تصنيف الزمر النباتية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

منشورات جامعة دمشق
كلية العلوم

تصنيف الزمر النباتية

(الجزء النظري)

الدكتور
غسان عياش
أستاذ في قسم علم الحياة النباتية

الدكتور
بسام الأعرج
أستاذ مساعد في قسم علم الحياة النباتية

جامعة دمشق


وقل رب زدني علما
Damascus University

الفهرس

الموضوع	الصفحة
الباب الأول	١٧
الفصل الأول	١٩
1-1 الطحالب Algae	١٩
1-1-1 شعبة المشطورات (الدياتومات)	٢٠
1-1-2 شعبة الطحالب النارية	٢٢
1-1-3شعبة الطحالب الذهبية	٢٣
1-1-4 شعبة الطحالب السمراء	٢٦
1-1-5 شعبة الطحالب الحمراء	٢٨
1-1-6 شعبة الطحالب الخضراء	٢٩
الفصل الثاني	٣٧
1-2 الفطريات Fungi	٣٧
1-1-2 شعبة الفطريات المخاطية	٣٧
2-1-2 شعبة الفطريات البدائية	٣٨
3-1-2 شعبة الفطريات الابتدائية	٣٩
4-1-2 شعبة الفطريات الزقية	٤١
5-1-2 شعبة الفطريات الدعامية	٤٥
6-1-2 شعبة الفطريات الناقصة	٤٨
الفصل الثالث	٤٩
الأشن (الأشنات) Lichens	٤٩
الباب الثاني	٥٣

الفصل الرابع ٥٥
4-1 البريويات(النباتات البريوية) ٥٥
4-1-1 الميزات العامة للبريويات ٥٦
الفصل الخامس ٥٩
5-1 شعبة الكبديات (الحزازيات الكبدية) ٥٩
5-2 جنس الماركانتيا *Marchantia* ٦٠
5-3 جنس الريكيا *Riccia* ٧٢
الفصل السادس ٧٥
6-1 شعبة الأنتو سيرات (الحزازيات القرنية) ٧٥
6-2 جنس الأنتوسيروس *Anthoceros* ٧٥
الفصل السابع ٨٣
7-1 شعبة الحزازيات ٨٣
7-2 صف الحزازيات المستنقعية ٨٤
7-3 جنس السفاغنوم *Sphagnum* ٨٥
7-4 صف الحزازيات الصخرية ٩٠
7-5 جنس الأندريا *Andreae* ٩٠
7-6 صف الحزازيات الحقيقية ٩١
7-7المعايير التصنيفية للحزازيات الحقيقية ٩٢
7-8 جنس الفوناريا *Funaria* ٩٤
7-٩ جنس البوليتريكوم *Polytrichum* ١٠١
الباب الثالث ١١١
الفصل الثامن ١١٣
8-1 الميزات العامة للسرخسيات (التريديات) ١١٣
8-2 الأوعية الناقصة (القصيبات) ١١٥
8-3 تطور الأسطوانات المركزية ١١٦

الفصل التاسع ١١٩

9-1 شعبة النباتات البسيلوتية ١١٩

9-2 جنس البسيلوتوم *Psilotum* ١١٩

9-3 جنس التميزبتيرس *Tmesipteris* ١٢٤

الفصل العاشر ١٢٧

10-1 شعبة أرجل الذئب ١٢٧

10-2 صف أرجل الذئب ١٢٧

10-3 جنس ليكوبوديوم (رجل الذئب) *Lycopodium* ١٢٧

10-4 صف الإيزوتيس ١٣٥

10-5 رتبة السيلاجينيللال ١٣٥

10-6 جنس السيلاجينيللا *Selaginella* ١٣٥

10-7 رتبة الإيزوتال ١٤٥

10-8 جنس الإيزوتيس *Isoetes* ١٤٥

الفصل الحادي عشر ١٤٩

11-1 شعبة أذناب الخيل ١٤٩

11-2 جنس ذنب الخيل (إيكويسيتوم) *Equisetum* ١٤٩

الفصل الثاني عشر ١٥٧

12-1 شعبة السراخس ١٥٧

12-2 صف السراخس البدائية ١٥٧

12-3 صف الأفيوغللوسوم ١٥٩

12-4 جنس الأفيوغللوسوم *Ophioglossum* ١٥٩

12-5 صف الماراتيا ١٦٥

12-6 صف كثيرات الأرجل ١٦٧

12-7 رتبة الاوسموندال ١٦٩

12-8 رتبة شيتزيال ١٧٠

12-9 رتبة بتيريدال	١٧١
12-10 رتبة أسبيديال	١٧٢
12-11 جنس السرخس المذكر *Dryopteris filix mas*	١٧٣
12-12 جنس السرخس المؤنث *Athyrium filix mas*	١٨١
12-13 رتبة المارسيليال	١٨١
12-14 جنس المارسيليا *Marsilea*	١٨١
12-15 رتبة السلفينيال	١٨٧
الباب الرابع	١٩١
عريانات البذور(مفاهيم عامة)	١٩٣
تصنيف عريانات البذور	١٩٥
الفصل الثالث عشر	١٩٧
شعبة السيكاسيات	١٩٧
13-1 رتبة البذريات السرخسية	١٩٨
13-1-1 فصيلة ليجينودندراسي	١٩٩
13-1-2 فصيلة ميدولوزاسي	٢٠٢
13-2 رتبة كايتونيالس	٢٠٣
13-3 رتبة بنتيتالس	٢٠٤
13-4 رتبة سيكادالس	٢١٠
الفصل الرابع عشر	٢٢٩
شعبة الجينكوفيتا	٢٢٩
14-1 الجهاز الإعاشي في الجينكو	٢٣٠
14-2 الجهاز التكاثري	٢٣٣
الفصل الخامس عشر	٢٣٩
شعبة المخروطيات	٢٣٩
15-1 التنوع والانتشار	٢٣٩

2-15 التفرع في المخروطيات ٢٤٠
3-15 الجهاز الإعاشي والساق ٢٤١
4-15 أوراق المخروطيات ٢٤٥
5-15 الجهاز التكاثري ٢٤٧
6-15 تصنيف المخروطيات ٢٦٦
1-6-15 مجموعة الفصائل المستحاثية ٢٦٦
1-1-6-15 فصيلة ليباشياسي ٢٦٦
2-1-6-15 فصيلة فولتسياسي ٢٦٧
3-1-6-15 مجموعة رتب الأجناس غير المخروطية ٢٦٨
1-2-6-15 رتبة تاكسالس ٢٦٨
2-2-6-15 رتبة بودوكاربالس ٢٧٢
3-6-15 مجموعة رتب الأجناس حاملة المخاريط المؤنثة ٢٧٣
1-3-6-15 رتبة أروكاريالس ٢٧٣
2-3-6-15 رتبة كوبريسالس ٢٧٧
3-3-6-15 رتبة بينالس ٢٨٥
الفصل السادس عشر ٢٩٩
شعبة الغنيتات ٢٩٩
1-16 رتبة إفدرالس ٢٩٩
2-16 رتبة غنيتالس ٣٠٥
3-16 فلفتشيالس ٣١١
الباب الخامس ٣١٥
شعبة الماغنوليات (مغلفات البذور)
الفصل السابع عشر ٣١٧
١٧-١ تاريخ مغلفات البذور ٣١٧
١٧-٢ خصائص مغلفات البذور ٣٢٠

الفصل الثامن عشر	٣٣٣
تصنيف مغلفات البذور	٣٣٤
المراجع	٣٤٣
المصطلحات العلمية	٣٤٧
الأسماء العلمية	٣٥٧

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المقدمة

تبدو الحاجة ماسةً لجميع طلاب فرع الأحياء إلى معرفة مختلف أشكال الحياة النباتية المعاصرة والمستحاثية، لهذا تبرز أهمية التصنيف النباتي كأحد أبرز فروع علوم النبات في التعرف على الزمر النباتية الكبرى والمختلفة، وذلك بدراسة بعض من نماذج كل زمرة بحيث يسهل على الطالب الإلمام بصفات التشابه والاختلاف بين هذه المجموعات.

إن فكرة تصنيف النباتات ليست جديدة بل هي قديمة جداً قدم التاريخ ، ومنذ أن وطأ الإنسان الأرض كانت حاجته الأساسية هي الغذاء والمسكن والدواء، بعد ذلك تطورت هذه الفكرة، وخاصة في حقبتي الحضارتين اليونانية والعربية الإسلامية، وذلك بدراسة النباتات والاعتماد على طرق وأساليب علمية متطورة وقد وضعت لذلك قواعد وتسميات علمية عالمية أصبحت متداولة في جميع المراجع والأبحاث والدوريات العلمية.

ويجب علينا هنا أن لا نغفل دور العلماء العرب في هذا المجال ونخص بالذكر ابن سينا وابن البيطار حيث قاما مع غيرهما باستخدام النباتات بشكل كبير في مجالي الطب والصيدلة ، كما قام العلماء العرب بوضع أول معجم أو قاموس مبوب لبعض النباتات وخاصة الطبية منها. ويمكننا أن نلخص تطور علم التصنيف النباتي في ثلاث مراحل وهي:

المرحلة الأولى: دراسة النباتات مورفولوجياً وذلك اعتمادا على الوصف الخارجي للأعضاء الإعاشية والأعضاء التكاثرية.

المرحلة الثانية: دراسة النباتات تشريحياً أو نسيجياً وقد ساعد في ذلك تطور المجهر الضوئي في القرن السادس عشر.

المرحلة الثالثة: دراسة النباتات بالاعتماد على المعايير الصبغية والمورثية والكيميائية حيث قدم المجهر الإلكتروني، والذي اكتشف في الخمسينيات من القرن الماضي أدلة واضحة ومقنعة خدمت جميع فروع علوم النبات ومنها علم التصنيف النباتي.

لقد نشأت في القرنين الماضيين مدارس متخصصة في مجال التصنيف نذكر منها الروسية والألمانية والفرنسية والإنكليزية، وظهر فيما بعد مجموعة من المصنفين النباتيين العالميين نذكر منهم تيبو وهتشنسون وإنكلر وغيرهم الذين وضعوا تصانيف مختلفة للعالم النباتي بمختلف زمره وحسب المعايير التي استخدمها كل عالم.

تشير الدراسات البيولوجية إلى أن الجسم النباتي للزمر النباتية قد طرأ عليه تطور من المشرات البسيطة غير المتمايزة إلى أعضاء إعاشية ذات بنية تشريحية معقدة ، يضاف لذلك تطور نمط الحياة والمعيشة لهذه الزمر النباتية من الوسط الرطب المائي، مع تبدل في طرائق التكاثر الإعاشي و الجنسي.

