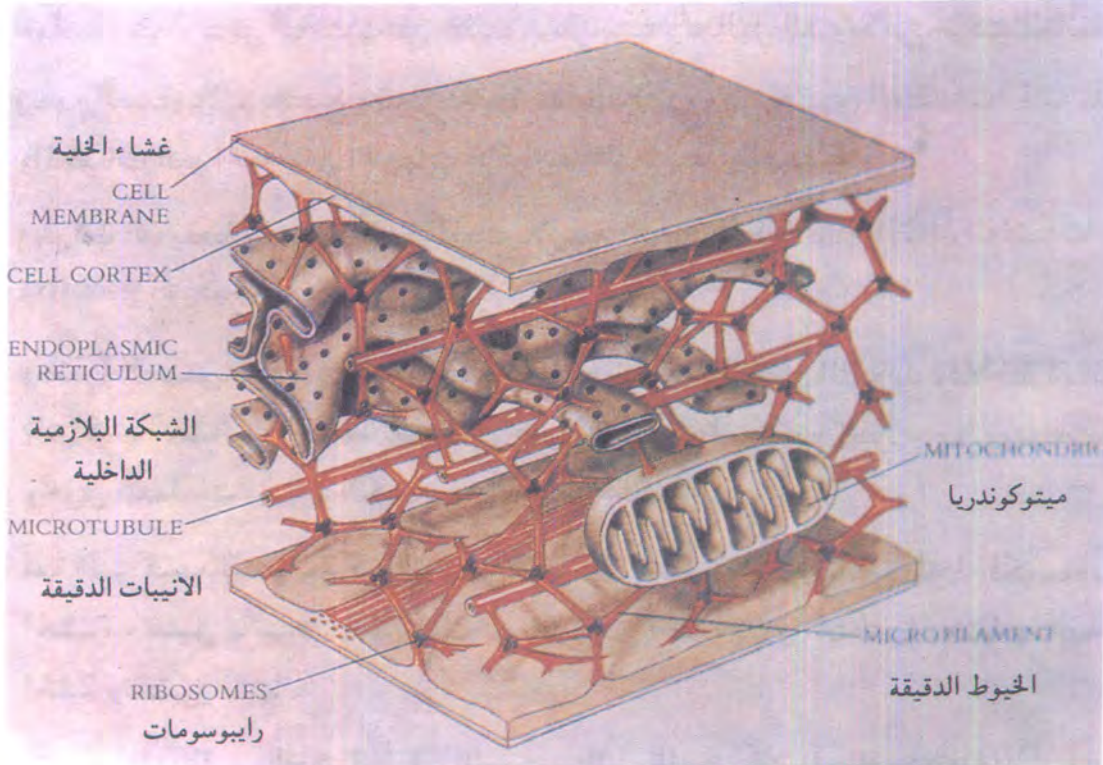
- السيتوبلازم مادة لزجة شبه سائلة، معقدة التركيب، تشبه زلال البيض، إلا أنها غير متجانسة نظراً لوجود العديد من المواد الصلبة فيها، والتي تعطيها شكلاً حبيبياً.
- والسيتوبلازم ليس مركباً أو مجموعة مركبات، بل هو نظام كيميائي معقد معجز في خواصه، حيث عجز الباحثون عن تقليده، وهو يشبه المحاليل الغروية في حركته الدائمة.
- ويقوم السيتوبلازم بجميع مظاهر الحياة عدا التكاثر، وهو يحتوي العضيات الحية للخلية والمكونات غير الحية مثل الحبيبات الإفرازية والتخزينية والصبغية.
- ويتركب السيتوبلازم من الحشوة السيتوبلازمية (Cytoplasmic matrix) والعضيات (Or-ganells) التركيبية.
- وحشوة السيتوبلازم هي المادة الأساسية المتجانسة الخالية من التبلور، وتملأ الفراغات بين التراكيب الغشائية المختلفة للخلية، وتحتوي الحشوة على كمية كبيرة من البروتينات والماء وتجري العمليات الحيوية الكيماوية داخل هذه الحشوة.
- أما التراكيب الغشائية في السيتوبلازم فهي ضرورية لعزل بعض المواد الكيماوية عن الحشوة وتقليل تأثيرها، فالأنزيمات لو تركت في الخلية بدون احاطتها بغشاء فإنها تحلل الخلية وتقضي عليها.
- وتسمى التراكيب الغشائية في السيتوبلازم بالعضيات (Organelles)^(١) وأهم هذه العضيات مايلي :

انظر -الأحياد - أحمد كباريتي وآخرون (ص ١٨).
- كتاب الخلية محمود حيارى (ص ٦١).
(١) تصغير عضو (Organ)

محتويات الخلية الداخلية^(١)

نشاط (٧-١):

افحص شرائح جاهزة للخلية، ولاحظ الجسيمات السيتوبلازمية داخل الخلية.



شكل رقم (٢٧ - ١)

ق. ع في الخلية حقيقية النواة يوضح تركيبها الداخلي
على الطالب ترجمة البيانات

تشتمل الكتلة البروتوبلازمية للخلية حقيقية النواة على جزئين رئيسيين هما النواة والسيتوبلازم. أما النواة فتحاط بغشاء رقيق هو الغشاء النووي (Nuclear Membrane) كما تحاط الخلية بأكملها بغشاء الخلية (Cell membrane)

١ - انظر المراجع التالية :-

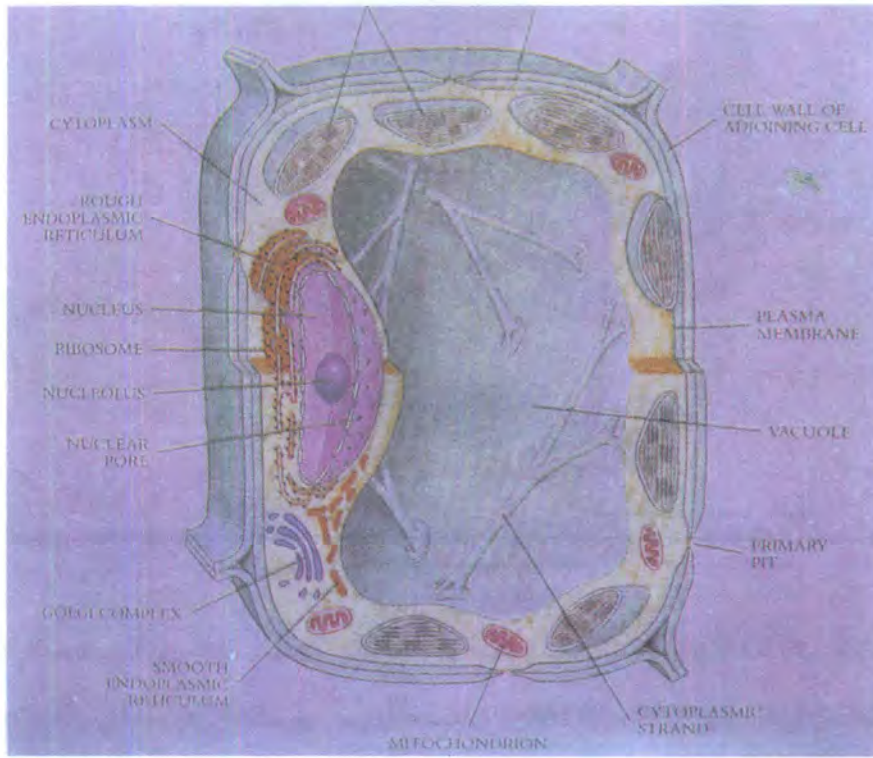
أ - أساسيات علم تشريح النبات، بدوى العانى وقصر نجيب (ص ٣٤)

ب - علم الحيوان، محمود البهاوى وآخرون (ص ٣٤)

ج - الخلية، محمود حياوى (ص ٦١ - ٦٢)

ومثل هذه الأغشية لاتعمل فقط على حماية الأجزاء الداخلية ولكنها تعمل أيضا على تنظيم تبادل المواد بين الخلية والنواة من جهة، وبين الخلية والوسط الخارجى المحيط بها من جهة أخرى. أما الساييتوبلازم (Cytoplasm) يتم فيه معظم عمل وتفاعلات الخلية، ويحتوى الساييتوبلازم على تراكيب حية تسمى بالعضيات السيتوبلازمية (Cytoplsmic Organelles) مختلفة الحجم والشكل تمثل مكونات معينة، لها وظائف محددة تختلف من عضى الى آخر.

- وتشتمل الأغشية السيتوبلازمية (Cytoplasmic memberanes) على الشبكة البلازمية الداخلية (Endoplasmic reticulum)، والميتوكوندريا (Mitochondrria)، والرايبوسومات (Ribosomes)، الدكيتوزومات (Dictyosomes)، وفجوات عسارية (Sap. Vacuoles)، والليسوسومات (Lysosomes)، والجسيمات الدقيقة (Micro bodies)، والانبيات الدقيقة (MicroTubules)، والخيوط الدقيقة (Micro Filaments).



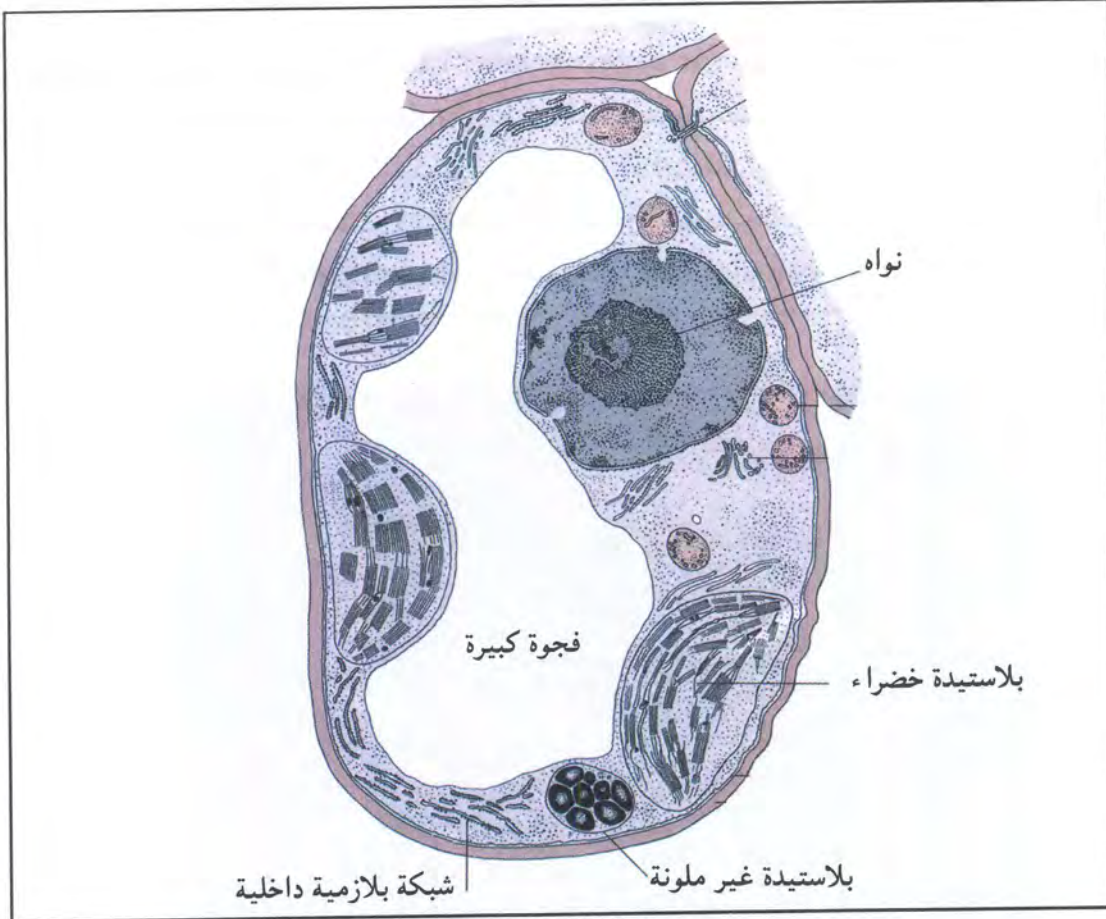
Nucleus نويه - R. reticulum الشبكة البلازمية الخشنة - cytoplasm سيتوبلازم
 chloroplast بلاستيده خضراء - cell wall جدار الخلية - Cell membrane الغشاء البلازمى - vacule
 فجوة - primary pitt نقرة أوليه - cytoplasmic strand خيوط سيتوبلازمية - smooth endoplasmic reticulum
 الشبكة البلازمية الداخلية الناعمة - Nuclear pore ثقب نووي

شكل رقم (٢٨ - ١)

الخلية النباتية Plant cell

- وهذه الجسيمات توجد في الخلية الحيوانية والخلية النباتية، بالإضافة إلى ذلك تمتاز الخلية الحيوانية بوجود الجسم المركزي (السنترسوم) (Centrosome).

- أما الخلية النباتية فتمتاز بوجود البلاستيدات الخضراء (Chloroplasts)^(١)



خلية نباتية نموذجية

شكل رقم (٢٩ - ١)

- ويظهر السيتوبلازم تحت المجهر كمادة هلامية نصف سائلة شفافة أكثر كثافة ولزوجة من الماء، ويكون الماء في كثير من الأحيان (٨٥ - ٩٠٪) من الوزن الطري للخلايا. وتقل هذه النسبة إلى أقل من هذا بكثير في الانسجة الكامنة، كالحال في البذور الجافة حيث تنخفض نسبة الماء إلى (١٠ - ١٥٪) من الوزن الطري.

(١) البيولوجيا، أريتشاردوم. جولدزبي (ص ٧٨، ٧٩)

(١) - هذا فيما يخص المحتويات الداخلية

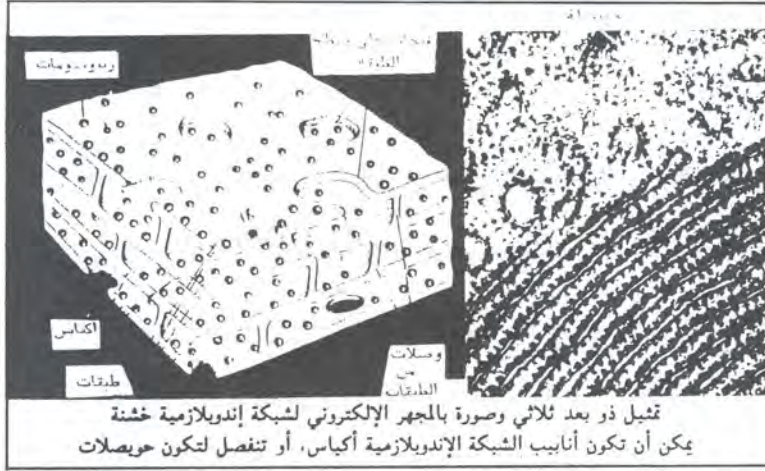
- أما التراكيب غير الحية فهي مواد عضوية وغير عضوية، تكون على هيئة محاليل حقيقية أو محاليل غروية وتمثل الجليكوجين والنشا و الحبيبات الدهنية والقطرات الزيتية وبعض المواد الأخرى كالصبغات والمواد الإفرازية والنواتج الإخراجية وغيرها.
- وتعتبر الخاصية الغروية من أهم ما يساعد على قيام العمليات الحيوية داخل الخلية ولاسيما الأنزيمية منها.
- ولقد أجريت دراسات مختلفة على السيتوبلازم لغرض تعرف خواصه المختلفة، واستخدمت في ذلك طرائق مختلفة من بينها مجهر الأشعة فوق البنفسجية والمجهر الإلكتروني وغير ذلك من أدوات البحث الخلوي، وكلها تشير إلى أن السيتوبلازم عبارة عن شبكة بروتينية قابلة للتغير باستمرار، وتكون مطمورة في المحلول المائي للسيتوبلازم، وهذه الشبكات هي عبارة عن سلاسل طويلة من نوع متعدد الببتيدات (Polypeptides) وارتباط هذه السلاسل يكون الشبكة البروتينية والتي تسمى بالشبكة البلازمية الداخلية (Endoplas- mic Reticelum). مما يدل على التغير المستمر للسيتوبلازم، كما يلاحظ في حالات كثيرة سيولة السيتوبلازم (Cytoplasmic Streaming).

نشاط (١-٨):

«تمتاز الخلية حقيقة النواة بمحتويات داخلية تختلف في التركيب والوظيفة عن الخلية أولية النواة». اكتب مقالا علميا عن هذه المحتويات وأوجه الشبه والاختلاف ما بين كل منها.

رابعاً: العضيات السيتوبلازمية Cytoplasmic Organelles

١ - الشبكة البلازمية الداخلية Endoplasmic Reticulum^(١) :



شكل رقم (٣٠ - ١)

وتسمى هذه التجاويف بالأكياس (Cisternae) وهي انبوية الشكل او غير منتظمة.

إلا أنها تظهر عادة كمجموعة تجاويف منفصلة مستديرة الشكل أو بيضاوية أو ممدودة تحت المجهر الإلكتروني، وواقع الأمر أن هذه التجاويف التي تبدو منفصلة عن بعضها البعض تكون شبكة بلازمية داخلية متصلة داخل الخلية.

- ويمتد الهيكل الشبكي داخل الخلايا الحية من الغشاء البلازمي الخارجي المبطن لجدار الخلية حتى الغشاء النووي. وتعمل هذه الشبكة كنظام اتصال أنبوبي تنتقل من خلاله الجزئيات بين أجزاء الخلية، بل يمتد عملها إلى النقل بين الخلايا المتجاورة في النسيج الواحد.

(١) انظر المراجع التالية :-

- علم الحيوان، محمود البنهاوى وآخرون (ص ٣٧).
- البيولوجيا، أرتيشاردم «جولدزبي» (ص ٨٥).
- النبات العام، مصطفى عبدالعزيز وآخرون (ص ١٢٩)
- علم الحيوان، محمود البنهاوى وآخرون (ص ٣٧ - ٣٨)
- Essentials of Human Anatomy and physiology by John. W -

- وقد تحمل الشبكة البلازمية الداخلية حبيبات صغيرة غير محدودة العدد تعرف بالرايبوسومات (Ribosomes) فتسمى بالشبكة البلازمية الداخلية الخشنة (Rough endoplasmic reticulum) وبعضها لا يحتوي على الرايبوسومات وتسمى بالشبكة البلازمية الداخلية الناعمة (Smooth endoplasmic reticulum) والتي يقتصر وجودها على أنواع قليلة من الخلايا، مثل الخلايا الصبغية الطلائية لشبكة العين والخلايا العضلية الإرادية، ويبدو أن الشبكة تقوم بدور حي في مثل هذه الخلايا.

- وتحتوي الشبكة البلازمية الداخلية الناعمة على أنزيمات تدخل في صناعة الجزيئات الدهنية المختلفة وهرمونات معينة.

نشاط (١-٩):

مستخدماً مصادر التعلم بالمدرسة، ابحث عن سبب غياب الشبكة البلازمية الداخلية في كرات الدم الحمراء

أماكن تواجد الشبكة البلازمية الداخلية :-

وجد الشبكة البلازمية الداخلية في خلايا جميع الكائنات الحية فيما عدا البكتيريا والطحالب الخضراء المزرق، والطحالب الحمراء وكرات الدم في الحيوان^(١).

التركيب الكيميائي للشبكة البلازمية الداخلية:



تتكون أغشية الشبكة البلازمية الداخلية من مواد دهنية وبروتينية متحدة مع بعضها البعض فيما يسمى الليبوبروتينية^(٢) (lipoprotein).

(١) أساسيات علم تشريح النبات، بدوى عويد العاني، ود. قيصر نجيب صالح (ص ١)

(٢) علم الحيوان، محمود البنهاوى وآخرون (ص ٣٨)

وظيفة الشبكة البلازمية الداخلية :-

تلعب الشبكة البلازمية الداخلية وبخاصة الخشنة منها دورا هاما في عملية تخليق البروتينات وتكوين الإفرازات في الخلية، وذلك باستخدام الأحماض الأمينية المختلفة الموجودة في الخلية.

- ويتضح هذا من وجود حبيبات مولدات الإنزيم (Zymogen) (المادة الخام التي تقوم بتخليق الأنزيمات) داخل تجويف الشبكة البلازمية الداخلية .

- وهناك وظيفة أخرى محتملة للشبكة البلازمية، وهي أن تجاوبها قد تعمل كمرات يتم خلالها نقل مختلف المواد بين الأجزاء السيتوبلازمية المختلفة، ومن النواة إلى خارج الخلية، أو من خارج الخلية إلى السيتوبلازم أو حتى إلى النواة مباشرة.

نشاط (١-١٠):

نفذ مجسمات للعضيات الخلوية السابقة في ورشة النجارة بالمدرسة أو أقرب مدرسة بها ورشة نجارة وذلك بالتعاون مع زملائك.

العلاقة بين الشبكة البلازمية الداخلية وغشائي النواة والخلية^(١)

نشاط (١-١١):

توجد علاقة تربط بين أغشية الجسيمات السيتوبلازمية داخل الخلية إبحث عن نوع هذه العلاقة، ثم ناقش ماتوصلت إليه مع زملائك.

الشبكة البلازمية الداخلية وثيقة الصلة بغشاء النواة الذي يتكون في الواقع من غشاءين داخلي وخارجي، يتصل الخارجي منهما بأغشية الشبكة البلازمية الداخلية.

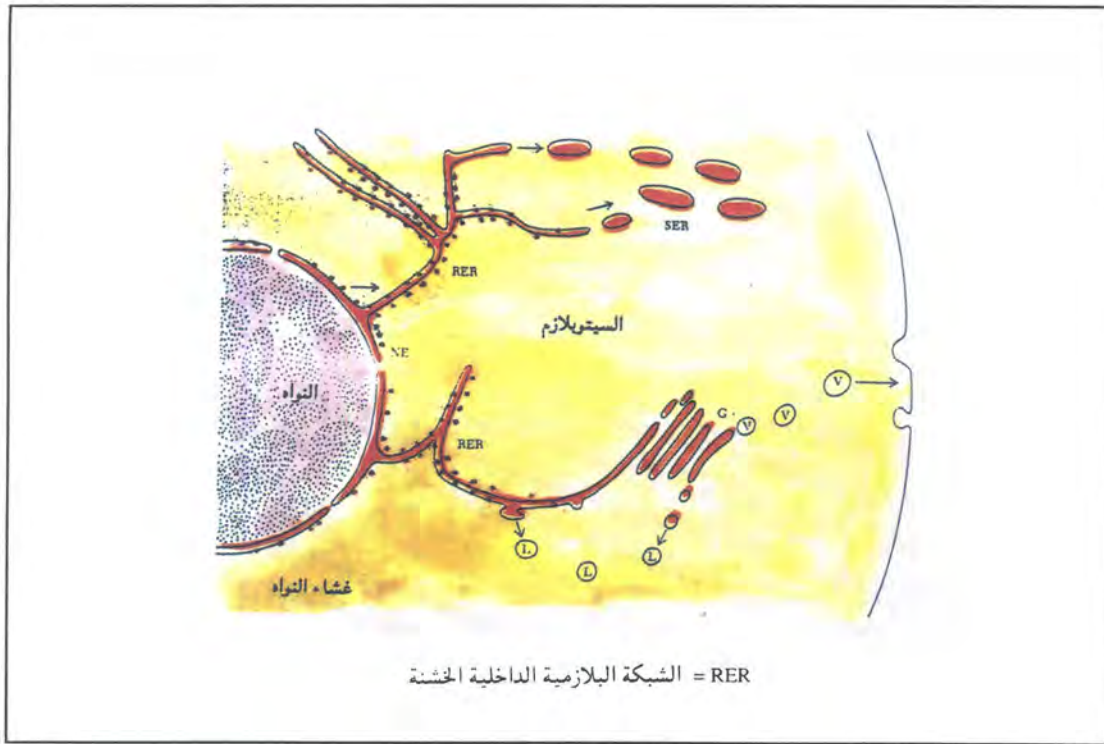
(١) عن كتاب : Essentials of Human Anatomy and Physiology

علم الحيوان، محمود البنهاوي وآخرون (ص ٣٨)

- وقد أعتبر بورتري في عام (١٩٦٠م) أن غلاف النواة يمثل الجزء الأساسي من الشبكة البلازمية الداخلية، وأن الأجزاء الأخرى من هذه الشبكة ماهي إلا امتدادات للغشاء النووي.

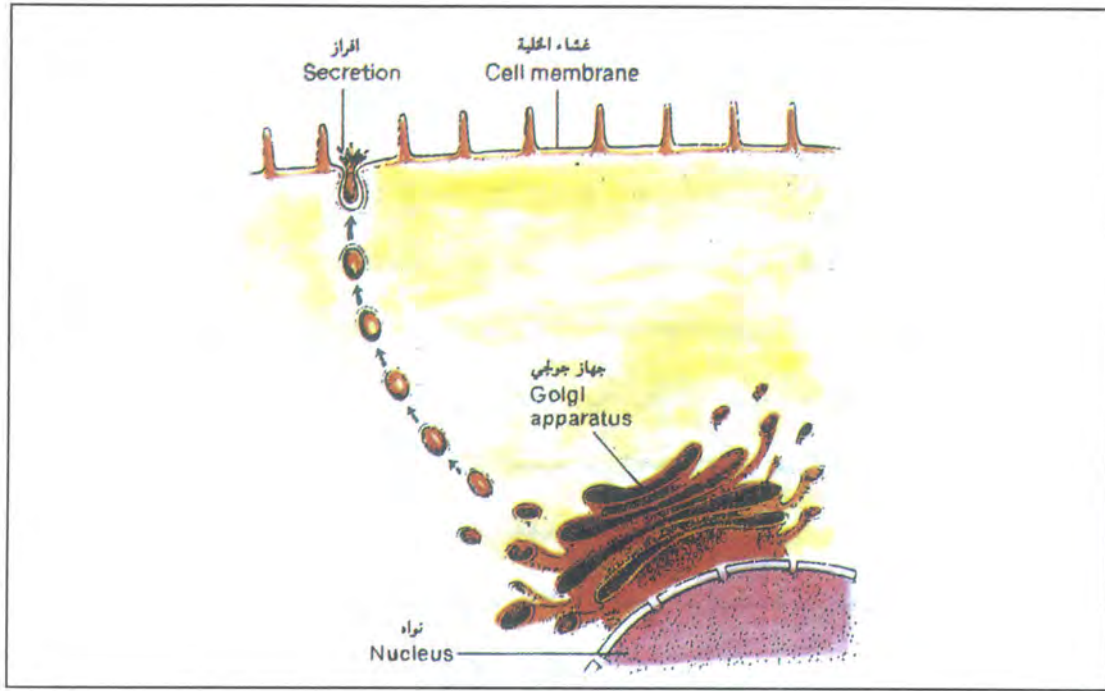
- ويستند هذا الرأي على وجود شبكة بلازمية داخلية في خلايا الدم الحمراء الصغيرة المتكونة حين تكون بها أنوية، واختفاء الشبكة في نفس خلايا الدم الحمراء عندما يكتمل تكوينها وتفقد أنويتها. وتتصل الشبكة البلازمية الداخلية في معظم الخلايا بغشاء الخلية وتصل بينه وبين النواة، كما تتصل أيضا الشبكة البلازمية الداخلية، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بأغشية الجسيمات الأخرى بالخلية حيث تنتقل خلالها المواد المختلفة من أماكن تخليقها إلى أماكن استخدامها أو إخراجها بالخلية.

- والشبكة البلازمية تكون نظاما ديناميكيا متزنا داخل الخلية مما يجعلها متميزة في أماكن معينة أوفي أوقات معينة بحسب الحاجة إليها بالخلية^(١).



شكل رقم (٣٢ - ١)

(1) Essentials of Human Anatomy and Physiology by Jhon W, Hole, jr (page 38)
Essentials of Human Anatomy and Physiology by john w, Hole, jr (page 38)
The Cell, carl B. Fwanfon (page 118 - 120)



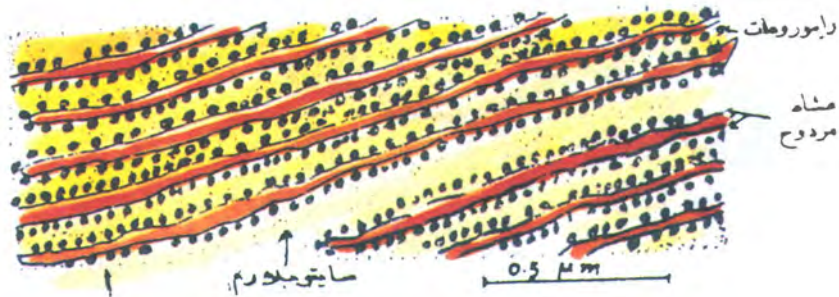
شكل رقم (٣٣ - ١)

العلاقة بين غشاء الخلية وبعض العضيات الداخلية

٢ - الريبوسومات Ribosomes^(١) :

نشاط (١ - ١١ ب) :

تلعب الريبوسومات دورا رئيسيا داخل خلية الكائن الحي، ابحث عن هذا الدور، وذلك بالرجوع إلى المكتبة المدرسية ومصادر التعلم.



الشبكة البلازمية الداخلية والرايبوسومات

شكل رقم (٣٤ - ١)

(١) أساسيات علم النبات، بدوى عويد العاني، قيصر نجيب صالح (ص ٣٦)
- الخلية، محمود حياوي (ص ٦٣)

لوحظ قبل استعمال المجهر الإلكتروني أن السيتوبلازم يحتوي على مواد تأخذ صبغة قاعدية تجعلها تشابه المادة الصبغية النووية، وبعد التحري وجد أنها ليست حامض الدنا (DNA) ولكن تحتوي على الحامض الرايبوازي الرنا (RNA).

- وتظهر هذه الأجسام صغير كروية أو مضلعة الشكل قطرها (١٥٠ - ٢٥٠) انجستروم وتتكون من وحدات عبارة عن جزئيات (RNA) الرسول المتحد مع البروتين، هذه الوحدات تتكون في النوية، ثم تخرج إلى السيتوبلازم حيث تصبح مواضع لتكوين البروتينات في الخلية وعليها تربط الأحماض الأمينية مع بعضها البعض لتكون سلسلة جزئ البروتين .

- عدد الأجسام الرايبوسومية الموجودة في الخلية يعطي فكرة عن مدى إتساع نطاق عملية تكون البروتينات كما هو الحال في الخلايا التي تنمو بسرعة كالخلايا الجنينية والسرطانية .

- وتكون الأجسام الرايبوسومية في الخلية على حالتين :-

- ١- طليقة أو منتشرة في السائل السيتوبلازمي .
- ٢- ملتصقة على سطوح الأغشية السيتوبلازمية التي تحيط بالتراكيب الموجودة في السيتوبلازم من حوصلات وتجاويف وقنوات وخاصة التي تدعى الشبكة البلازمية الداخلية .

الأجسام الرايبوسومية الطليقة (Free Ribosomes) :

وهي الأجسام الرايبوسومية التي لا تتصل بالأغشية السيتوبلازمية، وهذه معنية بتكوين بروتينات السائل السيتوبلازمي، أي البروتين الذي لا يدخل في ضمن التراكيب الخاصة (العضيات السيتوبلازمية)، وتنشط الريبوزومات الطليقة في حالات كثيرة أهمها :

١- تكوين الأنزيمات الموجودة في السيتوبلازم، إذ أن هذه البروتينات معرضة للهدم والتفكك فيجب تعويضها باستمرار .

٢- عندما تنمو أو تتكاثر الخلية فتحتاج إلى تكوين كمية كبيرة من السائل السيتوبلازمي، لذا فإن الأجسام الرايبوسومية الطليقة تكون موجودة بكثرة في الخلايا السرطانية .

٣- تكثر الأجسام الرايبوسومية الطليقة في مراحل معينة من مراحل تكوين وتطور الخلايا التي في طريقها إلى التمايز والنضج، كما تلاحظ في الخلايا المولدة لكرات الدم الحمراء، حيث تقوم هذه الأجسام بتركيب مادة البروتين الموجودة في الهيموجلوبين .

الخلية، محمود حياوي (ص ٦٣ - ٦٤)

(١) علم الحيوان، محمود البنهاوي وآخرون (ص ٤٢).

- The Cell carl B. Fwanfon (Page 212 - 122)

إن المعلومات تؤكد أن الأجسام الريبوسومية غير متخصصة لتكوين بروتين معين. فإذا كانت في وقت معين تكون بروتينا محددًا فإنه يمكنها أن تعمل في تكوين بروتين من نوع آخر في خلية أخرى، وحتى إذا كان البروتين من غير المعتاد في الخلية الأصلية، كما هو الحال عندما تصاب الخلية بغزو فيروسي .

٣ - جهاز جولجي Golgi apparatus: (١)

اكتشف هذا التركيب الخلوي الباحث كاميلو جولجي (Cammillo Golgi) عام (١٨٩٨م) في الخلايا العصبية للقطط وبعض الطيور. وقد أمكن التحقق فيما بعد من وجود هذا التركيب في أنواع عديدة من الخلايا الحيوانية، وأطلق عليه اسم جهاز جولجي (Golgi apparatus)، وتوجد في الوقت الحالي عدة دلالات على وجود جهاز جولجي في الخلايا النباتية .

تركيب جهاز جولجي :

يبدو جهاز جولجي تحت المجهر الإلكتروني بالقرب من النواة، وهو عبارة عن تراكيب غشائية تسمى الدكتيوسوم (Dictyosomes) تتألف من عدد من الأغشية على هيئة أكياس مفلطحة مستديرة الشكل تكون هذا الأغشية مجوفة محاطة بغشاء يشبه أغشية الشبكة البلازمية الداخلية، وتبدو الأغشية هلالية الشكل وتعطى الأغشية المفلطحة حويصلات تأخذ من الانفصال عن الدكتوسومات بعد التكون وتنطلق إلى السيتوبلازم، وتختلف هذه الحويصلات في عددها وشكلها تبعاً لنشاط الخلية، وتكون أغشية الدكتيوسوم عادة متصلة بأغشية الشبكة البلازمية الداخلية .

التركيب الكيميائي لجهاز جولجي :

تتكون أغشية الدكتيوسومات من الليبوبروتينات (Lipoproteins) ، وهي مركبات تتكون من البروتينات والفوسفوليبيدات بكميات متساوية، وتعتبر الدكتيوسومات فقيرة في الإنزيمات. الحويصلات تحتوي على بروتينات وجلوكوسيدات، وتحتوي في النبات على كربوهيدرات متنوعة عديدة السكر وعلى أصباغ وراتنجات .

الخلية ، محمود حياوي (ص ٦٣ - ٦٤)

(١) علم الحيوان ، محمود البنهاوي وآخرون (ص ٤٢)

-The Cell, carl B. Fwanfon (Page 121 - 122)

وظيفة جهاز جولجي :

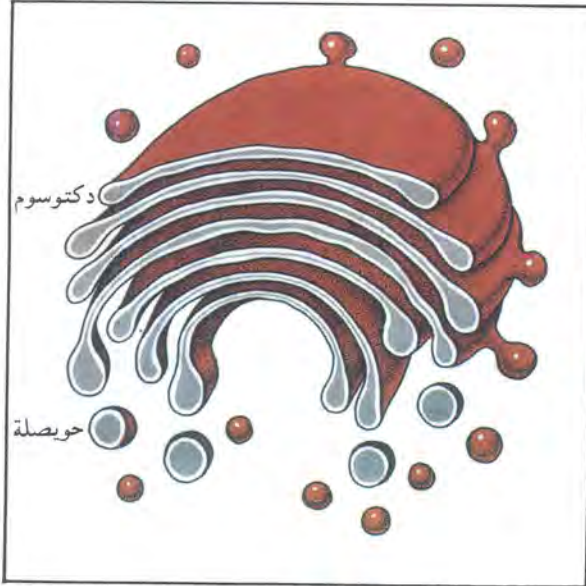
يقوم جهاز جولجي بدور هام في تكوين المواد الإفرازية، ويقوم بنقل بعض المواد مثل : البروتين والسكريات العديدة (Polysaccharides) خارج الخلية، وفي بعض الأحيان يتم تكوين هذه المواد داخل جهاز جولجي.

ويقوم بإفراز الزيموجين (zymogen) الذي تتكون منه الإنزيمات، وإفراز الصفراء والمواد المخاطية والهرمونات وفيتامين ج.

ويلاحظ تراكم كل من أنزيمي الفوسفاتيز الحمضي والقلوي في المنطقة التي يحتلها جهاز جولجي في الخلايا الطلائية. مما يشير إلى أنه وثيق الصلة بتكوين هذان الأنزيمان.

- ومن المعتقد أن أجسام جولجي ترتبط بتكوين الصفيحة الخلية (Cell Plate) عند انقسام الخلية (الانقسام الميتوزي) تخرج الأوعية التي يتم تكوينها في جهاز جولجي وتتجه ناحية المنطقة التي يتم فيها تكوين الجدار الخلوى الجديد، وبعد ذلك تتداخل هذه الأوعية مع بعضها البعض. ونتيجة لهذا التداخل يتم تكوين غلافين من الأغشية، تكون هذه الأوعية فيما بينها، ويصبح هذا الغشاء فيما بعد الغشاء البلازمي للخلية الجديدة.

أماكن تواجد جهاز جولجي :



شكل (٣٥ - ٣١)
جهاز جولجي

يوجد جهاز جولجي في الأنواع المختلفة من خلايا الفقاريات واللافقاريات والخلايا النباتية، حيث يوجد بوفرة في الخلايا ذات النشاط الإفرازي مثل خلايا الأجزاء القنوية من البنكرياس، وفي الخلايا العصبية، والخلايا الطلائية للأمعاء. ويوجد في جميع النباتات الوعائية والحزازيات والطحالب والفطريات، ولا يوجد في الطحالب الخضراء المزرقمة والبكتريا.

علل: لا يوجد جهاز جولجي في بدائيات النواة.

انظر المراجع التالية :

- علم الحيوان، محمود البنهاوى وآخرون (ص ٤٣).
- أساسيات علم تشريح النبات، بدوى عويد العاني، قيصر نجيب صالح (ص ٣٨)
- النبات العام، مصطفى عبدالعزيز وآخرون (ص ١٤٣).

نشاط (١ - ١٢) :

قم بتصميم مجسم توضح فيه تركيب جهاز جولجي.

٤ - الميتوكوندريا Mitochondria: (١)

نشاط (١ - ١٣) :

قم بعمل مجسم توضح فيه التركيب الدقيق للميتوكوندريا، بعد الاطلاع على تركيبها في المراجع العلمية.

كلمة ميتوكوندريا (Mitochondion) كلمة إغريقية مكونة من مقطعين، المقطع الأول (Mi- tos) يعنى خيط، والمقطع الثانى (Chondros) يعنى حبة، أي الخيط المحبب. ويعرف أحيانا باسم الكونديوسومات (Chondriosomes).

- والميتوكوندريا عضيات خلوية توجد في جميع أنواع الكائنات، ابتداءً من أبسط الأشكال وحيدة الخلية مثل الأميبا إلى أكثر الأشكال الحيوانية والنباتية تعقيدا.

- وقد وصف فلمنج (Flemming) الميتوكوندريا لأول مرة عام (١٨٨٢م)، وأسماها الخيوط أو (فيلا) وعاد ألتمان (Altmann) ووصفها عام (١٨٩٠م) ولكنه أطلق عليها اسم (بيوبلاستات) أي الأجسام الحية، ويعتبر بندا (Benda) أول من استعمل كلمة ميتوكوندريا للدلالة على هذه الأجسام عام (١٨٩٧م).

- وتكون هذه العضيات أصغر حجما من البلاستيدات إذ أن حجمها يماثل أحجام الخلايا البكتيرية أولية الأنوية، وتتراوح أقطارها ما بين ٠,٥ - ١,٥ ميكرون. وهى أكثر لزوجة وأعمق لونا من السيتوبلازم، ويمكن ملاحظة الميتوكوندريا بوضوح في الخلايا الحية وذلك بعد صبغها بالصبغة الحيوية جانس الأخضر (Janus green).

(١) النبات العام، د. مصطفى عبدالعزيز وآخرون (ص ١٣٥).

- علم الحيوان، د. محمود أحمد البنهاوى وآخرون ص (٤٣).

- أساسيات علم تشريح النبات، د. بدوى العانى ود. قيصر نجيب صالح (ص ٣٦).



Crista - الحشوة Matrix - الغشاء الداخلي Inner membrane - الغشاء الخارجي outer membrane
 أعراف أو رشراشات - ميتوكوندرية Mitochondria
 شكل رقم (٣٥ - ١)

تركيب الميتوكوندرية^(١):

يشبه تركيب الميتوكوندرية بشكل عام حقيبة غشائية صغيرة، محاطة بحقيبة أكبر، تثبت بشكل أنيق وطويث بحيث تناسب ذلك. وتظهر الميتوكوندرية في صور المجهر الألكتروني في الخلايا النباتية على هيئة أكياس يحيط بكل منها غشاءان رقيقان. الخارجي منها مستوي، وتوجد الثنيات أو الطيات بالغشاء الداخلي الذي يمتد إلى الداخل في تجويف مكونا عددا من الحواجز يطلق عليها الأعراف أو الرشراشات (Cristae)، وتقسم هذه الحواجز التجويف الداخلي للميتوكوندرية تقسيما غير تام إلى عدد من الحجرات الصغيرة، ويختلف شكل الحواجز الداخلية، فهي قد تكون صفيحية، وقد تكون أنبوبية، ويدعى الحيز بين الغشائين الداخلي والخارجي بالحيز بين الغشائين. أما المنطقة السائلة المحاطة بالغشاء الداخلي فتدعى بالحشوة (Matrix)، وتحتوي على حبيبات وبعض الأنزيمات المستعملة في نشاطات تكوين الطاقة في الميتوكوندرية وجزئيات الدنا (DNA) (وهذا يعطي تفسير لاستقلالية هذا العضي عن النواة).

(1) - The Cell, Carl B. Fwanfon (Page 113).

- لقد كانت أغشية الميتوكوندريا الشبيهة بالغشاء البلازمي مدارا لدراسة مستفيضة. وقد استطاع الباحثون سلخ الغشاء الخارجى وتفكيك الغشاء الداخلى عن طريق إزالة المكونات البروتينية أو الدهنية واحدا تلو الآخر.

- وتظهر هذه العملية أية وظائف يفقدها الغشاء عند إزالة مكون ما، وبهذا يمكن معرفة العناصر النشيطة في الغشاء^(١).

ولقد أظهرت معظم الدراسات أن أغشية الميتوكوندريا متكيفة بشكل دقيق مع وظائفها الكيميائية، فمثلا : يعتبر الغشاء الداخلى أكثر تميز للمواد التي تمرن خلاله بالمقارنة بالغشاء الخارجى وكذلك فإن معظم الأنزيمات التى تشترك في نشاطات الميتوكوندريا الكيميائية متداخلة في الغشاء الداخلى.

التركيب الكيميائى للميتوكوندريا :

تتكون الميتوكوندريا أساسا من الدهون والبروتينات، بالإضافة إلى بعض المواد العضوية الأخرى والأملاح والفيتامينات. وقد لوحظ حديثا وجود جزيئات دقيقة من حامض الدنا (DNA) خاصة بالميتوكوندريا كما يوجد حمض الرنا (RNA)، وبعض الأجسام الرايبوزية والخمائر المتعلقة بتكوين الرنا (RNA) وتحفيز الأحماض الأمينية، أى أنها تمتلك العدة لتكوين البروتينات. كما تحتوى الميتوكوندريا على الإنزيمات التنفسية في الخلية، مثل مجموعة أنزيمات السيتوكروم والإنزيم نازع الهيدروجين السكسيني (Succinic dehydrogenase).

(١) ارجع للمراجع التالية :

- علم الحيوان، محمود البنهاوى وآخرون (ص ٤٣)
- أساسيات علم تشريح النبات، بدوى العانى و د. قيصر نجيب صالح (ص ٣٦)
- الخلية، محمود حياوى (ص ٧٩).
- البيولوجيا، أريتشاردم. جولد زبى (ص ٩٣).
- الخلية، محمود حياوى (ص ٨٤).
- علم الحيوان، محمود أحمد البنهاوى وآخرون (ص ٤٦ - ٤٧).
- أساسيات علم تشريح النبات، بدوى العانى، د. قيصر نجيب صالح (٣٦ - ٣٧).

نشاط (١-١٤):

بالتعاون مع زملائك قم بتصميم نموذج يوضح تركيب الميتوكوندريا، واعرضه وفي مختبر الأحياء.

وظيفة الميتوكوندريا :

هل سألت نفسك يوما ما مصادر الطاقة بالخلية؟

إن الوظيفة الأساسية للميتوكوندريا هو تزويد الخلية بالطاقة، ولذا يطلق عليها كثير من الأحيان مولدات الطاقة، فالخلية تحصل على الطاقة من أكسدة المواد الغذائية بعد تحويلها إلى سكر، وهذه المواد تمتص من الوسط المحيط، وتجري عملية تحليل السكر تدريجياً وعلى خطوات في السيتوبلازم أولاً وبدون الحاجة إلى وجود الأكسجين، يتحول إلى حمض البيروفيك (Pyruvic Acid)^(١)

ونتيجة لهذه الخطوات التحليلية تتكون جزيئات قليلة من مادة أدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) وينطلق جزء قليل من الطاقة، وفي داخل الميتوكوندريا تكتمل عملية التحليل الكيميائي للمركبات الناتجة من التحلل الأول ولكن في وجود الأكسجين، وتعرف هذه المرحلة (كما سبق أن تعلمت)^(١) بالتنفس الخلوي (Cell Respiration)، فعلى سطوح الأعراف تنتظم خمائر دورة كريس (Krebs Cycle) والأنزيمات المتعلقة بالأحماض الأمينية، وخلال عملية التحلل تتحرر أيونات الهيدروجين. وفي نهاية السلسلة التفاعلية تتحد مع بروتونات من الأكسجين لتكون الماء.

- أما الطاقة الناتجة من انتقال الإلكترونات فتستخدم في مواضع عديدة من سلسلة التفاعلات لعملية الفسفرة حيث يتحول أدينوزين ثنائي الفوسفات (ADP) في وجود الفسفورالطليق إلى الأدينوزين ثلاثي فوسفات (ATP).

- والمهم في التفاعلات الجارية بداخل الميتوكوندريا هو إقتران عمليتي الأكسدة والفسفرة وبالتالي تخزين الطاقة كيميائياً في جزيئات (ATP)، فإذا لم تقترن الأكسدة بالفسفرة فإن الطاقة المتحررة من عملية التفاعلات تكون على شكل حرارة، كما يحصل عند التسمم بمادة ثنائي نيتروفينول (Dinitro phenol) DNP

١ - سبق لك دراسة عملية التنفس الهوائي واللاهوائي وتحلل المواد المولدة للطاقة في مقرر الأبييض والاتزان.

- إن انتظام عمل الميتوكوندريا يسيطر عليه عوامل كثيرة، ومن هذه العوامل نفاذية غلاف الميتوكوندريا، وتغير هذه النفاذية، والكمية المتوفرة من مادة (ADP) والفوسفات، والفعل المثبط العكسي لنواتج سلسلة حامض الليمونيك (Citric acid)

كما أن هناك هرمونات تؤثر مباشرة على تفاعلات الميتوكوندريا كهرمون الغدة الدرقية.

نشاط (١-١٥):

تحتاج وظائف الميتوكوندريا إلى مزيد من الدراسة والبحث بالتعاون مع زملائك قم ببحث هذا الموضوع.

أماكن تواجد الميتوكوندريا^(١):

نشاط (١-١٦):

ارجع إلى مراجع المكتبة المدرسية، واكتب مقالا عن أماكن تواجد الميتوكوندريا.

توجد الميتوكوندريا. في كافة الخلايا التي تحتاج إلى الأكسجين في حياتها : في النباتات والحيوانات وبعض الأحياء المجهرية كالأميبا. وتوجد في الخلايا الإنسانية باستثناء الخلايا الدموية الحمراء. وتكثر بصفة عامة في الخلايا الأكثر تخصصاً، مثل خلايا الكبد وخلايا الكلية عنها في الخلايا الأقل تخصصاً أو الأقل نشاطاً، ومثل خلايا الغدة التيموسية.

- وتوجد الميتوكوندريا في معظم الحالات موزعة توزيعاً منتظماً متجانساً في المادة السيتوبلازمية، وفي أنواع معينة من الخلايا. ويقتصر وجودها على مناطق سيتوبلازمية محددة في معظم الخلايا حيث تتركز الميتوكوندريا دائماً في الخلايا التي لها دور دائم في عمليات تكون الطاقة، فمثلاً تكثر في خلايا الكلية، بحيث توجد الميتوكوندريا في الأجزاء القاعدية من الخلايا فقط. وبذا تكون قريبة من الشعيرات الدموية التي تغذي هذه الخلايا. كما توجد بكثرة بين دخول الليفات التقلصية في الخلايا العضلية وخاصة عضلة القلب حيث تكون مكدسة بين الليفات، كما توجد قرب الأهداب المتحركة في الخلايا الطلائية وبعض أنواع الأحياء وحيدة الخلية.

الخلية، محمود حياوى (ص ٨٢ - ٨٣).

(١) - علم الحيوان - د. محمود البنهاوي وآخرون (ص ٤٦)

- البيولوجيا، أريتشاردم جولد زيني (ص ٩١)

- الخلية، محمود حياوى (ص ٨٣ - ٨٤)

- كما توجد في القنوات الإفرازية للغدد اللعابية، حيث تكون هذه الخلايا متخصصة بشكل عال في نقل وتبادل الأيونات، وتكثر أيضا الميتوكوندريا في نهاية الأعصاب بمنطقة الاشتباك العصبى. وقرب الشبكة البروتوبلازمية للمساء في خلايا المعدة المتخصصة في تكوين حامض الهيدروكلوريك (HCL) وقرب الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة في خلايا الكبد والبنكرياس، بينما لا توجد في البكتريا.

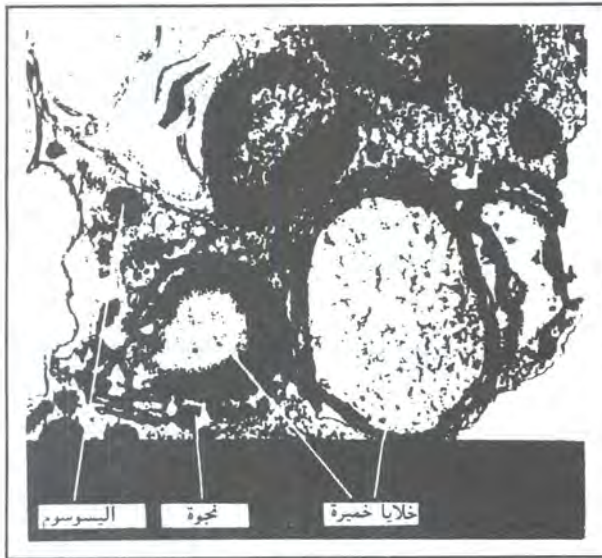
٥ - الليسوسومات Lysosomes (١)

ماذا تعرف عن الليسوسوم؟

نشاط (١-١٧):

ارجع إلى المراجع الموجودة في مصادر التعلم واكتب مقالا عن دور الليسوسوم في الخلية.

اكتشفت الليسوسومات لأول مرة في خلايا كبد الثدييات عام (١٩٥٥م) وظهر فيما بعد أن



شكل رقم (٣٦ - ١)

صورة بالمجهر الإلكتروني لليسوسومات في خلية دم بيضاء. لقد غلفت خلية خميرة داخل فجوة، وهي تهضم بانزيمات الليسوسومات (الكتل الداكنة المحيطة بخلية الخميرة). وكذلك يظهر ليسوسوم سليم.

هذه الجسيمات موجودة في معظم الخلايا الحيوانية وفي بعض الخلايا النباتية، مثل: قمة جذر نبات الذرة *Zea mays*.

تركيب الليسوسوم :

تظهر الليسوسومات تحت المجهر الضوئي على هيئة حويصلات صغيرة، أصغر في الحجم نسبياً من الميتوكوندريا، ويوضحها المجهر الإلكتروني كأكياس صغيرة يحيط بكل منها غشاء رقيق.

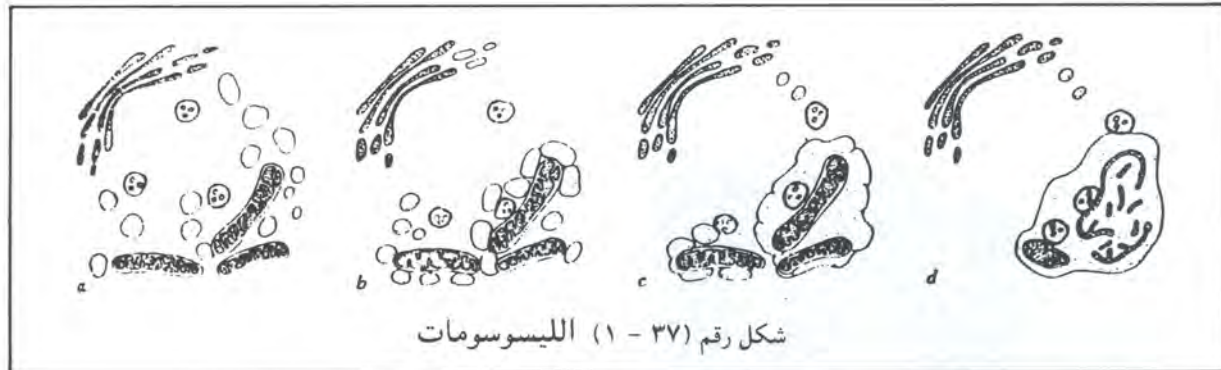
(١) النظر المراجع التالية :

- علم الحيوان، محمود البنهاوي وآخرون (ص ٤٨ - ٤٩)
- الخلية، محمد حياوي (ص ٧٤ - ٧٥)

والليسوسومات أجسام تظهر بأشكال مختلفة في السيتوبلازم ومحاطة بغلاف غشائي ذو طبقة واحدة تحتوي داخليا على إنزيمات تعمل بالتحليل المائي (Hydrolysis) قطرها يتراوح بين ٠.٢٥ إلى ٠.٥٠ ميكرون.

تبدو الليسوسومات في المجهر الإلكتروني داكنة وكثيفة محاطة بالأغلفة الغشائية لعزلها عن محتويات السيتوبلازم.

- وتتكون هذه الأجسام في الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة، ثم تنقل إلى جهاز جولجي حيث تتجمع في أجزاء متبرعمة من الكيسات، وتنفصل على شكل حويصلات مستديرة، وعند تحررها من جهاز جولجي تدعى بالليسوسومات الأولية، (Primary Lysosomes) وعندما تتفاعل مع مواد نفذت إلى داخل الخلية من الخارج أو مواد نتجت من تهدم بعض مكونات تراكيب الخلية فإنها تعرف بالليسوسومات الثانوية (Secondary Lysosomes).



التركيب الكيميائي للليسوسوم :

تتركب الليسوسومات من مواد ليبوبروتينية معقدة، وتحوي بداخلها عدداً من الأنزيمات الهاضمة الهامة، مثل أنزيم الفسفاتيز الحمضي (Acid phosphatase)، وأنزيم كاثيسين (ca- thepsin) وأنزيمي ريبونوكليز ودي اكسي ريبونوكليز (Ribonuclease and deoxyribon- uclease) و phosphatase, gluco sidases Bglycero Acetylc esterase

- الخلية، د. محمود حياوي (ص ٧٥)

- The Cell, Carl B. Fwanfon, peterL. (Page 124 - 125)

وظيفة الليسوسوم :

تقوم الليسوسومات بدور هام في العديد من المناشط الخلوية، مثل عمليات الهضم داخل الخلية، وعمليات أيض المواد الكربوهيدراتية والبروتينات والدهون. وكذلك تلعب الليسوسومات دوراً هاماً في التخلص من بعض محتويات الخلايا والأنسجة في ظروف معينة، فمثلاً، تبتلع بعض الخلايا مواداً غذائية من البيئة الخارجية، وتحيطها بأكياس أو حويصلات وعندما تتحد الليسوسومات مع كيس من هذه الأكياس، فإن أنزيماتها تحطم الجزيئات المعقدة التي تكون هذه المواد بمعزل عن بقية السيتوبلازم، ثم تلقى الجزيئات الناتجة عن هذه العملية الهضمية إلى السيتوبلازم ليستفاد منها كمصدر غذائي أو كطاقة للخلية. وإذا تفجر عدد كبير من الليسوسومات وألقى بأنزيماته في السيتوبلازم فإنه ينتج عن ذلك ما يسمى بالتحلل الذاتي (Autolysis) ، أي أن الخلية تهضم نفسها، وربما يكون من المعجزات أن عمل الليسوسومات الهدام يدعم الحياة، فإذا سمح لخلايا ميتة أو مدمرة أن تتفكك على طريقتها الخاصة، أي بدون مساعدة أنزيمات الليسوسومات، فإن ذلك سيؤخر أو يمنع تكوين خلايا جديدة أو أجزاء خلوية، وبعبارة أخرى فإن الليسوسومات تهئ الطريق لتجديد الحياة عن طريق تكسير محتويات خلية ميتة، أو إمداد الجزيئات اللازمة لنمو خلية جديدة.

