

الوحدة الأولى ماهية الحياة

قال تعالى: (قَدْ جَاءَكُمْ مِنَ اللَّهِ نُورٌ وَكِتَابٌ مُبِينٌ) المرسلات.

تميز الحياة أسهل من تعريفها،

فكلنا يستطيع أن يدرك أن الكلب حي بينما الحجر غير ذلك. إذن ما الخواص

التي تميز الكلب عن الحجر ؟

يُعدُّ كل من الإنسان والحيوان والنبات كائنات حية مع تباينها واختلافاتها الكثيرة

فما الصفات المشتركة بينها التي جعلت العلماء يصفونها بالحياة دون غيرها ؟

إذا تأملنا المخلوقات الحية التي تعيش على كوكب الأرض نجدها تختلف اختلافاً

ظاهراً في الشكل والحجم والتركييب والوظيفة، مع هذا تشترك في خصائص أو

ميزات الحياة، هذه الخصائص التي يفرق بها بين الكائنات الحية عن غيرها تتمثل

في:

١/ التنظيم المعقد للحياة: The Complex Organization Of Live

إذا نظرنا إلى الصخور نجدها تتكون من مركبات كيميائية معقدة ناتجة عن

اتحاد العناصر المكونة لها إلا أن الكائنات الحية تفوقها تنظيمياً وتعقيداً، فقد نجد

صخوراً يتكون من العناصر التالية: الكربون (C) والهيدروجين (H)، والأكسجين

(O)، النيتروجين (N)، الكبريت (S) الفسفور (P) لكن هذه العناصر نادراً ما تتحد

مع بعضها في ظروف الحياة العادية مكونة مركبات عضوية Organic

Compounds. وإذا تكونت يكون وزنها الجزئي صغير وتركيبها الكيميائي بسيط

أما داخل جسم الكائن الحي هذه العناصر عادة تكون مواداً عضوية معقدة التركيب

الكيميائي، ووزنها الجزئي كبير مثل المواد الكربوهيدراتية والدهون البروتينات

والبروتينات النووية. هذه المركبات تتكون داخل وحدة صغيرة تسمى خلية Cell

تعتبر وحدة التركيب والوظيفة وهي أصغر وحدة من المادة الحية Protoplasm

يمكن أن توجد بصورة منفردة. بعض الكائنات الحية يتكون جسمها من خلية واحدة

كالبكتيريا Bacteria والأميبيا Amoebae بينما بعض الكائنات الحية يتكون

جسمها من مجموعة خلايا تتشابه شكلاً ووظيفة فيما يسمى بالنسيج Tissue مثل

كثير من الطحالب **Algae**، أو مجموعة خلايا متباينة مكونة مستعمرة **Colony** مثل الفولفوكس **Volvox** حيث لا تستطيع خلية واحدة من المستعمرة أن تعيش منفردة، بينما كثير من الديدان **Worms** يتكون جسمها من مجموعة أنسجة مرتبطة ببعضها فيما يسمى عضو **Organ**.

أما الإنسان فنجد جسمه يتكون من خلايا وأنسجة وأعضاء تعمل معاً لإنجاز وظيفة أو عدة وظائف، فيما يعرف بالجهاز **System** لهذا فجسم الإنسان والحيوانات أكثر تنظيماً وتعقيداً من بقية الكائنات الحية.

تتفاعل الأفراد مع بعضها مكونة مجتمعاً صغيراً يسمى النوع **Species** وهو أكثر تنظيماً وتعقيداً من الفرد. تتعايش الأنواع مع بعضها مكونة عشيرة **Community**، مجموع هذه العشائر تكون الغلاف الحيوي **Biosphere**

مع ملاحظة أن كل مستوى لا يمثل مجموع مكوناته. فالماء H_2O لا يشمل مجموع خصائص غازي الأكسجين O_2 والهيدروجين H_2 .

٢ / الاستقلاب (التحول الغذائي، الأيض): **Metabolism**

الكائنات الحية تتبادل المادة والطاقة مع البيئة باستمرار طيلة فترة حياتها، فالإنسان مثلاً يستهلك O_2 في التنفس ويخرج بخار الماء H_2O وثنائي أكسيد الكربون CO_2 ، ويخرج برازاً وبولاً وعرقاً لم تكن موجودة في طعامه وشرابه، وذلك يعني أن المواد الغذائية سلكت سلاسل متفرعة من التفاعلات الكيميائية تحكمها عوامل مساعدة تسمى إنزيمات **Enzymes**، هذه التفاعلات الكيميائية تنقسم إلى نوعين هما:

أ/ استقلاب بنائي: **Anabolism**: وهو توظيف بعض المواد لتكوين مركبات معقدة التركيب الكيميائي، أهم عمليات الاستقلاب البنائي التمثيل الضوئي **Photosynthesis** و عملية التمثيل الغذائي **Assimilation** وهو تحويل الغذاء المهضوم إلى مادة تماثل مادة الجسم.

ب/ استقلاب هدمي: Catabolism: هو هدم المركبات المعقدة إلى مركبات أبسط منها، أهم عمليات الاستقلاب الهدمي التنفس Respiration والهضم Digestion. ٣ / التغذية: Nutrition: الكائن الحي في تفاعل مستمر مع البيئة من حوله فهو يتبادل معها المادة والطاقة، ويستمد منها الغذاء أو المواد الأولية لصنع الغذاء تحتاج الكائنات الحية بمختلف أنواعها للغذاء للأسباب الآتية:

١. الحصول على المادة الحية (البروتوبلازم Protoplasm) للنمو وترميم الخلايا التالفة.

٢. الحصول على الطاقة لتسيير كل العمليات الحيوية بجسم الكائن الحي.

٣. الحصول على مواد ذات أدوار خاصة كالإنزيمات والهرمونات Hormones.

تقسم تغذية الكائنات الحية إلى:

١/ التغذية الذاتية Autotrophic nutrition

٢/ التغذية غير الذاتية Heterotrophic nutrition

التغذية الذاتية هي تحويل المركبات غير العضوية داخل أجسامها إلى مواد عضوية غنية بالطاقة مثل النباتات الخضراء وبعض أنواع البكتيريا.

٣/ التغذية غير الذاتية هي اعتماد الكائن الحي في غذائه على غيره، فهي لا تستطيع تصنيع غذائها العضوي من مواد غير عضوية، مثل الحيوانات والفطريات ومعظم البكتيريا.

٤/ التنفس: Respiration

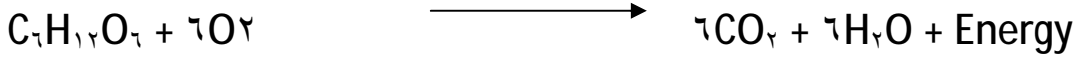
هو تحرير الطاقة الكامنة في الغذاء لتسيير كل العمليات الحيوية، تتحرر الطاقة إما في وجود الأكسجين ويسمى هذا النوع بالتنفس الهوائي Aerobic respiration أو في غيابه مكوناً مركبات وسطية يسمى التنفس باسمها كالتخمير الكحولي واللاكتيكي والخلي، وكلها تسمى بالتنفس اللاهوائي Anaerobic respiration.

المعادلات التالية توضح التنفس الهوائي:

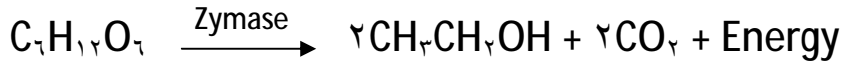
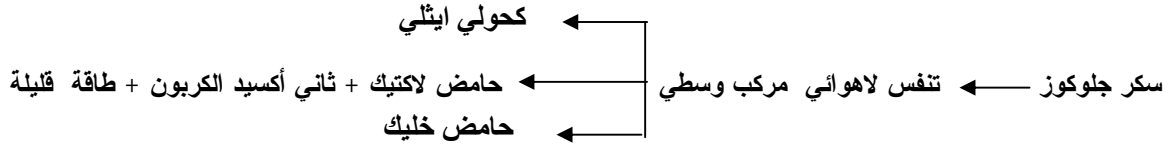
المعادلة اللفظية:

سكر جلوكوز + أكسجين ← ثاني أكسيد الكربون + بخار ماء + طاقة.

المعادلة الرمزية:



معادلات التنفس اللاهوائي:

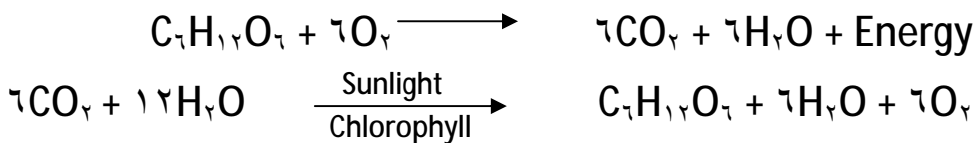


الإخراج: Excretion

هو التخلص من النفايات المصاحبة لعمليات الاستقلاب البنائية والهدمية، أهم هذه النفايات ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والنفايات النيتروجينية. يلاحظ أن النباتات ليس لها أجهزة إخراجية مخصصة كما أن موادها الإخراجية قليلة ويرجع ذلك لعدة أسباب منها:

أ/ تعتمد النباتات في غذائها على المواد الكربوهيدراتية بينما تعتمد الحيوانات على المواد البروتينية، ومخلفات المواد الكربوهيدراتية أقل سُميّة من مخلفات المواد الروتينية.

ب/ تستغل النباتات مخلفات عملية ما كمواد أولية لعملية أخرى يلاحظ ذلك من مقارنة معادلتَي التنفس والتمثيل الضوئي.



ج/ نشاط الحيوانات مرتفع الأمر الذي يستوجب استهلاك كمية كبيرة من الطاقة
يصحبها إنتاج كمية كبيرة من المواد الإخراجية.

٦/ الحركة: Movement

هي انتقال كائن حي أو جزء منه من مكان إلى آخر. كل الكائنات الحية تحتاج إلى الحركة لضمان استمرار حياتها وتبادل المادة والطاقة مع البيئة. تقسم الحركة إلى:

أ/ **حركة ظاهرية**: وهي حركة خارجية يمكن ملاحظتها، تقسم إلى:

I. حركة كلية: وهي انتقال كل الجسم من مكان إلى آخر.

II. حركة جزئية: وهي انتقال جزء من الجسم مثل حركة العيون أثناء القراءة أو حركة اليد أثناء الكتابة.

ب/ **حركة غير ظاهرية**: وهي حركة داخلية تحدث داخل جسم الكائن الحي، مثل الحركة السيتوبلازمية داخل الخلية، انتقال العصارة داخل جسم النبات، نقل الغذاء المهضوم من الأمعاء الدقيقة Small Intestine إلى جميع أجزاء الجسم.

حركة معظم الحيوانات كلية وجزئية سريعة على الأقل في مرحلة من مراحل حياتها، بينما معظم النباتات تتحرك حركة جزئية بطيئة وذلك ناتج عن عدة أسباب أهمها:

١/ الحيوانات غير ذاتية التغذية، الأمر الذي يدعو الحيوانات للسعي للحصول على الغذاء وهروباً من الأعداء. بينما النباتات ذاتية التغذية.

٢/ معظم الحيوانات وحيدة الجنس (إما ذكر أو أنثى) بينما معظم النباتات خنثى Hermaphrodite بها أعضاء التذكير والتأنيث لهذا تسمى وحيدة المسكن ثنائية الجنس Bisexual لحفظ الحيوانات لنوعها من الانقراض (التكاثر) لابد أن تبحث عن الجنس الآخر.

٣/ نمو الحيوانات محدود وتتحمل تغييرات البيئة في حدود ضيقة لهذا لا بد أن تهرب من الأماكن غير المناسبة إلى الأماكن المناسبة.

٧/ الإحساس : Sensitivity:

هو قدرة الكائن الحي على استقبال وتفسير التغييرات في ظروف البيئة الداخلية والخارجية ومن ثم إصدار استجابة مناسبة لهذه التغييرات. ليتم الإحساس لا بد من توفر منبه ومستقبل ثم تصدر استجابة.

أ/ المنبه: Stimulus: هو مثير داخلي أو خارجي أو تغيير في طبيعة أو شدة عامل أو أكثر من عوامل البيئة (المنبهات الخارجية كتغير شدة الاستضاءة أو درجة الحرارة والمنبهات الداخلية كتغير تركيز مادة ما بالجسم بالزيادة أو النقصان مثل مستوى السكر في الدم أو زيادة نسبة هرمون معين في الدم).

ب/ المستقبلات: Receptors: هي خلية أو مجموعة خلايا لها القدرة على الإحساس بالتغير مثل أعضاء الإحساس بالحيوانات كالعين واللسان وغيرها.

ج/ الاستجابة: Responsiveness: هي كل ما يصدر عن الكائن الحي نتيجة هذا المنبه فقد تظهر الاستجابة في صورة حركة أو سلوك أو تغير فسيولوجي أو غيرها.

٨/ التكاثر : Reproduction:

هو إنتاج أفراد أو أجيال جديدة تشبه النوع . يقسم إلى نوعين هما:

أ/ التكاثر الجنسي: Sexual Reproduction: هو إنتاج أفراد جديدة باتحاد أمشاج مذكرة مع أخرى مؤنثة.

ب/ التكاثر اللاجنسي: Asexual Reproduction: هو إنتاج أفراد جديدة بأي طريقة لا تتضمن اتحاد أمشاج مذكرة مع أخرى مؤنثة
وظيفة التكاثر الأساسية هي حفظ النوع من الانقراض.

٩ / النمو: Growth

هو الزيادة في الوزن الجاف للمادة الحية. تظهر هذه الزيادة في الحجم أو عدد الخلايا أو الاثنين معاً. يعمل النمو على نقل الكائن الحي من مرحلة إلى أخرى حتى يصل إلى مرحلة تمكنه من الحفاظ على دورة الحياة (الحفاظ على نوعه).

أ/ عرف المصطلحات الآتية:

١. النمو
٢. التكاثر
٣. التكاثر الجنسي
٤. التكاثر اللاجنسي
٥. الإحساس
٦. المنية
٧. الاستجابة
٨. التنفس
٩. الاستقلاب

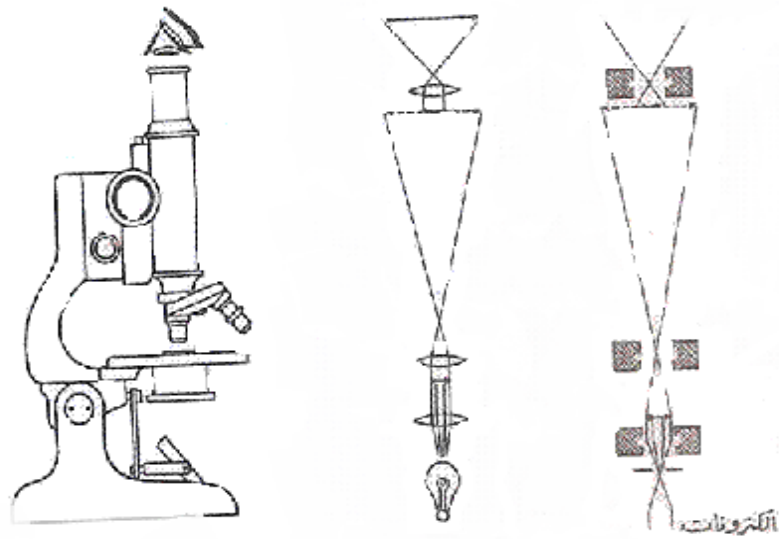
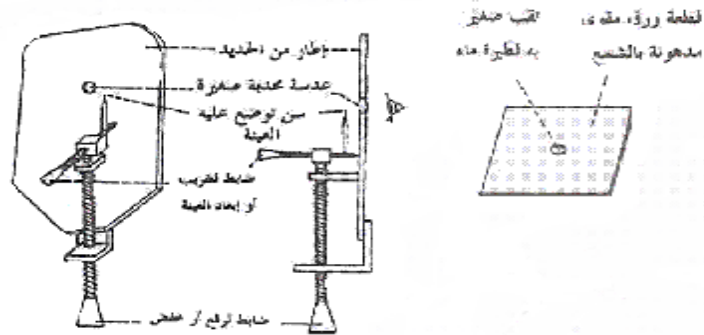
ب/ أعط تفسيراً علمياً للعبارات التالية:

١. تحتاج الكائنات الحية بمختلف أنواعها للغذاء ٢. الإخراج في النبات أقل من الحيوان.
٣. قطع الذنب ذاتياً لا يعد تكاثراً.