يضم هذا الكتاب بين دفتيه العديد من أسماء النباتات المستحاثية المنقرضة وتهدف هذه الدراسة إلى توضيح مراحل نشوء وتطور الزمر النباتية المختلفة وصولاً إلى النباتات البذرية الزهرية الحالية المعاصرة، على الرغم من أن المعلومات المتوافرة عن النباتات المستحاثية قليلة نسبياً إلا أنها هامة وضرورية وتلقي الضوء وتفسر الكثير من النباتات الحية المعاصرة وخاصة فيما يتعلق بظهور ونشوء صفة البذور في النباتات الراقية.

لقد قمنا في هذا الكتاب بعرض صفات جميع الزمر النباتية المختلفة المعاصرة والمنقرضة وذلك من خلال دراسة شاملة لجنس أو أكثر كممثل لهذه الزمرة. وقد ترافق هذا مع عرض للأشكال التوضيحية والصور ما أمكن ذلك ولكي يسهل على الطالب فهم الموضوع قدر الإمكان، كما لم نغفل عن ذكر الصفات العامة والخصائص وعلاقات القرابة والتشابه والتصنيف لجميع الزمر النباتية ، كما قمنا بتبويب الكتاب حسب التصنيف العام لإعطاء صورة شاملة عن هذه النباتات المدروسة.

لقد اعتمدنا في كتابنا هذا على استخدام أحدث التصانيف العلمية المعتمدة للزمر النباتية في العالم حيث قسمنا الكتاب إلى خمس أبواب ضمت ١٧ فصلاً واعتمدت المراجع العلمية العربية والأجنبية ذات المصادر المختلفة وهي الإنجليزية والروسية والألمانية كما ذكرت مصطلحات الكتاب بالعربية وإلى جانبها اللاتينية ووضع فهرس للأسماء العلمية مترافقة بأرقام الصفحات الواردة فيها كما ضم الكتاب في نهايته أكثر

من ٥٥ صورة إيضاحية ملونة مأخوذة من مصادر مختلفة منها من الأبحاث الشخصية المنشورة ومنها من الإنترنت وإننا إذ نقدم حصيلة جهدنا هذا إلى طلابنا وزملائنا الأعزاء آملين أن يكون هذا الكتاب مرجعاً وكتاباً علمياً عربياً يستفاد منه ويعتمد عليه ويغني مكتبة القسم والكلية، شاكرين أي نقد يوجه إلى الكتاب من أجل تحسينه والوصول إلى الأفضل ونشكر الكثير من الزملاء على إعطائهم الملاحظات القيمة لإنجاز هذا الكتاب والله من وراء القصد.

دمشق بتاريخ ٢٠٠٨/٧/١٦ المؤلفان


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University



الشكل 1: مخطط يظهر صلات القربى بين الزمر النباتية المختلفة.


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الأول

النباتات الدنيا

الفصل الأول: الطحالب Algae

الفصل الثاني: الفطريات Fungi

الفصل الثالث: الأُشنات Lichens

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الأول

1-1 الطحالب Algae:

تعد الطحالب أحد أكبر الزمر النباتية من حيث العدد، وهي نباتات ذاتية التغذية Autotroph ويعيش معظمها حياة مائية أو شبه مائية حيث تنتشر في المياه المالحة والعذبة في البحار والبحيرات والأنهار والسواقي، إلا أن البعض الآخر يفضل الحياة على سطح التربة الرطبة. يتراوح حجم الطحالب مابين المجهري وحتى عدة أمتار مثلا: طحلب ماكروسيستس *Macrocystis*، وتحتوي على عدة أصبغة إضافة للكلوروفيل (اليخضور) Chlorophyll وهذه تلعب دوراً مهماً في تصنيفها والتمييز بين الشعب المختلفة التابعة لها.

تتصف الطحالب بتنوع كبير جداً في الشكل والاستقلاب أكبر مما هو عليه الحال في البريويات Bryophyta والتريديات Pteridophyta والبذريات Spermatophyta وتحتوي بعض الطحالب على اليخضور a والبعض الآخر على اليخضور b في حين تضم شعبتان من الطحالب على اليخضور a وb مجتمعين، كما أن بعض الطحالب تحتوي خلاياها إضافة إلى اليخضور أصبغة أخرى لا توجد في النباتات الراقية، وكغيرها من النباتات فإنها تحتاج إلى الأكسجين من أجل عملية التنفس كما أنها تطلقه نتيجة عملية التركيب الضوئي Photosynthesis وبالتالي فهي أقرب إلى النباتات الراقية حسب هذه الظاهرة منها للجراثيم اللاهوائية القادرة على التركيب الضوئي والتي يمكنها أن تقوم بعملية التنفس بمعزل عن وجود الهواء.

تعد معظم طحالب المحيطات كبيرة الحجم في حين أن الأرضية صغيرة ولذلك فإن الأنسجة الدعامية مثلاً السكلرنشيمية Sclerenchyma tissue غير موجودة في الطحالب، كما أن البيئة المائية التي تتواجد فيها الطحالب غير قادرة على تحريضها للقيام بتشكيل وتطوير نسج دعامية كأعضاء خاصة لامتصاص الماء مثل الجذور.

وتتميز جميع خلايا الطحالب بقدرتها على عملية التركيب الضوئي باستثناء الطحالب السمراء وبالتالي فإن الأنسجة الناقلة للمواد الغذائية لم تتطور إلا في بعض

الطحالب السمراء الضخمة وباختصار فإننا لا نلاحظ أي تطور لجذور أو سوق أو أوراق في هذه الزمرة من النباتات وجسمها عبارة عن مشرة Thallus فقط لذا تعد الطحالب جزءاً من النباتات المشرية.

يعتمد في تصنيف الطحالب إلى شعب مختلفة على نوع الأصبغة النباتية و المدخرات الغذائية والبنية الدقيقة للصانعات الخضراء ونمط السياط والتركيب الكيميائي للغلاف الخلوي.

ولقد قدمت التقنية الحديثة والأجهزة المتطورة وخاصة المجهر الإلكتروني خدمة جليلة ومعلومات هامة إضافية أدت إلى إعادة النظر في تصنيف الطحالب.

تقسم الطحالب إلى تسع شعب واحدة بدائية النوى وهي الطحالب الزرقاء Cyanobacteria وثمان شعب حقيقية النوى (وفق Jacop 1981) وهي:

- **المشطورات (الدياتومات Bacillariophycophyta (Diatoms**
- **النارية Pyrrophycophyta**
- **الذهبية Chrysophycophyta**
- **السمراء Phaeophycophyta**
- **الصفراء Xanthophycophyta**
- **الحمراء Rhodophycophyta**
- **الاوغلينية Euglenophycophyta**
- **الخضراء Chlorophycophyta**

1-1-1 شعبة المشطورات Bacillariophycophyta

تضم شعبة المشطورات بما يقارب 100000 نوع وهي واسعة الانتشار وخاصة في المياه الباردة حيث توجد في المياه السطحية من المحيطات في المناطق المعتدلة وفي البحيرات وعلى التربة الرطبة العارية وفي الطبقات السطحية من التربة، معظمها وحيدة خلية ويمكن أن تجتمع وتتحد مع بعضها البعض لتعطي تشكيلات خيطية Filaments وتعيش حياة حرة أحياناً وهي في معظمها ساكنة إلا أن القليل منها يظهر

الحركة على الرغم من أنها لا تملك سياطاً أو أعضاء مهدبة إعاشية وأحياناً تعلق على سطح الطحالب الأخرى أو على جذوع النباتات المائية. يتألف جدار الخلية من طبقة من السيليس محصورة بين غشائين رقيقين، تحوي المشطورات على اليخضور a و c بالإضافة إلى الكاروتينات α و β، وتعتبر قدرة هذه الطحالب على إستقلاب مادة السيلس وفرزه في جدار الخلية صفة مميزة مثال: الجنس *Arachnoidiscus*.

تقسم المشطورات إلى مجموعتين هما المشطورات لريشية والمشطورات المركزية (الشكل 1-1).



الشكل 1-1 : أشكال المشطورات Diatoms المركزية والريشية

2-1-1 شعبة الطحالب النارية Pyrrophycophyta

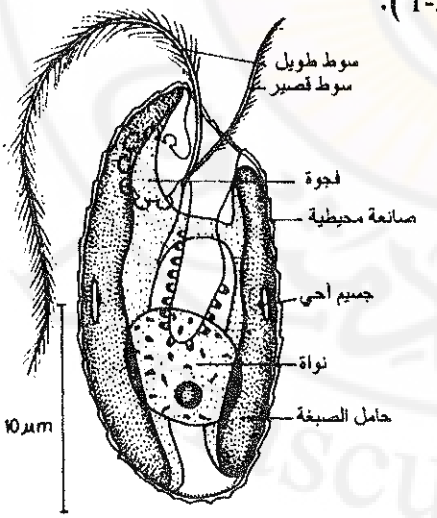
تتصف أفراد هذه الشعبة بأنها متجانسة من حيث شكلها وتكاثرها ونمط التعضي وطبيعة حياتها، وتكون معظم الأفراد وحيدة الخلية مزودة بسوطين للسباحة وتشكل هذا الشعبة مع شعبة المشطورات جزءاً هاماً من البلانكتون تحوي الخلايا فيها على صانعات خضراء يشكل اليخضور a و c إضافة إلى بتاكاروتين وأوكسي كاروتين اهم مكوناتها مما يعطيها لوناً بنياً مصفراً. إلا أنه نتيجة لوجود الفيكوبيلين في بعض أنواعها فإن لونها يميل إلى الإحمرار أو إلى الأحمر المزرق.

ولا يلاحظ أي وجود للنشاء في تركيبها ويستعاض عنه بالكريبتاميلون كما تحتوي الخلايا على كريات أو عضيات صغيرة تحت غلافه وهي الأجسام الكروية المخاطية وهي سكاكر متعددة، وتتلون هذه العضيات بالأحمر المعتدل وأزرق الكريزيل نواة الخلية كبيرة وتحتوي بداخلها على صبغيات طويلة ونامية.