أماكن وجود الليسوسوم:

يختلف عدد الليسوسومات باختلاف أنواع الخلايا، وتوجد هذه الأجسام بكثرة في بعض خلايا الدم البيضاء لتساعد في تحطيم الخلايا الميتة، وفضلات الخلايا التي تتجمع في مواقع الأذى. وكذلك خلايا النسيج المنهك تحتوي على كمية كبيرة من الليسوسومات.

٦ - الفجوات The Vacuoles^(١):

ما دور الفجوات في الخلية؟

نشاط (١ - ١٨) :

أفحص بشرة ورقة البصل باستخدام المجهر الضوئي، ولاحظ وجود الفجوات العصرية.

- البيولوجيا، أريتشاردم. جولد زيبى (ص ٧٩ - ٩٠)

- علم الحيوان، محمود أحمد البنهاوي وآخرن (ص ٤٩)

- (١) - Essentials of Human Anatomy and Physiology, by John W. (page 38)

الفجوات عبارة عن أكياس غشائية تحتويها الخلايا النباتية، وتوجد فجوات مماثلة أيضا في بعض الأوليات مثل الفجوات المنقبضة (Contractile vacuoles). التي تلعب دوراً هاماً في عملية التنظيم الأسموزي. وتحتوي الخلايا النباتية على عدد من الفجوات الصغيرة التي تتسع تدريجياً، وتشارك مع بعضها البعض أثناء نمو الخلية لتكون في النهاية تجويفا واحداً كبيراً في الخلية البالغة، ونتيجة لذلك ينضغط السيتوبلازم ليكون طبقة رقيقة خارجية خافية تبطن جدار الخلية.

٧ - الجسيمات الدقيقة أو الجسيمات البيروكسية : Perxisomes or Microbodies

نشاط (١-١٩):

ابحث عن أهمية الجسيمات الدقيقة في الخلية مستخدماً مصادر التعلم بالمدرسة
ووزارة التربية والتعليم، والمكتبات العامة بالبحرين.

بينت البحوث الحديثة وجود أكياس غشائية محاطة بغشاء من طبقة واحدة في بعض الخلايا، يفرزها جسم جولجي. وقد اكتشف وجودها في أول الأمر في الأنابيب الملتوية الدانية في الكلية وبعد ذلك وجدت في خلايا الكبد.

- والجسيمات الدقيقة تحتوي على أنزيمات تعمل في الأكسدة لا في الهضم، ويبلغ قطر هذه الأجسام في الحيوانات حوالي 0.5 ميكرون، ويحتوي مركز هذه الجسيمات على أنابيب دقيقة مرتبة بشكل محدد وكل واحدة منها محاطة بعشرة أنابيب صغيرة.

وتنتشر هذه الجسيمات الدقيقة في السيتوبلازم، وأحياناً ترتبط بالشبكة البلازمية الداخلية وربما تتكون منها، وفي بعض الأحيان تكون مرتبة من الميتوكوندريا أو البلاستيدات الخضراء. وتحتوي هذه الجسيمات على نوع من الأنزيمات تعرف بالبيروكسيدازات ولذلك سميت هذه الجسيمات بيروكسي سومات (Peroxisomes)، وتحتوي على أنزيمات تصنع مادة تعرف باسم جلايوكسيليت (glyoxylate) تتكون أثناء تحطيم الدهون. ولذلك سميت هذه الأجسام بجلايوكسي سومات (glyoxisomes) وهي توجد بأعداد كبيرة في الأنسجة النباتية الغنية بالدهون. كالنسيج الغذائي المحيط ببذرة الخروع و بذور الزيتون.

(١) علم الحيوان، د. محمود أحمد البنهاوي وآخرون (ص ٤٩)

-الخلية، د. محمود حيوي (ص ٧٧)

-البيولوجيا، أريشاردم. جولدزيبي (ص ٩٠ - ٩١)

٨ - الأنابيب الدقيقة والخيوط الدقيقة : Microfilaments and Microtubules^(١)

نشاط (١ - ٢٠):

اكتب مقالاً عن أهمية الأنابيب الدقيقة والخيوط الدقيقة في الخلية.

تركيب الأنابيب الدقيقة :

يوجد في سيتوبلازم الخلايا النباتية والحيوانية أجزاء تسمى الأنابيب الدقيقة (Microtubule) وهي أنابيب طويلة جوفاء وقاسية يبلغ قطرها حوالي ٢٠ - ٢٥ نانوميتر، وهي ليست مغلفة بغشاء بل إن جدران هذه الأنابيب مكون من وحدات بروتينية مكونة من بروتين يسمى تيوبولين (tubulin) ويتألف كل أنبوب من ١٠ - ١٤ وحدة بروتينية منظمة في حلقة.

أماكن وجود الأنابيب الدقيقة :

تكثر الأنابيب الدقيقة في بعض أجزاء الخلية، وتقل في أماكن أخرى؛ فهي تكثر في الأهداب (Cilia) والأسواط (Flagella) وكذلك توجد بشكل مركز في الأجزاء الخارجية من سيتوبلازم بعض الخلايا النباتية، وأيضاً في الأقدام الكاذبة لعدد من الأوليات، وفي الأذرع الطويلة للخلايا العصبية. وتوحي المقارنات التركيبية بأن الخيوط المغزلية (spindle filbers) التي توجه الكروموسومات خلال الانقسام الخلوي هي في الحقيقة أنابيب دقيقة.

وظيفة الأنابيب الدقيقة :

يعتقد أن الأنابيب الدقيقة لها دور أساسي في حركة ودعم الخلية^(٢)، وهذا الاعتقاد مبني على أماكن شيوعها في الخلية، على الرغم من أن الطريقة التي تسبب فيها الأنابيب الدقيقة الحركة غير معروفة بالدقة.

(١) - الخلية، محمود حيادي (ص ٩٠ - ٩١)

- البيولوجيا، أرتيشارد م. جولدزبي (ص ٩٧ - ٩٨)

(٢) - انظر الدعامة في الكائنات الحية في مقر الأيض والإنتزان.

- وقد تلعب لأنابيب الدقيقة دوراً مهماً في حركة انسياب السيتوزيلازم داخل الخلية وفي نقل تأثير أو الاستجابة للقوة المؤثرة في مكان معين من الخلية إلى مكان آخر، كما تعمل الأنابيب وسائل نقل أو قنوات لبعض المواد في داخل الخلية. ونتيجة لتغير الحاجة إلى كمية الأنابيب الدقيقة فإنها قد تتحلل إلى وحدتها البنائية أو إلى جزيئات البروتينات، ويعاد بناؤها بالكمية المطلوبة عند الحاجة.

- ويعتقد بوجود آلية معينة تسيطر على تجميع الوحدات البنائية لتكوين أنابيب دقيقة جديدة، ومن المواد التي تؤثر على الأنابيب الدقيقة مادة الكولشيسين (Colchicine) التي تفكك هذه الأنابيب، وتمنع تجمع الوحدات البنائية غير إنه بمجرد إزالة هذه المادة تعود الأنابيب إلى الظهور.

(٩) - الخيوط الدقيقة Microfilaments^(١) :

تحتوي الخلايا الحيوانية الجنينية على طيات من الخيوط الدقيقة (Microfilaments) التي يبلغ قطرها ٤ نانومتر، وهي تنتظم في رزم أو صفائح. ويعتقد أن هذه الخيوط قابلة للانقباض، وهي سبب التغيرات في شكل الخلايا خلال نموها الجنيني. ويعرف القليل عن تصنيع هذه الخيوط، ولكن يظهر أنها تتجمع من وحدات موجودة أصلاً في السيتوبلازم، وفي بعض الخلايا تخصص بطريقة معينة بحيث تكون خيوطاً ليفية خاصة، مثل الليفات العصبية والليفات العضلية.

أ - الليفات العصبية (Neurofibrils):

تشاهد هذه الليفات في الخلايا العصبية على هيئة خيوط متشابكة تمتد بين زوائد الخلية المختلفة وجسم الخلية. ولهذه الليفات علاقة وثيقة بنشاطات الخلية العصبية وخاصة فيما يتعلق بنقل المؤثرات الحسية والعصبية.

ب - الليفات العضلية (Myofibrils) :

وهي خيوط دقيقة تمتد طولياً داخل الخلايا العضلية، وتمثل الآلية الانقباضية في هذه الخلايا، أي أنها هي المسؤولة عن انقباض الخلية. وتبدو الليفات العضلية متجانسة في خلايا العضلات الحشوية (غير الإرادية)، ولكنها في بعض خلايا العضلات الهيكلية تنقسم إلى مناطق مضيئة ومناطق معتمة، ومن ثم تعرف هذه العضلات، أيضاً بالعضلات المخططة. والتي سبق لك دراستها في مقرر الأيض والانتزان فارجع إليها.

(١) - انظر الدعامة في الكائنات الحية في مقر الأيض والانتزان.

١ - الجسم المركزي Centrosome^(١) :

ماذا تعرف عن الجسم المركزي؟

الجسم المركزي، أو السنتروزوم، تركيب خلوي صغير يقع قريبا من النواة ويوجد في الغالبية العظمى من الخلايا الحيوانية، فيما عدا تلك الخلايا التي فقدت قدرتها على الانقسام والتكاثر، مثل الخلايا العصبية البالغة. ولا يوجد السنتروسوم في الخلايا النباتية، فيما عدا خلايا بعض الأنواع الأولية منها.

- ويظهر الجسم المركزي تحت المجهر الضوئي على هيئة جسم صغير قاتم، تحيط به منطقة رائية تسمى المنطقة المركزية الدقيقة (microcentrum)، تليها إلى الخارج منطقة كثيفة تسمى الكرة المركزية (centrosphere)، التي تنشأ منها الأشعة النجمية (astrosphere) في بداية انقسام الخلية. ويحتوي السنتروسوم في كل خلية علي حبيبة أو حبيبتين تعرف بالسنتريول (centrioles) وتكون متعامدين معا على شكل زاوية قائمة.

تركيب الجسم المركزي:

يظهر المجهر الإلكتروني كل حبيبة مركزية على هيئة جسم أسطواني صغير، يحتوي جداره الخارجى على عدد من العصى أو الأنابيب الدقيقة منتظمة في تسع مجموعات، تتكون كل مجموعة منها عادة من ثلاث أنابيب، وتمتد هذه الأنابيب في اتجاه المحور الطولى لهذا الجسم الأسطواني.

وظيفة الجسم المركزي:

يدخل الجسم المركزي في عملية انقسام الخلية، حيث تباعد الحبيبتان المركزيتان عن بعضها البعض وتتحركان إلى قطبين متقابلين من أقطاب الخلية، ولكنها تظلان متصلتين بواسطة خيوط دقيقة تعرف بخيط المغزل (spindle fibers) تنتظم عليها الكروموسومات. والجسم المركزي أيضا وثيق الصلة بحركة الأهداب في الخلايا والكائنات الهدبية، كما أنها تسهم بصورة ما في تكوين ذبول الحيوانات المنوية.

- البيولوجيا، أرتشاردم. جولدزيبى (ص ٩٨)

- علم الحيوان، د. محمود البنهاوي وآخرون (ص ٥١)

(١) علم الحيوان، محمود أحمد البنهاوي وآخرون (ص ٤٩ - ٥٠)

هل سألت نفسك لماذا تكون بعض الثمار خضراء، ثم تصبح ملونة (احمرًا أو صفراء) ثم تفقد لونها؟

البلاستيدات صفة مميزة للخلايا النباتية حيث إنها غير موجودة في الخلايا الحيوانية. والبلاستيدات أجسام بروتوبلازمية قابلة للانقسام موجودة في السيتوبلازم، تفصلها عنه أغشية خاصة، ويختلف عدد البلاستيدات باختلاف الخلايا ونوع النبات، وهي إن وجدت قد تصل عددها إلى بضع مئات في الخلايا التي تقوم بالتمثيل الضوئي (Photosynthesis)^(٢)، وعلى الرغم من اختلاف البلاستيدات في ألوانها وأشكالها فإن بعضها قادر على التحول من نوع إلى آخر كما هو الحال عند نضج ثمار الطماطم؛ إن تتحول من عديمة اللون إلى الخضراء ثم أخيرا تصبح ملونة، ويمكن تقسيم البلاستيدات إلى ثلاثة أنواع هي :

أ - البلاستيدات الخضراء (Chloroplasts).

ب- البلاستيدات الملونة (Chromoplasts).

ج - البلاستيدات عديمة اللون (Leucoplasts).

(١) أساسيات علم تشريح النبات، بدوي العاني، قيصر نجيب صالح (ص ٤٠ - ٤١)

سبق لك دراسة البناء الضوئي بالتفصيل في مقرر الأيض والاتزان (١) أنظر عملية البناء الضوئي في كتاب

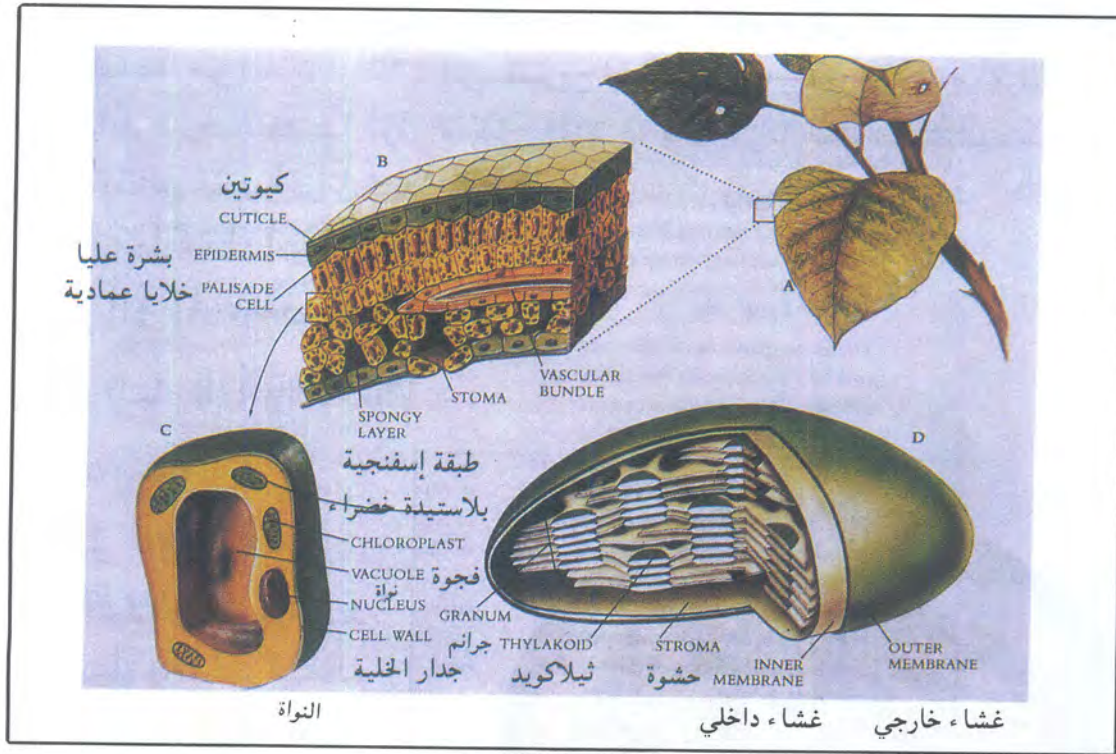
الأيض والاتزان (١) مقرر تخصصي (٢١٢) بدولة البحرين (ص ٦٣)

(٢) الأصباغ النباتية وخصائصها وأماكن وجودها ووظائفها، انظر الأيض والاتزان (١) نظمي موسى وآخرون مقرر

تخصصي رقم (٢١٢) بدولة البحرين (ص ٨٢).

أساسيات علم تشريح النبات ، د. بدوي عويد العاني، د. قيصر نجيب صالح (ص ٤١).

أ - البلاستيدات الخضراء (Chloroplasts) :



شکل رقم (٢٨ - ١)

البلاستيدات الخضراء في النبات

الكيوتين - cuticle - البشرة العليا - Epidermis - خلية عمادية palisade cell - طبقة إسفنجية - spongy Layer - ثغر - stoma - حزمة وعائية vascular bundle - بلاستيدة خضراء - chloroplast - فجوة - vacuole - نواة - Nucleus - جدار الخلية - cell wall - الجرانم - Granum - ثلاكويدات - Thylakoid - الحشوة - Stroma - الغشاء الداخلي - Inner membrane - الغشاء الخارجي - Outer membrane - الصفائح - Lamella - ثلاكويدات - Thylakoid - غشاء مزدوج - Double membrane - الجرانم - Granum

A - فرع من النبات الأخضر B - ق. ع في الورقة يوضح البلاستيدات C - موضع شط البلاستيدات في الخلية النباتية D - البلاستيدة الخضراء.

تركيب البلاستيدات الخضراء:

نشاط (١ - ٢١):

اكتب تصورك للحياة على سطح الكرة الأرضية في غياب اليخضور (الخضر) الموجود في البلاستيدات الخضراء.

تتميز البلاستيدات الخضراء في النباتات الوعائية بأنها تتكون دائما من غشاء خارجي مزدوج يحيط بأرضية سائلة أو شبه سائلة، توجد بها تراكيب دقيقة يطلق عليها اسم جران (Grana) وهي التي تحتوي على الصبغات حيث تنتظم الطبقات في كثير من النباتات في رزم، ويتراوح عددها من اثنتين أو ثلاث إلى عشرين أو أكثر لكل رزمة. وتتكون الجران من أقراص (Discs) مرصوفة بعضها فوق البعض، وتمتد ما بين الجران صفائح غشائية مزدوجة يطلق عليها الصفائح ما بين الجران (Inter - grana lamellae) وفي معظم النباتات الراقية توجد في البلاستيدات الخضراء أربعة أنواع من الصبغات هي ^(١) : -

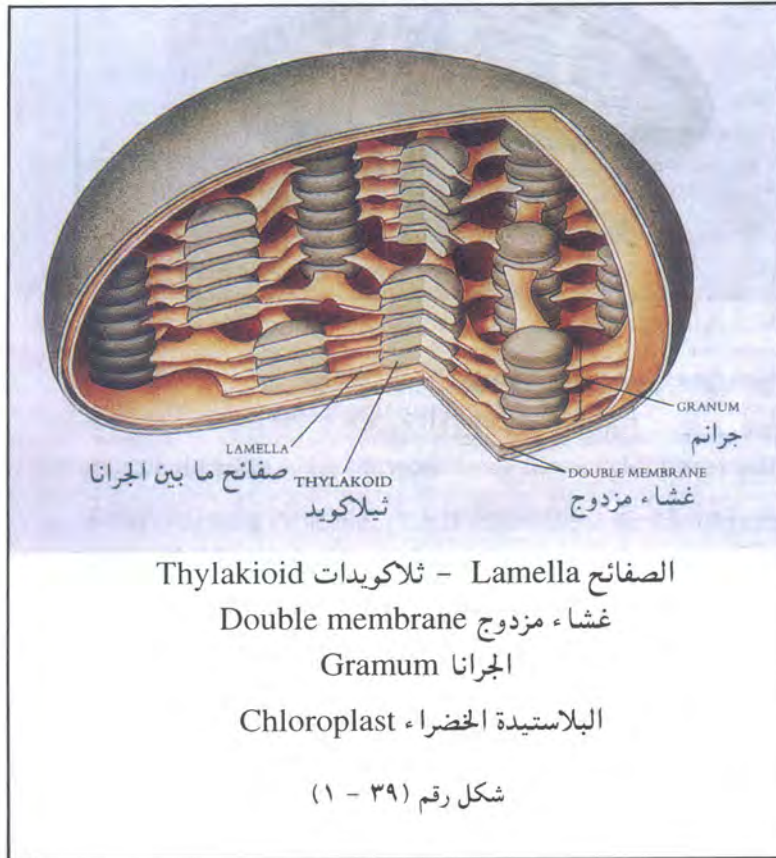
كلورفيل (أ) Chlorophyll (A).

كلورفيل (ب) Chlorophyll (B).

الكاروتين Carotene.

الزانثوفيل Xanthophyll.

وفي الوقت الذي يوجد كلوروفيل (A) في معظم الطحالب يلاحظ غياب كلوروفيل (B) منها ويستعاض عنه بنوع آخر من الكلوروفيل مثل كلوروفيل (C) كما في الطحالب البنية. كما يوجد في الطحالب أصباغ أخرى مثل الفيكوزانثين (Fu-coxanthin) في الطحالب البنية، والفيكوارثرين (Phy-coerythrin) في الطحالب الحمراء، ويدخل في تركيب



البلاستيدات الخضراء الليبيدات (Lipids) والبروتينات (Proteins) كما لوحظت فيها الرايبوزومات، إضافة إلى وجود سلاسل قصيرة من الحمض DNA. س: ما الأهمية الحيوية لوجود DNA في البلاستيدات الخضراء؟

- البيولوجيا، أريتشاردم. جولدزبي (ص ٩٤)

أهمية البلاستيدات الخضراء :

يساعد الصبغ الأخضر الخاص بالبلاستيدة الخضراء على اقتناص الطاقة الشمسية التي تستعمل لتحويل الماء وثاني أكسيد الكربون إلى سكريات ونشويات وأكسجين. وعملية البناء الضوئي (Photosynthesis) هي طريق إنتاج معظم الطاقة الكيميائية اللازمة للنباتات والحيوانات التي تتغذى عليها. وإن قدرة اليخضور على اقتناص الطاقة الشمسية مرتبط بشكل وثيق بالتركيب الداخلي للبلاستيدة. ولا يتم التمثيل الضوئي في البلاستيدات الملونة لأنها تحتوي على الأصباغ الصفراء، أو البرتقالية أو الحمراء فقط مع غياب اليخضور منها.



نبات الجزر *Ducus carota* من مصادر الكاروتين
شكل رقم (٤٠ - ١)



ثمار البرتقال يحتوي قشرها على اليصفور

شكل رقم (٤١ - ١)

ب - البلاستيدات الملونة Chromoplasts^(١) :

تبدو البلاستيدات الملونة تحت المجهر الإلكتروني متكورة أو عدسية الشكل أو مستطيلة أو مثلثة أو معينة، وتكون مغلقة بأغشية بلازمية مزدوجة، بها قليل من الامتدادات للداخل في بعض الأحيان، وتوجد هذه البلاستيدات بوفرة في جذور الجزر وبتلات معظم الأزهار والثمار، كثمار الطماطم والفلفل وغيرها.

- البلاستيدا الملونة تختلف في ألوانها فمنها الأحمر والأصفر والبرتقالي وغير ذلك وهذا الاختلاف يعزى إلى الاختلاف في نسبة الأصباغ المختلفة، فازدياد نسبة الجزرين (الكاروتين Carotene)

(١) النبات العام، د مصطفى عبدالعزيز وآخرون (ص ١٣٤)

- أساسيات علم التشريح النبات، د. بدوي عويد العاني، د. قيصر نجيب صالح (ص ٤٢)



شكل رقم (٤٢ - ١)

ثمار التفاح يحتوي قشرها على بلاستيدات ملونة

يجلب اللون الأحمر، وأزدياد نسبة اليصفور (الرانثوفيل Xanthophyll) يجلب اللون الأصفر وهكذا . . ومما هو جدير بالذكر أن هذه البلاستيدات قد تكون في أي جزء من أجزاء النبات، إذ أن وجود الضوء ليس ضروريا في تكوينها. وفائدة البلاستيدات الملونة للنبات غير معروفة على وجه التحديد. ففي الأزهار يمكن تعليل وجودها لجذب الحشرات وبالتالي تساعد في عملية التلقيح الذي يعتبر ضرورة من

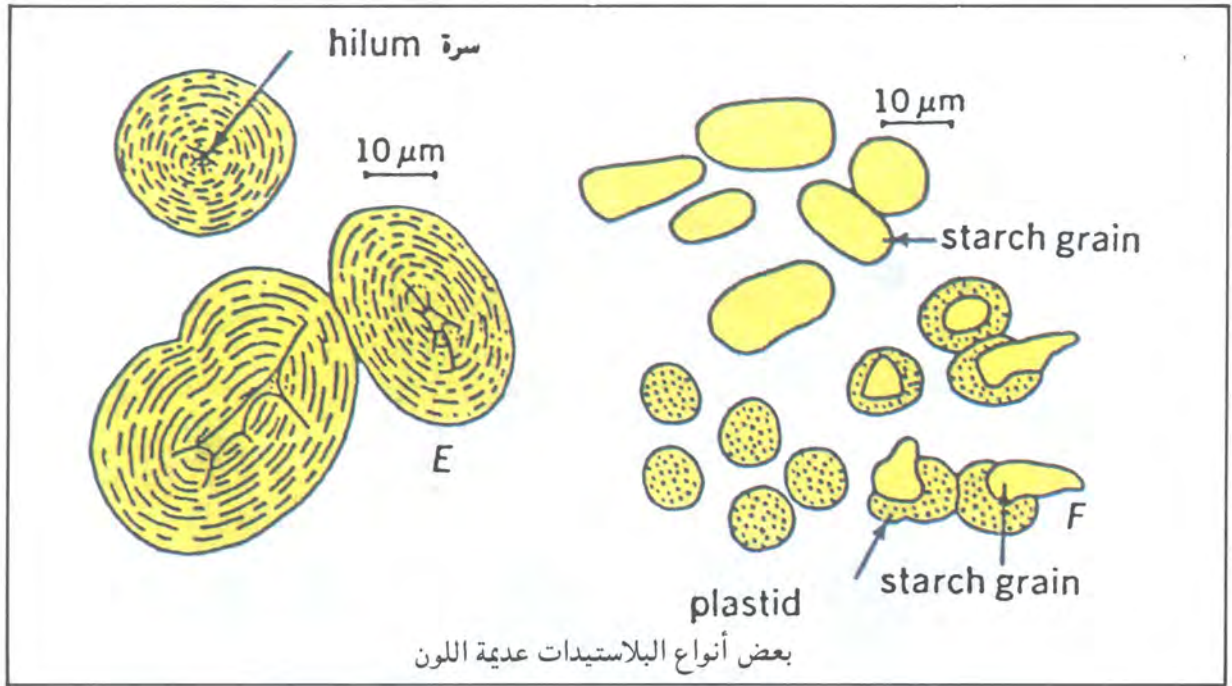
ضروريات التكاثر الجنسي في النباتات الراقية. وهي تعطي الأزهار والثمار بهجة ونضارة للأكلين. ونحن نعتبر أن اختلاف ألوان النبات وتباين صفاته من عظيم الخلق في هذا الكون فكل شيء خلقه الله سبحانه وتعالى بقدر وبحكمة بالغة قد نعرفها وقد تغيب عنا. قال تعالى « ألم تر أن الله أنزل من السماء ماءً فأخرجنا به ثمرات مختلفا الوانها »^(١)

ج - البلاستيدات عديمة اللون Lucoplasts:

البلاستيدات عديمة اللون أصغر حجما من البلاستيدات الخضراء ولكنها تشابهها من حيث كونها مزدوجة الأغشية، ويمتد الغشاء الداخلي في البلاستيدة عديمة اللون داخل تجويفها كما يحدث في الميتوكوندريا.

وتوجد البلاستيدات عديمة اللون في الخلايا النباتية غير المعرضة للضوء. ولذلك فهي توجد في الجذور والبدور والدرنات والأعضاء الأخرى التي تكون النشا، وإذا تعرضت البلاستيدات عديمة اللون إلى الضوء فإنها تتحول إلى بلاستيدات خضراء كما يحدث في ثمار الطماطم غير الناضجة وفي درنات البطاطس، وفي حراشيف البصل الخارجية. وقد تتحول هذه البلاستيدات نفسها إلى بلاستيدات ملونة بعد تحولها إلى بلاستيدات خضراء، وهذا يحدث في الموالح والبلح والطماطم. وبالعكس قد تتحول البلاستيدات إلى عديمة اللون عند حجبها عن الضوء.

(١) سورة فاطر (٢٧)



شكل رقم (٤٣ - ١)

أهمية البلاستيدات عديمة اللون :

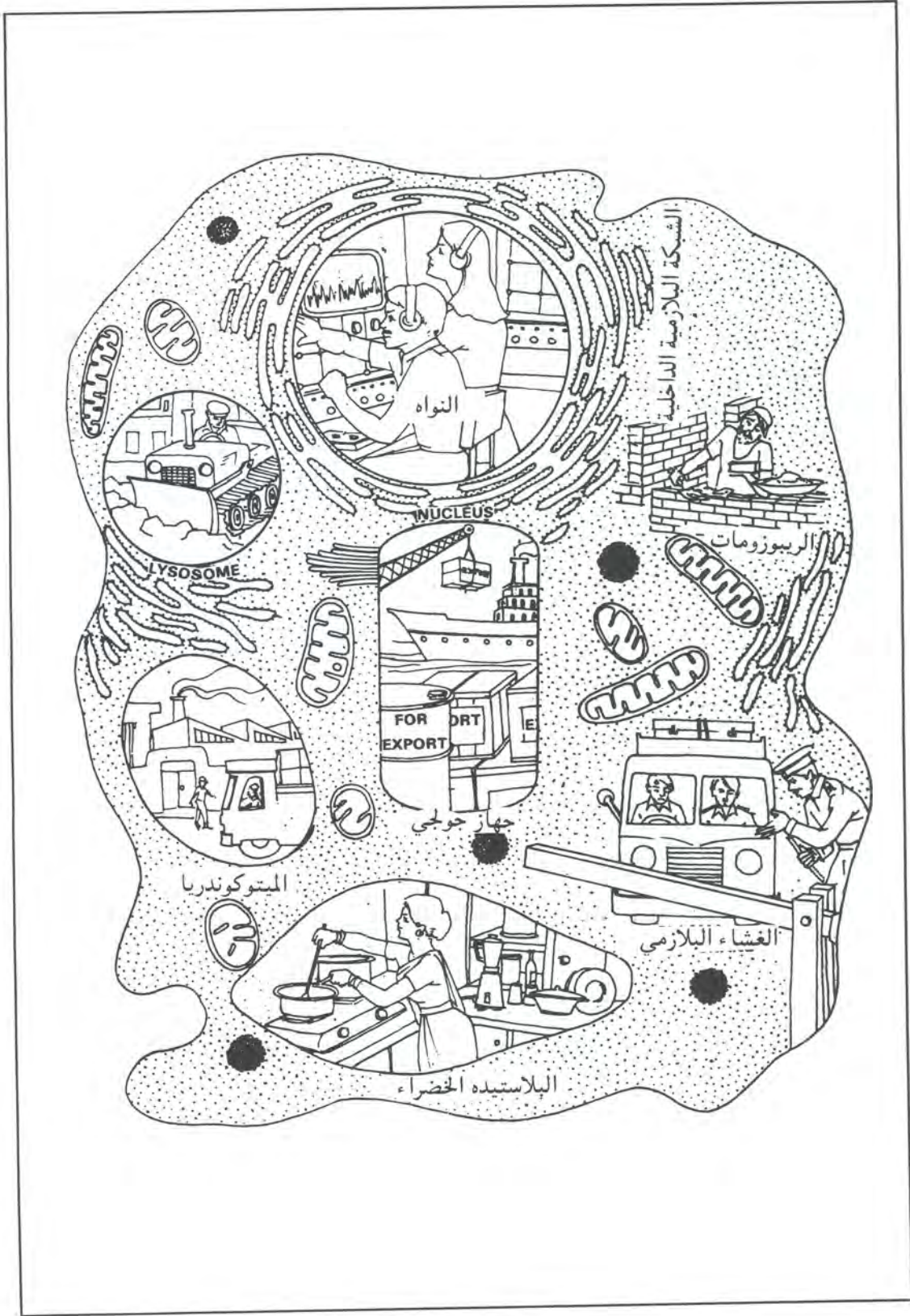
وظيفة البلاستيدات عديمة اللون تكوين النشا وحفظه وتخزينه، ولذلك يطلق عليها اسم أميلوبلاست (Amyloplasts)، وهناك نوع خاص من البلاستيدات عديمة اللون يطلق عليها اسم إيلايوبلاست (Elaioplasts) ويعتقد أن لها علاقة بصنع الدهون.

وجود البلاستيدات عديمة اللون :

يكثُر وجود البلاستيدات عديمة اللون في الحزازيات وكذلك في نباتات ذوات الفلقة الواحدة وفي درنات البطاطس والقلقاس.

نشاط (١-٢٢) :

إذا مثلنا الخلية بمدينة كبرى متكاملة المرافق فهل تستطيع تقسيم وظائف عضيات الخلية إلى مرافق النشاط المختلفة بالخلية في هذه المدينة. حاول عمل مجسم يجسد هذه الفكرة مستعيناً بالشكل التالي.



شكل رقم (٤٤ - ١)
عضيات الخلية ومرافق المدينة

النواة (١) - The Nucleus

نشاط (١ - ٢٣):

افحص العديد من الخلايا المصبوغة ببعض الأصباغ القاعدية لترى النواة واضحة جلية، كرر الفحص مع بعض أفراد مملكة الطلائعيات تلاحظ أن النواة المحددة هي القاسم المشترك الموجود في جميع الخلايا في مملكة الطلائعيات ومملكة الفطريات والمملكة النباتية والمملكة الحيوانية.

* ماذا تعرف عن النواة؟

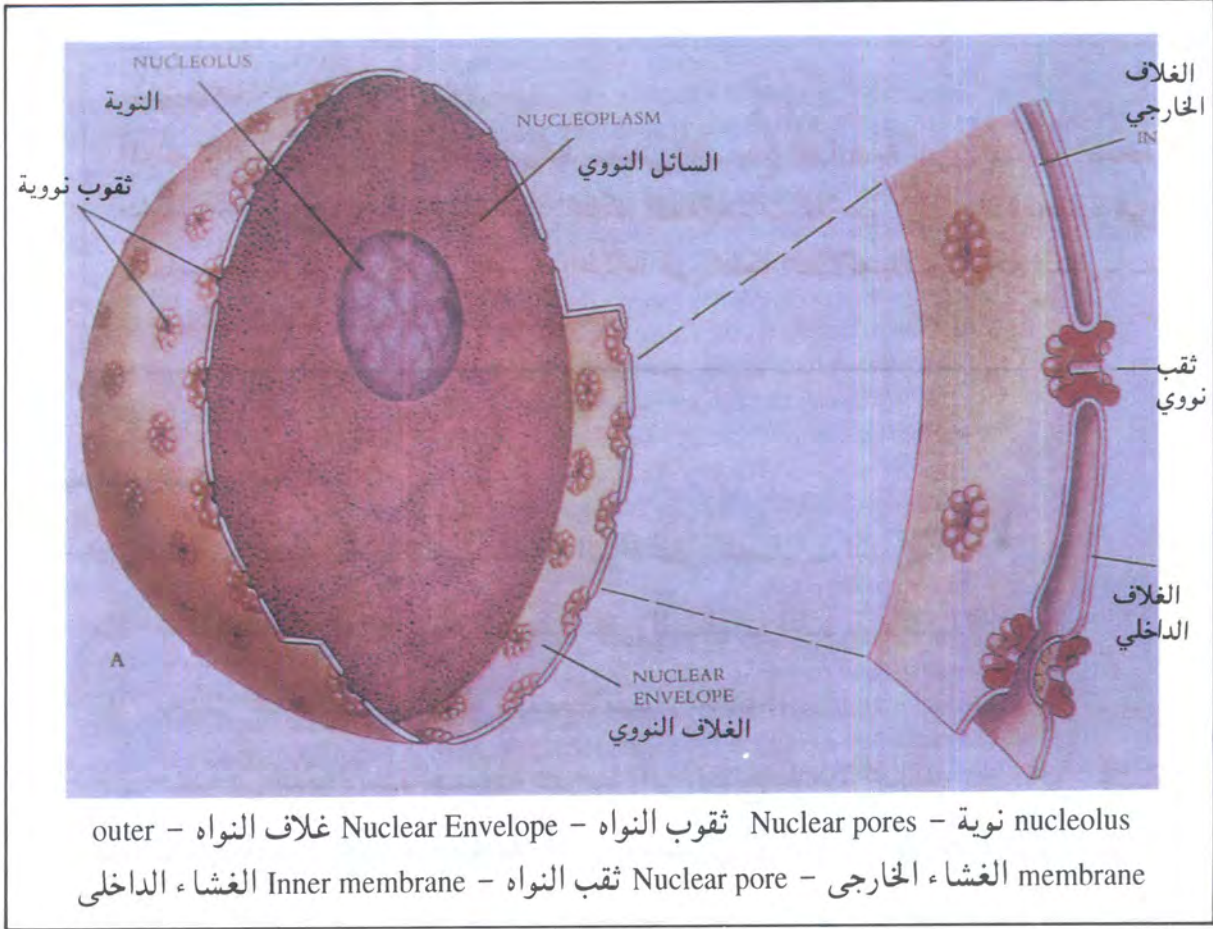
- هل تستطيع تصور الحياة بدون سيطرة النواة على العمليات الحيوية؟
- ماذا يحدث عندما تفقد النواة السيطرة على العمليات الحيوية بالخلية؟
- ماذا يحدث عندما ينهدم النظام البديع لانقسام الخلية؟
- إذا بحثت في هذه الأسئلة فسوف تتوصل إلى نتائج مذهلة تجعلك تنظر إلى الخلية وإلى النواة وإلى الحياة نظرة مختلفة تماما، وسترى أن كل شئ في هذا الكون موزون، أن العمليات الحيوية في الخلية ليست عشوائية، ولم تكن في يوم من الأيام عشوائية، ولن تصبح عشوائية وإلا هلكت فالسرطان، الأيدز، والبله، والجنون كل هذه الأمراض المخيفة وغيرها هي من نواتج الخلل في الإيقاع الفطري لبعض الخلايا.

والآن ما النواة؟

النواة جسم كروي أو شبه كروي، وهي مكون أساسي من مكونات الخلية حقيقية النواة، وتوجد في جميع أنواع الخلايا تقريبا، والأنواع القليلة التي تفتقر إلى النواة أو تفقدها تصبح فاقدة القدرة على النمو والانقسام وتعيش فترة محدودة، ثم تتحلل وتهلك كما هو الحال في كريات الدم الحمراء، والكائنات الحية أولية النواة تفتقد إلى النواة المحددة بالغشاء النووي

(١) سبق لك دراسة الكائنات الحية ذات الخلايا أولية النواة (Prokaryotic cell)، والكائنات الحية حقيقية النواة (Eucaryotic cell)، وتعرفت أهم الفوارق بين الخلية أولية النواة والخلية حقيقية النواة في مقرر الكائنات الحية والبيئة (٢)، نظمي موسى وخاتون صنقور (ص ٢٧).

النووي المزدوج ولكنها تمتلك المادة النووية غير المميزة بالغشاء الخارجي.



شكل رقم (٤٥ - ١)

النواة - (The nucleus)

مم تتكون النواة؟

تتكون النواة من أربعة مكونات أساسية هي:

١- الغلاف النووي (Nuclear membrane):

وهو الغلاف الذي يحيط بالمادة النووية في النواة الحقيقية في الكائنات حقيقية النواة، ويفصل المادة النووية عن السيتوبلازم وهو غائب في الخلايا أولية النواة كما سبق أن تعلمت. ويتكون الغلاف النووي من طبقتين رقيقتين تتصل طبقتيه الخارجية أحياناً ببعض الأغشية السيتوبلازمية وخاصة الشبكة البلازمية الداخلية المحببة (الخشنة).

- وتوجد بالغلاف النووي ثقوب تسمى الفتحات النووية (Nuclear proes) يتم من خلالها انتقال المواد بين السيتوبلازم والنواة بحركة محكمة مقيدة بما أودع الله سبحانه وتعالى في النواة

من خصائص عظيمة أهمها النفاذية الاختيارية (Selective permeability) في أغشيتها الحية.

- يختفي الغلاف النووي في « بداية عملية الانقسام في الخلية، ثم يعود للتكوين بعد تمام عمليات الانقسام، وفي حالة غياب الغلاف النووي سواء أثناء الانقسام أو في الكائنات الحية أولية النواة (Procaryotic) فإن المادة النووية توجد في مكان النواة بالخلية غير منفصلة عن السيتوبلازم، ويستدل على وجودها إذا تم صبغ الخلية بأصباغ قاعدية تتفاعل مع المادة النووية الحمضية معطية ألوانا معينة يستدل بها على وجود المادة النووية ذات الخواص الحامضية.

نشاط (١ - ٢٤):

تحدث بعض المراجع العملية عن المواد المستخدمة في صبغ المادة النووية وطريقة تفاعلها، فهل تستطيع البحث في هذا الموضوع؟ حاول واعرض علي زملائك بالصف ما توصلت إليه من نتائج وناقشها معهم.

٢- العصارة النووية (Nuclear Sap):

ويطلق عليها العصير النووي، أو الحشوة النووية (Nuclear matrix) وهو محلول غروي يحتوي على مواد بروتينية تنتشر فيه الصبغيات (Chromosomes) أي الكروموسومات. والسائل النووي هو الوسط الذي تنفذ خلاله المواد الداخلة في التفاعلات النووية وتتحرك فيه جزيئات الأحماض النووية من نوع الرنا (RNA) مثل الحمض النووي الرسول (m RNA) وتوجد به الأنزيمات الخاصة ببناء وإصلاح جزيئات الحامض النووي الدنا (DNA) وغيرها من التفاعلات المرتبطة بالنواة.

٣- الأجسام الكروماتينية : (Chromatin or Chromocentres):

تظهر الأجسام الكروماتينية على هيئة حبيبات دقيقة باهتة الصبغة أو كأجسام كبيرة الحجم داكنة الصبغة عند صبغ الخلية بالأصباغ القاعدية (Basic dyes) وهي تمثل أجزاء معينة من الصبغيات (Chromosomes).

٤ - النُوَّات (Nucleoii) :

النويات أجسام كروية الشكل تقريبا ذات أحجام كبيرة نسبيا وتحتوي النواة على نوية واحدة أو أكثر.

نشاط (١-٢٥):

تحتاج النويات منك إلى مزيد من الدراسة والبحث، فهل تستطيع القيام بذلك؟
حاول واعرض على زملائك ماتوصلت إليه وناقشه معهم.

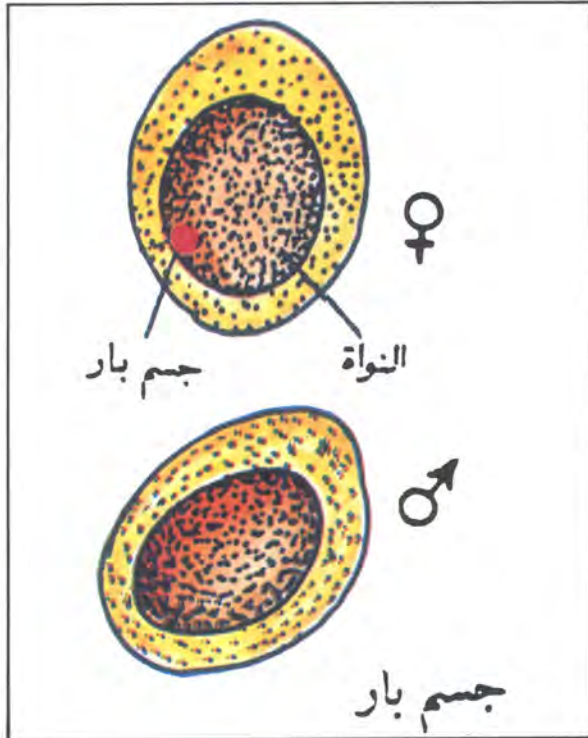
لقد اكتشف الباحث فونتانا (١٧٨١م) النويات، حيث لاحظ أنها تتلون باللون الأزرق عند صبغها بالصبغ القاعدي نظراً لاحتوائها على كمية كبيرة من الأحماض النووية.

- والوظيفة الأساسية للنوية هي تكوين حامض نووي بروتيني لبناء الأجسام الرايبوزومية، وهي تظهر متضخمة في الخلايا المكونة للبروتين، وذلك لأن النوية هي محل تكوين الرايبوزومات التي تعتبر المكان الذي تبني فيه البروتينات في الخلية. وتظهر النوية أيضا كبيرة في الخلايا التي تنمو بسرعة كالخلايا الجنينية والخلايا السرطانية، والخلايا الإفرازية التي تنتج كميات كبيرة من البروتينات.

٥ - جسم بار (Barr body) :

وهو عبارة عن جسم كروماتيني صغير كثيف الصبغ وصفه لأول مرة كل من بار وبرترام (Barr and Bertram) سنة ١٩٤٩م في أنوية الخلايا العصبية لإناث القطط وليس في ذكورها^(١)

- شوهدت هذه الأجسام بعد ذلك في أنوية الخلايا المختلفة لإناث الحيوانات، ويستخدم هذا الجسم للتمييز بين خلايا الذكور وخلايا الإناث وبوساطته يمكن تعرف نوع الجنين بعد (١٥ - ١٦) يوما من بدء الحمل.



شكل رقم (٤٦ - ١)

(١) أنظر علم الحيوان العام، محمود البنهاوي و آخرون (ص ٦٢).

التركيب الكيميائي للنواة

- تتكون النواة أساساً من مواد نووية بروتينية معقدة التركيب، تتركب من أحماض نووية متحدة ببعض البروتينات.

- والأحماض النووية فيها نوعان: الحامض النووي الدنا (DNA)، والحامض النووي الرنا (RNA) وهما المكونان الرئيسيان للأجسام الكروماتينية.

الشبكة النووية (Nuclear Net) :

- تتكون الشبكة النووية من البروتينات وجزئيات الحمض النووي الدنا (DNA) الذي يقوم بالسيطر على الأعمال الحيوية في الخلية، ويحمل الصفات الوراثية. وهي مكونة من خيوط تعرف بالصبغيات (Chromosomes) (نظراً لقدرتها على الاصطبغ بالصبغات القاعدية).

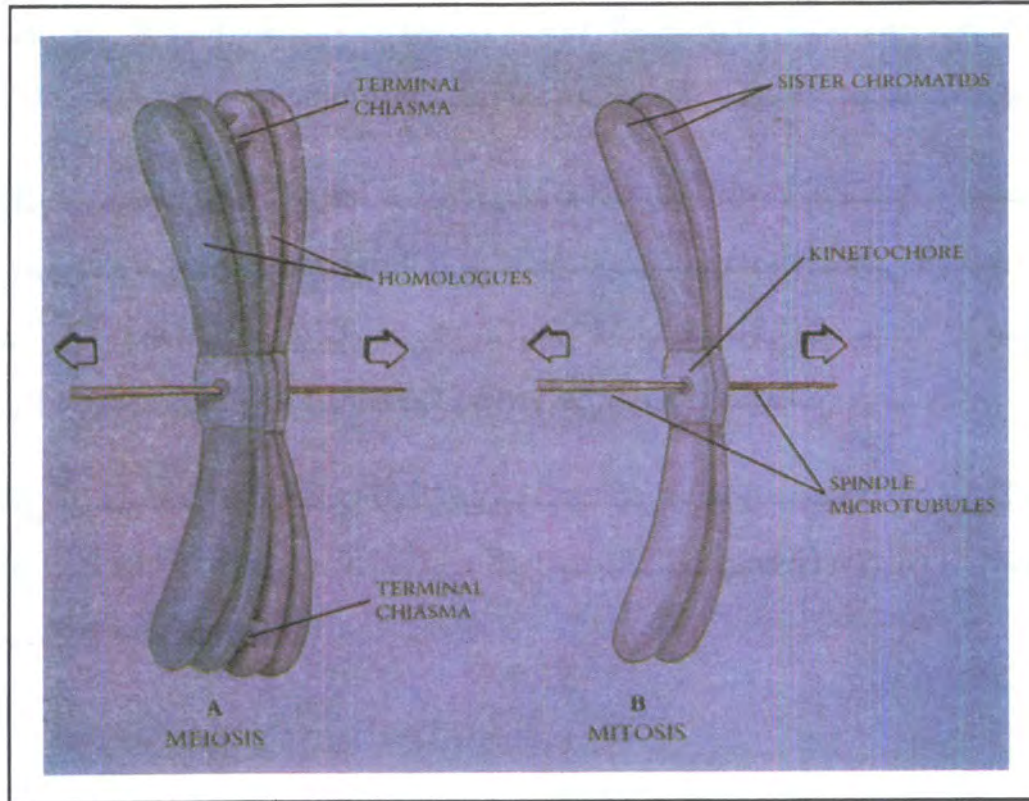
ويمكن تمييزها بوضوح عند تفكك الشبكة النووية أثناء الانقسام، وللصبغيات (الكروموسومات Chromosomes) أشكال ثابتة وأعداد ثابتة في النوع (Species) الواحد^(١)، وعددها زوجي غالباً، ففي الإنسان (٤٦) صبغياً وفي البصل (١٦) صبغياً، وفي الأرنب (٤٤) صبغياً وفي ذبابة الفاكهة (٨) صبغياً، وفي الإسكاراس صبغياً.

ويأتى نصف عدد الصبغيات (الكروموسومات) من الأب ونصفها الآخر من الأم، وتسمى جزئيات الدنا (DNA) التي تحمل الصفات الوراثية بالجينات (Genes) التي تكون محمولة على الصبغيات (Chromosomes).

(١) النوع كما عرفه جون ري (John ray) هو مجموعة من الأفراد المتشابهة التي تنحدر من آباء تشبهها (وتستطيع ن تزواج بينها بنجاح) (انظر مقرر الكائنات الحية والبيئة (١) (ص ١٣).

الصبغيات (١) - The Chromosomes

- ماذا تعرف عن الصبغيات؟
 - ما الدور الحيوي الذي تقوم به الصبغيات؟
 - ماذا يحدث إذا حدث شذوذ أو تغير في الصبغيات؟
 - هذه الأسئلة تحتاج منك إلى بحث ودراسة.
- أجب عن هذه الأسئلة، واحتفظ بالإجابة إلى نهاية دراستك للموضوع؛ لتري مدى التعلم الذي حدث نتيجة دراستك لهذا الموضوع.



شكل رقم (٤٧ - ١)

انظر : (١) انظر علم الحيوان - محمود البنهاوي وآخرون (ص ٦١)
الأحياء - أحمد الكباريتي وآخرون (ص ٢٠)
الخلية - محمود حياوى (ص ٥٩) -

الصبغي The Chromosome:

الصبغي تركيب نووي له خواص ومميزات محددة، يتميز بالقدرة على التكاثر مع الاحتفاظ بخواصه الظاهرية والوظائفية خلال مروره في أطوار الانقسامات الخلوية المتتابعة، والصبغيات هي الأدوات الرئيسية في حمل الصفات الوراثية أو الجينات (Genes) التي تتحكم في الصفات الوراثية.

أعداد الصبغيات Numbers of Chromosomes:

عدد الصبغيات ثابت ومميز لكل نوع من الكائنات الحية، وأقل الكائنات الحية عددا حتى الآن هي دودة الأسكارس *Ascaris megalocephala* التي لها صبغيان فقط، ويصل عدد الصبغيات (الكروموسومات) في بعض الكائنات الأخرى إلى (٢٥٤) صبغياً وفيما يلي توضيح لذلك:

عدد الصبغيات	اسم الكائن الحي	مسلسل
٢	<i>Ascares megalocephala</i> الاسكارس من النوع	١
٦	<i>Culex pipien</i> البعوضة	٢
٨	ذبابة الفاكهة من جنس درو سوفيلا <i>Drosphila melanogaster</i>	٣
١٢	<i>Musca domestica</i> الذبابة المنزلية	٤
١٤	<i>Pisium sativum</i> نبات البسلة المنزلية	٥
١٦	<i>Allium cep</i> البصل	٦
٢٠	<i>Zea mays</i> الذرة الشامية (البيضاء)	٧
٤٤	<i>Oryctolagus cuniculus</i> الأرنب	٨
٤٦	<i>Homos apiens</i> الإنسان (بني آدم)	٩
٧٨	<i>Canis familiars</i> الكلب	١٠
٢٥٤	<i>Eupagurus ochotensis</i> إيوبا جيورس	١١

دور الصبغيات في عملية التوارث :

من خلال دراسة الانقسامات الخلوية ودورات التناسل في الكائنات الحية عرف أن الصبغيات، تتضاعف بدقة وتتوزع بالتساوي بين الخلايا الجديدة من خلال عملية الانقسام الميتوزي، حيث إن كل خلية. جديدة تحتوي على عدد معين من الصبغيات (٢ ن) وهذا هو نفس العدد من الصبغيات الذي كان موجودا في الخلية الأصلية قبل أن تنقسم، ومن ناحية أخرى فإن عملية إنتاج الأمشاج التي تتم بوساطة الإنقسام الاختزالي (Meiosis) ينتج عنها خلايا جنسية (أمشاج gametes) يوجد بها نصف عدد الكروموسومات الموجود في الخلية الأصلية، ولكن بعد التلقيح والإخصاب تنتج عنها خلايا ثانية تحوى العدد الثنائي (٢ن) من الصبغيات، من الواضح أن السلوك الصبغى مشابه لما هو متوقع لسلوك الصبغيات، وإذا شذ هذا السلوك عن النهج العادي يؤدي إلى ظهور صفات وراثية تعكس هذا الشذوذ، وهذا يقودنا إلى الاستنتاج الهام وهو وجود المادة الوراثية ضمن تركيب الكروموسوم.

ما المتطلبات المفروض توافرها في أي مادة ليتمكن القول : إن هذه المادة هي المادة الوراثية؟

حتى نقول : إن هذه المادة مادة وراثية هناك العديد من المتطلبات التي يجب أن تتوفر فيها

ومنها:

- ١ - أن تتناسخ (Replication) وتتضاعف ذاتياً أثناء نمو الخلايا وتكاثرها.
- ٢ - أن تكون ثابتة التركيب لكن إلى الحد الذي يسمح بحدوث تغيرات نادرة مثل الطفرة (Mutation) .
- ٣ - أن تكون قادرة على التباين، ويبدو من أول وهلة أن هذه الخاصية تتعارض مع الخاصية السابقة والتي تتطلب ثبات المادة الوراثية، ولكن الأمر ليس كذلك .
- ٤ - أن تكون قادرة على التعبير عن نفسها، وهذا يرتبط بوجود جهاز قادر على ترجمة المعلومات المخزنة في المادة الوراثية إلى صفات حيوية نافعة وقت الحاجة خلال حياة الكائن الحي.

نشاط (١ - ٢٦) :

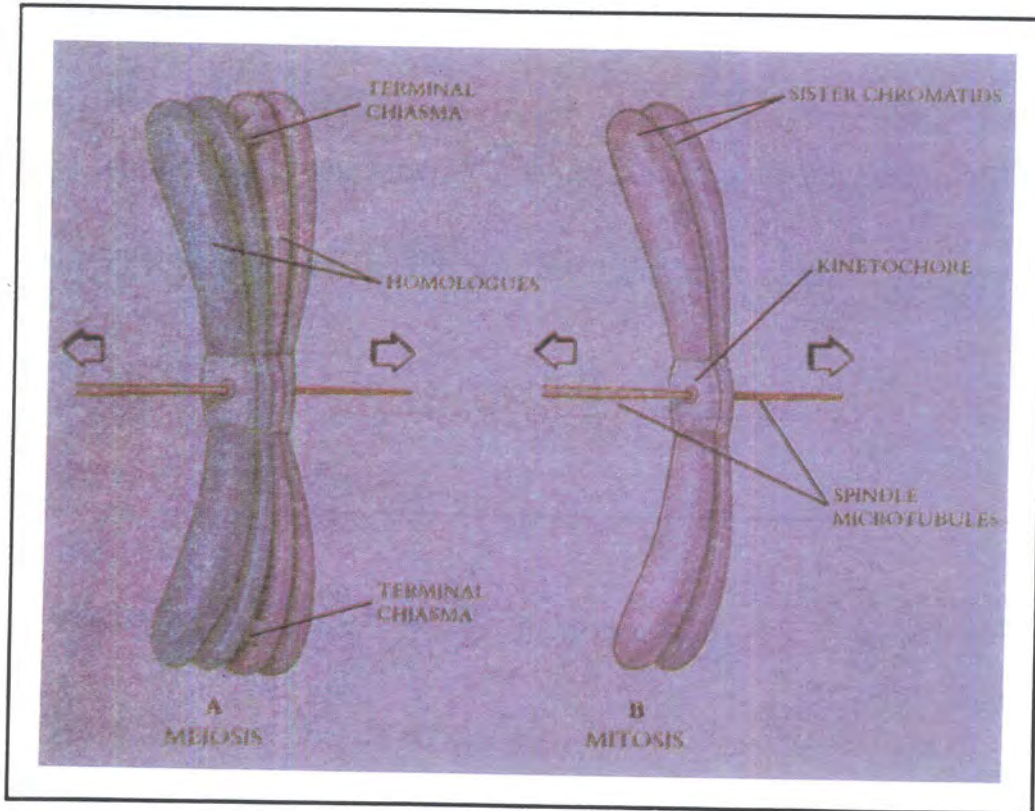
أستطيع تفسير وتوضيح دور الصبغيات في عملية التوازن باستخدام المراجع العلمية المتوفرة في مصادر التعلم حاول ذلك؟

التركيب الكيماوي للصبغيات :

تتركب الصبغيات كيماويا من بروتينات نووية (Nucleo - Protens)، وكما يوحي الاسم فإن الصبغى يتكون من مركبين كيماويين، الشق الأول : وهو البروتينات مثل البروتامين (Pro-tamine)، والهستامين (Histamine)، أما الشق الثانى فهو الحامض النووي (Nucleic acid)، والآن يبدأ التساؤل عن الهوية الكيماوية للمادة الوراثية أهى أحد البروتينات أم كلها؟ أهى الحامض النووي؟ أم هى كلا الشقين معا؟

ومن السهل الإجابة عن السؤال السابق، حيث إنه يتبين عدم ملائمة البروتينات لكى تحقق متطلبات المادة الوراثية حيث إن كميتها غير ثابتة، وتختلف باختلاف الخلايا، كما أنها غير مؤهلة لحمل المعلومات الحيوية العديدة، وبناء عليه بدأت الدراسات تركز على الأحماض النووية باعتبار أنها أكثر ملائمة لتكون هى المادة الوراثية.