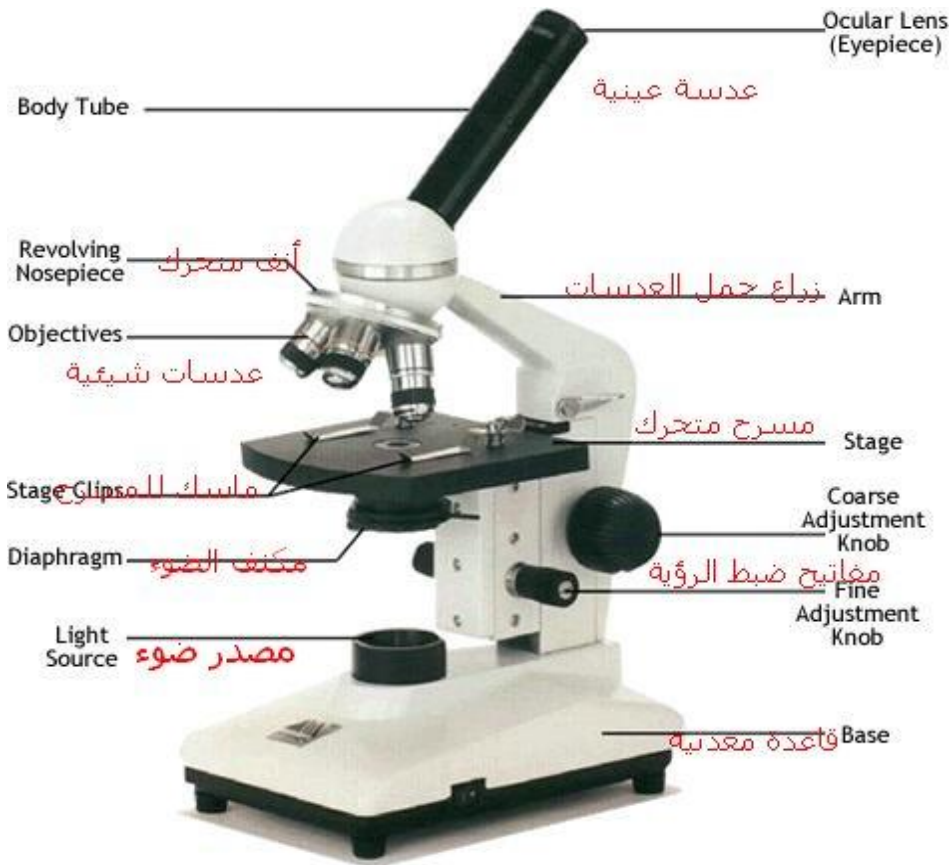
ج/ بالمعادلات الكيميائية الموزونة فقط قارن بين عمليتي التنفس والتمثيل الضوئي

أنواع المجاهر:

المجهر Microscope أداة علمية لتكبير وتمييز الأجسام الدقيقة وأجزائها. ظهرت المجاهر على يد تاجر العدسات الهولندي انطون فان ليفنهوك (١٦٣٢ - ١٧٢٣م) Anton Van Leeuwenhoek وهو أول من شاهد نواة الخلية ثم البكتيريا وبعض الحيوانات الأولية. وهذا المجهر البسيط كانت قوة تكبيره ٢٠٠ مرة طول الجسم المرئي.



الشكل رقم (1) يوضح أنواع المجاهر



ميكروسكوب موديل مختلف له عيان للفحص ومعه بعض الصور المتحركة تحت الميكروسكوب

الشكل رقم (١) يوضح أنواع المجاهر

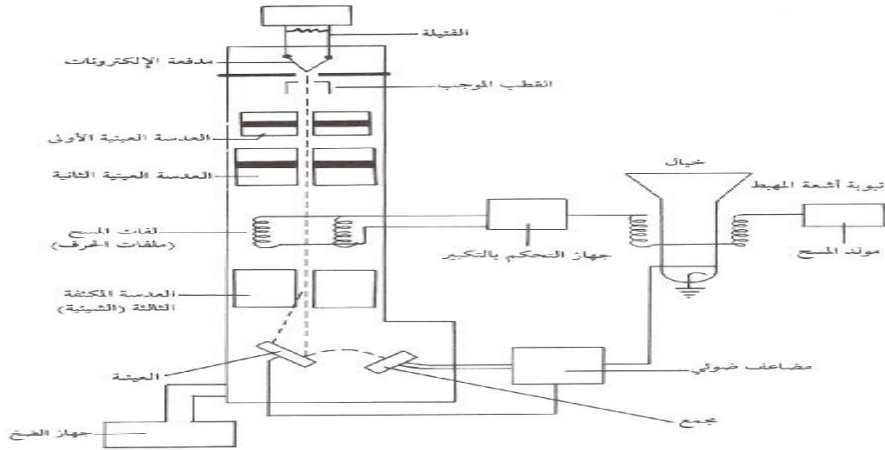
ظهر المجهر المركب كتطور طبيعي للمجهر البسيط على يد الأخوان جانسين Janssen عام ١٥٠٩م و اختلف عنه بأن أصبح يتكون من عدستين أو مجموعة عدسات تعمل كعدستان بينهما مسافة ١٦ سم تقريباً.

عام ١٦١٠م صنع جاليليو Galileo الإيطالي مجهراً مركباً تكبيره حوالي ٢٢٤ ضعف. وفي عام ١٦٦٥م صمم روبرت هوك Robert Hook مجهراً مركباً فحص به الفلين ووجده يتكون من غرف صغيرة فارغة سماها خلية Cell فهو لم يشاهد الخلايا إنما جدر الخلايا ولكن أصبح الاسم يطلق على الخلية كلها، أقصى تكبير وصل إليه المجهر المركب يتراوح بين ١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠ ضعف. إلا أن هذا التكبير كان دون تطلعات العلماء لأن تشتت الضوء وانعكاسه يسبب الزيغ اللوني الأمر الذي شوه الصورة.

المجهر الإلكتروني:

يشبه المجهر الضوئي إلا أنه أكثر تعقيداً ويستخدم المغنطيسات الكهربائية بدلاً عن العدسات الزجاجية، كما يستخدم حزماً متوازية من الإلكترونات بدلاً من ضوء الشمس أو الضوء الصناعي.

ولدت فكرة المجهر الإلكتروني على يد بوش الألماني عام ١٩٢٩م. من شروط الرؤية الجيدة أن توضع العدسات المغنطيسية والجسم المراد فحصه في حيز مفرغ من الهواء، وتستقبل صورة الجسم المرئي على شاشة وضاءة (مثل شاشة التلفزيون) أو فيلم حساس بغرض التصوير.



جدول رقم (١) يوضح المقارنة بين المجهر الضوئي والإلكتروني:

المجهر الإلكتروني	المجهر المركب	وجه المقارنة
مغنطيسات كهربية	عدسات من الزجاج	أداة التكبير
حزم متوازية من الإلكترونات	ضوء الشمس أو ضوء صناعي	الإضاءة
مفرغ من الهواء	جو عادي	الحيز داخل المجهر
على شاشة وضاءة أو فيلم	على العين أو فيلم	استقبال الصورة
٢٥٠٠٠٠٠ مرة	١٥٠٠ مرة	أقصى تكبير
٠.٠٠٠٠٠٠٢ ملم	٠.٠٠٢ ملم	التبيين

نستخدم المجاهر في علوم الحياة لرؤية الكائنات الحية الصغيرة التي لا ترى بالعين المجردة. ورؤية الخلايا ومكوناتها وتفاعلاتها البيوكيميائية. وتستخدم في الصناعة لدراسة التركيب البلوري للمركبات الكيميائية، وفي المعامل للدراسة الأكاديمية، واكتشاف بعض الأمراض.

تمرين:

١. قارن (في شكل جدول) بين المجهر المركب والمجهر الإلكتروني.
٢. توظف المجاهر في مجالات مختلفة اذكر ثلاثة أمثلة لهذه المجالات.
٣. هل رأى هوك الخلايا؟
أ. إذا كانت الإجابة بلا فماذا رأى؟
ب. إذا كانت الإجابة بنعم ما الأجزاء التي رآها تحت المجهر؟

الخلية وانقساماتها

الخلية: هي وحدة التركيب والوظيفة وهي أصغر وحدة من المادة الحية (البروتوبلازم) يمكن أن توجد بصورة منفردة.

ظهرت نظرية الخلية على يد مجموعة من العلماء منهم ماتيويس شلايدن و تيودور شفان و روبرت براون و رودلف فيرشو، أهم بنودها:

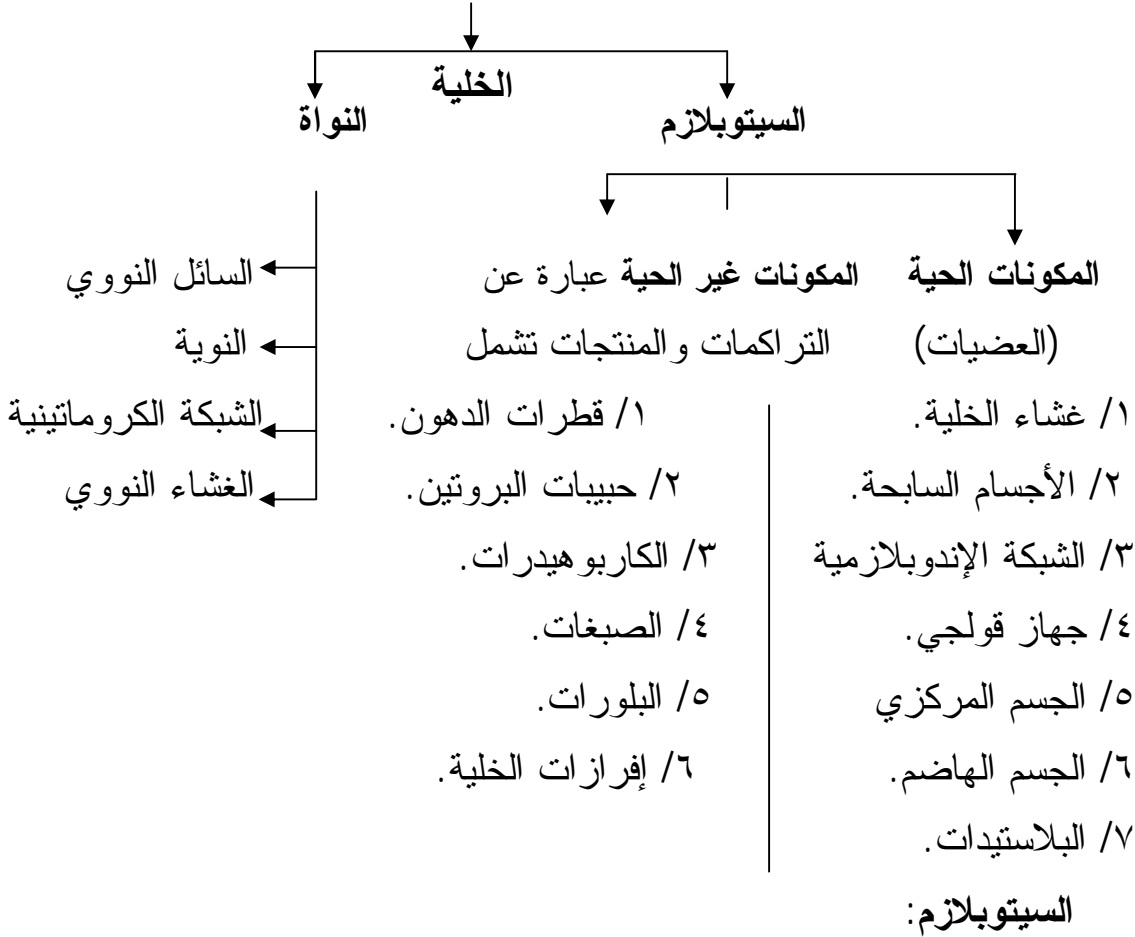
١/ الخلية هي الوحدة الأساسية للحياة.

٢/ يتكون جسم الكائن الحي من خلية أو أكثر.

٣/ تنشأ الخلية من خلية سابقة، فالخلية لا تنشأ من العدم أو من تركز المواد

العضوية أو غير العضوية.

٤/ ترتبط الخلايا مع بعضها مكونة مجتمعاً.



عبارة عن سائل غروي مائي رقيق القوام يحتوي على بروتينات نووية (DNA و RNA) وبروتينات ودهون وكاربوهيدرات وأملاح معدنية وهو أكثر سيولة من النواة.

1/ **غشاء الخلية: Cell Membrane**: يتركب من طبقتين متقابلتين من الدهون

الفسفورية تتخللها بروتينات. يعمل الغشاء على:

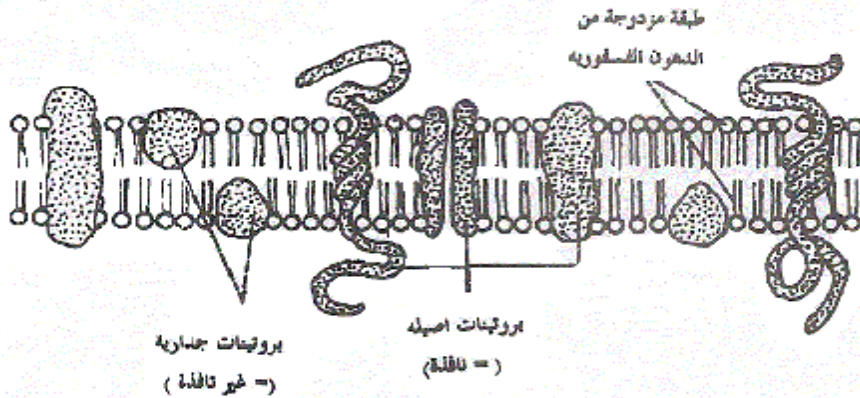
* فصل الخلية عن البيئة الخارجية المحيطة بها

* يحافظ على التركيب الكيميائي للسيتوبلازم عن طريق خاصية النفاذية

الاختيارية (يسمح بمرور بعض المواد ويقفن مرور مواد أخرى عبره).

