الجزء الثانى

الباب الثالث عشر

تقسيم الكائنات الحية

Classification of organisms

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الثالث عشر

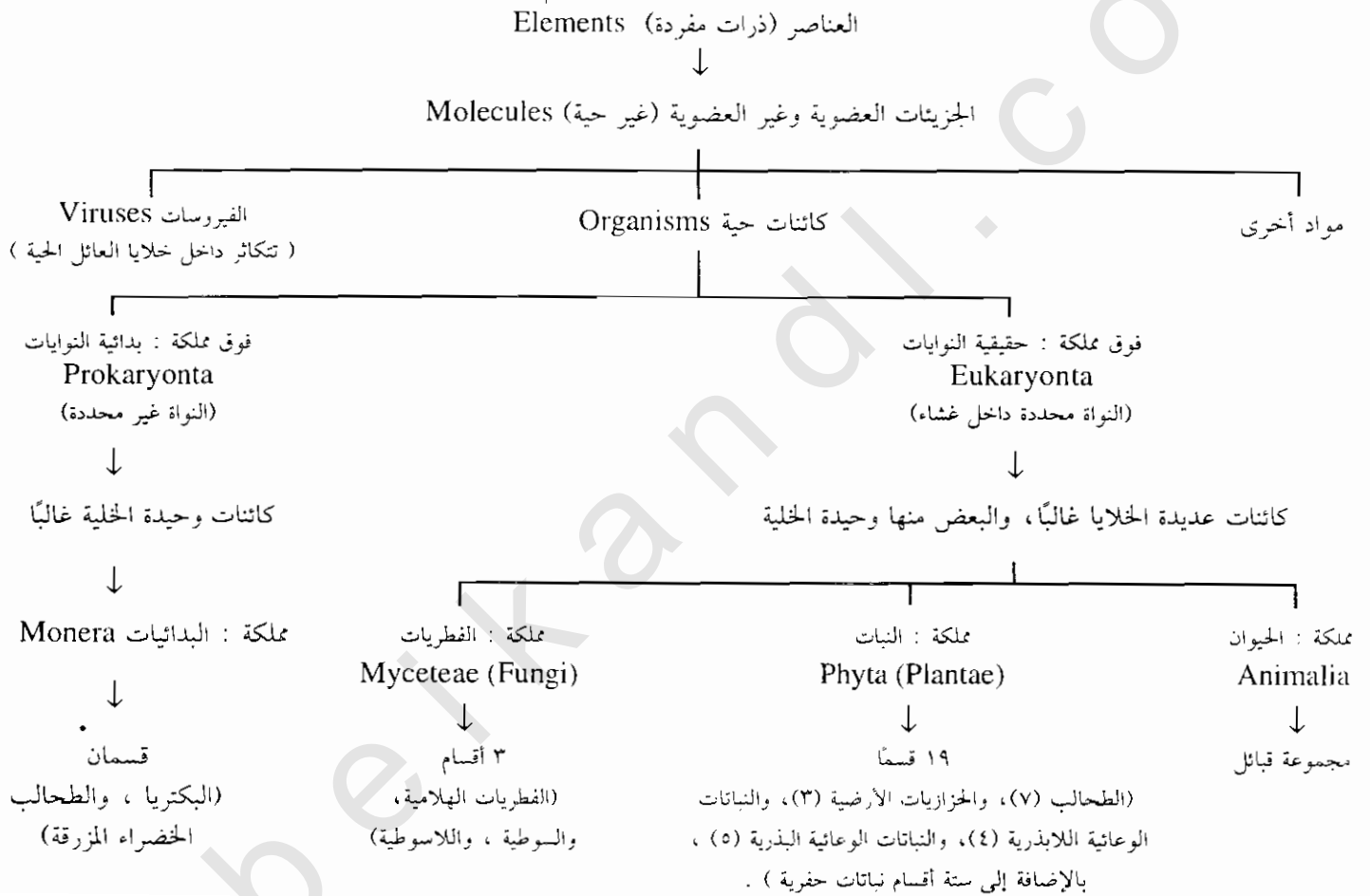
تقسيم الكائنات الحية
Classification of organisms

دأب الإنسان منذ بدء الخليقة على فحص، ودراسة جميع الكائنات الحية التى تشاركه الحياة على كوكب الأرض بحثًا عن المقومات المادية لحياته، وكان يقوم خلال ذلك - وبصورة تلقائية - بتصنيف كل ما يقابله من كائنات حية إلى فئات محددة يستطيع التعامل معها، والتفرقة فيما بينها حتى يستفيد من خيرها ويتجنب ضررها، وبديهيًا كان تقسيم الإنسان للكائنات الحية يتطور خلال الأزمنة المتتالية بقدر ما يتوافر لديه من معرفة فى كل عصر، وقد سبق فى الجزء الأول من هذا الكتاب تناول تطور نظم التقسيم خلال المراحل المتلاحقة ، وكذلك المقترحات المختلفة لتقسيم الكائنات الحية فى ممالك متعددة، ويوضح جدول (١٣-١) بإيجاز الهيكل التنظيمى لتقسيم الكائنات الحية فى الوقت الراهن .

يستعرض الجزء الثانى من هذا الكتاب الأقسام المختلفة التى تتكون منها المملكة النباتية ، مع ذكر أمثلة للفئات التصنيفية المختلفة بها، وشرح للصفات العامة بها، ودورة حياتها، وينهج هذا العرض المنوال الذى اقترحه بولد وآخرون . Bold *et al* (١٩٨٧) فى تقسيم الكائنات الحية إلى أقسام محددة (جدول ٣-٦) صفحة ٨٠، وذلك لحداثة هذا النظام وبساطته فى تناول الفئات التصنيفية المختلفة بصورة منطقية ومقبولة .

وبداية سوف يتعرض الجزء التالى لشرح بدائيات النوايات (البكتريا ، والطحالب الخضراء المزرقة) وكذلك الفطريات بإيجاز، وقد يعجب البعض أن هذه الكائنات الحية ليست من مملكة النبات، ولكن قد يرجع ذلك لما ألفه واعتاد عليه علماء النبات من دراسة هذه الكائنات الدقيقة فيما مضى، وحاليًا تدرس البكتريا كعلم مستقل - علم البكتريا Bacteriology ، ويعرف حديثًا بعلم الكائنات الدقيقة Microbiology وبالمثل، رغم استقلاليتها فى علم الفطريات Mycology . . فإن دراسة الفطريات مازالت تستهوى عديدًا من علماء النبات . وعمومًا فالإلمام بخصائص هذه المجموعات من الكائنات الدقيقة ضرورى لمقارنة خصائصها مع تلك لأفراد مملكة النبات .

جدول (١٣-١) : الهيكل التنظيمى لتقسيم الكائنات الحية .



obeikandl.com

فوق مملكة : بدائيات النوايات

Superkingdom Prokaryonta

تشتمل فوق مملكة بدائيات النوايات على مملكة واحدة هى مملكة البدائيات : Kingdom Monera التى تضم قسمين ، هما :

قسم البكتريا ..... Division : Bacteria

قسم الطحالب الخضراء المزرقة ..... Division : Cyanophyta

البدائيات كائنات وحيدة الخلية غالبًا، مجهرية، يحيط بالخلايا جدار خلوى غير سيلولوزى يتكون من مركبين من السكريات الأمينية Amino sugars ، هما : حامض الموراميك Muramic acid ، وإن - أستيل جلوكوزأمين N - acetyl glucosamine ، وثلاثة أحماض أمينية ، هى : الآلانين Alanine وحامض الجلوتاميك Glutamic acid وحامض ثنائى أمين البيملك Diaminopimelic acid ، وتعرف مجموعة المركبات الداخلة فى تركيب جدار البدائيات الببتيدوجلايكانات Peptidoglycans .

ومما يجدر ذكره أن حامض الموراميك يوجد فقط فى جدار خلايا بدائيات النوايات ، ولم يسجل وجوده فى خلايا حقيقية النوايات Eukaryontae . بينما يدخل مركب N-acetyl glucosamine فى تركيب الكيتين بجدر خلايا الفطريات. أما الأحماض الأمينية فيوجد أثنان منها فى الوضع *d* ، والمعتاد أن توجد فى التركيبات خلاف جدار خلايا بدائيات النوايات ، وكافة خلايا حقيقية النوايات فى الوضع l هذا ، بالإضافة إلى وجود الحامض الأمينى Diaminopimelic acid فى جراثيم خلايا بدائيات النوايات فقط. وقد يتصل بالخلية سوط واحد أو أكثر وبعضها عديم الأسواط، ولا توجد نواة حقيقية وإنما كتلة نووية تتكون من خيط دائرى عارٍ من الحامض النووى الديوكسى ريبوزى Deoxyribonucleic acid (DNA) الذى تتكون منه الجينات Genes ، ويخلو السيتوبلازم من العضيات (الجسيمات) المحاطة بأغشية فلا توجد بلاستيدات Plastids أو ميتوكوندريا Mitochondria أو أجسام جولجى Golgi apparatus ، وكذلك لا توجد شبكة إندوبلازمية Endoplasmic reticulum . وتوجد الريبوسومات Ribosomes متناثرة فى السيتوبلازم . وترتبط الوظائف الحيوية مثل التنفس بالغشاء السيتوبلازمى عديد الانثناءات لوجود Mesosomes .

التغذية فى معظم الأنواع غير ذاتية Heterotrophic ، وتكون بالترمم أو بالتطفل . وبعض الأنواع ذاتية التغذية Autotrophic ؛ حيث تقوم بعملية البناء الضوئى Photosynthesis ، وتحتوى على أنواع خاصة من صبغات البناء الضوئى ، أو تقوم بعملية البناء الكيميائى Chemosynthesis التى تعتمد على طاقة الأكسدة لمركبات غير عضوية موجودة فى الوسط المحيط، ويكون الانقسام لا جنسيًا بواسطة الانقسام الثنائى البسيط Binary fission .

مملكة البدائيات

Kingdom Monera

أولاً : قسم البكتريا : Division Bacteria

تعتبر البكتريا أصغر الكائنات الحية ، وتحتاج إلى مجهر ذى قوة تكبير عالية حتى يمكن مشاهدتها . والبكتريا كائنات حية وحيدة الخلية خالية من البلاستيدات الخضراء، وحتى الأنواع القليلة منها المحتوية على كلوروفيل فلا يوجد بلاستيدات، والنواة بدائية غير محددة أو غير محاطة بغشاء نووى، وهى تشتمل على نحو ٢٠٠٠ نوع .

تركيب البكتريا :

تتركب الخلية البكتيرية شكل (١٣-١) من سطح خلوى ، يحيط بتركيبات داخلية كما يلى:

(١) السطح الخلوى : Bacterial surface

(أ) الطبقة الهلامية : Slime layer ويتطلب فحصها طرق صبغ خاصة، وتختلف فى السمك فقد تكون رقيقة أو سميكة وتسمى علبة Capsule ؛ حيث قد تصل فى السمك إلى أكثر من ضعف سمك الخلية، وتعمل العلبة على حماية الخلية من الظروف غير الملائمة . وبالنسبة للميكروبات المرضية فإنها تحميها من هجوم كرات الدم البيضاء والأجسام المضادة بجسم العائل .

(ب) جدار الخلية : Cell wall غشاء صلب سمكه من ١٠-٢٥ ملليميكرون،

يحفظ للخلية البكتيرية شكلها ويحميها، وتتطلب مشاهدته طرق صبغ خاصة، ويتركب من مواد كربويدراتية عديدة السكريات وأحماض أمينية ومواد دهنية، ويرجع تأثير البنسلين على الخلية البكتيرية إلى تدخله فى تطور الجدار فالخلية التى تنمو فى وجود البنسلين تصبح رقيقة الجدار ، ولا تلبث أن تنفجر .

(جـ) الغشاء السيتوبلازمى : Cytoplasmic membrane يقع إلى الداخل من جدار الخلية محيطًا بالسيتوبلازم، وهو رقيق جدًا ومرن وله نفاذية اختيارية ؛ حيث يسمح بمرور الماء والمواد الذائبة خلاله بدرجات مختلفة، وهو مسئول عن عملية الانتشار الغشائى من وإلى الخلية، ويتركب من أحماض نووية ودهون ، وبه انثناءات عديدة تزيد من مساحته السطحية .

(٢) التركيبات الداخلية :

(أ) السيتوبلازم : Cytoplasm مادة شفافة بها ٧٠-٧٥٪ ماء غنية فى مادة RNA تحتوى على مواد غذائية مختزنة على هيئة نقيطات دهنية Poly -β- hydroxybutyrate (PHB) وحبيبات كربويدراتية . وإذا ما وجد الكلوروفيل البكتيرى كما فى بعض الأنواع فيوجد على حوامل المواد الملونة Chromatophores ، وتوجد فجوات تحتوى على مواد ذائبة فى الماء .

(ب) النواة : Nucleus لا تظهر طرق الصبغ المعتادة والفحص بالمجهر الضوئى وجود نواة للخلية البكتيرية داخل السيتوبلازم، ولكن باستخدام المجهر الالكترونى وطرق خاصة للصبغ ثبت وجود نواة مميزة تنقسم ، وتقوم بوظائف النواة فى نقل الصفات الوراثية . وتختلف نواة البكتريا عن نواة الكائنات الأرقى فى عدم احتوائها على غشاء نووى كما لا تتكون خيوط مغزلية عند الانقسام ، وتحتوى الخلية البكتيرية الكروية على جسم نووى واحد ، أما فى بعض البكتريا العصوية والحلزونية فتوجد عدة أقسام نووية لا سيما فى الأوقات التى ينشط فيها النمو ، وتكون النواة كروية أو بيضاوية الشكل، ولا تخرج الأسواط فى الخلية البكتيرية المتحركة كزوائد من الجدار الخارجى ، بل كامتدادات من سيتوبلازم الخلية .

شكل البكتريا :

يمكن تلخيص أشكال البكتريا (شكل ١٣-٢) فيما يلى :

(١) **الشكل الكروى** : وتسمى Coccus (جمعها Cocci) ، وهى إما أن توجد فرادى أو تظل متصلة بعد أول انقسام فى أزواج وتسمى Diplococcus وقد تنتظم فى رباعيات Tetracoccus أو مكعبات من ثمانية أو مضاعفاتها Sarcina ، وقد تتكون فى شكل سلسلة أو سبحة Streptococcus أو فى مجموعات غير منتظمة Mirococcus وقد تتخذ شكلاً عنقوديًا (Staphylococcus) .

(٢) **الشكل العصوى** : وتسمى Bacillus (جمعها Bacilli) ، وهى على هيئة عصى قصيرة أو طويلة نسبيًا ، وتتفاوت نسبة الطول إلى العرض ، فيوجد العصوى القصير حيث يقرب طولها من عرضها ، والعصوى الطويل الذى يبلغ طوله ٣ إلى ١٠ أمثال عرضه ، وقد يكون طرفها مستويًا أو مستديرًا أو على شكل عصا الطبلة ، وقد تكون الخلية مستقيمة أو مقوسة ، وتوجد الخلايا مفردة أو فى سلاسل .

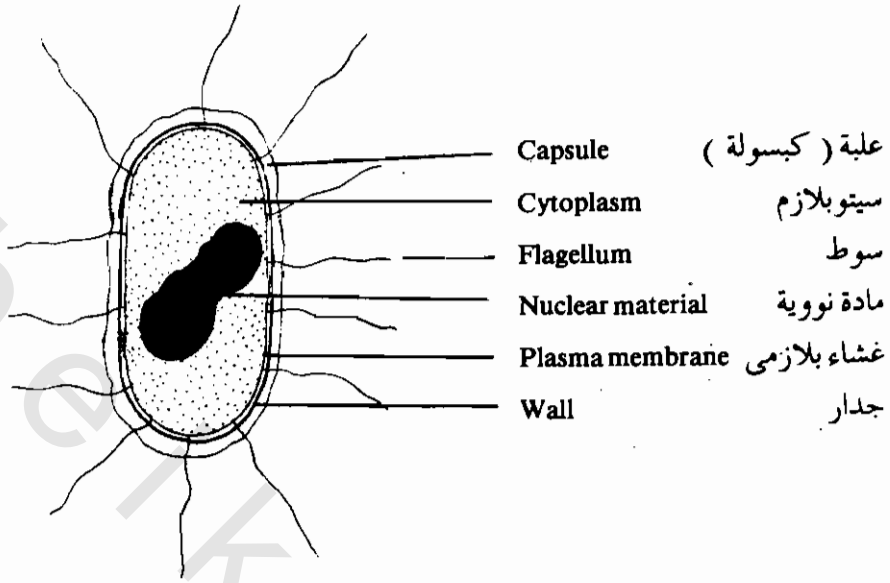
(٣) **الشكل اللولبى** : تختلف فيما بينها من حيث أشكالها وتركيبها وطريقة حركتها وتشتمل على الطرز الثلاثة الآتية :

(أ) **بكتريا حلزونية** : Spirillum وهى حلزونية الشكل متصلبة الجدار تتحرك أغلبيتها بأسواط .

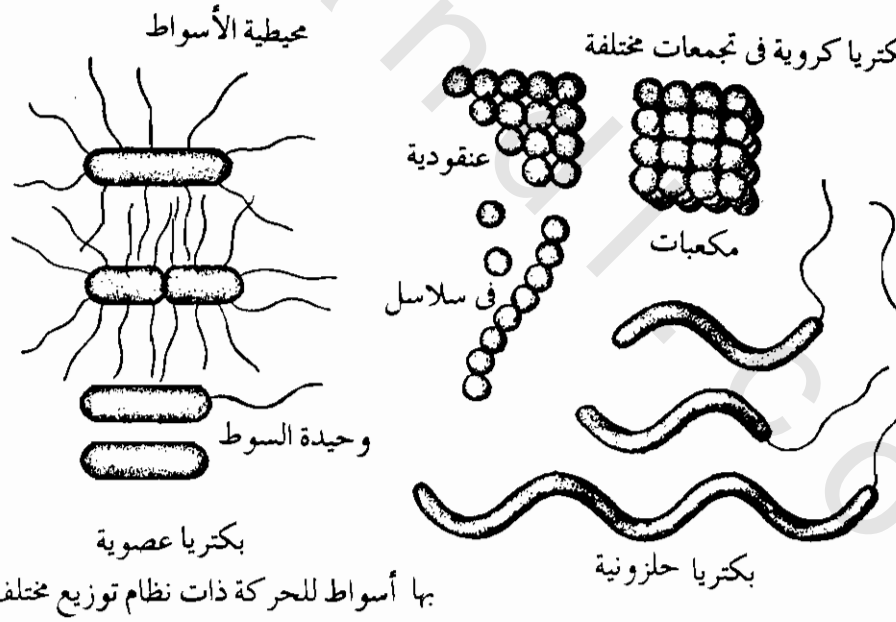
(ب) **بكتريا ضمية** : Vibrio وهى واوية أو ضمية الشكل متصلبة الجدار ، وتتحرك بأسواط.

(جـ) **بكتريا منثنية** : Spirochete وهى لولبية الشكل جدارها غير متصلب، ليس لها أعضاء حركة كالأسواط ، ولكنها تتحرك كالدودة بالتلوى والانثناء .

(٤) **الشكل الخيطى** : Filamentous bacteria (Actinomycetes) تحتوى على أنواع وحيدة الخلية ، إلا أنها أكبر حجمًا نسبيًا من البكتريا العصوية ، وتظهر ميلاً للتفرع لتكوين خيط بدائى متكسر ، وقد تتخذ الخلية شكل الحروف L، Y، X ، وقد يتفرع الخيط فيما يشبه هيئات الفطر، والتى يطلق عليها الأكتينوميسيتات Actinomycetes .



شكل (١٣-١) : رسم تخطيطى يوضح تركيب الخلية البكتيرية .



شكل (١٣-٢) : بعض أشكال البكتريا (عن والتر وماكبي Walter & McBee ١٩٦٢)

حجم البكتريا :

يتراوح قطر البكتريا الكروية من نصف ميكرون إلى ما يزيد قليلاً عن الميكرون أما البكتريا العصوية فيتراوح متوسط اتساع كل واحدة ما بين نصف ميكرون إلى ميكرون ، والطول ما بين واحد ونصف إلى أربعة ميكرونات . وتختلف البكتريا الحلزونية فى الطول حتى لتصل إلى عشرة ميكرونات ، وقد يصل طول البكتريا الخيطية من ٢٠ إلى ١٠٠ ميكرون .

حركة البكتريا :

تختلف أنواع البكتريا من حيث قدرتها على الحركة ، فمنها عديمة الأسواط التى لا تستطيع الحركة مثل معظم البكتريا الكروية ، ومنها المزودة بأعضاء حركة على هيئة أسواط Flagella تدفعها للانتقال فى البيئة السائلة، وتشمل البكتريا ذات الأسواط حوالى نصف أنواع البكتريا الحلزونية والضمية، ويختلف توزيع الأسواط فقد يكون واحدًا فى طرف الخلية . أو خصلة من الأسواط فى طرف واحد ، أو فى كلا الطرفين ، أو موزعًا على امتداد محيط الخلية . ويتميز كل نوع من البكتريا بثبات عدد الأسواط ، وموضعها وترتيبها ؛ مما يعد صفة على جانب كبير من الأهمية التصنيفية .

التجرثم :

لبعض أنواع البكتريا القدرة على تكوين جراثيم داخل الخلية Endospores ، وينتج عن الخلية البكتيرية جرثومة واحدة ، وهى طريقة لحفظ النوع وليست للتكاثر ، حيث تحاط الجرثومة بجدار غير نفاذ كثيف ، يشكل حوالى $\frac{1}{10}$ حجم الخلية والجراثيم شديدة المقاومة للظروف البيئية غير الملائمة كالحرارة والبرودة والجفاف . . إلخ . وعند تحسن الظروف البيئية تنبت الجراثيم وتعطى خلية خضرية .

التكاثر :

يتم التكاثر اللاجنسى فى البكتريا بواسطة الانقسام الثنائى البسيط Binary fission ؛ حيث تزداد الخلية فى الحجم ، ثم تنفلق إلى خليتين، وقد تنفصل الخليتان الجديدتان أو لا تنفصل . وباستمرار الانقسام وعدم الانفصال تتكون مستعمرة ويتضاعف عدد الخلايا بسرعة ، قد تصل إلى مرة كل ١٥-٢٠ دقيقة فى أنواع البكتريا السريعة النمو إذا ما نمت

البكتريا فى بيئة مناسبة ، غير أن هذا الانقسام السريع تقل حدته بعد وقت قصير ؛ لعدم توفر المواد الغذائية من جهة ، ولتلوث البيئة بنواتج العمليات الحيوية التى تلفظها الخلايا إلى الخارج من جهة أخرى، قد يحدث تكاثر جنسى فى أنواع قليلة مثل *Escherichia coli* ، فيحدث بها تزاوج وتبادل للمادة الوراثية ، سواء بتكوين ما يشبه التزواج أو بالاتصال المباشر .

التغذية :

أغلب أنواع البكتريا غير ذاتية التغذية Heterotrophics تعيش على أنسجة ميتة ، وتسمى سترمة Saprophytes ، أو على أنسجة حية وتسمى متطفلة Parasites ، وبعضها تبنى المواد العضوية من مواد غير عضوية باستخدام الطاقة الكيميائية الناتجة عن أكسدة بعض المركبات وتسمى كيميائية التغذية الذاتية Chemo - autotrophics مثل بكتريا التأزت التى تؤكسد الأمونيا إلى نيتريت، كما تقوم بعض الأنواع بالبناء الضوئى ، وتعرف باسم بكتريا البناء الضوئى Photosynthetic مثل بكتريا الكبريت والتى تحتوى على نوع خاص من الكلوروفيل البكتيرى ، تستطيع بواسطته استخدام الطاقة الضوئية فى بناء المركبات العضوية ، ولكن بطريقة تختلف عن النباتات الراقية فتؤكسد مركبات الكبريت أكسدة كيميائية ضوئية، ولا ينطلق أوكسجين كما هو حال البناء الضوئى العادى .

نمط التغذية الذاتية فى البكتريا :

(أ) ضوئية التغذية الذاتية Photosynthetic bacteria

$$CO_2 + 2H_2S \xrightarrow[\text{كلوروفيل بكتيرى}]{\text{ضوء}} CH_2O\ (\text{Formaldhyde}) + H_2O + 2S$$

(ب) كيميائية التغذية الذاتية Chemo - autotrophic bacteria (مثل بكتريا النتريت *Nitrosomonas*)

$$2\,NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2\,HNO_2 + 2H_2O + \text{طاقة}$$

نمط التغذية فى النباتات الراقية :

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 6O_2$$

الأهمية الاقتصادية :

(١) تقوم بعض أنواع البكتريا بأكسدة المركبات الكيميائية ، مثل : بكتريا الكبريت أو الحديد أو الأزوت فى الطبيعة .

(٢) تسبب بعض أنواع البكتريا معظم الأمراض التى تصيب الإنسان والحيوان ، وكذلك النبات . ومن الأمراض التى تصيب الإنسان ، وتسببها البكتريا : التيفود والسل والدفتريا والكوليرا والتيتانوس ، ومن الأمراض النباتية ذبول القرعيات البكتيرى ، وعفن جذور الكرنب ، وعفن ساق الذرة .

(٣) تدخل البكتريا فى كثير من الصناعات ، مثل : صناعة الخل والزبد وبعض أصناف الجبن ودباغة الجلود وفصل ألياف الكتان . وتعطى هذه العمليات نواتج لبعضها أهمية اقتصادية مثل الأسيتون وكحول البيوتايل وحامض اللاكتيك .

(٤) تقوم بعض أنواع البكتريا بتحليل البروتينات والدهون والمواد الكربويدراتية وغيرها من المركبات العضوية المعقدة ، والتى توجد داخل أجسام الكائنات الحية (نباتية أو حيوانية) بعد موتها. وبذلك تمد التربة والهواء بمركبات بسيطة تساعد على استمرار خصوبة التربة وعلى تعزيز قدرة النباتات الخضراء على تجهيز غذائها، ويكون هدم المواد الكربويدراتية والدهنية تدريجيًا ، وتتكون أثناء ذلك عدة مركبات وسطية إلى أن يتكون فى النهاية غاز ثانى أكسيد الكربون والماء، وتشترك أنواع مختلفة من البكتريا فى مراحل هذه العملية بعضها هوائى ، والبعض الآخر غير هوائى .

(٥) تقوم بكتريا الأزوت الجوى بتحويل الأزوت الموجود فى الجو إلى مركبات عضوية أزوتية ، ثم تقوم بكتريا أخرى بتحويل هذه المركبات إلى نترات ، وتمر هذه العملية بعدة خطوات وسطية. ويوجد طرازان من هذه البكتريا : طراز يعيش فى التربة ، وطراز آخر يعيش فى عقد منتفخة على جذور النباتات البقولية التابعة للفصيلة الفراشية ، ويضم هذا الطراز عدة سلالات من البكتريا العقدية، وتختص كل سلالة منها بنوع نباتى واحد أو بعدة أنواع قريبة الصلة، وتعيش البكتريا مع النباتات معيشة مشاركة ، أى تبادل منفعة Symbiosis .

(٦) توجد بكتريا عكس التأزت بكثرة فى الأراضى الغدقة الغنية بالمادة العضوية، وتعمل فى غياب الأكسجين، حيث تهدم النترات ، وتحولها إلى غاز الأزوت الذى يتسرب إلى الهواء، وتمر هذه العملية بعدة خطوات وسطية، وعلى ذلك فبكتريا عكس التأزت تقلل من خصوبة التربة .

(٧) تعمل بعض أنواع من البكتريا على المساعدة فى هضم المواد الغذائية ؛ فمثلاً توجد فى القناة الهضمية للحيوانات المجترة كالجمال وبالماشية أنواع من البكتريا ، تفرز إنزيمًا يساعد على هضم السليلوز الذى كثيرًا ما يحتوى عليه غذاء هذه الحيوانات .

ثانيا : قسم الطحالب الخضراء المزرقة :

Division Cyanophyta (Blue green algae)

الصفات العامة :

تعيش معظم أنواع قسم الطحالب (البكتريا) الخضراء المزرقة (الفيروزية) ، وهى نحو ٥٠٠ نوع فى المياه المالحة . أما بقية الأنواع فتعيش فى المياه الضاربة للملوحة أو فى المياه العذبة أو على سطح الأرض فى المناطق الرطبة والمسطحات الطينية وخزانات المياه المفتوحة، وتنتشر فى معظم المناطق الجغرافية، فمنها ما يوجد فى المناطق الأستوائية، ومنها ما يوجد فى المناطق القطبية، وحتى على قمم الجبال، وفى الصحارى، وبعض الأنواع يتحمل درجة حرارة مرتفعة فيعيش فى الينابيع الساخنة التى تتجاوز درجة حرارتها ٧٠ ° م .

تشبه الخلية فى تركيبها الخلية البكتيرية من حيث الجدار الخلوى وتنظيم الخلية، فهى بدائية التركيب ، تخلو من نواة محاطة بغشاء ومن العضيات الأخرى، وتفتقر لوجود الأهداب.

الطحالب الخضراء المزرقة ذاتية التغذية ؛ حيث تقوم بعملية البناء الضوئى، ولا توجد صبغات البناء الضوئى فى بلاستيدات محاطة بأغشية ، وإنما على حوامل صبغية تنتشر بالسيتوبلازم، وإلى جانب كلوروفيل أ تحتوى الخلية على صبغة زرقاء اللون ، تسمى فايكوسيانين Phycocyanin والتى - مع الكلوروفيل - تكسب الكائن الحى اللون الأخضر المزرق (الفيروزى) ومنها اكتسب تسميته، كما يوجد قليل من صبغة حمراء ، وهى صبغة فايكوإرثرين Phycoerythrin التى تسود فى الطحالب الحمراء Rhodophycophyta.

يشتمل الغذاء المختزن على سكريات عديدة تشبه الجليكوجين النشا الحيوانى) ، ويسمى Cyanophycean starch إلى جانب نوع من البروتينات ، ويوجد على هيئة حبيبات متناثرة فى السيتوبلازم، وتفرز أنواع كثيرة منها مواد مخاطية لزجة ، تحيط بالجدار الخلوى من الخارج ، مكونة طبقة كثيفة، وبعض الأنواع ذات قدرة على تثبيت النيتروجين الجوى ؛ مما يرفع من خصوبة التربة التى تنمو عليها.

هذه الكائنات أساسًا وحيدة الخلية، إلا أنه فى كثير من الأنواع لا تنفصل الخلايا بعد الانقسام ؛ ولذلك تتخذ هذه الأنواع شكل المستعمرات سواء مستعمرات خيطية أو غير منتظمة الشكل، وعلى ذلك يوجد فى هذا القسم كائنات منفردة الخلية ، وأخرى خيطية الشكل وثالثة على صورة مستعمرة . وخلايا الخيط أو المستعمرة أساسًا جميعها متشابهة إلا أن بعض الخلايا فى الخيط تكون شفافة وذات حجم كبير نسبيًا وجدارها سميك به ثقبين ، وتسمى الحويصلات المغايرة Heterocysts ، ويعتقد أن هذه الحويصلات هى التى تقوم أساسًا بتثبيت النيتروجين الجوى بطريقة مماثلة لما تقوم به البكتريا المثبتة للنيتروجين الجوى .

الأهمية الاقتصادية :

(١) تعتبر الطحالب الخضراء المزرقة غذاءً مهمًا للأسماك والكائنات البحرية الحيوانية الأخرى ، التى توفر بدورها الغذاء البروتينى للإنسان .

(٢) تقوم بعض الأنواع بتثبيت النيتروجين الجوى ؛ فتزيد من خصوبة التربة الفقيرة ، وقد تكون كافية كسماد نيتروجينى للنباتات التى تزرع فى بيئة غدقة كالأرز ، وتساعد على تربية الأسماك فى مزارع الأرز فيتضاعف الإنتاج الزراعى من وحدة المساحة .

(٣) يفرز كثير من الطحالب الخضراء المزرقة مركبات كريهة الرائحة ، وقد تكون سامة للإنسان .

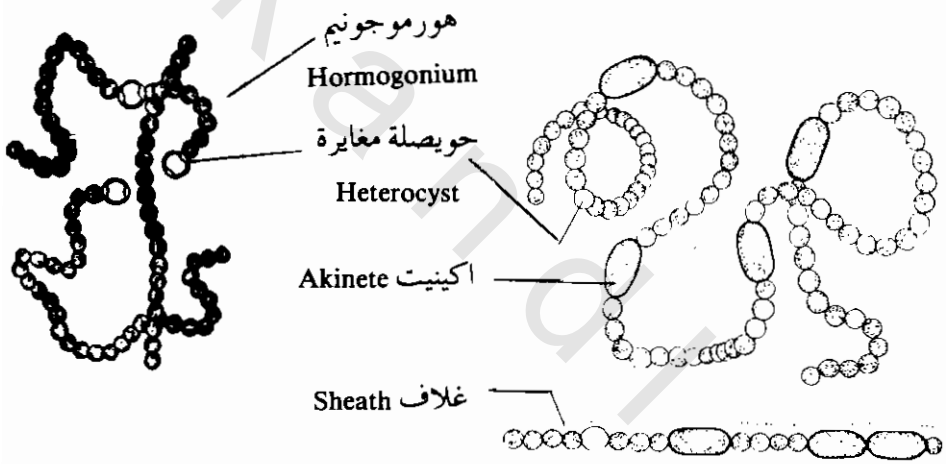
يوجد عديد من أجناس الطحالب الخضراء المزرقة ، مثل :

Nostoc, Gloeocapsa, Polycystis, Merismopoedia, Anabaena

وغيرها، ونكتفى بعرض موجز لطحلب النوستوك .

طحلب النوستوك : *Nostoc*

من أهم أجناس الطحالب الخضراء المزرقة (شكل ١٣-٣) ، وينتشر فى الماء العذب والبيئات شبه الرطبة على هيئة مئات من الخيوط الخضراء المزرقة المطمورة فى كتل هلامية غشائية ، أو على هيئة الكرة ، التى قد يصل حجمها إلى عدة سنتيمترات . والخيط عادة ملتوٍ يشبه السبحة ؛ حيث يتكون من عدد كبير من خلايا برميلية الشكل ، ويوجد فى طرفى الخيط ، كما يتناثر بين الخلايا حويصلات مغايرة . ويقوم النوستوك بتثبيت النيتروجين الجوى، ويتكاثر لا جنسيًا بالتجزئة ، وبتكوين الأكينيتات Akinetes غير المتحركة ، ويمكن أن يتعايش النوستوك مع بعض الفطريات مكونًا كائنًا جديدًا هو الاشن Lichens ، الذى له القدرة على النمو واستعمار الأوساط البيئية القاحلة المجدبة فى العناصر الغذائية .



النوستوك *Nostoc* الأنابينا *Anabaena*

شكل (١٣-٣) : طحلب النوستوك *Nostoc* والأنابينا *Anabaena*
(قسم الطحالب الخضراء المزرقة *Cyanophyta*)،
(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤ بتصرف) .

أسئلة للنقاش

- صنف فوق مملكة بدائيات النوايات ، وأذكر الصفات العامة التى تميزها .
- اشرح مع الرسم تركيب الخلية البكتيرية .
- اشرح مع الرسم الأشكال المختلفة للبكتريا .
- اذكر ما تعرفه عن : (حجم البكتريا - حركة البكتريا - تجرثم البكتريا) .
- كيف تتكاثر البكتريا ؟
- اشرح الكيفية التى تتم بها التغذية فى البكتريا .
- اذكر الأهمية الاقتصادية للبكتريا .
- اذكر الصفات العامة لقسم الطحالب الخضراء المزرقة .
- اشرح مع الرسم مثالاً لأحد الطحالب التابعة لقسم الطحالب الخضراء المزرقة .

obeikandl.com

فوق مملكة حقيقية النوايات

Superkingdom Eukaryonta

أولاً : مملكة الفطريات

kingdom Myceteae (Fungi)

الصفات العامة للفطريات :

يعرف مجال الدراسة الذى يتناول الفطريات Fungi بعلم الفطريات Mycology (باليونانية Gk. *Mykes*; = فطر)، وهى كائنات أقرب فى صفاتها وشكلها العام إلى النبات عن الحيوان، غير متحركة، يحاط جسم الغالبية العظمى منها بجدار خلوى محدد ، يحتوى على السليولوز Cellulose أو الكيتين Chitin أو يجمع بين المادتين. يتكون جسم الفطر Fungal thallus فى أغلب الأحيان من ميسليوم (غزل فطرى) Mycelium ، وهو عبارة عن خيوط فطرية (تسمى هيفات Hyphae ومفردها Hypha) عديدة متفرعة ومتداخلة، وقد يكون الميسليوم غير مقسم Aseptate ومتعدد النوايات Multinucleate ، ويعرف حينئذ بالمدمج الخلوى Coenocyte ، أو قد يكون مقسمًا Septate إلى خلايا، وهذه الخلايا إما أن تكون ذات نواة واحدة أو ذات نواتين أو متعددة النوايات، ويوجد بالجدر المستعرضة الموجودة بين خلايا الهيفا ثقب Pore صغير مركزى ، يسمح باتصال البروتوبلازم بين الخلايا، ويختلف سمك الهيفات من أقل من نصف ميكرون إلى أكثر من مائة ميكرون، وهى كثيرة التفرع وتنمو نموًا قميًا Apical growth، وقد يحدث اتصال بين الهيفات المتجاورة على شكل قنطرة تمر خلالها المواد الغذائية، وأحيانًا تمر النوايات خلالها من هيفا إلى أخرى، والقليل من الفطريات أحادية الخلية كما فى الخمائر Yeasts، ويتكون البعض من بروتوبلاست عار يسمى بلازموديوم Plasmodium كما فى الفطريات الهلامية Slime molds (fungi)، أو قد يتجمع الميسليوم فى بعض الفطريات ليكون تركيبًا كبيرًا نسبيًا ، لكنه ضعيف التميز إلى أنسجة ، كما فى فطريات عيش الغراب Mushrooms ، وتتعايش بعض الفطريات معيشة تكافلية Sympiosis مع بعض الطحالب التى غالبا ما تتبع قسم الطحالب الخضراء المزرقة التى تقوم بتثبيت النيتروجين ؛ لتكون ما يعرف بالأشن Lichens .

تحتوى الفطريات على نواة حقيقية Eukaryote تنقسم انقسامًا ميتوزيا Mitosis، وتخلو الفطريات من البلاستيدات والكلوروفيل ؛ ولذلك تحتاج إلى غذاء قد تم بالفعل تجهيزه لمواصلة حياتها، وجميعها غير ذاتية (عضوية) التغذية Heterotrophic . بعض الفطريات مترمم Saprophytic يعيش على تحليل البقايا النباتية والحيوانية العضوية ، والبعض متطفل Parasitic على محتويات الخلايا الحية حيوانية، ونباتية، وفطرية، يرسل الميسليوم هيفات قصيرة ماصة داخل الوسط الذى يعيش عليه، تسمى فى الفطريات المترمة أشباه جذور Rhizoids وفى الفطريات المتطفلة ممصات Haustoria ، وتفرز الفطريات إنزيمات خارجية (شأنها فى ذلك شأن البكتريا) تقوم بتحليل المركبات العضوية المعقدة، الموجودة . فى الوسط الذى تعيش عليه إلى مركبات ذائبة يسهل امتصاصها .

توجد المواد الغذائية المختزنة بالفطريات على هيئة دهون فى صورة قطرات زيتية لامعة أو مواد كربويدراتية على صورة نشا حيوانى Glycogen كما فى الحيوانات، ولا تختزن المواد الكربويدراتية بالفطريات على صورة نشا نباتى Starch ، وقد يوجد أحيانًا السكر الكحولى مانيتول Manitol، أو مواد بروتينية ، ويأخذ أشكالاً متعددة منها مادة الفوليوتين Volutin التى توجد بخلايا البكتريا .

تعتبر الفطريات من أهم الكائنات الدقيقة التى تسبب أمراضًا خطيرة للنبات، وتحدث بذلك خسائر كبيرة بالمحصول، كما أن بعضها يسبب أمراضًا للإنسان والحيوان، ومع ذلك توجد بعض الفطريات ذات أهمية اقتصادية كبيرة، فهى مثل البكتريا تشارك فى تحويل المركبات العضوية المعقدة ، الموجودة بأجسام الحيوانات والنباتات الميتة إلى مركبات بسيطة ، تذهب إلى الهواء أو إلى التربة ، فتزيد من خصوبتها ، وتخلص البيئة من الآثار الضارة التى تنجم عن تراكم هذه المواد الميتة ، والتى قد تعيق استمرار الحياة . وتتطفل بعض الفطريات مثل *Entomophthora* و *Beauveria* على الحشرات ، وبذلك يمكن الاستفادة منها فى برامج المقاومة الحيوية للحشرات، وكثيرًا ما يستفاد من الفطريات كذلك فى الدراسات الوراثية مثل فطر *Neurospora* sp.، كما أن لبعض الفطريات أهمية طبية كبيرة ؛ حيث يستخرج منها بعض العقاقير المضادة للحيوية كالبنسلين، ولبعض الفطريات أهمية صناعية مثل صناعات الألبان، كما تستعمل بعض الفطريات فى التغذية مثل فطر عيش الغراب ، والذى توجد له فى مصر حاليًا بعض المزارع لإنتاجه تجاريًا .

يعرف الطور الذى يتم به التزاوج والانقسام الميوزى للزيجوت بالطور الكامل Perfect stage ، ويستخدم هذا الطور الجنسى فى تصنيف الفطريات مثل الفطريات الأسكية Ascomycetes والبازيدية Basidiomycetes . أما الفطريات التى لم يعرف فيها الطور الكامل فتصنف جميعها فى قسم مستقل ، وتعرف بالفطريات الناقصة Deuteromycetes ، وأى فطر منها يتم معرفة طوره الكامل ينقل إلى أحد الأقسام الأخرى تبعًا لصفات طوره الكامل .

تكاثر الفطريات : Reproduction of fungi

توجد طريقتان لتكاثر الفطريات هما :

أولاً : التكاثر اللاجنسى : Asexual reproduction ، ويعرف أحيانًا بالتكاثر الجسمى Somatic reproduction ولا يحدث به اتحاد بين نوايات أو خلايا أو أعضاء جنسية، ويمكن تلخيص طرق التكاثر اللاجنسى الشائعة فيما يأتى :

(١) **التجزئة : Fragmentation** حيث تتجزأ المكونات الخلوية للفطريات ثم تنفصل الخلايا،عند الحواجز ، ويطلق عليها الأويدات Oidia (وأحيانًا الجراثيم المفصلية Arthrospores) وقد يتغلظ الجدار قبل انفصال الخلايا مع تخزين مواد غذائية ، وتعرف الخلية حينئذ بالجرثومة الكلاميدية Chlamydospore ، وهى إما مفردة أو فى سلسلة متصلة ، وتوجد بينية أو طرفية بالهيفا .

(٢) **الانقسام الثنائى البسيط : Binary fission** وهو من مميزات بعض فطريات الخميرة .

(٣) **التبرعم : Budding** يتكون نمو خارجى من خلية الأم ، يعرف بالبرعم ، وتنقسم نواة الخلية الأم إلى نواتين إحداهما كبيرة والأخرى صغيرة وتنتقل النواة الصغيرة إلى البرعم المتكون ، وكذلك ينقسم السيتوبلازم ، ثم ينفصل البرعم عن خلية الأم مكونًا فردًا جديدًا . وقد تظهر البراعم مرتبة فى سلسلة، ويحدث التبرعم فى غالبية فطريات الخميرة وفطريات أخرى مثل التفحم .

(٤) **الجراثيم : Spores** تعد أكثر طرق التكاثر اللاجنسى شيوعًا بين الفطريات، وهى أجسام دقيقة ، تعمل على تكاثر وانتشار الفطريات، قد تكون الجراثيم داخلية وهى إما متحركة Zoospores (هدبية) ، أو غير متحركة (إسبورانجية Sporangiospores) أو خارجية ، وتعرف بالجراثيم الكونيدية Conidia .

ثانيًا : التكاثر الجنسى : Sexual reproduction يشمل الاتحاد بين نواتين متوافقتين ، وينتج عنه غالبًا جراثيم كامنة لضمان حفظ النوع أثناء الظروف البيئية غير الملائمة، ويمر التكاثر الجنسى بالفطريات بالمراحل التالية :

(١) **اتحاد خلوى (سيتوبلازمى) Plasmogamy** ، ويتم خلاله اتحاد بين سيتوبلازم خليتين ، وتنتج عنه خلية ذات نواتين Binucleate .

(٢) **اتحاد نووى Karyogamy** وتتحد النواتان، وتعطيان نواة الزيجوت الثنائية Diploid (٢ن) .

(٣) **انقسام ميوزى Meiosis** ، حيث تتكون نواتان أحاديتان Haploid (ن) ، وبذلك ينتهى الطور الجنسى .

وأكثر طرق التكاثر الجنسى شيوعًا ما يلى :

التكاثر بالجراثيم البيضية Oospores التكاثر بالجراثيم الزيجية Zygospores

التكاثر بالجراثيم الأسكية Ascospores التكاثر بالجراثيم البازيدية Basidiospores

تصنيف الفطريات : Classification of fungi

يبلغ عدد الفطريات التى تم وصفها حتى الآن ما يقرب من ٨,٠٠٠ جنس، وقد تضاربت الآراء نحو عدد الأنواع التى تضمها ما بين ٤٠,٠٠٠ إلى ١٥٠,٠٠٠ نوع ، وإن كان الوضع التصنيفى لعدد كبير منها غير مؤكد ؛ نتيجة لتكرار وصف بعض الأنواع . وأحيانًا لا يمثل النوع إلا بمرحلة أو أكثر من دورة الحياة ؛ مما يجعل حقيقة أنواع كثيرة منها فى حاجة لمزيد من البحوث، ولقد صنف بولد وآخرون Bold *et al.* (١٩٨٧) الفطريات إلى ثلاثة أقسام ، تضمها مملكة مستقلة بها ، ضمن فوق مملكة حقيقية النوايات Eukaryonta (جدول ١٣-٢) . وفيما يلى استعراض لخصائص بعض نماذج للفطريات كأمثلة متنوعة لمملكة الفطريات :

(١) قسم الفطريات الهلامية البلازمودية : Division Gymnomycota

تعرف فطريات قسم Gymnomycota بالفطريات الهلامية Slime molds تميزًا لها عن بقية الفطريات ، والتى تطلق عليها الفطريات الحقيقية True molds، وتشبه الفطريات

جدول (١٣-٢) : تقسيم مملكة الفطريات .

مملكة الفطريات ..... Kingdom Myceteae

(١) قسم الفطريات الهلامية البلازمودية ..... Division 1. Gymnomycota

Subdision 1. Acrasiogymnomycotina

Class 1. Acrasiomycetes

Subdivision 2. Plasmodiogytmnomycotina

Class 1. Protosteliomycetes

Class 2. Myxomycetes

(٢) قسم الفطريات السوطية ..... Division 2. Mastigomycota

Subdivision 1. Haplomastigomycotina

Class 1. Chytridiomcetes

Class 2. Hyphochytridiomycetes

Class 3. Plasmodiophoromycetes

Subdivision 2. Diplomastigomycotina

Class 1. Oömycetes

(٣) قسم الفطريات اللاسوطية ..... Division 3. Amastigomycota

Subdivision 1. Zygomycotina

Class 1. Zygomycetes

Class 2. Trichomycetes

Subdivision 2. Ascomycotina

Class 1. Ascomycetes

Subclass 1. Hemiascomycetidae

Subclass 2. Plectomycetidae

Subclass 3. Hymenoascomycetidae

Subclass 4. Laboulbeniomycetidae

Subclass 5. Loculoascomycetidae

Subdivision 3. Basidiomycotina

Class 1. Basidiomycetes

Subclass 1. Holobasidiomycetidae

Subclass 2. Phragmobasidiomycetidae

Subclass 3. Teliomycetidae

Subdivision 4. Deuteromycotina

Form-class 1. Deuteromycetes

Form-subclass 1. Coelomycetidae

Form-subclass 2. Hyphomycetidae

Form-subclass 3. Agonomycetidae

obeikandl.com

الهلاميـة الفطريات الحقـيقية فى عدم احتـوائها على صبغـات البناء الضوئـى ، وكذلك فى مدخراتـها الغذائية، وتـختلف عنـها فى قدرتهـا على الحركة . كمـا أن جسمها عـبارة عن بروتوبلاست عارٍ ، خلال كل مراحل نموها الخضرى ، علـى هيئة كتلة هلامية عارية متعددة النوايات ، تسـمى بلازموديوم Plasmodium ، أو على هيئة بلازموديوم كاذب يـنتج عن تجمع عدد مـن البروتوبلاستات العـارية وحيدة النواة كل منها مستقلـة بذاتها، بينما تـتميز الفطريات الحقيقيةبوجود جدار خلوى محدد فى كل مراحل نموها الخضرى، ولمعظم أجناسها ثالوس مـن النوع الخيطـى المتفرع، والذى يـعرف بالميسـليوم Mycelium ، ويتركب من مجموعة هيفات Hyphae.

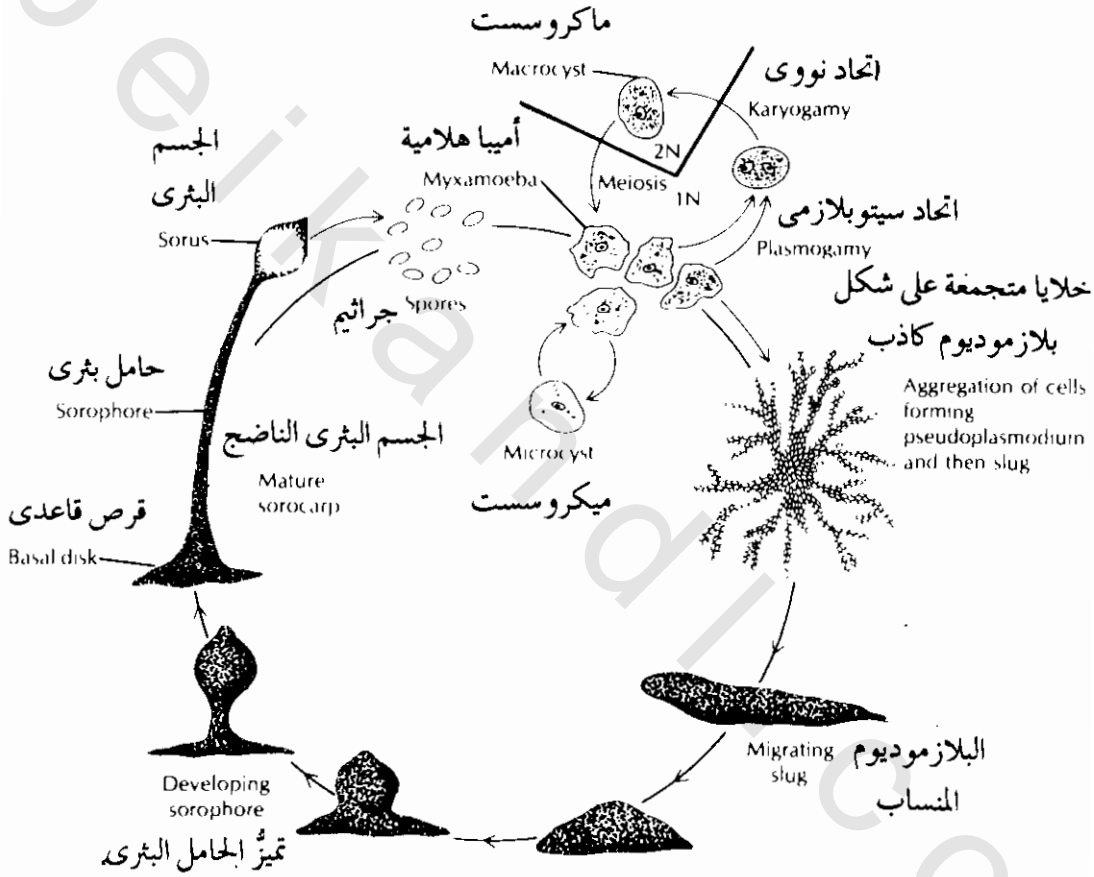
يتـركب بلازمـوديوم طائـفة الفـطريات الأكـرازية Acrasiomycetes مـن عدد مـن البروتوبلاستـات وحيدة النواة Cellular slime molds ، بينما يتركـب بلازموديوم طائفة الفطريات Myxomycetes من نـوايات عـديدة Acellular slime molds . وتتغذى الفطريات الهلامية البلازمودية بطريقة الالتهام Phagotrophic nurtrition .

(أ) طائفة الفطريات الاكرازية : Class Acrasiomycetes

تشـابـه الفطريات الأكرازيـة فطريات Myxomycetes فى عـدم وجود جدار خـلوى يحددهـا ، ولكنها تـختلف عنـها فى عدم تكويـن بلازموديوم متـعدد النوايات أو جـراثيم متحركـة، يسبق التكـاثر تجمع أعداد كبـيرة من الأميبات الـهلامية Myxamoebae أحادية المجموعة الكروموسومية (ن) فى كتلة تسمى البلازموديوم الكاذب Pseudoplasmodium ، تحتفظ كل أميبا هلامـية فيه بذاتيتها، ويعطى البلازموديوم الـكاذب بعد ذلك جسمًا ثمريًا ، يعرف بالجسم البثرى Sorocarp ، يتميز عادة إلى جزء عقـيم وآخر خصب، ويكثر وجود هذه الأجسام البثراوية فى البيئة على روث مختلف الحيوانات .

تضـم هذه الفطريات ٩ أجناس و ٢٥ نوعًا تقريبًا ، وأكثر هـذه الأجناس دراسة جنس *Dictyostelium* (شكل ١٣-٤) ، ويـشمل ٩ أنواع، تـنبت جرثومـة هذا الجنس لتـعطى الأميبا الهلاميـة وبها نواة منفردة وفجوة قابضة وتقـتصر تغذيتها على التهام الـبكتريا، وعند نفاذ المادة الغذائية من الوسط المحيط بها تتجـمع الخلايا لتعطى بلازموديوم كاذبًا على شكل طبقة هلامية Slug عديدة الخلايا ، تتكون من نحو ١٠٠,٠٠٠-٢٠٠,٠٠٠ أميبا هلامية،

وتنساب عدة بلازموديومات كاذبة فى مجموعة لمسافة قصيرة ، ثم تتحول إلى أجسام بثرية، ويمثل الماكروسست التركيب الجنسى الوحيد فى دورة الحياة ، وتركيبه ٢ ن ، وينقسم أحيانًا ميوزيًا ليعطى ميكروسست تركيبه ن .



شكل (١٣-٤) : مخطط عام لدورة حياة الفطريات الأكرازية Acrasiomycota ممثلاً فى النوع الشائع *Dictyostelium discoideum* . .