العدد الزوجي والعدد الفردي للصبغيات Haphoid and Diploid chromosome number



شكل رقم (٤٨ - ١)

في معظم النباتات والحيوانات نجد أن عدد الصبغيات للخلايا الجسدية (Somatic cell) عدد مزدوج، ويسمى الصبغيان المتشابهان في هذه الأزواج بالصبغين المتشابهين (Homologues Chromosomes) وباختصار يسميان بالمتماثلين أو المتشابهين (Homologues) هذان الصبغيان يكونان متشابهين في طولهما، وفي موضع السنترومير (Centromer)، وجيناتهما في نفس الترتيب والتشابه، وعلى هذا فإننا نستطيع أن نصنفَ ونصنفَ الصبغيات في أزواج متشابهة (Homologues) للكائن الحي ما عدا الصبغى الخاص بالذكرورة.

والخلية التي تحتوي العدد الزوجي المتشابه من الصبغيات (الكروموسومات) تسمى خلية ثنائية المجموعة الصبغية (2n) (Diploid) وهذه الخلايا هي الخلايا الجسدية (Somatic cells) للكائن الحي.

أما الخلية التي تحتوي على نصف العدد الزوجي من الصبغيات فتسمى خلية أحادية المجموعة الصبغية (n) (Haploid) وهذه الخلايا هي الخلايا التناسلية (أمشاج مذكرة - أمشاج مؤنثة) بحيث إذا اندمج مشيج مذكرة (n) أو ممثل للذكورة (+) (كما الحال في بعض الفطريات التزاوجية) مع مشيج مؤنث (n) أو ممثل للإنثثة (-) ينتج عندنا خلية جرثومية تسمى اللاقحة (Zygot) تحتوي (2n).

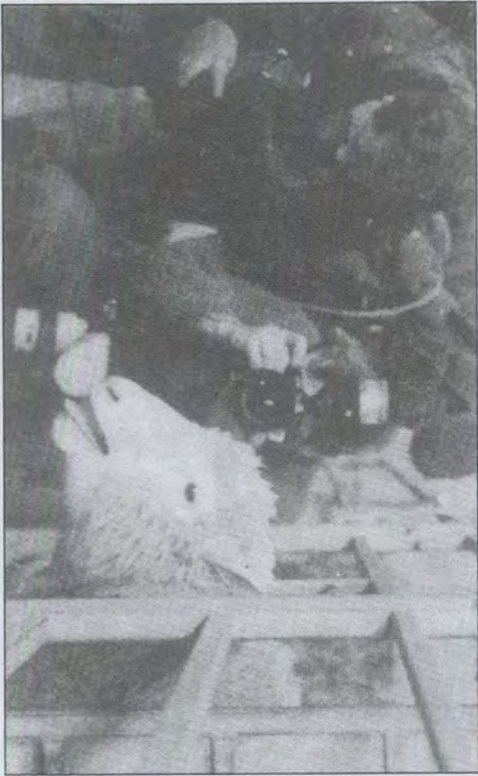
والصبغى (الكروموسوم) نفسه يتركب من عدد (٢) من الكروماتيدات (الكروماتيدات المتشابهتان) (The sister Chromatids) يربط بينهما السنترومير (Centromer).

نشاط (١-٢٧):

بالتعاون مع زملائك قم بتصميم لوحة مجسمة للصبغيات وأعدادها وتركيبها الظاهري.

بقلم: ستيغ كورنر

استتساخ «دولي» .. هل كان كذبتي؟



والطبيب المهر وشاك فوران لم تنته حتى الآن من اختبارها وإثباته من السابق لأوانه القول الذي يصر أن تجربته كانت صحيحة مثله مثاله التي أصابت في محاورها التي طرده الأتقاء منهم دولي، التفتحة المتشعبة بالمقاييس الكاذبة في معهد روزنجر.

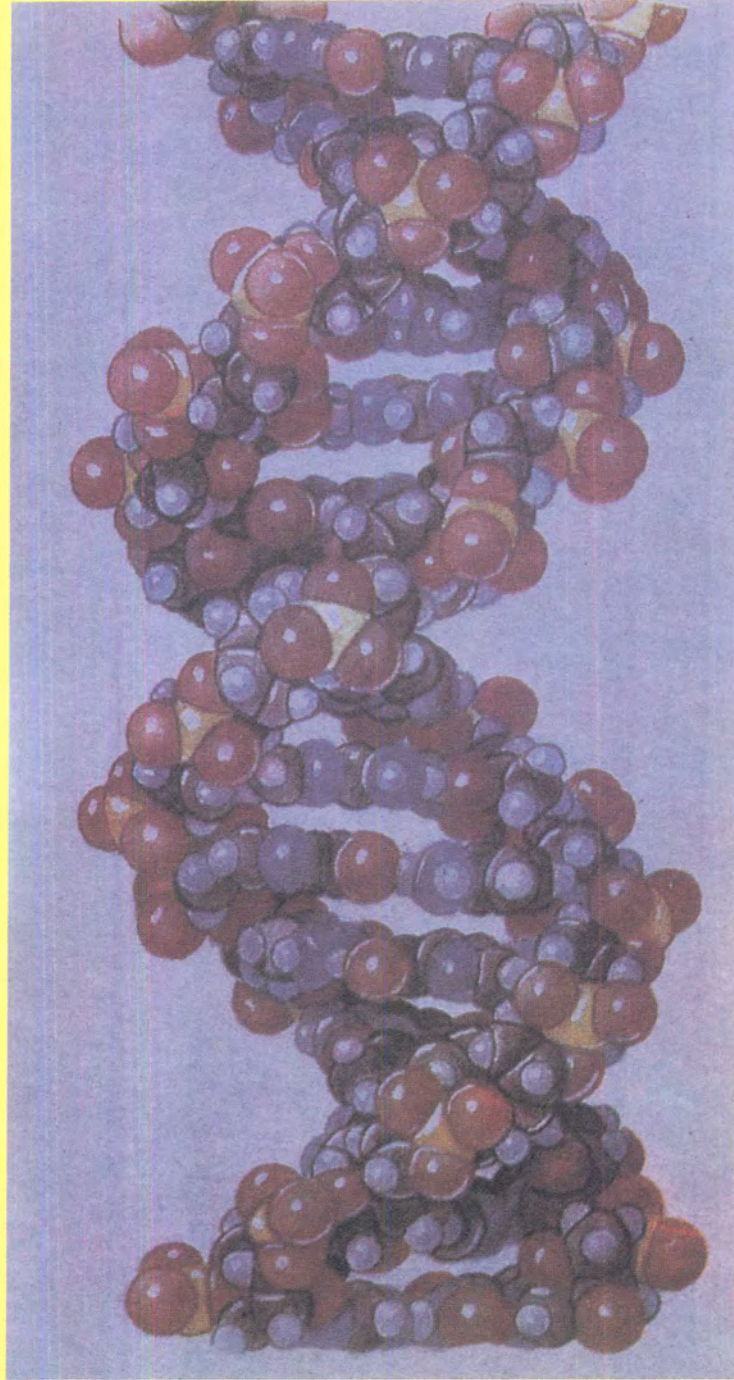
مهما دولي هو أمر تجريبي في التجربة واستقرت أسس وجود التفتحة لتجربته، التفتحة التي لم تنته حتى الآن من اختبارها وإثباته من السابق لأوانه القول الذي يصر أن تجربته كانت صحيحة مثله مثاله التي أصابت في محاورها التي طرده الأتقاء منهم دولي، التفتحة المتشعبة بالمقاييس الكاذبة في معهد روزنجر.

الطبيب المهر وشاك فوران لم تنته حتى الآن من اختبارها وإثباته من السابق لأوانه القول الذي يصر أن تجربته كانت صحيحة مثله مثاله التي أصابت في محاورها التي طرده الأتقاء منهم دولي، التفتحة المتشعبة بالمقاييس الكاذبة في معهد روزنجر.

شكل رقم (٥٠ - أ)
أخبار الخليج الجمعة ٢٠ / ٣ / ١٩٩٨م (ص ٨)

الفصل الثاني

انقسام الخلية والأحماض النووية



محتوى الفصل الثانى

انقسام الخلية والأحماض النووية

- الانقسام المباشر (ثنائى بسيط) (Amitosis):
- الانقسام المباشر في الخلايا البكتيرية.
- الانقسام المباشر في الأميبا
- الإنقسام غير المباشر (Mitosis):
- أطوار الانقسام المباشر.
- السيطرة على عملية الانقسام.
- بعض الشذوذ في الانقسام غير المباشر.
- الإنقسام الاختزالى (Meiosis):
- أطوار الانقسام الاختزالى.
- الانقسام الميوزى الأول (Firist Meiotic devision)
- الانقسام الميوزى الثانى (Second Meiotic division)
- الشذوذ الصبغى في عملية انقسام الاختزالى.
- الأحماض النووية (Nucleic acids) :
- الحمض النووى الدنا DNA.
- أدله أن الدنا DNA هو المادة الوراثية.
- البنيان الجزئى لحمض الدنا DNA.
- الحامض النووى الرنا RNA.
- أشكال الحمض النووى الرنا RNA.
- الشفره الوراثية.

انقسام الخلية - Cell Division*

نشاط (١-٢٨):

- ما أهمية عملية الانقسام الخلوي في الحياة؟
- هل عملية الانقسام في الخلية عملية مضبوطة أم أنها تتم عشوائياً في الكائنات الحية؟
- ماذا يحدث لو اختلف النظام المرسوم لعملية الانقسام في الخلية؟
- هل تعرف خلايا حية لا تنقسم طوال حياتها؟

الأسئلة السابقة تحتاج منك إلى إجابة، ودراسة وبحث فحاول؟
احتفظ بإجابتك إلى نهاية دراسة موضوع انقسام الخلية، ثم عاود الإجابة عنها مرة ثانية،
وقارن بن الإجابتين.

هل هناك فائدة من دراستك لهذا الموضوع؟

من الخصائص المميزة للحياة في الكائنات الحية هي عمليات التكاثر والنمو الحيوي والانقسام؛ فهذه العمليات دائمة الحدوث في الكائنات الحية حيث تفنى كل يوم أعداداً لا حصر لها من خلايا أجساد الكائنات الحية، وتتلاشى، ويستعاض عنها بإنتاج خلايا جديدة بعملية الانقسام.

* في موضوع انقسام الخلية انظر الكتب المتوفرة في مركز المعلومات بالمدرسة وفي مختبر الأحياء (مكتبة الأحياء) ومنها:

- ١ - الخلية، محمود حياوى (ص١٣١).
 - ٢ - النبات العام، أحمد مجاهد وآخرون (ص١٦٢).
 - ٣ - الأحياء أحمد الكباريتي وآخرون (ص٢٦).
 - ٤ - علم الحيوان العام، محمود البنهاوي وآخرون (ص٦٧).
 - ٥ - علم الأنسجة، ماجدة نوري (ص٣٨).
- Biology, Arms and camp (P.).
- Botany, naim et al. (P.).
- General Biology, Noland (P.).
- A Text book of Botany saxena and sarbohi vol VI (P.).

تتصف بعض المخلوقات غير الحية بخاصية النمو، وبعضها الآخر يتصف بعملية الانشطار التي نعتبرها في بعض الأحياء انقساماً، فما الفارق بين السلوكين : النمو والانشطار في الكائنات الحية والنمو، والانشطار في المخلوقات غير الحية؟ فكر، وناقش الإجابة في جلسة مع زملائك وفي وجود معلمك.

وتتوقف عملية الانقسام بالدرجة الأولى على النواة في الخلايا الحية؛ فهي تشكل جهاز الانقسام الحيوي كما أنها تحمل العوامل الوراثية لاحتوائها على المادة الصبغية (الكروماتين) التي تتشكل في مراحل معينة على هيئة قضبان صغيرة، تسمى الأجسام الصبغية (الكروموسومات Chromosomes) التي يكون شكلها وعددها ثابتين في الخلايا الجسدية لكل كائن حي مما يميزها عن بعضها البعض، ويحمل الصبغى عدداً ضخماً من الموروثات (الجينات Genes) ولكل موروث (جينة Genes) موضع معين ومحدود على صبغى محدد يتحكم في صفة معينة ظاهرة أو باطنة في الكائن الحي.

- الجينات مرتبة على طول الخيط الصبغى، وعندما تنشطر الخلية إلى خليتين وليدتين ومماثلتين فإن ذلك يستوجب أن يكون لكل خلية من هذه الخلايا نفس المكونات الوراثية، أي أنه يستلزم استنساخ كل جينة إلى نسختين متشابهتين (Duplication).
- كما أن عملية الانقسام تتطلب أيضاً استنساخ العديد من المكونات الخلوية وتكوين أنواع كثيرة من الجزيئات الضخمة (Macromolecules).^(١)
- وتحتوي الصبغيات (Chromosomes) على خيوط مثل جزيئات الدنا (DNA) متحدة مع بروتينات، أهم أنواعها الهيستون (Histone).
- وعندما تكون الخلية في مرحلة الراحة من الانقسام (أي لا يوجد انقسام فيها) فإن معظم أجزاء هذه الخيوط تكون في حالة ممدودة أو غير ملفوفة؛ لتمارس سيطرتها على فعاليات الخلية، أما عندما تدخل الخلية في مرحلة الانقسام فإن الخيوط الصبغية (الكروموسومية) تلتف لتكون تركيبها عسويماً واضحاً على الهيئة التي نسميها بالصبغيات (الكروموسومات Chromosomes)

(١) انظر كتاب الخلية محمود حياوى (ص ١٣١، ١٣٢).

- ويحتوي الصبغي الواحد على نصفين خيطيين كل منهما يسمى بالكروماتيدة (Chromatid) (نصف كروموسوم) ومناطق التقاء الكروماتيدتين اللتين تكونان الصبغي الواحد تسمى بالمنطقة المركزية (سنترومير Centromere) والتي تظهر على هيئة مناطق شفافة وهي مناطق تَخَصَّرُ على الصبغي (لكروموسوم) ترتبط بها ألياف المغزل خلال عملية الانقسام.

أنواع الانقسام الخلوي Types of cell division

نشاط (١-٢٩):

- افحص العديد من الشرائح المجهرية الجاهزة للانقسام في الكائنات الحية، ودوّن ملاحظتك عما تراه.
- كرر الفحص على الخلايا الجسدية والخلايا التناسلية، ودوّن ملاحظتك.
- احتفظ بالملاحظات إلى ما بعد تمام دراسة موضوع الخلية.

من الملاحظات السابقة، ومن الدراسة المتعمقة للانقسام في الكائنات الحية خلص الباحثون إلى وجود ثلاثة أنواع رئيسة من الانقسام الخلوي هي :

- ١ - الانقسام المباشر (الانقسام الثنائي البسيط (لافتيلي A mitosis).
- ٢ - الانقسام غير المباشر (الميتوزي) (فتيلي Mitosis).
- ٣ - الانقسام لاخترالي (الميوزي) (Meiosis).

وهذا ما سنفصله لك في الصفحات التالية بإذن الله.

أولا : الانقسام الثنائي البسيط أو الانقسام المباشر AMITOSIS :

يحدث هذا النوع من الانقسام في أجناس مملكة الأوليات (Monera) ومعظم أجناس مملكتي الطلائعيات (Protista) والفطريات (Fungi)، ويحدث أحيانا في قسم النباتات الدنيا (Lower plants) مثل الطحالب^(١) (Algae) وفي النباتات الحزازية (Bryophyta) مثل الريشيا *Riccia* والماركانيتا *Marchantia* وبعض اللافقاريات، ويندر حدوثه في النباتات العليا (Higher plants) والحيوانات الفقارية إلا في بعض الحالات المرضية.

نشاط (١ - ٣٠):

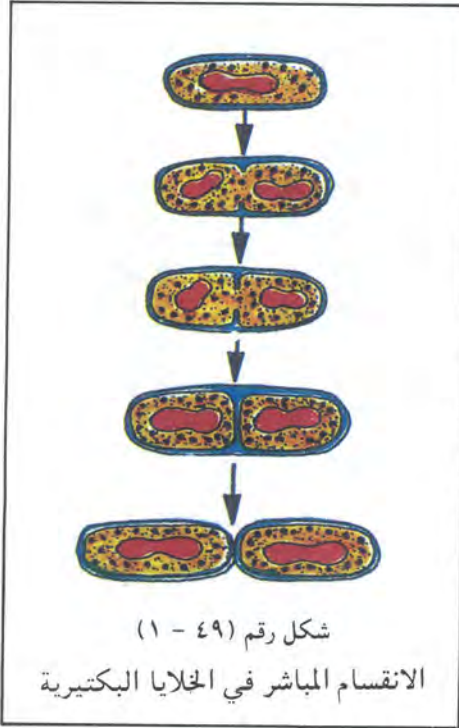
سبق لك دراسة العديد من أجناس مملكة الأوليات ومملكة الطلائعيات مملكة الفطريات، والنباتات الحزازية، من المملكة النباتية، وبعض اللافقاريات في المملكة الحيوانية من الناحية التصنيفية في مقرر الكائنات الحية والبيئة (حيا ١١١) والآن عليك أن تكمل تلك الدراسة التصنيفية بالبحث عن الانقسام في هذه الأجناس وكتابة تقرير علمي مفصل لمناقشته مع زملائك بالصف.

- متى يحدث الانقسام المباشر (لا فتيلي Amitosis) في الكائنات التي يحدث فيها هذا النوع من الانقسام؟
- يحدث هذا الانقسام عادة عندما يصل الكائن الحي إلى مرحلة معينة من النمو، يجب أن ينقسم بعدها وإلا هلك، وأحيانا يحدث دون الوصول إلى هذه الحالة، ويحدث في بعض الكائنات الحية مسببا حالات مرضية لها.
- كيف يحدث هذا النوع من الانقسام؟

يبدأ هذا الانقسام في الخلية بتخضر النواة في وسطها بالتدريج حتى تنقسم إلى قسمين، قد يكونان متساويين أو متماثلين، وقد يكونان غير متساويين وغير متماثلين، ثم يتكون في وسط البروتوبلاست جدار جديد يفصل بين النواتين الناشئتين، وبذلك يتم تكوين خليتين بنويتين من الخلية الأصلية.

(١) تضع أحدث التصنيفات جميع الطحالب في الطلائعيات.

تطبيقات على الانقسام المباشر Amitosis



أ - الانقسام المباشر (Amitosis) في الخلايا البكتيرية
: (Bacterial cell)

يحدث هذا النوع من الانقسام في البكتيريا في الظروف المناسبة في مدة لا تتجاوز العشرين دقيقة. وتتم خطوات هذا الانقسام في الخلية البكتيرية، بأن تستطيل مكونات النواة، ثم يبدأ بروتوبلازم الخلية في الاستطالة والتجمع في نقطتين متباعدتين، تنمو كل منهما حتى تصل إلى مرحلة النمو التي تبدأ بعدها في الانقسام من جديد وهكذا....

نشاط (١-٣١):

علمت فيما سبق أن البكتيريا تتكاثر في الظروف المناسبة في مدة لا تتجاوز ثلث الساعة، فلو تركت الخلية البكتيرية تتكاثر بهذه الطريقة لامتلاء سطح الكرة الأرضية بنمو بكتيري يزيد على المتر في الارتفاع في ٢٤ ساعة.

فهل تتصور أن يحدث لك؟

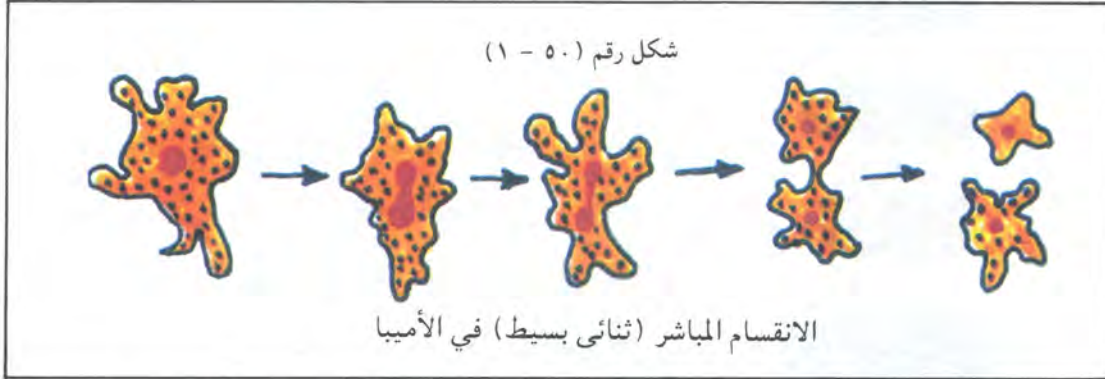
وما العوامل التي تؤدي إلى عدم حدوث ذلك؟

ابحث في الموضوع باستخدام مصادر التعلم وناقش الموضوع مع زملائك.

ب - الإنقسام المباشر (Amitosis) في الأميبا (Amoeba) :

يحدث الانقسام المباشر (Amitosis) في الأميبا (Amoeba) بأن تبدأ النواة في الاستطالة والانقسام إلى قسمين، يتحركان نحو طرفي الخلية، ثم يتبع ذلك انقسام ألسيتوبلازم وتختفي الفجوة المنقبضة (Contractile vacule) ويحدث تخرُّص في الغشاء الخارجي، ويزداد هذا التخرُّص إلى أن تنقسم الخلية الأميبية إلى نصفين متساويين تقريبا، فتكون خليتان جديدتان تنفصلان

عن بعضها البعض ثم تظهر في كل خلية فجوة انقباضية جديدة بعد دقائق من انفصالهما عن بعضهما البعض، وتبدأ كل خلية في النمو من جديد إلى أن تصل إلى المرحلة التي تستوجب الانقسام، حينئذ تبدأ في الانقسام إذا كانت الظروف مواتية لذلك.



ثانياً : الإنقسام غير المباشر (الفتيلي) (Mitosis)

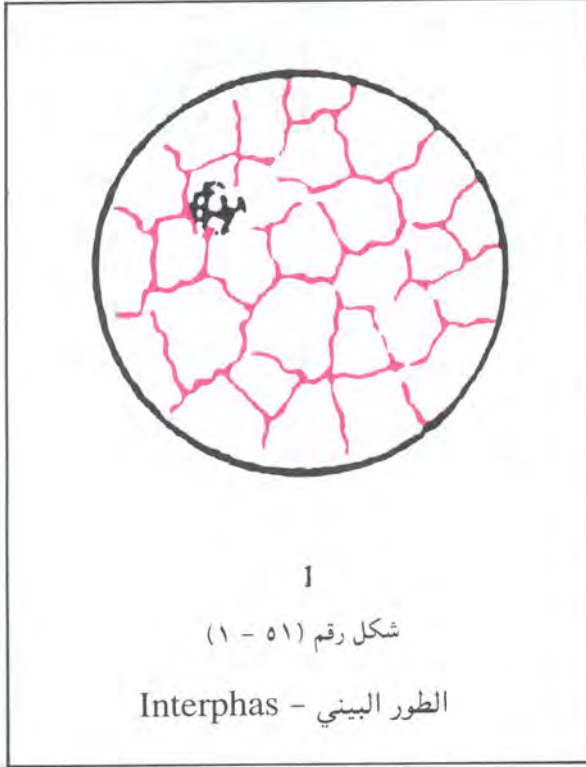
نشاط (١ - ٣٢):

- قم بزراعة بعض العقل النباتية في حديقة المدرسة، ولاحظ ما يحدث بعد مداومة ري العقل ورعايتها، دون مشاهداتك .
- ضع بعض العقل في محلول مائي ولاحظ ما يحدث، ودون مشاهداتك .

ماذا تستنتج من النشاط السابق ؟

- يحدث هذا النوع من الأنقسام في الخلايا الجسمية (Somatic cells) للكائنات الحية، ويهدف هذا النوع من الانقسام إلى التكاثر، أو التكاثر والنمو معاً، أو النمو فقط .
- وخطوات هذا الانقسام واحدة في الكائنات الحية، ويتضمن هذا الانقسام حدوث تغيرات في الخلية، ينتج عنها انقسام الخلية الأصلية (الأم) إلى خليتين في كل منها نفس عدد الصبغيات الموجوده في الخلية الأصلية (الأم)، ما لم يحدث شذوذ عن ذلك يؤدي إلى شذوذ في الانقسام والنمو، وهذا العدد الصبغي ثابت في الخلايا الجسمية لأفراد النوع الواحد، ويسمى هذا العدد بالعدد الضعفي أو الثنائي ($2n$) للصبغيات .

- ويتم هذا الانقسام على مراحل متعاقبة كما يأتي :



١- الطور البيني (Interphase) :

في هذا الطور لا يظهر على الخلية أي علامات للانقسام حتى إن البعض يسميه بطور الراحة، ولكن في الحقيقة يحدث العديد من العمليات الحيوية المهمة في هذا الطور تؤدي إلى دخول الخلية في المراحل التالية، والتي يعتبرها دارسو الخلية مراحل الانقسام. وهذا الطور يمثل الخلية في مراحل عدم الانقسام، أو في المرحلة المتوسطة، أو المرحلة البينية بين كل

انقسامين متتالين، ومن هنا سميناه بالطور البيني (Interphase).

- وفي هذا الطور يتم مضاعفة محتوى الخلية من الحامض النووي الدنا (DNA)، وقد تأكد ذلك من تقبل نواة هذا الطور لصبغية الثيميدين .

٢- الطور التمهيدي (Prophase) :

يبدأ هذا الطور بتجزؤ الشبكة الكروماتينية إلى عدد من الخيوط الطولية المزدوجة، تبدأ رفيعة، ثم تزداد في السمك، وتقل في الطول، وتعرف هذه الخيوط بالصبغيات أو الكروموسومات (Chromosomes)، وكل صبغية منها يتكون من خيطين، كل خيط يسمى كروماتيدة (Chromatide) يلتصقان بجسيم يسمى السنترومير (Centromere).

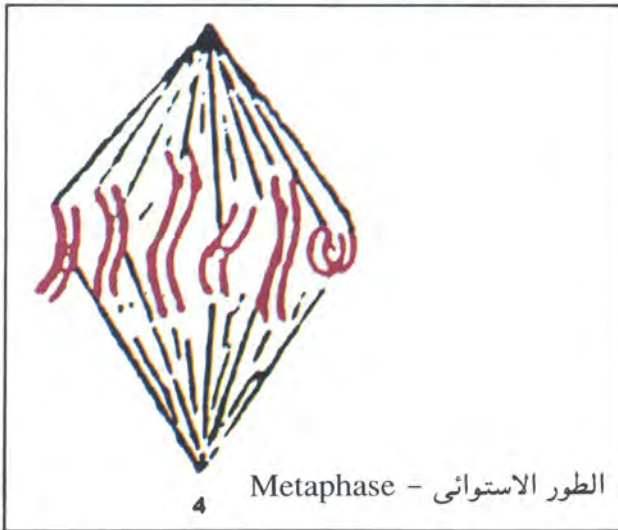


شكل رقم (٥٢ - ١)

الطور التمهيدي - Prophase

- في نهاية هذا الطور (التمهيدي) تختفي النويات بالتدريج، ويختفي الغشاء النووي، ويزداد قصر وتغلط الصبغات، وتصبح ناعمة ملساء بعدما كانت رفيعة خشنة .
- في هذه الأثناء تتكون في الخلية بعض الألياف التي تعرف بخيوط المغزل (Spindle fibers) التي تكون المغزل (Spindle) الذي يتصل بالصبغيات عند السنتروميير (Centromere)، ويخرج المغزل من نقطتين في طرفي الخلية تعرفان بالقطبين.
- وهنا يجب أن نعلم أن عدد الصبغيات ثابت في النوع الواحد، ويميز لكل نوع كما سبق أن علمت، ولكل صبغى شكل خاص وحجم وتركيب ثابتان، ويحتفظ الصبغى بصفاته في الأجيال المتعاقبة، وتنتقل هذه الصفات من الخلايا الأبوية إلى الخلايا البنوية، ما لم يحدث ما يغير ذلك ويؤدي إلى الشذوذ الكروموسومي والتعبير الوراثي المغاير.

٣- الطور الاستوائي (Metaphase) :

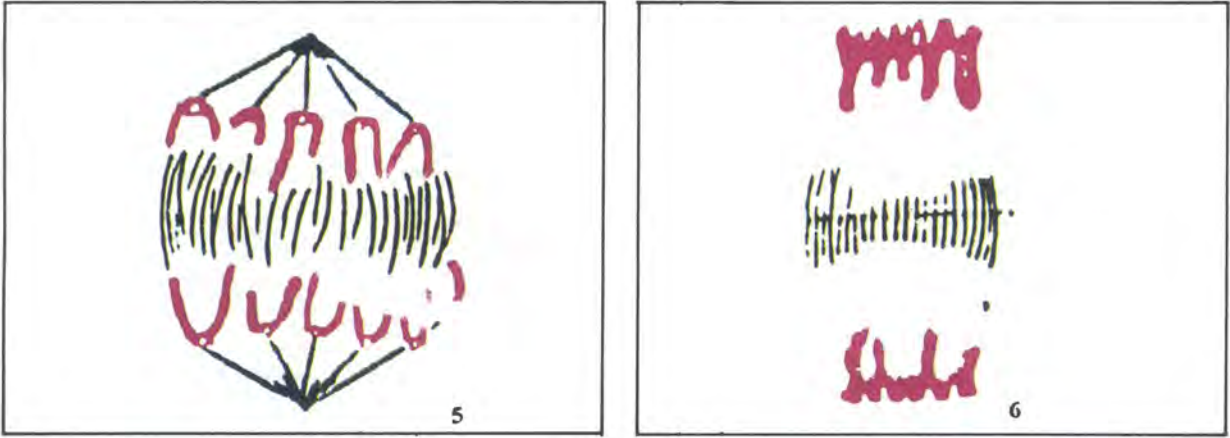


الطور الاستوائي - Metaphase

في هذا الطور تتجه الصبغيات إلى خط استواء الخلية، وتترتب على هذا الخط بحيث يقع السنتروميير على خط الاستواء^(١) ويتصل بالخيوط المغزلي من عند السنتروميير، وهنا يظهر كل صبغى (كروموسوم) مستقلا عن الصبغى المشابه له .

٤- الطور الانفصالي (Anaphase):

في هذا الطور ينفلق السنترومير (Centromer) لكل صبغى إلى نصفين طولياً ثم تنفصل كل كروماتيدة عن أختها في نفس الصبغى، وتبدأ خيوط المغزل في القصر، وتتحرك كل كروماتيدتين من نفس الصبغى إلى قطب مخالف، وينتج عن ذلك ذهاب أحد الكروماتيدتين (والتي تسمى بالصبغى البنوي (Daughter chromosome)) إلى أحد قطبي الخلية بينما تتجه الكروماتيدة الثانية إلى القطب الآخر، ثم يبدأ السيتوبلازم في التخصر والاختناق من المنتصف في الخلايا الحيوانية، ويبدأ تكوين الصفيحة الوسطية في الخلايا النباتية .



شكل رقم (٥٤ - ١)

الطور الانفصالي - Anaphase

- ولقد وضعت عدة نظريات لتوضيح حركة الكروماتيدات، أقدمها يعود إلى سنة ١٨٨٣م حيث قيل إن الكروماتيدات تنسحب بواسطة خيوط المغزل نحو القطب، وقد ثبت بعد ذلك عدم صحة هذا الفرض.

- أما النظرية الثانية فتقول بالحركة الذاتية الفعالة للكروماتيدات بالانزلاق (Gliding) على بعض خيوط المغزل المتصلة بين القطبين .

- وتوجد فرضية أخرى تعتمد على اختلاف الشحنات الكهربائية بين الأجسام الصبغية (التي يعتقد أنها سالبة)، وقطب الخلية حيث يحدث تغير في المجال الكهربائي يجعل الصبغيات تتحرك نحو القطب الذي تتجه إليه.

(١) يظن البعض أن هذا خط حقيقي، لا أنه خط افتراضي. وهذا الخط كما هو الحال تماماً في خط الإستواء وخطوط الطول والعرض في الكرة الأرضية في علم الجغرافية .

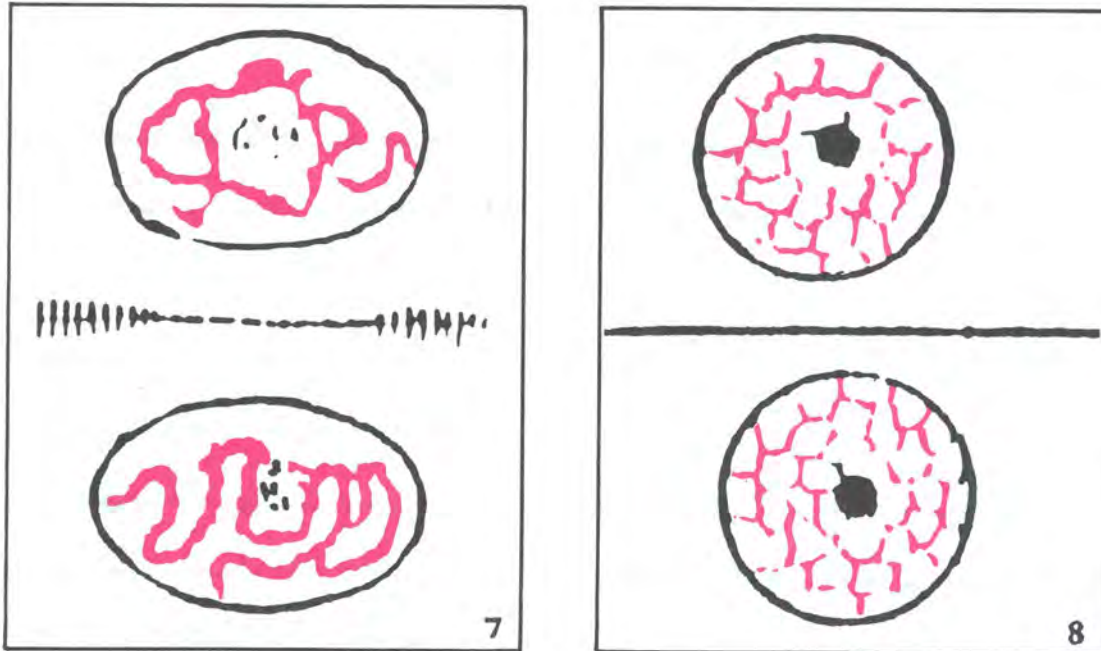
نشاط (١ - ٣٣):

ما زال موضوع توضيح حركة الكروماتيدات نحو الأقطاب في الخلية يحتاج إلى مزيد من الدراسة والبحث.

وبعض النظريات خاصة الثالثة منها تحتاج إلى مزيد من التوضيح على أساس المجال الكهربى. فهل تستطيع شرح ذلك حاول بالتعاون مع زملائك؟

٥ - الطور النهائى (Telophase):

- في هذا الطور تحدث مجموعة من التغيرات العكسية يترتب عليها تكوين صبغيات كاملة من الكروماتيدات الأصلية، وتغلف هذه الصبغيات بغلاف الصبغى، ويصبح عددها مساوياً لعدد الصبغيات في الخلية الأم، وتتكون خيوط، ونووية، ثم شبكة نووية، ويختفي المغزل، وتظهر النوية والغشاء النووي، ويبدأ السيتوبلازم في التخصر الكامل في الخلايا الحيوانية ويكتمل تكوين الصفيحة الوسطية في الخلايا النباتية بحيث تنقسم المحتويات الخليوية؛ ويتكون خليتان مستقلتان في كل منهما نفس العدد الصبغى الأصى الذى كان موجوداً في الخلايا الأم، ويرمز له بالرمز $(2n)$.

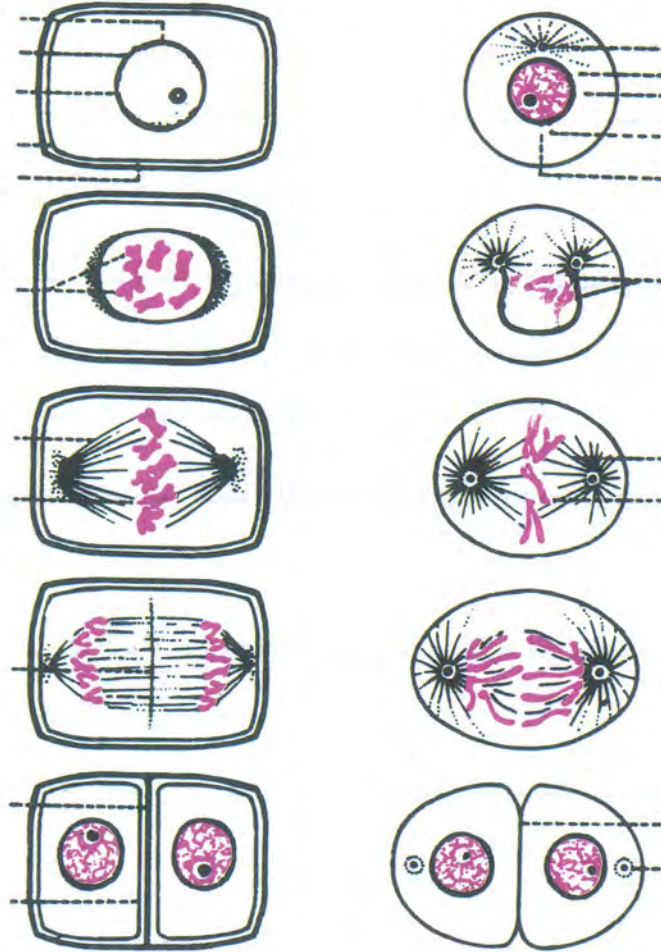


شكل رقم (٥٥ - ١)

Telophase - الطور النهائى

PLANT CELL

ANIMAL CELL



شكل رقم (٥٦ - ١)

على الطالب كتابة البيانات على الرسم

مراحل الانقسام غير المباشر

نشاط (١ - ٣٤):

أستطيع تنفيذ الخطوات السابقة في شكل مجسم ثابت أو متحرك مستخدماً البلاستيك والخيوط وخشب الأبلأكاج؟
هذا الموضوع يحتاج منك إلى إبداع في التفكير، جرب، بالتعاون مع زملائك ثم اعرض ما توصلتم إليه من نتائج في اليوم العلمي بالوزارة وأسبوع الأحياء بالمدرسة، أو المعرض العلمي السنوي للمدرسة.

ملاحظات مهمة على الانقسام السابق :

- ١ - هذه الخطوات ليست منفصلة عن بعضها البعض تمام الانفصال، بمعنى أنها لا تحدث في خطوات مستقلة وفي نقلات محددة، بل هي خطوات متداخلة مع بعضها البعض، وهذا ما يجب أن نفهمه جيداً أثناء دراستنا للانقسام.
- ٢ - في الخلية الحيوانية يحدث انقسام للجسم المركزي (Centrosome) ويتجه كل قسم إلى أحد أطراف الخلية.
- ٣ - في الشرح السابق تغاضينا عن بعض الفروق بين الخلية الحيوانية والخلية النباتية، وركزنا على الخطوات المشتركة والرئيسة.

نشاط (١ - ٣٥):

قم بزرعة بعض الأبصال غير الخضراء في أكواب من الماء لأخذ جذورها وإجراء عملية التثبيت (Fixation)، والتحليل (Hydrolysis)، والصيغ (Standing) والهرس (Sqashing)، والتحميل، ثم افحص الشرائح للاطلاع على بعض خطوات الانقسام غير المباشر (الفتيلي - الميتوزي (Mitosis))^(١)

١ - يرجع الطلاب إلى المراجع التالية للاطلاع على الطريقة :

أ - التقنية المجهرية محمود البنهاوى ومنبر الجنزورى (ص ١٠٤).

ب - التحضيرات المجهرية كواكب عبدالقادر وآخرون (ص ١٧).

ج - بيولوجية الحيوان العملية أحمد الحسيني وأميل شنودة (ص ٢٢).

السيطرة على عملية الانقسام^(١)

يقول أنصار نظريات الصدفة والعشوائية في نشأة الحياة : إن ما يتم في داخل الكائن الحي جاء نتيجة للتأثير البيئي وإشباع الحاجات، أترى ما درسناه مؤيداً لذلك أم معارضا له؟ وماذا يحدث لو فقدت السيطرة على عملية الانقسام منذ النشأة الأولى للكائنات الحية؟

يعتبر موضوع السيطرة على عملية الانقسام من أشد الجوانب أهمية لتعلقه بالنمو الاعتيادي للكائنات الحية، وفقدان السيطرة عليه يؤدي إلى الشذوذ الخلقى والأورام السرطانية.

س ١ : ما الذي يحدد مدى تكرار عملية الانقسام وتوقفها عند حدّ معيّن في الأحوال الفطريّة التي فطر الله سبحانه وتعالى المخلوقات عليها؟

س ٢ : أتتصور ما عدد الانقسامات المطلوب لكي يصل حجم عضو معين لدى الجنين إلى الحجم الاعتيادي بالنسبة لنوع معين من الكائنات الحية؟

س ٣ : ما الذي يؤدي بعد ذلك إلى توقف الانقسامات عند حد معين؟

أسئلة كثيرة تحتاج إلى أجوبة دقيقة نعرض عليك بعضها مما قاله الباحثون، فيها، وعليك أنت أن تبحث في الأمر لتصل إلى إجابة ترضيك.

الفرضية الأولى التي وضعت لتفسير انقسام الخلية هي :

فرضية الحجم الحرج (Critical size):

فالخلية عندما تصل إلى حجم معين يسمى الحجم الحرج (والذي يختلف بحسب نوع الخلية والمساحة السطحية لجدار الخلية) تدخل إلى مرحلة الانقسام حتى تحفظ التوازن في وظائف الخلية.

(١) انظر كتاب الخلية - محمود جياوى (ص ١٣٨).

الفرضية الثانية :

هى وجود مواد كيماوية تفرزها الخلية تعمل على السيطرة على انقسام الخلية، وتعتقد أن هذه المواد خاصة بكل نسيج، وليس بكل فرد أو نوع.

ولكن مازال الأمر يحتاج إلى مزيد من الدراسة والبحث.

أهمية الانقسام غير المباشر (الفتيلي) (Mitosis).

نشاط (١-٣٦):

ابحث فى أهمية الانقسام غير المباشر (الفتيلي) (Mitosis) فى حياة الكائنات الحية واستمرار الحياة

بعض الشذوذ (Aberration) فى الانقسام غير المباشر (Mitosis)

يحدث بعض الشذوذ (Abnormalities) فى إنقسام الخلايا الجسمية لبعض الكائنات الحية، ومن هذا الشذوذ مايلي :

١ - التضاعف الصبغي (Polyploidy) :

- حيث تبقى الصبغيات بدون انفصال، ويتكون حولها غشاء نووي، فيصبح عدد الصبغيات مضاعفاً.
- أو لا يختفى الغشاء النووي ولا ينقسم السيتوبلازم، ولكن تنقسم الصبغيات إلى أن تتضاعف فتصبح الخلية محتوية على ضعف الصبغيات الأصلية.
- أحيانا أخرى يحدث تكرار للعملية السابقة وتتكون خلية بها أربعة أضعاف عدد الصبغيات (Tetra Polidy 4n).

نشاط (١-٣٧):

يتم الآن إحداث التضاعف الصبغي صناعياً في بعض النباتات مما ينتج عنه ثمار ذات أحجام متضاعفة.

ابحث في الموضوع، واعرض ماتوصلت إليه على زملاك.

٢ - التضاعف الناقص (Eneuploidy):

حيث يتضاعف عدد الصبغيات، ولكن ليس ضعفاً أو أضعافاً كاملة كما هو الحال في الخلايا السرطانية في الملكة الحيوانية والإنسانية.

٣ - تغيرات في هيئة الصبغيات:

حيث يكون عدد الصبغيات طبيعياً ولكن يحدث تغير في شكل الصبغي، كأن يصبح الصبغي صغيراً، أو أن يفقد أحد ذراعيه، ويوجد ذلك في أمراض سرطان الدم، وهذا التغير لا ينتقل إلى الأبناء.

٤ - تثبيط تكوين المغزل (Inhibition of spindle Formation):

حيث يحدث عدم تكوين للمغزل لسبب ما مما يترتب عليه عدم تحرك الصبغيات نحو قطبي الخلية وتظل الخليتان في مكان واحد بالخلية وعندما يتكون الغشاء النووي فإنه يحفظ بالمجموعتين الصبغيتين في منتصف الخلية مما يترتب عليه تضاعف عدد الصبغيات شذوذاً.

٥ - الفشل في الانقسام السيتوبلازمي (Failure of cytokinesis):

حيث تفشل الخلية الحيوانية أو النباتية في تكوين الصفيحة الوسطية التي تفصل الخلايا البنوية مما يترتب عليه نفس التضاعف السابق للصبغيات.

نشاط (١-٣٨):

يوجد العديد من التغيرات المحمودة والتغيرات غير المحمودة في الانقسام غير المباشر (Mitosis) ابحث في هذا الأمر باستخدام مصادر التعلم وناقش الأمر مع زملائك.

ثالثا : الانقسام الاختزالي (الميوزي) (Meiosis) .

نشاط (١ - ٣٩) :

- افحص أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث لبعض الأزهار النباتية.
 - افحص قطاعات طولية في متك الزهرة ومبيضاها .
 - هل تعرف كيف تكونت حبوب اللقاح والبويضات في تلك النباتات؟
- ابحث في الموضوع ودون ما توصلت إليه لمراجعته بعد دراسة الانقسام الاختزالي وتكوين الأمشاج.

يحدث الإنقسام الاختزالي في الكائنات الحية التي تتكاثر بالتزاوج بالأمشاج المذكرة، أو الممثلة للذكوره (+) والأمشاج المؤنثة، أو الممثلة للأنوثة (-) فهو يحدث في مملكتي الطلائعيات والفطريات وبعض أجناس مملكة الأوليات بعد تكوين الجرثومة اللاقحية (Zygot)، أو الطور الجرثومي ثنائي المجموعة الصبغية (2n) لينتج عندنا بالانقسام الاختزالي كائنات حية أو أمشاج أحادية المجموعة الصبغية (n) (الطور المشيجي). ويحدث في المملكة النباتية والمملكة الحيوانية والإنسان أثناء تكوين الأمشاج التناسلية المذكرة والمؤنثة في الأعضاء التناسلية الخاصة بكل جنس سواء أكان مذكرا أم مؤنثا.

ويختلف الانقسام الاختزالي (الميوزي) (Meiosis) عن الانقسام غير المباشر (الفتيلي Mitotic division) في أن كل خلية ناتجة عن الانقسام الاختزالي تحتوي على نصف عدد الصبغيات الموجودة في خلايا الأم الجسدية والمولدة للأمشاج قبل انقسامها. فإذا كانت الخلية الأم تحتوي على (2n) فإن الخلية الناتجة منها بالانقسام الاختزالي تحتوي على (n) أي أحادية المجموعة الصبغية أي ذات مجموعة صبغية فردية، ومن هنا عرف باسم الانقسام الاختزالي (Reductional Division).

ويشمل الانقسام الاختزالي على انقسامين متتاليين هما :

الانقسام الميوزي^(١) الأول (First Meiotic Division)

والانقسام الميوزي الثاني (Second Meiotic Division)

وهذا ما سنفصلة لك بإذن الله في الصفحات التالية :

(١) استخدمنا الترجمة الحرفية هنا للتسهيل على الطلاب وعدم اللبس.

الانقسام الميوزي الأول First Meiotic Divison

المرحلة التمهيدية في هذا الانقسام أكثر تعقيدا حيث تشتمل على خمس مراحل تتميز جميعها بوجود الغشاء النووي، والنوية إن وجدت كما سنوضحه فيما يلي :

(١) الطور التمهيدي الأول (Prophasel) :

ويشتمل هذا الانقسام على الخمسة الأطوار الآتية :

(١ - ١) الطور القلادي (Leptonema - or Leptotene stage)

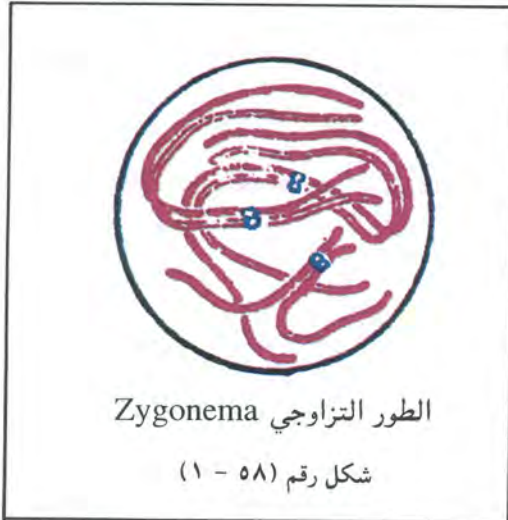


الطور القلادي Leptonem

شكل رقم (٥٧ - ١)

في هذا الطور تتضخم النواة وتتكتف المادة النووية، ثم تبدأ الصبغيات في الظهور على هيئة خيوط منفصلة تحتوي على بعض اللفات يظهر عليها حبيبات تسمى الكروموميرات (Chromomeres) وتشبه الصبغيات في هذه الحالة المسبحة أو القلادة، ومن هنا سميناه بالطور القلادي (Leptotene).

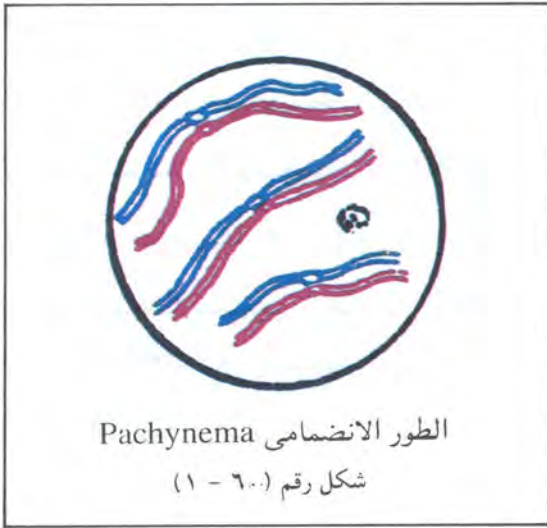
(١ - ٢) الطور التزاوجي (Zygonema : or Zygotene stags)



الطور التزاوجي Zygonema

شكل رقم (٥٨ - ١)

في هذا الطور يقترب كل صبغين متماثلين (Homologous Chromosomes) من بعضهما البعض ويبدأن في عملية تشابك (Synapsis) تبدأ من منطقة السنترومير، ثم تمتد بطول الصبغين لتكون الصبغيات المزودجة أو الثنائية (Bivalent).



(١ - ٣) الطور الانضمامي (Pachyema or - Pachytene stage)

حيث يزداد الانضمام بشدة بين كل صبغين متشابهين حتى يظهر كأنهما صبغى واحد. وتظهر النواة كأنها تحتوي على نصف عدد الصبغيات، وهنا تسمى الصبغيات بالصبغيات الثنائية (Bivalent Chromosomes) ثنائية السنترومير، ويلتف الصبغيان حول بعضهما البعض.

- وقرب منتصف فترة الطور الزمنية يظهر كل صبغى منشقا طوليا إلى كروماتيدتين يربطهما السنترومير الخاص بهما وهنا يظهر كل صبغى ثنائى مكون من أربع كروماتيدات.

- في النهاية تظهر الصبغيات على هيئة مجموعات رباعية (Tetrads) وتتكسر قطع من الكروماتيدات المتماثلة، وتحدث عملية تبادل للقطع المكسورة بين الكروماتيدتين، وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة العبور (Crossing over) وهي عملية مهمة في تبادل المادة الوراثية والصفات الوراثية.

(١ - ٤) الطور الانفراجي (Diplonema : or Diplotene Stage)

بعد أن يتم العبور (Crossing over) وتبادل القطع المكسورة بين كل كروماتيدتين

متشابهتين في المجموعة الرباعية يبدأ كل صبغين متماثلين في كل مجموعة في فك الالتفاف الحلزوني والابتعاد عن بعضها البعض. إلا أن هذا الانفصال لا يكون كاملا في



البداية؛ ولذا يبقى كل زوج علي اتصال ببعضهما البعض في مناطق اتصال تسمى بالتصالب (Chiasmata).^(١)

- وتأخذ نقاط التصالب في النقصان تدريجيا مع استمرار انفصال الصبغين المتماثلين عن بعضهما البعض في عملية تعرف بالانزلاق (Terminalization).

(١ - ٥) الطور التشتتي (الابتعادي Diakinesis):



حيث تستمر عملية الانزلاق حتى تختفي كل نقاط التصالب، وينفصل كل صبغين متماثلين عن بعضهما البعض تماما، وعند هذه الحالة يبدو كل صبغى مكونا من كروماتيدتين، ويظهر السنتروميير وقد انشق إلى اثنين، ويظهر المغزل كما يختفي الغشاء النووي وتتعلق الصبغيات بخيوط المغزل.

نشاط (١ - ٤٠):

افحص العديد من الشرائح الجاهزة التي توضح المراحل السابقة في الانقسام الاختزالي الأول، وارسمها كما رأيتها وناقش ما تراه مع زملائك.

(١) انظر كتاب علم الحيوان - محمود البنهاوي وآخرون (ص ٧٣).

(٢) الطور الاستوائي الأول (Metaphase I) :

في هذا الطور تترتب مجموعة الصبغيات الثنائية على خط استواء الخلية بحيث يكون أحد الصبغيين في مستوى أعلى من خط استواء الخلية وشبيهه أسفل قليلا عن هذا المستوى، ويلاحظ أن كل صبغى يتكون من كروماتيدتين يربطهما سنترومير واحد.

(٣) الطور الانفصالي الأول (Anaphase I) :

في هذا الطور يبتعد كل صبغين متماثلين عن بعضهما البعض ويتحرك كل منهما في اتجاه قطب الخلية المقابل له.

نشاط (١-٤١) :

في الطور الانفصالي الأول (Anaphase I) يكمن أهم فارق بين الانقسام الاختزالي الأول وغيره من الانقسامات. هل تستطيع توضيح ذلك؟

(٤) الطور النهائي الأول (Telephase I) :

بعد أن تصل كل مجموعة صبغية إلى أحد أقطاب الخلية يتكون حولها غشاء نووي، وبذلك تتكون نواتان بنويتان تحتوي كل منها على نصف العدد الأصلي للصبغيات في الخلية الأم وهذا يعني أنها تحتوي على (n) .

(٥) المرحلة البينية (Interphase) :

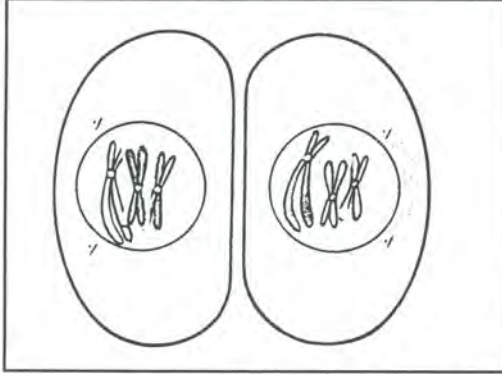
وهي مرحلة قصيرة تلي الانقسام الاختزالي الأول تستمر حتى تدخل الخلايا في الانقسام الاختزالي الثانى (Second Meiotic Division).