* يحافظ على البيئة الداخلية عن طريق:

- أ/ النقل النشط: Active Transport: هو نقل الجسيمات الصغيرة عبر غشاء الخلية في وجود بروتين ناقل وصرف للطاقة من الخلية.
- ب/ النقل المسهل: Facilitated Diffusion: هو انتقال الجسيمات الصغيرة عبر غشاء الخلية من مكان تركيزها المرتفع إلى مكان تركيزها المنخفض عن طريق بروتينات بالغشاء الخلوي دون صرف للطاقة.
- ج/ الشرب الخلوي: Pinocytosis: انتقال الجزيئات الكبيرة السائلة إلى داخل الخلية بحيث ينبع الغشاء البلازمي مكوناً فجوة صغيرة أو حويصلة Vesicles وهي جزء من الغشاء البلازمي.
- د/ الابتلاع الخلوي: Endocytosis: هو انتقال الجسيمات الكبيرة الصلبة بعملية تشبه الشرب الخلوي، مثل ابتلاع كريات الدم البيضاء للجراثيم.
- هـ/ الطرح الخلوي: Exocytosis: هي عملية عكسية لشرب الخلية، مثل إفراز الإنزيمات .



الشكل رقم (٣) يوضح تركيب غشاء الخلية

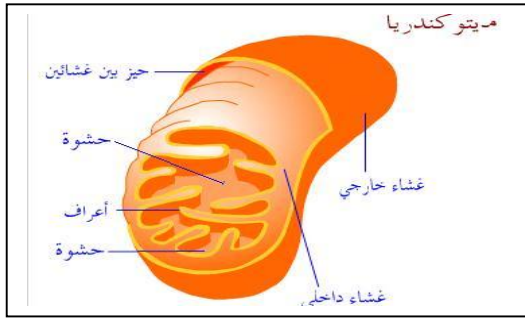
٢ / الشبكة الأندوبلازمية: Endoplasmic reticulum

شبكة متشعبة غير منتظمة الشكل تتكون من أنابيب تتصل فيما بينها قد تتصل بالغشاء النووي أو الغشاء البلازمي، تقسم إلى شبكة أندوبلازمية خشنة Rough أو

حبيبيه Granular وشبكة أندوبلازمية ناعمة Smooth أو غير حبيبيه Non-granular تقوم الشبكة الإندوبلازمية بالوظائف التالية:

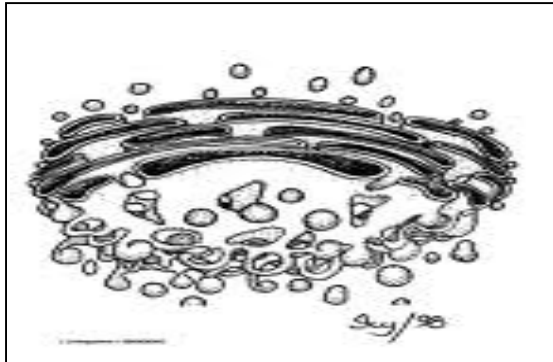
- ١/ نقل المواد داخل السيتوبلازم.
- ٢/ تقسم الخلية إلى أماكن مختلفة.
- ٣/ تعمل كدعامة داخل الخلية.
- ٤/ ينفصل منها جهاز قولجي.
- ٥/ ترتكز عليها الرايبوسومات التي تصنع البروتين.
- ٦/ صنع بعض المواد كالجلايكوجين والدهون والهرمونات.

٣/الأجسام السابحة Mitochondria



: جسيمات بيضاوية أو كروية لها المقدرة على الحركة وتغير الشكل، والانقسام الذاتي، تكثر بالخلايا ذات النشاط الأيضي Metabolism المرتفع لاحتوائها على إنزيمات تنفسية من وظائفها:

- ١/توفر الطاقة للنقل النشط.
- ٢/ توفر الطاقة لأي تفاعل كيميائي داخل الخلية يحتاج إلى طاقة.
- ٣/ تعمل على تخزين الطاقة في مركبات إندوزين ثلاثي الفوسفات ATP.
- ٤/ تقوم بالتنفس الهوائي.



الشكل رقم (٥) يوضح تركيب جهاز

٥/ بها إنزيمات لبناء الدهون والبروتين.

٤/ جهاز قولجي: Golgi Apparatus

جسيمات توجد بالقرب من النواة، تنفصل من الشبكة الأندوبلازمية. من وظائف جهاز قولجي ما يلي:

١/ يعمل على تصدير إفرازات الخلية إلى الخارج كالإنزيمات والهرمونات لهذا يكثر بالخلايا الإفرازية.

٢/ نقل المواد داخل الخلية.

٣/ يعمل على تكوين الأجسام الهاضمة.

٥/ الجسم المركزي: Centrosome: جسم صغير يوجد بجوار النواة، يوجد بالخلايا الحيوانية والنباتية الدنيا يتكون من نقطة مركزية (سنتريول Centriol) واحدة أو أكثر، تتكون كل نقطة مركزية من تسعة مجاميع من الأنبيبات الدقيقة يلعب الجسم المركزي دوراً مهماً في انقسام الخلايا وتكوين الأهداب والأسواط في الكائنات الحية الأولية.

٦/ الأجسام الهاضمة أو المحللة: Lysosomes: عبارة عن حويصلات صغيرة تنشأ من جهاز قوليحي يحيطها غشاء مفرد من البروتين الداهن، بها إنزيمات هاضمة للدهون والبروتينات النووية (RNA و DNA) ومن وظائفها:

١/ هضم أي جسم غريب يدخل الخلية (وظيفة وقائية).

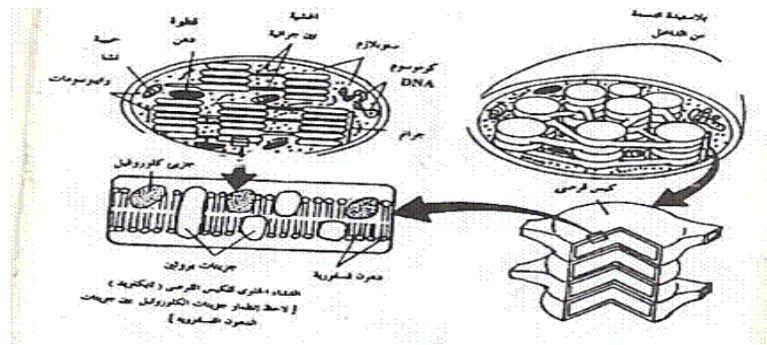
٢/ هضم بعض الأعضاء المستهلكة في الأطوار الجنينية كالخياشيم.

٣/ يمكن الحيوان المنوي من اختراق البويضة.

٤/ هضم الغذاء داخل وخارج الخلية.

٥/ هضم الغضاريف وإحلالها بالعظام في الحيوانات.

٧/ البلاستيدات: Plastids: توجد بالخلايا النباتية فقط. تقسم حسب نوع الأصباغ التي تحتويها إلى عديمة اللون وملونة، والملونة تشمل الخضراء وبقية الألوان. (من صفات البلاستيدات أنها تحتوي على شرائط من DNA و RNA لهذا لها المقدرة على مضاعفة نفسها ذاتياً.



جدول رقم (٢) يبين أنواع البلاستيدات:
الشكل رقم (٦) يوضح تركيب البلاستيدات الخضراء

النوع	الوظيفة	أماكن التواجد في جسم النبات
خضراء	صنع الغذاء	الأجزاء الخضراء
الملونة	جذب الحشرات	الأزهار وبعض الثمار
عديمة اللون	التخزين (نشا + زيوت + بروتين)	الأجزاء غير المعرضة لضوء الشمس

النواة Nucleus

جسم كثيف يحاط بالسيتوبلازم، يتكون من غشاء نووي وسائل نووي ونوية أو أكثر وشبكة كروماتينية .

١/ الغشاء النووي: Nuclear membrane: غشاء مزدوج يشبه غشاء البلازما في التركيب والوظيفة.

٢/ الشبكة الكروماتينية: Chromatin network: تتكون من حبيبات الكروماتين وهي أكثر استجابة للصبغات من السيتوبلازم لهذا سميت بالحبيبات الصبغية، تتفكك في حالة الانقسام لتكون الكروموسومات Chromosomes، وهي عبارة عن تحلزن جزئي DNA حول جزئي من البروتين. يتكون كل كروموسوم من ذراعين بينهما قطعة مركزية Centromere. يبدأ الانقسام بانشطار الكروموسوم طولياً مكوناً كروماتيدتين شقيقتين Sister Chromatids .

لكل نوع من أنواع الكائنات الحية عدد ثابت من الكروموسومات بنواة كل خلية من خلاياها الجسمية، توجد الكروموسومات في أزواج لهذا يرمز لها بـ (2n) لأنها أزواج متشابهة. تقسم الكروموسومات إلى كروموسومات جسدية

Autosomes وكروموسومات جنسية وهي المسؤولة عن تحديد جنس الكائن الحي.

٣/ **النوية: Nucleus**: جسم كروي كثيف يوجد على أحد جانبي النواة قد توجد واحدة أو أكثر حسب نشاط الخلية، تتكون النوية كيميائياً من DNA و RNA الذي تصنعه. عدد النويات وحجمها يعتبر مؤشراً لنشاط الخلية الاستقلابي (الأيض) لأنها تصنع الريبوسومات، والريبوسومات مسؤولة عن تصنيع البروتين.

٤/ **السائل النووي: Nucleoplasma**: سائل غروي لزج غني بالبروتين، تتم فيه جميع العمليات الحيوية داخل النواة، وتسبح فيه الصبغيات. تمثل النواة الجهازين الوراثي والإداري، الوراثي لأنها تنقل الصفات الوراثية، والإداري لأنها تتحكم في نشاطات الخلية كلها.

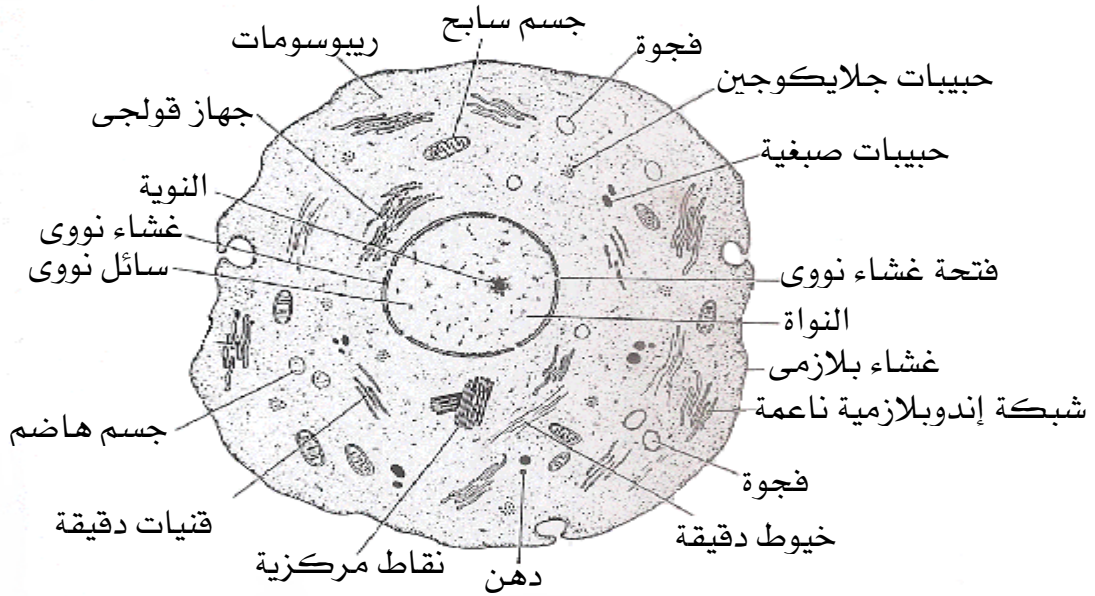
جدار الخلية: Cell Wall: بعد انقسام الخلية النباتية تتكون انتفاخات من جهاز قولجي عند منطقة استواء الخلية، تسمى هذه الانتفاخات بالطبقة بين الخلية ثم تترسب عليها كميات من بكتات الكالسيوم مكونة الصفيحة الوسطى، ثم تترسب طبقة داخلية من السليلوز مكونة الجدار الابتدائي أو الأولي Primary وفي بعض النباتات تترسب طبقة داخلية مكونة جداراً ثانوياً Secondary.

فجوات الخلية: Cell Vacuoles: لا تحتوي الخلايا الحيوانية على فجوات عصارية وإن وجدت تكون صغيرة الحجم وكثيرة العدد، إذا وجدت فإن لها وظائف مختلفة قد تقوم بالتوازن الرشحي أو الإخراج، أما في النباتات فتوجد فجوات كبيرة تتحد مع بعضها في الخلية الناضجة مكونة فجوة واحدة كبيرة.

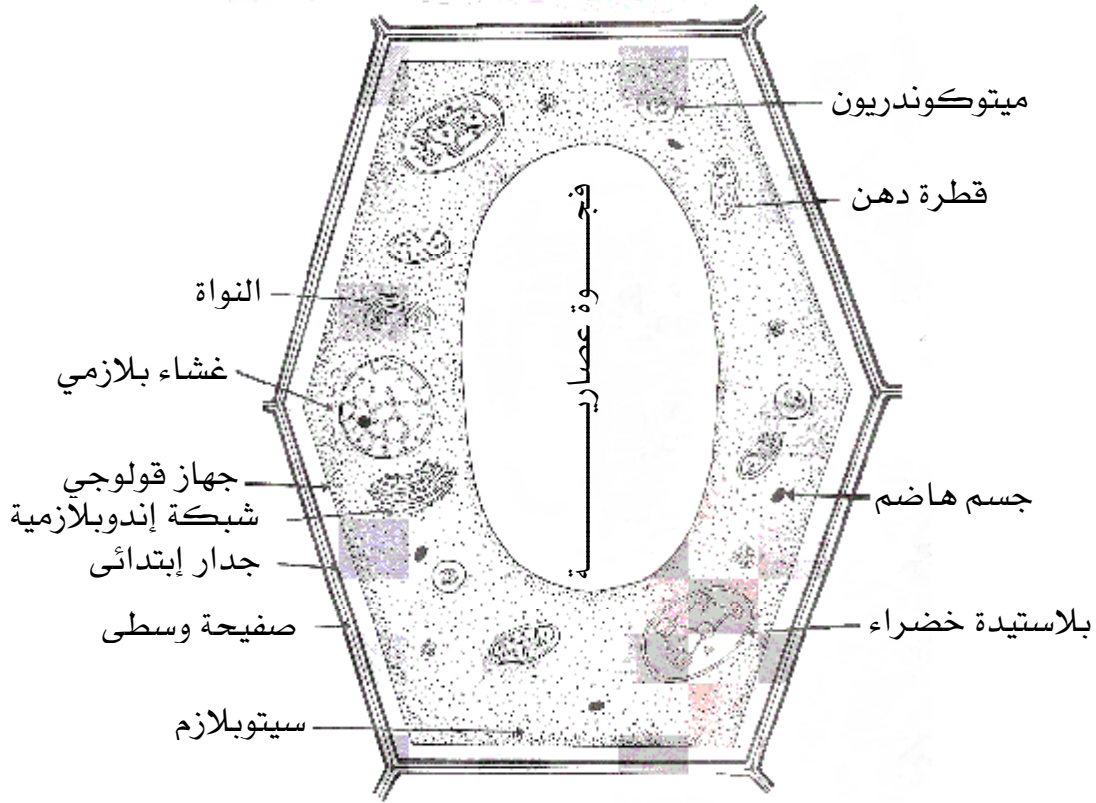
تحتوي الفجوة العصارية على عصارة الخلية Cell Sap التي تحتوي على ماء وأملاح معدنية مذابة وسكريات وحبيبات بروتين هذه الفجوات تكسب الخلية النباتية دعامة هيديروستاتيكية، كما تحافظ على ضغطها الأزموزي.