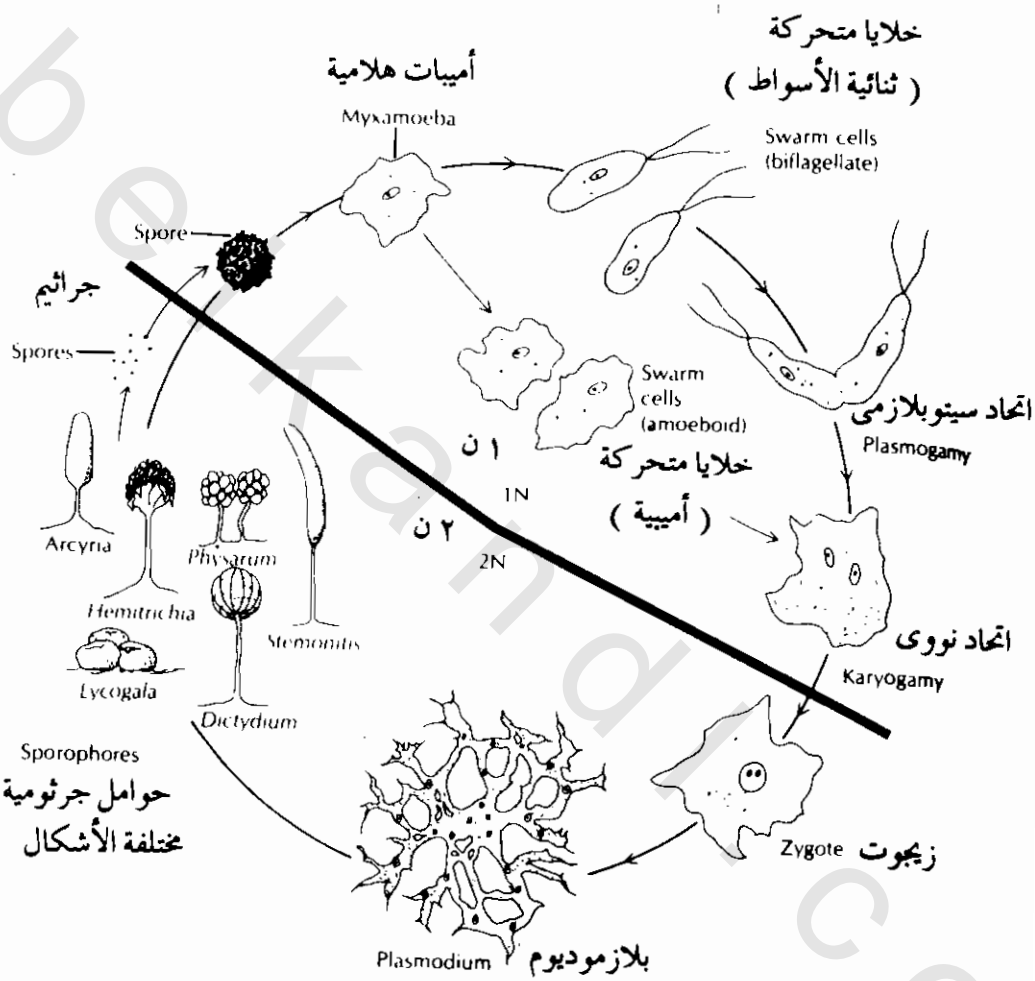
(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤).

(ب) طائفة فطريات : Class Myxomycetes

يمثل شكل (١٣-٥) مخططًا عامًا لدورة حياة فطرات Myxomycetes، ويبدو الطور الخضرى لأفراد هذه الفطريات على شكل بلازموديوم عار، أميبى الشكل، متعدد النوايات، حر المعيشة وقد يصل طول قطره إلى عدة سنتيمترات، يكثر وجودها على أخشاب الأشجار والبقايا العضوية المتحللة وفى روث الحيوانات؛ حيث تمكث عادة حتى تبدأ فى التكاثر. يتراكم البلازموديوم نوعًا ما عند بدء التكاثر، وينتج عددًا ملحوظا من الحوامل الجرثومية Sporophores شكل (١٣-٦) على هيئة فروع قائمة، يتراوح طولها بين ١-١٠ مم، ينتهى كل منها بكيس جرثومى متعدد الأشكال، وأحيانًا يكون الكيس الجرثومى جالسًا، وقد يصل قطر مجموعة الأجسام الثمرية التى تنتجها بعض الأنواع إلى نحو ١٠ سم، وتحيط بكل كيس جرثومى طبقة خارجية تشبه الجدار تسمى الجراب Peridium، وتنقسم النوايات الموجودة بداخل الكيس الجرثومى ميوزيا Meiosis حيث تكون عدة نوايات أحادية المجموعة الكروموسومية (ن)، يحيط بكل نواة جزء من السيتوبلازم، وتتحول إلى جرثومة Spore يحاط كل منها بجدار سليولوزى متميز، يوجد بمنتصف الكيس الجرثومى عويميد Columella، ويتخلل الجراثيم شبكة خيطية Capillitium تساعد فى تغذية وانتشار الجراثيم.

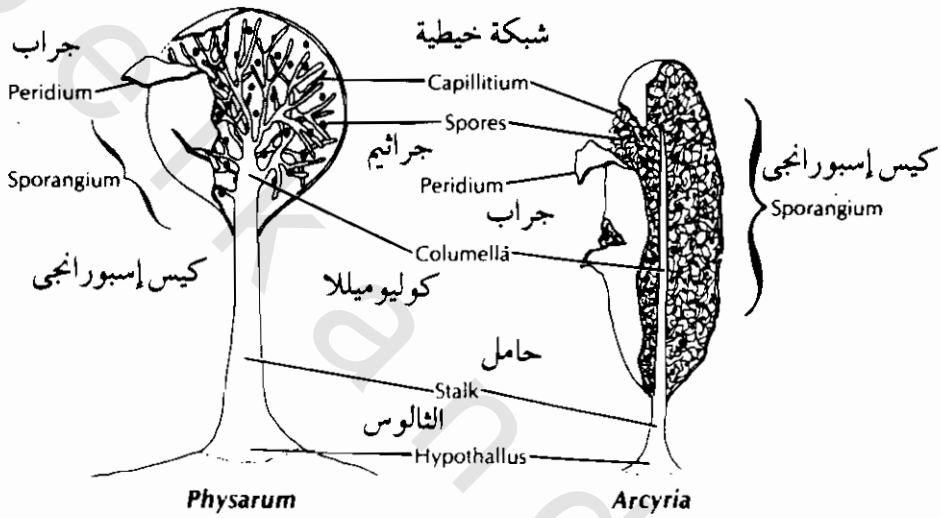
تنبت الجرثومة وتعطى ١-٤ جراثيم متحركة ثنائية الأسواط Swarm cells، ويكون أحد السوطين أقصر من الآخر بصورة واضحة وقد يتم اتحاد الجراثيم المتحركة فى أزواج مباشرة، أو ربما تتكاثر خضريًا بجيل واحد أو أكثر قبل أن تتحد فى أزواج، يعقب الاتحاد المشيجى اندماج نواتى المشيجتين Karyogamy، ويتكون الزيجوت (٢ ن) ويكون أميبى الشكل، ثم ينمو إلى بلازموديوم متعدد النوايات (٢ ن)، ويتم الانقسام الميوزى قبيل تكوين الجراثيم.

تضم فطريات Myxomycetes نحو ٦٠ جنسًا و ٤٠٠ نوع، وتعطى هذه الأجناس جراثيم داخلية Endospores؛ أى داخل تركيب ثمرى له شكل محدد ما عدا جنسًا واحدًا هو *Ceratiomyxa* الذى ينتج جراثيم خارجية بأعداد ضخمة، عند قمة حامل ثمرى قائم، ومتفرع، ويتبع هذا الجنس نوعان على الأكثر.



شكل (١٣-٥) : مخطط عام لدورة حياة فطريات Myxomycetes .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

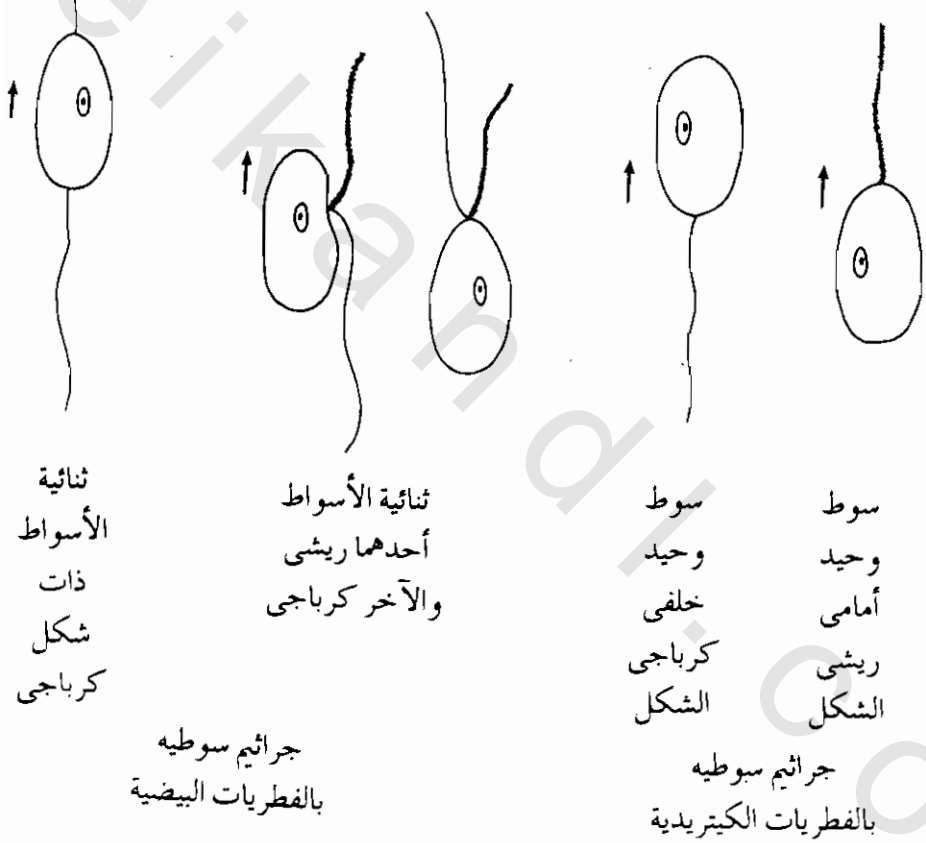


شكل (١٣-٦) : التركيب التفصيلى للحامل الجرثومى بفطريات Myxomycetes .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

(٢) قسم الفطريات السوطية : Division Mastigomycota

يضم قسم الفطريات السوطية تحت قسمين وأربع طوائف، نتعرف فيما يلى خصائص طائفتين منها : طائفة الفطريات الكيتريدية Chytridiomycetes ، وطائفة الفطريات البيضية Oomycetes . وتتميز هذه الفطريات بوجود جراثيم سوطية Zoospores فى مرحلة من حياتها ويعتمد تصنيف هذه الفطريات على طرز هذه الأسواط شكل (١٣-٧) حيث تتميز جراثيم الفطريات الكيتريدية بوجود سوط وحيد ، قد يكون أماميًا أو خلفيًا ، بينما تكون جراثيم الفطريات البيضية ثنائية الأسواط .



شكل (١٣-٧) : طرز الأسواط بالفطريات الكيتريدية والفطريات البيضية .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤)

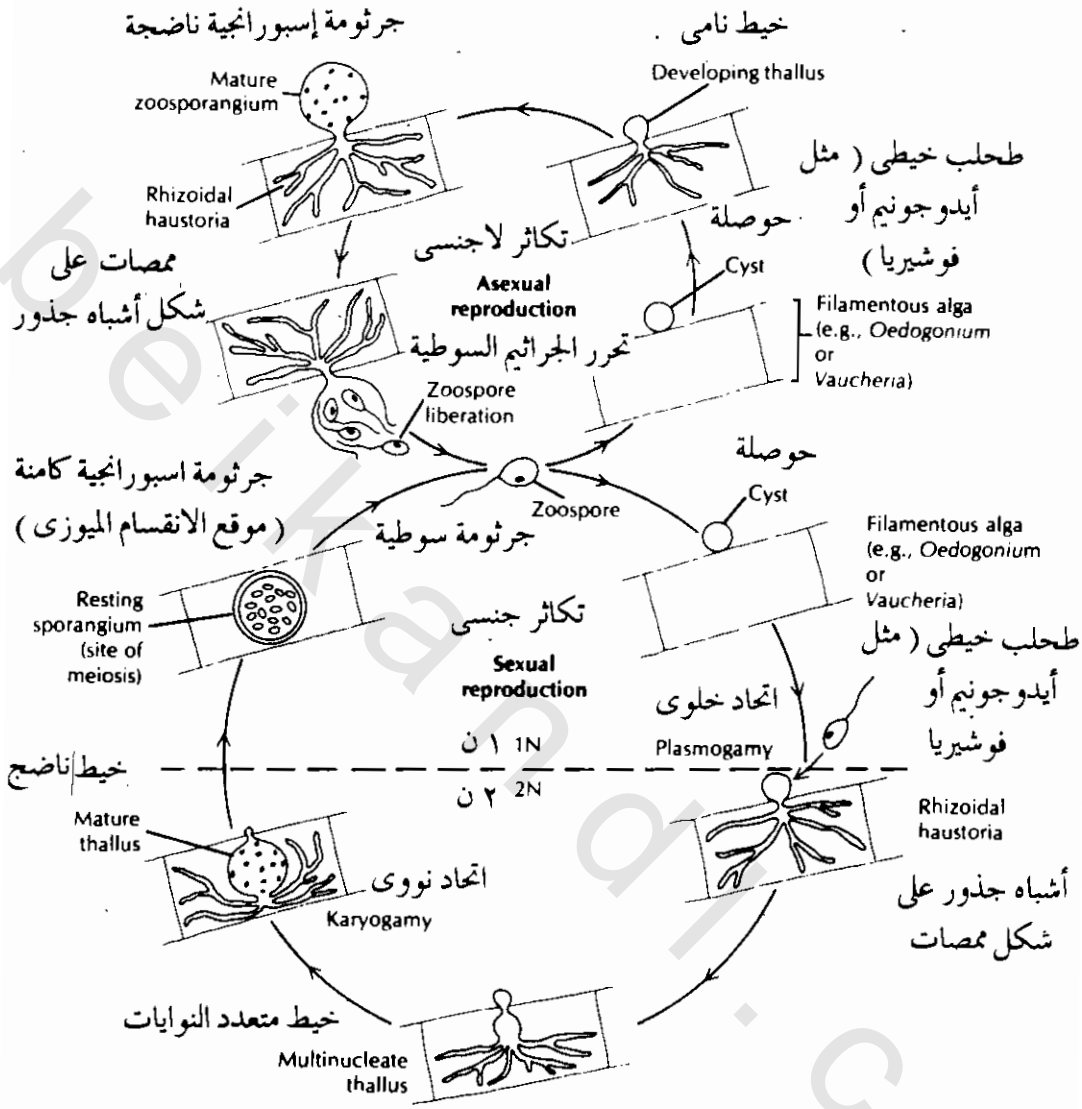
تتبع الفطريات الكيتريدية والبيضية ما يعرف بالفطريات الحقيقية True fungi لتميزها عما سبق بوجود الجدار ، ويكثر وجودها بالبيئات الغدقة والمائية ، وتعرفان بالفطريات البدائية لبساطة تركيبهما ،كما قد تسميان أيضًا بالفطريات السوطية Flagellate fungi ؛ لوجود الأسواط بهما، وهى أسواط نموذجية ذات ٩ + ٢ لويفة دقيقة ، تماثل تلك الموجودة بالطحالب والنباتات الراقية والحيوانات .

طائفة الفطريات الكيتريدية : Class Chytridiomycetes

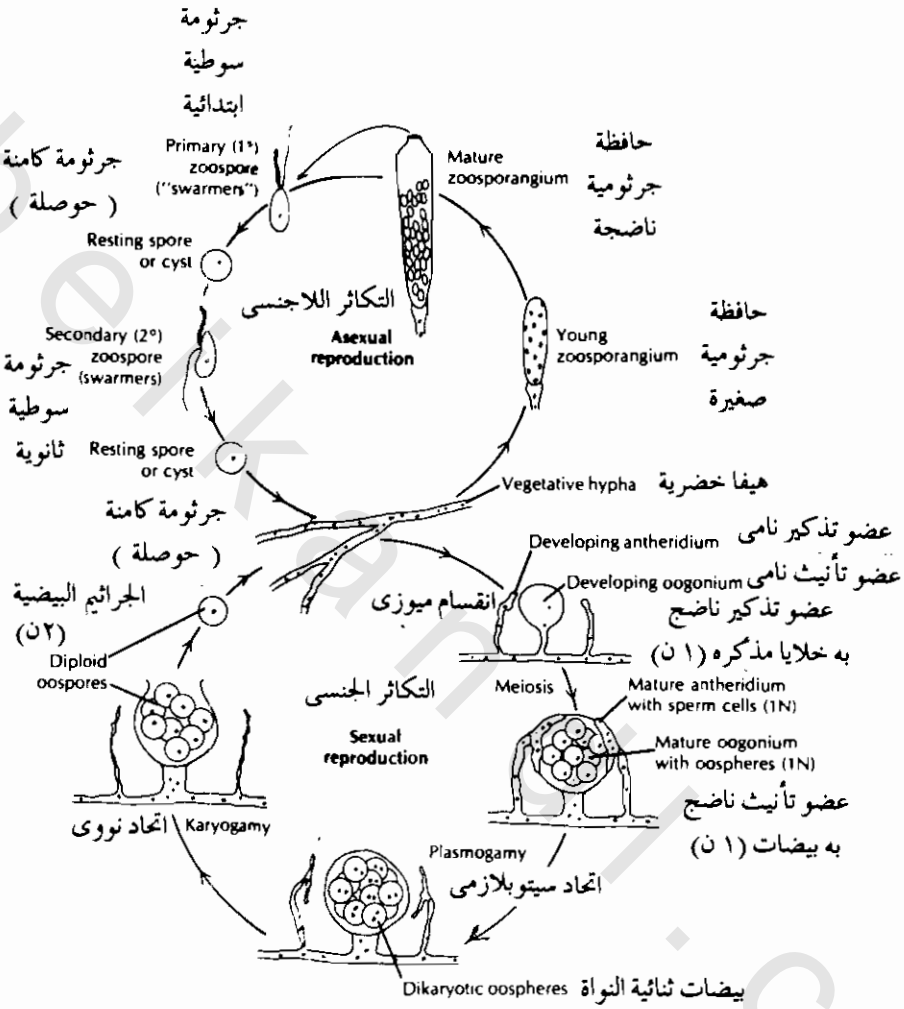
يمثل شكل (١٣-٨) مخططًا لدورة حياة الفطريات الكيتريدية ، وتتميز هذه الفطريات بانتاج أعداد وفيرة من الجراثيم السوطية أثناء التكاثر اللاجنسى ، وتشتمل الحويصلات على جراثيم سوطية تستقر وتتعلق بطحلب خيطى ، ثم تسحب سوطها، وتغزو الحويصلات خلايا الطحلب العائل ، وذلك بنمو مجموعة من أشباه جذور أنبوبية الشكل ، تكون ممصات بين خلايا الطحلب، وتتمكن الجراثيم الأسبورانجية الكامنة من مقاومة الظروف البيئة المعاكسة، وينتج عن إنباتها الجراثيم السوطية الآحادية (١ ن)، يغلب فى جدر خلايا هذه الفطريات الكيتين والسكريات العديدة، ويشتمل هذا القسم على حوالى ٨٥ جنسًا و ٤٥٠ نوعًا .

طائفة الفطريات البيضية : Class Oomycetes

يتفاوت التركيب الجسمى لهذه الفطريات ما بين خلية وحدة بدائية إلى ميسليوم غزير الهيفات كثير التفرع، والميسليوم على هيئة مدمج خلوى Coenocyte . ويتركب الجدار الخلوى من السليولوز والسكريات العديدة، والجراثيم السوطية ثنائية الأسواط، والأسواط ثنائية الشكل Dimorphic أحدهما من الطراز الكرباجى Whiplash والآخر من الطراز الريشى Tinsel شكل(١٣-٧) . ولمعظم هذه الفطريات نمطان من الجراثيم السوطية Siplanetism شكل (١٣-٩) الجراثيم السوطية الابتدائية Primary zoospores ، وتتحرر من الكيس الأسبورانجى وتكون كمثرية الشكل نوعًا ما ، وتحمل سوطيها جهة الطرف الأمامى، وبعد فترة تسحب هذه الجرثومة سوطيها ، وتتكور وتفرز حول نفسها جدارًا رقيقًا. وإذا ما كانت الظروف البيئية ملائمة تنبت الحوصلة المتكونة حيث ترسل هيفات تنمو إلى ميسليوم، أما إذا كانت الظروف البيئية غير ملائمة فإن الحوصلة النابتة تعطى جرثومة سوطية منفردة ثانوية Secondary zoospore وهى كلوية الشكل ذات سوطين منغرسين فى الجانب المقعر، وتنمو هذه الجرثومة بعد فترة لتعطى ميسليوم ، وقد تتحوصل وتعطى جرثومة سوطية ثانوية مرة أخرى وقد يتكرر ذلك حتى خمس مرات متتالية ، كما فى جنس *Achlya* .



شكل (١٣-٨) : مخطط عام لدورة حياة الفطريات الكيتريدية Chytridiomycetes (عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤).



شكل (١٣-٩) : مخطط لدورة حياة *Sparolegnia* من الفطريات البيضية Oomycetes .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤).

تكوّن غالبية هذه الفطريات جراثيم جنسية تعرف بالجراثيم البيضية Oospores ، حيث يتكون على نفس الهيفات أو هيفات مختلفة أعضاء مشيجية Gametangia تتباين فيما بينها، وتعرف الخلية الأكبر بعضو التأنيث Oogonium ، والخلية الأصغر بعضو التذكير Antheridium ، وعضو التأنيث كروى الشكل غالبًا، ويحتوى بداخله عادة على بيضة Oosphere أحادية، أما عضو التذكير فقد يكون وحيد النواة ، أو عديد النوايات فى الأنواع المختلفة ، ويعطى عند اكتمال التلامس بين الأعضاء الجاميطية أنبوبة إخصاب Fertilization tube تندفع خلال جدار عضو التأنيث، حيث تندمج نواة مذكرة مع نواة البيضة، وبعد الإخصاب تكوّن البيضة المخصبة جداراً سميكًا ، وتتحول إلى جرثومة بيضية Oospore قد تكون جدرها ذات زخارف مختلفة، وتنبت الجرثومة البيضية ، وتنبثق منها أنابيب إنبات تنتج حوافظ جرثومية ، أو قد تعطى جراثيم ، سوطية مباشرة فتنهج بذلك مسلك الحافظة الجرثومية .

يتبع طائفة الفطريات البيضية نحو ٥٠ جنسًا و ٤٠٠ نوع، ومعظم أنواعها رمية مائية أو غير مائية والبقية متطفلة ، مثل : *Phytophthora infestans* المسبب لمرض اللفحة المتأخرة فى البطاطس والطماطم ، وفطر *Plasmopara viticola* المسبب لمرض البياض الزغبى فى العنب .

(٣) قسم الفطريات اللاسوطية : Division Amastigomycota

تعرف فطريات هذا القسم بالفطرات الراقية Higher fungi ؛ حيث إنها أكثر تعقيدًا من الناحية التركيبية عن الفطريات الأخرى. وتخلو هذه الفطريات تمامًا من الخلايا السوطية حتى الأنواع المائية منها، ويضم هذا القسم أربعة تحت أقسام كما يلى :

(أ) تحت قسم الفطريات الزيجية : Subdivision Zygomycotina

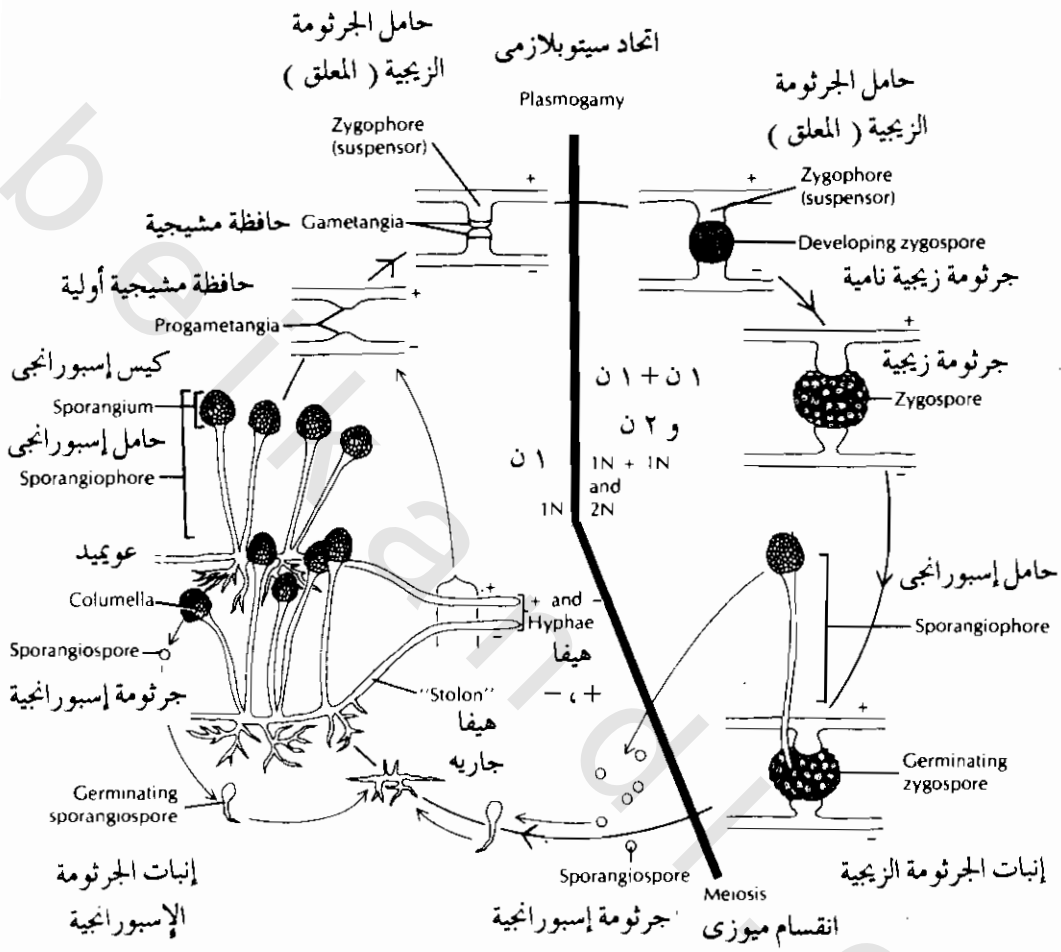
تتميز الفطريات الزيجية (اللاقحية) بغياب الخلايا ذات الأسواط فى كل مراحل حياتها، وبتكوين زيجوت سميك الجدار (جرثومة زيجية Zygospore) عند التكاثر جنسيًا، ويتركب جسم هذه الفطريات من عدة هيفات متفرعة غير مقسمة بجدر ، حيث تغيب الجدر المستعرضة تمامًا فى الأفراد البدائية منها ، بينما تكون الأفراد الأرقى من هذه الفطريات جدرًا مستعرضة غير كاملة، لذلك فالهيفات فى كل الفطريات الزيجية عبارة عن مدمج خلوى Coenocyte ، يحتوى على عديد من النوايات، ولا تظهر الجدر المستعرضة إلا فى المواضع

التى تتكون فيها أعضاء التكاثر، وتتركب الجدر من مادة الكيتين وبعض السكريات العديدة وتخلو تمامًا من السليولوز، والهيفات مجتمعة ليس لها شكلاً محددًا ، بل تكوِّن كتلة غير متماسكة قطنية المظهر ، تختلف فى مدى امتدادها على سطح أو داخل البيئة التى يعيش عليها الفطر .

الغالبية العظمى من الفطريات الزيجية أرضية، وكانت نظم التقسيم السابقة تضعها مع الفطريات الكيتريدية والبيضية فى مجموعة واحدة ، تعرف بالفطريات الطحلبية Phycomycetes ، نتيجة لتكون جسمها الخضرى من مدمج خلوى والتشابه المظهرى بينها وبين الطحالب السيفونية Siphonaceous .

أغلب الفطريات الزيجية رمية Saprophytic ، تعيش على تحليل المواد العضوية الميتة، والبعض منها متطفلاً Parasitic يعيش على سطح أو داخل فطريات أخرى أو طحالب أو سرخسيات أو نباتات بذرية أو بعض الحيوانات (أسماك وحشرات بصفة خاصة)، ونتيجة للانتشار الهائل وكثرة ما تنتجه هذه الفطريات من جراثيم ، تعتبر أحد مصادر التلوث المزعجة للإنسان .

يوضح شكل (١٣-١٠) مخططًا لدورة حياة فطر عفن الخبز *Rhizopus stolonifer* ويبدأ التكاثر اللاجنسى عندما تنتج الأكياس الجرثومية Sporangia جراثيم إسبورانجية Sporangiospores عديدة النوايات غير متحركة بأعداد وفيرة والتى تنبت إلى هيفا أحادية (ن)، كما يحدث التكاثر اللاجنسى أيضًا بتجزئة الهيفات، ويتكون ميسليوم الفطر من هيفات أفقية على سطح البيئة تعمل على انتشاره تسمى بالهيفات الجارية Stolons ، وتخترق هيفات أخرى سطح البيئة لامتصاص ما بها من غذاء ، وتعرف بالهيفات شبه الجذرية Rhizoids وتنمو هيفات رأسية ، وتسمى بالحوامل الجرثومية Sporangiophores تنتهى عند القمة بأكياس جرثومية Sporangia ؛ حيث تنتفخ أطراف الحوامل الجرثومية ويتجمع فيها السيتوبلازم والنوايات والمواد الغذائية المختزنة ، ثم ينفصل عن بقية الخيط بجدار عرضى، تنقسم محتويات الجزء المنتفخ ، وتكون عديدًا من الجراثيم غير المتحركة (ن)، ويبرز الجدار المستعرض داخل الانتفاخ مكونًا تركيبًا يسمى العويميد Columella ، ويتحول الجزء المنتفخ إلى كيس جرثومى، يتحول لون جدار الأكياس الجرثومية عند النضج إلى اللون الأسود، تضغط الجراثيم على جدار الكيس الجرثومى ، فيتمزق وتنتثر الجراثيم



شكل (١٣-١٠) : مخطط لدورة حياة الفطريات الزيجية Zygomycotina ممثلاً بفطر عفن الخبز *Rhizopus stolonifer* .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤).

تحت تأثير الضغط ، ويحملها الهواء إلى أماكن مختلفة، عند توفر الظروف البيئية الملائمة تنبت هذه الجراثيم من جديد ، وتعطى ميسليوم بنفس الكيفية السابقة ، وبالتالى تتكرر دورة الحياة لاجنسيًا .

يتجه الفطر حيث الظروف البيئية المعاكسة إلى التكاثر جنسيًا بطريقة متجانس الأمشاج Isogamy تحت تأثير فورومون Phormone خاص ، يسمى Trisporic acid ، يدفع تكوين حامل الجرثومة الزيجية (المعلق) Zygophore ، ويعيق تكوين حامل الجراثيم الأسبورانجية (الهيفا القائمة) Sporangiophore، تقترب هيفتان تختلفان فسيولوجيًا عن بعضهما البعض (- ، +) ، ويمتد من كل منهما نتوء، يعرف بالحافظة المشيجية الأولية Progametangium ، ويتصل النتوءان ببعضهما فى النهاية ، وينشأ أثناء ذلك جدار ينفصل كل نتوء عن الهيفا الأصلية، يعرف الجزء القاعدى منه بحامل الجرثومة الزيجية Zygophore أو المعلق Suspensor ، ويعرف الجزء الطرفى بالحافظة المشيجية Gametangium ، وينتفخ طرف النتوءين ، ويزول ما بينهما من جدار ، وتندمج محتويات الخليتين المشيجتين للهيفتين المختلفتين وتتكون الجرثومة الزيجية (٢ ن) Zygospore ، والتى تمثل مرحلة سكون للفطر ، قد تمتد إلى ٣ شهور ، قبل أن تعاود إنباتها، وخلال هذه الفترة يحدث اتحاد نووى Karyogamy . وقبيل الإنبات يحدث انقسام ميوزى Meiosis ، ينتج عنه حامل جرثومى ، ينتهى بالكيس الإسبورانجى بما يحتوى من جراثيم إسبورانجية ، بانتشارها تتكرر حياة الفطر من جديد .

تبدو بعض أجناس هذه الفطريات فى شكلين Dimorphic، فتأخذ أحيانًا شكل الخميرة وحيدة الخلية ، وأحيانًا أخرى توجد على شكل هيفات من مدمج خلوى، وهى شائعة بالفطريات الممرضة للحيوانات ، مثل جنس *Mucor* الذى يسبب مرض Zygomycosis للإنسان . ويكون فى هذه الحالة وحيد الخلية (ظروف لا هوائية)، ويمكنه التحول إلى ميسليوم فى بيئة أخرى (ظروف هوائية) .

تضم الفطريات الزيجية نحو ٧٠ جنسًا و ٣٥٠ نوعًا، البعض منها ضار والبعض الآخر نافع اقتصاديًا، فقد يستفاد من بعضها للحصول على بعض المنتجات الصناعية كالأحماض العضوية وكحول الإيثايل والإنزيمات والستيرويدات وغيرها ، وقد تستعمل فى إجراء تفاعلات خاصة لبعض المواد الغذائية لزيادة قيمتها الغذائية مثل فول الصويا، ومنها كذلك الطفيليات الحشرية مثل الفطر *Entomophthora* المستخدم فى مكافحة الحشرات .

(ب) تحت قسم الفطريات الاسكية : Subdivision Ascomycotina

تضم هذه الفطريات نحو ١,٦٥٠ جنس و ١٢,٠٠٠ نوع تختلف فى التركيب والحجم والتغذية وطريقة التكاثر، ومع ذلك تشترك جميعها فى صفة مهمة ، هى تكوين الكيس الأسكى (الزق) Ascus - عند التكاثر الجنسى - الذى يحتوى على الجراثيم الأسكية Ascospores ، والتى توجد داخله بأعداد محددة، عادة مضاعفات ٤ ؛ حيث تنتج عن انقسام ميوزى، وغالبًا ما تكون ٨ فى صف طولى واحد .

يسود الطور الأحادى Haplontic فى دورة حياة هذه الفطريات ، وقد تكون الهيفات وحيدة أو ثنائية النواة وينشأ الطور الثنائى من المرحلة أحادية النواة عند تكوين الكيس الأسكى، الهيفات مقسمة على هيئة ميسليوم كثيف يعطى التراكيب الجنسية (الأكياس الأسكية) واللاجنسية ، وتتركب جدر الهيفات من كيتين أساسًا مع سكريات عديدة غير ذائبة ، بالإضافة إلى بروتينات وببتيدات وأشباه دهون .

يتم التكاثر اللاجنسى بتجزئة الهيفات أو التبرعم أو إنتاج الأنواع المختلفة من الجراثيم مثل الكلاميدية Chlamydospores والكونيديه Conidia ، وتحمل الجراثيم الكونيدية على حوامل كونيدية Conidiophores ذوات تركيب متميز، فقد تنتج فى تراكيب ميسليومية متخصصة ، تعرف بالأكياس الجرثومية Sporocarp شكل (١٣-١١ أ) مثل الوعاء البكنيدى Pycnidium والكويمة الكونيدية Acervulus ، نواة الفطريات الأسكية صغيرة يصعب مشاهدتها بالمجهر الضوئى، وتنتشر الجراثيم بواسطة الهواء أو الحشرات، وتنبت كل منها تحت الظروف المناسبة لتعطى ميسليوم جديدًا .

يتم التكاثر الجنسى بتكوين أكياس أسكية Asci ، حيث يتكون فى نهاية إحدى الهيفات عضو تذكير Antheridium عديد النوايات (ن) ، قريبًا من عضو تأنيث Ascogonium عديد النوايات أيضًا (ن) ، والذى يتكون فى نهاية هيفا أخرى، يخرج من عضو التأنيث نمو أنبوبى يسمى Trichogyne ، يستقبل محتويات عضو التذكير ، والتى تندمج مع محتويات عضو التأنيث ، وتتكون هيفات بعد فترة وجيزة بداخلها أزواج النوايات ، تفصلها جدر مستعرضة، وتنمو هذه الهيفات طرفيًا ، وبكل خلية جديدة ناتجة زوج من النوايات أحداهما من الهيفا المؤنثة (-) والأخرى من الهيفا المذكرة (+) .

بعد بضعة انقسامات قليلة تنقسم الخلية الطرفية ثنائية النوايات بطريقة خاصة ؛ لتعطى فى النهاية الكيس الأسكى شكل (١٣-١٢) ؛ حيث ينحنى الجزء الطرفى للخلية الطرفية مثل الخطاف Crozier ، ويتكون جداران مستعرضان ينتج عنهما ثلاث خلايا، إحداهما ثنائية النواة تعرف بالخلية الأمية للكيس الأسكى Ascus mother cell ، بينما تكون كل من الخلية الطرفية والخلية القاعدية وحيدة النواة، ويحدث بالخلية الأمية للكيس الأسكى اتحاد نووى ينتج عنه خلية ٢ ن ، وهى الوحيدة ثنائية المجموعة الكروموسومية فى دورة حياة هذه الفطريات، يعقب ذلك حدوث انقسام ميوزى ينتج عنه كيس أسكى صغير ، به ٤ نوايات أحادية ، ثم يحدث انقسام ميتوزى ينتج عنه وجود ٨ نوايات بالكيس الأسكى ، تعطى كل منها جرثومة أسكية .

تتحد الخليتان الأحاديتان (الطرفية والقاعدة) فى أغلب الأحيان ، وتنتج خلية ثنائية النوايات تعطى كيسًا أسكيًا بنفس الكفية السابقة وتتكرر هذه العملية .

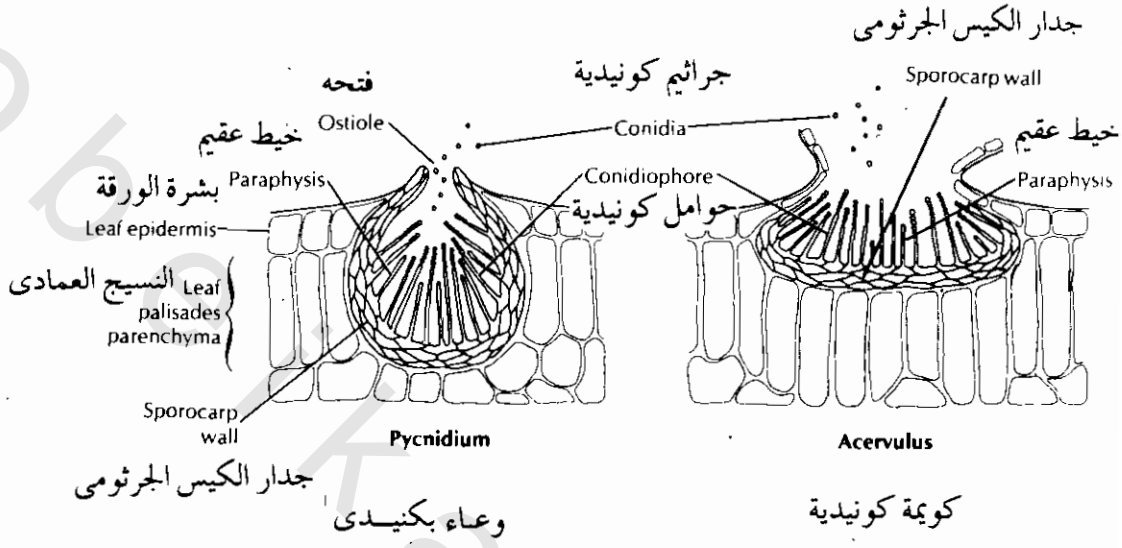
تتكون الجراثيم الأسكية فى بعض الأحيان داخل أجسام ثمرية خاصة ، تعرف بالثمار الأسكية Ascocarp شكل (١٣-١١ ب) ، وشكل (١٣-١٦) ، ويختلط بالأكياس الأسكية خيوط عقيمة ، وتحيط بها هيفات مزدحمة جدًا، وتتخذ الثمار الأسكية أساسًا للتمييز بين أنواع الفطريات الأسكية ، وأشكالها كالتالى :

(١) كروية Cleistothecium وهى عبارة عن ثمرة كروية مقفلة، تحتل مجموعة الأكياس الأسكية فراغها المركزى .

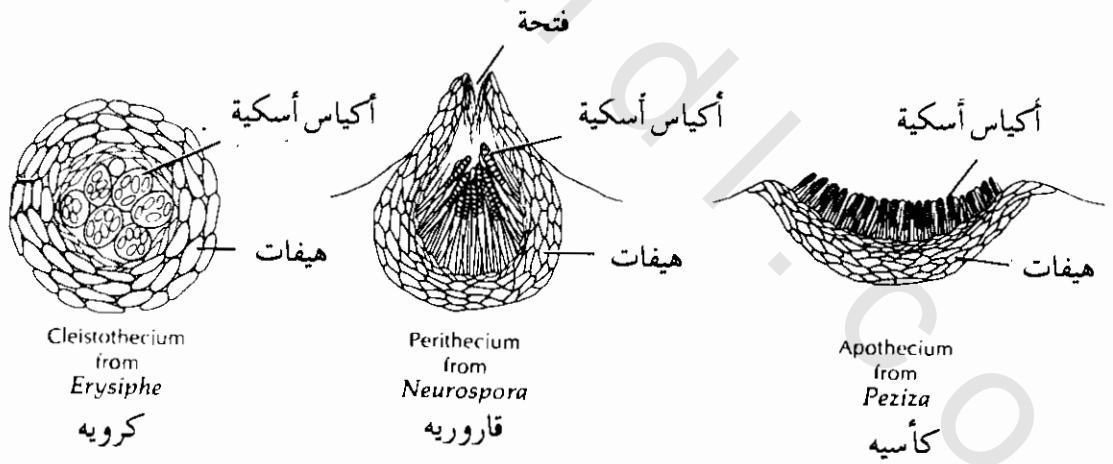
(٢) قارورية Perithecium وهى ثمرة قارورية الشكل ، ذات فتحة علوية ، وتحتل مجموعة الأكياس الأسكية الجزء القاعدى المنتفخ من القارورة .

(٣) كأسية Apothecium وهى تشبه الكأس تبطنه الأكياس الأسكية من الداخل .

تحتوى الفطريات الأسكية على فطريات ممرضة لعديد من النباتات والحيوانات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ، مثل *Penicillium, Aspergillus, Neurospora* .



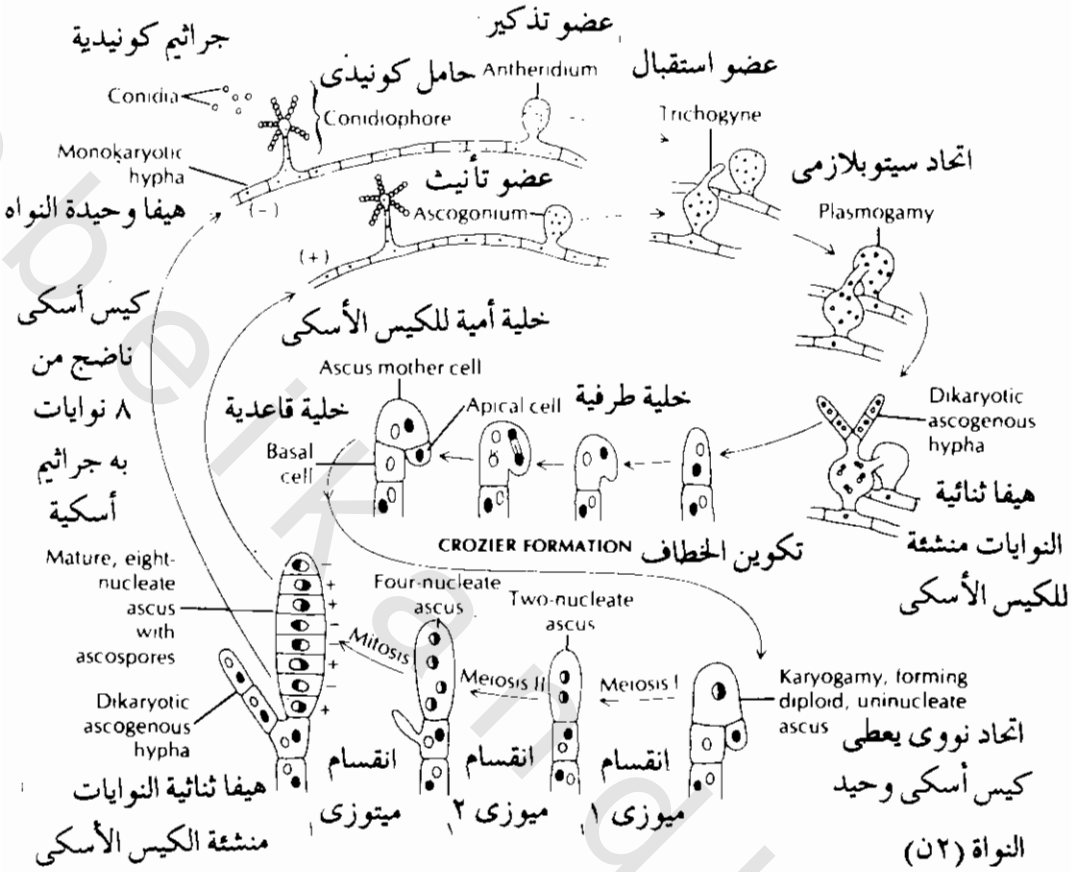
(ا) التكاثر اللاجنسى بواسطة الأكياس الجرثومية Sporocarps



(ب) التكاثر الجنسى بواسطة الثمار الأسكية Ascocarps

شكل (١٣-١١) : تراكيب التكاثر بالفطريات الأسكية Ascomycotina .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .



شكل (١٣-١٢) : مخطط لدورة حياة الفطريات الآسكية Ascomycotina .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

(جـ) تحت قسم الفطريات البازيدية : Subdivision Basidiomycotina

تضم الفطريات البازيدية (وتعرف أيضًا بالفطريات الهروائية أو الصوجانية) نحو ٥٢٥ جنسًا و ١٣,٥٠٠ نوع تختلف كثيرًا فى الشكل والتركيب والخصائص الفسيولوجية، غير أن جميعها تشترك فى خصائص عامة ، أهمها ما يلى :

(أ) تكوِّن أفراد هذه الفطريات قاعدة صغيرة Basidium تعلوها جراثيم جنسية (بازيدية) Basidiospores محددة العدد (٤ فى الحالة النموذجية) ، تنتج عن اتحاد نووى ، ثم انقسام ميوزى بالفروع الطرفية لهيفات ثنائية النوايات شكل (١٣-١٣) و (١٣-١٤) .

(ب) تعطى الهيفات ثنائية النوايات لهذه الفطريات وصلات كلابية Clamp connections لها علاقة بانقسامات النواة شكل (١٣-١٤) .

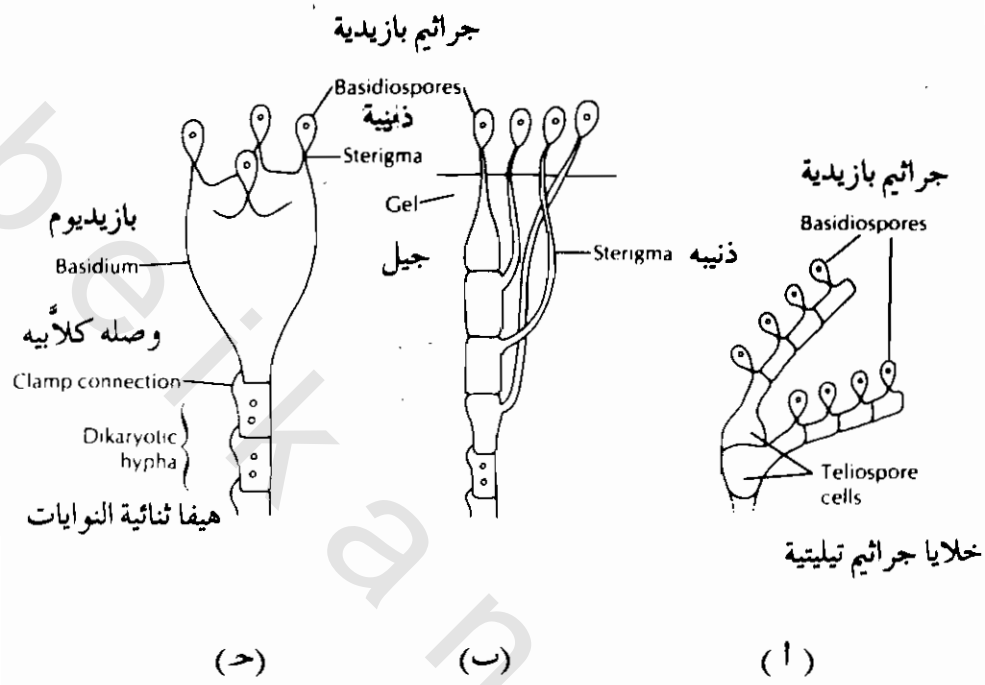
(جـ) عند فحص الفطريات البازيدية بالمجهر الإلكترونى ، يظهر ثقب مفرد بالجدر المتعرضة Septa للهيفات ، يختلف عن الثقب المماثل بالفطريات الأسكية Ascomycotina ؛ حيث تتغلظ حافته فيما يشبه الشفة ، وتنمو الشبكة الإندوبلازمية فوقه على هيئة غطاء ، فيبدو الثقب بخلية الهيفا ، وكأنه فوهة برطمان Dolipore septum شكل (١٣-١٥) .

توجد الخاصيتان (ب) و (جـ) بجميع هيفات الفطريات البازيدية ثنائية النوايات ، فيما عدا فطريات الأصداء Rusts والتفحمات Smuts ، وهى تتبع Teliomycetes .

تعطى غالبية الفطريات البازيدية أجسامًا ثمرية حاملة للجراثيم ، تعرف بالثمار البازيدية Basidiocarps شكل (١٣-١٦) ، وهى ذوات تركيب معقد نسبيًا . وقد يستخدم البعض الخصائص المورفولوجية للثمار البازيدية كاللون والحجم والشكل أساسًا للتصنيف ، وإن اعتبره البعض الآخر تصنيفًا صناعيًا .

يتكون الجسم الخضرى للفطريات البازيدية من هيفات مقسمة Septate ، قد تكون خلاياها وحيدة النواة كما فى الميسليوم الابتدائى Primary mycelium ، أو ثنائية النوايات كما فى الميسليوم الثانوى Secondary والميسليوم الثالث Tertiary .

تماثل دورة حياة غالبية الفطريات البازيدية تلك لفطر عيش الغراب *Agaricus* sp. شكل (١٣-١٧)، إلا أن للفطريات المتطفلة من Teliomycetes دورة حياة معقدة ، تشتمل على عائل وسطى أو اثنين ، وتنتج طرزًا مختلفة من الجراثيم ، وأغلب هذه الفطريات طفيليات نباتية مهمة ، خاصة للمحاصيل ،و تسبب أمراض الأصداء شكل (١٣-١٨) ، والتفحمات ، وأمراضًا أخرى مثل أعفان الجذور .



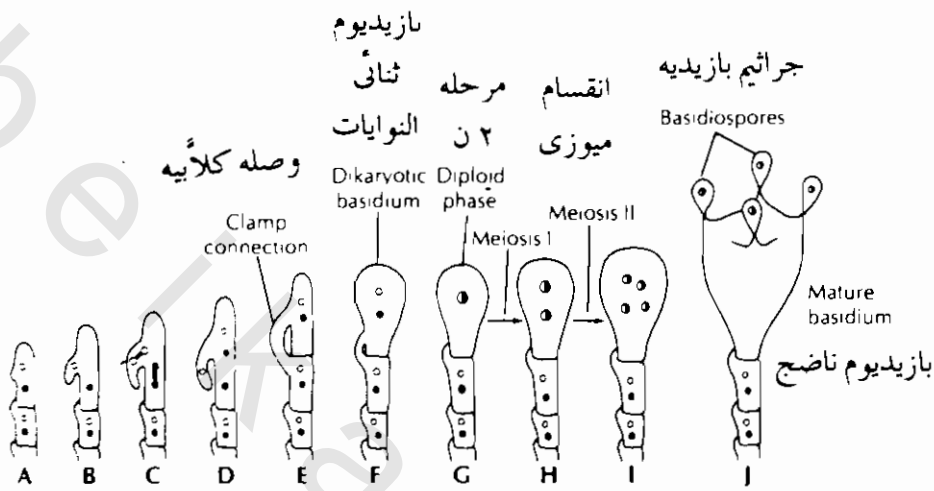
شكل (١٣-١٣) : طرز البازيديات

(أ) بازيديوم خيطى Teliobasidium مقسم ، ينشأ مباشرة عن جرثومة تيليتيه ساكنة لصدأ متطفل من رتبة Uredinales .

(ب) بازيديوم خيطى مقسم من أربع خلايا (Phragmobasidium) لفطر جيلاتينى Jelly fungus ، من رتبة Tremellales .

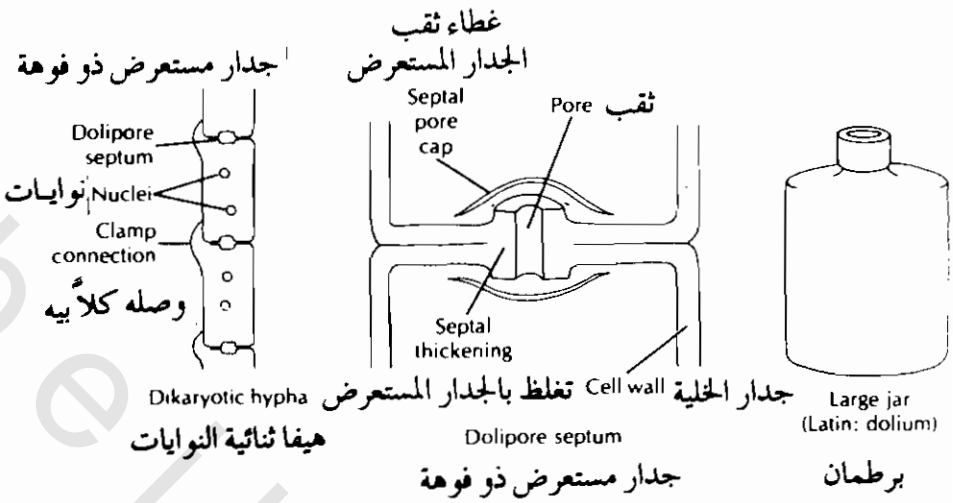
(جـ) بازيديوم وحيد الخلية صولجانى الشكل (Holobasidium) لفطر عيش الغراب ، من رتبة (Agraricales) .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .



شكل (١٣-١٤) : تكوين الوصلة الكلاّبية والبازيديوم، تمثل الأشكال من A إلى F خطوات تكوين الوصلة الكلاّبية من خليه طرفية بهيفا ثنائية النوايات يحدث بها انقسام ميوزى، لاحظ أن كل خلية ناتجة تشتمل على نواة فاتحه وأخرى داكنة اللون من الخلية الأمية، G اتحاد نووى ينتج عنه نواة ٢ ن ، تنقسم مرتين الأولى منهما ميوزيا H و I ؛ لتعطى أربع نوايات أحادية ، تتكوّن أربع جراثيم بازيدية بالبازيديوم الناضج J .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤).



شكل (١٣-١٥) : Doliper septum تشبه الجدر المستعرضة بين خلايا هيفات الفطريات البازيدية قمة برطمان ، على فوهته غطاء يتكون من الشبكة الإندوبلازمية .