تضم شعبة الطحالب النارية صفان وهما:

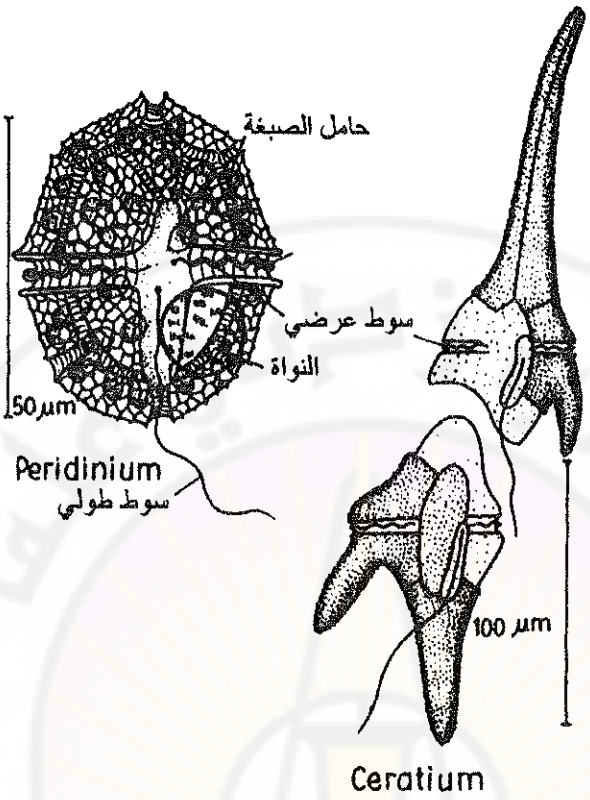
1- صف Chryptophyceae يتبع له 13 جنساً أهمها الجنس *Cryptomonas* (الشكل 2-1).

2- صف Dinophyceae ويضم أكثر من 75 % من الأجناس النارية ومن أهمها جنس *Peridinium* وجنس *Ceratium* (الشكل 3-1).



Cryptomonas

الشكل 2-1: طحلب الكريبتومونس



الشكل 3-1: طحلب سيراتيوم وطحلب بيريدينيوم

3-1-1 شعبة الطحالب الذهبية Chrysphycophyta

تشكل أفراد شعبة الطحالب الذهبية مجموعة كبيرة .تتصف باحتوائها على اليخضور a و c إضافة لصبغة الكزانتوفيل، وينعدم النشاء فيها ويستعاض عنه بالليكوزين Leucosine والكريزولامينارين واللامينارين، وتزود خلاياها السابحة بسياط وهي من طبيعة مختلفة.

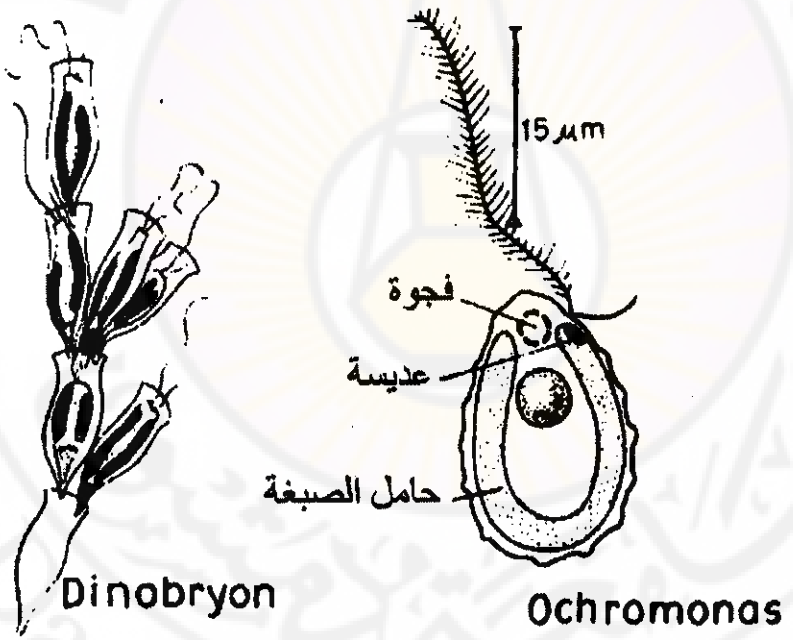
تضم شعبة الطحالب الذهبية عدداً كبيراً جداً من الأجناس والأنواع غير المتماثلة بالحجم حيث يبلغ حجم الاشكال الصغيرة منها 5 ميكرون كما نلاحظ فيها أشكالا مختلفة منها بسيطة ووحيدة الخلية ومروراً بالأشكال المتجمعة أو المتكتلة

وانتهاء بالأشكال المعقدة والمتطورة والتي تلاحظ عند بقية الطحالب. أما أماكن وجودها فإنها تنتشر في معظم البيئات (الأوساط) من التربة الرطبة إلى المياه العذبة أو المالحة وفي البحار والمحيطات حيث توجد في أعماق مختلفة.

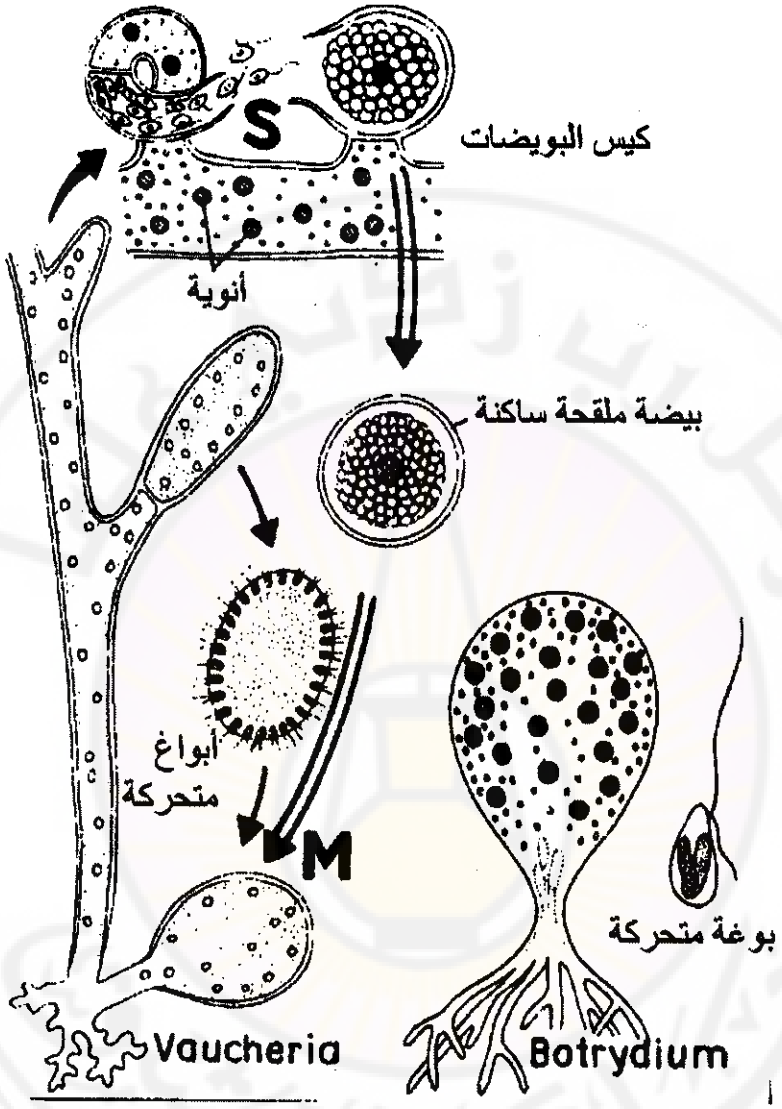
تضم هذه الشعبة صفان وهما:

1- **صف الطحالب الذهبية Chrysophyceae** ومن أشهر الأجناس التابعة له جنس *Ochromonas* و جنس *Dinobryon* (الشكل 4-1).

2- **صف الطحالب الصفراء المخضرة Xanthophyceae** حيث تنتشر أنواعه على التربة الرطبة وفي المناطق الموحلة والمستنقعات ونادراً المياه العذبة ومن أهم الأجناس التابعة له *Vaucheria* و *Botrydium* (الشكل 5-1).



الشكل 4-1: الطحالب الذهبية اوكروموناس و دينوبريون



الشكل 5-1: الطحالب الصفراء المخضرة فوشيريا و بوتريديوم

4-1-1 شعبة الطحالب السمراء (البنية) Phaeophycophyta

تعد هذه الشعبة من الطحالب المعروفة بشكل كبير بالطحالب البحرية حيث تنمو على الشواطئ الصخرية للبحار وتظهر للعيان بشكل واضح بعد حدوث التيارات البحرية وتنتشر بشكل خاص في المناطق المعتدلة.

نادراً ما نلاحظ أنواعاً من الطحالب السمراء ذات أحجام أصغر من 50 سم و الكثير منها يبلغ حجمه حوالي 10 متر ويوجد في البحار الباردة.

تحوي هذه الطحالب على اليخضور a و c والكاروتيين إضافة إلى الصبغة البنية الفوكوكسانتين Fucoxanthin وتخزن مائيات الفحم على شكل لامينارين Laminarin.

تفتقر الصانعات الخضراء في صفيحاتها للغرانا وتأخذ المدخرات النشوية شكل حبيبات تتوضع خارج الصانعة ضمن السيتوبلازما بشكل حر .كما تنعدم مراكز تجميع النشاء (البيرينوئيدات) Pyrenoids في الكثير من انواع الطحالب السمراء وتخزن الأبواغ الفتية بداخلها الزيت وتكون الأعراس الجنسية في كثير من الأنواع مهدبة.

تشكل الطحالب السمراء أكبر زمرة من الطحالب في البحار حيث تضم حوالي 240 جنساً و1500 نوعا تقريباً وتوجد بشكل كبير في المياه الباردة من البحارخاصة.