تمرين:

١. في شكل جدول قارن بين الخلية الحيوانية والخلية الحيوانية من حيث:
٢. أ. الجدار ب. الفجوات ج. الجسم المركزي
- د. الشكل هـ. غشاء الخلية و. البلاستيدات
٣. ما العلاقة بين الشبكة الاندوبلازمية وجهاز جولجي والجسم الهاضم.
٤. اكتب ثلاث من وظائف غشاء الخلية.



الشكل رقم (٧) يوضح تركيب الخلية الحيوانية



الخلية النباتية

الشكل رقم (٨) يوضح تركيب الخلية النباتية

انقسام الخلية Cell Division

دورة الخلية: Cell Cycle

هي مجموعة الأحداث والتغيرات التي تمر بها الخلية منذ تكونها عن طريق الانقسام حتى انقسامها. يقسم انقسام الخلية إلى انقسامين متتاليين هما انقسام النواة، ثم انقسام السيتوبلازم.

أولاً: انقسام النواة:

تنقسم النواة عن طريق واحد من ثلاث طرق رئيسة هي:

أ/ الانقسام اللافتيلي: Amitosis

لاحظه فلمنج في الخلايا الحيوانية الأولية، وتلاه ستراسبجر حيث أكد ما ذهب إليه فلمنج فوجده يحدث أيضاً في النباتات الأولية، يسمى في الكائنات الحية الأولية بالانشطار الثنائي البسيط ثم وجد أنه يحدث في الكائنات الحية عديدة الخلايا في الخلايا المؤقتة كالأغلفة الجنينية والخلايا المولدة للغضاريف في الحيوانات، ونسيج الإندوسبيرم Endosperm في النباتات وهو انقسام بسيط يوفر الوقت والطاقة. خطواته:

يمر هذا الانقسام بثلاث مراحل هي:

1/ كبر حجم النواة أو المادة الوراثية إلى أن تصل الحجم الحرج (العلاقة بين مساحة السطح الخارجي إلى الحجم)، فعندما تصل إلى حجم معين يسمى الحجم الحرج أما أن تنقسم أو تفقد قدرتها على ممارسة أنشطتها الحيوية فتموت، فيكون الانقسام هو الخيار الأفضل أمام الخلية.

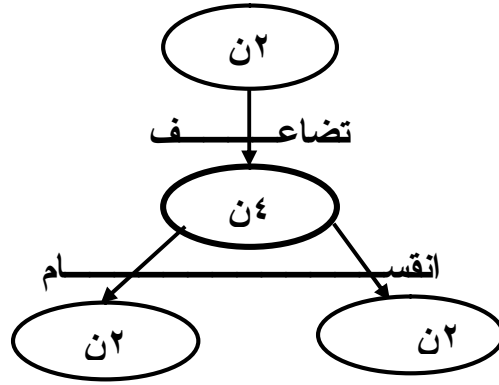
2/ يحدث تخرص في النواة أو المادة الوراثية في بدائيات النواة يتعمق تدريجياً إلى أن تنفصل النواة إلى قسمين متساويين أو غير متساويين.

يلاحظ في هذا الانقسام بقاء الغلاف النووي طيلة أو أغلب وقت الانقسام، وعدم تفكك الشبكة الكروماتينية إلى كروموسومات Chromosomes، وقد لا تستقبل الخليتان البنويتان نفس كمية المادة الوراثية .

٣/ يحدث تخرص في السيتوبلازم يتعمق تدريجياً إلى أن ينفصل إلى خليتين بنويتين تشابهان الخلية الأم شكلاً ووظيفة إلا أنهما أصغرنا الحجم.

ب/ الانقسام الفتيلي: Mitosis

يحدث في الكائنات الحية عديدة الخلايا، في الخلايا الجسدية النشطة قد تكون زوجية المجموعة الصبغية ($2n$) أو أحادية المجموعة الصبغية (n). يمر هذا الانقسام خلال مرحلتين أولاً تضاعف المادة الوراثية ثم توزيعها بالتساوي على الخليتين البنويتين.



الشكل رقم (٨) يوضح الانقسام الفتيلي

الغرض من هذا الانقسام ما يلي:

- ١/ النمو.
- ٢/ ترميم الخلايا التالفة.
- ٣/ تكوين الأمشاج في الكائنات الحية أحادية المجموعة الصبغية.
- ٤/ التكاثر اللاجنسي.
- ٥/ الحالات المرضية.

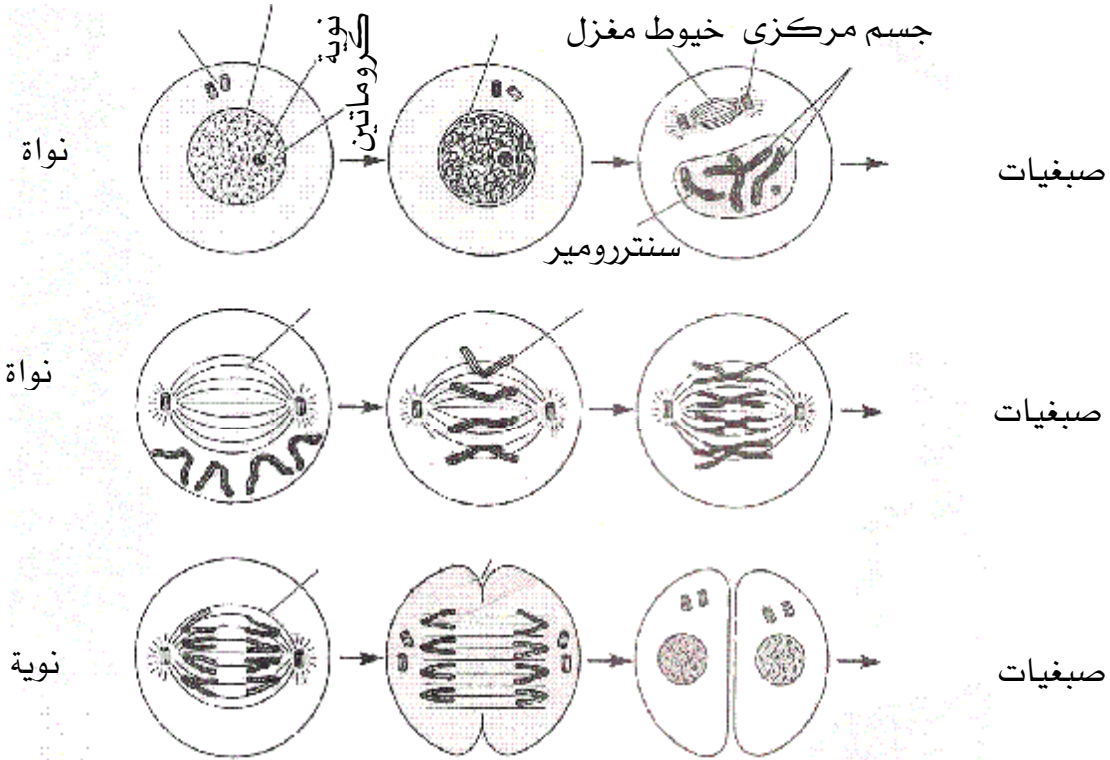
١/ الطور التمهيدي Prophase

يبدأ هذا الطور بتفكك الشبكة الكروماتينية وتكون الكروموسومات ثم فقدانها لاستقامتها بالتحلز، فيظهر كل كروموسوم ككيان مستقل، وينشطر طولياً مكوناً

كروماتيدتين منفصلتين متلاصقين عند القطعة المركزية، وتخفي النوية، ويتفكك الغشاء النووي.

في الخلايا الحيوانية ينقسم الجسم المركزي إلى نقطتين مركزيتين (سنتروليولين)، تتجهان إلى اتجاهين متضادين نحو الأقطاب لتكوين الجسم النجمي أو القطبي. تصطف الانبيبات الدقيقة (Microtubules) ابتداءً من النقاط المركزية مكونة خيوط المغزل (Spindle).

يعتبر هذا الطور أنسب الأطوار لدراسة الطراز النووي حيث يمكن عد الكروموسومات وتمييزها وفقاً لشكلها وموقع القطعة المركزية (Centromere)



شكل رقم (٩) يوضح خطوات الانقسام الفتيلي لخلية حيوانية

٢/ الطور الاستوائي Metaphase

تتكون الأقطاب في الخلايا الحيوانية نتيجة لوصول النقاط المركزية، وفي الخلايا النباتية نتيجة لتجمع السيتوبلازم عند القطبين. تصطف الكروموسومات في مستوى واحد مكونة الصفيحة الاستوائية. يتصل كل كروموسوم بخيطين مغزليين عند منطقة القطعة المركزية.

في نهاية هذا الطور ينشطر كل كروموسوم إلي كروماتيدين شقيقتين.

٣/ الطور الانفصالي Anaphase

يتجه نحو كل قطب عدد من الكروماتيدات يساوي عدد كروموسومات الخلية الأم. وذلك نتيجة لالتفاف خيوط المغزل وتناثر القطع المركزية المتشابهة الشحنة الكهربائية.

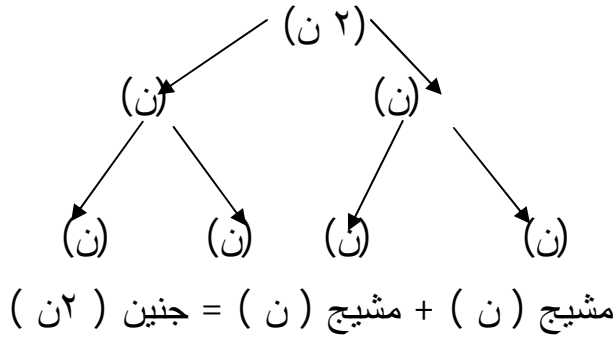
٤/ الطور النهائي Telophase

يصل إلي كل قطب عدد من الكروموسومات مساوي لعدد كروموسومات الخلية الأم. ثم يزول تميزها باستطالتها وفقدانها لشكلها المميز. ثم تتشابك مع بعضها مكونة الشبكة الكروماتينية. تظهر النوية والغشاء النووي وفي الخلايا الحيوانية يظهر الجسم المركزي. يحدث تخرص عند منطقة الصفيحة الاستوائية يتعمق تدريجياً إلى أن يفصل الخلية إلى خليتين. في الخلية النباتية تظهر انتفاخات من جهاز قولجي عند منطقة الصفيحة الاستوائية مكونة الطبقة بين الخلوية ثم ترسب عليها مادة بكتات الكالسيوم مكونة الصفيحة الوسطي التي يترسب إلي الداخل منها طبقة أخرى من السيلوز مكونة الجدار الأولي أو الابتدائي.

ج/ الانقسام الاختزالي أو المنصف Meiosis

يحدث هذا النوع من الانقسام في مناسل الكائنات الحية عديدة الخلايا التي تتكاثر جنسياً، وأجنة الكائنات الحية أحادية المجموعة الصبغية.

الغرض من هذا الانقسام تكوين الأمشاج المذكرة والمؤنثة والحفاظ علي عدد الكروموسومات ثابت حتى لا يتضاعف .



الانقسام الميوزي الأول:

(١) الطور التمهيدي الأول :

أ/ الدور القلادي (Leptonema): تتميز الصبغيات وتظهر غير مزدوجة ثم تظهر عليها النقاط الصبغية أو الكروميرات شبه المسبحة أو القلادة. ثم تترتب الصبغيات في أزواج متماثلة .

ب/ الدور الازدواجي (Zygonema): يقترب كل صبغي من مثيله عند نقطة أو أكثر علي امتداد كل منهما (الاشتباك) .

ج/ الدور الصنام (Pachynema): يلتف كل زوج حلزونياً مكوناً الثنائي المتكافيء. يبدو كل صبغي يتكون من ثنائي منشطراً طويلاً إلي كروماتيدين (كل ثنائي يتكون من ٤ كروماتيدات - رباعي) .

د/ الدور الانفراجي (Diplonema): تزداد الصبغيات قصراً وسمكاً. ثم تبدأ في فك الاشتباكات عدا مناطق التصلب التي يحدث فيها العبور (تبادل الكروماتيدات الداخلية للثنائي المتكافيء بما عليها من جينات . تستمر الصبغيات في التباعد عن بعضها رغم وجود التصلبات.

هـ/ الدور التشتتي (Diakinesis): يزداد قصر وسمك الثنائيات المتماثلة وتختفي كل التصلبات عدا الطرفية.

(٢) **الطور الاستوائي الأول:** تنفك كل التصالبات، وتختفي النوية والغشاء النووي، فتتحرر الصبغيات ويتكون المغزل. تنتظم الصبغيات المتماثلة في مستويين عند خط استواء الخلية ثم يتجه صيغي واحد من كل زوج نحو كل قطب. فكل صبغي يتصل بخيط مغزلي من قطب واحد. ولا يكتمل انشطار الصبغي طويلاً إلي كروماتيدين.

(٣) **الطور الانفصالي الأول:** تلتف خيوط المغزل جاذبة معها الصبغيات نحو القطب المواجه لها. يتجه نحو كل قطب عدد من الكروموسومات يساوي نصف عدد صبغيات الخلية التي بدأت الانقسام.

(٤) **الطور النهائي الأول:** يصل إلي كل قطب نصف عدد صبغيات الخلية الأم. ثم يزول تميزها وتتكون الشبكة الكروماتينية. يظهر الغشاء النووي والنوية والجسم المركزي (في الخلايا الحيوانية)، ويختفي المغزل. قد ينقسم السيتوبلازم بحدوث تخرص عند منطقة الصفيحة الاستوائية يقسم الخلية إلي خليتين بنويتين بكل منها نصف عدد الصبغيات. وقد تتكون نواتان بكل منهما نصف عدد الصبغيات دون أن ينقسم السيتوبلازم.