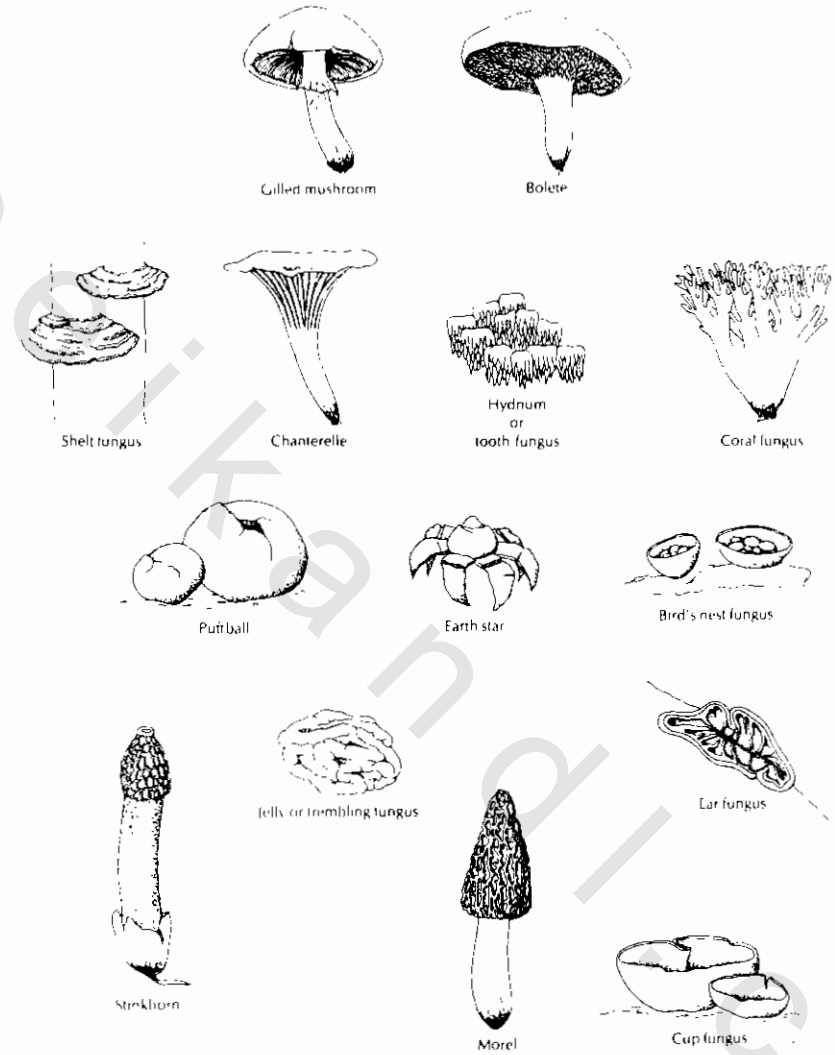
(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤)

تمر الفطريات البازيدية خلال دورة حياتها بمراحل محددة ، هى :

(أ) الميسليوم الابتدائى Primary mycelium وينشأ عن إنبات جرثومة بازيدية، خلاياها ذات نواه وحيدة Monokaryote أحادية المجموعة الكروموسومية Monoploid ، وهذا الميسليوم لا يحمل بازيديات Basidia أو جراثيم بازيدية Basidiospores .

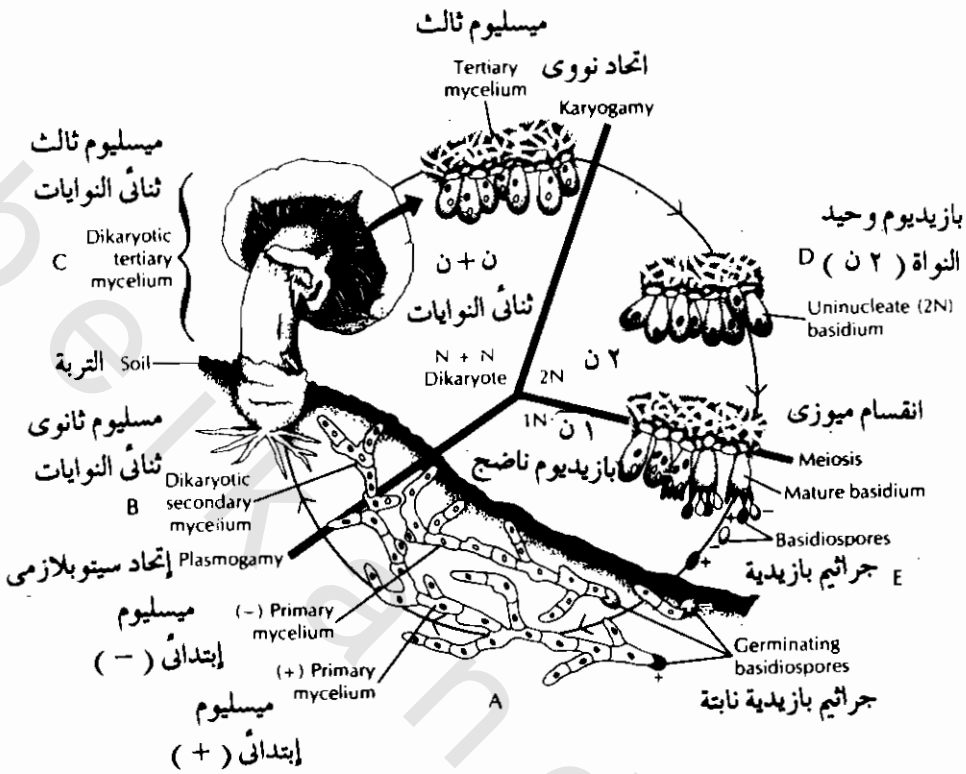
(ب) الميسليوم الثانوى Secondary mycelium وينشأ من الميسليوم الابتدائى نتيجة اتحاد بين هيفات ميسليومات أحادية لسلالات مقابلة Opposite strains (+) و (-)، وتنتقل نواة إحدى الخلايا إلى خلية مقابلة فيما يعرف بالمرافقة النووية ، وينتج عن ذلك هيفات ثنائية النوايات Dikaryote، ويستمر هذا النوع من الميسليوم فترة طويلة من دورة الحياة.

(جـ) تمثل الثمار البازيدية Basidiocarps ميسليوم ثالثًا Tertiary mycelium ، تعتمد فى تكوينها على عدد من العوامل البيئية والظروف الغذائية ، مثل : وجود بعض المركبات العضوية والفيتامينات والضوء ودرجة الحرارة و pH وغيرها .



شكل (١٣-١٦) : بعض أشكال الثمار البازيدية Basidiocarps والأسكية Ascocarps جميع الأشكال الموضحة ثمار بازيدية ، فيما عدا الثمار الأسكية Cup fungus و Morel .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤)



شكل (١٣-١٧) : مخطط لدورة حياة فطر عيش الغراب *Agaricus* sp.

يمضى معظم دورة الحياة على شكل ميسليوم تحت التربة، تشتمل مرحلة الميسليوم الابتدائى (A) على هيفات أفراد ، يرمز لها (+) وأخرى (-)، ينتج عن اتحاد الهيفات المتوافقة ميسليوم ثانوى ثنائى النوايات (B) ، قد يمتد بقاؤه لفترات طويلة. يتكشف فطر عيش الغراب المعتاد أو الميسليوم الثالث (C) من الميسليوم الثانوى على هيئة كتل متميزة، وتتكون خلية وحيدة النواة (٢ ن) ، عندما تتحد نواتان فى خلية ثنائية النوايات بالبازيديوم (D) ، ويعقب هذه الخطوة بسرعة انقسام ميوزى ينتج عنه ٤ نوايات (ن) ، تعطى أربع جراثيم بازيدية (E) . (عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤)

تتكاثر هذه الفطريات لاجنسيًا بتجزئه الهيفات Fragmentation ، وبالجراثيم الكونيدية Conidia ، والجراثيم الكلاميدية Chlamydospores ، ونوع آخر خاص هو الجراثيم الأويدية Oidium . وتتميز فطريات Teliomycetes بأنواع خاصة من الجراثيم الكونيدية تعرف بالجراثيم الآسيدية Aeciospores ، والجراثيم اليوريدية Urediniospores .

لا تكوِّن الفطريات البازيدية أعضاء تذكير وأعضاء تأنيث على الإطلاق ، ويتم التكاثر الجنسى خلال الاقتران الجسمى Somatogamy بين الهيفات ، ينتج عنه ازدواج النوايات، وبذلك فالتكاثر الجنسى فى هذه الفطريات مختزل للغاية .

تنتج بعض الفطريات البازيدية سمومًا Toxins ، مثل : جنس *Amanita* الذى يكوِّن المركبات السامة Amatoxins, Phallotoxins . كما ينتج بعض الفطريات مواد مسببة للهلوسة Hallucinogens مثل جنس *Psilocybe* الذى يكوِّن Psilocin, Psilocybin ، وينتج بعضها مضادات للحيوية Antibiotics مثل جنس *Clitocybe* ، وينتج البعض الآخر مواد حيوية متلألئة Bioluminescences مثل جنس *Omphalotus* .

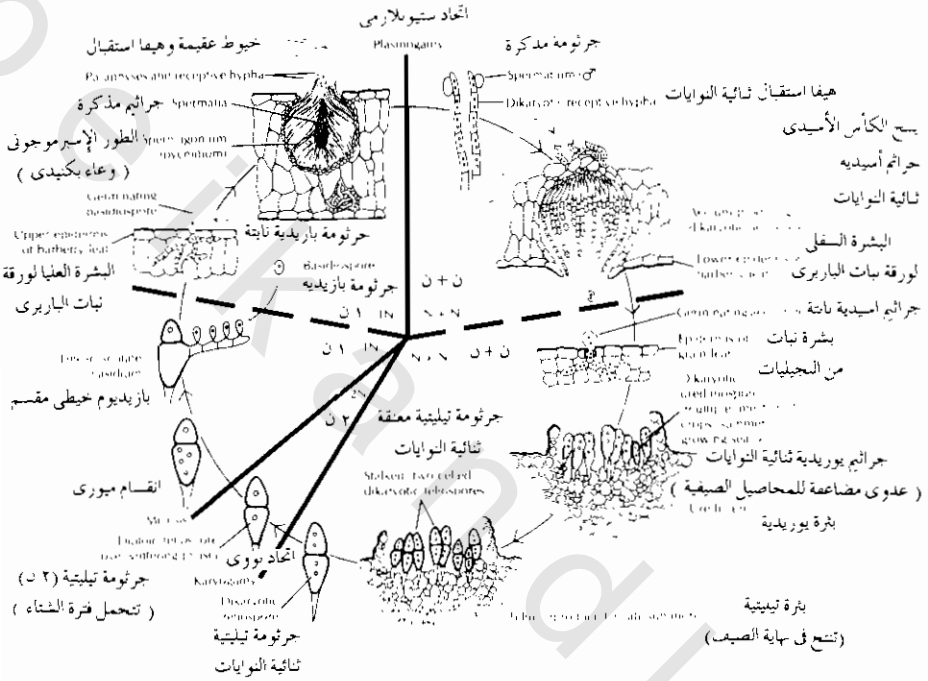
تلعب الفطريات البازيدية دورًا مهمًا بأراضى الغابات ، فالبعض منها يتعايش مع جذور النباتات فى صورة معيشة تكافلية Symbiotic فيما يعرف بالفطريات الجذرية Mycorrhiza ، كما تساعد بعض هذه الفطريات فى دورة المركبات الغذائية خلال عملية التحلل ، التى تقوم بها على سليولوز ولجنين النباتات الخشبية، كما تعتبر بعض هذه الفطريات مثل عيش الغراب مصدرًا غذائيًا لبعض الشعوب .

(د) تحت قسم الفطريات الناقصة : Subdivision Deuteromycotina

تضم هذه الفطريات نحو ١,٣٠٠ جنس و ١١,٠٠٠ نوع من فطريات غير متجانسة، يتكون فيها الميسليوم من هيفات مقسمة، وهى معروفة فقط بحالتها الميسليومية أو اللاجنسية، ولم يكتشف للآن الطور الجنسى لها ، ولذلك فإنها تعرف بالفطريات الناقصة. ولو أن الجراثيم البيضية والجراثيم الزيجية فى بعض الفطريات البيضية والفطريات الزيجية لم تشاهد، إلا أن هذه الأنواع لم تصنف ضمن الفطريات الناقصة؛ نتيجة لطبيعة الميسليوم غير المقسم وطريقة التكاثر اللاجنسى المميزة لها. ولما كانت الهيفات فى غالبية الفطريات البازيدية ذات وصلات كلابية Clamp connection . . فإن هذه الصفة ذات قيمة تقسيمية فى حالة غياب الطور البازيدى ، فى ضم مثل هذه الأنواع إلى الفطريات البازيدية .

شكل (١٣-١٨) : مخطط لدورة حياة فطر *Puccinia graminis* . تتميز رتبة الأصداء Uredinales بدورة حياة معقدة بها ١-٢ عائل وسطى، يمضى فطر *P.graminis* جانبًا من حياته متطفلاً على أوراق نبات البارببرى ، وجانبًا آخر متطفلاً على أوراق النجيليات المختلفة، تتكون البازيديات الخيطية المقسمة فى الربيع، وتعطى أربع جراثيم بازيدية : اثنتان منها (+) والأخريتان (-). تُحدث هذه الجراثيم عدوى بأوراق نبات البارببرى وتنتج أكياسًا جرثومية (+) أو (-) على البشرة العليا للأوراق، تعطى الأكياس الجرثومية هيفات استقبال (+) أو (-) وجراثيم مذكرة (+) أو (-) . ويحدث إخصاب خلطى بواسطة الحشرات الحاملة للجراثيم المذكرة ؛ حيث تتحد الجراثيم المذكرة (+) مع هيفا الاستقبال (-) وتعطى هيفا ثنائية النوايات ، تكوِّن بالتبعية كؤوسًا أسيدية على البشرة السفلى للورقة، تنتشر الجراثيم الأسيدية بعد ذلك بالرياح ، وتنقل العدوى لأوراق النجيليات ؛ حيث تعطى بثرات يوريدية، تتسبب فى تكرار وتضاعف العدوى خلال الصيف، تتكون البثرات التيليتية فى نهاية الصيف وتعطى جراثيم تيليتية سميكة الجدار، تتحمل فترة الشتاء، وتنبت فى الربيع التالى لتعطى بازيديات خيطية مقسمة .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤)



شكل (١٣-١٨) : مخطط لدورة حياة فطر *Puccinia graminis* .

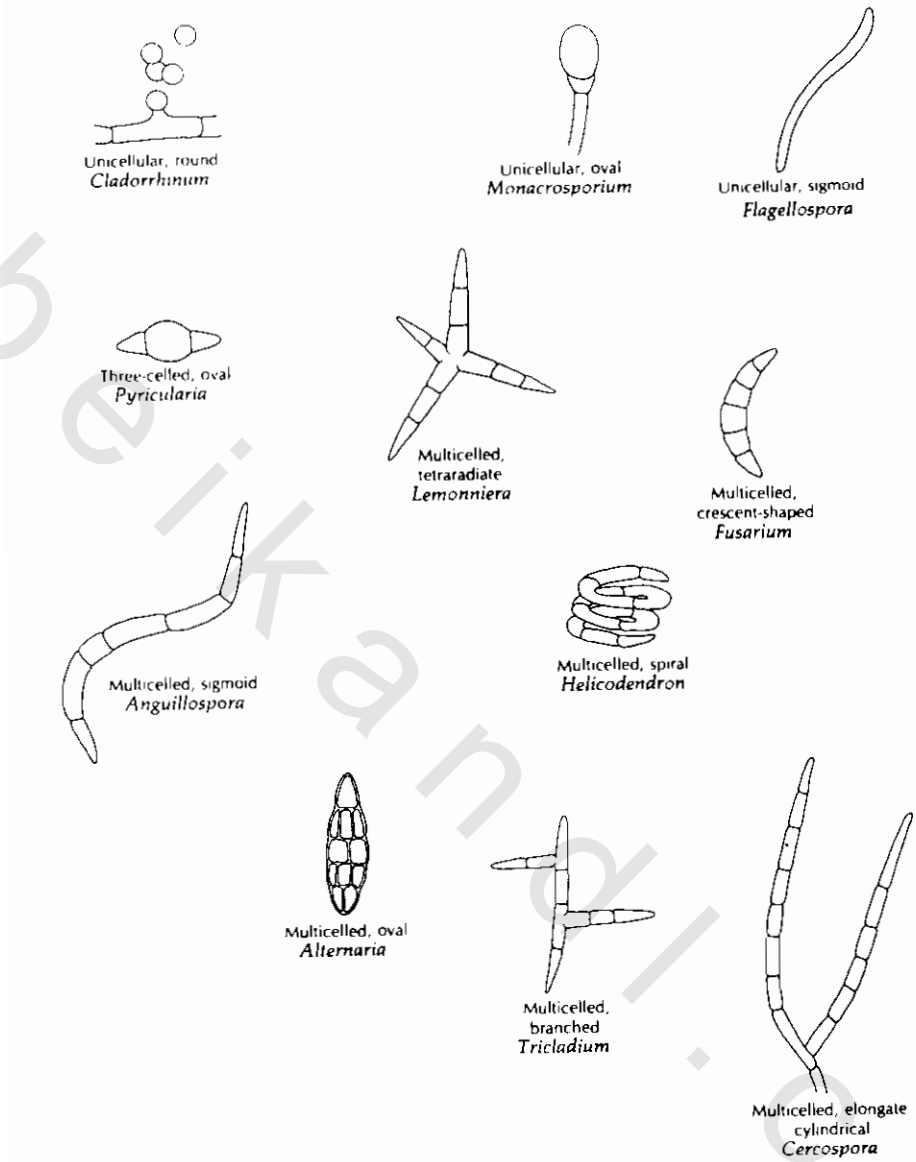
ويعطى كثير من الفطريات الناقصة أطوارًا كونيدية شديدة الشبه بتلك فى الفطريات الأسكية المعروفة، لذلك يمكن اعتبار مثل هذه الفطريات الناقصة أطوارًا كونيدية لفطريات أسكية ، تنتج فى الحياة أطوارًا أسكية لم يتم اكتشافها بعد لندرتها ، أو ربما تكون قد تخلت عن إنتاج الأطوار الأسكية خلال تطورها، كما يعزى لظاهرة تباين الميسليوم Heterothallism الموجودة فى كثير من الفطريات الأسكية احتمال فشل عملية التكاثر الجنسى فى حالات كثيرة.

تتكاثر الفطريات الناقصة لا جنسيًا فقط (وبتعبير أدق لم يكتشف بعد التكاثر الجنسى لها)، ويتم ذلك بالتجزئة أو بتكوين أنواع خاصة من الجراثيم الكونيدية ، تحمل على حوامل كونيدية (شكل ١٣-١٩) . ويقوم تصنيف هذه المجموعة من الفطريات على تركيب خلايا التكاثر اللاجنسى فقط، وهو تصنيف صناعى يقوم على أسماء مؤقتة تدعى «منشئ الأجناس Form genera» أو «منشئ الأنواع Form species» .

تماثل النواحى الفسيولوجية والكيميائية الحيوية للفطريات الناقصة نظيرتها فى الفطريات الحقيقية الأخرى، ويظهر البعض منها خاصية ثنائية الشكل Dimorphic ، فتوجد إما على هيئة هيفات أو وحيدة الخلية، ويشبه بعضها الخميرة، وينتج البعض منها مواد سامة كما قد ينمو البعض منها متطفلاً ، وعند درجات حرارة وpH معينة .

تلعب هذه الفطريات - شأنها فى ذلك شأن بقية الفطريات - دورًا مهمًا فى تحلل المواد العضوية بالتربة والبيئة المائية، فغالبًا ما تنمو على المواد النباتية المتحللة كالأوراق والسيقان والثمار . ولهذه الفطريات أهمية فى تحليل السليولوز واللجنين بالسيقان الخشبية، كما تعمل الإنزيمات التى تفرزها على تحليل المنتجات البترولية ومختلف المواد والمنتجات المصنعة Synthetic بما فى ذلك مادة DDT، والبعض منها مفترسات لنيماتودا التربة ومزودة بتحورات خاصة تمكنها من اصطيادها .

تتسبب أجناس كثيرة من الفطريات الناقصة فى إحداث الأمراض للإنسان، كما تصيب النباتات المزروعة ، ومع ذلك فتوجد أجناس أخرى منها تستخدم فى إنتاج الغذاء (بروتين الخلية الواحدة Single - celled protein, SCP) ويستفاد من البعض منها تجاريًا فى إنتاج بعض المواد العضوية المهمة .



شكل (١٣-١٩) : بعض أشكال الجراثيم الكونيدية بالفطريات الناقصة ، كما تشاهد بالمجهر الضوئى، قد تكون الجراثيم الكونيدية وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا، ويقوم تحديد الجنس فى هذه الفطريات على تركيب الجراثيم الكونيدية.

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤).

أسئلة للنقاش

- اذكر الصفات العامة لمملكة الفطريات .
- اشرح الطرق المختلفة لتكاثر الفطريات .
- وضح الكيفية التى تصنف بها مملكة الفطريات .
- اذكر الصفات العامة لفطريات Myxomycetes ، وارسم مخططًا لدورة حياتها .
- اذكر الصفات العامة للفطريات الأكرازية ، وارسم مخططًا لدورة حياتها .
- اذكر الصفات العامة للفطريات الكيتريدية ، وارسم مخططًا لدورة حياتها .
- اذكر الصفات العامة للفطريات البيضية ، وارسم مخططًا لدورة حياتها .
- اذكر الصفات العامة للفطريات الزيجية ، وارسم مخططًا لدورة حياتها .
- اذكر الصفات العامة للفطريات الأسكية ، وارسم مخططًا لدورة حياتها .
- وضح مع الرسم تراكيب التكاثر بالفطريات الأسكية .
- اذكر الصفات العامة للفطريات البازيدية .
- وضع مع الرسم طرز البازيديات المختلفة .
- اشرح وارسم الطريقة التى يتكون بها البازيديوم .
- اذكر مع الرسم ما تعرفه عن Doliper septum .
- اشرح مع الرسم دورة حياة فطر عيش الغراب .
- اشرح مع الرسم دورة حياة أحد فطريات الأصداء .
- اذكر الصفات العامة للفطريات الناقصة .
- وضح بالرسم بعض أشكال الجراثيم الكونيدية بالفطريات الناقصة ، واشرح أهميتها التصنيفية .

obeikandl.com

ثانيا : المملكة النباتية

Kingdom Plantae

الصفات العامة :

صنف بولد وآخرون Bold *et al.* عام ١٩٨٧ المملكة النباتية Plantae ضمن ثلاث ممالك ، تضمها فوق مملكة حقيقية النوايات Eukaryonta (انظر جدول ٣ - ٦ ، صفحة ٨٠). وتشتمل المملكة النباتية (جدول ١٣-٣) على ١٩ قسمًا من النباتات المعاصرة إلى جانب ٦ أقسام نباتات حفرية .

ويقوم هذا النظام على تعدد الأسلاف Polyphyletic ؛ حيث تتشعب أقسام الحزازيات والتيريدات والبذريات ، وكذلك طوائف معينة من الطحالب إلى وحدات أصغر ارتقت بمرور الزمن إلى مرتبة القسم، توجد خطوط تطورية عديدة فى نظم التقسيم متعددة الأسلاف، على طرف نقيض من النظم وحيدة السلف Monophyletic ، التى تلتقى فيها جميع الخطوط التطورية المتشعبة فى أصل مشترك .

عرف ما يزيد عن نحو ٣٥٠,٠٠٠ نوع من النباتات حتى الآن، ولاشك أن إلمام أى إنسان بكل هذا الكم من النباتات يعد أمر مستحيلاً ، ولذلك يلجأ الإنسان إلى تقسيم النباتات فى فئات ، مع اختيار نماذج أو أنماط تتمثل بها الصفات الرئيسية لمجموعات أكبر من النباتات، وكلما ازداد تباين المجموعة تحت الدراسة ، اقتضى الأمر دراسة عدد أكبر من النماذج الممثلة لها . وعمومًا .. فإن الاكتفاء بعدد محدود من النماذج للفئات التصنيفية المختلفة لا يعطى صورة دقيقة لها، ويوضح جدول (١٣-٤) مفتاحًا مختصرًا لتعرف الفئات النباتية المكونة للمملكة النباتية مبدئيًا .

جدول (١٣-٣) : حصر بالفئات التصنيفية التى تتكون منها مملكة النباتات ، حتى مستوى الطائفة تبعا لتقسيم بولد وآخرين ١٩٨٧ .

Kingdom Phyta (Plantae)
- Division 1. Chlorophyta (green algae)
  - Class 1. Chlorophyceae
- Division 2. Charophyta (stoneworts)
  - Class 1. Charophyceae
- Division 3. Euglenophyta (euglenids)
  - Class 1. Euglenophyceae
- Division 4. Phaeophyta (brown algae)
  - Class 1. Phaeophyceae
- Division 5. Chrysophyta (golden algae)
  - Class 1. Xanthophyceae (yellow-green algae)
  - Class 2. Chrysophyceae (golden-brown algae)
  - Class 3. Bacillariophyceae (diatoms)
- Division 6. Pyrr ophyta
  - Class 1. Dinophyceae (dinoflagellates)
- Division 7. Rhodophyta (red algae)
  - Class 1. Rhodophyceae
- Division 8. Hepatophyta (liverworts)
  - Class 1. Hepatopsida
- Division 9. Anthocerotophyta (hornworts)
  - Class 1. Anthocerotopsida
- Division 10. Bryophyta (mosses)
  - Class 1. Sphagnopsida (peat mosses)
  - Class 2. Andreaeopsida
  - Class 3. Bryopsida ("true" mosses)
- Division 11. Rhyniophyta (Rhyniophytes)
  - Class 1. Rhyniopsida
- Division 12. Zosterophyllophyta (Zosterophyllophytes)
  - Class 1. Zosterophyllopsida
- Division 13. Trimerophytophyta (Trimerophytophytes)
  - Class 1. Trimerophytopsida
- Division 14. Microphyllophyta (lycopods)
  - Class 1. Aglossopsida
  - Class 2. Glossopsida
- Division 15. Arthrophyta (arthrophytes)
  - Class 1. Arthropsida
- Division 16. Pteridophyta (Ferns)
  - Class 1. Pteridopsida
- Division 17. Psilotophyta (whisk ferns)
  - Class 1. Psilotopsida
- Division 18. Progymnospermophyta (progymnosperms)
  - Class 1. Progymnospermophyta
- Division 19. Pteridospermophyta (seed ferns)
  - Class 1. Pteridospermopsida
- Division 20. Cycadophyta (cycads)
  - Class 1. Cycadopsida
- Division 21. Cycadeoidophyta (cycadeoids)
  - Class 1. Cycadeoidopsida
- Division 22. Ginkgophyta (*Ginkgo*)
  - Class 1. Ginkgopsida
- Division 23. Coniferophyta (conifers)
  - Class 1. Coniferopsida
- Division 24. Gnetophyta (gnetophytes)
  - Class 1. Gnetopsida
- Division 25. Anthophyta (flowering plants)
  - Class 1. Anthophyta

جدول (١٣-٤) : مفتاح مختصر Synoptical key للتمييز مبدئيًا بين المجموعات المختلفة من النباتات .

أ - نباتات دون أنسجة توصيل متخصصة (نسيج خشب ونسيج لحاء) وغير متكشفة إلى جذور وسوق وأوراق حقيقية .

ب - الحافظة المشيجية Gametangium (التراكيب التى تحمل الأمشاج Gametes) وحيدة الخلية أو غائبة، الطور البوغى Sporophyte (المرحلة من دورة الحياة التى تحتوى الخلايا بها على ٢ ن كروموسوم) لايكون على اتصال بالطور المشيجى Gametophyte (المرحلة من دورة الحياة التى تحتوى الخلايا بها على ن كروموسوم) أو قد يستمر الفرد لاجنسيًا وبالتالى لا تتحدد به أجيال بوغية ومشيجية . . **الطحالب Algae.**

ب ب الحافظة المشيجية عديدة الخلايا، يظل الطور البوغى على اتصال بالطور المشيجى ، وبصورة أو بأخرى يكون متطفلاً عليه **الحزازيات Bryophyta.**

أأ - نباتات ذات أنسجة توصيل متخصصة بالطور البوغى ، والذى يتكشف إلى جذور وسوق وأوراق حقيقية . . . . . **النباتات الوعائية Tracheophyta .**

جـ - أفراد هذه المجموعة لا تنتج بذورًا، ويستقل الطور المشيجى والطور البوغى عن بعضهما عند النضج .

النباتات الوسطية Pteridophyta

جـ جـ -أفراد هذه المجموعة تنتج بذورًا ، ويتطفل الطور المشيجى على الطور البوغى . . . . . **النباتات البذرية Spermatophyta**

د - البذور معراة (أى معرضة للهواء مباشرة) الطور المشيجى المؤنث عديد الخلايا يحتوى على نحو ٥٠٠ خلية (أو نواة) . . . . . **عاريات البذور Gymnospermae**

دد - البذور مغطاة داخل تركيب متخصص (المبيض) الطور المشيجى المؤنث محدود الخلايا أو النوايات (ثمانية فى الحالة النموذجية) . . . **كاسيات البذور Angiospermae**

يقدم العرض الموجز التالى حصرًا بأعداد الفئات التصنيفية المختلفة التى تتكون منها مملكة النباتات حتى تكتمل الصورة عن الحجم النسبى لكل منها بين الكائنات الحية .

أولاً : الطحالب : نباتات مائية خيطية، ٧ أقسام، ٢٠,٠٠٠ نوع .

(١) قسم : الطحالب الخضراء ..... Division : Chlorophyta

(٢) قسم : الطحالب الكلسيه ..... Division : Charophyta

(٣) قسم : الطحالب اليوجلينات ..... Division : Euglenophyta

(٤) قسم : الطحالب البنية ..... Division : Phaeophyta

(٥) قسم : الطحالب الذهبية ..... Division : Chrysophyta

(٦) قسم : الطحالب الدوارة ..... Division : Pyrrophyta

(٧) قسم : الطحالب الحمراء ..... Division : Rhodophyta

ثانيًا : الحزازيات : نباتات لاوعائية لابذرية، ٣ أقسام :

(١) قسم الحزازيات الكبدية المنبطحة ..... Division : Hepatophyta (liverworts)

١ طائفة، ٧ رتب، ٢٦ فصيلة، نحو ٣٠٠ جنس، ٦,٠٠٠ - ١٠,٠٠٠ نوع .

(٢) قسم الحزازيات الكبدية القرناء ..... Division : Anthoceratophyta (hornworts)

١ طائفة، ١ رتبة، ٢ فصيلة، ٥ أجناس، ٥٠٠ نوع .

(٣) قسم الحزازيات القائمة ..... Division : Bryophyta (mosses)

٣ طائفة، ١٦ رتبة، ٢٦ فصيلة، نحو ٨٠٠ جنس، ١٠,٠٠٠-١٢,٠٠٠ نوع .

(أ) طائفة السفاجنية Class : Sphagnopsida (peat mosses)

١ رتبة، ١ فصيلة، ١ جنس، ٣٢٠ نوعًا .

(ب) طائفة الأندريا Class : Andreaeopsida

١ رتبة، ١ فصيلة، ٢ جنس، نحو ١٢٠ نوعًا .

(جـ) طائفة الحزازيات القائمة الحقيقية Class : Bryopsida (true mosses)

١٤ رتبة، نحو ٢٥ فصيلة، نحو ٨٠٠ جنس، نحو ١٠,٠٠٠ نوع .

ثالثا : النباتات التيريدية : نباتات وسطية، وعائية لابذرية ٣ أقسام نباتات حفرية، ٤ أقسام نباتات معاصرة :

(١) قسم النباتات الرينياوية Division : Rhyniophyta (حفريات)

(٢) قسم النباتات الزوستيروفيلية Division : Zosterophyllophyta (حفريات)

(٣) قسم النباتات الترايميروفيتية Division : Trimerophytophyta (حفريات)

(٤) قسم النباتات صغيرة الأوراق Division : Microphyllophyta

(Lycopods) ٢ طائفة، ٣ رتب، ٣ فصائل، ٧ أجناس، نحو ١٠٠٠ نوع .

(أ) طائفة النباتات عديمة اللسين Class : Aglossopsida

١ رتبة، ١ فصيلة، ٢ جنس، ٢٠٠-٤٠٠ نوع .

(ب) طائفة النباتات ذات اللسين Class : Glossopsida

٢ رتبة، ٢ فصيلة، نحو ٥ أجناس، ٧٤٠ ٧٨ نوعًا .

(٥) قسم النباتات المفصلية Division : Arthrophyta

١ طائفة، ١ رتبة، ١ فصيلة، ١ جنس، ١٠-٢٥ نوعًا .

(٦) قسم النباتات السرخسية Division : Pteridophyta (ferns)

٣ طوائف، ٥ رتب، ١١ فصيلة، ٣١٠ جنس، نحو ١٠,٠٠٠ نوع .

الطائفة (أ) و (ب) ذات أكياس جرثومة سطحية Eusporangiate والطائفة (جـ) ذات أكياس جرثومية دقيقة Leptosporangiate غالبيتها متماثلة الجراثيم Homosporous .

(أ) طائفة الأفيوجلوسية Class : Ophioglossopsida

١ رتبة، ١ فصيلة، ٢-٣ أجناس، ٤٠-٦٠ نوعًا .

(ب) طائفة المرتياوية Class : Marratiopsida

١ رتبة، ١ فصيلة، ٧ أجناس، نحو ٢٠٠ نوع .

(جـ) طائفة الفليكية Class : Filicopsida

٣ رتب، ٩ فصائل، ٣٠٠ جنس، ٩٠٠٠ نوع .

(٧) قسم النباتات السيلوتية Division : Psilotophyta (whisk ferns)

١ طائفة، ١ رتبة، ١ فصيلة، ٢ جنس، ١٠ أنواع .

رابعًا : النباتات البذرية : نباتات وعائية بذرية، ٣ أقسام نباتات حفرية، ٥ أقسام نباتات معاصرة، أربعة منها نباتات عاريات البذور، والقسم الخامس نباتات كاسيات البذور .

(١) قسم النباتات عاريات البذور البدائية Division : Progymnospermophyta (حفريات)

(٢) قسم النباتات البذريات التيريدية (السراخس البذرية) (حفريات)

Division : Pteridospermophyta (Seed ferns)

(٣) قسم النباتات السيكادية Division : Cycadophyta (Cycads)

١ طائفة، ١ رتبة، ٣ فصائل، ١٠ أجناس، ١٠٠ نوع .

(٤) قسم النباتات أشباه السيكادات Division : Cycadeoidophyta (Cycadeoids) (حفريات)

(٥) قسم النباتات الجنكوبة Division : Ginkgophyta

١ طائفة، ١ رتبة، ١ فصيلة، ١ جنس، ١ نوع .

(٦) قسم النباتات المخروطية Division : Coniferophyta (Conifers)

٣ طوائف، إحداها نباتات حفرية، ٢ رتبة، ٦ فصائل، نحو ٦٠ جنسًا، ٦٠٠ نوع .

(أ) طائفة كوردايتوبسيدا Class : Cordaitopsida (حفريات) .

(ب) طائفة كونيفروبسيدا Class : Coniferopsida

١ رتبة، ٥ فصائل، ٥٠ جنسًا، ٥٥٠ نوعًا .

(جـ) طائفة تاكسوبسيدا Class : Taxopsida

١ رتبة، ١ فصيلة، ١٢ جنس، ٥٠ نوعًا .

(٧) قسم النباتات النتومية Division : Gnetophyta

١ طائفة، ٣ رتب، ٣ فصائل، ٣ أجناس، نحو ٧٠ نوعًا .

(٨) قسم النباتات الزهرية Division : Anthophyta (Flowering plants)

٢ طائفة، نحو ٨٥ رتبة، نحو ٤٠٠ فصيلة، ١٢,٠٠٠ جنس، ٢٥٠,٠٠٠ نوع .

(أ) طائفة ذوات الفلقتين Class : Magnoliopsida (Dicotyledoneae)

نحو ٦٥ رتبة، نحو ٣٣٠ فصيلة، نحو ٢٠٠,٠٠٠ نوع .

(ب) طائفة ذوات الفلقة الواحدة Class : Liliopsida (Monocotyledoneae)

نحو ٢٠ رتبة، نحو ٧٠ فصيلة، نحو ٥٠,٠٠٠ نوع .

من هذا العرض الموجز يتبين مدى التنوع الهائل بأفراد مملكة النبات ، فالطحالب نباتات مائية ثالوسية (خيطية) ذات صفات خاصة . أما النباتات الخازازية والوعائية فهى نباتات أرضية ، تتميز جميع أفرادها بوجود أجنة عديدة الخلايا داخل أعضاء تأنيث Archegonia متميزة أو داخل الطور المشيجى المؤنث ، كما هو الحال فى النباتات الزهرية ، ويعتمد الجنين أثناء تكوينه على النبات الأم فى الحصول على غذائه، فهو يتطفل عليه، وتكوين الجنين وتطفله أثناء نموه على النبات الأم من خصائص النباتات الأرضية ؛ إذ أنه فى حالة الطحالب مثلاً ينفصل الزيجوت عن النباتات الأم ويعتمد على نفسه فى التغذية .

الأعضاء الجنسية بالنباتات الجنينية عديدة الخلايا ، يحيط بها غلاف من خلايا عقيمة ، ويحمى الأمشاج من التعرض للجفاف، والتكاثر الجنسى لأفراد النباتات ذات الأجنة بيضى Oogamy ، وتحتوى النباتات على بلاستيدات خضراء بها صبغات تماثل تلك التى بالطحالب الخضراء، وتوجد طبقة سطحية من الكيوتين تعرف بالأدمة Cuticle ، تغطى سطح الأعضاء الهوائية من النبات . ولهذه الطبقة أهمية بالنسبة للنباتات الأرضية ؛ حيث تحميها من التعرض للجفاف .

تتميز النباتات الخازازية والأقسام الأربعة الممثلة للنباتات التيريدية ، وثلاثة أقسام من عاريات البذور هى السيكاديات والجنكويات والمخروطيات بتكوين عضو تأنيث متميز الشكل ، يسمى الأرشيجونة Archegonium (جمعها Archegonia) . وقد جرى العرف بين علماء النبات على ضم هذه الأقسام فى مجموعة واحدة صناعية ، تعرف بالأرشيجونات Archegoniate .

الأرشيجونة قارورية الشكل ، وتتكون من جزءين رئيسيين (انظر شكل ١٣-٣٢ ، صفحة ٤٤٤) جزء سفلى منتفخ يعرف بالبطن Ventre ، وجزء علوى مستطيل يعرف بالعنق Neck . تحتوى البطن بداخلها على خليتين إحداهما المشيجة المؤنثة أو البيضة Ovum ، والأخرى الخلية القنوية البطنية Ventral canal cell ، ويوجد بداخل العنق صف من الخلايا

القنوية العنقية Neck canal cells ، ويحيط بالأرشيجونة غلاف مـن خلايا عقيمة ، يعرف بالغلاف الأرشيجونى Archegonial wall .

تتميز الأرشيجونيات أيضًا بوجود عضو جنسى ذكرى متخصص عديد الخلايا كروى أو بيضى الشكل ، يعرف بالأنثريدة Antheridium (جمعها Antheridia) ، يحيط بها غلاف أنثريدى Antheridial wall ، يحوى بداخله عـديد من الخلايا المنشئة للسـابحات الذكرية Spermatozoids ، التـى قد تـكون ثنائـية أو عديدة الأسـواط تبعًا للأنـواع المختلفـة من الأرشيجونات. تتحرر السابحات الذكرية ، وتسبح فى وجود الماء حتى تصل إلى الأرشيجونة لتلقيح البيضة وإتمام عملية الإخصاب .

تعتبر النباتات الزهرية (كاسيات البذور) أرقى النباتات ، وتحمل أعضائها الجنسية داخل تركيب خـاص يعرف بالزهرة ولـهذه النباتات حـاليًا السيادة العـددية على بقيـة المجموعات النباتية الأخرى لما تتميز به من خصائص ، سيرد ذكرها فيما بعد .

تتميز النباتـات بظاهرة تبادل الأجيال Alternation of generation ؛ حيث يتبادل طور مشيجى Gametophyte عديد الخلايا مع طور جرثومى (بوغى) Sporophyte ، وهو الآخر عديد الخلايا، وتوجـد هذه الظاهرة أيضاً فى النباتات الخيطية إلا أن الطور الجرثومى لا يتعدى غالبًا خلية الزيجوت (اللاقحة) Zygote .

أسئلة للنقاش

- صنف بإيجاز مملكة النبات .
- صمم مفتاحًا نباتيًا مختصرًا ، يمكن بواسطته التمييز بين الفئات التصنيفية الرئيسية من النباتات .
- ما الصفات العامة لمملكة النبات ؟

أولاً : الطحالب Algae

تضم الطحالب Algae (مفردها Alga) نحو ٢٠,٠٠٠ نوع تحتوى فى تركيبها على الكلوروفيل أ Chlorophyll a بصورة أساسية ، ولذلك تعتمد على نفسها فى تغذيتها، وتظهر الطحالب بألوان مختلفة نتيجة لوجود صبغات إضافية بجانب الكلوروفيل، ويستفاد من هذه الألوان فى تصنيفها. الطحالب كائنات لاوعائية تتركب من خلية متحركة أو غير متحركة، قد تكون منفردة أو فى مستعمرات، وقد تصبح الخلية أنبوبية طويلة نتيجة انقسام النواة انقسامًا متكررًا بدون تكوين جدر فاصلة (مدمج خلوى Coenocyte)، وقد يكون الطحلب عديد الخلايا بشكل خيطى أو شريطى، متفرعًا أو غير متفرع، وقد يصل طوله إلى عدة أستار كما فى بعض الطحالب البنية .

تتكاثر الطحالب لا جنسيًا بالانقسام الثنائى البسيط، أو بالتجزئة، أو بالجراثيم الساكنة أو المتحركة، وتتكاثر جنسيًا بواسطة الأمشاج، الحوافظ الجنسية ذات تركيب بسيط نسبيًا ؛ حيث تتركب عادة من خلية واحدة ، لا تحاط بطبقة عقيمة من خلايا خضرية .

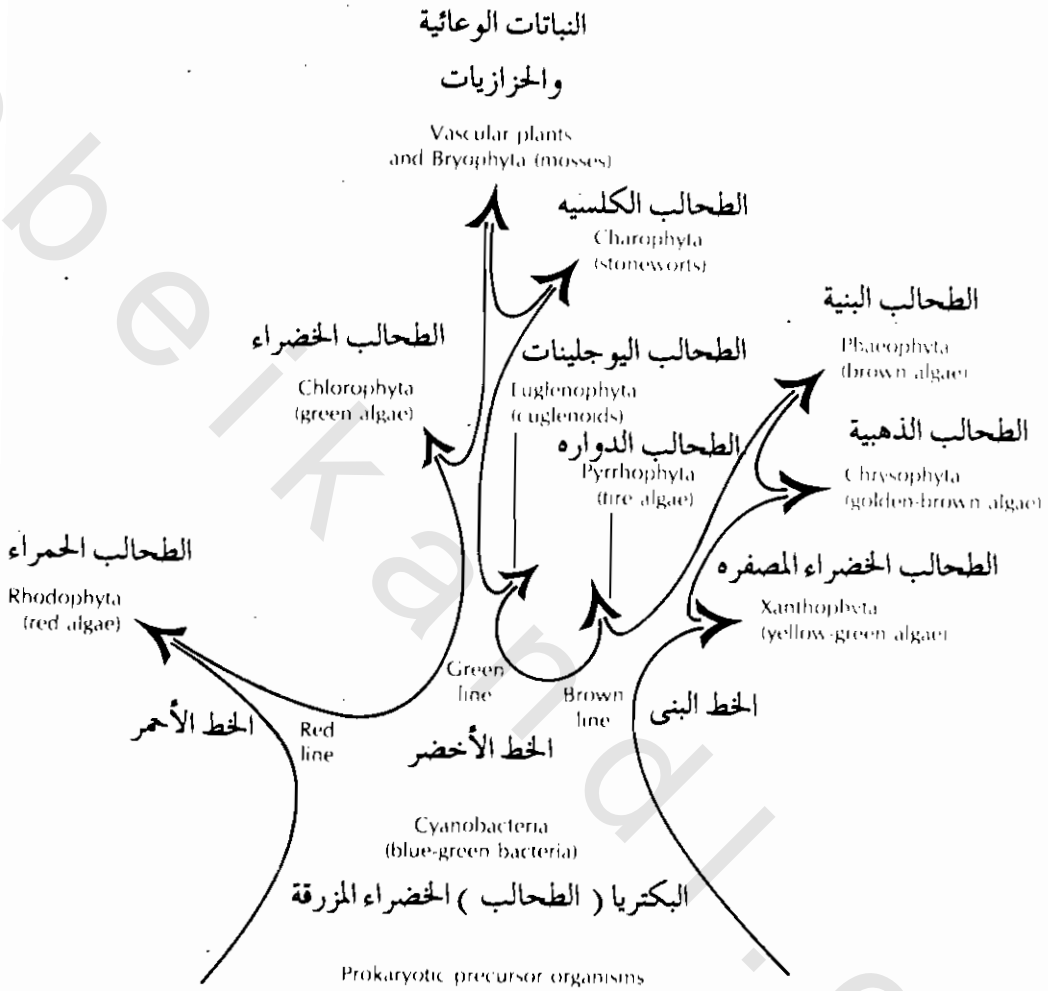
معظم الطحالب مائية منها ما يعيش فى الماء المالح ، ومنها ما يعيش فى الماء العذب، والبعض يعيش فى التربة ، والقليل منها يعيش على الصخور أو جذوع الأشجار، كما يعيش البعض منها معيشة تكافلية مع الفطريات ، وتعرف بالأشن Lichens .

يرى البعض نشأة الطحالب فى ثلاثة خطوط تطورية مستقلة ، بناءً على التركيب الكيميائى والفوق مجهرى لها (شكل ١٣-٢٠) ، وهى كما يلى :

(أ) الخط الأخضر Green line ، ويشتمل على الطحالب التى تحتوى على كلوروفيل أ و ب ، وهى الطحالب الخضراء ، والطحالب اليوجلينات ، والطحالب الكلسية .

(ب) الخط البنى Brown line ، ويشتمل على الطحالب التى تحتوى على كلوروفيل أ و جـ ، وهى الطحالب البنية ، والطحالب الذهبية ، والطحالب الدوارة .

(جـ) الخط الأحمر Red line ، ويشتمل على الطحالب التى تحتوى على كلوروفيل أ و د ، وهى الطحالب الحمراء .



سلفا من الكائنات الحية ذات النواة البدائية (البروكاريوتات)

شكل (١٣-٢٠) : مخطط يوضح تطور الطحالب فى ثلاثة اتجاهات.

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

الأهمية الاقتصادية للطحالب :

(١) تستخدم الطحالب كغذاء فى جهات متفرقة من العالم ؛ خاصة دول المحيط الهادى مثل اليابان والصين والفلبين وماليزيا وأندونيسيا ، حيث يؤكل منها حوالى ٧٥ نوعاً من الحشائش البحرية Sea weed ، وتعتبر مصدرًا مهمًا للكربوهيدرات والبروتينات والأملاح المعدنية والفيتامينات ، وهى غنية فى اليود الذى يمنع الإصابة بمرض تضخم الغدة الدرقية Goiter ، وتوجد بعض المحاولات لاستخدام بعض أجناس الطحالب ، مثل : *Chlorella* و *Scenedesmus* فى إنتاج مزارع بروتين الخلية الواحدة Single - celled protein .

(٢) تستخدم بعض أنواع الطحالب فى تسميد التربة وبعضها يستخدم كعلف للماشية .

(٣) تعتبر الطحالب المصدر الرئيسى لغذاء الأسماك والحيوانات البحرية المختلفة ، سواء كان ذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، وتوجد علاقة بين كمية الطحالب وحجم مجتمع الأسماك .

(٤) تضيف الطحالب والأوكسجين إلى الماء، وهو ضرورى لتنفس الأسماك ونشاط البكتريا الهوائية التى تعمل على تحليل المادة العضوية .

(٥) تستخدم بعض الطحالب البحرية الحمراء فى استخراج السكريات العديدة Polysaccharides ، مثل مادة الأجار Agar ، التى تستعمل بكثرة فى المعامل فى تحضير البيئات الصناعية لنمو البكتريا والفطريات ، ومادة Carrageenan التى تستخدم فى الأغراض الصناعية .

(٦) تستخدم بعض مستخلصات الطحالب فى النواحى العلاجية ، مثل : الاضطرابات العصبية وسرطان المعدة والدم، كما يستفاد من بعض الطحالب كمضادات لنشاط بعض أنواع البكتريا ، أو فى استخراج المواد المضادة للحيوية .

قام تصنيف الطحالب لفترة طويلة على ما تحتويه الطحالب من صبغات، ولكن اتجه الرأى مؤخرًا إلى تصنيفها بناء على مجموعة من الصفات الأخرى بجانب الصبغات ، لعل أهمها عدد وترتيب وطول الأسواط التى تساعد الطحالب على الحركة، وطبيعة المواد المختزنة نتيجة عملية البناء الضوئى، وتركيب الجدار الخلوى . . وغيرها. وتضم الطحالب ٧ أقسام ، كما هو موضح فى جدول (١٣-٥) .

وفيما يلى استعراض موجز لأقسام الطحالب الخضراء والطحالب البنية والطحالب الذهبية كنماذج لمجموعة الطحالب .

جدول (١٣-٥) : تصنيف الطحالب إلى سبعة أقسام ومميزاتها العامة .

القسم Division	عدد الأنواع	الصبغات الأساسية	المادة المختزنة	الجدار الخلوى	الأسواط	البيئة
(١) الطحالب الخضراء Chlorophyta	٧,٠٠٠	كلوروفيل أ ، ب	نشا	سليولوز وهيميسليولوز .	أمامية ٢ متساويان .	ماء عذب ماء مالح .
(٢) الطحالب الكلسية Charophyta	٢٥٠	كلوروفيل أ ، ب	نشا	سليولوز وهيميسليولوز .	أمامية ٢ متساويان .	ماء عذب ماء مالح .
(٣) الطحالب اليوجلينات Euglenophyta	٤٥٠	كلوروفيل أ ، ب	Paramylon	لا يوجد .	أمامية ١-٣ متساوية .	ماء عذب ماء مالح .
(٤) الطحالب البنية Phaeophyta	١,٥٠٠	كلوروفيل أ وأحيانًا جـ + Fucoxanthin	Laminarin و Mannitol	سليولوز وهيميسليولوز و Algin .	جانبية ٢ غير متساويان .	ماء مالح .
(٥) الطحالب الذهبية Chrysophyta	٩,٠٠٠	كلوروفيل أ ، جـ + Fucoxanthin	Leucosin وزيوت ودهون	سليولوز وبكتين وسيلكيا .	لا توجد أو أمامية ٢ غير متساويان .	ماء عذب ماء مالح تربة .
(٦) الطحالب الدوارة Pyrrophyta	١,٠٠٠	كلوروفيل أ ، جـ + Peridinin	نشا	سليولوز وهيميسليولوز أو غائب .	جانبية ٢ غير متساويان .	ماء مالح ماء عذب تربة .
(٧) الطحالب الحمراء Rhodophyta	٤,٠٠٠	كلوروفيل أ ، د + Phycobilins	Floridean starch	سليولوز وأحيانًا Agar أو Carrageenan	لا توجد .	ماء مالح ماء عذب أحيانًا .

قسم الطحالب الخضراء Division Chlorophyta

الصفات العامة :

تعيش الغالبية العظمى من الطحالب فى الماء العذب (٨٧ ٪) ، كما تعيش البعض منها فى الماء المالح وعلى سطح التربة وداخلها، وتحتوى خلايا الطحالب، مثل كل الكائنات الحية حقيقية النوايات، على نواة محاطة بغشاء بالإضافة إلى كل المميزات الأخرى، مثل وجود البلاستيدات الخضراء وغير الخضراء، والشبكة الإندوبلازمية، وأجسام جولجى، والريبوسومات، والكروموسومات، والنويات، والأغشية البلازمية، والنوايات، وجدار الخلية .

يحدث بالخلايا الانقسام الميتوزى والميوزى بصورته المنتظمة، ويتم التكاثر اللاجنسى فى الطحالب الخضراء بالخلايا المتحركة ثنائية الأسواط والأسواط متساوية الطول Isokont ، وتعرف هذه الخلايا بالجراثيم المتحركة Zoospores ، أو الخلايا غير المتحركة ، أو بالتجزئة Fragmentation ، ويحدث التكاثر الجنسى باتحاد أمشاج من أفراد مختلفة .

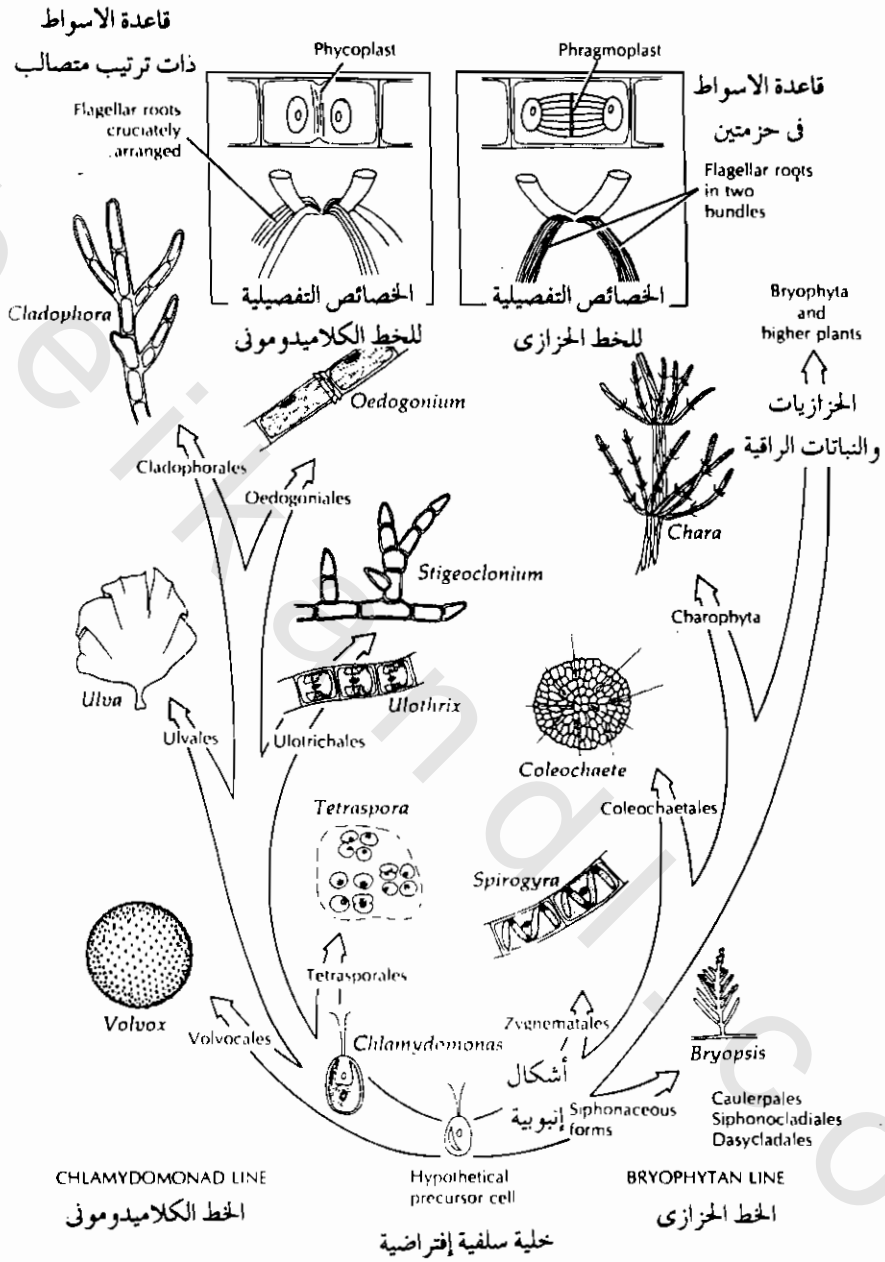
تشتمل الطحالب الخضراء على عديد من الأشكال ، فقد تكون خلية مفردة دقيقة الحجم غير متحركة مثل *Chlorella* ، أو خلية مفردة قد تصل إلى ٨ سم مثل : *Acetabularia* ، وقد تكون من خلية مفردة متحركة مثل : *Chlamydomonas* ، أو قد تكون عديدة الخلايا على شكل مستعمرة شبكية ، مثل : *Hydrodictyon* ، أو مستعمرة كروية مصمتة *Pandorina* ، أو متحركة مثل : Volvox، أو تكون خيطية الشكل قصيرة ، أو قد تصل إلى ٣-٤ سم مثل : *Cladophora* ، أو تكون شبه ورقية الشكل *Ulva* بسمك خليتين ، وقد يترسب بجدر خلايا بعضها كربونات الكالسيوم مثل : *Udotea* على شكل قشرة صلبة ، تماثل الأشكال المرجانية ، ويتميز بالقليل من الطحالب مثل: *Codium* تراكيب بارنشيمية كاذبة، يبلغ ارتفاعها نحو ٨ سم .