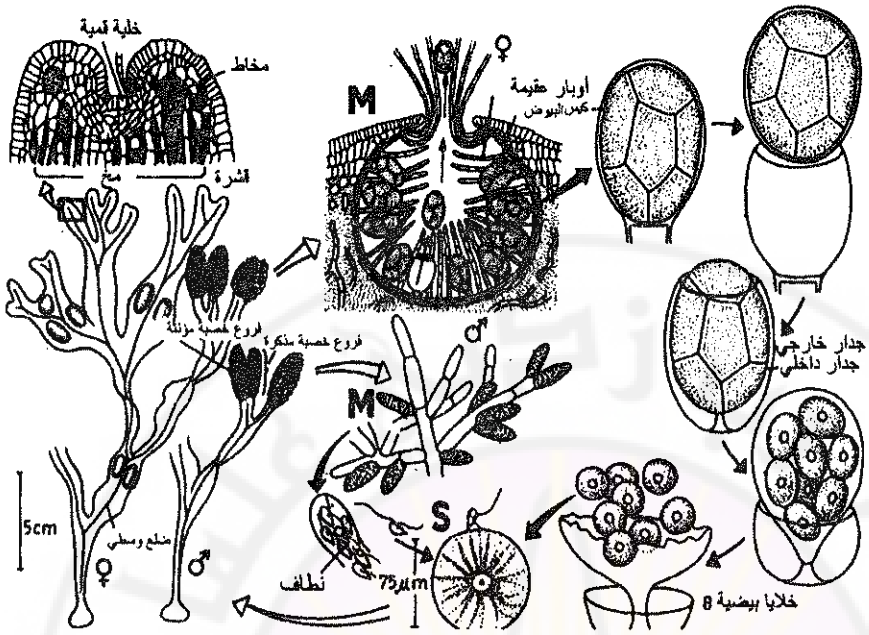
تقسم شعبة الطحالب السمراء إلى ثلاثة صفوف وهي:

1-صف Ectocarpaceae

2-صف Laminariaceae

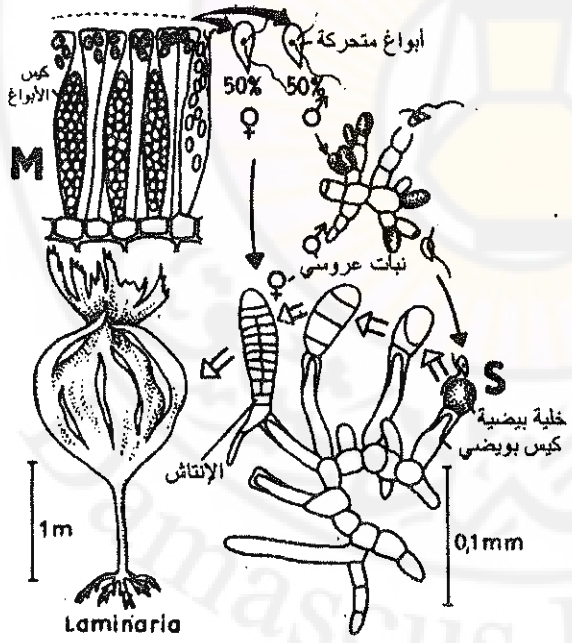
3-صف Fucaceae

من أشهر الأجناس التابعة لهذه الشعبة جنس الفوقوس *Fucus* حيث يبلغ طول مشراتها الشريطية حوالي 3 متر وتوجد على شواطىء المحيط الأطلسي (الشكل 6-1). وجنس لامينارية *Laminaria* (الشكل 7-1).



الشكل 6-1 : الطحالب السمراء

الفوقس *Fucus*



الشكل 7-1: الطحالب السمراء

لامينارية *Laminaria*

5-1-1 شعبة الطحالب الحمراء Rhodophycophyta

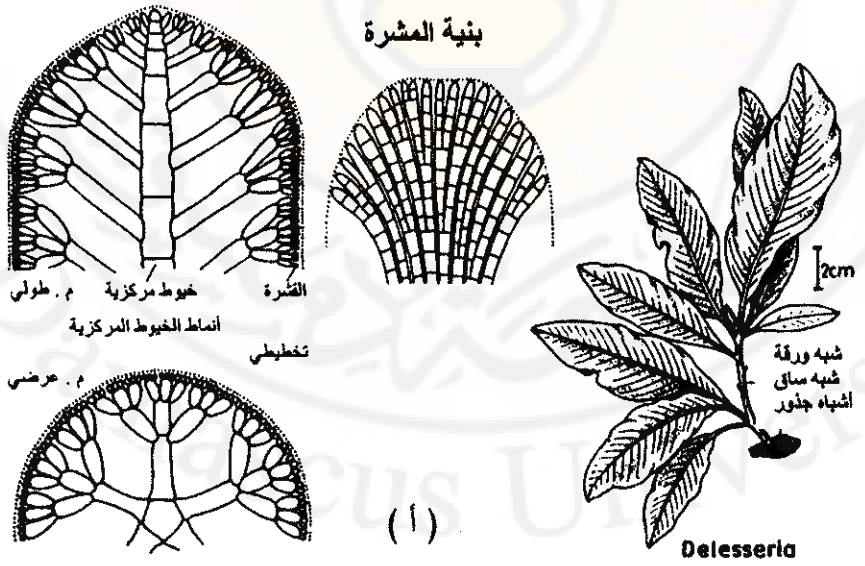
تحتل شعبة الطحالب الحمراء بأجناسها ال 500 وأنواعها ال 3800 ولأسباب مختلفة مركزاً مهماً ضمن زمرة الطحالب ، معظمها بحرية باستثناء بعض الأنواع التي تعيش في المياه العذبة ، وتنتشر بعض الأنواع على شواطئ المحيطات والبحار الدافئة كما يوجد بعضها في مثبتة في الأعماق.

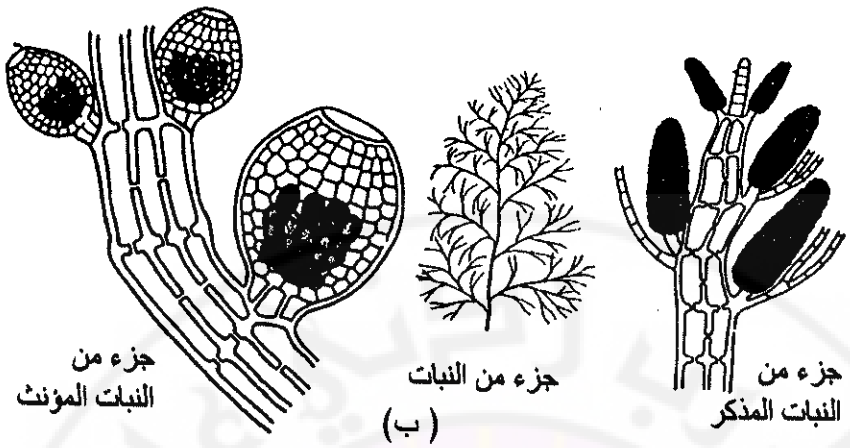
تتصف الطحالب الحمراء بتنوع كبير بأشكالها وأحجامها بدءاً من الأشكال وحيدة الخلية مثلاً *Porphyridium* مروراً بالأشكال الخيطية مثلاً *Polysiphonia* و الصفيحية المشرية مثلاً *Delesseria* (الشكل 8-1). وانتهاءً بالأشكال الريشية مثلاً *Porophyra* ، مشرتها تأخذ اللون الأحمر ونادراً اللون البنفسجي أو الأخضر المزرق. تحوي الطحالب الحمراء على اليخضور a والكاروتين والفيكوبيلينات المنحلة بالماء وتخزن مدخراتها الغذائية على شكل نشاء فلوريدي خارج الصانعة الخضراء حيث يتلون باللون الأحمر لدى معاملته باليود، وتفتقر هذه الطحالب إلى الخلايا المهدبة.

تقسم شعبة الطحالب الحمراء إلى صفين رئيسيين وهما:

1- صف Bangiophyceae

2- صف Florideophyceae





الشكل 8-1: الطحالب الحمراء (أ) ديليسيريا *Delesseria*
(ب) بولسيفونيا *Polysiphonia*

6-1-1 شعبة الطحالب الخضراء Chlorophycophyta

تشكل الطحالب الخضراء أكبر شعب الطحالب من حيث عددها وانتشارها وأشكالها وبنيتها وأنماط تكاثرها، وتوجد في جميع أشكال وتجمعات المياه العذبة من جداول ومستنقعات وأنهار وبرك.

كما يوجد ثلاث رتب تابعة لها تعيش في المياه المدارية، وتتصف أفراد هذه الشعبة باللون الأخضر الذي يعود لوجود اليخضور a ، b كما تحتوي على β كاروتين وباستطاعتها أن تدخر الغذاء على شكل نشاء حول البيرونوئيدات ولا يلاحظ أي وجود للسياط في بعض أجناسها، في حين أن بعضها الآخر تكون أعراسها مزودة بالسياط.

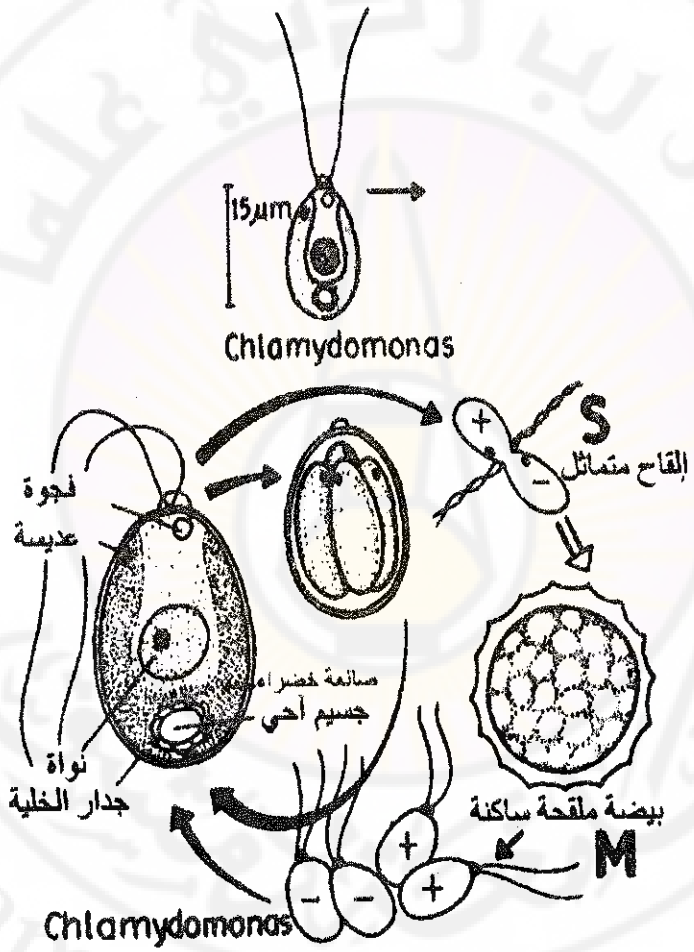
يمكننا أن نقسم شعبة الطحالب الخضراء حسب أشكال أفرادها الإعاشية إلى أربع مجموعات وهي:

1- **الطحالب مؤلفة من خلية واحدة متحركة بفضل السياط** مثل: كلاميدوموناس *Chlamydomonas* (الشكل9-1)، أو غير متحركة (ساكنة).