نلاحظ الآتى في الانقسام الميوزي الأول :

- ١ - الغشاء النووي موجود في كل المراحل ولكنه يأخذ في الاختفاء التدريجى، ويختفي نهائيا في نهاية الطور التشتتي.
- ٢ - الصبغيات طويلة، وتبلغ أقصى طول لها في الطور القلادي، ولكن تأخذ في القصر التدريجى كلما تقدمنا، ويتم هذا عن طريق الحلزنة.

٣ - كل صبغى يبدأ في الاقتراب من نظيره في الطور التزاوجى ، وتستمر عملية التقارب (Synapsis) وتبلغ مداها في الطور الضام بتكوين الوحدات الثنائية (Bivalents)، كل وحدة ثنائية تتكون من كروموسومين نظيرين (Homologous)، كل كروموسوم يتكون من كروماتيدتين شقيقتين (Sister Chromatids)، إذا الوحدة الثنائية تتكون من ٤ كروماتيدات، اثنتين شقيقتين، واثنين غير شقيقتين (Non sister chromatids).

٢ - الانقسام الميوزي الثاني Second Meiotic division



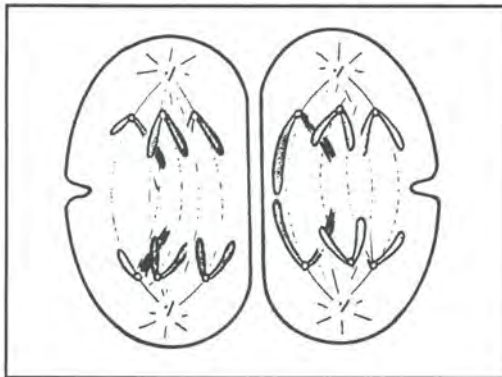
الطور التمهيدي الثاني

قد يتكون جدار فاصل بين النواتين الجديدتين وعندها تمر كل خلية بطور بيني قصير ولا تتضاعف المادة النووية. ثم تتهيأ الخليتان للانقسام الثاني



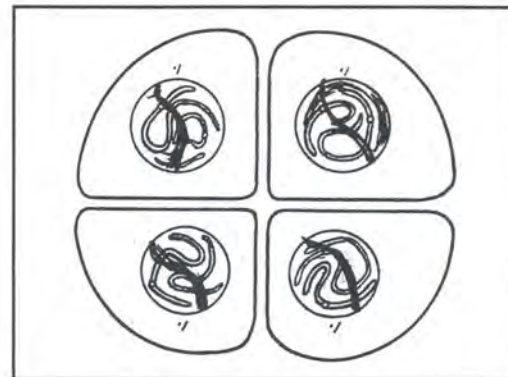
الطور الاستوائي الثاني

تصطف الكروموسومات في خط استواء الخلية وتتصل خيوط المغزل من موضع السنترومير



الطور الانفصالي الثاني

تنفصل السنتروميرات بعقبها انفصال الكروماتيدات حيث تتجه في شكل مجموعتين كل منها في أحد قطبي الخلية.



الطور النهائي الثاني (الطور الرباعي)

تتجمع الكروموسومات عند قطبي الخلية وتزداد طولاً وتقل في السمك ويظهر الغشاء النووي والنوية. وتتكون أربع خلايا تدعى (الأمشاج) وكل مشيج يحتوي على نصف عدد كروموسومات الخلية الأصلية (الخلية الأم).

من الدراسة السابقة للانقسام الاختزالي نجده يمر بأطوار شبيهة بأطوار الانقسام اللاإختزالي (الميتوزي) إلا أنه يختلف عنه بفروق، أهمها:

١ - في المرحلة الاستوائية يصطف كل صبغى (بكروماتيدية) مقابل الصبغى مثيله (وليس مستقلا) على خط استواء الخلية.

٢ - في المرحلة الانفصالية يبتعد كل صبغى (بكروماتيدية معاً) نحو قطب من أحد أقطاب الخلية، بحيث يتجمع عند كل قطب نصف عدد الصبغات الموجودة في الخلية الأم.

٣ - يشتمل الإنقسام الاختزالي على انقسامين هما :

انقسام اختزالي ينتج عنه خليتان في كل منهما نصف عدد الصبغيات (أحادية المجموعة الصبغية) الموجودة في الخلية الأم (ثنائية المجموعة الصبغية) يليه انقسام لإختزالي (الميتوزي الثاني) (Second mitotic division) لكل من الخليتين الناتجتين.

٤ - ينتج في نهاية الانقسام الاختزالي أربع خلايا مشيحية في كل منها نصف عدد الصبغيات الموجودة في الخلية الأم، وهذا يسمى بالعدد الفردي أو أحادية المجموعة الصبغية، ويرمز له بالرمز (n).

٥ - يحدث الانقسام الاختزالي في الخلايا التناسلية، (الخصيتان في الذكر، والمبيضان في الأنثى في المملكة الحيوانية)، وفي المتوك والمبايض، وفي الأؤوجونات والأنثريدات وفي الجرثومة الزيجوية في الفطريات، وفي بطن الأرشحونية والأنثريدة في الأرشحونيات.

٦ - يتوزع السيتوبلازم أثناء الانقسام الاختزالي في خلايا الأعضاء المذكورة بالتساوي تقريبا بحيث تصبح كل الخلايا الناتجة أمشاجا فعالة.

٧ - في خلايا الأعضاء المؤنثة لا يتوزع السيتوبلازم بالتساوي بل يتجمع معظمه في خلية واحدة من الخلايا الأربع الناتجة بحيث تصبح هذه الخلية هي المشيخ المؤنث الفعال (البويضة)، وأما الخلايا الثلاث الأخرى فتموت عادة وتضمحل.

هل تعرف ما الحكمة في كثرة الأمشاج المذكورة وقللة الأمشاج المؤنثة في الكائنات الحية؟ وماذا يحدث لو انعكس الأمر؟

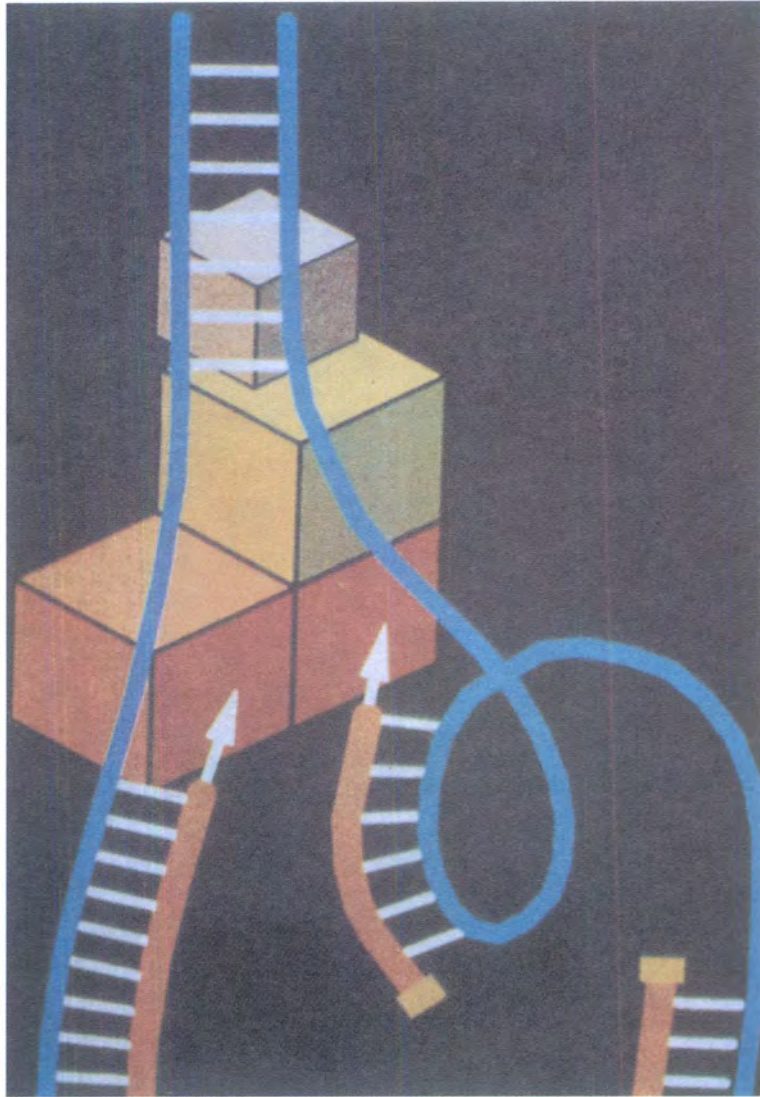
الشذوذ الصبغي في عملية الانقسام الاختزالي Chromosomal aberration in miosis

تسير عمليات الانقسام الاختزالي في نظام دقيق ومحكم يجعل للحياة واقعها المعهود لنا . ولكن ماذا يحدث لو حدث شذوذ (Abnormalities) في عملية الانقسام الاختزالي؟

نشاط: (١-٣٤):

ابحث في عملية الشذوذ الصبغي في عملية الانقسام الاختزالي وما يترتب عليها من اختلافات وراثية مع توضيح الضار منها والنافع إن وجد، وناقش الموضوع مع زملائك، واعد مناظرة مصغرة في هذا الأمر.

Nucleic acids - الأحماض النووية



الأحماض النووية – Nucleic acids

- هل تعلم شيئاً عن الأحماض النووية؟
- إذا كنت تعلم شيئاً عنها فكم صفحة من نفس مساحة صفحات هذا الكتاب تستطيع كتابتها عن الأحماض النووية؟
- ما الدور الرئيس الذي تلعبه الأحماض النووية في حياة الكائنات الحية؟

- أجب عن الأسئلة السابقة، واحتفظ بالاجابة معك لتطلع عليها بعد انتهائك من دراسة الأحماض النووية في هذا المقرر لترى قدر التعلم الذي حدث لك بدراسة هذا الموضوع.

- علمت فيما سبق أن النواة تصبغ بالصبغ القاعدي، وهذا دليل على وجود مركبات حمضية بها. وفعلا اكتشفت هذه الأحماض في نهاية القرن التاسع عشر بواسطة الباحث فريدريك ميسشر (F. Miescher) وقد أطلق عليها اسم الأحماض النووية لوجودها في النواة .

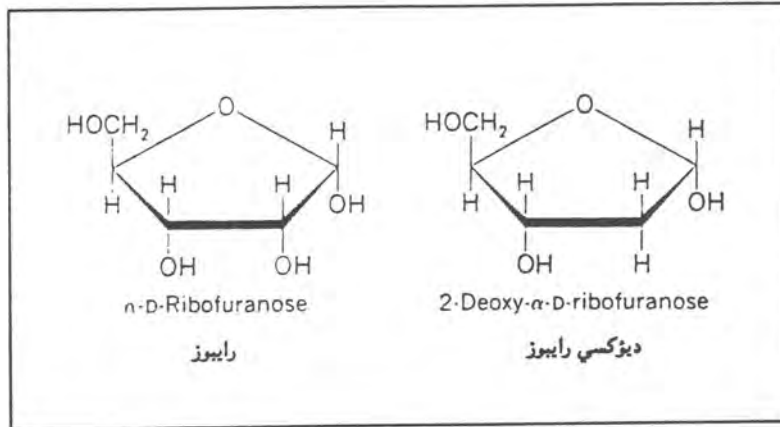
- وبالبحث والدراسة وجد أن الأحماض النووية نوعان رئيسيان : أحدهما يسمى الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (Deoxyribo Nucleic Acid) ويرمز له بالرمز (DNA)، ونطلق عليه الدنا. أما الحمض الثاني فهو الحمض النووي الريبوزي (Ribo Nucleic Acid)، ويرمز له بالرمز (RNA)، ونطلق عليه الرنا .

- وتتكون الأحماض النووية من وحدات تسمى النيوكليوتيدات (Nucleotides) وكل نيوكليوتيدة تتكون من :

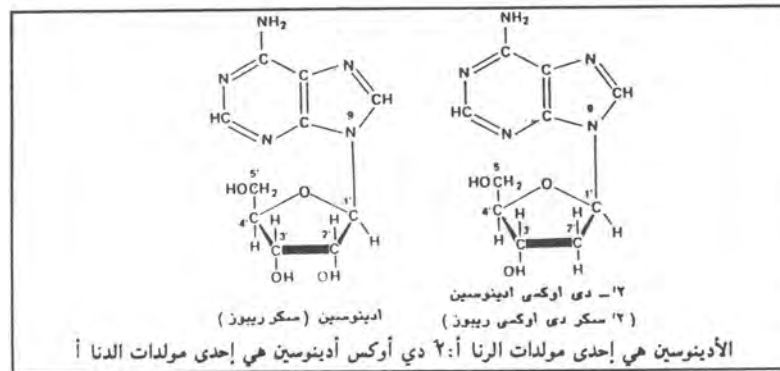
(١) جزئ سكر خماسي (pentose suger) يسمى ريبوز (Ribose):

حيث يوجد هذا السكر في حمض الدنا (DNA) على شكل خماسي منقوص الأكسجين (Deoxyribose)، ويتضح ذلك لغوياً من كلمة (Deoxy) ومن الصيغة الجزيئية للسكر في الرسم .

- بينما يوجد هذا السكر الخماسي في حمض الرنا (RNA) على شكل سكر خماسي ريبوز (Ribose).
- مما سبق، نجد أن أول فارق بين الحامضين هو السكر الخماسي الموجود في الرنا RNA هو ريبوز، أما في الدنا DNA فهذا السكر الخماسي ريبوز منقوص الأكسجين.



شكل رقم (٦٥ - ١)



شكل رقم (٦٦ - ١)

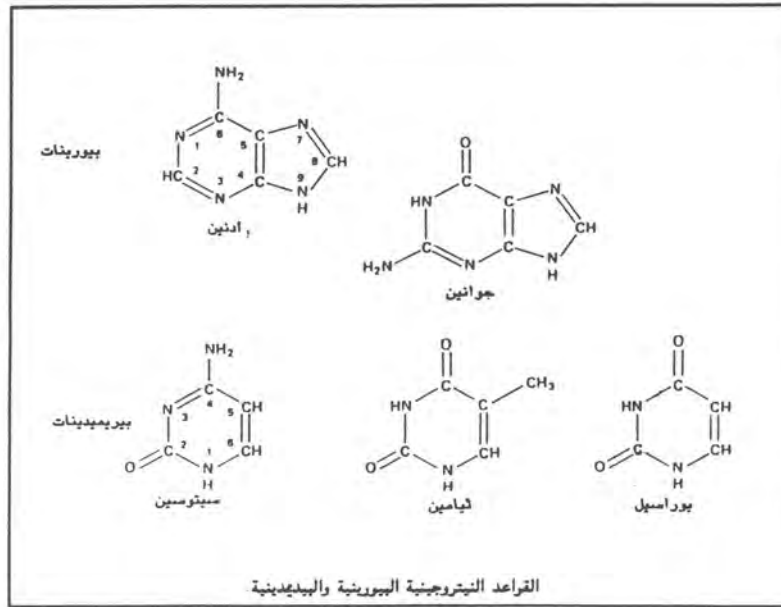
- (٢) جزيء حمض فوسفوريك (Phosphoric acid) - مجموعة فوسفات
- (٣) جزيئات قواعد نيتروجينية (Nitrogenous bases) وهي أهم الجزيئات المكونة للأحماض النووية، وتنقسم إلى مجموعتين:

(٣ - ١) البيورينات - (Purines) :

وهي جزيئات بها حلقة بيورين مزدوجة، وتضم : الأدينين (Adenine) ويرمز له بالحرف A والجوانين (Guanine) ويرمز له بالحرف G.

(٣ - ٢) البريميدينات (Pyrimidines) :

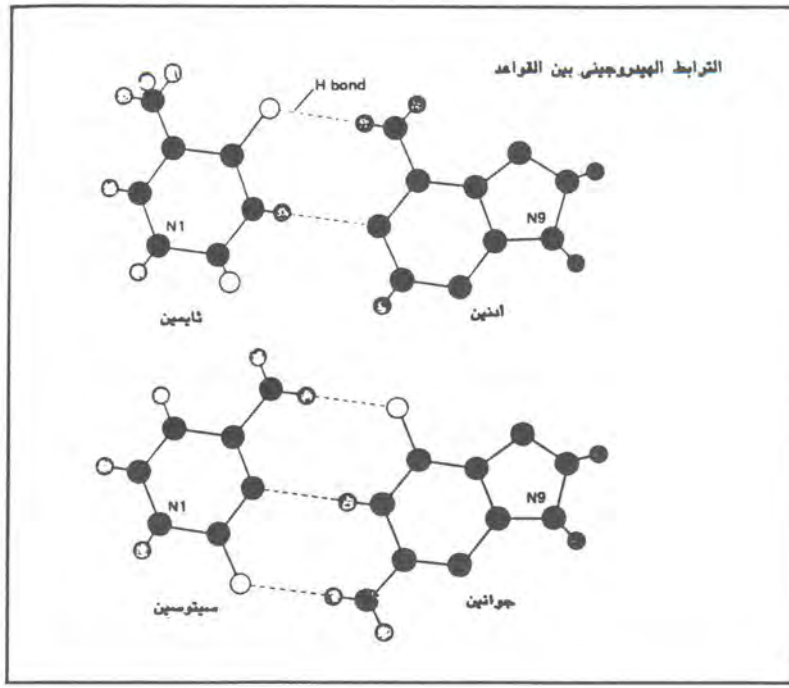
وهي جزيئات بها حلقة بريميدين واحدة، وتضم : السيتوسين (Cytosine) ويرمز له بالحرف C ، والثيامين (Thymine) ويرمز له بالحرف T في الدنا DNA ، ويحل محله اليوراسيل (Uracil) في جزيء الرنا RNA ، ويرمز له بالحرف U .



شكل رقم (٦٧ - ١)

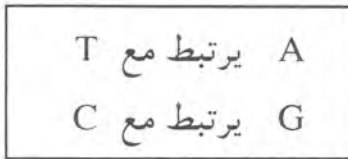
- إذا ارتبطت نيوكليتيده مع نيوكليتيده أخرى تعطى ثنائي النيوكليتيديات (Dinucleotides) .

- إذا ارتبط عدد أكثر من ثنائي النيوكليتيديات يعطى عديد النيوكليتيديات (Poly nucleo-tides) .

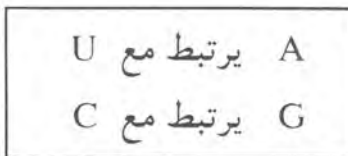


شكل رقم (٦٨ - ١)

- وفي النيوكليوتيدة الواحدة يرتبط السكر الخماسي مع مجموعة الفوسفات من ناحية ومع قاعدة نيتروجينية من الناحية الأخرى بروابط تساهمية قوية .



- وفي جزئ (DNA) يرتبط دائماً A مع T
و G مع C



- وفي جزئ (RNA) يرتبط دائماً
A مع U
G مع C

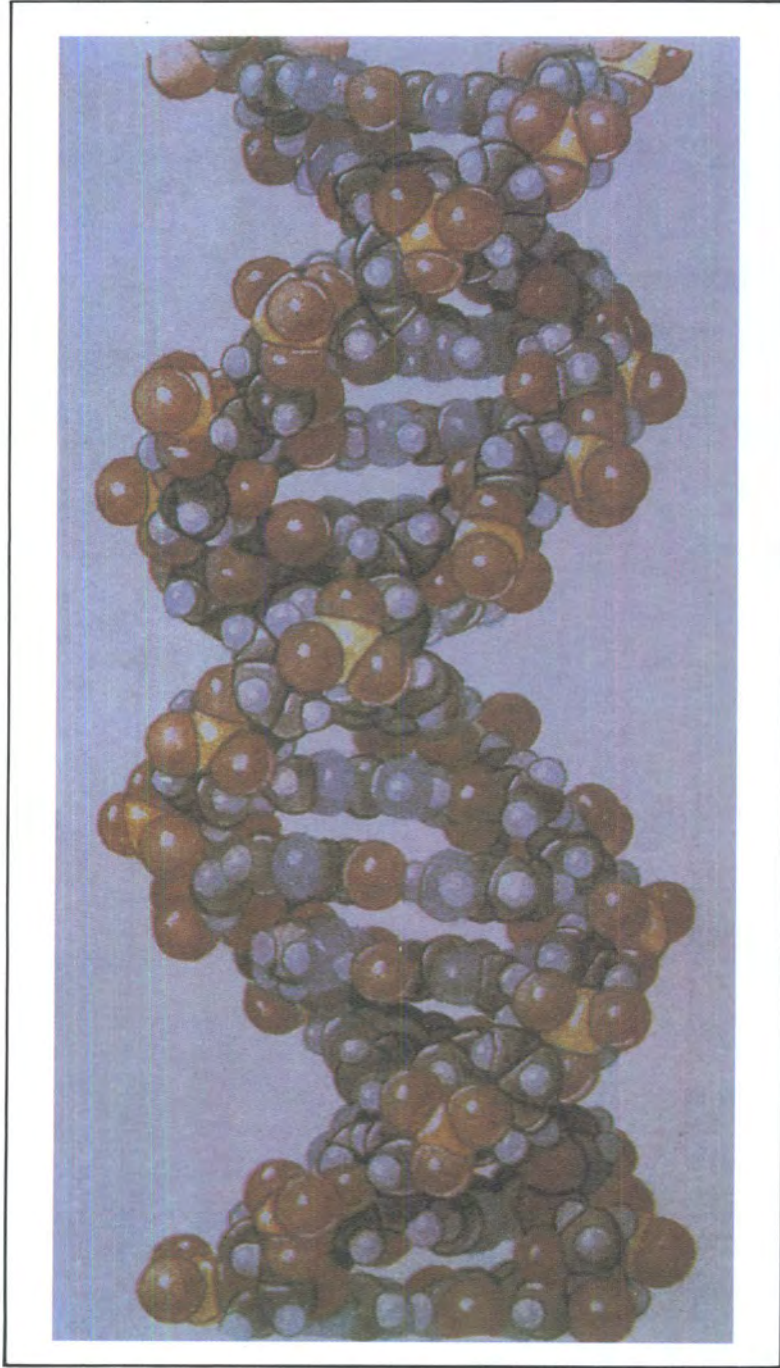
- ويوجد نوع واحد من الدنا DNA في جميع الكائنات الحية - يختلف فيه فقط عدد النيوكليوتيدات، وتتابع القواعد النيتروجينية، وتتابع القواعد النيتروجينية بحسب كل فرد من الكائنات الحية .

- ويوجد من الحمض النووي الرنا (RNA) الأنواع التالية :

- ١- الحمض نووي الرنا (RNA) الأصلي الخاص ببعض الكائنات الحية كالفيروسات .
- ٢- حمض نووي رسول RNA messenger ويرمز له (m RNA) ويلفظ (messenger RNA) وليس (m RNA) .
- ٣- حمض نووي ناقل (transfer RNA) ويرمز له بالرمز (t RNA) ويلفظ (transfer Rna) .
- ٤- حمض نووي ريبوزومي Ribosomal - RNA : ويرمز له بالرمز (r RNA) ويلفظ Ribosomal RNA ، وليس r RNA

وهذا ما سنفصله لك فيما يلي بإذن الله .

أولاً : الحامض النووي الدنا (DNA)
Deoxyribo Nucleic Acid



أولاً : الحامض النووي الدنا (DNA)
Deoxyribo Nucleic Acid

- ماذا تعرف عن أهمية (DNA) في الحياة ؟
- ماذا أضفت معرفتنا لجزئ (DNA) لحياتنا؟
- ما العلوم الحديثة التي نشأت نتيجة لمعرفةنا لتركيب جزئ (DNA) ؟
- هل تتوقع أن يصنع العلماء جزئ DNA ويقوم بجميع الوظائف الحيوية التي يقوم بها جزئ DNA كالموجود في ذبابة مثلاً.

- حاول الإجابة عن الأسئلة السابقة واحتفظ بإجابتك حتى نهاية دراسة الموضوع، ثم عاود الإجابة عن الأسئلة نفسها وقارن بين الإجابتين .
- في سنة ١٩٥٣م توصل كل من الباحثين كريك (Crick) وواطسون (Watson) إلى البناء الفراغي للحمض النووي DNA، وحازا على جائزة نوبل في العلوم ١٩٦٢م تكريماً لهما على هذا الاكتشاف .
- ١- وبعد حمض (DNA) المادة الوراثية الأساسية في معظم الخلايا الحية^(١)؛ فهي المادة التي - شاء الله وتعالى - أن تقوم باختزان المعلومات الوراثية في الخلية ونقلها من جيل إلى جيل .
- ٢- كمية الحامض النووي الدنا (DNA) ثابتة في خلايا النوع الواحد من الكائنات الحية .
- ٣- أعطى الحامض النووي الدنا (DNA) المقدرة على نسخ نفسه وإعطاء جزيئات جديدة لا يختلف عن الجزئ الأصلي .
- ٤- تتابع القواعد النروجينية في الحمض النووي الدنا (DNA) للنوع الواحد ثابتة لا تتغير، وإذا تغيرت تتغير معها الصفات الوراثية، وهذا ما يعبر عنه حالياً بالهندسة الوراثية، أي إحداث التغيرات الوراثية صناعياً.

١ - يرجع ذلك إلى أن بعض أنواع من الفيروسات لا تحتوي على (DNA) وإنما المادة الوراثية بها (RNA) فقط.

٥ - ترتيب القواعد النيتروجينية في الحامض النووي الدنا (DNA) بطريقة معينة تؤدي إلى ظهور صفة وراثية معينة، وهذا الترتيب يتوقف عليه تنوع الكائنات الحية، وتمايزها وتباينها.

٦ - تحتوي جزيئات الحامض الدنا (DNA) على جميع الصفات الوراثية للكائنات الحية من الطول واللون والبصمات وشكل الأوراق ونوع الثمار وطعمها والصوت ونوعه وغيرها من بلايين الصفات الوراثية المختلفة في الكائنات الحية التي نعجز عن عدّها وإحصائها.

٧ - إن طول جزيء واحد من (DNA) إذا تم فرده أطول من قامة الإنسان.

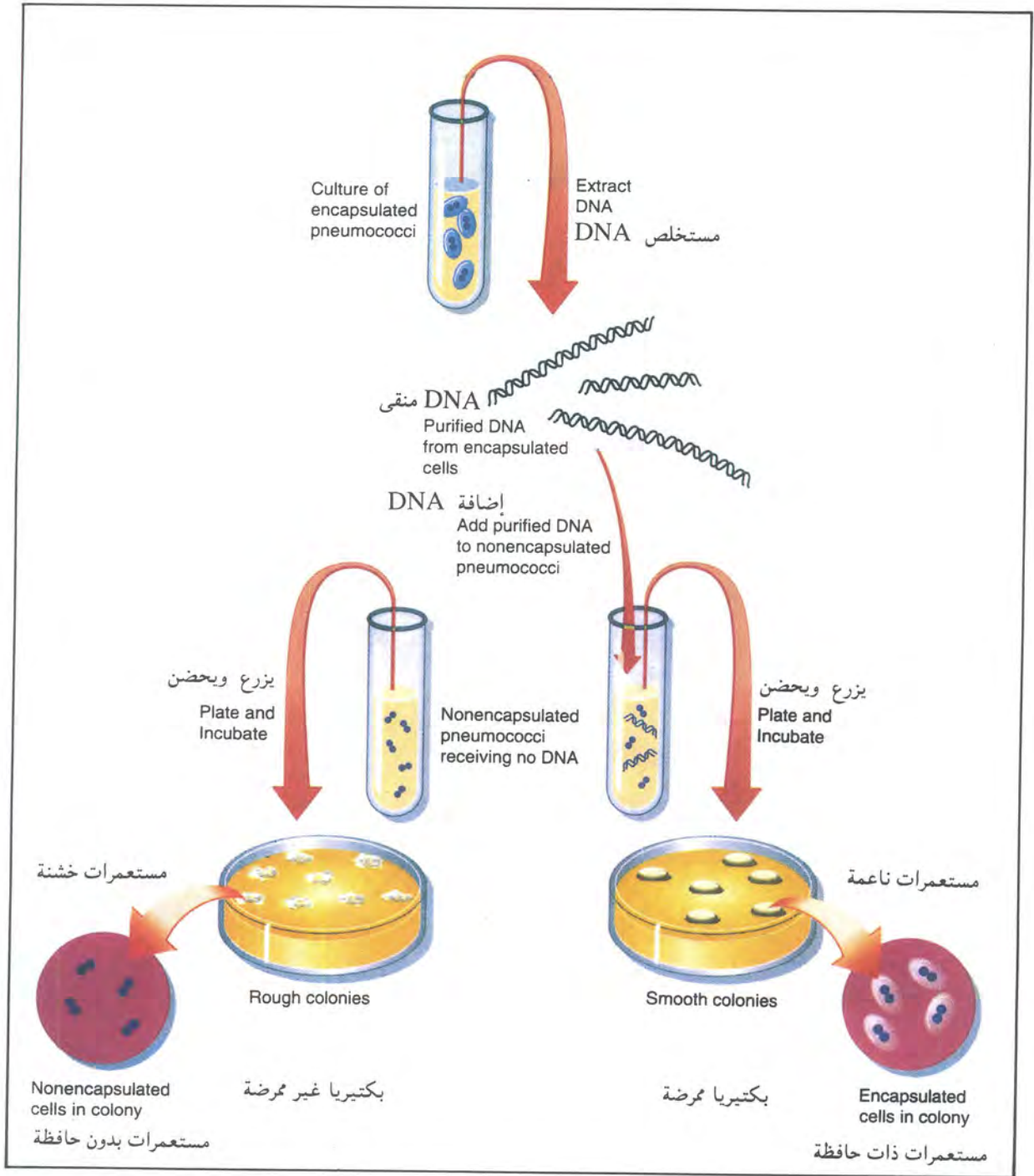
٨ - إذا رصت جزيئات الحامض النووي الدنا (DNA) الموجودة في خلايا جسم إنسان واحد على هيئة شريط متصل لكان مجموع طولها أطول من المسافة بين الأرض والشمس (٤٠٠) مرة.

٩ - حيث أن جزيء الدنا (DNA) يحتوي على جميع المعلومات المتعلقة بجسم الكائن الحية كما علمت، فإن كل صبغي واحد من الصبغيات في جسم الإنسان يحتوي على معلومات بما يملأ موسوعة ضخمة ذات (٤٦) جزءاً، كل جزء يتكون من (٢٠) ألف صفحة^(١).

الأدلة على أن الدنا DNA هو المادة الوراثية:

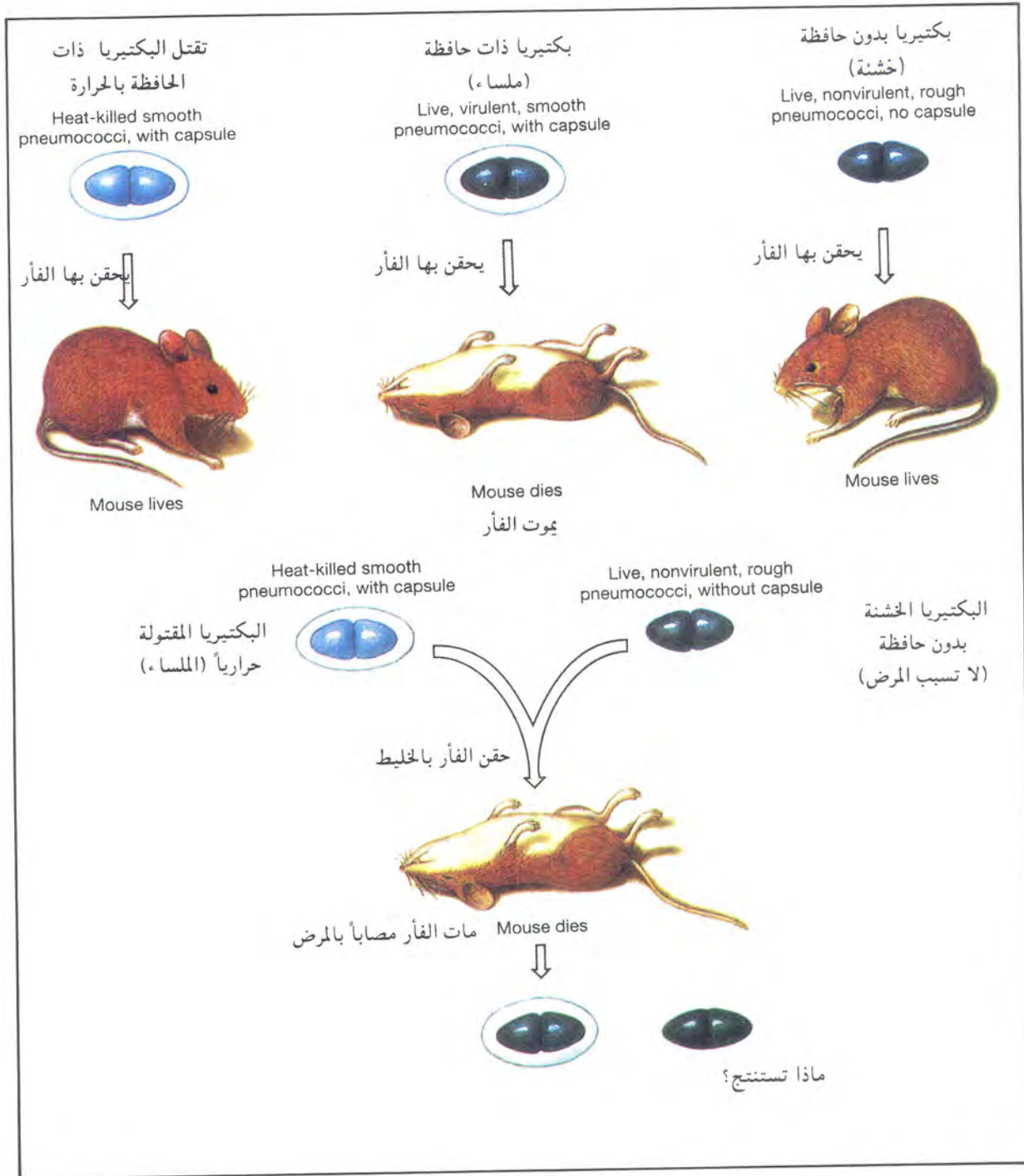
هناك دلائل وبراهين علمية قاطعة تثبت أن الأحماض النووية هي الحاملة للمعلومات الحيوية في الكائنات الحية ماعدا بعض الفيروسات، أي هي المادة الوراثية، ولكن سوف نتناول أبسط هذه الأدلة بشئ من التوضيح.

(١) - هذه المعلومات من الأدلة العلمية الشاهدة على عدم صدق نظرية العشوائية الدارونيه في الكائنات الحية.



شكل رقم (٦٩ - ١)
تجربة توضح أن DNA هو المادة الوراثية

الشكل عن كتاب Microbiology تأليف J. Kandle و L. McKane
طبعة ١٩٩٧ م ص (٢٠٨).



شكل رقم (٧٠ - ١)

الشكل عن كتاب Microbiology تأليف G. Black و Jacquelyn
طبعة ١٩٩٧ م ص (١٩٨).

(١) أدلة مباشرة :

وهي تتلخص في التوازي بين سلوك الصبغيات والسلوك المتوقع للمادة الوراثية كما يلي :

(أ) كمية الدنا DNA في الأمشاج تكون نصف الكمية الموجودة في أي خلية جسمية لنفس الكائن وهذا يتفق مع حقيقة أن عدد الصبغيات = $2n$ في الأمشاج، بينما عدد الصبغيات في الخلايا الجسمية = $2n$.

(ب) كمية الدنا DNA في الخلايا وهي في طور بين الإنقسام (Interphase) تبلغ ضعف الكمية الموجودة في الطور النهائي (Telophase).

(ج) كمية الدنا DNA في الخلايا الثنائية (Diploid $2n$) تبلغ نصف الكمية الموجودة في الخلايا الرباعية (Tetraploid $4n$).

(٢) أدلة غير مباشرة :

هناك أدلة كثيرة ولكن سوف نختار منها دليلاً واحداً فقط، وهو ظاهرة التحول في البكتريا.

- التحول في البكتريا (Bacterial transformation)، في بكتريا الالتهاب الرئوي *Diplococcus penumoniae* يوجد سلالتين رئيسيتين :

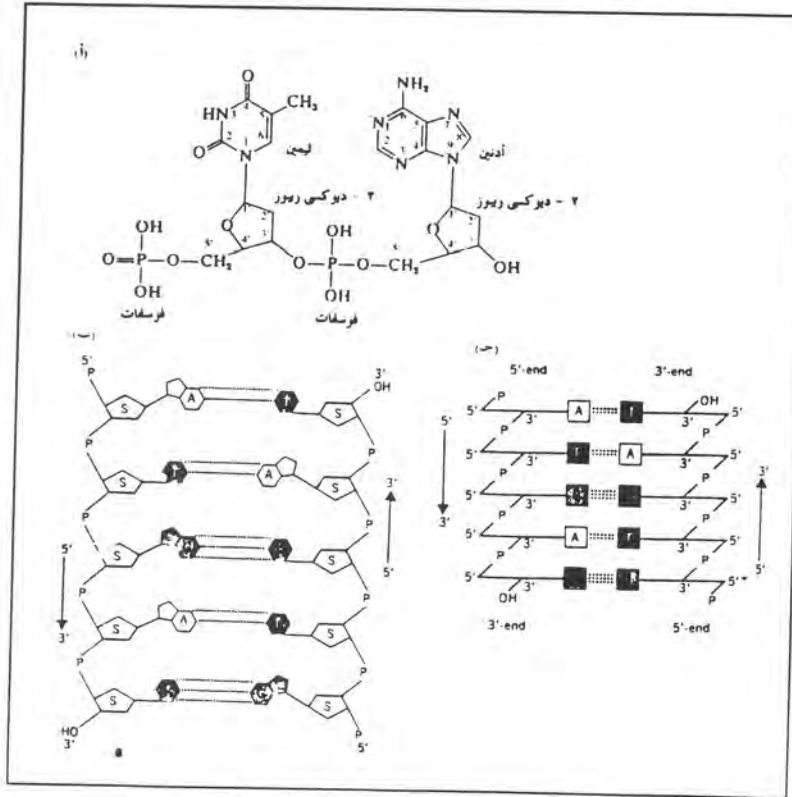
(أ) سلالة ناعمة الملمس (Smooth) :

ويرمز لها بالرمز S، وهي تتميز بوجود جدار جيلاتيني حول الخلايا البكتيرية، وبالتالي فهي ممرضة (Virulent) تسبب مرض الالتهاب الرئوي. كما أن هذه السلالة تشمل طرزاً مختلفة، كل طراز له جدار جيلاتيني ذو تركيب كيميائي خاص ومختلف عن بقية الطرز S1, S11, S111... etc.

(ب) سلالة خشنة الملمس (Rough) ويرمز لها بالرمز R، ليس لها جدار جيلاتيني، ولذا فهي خشنة الملمس وغير ممرضة (Non - virulent).

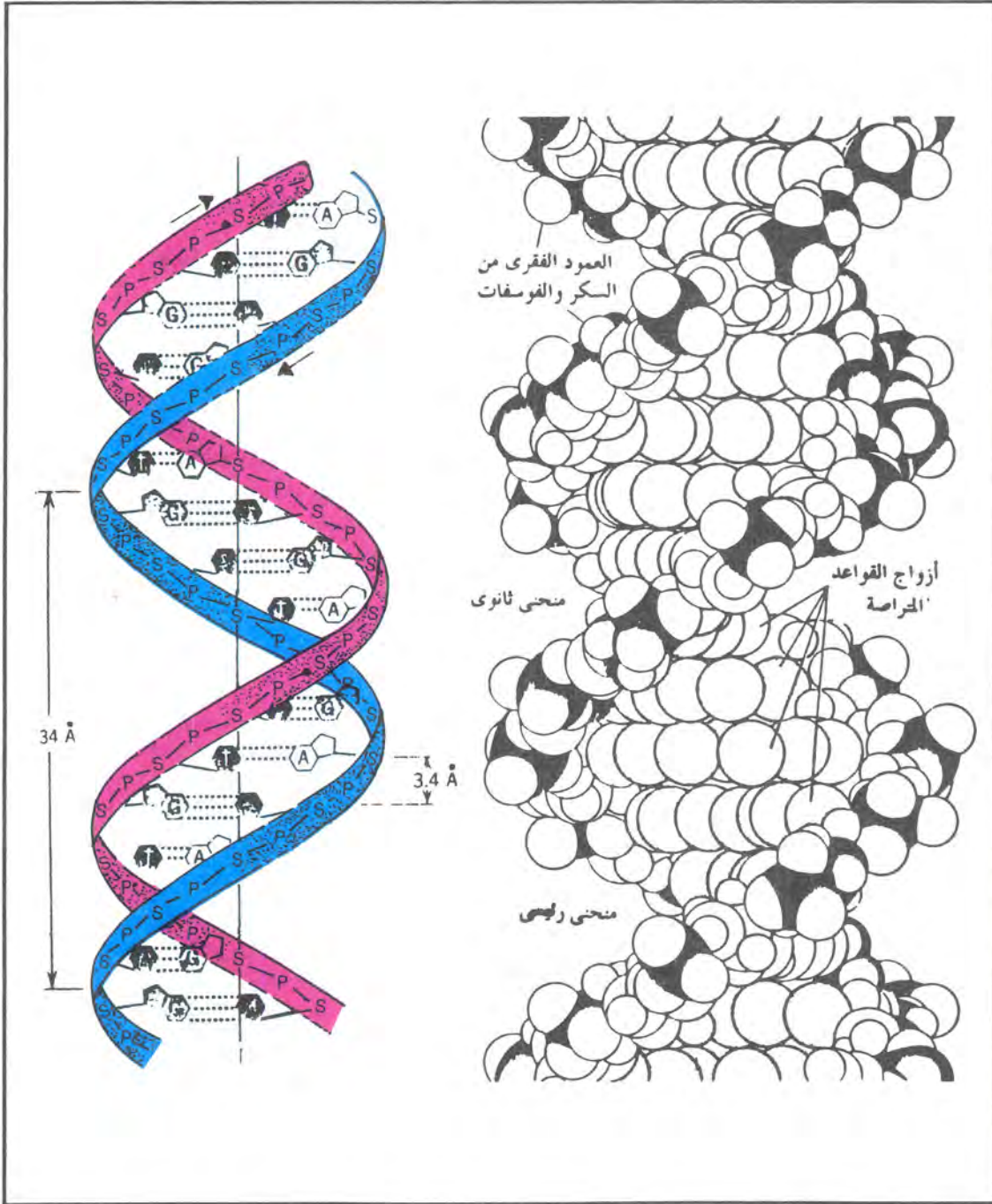
البنيان الجزئي لحمض الدنا (DNA)

لقد توصل كل من كريك و واطسون (Crick and Watson) (١٩٥٣ م) إلى طبيعة البنيان الجزئي، أو تركيب جزئ حمض (DNA)، وحازا على جائزة نوبل (١٩٦٢م) على هذا الاكتشاف العلمي، حيث اقترحا أن جزئ (DNA) يتكون من سلسلتين من جزيئات الفوسفات والسكر الخماسي يتصل بعضها ببعض وبالقواعد النيتوجينية المرتبطة بروابط هيدروجينية ويلتفان حول بعضهما البعض على حلزون مزدوج.



شكل رقم (٧١ - ١)

التركيب الجزئي لـ DNA الذي يوضح التركيب الأساس للأعمدة الفقارية التي تتكون من السكر والفوسفور في سلسلة النيوكليوتيدات وطبيعتها ذات الاتجاه المتضاد.



رسم تخطيطي (على اليسار) ونموذج للمسافات المملوءة (على اليمين) التي أظهرها نموذج واتسون وكريك لتركيبة الحلزون المزدوج في DNA .

شكل رقم (٧٢ - ١)

- من هنا نفهم أن كل خيط يتكون من مجموعة نيوكليوتيدات ترتبط مع بعضها البعض بطريقة خاصة بحيث ترتبط كل نيوكليوتيدة بالنيوكليوتيدة المجاورة لها بجزئى الفوسفات المجاور، وهكذا إلى أن يتكون الشريط.
- ويرتبط الشريطان مع بعضها البعض بواسطة الروابط الهيدروجينية للقواعد النيتروجينية بحيث يرتبط دائما كل من:
 - الأدينين (A) في الشريط الأول بالثيامين (T) في الشريط الثانى.
 - والثيامين (T) في الشريط الأول بالأدينين (A) في الشريط الثانى.
 - والجوانين (G) في الشريط الأول بالسيتوسين (C) في الشريط الثانى.
 - والسيتوسين (C) في الشريط الأول بالجوانين (G) في الشريط الثانى.
- وهكذا تتكرر نفس الارتباطات على طول الشريطين.
- ويلتف الشريطان حول نفسيهما في الفراغ بطريقة حلزونية، تشبه سلم الخدم الموجود في بعض القصور، أو السلم القائم في بعض المحلات التجارية الضيقة.
- بحيث يمثل الشريط الأول القائم الأول للسلم، والشريط الثانى يمثل القائم الثانى والقواعد تمثل درجات السلم، والروابط تمثل المسامير.

الحمض النووي الرنا (RNA) Ribo Nucleic Acid

- ماذا تعرف عن الحمض النووي (RNA)؟
- أما كان يغني حمض (DNA) عن حمض (RNA)؟
- هل تستطيع كتابة بحث علمي لا يقل عن عشر ورقات من الحجم (A4) عن الحمض النووي الرنا (RNA)؟ حاول، واعررض على زملائك ما توصلت إليه من معلومات.

هذا النوع من الأحماض النووية يتكون مما يأتي:

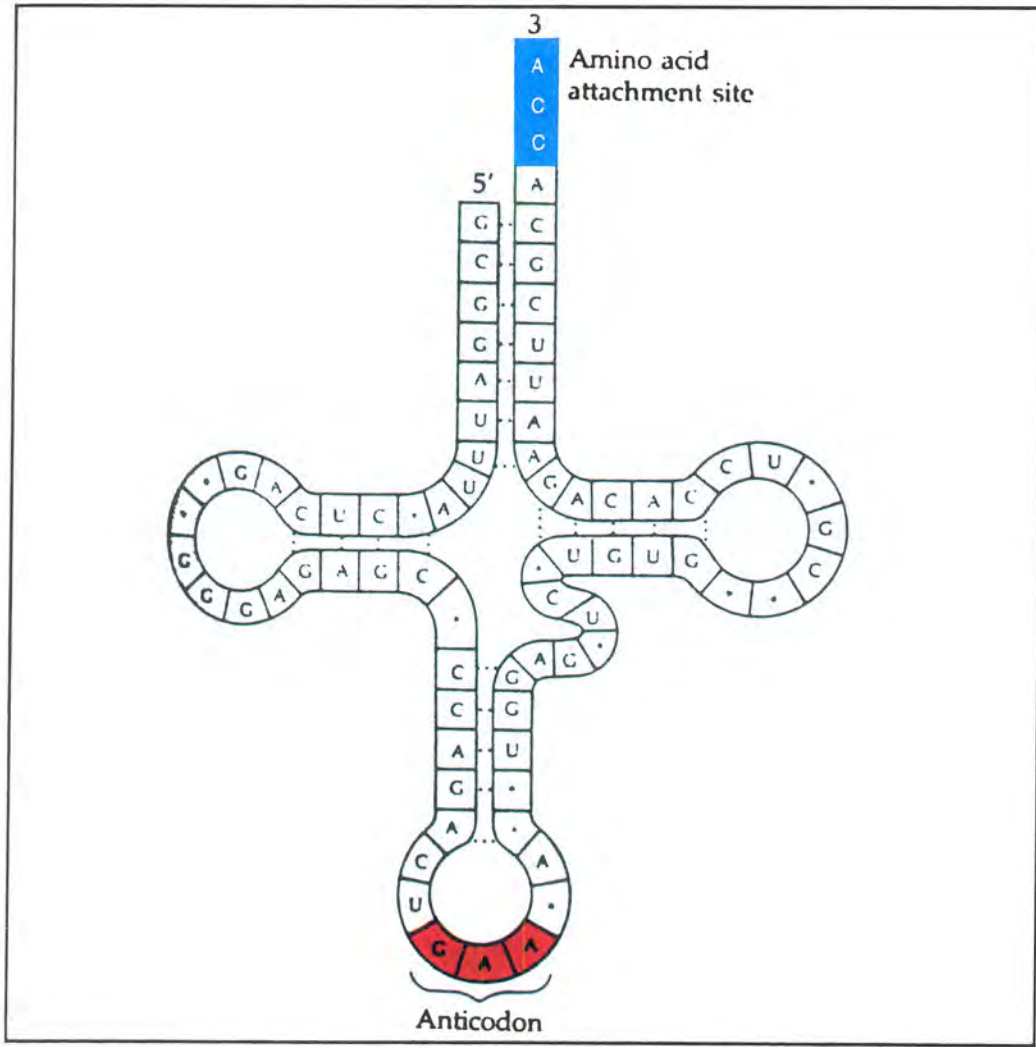
- ١ - سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات (نعني أنه يتكون من خيط واحد مفرد).
- ٢ - تحتوي كل نيكليوتيداته على القواعد النيتروجينية الأربع التالية :

- أدنين (Adenine) (A)
- جوانين (Guanin) (G)
- سيتوسين (Cytosine) (C)
- يوراسيل (Urasil) (U)

ومن هنا نفهم أن اليوراسيل (U) حل محل الثيامين (T) الموجود في (DNA).

٣ - تحتوي نيوكليوتيداته على سكر خاصي رايبوز.

٤ - يحتوي مجموعة فوسفات.



شكل رقم (٧٣ - ١)
أحد أشكال RNA

أين يوجد الحمض النووي الرنا (RNA)

- يوجد الحمض النووي (RNA) في النواة، وفي السيتوبلازم، وعلى الريبوزومات، وفي بعض العضيات في الخلية.
- أحيانا تتكون المادة النووية في بعض الكائنات مثل فيروس تبرقش ورق نبات الدخان من (RNA) فقط.

ما عدد أنواع (RNA) في الكائنات الحية حتى الآن؟

تعرف من الأحماض النووية الرنا (RNA) حتى الآن الأنواع التالية :

- ١ - الحمض النووي (RNA) العادي أو التكاثري كالموجود في الفيروسات. (المادة الوراثية للفيروس) وهذا ما يهمله الكثير عند حساب عدد أنواع الرنا.
- ٢ - الحمض النووي الرسول (Messenger - RNA) ويرمز له بالرمز (m RNA) والذي يقوم بحمل الرسالة الوراثية (التعليمات الوراثية) من الحمض النووي (DNA) في النواة إلى بعض العضيات في الخلية مثل الريبوزومات في عملية تخليق البروتين.
- ٣ - الحمض النووي الناقل transfer - RNA ويرمز له بالرمز (t RNA)، وهو الحمض النووي الذي يقوم بنقل بعض المكونات اللازمة لتخليق شيء ما بالخلية إلى مواضع تخليقها، كما هو الحال عندما ينقل (t RNA) الأحماض الأمينية النشيطة من السيتوبلازم وأماكن تخليقها ليوصلها إلى مراكز بناء البروتين على الريبوزومات، وهو المسئول عن وضع كل حمض أميني في مكانه الصحيح في السلسلة الببتيدية بالتوافق مع الشفرة الوراثية التي يحملها الرنا الرسول (m RNA).
- ٤ - الحمض النووي الريبوزومي Ribosomal - RNA ويرمز له بالرمز (r RNA). وهو حمض نووي يدخل في تركيب الريبوزومات الموجودة على الشبكة البلازمية الداخلية المحيطة والتي تشكل (الريبوزومات) مركز بناء البروتين في الخلية وفقا للتعليمات التي يحملها (m RNA).

نشاط (١-٤٤):

بالتعاون مع زملائك قم بصنع نموذجين للحمض النووي الدنا (DNA)، والأحماض النووية الرنا (RNA) مع كتابة الخصائص العامة لها والفوارق بينها، وأين توجد في الخلية.

أشكال الحمض النووي الرنا RNA:

يتخذ الحمض النووي الرنا RNA أشكالا مختلفة ابحث في هذا الموضوع

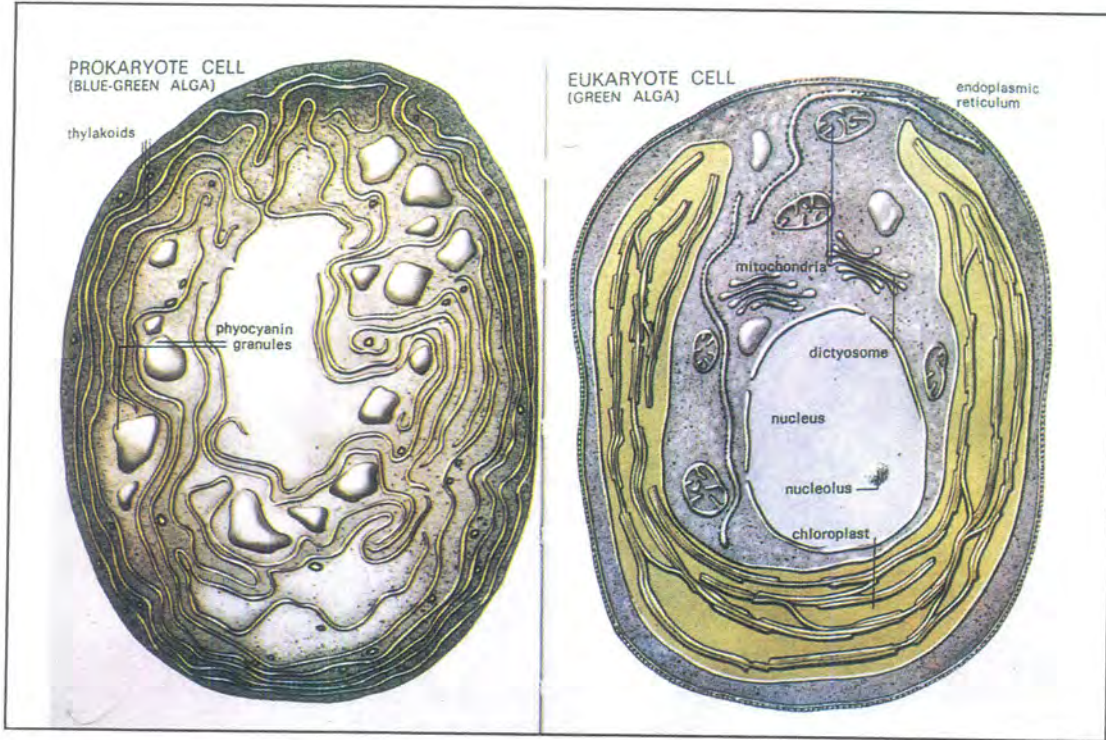
الخلية أولية النواة والخلية حقيقية النواة Procaryotic cell and Eucaryotic cell

سبق لك أن درست الخلية أولية النواة والخلية حقيقية النواة. (١)

نشاط (١-٤٥):

باستخدام مصادر التعليم بالمدرسة اكتب مقالا علميا عن الخلية حقيقية النواة والخلية أولية النواة وناقشه مع زملائك.

ارجع إلى كراسة النشاط الخاصة بالمقرر تجد العديد من الأسئلة الشاملة والمتنوعة التي يجب أن تجيب عنها.



خلية حقيقية النواة وخلية أولية النواة.

شكل رقم (٧٤ - ١)

(١) انظر مقرر الكائنات الحية والبيئة (٢) - مقرر سابق ص (٢٧ - ٣٠).

الوراثة Genetics



ALYAM
No. 411 - Friday June 28th 1991

شؤون صحية

الطبيب
يوم 28 يونيو 1991 - العدد 411 - الجمعة 28 يونيو 1991

هل يعجز الطب عن اكتشاف علاج «لفقر الدم المنجلي»؟! تقل العدوى الناس عن طريق الرض... مفهوم خاطيء

يجب على الرض اتباع برنامج غذائي سليم والعناية بصحة لورثاية من المضاعفات



**خطورة فقر الدم المنجلي على المرأة الحامل والجنين تزداد في الأشهر الأخيرة
من بين المضاعفات احتمال التل المنجلي أو عدم النطق أو الصرع عند الأطفال**

لا يوجد علاج نهائي لهذا المرض، ولكن يمكن السيطرة على أعراضه وتقليل المضاعفات. يجب على الرض اتباع برنامج غذائي سليم والعناية بصحة لورثاية من المضاعفات. فقر الدم المنجلي هو مرض وراثي ينتج عن خلل في كريات الدم الحمراء، مما يؤدي إلى نقص إمداد الجسم بالأكسجين. هذا المرض شائع في المجتمعات ذات الأصول الأفريقية، المتوسطية، والهندية. الأعراض تشمل التعب، شحوب الجلد، وآلام المفاصل. المضاعفات المحتملة تشمل فقر الدم الحاد، تضخم الطحال، والتهابات متكررة. العلاج يركز على إدارة الأعراض وتقليل خطر المضاعفات.