يرى العلماء أن الطحالب الخضراء سلكت عند نشأتها اتجاهين مستقلين (شكل ١٣-٢١) هما :

(أ) الخط الكلاميدومونى Chlamydomonad line

(ب) الخط الحزازى Bryophytan line

وقد تم اقتراح هذين الاتجاهين بناء على التركيب الفوق مجهرى لقاعدة الأسواط Flagellar roots ؛ حيث تكون اللويفات فى الخط الكلاميدومونى فى ترتيب متصالب .



شكل (١٣-٢١) : تطور الطحالب الخضراء فى اتجاهين مستقلين (عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

بينما فى الخط الحزازى فى حزمتين، هذا إلى جانب طبيعة الصفيحة الوسطى ، التى توجد أثناء الانقسام الميتوزى للخلايا ؛ حيث يتكون فيكوبلاست Phycoplast بالخط الكلاميدومونى ب، ينما يتكون فرجمولاست Phragmoplast بالخط الحزازى، ويعتقد أن الخط الحزازى السلف الذى نشأت عنه النباتات الأرضية .

وفيما يلى تعريف ببعض أنواع الطحالب الخضراء :

الكلاميدوموناس *Chlamydomonas*

التركيب :

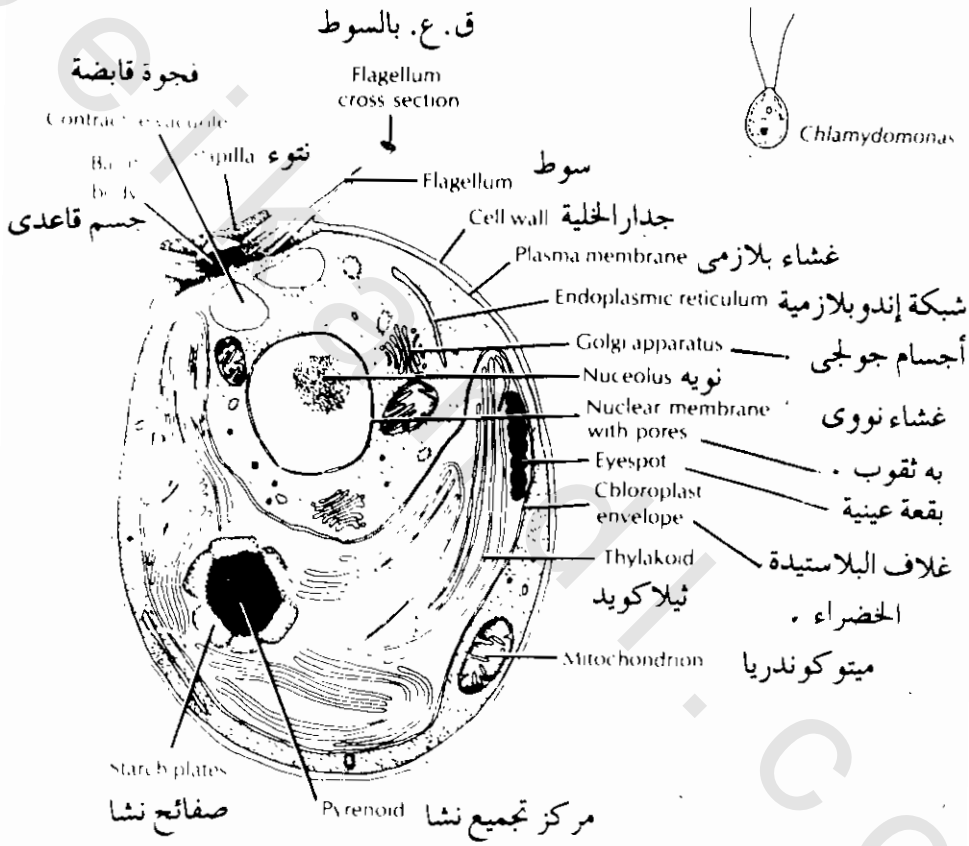
يعتبر طحلب الكلاميدوموناس (شكل ١٣-٢٢) من أكثر الطحالب بدائية، يضم نحو ٣٢٥ نوعًا، يوجد بكثرة فى المياه الراكدة ، وفى مياه الرى فى القنوات الصغيرة فيكسبها لونًا أخضر، ويتركب من خلية واحدة مستديرة أو بيضية الشكل، تحتوى على بلاستيدة واحدة كبيرة الحجم فنجانية الشكل، وتوجد عند الطرف الأمامى للبلاستيدة بقعة عينيه Eyespot ، ذات لون أرجوانى ، وتحتوى البلاستيدة على مركز لتجميع النشا Pyrenoid وثيلاكويدات Thylakoids فى حزم ، يتراوح عددها ما بين ١ إلى ٦ ، كما يوجد عند الطرف الأمامى للخلية فجوتان قابضتان Contractile vacuoles ، تستخدمان فى الإخراج والخلية محاطة بجدار سليولوزى واضح ، وفى مقدمتها سوطان متساويان فى الطول .

طريقة التكاثر :

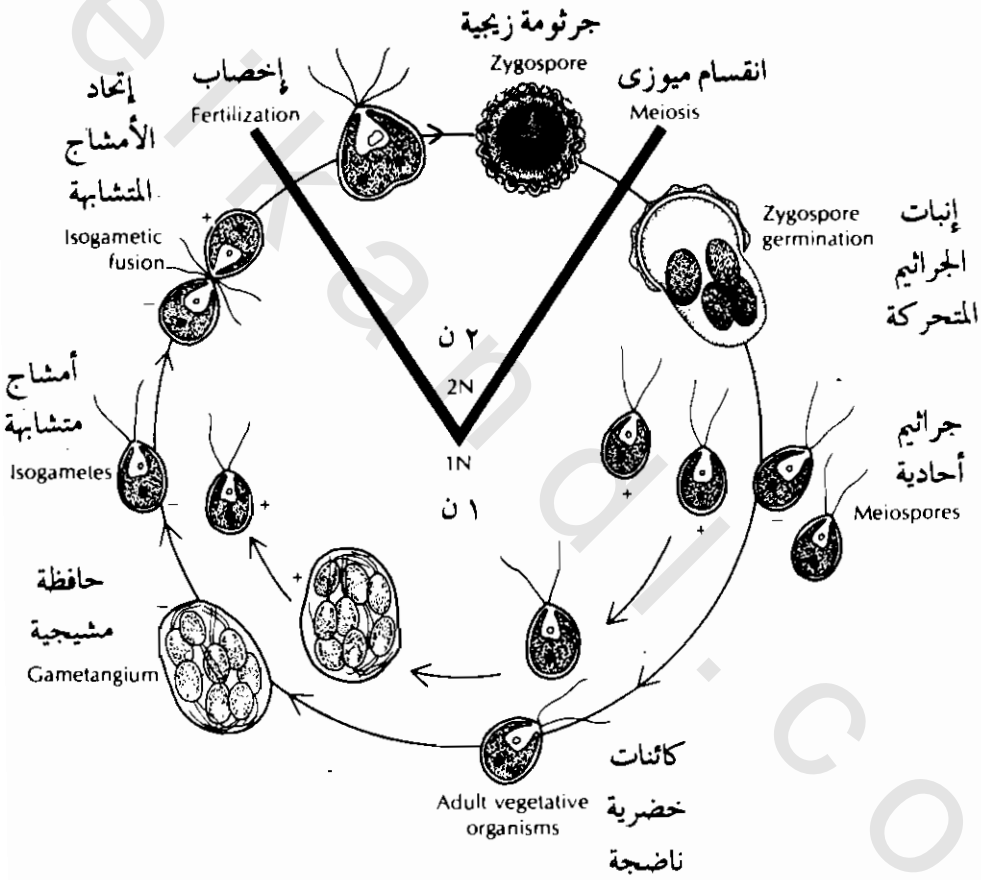
التكاثر اللاجنسى : تفقد الكائنات الخضرية وحيدة الخلية سوطيها ، وتتحول إلى حافظة مشيجية Gametangium بأن تنقسم المحتويات الداخلية للخلية دون تكوين جدر انقسامًا ميتوزيا Mitosis إلى ٤ أو ٨ أو ١٦ أو ٣٢ خلية، تعطى أمشاجًا متشابهة Isogametes ، وهى أصغر حجمًا من الخلية الأم، يذوب جدار الحافظة وتخرج الأمشاج، التى تنمو إلى طحلب خضرى ؛ حيث تنقسم ميتوزيا لتستمر حياة الطحلب خضريًا (شكل ١٣-٢٣) .

التكاثر الجنسى : تتحد الأمشاج الناتجة عن الحافظة المشيجية ؛ حيث تلتقى كل مشيجتين فى منطقة الأسواط ، ويتم الإخصاب نتيجة ذوبان الجدر الفاصلة بينهما وتندمجان معًا، وعادة ما تتبع كل مشيجة نبات أم مختلف، تكون المشيجتان متشابهتين ، إلا أن إحداهما تكون سالبة ، بينما تكون الأخرى موجبة، ولذلك يعرف الإخصاب بمتشابه

الأمشاج Isogamy ينتج عن الإخصاب تكوين جرثومة زيجية محاطة بجدار سميك ، يمكنها من المعيشة تحت الظروف البيئية غير المناسبة (مثل جفاف البيئة) عند توفر الظروف المناسبة مرة أخرى تنقسم نواة الجرثومة الزيجية ميوزيا Meiosis ؛ حيث تعطى ٤ نوايات كل منها (ن) ، ينتج عن كل منها جرثومة متحركة تنطلق وتنمو ، وتكون طحلبا خضريًا جديدًا .



شكل (١٣-٢٢) : تركيب طحلب الكلاميدوموناس *Chlamydomonas*
(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

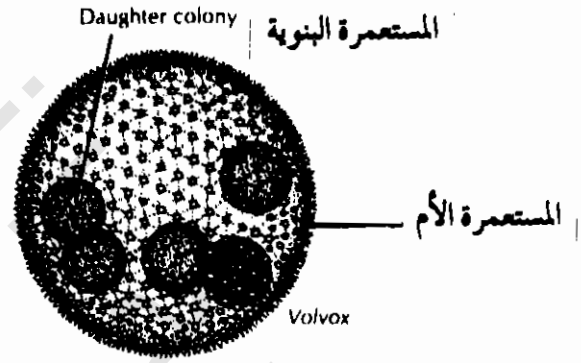


شكل (١٣-٢٣) : مخطط لدورة حياة طحلب الكلاميدوموناس *Chlamydomonas* (عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

الفولفوكس : *Volvox*

التركيب :

يمثل طحلب الفولفوكس مستعمرة ذاتية الحركة، ويشاهد بالعين المجردة فى الماء العذب شكل (١٣-٢٤)، ويضم نحو ٢٠ نوعًا .



شكل (١٣-٢٤) : طحلب الفولفوكس *Volvox*

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

تحتوى المستعمرة الواحدة على عديد من الأفراد ، قد يصل عددها ما بين ٥٠٠ إلى ٦٠,٠٠٠ من الخلايا تبعًا للنوع ، وتكون مرتبة حول حافظة بشكل كرة هلامية القوام مجوفة ، لكل خلية خضرية سوطان ، و ٢-٥ فجوة قابضة بالطرف الأمامى للخلية، بها بلاستيدة فنجانية الشكل تحتوى على مركز لتجميع النشا Pyrenoid ، وبقعة عينية Eyespot، ترتبط الخلايا المتجاورة بواسطة خيوط بروتوبلازمية جانبية ، وتكون أسواطها (اثنان لكل خلية) متجهة للخارج ، فتتحرك المستعمرة كوحدة. ويلاحظ دائمًا أن جسم المستعمرة يتكون من خلايا أمامية صغيرة ، وهى التى توجه حركة المستعمرة ، وخلايا خلفية أكبر حجمًا تختص بالتكاثر ؛ لذلك فإن حركة المستعمرة لاتتم بالتدحرج فى أى اتجاه ، ولكنها موجهة بحركة خلايا المقدمة، تكبر المستعمرة فى الحجم بازدياد حجم الخلايا الفردية، والخلايا أحادية التركيب (ن) .

قد يوجد طحلب الفولفكس بوفرة تكفى لتلوين الماء باللون الأخضر، ويظهر عادة فى الربيع ، ويزداد فى العدد ، ثم يختفى بعد ذلك فجأة فى مستهل الصيف ، ويظل خلال بقية السنة على هيئة زيجوت ساكن، ويقتصر التكاثر فى بداية فصل النمو على النوع اللاجنسى ، وفى نهايته على النوع الجنسى، ويصل عدد أجيال التكاثر اللاجنسى إلى ستة أو أكثر ، ويحتوى كل جيل تال على عدد أكبر نسبيًا من الخلايا .

تتميز خلايا المستعمرات المكتملة النمو إلى أربعة أنواع من الخلايا ، يقوم كل منها بأداء وظيفة فسيولوجية خاصة، إذ تبدو ظاهرة تقسيم العمل (أو التخصص الفسيولوجى) واضحة فى هذا الطحلب، والأنواع الأربعة من الخلايا المتخصصة فسيولوجيا ،هى :

(١) **خلايا جسدية : Somatic cells** تشمل غالبية الخلايا المكونة لجسم المستعمرة الطحلبية، وهى تقوم بالوظائف الخضرية مثل الحركة والتغذية والتنفس والبناء الضوئى.

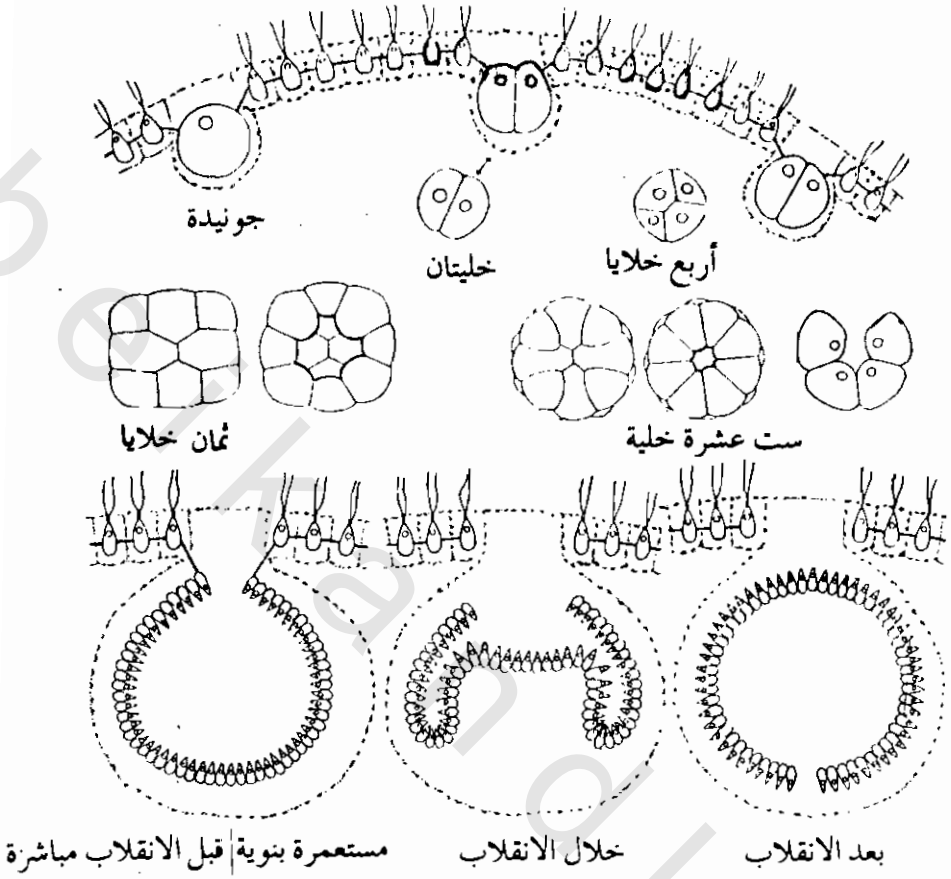
(٢) **جونيدات : Gonidia** خلايا قليلة العدد، تتميز منذ بدء تكوين المستعمرة بكبر حجمها نسبيًا. وتتخصص فسيولوجيًا لإنتاج المستعمرات البنوية Daughter colonies، فهى خلايا متخصصة للقيام بالتكاثر اللاجنسى .

(٣) **أنثريدات Antheridia** : خلايا متخصصة فسيولوجيا لإنتاج السابحات الذكرية .

(٤) **أوجونات: Oogonia** خلايا تتخصص فسيولوجيا لإنتاج أمشاج مؤنثة خالية من الأسواط تعرف بالبيضات Ova ، ويكون التكاثر الجنسى من النوع البيضى Oogamy.

طريقة التكاثر :

التكاثر اللاجنسى : تعرف بعض الخلايا الفردية فى المؤخرة بالجونيدات Gonidia (شكل ١٣-٢٥) . تكبر كل من هذه الخلايا فى الحجم ، ثم تنقسم لتكون كرة من الخلايا الوليدة تصبح غاطسة فى الفراغ الداخلى واتجاه أسواطها للداخل، وبعدئذ تنقلب هذه الخلايا ؛ لتصبح مستعمرة بنوية صغيرة داخلية وتتجه أسواطها للخارج، ثم تنفصل عن المستعمرة الأم أو تبقى بداخلها بشكل كرات صغيرة ، إلى أن تتحلل المستعمرة الأم ، فتخرج المستعمرات البنوية وتكبر فى الحجم لتكون مستعمرات جديدة مستقلة .

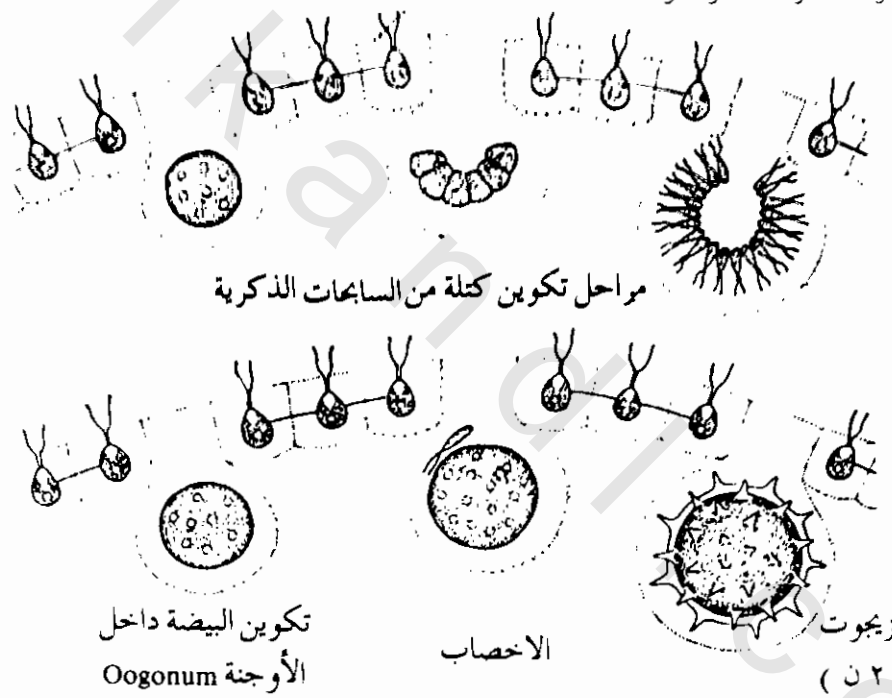


شكل ١٣-٢٥) : التكاثر اللاجنسى فى طحلب الفولفكس *Volvox* بتكوين المستعمرات البنوية Daughter cells ، الناتجة عن طور خلية الجونيدة Gonidium .

(عن سميث Smith ١٩٥٥) .

التكاثر الجنسى : يكون طحلب الفولفكس إما متجانس الثالوس ، أى تتكون الأمشاج المذكرة والمؤنثة من مستعمرة واحدة أو متباين الثالوس Heterothallus ؛ حيث تتكون الأمشاج فى مستعمرات مختلفة، وعمومًا فالأمشاج المذكرة صغيرة الحجم ذات سوطين ، وهى السابحات الذكرية ، وتتكون من أجزاء شبه قرصية (أنثريدات) ، تحتوى

كل منهـا على أكثر من مشيـجة ذكرية، تتحرر من المـستعمرة الأم ، وتسبح نـحو الأمشاج المؤنـثة (شكل ١٣-٢٦) . المشيجة المؤنثة أو البيضة Egg - cell خلية غير متـحركة كبيرة الحجم فرديـة (أوجونة Oogonum) ، تنـمو إلى الداخـل ، ويتم إخـصابها وهـى داخل المستعمرة خلال ثـقب صغير، وتتضح هنا ظاهرة تبـاين الاتحاد المشيجى Heterogamy ، تصـبح البيضة المخصـبة زيجوت (٢ ن) يحيط به جـدار سميك ، ويمر بفتـرة سكون داخل المستعـمرة الأم إلى أن تتحلل الأخـيرة ، وحينئذ يـحدث الانقسام الميوزى فـى الزيجوت ، وتتكون مستعمرة جديدة من خلايا (ن) ؛ لـتبدأ دورة حياة جديدة، وفى الطرز ذات الثالوس المتبـاين يعطى الزيـجوت نوعين من الخلايـا الأحادية ، يكون أحدهـما مستعمـرة مذكرة ، ويكون الآخر مستعمرة مؤنثة .



شكل (١٣-٢٦) : التـكاثر الجنسى فـى طحلب الفولـفكس *Volvox* باتحاد السابحة الذكرية مع البيضة .

(عن سميث Smith ١٩٥٥) .

الإسبيروجيرا : *Spirogyra*

التركيب :

يكوِّن طحلب الإسبيروجيرا مع جنس زيجنيما *Zygnema* كتلا خضراء لامعة رغوية ، أو مخاطية طافية فى المياه العذبة الضحلة، وفى الحقول المغمورة بالمياه وقت الربيع، وتسمى أحيانًا «زبد البركة» . ويتكون جسم الطحلب من خيوط غير متفرعة فى صف واحد من الخلايا، وهى غير مثبتة ، وينمو الخيط بانقسام الخلايا واستطالتها .

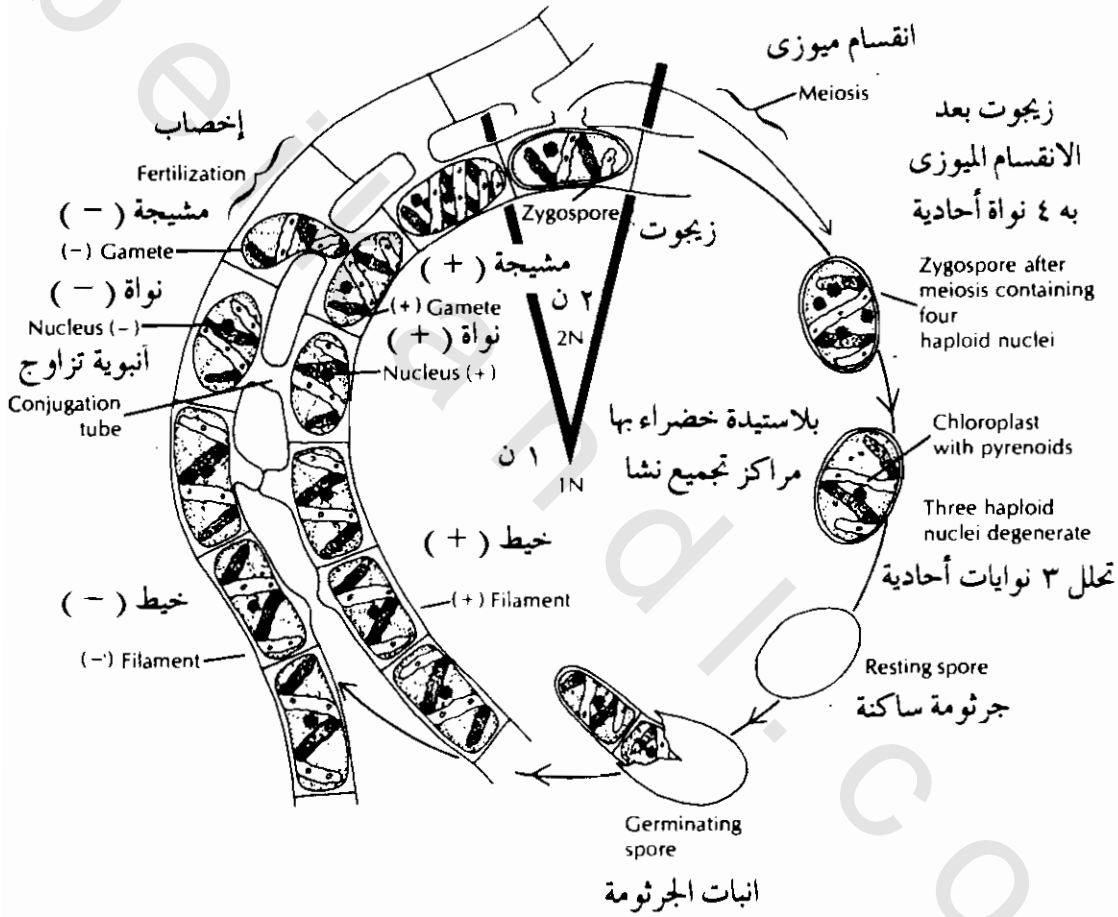
تتميز خلية الإسبيروجيرا بصفة خاصة ، وهى احتوائها على بلاستيدة واحدة أو أكثر ، تمتد بطول الخلية بشكل شريط حلزونى Spiral ، يحتوى على عدة مراكز لتجميع النشا Pyrenoids ، وتوجد نواة واحدة واضحة فى مركز الخلية ، تتصل بمركز النشا بواسطة شرائط سيتوبلازمية، وخيوط الإسبيروجيرا أحادية (ن). يختلف طحلب زيجنيما عن طحلب إسبيروجيرا فى أن الأول له بلاستيدتين خضراوتين نجميتين فى كل خلية من خلاياه .

طريقة التكاثر :

التكاثر اللاجنسى : يحدث التكاثر اللاجنسى فى طحلب الإسبيروجيرا بطريقة واحدة فقط ، هى التجزئة Fragmentation ؛ حيث يتجزأ الخيط ثم تنمو الأجزاء الناتجة إلى خيوط جديدة بانقسام واستطالة الخلايا، وتعطى بذلك فردًا جديدا .

التكاثر الجنسى : طحلب الإسبيروجيرا متباين الثالوس Heterothallus ، وعند وجود خيطين من طرز تزاوجية مختلفة (+ و -) . . فإنهما يقتربان بالتوازى من بعضهما (شكل ١٣-٢٧) . ثم تتكون بروزات حلمية من الخلايا المتقابلة، وعندما تتقابل هذه البروزات يذوب الجدار الفاصل بينهما، وبذلك تتكون أنابيب تزاوج Conjugation tubes، وتنتقل خلال هذه الأنابيب محتويات خلايا أحد الخيطين (وهى الأمشاج المذكرة) بعد أن تصير أميبية الشكل (حيث تتحلل البلاستيدة الخاصة بها) إلى الخلية المقابلة لها والتى تعتبر مشيجة مؤنثة، والأمشاج هنا متشابهة مورفولوجيا ، لذلك فالاتحاد متجانس الأمشاج Isogamy، وفى الخلية المخصبة يتحد البروتوبلامتان ونواتهما ؛ حيث تتكون الجرثومة الزيجية Zygospore (٢ ن)، وتفرز حولها جدارًا غليظًا، تتحرر الجرثومة الزيجية من الخيط وترسب فى القاع، ويحدث انقسام ميوزى Meiosis ينتج عنه أربع نوايات أحادية، تتحلل ثلاث نوايات بينما تعطى الرابعة جرثومة Spore ، تدخل طور كمون . وفى نهاية فترة الكمون تنبت الجرثومة ، وتعطى خيطًا أحاديًا (ن) تبدأ به دورة جديدة

للحياة . ويعرف التزاوج السابق ذكره بالتزاوج السلمى Scalariform conjugation . وفى أحوال قليلة قد تنتقل محتويات خلية ما إلى الخلية المجاورة لهـا من نفس الخيط ، وتتكون الجرثومة الزيجية بالخلية الأخيرة ، ويسمى هذا بالتزاوج الجانبى Lateral conjugation ، ويكون النبات فى هذه الحالة متجانس الثالوس Homothallus .



شكل (١٣-٢٧) : مخطط لدورة حياة طحلب الإسبيروجيرا *Spirogyra* (عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

الباندورينا : *Pandorina*

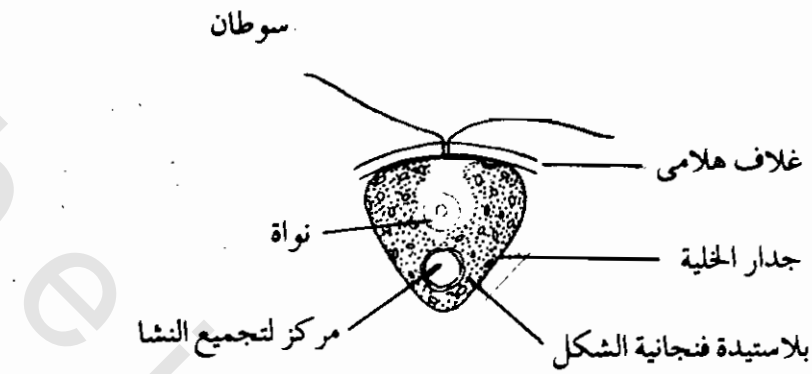
التركيب :

يضم جنس الباندورينا (شكل ١٣-٢٨) ثلاثة أنواع، وهو واسع الانتشار بالماء العذب، ويتكون من مستعمرة طحلبية مائية، وهى عبارة عن كرة مصمتة محاطة بغلاف هلامى ، تتكون من ٤ أو ٨ أو ١٦ أو ٣٢ خلية متشابهة، كل واحدة منها شبيهة بالكلاميدوموناس، والخلايا كمثرية الشكل ، تتجه قواعدها العريضة إلى الخارج، وتحمل كل خلية سوطين عند طرفها العريض، وتتحرك المستعمرة بواسطة محصلة الحركة التى تحدثها جميع الأسواط، وهى حركة حلزونية فى اتجاه واحد ، تنشأ عن توافق حركة جميع الأسواط. وتعد الباندورينا، من المستعمرات الطحلبية البدائية من حيث ماهية تركيبها وعدم وجود تخصص فسيولوجى (تقسيم عمل) بين الخلايا المكونة لها، فكل خلية مستقلة بذاتها؛ حيث تعمل على تهيئة مواد غذائها وتتكاثر بمفردها، وبذلك تجمع كل خلية بين الوظائف الخضرية والتناسلية .

طريقة التكاثر :

التكاثر اللاجنسى : يحدث التكاثر اللاجنسى فى الباندورينا غالبًا بانقسام محتويات كل خلية إلى وحدات لاجنسية ، تشبه من حيث الشكل والعدد الوحدات الخلوية فى المستعمرة الأصلية . وتنتظم هذه الوحدات بعد ذلك داخل كل خلية لتكوين مستعمرة بنوية Daughter colony ، لا يلبث أن يزداد حجمها بالتدريج ؛ حتى يتمزق جدار الخلية الأصلية، وتتحرر لتعطى بدورها مستعمرة جديدة .

التكاثر الجنسى : يحدث التكاثر الجنسى غالبًا بتكوين أمشاج متباينة Anisogametes ؛ فتعطى بعض خلايا المستعمرة ١٦ مشيجة كبيرة Macrogametes ، وتعطى خلايا أخرى ٣٢ مشيجة صغيرة Microgametes ، ومن النادر أن يحدث التزاوج بين مشيجتين صغيرتين أو بين مشيجتين كبيرتين، والغالب حدوث التزاوج بين مشيجة صغيرة وأخرى كبيرة، فالتناسل الجنسى هنا من النوع المعروف باسم متباين الأمشاج Anisogamous . بعد الإخصاب يفقد الزيجوت الأسواط الأربعة ، ويستقر ساكنًا لفترة من الزمن، يأخذ بعدها فى الإنبات ليعطى جرثومة سابحة Zoospore ثنائية الأسواط، تستمر سابحة بعض الوقت ، ثم تستقر وتفرز حولها غشاءً هلاميًا، وتأخذ محتوياتها فى الانقسام إلى عدد من الوحدات ، يساوى عدد خلايا المستعمرة الأصلية، وتنتظم الوحدات الناتجة بنفس ترتيب المستعمرة الأصلية ؛ لتعطى مستعمرة بنوية .



شكل (١٣-٢٨) : رسم تخطيطى لطحلب الباندورينا *Pandorina* .

قسم الطحالب البنية Division Phaeophyta

الصفات العامة :

يضم قسم الطحالب البنية نحو ٢٥٠ جنسًا و ١٥٠٠ نوع ، يُرى أغلبها بالعين المجردة وتعيش بالأعماق، تتميز نمواتها الخضرية بعدد من المناطق المرستيمية البينية ، التى تعطى تراكيب على درجة عالية من التميز، ويعتبر التكشف الخلوى بهذه الطحالب أكثر وضوحًا مما يوجد فى النباتات اللاوعائية الأخرى. وتشتمل الطحالب البنية على بعض النباتات الضخمة مثل الأعشاب البحرية العملاقة Giant kelps ، التى قد يصل طولها إلى ١٠٠ متر ، ووزنها ٢٥٠ كيلو جرامًا، كما تضم الطحالب التى تنمو فى ظروف بيئية قاسية بمناطق المد والجزر؛ حيث يتعرض الطحلب مرتين يوميًا لظروف متباينة ما بين ماء وجفاف، برودة وحرارة مرتفعة، إضاءة وظلام، هذا إلى جانب الإهتزاز الناتج عن ارتطام الأمواج المنكسرة على الشاطئ .

تعيش بعض الطحالب البنية بالمياه البحرية الضحلة بالمناطق الباردة، كما قد تحتل شريطًا ضيقًا من الأرض المتاخمة للمياه، وتكون أحيانًا غابات كثيفة تحت الماء . وتمثل هذه الطحالب أحد المنتجات الهامة بالمحيطات ؛ حيث تقوم صناعات ضخمة حول مناطق إنتاج وحصاد هذه الطحالب، ولعل أهم ما تعطيه هذه الطحالب مادة Algin التى تستخدم كعامل استحلاب ومثبت فى تعبئة الأغذية كالآيس كريم ، والمنتجات التجارية كالصابون وأدوات التجميل والأدوية والبويات وغيرها .

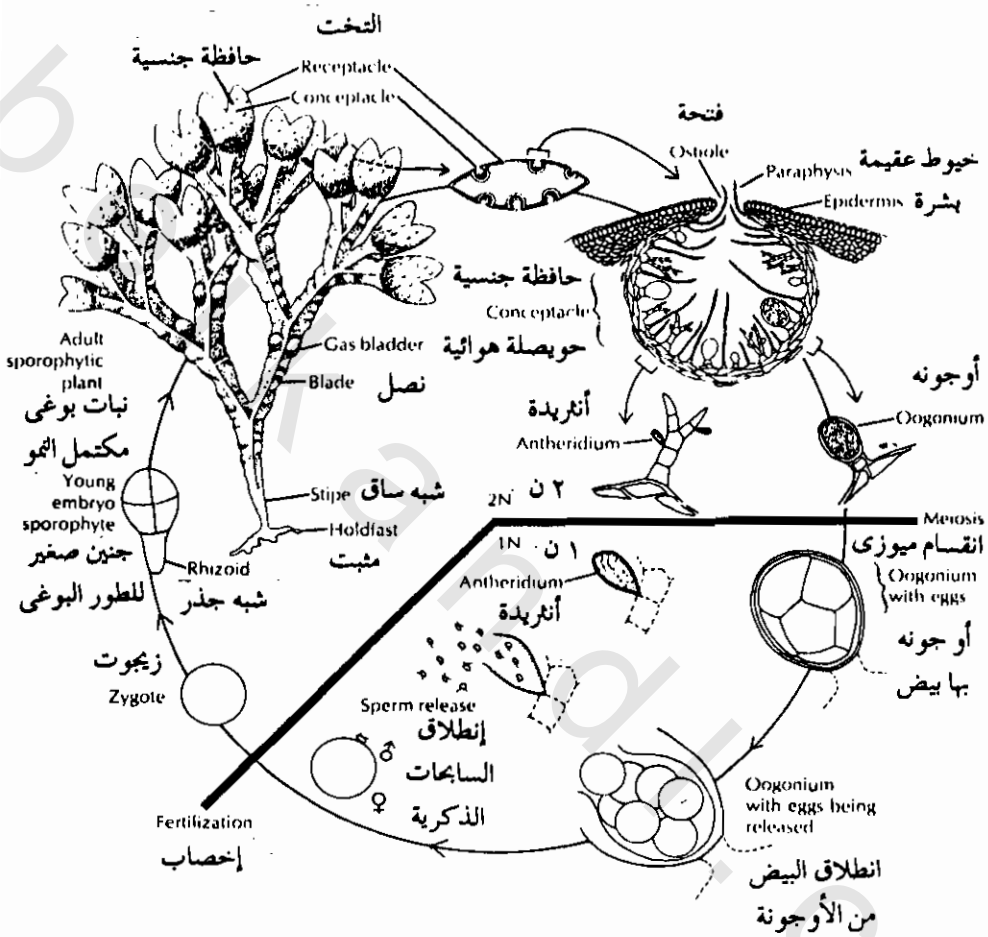
طحلب الفيوكاس : *Fucus*

التركيب :

طحلب الفيوكاس شريطى ، ويتفرع تفرعات ثنائية على شكل Y (شكل ١٣ - ٢٩)، يتراوح طوله ما بين ٣٠-١٠٠ سم، ويكثر على صخور المحيطات القريبة من الشاطئ ، ولذلك يعرف بأعشاب الصخور Rock weeds، يتركب من جزء قاعدى قرصى الشكل يسمى المثبت Holdfast ، يعمل على تثبيت الطحلب، يعلوه شبه ساق Stipe ينتهى بالانصال Blades . الطور السائد فى هذا الطحلب ثنائى المجموعة الكروموسومية (٢ ن) .

طريقة التكاثر :

التكاثر اللاجنسى : يتم التكاثر اللاجنسى فى طحلب الفيوكاس بالتجزئة Fragmentation .



شكل (١٣-٢٩) : مخطط لدورة حياة طحلب الفيوكاس *Fucus*.

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

التكاثر الجنسى : التكاثر الجنسى بطحلب الفيوكاس بيضى Oogamy . يحتوى الطحلب على أعضاء تذكير، وأعضاء تأنيث توجدان فى غالبية الأنواع بنفس الطحلب، وقد يحملان على أفراد مختلفة كما فى *Fucus vesiculosus* . الجسم الخضرى للطحلب ٢ ن شكل (١٣-٢٩)، نهايات تفرعاته الثنائية متضخمة لوجود حوافظ جنسية منتفخة بأطرافها Cenceptacles ذات فتحة إلى الخارج، ويوجد بداخل الحافظة الجنسية أنثريدات Antheridia بأعداد كبيرة على قمم خيوط متفرعة، تعطى سابحات ذكرية Sperm ، كما توجد أوجونات Oogonia خلاياها كبيرة مستديرة ذات حامل قصير ، ويتكون بكل أوجونة ٨ بيضات، تتخلل الأعضاء الجنسية خيوط عقيمة Paraphyses ، وعندما ينغمر الطحلب بماء المد والجزر Tide ، تذوب جدر الأنثريدات والأوجونات ، وبذلك تتحرر السابحات الذكرية (ن) والبيضات (ن)، تعوم السابحات الذكرية المتحركة حول البيضة الساكنة ، ويتم الإخصاب ، ويتكون الزيجوت (٢ ن). الذى ينمو إلى جنين صغير كمثرى الشكل عديد الخلايا ، لا يلبث أن يتكشف إلى طحلب جديد يعيد دورة الحياة .

قسم الطحالب الذهبية Division Chrysophyta

الصفات العامة :

تتميز الطحالب الذهبية عادة بلون بنى أو أصفر ذهبى ، وتضم طائفة الطحالب الخضراء المصفرة Xanthophyceae ، وطائفة والطحالب البنية الذهبية Chrysophyccae ، وطائفة الدياتومات Bacillariophyceae ، وتتشابه هذه الطحالب فيما تحتويه من صبغات فى أغلب الأحيان ؛ حيث تحتوى على كلوروفيل أ و جـ وكذلك Fucoxanthin، وطبيعة الغذاء المختزن ؛ إذ يوجد بها Leucosin ، وهى مادة كربويدراتية ذات تركيب كيميائى غير معروف، كما يوجد بها أيضًا زيوت ودهون، ولكنها تخلو تمامًا من النشا، وتتكون جدر الخلايا الخضرية أو الجراثيم من نصفين متراكبين، كما تعطى نوعًا خاصًا من الجراثيم ، يعرف باسم Statospores .

يضم قسم الطحالب الذهبية نحو ٣٠٠ جنس و ٧,٠٠٠ نوع يعيش معظمها بالماء العذب والبعض بالماء المالح، تضم أنواعًا منفردة أو على هيئة مستعمرات، قد تكون مجهرية أو قد تصل إلى أحجام كبيرة، الخلايا ذات نوايات محددة وبلاستيدات واضحة، وكثير منها متحرك ، ويتميز البعض بوجود نقوش وزخارف مختلفة .

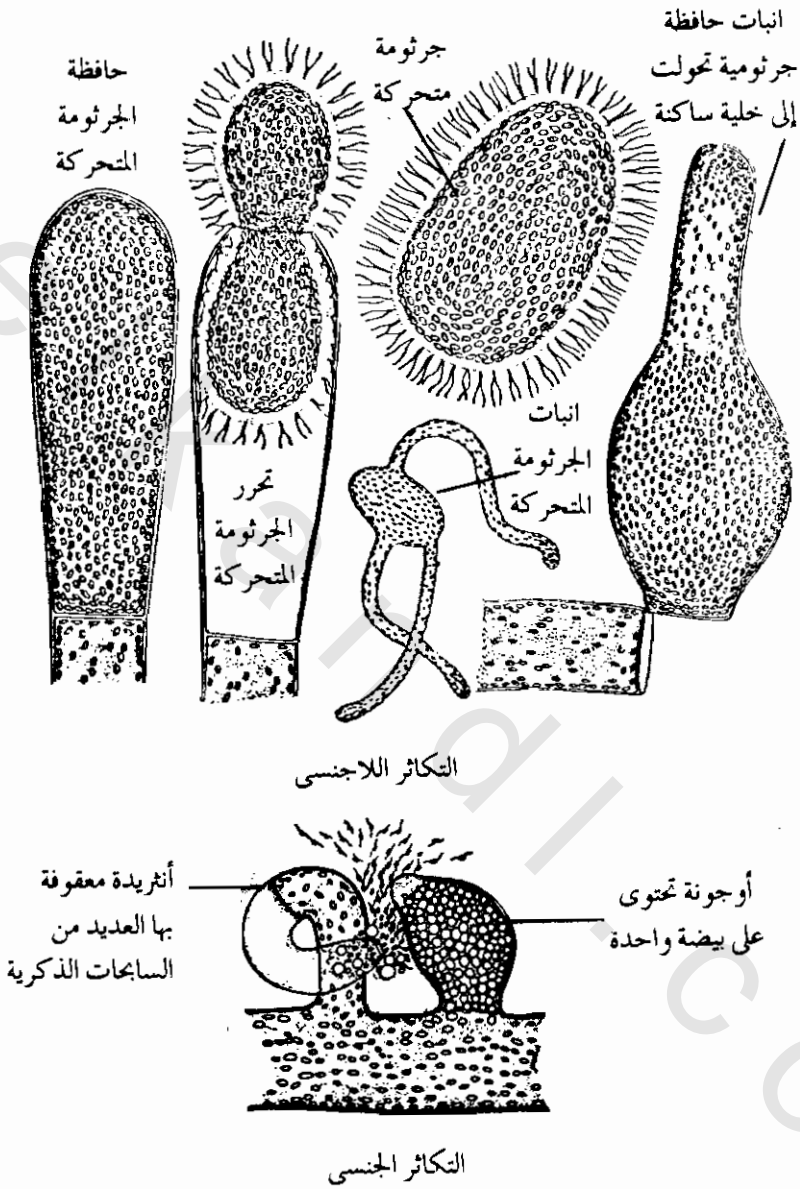
طحلب الفوشيريا : *Vaucheria*

التركيب : يتبع الفوشيريا طائفة الطحالب الخضراء المصفرة Xanthophyceae ، ويضم هذا الجنس نحو ٤٠ نوعًا، ستة منها بحرية بينما يعيش الباقى فى الماء العذب أو على اليابسة . يتكون الثالوس من خلية أنبوبية قليلة التفرع ، تصل عادة إلى عدة سنتيمترات طولاً، وتستطيل الخلية باستطالة الجزء الطرفى منها، جدار الخلية رفيع نسبيًا، وتوجد بالخلية فجوة مركزية وحيدة مستمرة على طول الخلية، يحتوى السيتوبلازم المحصور بين الجدار وفجوة الخلية على بلاستيدات إلى الخارج ونوايات إلى الداخل، وكذلك مواد غذائية مختزنة على هيئة نقط زيتية .

طريقة التكاثر :

التكاثر اللاجنسى : يحدث التكاثر اللاجنسى بعدة طرق، أكثرها شيوعًا إنتاج جراثيم متحركة متعددة الأسواط Zoospores، حيث يحدث انتفاخ صولجانى الشكل فى طرف الفرع، يتجمع به عدد كبير من النوايات والبلاستيدات، وينفصل هذا الجزء بتكوين جدار مستعرض إلى الخلف بقليل من طرف الفرع (شكل ١٣-٣٠) . تتبادل البلاستيدات والنوايات مواقعها ؛ حيث تقترب النوايات من الجدار ، وتنتقل البلاستيدات إلى مركز الانتفاخ . يتقلص البروتوبلاست قليلاً ، ويتكون زوج من الأسواط مقابل كل نواة، وعند تمام نضج الجرثومة المتحركة يظهر ثقب بطرف الفرع، قطره أصغر من الجرثومة المتحركة، والتى تندفع عبر الثقب ، ثم تسبح بعد ذلك بحرية فى كل الاتجاهات . بعد نحو ١٥ إلى ٣٠ دقيقة تدخل الجرثومة المتحركة طور سكون ، وتسحب أسواطها ، وتحاط بجدار يحميها، وتنبت الجرثومة مباشرة ؛ حيث تدفع ١ إلى ٣ نموات أنبوبية ، تستطيل بصورة غير محددة. ويرى البعض أن الجرثومة المتحركة فى الفوشيريا تمثل جرثومة مركبة ، تكونت داخل حافظة جرثومية توقف فيها انقسام البروتوبلاست ، فلم تعط الجراثيم المتحركة ثنائية الأسواط وحيدة النواة . وقد يحدث فى الأنواع الأرضية من الفوشيريا أن تتحول محتويات الحافظة الجرثومية بأكملها إلى جرثومة غير متحركة، وهذه قد تكمن لفترة خاصة إذا كانت البيئة جافة، ثم تنبت إلى خيط جديد مباشرة ، أو تنقسم محتوياتها إلى عدد من الحويصلات Cysts رقيقة الجدار تعطى أفرادًا جديدة من الطحلب .

التكاثر الجنسى : التكاثر الجنسى بطحلب الفوشيريا من النوع البيضى Oogamy ؛



شكل (١٣-٣٠) : طرق التكاثر فى طحلب الفوشيريا *Vaucheria* (عن سميث Smith ١٩٥٥).

حيث يحمل الخيط أنثريدات Antheridia وأوجونات Oogonia متاخمة لبعضها البعض (شكل ١٣-٣٠)، إما على فرع جانبى مشترك أو على فروع متجاورة . تظهر الأنثريدات عادة أولاً وتبدو غالبًا معقوفة الشكل ، وتنفتح بواسطة ثقب طرفى، ويحتوى الجزء من الفرع الذى يعطى الأنثريدات على سيتوبلازم كثيف ، به عديد من النوايات وقليل من البلاستيدات الخضراء، وينفصل الطرف المكون للأنثريدة عن بقية الفرع ، كما ينقسم بروتوبلاست الأنثريدة إلى عدة أجزاء بكل منها نواة ، لا يلبث كل جزء أن يعطى سابحة ذكرية .

تتكون الأوجونة على هيئة انتفاخ جانبى من الخط الرئيسى به عديد من النوايات والبلاستيدات الخضراء والسيتوبلازم، وتنفصل الأوجونة عن الخيط بواسطة جدار مستعرض، وتحوى الأوجونة على بيضة واحدة وحيدة النواة .

تدخل السابحة الذكرية إلى الأوجونة عن طريق ثقب قمى بها لتحدث الإخصاب، وقد تدخل عدة سابحات ذكرية داخل الأوجونة ، ولكن واحدة منها فقط هى التى تخترق البيضة، ينتج عن الإخصاب تكوين زيجوت (٢ ن) يحاط بجدار سميك، ويدخل عادة طور سكون لبضعة شهور ، قبل أن ينبت من جديد إلى خيط، ويسبق الإنبات حدوث انقسام ميوزى ليعطى فردًا جديدًا تركيبه ن .

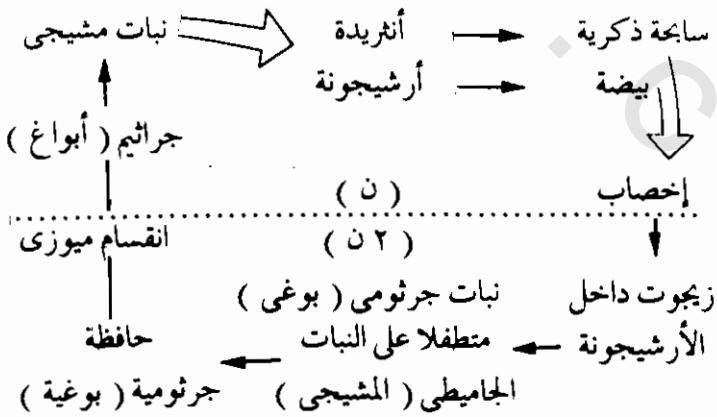
أسئلة للنقاش

- اذكر الصفات العامة للطحالب .
- وضح الخطوط العامة لتطور الطحالب .
- استعرض بإيجاز الطريقة التى تصنف بها الطحالب .
- ناقش الأهمية الاقتصادية للطحالب .
- اذكر الصفات العامة للطحالب الخضراء .
- اذكر الاتجاهات الرئيسية التى سلكتها الطحالب الخضراء أثناء تطورها .
- وضح مع الرسم تركيب وطريقة التكاثر فى الطحالب الخضراء التالية : (الكلاميدوموناس، الفولفوكس، الإسبيروجيرا، الباندورينا) .
- اذكر الصفات العامة للطحالب البنية .
- وضح مع الرسم تركيب وطريقة التكاثر فى طحلب الفيوكاس .
- اذكر الصفات العامة للطحالب الذهبية .
- وضح مع الرسم تركيب وطريقة التكاثر فى طحلب الفوشيريا .

ثانيًا : النباتات الحزازية Mosses and Liverworts

الصفات العامة :

أبسط النباتات الخضراء على سطح الأرض، يوجد منها نحو ١١٠٠ جنس تتبعها ٢٣,٠٠٠ نوع منتشرة فى أماكن كثيرة من العالم، وتوجد عادة فى الأماكن الرطبة القليلة الضوء، وهى صغيرة الحجم، يوجد بعض التكشف فى أنسجتها ، ولكنها لا تحتوى على جهاز وعائى. بعضها خيطى الشكل والبعض الآخر له أجزاء شبه ورقية وشبه ساقية، ولها أشباه جذور Rhizoids ، وهى امتدادات أنبوبية خاصة ، تبرز من خلايا البشرة ، تثبت النبات فى الأرض ، وتمتص الماء والعناصر اللازمة من التربة، ولكنها تختلف عن الجذور فى النباتات الأكثر رقيًا فى أنها أبسط تركيبًا، وتُظهر جميع النباتات الحزازية بوضوح ظاهرة تبادل الأجيال Alternation of generation، والطور المشيجى الأحادى (ن) أكبر حجمًا وأكثر وضوحًا بعكس الطور البوغى (٢ ن) ، فهو أصغر حجمًا وأبسط تركيبًا ، ويتطفل كليًا أو جزئيًا على الطور المشيجى . وتتميز الأعضاء الجنسية إلى أعضاء التذكير Antheridia التى تنتج الأمشاج المذكرة Sperms ، وأعضاء التأنيث Archegonia التى تنتج الأمشاج المؤنثة، وتعرف بالبيضات Eggs . يحدث الإخصاب وينمو الزيجوت داخل عضو التأنيث، فالبيضة واللاقحة والجنين تجد الحماية والتغذية داخل عضو التأنيث وما يحيط به من أنسجة الطور المشيجى، وتصل الأمشاج المذكرة إلى عضو التأنيث القارورى الشكل سابحة فى الماء، لذلك يطلق عليها السابحات الذكرية Sperms، ودون الماء لا يتم الإخصاب (شكل ١٣-٣١) .



شكل (١٣-٣١) : مخطط يوضح دورة حياة نبات حزازى .

تصنف النباتات الحزازية كما يلى :

(أ) قسم الحزازات الكبدية المنبطحة Division Hepatophyta (كبد = *Hepa*; Gk.)

طائفة الحزازيات الكبدية المنبطحة ..... Class Hepatopsida

(ب) قسم الحزازات الكبدية القرناء ..... Division : Anthoceratophyta

طائفة الحزازيات الكبدية القرناء ..... Class : An thoceratopsida

(جـ) قسم الحزازات القائمة ..... Division : Bryophyta

(جـ) طائفة سفاجنوبسيدا ..... Class Sphagnopsida

(جـ') طائفة أندريوبسيدا ..... Class Andreaeopsida

(جـ'') طائفة الحزازيات القائمة الحقيقية ..... Class Bryopsida

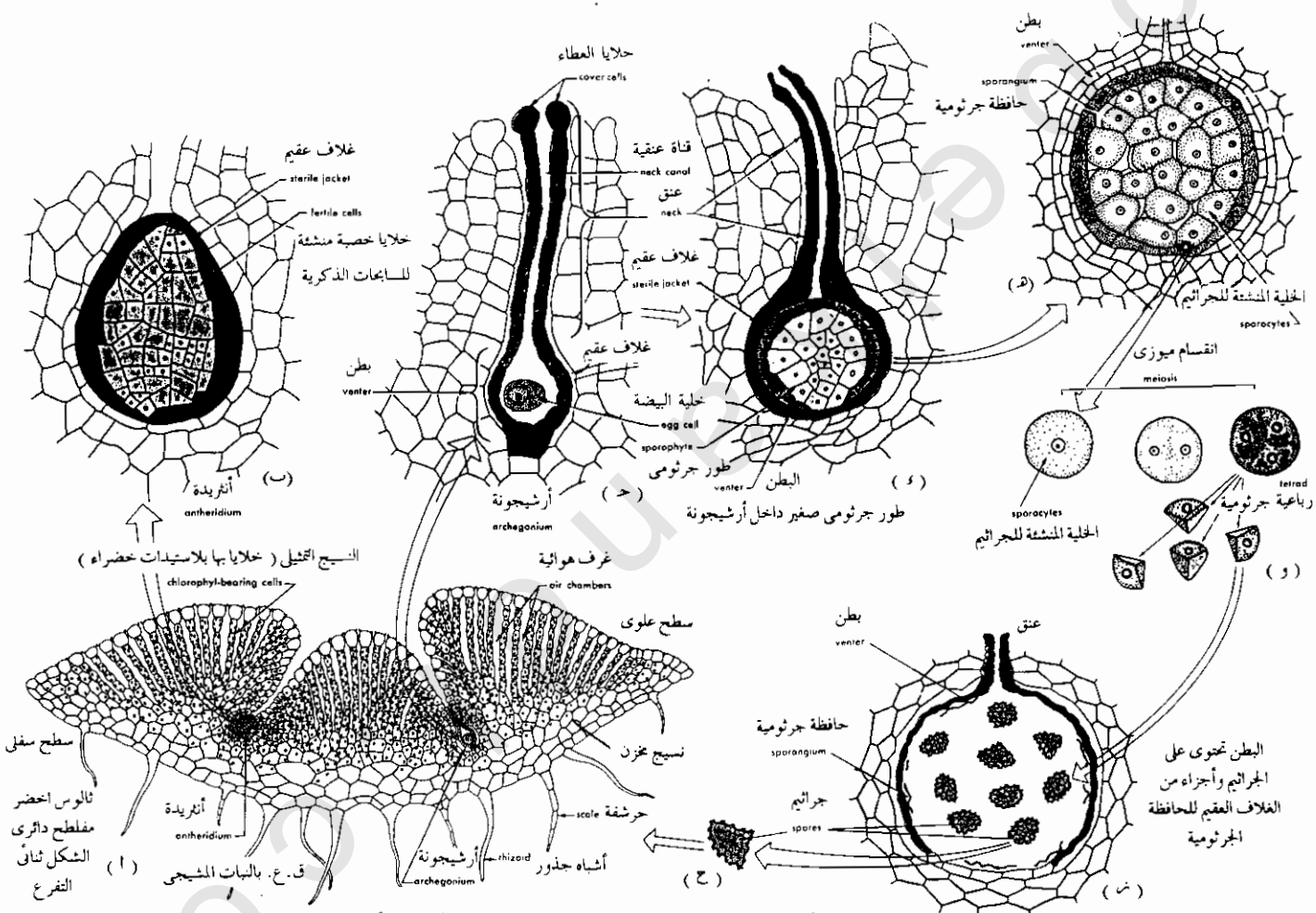
(أ) قسم الحزازيات الكبدية المنبطحة Division Hepatophyta

طائفة الحزازيات الكبدية المنبطحة Class Hepatopsida

يبلغ عدد أنواعها ٦,٠٠٠-١٠,٠٠٠ ، تتبع ٣٠٠ جنس ، تنتشر فى الأماكن الأعلى رطوبة بالمقارنة بالحزازيات القائمة ، ونادرًا ما ينمو بعضها كنباتات مائية . ومن أمثلة الحزازيات الكبدية المنبطحة الرشيا *Riccia* sp. والماركنتيا *Marchantia* sp. .