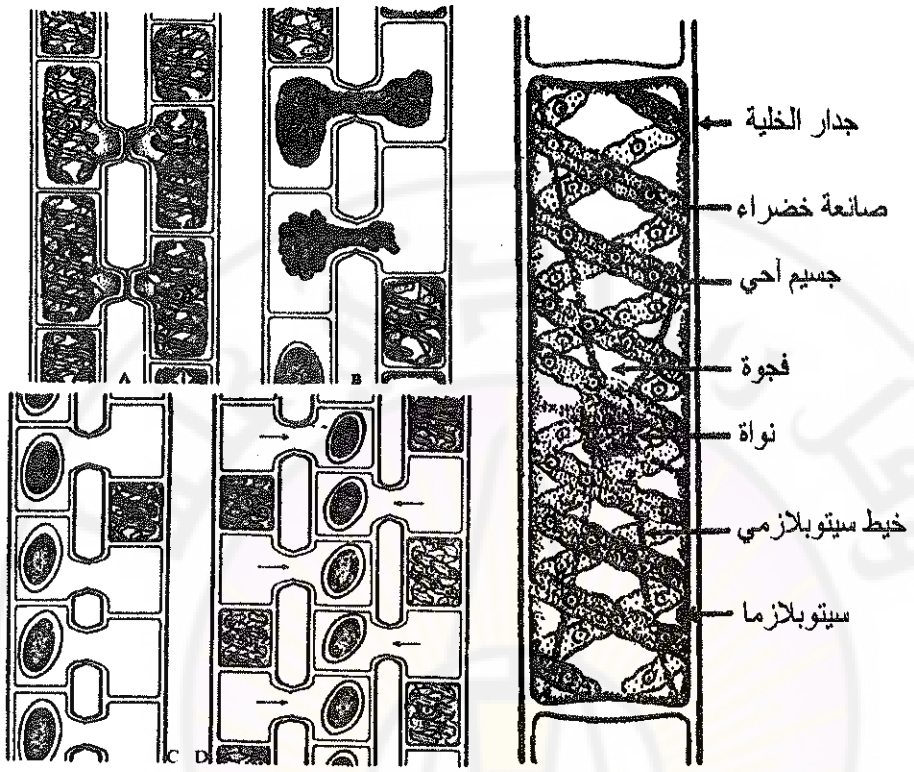
2- **طحالب خيطية Filment** بعضها متفرع وبعضها الآخر غير متفرع مثلاً السبيروجيرا *Spirogyra* والزيجنيما *Zygnema* (الشكلين 10-1 ،11-1).

3- **مستعمرات طحلبية algea** مثل: فولفوكس *Volvox* والباندورينا *Pandorina*، بعضها متحركة وبعضها الآخر ساكنة (الشكلين 12-1، 13-1).

4- **طحالب صفيحية** مثل خس *البحر Ulva* (الشكل 14-1).



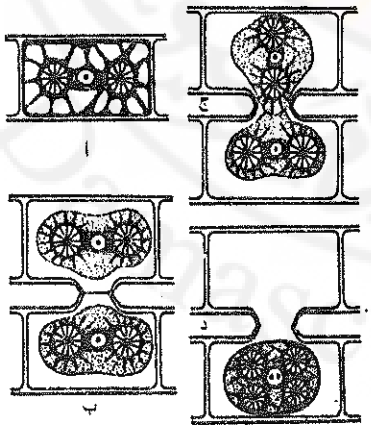
الشكل 9-1: الطحالب الخضراء الكلاميدوموناس *Chlamydomonas*



(أ) (ب)

الشكل 10-1: الطحالب الخضراء السبيروجيرا : (أ) بنية الخلية

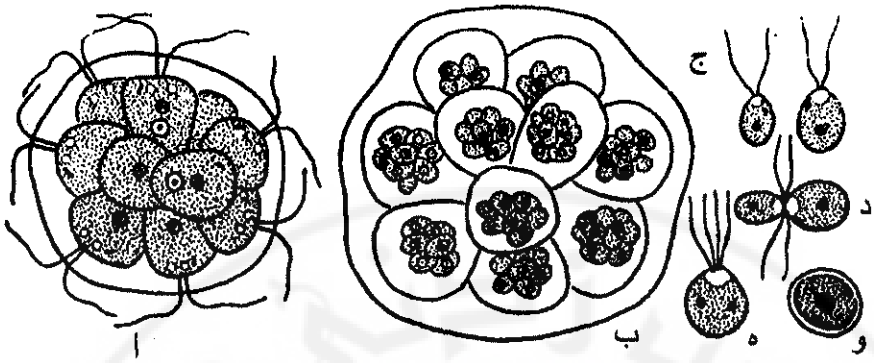
(ب) التزاوج السلمي



الشكل 11-1: الطحالب الخضراء الزيجنيما:

(أ) بنية الخلية

(ب ، ج ، د) التزاوج السلمي



الشكل 12-1: الطحالب الخضراء الباندورينا *Pandorina*

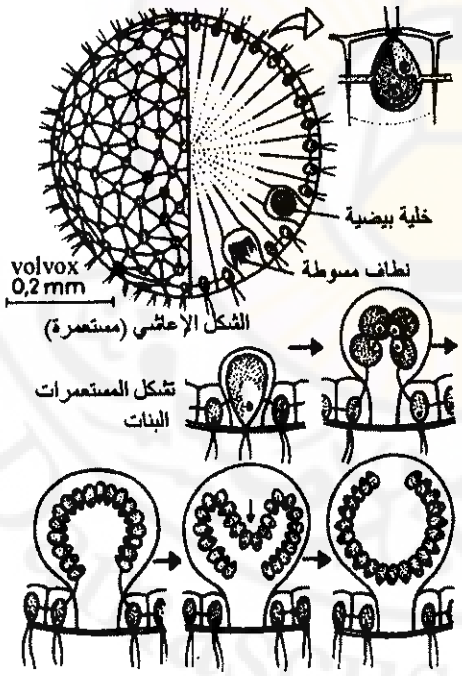
أ : مستعمرة (الشكل الإعاشي)

ب: مستعمرات صغيرة (البنات) التكاثر اللاجنسي

ج : أعراس غير متماثلة.

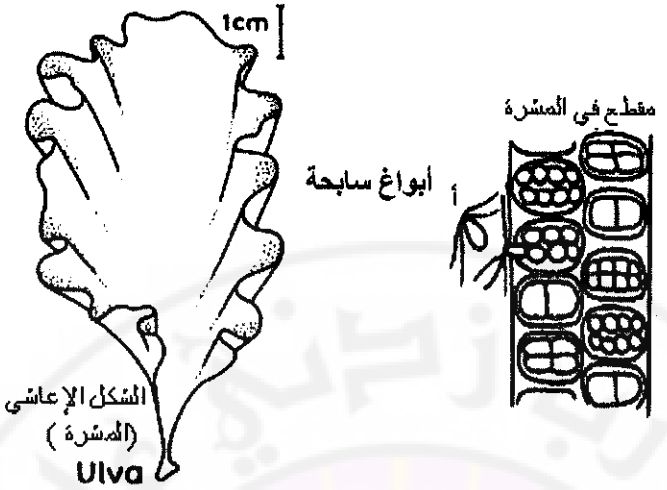
د – هـ: تزاوج غير متماثل.

و: بيضة ملقحة Zygote



الشكل 13-1: الطحالب الخضراء

الفولفوكس *Volvox*



الشكل 14-1: الطحالب الخضراء : خس البحر

تحوي الخلية الحقيقية النواة بداخلها على نواة واحدة أو أكثر وتخضع للانقسام الخلوي الخيطي Mitosis كما تحوي على الجسيمات الكوندرية (ميتاكوندريا) والريبية (الريبوزومات) والشبكة البلاسمية والصانعات الخضراء. ونلاحظ في أفراد شعبة الطحالب الخضراء تنوعاً كبيراً في الأهداب أو السياط وهذه تعد صفة هامة يعتمد عليها في تصنيف الطحالب، ويوجد في الطحالب الخضراء المتحركة منها والأفراد المؤلفة من خلية واحدة والأعراس والنطاف عديسة (عيناً) ضوئية أو سمة Stigma وتتصف الصانعات الخضراء في هذه الشعبة ، كما هو الحال في صانعات النباتات الراقية، بوجود الصفيحات Thylokoids مرتبة في الغرانا Grana كما توجد الجسيمات الأحية البيرينوئيدية (في الكثير من أنواع الطحالب) ولهذه الأخيرة علاقة وثيقة مع حبيبات النشاء، إذ تعد مراكز تجميع للنشاء حولها داخل الصانعة. تقسم شعبة الطحالب الخضراء إلى خمسة صفوف رئيسية هي:

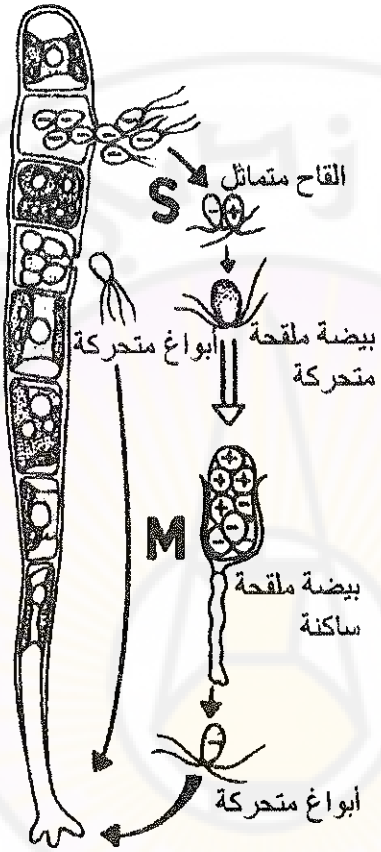
1- صف Volvoxophyceae.

2- صف Prasinophyceae.

3- صف Ulotichophyceae من أهم أجناسه *Ulothrix*. (الشكل15-1)

4- صف Bryopsidophyceae من أهم أجناسه *Acetabularia* و *Caulerpa* (الشكل 16-1).

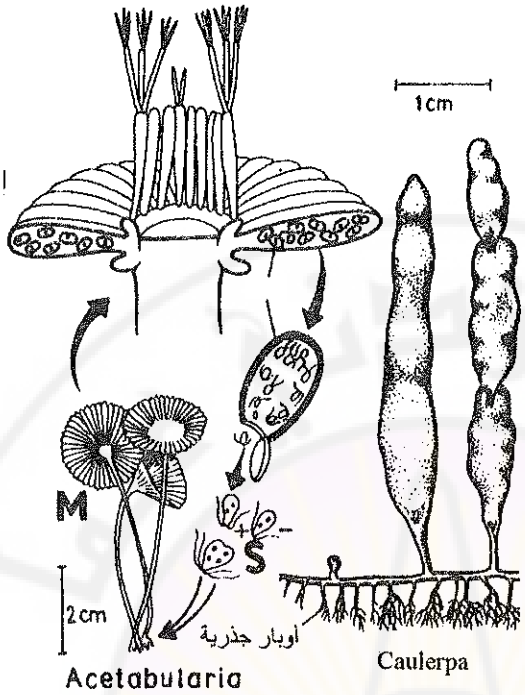
5- صف **Oedogoniophyceae** من أهم أجناسه *Oedogonium* . (الشكل17-1).