الوحدة الثانية

الوراثة - Genetics

يتوقع بعد دراستك لهذه الوحدة أن تكون :

عالمًا :

- بالتركيب الكيماوى الحيوي للمادة الوراثية.
- بالتركيب البنائى للمادة الوراثية.
- بخصائص ووظائف المادة الوراثية.
- بعملية تحكم المادة الوراثية في الصفات الموروثة.
- بطريقة عمل الشفرة الوراثية.

ملماً :

- ببعض الصفات الوراثية للكائنات الحية.
- ببعض القوانين التى تتحكم في العمليات الوراثية، وانتقال الصفات بين الأجيال.
- مدركاً : لأهمية المادة الوراثية في حياة الكائنات الحية.
- مقدار : لدور العلماء في الكشف عن المادة الوراثية.
- لدور الدولة في حماية المواطنين من بعض الأمراض الوراثية والوقاية منها.
- شاكرًا لله سبحانه وتعالى على نعمه التى أودعها في الجهاز الوراثى للكائنات الحية.

محتوى الوحدة الثانية

الوراثة - Genetics

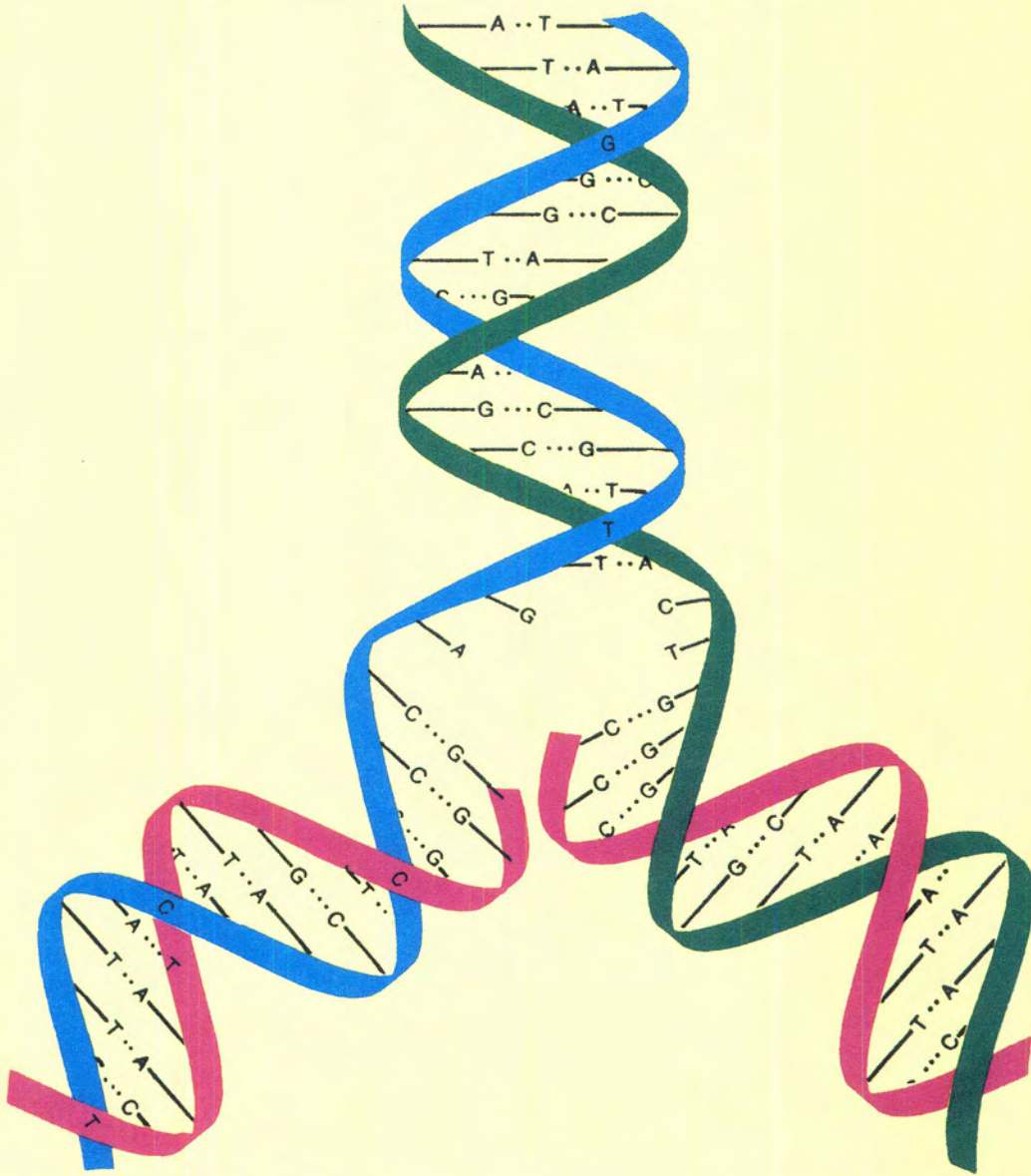
علم الوراثة هو أحد فروع علوم الحياة، الذي يبحث في أسباب التشابه والتباين بين أفراد الكائنات الحية، ولعلم الوراثة أهمية كبيرة في تفهم توارث الصفات الوراثية من جيل إلى آخر بما يمكننا من التغلب على بعض الأمراض التي تصيب الكائنات الحية كما يمكننا من الاستفادة العلمية والاقتصادية في حل المشكلات الاقتصادية والصحية للكائنات الحية.

وفي هذه الوحدة سوف تدرس :

- العلاقة بين بناء الدنا (DNA) وخصائصه الوراثية والحيوية.
- تغيرات الجهاز الوراثي.
- قوانين مندل الوراثية.
- التلقيح الاختباري.
- النظرية الكروموسومية للوراثة.
- تجارب مورجان والنظرية الكروموسومية.
- تحديد الجنس والصفات المرتبطة والمتأثرة بالجنس.
- الوراثة البشرية والهندسة الوراثية.
- التغيرات في المسلك الوراثي المنديلي
- الارتباط والعبور

الفصل الأول

العلاقة بين بناء الدنا (DNA)
وخصائصه الوراثية والحيوية



محتوى الفصل الأول

العلاقة بين بناء الدنا (DNA) وخصائصه الوراثية والحيوية

في هذا الفصل من الوحدة الثانية سوف نناقش معك:

- تناسخ الدنا DNA.
- الدنا (DNA) كجزيء حامل للشفرة الوراثية.
- أسلوب تعبير الدنا (DNA).
- تباين الدنا DNA.
- تغيرات الجهاز الوراثي.
- قوانين مندل الوراثية.

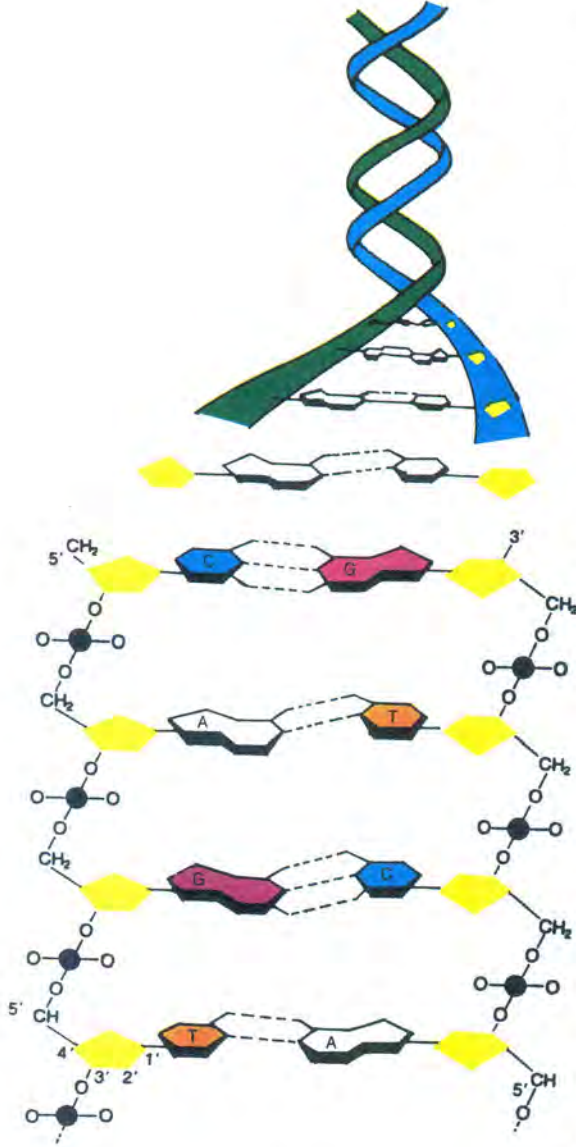
العلاقة بين بناء الدنا (DNA) وخصائصه الوراثية والحيوية

(١) تناسخ الدنا - DNA Replication :

تناسخ المادة الوراثية يعنى في النهاية تكوين جزيئات أو نُسخ طبق الأصل من المادة الوراثية لكي تنتقل إلى الخلايا الجديدة الناتجة عن الانقسامات الخلوية، سواء بالانقسام غير الاختزالي (Mito) أو بالانقسام الإختزالي (Meiosis)، ويحدث هذا مرة واحدة أثناء طور ما بين الإنقسامين (الطور البيني Interphase) والذي يفصل بين دورات الإنقسام الخلوي المتتابعة.

ويمكن تلخيص عمليات تناسخ الدنا (DNA) في الخطوات التالية:

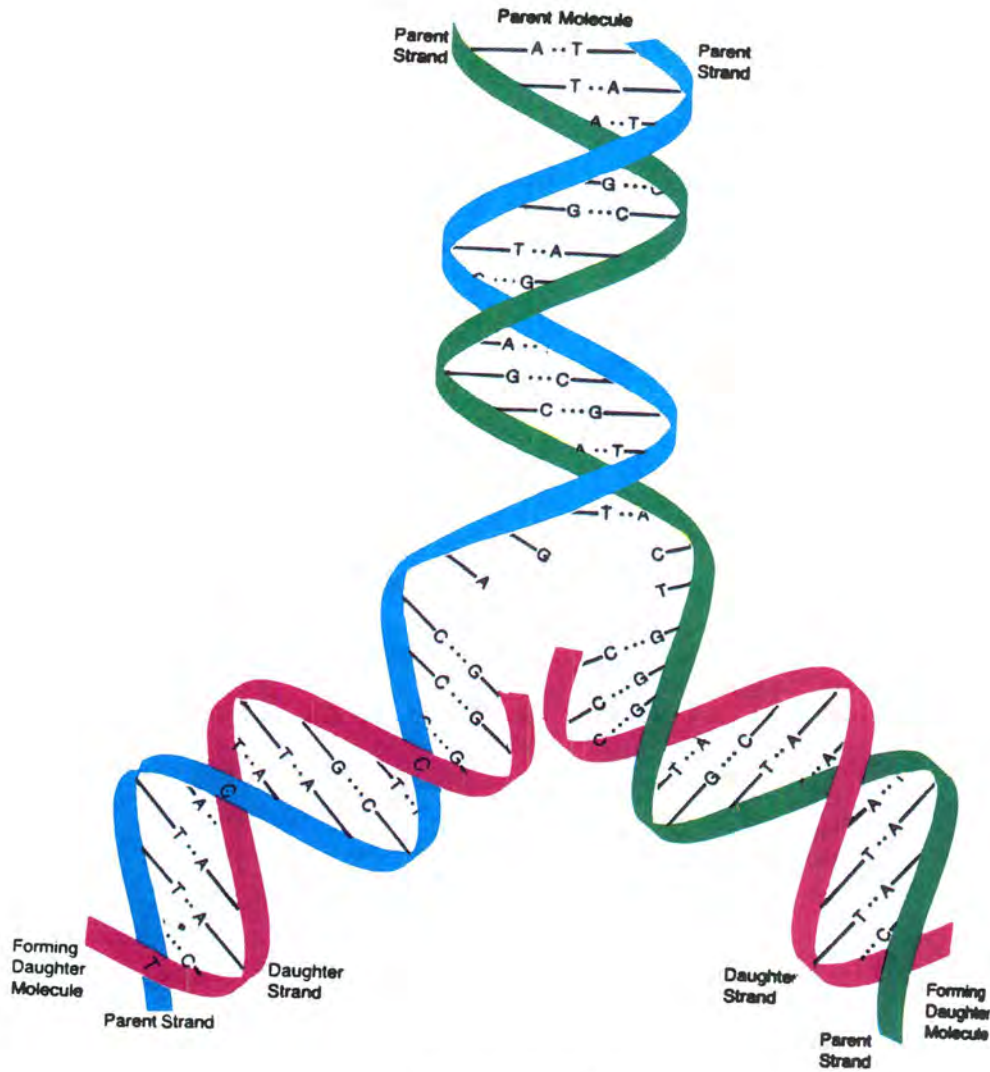
(١-١) : فك الحلزنة، وتكسير الروابط الهيدروجينية التي تربط سلسلتى جزيء الدنا (DNA) إحداهما بالأخرى، وتبدأ هذه العملية في منطقة معينة على جزيء الدنا (DNA) تسمى ببداية التناسخ (Origin of replication) ويتم ذلك بمساعدة أنزيم فك الحلزنة الذي يسمى (Helicase).



شكل رقم (٣ - ٢)

الحلزون المزدوج لجزيء الدنا (DNA)

(١ - ٢) بمجرد انفصال وابتعاد سلسلتى جزئى الدنا (DNA) إحداهما عن الأخرى وتكوين منطقة انتفاخ التضاعف (Replication bubble) والتي يكون بها الجزئ على شكل حرف Y (Y Fork) من أعلى ومن أسفل، يبدأ تخليق سلاسل فردية جديدة باستخدام بعض مكونات السيتوبلازم حيث يتم تجميع وبناء الوحدات اللازمة لذلك مثل جزيئات السكر الخماسى منقوص الأكسجين، ومجموعات الفوسفات، والقواعد النيتروجينية، وكل ما يلزم هذا التفاعل.



شكل رقم (٤ - ٢)

عملية نسخ الدنا (DNA)

(١ - ٣): كل سلسلة فردية قديمة من سلسلتى جزئى المادة الوراثية تعمل كدليل أو قالب (Template) يبنى عليها سلسلة جديدة مكملتها لها في وجود أنزيم البلمرة للدنا (DNA Polymerase).

(١ - ٤) تستمر هذه العملية حتى يكتمل تناسخ جزئى المادة الوراثية، وتكون النتيجة النهائية أن كل جزئى دنا (DNA) ينتج عنه جزيئان مشابهان له تماما في تسلسل وتتابع النيوكليوتيدات (Nucleotide sequenc)

(١ - ٥) كل جزئى دنا (DNA) جديد يتكون في النهاية من سلسلتين إحداهما قديمة والأخرى جديدة. وتسمى هذه العملية بالطريقة شبه المحافظة لتناسخ الدنا أو Semiconservative mode of DNA replication

نشاط (٢-١):
باستخدام بعض الخامات المحلية وبالتعاون مع زملائك قم بعمل تصميم مجسم أو مخطط لعملية تناسخ جزئى الدنا DNA.

(٢) الدنا DNA كجزئى حامل للشفرة الوراثية : DNA as a coded molecule

يجب أن تحمل المادة الوراثية كل المعلومات الحيوية الخاصة بالفرد، وهذا إعجاز ما بعده إعجاز؛ فجميع الصفات الوراثية للفرد الواحد والتي قدرها العلماء بسعة موسوعة عدد صفحاتها (٤٦٠ ألف صفحة) موجودة على جزئى الدنا.

والطريقة التي تحمل بها جزئى المادة الوراثية المعلومات مرتبطة ارتباطا وثيقا بالتركيب الكيماوى لهذا الجزئى، وبطريقة مختصرة يمكن القول : إن هذه المعلومات مخزنة على صورة تتابعات من النيوكليوتيدات على طول جزئى المادة الوراثية أي أن تتابعا معيناً من النيوكليوتيدات يحدد معلومات معينة، وتتابع آخر يحدد معلومات أخرى، وهكذا....

ويمكن مقارنة هذا بترتيب الحروف الأبجدية؛ فلكي تكون كلمات محددة لها معنى يجب وضع الحروف في ترتيب محدد، أما انتظام الكلمات بطريقة محددة أيضا فيكون جملا مفيدة، وتعطى هذه الجمل معانى محددة في النهاية.

مثال على ذلك : الكلمة الإنجليزية (CAT) تعنى قطة، ولكن إذا غير ترتيب الحروف إلى (ACT) لأصبح المعنى مختلف تماما، وإذا رتبت إلى ATC تصبح غير ذات معنى، وهذا ما يسمى بالنظام الشفري للحروف، وهونفس النظام الشفري الوراثةي.

- ويمكن القول : أن المعلومات الورثية للفرد مخزنة عن طريق تتابع النيوكليوتيدات في الجينات.

- إذا الجين يمكن تعريفه بأنه عبارة عن تتابع معين من النيوكليوتيدات في جزئ الدنا (DNA) وتختلف الجينات بعضها عن بعض في واحد أو كثرمن المعايير الآتية :

١ - عدد النيوكليوتيدات.

٢ - نوعية النيوكليوتيدات.

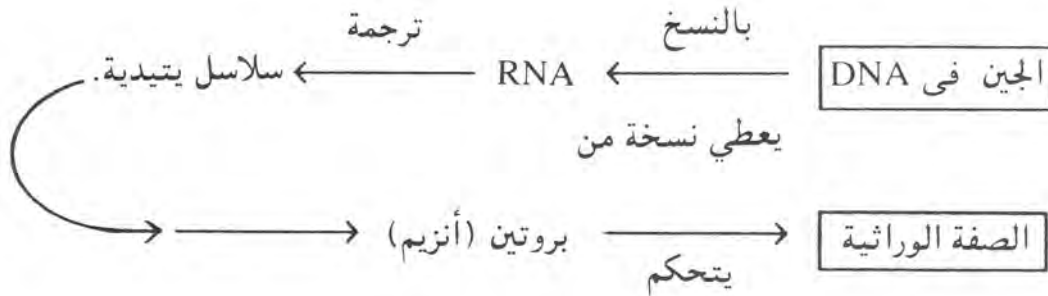
٣ - ترتيب النيوكليوتيدات.

- إذا كل جين يشغل منطقة ثابتة ومحددة على صبغى (Chromosome) معين ويمكن أن

نتساءل الآن ما العلاقة بين الجينات والصفات الوراثية؟ أو بطريقة أخرى كيف يتحكم جين معين في صفة وراثية معينة؟

يمكن تلخيص هذه العلاقة كالآتى :

بالنسخ والترجمة



مثال : صفة لون العين في الإنسان :

لون العين في الإنسان ما هو إلا صبغة معينة، أي مركب كيميائي معين يتكون داخل الخلايا عن طريق تفاعلات كيميائية حيوية، وهذه التفاعلات تقودها أنزيمات معينة، وهذه الأنزيمات ما هي إلا سلاسل ببتيدية معينة، وكل أنزيم يختلف عن الآخر في نوعية وترتيب الأحماض الأمينية داخل السلاسل الببتيدية.

إذاً لو تغير تتابع الأحماض الأمينية في السلاسل الببتيدية لبروتين أنزيم معين لتغير هذا الأنزيم وأحدث التفاعل الحيوي بطريقة معينة، وبالتالي يتكون مركب نهائي معين مما يترتب عليه مظهر معين لصفة معينة.

وقد اتضح أن تتابع النيوكليوتيدات في جزيء الدنا (DNA) يتحكم في تتابع الأحماض الأمينية في بروتين الأنزيم. من هنا نفهم أن الجين الخاص بلون العين يعطى أنزيمًا معينًا من خلال تتابع النيوكليوتيدات (الشفرات)، وهذا الأنزيم يقود التفاعل الحيوي لتكوين صبغة لونها بني مثلًا، ولكن إذا تغير تتابع النيوكليوتيدات (بالطفرة مثلًا) تغيرت خصائص الأنزيم، ليقود التفاعل بطريقة مختلفة لكي يعطى ناتجًا نهائيًا (End product) مختلفًا أي أسود مثلًا وهكذا.

وكما سبق ذكره توجد المعلومات الوراثية مخزنة في الدنا (DNA) على شكل شفرات حروفها الأساسية هي القواعد النيتروجينية الأربعة التالية :

Adenine	أدينين	=	A
Thymine	ثيامين	=	T
Guanine	جوانين	=	G
Cytosine	سيتوسين	=	C

ومن المعروف أنه يوجد على الأقل عشرون حمض أميني ضروري تدخل في تركيب البروتينات،

فكيف تسيطر هذه القواعد الأربع على شفرات الأحماض الأمينية العشرين؟

في حقيقة الأمر توجد أسئلة كثيرة تطرح نفسها عند دراسة هذا الموضوع منها :

س١ : ماذا تعنى الشفرة الوراثية؟ وما طبيعتها؟

س٢ : ما عدد النيوكليوتيدات في الشفرة الواحدة والتي ترمز أو (تشفر) لحمض أميني واحد؟

س٣ : أوجد شفرة واحدة لكل حمض أميني؟ أم أن هناك أكثر من شفرة للحامض الأميني

الواحد؟ أى أن الشفرة مرنة (Degenerate)؟

س٤ : هل الشفرة الوراثية عامة (Universal)؟ أى ان شفرة وراثية تعنى نفس الشئ في جميع

الكائنات الحية؟

س٥ : أتكون الشفرة على طول الجزيء مستمرة؟ أم أنها تتداخل فيما بينها؟ وهل بينها فواصل؟

نشاط (٢-٢):

ابحث عن إجابة للأسئلة السابقة في مصادر التعلم المتاحة لك، واحتفظ بالإجابة بعد مناقشتها مع زملائك؛ لتعاود النظر فيها بعد الانتهاء من دراسة الموضوع، ثم ابحث عن نقاط الضعف ونقاط القوة فيما توصلت إليه من حقائق.

لقد أسهمت البحوث في كل من مجالى علم الوراثة والكيمياء الحيوية في أوائل الستينات في الإجابة عن كل التساؤلات السابقة وقد توصلنا إلى مايلي :

الاحتمال الأول: وهي أنها تتابع معين من النيوكليوتيدات يحدد تخليق حمض أميني معين. فلو فرضنا أن كل كودون يتكون من نيوكليوتيدة واحدة أى أن كل قاعدة نيتروجينية تحدد أو (تشفر) حامض أميني واحد فعليه نحصل على (٤) شفرات مختلفة لأربعة أحماض أمينية مختلفة أى (٤) = ١، لكن نلاحظ أن عدد الأحماض الأمينية المطلوب تخليقها ليس أقل من عشرين. إذا هذا لاحتمال مرفوض.

- الاحتمال الثاني :

هو أن الشفرة الوراثية تتكون من تتابع قاعدتين نيتروجينيتين أي أن نيوكليوتيدتين من النيوكليوتيدات الأربع تكون شفرة لحامض أميني معين، وعليه فإن عدد الشفرات الثنائية الناتجة تكون $(4)^2 = 16$ وهذا العدد مازال أقل من العدد المطلوب، أي لا يكفي لتغطية العشرين حمضا أمينيا.

- الاحتمال الثالث :

أن تكون الشفرة الوراثية ثلاثية (Tirple code)، أي تتكون من ثلاثة قواعد نيتروجينية. في هذه الحالة ينتج عندنا $(4)^3 = 64$ شفرة مختلفة، وهذا العدد أكثر بكثير من العدد المطلوب لتكوين الأحماض الأمينية.

والاحتمال الأخير هو الاحتمال الصحيح حيث يتيح الفرصة بأن يوجد أكثر من شفرة للحمض الأميني الواحد، كما أنه يسمح نظريا بوجود شفرات ذات معنى (Sense codone) وأخرى غير ذات معنى (عدمية المعنى) (Nonsense codones) كما هو واضح في الجدول التالي :

كودونات رن الرسول

		الحرف الثاني					
		U	C	A	G		
الحرف الأول	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } CC } Ser CA } CG }	UAU } Tyr UAC } UAA } عديمة المعنى UAG }	UGU } Cys UGC } UGA } عديمة المعنى UGG } Trp	U	الحرف الثالث
	C	CUU } CUC } Leu GUA } CUG }	CU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His AC } AA } Gln AG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G	
	A	AUU } AUC } He AUA } AUG } Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AU } Asn AC } AA } Lys AG }	AGU } Ser GC } GA } Arg GG }	U C A G	
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G	

والأسماء المختصرة للأحماض الأمينية هي كما يلي : ألانين = ala ، أرجينين = arg ، اسباراجين = asn ، حمض الأسبارتيك = asp ، سيستين = cys ، جلوتامين = gln ، حمض الجلوتاميك = glu ، جليسين = gly ، هيسثيدين = his ، أيزوليوسين = ile ، ليوسين = leu ، ليسين = lys ، ميثيونين = met ، فينيل ألانين = phe ، بروتين = pro ، سيرين = ser ، ثريونيني = thr ، تريوفان = trp ، تيروزين = tys ، فالين = val

خصائص الشفرة الوراثية

لقد أثبتت التجارب العملية في الكيمياء الحيوية الخصائص التالية للشفرة الوراثية:

- ١ - الشفرة الوراثية ثلاثية (Triplet code) كما سبق ذكره.
- ٢ - الشفرة الوراثية مرنة (Degenerate code)، بمعنى أن أكثر من كودون (Codone) يمكن أن يشفر لحمض أميني واحد وليس العكس.
- ٣ - الشفرة الوراثية عامة (Universal code)، أي أن الشفرة الواحدة تشفر لنفس الحامض الأميني في كل الكائنات الحية.
- ٤ - الشفرات الوراثية تتابع على طول جزئى الدنا DNA بدون فواصل (Comaless).
- ٥ - هناك ثلاث شفرات مختلفة عديمة المعنى، وهي UAA, UAG, UGA أي لا ترمز لأي حمض أميني، ولها وظيفة محددة أثناء التخليق الحيوى لبروتين الأنزيم كما ستتعلم فيما بعد.

نشاط (٢-٣):

بالتعاون مع زملائك بالصف أو المدرسة قم بدراسة الشفرة الوراثية السابقة جيدا، ثم نفذوا ما فهمتموه على لوحة مجسمة من الخشب الرقيق أو ألواح البلاستيك الملونة أو باللوحات الضوئية، مع مراجعة المعلم أثناء التنفيذ، ثم اعرضوا اللوحة في مكان بارز في المختبر أو بالمدرسة.

(٣) أسلوب تعبير الدنا (DNA Expression):

تعبير المادة الوراثية عن نفسها هي الخاصية الثالثة للمادة الوراثية، والتي تمكن المعلومات المخزنة في الدنا DNA على صورة شفرات من أن تترجم إلى عمليات ووظائف حيوية، مثل: النمو، والتكشاف، والمرض..... الخ.

وكما سبق القول بأن تتابع النيوكليوتيدات في جزئى الدنا (DNA) يترجم إلى تتابع من الأحماض الأمينية لكى تتكون سلسلة ببتيدية لبروتين أنزيم يودى دورا أساسيا في تفاعل حيوى معين داخل الخلية.

وتشمل هذه العملية مرحلتين أساسيتين هما:

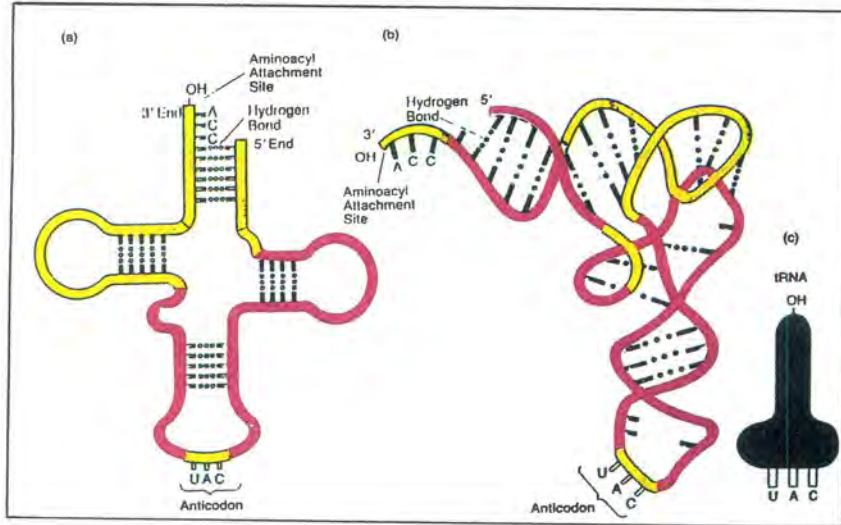
(أ) - النسخ - Transcription:

وفي هذه الخطوة تقوم إحدى سلسلتى جزئى (الدنا) - (DNA) بالعمل كقالب لتخليق سلسلة فردية من الرنا (RNA) مكاملة لها، وبذلك يتم نقل الشفرات الموجودة في جزئى الدنا (DNA) إلى سلسلة الرنا (RNA) الرسول messenger RNA، ويلاحظ أن سلسلة mRNA تنمو في الاتجاه من 3' ————— 5' في وجود أنزيم Polymerase II

mRNA 3' UGCAGCAUGGUUGCA 5'
Transcription
DNA 5' ACGTACGTACCAACGT 3'

ومن الجدير بالذكر أن هناك نوعين آخرين من جزيئات RNA تنتج بهذه العملية هما:
١- RNA الناقل Transfer RNA (tRNA) أو الرنا مترجم الشفرة.

وهذه الجزيئات لها شكل خاص، بحيث أن كل جزئى يحمل حامضاً أمينياً معيناً من خلال النهاية ٣ والتي تحدد نوعية الحمض الأميني الذي يرتبط بجزئى tRNA معين بوساطة منطقة على الجزئى تسمى الكودون المضاد (anticodon)، والتي تتكون من تتابع ثلاث قواعد نيروجينية كما هو واضح في الرسم التخطيطي التالي.



شكل رقم (٥ - ٢)

جزيئات الـ tRNA، (a) التركيب البسيط الجزئى tRNA
(b) الشكل الحقيقي لجزئى tRNA كما هو موجود (في السيتوبلازم)
(c) شكل مبسط لجزئى tRNA للتوضيح فقط

٢ - RNA الريبوزومي (r-RNA) ، Ribosomal RNA

الريبوزومات، وكما سبق أن علمت عبارة عن أجسام سايحة في السيتوبلازم أو موجودة على الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة، وتتكون من اتحاد بعض البروتينات مع جزيئات (r RNA)، والريبوزومات هي المواضع الحيوية التي يتم عليها التخليق الحيوي لبروتين الأنزيم، وكل ريبوزوم يتكون من جزئين أحدهما كبير الحجم والآخر صغير الحجم كما هو واضح في الشكل (٦-٢ب).

(ب) : الترجمة (Translation):

وهذه المرحلة يمكن تقسيمها إلى:

١ - المبادأة "Initiation .

٢ - الإستطالة Elongation .

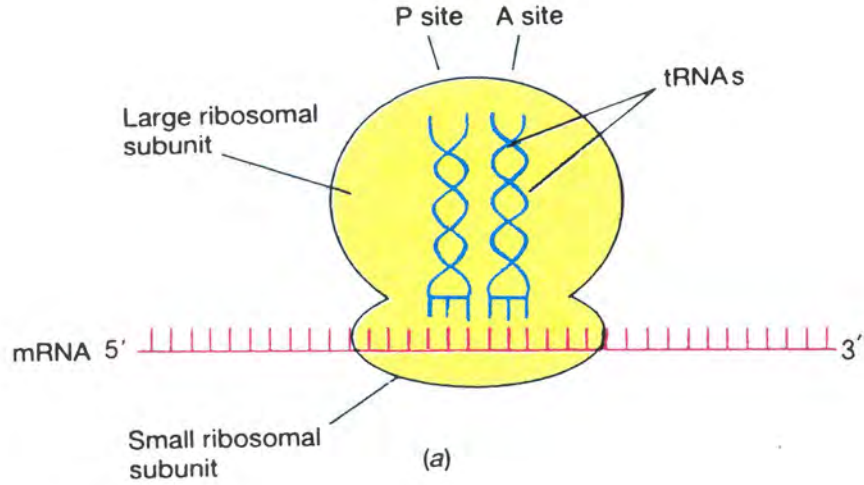
٣ - الإنتهاء Termination .

المبادأة (Initiation):

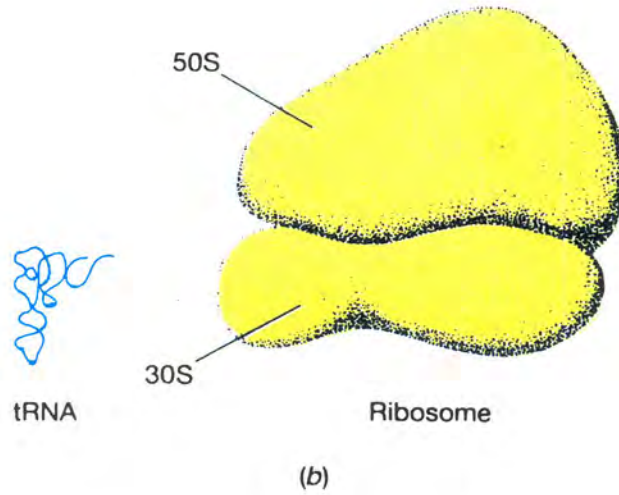
وهي تشتمل على :

- تكوين معقد يشمل جزء الريبوزوم الصغير (Small ribosome subunit) وبعض العوامل البادئة، وجزئ tRNA المحمل بأول حامض أميني في السلسلة الببتيدية وهو دائما N-romyl methionine في الكائنات الحية أولية النواة، هذا بالإضافة إلى بداية جزء m RNA المراد ترجمته

- يقترب جزء الريبوزوم الكبير (Large ribosome subunit) ويتحد مع المعقد السابق، وفي هذه الحالة يكون أول كودون في سلسلة mRNA في منطقة (P) site داخل الريبوزوم، وفي نفس الوقت مواجهة لمنطقة الكودون المضاد (anticodone) لجزئ tRNA المحمل بأول حامض أميني كما هو واضح في الشكل (٦-٢أ).



(أ) الطريقة التي يرتبط بها الريبوزوم مع الرنا حامل الرسالة وطريقة انتظام جزيئات tRNA داخل الريبوزوم .



(ب) شكل الريبوزوم.

شكل رقم (٦ - ٢)

II : الاستطالة (Elongation):

وهذه المرحلة تعنى زيادة السلسلة الببتيدية بإضافة أحماض أمينية جديدة وتشمل الخطوات التالية:

- في بداية هذه العملية تكون منطقة الببتيدة (P - Peptidyl site) داخل جزء الريبوزوم الصغير بها لكودون الأول في mRNA، وأيضاً جزئ tRNA المحمل بأول حامض في السلسلة الببتيدية التي سوف تحلّق.

- منطقة الحامض الأميني داخل الجزئ الريبوسومي الصغير (A - binding site) تكون مشغولة بالكودون الثاني على mRNA، وأيضاً جزئ tRNA المحمل بثنائي حامض أميني في السلسلة الببتيدية.

- يقوم أنزيم - Peptidyle transferase بربط الحامض الأميني الأول بالحامض الأميني الثاني من خلال رابطة ببتيدية.

- يلفظ جزئ tRNA الأول تاركاً منطقة الببتيدة (P) فارغاً.

- يتحرك جزئ الريبوزوم وما يرتبط به من أي جزئيات tRNA مسافة ٣ قواعد نيتروجينية على طول جزئ mRNA.

- عندئذ يوجد في منطقة الببتيدة (P-site) الكودون الثاني على mRNA وهذا الكودون يكون مواجهاً لجزئ RNA المحمل بسلسلة ببتيدية والتي تتكون من الحامض الأميني الأول والثاني.

- أما منطقة الحامض الأميني A - site فتحتوي على الكودون الثالث وجزئ tRNA المحمل بالحامض الأميني الثالث.

- يقوم الأنزيم السابق (Peptidyl transferase) بربط السلسلة الببتيدية المتكونة سالفاً والموجودة في P - site مع الحامض الأميني الثالث والموجودة حالياً في A - site، ويتحرك جزئ mRNA مسافة كودون أخرى اتجاه P - site، وهكذا حتى الوصول إلى أحد الكودونات عديمة المعنى، Nonsense codon، والتي سوف يتوقف عندها بناء وتموالسلسلة الببتيدية لبروتين الإنزيم.

نشاط (٢-٤):

بالتعاون مع زملائك واستخدام ألواح البلاستيك الشفاف الملون قم بتصميم عملية الاستطالة (Elongation) بمراحلها المختلفة، واعرض التصميم في المدرسة بعد مناقشته مع معلمك.

III: الانتهاء - Termination:

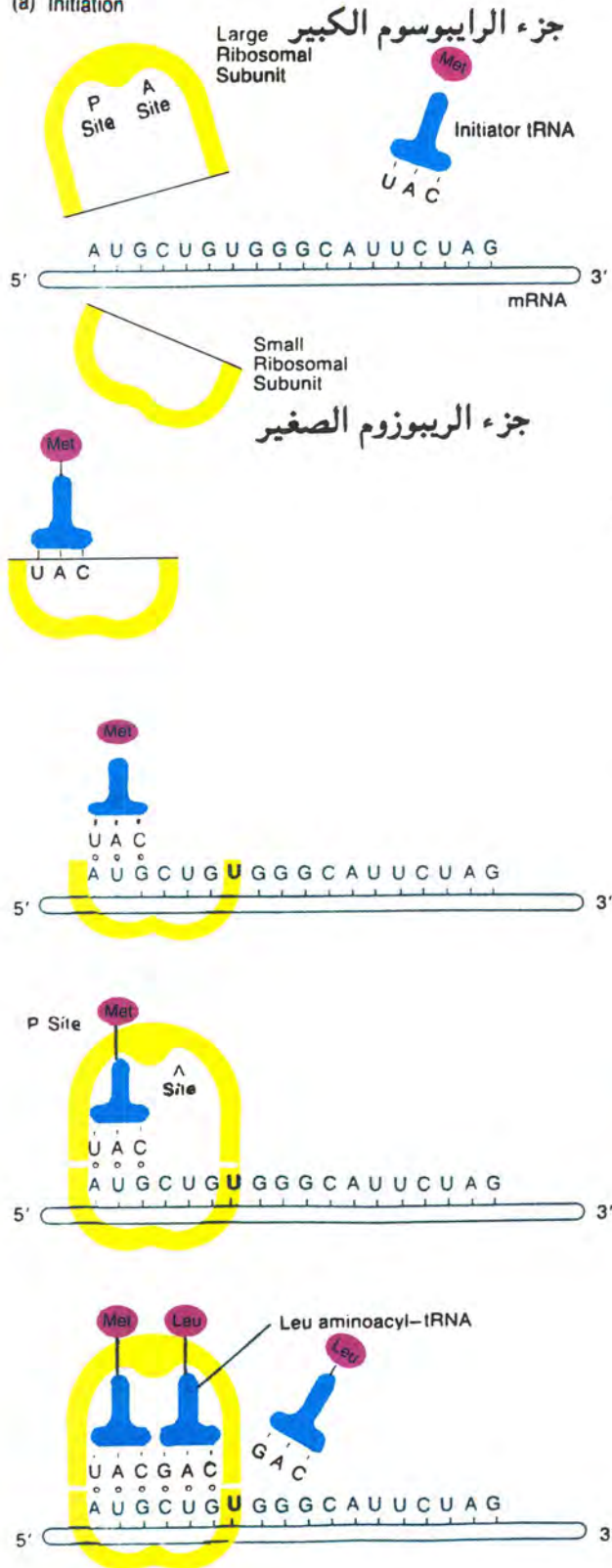
يوجد ثلاث كودونات عديمة المعنى، أي لا يمكن ترجمتها إلى أي حامض أميني وهي UAG, UAA, UGA ، وعندما يتصادف وجود واحد من هذه الكودونات على جزيء mRNA في منطقة (A-site) وبمساعدة بعض البروتينات يتم انطلاق وخروج السلسلة الببتيدية المتكونة وتركها الريبوزوم كما ينفصل جزيء الريبوزوم بعيداً وكذلك mRNA أحدهما عن الآخر لكي يعاودا العمل معا مرة أخرى في ترجمة نفس السلسلة أو سلسلة أخرى.

١ منظور تخطيطي للخصائص الرئيسية لعملية النسخ والترجمة .
(١) أثناء النسخ يعمل خيط من حلزون ال DNA كقالب لتخليق نسخة من RNA تكاملي (في هذه الحالة حامل الشفرة). وبعدئذ « ينسخ » هذا من قالب ال DNA. (ب) أثناء النسخ تتداخل ثلاث، فئات من RNA مع أنواع من إنزيمات وبروتينات لتولد تكوين سلسلة متعددة الببتيدات جديدة RNA الريبوسومي هو أحد مكونات الريبوسومات التي تخدم كنوع من السقالات لعملية تخليق متعددة الببتيدات. تحتوي الريبوسومات على وحدة فرعية كبيرة (50s) ووحدة فرعية صغيرة (30s). يتداخل RNA مترجم الشفرة مع أحماض أمينية ويقوم بدور الوسيط في إيلاجها الصحيح في السلسلة متعددة الببتيدات النامية. يحمل RNA حامل الشفرة المعلومات المسجلة في جين ما للريبوسوم. تنقل شفرة كمجوعات من ثلاث نيوكليوتيدات، كل منها محدد لحمض أميني معين. وكل شفرة يتم التعرف عليها بشفرة مضادة على جزيء RNA مترجم للشفرة ارتبط مسبقاً بحمض أميني معين. في الشكل مثلث معظم الأحماض الأمينية بدوائر مرقمة؛ يظهر الحمض الأميني الجليسين وكأنه قد ربط على التوف في موقعه على الريبوسوم بواسطة RNA مترجم الشفرة المختص. وسوف يكون رابطة ببتيدية مع الليوسين ومن ثم مطيلا السلسلة متعددة الببتيدات النامية. وبعدئذ يتحرك الريبوسوم بطول شفرة على امتداد RNA حامل الشفرة وبذلك يتهيأ لوضع ليربط RNA مترجم الشفرة الحامل للسرير.

Ribosomes by M. Nomura, Copyright
October 1969 by Scientific American, Inc. All rights reserved.

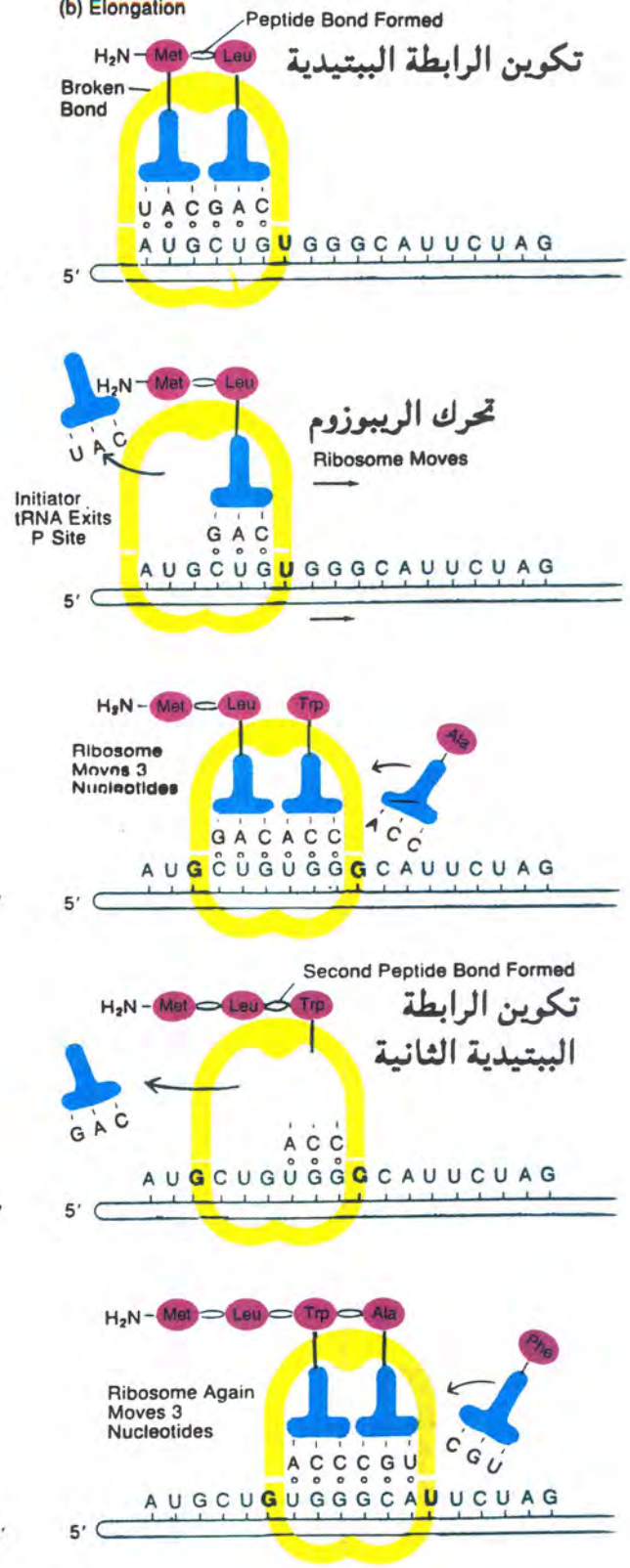
(٢): المبادأة

(a) Initiation



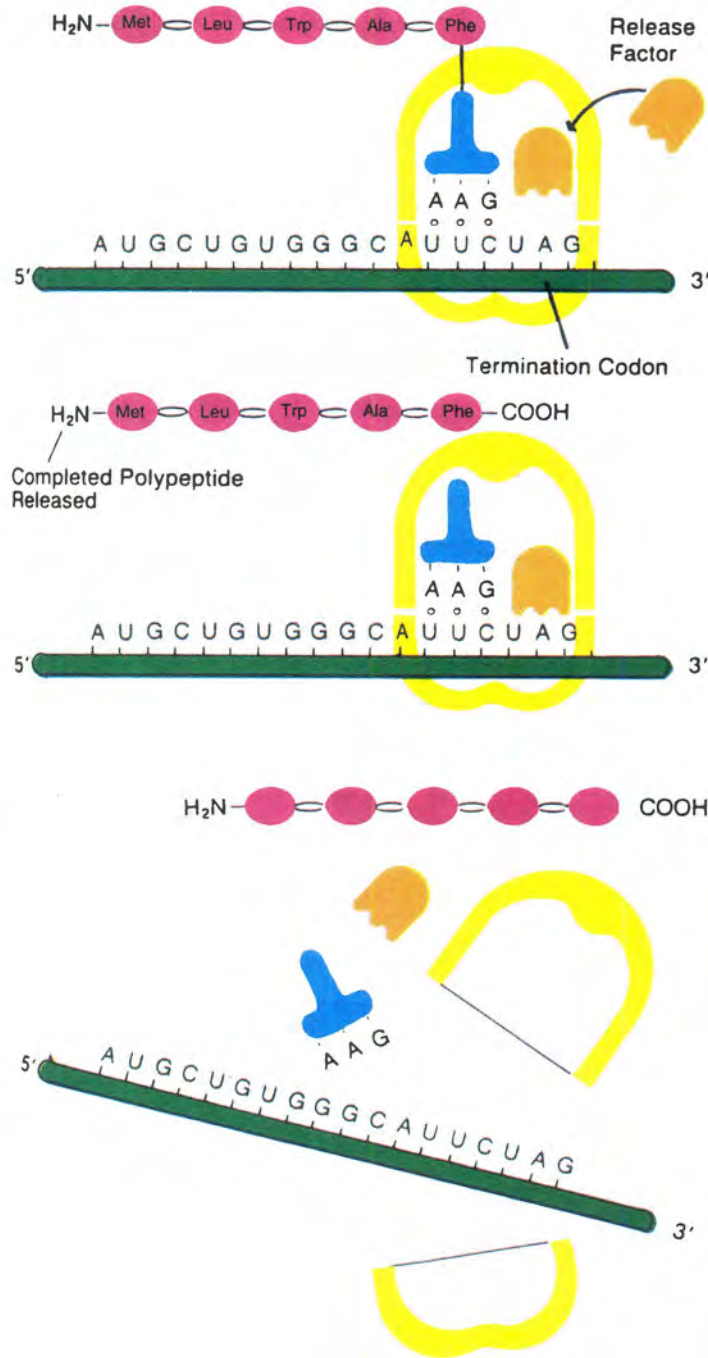
(ب): الاستطالة

استطالة
(b) Elongation

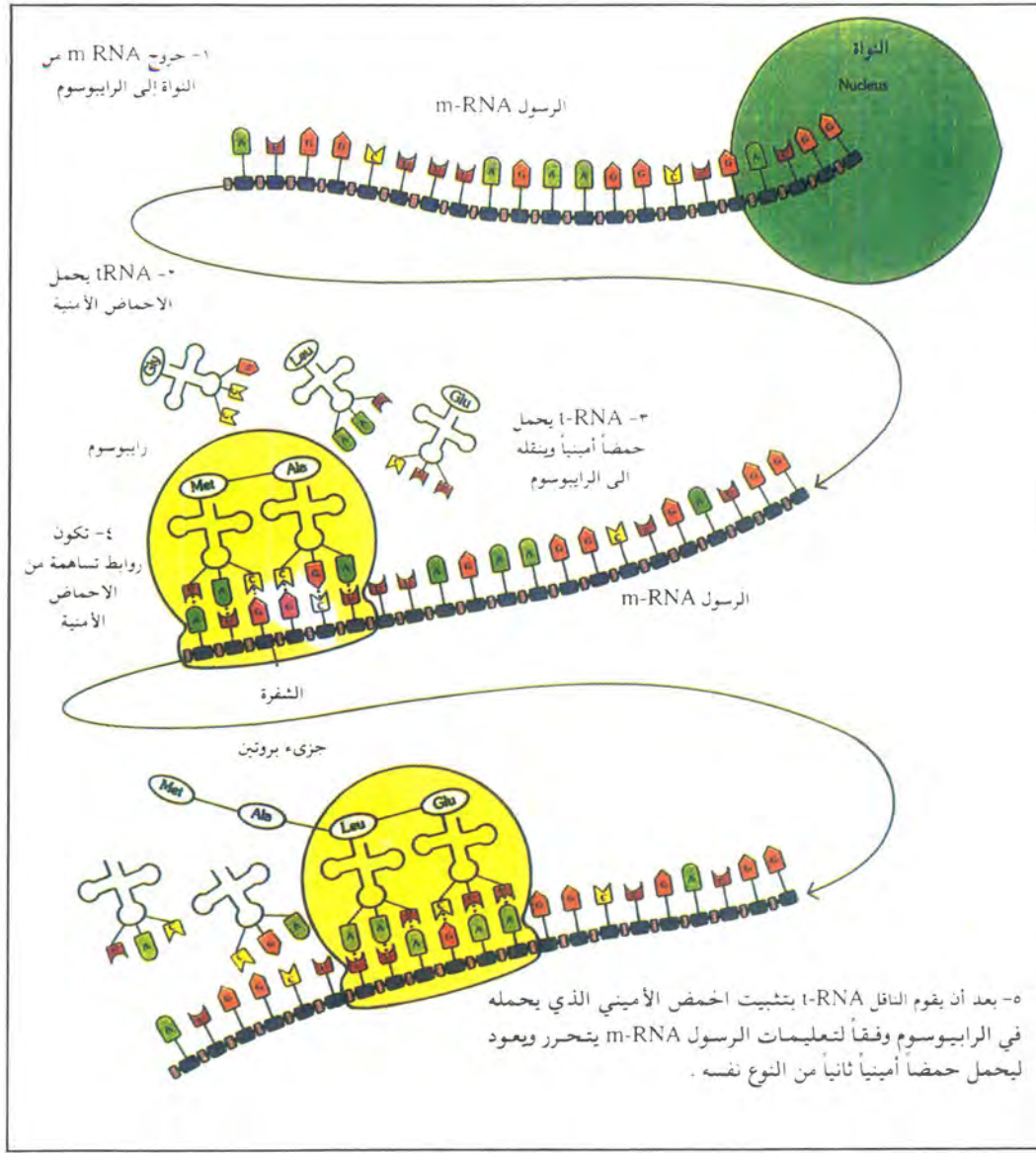


شكل رقم (٧ - ٢)

(c) Termination



تابع شكل (٨ - ٢)
(ج) خطوات عملية الانتهاء



شكل رقم (٨ - ٢)

الخطوات الرئيسية لعملية الترجمة في الخلية.

نشاط (٢ - ٥) :

أكمل النشاط السابق بعمل مخطط كامل لعملية تخليق بروتين الخلية كما سبق شرحه، وناقش الموضوع مع زملائك وبإشراف من معلمك ثم اعرض ما توصلت إليه على زملائك .

إبداع : هل تستطيع عمل نموذج متحرك يشرح لنا الموضوع السابق؟ ناقش الأمر مع زملائك وحاول عمل ذلك .

(٤) تباين الدنا - DNA

وهذه الصفة تعني المقدرة على التغيير في التركيب الكيماوي للمادة الوراثية أي المقدرة على الطفرات، وبالتالي تنتج طرزا مختلفة التركيب الكيماوي للمادة الوراثية التي تعطى مظاهر مختلفة للصفات، أي تؤدي إلى التباين Variation .

أما كيفية حدوث الطفرة المؤدية إلى تباين المادة الوراثية فيمكن ربطه طبيعياً بحدوث تغيير تلقائي (Spontaneous) أثناء تزاوج القواعد النيتروجينية في عملية التكاثر النسخي، وبالتالي تتكون تتابعات جديدة في ترتيب القواعد المكونة لجزء الـ (DNA) ويمكن أن يحدث هذا بطريقة أو بأخرى من الطرائق الآتية :

(أ) - الاحلال (Substitution) :

وفيهما يستبدل زوج من القواعد بزواج آخر .

(ب) - الإضافة (Addition) :

حيث يضاف (حشرا) زوج أو أكثر من القواعد في أي مكان على التتابع الأصلي .

(ج) - النقص (Deletion) :

وفيهما يفقد زوج أو أكثر من القواعد داخل التتابع الأصلي .

وهذه الطفرات على الرغم من أن معدل حدوثها قليل جدا (واحد في المليون لكل نيوكليوتيد)، فإن لها تأثيرا على المادة الوراثية ككل^(١) .

وتجدر الإشارة إلى أن هذه العمليات الطفرية هي المصدر الرئيسي للأليلات المتعددة للجين

نشاط (٢-٦) :

يحتاج موضوع تباين الدنا (DNA) إلى مزيد من الدراسة والبحث فهل تستطيع القيام ببعض النشاطات العملية التي تضيف إلى معلوماتك مزيدا من العلوم في هذا الموضوع ؟ حاول وناقش ما توصلت إليه مع زملائك.

(١) يقول العلماء أن معدل حدوث الطفرة نادر جداً، وأن معظم الطفرات مميتة، والكثير منها معيب، والنادر منها هو المحسن للصفات الوراثية وهذا أيضا نادر الحدوث .

تغيرات الجهاز الوراثي

التباين والتصنيف (Variation and classification) :

يعزى بعض التباين بين مختلف أفراد الكائنات الحية في الطبيعة إلى الاختلافات البيئية (Environmental) حيث أن استجابة الصفات المختلفة للبيئات الخارجية ليس واحداً، فبينما نجد البعض عديم التأثير بالبيئة أو نادرة، مثل طراز أو مجاميع الدم في الانسان فإن البعض الآخر شديد الحساسية للبيئة، مثل : صفة لون الشعر في أرانب الهيمالايا .

لكن الجزء الأكبر من التباين الموجود بين الكائنات الحية أساسه وراثي (Genetical) أي ناتج من الإختلافات في التراكيب الوراثية للأفراد، التوافق الجديدة بين الجينات (New gene combination) من أهم أسباب هذا التباين، وهذه العملية تحدث أثناء عملية التكاثر الجنسي أو تكون الأمشاج. ويمكن ملاحظة أن الحصول على فئات مظهرية جديدة في هذه الحالة لا يرجع إلى إضافة شئ جديد لم يكن له وجود، بل يرجع ذلك إلى إعادة ترتيب المادة الوراثية وتكوين توافق جديدة بينها. كما يعزى جزء من التباين الوراثي إلى حدوث تغيرات أو طفرات في المادة الوراثية نفسها. وعلى الرغم من أن هذا نادر الحدوث نسبياً فإنه هو المصدر الوحيد للتغير في المادة الوراثية. واستحداث تغيرات لم تكن موجودة أصلاً.. فمثلاً الطفرة الجينية (Gene mutation) هي الوسيلة الوحيدة لتعدد أليلات الجين الواحد، أي ظهور صور أو بدائل مختلفة التركيب الكيماوي للجين الواحد تعطى مظاهر مختلفة للصفة الواحدة.