• الانقسام الميوزي الثاني:

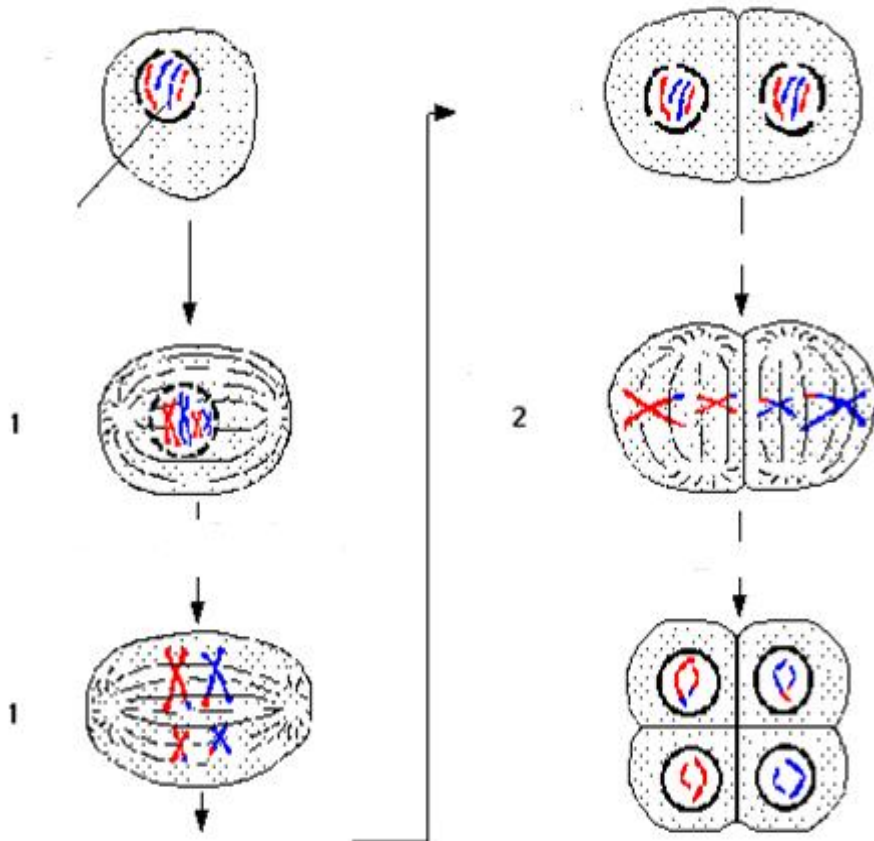
لا يمر بطور سكون، وكثيراً لا تمر الخلية بالطور التمهيدي، فغالباً ما تبدأ بالطور الاستوائي مع ذلك فهو يشبه الفتيلي ويختلف عنه إضافة إلي ما ذكر سابقاً فان الخلية التي تبدأ الانقسام تحتوى علي نصف عدد الصبغيات فقط ، والخلايا الناتجة متباينة وراثياً.

(١) **الطور التمهيدي الثاني:** يشابه الفتيلي عدا في: الخلية التي تبدأ الانقسام تحتوى علي نصف عدد الكروموسومات (ن كروموسوم) .

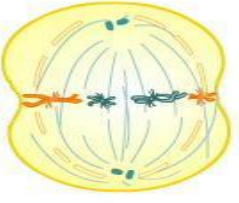

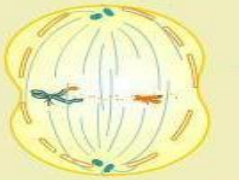



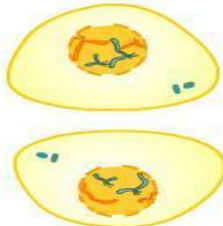

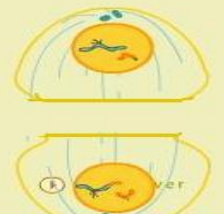
(٢) **الاستوائي الثاني و (٣) الانفصالي الثاني و (٤) الاستوائي الثاني،** كلها تشابه الفتيلي.

تمرين:

١. في شكل جدول قارن بين الانقسام المباشر والفتيلي والمنصف من حيث
٢. أ. عدد الخلايا الناتجة ب. عدد الكروموسومات بكل خلية ناتجة (بنوية) ج. كل انقسام بنوعي التكاثر (جنسي / جنسي)
٣. بالرسم المسمى فقط وضح خطوات الانقسام الفتيلي في خلية نباتية قارن بين الطور الاستوائي في الانقسام الميوزي والاستوائي الأول.



مقارنة بين الانقسام الاختزالي والفتيلي

 <p>الإستوائي غير المباشر تنتظم الكروموسومات في منتصف الخلية</p>	 <p>الإستوائي الأول تنتظم الكروموسومات الإمتاثلة مقابل بعضها في منتصف الخلية</p>	 <p>الطور الإستوائي الثاني تنتظم الكروموسومات في منتصف الخلية</p>
<p>الطور الإنفصالي (غير المباشر)</p>  <p>إنقسام السنترومير وتباعد الكروماتيدين عن بعضهما</p>	<p>الطور الإنفصالي الأول</p>  <p>يتباعد الكروموسوم عن شبيهه مع بقاء الكروماتيدين مرتبطين بالسنترومير</p>	<p>الطور الإنفصالي الثاني</p>  <p>إنقسام السنترومير وتباعد الكروماتيدين عن بعضهما</p>
 <p>النهائي غير المباشر</p>	 <p>النهائي أول</p>	 <p>الطور النهائي الثاني</p>

مقدمة في علم الوراثة

الوراثة Genetics

يختص علم الوراثة بانتقال الصفات الوراثية من جيل الآباء إلى جيل الأبناء ثم الأحفاد، كما يهتم بدراسة ثبات الصفات العامة المميزة لأفراد كل نوع من الكائنات الحية، ودراسة التشابه والاختلاف بين أفراد النوع الواحد (الصفات الفردية).

تتعرض صفات الكائنات الحية للتغير. هناك نوعان من التغير هما:

١/ التغير التدريجي المستمر:

لا يبدو التغير في الصفات بصورة حادة، فالترج هو القاعدة السائدة.

٢/ التغير الفجائي (الطفرة Mutation):

هو تغير عرضي يطرأ على الكروموسومات وما عليها من جينات نتيجة عوامل مختلفة فيزيائية وكيميائية مما يؤدي إلى زيادة أو نقصان عدد الكروموسومات وما عليها من جينات أو تغير الجينات كيميائياً أو إعادة ترتيبها مما يؤدي إلى ظهور فرد يحمل صفات غير موجودة في الآباء.

أسباب الطفرة:

١/ دخول الجينات في تفاعلات كيميائية وفيزيائية.

٢/ التعرض للإشعاع الذري، وبعض الأشعة الكونية مثل الأشعة البنفسجية وفوق البنفسجية .

٣/ زيادة أو نقصان عدد الكروموسومات أو جيناتها، أو إعادة ترتيب جينات الكروموسوم .

أنواع الطفرات:

١/ الكروموسومية:

أ/ تركيبية: إذا عبرنا عن الجين بحرف (للشرح فقط) فقد يكون شكل الكروموسومات كما يلي:

• حذف (أ س م أ ع ي ل) عند فقدان بعض الجينات تعطي (أ م ل).

- إضافة (ح س ن) إذا تضاعفت بعض الجينات تعطي ← (ح س ن س ن).
- انقلاب (أ ي م ن) إذا أعيد ترتيب الجينات تعطي ← (أ م ي ن).
- انتقال (س ع د + ح م د ون) إذا تبادل كروموسومان بعض الجينات ← (س ع د ون + ح م د).

ب/ عددية:

تضاعف الكروموسومات في الخلايا الجسدية. أو تكون أمشاج غير مختزلة .

٢/ الجينية:

أ/ زيادة أو نقصان عدد الجينات.

ب/ تغير التركيب الكيميائي لجين أو أكثر، أو إعادة ترتيبها داخل الكروموسوم.

أماكن حدوثها في الجسم:

١/ قد تحدث في الخلايا الجسمية وهذه لا تورث إلا في الكائنات الحية التي تتكاثر لا جنسياً

٢/ الطفرات التي تحدث في الخلايا التناسلية تورث من جيل إلى آخر وتصبح جزء من تركيب الكائن الحي.

الطفرات قد تكون حسنة، وقد تكون ضارة. مفيدة في حالة تحسين الصفات الوراثية وضارة كما حدث في نجازاكي وهيروشيما في اليابان بعد إلقاء القنبلة الذرية. مع العلم بأن الطفرات نادرة الحدوث ولا يمكن التحكم فيها. تتمثل خطورة الطفرة في انتقالها من جيل إلى آخر (أي أنها تصبح جزء من المادة الوراثية).

مؤسس علم الوراثة:

ظهر علم الوراثة علي يد مساعد مدرس من النمسا يدعي جريجور يوهان مندل (١٨٢٢-١٨٨٤م) ولد في مدينة برن في النمسا(حاليا تسمى برنو في تشيكو سلفاكيا) من أسرة فقيرة كانت أمنيته أن يصبح معلماً لمادة العلوم لكنه رسب في

امتحانات العلوم والرياضيات التي تؤهله للانخراط في سلك التدريس، فعمل كمساعد معلم لمادة العلوم في دير كنيسة أوغستين بمدينة برن. بدأ تجاربه بملاحظة أن نباتات البسلة (البازلاء) بعضها طويل والبعض الآخر قصير. وبعضها أزهارها حمراء والأخرى أزهارها بيضاء وغيرها من الصفات.

بدأ تجاربه عام ١٨٥٦م وأكملها عام ١٨٦٥م ونشرها عام ١٨٦٦م في المؤتمر الطبي الملكي بلندن عام ١٨٦٦م. لكن هذه النتائج لم تعرف إلا عام ١٩٠٠م أكدها عالم أمريكي يدعي توماس مورجان عام ١٩١٠م في دراسة له علي ذبابة الفاكهة (*Drosophila Melanogaster*) لها أجنحة أثرية.

اهتم مندل بدراسة التغيرات المتقطعة **Discontinuous - Variation** وهي الصفات التي تظهر في جيل أو أكثر ثم تختفي في أخرى.

أسباب اختيار نبات البازلاء:

١/ كثرة الصفات المتضادة

٢/ زهورها كاملة ومغلقة بالبتلات .

٣/ دورة حياتها قصيرة . سهولة الحصول علي ٣ إلي ٤ أجيال في السنة.

٤/ سهولة زرعها وجمع بذورها .

٥/ حجم البذور مناسب لزراعتها ومقارنتها ببعضها.

٦/ يمكن تلقيحها صناعياً.

٧/ يمكن الحصول علي سلالة نقية منها .

التجربة الأولى:

١/ اختار نباتات طويلة ولقحها مع نباتات مثلها فحصل علي بذور زرعها فأعطت نباتات طويلة كرر هذه التجربة السابقة عدة مرات. عندما حصل أخيراً علي نباتات طويلة قطع المتوك (*Anthers*) لمنع التلقيح الذاتي (*Seif Pollination*) وغطي المياسم *Stigma* بمادة يتعذر معها وصول حبوب اللقاح، لمنع التلقيح الذاتي

والخلطي. Cross pollination. سمي هذه الأزهار بالأزهار الأم (♀) لأنه سيأخذ منها البويضات.

٢/أخذ نباتات قصيرة ولقحها ببعضها. وعندما حصل علي بذور زرعها أعطت نباتات قصيرة كرر التجربة السابقة عدة مرات. أخذ نباتات قصيرة قبل تفتح أزهارها غطي المتوك بمادة يتعذر معها دخول أو خروج حبوب اللقاح لمنع اختلاط حبوب اللقاح. فتأكد من أن حبوب اللقاح التي سيأخذها ستكون من هذا النبات وسمي هذا النبات بالنبات الأب (♂)

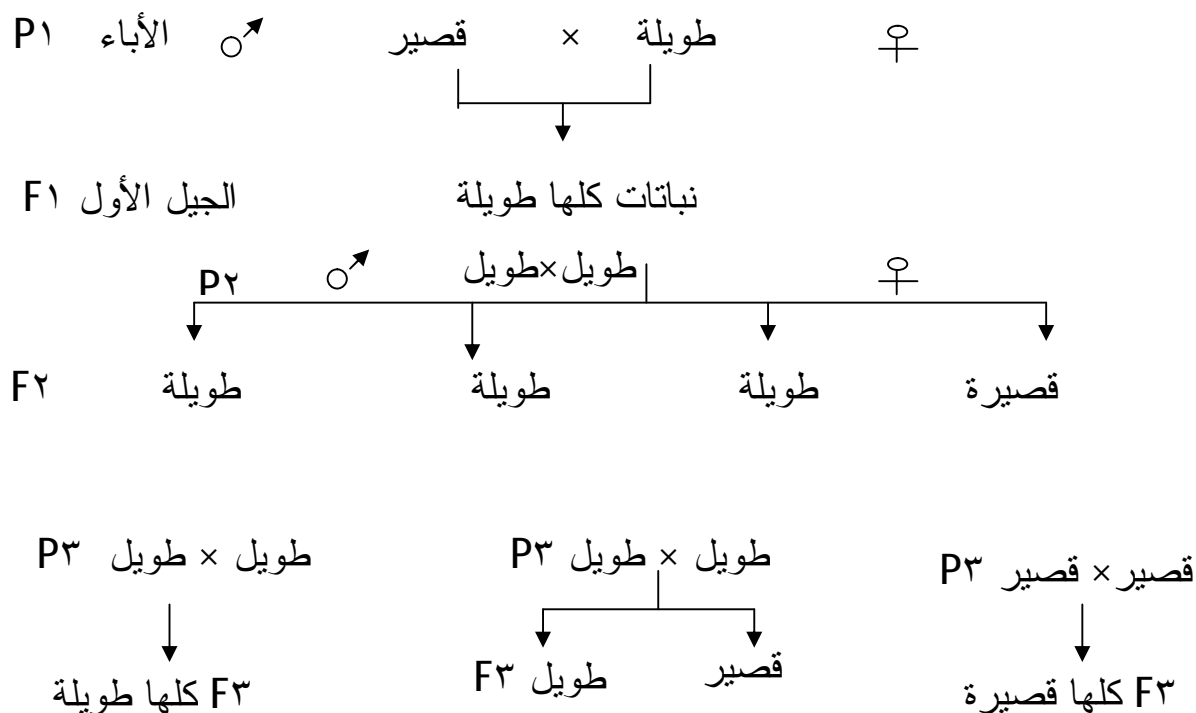
٣/أخذ حبوب لقاح من النبات القصير ولقح بها النبات الطويل وانتظر حتى حصل علي بذور.

٤/زرع البذور التي حصل عليها فحصل علي نباتات كلها طويلة أطلق عليها اسم الجيل الأول (F١) First Generation.

التجربة الثانية:

سمح لنباتات الجيل الأول بتلقيح نفسها ذاتياً. فحصل علي بذور، بعد زراعتها أعطت نباتات طويلة وأخرى قصيرة سماها الجيل الثاني (F٢) وكانت نسبة النباتات الطويلة إلي القصيرة هي ٣ : ١ ، سمح للنباتات القصيرة بتلقيح نفسها ذاتياً فحصل علي نباتات كلها قصيرة (F٣) عندما ترك النباتات الطويلة بالجيل الثاني لتلقح نفسها ذاتياً ، نتج عن ثلثها نباتات طويلة . أما الثلثان الطويلان الآخران في الجيل الثاني فان تلقيحها لأنفسهما ذاتياً أعطي نباتات بعضها طويل وبعضها قصير بنسبة ٣ (طويل) : ١ (قصير).

يمكن تلخيص التجارب في شكل مخطط كما يلي:

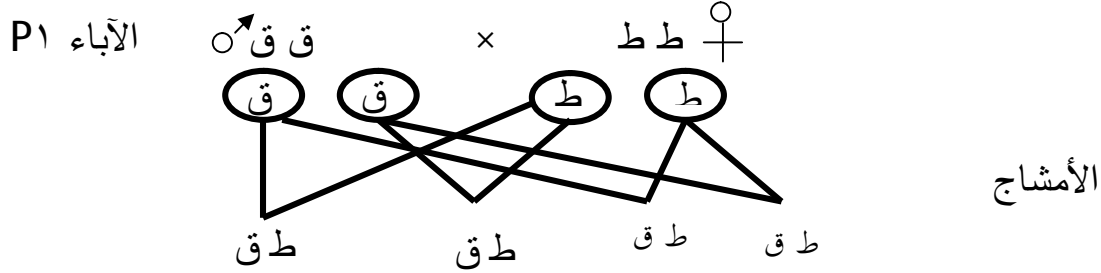


بنسبة ٣ : ١

ينتج الجنين من مشيخ أبوي وآخر من الأم . عليه لظهور أي صفة لا بد أن يكون هناك عامل من الأب وآخر من الأم (سماها عوامل لأن التجربة كانت قبل اكتشاف الجينات) .