Ulothrix(تخطيطي)

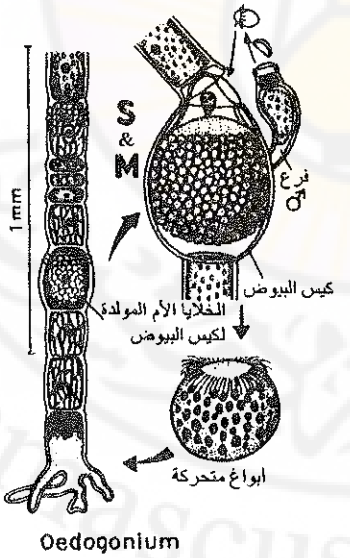
الشكل 15-1: الطحالب الخضراء

أولوتريكس



الشكل 16-1: الطحالب الخضراء

أسيتابولاريا و كوليربا



الشكل ١٧-١: الطحالب الخضراء

أويدوغونيوم


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثاني

1-2 الفطريات Mycota(=Fungi)

الفطريات أحد الزمر النباتية التابعة للمشريات وهي كائنات خالية من اليخضور وبالتالي فهي غير ذاتية التغذية (غيرية التغذية) يمكن أن نقسم الفطريات إلى زمرتين:

1- الفطريات المخاطية Myxomycota وهي فطريات بدائية

2- الفطريات الحقيقة Eumycota وهي أكثر تطوراً من الأولى.

وتضم خمس شعب رئيسية وهي:

1-شعبة الفطريات البدائية Archimycota

2- شعبة الفطريات الإبتدائية Phycomycota

3- شعبة الفطريات الزقية Ascomycota

4- شعبة الفطريات الدعامية Basidiomycota

5- شعبة الفطريات الناقصة Deuteromycota

1-1-2 شعبة الفطريات المخاطية Myxomycota

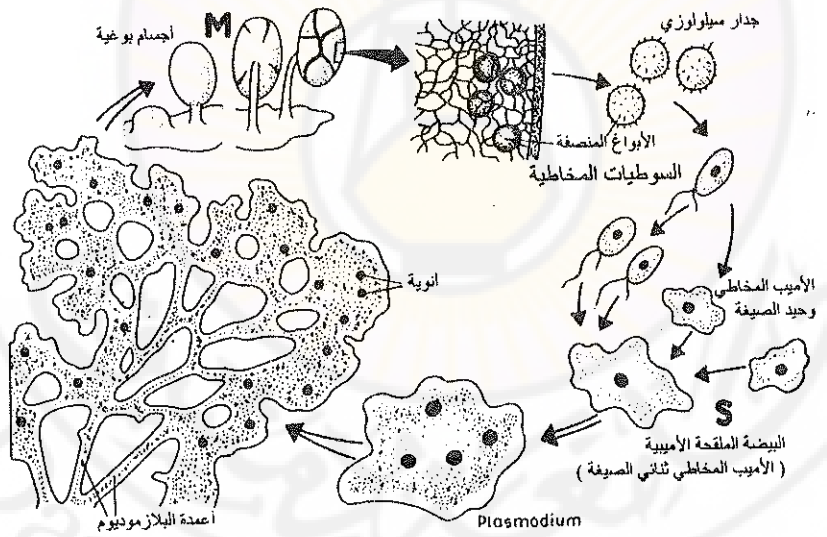
تشكل الأفراد التي تنتمي إلى هذه الزمرة أبسط الفطريات و أقلها رقياً والشكل الإعاشي في هذه المجموعة من الفطريات عبارة عن كتلة بروتووبلاسمية متعددة النوى أميبية الشكل تسمى بالبلاسموديوم Plasmodium (الشكل 1-2). ويتصف بأنه رمي التغذية أي يتغذى على بقايا الأخشاب والمخلفات العضوية ويتغذى بطريقة البلعمة.

ينشأ البلاسموديوم بفضل عملية اتحاد للأعراس الجنسية وفي مراحل لاحقة تتشكل أجساماً ثمرية تحوي بداخلها على عدد من الأبواغ Spores ثم يحصل إنتاش لهذه الأبواغ مشكلة أميبا مخاطي أو أبواغ سابحة Zoospores تتحد من جديد مشكلةً

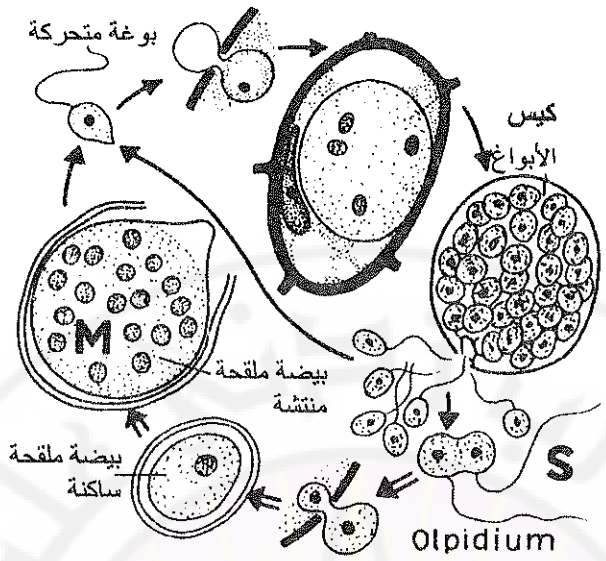
البلاسموديوم المخاطي، والبلاسموديوم خالٍ من النشاء ويدخر مواده الغذائية على شكل غليكوجين

2-1-2 شعبة الفطريات البدائية Archimycota

تتصف أفراد هذه المجموعة بأن معظمها مائية تعيش حياة متطفلة على بعض الطحالب والكائنات الحية الحيوانية الصغيرة أو رمية تعيش على المخلفات النباتية والحيوانية المائية الميتة كما أن هناك أنواعا منها توجد على التربة. وما يميز أفرادها وجود الأبواغ السابحة حيث تحمل سوطاً خلفياً بسيط البنية. ومن أشهر الأجناس التابعة للفطريات البدائية جنس *Olpidium viciae* التابع لرتبة Chytridiales يعيش حياةً متطفلة على النبات *Vicia* (الشكل 2-2).



الشكل 1-2: الفطريات المخاطية Myxomycota



الشكل 2-2: الفطريات البدائية Archimycota

2-1-3 شعبة الفطريات الإبتدائية Phycomycota

يتكون الشكل الإعاشي في أفراد هذه المجموعة من مشيجة أنبوبية الشكل وتقوم بوظائف النبات الحيوية كافة من امتصاص وهضم وتنفس وإفراز إلا أنها غير قادرة على عملية البناء الضوئي لانعدام اليخضور وتقوم الفطريات هذه بإفراز إنزيمات يمكنها أن تحلل الأجسام القاسية (الصلبة) إلى سكاكر قابلة للانحلال كالخشب مثلاً.

وتقسم الفطريات الابتدائية إلى صفين:

- صف الفطريات البيضية Oomycetes

تتصف الخيوط الفطرية في هذه المجموعة بأنها عديمة الحواجز، إلا أن هذه الحواجز قد تظهر في بعض الخيوط القديمة لبعض الأنواع، ويتم التكاثر اللاجنسي عند أفراد هذه المجموعة بوساطة أبواغ سابحة أما التكاثر الجنسي فيؤدي إلى تشكيل بوغة بيضية ملقحة Oospore.

من أهم الجناس التابعة للفطريات البيضية جنس سابرولينا *Saprolegnia* (الشكل2-3).

تعيش أنواع هذا الجنس حياة رمية في التربة والماء على كلٍ من النباتات والحيوانات الميتة إلا أن بعضها يكون متطفلاً على بعض الأسماك.

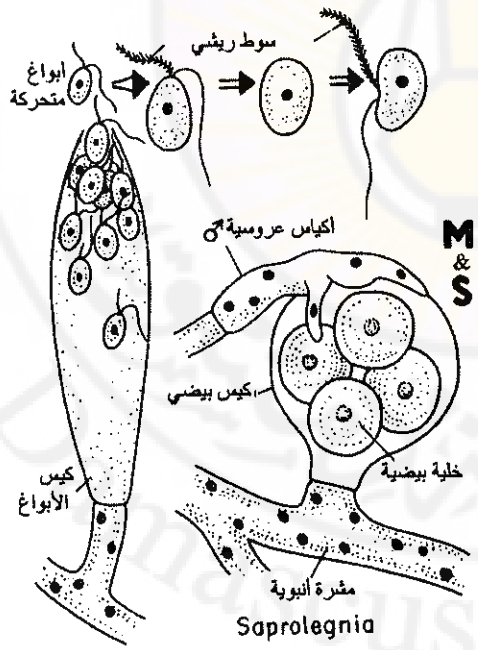
- صف الفطريات الازدواجية Zygomycetes

يتحقق التكاثر اللاجنسي في هذه المجموعة عن طريق تشكيل أبواغ غير سابحة، أما التكاثر الجنسي فيؤدي إلى تشكيل أبواغ ازدواجية ملقحة Zygospores ناتجة عن التزاوج بين الأعراس.

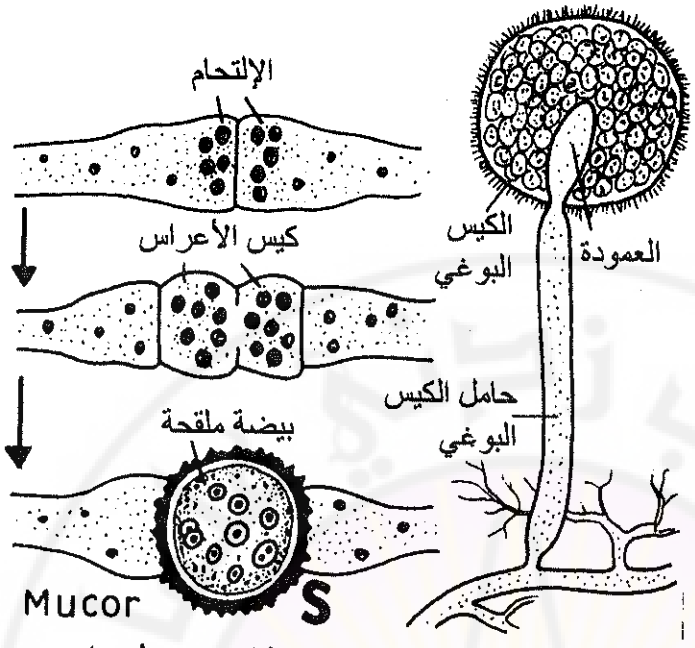
تتشكل في الفطريات الازدواجية أبواغ كونيدية Conidiospores، والخيوط الفطرية تكون عادةً عديمة الحواجز.

من أهم الأجناس التابعة للفطريات الازدواجية فطر الريزوبوس الأسود *Rhizopus nigricans* يسمى فطر العفن الأسود حيث يصيب الكثير من الأطعمة وهو عبارة عن مشيجة قطنية المظهر (الشكل 4-2).