التغيرات الوراثية :

تعلم أن نواه كل خلية من خلايا الفرد تحتوى على جهاز وراثي كامل (الصبغيات وما تحمله من جينات) ويديهي أن أي تغيير في الجهاز الوراثي لهذه النواة، يورث وقد يحدث التغير في نواة لخلية من خلايا الجسم، كما يمكن أن يحدث في أي طور من أطوار نمو الأنسجة الجسمية أو الأنسجة التوالدية.

١ - إذا حدث هذا التغيير الوراثي في الخلايا التوالدية التي سوف تنشأ فيها أوفى الأمشاج فإن هذا التغيير سوف ينتقل أي يورث إلى الأبناء.

٢ - إذا حدث التغيير في الخلايا الجسمية وأثناء النمو، فإن جسم الفرد سوف يحمل نوعين من الخلايا، خلايا طبيعية، وخلايا أخرى بها التغيير، ويتوقف مدى انتشار هذا النوع الأخير من الخلايا على التوقيت الذي حدث فيه التغيير الوراثي أثناء نمو الفرد، وتفقد التغيرات التي تحدث في الأنسجة الجسمية في حيوان بمجرد موت الفرد، ولكن في كثير من النباتات يمكن الاحتفاظ بها إلى مالا نهاية عن طريق التكاثر الخضري وفي بعض الأحيان عن طريق البذور التي تنتج من الفرع الذي حدث به التغيير. وهذا ما سنفصله لك في الصفحات التالية في موضوع الطفرة بإذن الله.

قوانين مندل الوراثة

أولاً : مندل والمنديلية (١)

كثيراً ما يستغل الناس العلم في حياتهم العملية قبل تفهمهم لأسسه وقوانينه، فمنذ القدم مارس الانسان تطبيقات في علم الوراثة للحصول على سلالات مختارة من الحيوانات والنباتات الضرورية لبقائه. فالفلاحون في بلاد فارس توصلوا كما تدل شواهد التاريخ إلى انتاج سلالات مختارة من القمح قبل آلاف السنين. واشتهر العرب بانتاج سلالات مختارة من الخيول حافظت على أصالتها وجودة نسلها حتى يومنا هذا. ففي البداية اهتم الانسان بالنتائج دون أن يعرف الأسس التي تعتمد عليها تلك الاحداث.















كما حاول العديد من الباحثين دراسة الصفات الحيوية وتوارثها ولكن لم يوفقوا، إلى أن جاء مندل ووضع أسس علم الوراثة الحديث.

ولد مندل (Gregor mendel) عام ١٨٢٢م في النمسا . درس الرياضيات والعلوم الطبيعية في جامعة فينا، وعاد بعدها ليعمل مدرساً للعلوم الطبيعية حتى عام ١٨٦٨م. إهتم مندل في اجراء التجارب على تناسل النباتات. من نتائج هذه التجارب تمكن مندل من تفسير بعض المبادئ الأساسية في التوارث، وفي يومنا هذا يشار إلى تلك التفسيرات بالوراثة المنديلية. بدأ مندل تجاربه على نبات البازلاء عام ١٨٥٦م، ولقد كان إختياره لنبات البازلاء موفقاً وذلك للأسباب التالية :

- ١ - وجود عدة أصناف من البازلاء تحمل صفات متقابلة يسهل تمييزها.
- ٢ - سهولة زراعة النبات وسرعة نموه.
- ٣ - قصر دورة حياته.

وقد أعلن مندل نتائج تجاربه عام ١٨٦٥م، لكن العلميين يومها لم يهتموا بها ربما لانشغالهم في ذلك الوقت بماأثاره داروين من افكار حول مسألة التطور ونشوء الانواع. وفي عام ١٨٨٤م توفي مندل وظلت تجاربه مجهولة حتى عام ١٩٠٠م عندما كشف النقاب عنها ثلاثة من الباحثين بعد أن توصل كل منهم على حدة إلى النتائج نفسها التي كان مندل قد سبقهم إليها.

(١) من هنا الى نهاية الوراثة المنديلية عن كتاب الأحياء للصف الثاني عشر الموحد لدول الخليج العربية طبعة ١٩٩٦ م.

	سائد	متنحي
شكل البذرة	 أملس	 مجعد
لون البذرة	 أصفر	 أخضر
لون الزهرة	 أحمر	 أبيض
وضع الزهرة	 إبطي	 طرفي
طول الساق	 طويل	 قصير
شكل الثمرة	 أملس	 مجعد
لون الثمرة	 أخضر	 أصفر

شكل رقم (٩ - ٢)

شكل (٩-١) : الصفات السبع التي درسها مندل.

ثانياً : تجارب وقوانين مندل :

اشتملت تجارب مندل على دراسة السلوك الوراثي لسبعة أزواج من الصفات الوراثية المتقابلة في نبات البازلاء .

وقد بدأ مندل تجاربه بدراسة السلوك الوراثي لكل زوج من الصفات الوراثية المتقابلة على حدة. فإذا أخذنا تجاربه حول توارث لون الأزهار - على سبيل المثال - نجد أنه اتبع الطريقة العلمية التالية في البحث والتجريب :

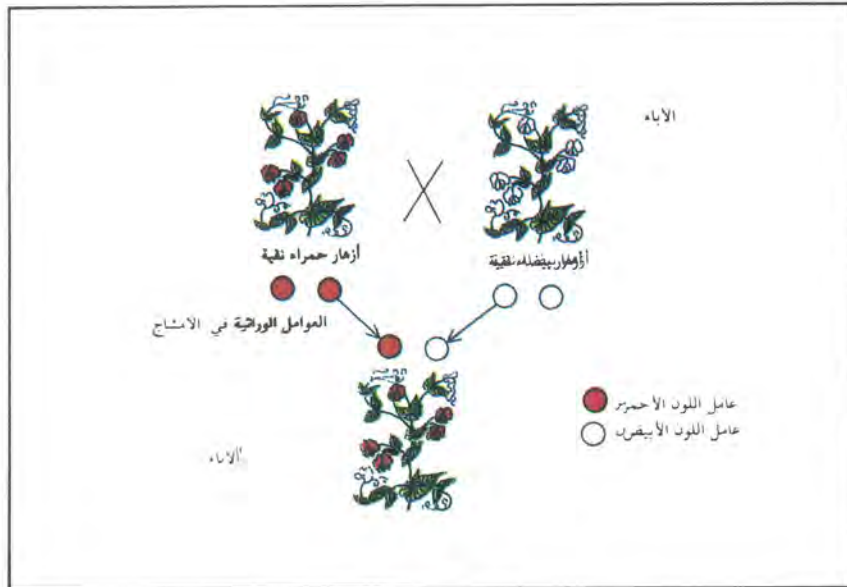
١ - قام مندل بزراعة عدد كبير من بذور البازلاء ذات الأزهار الحمراء ومثلها من بذور النباتات ذات الأزهار البيضاء لمدة سنتين متتاليتين.

٢ - ترك الأزهار خلال الفترة السابقة تتلقح ذاتياً ليضمن نقاء الصفة التي سيدرسها.

٣ - بعد أن تأكد مندل من نقاء صفتي الأزهار الحمراء والأزهار البيضاء، أخذ بذوراً من هذه النباتات وزرعها. عندما نبتت البذور وحملت النباتات الأزهار (الحمراء والبيضاء) قام مندل بإجراء تلقيح خلطي بين الأزهار الحمراء والبيضاء. ولكي يحول مندل دون حدوث التلقيح الذاتي في الزهرة نفسها كان يقطع أسدية الأزهار التي يقوم بتلقيحها.

٤ - زرع البذور الناتجة من التلقيح السابق فوجد أن جميع النباتات تحمل أزهاراً حمراء .

زرع بذور هذه النباتات وقام بإجراء تلقيح خلطي بينها فجد أن النباتات الناتجة تحمل أزهاراً حمراء وأخرى بيضاء بنسبة ٣:١ (أحمر : أبيض).



شكل رقم (١٠ - ٢) : تجربة مندل على نبات البازلاء

٥ - كرر مندل تجاربه على الصفات السبع ولعدة مرات وكان يحصل على نفس النتائج والتي تتلخص فيما يلي :

أ - تختفي إحدى الصفتان في نباتات الجيل الأول.

ب - تظهر الصفة المختفية في الجيل الثاني ونسبة ٣ : ١

١ - قانون مندل للسيادة **Law of dominance** :

كان أول استنتاج لمندل من التجربة السابقة أن صفة اللون الأحمر تغطي على صفة اللون الأبيض بالنسبة للأزهار في هذه الحالة. وقد سمى مندل الصفة التي تغطي وتظهر في جميع أفراد الجيل الأول الصفة السائدة، وسمى الصفة المقابلة التي تختفي ولا تظهر في الجيل الأول الصفة المتنحية. وقد أمكن من هذه الحقائق صياغة قانون السيادة التامة على النحو التالي :

إذا حدث تزاوج بين فردين يحمل كل منهما صفة وراثية نقية مخالفة للصفة التي يحملها الفرد الآخر، وظهرت إحدى الصفتين في أفراد الجيل الأول فان هذه الصفة تكون سائدة.

٢ - قانون إنعزال الصفات **Law of Segregation** :

بعد أن وضع مندل قانون السيادة التامة لتفسير سبب إختفاء إحدى الصفتين المتضادتين، بدأ يتساءل عن مصير الصفة المتنحية، وكيف أنها ظهرت مرة ثانية في أفراد الجيل الثاني. ولتفسير ذلك وضع مندل بعض الفرضيات :

١ - الصفات الوراثية تنتقل من الآباء إلى الأبناء عن طريق ما أسماه مندل بالعوامل الوراثية (تسمى اليوم الجينات).

٢ - نظراً لأن هناك صفات تختفي ثم تظهر على أفراد جيل آخر استنتج مندل أن العوامل الوراثية توجد بحالة مزدوجة، أي أن كل صفة وراثية في الكائن الحي يحكمها عاملان وراثيان (جاء أحدهما من الأب، والآخر من الأم عن طريق الأمشاج).

٣ - ينفصل العاملان الوراثيان لكل زوج من العوامل الوراثية عند تكوين الأمشاج بحيث لا يحتوي المشيج الواحد إلا على عامل وراثي واحد لكل صفة وراثية.

وقد جمع مندل ذلك كله في قانون إنعزال الصفات الذي ينص على مايلي :

« يحكم الصفة الوراثية في الكائن الحي عاملان وراثيان ينعزل أحدهما عن الآخر عند تكوين الامشاج ».

٣ - تطبيقات قانوني السيادة وانعزال الصفات :

قبل أن نوضح كيف قام مندل بتفسير حالة توارث لون الازهار (حمراء، بيضاء) في نبات البازلاء، سوف نعرض فيما يلي بعض النقاط التي تتعلق باستخدام الرموز في حل المسائل الوراثية :

أ- اصطلاح بين العلماء على أخذ الحرف الأول من اللفظ الاجنبي الدال على الصفة كرمز للتعبير عن تلك الصفة، بحيث ترمز لعامل الصفة السائدة بحرف كبير، ولعامل الصفة المتنحية بالحرف نفسه صغيراً. بذلك يرمز للون الأحمر في أزهار البازلاء بالحرف R واللوان الأبيض بالحرف r .

ب - الأبناء الناتجة من تزاوج ما تسمى بافراد الجيل الأول F1، أما الافراد الناتجة من تزاوج أفراد الجيل الأول فتسمى بأفراد الجيل الثاني F2 .

ج - اللون الأحمر واللون الأبيض في حالة أزهار البازلاء يشار إليهما بالشكل الظاهري للصفة الوراثية.

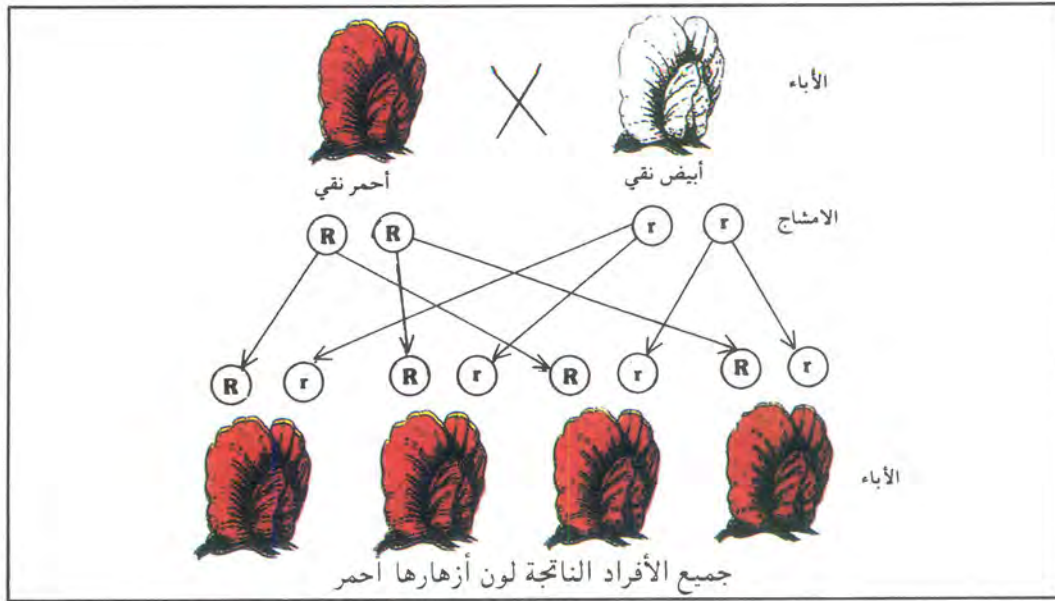
د - إذا كانت العوامل الوراثية في الفرد متشابهة RR أو rr فتوصف هذه الافراد بأنها نقية (تركيب جيني نقى)، أما إذا كانت مختلفة Rr فتوصف الأفراد بأنها هجينة (تركيب جيني هجين).

هـ - يرمز للذكر بالرمز ♂ أما الانثى فيرمز لها بالرمز ♀.

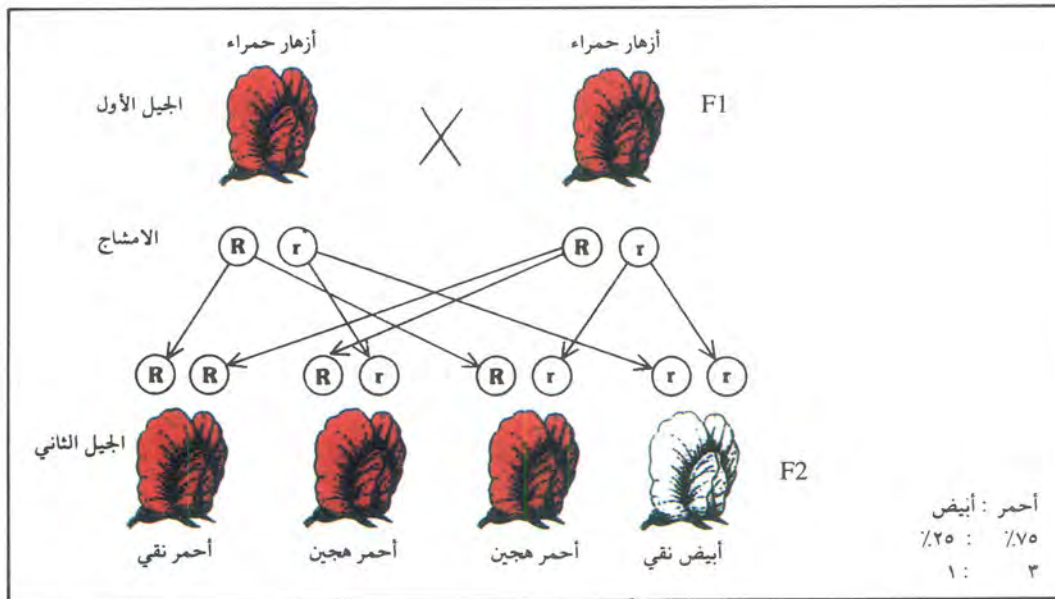
و- العوامل الوراثية الخاصة بالصفة الواحدة R,r تعرف بالأليلات ومفردها أليل.

وهكذا يمكننا تفسير نتائج تجارب مندل السابقة كما هو موضح في شكل (٣) وشكل

(٤) لقانوني مندل : السيادة التامة، وانعزال الصفات.

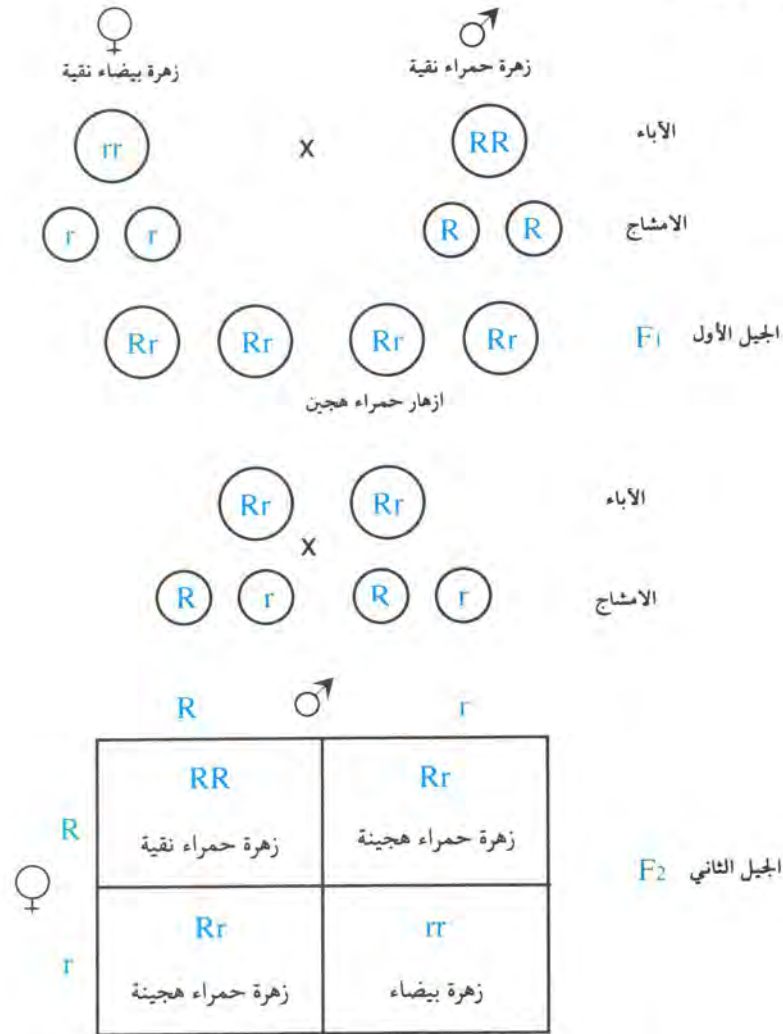


شكل رقم (١١ - ٢) : قانون السيادة



شكل رقم (١٢ - ٢) : قانون انعزال الصفات

أما إذا أردنا التعبير عن ذلك بصورة كلية وباستخدام الجداول الشطرنجية، فإن ذلك يكون على النحو التالي :



وكان مندل يخمن كم من الأبناء يتوقع أن يحمل صفة ما وذلك قبل إجراء عملية التزاوج، وهذه التخمينات كانت طريقه لاختبار صحة فرضياته. وفي عملية التخمين هذه استخدم مندل قوانين الاحتمالات الرياضية .

وقوانين الاحتمالات الرياضيه التي استخدمها مندل هي نفس القوانين البسيطة التي تنطبق على رمي قطعة نقود وتوقع أن تستقر بحيث تكون الصورة إلى أعلى أو الكتابة إلى أعلى .

$$\text{احتمال وقوع الحدث} = \frac{\text{عدد عناصر الحدث}}{\text{عدد جميع النواتج الممكنة}} = \frac{1 \text{ (قطعة نقود)}}{2 \text{ (كتاب أو صور)}} = \frac{1}{2} \text{ (أو } 50\%)$$

وهذا يعني أننا عندما نرمي قطعة نقود فإن احتمال حصولنا على الصورة يكون $1/2$ (أي 50%) واحتمال حصولنا على كتابة يكون أيضاً $1/2$ (أي 50%).
مثال : إذا تم رمي قطعة نقود (١٠٠) مرة ما احتمال حصولنا على صورة

$$\text{احتمال وقوع الحدث} = \frac{\text{عدد عناصر}}{\text{عدد الاحتمالات}} = 1/2$$

بما أن عدد المحاولات = ١٠٠ مرة

فإن احتمال حصولنا على صورة = $1/2 \times 100 = 50$ مرة

ولكن ماذا لو كانت عملية الرمي تتضمن قطعتين من النقود في نفس الوقت بدلاً من قطعة واحدة؟ هناك قانون آخر في الاحتمالات الرياضية مفاده أن النتائج المحتملة لحدثين مستقلين يحدثان في نفس الوقت يكون :

احتمالات الأحداث = احتمال الحدث الأول \times احتمال الحدث الثاني
وبالنسبة لقطع النقود (إذا كان عددها ٢) فإن احتمال حصولنا على صورة في الأولى وصورة في الثانية يتم حسابه على النحو التالي :

احتمال أن تكون صورة في قطعتي النقود = احتمال الحدث الأول \times احتمال الحدث الثاني

$$1/2 \times 1/2 =$$

$$1/4 =$$

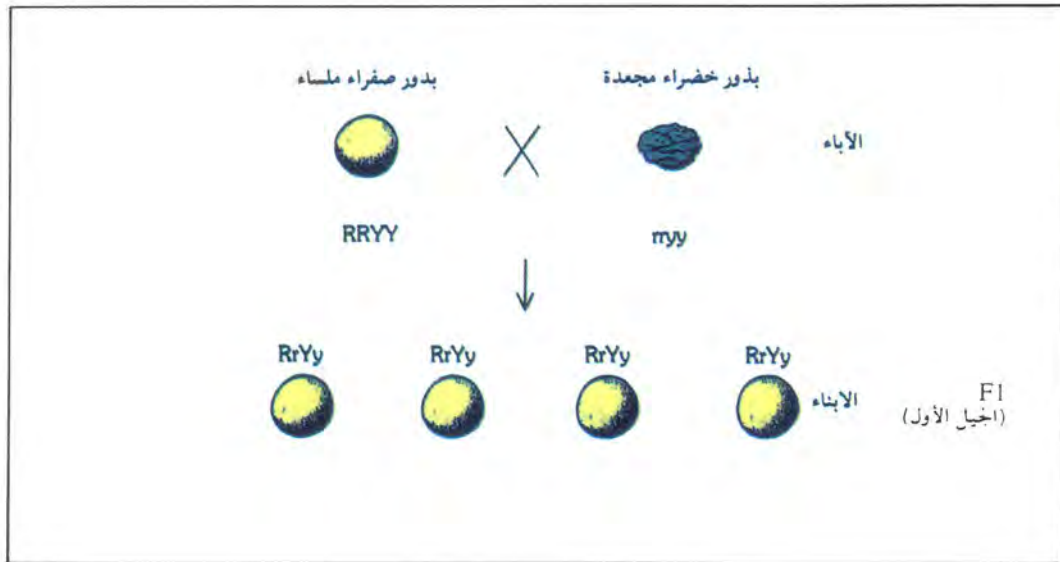
وبذلك فإن رمينا لقطعتي نقود في نفس الوقت ١٠٠ مرة فإن احتمال حصولنا في تلك المحاولات على صورة في قطعتين يساوي :

$$1/4 \times 100 = 25 \text{ مرة}$$

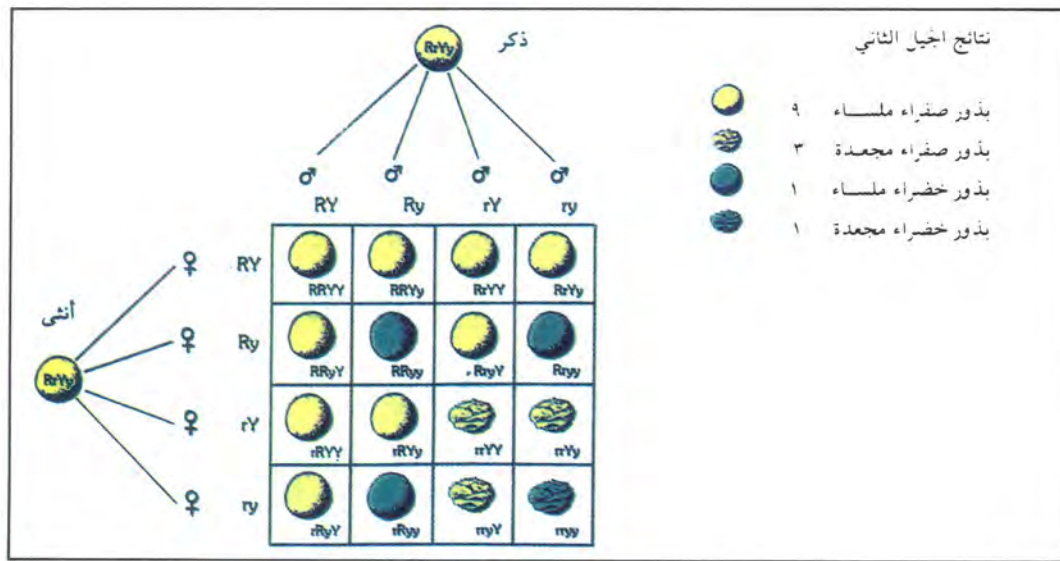
قانون التوزيع الحر للعوامل الوراثية :

تابع مندل تجاربه على نبات البازلاء، ولكنه في هذه المرة بقصد دراسة السلوك الوراثي لزوجين من الصفات الوراثية المتخالفة : اختار نباتاً يحمل صفتين نقيتين سائدتين (بذور مستديرة الشكل، صفراء اللون) وهجنه مع نبات يحمل الصفتين المتنحيتين (بذور مجعدة الشكل، خضراء اللون). أعاد مندل التجربة عدة مرات وكان في كل مرة يحصل على نباتات ذات بذور مستديرة الشكل صفراء اللون في الجيل الأول (الشكل ١٣-٢). وعندما لقحت أزهار الجيل الاول بعضها بعضاً جاءت النتائج في الجيل الثاني (الشكل ٤١-٢) على النحو التالي :

٩ بذور مستديرة صفراء : ٣ بذور مجعدة صفراء : ٣ بذور مستديرة خضراء : ١ بذور مجعدة خضراء



شكل رقم (١٣ - ٢) : نتائج الجيل الاول



شكل رقم (١٤ - ٢) : نتائج الجيل الثاني

النتائج السابقة أوضحت لمندل أن توارث لون البذور لا يرتبط بشكلها، أي أن كل صفتين متقابلتين (أصفر، أخضر) يتم توارثهما بشكل مستقل عن الصفتين التقابلتين الأخرين (مستدير، مجعد). وبذلك استنبط مندل قانون التوزيع الحر للعوامل الوراثية الذي ينص على :
«إن مكونات الأزواج المختلفة من العوامل الوراثية تتوزع توزيعاً مستقلاً عند تكوين الامشاج».

النظرية الكروموسومية للوراثة :

الكروموسومات في جميع الخلايا الجسمية لغالبية الكائنات الحية تكون زوجية، ويكون كل زوج منها عبارة عن كروموسومين متماثلين تماماً، وعدد هذه الكروموسومات ثابت في النوع الواحد ويرمز لهذا العدد بالرمز $(2n)$. وتكون الكروموسومات فرودية (n) في الخلايا التناسلية. وعلى سبيل المثال فان عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية للانسان هو (23) زوج بينما في الأرنب (22) زوج، وفي ذبابة الفاكهة (4) أزواج ونبات البازلاء (14) زوج ونبات البطاطس (24) زوج.

وكان العلماء يعتقدون في بداية اكتشاف الكروموسومات بانها هي نفس العوامل الوراثية التي تحدث عنها مندل. ولكن عدد الصفات الوراثية في الكائن الحي يفوق بكثير عدد الكروموسومات. وكان من أوائل الباحثين الذين لاحظوا هذا التشابه في سلوك كل من الكروموسومات والعوامل الوراثية (الجينات) الباحث الأمريكي ساتون Sutton والباحث الألماني بوفري Bovari كل على حده.

لقد لاحظ هذان الباحثان بان الكروموسومات مثل العوامل الوراثية التي تحدث عنها مندل توجد بحال مزدوجة. وأن كل زوج ينفصل عند تكوين الأمشاج، ثم يعود إلى حالته المزدوجة بعد إتمام عملية الاخصاب.

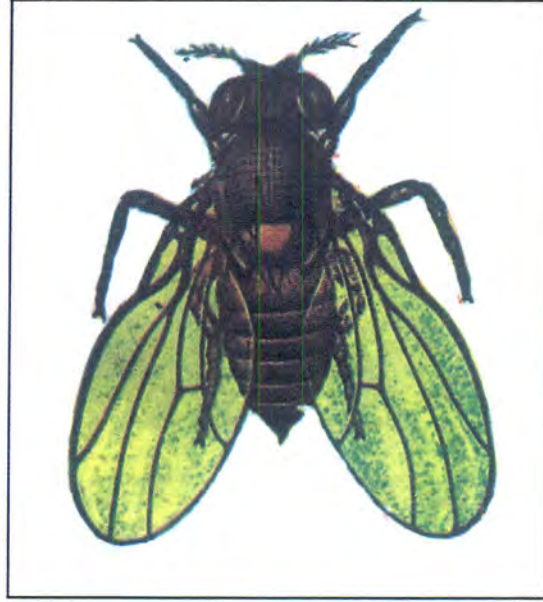
وبناء على هذه الملاحظات وضع ساتون وبوفري في عام ١٩٠٢م النظرية الكروموسومية للوراثة التي تنص على أن :

«العوامل الوراثية التي تحدث عنها مندل هي نفسها الكروموسومات أو على الاقل محموله عليها.»

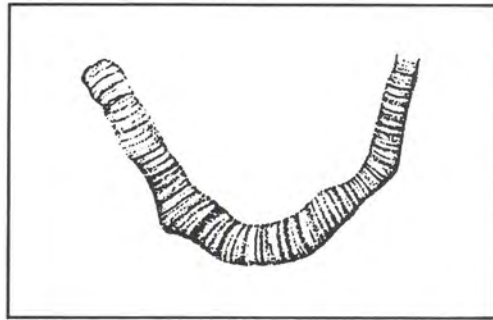
وجاء بعد ذلك الباحث مورجان Morgan وأكد من خلال تجاربه على ذبابة الفاكهة في عام ١٩١٠م بأن الصفات الواثية تنتقل من جيل لآخر عن طريق الجينات، وهذه الجينات موجودة على الكروموسومات الموجودة في نواة الخلية.

ولقد عرفنا في دراستنا السابقة كيف أن حمض الدنا DNA هو المسئول عن نقل المعلومات الحيوية (الوراثية) من الآباء إلى الأبناء في الكائنات الحية، وما للشفرة الثلاثية من دور كبير في ذلك كله.

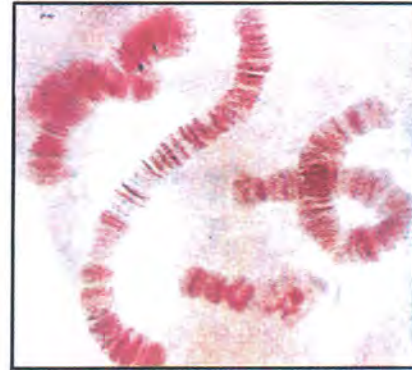
والمعروف حالياً بان كل جزء من حمض الدنا DNA هو عبارة عن جين لصفة وراثية تركيبية أو وظائفية (فسيولوجية) أو سلوكية في الكائنات الحية. كما تأكد أن حمض الدنا DNA يقوم بذلك كله من خلال سيطرته وتحكمه في بناء الانزيمات التي هي عبارة عن بروتينات وبما أودع الله سبحانه وتعالى فيه من خصائص حيوية.



شكل (١٦-٢-١) : حشرة ذبابة الفاكهة



(ب)



(أ)

شكل (١٦-٢-٢) : كروموسومات ذبابة الفاكهة

(أ) كما تظهر تحت المجهر (تكبير ١٠٠٠ مرة)

(ب) رسم تخطيطي لأحد الكروموسومات

تجارب مورجان والنظرية الكروموسومية :

إذا كان الفضل يعود لله ثم لمدل في وضع أسس علم الوراثة فان لمورجان فضل في وضع أسس علم الوراثة الحديث من خلال تجاربه على ذبابة الفاكهة (شكل ١٦-٢-١) .
وقد حالف مورجان التوفيق في إختيار ذبابة الفاكهة لإجراء تجاربه الوراثة عليها وذلك لعدة أسباب منها :

- ١ - صغر حجمها وامكانية تربية أعداد كبيرة منها في المختبر، حيث أنها تجذب بسهولة إلى زجاجات تحتوي على سائل غذائي (مزيج من الموز والخميرة مثلاً).
 - ٢ - سرعة تكاثرها وقصر دورة حياتها (حيث يمكن لزوج واحد منها إنتاج أكثر من (٢٠٠) ذبابة خلال ٨-١٤ يوماً)
 - ٣ - ضخامة الكروموسومات الموجودة في خلايا غددها اللعابية (شكل ١٦-٢-٢):
 - ٤ - قلة عدد الكروموسومات فيها (٤ أزواج).
 - ٥ - تعدد العوامل الوراثية فيها (درس منها حتى الآن نحو ٥٠٠ عامل).
- وتعتبر إنجازات مورجان في تجاربه على ذبابة الفاكهة من المعالم الرئيسية لعلم الوراثة الحديث حيث توصل إلى :

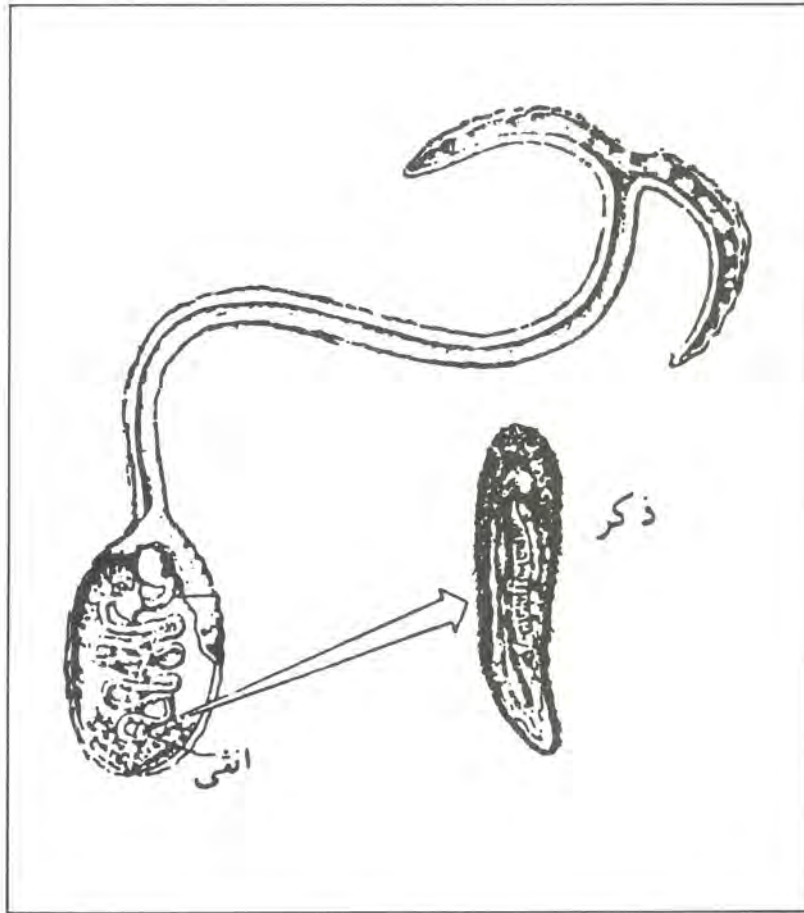
- ١ - الاثبات العلمي إلى أن كل كروموسوم يحمل المئات وربما الالوف من العوامل الوراثية (الجينات) المصطفة طويلاً عليه.
- ٢ - تحديد موضع عوامل وراثية معينة على الكروموسومات.
- ٣ - رسم خريطة كروموسومية موضحاً فيها العوامل الوراثية (الجينات) للصفة الوراثية.

تحديد الجنس والصفات المرتبطة به:

يعتبر تحديد الجنس في الكائنات الحية من التطبيقات المباشرة للقوانين الوراثة التي درستها حتى الآن. وفي دراستنا للتكاثر في الكائنات الحية لاحظنا أن هناك تمايزاً بين أفراد النوع الواحد إلى: ذكر ينتج الامشاج المذكرة، وأنثى تنتج الامشاج المؤنثة، والكروموسومات غالباً هو الذي يتحكم في تحديد الجنس حيث ترجع الفروق بين الذكر والأنثى إلى فروق نوعية أو عددية في الكروموسومات. وفي بعض الحالات ترجع الفروق بين الذكر والانثى إلى عوامل بيئية لا دخل للكروموسومات فيها.

تحديد الجنس بعوامل بيئية:

بعض الديدان البحرية يتحدد فيها الجنس بعوامل بيئية لا دخل للكروموسومات فيها، وعلى سبيل المثال فان دودة البونيليا *Bonellia* التي تعيش في البحار يتحدد فيها الجنس بعوامل البيئة. يعيش ذكر دودة البونيليا (شكل ١٧-٢) متطفلاً على الجهاز التناسلي للأنثى (لا يوجد في الذكر جهاز هضمي). يفقس البيض المخصب للدودة عن يرقات، إذا نمت اليرقة متطفلة على الجهاز التناسلي للأنثى تصبح ذكراً، أما إذا نمت اليرقة حرة في الماء فإنها تصبح أنثى.



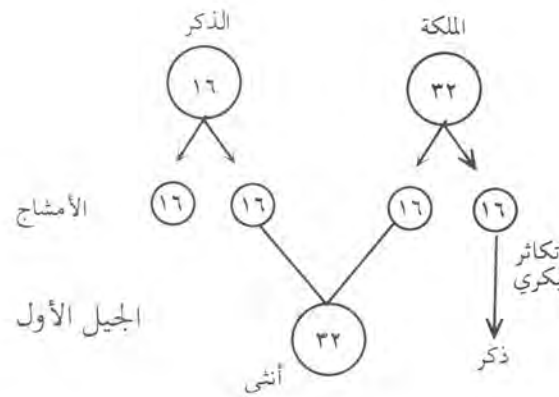
شكل رقم (١٧ - ٢) : دودة البونيليا.

أي أن البيئة هي التي حددت نوع الجنس، فلو أننا أخرجنا الذكر المتطفل من داخل جسم الأنثى وتركناه يعيش حراً لنما وأصبح أنثى، وهذا يدل على أن الأنثى تقوم بافراز بعض المواد التي تؤثر في تحديد الجنس في اليرقة.

تحديد الجنس بعدد الكروموسومات :

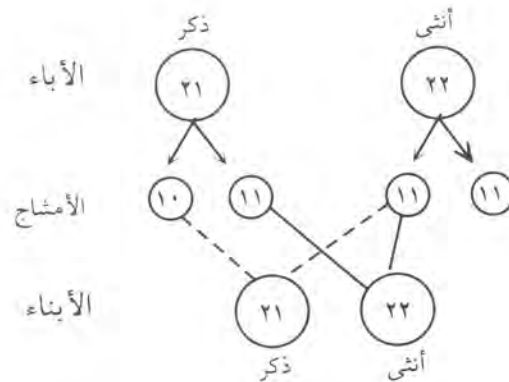
١ - تحديد الجنس في نحل العسل :

الملكات والشغالات في نحل العسل إناث تحمل العدد الضعفي للكروموسومات ($2n$) ، أما الذكور فهي تحمل في خلاياها العدد النصفى للكروموسومات (n) ، وفي نحل العسل تقوم الملكة بوضع نوعين من البيض بيض مخصب وبيض غير مخصب، البيض المخصب يفقس عن إناث بينما البيض غير المخصب يفقس عن ذكور. وإذا علمنا بأن عدد الكروموسومات ($2n$) في نحل العسل هو (٣٢) كروموسوم، فإن تحديد الجنس يكون على النحو التالي :



٢ - تحديد الجنس في الجنادب :

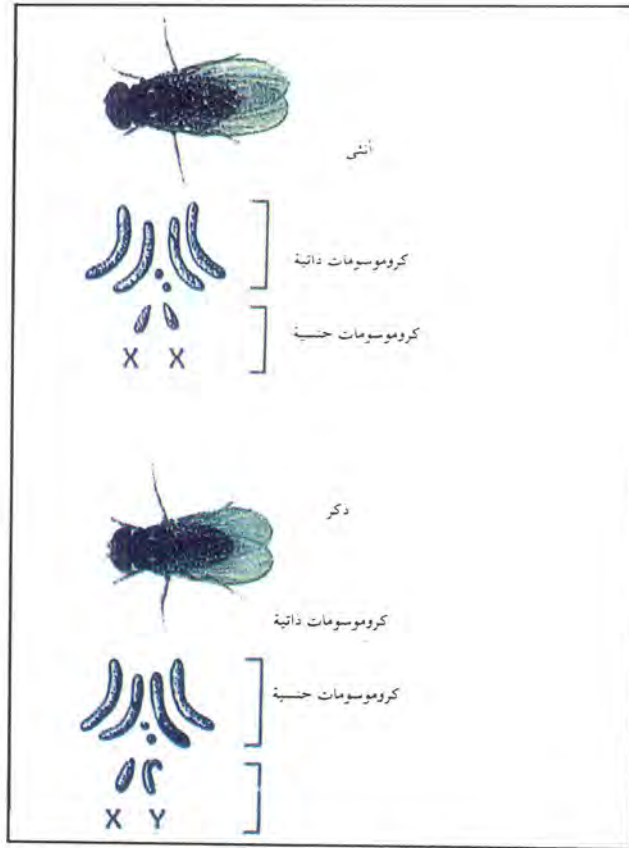
تحمل أنثى الجنادب في خلاياها (٢٢) كروموسوماً، أما الذكر فيحمل (٢١) كروموسوماً، وبذلك يتم تحديد الجنس على النحو التالي :



كروموسومات الجنس :

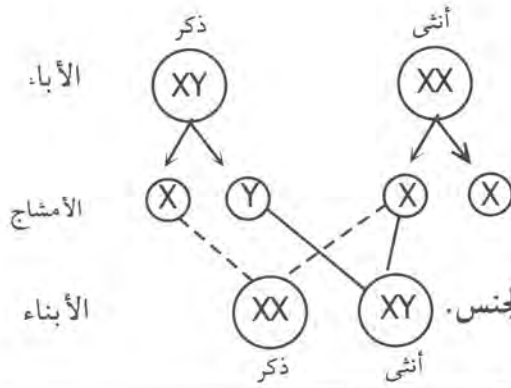
يتحدد الجنس في العديد من الكائنات الحية بواسطة زوج من الكروموسومات يعرف باسم كروموسومات الجنس كما هو الحال في الانسان وذبابة الفاكهة .

فعندما شاهد مورجان كروموسومات ذبابة الفاكهة لاحظ أن ثلاثة أزواج منها متشابهة تماماً في الذكر والأنثى، بينما الزوج الأخير تكون فيه الكروموسومات متشابهة في الأنثى، بينما هي مختلفة في الذكر، الأزواج الثلاثة الأولى أطلق عليها اسم الكروموسومات الجسمية اما الزوج الرابع فقد أطلق عليه اسم كروموسومات الجنس (شكل ١٨-٢).

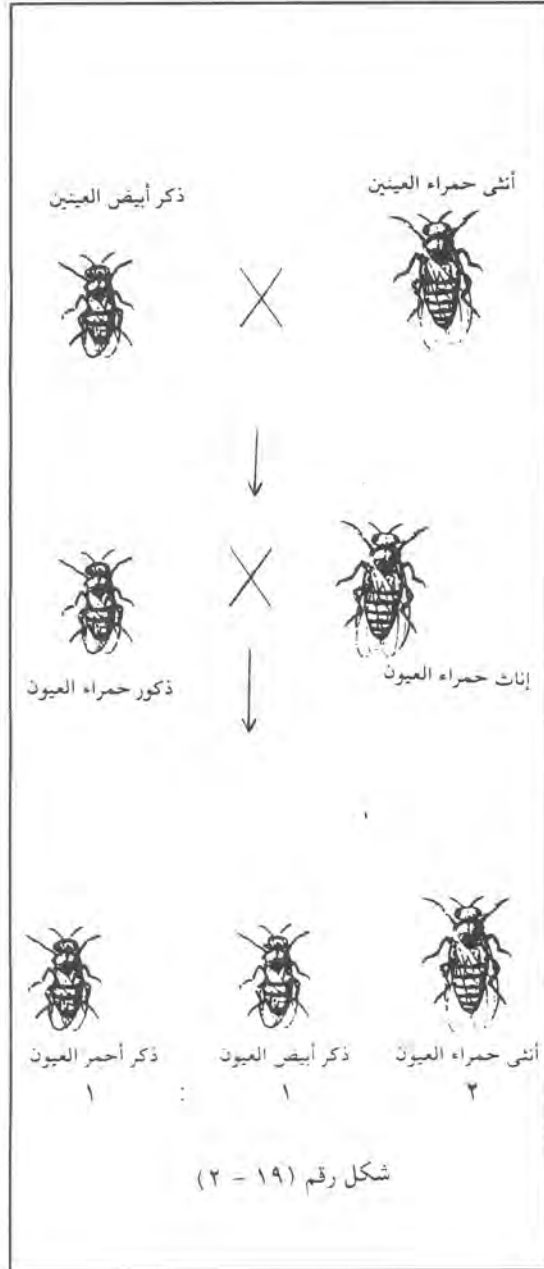


شكل رقم (١٨ - ٢) : تحديد الجنس في ذبابة الفاكهة.

يرمز للكروموسومين الجنسيين المتشابهين في الأنثى بالحرفين (XX)، أما كروموسوما الذكر المختلفان فاحدهما يشبه كروموسوم الجنس في الأنثى ويرمز له بالحرف (X) والثاني مختلف ويرمز له بالحرف (Y). هذا وقد وجد أن مثل هذا الترتيب نفسه ينطبق على تحديد الجنس في الانسان.



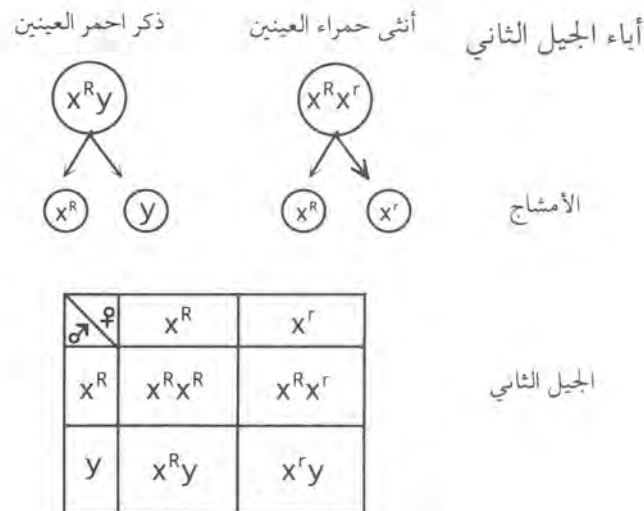
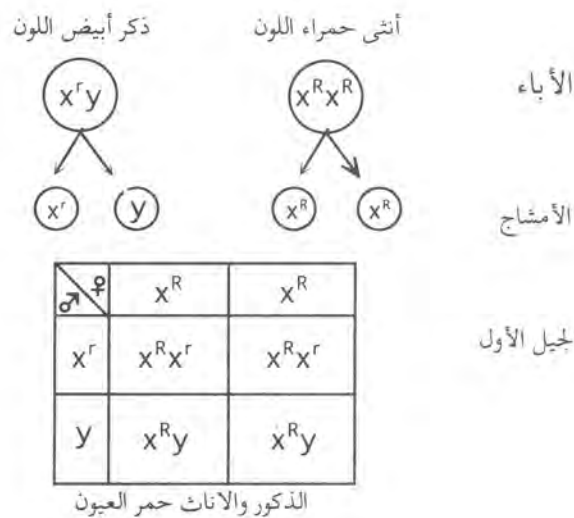
الصفات المرتبطة بالجنس:



قام مورجان في إحدى تجاربه على ذبابة الفاكهة باجراء تزاوج بين ذكر أبيض العينين وأنثى حمراء العينين، وجاءت أفراد الجيل الأول جميعها حمراء العينين مما يشير إلى سيادة جين اللون الأحمر على جين اللون الأبيض. وعندما جعل مورجان ذكور وإناث الجيل الأول تتزاوج فيما بينها جاء ٧٥٪ من أفراد الجيل الثاني عيونها حمراء، والباقي (٢٥٪) كانت عيونها بيضاء. يبدو للوهلة الأولى أن توارث لون العيون في ذبابة الفاكهة كان وفقاً لقوانين مندل في الوراثة، لكن الأمر في حقيقته ليس كذلك بالضبط. حيث أن جميع الإناث كانت عيونها حمراء بينما تصف الذكور كانت عيونها حمراء والنصف الآخر عيونها بيضاء (شكل ١٩-٢). وتفسير ذلك أن الجينات المسئولة عن صفة لون العيون محمولة على كروموسوم (X) في كل من الذكر والأنثى، أما كروموسوم (Y) فيعتبر خاملاً في هذه الحالة

(أي لا يحمل أي جين بهذه الصفة). وتعرف مثل هذه الصفات التي توجد جيناتها على كروموسوم (X) بالصفات المرتبطة بالجنس. ويمكن توضيح كيفية توارث لون العيون في ذبابة الفاكهة على النحو التالي :

إذا كان جين اللون الأحمر السائد هو (R)، وجين اللون الأبيض المتنمي هو (r)، فإن (X^R) تدل على الكروموسوم الجنسي الحامل لجين اللون الأحمر، (X^r) تدل على الكروموسوم الجنسي الحامل لجين اللون الأبيض، وبذلك يكون التوارث على النحو التالي :



شكل رقم (٢٠ - ٢) : توارث لون العيون في ذبابة الفاكهة.

الصفات المتأثرة بالجنس:

لوحظ أن بعض الجينات التي تكون مرتبطة بكموسومات جسمية يختلف تأثيرها على النمط الخارجي للصفة الوراثية من جنس لآخر. فمثلاً داء المفاصل والصلع يظهران بصورة مباشرة وكثيرة في الذكور عنها في الإناث، والسبب في ذلك تأثير الهرمونات الجنسية. تعرف مثل هذه الصفات التي يتأثر ظهورها أو عدم ظهورها بالهرمونات الجنسية، بالصفات المتأثرة بالجنس.

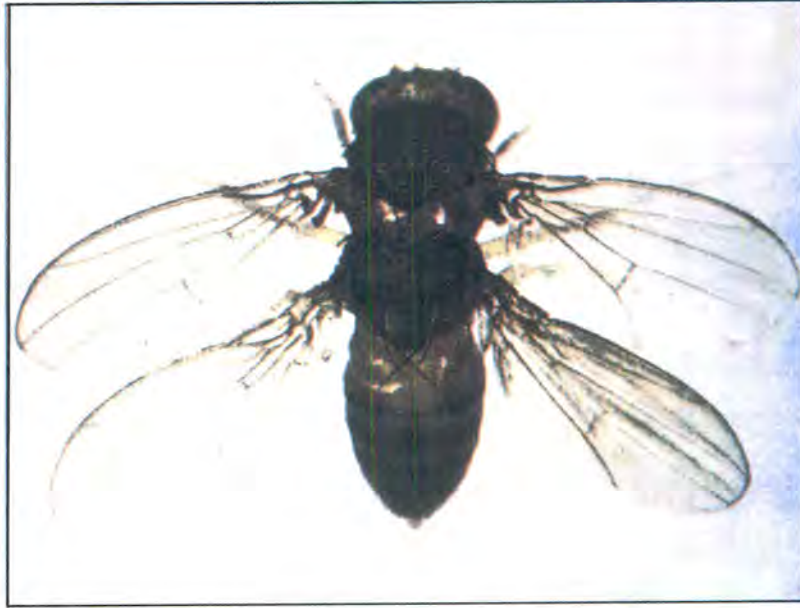
ولكي نفهم توارث الصفات المتأثرة بالجنس بصورة أوضح نأخذ على سبيل المثال توارث صفة وجود القرون في الأغنام حيث أنها تتأثر بهرمونات الذكور أو الانوثة. وتعتبر صفة وجود القرون في الأغنام صفة سائدة لكنها تظهر في الذكور أكثر منها في الإناث وفقاً للتركيب الجيني التالي :

Hh, HH	١ - ذكور لها قرون
hh	٢ - ذكور عديمة القرون
HH	٣ - إناث لها قرون
hh, Hh	٤ - إناث عديمة القرون

وهكذا نرى أن التركيب الجيني (Hh) يشير إلى أن الذكور لها قرون، بينما الإناث ليس لها قرون. فالصفة المتأثرة بالجنس هي الصفة التي توجد على الكروموسومات الجسمية (الذاتية) ويظهر فيها الذكور والإناث بمظهرين مختلفين في حالة التركيب الجيني الهجين.

التغيرات في المسلك الوراثي المنديلي :

كانت المشكلة الأساسية التي وقع فيها مندل بعد الانتهاء من تجاربه واستنتاجاته التي سبق عرضها أنه إفتراض ثباتاً في انتقال الصفات الوراثية من جيل لآخر، أي أن جميع الصفات الوراثية تتبع قوانين السيادة وانعزال العوامل الوراثية والتوزيع الحر لها. ولكن الواقع غير ذلك حيث بينت التجارب التي أجريت فيما بعد اختلافات في سلوك الصفات المتورثة. فما السر في هذه الاختلافات؟ وما هو الشيء المسؤول عن حدوثها؟ ليس هناك قانون أو مبدأ يحكم التغيرات في المسلك الوراثي، حيث أن الحالات المختلفة لها أسبابها التي تؤدي إلى ظهورها ومغايرتها للمسلك الوراثي المنديلي. ولذلك سنعرض فيما يلي بعض حالات التغير والتباين التي تطرأ على الصفات الوراثية عن النمط المنديلي عند انتقالها من جيل إلى آخر.



طفرة في ذبابة الفاكهة (زوجان من الأجنحة بدلاً من زوج واحد)

شكل رقم (٢١ - ٢)

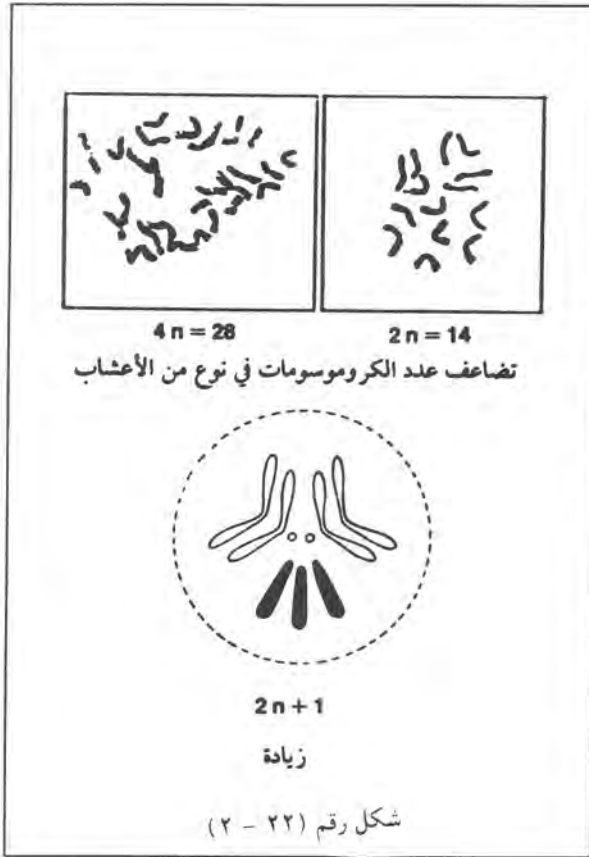
الطفرات (Mutations):

إن صفات الفرد، تحددها الجينات التي يرثها من والديه. ولكن يطرأ أحياناً تغيير على جين أو أكثر من جينات الفرد فتظهر عنده صفات جديدة لم يسبق لها الظهور في أسلافه من قبل.. فذبابة الفاكهة في الشكل (٢١-٢) لها زوجان من الأجنحة، بينما لذبابة الفاكهة العادية زوج واحد من الأجنحة. مثل هذا التغيير الفجائي في الصفات الوراثية يسمى طفرة، والطفرة بشكل عام تعني ظهور اختلافات أو صفات جديدة في النسل لم تكن موجودة في الآباء نتيجة لتغيير في عدد الكروموسومات أو بنائها أو لتغيير في الجين يتناول بناءه الكيميائي أو موضعه بالنسبة لغيره من الجينات. وبناء على ذلك يمكن اعتبار الطفرة مصدراً أساسياً في التمايز ونشأة الفروق الوراثية. وجدير بالذكر أن الطفرة إذا حدثت في النسيج التناسلي فإنها تورث، أما إذا حدثت في النسيج الجسمي فإنها لا تورث.. والطفرات قد تكون تلقائية أو مستحدثة. أما **الطفرات التلقائية** : فهي التي تحدث في الطبيعة بشكل تلقائي بفعل المؤثرات البيئية المختلفة، كالأشعة فوق البنفسجية على سبيل المثال. وأما **الطفرات المستحدثة أو الاصطناعية** : فهي التي يحدثها الإنسان أو الباحثون باستخدام الأشعة المختلفة (السينية، فوق البنفسجية، الذرية.. الخ)، أو الكيميائيات المختلفة أو درجات الحرارة المختلفة، بغرض إنتاج سلالات محسنة من النباتات مثلاً، أو لعلاج بعض الأمراض، أو لإجراء بعض الدراسات والبحوث. هذا ويمكن تقسيم الطفرات تبعاً لمصدرها إلى طفرات كروموسومية، وطفرات جينية.