عبر عن مظهر الصفة بالنمط الظاهري (أو الطراز المظهري)، وعبر عن العوامل التي تتحكم في الصفة بحروف. الحرف الأول من الصفة للتعبير عن الصفة، وسمي ذلك بالنمط الوراثي أو الطراز الجيني Genotype فالمخطط

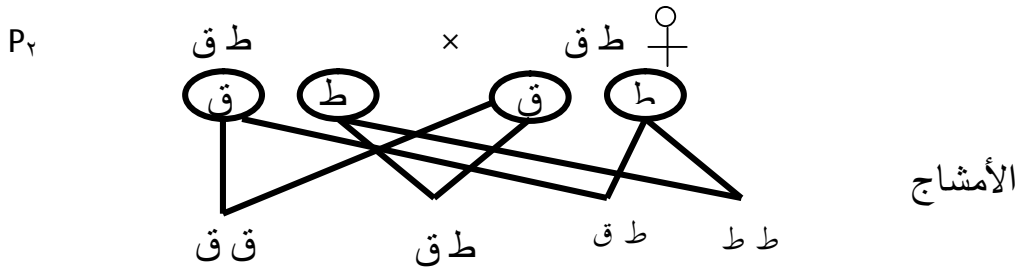
السابق تعبير عن النمط الظاهري فقط وعبر عنه بالنمط الوراثي كما يلي:



شكل رقم (٩)

النمط الوراثي للجيل الأول هو طويل بنسبة ١٠٠ %

النمط الوراثي للجيل الأول هو (ط ق) بنسبة ١٠٠ %



يمكن التعبير عن التجربة بدلاً عن المخطط بالشكل التالي :

	ق	ط	♂ / ♀
F ₂	ط ق	ط ط	ط
	ق ق	ط ق	ق

النمط الظاهري لـ F₂ هو طويل إلى قصير بنسبة ٣ : ١

النمط الوراثي لـ F₂ هو ط ط : ط ق : ق ق بنسبة ١ : ٢ : ١

F_2			F_2		
ق	♀	♂	ق	ط	♀
ق ق	ق ق	ق	ط ق	ط ط	ط
ق ق	ق ق	ق	ق ق	ط ق	ق

F_2		
ط	ط	♀
ط ط	ط ط	ط
ط ط	ط ط	ط

كلها قصيرة

طويلة : قصيرة ٣ : ١

كلها طويلة

من هذه التجربة توصل إلى قانونه الأول وهو :

تمثل كل صفة وراثية بعاملين، ينفصلان تمام الانفصال عند تكوين الأمشاج.

ثم توصل إلى الاستنتاجات التالية :

١/تسمي صفتا كل سمة (كالطول ولون الأزهار) بالصفات المتضادة (كالساق

الطويل مقابل الساق القصير ، والأزهار الحمراء مقابل البيضاء)

٢/ النمط أو الطراز المظهري Phenotype لا يعطي صورة حقيقية عن النمط أو

الطراز الوراثي أو الجيني Genotype.

٣/ في بعض الصفات المتضادة تكون إحداهما ظاهرة وتسمي سائدة Dominant

والأخرى متنحية Recessive إذا اجتمعتا في كائن واحد طغى السائد على المتنحي

وغطى عليه فيحجبه، لهذا ظهر الفرد ذو النمط الوراثي ط ق طويل.

٤/ لكل زوج من أزواج الصفات المتضادة عاملان في الفرد الواحد، إذا كانا متماثلان

سمى الفرد نقياً أو متشابهه اللاقحة Homozygous وإذا اختلفا سمي الفرد خليطاً

أو هجيناً أو متباين اللاقحة Heterozygous.

✓ يعبر عن النمط الوراثي بحروف.

✓ يعبر عن النمط المظهري بصفات.

✓ يعبر عن النمط في الجيل بما ذكر أعلاه + نسبة.

ملاحظات لحل مسائل القانون الأول:

١/ تحدد الصفة السائدة والمتحية عن طريق:

أ/ تعطي في المسألة.

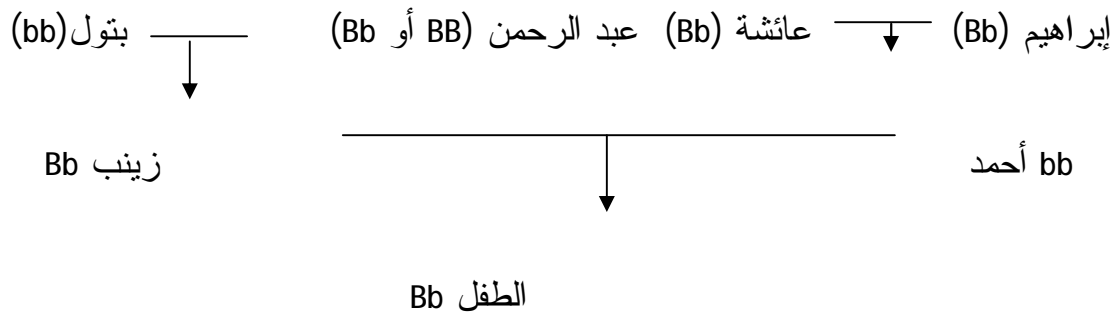
ب/ إذا تناسل أو هجن فردان يحملان صفة مظهرية واحدة وظهر في نسلهما فرد يحمل صفة مخالفة. هذه الصفة المخالفة إما صفة متحية أو طفرة.

ج/ إذا ظهرت صفة ما في جيل بنسبة ٣ : ١. الصفة التي تظهر بنسبة (١) هي الصفة المتحية.

د/ إذا تناسل فردان يحملان صفتين مختلفتين وظهر نسلهما يحمل إحدى الصفتين التي تختفي هي الصفة متحية.

٢/ نبدأ بحامل الصفة الوراثية المتحية لوجود نمط وراثي واحد ثم نصعد إلى الآباء، وننزل إلى الأبناء، وذلك من معرفة الأمشاج التي أخذها والتي سيعطيها والنمط الظاهري للآباء والأبناء.

مثال: في الإنسان إذا كان عامل العيون العسلية B سائد على عامل العيون الزرقاء b. تزوج. أحمد ذو العيون الزرقاء (ابن إبراهيم وعائشة وكلاهما عيونه عسلية) من زينب ذات العيون العسلية (ابنة عبد الرحمن ذو العيون العسلية، وبتول ذات العيون الزرقاء. رزق هذان الزوجان بطفل واحد عيونه عسلية. وضح بالأشكال المبينة فقط التركيب الوراثي لكل الأفراد المذكورين.



الشكل رقم (١١)

- ١/ نبدأ بأحمد وبتول لأنهما يحملان الصفة المتتحة وتركيب كل منهما bb.
- ٢/ بالنسبة إلى أحمد كل من أبوية يحمل عامل متتحي لأنهما ورثاه عاملان متتحيان. لكن عيونها عسلية عليه فهم هجناء.
- ٣/ أحمد لا يمكن أن يورث ابنه إلا عامل متتحي مع هذا ظهرت على الطفل صفة سائدة عليه فهو هجين وكذلك بتول مع بنتها زينب .

١/ لعالم وراثة ثلاثة أزواج من ذبابة الفاكهة، علم هذه الأزواج بالأحرف أ، ب، ج، ذبابتا كل زوج متماثلة اللون والنمط الوراثي ولكن إحداهما ذكر والأخرى أنثى، أجرى هذا العالم التهجينات الآتية:

١/ أ × ب حصل على ١٠٩ ذبابة رمادية اللون.

٢/ أ × ج حصل على ٨٠ ذبابة رمادية و ٢٨ ذبابة سوداء.

٣/ ب × ج حصل على ٧٦ ذبابة رمادية اللون.

اذكر مع الشرح وإيداء الأسباب النمط الوراثي والظاهري ونسبة هذه الأنماط عند تهجين كل من أ، ب، ج. بذباب أسود اللون.

الإجابة:

- (أ = ر س ، ب = ر ر ، ج = ر س) .
- ج × أسود و أ × أسود = ٥٠% رمادي (ر س) ، ٥٠% أسود (س س)
- ب × أسود = ١٠٠% رمادي اللون (ر س) .
- ٢/ لقح نبات بسلة ذو أزهار إبطية بنبات مثله فنتجت نباتات ذات أزهار إبطية وأخرى قمية علماً بأنه لم تحدث طفرة.
- أ/ ما الصفة السائدة.
- ب/ ما التركيب الوراثي للآباء.
- ج/ ما التركيب الوراثي والمظهري للجيل الناتج عن تلقيح الأب مع نبات أزهاره كمية .

الإجابة: الابطي سائد، كل من الأبوين هجين، إبطي (أ ق) ٥٠% وقمي (ق ق) ٥٠%.

القانون الثاني: قانون التوزيع الحر Law of Independent Assortment (عدم الإرتباط): كل زوج من أزواج الصفات المتضادة يكون مستقلاً في توارثه تمام الاستقلال عن غيره من أزواج الصفات المتضادة الأخرى .

بدأ مندل بدراسة صفة واحدة فقط لكنه لاحظ أن هناك صفات أخرى متعددة يمكن توريثها في نفس الوقت . فاخذ في دراسة توارث صفتين معاً كآلاتي:

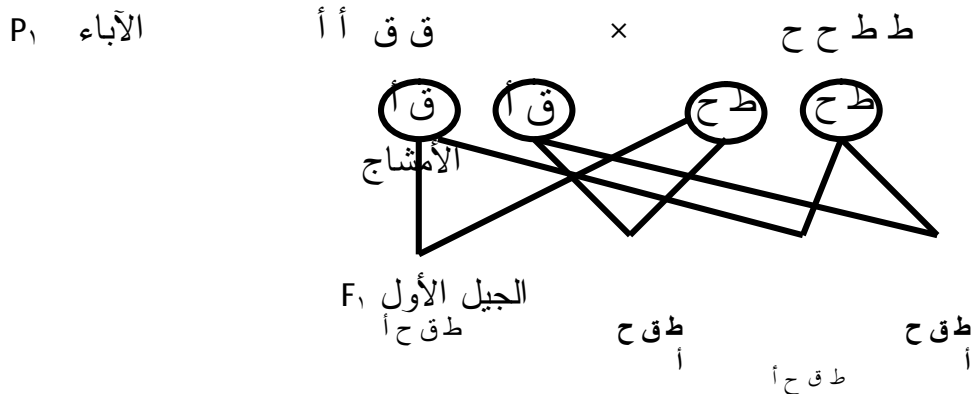
نبات طويل نقي تركيبه الوراثي ط ط

نبات أحمر نقي تركيبه الوراثي ح ح

نبات طويل أحمر نقي في الصفتين تركيبه الوراثي ط ط ح ح

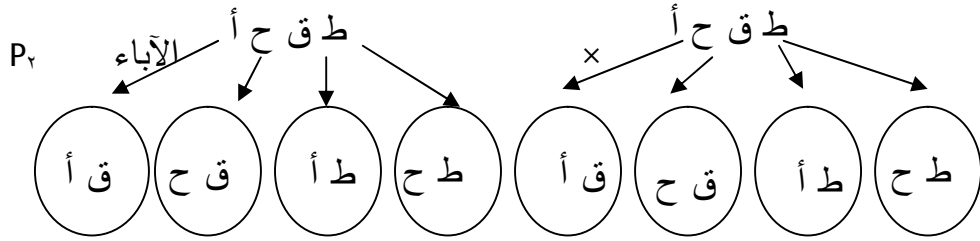
نبات قصير أبيض نقي في الصفتين تركيبه الوراثي ق ق أ أ

أمشاج الطويل النقي ط ط وأمشاج الأحمر النقي ح ح ولكن المشيج يحتوى على العاملين معاً . فأمشاج الطويل الأحمر النقي هي (ط ح) و (ق أ) للقصير الأبيض ، كما هو معلوم فان التلقيح متروك للصدفة (أي أن حبة اللقاح الأولى يمكن أن تقابل البويضة الأولى أو الثانية ، كما أن حبة اللقاح الثانية يمكن أن تلقح البويضة الأولى أو الثانية . يمكن توضيح ذلك بالمخطط التالي :



النمط الظاهري لـ F₁ طويل الساق أحمر الأزهار بنسبة ١٠٠% .

النمط الوراثي لـ F₁ ط ط ح ح أ بنسبة ١٠٠% .



التلقيح متروك للصدفة : هناك ١٦ احتمال (هي ٤×٤)

جدول رقم (٣) يوضح الجيل الثاني

♀	♂	ط ح	ط أ	ق ح	ق أ
ط ح	ط ح ح ط (١) طويل أحمر	ط ح ح أ (٢) طويل أحمر	ط ق ح ح (٣) طويل أحمر	ط ق ح أ (٤) طويل أحمر	
ط أ	ط ط ح أ (٥) طويل أحمر	ط ط أ أ (٦) طويل أبيض	ط ق ح أ (٧) طويل أحمر	ط ق أ أ (٨) طويل أبيض	
ق ح	ط ق ح ح (٩) طويل أحمر	ط ق ح أ (١٠) طويل أحمر	ق ق ح ح (١١) قصير أحمر	ق ق ح أ (١٢) قصير أحمر	
ق أ	ط ق ح أ (١٣) طويل أحمر	ط ق أ أ (١٤) طويل أبيض	ق ق ح أ (١٥) قصير أحمر	ق ق أ أ (١٦) قصير أبيض	

الجدول أعلاه يوضح النمط الوراثي والظاهري للجيل الثاني

النمط الظاهري :

طويل أحمر بنسبة ٩ (الأرقام ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٧، ٩، ١٠، ١٣).

طويل أبيض بنسبة ٣ (الأرقام ٦، ٨، ١٤) .

قصير أحمر بنسبة ٣ (الأرقام ١١، ١٢، ١٥) .

قصير أبيض بنسبة ١ (الرقم ١٦) .