دورة حياة نبات الرشيا : Life history of *Riccia* sp.

تتضح ظاهرة تبادل الأجيال Alternation of generation بجلاء فى دورة حياة نبات الرشيا (شكل ١٣-٣٢) ؛ حيث يمثل النبات المشيجى (ن) الطور السائد فى دورة الحياة، ويتكون من جسم ثالوسى أخضر اللون ذى حافة مفصصة ثنائية التفرع ، يشبه الكبد فى شكله العام. توجد على السطح السفلى للنبات أشباه جذور Rhizoids وحراشيف Scales ، تعمل على تثبيت النباتات بالتربة وامتصاص المواد الغذائية منها، وتنتظم الحراشيف على السطح السفلى فى صفين، وأشباه الجذور وحيدة الخلية ، وتكثر بين صفى الحراشيف، تبرز إلى داخل أشباه الجذور نتوءات ، تعمل على دوام انتفاخها، ويتميز النبات المشيجى داخليًا إلى نسيجين أحدهما علوى ويعرف بالنسيج التمثيلى Assimilating tissue ، والآخر سفلى ويعرف بالنسيج التخزينى Storage tissue . ويتكون النسيج التمثيلى من خيوط من



شكل ( ) :مخطط لدورة حياة نبات الرشيا *Riccia* sp. من الحزازيات الكبدية .
(عن روست وآخرون Rost *et al.*، ١٩٧٩) .

شكل (١٣-٣٢) : مخطط لدورة حياة نبات الرشيا *Riccia* sp. من الحزازيات الكبدية المنبطحة (عن روست وآخرين Rost *et al.* ١٩٧٩) .

الخلايا التمثيلية Assimilating filaments ، تفصل بينها قنوات هوائية، وقد تظل طبقة الخلايا السطحية متجاورة ومنفصلة ، أو تلتصق جنبًا إلى جنب لتكون بشرة متصلة ، قد تتخللها أخاديد . وتستقر الآنثريدات والأرشيجونات لدى قواعد القنوات الهوائية بين الخيوط التمثيلية أو بقاعدة الأخاديد .

عند اكتمال نضج الأنثريدة تعطى كل خلية للسابحات الذكرية سابحتين ذكريتين كل واحدة منهما كمثرية الشكل ، ذات هدبين عند طرفها المدبب، أما الأرشجونة فعند نضجها تتحلل الخلايا القنوية العنقية ، وتتحول إلى مادة هلامية تبرز من عنق الأرشيجونة، وتنجذب السابحات الذكرية إليها إنجذابًا كيميائيًا ، وعندما تصل إلى البيضة تلقحها ويتم الإخصاب، ويعتبر الزيجوت بداية الطور الجرثومى فى دورة الحياة .

ينشأ الطور الجرثومى من تضخم منطقة البطن للأرشيجونة ، ويتركب من غلاف عقيم Calyptra ذى طبقة واحدة من الخلايا . ويملأ فراغه رباعيات جرثومية Spore tetrad تنشأ عن انقسام ميوزى للخلايا الأمية. يذوى عنق الأرشيجونة فى جزئه العلوى، ويتخذ لونًا بنيًا داكنًا ، وتبدو النباتات الجرثومية من الخارج كبقع بنية اللون داخل النبات المشيجى ، وينمو الطور الجرثومى متطفلاً على الطور المشجى طيلة حياته ، وتنفصل الجراثيم الأربعة فى النهاية مكونة جراثيم أحادية ذات جدارين، وتنبت عند الظروف المناسبة لتعطى الطور المشيجى من جديد.

دورة حياة نبات الماركنتيا : Life history of *Marchantia* sp.

ينتشر هذا النبات فى الأماكن الرطبة الظليلة بجوار المجارى المائية العذبة . والنبات السائد هو الطور المشيجى (شكل ١٣-٣٣) ، ويشبه إلى حد ما نظيره فى الرشيا إلا أنه أكبر حجمًا ، ويتكون من ثالوس مفلطح منتفخ فى الوسط ، ويتفرع تفرعًا ثنائيًا على هيئة أشرطة منبطحة على الأرض ، وتتميز على سطحه العلوى مساحات سداسية ، تحدد أشكال ما تحتها من حجرات هوائية ، ويتوسط كل مساحة ثقب Pore على شكل قناة صغيرة قصيرة ، محاطة بجدار من صفوف رأسية من الخلايا ، وهى مفتوحة على الدوام ، وتقابل الثغور فى النباتات الراقية، وتخلو البشرة من البلاستيدات الخضراء .

يخرج من أسفل الثالوس نوعان من أشباه الجذور Rhizoids ، أحدهما أملس والثانى متدرن ، ويحيط بهما صفان أو أكثر من الحراشيف Scales تنتظم على جانبى الخط

الوسطى. يوجد أسفل البشرة النسيج التمثيلى وخلاياه ممتلئة بالبلاستيدات الخضراء وتحيط هذه الخلايا بالحجرات الهوائية ، وتبرز خلالها خيوط تمثيلية، تقع أسفل الطبقة التمثيلية طبقة أخرى من الخلايا التخزينية ، خالية من البلاستيدات الخضراء ، وتحتوى على أجسام لامعة مليئة بالقطرات الزيتية .

طريقة التكاثر :

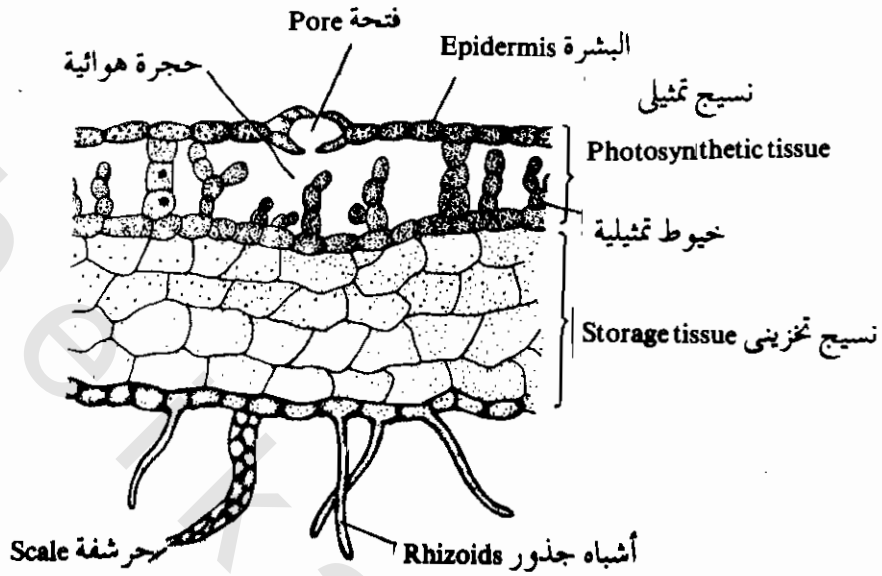
(١) **التكاثر اللاجنسى** : ويتم بإحدى طريقتين :

(أ) تجزئة الثالوس : Fragmentation نتيجة موت بعض أجزاء الثالوس ، تنفصل الأجزاء الحية المجاورة ، وينمو كل منها مكونًا نباتًا جديدًا .

(ب) تكوين تراكيب خاصة تسمى الجيمات Gemmae (مفردها Gemma) ، وهى عبارة عن أجسام قرصية الشكل عديدة الخلايا على السطح العلوى للثالوس ، تحيط بها مواد بكتينية، وتتكون داخل كأس خاص Gemma cup ، محمول على عنق (شكل ١٣-٣٤) تنفصل كل جيمة لضغط المادة البكتينية عند تشربها بالماء، وتعطى كل جيمة نباتين مشيجيين .

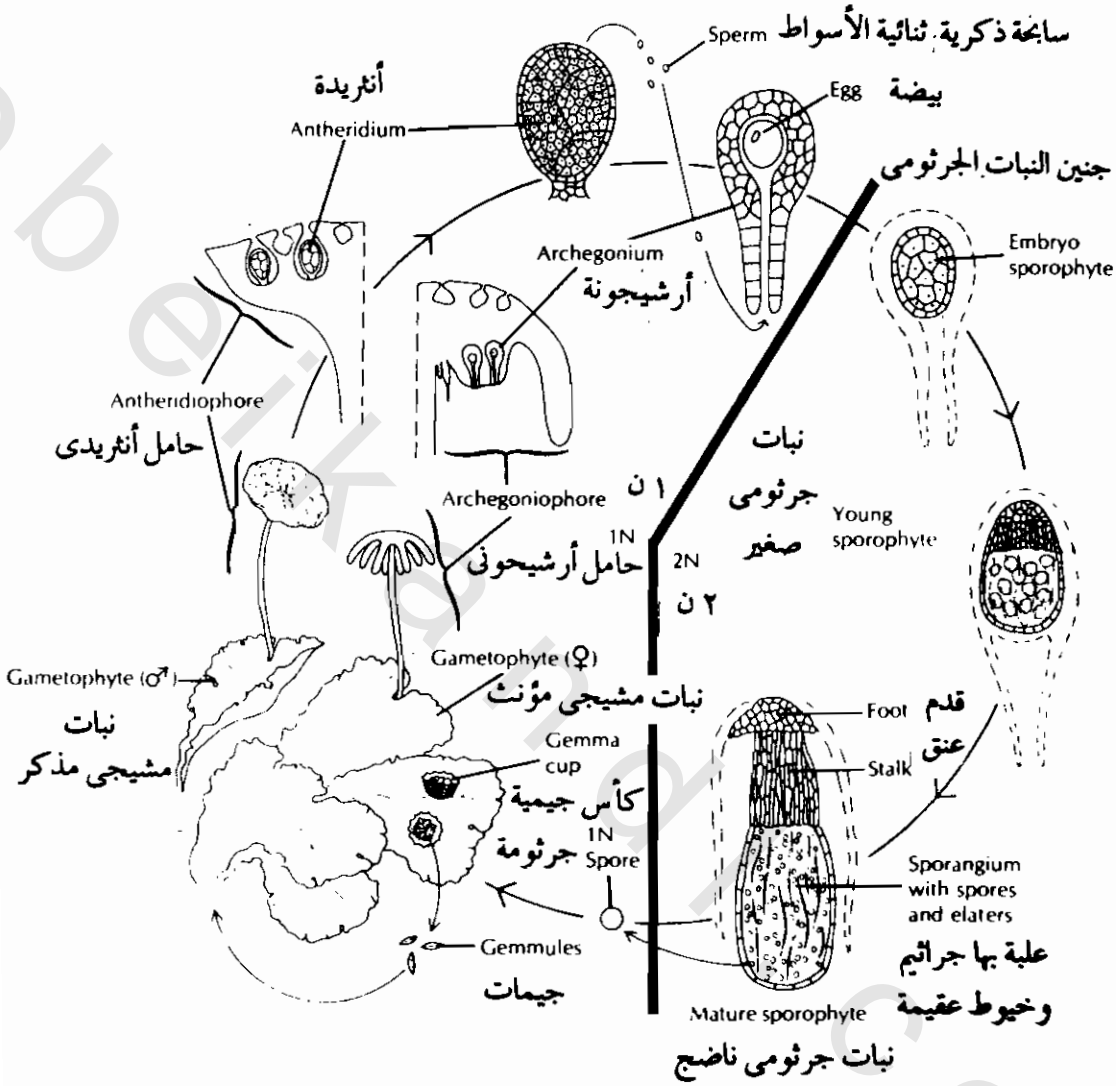
(٢) **التكاثر الجنسى** : يوضح شكل (١٣-٣٥) ملخصًا لدورة حياة نبات الماركانتيا، تختلف الماركنتيا عن الرشيا فى عدم انتظام الأعضاء الجنسية مباشرة على الثالوس، بل توجد على زوائد قائمة ، تخرج من السطح العلوى للنبات وتعرف بالحوامل ، وتتميز إلى حوامل أنثريدية Antheridiophores وحوامل أرشيجونية Archegoniophores تبعًا لما تحمله من أعضاء جنسية، ويتكون كل حامل من ساق أسطوانية الشكل ، تنتهى بقرص منتفخ فى قمتها.

النبات المشيجى ثنائى المسكن حيث توجد الأنثريدات والأرشيجونات على نباتات مستقلة. تتكون الأنثريدات على حامل أنثريدى طويل قائم ، ينتهى بقرص مفصص إلى ٨-٩ فصوص ، وتتكشف الأنثريدات على القرص فى صف على كل فص منه . وعند اكتمال نضج الأنثريدة ، تتكون فيها السابحات الذكرية ، التى لا تلبث أن تتحرر وتسبح فى الماء متوجهة إلى الأرشيجونات ، فتدخلها وتتحد سابحة ذكرية مع بيضة لتكون الزيجوت، ولما كان نمو القرص حافيًا فإن أحدث الأنثريدات عمرًا وأصغرها حجمًا تكون القريبة من الحافة ، وتزداد فى الحجم والعمر تدريجيًا جهة المركز .



شكل (١٣-٣٣) : قطاع عرضى بثالوس الماركانتيا *Marchantia* sp. (النبات المشجى) (عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

شكل (١٣-٣٤) : التكاثر اللاجنسى بواسطة الجيمات فى نبات الماركانتيا *Marchantia* sp. (عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .



شكل (١٣-٣٥) : مخطط لدورة حياة نبات الماركانتيا *Marchantia* sp. ، من الحزازيات الكبدية المنبطحة .

(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

تتكون الأرشيجونات على حامل أرشيجونى ذى قمة . وُرِيْدية ، تحتوى على ٨-٩ فصوص ، تستطيل على هيئة زوائد أصبعية وتلتوى أسفل القرص ، حتى تصل إلى قرب منطقة اتصال الحامل بالقرص عند السطح السفلى ، وتتدلى الأرشيجونات أسفل القرص وأعناقها متجهة إلى أسفل ، ولذلك فترتيب الأرشيجونات عكس وضع الأنثريدات ؛ إذ تقع أصغر الأرشيجونات وأحدثها عمرًا قرب الحامل ، وتزداد فى الحجم إلى جهة الحافة، يحيط بكل أرشيجونة غلاف (قلنسوة) Pseudoperianth ، كما يحيط غلاف عام Perichaetial بكل صف من الأرشيجونات يشبه القلافة .

يتكون النبات الجرثومى الناضج من قدم Foot وحامل (عنق) Seta وعلبة Capsule ، وظيفة القدم تثبيت النبات الجرثومى فى أنسجة النبات المشيجى وامتصاص الغذاء اللازم للنبات الجرثومى، ويقوم الحامل بتمزيق القلنسوة الأرشيجونية ، ويدفع بالعلبة إلى الخارج، وتمثل العلبة كيسًا جرثوميًا بداخله الجراثيم ، التى تنتج عن الانقسام الميوزى ؛ أى إنها أحادية المجموعة الكروموسومية (ن)، ويختلط داخل العلبة مع الجراثيم خيوط عقيمة هيجروسكوبية تسمى مائقات أو مناثر Etaters، تتميز جدر الخيوط العقيمة بنبات الماركانتيا بوجود تغلظات حلزونية واضحة بها، وتقوم الخيوط العقيمة بامتصاص الرطوبة والتمدد ؛ فتضغط على جدار العلبة فتنفجر ، وتنتشر الجراثيم التى تنمو كل منها على البيئة المناسبة مكونة نباتًا مشجيًا جديدًا .

بينما تسهم جميع الخلايا الناتجة عن انقسام الزيجوت فى الرشيا فى إنتاج الخلايا المنشئة للجراثيم . . فإن النبات الجرثومى فى الماركنتيا يتميز بزيادة نسبة الأجزاء العقيمة ، التى تتمثل فى التشكل الخارجى للنبات ، واقتصار وجود الخلايا المنشئة للجراثيم داخل العلبة إلى جانب وجود خلايا عقيمة أيضًا داخل العلبة (السائقات) .

يُظهر بعض أجناس طائفة الحزازيات الكبدية المنبطحة Hepatopsida رقيًا خاصًا ؛ حيث تنبت بها الجراثيم داخل العلبة Endosporic germination وهذه الأجناس هى : *Pellia, Conocephalum, Porella* .

(ب) قسم الحزازيات الكبدية القرناء Division Anthoceratophyta

طائفة الحزازيات الكبدية القرناء Class Anthoceratopsida

يشتمل هذا القسم على خمسة أجناس يتبعها نحو ٥٠٠ نوع، تعرف بالحزازيات الكبدية القرناء Horned liverworts ، وأحيانًا تسمى الحزازيات القرنية Hornworts . وينتشر هذا القسم فى جميع أنحاء العالم تقريبًا، وإن كانت غالبية أنواعه استوائية ، وعادة ما تغيب بالمناطق الباردة، وهى مثل الحزازيات الكبدية المنبطحة تفضل البيئة الرطبة الظليلة، ويرى بعض العلماء أن لهذا القسم أهمية خاصة ؛ لتوضيح الخطوط التطورية المحتملة بين أقسام النباتات الأولية والنباتات الراقية ، وتقوم المميزات العامة لهذا القسم على جنس أنثوسيروس *Anthoceros* أكثر أجناس هذا القسم انتشارًا .

دورة حياة نبات الانثوسيروس : Life history of *Anthoceros* sp.

الطور المشيجى بسيط التركيب بالمقارنة بعديد من الحزازيات الكبدية المنبطحة، مبطط متفرع ذو شكل قرصى ، قد يصل قطره إلى نحو ٥-٧ سم، لا يتميز تشريحيًا إلى نسيج متخصص للبناء الضوئى أو للتخزين ، كما تغيب فتحات التهوية Air pores ، وتتماثل جمع الخلايا بالطور المشيجى ؛ حيث تحتوى كل خلية على بلاستيدة خضراء مفردة ذات مركز كبير لتجميع النشا Pyrenoid ، والأخير متماثل فى جميع النباتات الجنينية. وجد عادة على السطح البطنى للثالوس قليل من الفتحات أو الشقوق، تمتلئ بمواد مخاطية ، وتعيش بداخلها مستعمرات من النوستوك ، الذى يتبع الطحالب الخضراء المزرقة ، وتقوم بتثبيت النيتروجين وبذلك يكون فى متناول الطور المشيجى للأنثوسيروس .

توجد كذلك أشباه جذور تميل إلى اللون الأبيض على السطح البطنى للثالوس وحيدة الخلية، تقوم أساسًا بالتثبيت ، وقد تساعد فى الامتصاص .

يتم التكاثر اللاجنسى بالتجزئة Fragmentation ، الذى عادة ما يحدث إذا تغذى حيوان على جزء من الثالوس، كما أن الجزء الخلفى من الثالوس غالبًا ما يموت ؛ مما يؤدى إلى انفصال الأفرع ، التى تعطى بدورها نباتات مستقلة، ولا ينتج هذا القسم جيمات، ويلاحظ أن المناطق الحافية السميكة للثالوس بعديد من الأنواع تقاوم الظروف المعاكسة، وقد تنمو إلى ثالوس جديد، وكثيرًا ما يتم ذلك فى الربيع حيث تقتل برودة الشتاء بقية الطور المشيجى.

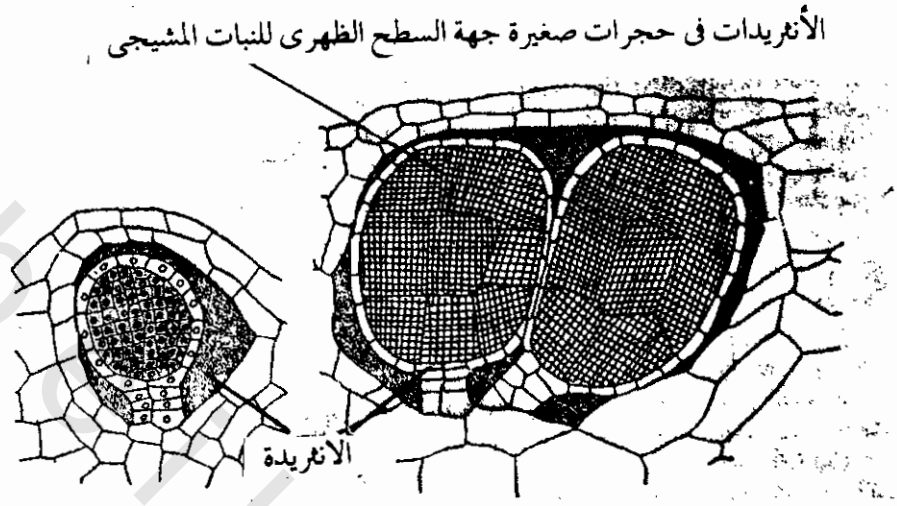
يحدث التكاثر الجنسى فى كل أنواع الأنثوسيروس، وتوجد الحوافظ المشيجية لهذا القسم مغمورة داخل الثالوس، تنمو الأنثريدات فرادى ، أو فى مجموعات صغيرة داخل حجرات أنثريدية متخصصة، وتنتج عددًا كبيرًا من السابحات الذكرية ، تنطلق عند نضجها وتوافر ظروف من الرطوبة المرتفعة (شكل ١٣-٣٦) .

لا تتميز الأرشيجونات فى الأنثوسيروس بوضوح عن الطور المشيجى ، كما هو الحال بالحزازيات الأخرى فمنطقة البطن غير تامة التكشف، وعند النضج ينفتح عنق الأرشيجونة عند سطح الثالوس .

غالبية أنواع هذه الطائفة ذاتية الإخصاب ؛ حيث تعوم سابحة ذكرية نحو عنق الأرشيجونة ، وتتجه خلال قناة العنق إلى أسفل لتتحد بخلية البيضة، وينقسم الزيجوت الناتج عن هذا الاتحاد مكونًا الجنين، الذى يبقى بداخل الثالوس، ويعتمد الجنين كليًا على النبات المشيجى فى التغذية ؛ حتى يتكون الطور الجرثومى (شكل ١٣-٣٧) .

يسهل فى هذا القسم تمييز الطور الجرثومى بالمقارنة بالحزازيات الأخرى ؛ حيث تنغمس القدم داخل النبات المشيجى ، والتى نادرًا ما تكوِّن أشباه جذور تخترق الطور المشيجى، ولا يوجد حامل بالطور الجرثومى للأنثوسيروس، العلبة طويلة تشبه القرن ، وتستمر فى نموها خلال موسم النمو بواسطة نسيج مرستيمى لدى قاعدتها . ونظرًا للانقسام النشط لخلايا هذا المرستيم . . فإن النبات الجرثومى للأنثوسيروس يعمر طويلاً ، ويستمر فى إنتاج الجراثيم لعدة شهور خلال الربيع والصيف، ومما لاشك فيه فإن ظاهرة طول البقاء للطور الجرثومى لدلالة تطورية بالمقارنة بالنباتات البدائية .

للنبات الجرثومى فى الأنثوسيروس المقدرة على البناء الضوئى ، وبذلك فهو ذاتى التغذية Autotrophic ، وقد عزل الطور الجرثومى تجريبيًا عن الطور المشيجى ، وأمكنه النمو لفترة طويلة ، إلا أنه كان أصغر حجمًا عن ذلك المتصل بالطور المشيجى، يحاط النبات الجرثومى للأنثوسيروس (شكل ١٣-٣٨) بطبقة بشرة محددة ،تغطى من الخارج بالأدمة Cuticle ، وتتخلل البشرة عديدًا من الثغور، يتخلل محور العلبة عويميد Columella من خلايا عقيمة ، وتنتج المنطقة المحيطة بالعويميد جراثيم ، وسائقات Elaters يحيط بها من الخارج أسطوانة من خلايا تمثيلية، تنشق قمة العلبة عند النضج خلال موسم النمو، تنبت كل جرثومة وتعطى نباتًا مشيجيًا جديدًا، ويوضح شكل (١٣-٣٩) مخططًا لدورة حياة نبات الأنثوسيروس .

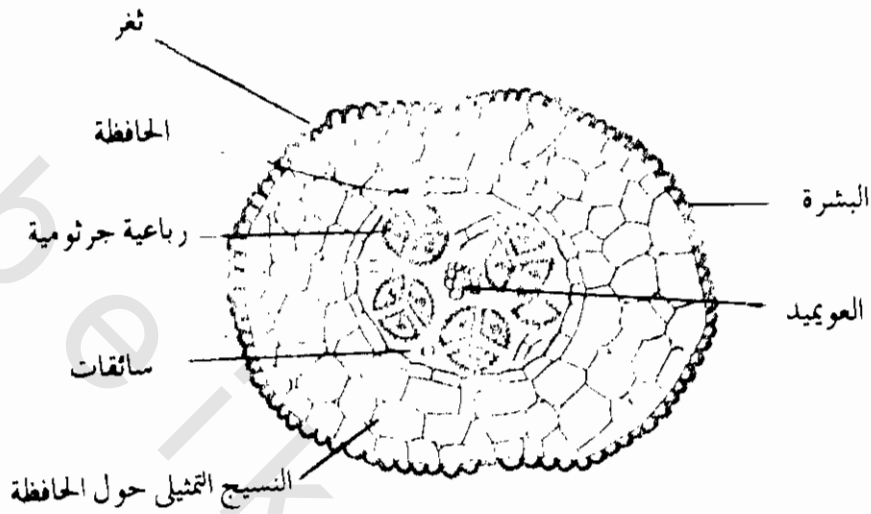


شكل (١٣-٣٦) : مقطع رأسى بالنبات المشيجى المذكر أنثوسيروس *Anthoceros fusiformis* Aust. يوضح مراحل مختلفة فى نمو الأنثريدات.

(عن سميث Smith ١٩٥٥) .

شكل (١٣-٣٧) : الأنثوسيروس *Anthoceros fusiformis* Aust. يوضح النبات المشيجى والجرثومى معًا .

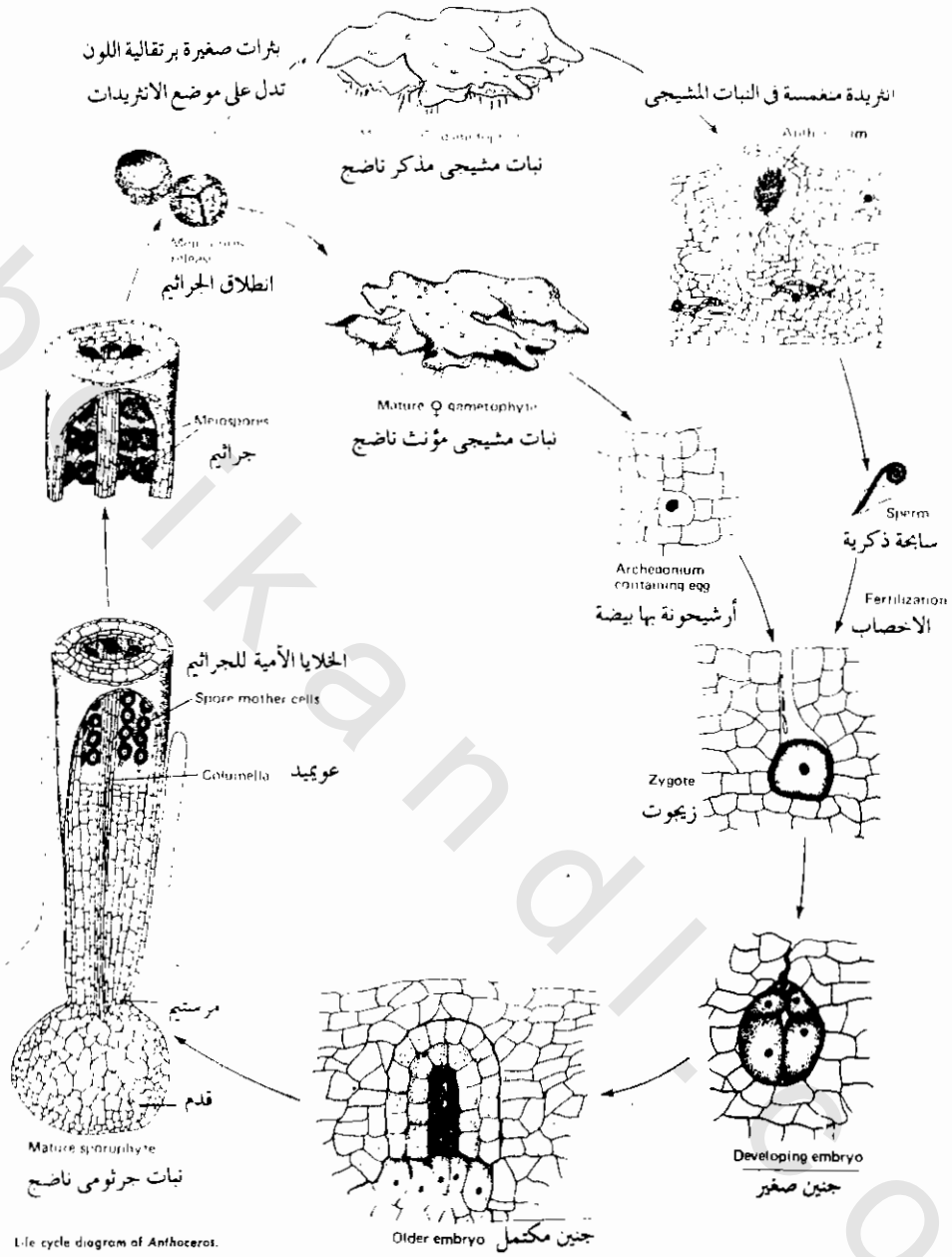
(عن سميث Smith ١٩٥٥) .



ق.ع.

ق. ط.

شكل (١٣-٣٨) : قطاعات فى النبات الجرثومى الناضج آنثوسيروس *Anthoceros* sp. (عن سميث Smith ١٩٥٥) .



شكل (١٣-٣٩) : مخطط لدورة حياة نبات الأنثوسيروس *Anthoceros* sp.
(الحزازيات الكبدية القرناء) .
(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

يمكن إيجاز أهم ما يميز نباتات هذا القسم فيما يلى :

(١) تتساوى طول فترة حياة كل من الطور الجرثومى والمشيجى تقريبًا .

(٢) الطور الجرثومى معقد التركيب، وبه بشرة عليها أدمة وثغور، كذلك توجد منطقة مرستيمية لدى قاعدة العلبة .

(٣) غالبية خلايا الطور الجرثومى عقيمة، كما يُظهر النبات استقلالاً فى التغذية لاحتوائه على أشباه جذور .

هذه النقاط جعلت بعض العلماء يعتقدون أن نباتات قريبة فى تركيبها من الأنثوسيروس قد تكون أسلافًا للنباتات الراقية، ولذلك يعتبر هذا الجنس أكثر الحزازيات الكبدية تطورًا .

(جـ) قسم الحزازيات القائمة Division Bryophta

يبلغ عدد أنواعها ١٠,٠٠٠-١٢,٠٠٠ نوع ، تتبع ٨٠٠ جنس، تنمو رأسيًا وتفتقر لوجود الجهاز الوعائى، لذلك فإنها تتكون من أشباه أعضاء (أشباه سيقان، أشباه أوراق، أشباه جذور) ويضم قسم الحزازيات القائمة ثلاث طوائف ، هى :

(جـ) طائفة السفاجنية ..... Class Sphagnopsdia (*Sphagnum*)

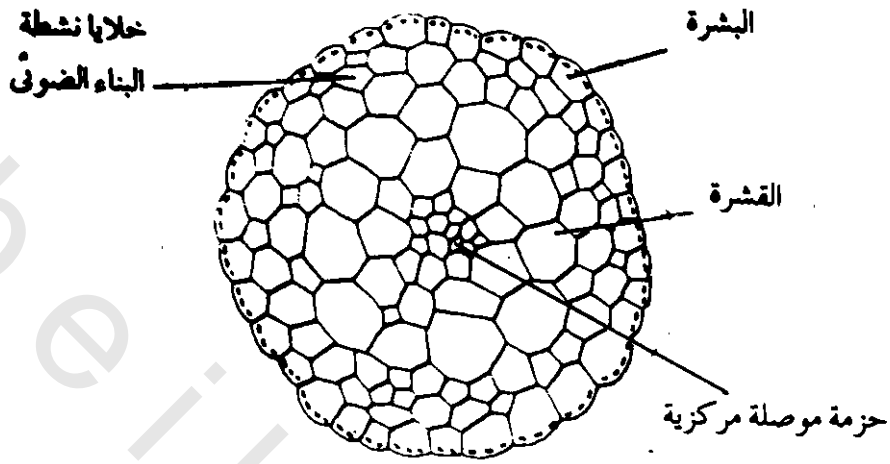
(جـ`) طائفة الأندريا ..... Class Andreaeopsida (*Andreae*)

(جـ``) طائفة الحزازيات القائمة الحقيقية Class Bryopsida (*Funaria, Mnium*)

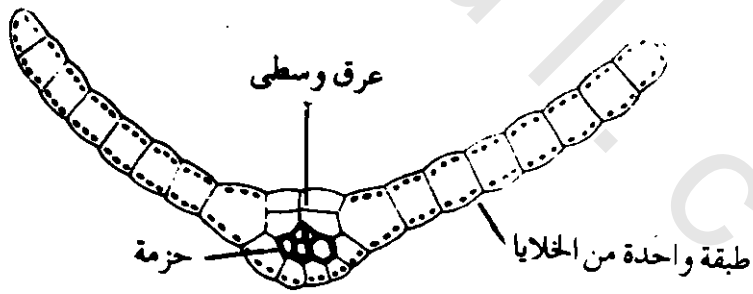
وفما يلى عرض موجز لدورة حياة نبات الفيوناريا كنموذج للحزازيات القائمة .

دورة حاة نبات الفيوناريا : Life history of *Funaria* sp.

يمثل النبات المشيجى الطور السائد فى دورة الحياة وينمو فى الأماكن الرطبة الظليلة ؛ حيث يغطى مساحات كبيرة رغم دقة حجمه (١٠-١٥ مم)، ويتكون النبات من شبه ساق قائمة (شكل ١٣-٤٠) ، تتميز داخليًا إلى حزمة موصلة مركزية من خلايا متشابهة صغيرة ، ورقيقة الجدار (لايتكشف نسيج خشب أو لحاء) تحيط بها قشرة ثم بشرة ، وتحمل شبه الساق ثلاثة صفوف من أشباه الأوراق الصغيرة التى تترتب عليها حلزونيًا ، وتكاد تغطيها ، وتتركب شبه الورقة (شكل ١٣-٤١) من طبقة واحدة من الخلايا، وعادة تميل الخلايا التى فى مكان العرق الوسطى إلى الاستطالة، تنبثق من قاعدة شبه الساق أشباه جذور عديدة الخلايا (أشباه الجذور فى الحزازيات الكبدية وحيدة الخلية) .



شكل (١٣-٤٠) : ق. ع. فى شبه ساق بالنبات المشيجى *Funaria* sp.
(الحزازيات القائمة) .



شكل (١٣-٤١) : ق. ع. فى شبه ورقة بالنبات المشيجى *Funaria* sp.
(الحزازيات القائمة) .

obeikandl.com

النبات المشيجى أحادى المسكن فى بعض الأنواع ، وثنائى المسكن فى البعض الآخر، تتجمع الأعضاء الجنسية (الأنثريدات أو الأرشيجونات) عند طرف الساق أو الفرع الجانبى على جزء منتفخ ومنبسط يعرف بالتخت Receptacle .

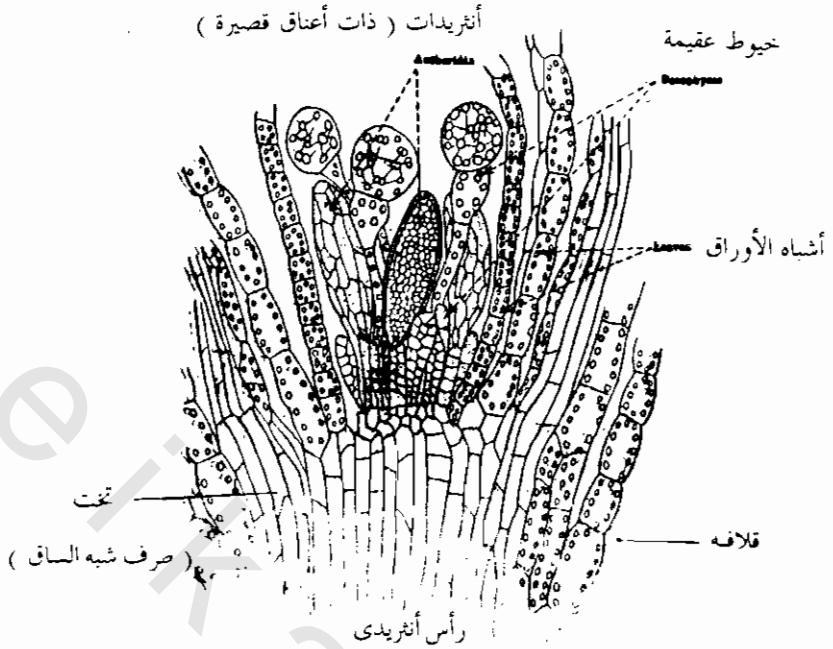
الأنثريدات (شكل ١٣-٤٢) صولجانية الشكل ذات أعناق قصيرة، وتنتشر بينها خيوط عقيمة تنتهى بخلايا منتفخة، يتكون كل خيط منها من صف واحد من خلايا ، تحتوى على بلاستيدات خضراء، وتحاط الأنثريدات والخيوط العقيمة بقلافة Involucre، والنبات المذكر عادة أطول من النبات المؤنث وأشباه الأوراق الطرفية به أقل اندماجًا .

تختلط الأرشيجونات (شكل ١٣-٤٣) أيضًا بخيوط عقيمة متعددة الخلايا ، ولكن خلاياها الطرفية تكون مدببة ، وتحاط كذلك بقلافة .

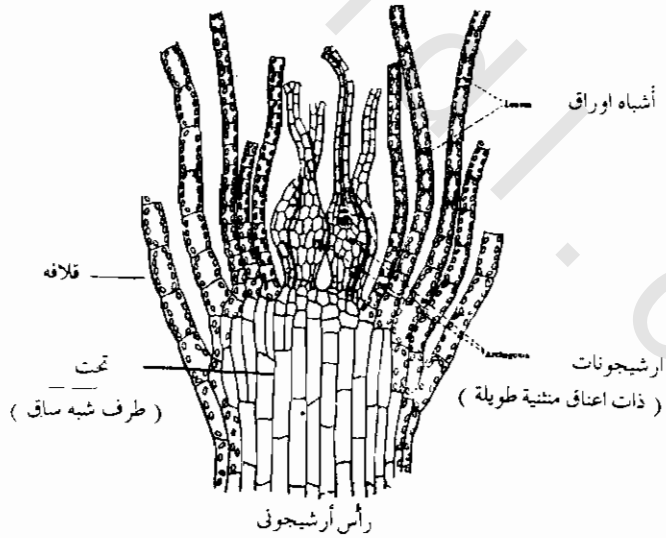
توجد فى النباتات الثنائية المسكن الأنثريدات والأرشيجونات على نباتات مستقلة ، تعرف بالنباتات المذكرة والمؤنثة على التوالى، أما فى النباتات أحادية المسكن . . فتتجمع كل من الأنثريدات والأرشيجونات على قمة النبات نفسه .

تتحرر السابحات الذكرية، ولها سوطان للحركة، عند نضج الأنثريدات ؛ حيث تتخذ طريقها سابحة فى الماء إلى الأرشيجونة ، وتتخلل العنق لتصل إلى البيضة داخل البطن فتلقحها ويتم الإخصاب . وقد يحدث الإخصاب فى أكثر من أرشيجونة على النبات الواحد ، ولكن لاقحة واحدة هى التى تستمر فى نموها لتكون النبات الجرثومى (٢ ن) وبذلك لا يشاهد سوى نبات جرثومى واحد على النبات المشيجى .

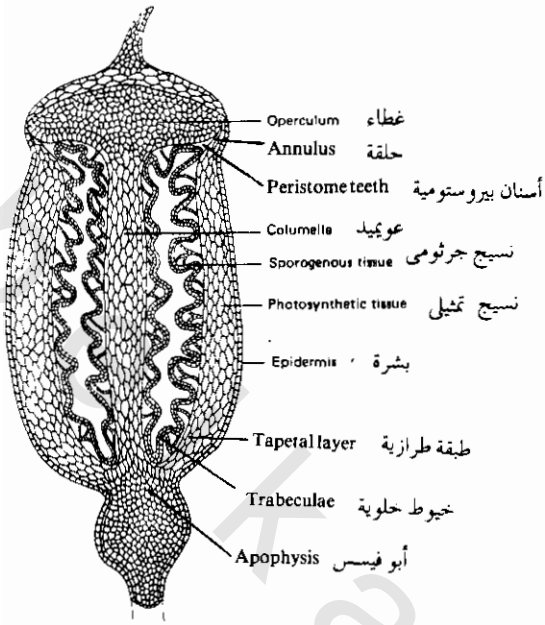
يتركب النبات الجرثومى المكتمل التكوين من قدم Foot ، لتثبيته على النبات المشيجى وامتصاص ما يلزمه من مواد غذائية، وحامل Seta وعلبة Capsule (شكل ١٣-٤٤) ، وإذا ما فحصت العلبة مجهريًا (شكل ١٣-٤٥) يشاهد عند منطقة اتصال الحامل بالعلبة منطقة غنية بالبلاستيدات الخضراء والثغور ، تسمى Apophysis ، يدل وجودها على أن تطفل النبات الجرثومى على النبات المشيجى يكون جزئيًا، ويوجد النسيج الجرثومى على هيئة أسطوانة مفتوحة الطرفين تحدها من الداخل والخارج أسطوانتان أخريان من طبقة تسمى الطبقة الطرازية Tapetal layer ، تتحلل خلاياها إلى مادة غذائية للحراثيم ؛ حتى تستكمل نموها، ويشكل التجويف المركزى نسيجًا عقيمًا يعرف بالعويميد Columella ، وتوجد بين الأسطوانة والجدار الخارجى للعلبة خيوطًا خلوية Trabeculae ، وعند قمة العلبة غطاء



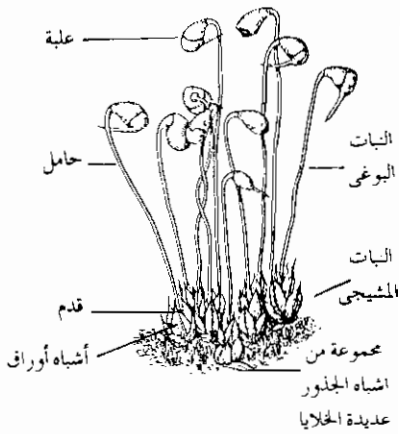
شكل (١٣-٤٢) : ق. ط. فى قمة النبات المشيجى المذكر *Funaria* sp. (الحزازيات القائمة).



شكل (١٣-٤٣) : ق. ط. فى قمة النبات المشيجى المؤنث *Funaria* sp. (الحزازيات القائمة).

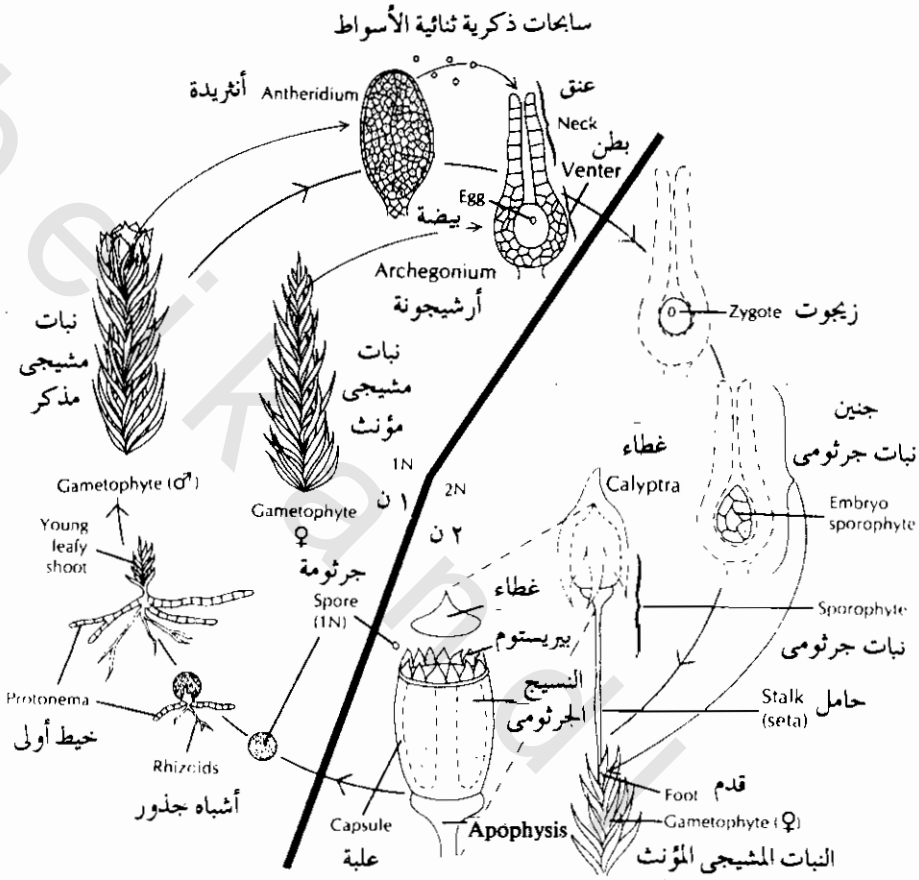


شكل (١٣-٤٤) : النبات الجرثومى متطفل على النبات المشيجى لخزاز قائم
Funaria hygrometrica



شكل (١٣-٤٥) : ق.ط. فى العلبة لنبات جرثومى من الحزازيات القائمة .

شكل (١٣-٤٦) : الخيط الأولى Protonema بالحزازيات القائمة .



شكل (١٣-٤٧) : مخطط لدورة حياة نبات من الحزازيات القائمة
(عن برتشارد وبرادت Pritchard & Pradt ١٩٨٤) .

Operculum قبوى الشكل تقع لدى قاعدته حلقة Annulus ، تتكون من خلايا رقيقة الجدر، كما توجد تحت الغطاء طبقة من أسنان منفصلة ، تنتظم على هيئة حلقة قبوية الشكل ، تعرف بالأسنان البيرستومية Peristome teeth عددها غالبًا ١٦ ، تتميز بتغلظ جدرها الخارجية والداخلية ، بينما تكون جدرها القطرية رقيقة . وعند اكتمال نضج الجراثيم وجفاف العلبة تتحلل خلايا الحلقة ذات الجدر الرقيقة ، وينفصل الغطاء وتتعرض الأسنان البيرستومية للخارج ، ولما كانت هذه الأسنان هيجروسكوبية بمعنى أنها شديدة الحساسية للرطوبة الجوية ، فهى تنفتح عند الجفاف وتنغلق عند وفرة الرطوبة، وبذلك تنتشر الجراثيم وقت الجفاف إذا اهتز الحامل بالرياح .

عند توفر الظروف المناسبة تنبت الجراثيم لتعطى طورًا خيطيًا متميزًا ، يعرف بالخيط الأولى Protonema (شكل ١٣-٤٦) ، يتكون من جزء خيطى فوق الأرض متفرع ، يفترش السطح ، وتظهر الجدر الفاصلة بين الخلايا مائلة وتوجد بالخيوط بلاستيدات خضراء عدسية الشكل، يخرج من الخيط عدة أشباه جذور صغيرة تتعمق فى التربة، وتتكشف خلايا كروية على فروع صغيرة من الخيط لا تلبث أن تكون برعمًا جانبيًا يستمر فى النمو ؛ ليكون نباتًا مشيجيًا جديدًا ينفصل عن الخيط الأولى ، ويعيش مستقلاً .

ويوضح شكل (١٣-٤٧) مخططًا لدورة حياة حزاز قائم .

أسئلة للنقاش

- اذكر الصفات العامة للحزازيات مع رسم مخطط لدورة حياتها .
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات الرشيا .
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات الماركانتيا .
- قارن بين طرق التكاثر الجنسى واللاجنسى فى كل من الرشيا والماركنتيا .
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات الأنثوسيروس .
- ما الخصائص التقدمية التى ينفرد بهيا قسم الحزازيات الكبدية القرناء عن بقية الحزازيات .
- قارن بين الطور الجرثومى لكل من الرشيا والماركانتيا والأنثوسيروس .
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات الفيوناريا .

ثالثا : النباتات التيريدية Pteridophytes

الصفات العامة :

تضم النباتات التيريدية مجموعة كبيرة من النباتات ، تختلف فى شكلها ، وفى الوسط الذى تعيش فيه، وتعتبر من أقدم النباتات الأرضية، حيث ظهرت على سطح الأرض منذ عصور جيولوجية بعيدة، وقد أندثر البعض منها ولم يبق سوى حفرياتها، ومازال البعض الآخر من الأنواع حيًا، وبينما كان الطور المشيجى سائدًا فى النباتات الحزازية ، نجد أن النبات السائد فى التيريديات هو الطور الجرثومى ، أما الطور المشيجى فإنه بسيط التركيب .

يتميز النبات الجرثومى إلى سيقان وأوراق وجذور حقيقية ، تحتوى على حزم وعائية يتكشف فيها نسيجا الخشب واللحاء، ولذلك تعتبر التيريديات ضمن مجموعة النباتات الوعائية Tracheophyta ، وتسمى مجموعة النباتات الوعائية اللابذرية، وهى أقل رقيًا من النباتات البذرية ؛ حيث تتكاثر بالجراثيم ولا تكون بذورًا .

تتكون الجراثيم داخل أكياس جرثومية ، يحيط بها غلاف خارجى عقيم ، وبداخلها النسيج الجرثومى الخصب، وفى السرخسيات (أحد أقسام التيريديات) توجد الأكياس الجرثومية على السطح السفلى للأوراق، وكلها متشابهة ؛ أى لا يظهر بها تخصص فى الأوراق، أما التيريديات الأخرى مثل النباتات صغيرة الأوراق فتتخصص فيها الأوراق حيث توجد أوراق خضرية وأخرى جرثومية ، تحمل الأكياس الجرثومية فى آباطها ، وتتجمع الأوراق الجرثومية عند أطراف الفروع مكونة تراكيب مخروطية .

تضم التيريديات ما يزيد عن ١٠,٠٠٠ نوع من النباتات ، تصنف فى أربعة أقسام مستقلة من النباتات المعاصرة ، يمكن التمييز بينها كما يلى :

آ - الجذور والأوراق حقيقية .

ب - الأوراق عديمة الفجوات الورقية Leaf gaps ، وذات عرق وسطى وحيد .

جـ - الساق غير محززة، والأوراق حلزونية الترتيب على الساق عادة .

النباتات صغيرة الأوراق Division Microphyllophyta

جـ جـ - الساق محززة (العقد والسلاميات محددة)، الأوراق سوارية الترتيب على الساق .

Division Arthrophyta النباتات المفصلية

ب ب - الأوراق ذات فجوات ورقية، التعريق واضح .

Division Pteriophyta النباتات السرخسية

أأ- الجذور الحقيقية غائبة، والأوراق لا تتكون عادة ، وإن وجدت لا يتكشف بها جهاز وعائى.

Division Psilotophyta النباتات السيلوتية

إضافة إلى ذلك تضم النباتات التيريدية ثلاثة أقسام من النباتات الحفرية ، هى :

(١) قسم النباتات الرينياوية ..... Division : Rhyniophyta

(٢) قسم النباتات الزوستيروفيلية Division : Zosterophyllophyta

(٣) قسم النباتات التريميروفيتية ... Division : Trimerophytophyta

قسم النباتات صغيرة الأوراق Division Microphyllophyta

الصفات العامة :

يعرف نحو ١,٠٠٠ نوع من هذه النباتات ، تنتشر فى أنحاء مختلفة من العالم، وقد عثر على حفريات عديدة لها، النبات الجرثومى أخضر اللون ، ونادرًا ما يتعدى ارتفاعه ٤٥ سم ، كما توجد أنواع قليلة فى صورة شجيرات صغيرة - يطلق بعض العلماء على هذه النباتات اسم الحزازيات الصولجانية Club mosses (Quill worts) ؛ إذ تشبه الحزازيات فى دقة حجمها كما تتجمع أوراقها الطرفية على هيئة مخروطية أو صولجانية، وأحيانًا تسمى المخروطيات الأرضية Ground pines ؛ إذ تحمل عديدًا من الأوراق المستدقة التى تشبه إلى حد ما الأوراق الإبرية للصنوبر .

تنتهى ساق النبات بمنطقة من خلايا مرستيمية عديدة ، تنقسم لتعطى أنسجة جديدة ، تؤدى إلى استطالة الساق ، وتُعرف هذه المنطقة بالمرستيم القمى Apical meristem ، وتتميز غالبية النباتات الوعائية الراقية بالمرستيم القمى عديد الخلايا ، والذى يعتبر أكثر تطورًا من المرستيم القمى وحيد الخلية .

ينقسم المرستيم القمى وينتج خلايا على السطح الخارجى للساق ، تغطى طبقة البشرة

Epidermis التى عادة ما تكون متميزة فى هذه النباتات ، كما تحتوى على عديد من الثغور، يلى البشرة للداخل القشرة Cortex ، وتتكون أساسًا من خلايا بارنشيمية ، بها بلاستيدات خضراء عديدة وتعرف آخر طبقات القشرة إلى الداخل بالإندودرمس Endodermis ، يشغل الجزء المركزى من الساق عمود وعائى أولى Protostele ، وهو أكثر تعقيدًا مما فى نبات السيلوتم *Psilotum* ، حيث يظهر به عديد من الفصوص الغائرة التى يتخللها اللحاء ، وغالبًا ما يتكون الخشب من قصيبات Tracheids ، إلا أن بعض الأنواع كما فى جنس سلاجينيللا *Selaginella* ، يتكون بها نسيج الخشب من وحدات وعائية Vessel elements ، وتوجد عادة منطقة من خلايا بارنشيمية رقيقة الجدار بين النسج الوعائى والأندودرمس ، تعرف بالبريسيكل Pericycle والتى قد تعمل كنسيج مرستيمى، وعمومًا إذا وجد بريسيكل فى الساق لا تكون له وظيفة أساسية عكس الحال بالجذور ؛ حيث تكون مسئولاً عن إنتاج الجذور الجانبية .