أ - الطفرات الكروموسومية : وتنتج عند حدوث تغير في عدد الكروموسومات أو تركيبها وفقاً لما يلي :

١ - التغيرات العددية في الكروموسومات : كل نوع من الكائنات يتميز أفراده بعدد معين وثابت من الكروموسومات. ومعظم الكائنات الحية تحمل في خلاياها مجموعتين متشابهتين من الكروموسومات (العدد الضعفي $2n$) مجموعة جاءت من الأم والثانية من الأب. ولكن يحدث أحياناً أن يزداد هذا العدد أو ينقص نتيجة لخلل، أو فشل في انفصال الكروموسومات كلها، أو بعضها في المرحلة الانفصالية من الانقسام الاختزالي، بحيث يصبح $3n$ أو $4n$ أو $2n+1$ أو $2n-1$ الخ. ويشيع هذا التغير العددي في الكروموسومات في النبات أكثر منه في الحيوان. ويؤدي تعدد المجموعات الكروموسومية في النبات إلى كبر في حجم الخلايا والذي يؤدي بدوره إلى كبر في حجم الثمار والأوراق أو

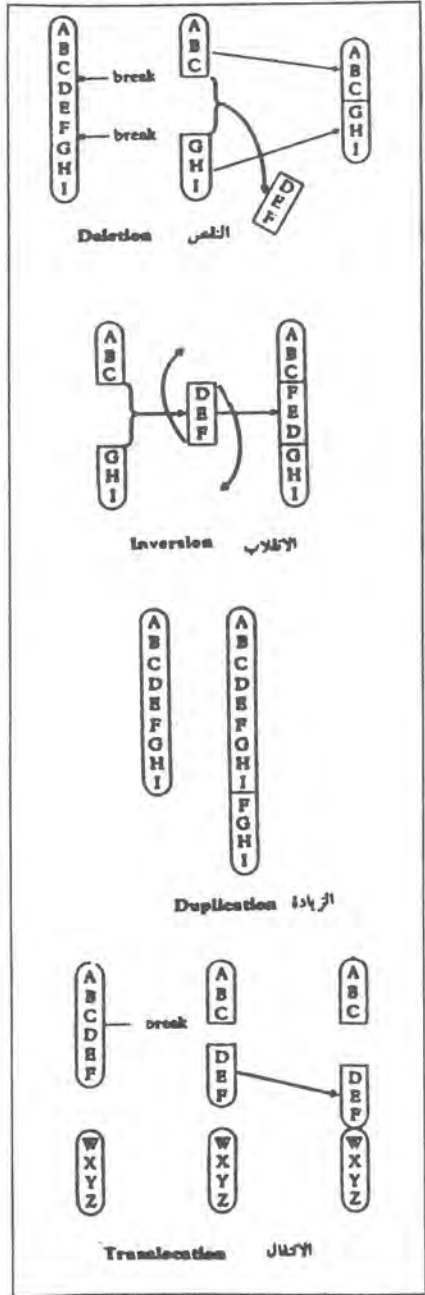
في حجم النبات ككل.



التغيرات العددية في الكروموسومات أ - في النبات (تضاعف)

وقد استغل الإنسان هذه الخاصية، من أجل زيادة إنتاج محاصيله الزراعية، فعمد إلى استحداث طفرات اصطناعية لزيادة عدد الكروموسومات عن طريق استخدام مادة «اللحاحين» Colchicine المستخلصة من نبات اللحاح، حيث تعمل هذه المادة على وقف تكون خيوط المغزل أثناء انقسام الخلية. وينتج عن ذلك عدم توزيع الكروموسومات نحو الأقطاب فتبقى في مكانها بعد أن تتضاعف، بحيث تنتهي هذه العملية بخلية واحدة (بدلاً من خليتين) تحتوي على ضعف عدد الكروموسومات. هذا، وقد لوحظ أن معظم النباتات الاقتصادية مثل : القمح، الشعير، قصب السكر، والموز تمتاز بتعدد المجموعات الكروموسومية.

٢ - التغييرات التركيبية في الكروموسومات : قد تتغير الصفات الوراثية أيضاً تبعاً لتغييرات تطراً على قطع من الكروموسومات تحتوي على عدة جينات. ففي بعض الحالات تتكسر قطع من الكروموسومات بحيث ينتج عن تكسرها واحد من التغييرات الكروموسومية



شكل رقم (٢٣ - ٢) التغييرات التركيبية في الكروموسومات

التركيبية الأربعة التالية، كما هو موضح في الشكل (٢٣-٢).

- **النقص :** عندما تتحلل القطعة الناتجة عن الكسر وتفقد.

- **الانقلاب :** عندما تتحد تلك القطعة مع الكروموسوم نفسه بشكل مقلوب.

- **الزيادة :** عندما تتحد القطعة المنفصلة مع الكروموسوم النظير.

- **الانتقال :** عندما تتحد القطعة المنفصلة مع كروموسوم مغاير.

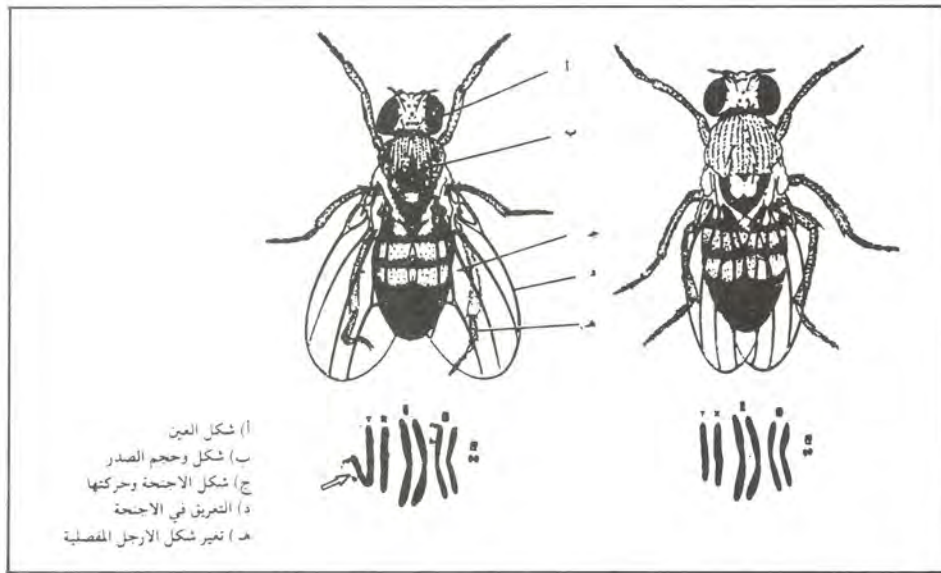
ومن الأمثلة على التغييرات التركيبية في الكروموسومات ما تشاهده في الشكل (٢٤-٢) حيث نلاحظ وجود قطعة كروموسومية زائدة متصلة بالكروموسوم (Y) في ذبابة الفاكهة. وقد نتج عن وجود هذه القطعة الزائدة (المشار إليها بسهم) تغير في :

- ١ - شكل العيون.
- ٢ - ظهور بقع سوداء على الناحية الظهرية للصدر.
- ٣ - عدم انتظام في تعرق الأجنحة
- ٤ - ظهور أجنحة عريضة.
- ٥ - التواء الأرجل الخلفية.

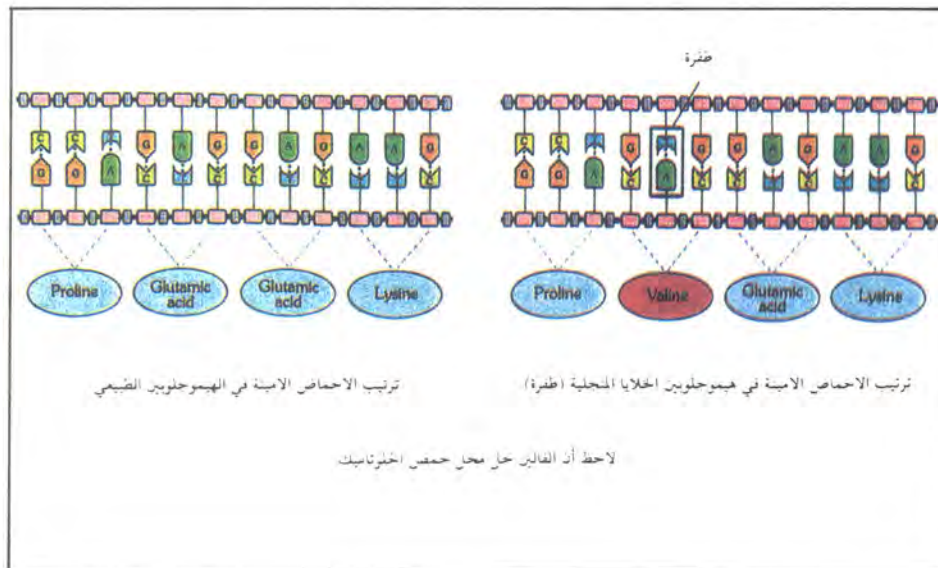
ب- **الطفرات الجينية :** تنتج الطفرة الجينية عند حدوث

تغير في التركيب الكيميائي للجين وقد علمت أن كل جين يتركب من عدد من نيوكليوتيدات مرتبة وفق نظام معين،

فإذا حدث تغير في ترتيب القواعد النيتروجينية فإن هذا يؤدي إلى تغير في ترتيب الأحماض الامينية المكونه للمركب البروتيني الذي يكون ذلك الجين مسئولاً عن بنائه. ففي الانسان نلاحظ أن هيموجلوبين، الخلايا المنجلية يختلف عن هيموجلوبين الخلايا الطبيعية في إحلال الحمض الأميني (فالين Valine) محل الحمض الأميني (جلوتاميك Glutamic) كما هو مبين في الشكل الشكل (٢٥-٢). هذا وتحدث الطفرة الجينية كذلك إذا تغير موضع الجين على الكروموسوم.



شكل (٢٤ - ٢) : مثال على التغيرات التركيبية في ذبابة



شكل (٢٥ - ٢) : طفرة جينية

انعدام السيادة (Lack of dominance) :

من دراستك لتجارب مندل في الوراثة عرفت أن أفراد الجيل الأول ذوي التركيب الجيني الهجين يكون مظهرهم الخارجي مطابقاً تماماً للمظهر الخارجي لأحد الوالدين، لأن الجين السائد في هؤلاء الأفراد هو الذي يعبر عن نفسه في المظهر الخارجي، بعكس الجين المتنحي الذي لا نجد له أثراً في المظهر الخارجي. لكن لوحظ خروج عن هذه القاعدة المنديلية الصفة السائدة والصفة المتنحية)، حيث ظهرت حالات مغايرة، منها : انعدام السيادة. وفي هذه الحالة يحمل أفراد الجيل الأول صفة وسطية هي خليط من صفتي الأبوين كما هو موضح في المثال التالي :

عند تلقيح الأزهار البيضاء والحمراء في نبات شب الليل الموضح بالشكل (٢٦-٦)، نلاحظ أن جميع أفراد الجيل الأول وردية اللون حيث أن تركيبها الجيني هجين RW ، ولذلك فإن وجود الجين R مع الجين W لا يسبب سيادة أحدهما على الآخر بل تظهر صفة وسطية هي اللون الوردي للأزهار. أما عند تلقيح نباتات الجيل الأول (RW ، وردي) مع بعضها البعض فإن نتائج الجيل الثاني كانت على النحو التالي:

أحمر : وردي : أبيض

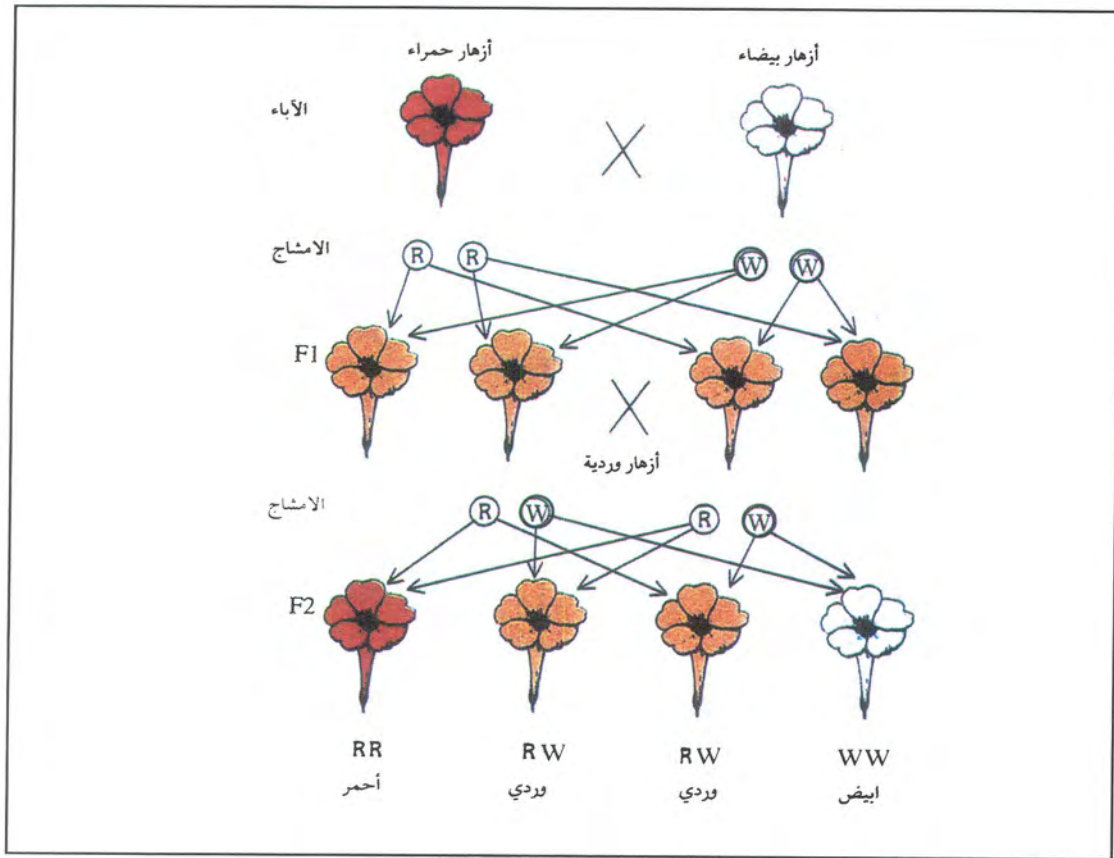
١ : ٢ : ١

وقد أمكن تفسير ذلك على أساس إنعدام السيادة، أي أن اللون الوردي نتج في هذه الحالة من اللونين الأحمر والأبيض معاً. وهذا يعني أن كل جين يحتفظ بتأثيره المظهري في الفرد، لكنه لا يسود على الجين الآخر.

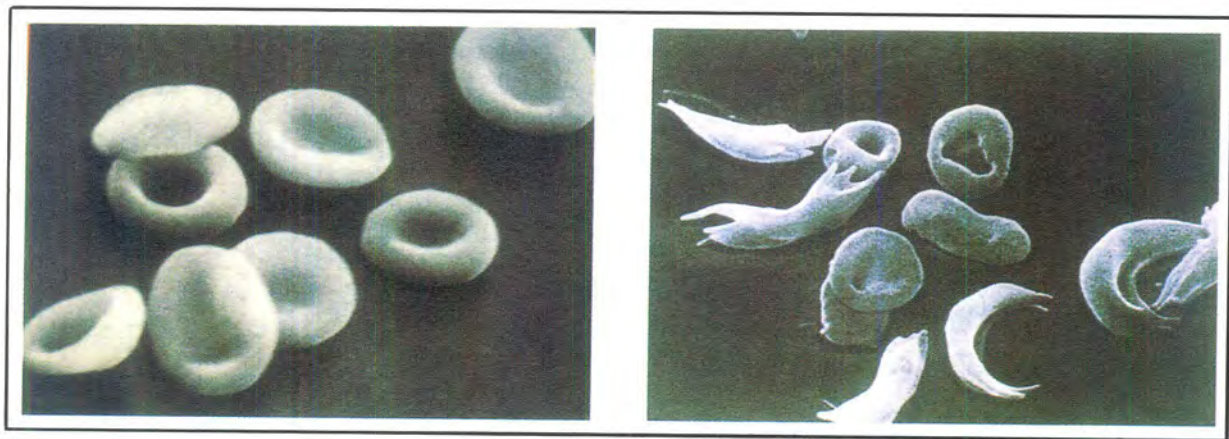
السيادة غير التامة (Incomplete dominance) :

السيادة بالنسبة للصفات الوراثية والجينات التي تحملها مسألة نسبية . فقد عرفت السيادة التامة في الصفات التي درسها مندل، وعرفت انعدام السيادة في المثال السابق. ولكن توجد بين هذين الطرفين حالات من السيادة تتفاوت في قوتها وضعفها، وتسمى بالسيادة غير التامة. وفيما يلي مثال يوضح حالة سيادة غير تامة في الإنسان.

في عام ١٩١٠م استشار زنجي صغير طبيباً أمريكياً بخصوص حمى برد عادية. ونظراً لأن الحمى كانت قد لازمته مدة طويلة، فقد أجرى له الطبيب فحصاً شاملاً. عندها وجد أن الطفل يشكو من نوع غير معروف من الأنيميا (فقر الدم). وقد وجد تحت المجهر أن دم الطفل يحتوى على نسبة عالية من كرات دم حمراء، منجلية الشكل خلافاً للشكل القرصي المعهود لكرات الدم الحمراء الطبيعية (شكل ٢٧-٢).

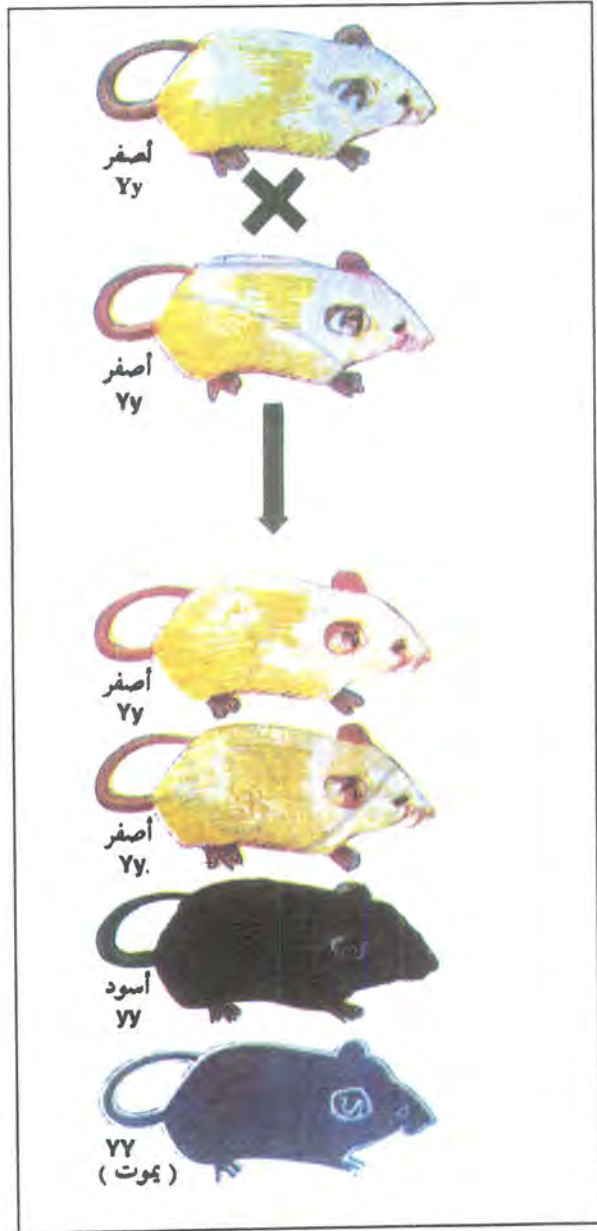


شكل رقم (٢٦ - ٢) : انعدام السيادة في أزهار نبات شب الليل



شكل رقم (٢٧ - ٢) أنيميا الخلايا المنجلية

وقد سميت الحالة أنيميا الخلية المنجلية (Sickle cell anemia) ثم تبين فيما بعد أن المرض وراثي، ويؤدي إلى موت المريض إذا كانت الجينات متجانسة (SS) حيث تكون كرات الدم الحمراء كلها منجلية في هذه الحالة. وعلى العكس من ذلك يكون الفرد سليماً وكرات دمه الحمراء طبيعية إذا كانت الجينات (ss) أما إذا كانت الجينات غير متجانسة (Ss) فإن كرات الدم الحمراء تكون من النوعين (المنجلي والعادي)، ويظهر الفرد سليماً معافى، ولكنه يعاني من الأنيميا بدرجات متفاوتة، تبعاً لمدى تعرض دمه إلى هواء ثقيل فيه نسبة الأكسجين، حيث تتحول كرات الدم الحمراء الطبيعية في هذه الحالة إلى النوع المنجلي الشكل.

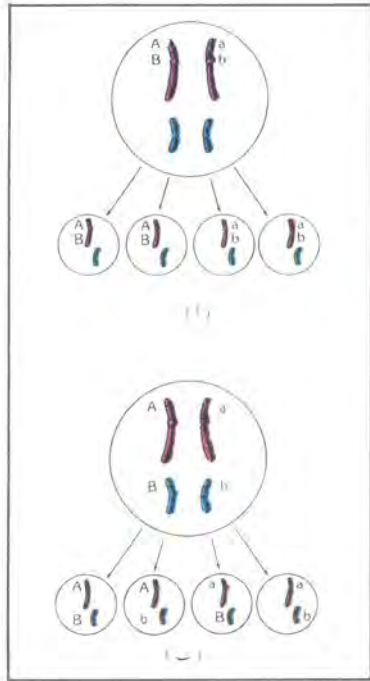


شكل رقم (٢٨ - ٢)

وهكذا ترى أن الجين المسؤول عن حمل المرض ونقله (S) يظهر تأثيره (يسبب) في بعض الحالات، دون حالات أخرى (أي ليس دائماً). من هنا كانت تسمية هذه الحالة بالسيادة غير التامة أو السيادة الناقصة، وفيها تظهر صفتا الأبوين بنسب متفاوتة، بينما في حالة انعدام السيادة تظهر صفة جديدة لم تكن معروفة في الأبوين.

الجينات القاتلة Lethal genes:

عندما يتزاوج فأر ذكر أصفر اللون مع أنثى صفراء اللون فإنه تنتج دائماً أفراد صفراء وأفراد سوداء بنسبة ١:٢ على الترتيب. ويدل وجود الأفراد السوداء في النسل الناتج، على وجود جينات اللون الأسود في الأبوين الأصفرين. ويدل هذا بالتالي على أن جين اللون الأسود متنح، وأن كلا من الأبوين هجين لصفة اللون. فإذا كان جين اللون الأصفر هو (Y) وجين اللون الأسود هو (y) فإن التركيب الجيني لكل من الأبوين يكون (Yy). والمتوقع عند تزاوج مثل هذين الأبوين، أن تنتج أفراد صفراء وأفراد سوداء بنسبة ١:٣ على الترتيب، كما يتبين مما يلي:



شكل (٢٩ - ٢) : الارتباط أو عدمه عند تكوين الأمشاج

الأباء : $Yy \times Yy$

الأمشاج : YYy

الابناء

♀ \ ♂	Y	y
Y	YY	Yy
y	Yy	yy

١ (YY) نقي لجينات اللون الأصفر (يموت وهو جنين).

٢ (Yy) هجين لجينات اللون الأصفر (ومظهرياً أصفر).

١ (yy) نقي لجينات اللون الأسود (مظهرياً أسود).

ولكن، كما سبق القول، فإن النسبة الفعلية هي دائماً ٢

أصفر : ١ أسود أي أنها تنقص عن النسبة المتوقعة بمقدار

$1/2$ نسبة الأفراد الصفراء. وهذا النقص يساوي بالضبط نسبة الأفراد النقية لجينات اللون

الأصفر (YY). معنى ذلك أن هذه الأفراد النقية تموت أثناء تشكلها الجنيني، فلا تولد،

وبالتالي فإنها لا تدخل في حساب نسبة الأبناء (شكل ٢٨-٢). ومثل هذه الجينات التي يؤدي

وجودها بحالة زوجية إلى موت الفرد الذي يحملها تعرف بالجينات القاتلة، ومنها ما هو سائد

كجين اللون الأصفر في الفئران، ومنها ما هو متنح مثل جين عدم تكون الكلوروفيل في النبات.

الارتباط والعبور (Gene Linkage and Crossing-over) :

أ- الارتباط : وفقاً للنظرية الكروموسومية للوراثة فإن الكروموسومات تحمل الجينات، وكل

كروموسوم يحمل عدداً كبيراً من الجينات لأن عدد الجينات أكثر بكثير من عدد

الكروموسومات. وبما أن الكروموسومات تنتقل من جيل إلى آخر عن طريق الأمشاج، فإن

مجموعة الجينات التي يحملها كل كروموسوم تورث معاً وتعرف بأنها مرتبطة. وعليه فإن

الارتباط يعني أن الجينات المحمولة على كروموسوم واحد تكون مرتبطة معاً وليست مستقلة،

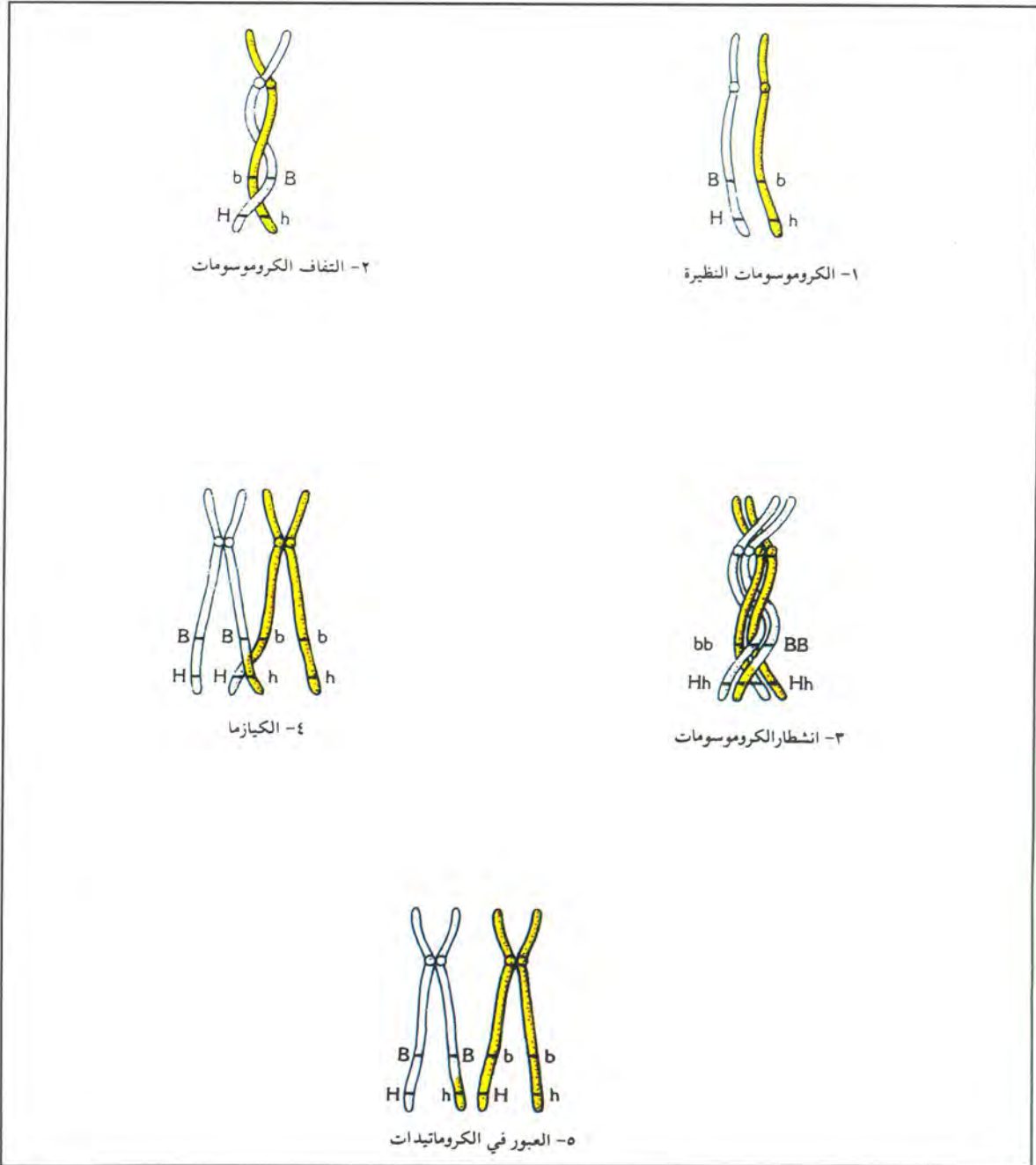
أي أنها تورث كمجموعة واحدة. وهذا يعني أن عدد المجموعات الوراثية لدى الكائن الحي

يساوي العدد الزوجي (الضعفي) للكروموسومات. ففي الإنسان - مثلاً - يوجد ٢٣ زوجاً من

الكروموسومات، أي أنه يوجد لديه ٢٣ مجموعة وراثية، نصفها جاء من الأب، ونصفها الآخر

جاء من الأم.

هذا من جهة، لكننا من جهة ثانية نجد وفقاً لقانون التوزيع الحر لمندل أن كل زوج من العوامل الوراثية (الجينات) المتقابلة يورث مستقلاً عن غيره من الأزواج الأخرى. وهذا يعني أن الارتباط لا يتبع قانون التوزيع المستقل، فهل يمكن اعتبار هذا القانون خطأ، علماً بأنه قد تم إثباته عملياً؟



شكل رقم (٣٠ - ٢): العبور في الكروماتيدات

انظر إلى الشكل (٢٩-٢-أ) وسوف تجد أن الجينات المرتبطة معاً (A, B) و (a,b) على الكروموسوم الواحد نفسه، لا يمكنها أن تنعزل عن بعضها بل تنتقل معاً أثناء الانقسام الاختزالي عند تكوين الأمشاج. بينما إذا نظرت إلى الشكل (٢٩-٢-ب) سوف تجد أن الجينات المحمولة على كروموسومات مختلفة تنعزل مستقلة عن بعضها بعض عند تكوين الأمشاج. وهذا يعني أن الصفات السبع التي درسها مندل في نبات البازلاء كان جين كل منها موجوداً على كروموسوم منفصل، وهكذا فقد انعزلت مستقلة عن بعضها بعض أثناء الانقسام الاختزالي وعليه فإن قانون التوزيع الحر لمندل صحيح فقط بالنسبة للجينات المحمولة على كروموسومات مختلفة، وليس على الكروموسوم الواحد نفسه. وهذا شرط أساسي في دراسة الصفات الوراثية التي تتبع قوانين مندل. كما أن هذا يبين أيضاً أن جهود العلماء تتضافر جيلاً بعد جيل للكشف عن الحقائق العلمية ويبين كذلك كيف أن القوانين العلمية تتغير وتتطور كلما حصلنا على مزيد من الحقائق والبيانات.

ب- العبور: الارتباط قد يعني أن هناك ثباتاً في توارث الجينات وبالتالي في توارث الصفات الوراثية. ولكن الدراسات أثبتت أن الارتباط غير مطلق حيث إن الجينات المرتبطة معاً على الكروموسوم نفسه يمكنها أحياناً أن تنفصل عن بعضها، وتنتقل من كروموسوم إلى الكروموسوم النظير، وهذا الانتقال يسمى «العبور».

يحدث العبور أثناء الانقسام الاختزالي حيث تكون الكروماتيدات المتقابلة في الكروموسومات المتشابهة متصلة بعضها ببعض في نقطة واحدة أو أكثر كما في الشكل (٣٠-٢)، وتسمى نقاط الاتصال هذه كيازومات (ومفردتها كيازما Chiasma). ويحدث أحياناً أثناء انفصال الكروموسومات في المرحلة الانفصالية أن يحدث قطع في الكروماتيدات عند الكيازما، ينتج منه تبادل في قطع الكروماتيدات المتقابلة. وبذلك ترى أن العبور يحدث بين الكروماتيدات وليس بين الكروموسومات. وفي هذه الحالة تتغير مجموعة الصفات المتلازمة وينتج عن العبور ارتباطات جديدة تستقر في الأمشاج. وبهذا يكون العبور وسيلة من وسائل التنوع والتغير في المسلك الوراثي المنديلي.

الفصل الثاني

الوراثة البشرية والهندسة الوراثية

تمهيد :

الوراثة البشرية (Eugenics) علم يبحث في انتقال الصفات الوراثية في الانسان، وقد كسب أهمية خاصة بعد الانجازات الضخمة في مجال علوم الهندسة الوراثية خاصة وأن الانسان لا يعتبر كائناً نموذجياً للابحاث الوراثية. فهناك صعوبات كثيرة تعيق دراسة الوراثة في الانسان منها مايلي :

- ١ - لا يمكن اللعب في التزاوج في النوع البشري لأسباب دينية واخلاقية واجتماعية.
- ٢ - طول عمر الانسان، وهذا لا يتيح لباحث واحد أن يتتبع أكثر من بضعة أجيال.
- ٣ - طول الفترة الزمنية للوصول إلى سن البلوغ، ومن الصعب جداً إجراء تزاوجات بين أفراد النوع البشري قبل البلوغ وإنتاج الخلايا التناسلية.
- ٤ - كثرة عدد الكروموسومات، حيث تحتوي الخلايا الجسمية على ٤٦ كروموسوماً وتحتوي الخلايا التناسلية على ٢٣ كروموسوماً، وبالتالي يصعب على الباحث تتبع سلوك هذا العدد الكبير من الكروموسومات.
- ٥ - بعض الصفات الوراثية في الانسان يتحكم فيها أكثر من زوج واحد من الجينات كالطول ولون الجلد.
- ٦ - طول مدة الحمل إذ تبلغ تسعة أشهر وهذه مدة طويلة لدراسة أو متابعة الأبحاث الوراثية.
- ٧ - من الصعب وضع الانسان تحت اختبارات تجريبية ، كدراسة تأثير صفة معينة إذا ما قورن بكائنات أخرى، وعليه تعتمد الوراثة في الانسان على ملاحظة ظهور صفات في الافراد ثم دراسة هذه الصفات في أقارب الفرد وفي أبنائه.
- ٨ - يميل أغلب الناس إلى إخفاء الصفات الوراثية غير المرغوب فيها.

ولذلك فان الصعوبة تكمن دائماً في الحصول على المعلومات الوراثية عن الانسان، ويعتمد العلماء حالياً على مجموعة من الأمور في الحصول على المعلومات الوراثية عن الصفات الوراثية البشرية، وسوف نستعرض في الصفحات التالية بعضاً من هذه الأساليب.

اسجلات النسب

يمكن توضيح انتقال صفة وراثية بخرائط تعرف باسم سجل النسب، (Family Pedigree) وتفيد هذه الخرائط في تتبع انتقال أفراد العائلة الواحدة باستخدام رسم معين أو خريطة إلى جانب فائدتها في التنبؤ باحتمالات ظهور هذه الصفات في الأجيال المقبلة. كما تفيد في معرفة الصفات السائدة والمتنحية، ولهذا فهي تستخدم في مجال الاستشارة الوراثية (Genetic counseling).

ويشار الى الذكور في سجل النسب عادة بمربعات، وإلى الإناث بدوائر، ويمثل الجنس غير المعروف للشخص الذي قام بتسجيل السجل بمعين وإذا مات الطفل وهو صغير قبل معرفة مظهره فيوضع في رمزه العلامة (+) ويرمز للتوأم بتوصيل رموزهم بنفس النقطة من خط الأخوة. وتظلل المربعات أو الدوائر التي ترمز إلى أفراد حاملين للصفة المعينة، وتترك الأخرى بيضاء إشارة إلى أن من تمثلهم من أفراد لا يحملون هذه الصفة، ويوصل بين رمزي الأبوين أعلى الخريطة خط يعرف بخط الزواج.

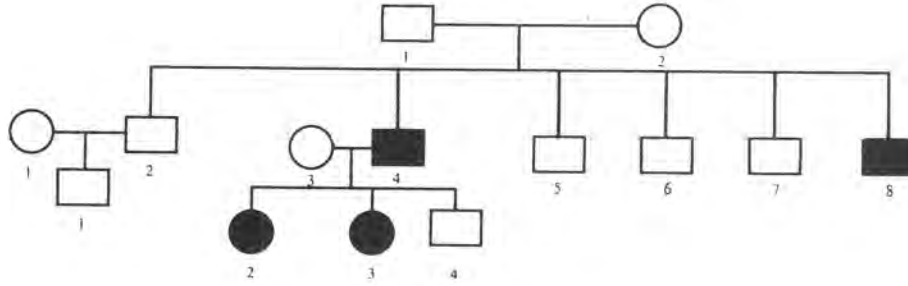
ويليهم صف يمثل أبناء الجيل الأول يصل بينهم خط يوضح علاقة القرابة بينهم ويرتبط خط الأبناء بخط الأبوين بخط رأسي صغير. ويشار إلى كل جيل من الأجيال بأحد الأرقام الرومانية بينما يشار إلى أفراد كل جيل بأرقام عادية متتابة فمثلا يدل الرمز (III-9) على الفرد التاسع المدون في الجيل الثالث من سجل النسب ويمثل كل جيل مستقلا عن الجيل الذي يليه. ويمكن توضيح توارث صفة وراثية باستخدام سجل النسب بالمثل التالي :

- نقص الصبغ الجلدي (البهاق Albinism):

يتميز أصحاب هذه الصفة بنقص أو عدم وجود صبغة الميلانين في الجلد والشعر والعين والرموش، والسبب في هذه الحالة عامل وراثي متنحي يرمز له بالرمز a ويرمز إلى أليله الخاص باللون العادي بالرمز A ويكون الفرد الحامل للعاملين المتنحيين aa أبهقا، بينما تكون الأفراد الحاملة للعاملين AA أو Aa عادية من حيث لون الجلد.

فإذا ظهر في عائلة لها ستة أبناء إثنان يحملان صفة البهاق، فأغلب الظن أن التركيب الجيني لكل من الأبوين هو Aa مما أتاح الفرصة لتواجد عاملا هذه الصفة aa معا في إثنين من الأبناء، وعندما تزوج أحد هذين الابنين بامرأة عادية أنجبا ولدا عادي اللون وابنتين عديمتي الصبغة.

ويمكن توضيح توارث هذه الصفة بسجل النسب التالي :



شكل رقم (٣١ - ٢)

ومن السجل السابق نستخلص مايلي :

- ١ - التركيب الجيني للجيل الأول (I 1,2) هو Aa
- ٢ - الافرد 4II و 8II و 2III و 3III تركيبهم الجيني aa
- ٣ - ما هو التركيب الجيني للفرد 4III ولماذا؟
- ٤ - ما هو احتمال أن يكون التركيب الجيني للفرد 5II نقى؟

٢ : عمل مخطط للكروموسومات Karyotype:

لقد تمكن علماء الوراثة من تطوير تقنيات لدراسة الكروموسومات في الانسان. في أحد هذه التقنيات يتم سحب عينة من دم الانسان أو من نخاع العظام أو من الجلد. يتم تنمية الخلايا في المختبر باستخدام محاليل خاصة. بعد يومين أو ثلاثة من النمو يتم اضافة أحد المواد الكيميائية لوقف الانقسام غير المباشر في الخلايا حيث يمكن رؤية الكروموسومات بالمجهر (شكل ٢٢). يتم تصوير الكروموسومات وتكبير الصورة إلى الحجم المناسب. يتم قص الكروموسومات وتترتب بالطريقة الموضحة في شكل (٣٢-٢).

لقد استفاد علماء الاستشارة الوراثية من هذه المخططات في معرفة الاضطرابات العددية بالكروموسومات نظراً لأن لها دوراً في ظهور بعض الأمراض الوراثية. ومن الحالات المعروفة في هذا المجال :

أ - حالة تيرنر (Turner's syndrome) ($2n - 1 = 45$ كروموسوم) :

وتعرف بحالة المرأة ذات (45) كروموسوماً وتنتج عن فقدان أحد كروموسومات الجنس (X) بحيث يكون التركيب الكروموسومي مكون من 44 كروموسوماً ذاتياً وكروموسوم جنس واحد فقط. تكون الأنثى في هذه الحالة عقيمة تتميز بقامة قصيرة ورقبة قصيرة، وتبدو عادية المظهر ويمكن أن تتزوج لكنها لا تنجب أطفالاً. وفقدان أحد كروموسومي الجنس في هذه الأنثى يؤدي إلى عدم وجود مبيض أو إلى ضموره بحيث إن وجد لا يستطيع تكوين بويضات. والدورة الشهرية لهذه الأنثى تكون غائبة تماماً منذ البلوغ.

ب - حالة الكلاينفلتر (Klinefelter's syndrome) :

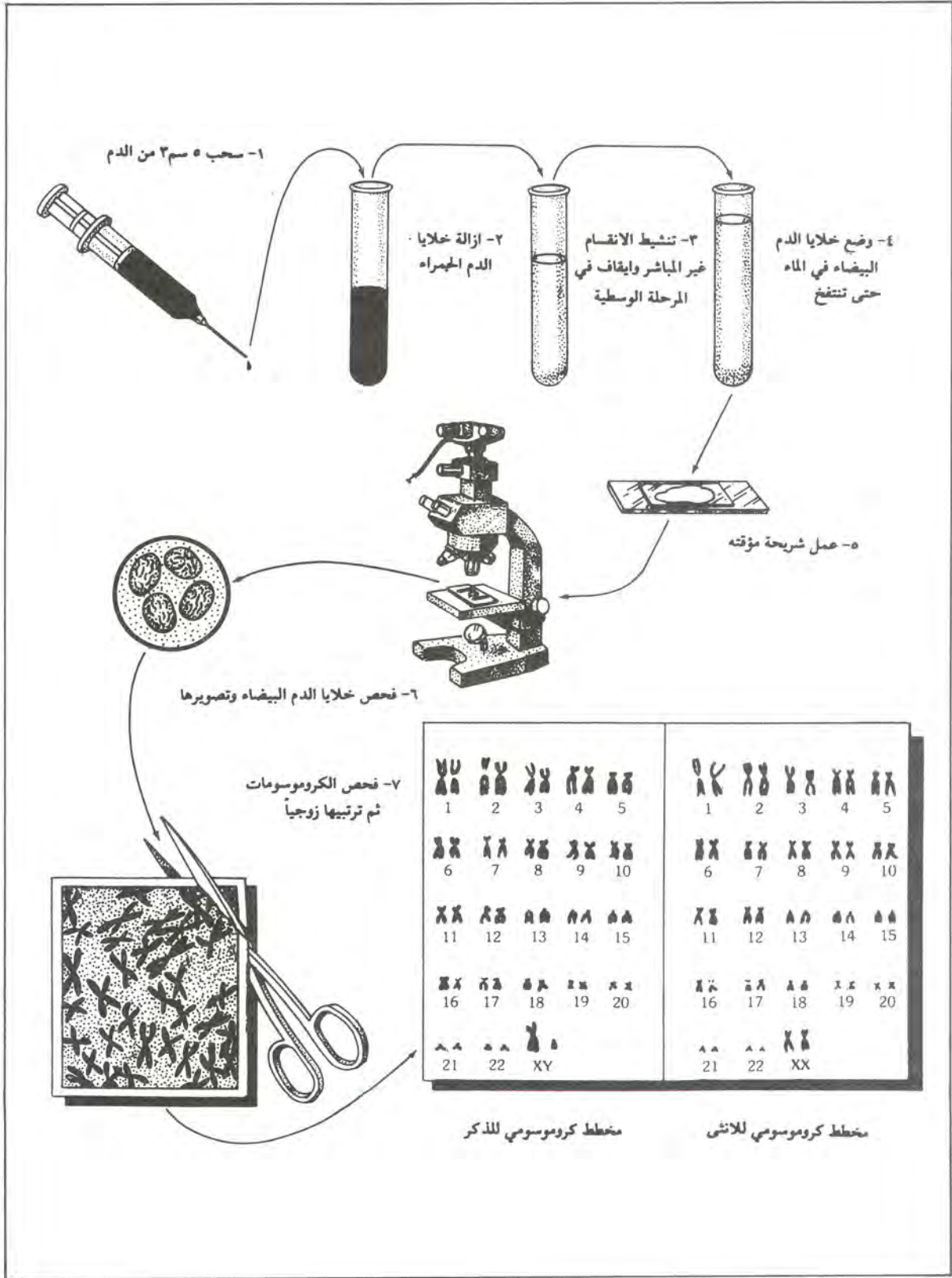
وتعرف بحالة الرجل ذي 47 كروموسوماً وتنتج عن وجود كروموسوم (X) اضافي بحيث يكون التركيب الكروموسومي :

$$44 = 2n+1 = XXY + 47 \text{ كروموسوم}$$

ويكون المولود في هذه الحالة ذكراً عقيماً، طويل الجسم، لا تظهر عليه الصفات الجنسية الثانوية للذكور، بل تظهر عليه بعض الصفات الجنسية الثانوية للإناث، مثل عدم نمو شعر الذقن ونعومة الصوت وبروز الصدر وإتساع الحوض.

ج - مرض داون أو المنغولعة (Mongolian) Down's Syndrome :

في تكوين الأمشاج بالإنسان يحدث أحياناً عدم انفصال الزوج الكروموسومي رقم (21). ينتج عن ذلك زيادة في عدد الكروموسومات الذاتية بحيث يصبح العدد الكلي للكروموسومات 47 كروموسوماً. وفي هذه الحالة يكون رأس الطفل (ذكراً أو أنثى) كبيراً، وعيونه منغولية وقواه العقلية متخلفة إلى حد كبير بحيث تكون درجة ذكاء الشخص الذي يبلغ 16 سنة من عمره مساوية لدرجة ذكاء طفل عمره 4 سنوات وهذا يعني أن الشخص المنغولي من الصعب أن يعتمد على نفسه إلا إذا اعتنى به وربي تربية خاصة في مدارس أو معاهد التربية الخاصة .



شكل رقم (٣٢ - ٢) : خطوات عمل مخطط كروموسومي

يعتبر مرض داون من الأمراض الوراثية المنتشرة في العالم، وتزيد نسبة حدوثه إذا كانت الأم كبيرة في السن، أو إذا كانت تتعاطى المخدرات والمسكرات وحبوب الهلوسة. وقد وجد أن هناك علاقة بين هذه المخدرات والشذوذ الكروموسومي الذي يحدث أثناء الانقسام الاختزالي في مراحل تكوين الخلايا التناسلية.

٣ - البصمة الوراثية :

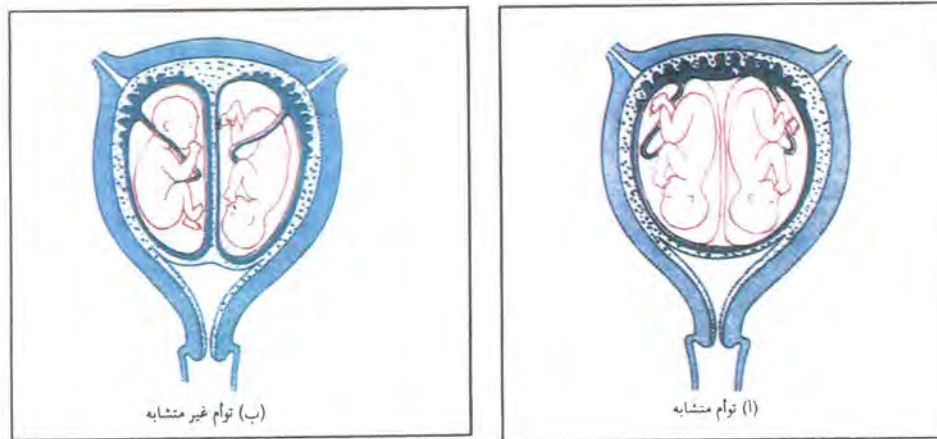
لقد وجد علماء الوراثة بأن تتابع القواعد النيتروجينية (الشفرة الثلاثية) في حمض DNA يتضمن في الفرد الواحد تميزاً خاصاً به كما هو الحال في التميز الموجود في بصمة الاصابع. ولقد اعتبر العلماء هذا التتابع للقواعد النيتروجينية أسلوباً للدلالة على الافراد، وهو ما يعرف حالياً باسم البصمة الوراثية. وتستخدم هذه التقنية الحيوية المتقدمة في الكشف عن بعض الجرائم، أو لاثبات براءة أحد الاشخاص.

٤ - التوائم (Twins):

إستفاد علماء الوراثة من ظاهرة التوائم في محاولة لتفسير إنتقال الصفات الوراثية عندالانسان، والتوأم نوعان :

٤- ١ التوائم المتشابهة (Identical twins) :

وهي نوع من التوائم ينتج عن بويضة واحدة أخصبت بحيوان منوي واحد، غير أنها في بدء انقسامها انفصلت إلى قسمين ونما كل قسم مكوناً جينياً مستقلاً. تتصل هذه الأجنة بالأم بمشيمة واحدة وتتشابه هذه التوائم في جميع الصفات الوراثية إذ أنها نتجت عن بويضة مخصبة واحدة، كما تكون من جنس واحد، اما ذكوراً أو إناثاً (شكل ٢٣ - ٢ - أ) :



شكل رقم (٢٣ - ٢) : التوائم في الإنسان

٤ - ٢ - التوائم غير المتشابهة (Fraternal twins) :

ينتج هذا النوع من التوائم عن بويضتين أخصب كل منها حيوان منوي مستقل، وينتج عنهما بويضتان مخصبتان تتصل كل منهما بجدار الرحم بمشيمة خاصة. الصفات الوراثية لهذا النوع من التوائم تختلف كما تختلف الصفات الوراثية للأشقاء، وقد تكون من جنس واحد أو جنسين مختلفين (شكل ٢٣-٢-ب).

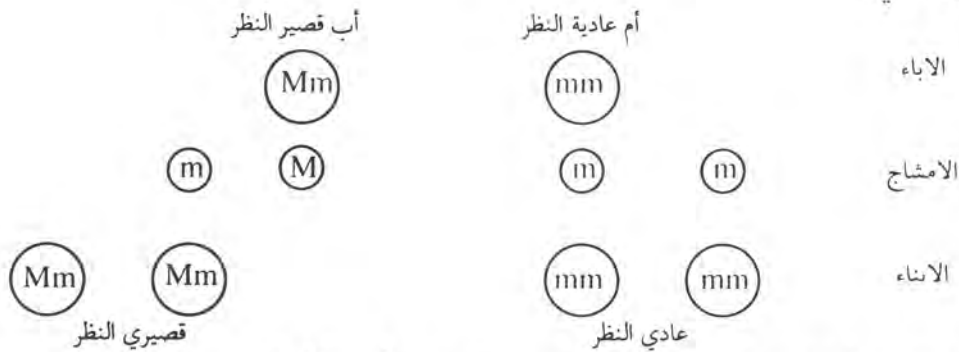
وهناك نوع نادر من التوائم المتشابهة يكون الفردان فيه ملتصقين من الناحية البطنية أو الظهرية ويسمى بالتوائم المتصلة أو السيامية نسبة إلى أول حادثة من هذا القبيل هي حالة توأمين ذكرين سياميين ولدا عام ١٨١١م. ولقد نجحت عدة محاولات حديثة في القرن الحالي في فصل التوأمين والابقاء عليهما.

والتوأمين المتشابهان كأنهما يكونان النصفين لفرد واحد ويعتبر الواحد مرآة للآخر، بمعنى أنه إذا كان أحدهما أشول فإن الآخر يكون أيمن، وإذا كان إتجاه نمو شعر أحدهما باتجاه عقارب الساعة فإن الآخر يكون بعكس عقارب الساعة. ولأن جيناتها متشابهة تماماً فإن كل الصفات الوراثية مثل الجنس ولون العيون ومجموعة الدم... الخ تكون متشابهة تماماً. أما الصفات الأخرى التي تتأثر بالوراثة والبيئة معاً كالوزن مثلاً فإن الاختلاف فيها بين التوائم المتشابهة أمر وارد.

٥ - الصفات المندلية في الانسان :

٥ - ١ وراثه قصر النظر (Myopia) :

تعزى وراثه قصر النظر (عدم الرؤية الواضحة على مسافات بعيدة) إلى جين سائد يرمزله بالرمز M بينما الأليل المقابل الخاص بالنظر العادي بالرمز m ، فاذا ماتزوج رجل مصاب بقصر النظر هجين Mm بأمرأة عادية النظر mm سيكون نصف الابناء يعانون من قصر النظر والنصف الآخر ذو نظر عادي.



أما إذا كان الوالدين كلاهما قصير النظر بصورة هجين سيأتي الأبناء على النحو التالي :

٢٥٪ مصابون بقصر النظر نقي : ٥٠٪ مصابون بقصر النظر هجين : ٢٥٪ ذو نظر عادي

mm

Mm

MM

٥ - ٢ - وراثه ثني اللسان Tongue rolling :

حاول أن تثني لسانك على شكل حرف U هل تستطيع ذلك ؟ كم زميلا لك في الفصل

لايستطيع ذلك ؟ وماذا تستنتج ؟ إن صفة ثني

اللسان سائدة على صفة عدم المقدرة على ذلك .

و من الصفات الأخرى المندلية في

الإنسان :

- إنحناء إصبع الإبهام (صفة متنحية) .

- إنحناء الإصبع الصغير (الخنصر) وهي

صفة سائدة .

- التحام شحمة الأذن (صفة سائدة) .

- تشابك أصابع اليدين (صفة سائدة) .



شكل رقم (٣٤ - ٢)

ثني اللسان

٦- الصفات غير المندلية عند الإنسان :

٦ - ١ - تعدد البدائل :

ينص قانون السيادة لمندل على أن كل صفة وراثية يحكمها عاملان (أو جينان) يوجدان في خلايا الكائن الحي . ومن المهم ملاحظة أن أليلات الصفة الواحدة تشغل نفس الموقع على الكروموسومين النظيرين .

هناك حالات يكون للصفة الوراثية الواحدة عدة أليلات (أكثر من زوج) ، هذا طبعاً مع ملاحظة أنه مهما كان عدد البدائل الخاصة بأي صفة ، فإنه لا يوجد في خلايا أي فرد سوى بديلين اثنين فقط ، كما أنه لا يوجد في المشيج المذكور أو المؤنث سوى بديل واحد فقط .

٦ - ١ - ١ - وراثه فصائل الدم في الإنسان:

ومن أمثلة تعدد البدائل في الإنسان حالة توارث فصائل الدم . فبالدراسة علم أن هناك

أربعة فصائل هي : O, AB, B, A ويسيطر على توارث أليلات هي O, B, A ، ويوضح

الجدول التالي التركيب الجيني لكل من هذه الفصائل مع ملاحظة أن :

١ - كلا من B, A يسود على O

٢ - B, A إذا اجتمعا فإن أحدهما لايسود على الآخر (حالة إنعدام سيادة)

التركيب الجيني	الفصيلة
AO, AA	A
BO, BB	B
AB	AB
OO	O

وبالإضافة إلى أن توارث الفصائل الدموية في الإنسان يعتبر تعدد بدائل، فإنه أيضاً حالة انعدام سيادة ومن ناحية أخرى سيادة تامة، كما أن لمعرفة فصائل الدم أهمية كبيرة في عمليات نقل الدم، أما توارثها فهي ذات أهمية كبيرة في الطب الشرعي.