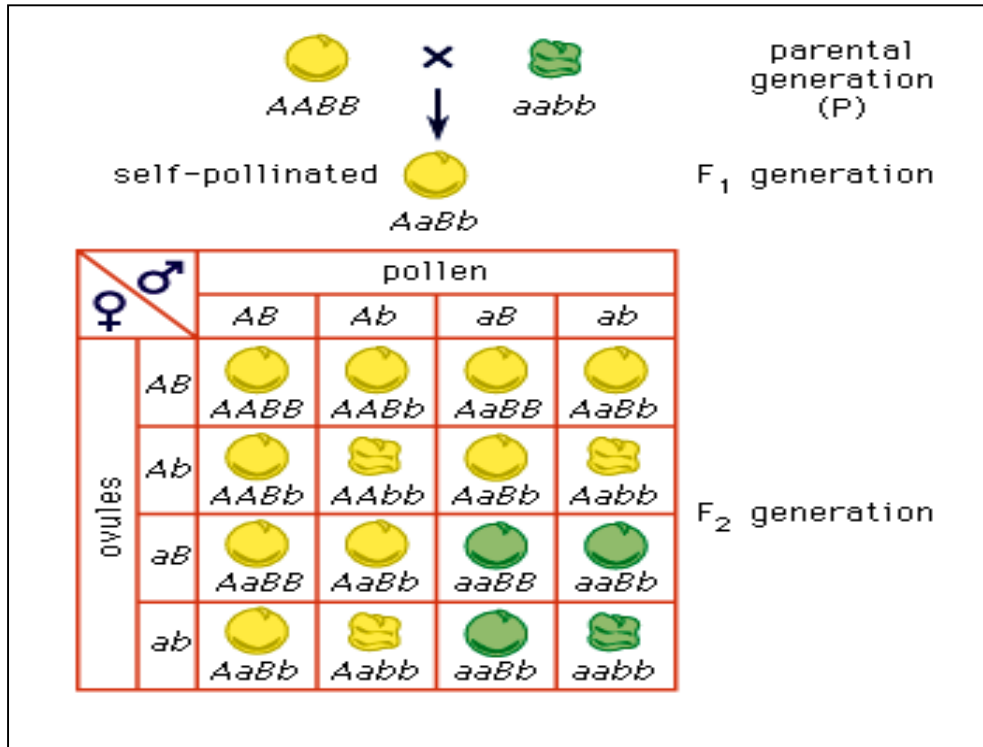
النمط الوراثي : ط ط ح ح ط ط ح ح ط ط ح ح
 ط ط ح ح ط ط ح ح ط ط ح ح
 ط ط ح ح ط ط ح ح ط ط ح ح

بنسبة ١ : ٢ : ١ : ٢ : ٤ : ٢ : ١ : ٢ : ١ علي الترتيب

نسبة النباتات الطويلة الي القصيرة هي نسبة ٣ : ١

نسبة النباتات الحمراء : البيضاء هي نسبة ٣ : ١

كل صفة تورث بمعزل عن الصفة الأخرى . أي في استقلال تام عنها بمعنى
 أن طول الساق لا يرتبط بلون الأزهار الأحمر . ولا قصر الساق يرتبط باللون



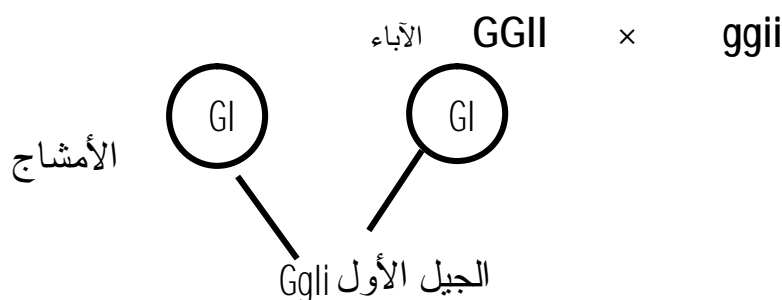
الأبيض وذلك لظهور ٤ أنماط وراثية كما ذكرت أعلاه مع هذا وجد أن
 قانون مندل الثاني لا ينطبق في حالات الارتباط. يمكن تمثيل ذلك بالحروف
 الإنجليزية كما يلي :

الصفات المرتبطة ببعضها Linkage

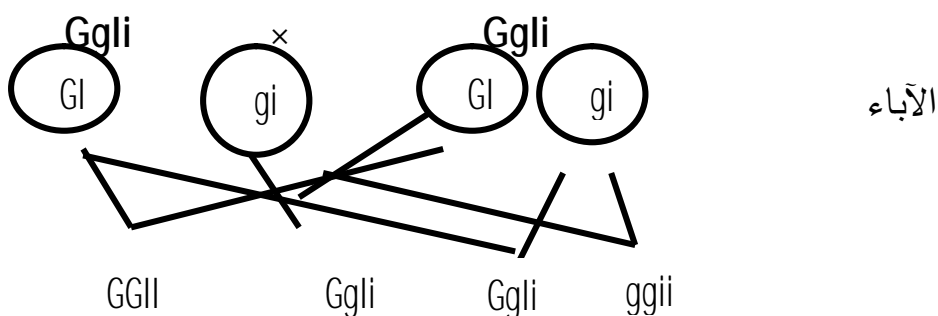
ذكر سابقاً أن الجينات المحمولة علي صبغي واحد يتحتم ارتباطها ببعضها في العمليات الوراثية. قد يفصم هذا الارتباط في بعض الحالات فيما يسمى بالتصالب والعبور **Crossing Over**.

التصالب: هو تقاطع الكروماتيدات الداخلية لكروموسومين متطابقين أو كروماتيدات غير شقيقة. في الطور التمهيدي الأول من الانقسام الاختزالي. العبور: هو تبادل الكروماتيدات الداخلية غير الشقيقة لبعض أجزائها في الطور التمهيدي الأول من الانقسام الميوزي. ظاهرة التصالب والعبور تؤدي إلى ظهور أنماط وراثية جديدة (التباين الوراثي). قد تكون عديمة الجدوى إذا كانت الأجزاء المتبادلة متماثلة وراثياً .

مثال للارتباط : إذا كان لون الجسم الرمادي يرتبط بالأجنحة الطويلة في ذبابة الفاكهة (الدروسفيلا) *Drosophilla*، ولون الجسم الأسود يرتبط بالأجنحة القصيرة. هجنت ذبابة رمادية اللون طويلة الأجنحة نقية في الصفتين مع ذبابة سوداء مختزلة الأجنحة. أوجد الطراز الوراثي والمظهري لأفراد الجيلين الأول والثاني.



النمط الوراثي $GgIi$ بنسبة ١٠٠% النمط الظاهري : رمادي طويل الأجنحة بنسبة ١٠٠%



الجيل الثاني

النمط الوراثي ل F₂ GGII : GgIi : ggIi بنسبة ١:٢:١

النمط الظاهري رمادية اللون طويلة الأجنحة: سوداء اللون قصيرة الأجنحة

بنسبة ١:٣ (قارنه مع F₂ في قانون مندل الثاني) .

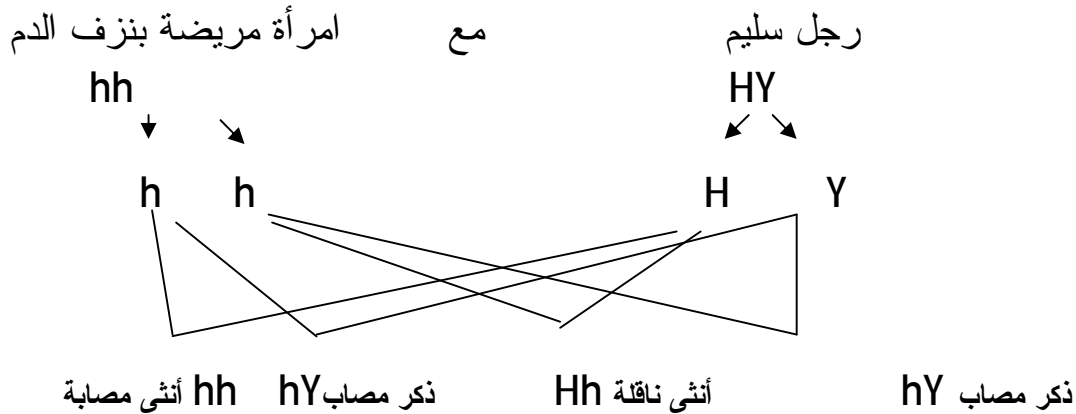
الصفات المرتبطة بالجنس Sex linkage

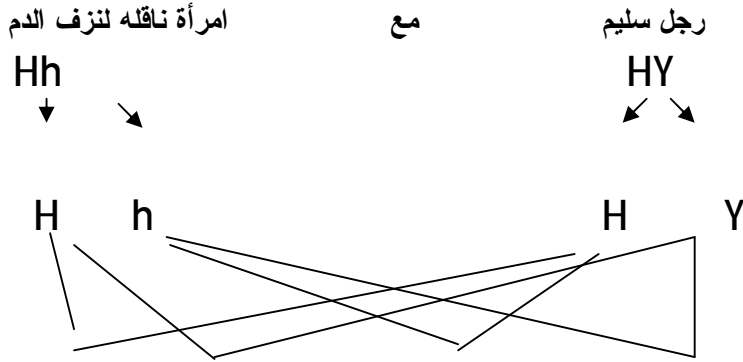
في أنثى الإنسان وبعض إناث الفراش تحمل الصفات الوراثية المتصلة بالجنس علي زوج من الصبغيات ، بينما الذكر يحملها علي صبغي واحد .
هنالك أكثر من خمسين عاملاً وراثياً بالإنسان يعتقد أنها محمولة علي صبغيات الجنس، مثال لذلك (العمي اللوني)، والهيموفيليا (عدم تجلط الدم نتيجة نقص بروتين معين)، البول السكري، ضمور العضلات في الأطفال، خصلة الشعر البيضاء أعلي الجبهة .

مثال (١): أب يعاني من مرض وراثي ناتج عن عامل متنحى وأم خالية وراثياً وظاهرياً من المرض ما النمط الوراثي والظاهري لأفراد الجيلين الأول والثاني .

الحل : التركيب الوراثي للأب المريض hy

التركيب الوراثي للأم السليمة ظاهرياً ووراثياً HH





أنثى سليمة HH أنثى ناقلة Hh ذكر سليم HY ذكر مصاب hY
الجيل الأول :

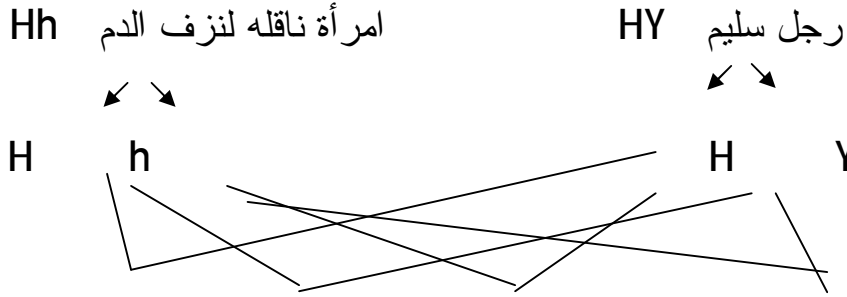
الفرد رقم (١) ذكر سليم الفرد رقم (٢) ذكر سليم.
تركيب الذكور الوراثي Hy بنسبة ١٠٠% ونمطها الظاهري سليمة بنسبة ١٠٠%.

الفرد (٣) و (٤) إناث سليمات ظاهرياً ولكنهن يحملن عامل المرض.
النمط الوراثي للإناث Hh بنسبة ١٠٠% ونمطهن الظاهري سليمات ظاهرياً
ولكنهن يحمل عامل المرض بنسبة ١٠٠%.

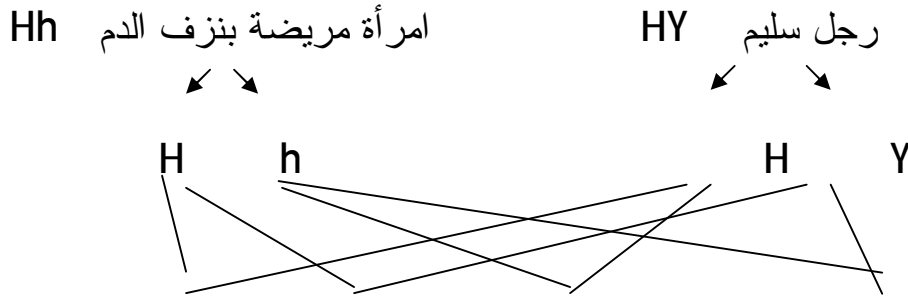
١/ كل الذكور بالجيل الأول خالية من المرض وراثياً وظاهرياً بينما الإناث سليمات ظاهرياً ولكنهن يحملن عامل المرض.

٢/ في الجيل الثاني: نصف الذكور أصحاء ونصفهم مصاب بالمرض بينما كل الإناث صحيحات ظاهرياً ولكن نصفهن يحملن عامل المرض.

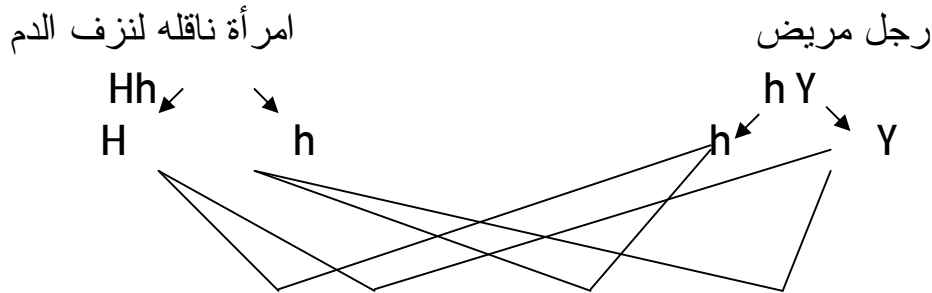
المثال (٢): أب سليم وأم ناقلة للمرض. ما الطرز المظهرية والوراثية لأفراد الجيلين الأول والثاني.



ذكر مصاب hY أنثى ناقلة Hh ذكر سليم HY أنثى سليمة HH



ذكر مصاب hY أنثى ناقلة Hh ذكر سليم HY أنثى سليمة HH



١- ذكر مصاب hY أنثى مريضة hh ذكر سليم HY أنثى حاملة Hh

للمرض

١/ الأبناء الذكور في الجيل الأول كلهم مرضى ، والبنات كلهن سليماً ظاهرياً لكنهن يحملن عامل المرض.

٢/ نصف الذكور بالجيل الثاني مرضي وكذلك الإناث.

٣/ نصف الإناث بالجيل الثاني سليماً ظاهرياً لكنهن يحملن عامل المرض

٤ / احتمال الإصابة بالمرض أكبر عندما تكون الأم مريضة. فالأم المريضة تحمل عاملين متحيين بينما الأب المريض يحمل عامل متحي واحد.

الارتباط: جينات تحمل صفات وراثية مختلفة تحمل على كروموسوم واحد مما يلزم توارثها كوحدة واحدة. تقسم حسب نوع الكروموسوم (الصبغي) إلى نوعين هما:

١- الصفات المرتبطة ببعضها: هي مجموعة جينات تحمل على كروموسوم جسدي أو ذاتي واحد.

٢- الصفات المرتبطة بالجنس: وهي صفات وراثية مختلفة تحمل على كروموسوم الجنس - كروموسومات الجنس زوج واحد قد يكون متطابق أو غير متطابق. نظرية الكروموسومات:

١. تمثل الصبغيات الجسور التي تعبر بها الصفات الوراثية من جيل إلى آخر.

٢. لكل كائن حي عدد معين ثابت من الكروموسومات في نواة كل خلية من خلاياه.

٣. تحمل الجينات الصفات الوراثية وتعبّر عنها بإفراز إنزيمات.

خصائص الجينات:

أ/ لها القدرة علي مضاعفة نفسها ذاتياً.

ب/ لها القدرة علي الدخول في تفاعلات كيميائية وفيزيائية وينتج عن ذلك الطفرات

ج/ تعمل الجينات علي نقل الصفات الوراثية من جيل إلى آخر.