تنتج الأوراق عن بروزات صغيرة تتكون لدى المرستيم القمى، وهى تراكيب صغيرة نسبيًا تحتوى على حزمة وعائية واحدة (العرق الوسطى للورقة Midrib) ، ويكون النسيج الوعائى لهذا العرق على اتصال مباشر بذلك للساق ؛ ليهيئ نظامًا مستمرًا للانتقال خلال النبات ، ولا تتكون ثغرات ورقية Leaf gaps فوق موقع اتصال عرق الورقة بالعمود الوعائى للساق (الأثر الوعائى للورقة Leaf trace) ، على الرغم من وجودها فى غالبية النباتات الراقية، والورقة صغيرة الحجم ذات عرق وحيد (حزمة وعائية) خالية من الثغرات الورقية، ولذلك تعرف بالورقة الصغيرة Microphyll .

تتكون الجذور عند قاعدة الساق، وهى تراكيب خالية من الكلوروفيل، عديمة التفرع فى بعض الأنواع وقد تكون غزيرة التفرع فى أنواع أخرى، يوجد لدى طرف الجذر القمة النامية، تحيط بها قلنسوة Calyprta لحمايتها، ويماثل النسيج الوعائى بالجذر نظيره بالساق .

توجد الأكياس الجرثومية Sporangia فى آباط أوراق خاصة على طول الساق، تعرف بالأوراق الجرثومية Sporophylls ، وقد تتوزع هذه الأوراق على طول الساق ولكن عادة ما تتجمع عند قمة الساق أو الأفرع مكونة مخروطًا، تنتج الحوافظ الجرثومية لبعض النباتات جراثيم أحادية Meiospores متشابهة فى الشكل والحجم ، وتعرف هذه النباتات بالمتشابهة الجراثيم Homosporous ، بينما تُنتج أنواع أخرى جراثيم ذات حجمين مختلفين تعرف

الكبرى منهما بالجرثومة الكبيرة Megaspore ، وتتكون داخل أكياس جرثومية كبيرة Megasporangia ، بينما تكون الجراثيم الصغيرة Microspores أصغر حجمًا ، وتتكون داخل أكياس جرثومية صغيرة Microsporangia ، تنبت الجرثومة الكبيرة لتعطى النبات المشيجى المؤنث ، بينما تنبت الجرثومة الصغيرة لتعطى النبات المشيجى المذكر ، وتعرف الأنواع النباتية التى تنتج هذين النوعين من الجراثيم بالمتباينة الجراثيم Heterosporous .

النبات المشيجى لهذه النباتات صغيرة الحجم غير واضح بالمقارنة بالنبات الجرثومى، ويكون مستقلاً فى غذائه ، ولا يعتمد مطلقًا فى تغذيته على النبات الجرثومى، ويحمل النبات المشيجى فى بعض الأنواع الأنثريدات والأرشيجونات ، بينما يكون البعض الآخر وحيد الجنس.

يمكن تمييز طرازين لنمو النبات المشيجى، فقد ينمو خارج الجرثومة Exosporic حيث تنبت الجراثيم لتعطى نباتًا مشيجيًا ، خارج حدود جدار الجرثومة ، وهذا شائع فى النباتات البدائية . إلا أن النباتات المتباينة الجراثيم وغالبية النباتات الراقية ينمو بها الطور المشيجى داخل الجرثومة Endosporic ؛ حيث تنبت الجرثومة لتعطى نباتًا مشيجيًا داخل حدود جدار الجرثومة، ويعتبر تباين الجراثيم ونمو النبات المشيجى داخل الجرثومة ذو أهمية تطورية لنشأة النباتات الراقية .

يتميز قسم النباتات صغيرة الأوراق Division Microphyllophyta إلى طائفتين :

(١) طائفة النباتات عديمة اللسين Class Aglossopsida (*Glossa*; Gk = لسان) .

الأوراق عديمة اللسين ويتبعها جنسان يحويان ٢٠٠-٤٠٠ نوع، هذان الجنسان هما : ليكوبوديم (رجل الذئب) *Lycopodium* وفيللوجلوسم *Phylloglossum*

(٢) طائفة النباتات ذات اللسين Class Glossopsida

الأوراق ذات لسين ، وهى زائدة صغيرة قاعدية ، تشبه اللسان ، وتضم ٥ أجناس، وأكثرها انتشارا جنس سلاجينللا *Selaginella* ويتبعه ٧٠٠ نوع، وجنس أيسوأيتس *Isoetes* ويتبعه ٦٤ نوعًا من النباتات المائية والبرمائية .

تنتشر النباتات صغيرة الأوراق بمناطق عديدة تمتد من المناطق الباردة حتى الغابات الأستوائية، وإن كان غالبيتها بالمناطق المعتدلة، وتنمو معظم الأنواع على الأرض ، وإن وجد

بعضًا منها مائيًا أو عالقًا على النباتات الأخرى ، كما تتأقلم بعض الأنواع للحياة بالبيئة الصحراوية .

تزرع بعض أنواع هذه النباتات بالمشاتل ؛ حيث تباع كنباتات زينة للمنازل ، وقديمًا كانت تستعمل الجراثيم كمسحوق للإضاءة عند التصوير، ولعل أهمية هذه المجموعة كانت عظيمة فما مضى ؛ إذ تعتبر من أهم الأنواع النباتية بين الحفريات النباتية التى كونت الفحم الذى يمثل الطاقة الحرارية للشمس ، التى احتفظت بها النباتات خلال عملية البناء الضوئى ، منذ ملايين السنين ، وخزنتها على صورة بقايا للنباتات الحفرية .

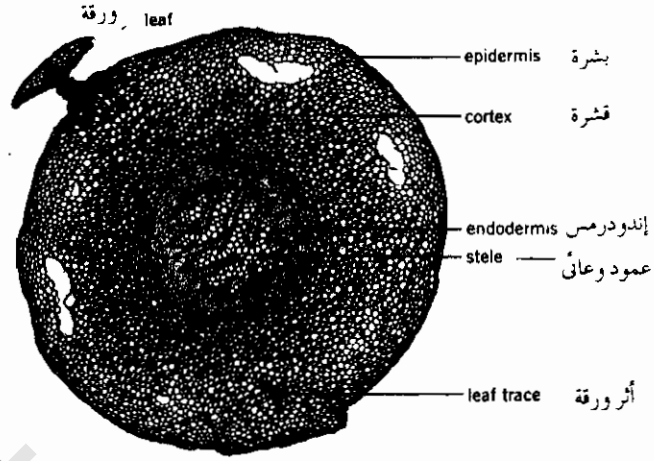
دورة حياة الليكوبوديوم Life history of *Lycopodium*

تعتبر أنواع الليكوبوديوم أكثر النباتات الحية من هذه المجموعة انتشارًا ، وتوجد بصفة خاصة بالمناطق الرطبة، الساق (شكل ١٣-٤٨) كثيرة التفرع ، تغطيها عديد من الأوراق الصغيرة، وهذه السيقان عادة لونها أخضر فاتح ، وقد تنمو إلى ارتفاع ٣٠ سم، تنتهى أفرع بعض الأنواع بمخاريط صفراء اللون شكل (١٣-٤٩)، تنمو الأكياس الجرثومية فى آباط الأوراق الجرثومية ، التى تكون مخروطًا ، أو قد تكون موزعة على طول الساق، وجمع أنواع الليكوبوديوم متشابهة الجراثيم ، وتنتج أربع جراثيم من خلية أمية واحدة، وغالبًا ما تبقى هذه الجراثيم فى رباعيات خلال فترة نضجها، وأخيرًا تنفصل عن بعضها ، وتنطلق عند تمزق جدار الكيس الجرثومى .

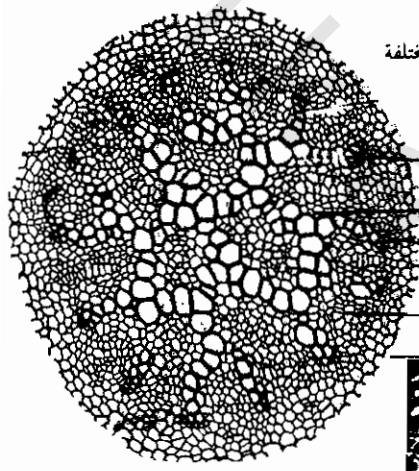
تنبت الجرثومة الأحادية لتعطى نباتًا مشيجيًا خارجيًا Exosporic ، قد يصل طوله إلى ٢,٥ سم ، ويأخذ شكل جذر نبات الجزر أو اللفت ، ولكنه يكون مبطحًا . وفى بعض الأنواع يأخذ شكلاً قرصيًا أو يكون مداداً ، وقد تستغرق الجراثيم فترة ٥-٧ سنوات حتى يمكنها الإنبات، وقد تدفن بالتربة على عمق نحو ١٠ سم، ويحتوى الجزء من النبات المشيجى المعرض للشمس على بلاستيدات خضراء ، بينما تكون الأجزاء الأرضية من النبات غير خضراء ، وبها ميكوريزا Mycorrhiza ، وتوجد أشباه جذور على طول النبات المشيجى، وتتكون الحوافظ المشيجية داخل الجزء الطرفى القرصى الشكل .

بعد الإخصاب يتكون الجنين فى مكانه على النبات المشيجى ، ويعتمد عليه فى التغذية خلال المراحل المبكرة لنضج الطور الجرثومى، ويتكون الجذر ، ويظهر المجموع الخضرى خارج الأرض، ويصبح النبات الجرثومى مستقلاً فى معيشته، وعادة يموت النبات المشيجى، ويتحلل عقب استقلال النبات الجرثومى .

ويوضح شكل (١٣-٥٠) مخططًا لدورة حياة نبات الليكوبوديوم .

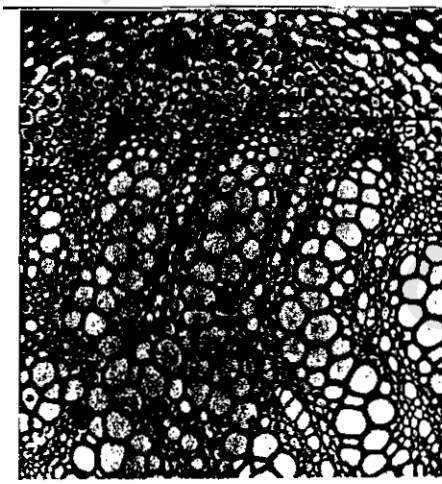


قطاع عرضى بالساق يوضح المناطق التشريحية المختلفة



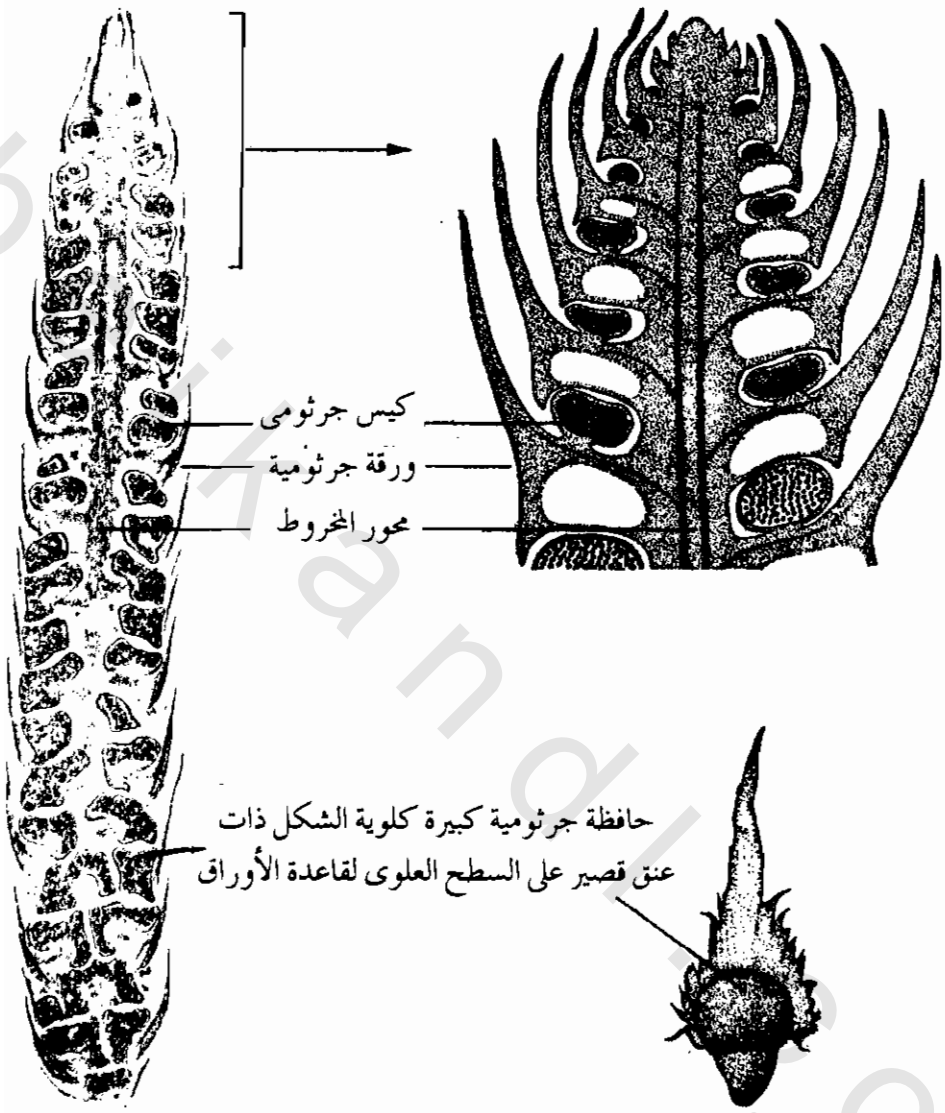
قطاع عرضى بالساق يوضح العمود الوعائى الأولى

Protostele

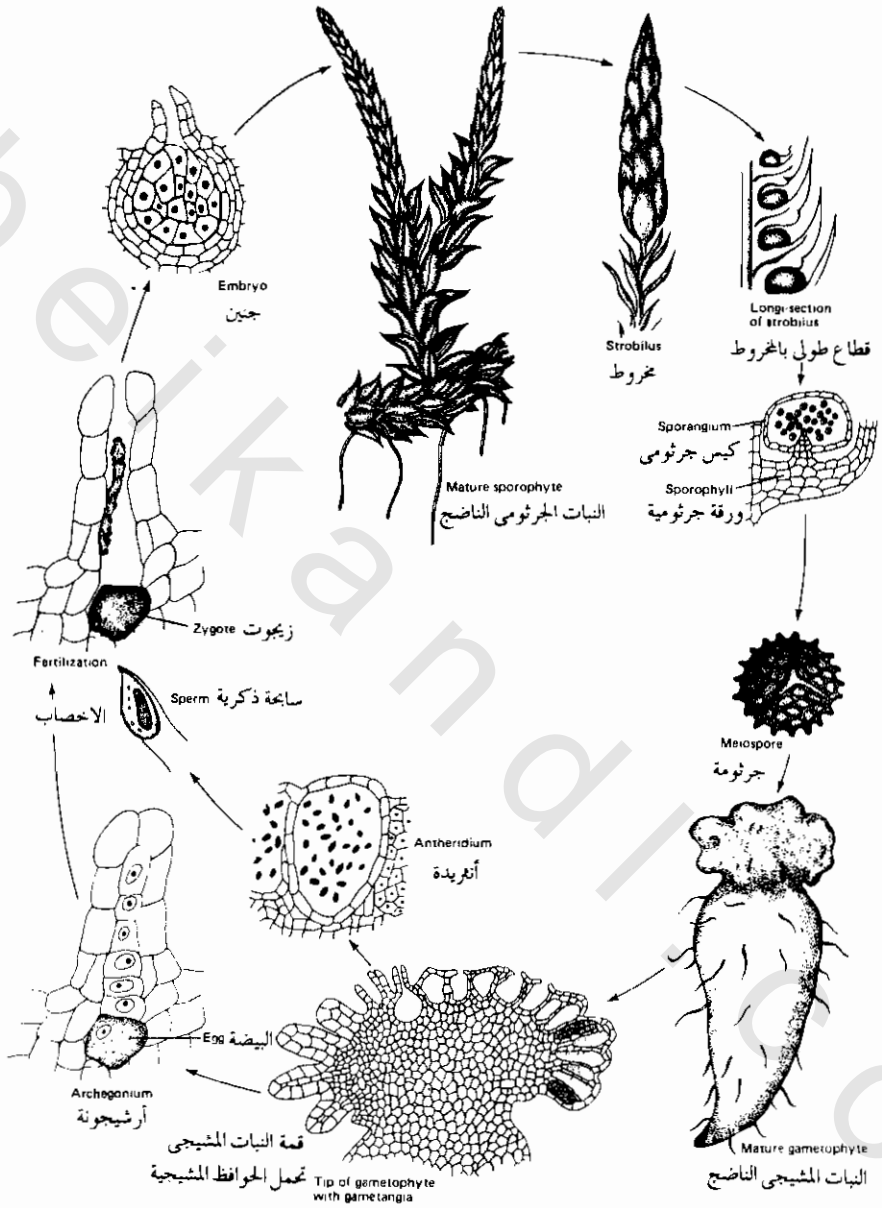


قطاع عرضى بالساق يوضح جانبا مكبرا من العمود الوعائى .

شكل (١٣-٤٨) : قطاعات عرضية فى ساق نبات الليكوبوديوم *Lycopodium* sp. .



شكل (١٣-٤٩) : قطاع طولى بمخروط نبات الليكوبوديوم *Lycopodium* sp.
(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦ بتصرف) .



شكل (١٣-٥٠) : مخطط لدورة حياة نبات الليكوبوديوم *Lycopodium* sp. .
(نباتات صغيرة الأوراق) (عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

دورة حياة نبات السلاجينللا Life history of *Selaginella*

يشبه نبات السلاجينللا ظاهريًا نبات الليكوبوديوم، ولكنهما يختلفان فى طبيعة نموهما، فبينما ينمو الليكوبوديوم قائمًا غالبًا ما يكون السلاجينللا مدّادًا ، كما أن كثيرًا من أنواع السلاجينللا تنتج نوعين من الأوراق يختلفان فى الحجم ؛ حيث تنمو أوراق صغيرة على طول السطح العلوى للساق المدادة ، وأوراق أخرى أكبر حجمًا على طول الحواف ، وكلا الحجمين يتبع الأوراق الصغيرة .

تصاحب الأكياس الجرثومية الأوراق الجرثومية التى تتجمع دائمًا فى مخاريط (شكل ١٣-٥١) ، وتتكون أكياس جرثومية صغيرة ، وأخرى كبيرة على المحروط نفسه، حيث تكون الأكياس الجرثومية الصغيرة إلى أعلى ، أو على جانب مختلف من المخروط، وتترتب الأكياس الجرثومية غالبًا فى أربعة صفوف على المخروط ؛ مما ينتج عنه شكلاً مربعًا متميزًا .

تنبت الجرثومة الكبيرة داخليًا Endosporic ؛ لتعطى النبات المشيجى المؤنث الذى يملأ تمامًا الحيز الداخلى للجرثومة ، وتتكون الأرشيجونات لدى القمة عند موضع تمزق الجرثومة الكبيرة وقت انفتاحها .

تنبت الجرثومة الصغيرة لتعطى نباتًا مشيجيًا مذكرًا داخليًا، وينتج النبات سابحات ذكرية تعوم ، متوجهة إلى النبات المشيجى المؤنث ؛ حيث يتم الإخصاب ، وينشأ النبات الجرثومى معتمدًا فى مراحله الأولى على النبات المشيجى المؤنث ، ثم يستقل بعد ذلك ، ويتلاشى النبات المشيجى المؤنث .

يوضح شكل (١٣-٥٢) مخططًا لدورة حياة نبات السلاجينللا .

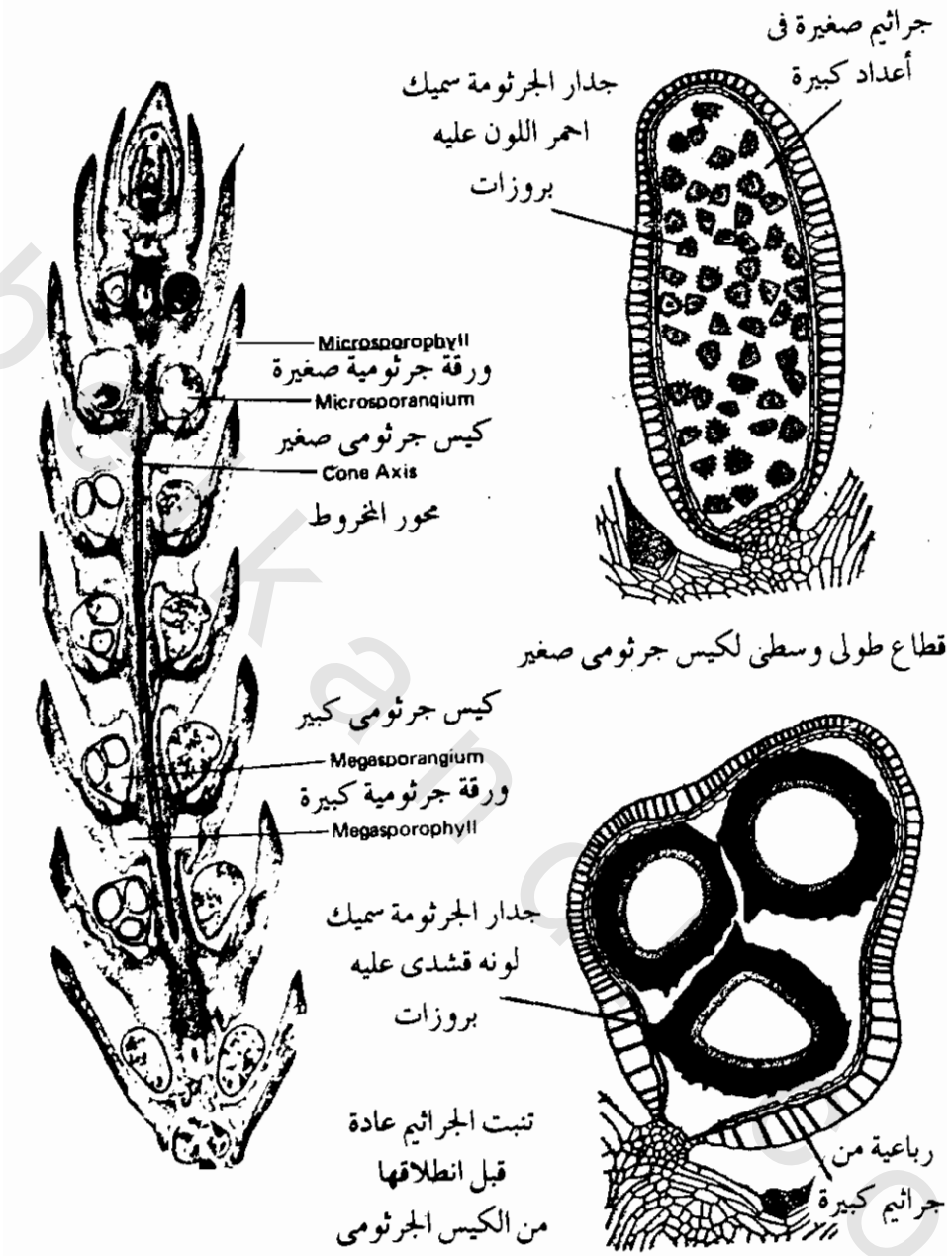
ويظهر نبات السلاجينللا دلائل رقى خاصة ، ينفرد بها بين النباتات صغيرة الأوراق ، يمكن إيجازها فيما يلى :

(١) تتكشف ضمن جهازه الوعائى أوعية خشب Vessels .

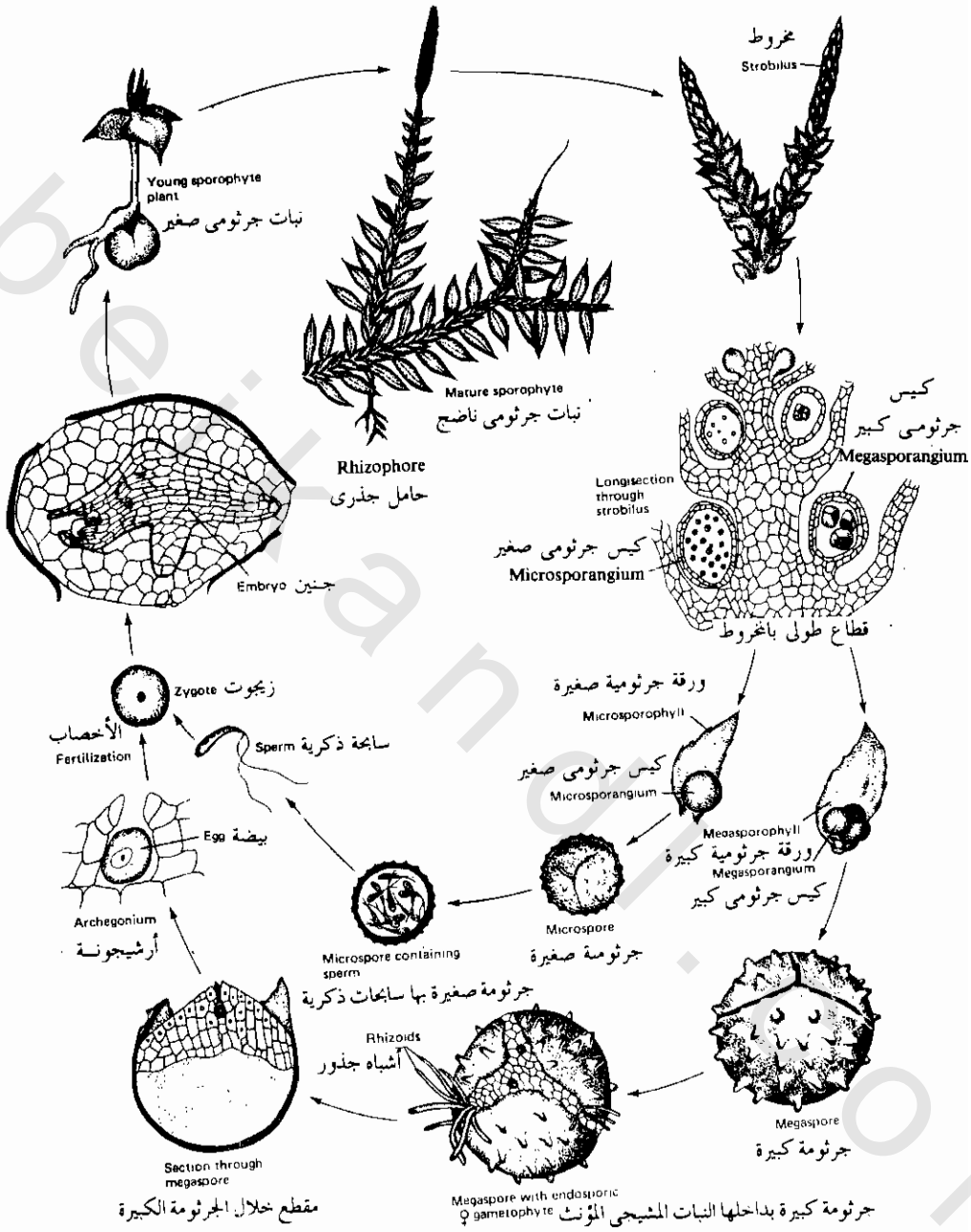
(٢) يُنتج النبات نوعين من الأوراق يختلفان فى الحجم Anisophylly .

(٣) تتكشف بالمخروط أكياس جرثومية صغيرة وأخرى كبيرة Heterosporous .

(٤) تنبت الجراثيم داخليًا لتعطى النباتات المشيجية Endosporic .



شكل (١٣-٥١) : ق. ط. فى مخروط نبات السلاجينللا *Selaginella* sp.
(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦ بتصرف) .



شكل (١٣-٥٢) : مخطط لدورة حياة نبات السلاجينللا *Selaginella* sp. (نباتات صغيرة الأوراق) . (عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

قسم النباتات المفصلية Division Arthrophyta

الصفات العامة :

يضم هذا القسم طائفة واحدة ، بها جنس واحد، يعرف باسم ذيل الحصان *Equisetum* (Gk.; *Equus* = حصان ، *saeta* = فرشاة) ، وهناك كثير من المرادفات تطلق لتسمية هذا الجنس مثل :

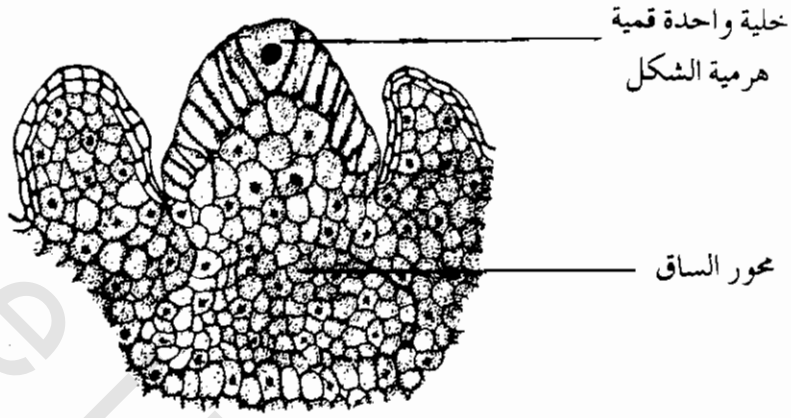
الحشيشة المفصلية Jointgrass ، وذيل الحصان Horsetail ، والمنظف السريع Scouring rush ، حشيشة الثعبان Snakegrass كما يعرف القسم نفسه بعدة أسماء مثل: Arthrophyta, Equisetophyta, Calamitophyta

ويتبع جنس ذيل الحصان ١٠-٢٥ نوعًا ، ويتميز كما هو الحال فى كل النباتات الوعائية بنبات جرثومى كبير ، وواضح بالمقارنة بالنبات المشيجى .

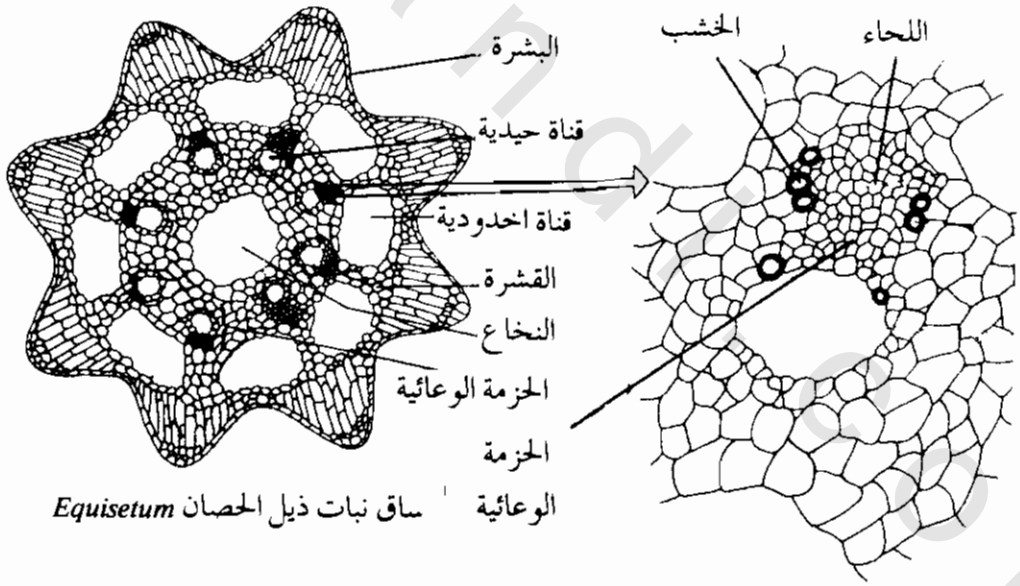
تستطيل ساق نبات ذيل الحصان نتيجة لنشاط خلية قمية واحدة (شكل ١٣-٥٣) ، وتتميز بوجود أخاديد طويلة بارزة على السطح (شكل ١٣-٥٤) . العقد محددة وواضحة ؛ مما يعطى النبات شكلاً مفصليًا (Gk; *Arthros* = مفصلى) . يتشابه تركيب كل من السيقان الهوائية والريزومات ، إلا أن الريزومات غالبًا ما تعطى درنات عند العقد، تمثل سيقان متحورة متشحمة مختزنة بالمواد الغذائية .

تحيط بالسيقان الهوائية والأرضية بشرة ، تتكون من نسيج من خلايا محكمة الترتيب تحتوى على ثغور مبعثرة، وغالبًا ما تتخلل خلايا البشرة كميات كبيرة من مادة السيليكا ؛ لذلك استخدم الأمريكيون الأوائل بالمناطق الغربية هذا النبات فى تنظيف أوعية وقدور الطبخ ، وأطلقوا عليه اسم المنظف السريع Scouring rush .

تتميز القشرة إلى عدة مناطق، منطقة ذات خلايا سميكة الجدر ، تقع داخل البشرة مباشرة ، وتعمل على تقوية ودعم النبات ، تليها أخرى ذات خلايا رقيقة الجدر ، تقوم بالبناء الضوئى. ولما كانت أوراق النبات صغيرة . . فإن هذه الخلايا تقوم بالجانب الأكبر من البناء الضوئى. وإلى الداخل توجد منطقة ثالثة من خلايا كبيرة رقيقة الجدر ، غالبًا ما يتخللها فراغات هوائية كبيرة تعرف بالقنوات الأخدودية Vallecular canals ، تعمل كقنوات هوائية لأجزاء النبات المغمورة فى الماء ، وهى فى ذلك تماثل نظم التهوية الشائعة فى غالبية النباتات النامية فى البيئات المائية أو الرطبة ، وتعرف آخر طبقات القشرة إلى الداخل ، والتى تحيط بالعمود الوعائى بالأندودرمس Endodermis .



شكل (١٣-٥٣) : قطاع طولى بالخلية القمية للساق بنبات ذيل الحصان *Equisetum* sp.
(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .



شكل (١٣-٥٤) : قطاع عرضى بساق نبات ذيل الحصان *Equisetum* sp. ، وجانبًا من الساق يبين الحزمة الوعائية تفصيليًا .
(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

العمود الوعائى فى نبات ذيل الحصان من النوع الأنبوبى Siphonostele ، والذى يتميز بوجود منطقة مركزية غير وعائية ، تعرف بالنخاع Pith ، تتركب من خلايا بارنشيمية، يتجزأ العمود الوعائى الأنبوبى لنبات ذيل الحصان إلى حزم وعائية صغيرة منفصلة تحيط بالنخاع، وتحتوى كل حزمة وعائية على خشب جهة الداخل ، ولحاء جهة الخارج من الساق، يتركب من قصيبات ووحدات وعائية، تتمدد وتتمزق بعض عناصر الخشب المبكرة التكوين نتيجة لاستطالة الساق ، وبذلك تكون قناة جهة الحافة الداخلية لكل حزمة وعائية ، تسمى القناة الحيدية Carinal canal ، تمتد بطول الساق فيما عدا مناطق العقد، ويتركب اللحاء من خلايا غربالية فقط . ومن المرجح أن العمود الوعائى الأنبوبى قد تطور عن العمود الوعائى الأولى Protostele ؛ حيث تحولت بعض خلاياه المركزية إلى أنسجة غير وعائية .

عند نضج نبات ذيل الحصان ، يتحول النخاع إلى تجويف مركزى بالسلاميات ، بينما يبقى متصلاً عند العقد، وغالبًا ما يمتلئ التجويف المركزى بالماء فى البيئات المائية .

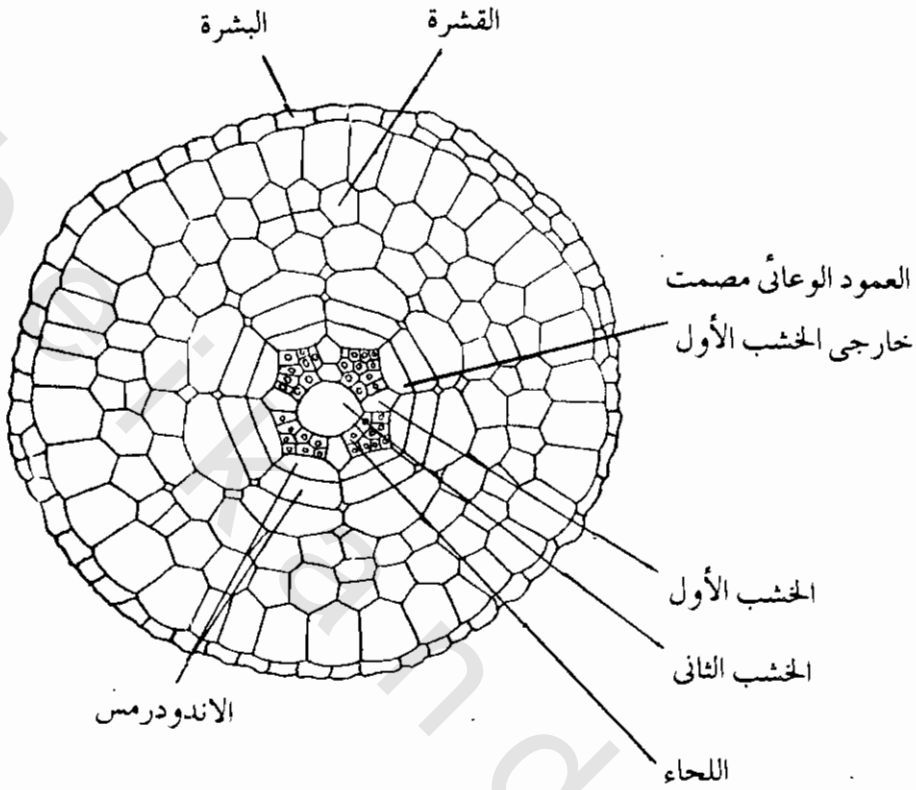
تتكشف الأوراق عند العقد على طول الساق ، وهى صغيرة غير واضحة ، تنمو فى حلقات . وغالبًا ما تلتحم قواعد الأوراق المتكونة عند نفس العقدة أثناء تطورها ، وتكون غمدًا ورقيًا يحيط بالساق، تحتوى كل ورقة على حزمة وعائية مفردة ، تتصل بالنسيج الوعائى للساق ، ولا توجد ثغرة ورقية Leaf gap ، وبذلك فالأوراق صغيرة Microphylls .

تتكون الأفرع على العقد مثل الأوراق ، وتنتج عن البراعم التى توجد بين الأوراق (ولس فى آباطها) ؛ حيث تنبثق بعد أن تمزق غمد الورقة خلال تطورها ، ويماثل التركيب التشريحى للأفرع نظيره بالساق الرئيسية ،وغالبًا ما تعطى أوراقًا بنفس الطريقة .

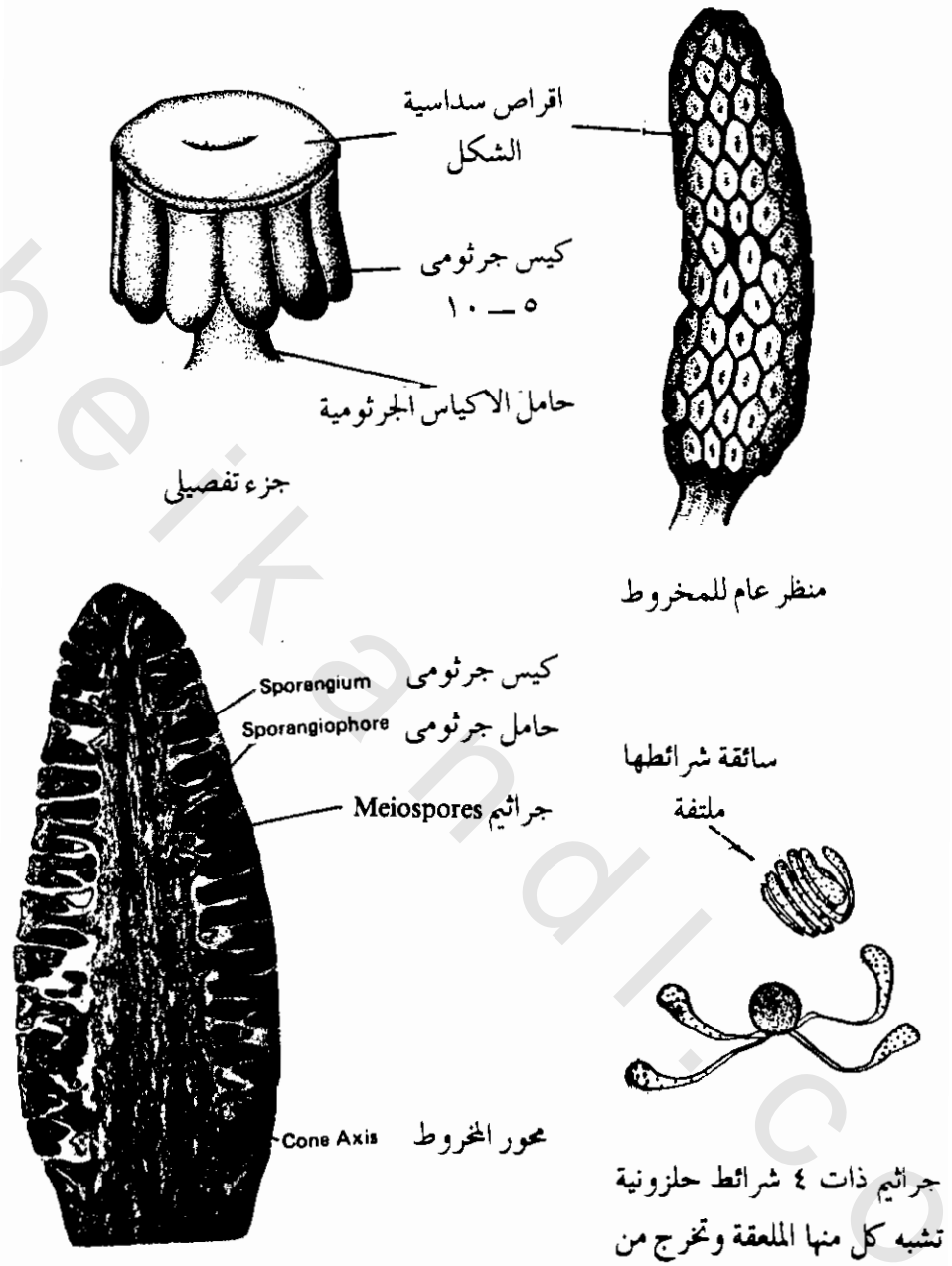
تتكون جذور (شكل ١٣-٥٥) بسيطة أو متفرعة عند عقد الريزوم، والجذور ذات عمود وعائى بسيط ، ونادرًا ما يزيد طولها عن ٣ سم، ويحتوى كل جذر على خلية قمية يتكشف منها العمود الوعائى، والقشرة ، والبشرة ، والقلنسوة .

دورة حياة نبات ذيل الحصان : Life history of *Equisetum*

تختلف دورة حياة أنواع جنس نبات ذيل الحصان قليلاً فيما بينها، وتنتهى ساق النبات بمخروط (شكل ١٣-٥٦) ، كما هو الحال فى عديد من نباتات قسم صغيرة الأوراق. ويتكون المخروط فى بعض الأنواع بقمة أحد الفروع الخضرية ، وفى البعض الآخر تحمل المخاريط بقمة سيقان متخصصة للتكاثر . يتكون المخروط من تراكيب ، تحمل الأكياس



شكل (١٣-٥٥) : قطاع عرضى فى جذر نبات ذيل الحصان *Equisetum* sp. .
(عن سميث Smith ١٩٥٥) .



شكل (١٣-٥٦) : مخروط نبات ذيل الحصان *Equisetum* sp. .

الجرثومية ، تعرف باسم حوامل الأكياس الجرثومية Sporangiophores ، ويبدو حامل الكيس الجرثومي فى المنظر السطحى متعدد الأضلاع ، يحمل كل منها عديدًا من الأكياس الجرثومية على سطحه الداخلى متجهة نحو محور المخروط ، ويبدو حامل الكيس الجرثومى بشكل المظلة .

يبدو المخروط غير الناضج محكم الترتيب ، فإذا ما نضجت الأكياس الجرثومية استطال محور المخروط سريعًا ، وتفرقت حوامل الأكياس الجرثومية ؛ مما يساعد على انطلاق الجراثيم Meiospores عند انفتاح الأكياس الجرثومية .

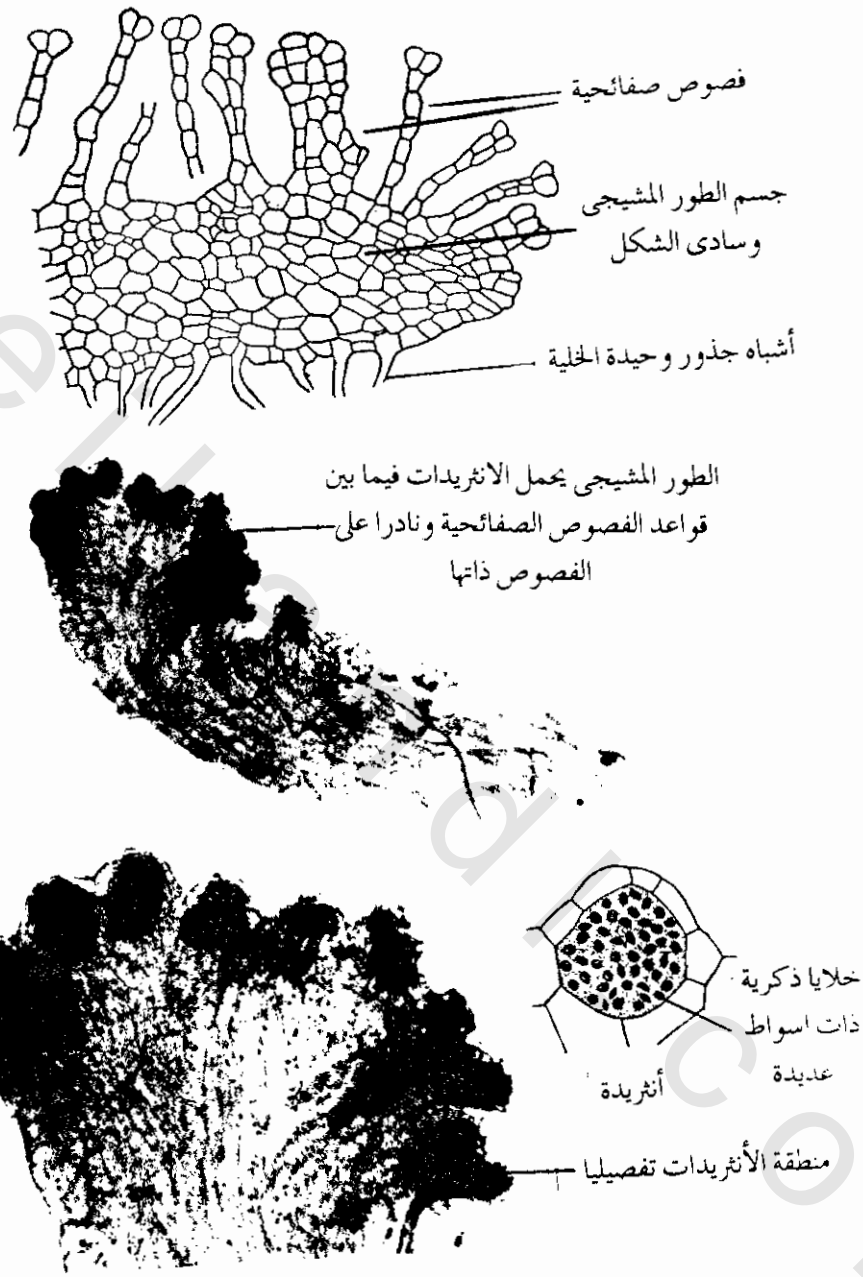
تتميز جراثيم نبات ذيل الحصان بخروج أربعة شرائط حلزونية ، تعرف بالسائقات (المناثر) Elaters من نقطة محددة لدى سطحها السفلى، وتبقى هذه السائقات ملتفة حول الجراثيم إذا ما كانت الرطوبة مرتفعة، وعند انخفاض الرطوبة تنبسط السائقات مما يساعد على تباعد الجراثيم عن بعضها وانتشارها فى الهواء بكفاءة عالية .

عند سقوط الجراثيم على بيئة مناسبة تنبت لتعطى نباتًا مشيجيًا (شكل ١٣-٥٧) منبسطًا قد يصل قطره إلى ٣ سم، شكله غير محدد وذو فصوص غير منتظمة، تتكون على سطحه البطنى عديد من أشباه الجذور، النبات المشيجى أخضر يعتمد على نفسه تمامًا فى التغذية ، على الرغم من قصر فترة حياته فى أغلب الأحيان .

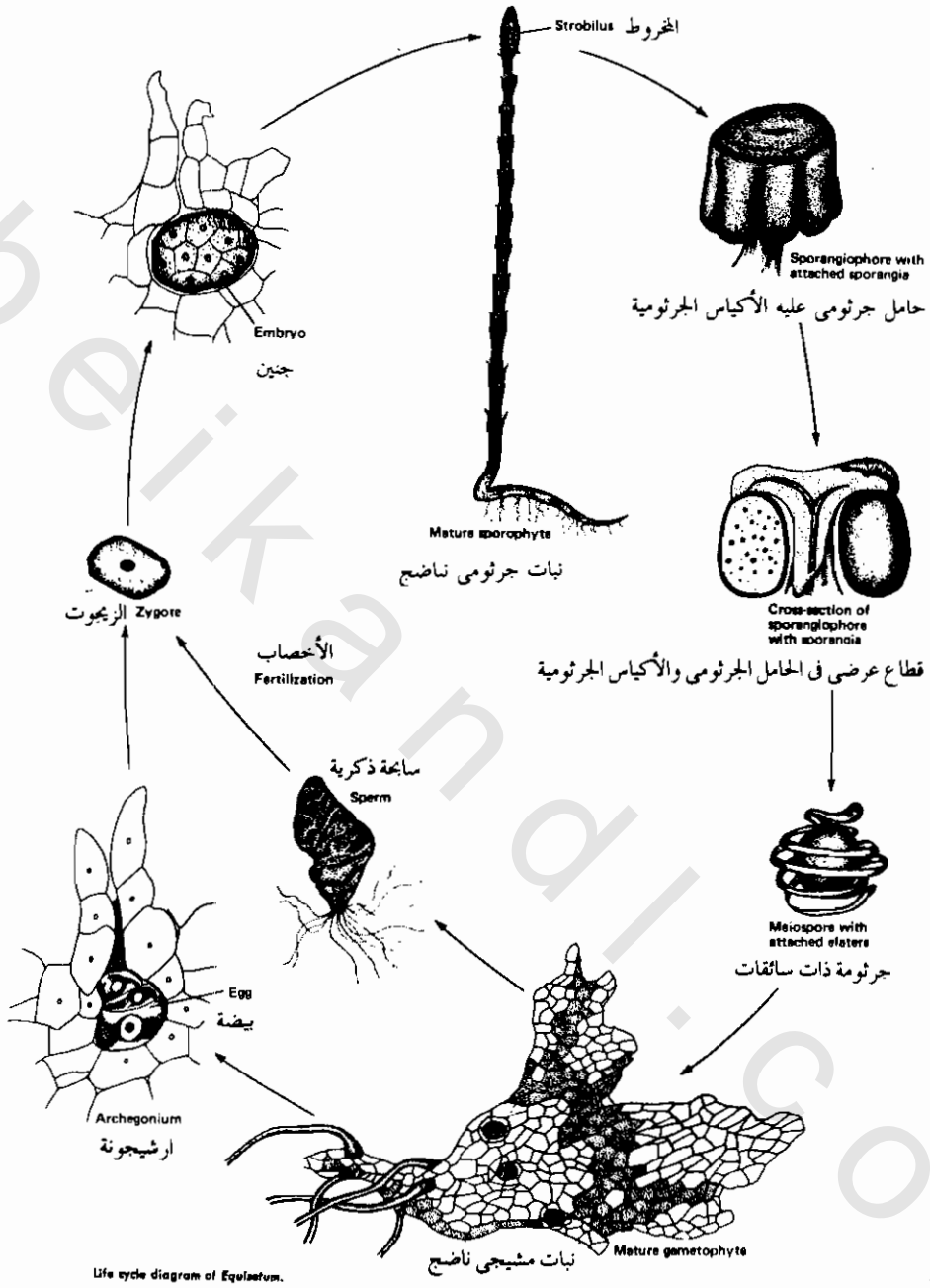
تتكون الأنثريدات والأرشيجونات جهة السطح العلوى للنبات المشيجى ، وتتكشف كلتاهما على النبات نفسه ، كما قد يكون النبات وحيد الجنس أحيانًا، السابحات الذكرية Sperm كبيرة حلزونية تحمل عديدًا من الأسواط، وتنطلق السابحات الذكرية عند نضجها حيث تذوب قمة الأنثريدات ، وتخرج متوجهة نحو الأرشيجونات، تدخل إحدى السابحات الذكرية خلال العنق إلى البطن ، لتخصب خلية البيضة، يتكشف الزيجوت بعد ذلك ، ويعطى الجنين الذى يعمد فى تغذيته على النبات المشيجى ؛ حيث يمتص المواد الغذائية خلال القدم ؛ حتى يتكون المجموع الجذرى والخضرى ، ويستقل النبات الجرثومى بذاته، وقد يتكون أكثر من نبات جرثومى على نبات مشيجى واحد .

تكون الساق الناتجة عن الجنين صغيرة وبدائية ، وسرعان ما تنتج أفرع تتميز إلى ريزومات وسيقان قائمة، تنمو الريزومات موازية للسطح على عمق لا يتعدى ٣ سم فى غالبية الأحيان، وتتكون الجذور على هذه الريزومات كما قد تتكون على معظم السيقان القائمة .

ويوضح شكل (١٣-٥٨) مخططًا لدورة حياة نبات ذيل الحصان .



شكل (١٣-٥٧) : الطور المشيجى لنبات من الحمض *Equisetum* sp
(عن رشفورث Forth، ا. R. ، ١٠ . وسميث Smith ١٩٥٥).



شكل (١٣-٥٨) : مخطط لدورة حياة نبات ذيل الحصان *Equisetum* sp. (النباتات المفصلية) . (عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

تنتشر نباتات ذيل الحصان فى عديد من البيئات المتباينة بالعالم ما عدا أستراليا، وتفضل غالبية الأنواع البيئة الرطبة، وأحيانًا المائية ، على الرغم من نمو بعضها فى البيئات الجافة، وقد تكون بعض الأنواع مائية حقيقية تنمو فى المستنقعات والغالبية نباتات صغيرة ، على الرغم أن النوع *Equisetum giganteum* شجيرى ، قد ينمو لارتفاع ٨ أمتار ، متسلقًا على النباتات الأخرى .

ومن المعتقد أن حفريات هذه المجموعة من النباتات تفضل هى الأخرى البيئات المائية ، مثل نظيرتها المعاصرة ؛ حيث يشبه تركيب سيقانها وجذورها تلك النامية حاليًا فى البيئات الرطبة .

ونباتات ذيل الحصان قليلة الأهمية الاقتصادية المباشرة، إلا أنها شاركت فى تكوين الفحم فى العصور الماضية ، وتعتبر مع النباتات صغيرة الأوراق الأخرى من أهم النباتات التى كونت الفحم فى الزمن الكربونى Carboniferous period ، كما قد تكون أحيانًا من حشائش الحقل ، التى يصعب مقاومتها فى بعض المناطق .

ويمكن إيجاز أهم ما تتميز به النباتات المفصلية فى النقاط التالية :

(١) السيقان ذات حيود Farrow وأخاديد Rib .

(٢) السيقان ذات عقد مميزة Jointed stem .

(٣) تخرج الأوراق والفروع فى محيطات سوارية Whorled .

(٤) الأوراق الصغيرة الحجم Microphyll ، حرشفية فى بعض الأنواع، وتتحد لتكون غمدًا حول العقد، وليس لها ثغرة ورقية Leaf gap ، وذات حزمة وعائية وحيدة .