وتجدر الإشارة إلى أن مشرات الفطر غير متجانسة يعني أن البوغة الازدواجية تنشأ من انصهار مشيجتين ناشئتين عن بوغتين إحداهما موجبة و الثانية سالبة.



الشكل 3-2: الفطريات البيضية Oomycetes السابرولينا



الشكل 4-2: الفطريات الازدواجية Zygomycetes (فطر العفن الأسود)

4-1-2 شعبة الفطريات الزقية Ascomycota

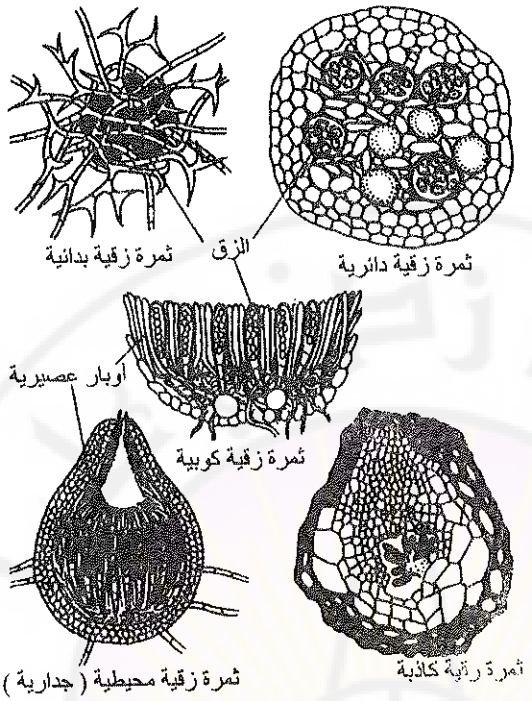
تضم هذه الشعبة من الفطريات أنواعاً لها أهميتها الاقتصادية الكبيرة مثلاً فطر الخميرة و فطر الجبنة ويستخرج من بعضها فيتامينات هامة جداً.

وسميت بهذا الاسم لأنه يحصل تشكيل مانسميه الزق Ascus، في أثناء التكاثر الجنسي يحوي بداخله أبواغاً زقية Ascospores وتجتمع الزقاقات في عضو نسميه الثمرة الزقـــية Ascocarpe وتتصف هذه الثمار بأشـكالها المخـتلفة وهي:

1- **ثمرة زقية مفتوحة الغلاف كوبية المظهر Apothecium** من الأجناس التابعة لها *Peziza*.

2- **ثمرة زقية محيطية الغلاف Perithecium** مثال فطر *Claviceps*.

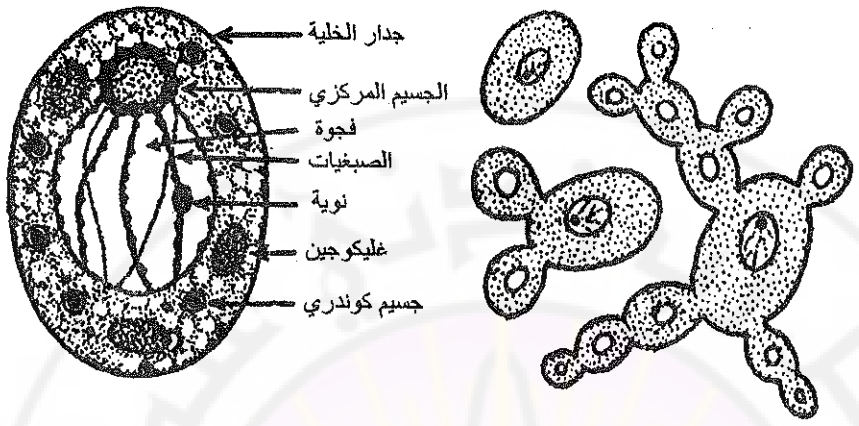
3- **ثمرة زقية مغلقة الغلاف (دائرية) Cleistothecium** كما هو الحال في فطر الكمأة وفطر *Aspergillus* (الشكل 5-2).



الشكل 5-2: أشكال الثمار الزقية .

المميزات العامة للفطريات الزقية:

- مشيجة الفطر مقسمة بحواجز إلى خلايا تشكل الخيوط الفطرية الإعاشية الرئيسية تحوي على نواة أحادية الصيغة الصبغية (1n)، في حين أن الخيوط التي تشكل الزق تحتوي على نواتين نصفيتين (n+n) في كل خلية.
- معظم الأنواع التي تنتمي إلى الفطريات الزقية تكون ممرضة للكثير من أشجار الفاكهة والحبوب.
- بعض الفطريات الزقية يعيش حياة رمية مثل فطر الخميرة.
- يعد فطر الخميرة أحد الفطريات الزقية البسيطة وحيدة الخلية.
- يتحقق التكاثر اللاجنسي بواسطة الأبواغ الكونيدية Conidiospors أو بالتبرعم كما هو الحال في فطر الخميرة (الشكل 6-2).



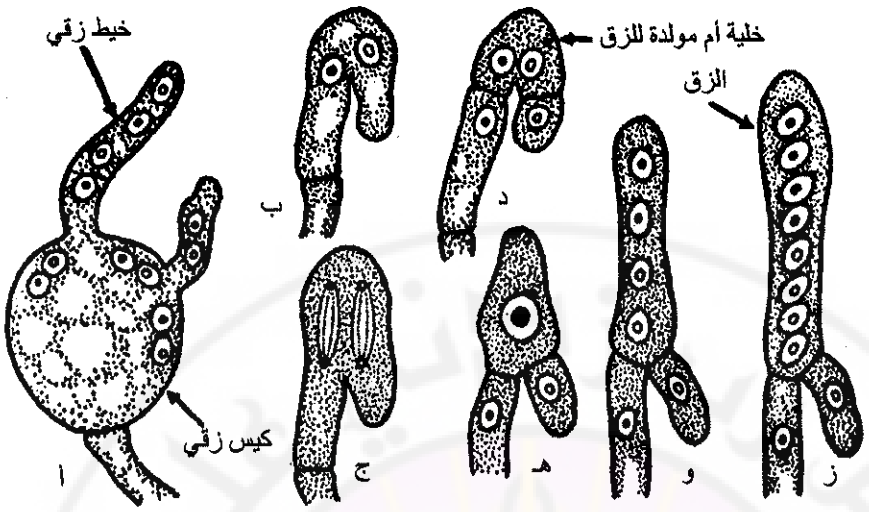
(أ) (ب)

الشكل 6-2: فطر الخميرة

أ: بنية الخلية

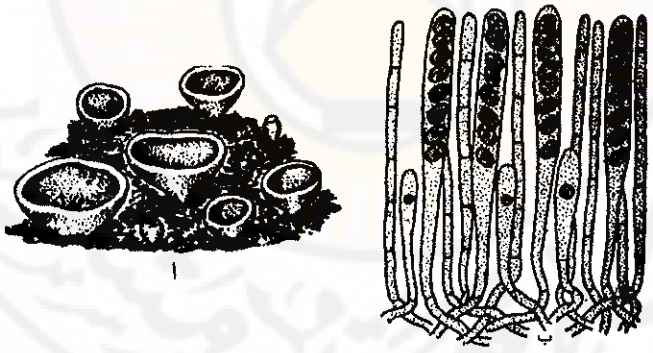
ب: التكاثر الإعاشي بالتبرعم

- معظم الفطريات الزقية لا تتكاثر جنسياً ولا يتم تشكيل أعراس باستثناء بعض الأنواع المتطورة حيث يتم تشكيل كيس منطفي وكيس زقي.
- يجري الألقاح في الفطريات الزقية عن طريق التحام السيتوبلازما Plasmogamy ثم يتم التحريض لتشكيل الخيوط الزقية (n+n) وخيوط إعاشية نصفية ثم تلتحم النواتين النصفيتين Karyogamy (n+n=2n) في الكيس الزقي (الشكل7-2).



الشكل 7-2: مراحل تشكل الزق

– تنشأ الثمرة الزقية عن طريق نمو الخيوط الزقية والخيوط الإعاشية النصفية حيث تعطي الطبقة الداخلية من الثمرة الزقية الزقاق، في حين تبقى الطبقة الخارجية مؤلفة من خيوط إعاشية نصفية. ومن أهم الأجناس التي تنتمي إلى هذه الشعبة جنس *Peziza* و جنس *Claviceps* (الشكل 8-2).



الشكل 8-2: الفطريات الزقية Ascomycota

أ: الشكل العام لفطر بيزيزا ، ب: شكل الزقاق

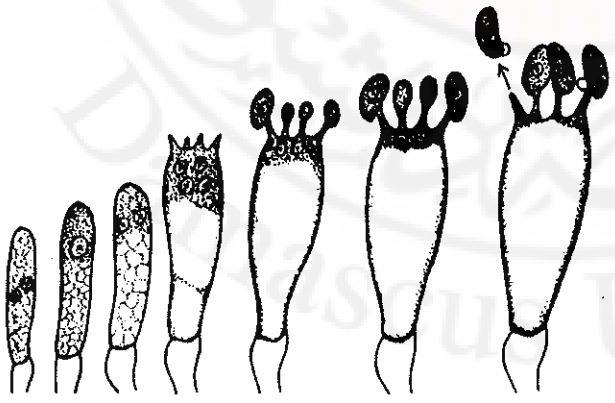
5-1-2 شعبة الفطريات الدعامية Basidiomycota

سميت هذه المجموعة بالفطريات الدعامية ،لأنه في أثناء التكاثر الجنسي تتشكل دعامات Basidia تحمل أبواغاً دعامية Basidiospors وهي فطريات ذات مشيجة حاجزية بعضها يعيش حياة رمية وبعضها يعيش حياة طفيلية ومنها ما يتعايش مع جذور النباتات مشكلة الميكوريزا Mycorrhiza لا تشكل هذه الفطريات أعضاء جنسية متخصصة على الرغم من أن معظمها يتكاثر تكاثراً جنسياً ويمكن للتزاوج Conjugation أن يحدث بعدة طرق:

- بين خلايا خيطية عادية
- بين خلايا متخصصة
- بين جسيمات شبه منطفية وخيوط مستقبلة

وتتصف بعض الأنواع في شعبة الفطريات الدعامية بأنها مختلفة المشرات أي يوجد نوعان من السلالات بعضها موجب وبعضها سالب ويجري التلاقي بين السلالتين كما توجد أنواع متماثلة (متجانسة) المشرات حيث يحدث الازدواج بين خليتين من أي خيطين أو بين خليتين من خيط واحد.