أثر الصبغيات في تحديد الجنس:

قال تعالى في محكم تنزيله: ()

الاية (٤٩) الشورى. وقال في كتابه

الكريم: ()

(٤٦-٤٥) النجم . وقال تعالى: ()

الاية (٣٧-٣٩) القيامة.

ما السبب في تحديد جنس الكائن الحي ؟ ذكر سابقاً بأن هناك زوج من الكروموسومات تحمل الجينات المحددة لجنس الكائن الحي ذكراً كان أم أنثى، وذلك عن طريق:

١/ الاختلاف في عدد الصبغيات (النظام XO)

أ/ الذكر متباين اللاقحة:

في بعض الكائنات الحية للذكر صبغي واحد لا يوجد له شبيه أو مثيل يحمل الجينات المحددة للجنس لذا يرمز له بالنظام XO مثل العتاب GRASS HOPPER والصرصور وبعض أنواع البق. لهذا يسمي الذكر متباين اللاقحة بينما الأنثى متشابهة اللاقحة فللذكر صبغية أقل من الأنثى. وتتكون الأمشاج كما يلي:
في البق في الأنثى ٧ زوج من الصبغيات تكون بويضاتها كما يلي:

$$\text{♀} = 7 \text{ أزواج} = 7 \text{ صبغيات} + 7 \text{ صبغيات} .$$

$6 = 1 + 6 = 1 + 6$ أزواج = ٦ صبغيات فهو متباين اللاقحة وإذا التقى حيوان منوي به ٧ صبغيات بأي بويضة فإن الناتج أنثى وإذا التقى حيوان منوي به ٦ صبغيات بأي بويضة فإن

الناتج ذكر. فالاختلاف بين الذكر والأنثى في عدد كروموسومات الجنس في الأنثى XX وفي الذكر XO .

في الصرصور ١٧ زوج من الصبغيات

$$\text{♀} \text{ ١٧ زوج} = \text{ص ١٧} + \text{ص ١٧} . \text{ Homozygous}$$

$$\text{♂} \text{ ١٦ صبغي} = \text{ص ١٦} + \text{ص ١٧} . \text{ Hetrozygous}$$

ب/ في بعض أنواع الحيوانات ك بعض أنواع الفراش للأنثى صبغية أقل مما للذكر، فالأنثى متباينة اللاقحة و الذكر متشابهة اللاقحة. في الحالتين أعلاه (أ / ب) الفرق بين الذكر والأنثى في عدد صبغيات الجنس.

٢/ الاختلاف في شكل صبغيات الجنس:

في كثير من الكائنات الحية الاختلاف بين الذكر والأنثى في شكل صبغيات الجنس وليس في عددها.

أ/ في الدروسفيللا (ذبابة الفاكهة) ٤ أزواج من الصبغيات ثلاثة ذاتية والرابع جنسي. تركيب الأمشاج في الجنسين كما يلي.

ب/ في بعض الحيوانات كالدجاج وبعض أنواع الفراش والأسماك الذكر متشابهة اللاقحة، والأنثى متباينة اللاقحة للتفريق بين الحاليتين اتفق علي أن يرمز لهذا النوع ب ZZ للذكر و ZW للأنثى.

فصائل الدم: Blood group

اكتشف اشتاينر علي سطح كريات الدم الحمراء مادة بروتينية ذات وزن جزئي كبير أطلق عليها أنتجين Antigene. ثم اكتشف أن هناك أنتجيناً جديداً نتج عن طفرة من الأول. أطلق علي الأول أنتجين (أ) وأطلق علي الثاني أنتجين (ب). فالفرد إما أن يمتلك انتجين (أ) أو (ب) أو الاثنين معاً أو لا يحتوي أيّاً منهما. عليه قسمت فصائل الدم إلي أربعة فصائل حسب نوع الأنتجين. مع ملاحظة أن الشخص يمتلك أجساماً مضادة للأنتجين الذي لا يمتلكه .

أنتجين (أ) لا يسود علي (ب) أو العكس (انعدام سيادة) بينما كلاهما يسود علي عدم تكوين الأنتجين . هناك ثلاثة بدائل ، نصيب الفرد منها بديلين (تعدد بدائل).

جدول (٤) يوضح فصائل الدم

الانتجين علي سطح كريات الدم الحمراء	فصيلة الدم	الأجسام المضادة في البلازما	التمثيل الوراثي
أ	أ	ب	A أو AA
ب	ب	أ	B أو BB
أ و ب A and B	أ AB	لا يوجد —	AB
لا يوجد —	و O	أ أو ب A أو B	— —

مثال : ما التركيب الوراثي والظاهري للنسل الناتج من الآباء بالتراكيب التالية :

$$A_i \times B_i \quad / ٣ \quad B_i \times AB \quad / ٢ \quad B \times O \quad / ١$$

١ / احتمال فصائل الدم هي O : B بنسبة ١ : ١، أو B (B_i) بنسبة ١٠٠% .

٢ / احتمال فصائل الدم هي A : B : A B بنسبة ١ : ٢ : ١

٣ / احتمال فصائل الدم هي O : B : A : A B بنسبة ١ : ١ : ١ : ١ .

تمرين :

أ/ أوجد كل الاحتمالات الممكنة لفصائل دم الأطفال الناتجة عن التهجينات

التالية :

١- أ×أ هجين ٢- و×و ٣- أب×أب ٤- أب×و .

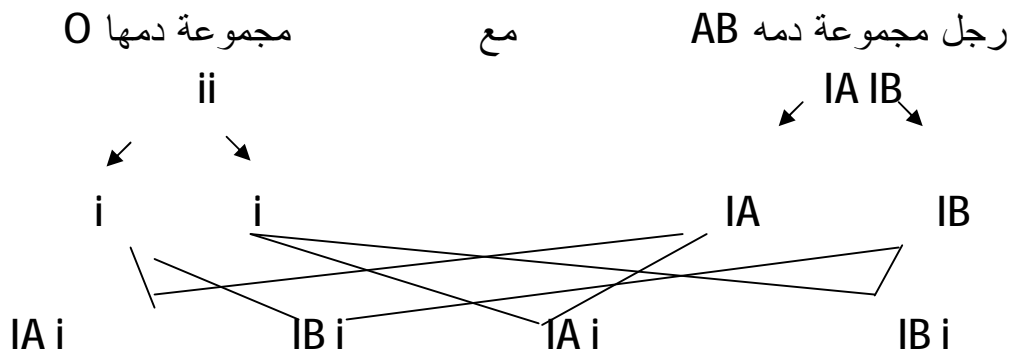
٢/ أم فصيلة دمها B نقي ما هي احتمالات فصيلة دم زوجها إذا كانت فصيلة

دم طفلها B .

من حل المسألة الأخيرة يمكن الوصول الي استنتاج مفاده: من معرفة فصيلة دم الأم والطفل نجد أن هناك أكثر من احتمال لفصيلة دم الأب. علية فصائل الدم لا تثبت الأبوة. ومن معرفة فصيلة دم الأب والأم يمكن تحديد فصائل دم الأطفال المتوقعة وأي طفل من غير هذه الفصائل يدل علي أن هذا الأب ليس أباه. علية فصائل الدم تنقي البنوة.

مثال: إذا تزوج رجل مجموعة دمه AB بامرأة مجموعة دمها O، فما مجاميع

الدم المتوقعة في أبنائهما ؟



أذن مجاميع الدم للأبناء A هجين، B هجين .

مثال: إذا تزوج رجل مجموعة دمه A بامرأة مجموعة دمها O، فما مجاميع

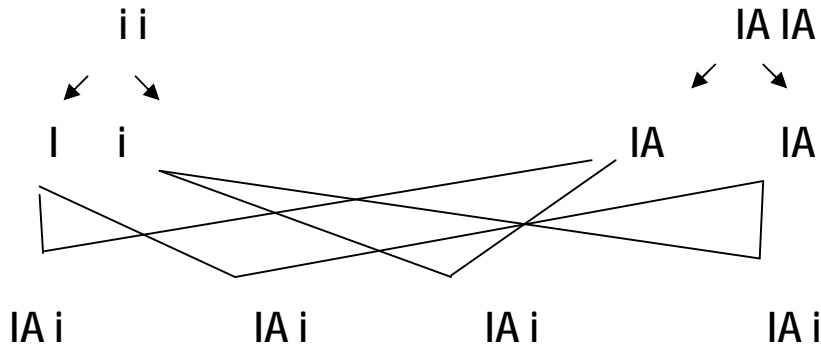
الدم المتوقعة في أبنائهما؟

i

هنا احتمالين للرجل أما أن تكون مجموعة دمه نقي IA IA أو هجين IA i

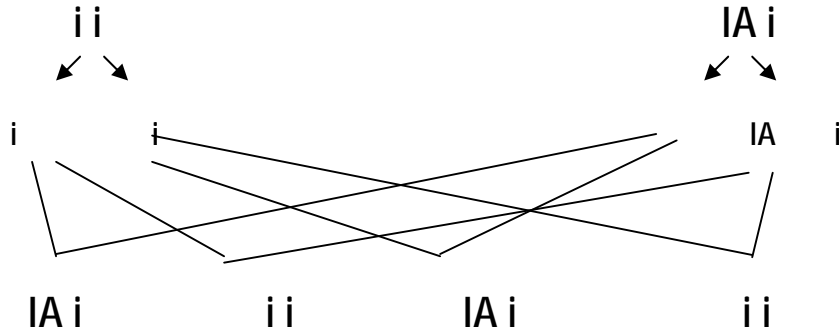
أما المرأة ii

الاحتمال الأول: رجل مجموعة دمه A نقي مع مجموعة دمها O



أذن مجاميع الدم للأبناء A هجين.

الاحتمال الثاني: رجل مجموعة دمه A هجين مع مجموعة دمها O



* أهمية دراسة مجاميع الدم: يستفاد من دراسة مجاميع الدم ووراثتها ما يلي:

١- عمليات نقل الدم بين الأفراد.

٢- تحليل الدم في الطب الشرعي (إثبات الأبوة).

العامل الريصي Rhesus Factor

اكتشف علي سطح كريات الدم الحمراء في نوع من القرود تسمى

Macacuss Rhesus أنواع أخرى من الأنتجينات أشهرها أنتجين D. ثم اكتشف

أنها أيضاً توجد في دم الإنسان. فالإنسان الذي يحتوى دمه علي هذا الانتجين يسمى

موجب (+) **positive** العامل الريصي والذي لا يحتوى دمه عليه يسمى سالب (-) **negative** العامل الريصي.

عليه تقسم فصائل الدم في الإنسان إلى **O-, O+, AB-, AB+, B-, B+, A, A+**. هذا الأنتجين ليس له أجسام مضادة في بلازما الدم (السيرم serum). تتكون الأجسام المضادة لدى الأفراد سالبى العامل الريصي إذا أدخل إليهم دم موجب. تكمن خطورة العامل الريصي إذا كان الأب موجب العامل الريصي والأم سالبة العامل الريصي. أول مولود (طفل) موجب العامل الريصي (بغض النظر أهو أول مولود أم لا) يحث الأم علي تكوين أجسام مضادة وثاني طفل موجب (قد يكون ترتيبية الثاني بين أخوته أو الثالث أو الرابع ... الخ إذا كان لدية أخوة سالبى العامل الريصي) يتعرض إلى تحلل الدم . ولتجنب ذلك:

١/ تغيير دم المولود فوراً بعد الولادة

٢/ حقن الأم خلال ٧٢ ساعة بعد الولادة بسائل يمنع تكوين الأجسام المضادة

في شكل حقنة تسمى **Rh- immunoglobulin**.

التهجين العكسي أو الرجعي:

هو تهجين فرد من الجيل الأول مع أحد الأبوين أو مع فرد له تركيب وراثي

مطابق له.

مثال (١):

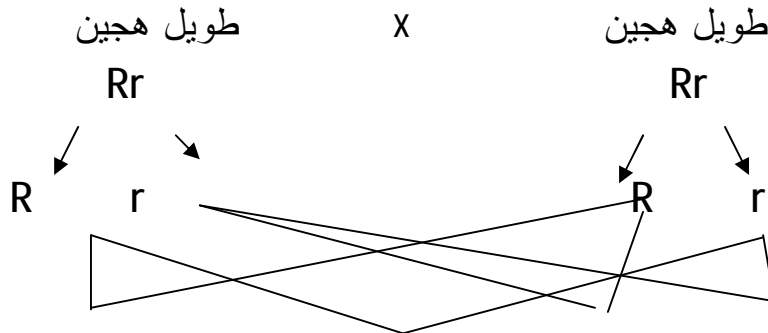
لقح نبات بسلة طويل الساق بري مع آخر قصير الساق. ثم لقح فرد من الجيل

الأول مع الأب القصير، ما نتائج التلقيح الأخير. عبر عن عامل الطول بالحرف

(ط) والقصر بالحرف (ق) .

النمط الوراثي ل F₁ ٥٠ % ط ق و ٥٠ % ق ق

النمط الظاهري ل F₁ ٥٠ % طويل الساق ٥٠ % قصير الساق .



rr (أبيض) Rr (أحمر هجين) RR (أحمر نقي)

إذن نسبة اللون الأحمر (السائد) إلى اللون الأبيض (المتنحي) هي ٣ : ١
للجيل الثاني
مثال (٢):

لقحت أنثى من خنازير غينيا سوداء أصيلة مع ذكر أبيض. ثم لقح ذكر من
الجيل الأول رجعيًا مع أمه. حدد النمط الوراثي والجيني للجيل الناتج من التلقيح
الأخير.

$BB \text{ ♀} \times bb \text{ ♂}$

أنثى سوداء ذكر أبيض

Bb ذكور وإناث سوداء الجيل الأول F₁

$Bb \text{ ♂} \times BB \text{ ♀}$ P₂ تلقيح رجعي

أم سوداء X أب أسود

Bb ١/٢ الجيل BB ١/٢ الجيل

بنسبة ٥٠% : ٥٠% أو ١ : ١ النمط الظاهري النسل كله أسود .

التلقيح الاختباري :

يشابه التركيب الوراثي الأصل/ السائد مع التركيب الخليط أو الهجين في النمط
المظهري، لذا لا بد من إجراء اختبارات للتفريق بينهما، لذا يجري التلقيح
الاختباري لمعرفة التركيب الوراثي.

مثال: نبات بسلة نمطه الظاهري طويل كيف يمكن تحديد نمطه الوراثي؟

الحل : نبات طويل يعني أنه يحمل عامل طول علي الأقل عليه إما أن يكون عاملاً طول، أو أحدهما عامل طول والآخر عامل قصر (هجين) نهجته بنبات قصير ثم بعد الحصول علي البذور وزراعتها ننظر إلى الطراز المظهري إذا خرجت النباتات كلها طويلة ذلك يعني أن العاملين عاملاً طول وإذا خرجت بعض النباتات طويلة والأخرى قصيرة ذلك يعني أن العامل الآخر عامل قصر إذا كان عامل (؟) عامل العلامة عامل طول ستكون النباتات كلها طويلة وإذا كان العامل (؟) عامل قصر سيكون نصف النباتات تقريباً طويلة ونصفها الآخر قصير . بذلك نحدد التركيب الوراثي لحامل الصفة السائدة.

فوائد:

التعرف بدقة علي الصفة السائدة، و تحسين النسل، و الحفاظ علي الصفات المرغوب فيها.