(٥) العمود الوعائى أنبوبى Siphonostele ، ويتكشف نسيج الخشب من الداخل للخارج Endarch (لاحظ أن هذه الصفة لم تظهر بالنباتات السابقة) .

(٦) تحمل المخاريط نوعًا واحدًا أو نوعين من الجراثيم .

(٧) النباتات أعشاب ، وقد تكون شجيرية أو أشجارًا .

(٨) تتكون الأكياس الجرثومية Sporangia على حوامل Sporangiophores ، تأخذ شكل المظلة .

(٩) تحمل الجرثومة أربعة شرائط حلزونية ، تعرف بالسائقات أو المناثر Elaters ، تساعد فى انتشار الجراثيم .

(١٠) توجد بالساق من الداخل قنوات هوائية .

قسم النباتات السرخسية Division Pteridophyta

الصفات العامة :

تعتبر النباتات السرخسية أكبر أقسام النباتات التيريدية ، وأرقى النباتات الوعائية اللابذرية ، نباتاتها واسعة الانتشار ، وتشغل بيئات عديدة متنوعة، ينمو معظمها فى الأماكن الرطبة الظليلة، أغلبها نباتات عشبية وقلة منها شجيرية أو شجرية، توجد الأخيرة فى المناطق الأستوائية ، وسيقانها قائمة غير متفرعة، يمكن لبعض الأنواع أن تنمو تحت ظروف الجفاف فى الصحارى ، وقد ينمو بعضها بالقرب من البحار، كما توجد بعض السرخسيات المائية .

يتركب النبات الجرثومى الناضج من جذور وسيقان وأوراق ، تماثل فى تركيبها ووظائفها تلك بالنباتات البذرية، وتنمو الأنواع التى تعيش فى المناطق المعتدلة أفقيًا تحت سطح الأرض ؛ لذلك لها ساق ريزومية. أما الأنواع التى تعيش فى المناطق الحارة ، فهى أنواع شجرية ذات سيقان قائمة، وتحتوى السيقان على نسيجى الخشب واللحاء، ولكن نسيج الكامبيوم غير موجود، ويحيط بكل حزمة وعائية نطاق من البريسيكل، وتوجد الأنسجة الإسكلرنشيمية أسفل البشرة مباشرة أو بعيدًا عنها. الجذر الابتدائى عمره قصير ، وسرعان ما تحل محله الجذور العرضية النامية من الساق، وتختلف أشكال الأوراق فى السرخسيات باختلاف الأجناس ، فتكون بسيطة فى بعضها ، ومركبة ريشية فى غالبيتها، وهى كبيرة الحجم، وتعرف بالأوراق السرخسية Fronds . وتتكون كل ورقة من جزئين رئيسيين، نصل ورقى ومحور ويتكون الأخير من جزء قاعدى يعرف بالعنق Stipe ، وجزء علوى يحمل النصل الورقى ويعرف بالحامل النصلى Rachis ، والتركيب التشريحى للورقة من حيث وجود الحزم الوعائية والثغور والخلايا الحارسة يماثل إلى حد كبير أوراق النبات البذرية، وتقوم الأوراق بالبناء الضوئى، كما تحمل على سطحها السفلى فى غالبية الأنواع الأكياس الجرثومية .

والأوراق أبرز أعضاء الطور البوغى فى عامة النباتات السرخسية، وتعتبر الأوراق فى بعض أجناس السرخسيات أكبر ما عرف من أوراق فى عالم النبات ، وأكثرها تعقيدا ، وتبدو الأوراق فى كثير من السرخسيات كأبرز أعضاء للنبات ، بينما تكون السيقان أصغر منها وأقل ظهورا ، والأوراق القليلة التى ينتجها الطور البوغى الحديث فى بعض السرخسيات تكون مختلفة فى شكلها عن الأوراق التى ينتجها النبات بعد ذلك ، وقد تختلف الأوراق الأولى كثيرا فى سرخسين حتى ولو تشابهت فيهما الأوراق التالية .

يصنف قسم النباتات السرخسية : Division Pteridophyta إلى ثلاث طوائف كما يلى:

(أ) الطائفة الأفيوجلوسية : Class Ophioglossopsida

وتضم رتبة واحدة Ophioglossales بها فصيلة واحدة Ophioglossaceae ، تتكون من جنسين ، هما : *Botrychium, Ophioglossum* يضمان ٤٠-٦٠ نوعًا .

(ب) الطائفة المرتياوية : Class Maratiopsida

وتضم رتبة واحدة Marattiales بها فصيلة واحدة Marattiaceae ، تشتمل على نحو ٧ أجناس مثل : *Angiopteris, Marattia* ، وتضم نحو ٢٠٠ نوع .

(جـ) الطائفة الفليكية : Class Filicopsida

وتضم ثلاث رتب هى Filicales ، و Marsileales ، و Salviniales ، وتشتمل على ٩ فصائل ، و ٣٠٠ جنس ، و ٩٠٠ نوع . ومن أجناسها :

Adiantum, Polypodium, Pteridium, Pteris, Osmunda, Hymenophyllum, Marsilea, Salvinia, Azolla

الطائفة (أ) و (ب) ذواتا أكياس جرثومية سطحية Eusporangiate ، وينشأ الكيس الجرثومى من عدة خلايا إنشائية ، ويحتوى على عديد من الجراثيم. أما الطائفة (جـ) فذات أكياس جرثومية دقيقة Leptosporangiate ، تنشأ من خلية واحدة، وتحتوى على عدد محدود من الجراثيم ، قد يبلغ ٦٤ ، فيما عدا الجنس *Osmunda* الذى يصل عدد الجراثيم به إلى نحو ٩٢ جرثومة. وغالبية نباتات هذه الطائفة متماثلة الجراثيم Homosporous ، والقليل من الأجناس متباينة الجراثيم Heterosporous ، مثل : السراخس المائية *Marsilea, Salvinia, Azolla* .

دورة حياة كسبرة البئر : Life history of *Adiantum capillus - veneris*

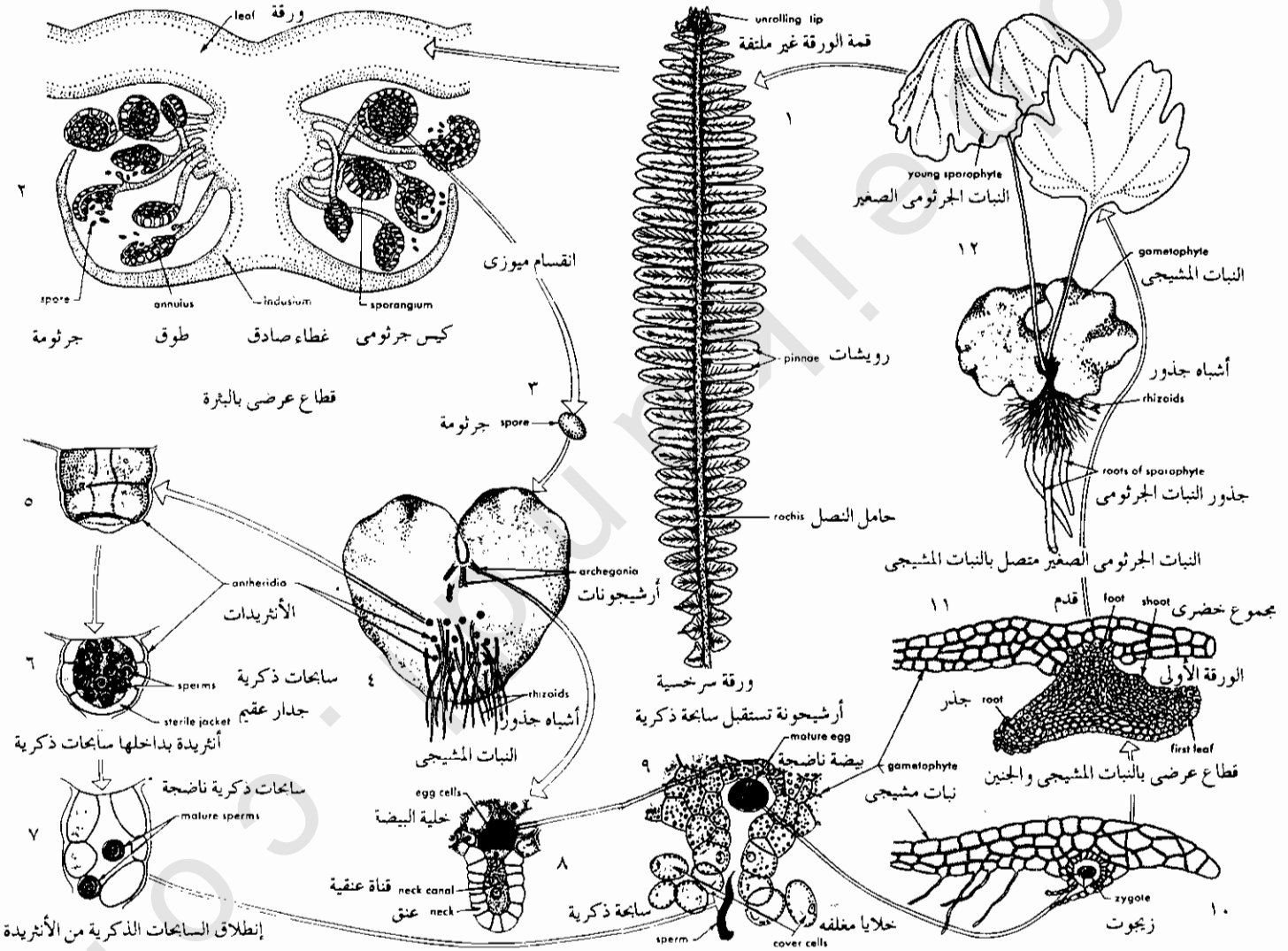
أطلق عليه هذا الاسم للتماثل الظاهرى بين أوراقه ، وتلك لنبات الكسبرة ، ولكثرة وجوده حول الآبار ؛ حيث تتوفر الرطوبة والظل، وتكثر زراعته كنبات للزينة، يمثل النبات الجرثومى الطور السائد فى دورة الحياة، تمتد الساق الريزومية تحت سطح التربة ؛ حيث تخرج من سطحها السفلى جذور عرضية ، ومن سطحها العلوى أوراق سرخسية كبيرة ريشية ثنائية. تتجمع الأكياس الجرثومية Sporangia عند حافة الرويشات على سطحها السفلى ، على هيئة بثرات Sori (مفردها Sorus) ، تكون مغطاة بحواف الأوراق الملتوية، ويعتبر هذا الغطاء Indusium كاذبًا False (فى بعض الأجناس تُغطى كل بثرة بنمو نسيجى صادق True)، كما قد تكون البثرات عارية فى أجناس أخرى ، ويتركب الكيس الجرثومى من عنق وعلبة Capsule ، على شكل عدسة غليظة محدبة الوجهين، يتكون غلافها من طبقة واحدة من الخلايا العقيمة، إلا أنها ليست جميعها متشابهة ؛ إذ تتكون حافتها من حلقة من خلايا جدارية مميزة، الجزء الأكبر من خلاياها ذات جدر سميكة ، فيما عدا الجدار الخارجى فهو رفيع، ويطلق على هذا الجزء من الحلقة الحافية للكيس الجرثومى الطوق Annulus ، أما الجزء الباقى من الحلقة فيعرف بالشق Stomium ، وخلاياه رقيقة الجدار خالية من التغلظات، أما خلايا الجدر الجانبية للكيس الجرثومى فمفلطحة رقيقة الجدر، وخلايا الطوق هيجروسكوبية تتأثر بتغير نسبة الرطوبة الجوية ، ولذلك قد تنحنى إلى الخلف ، فينفتح الكيسر الجرثومى ، ثم يعود فجأة إلى وضعه الطبيعى ، فينقفل الكيس الجرثومى مرة أخرى ، ولكن بعد أن يكون عددًا من الجراثيم ، قد انتشر لمسافات قد تكون بعيدة ، ولذلك يلعب الطوق دورًا مهمًا فى ميكانيكية انفتاح الكيس الجرثومى .

توجد داخل الكيس الجرثومى خلايا جرثومية أمية ثنائية المجموعة الكروموسومية (٢ ن) ، وبانقسامها ميوزيًا تُنتج الجراثيم ذات العدد الأحادى (ن) ، وكل جرثومة أمية تعطى أربع جراثيم أحادية، وبعد نضج الكيس الجرثومى يبدأ فى الجفاف فيتمزق وتنتشر الجراثيم ، وتسقط على الأرض . وإذا ما توفرت الظروف المناسبة ، تنبت الجراثيم ، ويتوالى انقسام الخلايا الناتجة . ينشأ الطور المشيجى ، ويطلق عليه الثالوس الأولى Prothallus ، وهو قلبى الشكل، يعيش الثالوس الأولى معتمدًا على نفسه فى التغذية ، ومستقلاً عن النبات الجرثومى تمامًا. ويتكون من خلايا كلورنشمية غنية بالبلاستيدات

الخضراء، تخرج أشباه جذور Rhizoids من السطح السفلى للثالوس الأولى ، وتعمل على تثبيته فى التربة ، كما تمتص الماء والعناصر اللازمة له، وتوجد به كذلك الأنثريدات Antheridia والأرشيجونات Archegonia على السطح السفلى أيضًا. وبينما توجد الأرشيجونات فى وسط الثالوس الأولى تقريبًا ، توجد الأنثريدات فى طرفه الخلفى مختلطة عادة بأشباه الجذور . وبتمزق جدار الأنثريدة . . تنطلق السابحات الذكرية ذات الأسواط التى تعوم فى الماء . حتى تصل للبيضة داخل الأرشيجونة، تلقح كل بيضة سابحة ذكرية واحدة ، ويتكون الزيجوت ، وبتوالى انقسام هذه الخلية انقسامًا ميتوزيًا ، ينشأ النبات الجرثومى الصغير، ويكون لهذا النبات فى بادئ الأمر قدم ، ينغرس به فى النبات المشيجى لامتصاص الغذاء منه ، ولكن سرعان ما يكون النبات الجرثومى جذرًا أوليًا وورقة أولية وساقًا صغيرة. وبعد فترة تضمحل هذه الأعضاء الأولية ، وتتكون الساق والأوراق العادية والجذور العرضية الخاصة بالنبات الجرثومى الناضج ؛ أى إن النبات الجرثومى يتطفل على النبات المشيجى فى البداية ، وعندما ينتج أوراقًا كافية للاعتماد على نفسه فى التغذية . . فإن صلته بالنبات المشيجى تنقطع تمامًا.

ويوضح شكل (١٣-٥٩) مخططًا لدورة حياة أحد النباتات السرخسية .

تبدو ظاهرة تبادل الأجيال واضحة فى النباتات السرخسية، حيث يشتمل الطور الجرثومى الجزء من دورة الحياة . الذى يبدأ بتكوين الزيجوت ، وينتهى بالانقسام الميوزى للخلايا المنشئة للجراثيم الموجودة داخل الكيس الجرثومى ، وعدد الكروموسومات فى هذا الطور (٢ ن)، أما الطور المشيجى فيبدأ بتكوين الجراثيم ، وينتهى بالإخصاب وعدد الكروموسومات فى هذا الطور (ن)، وإذا عقدنا مقارنة بين السرخسيات والحزازيات نجد أن الطور الأكبر حجمًا والأطول بقاء هو الطور الجرثومى فى السرخسيات ، بينما هو الطور المشيجى فى الحزازيات .



شكل (١٣-٥٩) : مخطط لدورة حياة نبات من السرخسيات Pteridophyta

(عن روست وآخرين Rost *et al.* ١٩٧٩) .

قسم النباتات السيلوتية Division Psilotophyta

الصفات العامة :

يعتبر هذا القسم من أصغر الأقسام النباتية على الإطلاق ؛ حيث يتكون من طائفة تشتمل على جنسين يضمان أقل من عشرة أنواع ، هما : جنس السيلوتم *Psilotum* ، وجنس تميزبتريس *Tmesipteris* . أما غالبية الأنواع النباتية المماثلة فتوجد ضمن الحفريات النباتية، ولذلك فالنباتات السيلوتية ذات أهمية عظيمة فى إيجاد أواصر القرابة بين المجموعات النباتية المختلفة.

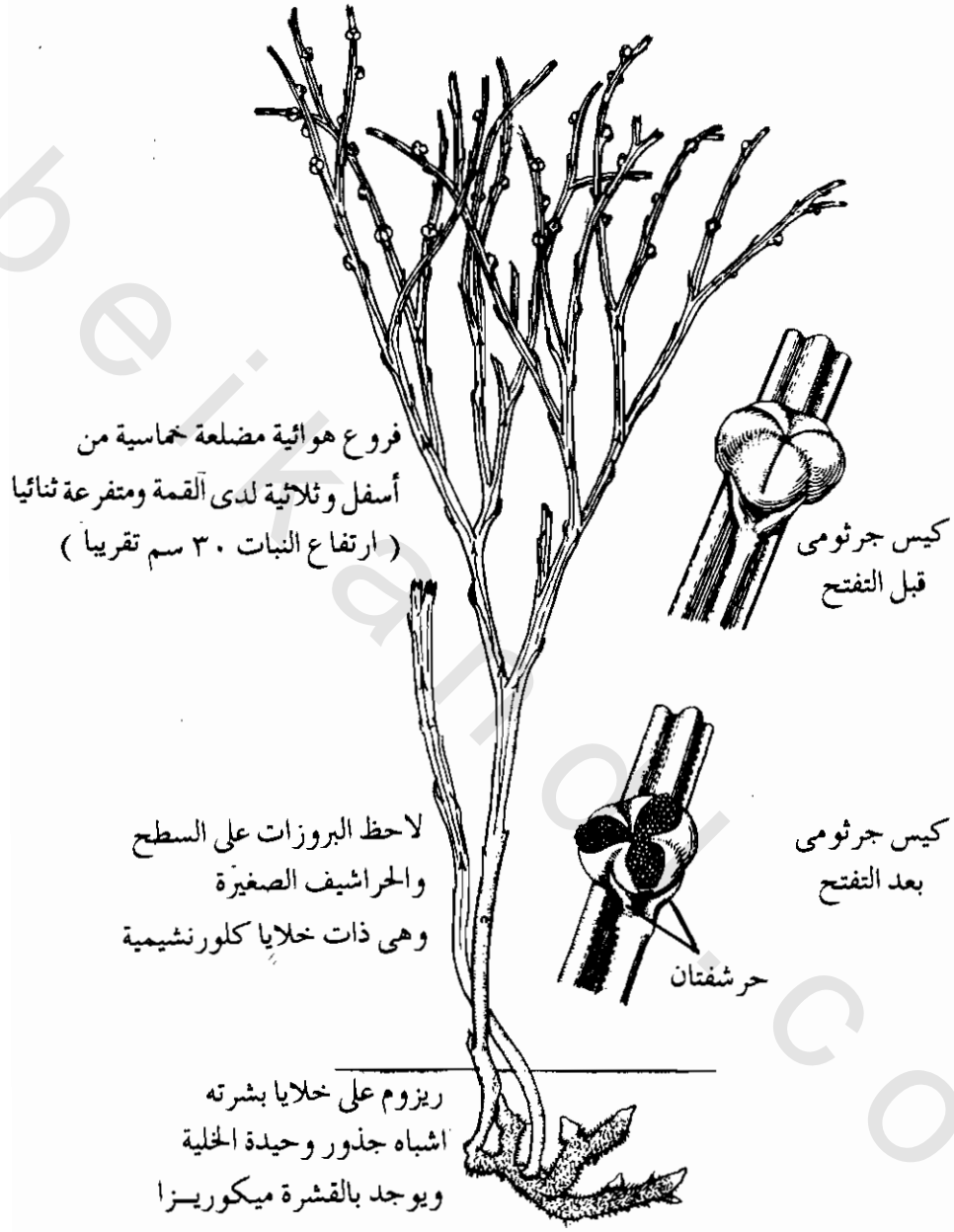
دورة حياة نبات السيلوتم : Life history of *Psilotum* sp.

النبات الجرثومى متميز رغم دقة حجمه شكل (١٣-٦٠) ، ويتركب من ساق عشبية ثنائية التفرع فوق سطح الأرض ، وساق ريزومية تنمو تحت الأرض ، وموازية للسطح على عمق بسيط ؛ الساق عليها بروزات وحراشيف صغيرة ذات خلايا كلورنشيمية، ينبثق من الريزوم عديد من أشباه الجذور Rhizoids وحيدة الخلية ، تمتص الماء والعناصر المعدنية من التربة ، ثم تنتقل عبر الجهاز الوعائى إلى الأجزاء الهوائية، ولا تتكون الجذور الحقيقية فى هذه النباتات .

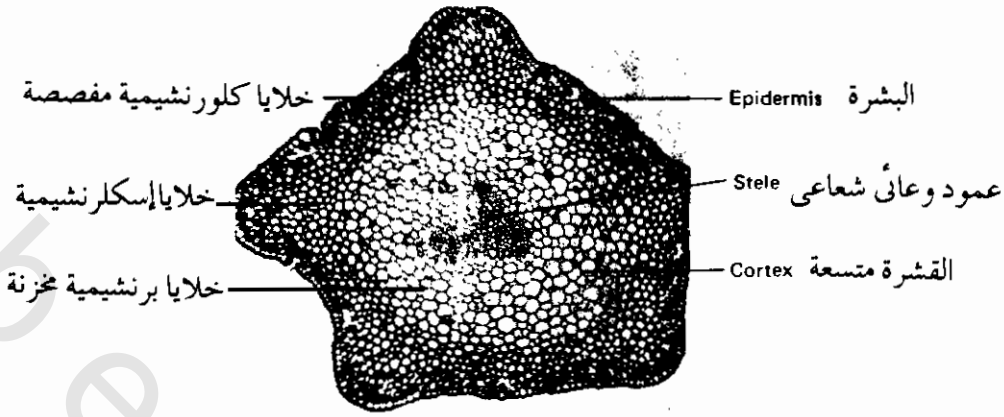
ينمو الساق نتيجة لانقسام خلية طرفية، البشرة شكل (١٣-٦١) عليها ثغور ، تليها طبقة القشرة ، وتتكون من خلايا بارنشيمية رقيقة الجدار ، تقوم بالبناء الضوئى فى الساق الهوائية وبالتخزين فى الريزوم ، ويتخلل منطقة القشرة ميكوريزا Mycorrhiza ، تتكون المنطقة الداخلية للقشرة من نطاق من خلايا متراصة بأحكام تعرف بالإندودرمس ، وتتغلظ جدر خلاياها بصورة خاصة ، وتتحكم فى مرور العصارة خلالها .

تحتل الأنسجة الوعائية الجزء المركزى من الساق ؛ حيث يبدو الخشب بالمركز على شكل حرف X أو نجمة غير منتظمة Actinostele يحيط به اللحاء، العمود الوعائى أولى Protostele ، ومثل أكثر أنواع الأعمدة الوعائية بدائية فى التركيب، ويشتمل الخشب على قصيبات وخلايا بارنشمية ، كما يتركب اللحاء من خلايا غربالية .

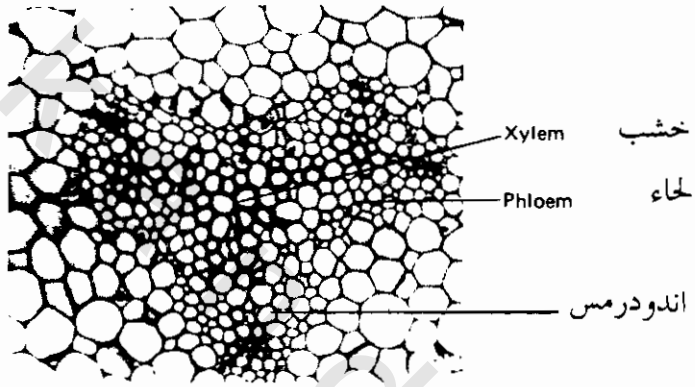
تتكشف أوراق صغيرة (نحو ١ مم طولاً) على ساق نبات السيلوتم ، لا يتعدى الجهاز



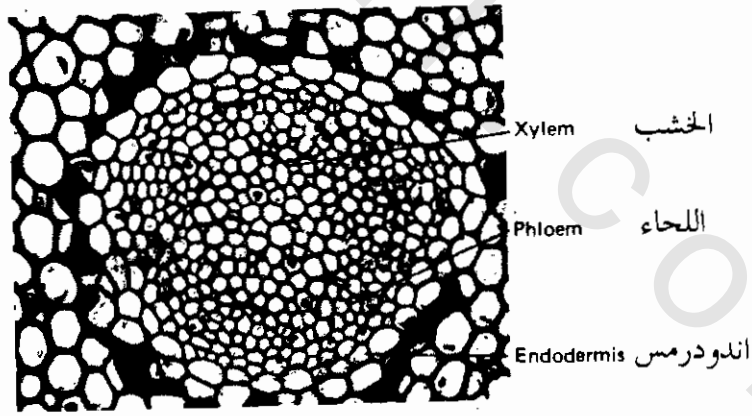
شكل (١٣-٦٠) : الطور الجرثومى لنبات السيلوتم *Psilotum nudum* (L.) Beauv. .



ساق نبات السيلوتم *Psilotum nudum*



العمود الوعائى لنبات السيلوتم .



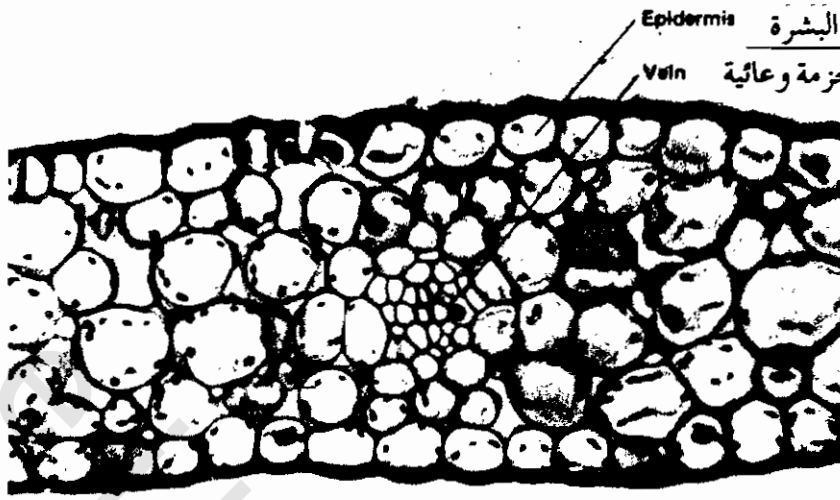
شكل (١٣-٦١) : قطاعات عرضية توضح تركيب الساق بالنباتات السيلوتية .

(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

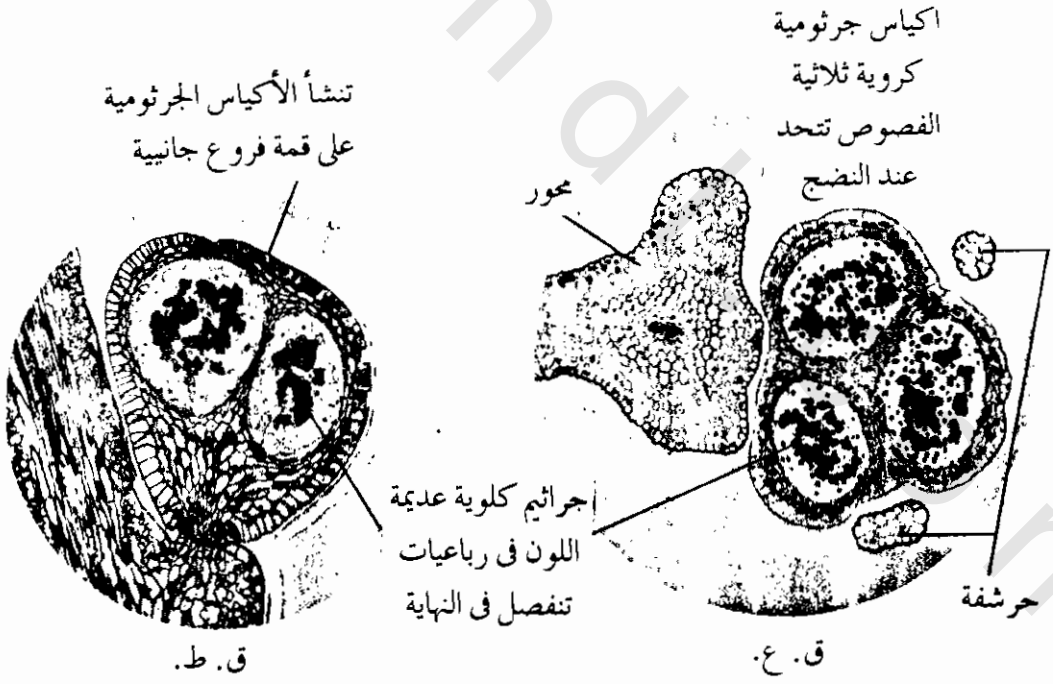
الوعائى قاعدتهـا، بينما تكـون الأوراق فى نبات تميزيتسريس (شكل ١٣-٦٢) أكبر حجمًا تتخللهـا الأنسجة الوعائية، وتوجد الأكـياس الجرثومية Sporangia (شـكل ١٣-٦٣) عـلى طول الساق فى آباط بعض الأوراق ، وتتكشف فى مجموعات من ثلاث فى السيلوتم ، ومن اثنين فى الـتميزبتريـس . وتعرف مجموعـة الأكياس الجرثوميـة باسم Synangia ويسهل تمييزها على طول الساق ، وهى صفراء اللون عند النضج، وتنقسم خلايا الأكياس الجرثومية انقسامًا ميوزيًا Meiosis فتعطى الجراثيم الأحادية Meiospores فى رباعيات ، تتحرر عند النضج ، وتـنتثر بالرياح ؛ حـيث تنبت عندمـا تكون الظروف البيـئية مواتية وتعـطى نباتًا مشيجيًا جديدًا .

النـبات المـشيجـى عديم الـلون أو أصفـر باهـت، أرضى، طولـه لا يتـجاوز ٥ مم، أسطوانى، تتضخم أطرافه وقد تتشعب، ويخرج عديد من أشباه الجذور من النبات المشيجى، ويحـصل هذا الـنبات عـلى غذائه خـلال المعيـشة التـكافلـية Symbiosis مع الميـكوريزا Mycorrhizal association ، وقد يحتوى النـبات المشيجى على بضعة قصـيبات ، يحيط بها القلـيل من نسيج اللحـاء، ويحمل السيلوتم الأنـثريدات والآرشيجونات معًا عـلى نفس النبات وهى بسيطة التـركيب. يتكون الزيجوت Zygote عقب انتقال الـسـابحة الذكرية إلى البيضة وتلقيحهـا، ويعتمد النبات الجرثومى الصغير فى غذائه علـى النبات المشيجى ؛ حيث يمتص ما يحتاجه مـن مواد غذائية خلال منطقة القدم، ولا يلبث الـنبات الجرثومى أن يكون ريزومًا ويتـكافل مع الميـكوريزا فى غذائـه ، ثم يستقل عـن النبات المشـيجى الذى يتـحلل ويختفى، وبينما ينتشر السيلوتم فى المنـاطق الأستوائية فإن التميزبتريس يكاد لا يوجد سوى فى آستراليا .

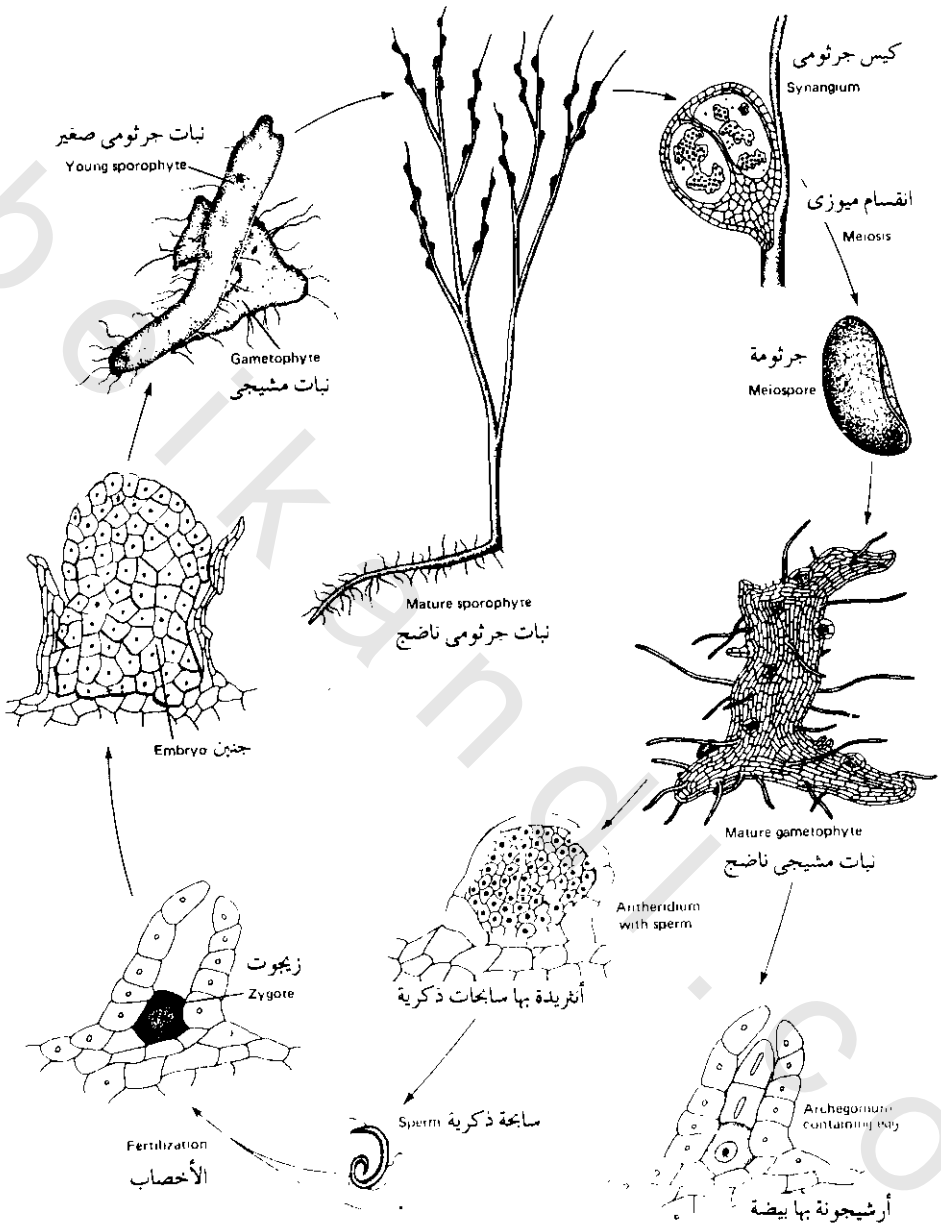
ويوضح شكل (١٣-٦٤) مخططًا لدورة حياة نبات السيلوتم .



شكل (١٣-٦٢) : ق. ع. فى ورقة نبات تميزبتريس *Tmesipteris* يوضح الحزمة المركزية وتتكون من بضعة قصيبات يحيط بها منطقة اللحاء. (أوراق تميزبتريس تعلو الحراشيف ويعتقد أنها فريعات مفلطحة). (عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .



شكل (١٣-٦٣) : قطاعات مجهرية للأكياس الجرثومية بنبات السيلوتم *Psilotum* sp. .



شكل (١٣-٦٤) : مخطط لدورة حياة نبات السيلوتم .*Psilotum* sp (النباتات السيلوتية) .
(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

أسئلة للنقاش

- اذكر الصفات العامة للنباتات التيريدية .
- كيف تصنف النباتات التبريدية، وكيف يمكن التفرقة بينها ؟
- ما الصفات العامة للنباتات صغيرة الأوراق ؟
- كيف يصنف قسم النباتات صغيرة الأوراق ؟
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات الليكوبوديوم .
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات السلاجينللا .
- اذكر الخصائص التقدمية التى ينفرد بها السلاجينللا عن أقرانه .
- ما الفرق بين : (أ) Endosporic و Exosporic
  (ب) Homosporous و Heterosporous
- اذكر الصفات العامة للنباتات المفصلية .
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات ذيل الحصان .
- اذكر الصفات العامة للنباتات السرخسية .
- كيف يصنف قسم النباتات السرخسية ؟
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات كسبرة البئر .
- ما الصفات العامة للنباتات السيلوتيه ؟
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات السيلوتم .

obeikandl.com

رابعاً : النباتات البذرية Seed plants

الصفات العامة :

تتكاثر مجموعات النباتات سالفة الذكر بالجراثيم ، وتتميز غالبيتها مثل الفطريات والطحالب والحزازيات والغالبية العظمى من النباتات الوعائية اللابذرية بخاصية تجانس الجراثيم Homosporous . وقد أظهرت بعض الأجناس مثل سلاجينيللا *Selaginella* والنباتات السرخسية خاصية تباين الجراثيم Heterosporous ، ولظهور هذه الخاصية أهمية تطورية كبرى ؛ حيث إن جميع النباتات البذرية متباينة الجراثيم .

تركيب الكيس الجرثومي المؤنث Megasporangium بالنباتات البذرية عالى التخصص ، تحيط به طبقة أو اثنتان للحماية ، ويعرف بالبويضة Ovule ، وتنشأ البويضة على ورقة جرثومية مؤنثة Megasporophyll قد تكون شديدة التحور. وتتكون البويضات في عاريات البذور على سطح أوراق حرشفية صلبة ، بينما تكون في النباتات الزهرية مغلفة داخل تركيب خاص يحيمها (الكربلة) .

يحيط غلاف البويضة Integument بالأنسجة الداخلية للبويضة ؛ حيث تنشأ النيوسيلة Nucellus وهي نسيج من خلايا بارنشيمية كبيرة ، تتطور إحداها لتصبح الخلية المنشئة للجرثومة المؤنثة Megaspore mother cell أو Megasporocyte ، وهذه تنقسم ميوزيا ، وتعطي أربع جراثيم مؤنثة في صف Megaspore tetrad ، تتلاشى ثلاثة منها ، وتبقى الرابعة لتعطي النبات المشيجي المؤنث ؛ حيث ينشأ داخليا Endosporie ، ويحمل النبات المشيجي المؤنث تراكيب التكاثر التي تحتوي عند النضج على بيضة Ovum أو أكثر . وتختلف كيفية تكوين البيضات باختلاف أقسام النباتات البذرية ؛ حيث يتكشف بالبعض أرشيجونات ، تحتوي على البيضة بينما لا تنتج النباتات الأكثر رقيًا كالنباتات الزهرية أرشيجونات على الإطلاق .

ينشأ الجنين Embryo داخل البويضة عقب إخصاب البيضة . وعند نضجه تتحول الأنسجة الأخرى المحيطة إلى أنسجة ضمن البويضة المخصبة الناضجة التي تعرف حينئذ بالبذرة Seed ، وتحتوي البذرة على الجنين ، بالإضافة إلى الطبقة الخارجية (القصرة Testa) التي تنشأ عن أغلفة البويضة، وقد تمتص بعض أو كل النيوسيلة لتغذية النبات المشيجي المؤنث أثناء تطوره ، وقد تحتوي البذرة على نسيج متخصص (الإندوسبرم Endosperm) لتغذية الجنين عند الإنبات.

تنشأ الجراثيم المذكرة Microspores داخل تركيب متخصص ، هو الكيس الجرثومى المذكر Microsporangium ؛ حيث تنقسم الخلية المنشئة للجراثيم المذكرة Microspore mother cell أو Microsporocyte ميوزيا ؛ لتعطى الجراثيم المذكرة الأحادية التى ينشأ عنها النبات المشجى المذكر داخليًا Endosporic ، وتعرف الجراثيم المذكرة الناضجة بحبوب اللقاح Pollen grains ، والأمشاج المذكرة كبيرة متحركة فى النباتات البذرية البدائية ، بينما تكون دقيقة الحجم ساكنة فى النباتات البذرية الأرقى، وفى كلتا الحالتين تنتقل الأمشاج المذكرة إلى خلية البيضة لتلقحها خلال أنبوبة اللقاح الناتجة عن إنبات حبوب اللقاح .

ويمكن إيجاز الخصائص الرئيسية للنباتات البذرية فيما يلى :

(١) يعرف الكيس الجرثومى المؤنث Megasporangium بالبويضة Ovule ، ولها غلاف خارجى (أو اثنان) للحماية . وفى عاريات البذور يوجد داخل البويضة عدة أرشجونات بكل منها بيضة وبعد الإخصاب تتكون عدة أجنة داخل البويضة الواحدة ، لكن لا ينضج فى النهاية سوى جنين واحد فقط ، وعلى هذا تعتبر عاريات البذور عديدة الأجنة Polyembryonic ، بينما توجد فى النباتات الزهرية بيضة واحدة فقط داخل البويضة ، ولذلك لا يتكون سوى جنين واحد فقط داخل كل بويضة .

(٢) تتحول البويضة المخصبة عند النضج إلى البذرة ، التى قد تكون عارية أو مغطاة .

(٣) يعرف الكيس الجرثومى المذكر Microsporangium عند نضجه باسم حبة اللقاح Pollen grain .

(٤) قد تحتوى البذرة الناضجة على أجزاء تمثل ثلاثة أجيال مختلفة ؛ إذ تمثل القصرة وبقايا النيوسيلة النبات الجرثومى الأم، وتمثل بقايا النبات المشيجى المؤنث جيلاً مختلفًا، بينما يعتبر الجنين النبات الجرثومى التالى . وعمومًا لا تتمثل هذه الأجيال الثلاثة فى جميع البذور الناضجة، ومما هو جدير بالذكر فإن الإندوسبرم يكون أحادى المجموعة الكروموسومية (ن) فى عاريات البذور ، بينما يكون فى كاسيات البذور ثلاثيًا (٣ ن) لاختلاف كيفية الإخصاب فى كل منهما .

(٥) النبات الجرثومى كبير له سيقان وأوراق وجذور حقيقية ، وهو أكبر حجمًا بكثير من النبات المشيجى الذى يكون صغير الحجم جدًا ومتطفلاً فى نموه على النبات الجرثومى .

عاريات البذور Gymnospermae

الصفات العامة :

تضم عاريات البذور ثلاثة أقسام ، نباتاتها حفرية ، وأربعة أقسام نباتات معاصرة، كالتالى:

(١) قسم النباتات عاريات البذور البدائية : ..... Division : Progymnospermophyta
وجميع نباتاته حفريات .

(٢) قسم النباتات البذريات التيريدية : ..... Division : Pteridospermophyta
(السراخس البذرية) وجميع نباتاته حفريات .

(٣) قسم النباتات السيكادية : ..... Division : Cycadophyta (Cycads)
يشتمل هذا القسم على نباتات حفرية وأخرى معاصرة، تضم النباتات المعاصرة طائفة واحدة ، هى Cycadopsida ، تشتمل على رتبة واحدة ، هى Cycadales ، بها ثلاث فصائل ، و ١٠ أجناس و ١٠٠ نوع .
أكثر أجناسها انتشارًا *Zamia, Cycas, Dioon* تشبه النخيل فى مظهرها - النباتات السيكادية ثنائية المسكن .

(٤) قسم النباتات أشباه السيكادات : .. Division : Cycadeoidophyta (Cycadeoids)
وجميع نباتاته حفريات .

(٥) قسم النباتات الجنكوية : ..... Division : Ginkgophyta
يضم هذا القسم طائفة واحدة ، ذات رتبة واحدة ، وفصيلة واحدة ، وجنس واحد ، هو به نوع واحد *Ginkgo biloba* - نبات كبير، الساق غزيرة التفرع، الأوراق صغيرة بسيطة كاملة أو ذات فصين، قد بضم البعض هذا الجنس إلى قسم النباتات المخروطية، وتختلف النباتات الجنكوية عن النباتات السيكادية فى تركيبها التشريحى ؛ حيث تكون الساق فى النباتات الجنكوية ذات نخاع ضيق، وخشب غزير، وقشرة ضيقة عكس الحال بالنباتات السيكادية .

تنمو شجرة الجنكو Maidenhair tree بريًا فى شرق الصين، ونأخذ أوراقها فى

الخريف اللون الأصفر الذهبى الجميل، وتصل فى ارتفاعها إلى نحو ٣٠ مترًا، النبات متساقط الأوراق، ثنائى المسكن .

(٦) قسم النباتات المخروطية : ..... Division : Coniferophyta (Conifers)

يضم قسم النباتات المخروطية ثلاث طوائف ، إحداها نباتات حفرية :

(أ) طائفة كوردايتوبسيدا : Class : Cordaitopsida

جميع نباتاتها حفريات .

(ب) طائفة كونيفروبسيدا : Class : Coniferopsida

تضم رتبة واحدة Coniferales ، تشتمل على خمس فصائل بها ٥٠ جنسًا ، و ٥٥٠ نوعًا.

- فصيلة Pinaceae ، وتضم جنس الصنوبر *Pinus* الذى يشتمل على أكثر من ٨٠ نوعًا - وأجناس أخرى ، مثل :

Pseudotsuga, Larix, Abies, Picea, Tsuga, Cedrus .

- فصيلة Taxodiaceae ، وتضم أجناسًا ، مثل :

Taxodium, Sequoia, Sequoiadendron, Metasequoia .

- فصيلة Cupressaceae وتضم أجناس مثل :

Thuja, Cupressus, Chamaecyparis, Juniperus .

- فصيلة Araucariaceae وتضم أجناس ، مثل : *Agathis, Araucaria* .

- فصيلة Podocarpaceae وتضم أجناس ، مثل : *Podocarpus* .

(جـ) طائفة تاكسوبسيد : Class : Taxopsida

وتضم رتبة واحدة Taxales ، تشتمل على فصيلة واحدة Taxaceae ، بها ١٢ جنسًا ، و ٥٠ نوعًا. وأكثر أجناسها انتشاراً *Taxus, Torreya* .

(٧) قسم النباتات النتومية : ..... Division : Gnetophyta

يضم هذا القسم نحو ٧٠ نوعًا فى طائفة واحدة Gnetopsida ، بها ثلاث رتب بكل منها فصيلة واحدة ، ذات جنس واحد كما يلى :

- رتبة Ephedrales فصيلة Ephedraceae جنس *Ephedra* .

obeikandl.com

- رتبة Gnetales فصيلة Gnetaceae جنس *Gnetum* .
- رتبة Welwitschiales فصيلة Welwitschiaceae جنس *Welwitschia* .

ونستعرض بإيجاز فيما يلى دورة حياة نبات الصنوبر *Pinus* sp. ، الذى يتبع قسم النباتات المخروطية Division Coniferophyta ، كنموذج للنباتات عاريات البذور .

دورة حياة نبات الصنوبر Life history of *Pinus* sp.

يضم جنس الصنوبر نحو ٨٠ نوعًا ، كلها أشجار خشبية مستديمة الخضرة ، وتحتوى النباتات على مواد عطرية، المجموع الجذرى كبير متفرع ، والساق الرئيسية قائمة عليها مجموعة من الفروع الجانبية Long shoot فى تتابع قمى ، فتكون أحدث الفروع أقربها للقمة ؛ مما يعطى للنبات شكلاً مخروطيًا، كما يوجد نوع آخر من الفروع ، تعرف بالسيقان القزمية Spur shoot ، النباتات مستديمة الخضرة تحمل نوعين من الأوراق ، فالفروع الطويلة تحمل أوراقًا حرشفية Scale leaf منتظمة فى ترتيب حلزونى ، تخرج من آباطها السيقان القزمية ، وهذه تحمل أوراقًا إبرية خضراء ، يتراوح عددها من ١ إلى ٨ أوراق ، على كل ساق قزمية ، وعددها ثابت للنوع الواحد، تسقط الساق القزمية وما عليها من أوراق إبرية بعد ٢ إلى ١٤ عامًا .

تتركب الساق تشريحيًا (شكل ١٣-٦٥) من بشرة Epidermis ، تحيط بها من الخارج ، عليها أدمة Cuticle ، يلى البشرة إلى الداخل نسيج القشرة Cortex ، ويتركب من خلايا بارنشيمية ، تتخللها قنوات راتنجية Resin canals ، وتنتهى القشرة من الداخل بطبقة الإندودرمس Endodermis ، ويحيط بالأسطوانة الوعائية طبقة بريسكيل Pericylce . وتتكون الإسطوانة الوعائية من حلقة من الحزم الوعائية الجانبية ، بها الخشب الأول داخلى Endarch واللحاء للخارج ، ويتكشف بين نسيجى الخشب واللحاء حلقة من نسيج الكامبيوم Cambium ، ويشكل النخاع Pith ، الجزء المركزى من الساق ، وتمتد منه أشعة نخاعية بين الحزم الوعائية حتى تصل إلى القشرة، ينشط نسيج الكامبيوم ليعطى خشبًا ثانويًا إلى الداخل على شكل حلقات نمو سنوية ، ولحاء ثانوى إلى الخارج .

يتكون نسيج الخشب من قصيبات وخلايا بارنشيمية ، وتتخلله قنوات راتنجية، أما

نسيج اللحاء فيتركب من خلايا غربالية وبارنشيمة لحاء ، وينتج عن تغلظ الساق تمزق البشرة ، ويتكون بدلاً منها نسيج بريدرم Periderm تتخلله العديسات .

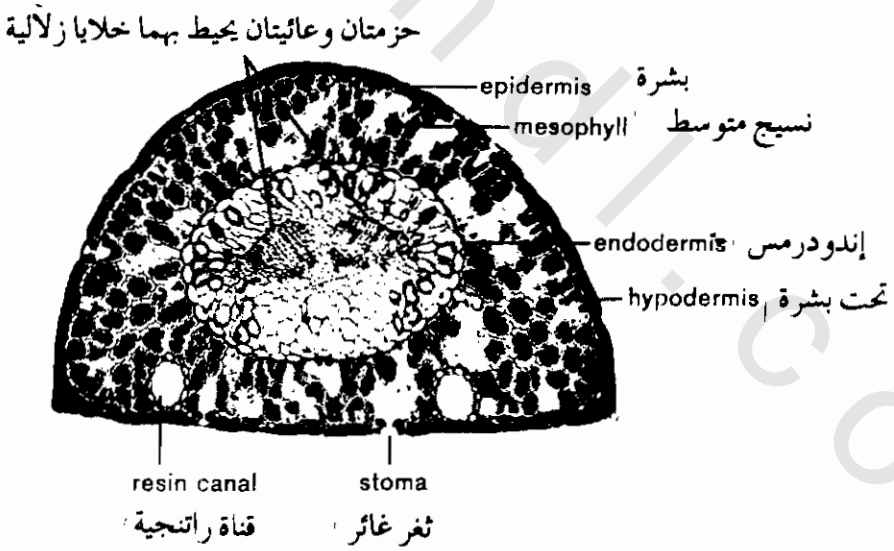
تظهر الورقة فى القطاع العرضى (شكل ١٣-٦٦) مثلثة ، أو على شكل نصف دائرة ؛ تبعًا لعدد الأوراق المحمولة على الساق القزمية، يحيط بالورقة طبقة بشرة ذات أدمة سميكة وثغور غائرة، وتوجد تحت بشرة من صف أو أكثر من الخلايا الإسكلرنشيمية ، سميكة الجدر تتخللها غرف هوائية أسفل الثغور، يتكون النسيج المتوسط من خلايا كلورنشيمية ، تتخللها القنوات الراتنجية، ويشغل مركز الورقة حزمة أو حزمتين وعائيتين جانبيتين ، يتجه فيها نسيج اللحاء ناحية السطح المحدب ، ونسيج الخشب جهة السطح العلوى المستوى، تنطمر الحزم الوعائية داخل نسيج برانشيمى مختلط بخلايا ميتة ، تكثر فيها المواد البروتينية ، وتعرف بالخلايا الزلالية، ويحيط بالحزمة الوعائية بريسيكل ، ثم طبقة الإندودرمس ، التى تمثل الحدود الداخلية للنسيج المتوسط .

يعتبر نبات الصنوبر أحادى المسكن Monoecious ؛ حيث يحمل المخاريط المذكرة (شكل ١٣-٦٧) Male cone فى مجموعات ، تحيط بالبراعم الطرفية لغالبية الفروع الناضجة ، وتغطيها أثناء فصل الشتاء حراشيف جلدية بنية اللون تسقط مع بداية فصل الربيع ، وكذلك المخاريط المؤنثة Female cone ، التى تحمل فرادى على فروع جانبية قصيرة ، بالقرب من أطراف بعض الفروع الحديثة ، وهى تفوق المخاريط المذكرة فى الحجم .

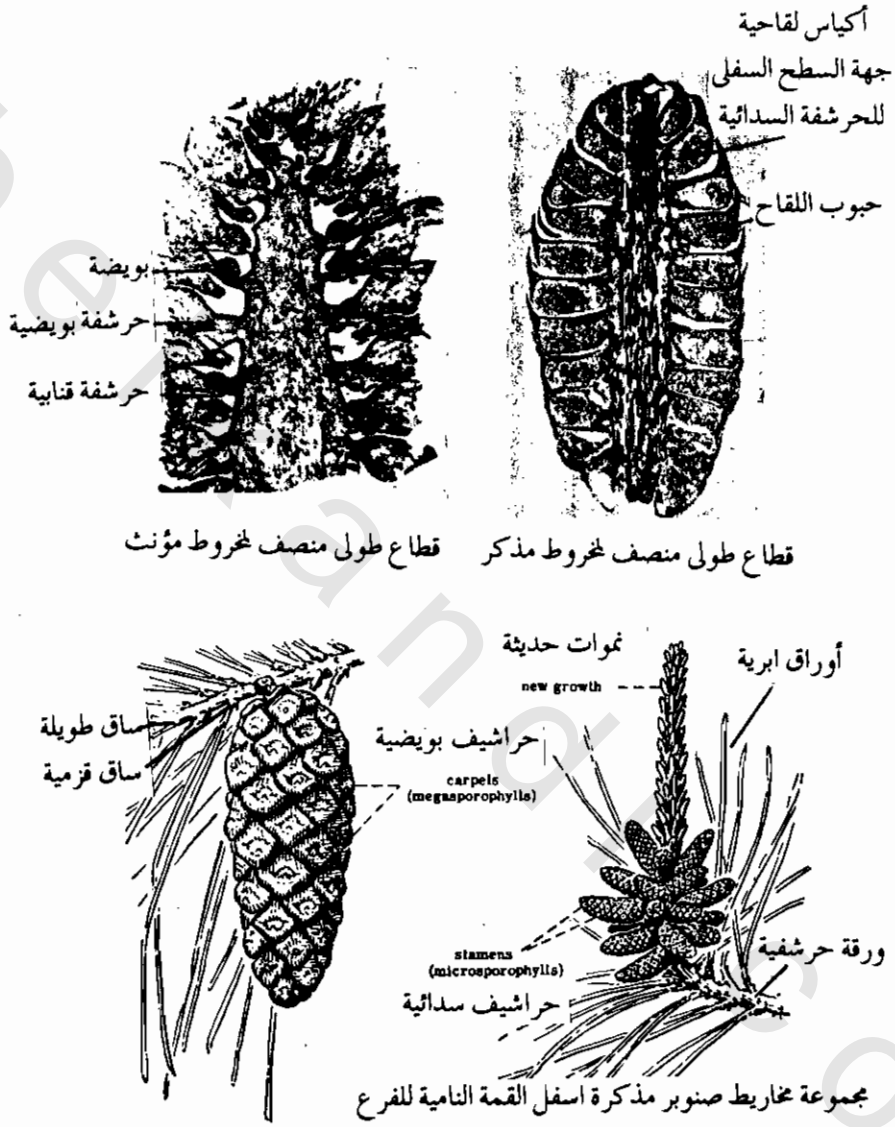
يتركب المخروط المذكر من محور وسطى ، تترتب عليه حراشيف سدائية Microsporophyll فى نظام حلزونى ، وكل منها ذات عنق وطرفها سميك ، وتحمل كيسى لقاح Microsporangia جهة السطح السفلى ، تتكون بداخلهما حبوب اللقاح Pollen grains ، التى تتحرر منها بعد النضج ، ولكل منها جناحان ، يساعدانها على الانتشار بفعل الرياح إلى مسافات بعيدة، وتبدأ حبوب اللقاح فى الانقسام ، وهى مازالت داخل كيس اللقاح وتتميز فيها ثلاث خلايا، اثنتان منها ثالوسية Prothallial ، والثالثة تعرف بالخلية الأنثريدية Antheridial cell .