وعلى هذا يمكن تحديد مجموعة دم الطفل من مجموعة دم كل من الأم والأب كما هو

موضح في الجدول التالي:

مجموعة دم الأب				مجموعة دم الأم
O	AB	B	A	الأم
A,O	A,B AB	A,B AB,O	A,O	A
B,O	A,B AB	B,O	A,B AB,O	B
B,A	A,B AB	A,B AB	A,B AB	AB
O	A,B	B,O	A,O	O

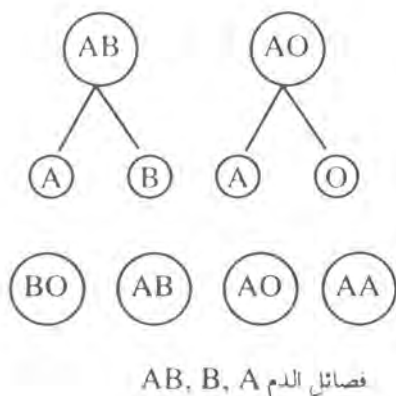
مثال :

إدعت امرأة أبوة رجل لطفلها، وعندما فحصت دماؤهم وجد أن فصيلة دمها من نوع A،
وفصيلة دم الرجل من نوع AB، وفصيلة دم الابن من نوع O، ما حكم الطب الشرعي؟ وضح
الاجابة على أسس وراثية؟

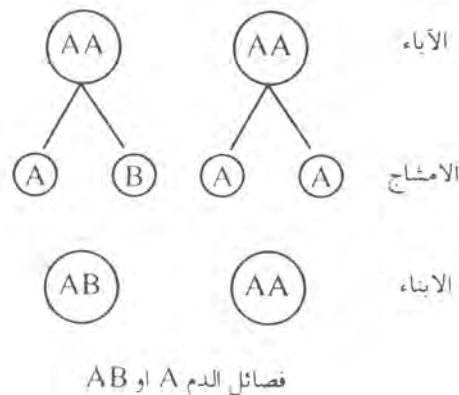
الحل :

فصيلة دم الأم A وبذلك فان تركيبها الجيني AA أو AO
فصيلة دم الرجل AB وبذلك فان تركيبه الجيني AB
فصيلة دم الابن O وبذلك فان تركيبه الجيني OO
وبذلك نرى أن هناك احتمالين للتزاوج :

الإحتمال الثاني



الإحتمال الأول



وفي كلا الحالتين لا يوجد أبناء فصيلة دمهم (O) وبذلك لا يمكن أن يكون هذا الرجل أباً للطفل.

على أي حال لابد وأن نلاحظ أن الطب الشرعي يستطيع نفي الابوة ولكنه لا يستطيع اثباتها.

وقد أوضح لاند شتينر أن خلايا دم بعض الأشخاص تحتوي على أنتيجينات معينة وأن دم الأشخاص الآخرين يحتوي على أجسام مضادة لهذه الأنتيجينات وقد ثبت أن هناك نوعان من الأنتيجينات في كرات الدم الحمراء وهما الأنتيجين A,B .

كما يوجد نوعان من الأجسام المضادة لهما في المصل وهما أيضاً A ، B على الترتيب. ومن الطبيعي أن دم أي شخص لا يمكن أن يحمل الأجسام المضادة للأنتيجينات الموجودة في خلايا دمه لذا فإن الشخص الذي تحتوي خلايا دمه على أنتيجين A مثلاً لا يمكن أن يوجد في مصل دمه الأجسام المضادة لهذا الأنتيجين لأن وجودهما معاً يسبب تجمع خلايا الدم وبالتالي موت الشخص، لذا فإن مصل دم أي شخص يحتوي على الأجسام المضادة للأنتيجينات غير الموجودة في دمه ويعرف ذلك بقاعدة لاند شتينر، وعلى هذا أمكن تقسيم الجنس البشري من حيث وجود أو عدم وجود الأنتيجينات إلى أربع مجموعات:

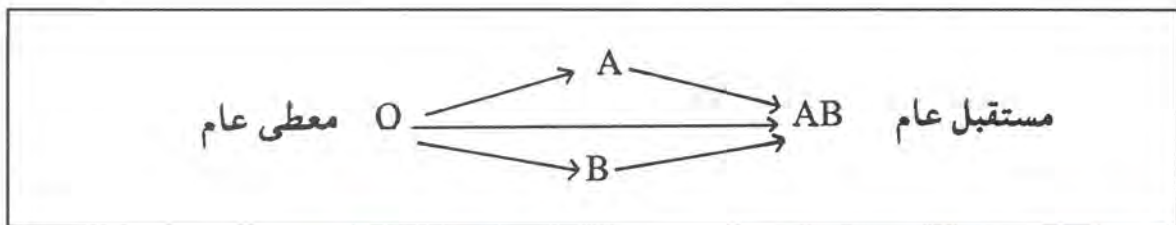
مجموعة الدم	الأنتيجينات الموجودة في خلايا الدم الحمراء	الأجسام المضادة الموجودة في المصل
A	A	B
B	B	A
AB	A,B	خالي من الأجسام المضادة
O	خالي من الأنتيجينات	A,B

ويوضح الجدول التالي إمكانية نقل الدم من شخص إلى آخر أو عدم إمكانية نقله، علماً بأن الشخص المنقول منه الدم يسمى المعطي (Donor) والشخص المنقول إلى الدم يسمى المستقبِل (Receipient) مع ملاحظة أن علامة (+) تدل على حدوث تجمع الخلايا وعلامة (-) تدل على

عدم حدوث تجمع، وبالتالي يمكن الحكم بفشل نقل الدم في الحالة الأولى ونجاح نقله في الحالة الثانية:

المستقبل Receptient				المعطي Donor
O	AB	B	A	
+	-	+	-	A
+	-	-	+	B
+	-	+	+	AB
-	-	-	-	O

ومن هذا يتضح أن الشخص المنتمي للمجموعة AB يمكن أن يأخذ دماً من أفراد ينتمون إلى أي مجموعة أخرى لهذا يسمى هذا الشخص بالمستقبل العام (Universal receptient).
وأما الأشخاص المنتمون للمجموعة O فيطلق عليهم بأنهم واهبون عامون (Universal donors) كما في الرسم:



٦ - ٢ - ٢ وراثه العامل الريزيسي Rhesus Factor :

بالإضافة إلى ما نعرفه عن مجموعات فصائل الدم (A) و (B) و (AB) و (O) فإن هناك خواص وراثية أخرى منها العامل الريزيسي نسبة إلى الذي اكتشف في القرد الريزيسي والذي وجد أنه يحتوى على انتجن إذا حقن في دم أرنب فإنه يكون أجساماً مضادة في مصل دمه، وإذا فصل هذا المصل من الأرنب وحقن في دم إنسان فإنه يرسب ويجمع كرات الدم الحمراء في معظم الحالات، وهذا يدل على أن دم الإنسان يحتوى على نفس الانتجن الموجود في كرات الدم الحمراء في القردة وهذا ما دعى العلماء بتسمية العامل الوراثي المسؤول عن تكوين هذا الانتجن في الإنسان بالعامل الريزيسي لوجوده في القردة، وهناك نوعان من الأشخاص بالنسبة للعامل الريزيسي:

١ - العامل الريزيسي الموجب (RH^+) عندما يكون العامل الريزيسي سائداً لتكوين الانتجن.

٢ - العامل الريزيسي السالب (RH^-) عندما يفتقر للانتجن أو عندما يكون العامل الريزيسي متنحياً.

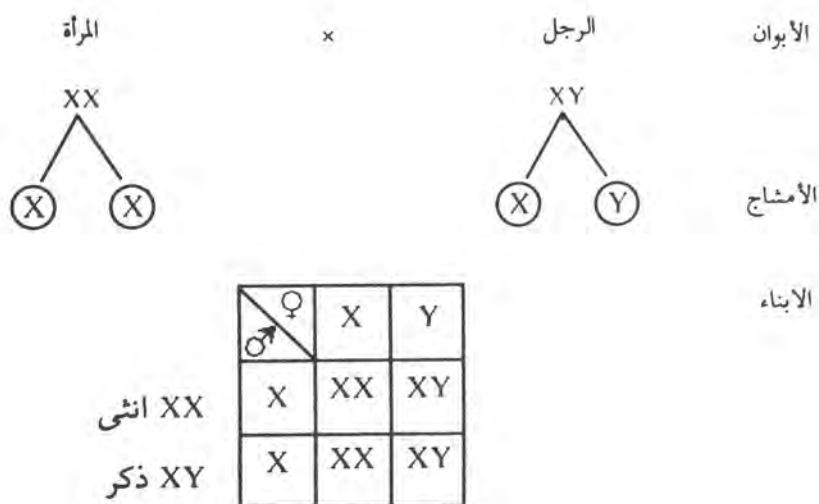
والانتجن الريزيسي يرتبط بجين سائد معين يرمز له بالحرف (R) وغياب الانتجن الريزيسي ناتج عن جين متقابل متنح يرمز له بالحرف (r) فإذا تزوج شخص موجب العامل الريزيسي متمائل الجينات (Homozygous) أي نقى التركيب بفتاة سالبة العامل الريزيسي أي دمها لا يحتوى على الانتجن فيكون التركيب الجيني للجنين الناتج هو (Rr) أي على الانتجنات الريزيسية. وكما نعلم فإنه لا يوجد هناك اختلاط مباشر بين خلايا دم الأم وخلايا دم الجنين، لذا فإن الأم سوف لا تبني الأجسام المضادة إلا إذا حدث امتزاج بين دم الطفل ودمها وهذا يحدث خلال عملية الولادة. إذ أن انسلاخ المشيمة التي تحتوي على أوعية دموية من الجنين ومن الأم سوف يسبب بعض الاختلاط بين دم الأم ودم الجنين مما يسبب دخول الانتجن الريزيسي إلى الأم وبالتالي تكوين الأجسام المضادة التي لا تؤثر على هذا الطفل لأنه يكون قد انفصل عن المشيمة أما عند تكوين الجنين الثاني من نفس الأب، فسوف تتسرب الأجسام المضادة الموجودة في بلازما الدم من دم الأم إلى دم الطفل عن طريق المشيمة مما يحدث تفاعلاً مع انتجنات الجنين الموجبة وترسب وتجمع كريات الدم الحمراء وانسداد الأوعية الدموية في الطفل مما سيؤدي إلى موته.

وحديثاً أمكن اكتشاف طريقة تمنع تكوين الأجسام المضادة في دم الأم حتى لا يحدث أي ضرر للحمل التالي، فتحقن الأم - بعد الولادة مباشرة - بمصل يحتوى على أجسام مضادة للانتجن الريزيسي، وبذلك لا يكون دم الأم أي أجسام مضادة لدم الجنين.

٦ - ٣ - تحديد الجنس في الانسان :

عدد الكروموسومات في كل خلية من خلايا جسم الإنسان ٤٦ كروموسوماً ($2n = 23$ زوجاً). يوجد في خلية الذكر ٢٢ زوجاً من الكروموسومات الذاتية، والزوج الثالث والعشرون كروموسوماته غيرمتماثلة وتسمى الكروموسومات الجنسية ورمزها (XY). أما خلية الأنثى فيوجد فيها ٢٢ زوجاً من الكروموسومات الذاتية، إضافة إلى زوج متماثل من الكروموسومات الجنسية (XX). وعند انقسام الخلايا التناسلية اختزالياً تنتج الأنثى أمشاجاً تحتوي على ٢٢ كروموسوماً ذاتياً وكروموسوم جنسي (X)، بينما ينتج الذكر نوعين من الأمشاج في أحدهما ٢٢ كروموسوماً ذاتياً وكروموسوم جنسي (Y) وفي الآخر ٢٢ كروموسوماً ذاتياً وكروموسوم جنسي (X).

إذا أخصب حيوان منوي يحمل الكروموسوم الجنسي (X) بويضة جاء المولود أنثى (XX)، أما إذا أخصب حيوان منوي يحمل الكروموسوم الجنسي (Y) بويضة فإن المولود يكون ذكراً (XY). ويوضح الجدول التالي ذلك :



ترى مما سبق أن نسبة الذكور (XY) إلى الإناث (XX) هي ١:١، وترى أيضاً أن الذكر (الأب) هو المسؤول عن تحديد الجنس نظراً لأنه هو الذي ينتج نوعين مختلفين من الحيوانات المنوية بينما تنتج الأم نوعاً واحداً من البويضات.

٦-٤ - الصفات المرتبطة بالجنس :

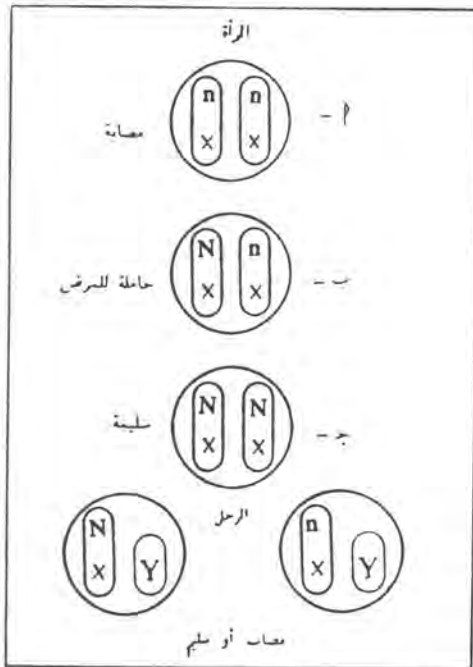
سبق أن عرفت أن بعض الصفات الوراثية، توجد جيناتها على كروموسوم (X)، ولذلك فإنها تعرف بالصفات المرتبطة بالجنس. كما سبقت الإشارة إلى وجود بعض الصفات من هذا النوع في الإنسان، مثل مرض نرف الدم، ومرض عمى الألوان. وستتبع فيما يلي وراثه مرض عمى الألوان كمثال على كيفية توارث مثل هذه الأمراض بصفة عامة.

السلوك الوراثي لمرض عمى الألوان كصفة مرتبطة بالجنس :

الشخص المصاب بمرض عمى الألوان لا يقدر أن يميز بين اللون الأحمر واللون الأخضر واللون الرمادي. وفي الواقع هناك تفاوت بين المصابين من حيث القدرة على التمييز بني هذه الألوان، فمنهم من يستطيع التمييز بين اللون الأحمر واللون الأخضر في الضوء القوي فقط، ومنهم من لا يستطيع التمييز بين هذه الألوان مطلقاً، وتقوم الجهات المعنية عادة بعمل كشف طبي عن مرض عمى الألوان للراغبين في الحصول على إجازة لقيادة السيارة. والأشخاص المصابون بهذا المرض لا يمنحون مثل هذه الإجازة. كما قامت بعض الدول بعمل إشارات ضوئية مرورية خاصة بالمصابين بعمى الألوان.

ومرض عمى الألوان صفة متنحية مرتبطة بالجنس، فإذا رمزنا لجين المرض بالحرف n صغيراً

(لأن الصفة متنحية) وللجين المضاد بالحرف N كبيراً فإن المرأة تكون :



أ - مصابة بالمرض $X^n X^n$

ب - حاملة للمرض $X^N X^n$

(سليمة ظاهرياً لكنها تحمل جين المرض)

ج - سليمة $X^N X^N$

أما الرجل فيكون :

أ - مصاباً $X^n Y$

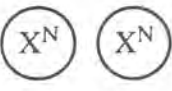

ب - سليماً $X^N Y$

وشكل (٢-٣٥) يوضح ذلك.

شكل رقم (٣٥ - ٢) : التركيب الجيني والشكل الظاهري

لمرضى عمى الألوان في كل من الرجل و المرأة

وهكذا فعندما يتزوج رجل مصاب بمرض عمى الألوان من امرأة سليمة فان جميع اولادهما من الذكور يكونون سليمين، أما البنات فيكن حاملات للمرض هو موضع فيما يلي :

أنثى سليمة	ذكر مصاب بعمى الألوان	
$X^N X^N$	$X^n Y$	الأباء
		الامشاج
$X^N X^n$	$X^N Y$	الابناء
أنثى سليمة حاملة للمرض	ذكر سليم	

أما إذا تزوج رجل سليم امرأة مصابة بمرض عمى الألوان فإن جميع اولادهم من الذكور يكونون مصابين بالمرض أما البنات فيكن حاملات للمرض.

مما تقدم نلاحظ أن الأب ليس له أي تأثير في اولاده من الذكور بالنسبة للمرض لأنه يعطيهم الكروموسوم (Y) الخالي من جين المرض، ولكن تأثيره يظهر على بناته لأنه يعطيهم الكروموسوم (X) الحاملة لجين المرض أو للجين المضاد للمرض.

٦ - ٥ - الصفات المتأثرة بالجنس :

١ - الصلع (Bolcness) :

يظهر الصلع في الذكور ولكنه نادر الحدوث في الإناث. ويتراوح الصلع ما بين ضعيف إلى صلع قد يشمل الرأس كله.

ويتحكم في هذه الصفة زوج من الجينات محمولة على الكروموسومات الجسمية. وبالرغم أن الصلع وراثي ولكن التأثير المباشر يرجع إلى هرمون التستوستيرون Testosteron الذي تفرزه الخصية.

يرمز للجين الحامل لصفة لصلع B والجين المقابل له الخاص بالشعر العادي b وتكون الطرز الجينية والطرز المظهرية كما يلي :

التركيب الجيني	النمط المظهري للمرأة	النمط المظهري للرجل
bb	عادي	عادي
Bb	عادي	اصلع
BB	صلعاء	اصلع

وتفسير إختلاف النمط المظهري للرجل عن النمط المظهري للمرأة في حالة تشابه التركيب الجيني لكل منها Bb فإن هذا يرجع إلى الهرمونات الذكورية التي تظهر صفة الصلع عند الرجل ولا تظهرها عند المرأة.

٢ - النقرس (داء المفاصل- داء الملوك) :

يظهر النقرس في الذكور أكثر منه في الإناث ويرجع السبب في ذلك إلى هرمون الذكورة. فداء النقرس يندر حدوثه في الإناث قبل سن اليأس، يزيد حدوثه بعد ذلك، وهو يتبع في توارثه نفس أسلوب الصلع.

٦ - ٦ - الجينات القاتلة :

والجينات القاتلة من التغيرات في المسلك الوراثي المنديلي، وفي الانسان وجد عدة حالات لها نذكر منها :

١- البله المميت :

ويسبب هذا المرض جين وراثي متنحي، فاذا وجد الجين المسبب لهذا المرض بصورة متماثلة (أي في كلا الأبوين) فإن الأطفال الناتجين يبيدون عادين عند ولادتهم ولكن بصرهم يخبو تدريجيا عندما يصل عمرهم إلى ٤ - ٧ سنوات، وفي النهاية يصابون بفقد البصر ويصحب ذلك تدهور في القوى العقلية والجسمية يؤدي إلى الموت.

٢ - قصر السلاميات (Brachy Phalangy) :

ويقصد بهذه الحالة قصر سلاميات أو عقل الإصبع الثاني لليد والقدم وسببها جين وراثي متنحي له تأثير مميت أيضا. فإذا كان كلا الأبوين حاملا لهذه الصفة كان ذلك إشارة واضحة إلى أن هناك احتمالاً قوياً في ظهورها بصورة نقية للعوامل في الأبناء مما يتسبب في موتهم خلال العام الأول بعد الولادة.

٣ - القزمية (Tharathopoeic dwarfism) :

وهي حالة مرضية وراثية يكون فيها الصدر صغيراً جداً بالنسبة للبطن ويسببها عامل وراثي مميت متنحي. إذا تواجد بصورة مزدوجة تسبب في موت صاحبه في عمر مبكر.

٤ - الجلد الجاف الوراثي Congenital :

وهي حالة مرضية وراثية أيضاً يكون فيها الجلد شديد الجفاف، وسببها وجود عامل مميت بصفة متنحية، ولكن إذا اجتمع عاملا هذا المرض معاً فإن المولود لا يعيش أكثر من أسبوع واحد بعد الولادة.

٥ - الاستشارة الوراثية :

امكن بفضل الله ثم التقدم الكبير الذي أحرزته العلوم الطبية مؤخراً والجراحة بصفة خاصة التغلب على الآثار الخطيرة لبعض الجينات الموروثة. فقد أمكن جعل الاطفال الذين يعانون من انيميا الخلايا المنجلية أن يعيشوا معيشة عادية باستبدال دمهم بدم جديد.



وبالمثل فإن الطفل الذي يولد بتشوه وراثي في القلب يؤدي إلى اختلاط الدم المؤكسج بغير المؤكسج والذي يسبب الموت عادة، أمكن اصلاح هذا التشويه في الطفل بالجراحة بحيث يكمل حياته بصورة طبيعية .

إلا أن معظم الأمراض الوراثية يصعب، إن لم يستحيل، علاجها ولكن يمكن تحاشيها ولهذا تبرز أهمية الاستشارات الوراثية، وخاصة بالنسبة للراغبين في الزواج والانجاب، فالمعروف أن زواج الأقارب (Consanguineous marriages) عادة ما يؤدي إلى انتاج سلالات ضعيفة بها الكثير من أوجه النقص، ويمكن تفسير ذلك بأن الكثير من الجينات الضارة تكون متنحية وأن الزواج بين الأقارب خاصة وثيقة القربى يتيح فرصة أكبر لظهور تأثير مثل هذه الجينات. وتنتشر في كثير من بلدان العالم عيادات للاستشارات الوراثية، يوجد بها الاخصائيون لإرشاد الاشخاص الذين يحتمل حملهم لبعض جينات التشوهات والامراض الوراثية، أو يعلمون بوجودها في بعض افراد عائلاتهم، ويخشون ظهورها في نسلهم.

الهندسة الوراثية

تشكل الهندسة الوراثية (Genetic Engineering) جزءاً من الثورة البيولوجية الحديثة وهي مرتبطة بمجموعة من التجارب العلمية التي ظهرت حديثاً في مجال البيولوجيا والتي تشمل التحكم بالجينات والاستنساخ الحيوي، واعادة تركيب DNA (Recombinant DNA) والهندسة الوراثية هي مجموعة من الوسائل تهدف إلى تبديل أو اضافة انتقائية للمادة الوراثية في الخلايا الحية بهدف انتاج أو تعويض لبروتين مفقود من الخلايا (بسبب عيب وراثي) وذلك باستخدام DNA معاد الانتاج. وهي عملية تختلف عن التهجين الذي يعتمد على مبدأ الاحتمالات لعدم تعيين موقع الجين المرغوب في اظهاره.

اي أن الهندسة الوراثية تعنى بدراسة تغيير الجينات على الخريطة الجينية عن طريق اضافة جين أو مجموعة جينات، أو تعطيلها في المادة الوراثية للكائن الحي، وذلك لانتاج صفات مرغوب فيها او استبعاد صفات غير مرغوب فيها.

فالهندسة الوراثية تعنى بتوجيه انتاج الخلايا وذلك بالسيطرة على الجينات الحاملة للصفات الوراثية عن طريق غرسها داخل خلايا معينة تؤدي مهمة لم تكن تؤديها أصلاً.

وقد تمت معظم الدراسات الخاصة بمركبات DNA و RNA لكشف غموض الشفرات الوراثية على البكتيريا والفيروسات.

وبعد ان تم تعرف التركيب الكيميائي للجينات وما يحمله كل منها من خصائص بدأوا في تصنيع الجينات معمليا ومما ساعد على تقدم تقنية الجينات هو قدرة الالتحام بين أجزاء من DNA.

وقد اثبتت الدراسات المكثفة على الكائنات الدقيقة وخاصة بكتيريا القولون *Escherichia coli* وهي بكتيريا تعيش في أمعاء الانسان ولا تسبب له الضرر إلا نادراً انه بجانب الكروموسوم الخاص بهذه البكتيريا يوجد جزئ حلقي من DNA يسمى بلازميد Plasmid هذا الجزئ له القدرة على التكاثر والاحتفاظ بوجود مستقل داخل سيتوبلازم الخلية البكتيرية ومستقلاً عن الكروموسوم الأساسي.

وعند نزع هذه البلازميدات من خلايا بكتيرية وزرعها في خلايا بكتيرية أخرى نجد أن هذه البلازميدات قد تكاثرت مع تكاثر الخلايا المضيفة لها. وقد تطورت هذه العملية باستخدام انزيمات القص أو القطع (restriction enzymes) حيث يعمل هذا الأنزيم على تتابع معين للنوكليوتيدات ويقطع هذا الأنزيم جزئ DNA عند أو بالقرب من مواقع التعرف.

وفيما يلي الخطوات المتبعة في استنساخ حمض DNA المستخدمة في الهندسة الوراثية :

أولاً : لصق الجين أو قطعة DNA بالبلازميد :

١ - يقطع جزئ DNA بعد التعرف على موقع الجين المرغوب وذلك باستخدام انزيم القطع وكذلك يقطع البلازميد وبذلك تتكون نهايات مفردة الشريط متكاملة القواعد.

٢ - خلط الجين والبلازميد، حيث ان بعض النهايات اللاصقة للبلازميد تتزواج قواعدهما مع النهايات اللاصقة للجين.

٣ - يتم ربط الجين بالبلازميد باستخدام انزيم الربط Ligase

ثانياً : زراعة البلازميد :

١ - يضاف البلازميد إلى مزرعة البكتيريا أو الخميرة.

٢ - تدخل بعض البلازميدات إلى داخل خلايا البكتيريا أو الخميرة.

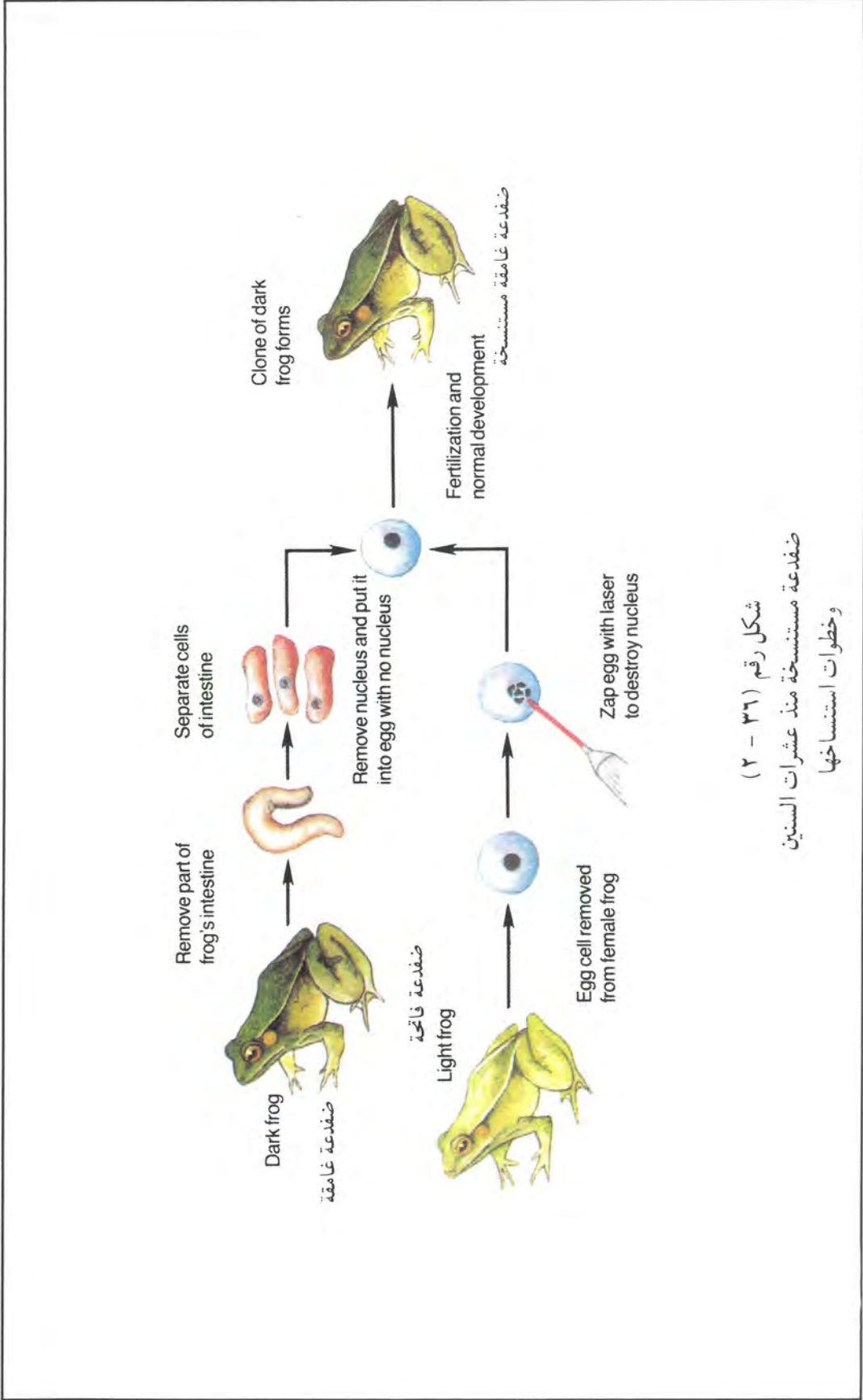
٣ - تنمو خلايا البكتيريا والخميرة وتنقسم فيتضاعف البلازميد مع تضاعف المحتوى الجيني للخلية.

- ٤ - تكسر خلايا البكتيريا أو الخميرة وتحرر البلازميدات المحتوية على الجين المرغوب. ولقد قدمت منجزات الهندسة الوراثية العديد من الحلول لمشكلات يعاني منها الانسان أو الكائنات الحية التي يهتم بها ، ومن هذه الانجازات :
- ١ - انتاج عقار الانسولين.
- ٢ - انتاج هرمون النمو البشري.
- ٣ - انتاج العامل المضاد للسرطان المعروف باسم انترفيرون (Interferon) ،
- ٤ - تطبيقات في الزراعة وتربية الحيوانات وذلك بهدف تحسين المحصول الزراعي وزيادة انتاجية الحيوانات.

وبالرغم من هذه الفوائد التي قدمتها الهندسة الوراثية للانسانية الا أن هناك بعض المحاذير ضد التكنولوجيا الجديدة في انتاج كائنات قد تسبب الضرر للانسان والبيئة. كما أن امتداد الهندسة الوراثية إلى الجسم البشري له محاذير كثيرة خاصة وأن ما يتم تعديله بالهندسة الوراثية يصعب إرجاعه إلى صورته الأصلية.

نشاط (٢-٧) :

- لقد كان لاستنساخ النعجة دولي عظيم الأثر في توجيه الأنظار نحو عملية الاستنساخ في الكائنات الحية.
- ما الأسس العلمية التي قامت عليها عملية الاستنساخ السابقة؟
- وما الفوائد العلمية التي تعود على الانسان من ذلك؟
- وما الضوابط والمحاذير التي يجب اتخاذها عند اجراء عملية النسخ للكائنات الحية؟



شكل رقم (٣٦ - ٢)
ضفدعة مستنسخة منذ عشرات السنين
وخطوات استنساخها



الاستساق

جبل العلم والدين والأخلاق

شكل رقم (٣٧ - ٢)

أسئلة الوحدة الثانية

السؤال الأول : اختر الاجابة الصحيحة من بين الاجابات .

١ - المؤسس الأول لعلم الوراثة يعتبر الباحث

أ - مورجان

ب - مندل

ج - واطسن

د - جوهانسن

٢ - عند تكوين الأمشاج فإن زوجي الجينات الخاص بصفة وراثه معينة:

أ - يندمج

ب - ينعزل

ج - يتحد

د - يبقى ملتحمًا

٣ - التركيب الجيني لاحدى الصفات في كائن حي هو Ss، ولذلك فإن أمشاج هذا الكائن

تحتوي على النسبة التالية للجين السائد:

أ - ٥٠٪

ب - ٧٥٪

ج - ٣٠٪

د - ٢٥٪

٤ - واحد من التراكيب الجينية التالية يعتبر هجيناً للصفاتين:

أ - $RR\ ss$

ب - $RR\ Ss$

ج - $Rr\ Ss$

د - $Rr\ ss$

٥ - توصل مندل من خلال تجاربه على نبات البازلاء إلى أحد المفاهيم التالية :

أ - الجينات القتالة

ب - التوزيع الحر وانعزال الصفات

ج - الكروموسومات تحمل العوامل الوراثية

د - انعدام السيادة

٦ - الصفات المرتبطة في الكائنات الحية قد تنفصل في عملية تسمى

أ - الانقسام غير المباشر

ب - التشكل

ج - الطفرة

د - العبور

٧ - يرجع ظهور صفة وسطية جديدة في الفرد الهجين إلى:

- أ - انعدام السيادة.
 ب - السيادة غير التامة.
 ج - السيادة التامة.
 د - جميع ما سبق خطأ.

٨ - أجريت عملية تزاوج بين نبات البازلاء أزهاره حمراء بآخر أزهاره بيضاء وظهر في الجيل الأول نباتات أزهارها بيضاء وعلى ذلك فإن احتمال التركيب الجيني للنبات ذو الأزهار

الحمراء هو:

- أ - RR
 ب - Rr
 ج - rr
 د - لا توجد إجابة صحيحة.

٩ - في عيادة الاستشارة تم تخطيط كروموسومات أحد المراجعين فوجد أنها تحتوي على ٤٧

كروموسوم. هذه الحالة تُعرف باسم:

- أ - كلاينفلتر.
 ب - منغولية.
 ج - وتيرز.
 د - دوان.

١٠ - يحدد نوع فصيلة الدم في الإنسان جينات ثلاث هي A ، B ، O هذه الحالة من التوارث تعتبر:

- أ - انعدام السيادة.
- ب - تعدد البدائل.
- ج - تراكم الجينات.
- د - سيادة ناقصة.

١١ - تزوج رجل مصاب بعمى الألوان بأنثى سليمة. أحد أبنائهم الذكور مصاب بعمى الألوان. وهذا يعني أن التركيب الجيني للأم:

- أ - $X^N X^N$
- ب - $X^N X^n$
- ج - $X^n X^n$
- د - $X X$

١٢ - أبوين بشرتهما سمراء مائلة للصفرة فاحتمالات التركيب الجيني لديهم:

- أ - $aa BB \times Aa B b$
- ب - $aa BB \times AA B b$
- ج - $Aa BB \times AA B b$
- د - $aa bb \times aa b b$

١٣ - عند ظهور صفة وراثية وعدم ظهور الأخرى في الفرد الهجين يسمى هذا:

- أ - السيادة التامة.
- ب - انعدام السيادة.
- ج - السيادة الغير تامة.
- د - صفات لامندلية.

١٤ - عند ظهور جينة وراثية ومعها آثار الصفة الأخرى في الفرد الهجين يسمى هذا:

- أ - السيادة المنعدمة.
- ب - السيادة التامة.
- ج - السيادة الغير تامة.
- د - السيادة المشتركة.

١٥ - اهتدى مندل من تجاربه الوراثة على نبات البازلاء إلى أنه إذا تزوج فردان نقيان ومختلفان في صفة من الصفات المتبادلة فإن أفراد الجيل الأول الناتج من هذا التزاوج تكون:

- أ - تكون حاملة للصفة المتنحية.
- ب - تظهر فيها الصفة السائدة بنسبة ٣ للسائد: ١ للمتنحي.
- ج - كلها تحمل الصفة السائدة.
- د - يحمل نصفها الصفة السائدة والنصف الآخر يحمل الصفة المتنحية.

١٦ - إذا تزوج فردان نقيان ومختلفان في زوجين من الصفات المتبادلة ورمز للطرز الجيني للفرد الأول بالرمز AA BB وللفرد الثاني بالرمز aa bb فيكون الطراز الجيني للجيل الأول هو:

أ - $BB\ aa \ 50\% : AA\ bb \ 50\%$

ب - $AA\ BB \ 100\%$

ج - $BB\ Aa \ 50\% : AA\ Bb \ 50\%$

د - $Aa\ Bb \ 100\%$

١٧ - الجينات القاتلة تسبب مرض بعض الحيوانات في رحم الأم قبل الولادة أو قد تولد الأجنة مشوهة ثم تموت بعد فترة قصيرة ويكون هذا التأثير المميت للجينات القاتلة ناتجاً عن:

أ - تكوين الجين لمواد سامة أدت إلى موت أو تشويه الجنين.

ب - يعطل الجين نمو الجسم أو بعض الأعضاء الحيوية فيه.

ج - يعطل الجين عمل الجهاز الوراثي الذي ينقل الصفات إلى الأبناء.

د - يكون الجين مواد مثبطة تعطل سير العمليات الحيوية في الجسم.

١٨ - الطرز الجينية المختلفة للأمشاج (الجاميتات) المحتمل انتاجها من فرد طرزه الجيني Aa Bb يكون عددها:

أ - طرز واحد.

ب - طرازان جينيان.

ج - أربع طرز جينية.

د - ١٦ طرازاً جيني.

(١٩) : تزواج فردان نقيان مختلفان في زوجين من الصفات المتبادلة وكان الطرز الجيني للفرد الأول AAbb ولل فرد الثاني aaBB وكانت أفراد الجيل الثاني الناتج عن هذا التزاوج حسب الجدول طرزها الجينية كالتالي :

AABB ١	AABb ٢	AaBB ٣	AaBb ٤
AABb ٥	AABb ٦	AaBb ٧	AaBB ٨
Aa Bb ٩	Aa Bb ١٠	aaBB ١١	aaBb ١٢
AaBb ١٣	Aabb ١٤	aaBb ١٥	aa bb ١٦

أختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

- ١ - الاحتمالات الموجودة في الجدول كلها غير صحيحة.
- ٢ - يوجد خطأ واحد فقط في المربع رقم.....
- ٣ - يوجد خطأ في المربع رقم..... ورقم.....
- ٤ - توجد ثلاثة أخطاء في المربعات: رقم..... رقم..... رقم.....

٢٠ - من السؤال السابق يتضح أن الأفراد النقية في الصفتين المتبادلتين تكون بنسبة:

- أ - ١ / ١٦
- ب - ٢ / ١٦
- ج - ٣ / ١٦
- د - ٤ / ١٦

٢١ - من تحليل السؤال السابق يتضح أن النسبة المتوقعة في الأفراد هجينة الصفتين تكون بنسبة:

- أ - ٢ / ١٦
- ب - ٣ / ١٦
- ج - ٤ / ١٦
- د - ٥ / ١٦

السؤال الثاني:

أجرى تلقيح بين نباتات ذرة خضراء ذات تركيب جيني هجين فكانت جميع النباتات الناتجة خضراء اللون، فإذا علمت أن الجين (G) الذي يسبب تكوين الكلوروفيل سائد على الجين (g) الذي يسبب عدم تكوين الكلوروفيل، فكيف تعلق النتيجة السابقة على أسس وراثية.

السؤال الثالث:

قام مورجان بإجراء تزاوج بين ذبابة الفاكهة عيونها حمراء مع ذكر عيونها بيضاء فحصل على النتيجة التالية:

ذكور حمراء : ذكور بيضاء : إناث حمراء : إناث بيضاء

١ : ١ : ١ : ١

كيف تفسر ذلك على أسس وراثية إذا علمت أن لون العيون في ذبابة الفاكهة من الصفات المرتبطة بالجنس.

السؤال الرابع: إذا أردنا الحصول على سلالة معينة من نبات البازلاء أحمر الأزهار، كيف يمكن أن نحقق ذلك مع التعليل.

السؤال الخامس: قارن بين كل من:

- ١ - الجينات والعوامل الوراثية.
- ٢ - انعدام السيادة والسيادة غير التامة.
- ٣ - الارتباط والعبور،
- ٤ - انعزال العوامل وتوزيعها الحر.
- ٥ - الطفرة والجينات القاتلة.

السؤال السادس: علل لكل مما يأتي:

- ١ - كان مورجان موفقاً في إختيار ذبابة الفاكهة لتجاربه.
- ٢ - تظهر صفة القرون على ذكور الأغنام أكثر من إناثها.
- ٣ - أخطأ مندل في افتراضه الثبات في انتقال الصفات الوراثية من جيل لآخر.
- ٤ - ذكور النحل تحتوي على العدد النصفى (n) من الكروموسومات.

- ٥ - يصعب إجراء الدراسات الوراثية على الإنسان.
- ٦ - الأب المصاب بمرض عمى الألوان لا يمكن أن يورث المرض لأبنائه الذكور.
- ٧ - موت الأجنة (قبل الولادة أو بعدها) المصابة بمرض قصر السلاميات.
- ٨ - توارث لون الجلد في الإنسان تراكم جينات.
- ٩ - الصلع أكثر انتشاراً في الذكور عن الإناث.

السؤال السابع:

ما تتوقع أن يحدث في كل حالة من الحالات التالية:

- ١ - تعريض بيض الضفادع للأشعة لفترة طويلة.
- ٢ - إجراء التلقيح التالي : $rr \times Rr$
- ٣ - تغيير أحد القواعد النيتروجينية على حمض DNA
- ٤ - ولادة طفل بتركيب جيني نقي لصفة الجلد الجاف الوراثي.
- ٥ - إذا انقسم الزيجوت انقساماً كاملاً.
- ٦ - إذا احتوى المشيج المذكر (حيوان منوي) للإنسان على ٢٢ كروموسوم ذاتي وكروموسوم جنسي واحد (X)

السؤال الثامن:

طفلين حديثي الولادة اختلطا معاً بالصدفة في مستشفى الولادة، عند فحص فصائل دم الطفلين والوالدين وجدت النتائج التالية:

- الطفل الأول فصيلة دمه O والثاني فصيلة دمه A
 - العائلة الأولى فصيلة الأب A وفصيلة الأم A
 - العائلة الثانية فصيلة الأب AB وفصيلة الأم O
- هل يمكن تحديد انتماء كل طفل لعائلته؟ وضح إجابتك على أسس وراثية.

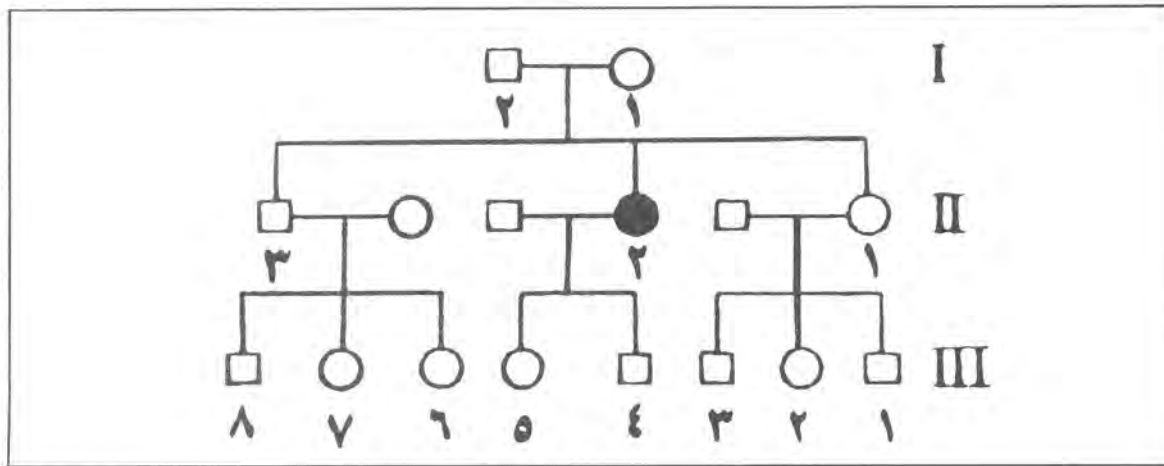
السؤال التاسع:

سجل النسب المرفق يوضح توارث صفة التحام شحمة الأذن في عائلة ما ، ادرسه جيداً وأجب عن الأسئلة التالية:

أ - إذا علمت أن التحام شحمة الأذن صفة سائدة فما هو المظهر الخارجي والتركيب الجيني للفرد (II ، ٢)؟

ب - ما هو التركيب الجيني للأبوين في الجيل I علل إجابتك؟

ج - لو أنجب الأبوان في الجيل I طفلاً ما احتمال أن يكون متمتعاً بصفة عدم التحام شحمة الأذن (شحمة حرة).



السؤال العاشر:

إدعت امرأة أبوة رجل لطفلها ، وعند فحص فصائل الدم وجد أن فصيلة دم الطفل (A) وفصيلة دم الأم (AB) وفصيلة دم الرجل المدعى عليه (O). ما رأي الطب الشرعي في هذه القضية، وضح إجابتك على أسس وراثية.

السؤال الحادي عشر:

تحتل علوم الهندسة الوراثية مكاناً متميزاً في نهاية القرن العشرين لما لها من إنجازات هامة: في ضوء ذلك أجب عما يلي:

أ - ما هو تعريفك للهندسة الوراثية؟

ب - ما أهم إنجازات الهندسة الوراثية؟

ج - ما أهم المخاطر التي يمكن أن تسببها الهندسة الوراثية؟

السؤال الثاني عشر:

قابل النسب في العمود الأول ما يناسبها من عبارات العمود الثاني ثم أعد كتابة العبارات بصورة كاملة:

العمود الأول	العمود الثاني
(١) ٩ : ٣ : ٣ : ١	(١) نسبة الانعزال للطرز المظهرية للجينات المميطة
(ب) ١ : ٣	(ب) نسبة الانعزال في الجيل الثاني للجينات المتراكمة (للطرز المظهرية)
(ج) ١ : ٢	(ج) نسبة الانعزال في الجيل الثاني للقانون الثاني لمندل
(د) ١ : ٤ : ٦ : ١	(د) نسبة الإنعزال للطرز المظهرية للجيل الثاني في حالة انعدام السيادة
(هـ) ١ : ٢ : ١	(هـ) نسبة الإنعزال للطرز المظهرية في الجيل الثاني للقانون الأول لمندل

السؤال الثالث عشر:

إذا كان الطول في نبات بسلة الزهور صفة سائدة على صفة القصر، واللون الأحمر صفة سائدة على اللون الأبيض واستخدمت الرموز التالية:

(T) للدلالة على الطول.

(t) للدلالة على القصر.

(R) للدلالة على اللون الأحمر.

(r) للدلالة على اللون الأبيض.

ادرس الجدول التالي ثم أجب عن الأسئلة التالية له:

	١	rT	٢	٣
Rt	RRTt	٤	٥	٦
٧	RRTT	٨	٩	١٠
١١	RrTT	١٢	rrTt	١٣
rt	١٤	١٥	١٦	Rrtt

أ - اكتب التركيب الجيني لكل من: الأمشاج المذكورة والأمشاج المؤنثة في المربعات (١، ٢، ٣، ٧، ١١).

ب - استنتج الطرز الجينية للأفراد الناتجة في المربعات من ٤ إلى ١٦.

ج- اكتب الطرز المظهرية لأفراد الجيل الناتج.

السؤال الرابع عشر: تزوج رجل أسود الشعر بإمرأة بنية فأنجبا أبناء كلهم من ذوي الشعر الأسود، فسر ذلك على أسس وراثية.

السؤال الخامس عشر: لوحظ في وراثة لون الحبوب في نبات القمح أن هناك تدرجاً في لون الحبوب من اللون الأحمر الداكن إلى اللون الأبيض. فما سبب هذا النوع من الوراثة؟ فسر ذلك على أسس وراثية؟

السؤال السادس عشر: تعتبر السيادة غير التامة من الأنماط الوراثة غير المندلية. مثل لها بمثال واحد وشرحه على أسس وراثية >

السؤال السابع عشر: عند تهجين ديك أسود الريش مع دجاجة بيضاء الريش من نوع الدجاج الأندلسي كانت أفراد الجيل الأول كلها رمادية الريش. فسر ذلك على أسس وراثية.

السؤال الثامن عشر: اذكر باختصار الفرق بين كل من المصطلحات الوراثة التالية مع ذكر مثال واحد لكل منها:

أ - السيادة التامة وانعدام السيادة.

ب - تعدد البدائل وتعدد الجينات.

ج - الصفة السائدة والصفة المتنحية.

د . التلقيح الذاتي والتلقيح الخلطي.

ارجع إلى كراسة النشاط الخاصة بمقرر الخلية والوراثة حيث تجد العديد من الأسئلة المتنوعة والمتعددة المطلوب منك الإجابة عليها.

ثبت المراجع

أولاً : المراجع العربية :

- أعضاء هيئة التدريس بقسم الوراثة (١٩٨٩)، محاضرات في علم الوراثة.
القاهرة : كلية الزراعة جامعة القاهرة.
- البنهاوى ، محمود وآخرون (١٩٩٢)، علم الحيوان،
القاهرة : دار المعرف.
- البنهاوى ، محمود وآخرون (١٩٨٢)، التقنية المجهرية،
القاهرة : دار المعرف.
- الحملأوى، عبدالرحمن (بدون)، الكيمياء الحيوية.
الكويت : دار القلم.
- العذارى، عدنان (١٩٨٧)، أساسيات في الوراثة.
العراق : جامعة الموصل.
- العطار، عبدالكريم (١٩٨٩)، وقود الحياة.
العراق : جامعة الموصل.
- المختار، كوكب وآخرون (١٩٨٢)، التحضيرات المجهرية.
العراق : وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .
- النجار، أحمد (١٩٩٦)، الأحياء للصف العاشر
الكويت : المركز العربي للبحوث التربوية لدول الخليج
- جرار، عادل وآخرون (١٩٩٠)، الكيمياء الحيوية.
الأردن : دار الفكر للنشر والتوزيع.
- جودينف، أرسولا (١٩٨١)، مبادئ علم الوراثة (مترجم)
القاهرة : دار ماكجروهيل للنشر.
- جاررتر، أج (١٩٨٧)، مبادئ علم الوراثة (مترجم)
(بدون).
- حياوي، محمد (بدون)، الخلية.
العراق : جامعة الموصل.
- عبدالهادي، عائدة (١٩٩٢)، أساسيات علم الوراثة.
(بدون).
- عثمان، جمال وآخرون (١٩٩٢)، أساسيات المناعة والأمصال.
الأردن : مكتبة دار الثقافة.
- فطير، عبدالرحيم (١٩٩٢)، علم الدم
الأردن : مكتبة الثقافة للنشر والتوزيع.
- محمد، محمود الحاج قاسم (١٩٨٧)، الطب عند العرب والمسلمين.
الدمام : الدار السعودية لنشر والتوزيع.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1. Campbell, N (1990), Biology
New York : The Benjamin / Cummings Publishing Company Inc.
2. Dixon, b. (1990), Health and the Human Body
London : An imprint of ther Reader's Digest Assan. Ltd.
3. Fraentel - Conrat, Heinz (1985), The Viruses Catalogue, Characterization
adn Classification.
4. Fried G (1990), Tehory and Problems of Biology.
5. Gardner, E. (1990), Principles of Genetics.
New York : John Wiley and Soms inc.
6. Gillies and Dodds, (1984), Gillies and Dodds bacteriology Illustrated
New Yourk : 5th Edition Churchill Living Stone.
7. Hertal, D. (1992), Basic Genetics.
8. Hill/Pop/Crove, (1967), Botany
New York, Mc Grow Hill.
9. Jean Bethell, (1990), Famous Scientists
U.S.A.: How and Why Wondr Books.
10. Kirk, D. (1980), Biology Today 3rd ed.
U.S.A.: Random House.
11. Levy, julia, (1973). Introductory Microbiology.
Canad : Vancouver The University of Birth Columbia.
12. Mathews, K. (1983). Bacterio Phage T4.
Washington : American Society for Microbiology.
13. Melhotra, B. (1980), The Fungi
New Delhi : Mohan Primlar.
14. Naim, S. and etal., (1976), Botany
Cairo:Dar Al -Maaref.
15. Pandey, S. (1981), A Text Book of Botany
New Delhi : Vista Publishing Hosue Pvt. Ltd.
16. Parker, S. (1990), Dictionary of Biology
New York : Mc GRaw Hill Book Company.
17. Pleczr, Michael J & Chan, E.C.S., (1981), Elements of Microbiology
New York : Mc Graw Hill Book Company.

المحتوى Content

الصفحة	الموضوع
	مقدمة.....
١	الوحدة الأولى : الخلية.....
٣	المنظمات المتقدمة للوحدة الأولى
٥	محتوى الوحدة الأولى
٧	الفصل الأول : تركيب الخلية
٩	محتوى الفصل الأول
١١	الخلية
١٤	النظرية الخلوية
٢٠	أشكال الخلايا وأحجامها.....
٢٣	تركيب الخلية.....
٢٥	جدار الخلية
٢٧	غشاء الخلية
٣٧	السيتوبلازم.....
٣٨	محتويات الخلية الداخلية
٤٢	العضيات السيتوبلازمية
٤٢	الشبكة البلازمية الداخلية
٤٦	الريبوسومات.....
٤٨	جهاز جولجي
٥٠	الميتوكوندريا
٥٥	الليسوسومات.....
٥٧	الفجوات
٥٨	الجسيمات الدقيقة
٥٩	الأنابيب الدقيقة والخيوط الدقيقة أو الجسيمات البيروكسية
٦١	الجسم المركزي

تابع المحتوى Content

الموضوع	الصفحة
البلاستيدات	٦٢
البلاستيدات الخضراء	٦٣
البلاستيدات الملونه	٦٥
البلاستيدات عديمة اللون	٦٦
النواه	٦٩
التركيب الكيميائي للنواه	٧٣
الصبغيات	٧٤
الفصل الثاني : انقسام الخلية والأحماض الأمينية	٨١
محتوى الفصل الثاني	٨٣
انقسام الخلية	٨٥
أنواع الإنقسام الخلوي	٨٧
الإنقسام المباشر	٨٨
الإنقسام غير المباشر	٩٠
السيطرة على عملية الإنقسام	٩٧
بعض الشذوذ في الإنقسام غير المباشر	٩٨
الإنقسام الاختزالي	١٠٠
الإنقسام الميوزي الأول	١٠١
الأنقسام الميوزي الثاني	١٠٥
الشذوذ الصبغي في عملية الإنقسام الإختزالي	١٠٧
الأحماض النووية	١١١
الحمض النووي الدنا (DNA)	١١٩
البنيان الجزيئي لحمض الدنا (DNA)	١٢٥
الحمض النووي الرنا RNA	١٢٨
الخلية أوليه النواه والخلية حقيقيه النواه	١٣١

تابع المحتوى Content

الموضوع	الصفحة
الوحدة الثانية : الوراثة	١٣٣
المنظمات المتقدمة للوحدة الثانية	١٣٥
محتوى الوحدة الثانية الوراثة	١٣٧
الفصل الأول للعلاقة بين الدنا DNA وخصائصه الوراثة والحيوية	١٣٩
محتوى الفصل الأول	١٤١
العلاقة بين بناء الدنا وخصائصه الوراثة والحيوية	١٤٣
خصائص الشفرة الوراثة	١٥٠
تباين الدنا	١٥٩
تغيرات الجهاز الوراثي	١٦٠
قوانين مندل الوراثة	١٦١
قانون مندل للسيادة	١٦٤
قانون انعزال الصفات	١٦٤
قانون التوزيع الحر للعوامل الوراثة	١٦٨
التلقيح الإختباري	١٧٠
تحديد الجنس والصفات المرتبطة به	١٧٣
الصفات المتأثرة بالجنس	١٧٩
الطفرات	١٨٠
انعدام السيادة	١٨٤
السيادة غير التامة	١٨٤
الجينات القاتلة	١٨٦
* محتوى الفصل الثاني	
الوراثة البشرية والهندسة الوراثة	١٩٠
سجلات النسب	١٩١
نقص الصبغ الجلدي (البهاق) Albinism	١٩١
مخطط الكروموسومات	١٩٢
بعض الحالات المرضية الوراثة	١٩٣
البصمة الوراثة	١٩٥

١٩٥	..... التوائم
١٩٦	..... الصفات المنдлиية في الإنسان
١٩٦	..... وراثة قصر النظر
١٩٧	..... وراثة ثني اللسان
١٩٧	..... الصفات غير المنдлиية عند الإنسان
١٩٧	..... تعدد البدائل
١٩٩	..... تراكم الجينات
٢٠٠	..... تحديد الجنس
٢٠١	..... الصفات المرتبطة بالجنس
٢٠٣	..... الصفات المتأثرة بالجنس
٢٠٤	..... الجينات القاتلة
٢٠٥	..... الهندسة الوراثية

تم بحمد الله
في ٨ / ٨ / ١٩٩٨ م

الخلية والوراثة

المسار العلمي - المرحلة الثانوية



التعليم
محدث قبل البحرين