ويتركب المخروط المؤنث من محور تترتب عليه حلزونيًا حراشيف بويضية Ovuliferous scale ، تخرج كل منها من إبط حرشفة قنابية Bract scale ، وتحمل كل حرشفة بويضية بويضتين على سطحها العلوى ، بحيث تتجه فتحة النقير بهما ناحية محور المخروط .

شكل (١٣-٦٥): جزء من قطاع عرضى لساق نبات صنوبر *Pinus* sp. ، عمره ٣ سنوات.



شكل (١٣-٦٦) : قطاع عرضى فى ورقة نبات الصنوبر *Pinus nigra* Arnold
(عن بولد وآخرين *Bold et al.* ١٩٨٧).



شكل (١٣-٦٧) : التركيب التشريحى والمورفولوجى لمخروط نبات الصنوبر *Pinus* sp. . (عن كور Core ١٩٦٢) .

يتوسط البويضة كيس جنين ، يمثل النبات المشيجى المؤنث مختزل التركيب ، يحتوى على ٢-٥ أرشيجونات تبعًا للنوع عند طرفه المواجه لفتحة النقير، ويحيط بالكيس الجنينى نسيج النيوسيلة Nucellus ، وخارجه غلاف البويضة الذى يلتحم به على امتداده ، فيما عدا ثقب جهة القمة يعرف بالنقير ، الذى يمتد مكونًا أنبوبة النقير .

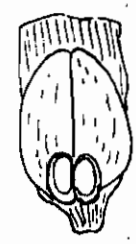
تنتقل حبوب اللقاح محمولة بالرياح إلى البويضات ، وتكون الحراشيف البويضية فى المخروط المؤنث متباعدة لتسمح لحبوب اللقاح بالنفاذ إلى النقير، تفرز البويضة من خلال فتحة النقير سائلاً هلاميًا تلتصق به حبوب اللقاح، وعندما يجف هذا السائل ينسحب تدريجيًا إلى الداخل ؛ حيث يحمل معه حبوب اللقاح خلال فتحة النقير وتستقر بالنيوسيلة، وتنغلق الفتحات بين الحراشيف ، ويقفل المخروط المؤنث .

تتركب حبوب اللقاح حينئذ من خلية أنثريدية Antheridial cell وخليتين ثالوسيتين Prothallial cells ، وتأخذ هاتان الخليتان فى الانحلال، أما الخلية الأنثريدية فتنقسم إلى خلية تناسلية Generative cell ، وخلية أنبوبية Tube cell ، وتأخذ الأخيرة فى الاستطالة والامتداد داخل النيوسيلة Nucellus على هيئة أنبوبة لقاح Pollen tube (شكل ١٣-٦٨) .

يقف إنبات حبة اللقاح عند هذه المرحلة ، وتستمر فى حالة سكون ما يقرب من عام. وعندما تعاود حبوب اللقاح نشاطها تأخذ أنبوبة اللقاح فى التعمق وتنقسم الخلية التناسلية إلى خلية عنقية Stalk cell ، وأخرى أكبر نسبيًا عرف بالخلية الجسدية Body cell ، تنقسم الخلية الأخيرة بدورها إلى خليتين ذكريتين Sperm cells ، تختلفان فى الحجم .

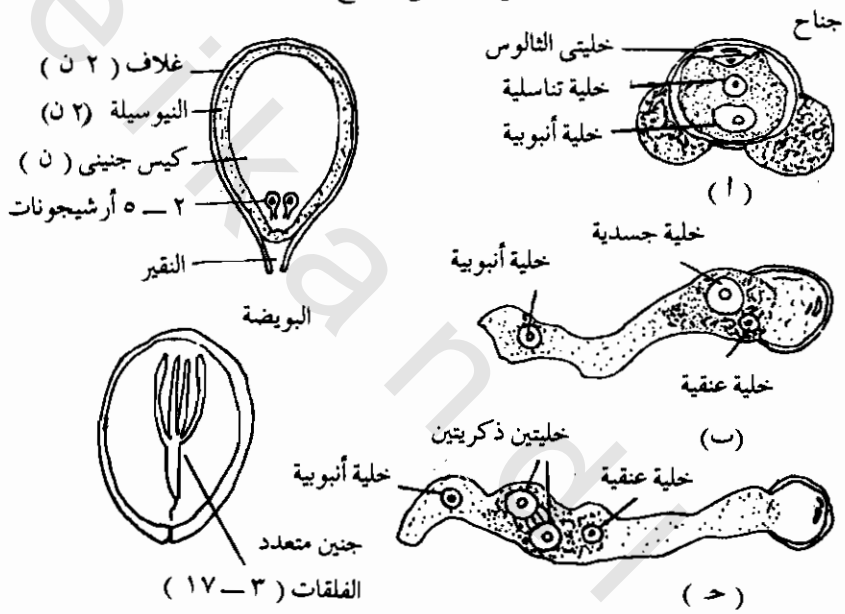
تتحرر النوايات من داخل خلاياها ، وتنتقل نوايات الخلايا الأنبوبية والعنقية والذكرية بالتتابع إلى طرف أنبوبة اللقاح ، التى تواصل نموها ؛ حتى تصل إلى عنق الأرشيجونة ، وتفرغ بداخلها محتوياتها ، وتتحلل النوايات الأنبوبية والعنقية وإحدى النواتين الذكريتين. أما النواة الذكرية المتبقية فتتحد مع نواة البيضة ، وتكون الزيجوت Zygote (٢ ن)، ويجدر الإشارة إلى أن النبات المشيجى المذكر تمثله ٦ خلايا هى ٢ خلية ثالوسية ، و ٢ خلية مذكرة ، وخلية عنقية وخلية أنبوبية، ويمكن إيجاز مراحل التلقيح والإخصاب ، كما هو موضح بالشكل (١٣-٦٩).

ينقسم الزيجوت وينمو ليكوِّن أربعة أجنة Embryos ، تضمر ثلاثة منها ، ويتبقى واحد يكبر ، ويتميز إلى جذر وريشة وفلقات ، يتراوح عددها ما بين ٣ إلى ١٧ فلقة ، ويتحول الجزء المتبقى من النيوسيلة إلى نسيج مغذٍ حول الجنين، ويتصلب غلاف البويضة مكونًا قصرة البذرة .



كيسى لقاح جهة السطح السفلى لحرشفة سدائية

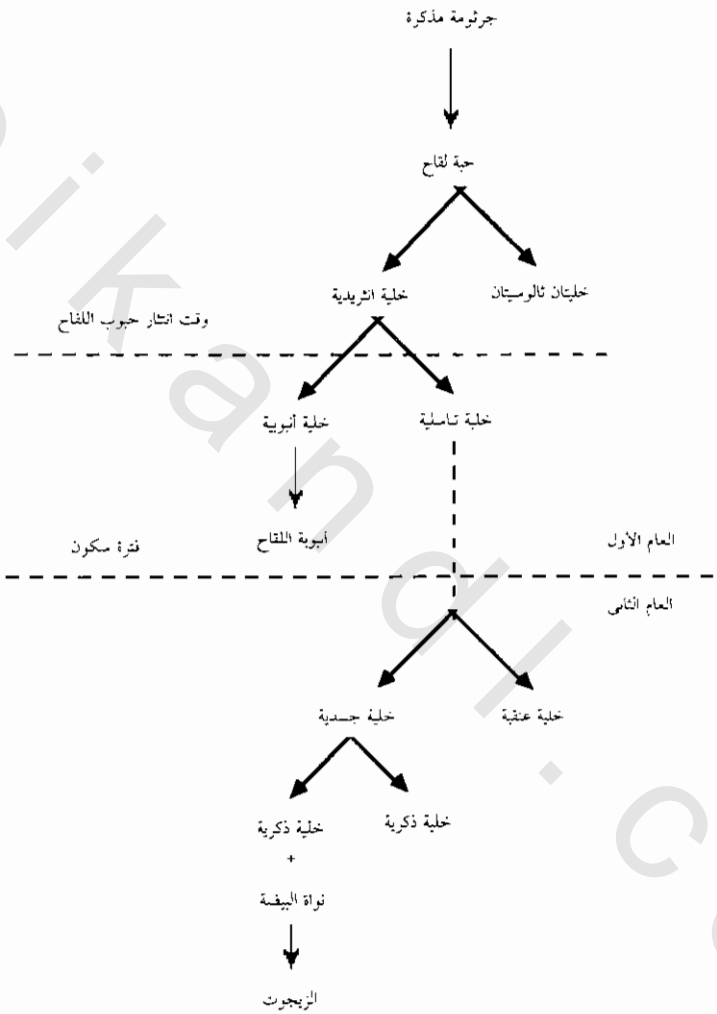
بويضتان على السطح العلوى لحرشفة بويضية



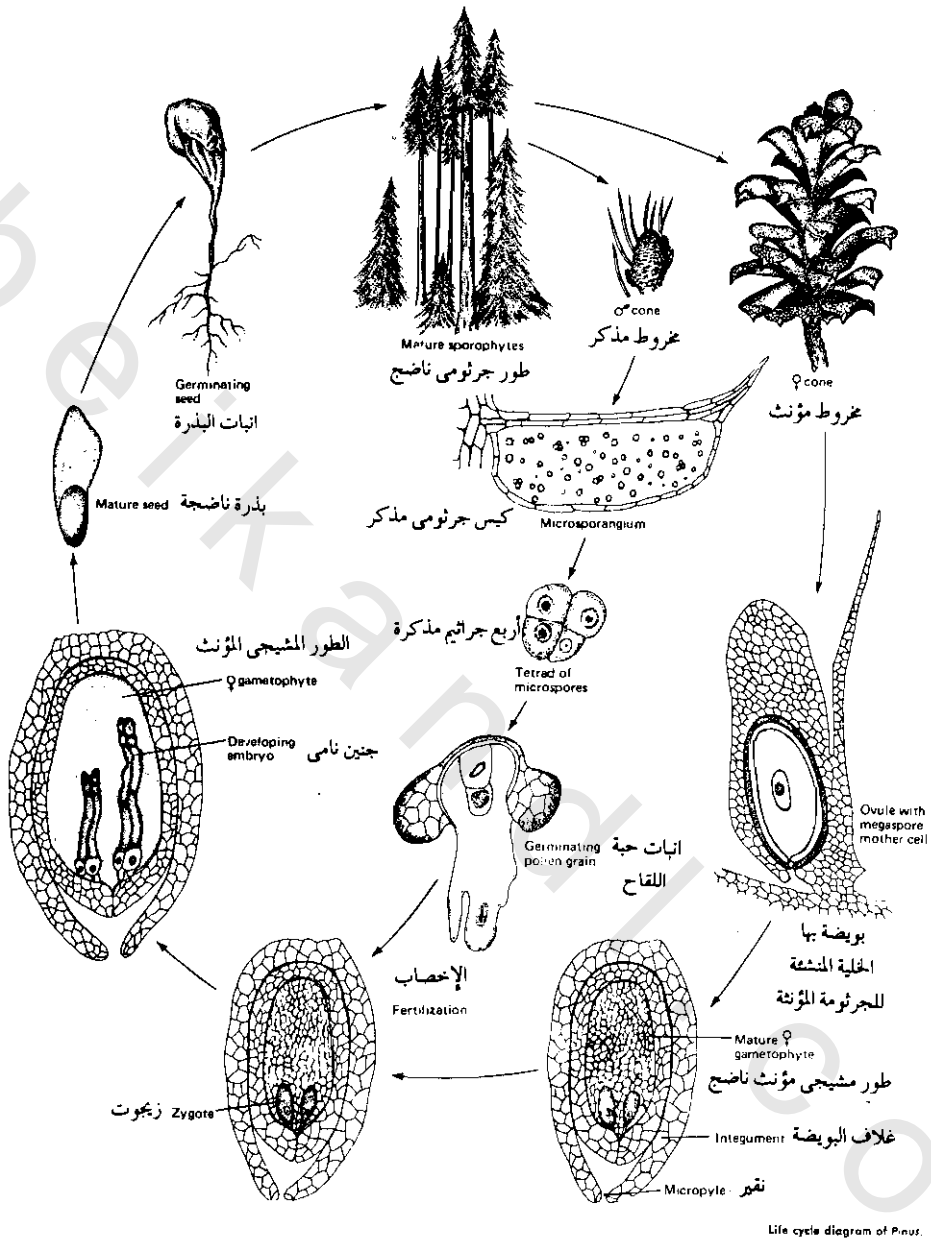
خطوات انبات حبة اللقاح (النبات المشيجى المذكر) بذرة الصنوبر

شكل (١٣-٦٨) : الأطوار المختلفة للتكاثر فى نبات الصنوبر *Pinus* sp. .
(عن بولد Bold ١٩٧٣) .

بعد تكوين البذور يتضخم المخروط ، وتكبر الحراشيف البويضية فى الحجم ، وتتخشب فتتباعد بعضها البعض ، وتسمح بخروج البذور، ويتميز بكل بذرة غشاء رقيق ، يكون جناحًا يساعدها على الانتشار بواسطة الرياح . ويوضح شكل (١٣-٧٠) مخططًا لدورة حياة نبات الصنوبر .



شكل (١٣-٦٩) : مخطط يوضح مراحل التلقيح والإخصاب بنبات الصنوبر *Pinus* sp.



شكل (١٣-٧٠) : مخطط لدورة حياة نبات الصنوبر *Pinus* sp. (المخروطيات)
(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

كاسيات البذور Angiospermae

الصفات العامة :

تتكاثر كاسيات البذور جنسيًا بالزهرة ، ولذلك تعرف بالنباتات الزهرية Flowering plants ، وتتبع قسم Division : Anthophyta (Gk. ؛ زهرة = *Anthos* - نبات = *Phyton*) وقد يطلق عليه قسم Magnoliophyta (باعتبار أن النباتات الزهرية قد نشأت عن نبات *Magnolia*) ، وترجع تسميتها بكاسيات البذور Angiospermae (Gk. ؛ مغطاة = *Angeion* و بذرة = *Sperma*) إلى كيفية نموها ؛ حيث تكون بذور هذه النباتات مغلفة داخل كربلة الزهرة التى تتطور فى النهاية إلى الثمرة .

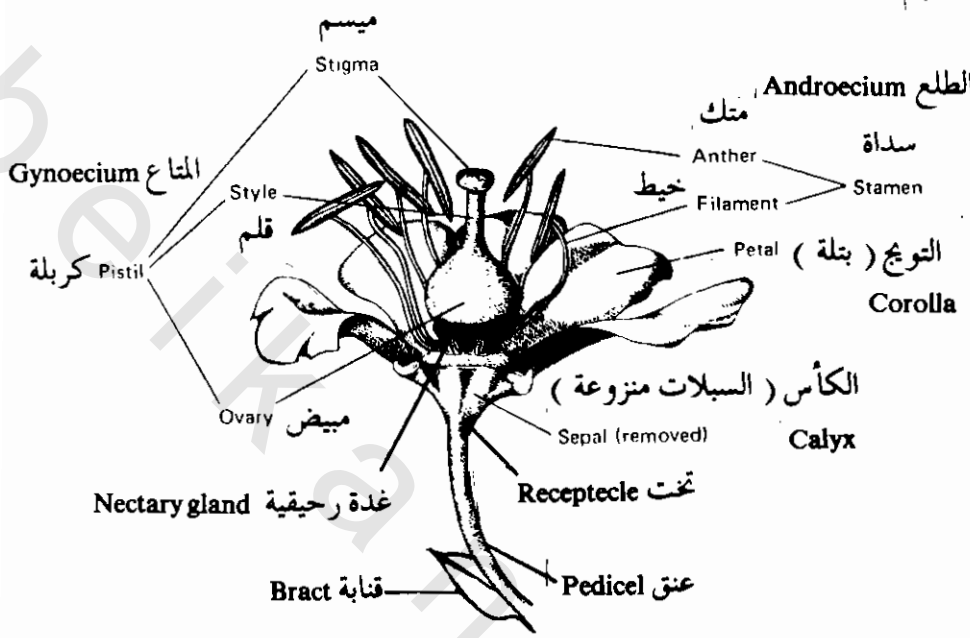
تستوطن النباتات الزهرية غالبية بقاع الكرة الأرضية ؛ حيث يمتد انتشارها تقريبًا إلى كل المناطق من المدارات الأستوائية حتى المدارات الباردة ، وتعيش على مختلف المستويات ابتداء من سطح البحر حتى قمم أعلى الجبال، وتوجد هذه النباتات حيثما تتهيأ سبل الحياة ؛ فقد تنمو فى البيئة المائية Hydric habitats أو الجفافية Xeric habitats . وفيما بين ذلك من ظروف مناخية (البيئة المتوسطة Mesic habitats) ، تفاوت النباتات الزهرية فى طبيعة نموها، فمنها الأشجار الضخمة المتفرعة ، ومنها الشجيرات متوسطة الحجم ، ومنها الأعشاب الصغيرة التى تمثل الغالبية العظمى من هذه المجموعة من النباتات، وقد تكون نباتات حولية أو ذات حولين أو معمرة، وقد تكون متسلقة على نبات آخر أو دعامة ، أو قد تكون زاحفة على سطح التربة، النباتات الزهرية ذاتية التغذية وإن وجد بعضًا منها متطفلاً على غيره من النباتات، وتعتبر النباتات الاقتصادية من النباتات الزهرية أكثر النباتات أهمية للإنسان ، كمصدر للغذاء والكساء والعقاقير وخلافه .

تتبع النباتات الزهرية النباتات الوعائية، وتتركب عادة من جذور وسوق وأوراق، الإسطوانة الوعائية فى الساق ذات ثغرات ورقية Leaf gaps ، وقد تكون الحزم الوعائية مبعثرة، يتضمن نسيج الخشب عادة وليس دائمًا أوعية، كما يشتمل نسيج اللحاء على أنابيب غربالية وخلايا مرافقة. وتتجمع تراكيب التكاثر الجنسى بشكل خاص ، تحيط به أوراق متخصصة فيما يعرف بالزهرة (شكل ١٣-٧١). وعلى الرغم مما قد يلاحظ من اختلافات غير محدودة فى التركيب الزهرى للأجناس المتعددة من النباتات الزهرية، فالواقع أن هناك تماثلا فى التنظيم الأساسى يعم كافة الأزهار، حيث تتركب الزهرة النموذجية من غلاف

زهرى Perianth ، يعرف الجزء الخارجى منه بالكأس Calyx (Gk. ؛ كأس = *Kalix*) وحداته السبلات Sepals، والجزء الداخلى التويج Corolla (L. تاج = *Corona*) وحداته البتلات Petals ، ذات ألوان جذابة عادة، خلاف الأخضر، ثم الطلع Androecium ويتركب من سداه أو أكثر Stamens، تمثل الأوراق الجرثومية المذكرة Microsporophylls. وتتركب السداة من خيط Filament ومتك Anther ، ويوجد فى المركز المتاع Gynoecium ، ويتركب من كربلة واحدة أو عديد من الكرابل Carpels التى تمثل الأوراق الجرثومية المؤنثة Megasporophylls ، قد تكون الكرابل متميزة ، وكل منها مقفلة (نادرًا ما تكون مطوية فقط وغير ملتحمة) وبذلك يكون المتاع سائب الكرابل ، وأحيانًا أخرى تكون الكرابل ملتحمة معًا بصورة أو بأخرى . تتركب الكرابل - سواء كانت وحيدة أو عديدة ملتحمة معًا - من مبيض Ovary ، يعلوه واحد أو أكثر من الأقلام Styles ، ينتهى كل منها بالميسم Stigma ، ويوجد بداخل المبيض بويضة أو أكثر Ovules (وتمثل كيس جرثومى متخصص Megasporangium) ، تحتوى كل بويضة على طور مشيجى مؤنث Female gametophyte ، يتركب فى حالته النموذجية من ثمان نوايات، ويخلو الكيس الجنينى من الأرشيجونات. وقد تكون الأسدية منبسطة كما فى بعض المجموعات البدائية من النباتات الزهرية ، ولكن عادة ما تتكون من خيط ومتك ، يتركب من فصين يتصلان بنسيج موصل Connective tissue ، وبكل منهما حجرتين تشتملان على حبوب اللقاح، تنبت حبوب اللقاح على المياسم حيث تعطى كل منها أنبوبة لقاح تنمو إلى أسفل خلال القلم ، متجهة إلى إحدى البويضات، ويتركب الطور المشيجى المذكر الناضج (حبة اللقاح والأنبوبة) من ثلاث نوايات (نواة الأنبوبة ونواتى المشيجتين المذكرتين). تخترق أنبوبة اللقاح الكيس الجنينى حاملة المشيجتين ؛ حيث تتحد إحداهما بالبيضة وتكون الزيجوت ، وتتحد الأخرى عادة بالنواتين القطبيتين للكيس الجنينى ؛ لتكون نواة الاتحاد الثلاثى التى تعطى الإندوسبرم بالبذرة . ينضج المبيض (ومعه أحيانًا بعض التراكيب المشاركة له) ليعطى ثمرة منفتحة ، أو غير منفتحة تحتوى على بذرة أو أكثر (كاسيات البذور Angiospermae) .

تختلف الأزهار اختلافًا كبيرًا فى اللون والشكل والحجم، وقدتكون ذات حجم صغير جدًا ، بحيث لا يمكن فحص تركيبها بالعين المجردة ، مثل أزهار نبات عدس الماء *Lemna* الذى يطفو فوق سطح المياه الراكدة ، وأزهاره بسيطة فى تركيبها ودقيقة فى حجمها ، وتعتبر

أصغر الأزهار حجمًا، وعلى العكس من ذلك يحمل نبات *Rafflesia arnoldi* الذى ينتشر فى سومطرة أكبر الأزهار حجمًا ؛ إذ يصل محيط الزهرة به نحو ٢,٥ متر ، وتزن حوالى ٧ كجم .



شكل (١٣-٧١) : رسم تخطيطى للأجزاء المختلفة بالزهرة .
(عن رشفورث Rushforth ١٩٧٦) .

وتسمى الزهرة كاملة Complete flower ، إذا اشتملت على الكأس والتويج والطلع والمتاع ، وغير كاملة Incomplete إذا كان ينقصها إحدى هذه المحيطات، وتعتبر الزهرة تامة Perfect إذا كانت تحتوى على الجنسين (خنثى) Hermaphrodite أو Bisexual وتشتمل على الطلع والمتاع، وقد لا تحتوى على كأس أو تويج، وتسمى الزهرة غير تامة Imperfect إذا كان ينقصها محيط أحد الجنسين. والزهرة المتعادلة Neutral flower هى التى ينقصها الطلع والمتاع، والزهرة العارية Nude flower هى التى تشتمل على أحد الجنسين أو كليهما ، ولكن ينقصها الكأس والتويج . وتعرف الزهرة التى تتكون أعضاؤها الجنسية من طلع فقط (سداة أو أكثر) بالزهرة الطلعية (المذكرة) Staminate flower ، وتلك التى تتكون من متاع فقط زهرة متاعية (مؤنثة) Pistillate flower . وإذا حمل النبات

أزهارًا من جنس واحد (أى أزهار طلعية أو متاعية) فإنه يسمى ثنائى المنزل Dioecious كما فى الصفصاف ، وإذا حمل النبات أزهارًا وحيدة الجنس ، وكانت أزهارًا الجنسين على نفس النبات ، كان وحيد المنزل Monoecious كما فى الذرة .

تتركب الزهرة من الوجهة النباتية من فرع بسيط محدود النمو ، يعرف بالتخت Torus أو Receptacle ، يحمل الأوراق الزهرية فى محيطات متتالية، ويتكون تخت الزهرة من القمة المرستيمية للفرع الزهرى، كما تنشأ عليه الأجزاء الزهرية المختلفة نتيجة نشاط المرستيم القمى للتخت بطريقة مماثلة لتكوين الأوراق الخوصية على الساق ، مع فارق رئيسى هو عدم استطالة أنسجة التخت ؛ إذ لا يوجد بالزهرة النمو المفتوح غير المحدود المميز للساق الخضرية ، وبالتالى تظل المحيطات الزهرية متقاربة، وتنشط خلايا تحت البشرة فى الانقسام فى موضع خروج الأوراق الزهرية ، وتتكون نتوءات مرستيمية تستمر فى النمو بطريقة خاصة ، وتتكشف إلى أوراق المحيطات المتعاقبة، وعادة ما يتوالى ظهور المحيطات الزهرية بنظام التعاقب القمى Acropetal succession ، وقد تختلف بعض النباتات عن هذا التركيب، ففى حالة نبات كيس الراعى *Capsella bursa-pastoris* تظهر نتؤات الكوابل والأسدية قبل البتلات، وفى حالة الأزهار المحيطية والعلوية تظل قمة التخت التى تتكون منها الكرابل فى حالة سكون بينما تنمو قواعد المحيطات الأخرى مجتمعة فى شكل نمو فنجانى Calyx tube ، تنفرج من حافته العلوية السبلات والبتلات والأسدية، وفى بعض الحالات ينتج هذا النمو الفنجانى عن أنسجة التخت نفسه Hypanthium ، ثم تتكشف لدى قمته الأوراق الزهرية للمحيطات الأخرى . وتتميز الحالة الأخيرة بتفرع الأثار الوعائية للكأس والتويج والطلع لدى قمة النمو التختى وليس لدى قاعدته كما يحدث فى الحالة الأولى، وقد يتم التحام الأوراق الزهرية لمحيط زهرى منذ بداية نموها أو يكون الالتحام نتيجة للنمو الجانبى للأجزاء المجاورة والتحام حوافها أثناء النمو .

توجد أشكال عديدة للتخت فقد يكون قصيرًا جدًا حتى أن العقد لا تتميز عن بعضها البعض، وهذا هو المعتاد، كما فى الفصيلة الصليبية ، وقد يتضخم كما فى الشليك *Fragaria* والأنيمون *Anemone* ، كما قد يستطيل بين الكأس والتويج (الحامل الزهرى Anthophore) مثل *Silene* من الفصيلة القرنفلية ، أو بين الأسدية والكرابل (الحامل السدائى المتاعى Androgynophore) ، مثل نبات *Passiflora* وفصيلة Capparaceae .

وقد يتكون نمو من التخت على هيئة قرص غدى Disc بين الغلاف الزهرى والطلع أو بين الطلع والمتاع ، غالبًا ما يفرز الرحيق كما فى الموالح ، وقد ينمو فى شكل حلقى .

وقد يمتد من التخت حامل كربلى Carpophore كما فى الفصيلة الخيمية ، وقد يمتد داخل المبيض حتى يلتصق بالقلم كما فى الفصيلة الجيرانية Geraniaceae ، وقد يستطيل بعد نضج الثمرة كما فى الفول السودانى ليدفنها بالتربة، وقد يحمل مبيضًا ثانيًا كما فى الموالح ، أو يستمر فى النمو خلال الزهرة فيحمل أوراقًا خضرية Proliferation .

وتخرج الزهرة عادة من أبط ورقة خضراء تسمى قنابة Bract ، توجد فى الجهة الأمامية للزهرة وقد تكون القنابة حرشفية، أو ملونة كما فى أزهار نبات الجهنمية *Bougainvillea* ، أو قد تختفى القنابات تمامًا كما فى أزهار نباتات الفصيلة الصليبية .

قد تكون الزهرة معنقة Pedicellate مثل معظم أزهار الفصيلة الصليبية ، أو جالسة Sessile ؛ أى دون عنق مثل أزهار الفصيلة المركبة .

تمثل النباتات الزهرية أكبر فئة تصنيفية بالمملكة النباتية من حيث عدد وتنوع أجناسها وأنواعها، والزهرة فى حد ذاتها ليست بالقرينة الكافية لتمييز النباتات الزهرية عما سواها، فالتفرقة الدقيقة بين الزهرة والمخروط مستحيلة، فكلاهما يتركب من محور قصير السلاميات يتكشف عليه زواند تحمل الجراثيم . وقد يقترح البعض تمييز الزهرة بما تحمله من سبلات وبتلات ملونة عكس الحال بالمخروط، ولكن يوجد عديدًا من حالات الأزهار غير الكاملة Incomplete والتى تفتقر لهذه الخاصية. لذلك فالزهرة فقط لا تكفى أساسًا لتمييز النباتات الزهرية . . ولكن يمكن اعتبار الدلائل التالية أساسًا لتمييز النباتات الزهرية :

١ - تغلف البذور بالورقة الجرثومية المؤنثة Megasporophyll (الكربلة) فيما يعرف بخاصية البذور المغطاة Angiospermy .

٢ - الكيفية التى يتم بها تكون الأكياس الجرثومية المؤنثة Megasporangia (البويضة) والأكياس الجرثومية المذكرة Microsporangia (حجرات حبوب اللقاح بالمتك) .

٣ - طريقة التلقيح - حيث لا تسقط حبوب اللقاح بجوار البويضة .

٤ - الإخصاب المزدوج Double fertilization .

٥ - لا توجد مرحلة نوايات حرة أثناء تكون الجنين ، إلا فيما ندر ، كما فى بعض أنواع جنس *Paeonia* .

٦ - يتركب نسيج الخشب أساسًا من أوعية Vessels .

يصنف قسم النباتات الزهرية Division Magnoliophyta إلى طائفة ذوات الفلقتين Class Magnoliopsida (Dicots) ، وطائفة ذوات الفلقة الواحدة Class Liliopsida (Monocots) يضم طبقًا لتصنيف كرونكوست Cronquist (١٩٨١) ٨٣ رتبة، وتشتمل كل رتبة على عدة فصائل Families (بإجمالى ٣٨٣ فصيلة منها ٣١٨ ذوات فلقتين و ٦٥ ذوات فلقة واحدة) وتضم كل فصيلة أجناسًا Genera (حوالى ١٢,٠٠٠) ثم أنواعًا Species (حوالى ٢١٥,٠٠٠) وتصنيف النباتات الزهرية إلى ذوات فلقتين وذوات فلقة واحدة يقوم - كما يتضح من المدلول اللفظى - على عدد فلقات الجنين . وإن لم تكن هذه الخاصية واضحة ويسهل تتبعها مثل بقية الخصائص ، إلا أن لكل طائفة منهما صفات خاصة تميزها فيما عدا بعض الاستثناءات القليلة ، التى تتجلى بوضوح فى نباتات الرتبة البشنينية Nymphaeales.

طائفة نباتات ذوات الفلقتين : Class Magnoliopsida

تتباين نباتات ذوات الفلقتين فى صفاتها بالمقارنة مع نباتات ذوات الفلقة الواحدة، ونحو ٥٠ ٪ من نباتات ذوات الفلقتين خشبية ، وبينما القليل من نباتات ذوات الفلقة الواحدة خشبى . . فإن معظمها يتبع الفصيلة النخيلية Arecaceae ، والتى تعتبر متقدمة تطوريًا بالنسبة لبقية نباتات ذوات الفلقة الواحدة، كما أن النباتات الخشبية ذوات الفلقتين كثيرة التفرع ، عكس الحال بالنسبة للنباتات الخشبية ذوات الفلقة الواحدة . تتميز النباتات الخشبية وكثير من النباتات العشبية ذوات الفلقتين بالصفات التالية :

(١) حدوث نمو ثانوى نموذجى بالسوق والجذور ؛ حيث يعطى الكامبيوم نسيج خشب Xylem جهة الداخل ، ونسيج لحاء Phloem جهة الخارج .

(٢) قد يكون المجموع الجذرى الناضج أصليًا أو عرضيًا أو كليهما .

(٣) الحزم الوعائية فى الساق العشبية جانبية مفتوحة ؛ حيث تتكشف طبقة كامبيوم بين نسيجى الخشب واللحاء . ونادرًا ما تكون مقفولة ، وعادة ما ترتب الحزم على شكل

حلقة تحيط بالنخاع فالعمود الوعائى حقيقى Eustele ، ونادرًا ما تكون فى حلقتين أو أكثر أو مبعثرة .

(٤) تتكشف أوعية خشب نموذجية بالجذور والسوق والأوراق ، ولكنها تغيب ببعض الفصائل البدائية وفى بعض الأعضاء المختزل .

(٥) تفتقر بلاستيدات الأنابيب الغربالية إلى المكونات البروتينية Proteinaceous inclusions ، أو قد توجد ، ولكنها لا تكون وتدية الشكل .

(٦) غالبًا ما تتكون الأوراق من عنق وتصل، والتعريق شبكى قد يكون ريشيًا أو راحيًا ، ونادرًا ما توجد للورقة قاعدة غمدية، يتكشف نصل الورقة من الجزء البعيد من بداءة الورقة ؛ حيث ينبسط بانتظام على طوله .

(٧) الزهرة خماسية غالبًا، وقد تكون رباعية فى حالات قليلة، ونادرًا ما تكون أحادية أو ثنائية أو ثلاثية أو سداسية ، ولكن الكرابل غالبًا أقل عددًا .

(٨) توجد سبلة واحدة خلفية وسبلتان أماميتان ، وقد تشذ عن ذلك حالات قليلة جدًا ؛ حيث تكون عكس ماهو شائع كما فى الفصيلة الفراشية Fabaceae والبقمية Caesalpiniaceae .

(٩) حبوب اللقاح غالبًا ثلاثية الأخدود Tricolpate ، ولكنها فى بعض الفصائل البدائية وحيدة الأخدود Monocolpate ، وقد تشتق بعض طرز أخرى من حبوب اللقاح منها ثنائية أو عديدة أو عديمة الأخدود .

(١٠) عدد الفلقات بالبذرة اثنتان ، وتعتبر مختزلة من الفلقات العديدة المميزة للنباتات عاريات البذور ، ونادرًا ما تكون الفلقات واحدة أو ثلاث أو أربع ، أو لاتتكشف أجزاء الجنين كما فى بعض النباتات المتطفلة.

وتبعًا لنظام تقسيم رندل Rendle ، الذى يقوم أساسًا على نظام تقسيم إنجلر Engler تصنف النباتات ذوات الفلقتين إلى ثلاث مجموعات رئيسية بناء على خصائص التويج :

(أ) مجموعة رتب سائبة البتلات Polypetalae, Choripetalae, Dialypetalae

(ب) مجموعة رتب ملتحمة البتلات Gamopetalae, Sympetalae

(جـ) مجموعة رتب عديمة البتلات Apetalae, Monochlamydae

إلا أن نظم التقسيم الحديثة رتبت فصائل ذوات الفلقتين فى صور تختلف عن ذلك ، وتعتمد على عديد من الصفات التى واكب اكتشافها التقدم العلمى فى العصر الحديث ، والتى تقوم أساسًا على أواصر القرابة والعلاقات التطورية بين النباتات .

طائفة نباتات ذوات الفلقة الواحدة : Class Lilopsida

تتميز نباتات هذه الطائفة بالصفات التالية :

(١) نباتات هذه الطائفة عشبية، ونادرًا ما تكون خشبية من متسلقات وشجيرات وأشجار مثل الفصيلة الزنبقية Liliaceae والنخيلية Arecaceae .

(٢) لا تتفرع الساق فوق سطح الأرض إلا فيما ندر مثل الدوم *Hyphaene thebiaca* .

(٣) تكثر السوق الأرضية كالريزومات والأبصال والدرنات والكورمات فى أغلب نباتاته.

(٤) الأوراق ذات تعريق متوازٍ قد يكون طوليًا أو عرضيًا ، وحافة الورقة دائمًا كاملة. وغالبًا ما تكون قاعدة الأوراق غمدية، النصل أسطوانى دون عنق، وأحيانًا تكون الورقة معنقة .

(٥) عادة ما يتكشف النصل من بداءة الورقة عند نقطة تقع خلف قمتها ، وتستمر فى النضج إلى جهة القاعدة، ولا تنشط قمة بداءة الورقة أو قد تعطى نقطة طرفية أو زائدة صغيرة على النصل .

(٦) لا يتكشف بهذه النباتات نمو ثانوى نموذجى ، وإن أعطت أحيانًا نوعًا خاصًا من النمو الثانوى يؤدى إلى تكون حزم وعائية كاملة داخل النسيج الأساسى للساق .

(٧) الحزم الوعائية بالساق جانبية مقفولة (أى تفتقر إلى الكامبيوم) عادة مبعثرة داخل النسيج الأساسى على شكل عمود وعائى غير منتظم Atactostele ، وقد توجد الحزم الوعائية فى حلقتين أو أكثر، وغالبًا ما تقتصر الأوعية على الجذور أو قد تغيب كلية، وأحيانًا ما توجد أيضًا بالمجموع الخضرى، أو فى الساق فقط وتغيب فى الأوراق .

(٨) عادة ما تكون الأوعية بالجذر ذات تثقب بسيط بدلاً من التثقب السلمى Scalariform perforations كما بالمجموع الخضرى .

(٩) البلاستيدات بالأنابيب الغربالية بها مكونات بروتينية وتدية الشكل .

(١٠) المجموع الجذرى للنبات عرضى، والجذور غالبًا ليفية ، وتحل محل الجذر الوتدى الذى يتكون عند الإنبات ، ويقتصر تكشف الشعيرات الجذرية على خلايا معينة متخصصة من البشرة.

(١١) نادرًا ما تحمل النباتات مواد تانينية، وقد تنتج أحيانًا أنثوسيانينات أولية Proanthocyanins لكنها لا تنتج حامض الإلاجيك Ellagic acid ، وإذا ما كانت للنباتات خاصية إنتاج السيانينات Cyanogenesis فإنها تقوم على التيروسين Tyrosine .

(١٢) الزهرة ثلاثية التركيب أو مضاعفات ثلاثة ، ونادرًا ما تكون رباعية أو ثنائية (وغالبًا ما تكون الكرابل أقل من ثلاث) ، ولا تكون خماسية مطلقًا (فيما عدا الأسدية ببعض نباتات رتبة الزنجبرية Zingiberales) ، والتوجيه الزهرى ثنائى ؛ حيث توجد ورقتان زهريتان خلفيتان والثالثة أمامية .

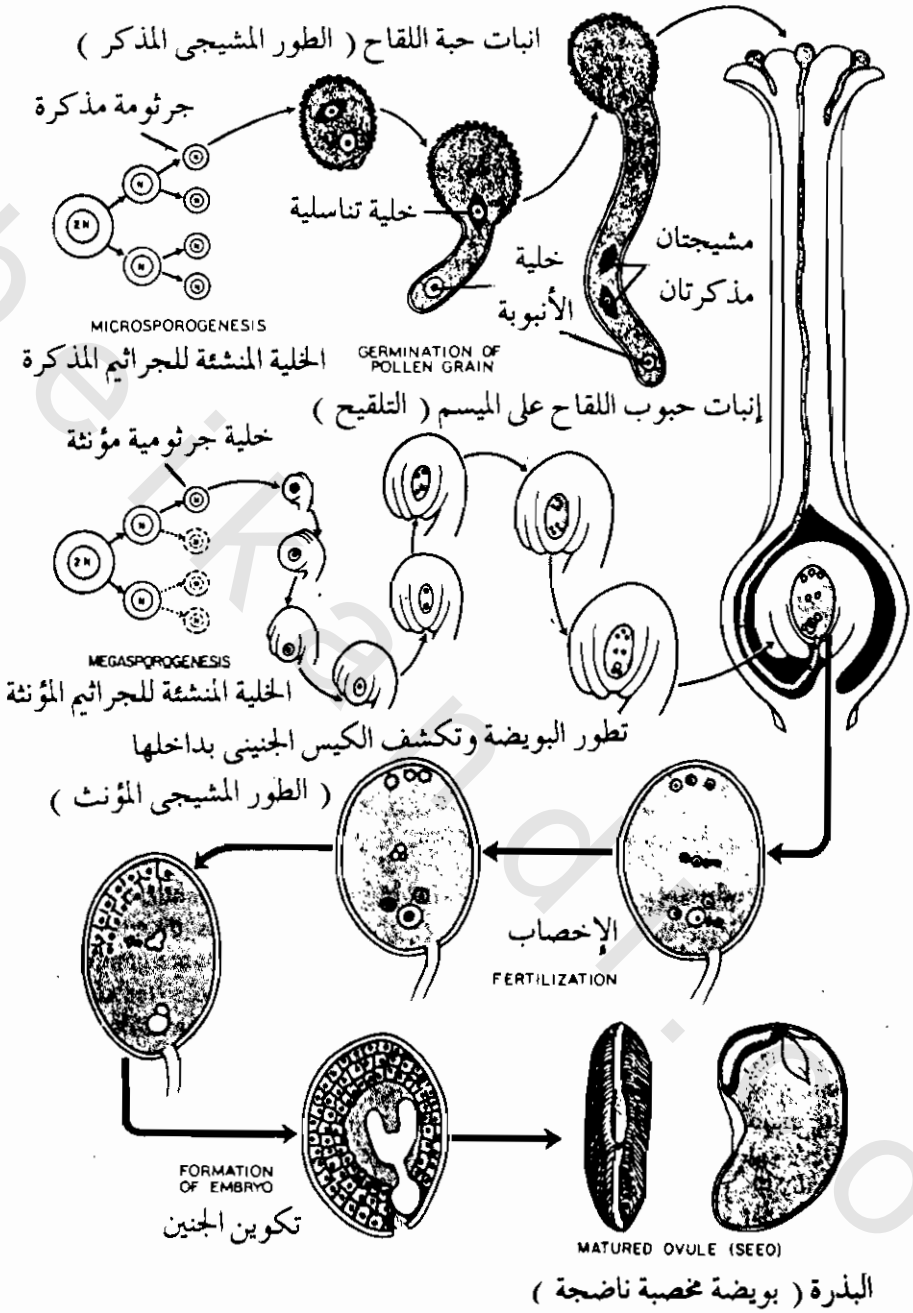
(١٣) حبوب اللقاح وحيدة الأخدود Monocolpate أو مشتقاتها ونادرًا جدًا ما تكون ثلاثية الأخدود Tricolpate .

(١٤) الجنين ذو فلقة واحدة تبدو طرفية والريشة جانبية لتحور الجنين، والفلقات لا تكون اثنتين على الإطلاق، ونادرًا ما يكون الجنين غير متميز الأجزاء .

(١٥) البذرة غالبًا اندوسبرمية .

دورة حياة نبات زهرى : Life history of an angiosperm

يتكشف داخل المبيض بالنباتات الزهرية المختلفة ما بين بويضة واحدة إلى عدة ألاف من البويضات، وغالبًا ما تكون هذه البويضات أصغر حجمًا من تلك بعاريات البذور ، كما يحميها غلافان وليس غلافًا واحدًا. والنيوسبلة داخل الأغلفة صغيرة كذلك ، وغالبًا ما تتركب من خلايا قليلة، عند تكشف البويضة يظهر داخل النيوسبلة الخلية المنشئة للجراثيم المؤنثة (شكل ١٣-٧٢) Megaspore mother cell ، وهى خلية كبيرة متميزة لا تلبث أن تنقسم ميوزيًا لتكون أربع خلايا جرثومية مؤنثة فى صف طولى، تضمر ثلاث خلايا منها فى الحالة النموذجية ، وتكبر الخلية الرابعة بشكل ملحوظ ، والتى تمثل الجرثومة المؤنثة النشطة .



شكل (١٣-٧٢) : مراحل تكوين الجراثيم المذكرة والمؤنثة ، والتلقيح ، والإخصاب ، وإنتاج البذرة بالنباتات الزهرية . (عن تايلور ووبر Taylor & Weber ١٩٦٧) .

يتم التطور التالى للطور المشيجى المؤنث داخليًا Endosporic ، ويعرف الطور المشيجى المؤنث بالكيس الجنينى Embryo sac ، وهو مختزل للغاية ، ويتكون عادة من ثمانى نوايات موزعة داخل سبع خلايا، تتكشف بيضة Egg قريبًا من نقير البويضة ، وتتكشف خليتان مساعدتان Synergids على جانبيها ، لا تعرف وظيفتيهما على وجه التحديد ، ويعتقد أنهما تمثلان أرشيجونة مختزلة، وتوجد بمنتصف الكيس الجنينى نواتان قطبيتان ، تشاركان فى تكوين نسيج غذائى متخصص لإمداد الجنين النامى بالغذاء، ويتكشف عند طرف الكيس الجنينى البعيد عن النقير ثلاث خلايا سمتية Antipodal cells ، دورها غير معلوم على وجه الدقة . ومن المرجح أنها تمثل الخلايا الخضرية الوحيدة للطور المشيجى المؤنث المختزل، ومن ذلك يتضح أن الطور المشيجى المؤنث يمثل ذروة التطور بين النباتات الراقية نحو اختزال جيل الطور المشيجى .

فى الوقت نفسه تتكون جراثيم مذكرة Microspores داخل المتك بالسداة ؛ حيث يتكشف عديد من الخلايا المنشئة للجراثيم المذكرة (شكل ١٣-٧٢) داخل المتك ، وينقسم كل منها ميوزيا ليعطى أربع جراثيم مذكرة غالبًا ما تكون كروية الشكل، وتنفصل الجراثيم المذكرة عند نضجها لتعطى حبوب اللقاح ، ومع ذلك تنتج بعض النباتات الزهرية كتلاً كبيرة من حبوب اللقاح الملتحمة معًا ، والتى تتخصص حشرات معينة فى القيام بنقلها عند التلقيح. تحتوى حبوب اللقاح على أكثر الأطوار المشيجية المذكرة اختزالاً بين النباتات الوعائية؛ حيث يتركب الطور المشيجى المذكر من خليتين فقط إحداهما الخلية التناسلية Generative cell والأخرى خلية الأنبوبة Tube cell .

تنطلق حبوب اللقاح عند نضجها من المتك ؛ لتستقر على ميسم الزهرة نفسها ، أو زهرة أخرى (شكل ١٣-٧٢) . وقد يتجمع على الميسم حبوب لقاح عديد من الأنواع المختلفة من النباتات ، إلا أن الخصائص الفسيولوجية لخلايا الميسم والقلم غالبًا ما تعيق إنبات حبوب لقاح الأنواع النباتية الأخرى . وعلى العكس من ذلك فإن حبوب لقاح النوع نفسه ، لا تلبث أن تنبت وتنمو سريعًا، ينتج عن إنبات حبة اللقاح أنبوبة لقاحية تنمو خلال الميسم فالقلم حتى تصل إلى الكيس الجنينى، وعند نمو الأنبوبة اللقاحية، تنقسم الخلية التناسلية لتعطى مشيجتين مذكرتين غير متحركتين، تخترق قمة الأنبوبة اللقاحية الكيس الجنينى ، وتتحرر المشيجتان المذكرتان وتمران فى طريقهما بإحدى الخليتين المساعدتين ، ثم تنتقل لتخصب إحداهما البيضة وتعطى الزيجوت ، بينما تتحد الأخرى بالنواتين القطبيتين،

وتعطى نـواة ثلاثية (٣ ن) 3 N nucleus تنقسم سـريعًا ، وينتج عنها نسـيج الإندوسبرم Endosperm ، الذى يقوم بتغذية الجنين النامى وإمداده بالغذاء اللازم له .

تعرف عملية اتحاد إحدى المشيجتين المذكرتين بالبيضة Syngamy ، والأخرى بالنواتين القطبيتين Triple fusion بالإخصاب المزدوج Double fertilization ، ولعل هذه العملية إحدى الخصائص الـرئيسية للنبـاتات الزهرية ؛ حيث إنهـا قاصرة على هذه المجـموعة من النباتات فقـط، وهذا له أهمية خاصة ؛ حيث يـعطى عديد من المجموعات النـباتية الأخرى المعروفة من السجل الحـفرى تراكيب ، تماثل إلى حد ما مبيض النـباتات الزهرية ، كما لا تنتج بعض النبـاتات الزهرية المعاصرة بويضات مغطاة علـى الإطلاق ، ومع ذلك لم يتضح الإخصاب المزدوج بـأى من النباتات الحفريـة ، بينما تظهـر كل النباتات الزهريـة المعاصرة خاصية الإخصاب المزدوج بغض النظر عن تركيب المبيض بها .

ومما هو جديـر بالذكر أن تطور النـبات المشيجى المؤنـث بصفة خاصة وكذلـك النبات المشيجى المذكـر والإخصاب يتباينون تبعًا لـلنوع ، وقد يختلف ذلك تمامًا عـما سبق ذكره، عـلى سبيل المثال قد يكون الإندوسبرم ٥ ن أو ٧ ن ، وقـد يتفاوت الكيس الجنينى ما بين ٤ نوايات إلى ١٦ نواة باختلاف الأنواع .

ينمو الجنين داخل الكيس الجنينى معتـمدًا فى غذائه على الإندوسبرم ، وقد تنتج بعض النباتات الزهـرية بذورًا ناضجة خالية من الإنـدوسبرم ، ويشغلها تمامًا جنـين كبير الحجم، بينما تُنتج أنواع أخرى بـذورًا بها إندوسبرم كبير وجنين صغير نسبـيًا، وإلى حد ما يختلف إنبات هذيـن النوعين من البذور ، عـلى الرغم من كون النسـيج المغذى فى المرحلـة المبكرة بكلتا الحالتين هو الإندوسبرم .

يواكب تحول البويضات عند النضج إلى بذور تـطور المبيض إلى ثمرة، وبالتالى تحتوى الثمرة الـناضجة ما بين بذرة إلـى عديد من البذور ، وبطـبيعة الحال . . فإن وظيـفة البذرة الإنبات والنمو لحفظ الـنوع من الانقراض ، وهى كذلك وظيفة الثمرة، بـعض الثمار كبيرة ولحمية وتجـذب الحيوانات التى ، تتـغذى عليها ، ثم تلـفظ البذور بعيدًا عـن النبات الأم، وبعض الثـمار الأخرى شوكية أو خـطـافية ، يسهـل لـها أن تتعلق بفراء حـيوان أو ثياب إنسان ، وبالتـالى تتسع دائرة انتشـارها ويتحور البعض الآخـر بشكل يعمل علـى انتشارها بالرياح . . تتميز بعض نباتات الأعلاف مثل :

الدحريج ..... *Vicia sativa* subsp. *amphicarpa*

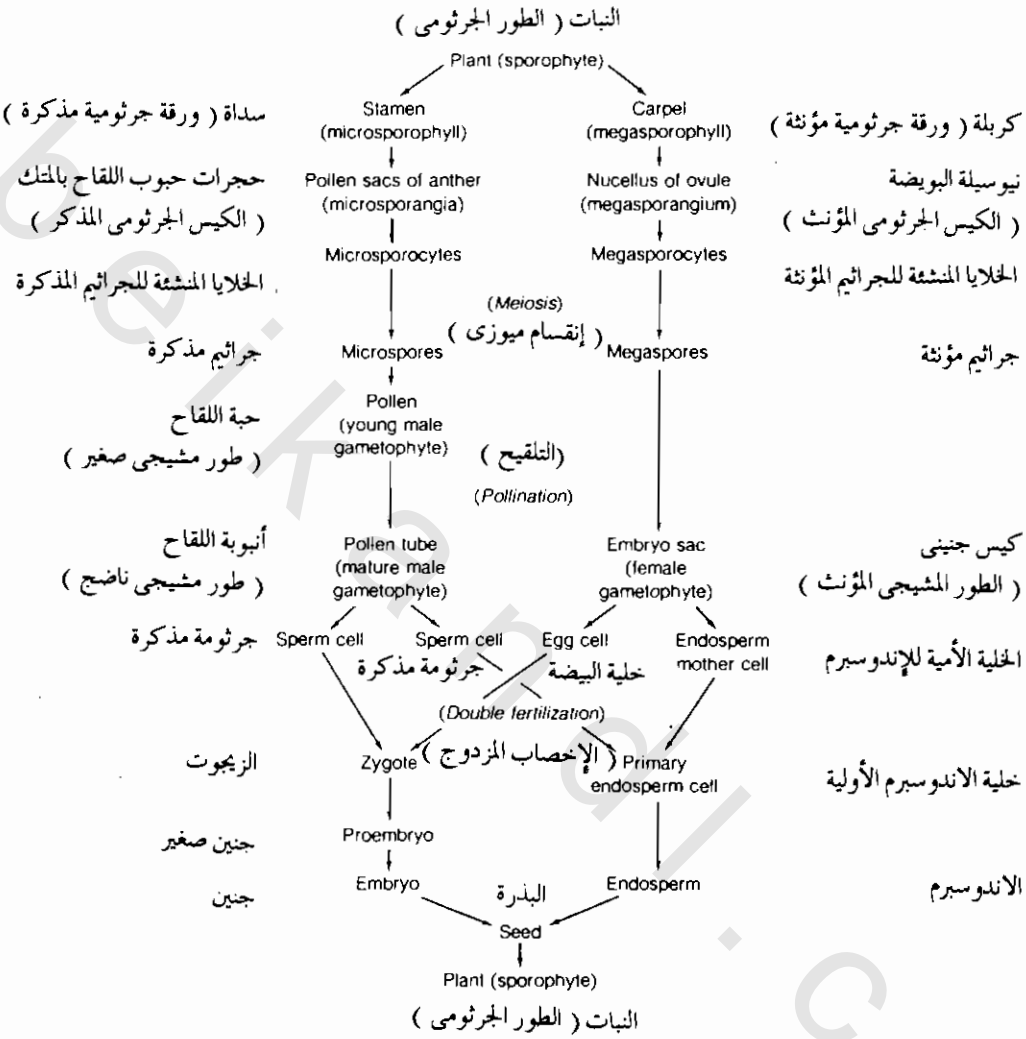
البسلة ..... *Pisum fulvum* subsp *amphicarpum*

الجلبان ..... *Lathyrus ciliolatus*

بظاهرة الاثمار المزدوج Amphicarpy حيث تكوِّن هذه النباتات أكثر من نصف ثمارها تحت سطح التربة ، وبذلك تتمكن من مقاومة الرعى الجائر ، وأكثر من ذلك فإن وجود البذور تحت سطح التربة يكون بمثابة بنك بذور Seed bank يحافظ على نصف البذور على الأقل من الانقراض نتيجة للرعى ، وهذه النباتات تكون عادة مقاومة للجفاف .

يتضح من ذلك أن الثمرة ذات وظيفة مزدوجة ؛ حيث تقوم أولاً بحماية البويضات حتى تنضج مكونة البذور ، وتعمل ثانيا على انتشار البذور التامة النضج .

ويمكن إيجاز دورة الحياة بالنباتات الزهرية تخطيطيًا ، كما هو موضح فى شكل (١٣-٧٣)



شكل (١٣-٧٣) : مخطط يوضح دورة حياة نبات زهرى .

(عن روست وآخرين Rost *et al.* ١٩٧٩).

أسئلة للنقاش

- ما الصفات العامة للنباتات البذرية ؟
- كيف تصنف عاريات البذور ؟
- وضح مستعينًا بالرسم تركيب ساق نبات الصنوبر .
- وضح مستعينًا بالرسم تركيب ورقة نبات الصنوبر .
- اشرح مع الرسم خطوات تكوين النبات المشيجى المذكر فى نبات الصنوبر .
- قارن مع الرسم بين المخروط المذكر والمخروط المؤنث بنبات الصنوبر .
- اذكر بإيجاز المراحل المختلفة للتلقيح والإخصاب فى نبات الصنوبر .
- اشرح مع الرسم دورة حياة نبات الصنوبر .
- اذكر بإيجاز الصفات العامة للنباتات الزهرية .
- مم تتركب الزهرة النموذجية ؟
- اذكر الصفات العامة التى تتميز بها نباتات ذوات الفلقتين .
- اذكر الصفات العامة التى تتميز بها نباتات ذوات الفلقة الواحدة .
- تتبع بإيجاز المراحل المتعاقبة فى دورة حياة نبات زهرى .
- اشرح مع الرسم المراحل المتتالية لتكوين الكيس الجنينى بالنباتات الزهرية .
- اشرح مع الرسم خطوات تكوين حبوب اللقاح بالنباتات الزهرية وإنباتها .
- وضح مع الرسم حدوث عملية التلقيح والإخصاب بالنباتات الزهرية .

obeikandl.com