وتحوي الخلايا الإعاشية قبل الازدواج على نواة واحدة، ثم بعد الازدواج تحوي الخلية الناتجة نواتين نطقيتين(n+n)، هاتان النواتان لا تلتحمان إلا قبيل الانقسام المنصف Meiosis. يحدث الالتحام النووي ثم الانقسام المنصف في خلايا خاصة تدعى الدعامات Basidia وتسمى الأبواغ الناتجة أبواغاً دعامية (الشكل 9-2).



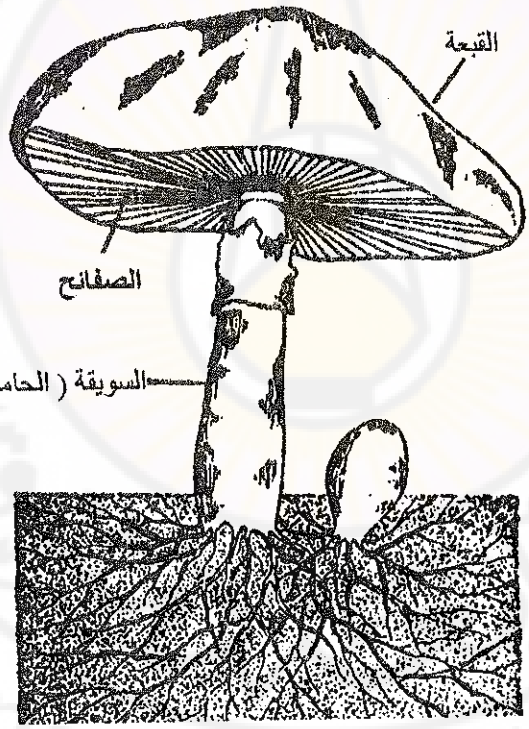
الشكل 9-2: الفطريات الدعامية Basidiomycota مراحل تشكيل الدعامة Basidia

وتتكون الدعامة من عدة أشكال:

- خلية متطاولة واحدة
- خلية خيطية قصيرة واحدة
- خيطاً مؤلفاً من 4 خلايا

يمكن أن نقسم هذه الشعبة إلى صفين وهما:

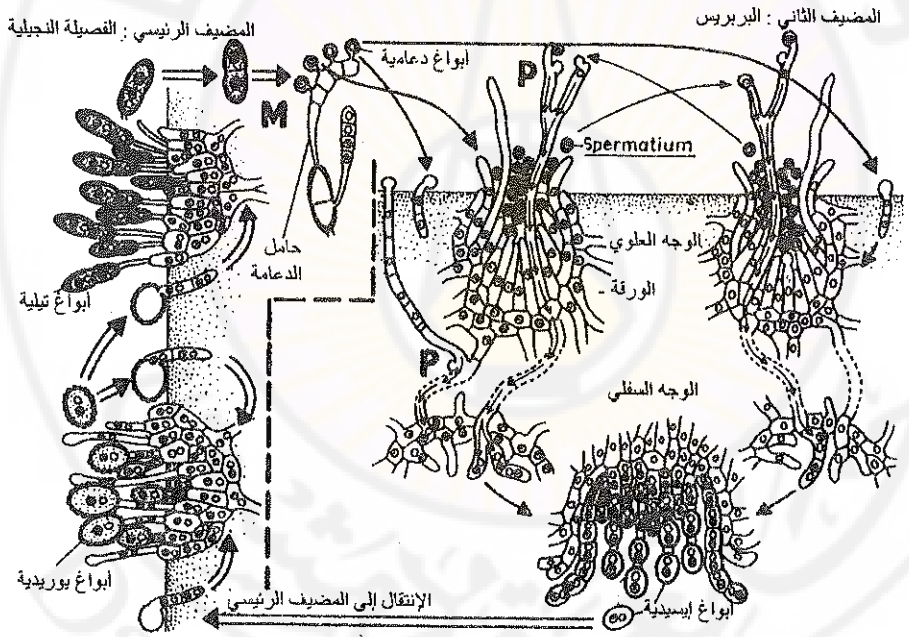
- صف الفطريات الدعامية المتماثلة وهي فطريات رمية وبعضها يتطفل على الأشجار مثال على هذه المجموعة الجنس *Agaricus* الذي يوجد على روث الحيوانات وهو سريع التحلل ويتصف بقبعة مظلية (الشكل 10-2).



الشكل 10-2: الفطريات الدعامية Basidiomycota فطر عيش الغراب *Agaricus*.

- صف الفطريات الدعامية المختلفة وهي فطريات متطفلة على النباتات ومن أشهر الأجناس التابعة لهذه المجموعة الجنس فطر الصدأ *Puccinia graminis* . ويشكل هذا الفطر في أثناء حلقة حياته الذي يتطفل على نوعين من النباتات البربريس إضافة إلى القمح خمسة أنماط من الأبواغ (الشكل 11-2) وهي:

- **الأبواغ البكنية Pycnospors**
- **الأبواغ الإيسيدية Aeciospors**
- **الأبواغ اليوريدية Urediniospors**
- **الأبواغ التيلية Teleutospors**
- **الأبواغ الدعامية Basidiospors**



الشكل 11-2: الفطريات الدعامية Basidiomycota

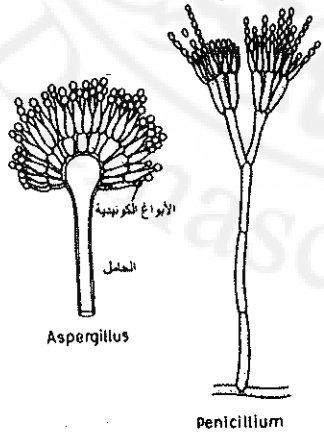
فطر صدأ القمح *Puccinia graminis*

6-1-2 شعبة الفطريات الناقصة Deuteromycota

تضم شعبة الفطريات الناقصة ما يقارب من 2400 نوعاً وتتصف أفراد هذه الشعبة بأنها تتكاثر لا جنسياً بطريقة تشكيل الأبواغ الكونيدية Conidiospors، ويغيب التكاثر الجنسي بشكل شبه كامل لهذا سميت هذه المجموعة بالفطريات الناقصة، وتتصف خيوط الفطر بأنها مقسمة إلى حواجز ويعدالكثير من هذه الفطريات مراحل غير تامة لفطريات زقية أو دعامية. كما أكتشف مؤخراً عند بعضها المرحلة الزقية أو الدعامية من حياتها، لهذا السبب لم تستقر من الناحية التصنيفية ولا يزال تصنيفها يشكل مشكلة كبيرة.

تضم هذه الشعبة أنواعاً ذات أهمية اقتصادية كبيرة منها جنس *Aspergillus* و *Penicillium* (الشكل 12-2)، حيث يستخرج من بعض أنواع الأسبرجللس مضادات حيوية والبعض الآخر يستخدم في تحضير حمض الليمون ،في حين أن بعض أنواعه تسبب مشاكل كبيرة لبعض النباتات الإقتصادية الهامة كالقطن مثلاً وبعضها يمكن أن يكون مسرطناً للإنسان كالنوع *A . flavus*

أما الجنس الثاني بنسيلليوم فبعض أنواعه يستخرج منها المضادات الحيوية المثبطة لنمو الكثير من الجراثيم الموجبة الغرام كما تستخدم بعض أنواعه في صناعة أنواع من الجبنة وتشكل بعض أنواعه أمراضاً تأتي على ثمار الليمون والتفاح وتقضي عليها، كما يوجد بعض الأنواع التي تسبب أمراضاً خطيرة للإنسان.



الشكل 12-2: الفطريات الناقصة Deutermycota

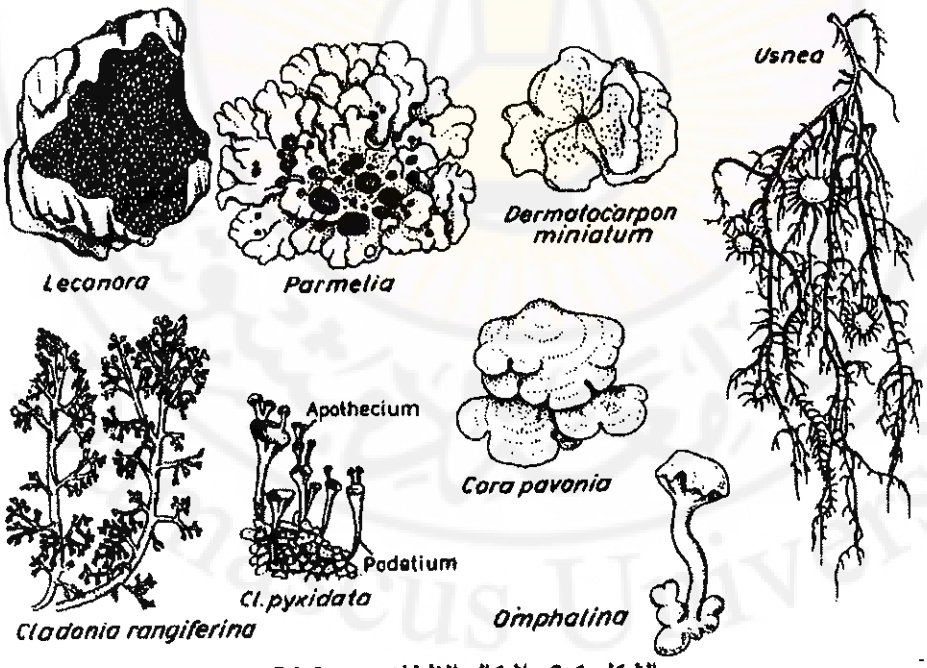
الفصل الثالث

الأُشنات Lichens

الأُشنات عبارة عن نباتات مركبة تنشأ من تعايش الطحالب مع الفطريات وهي مجموعة حيوية وليست تصنيفية في العالم النباتي. ويسلك كل من الفطر والطحلب في هذا التعايش سلوكاً مختلفاً عن سلوكهما وهما منفصلين.

إن معظم الفطريات والتي تشارك في بناء الأُشنات هي من الزقية أو الدعامية، أما بالنسبة لغالبية الطحالب فهي من الطحالب الزرقاء والطحالب الخضراء.

أما من الناحية المورفولوجية فالأُشنات لها عدة أشكال (الشكل 1-3) ومنها: شجيرية، ورقية، قشرية، غصنية.



الشكل 1-3: اشكال الاشنات Lichens

أما من الناحية التشريحية فيمكن أن نقسم الأُشنات إلى مجموعتين (الشكل 2-3).

- **المجموعة الأولى** : أشنات متجانسة المشرات Homomerous Thallus حيث تتوزع خلايا الطحلب بشكل متجانس في مشرة الأُشنة.

- **المجموعة الثانية** : أشنات غير متجانسة المشرات Heteromerous Thallus حيث تتوزع خلايا الطحلب بشكل غير متجانس وفي هذه الحالة يسيطر الفطر في بناء المشرة.

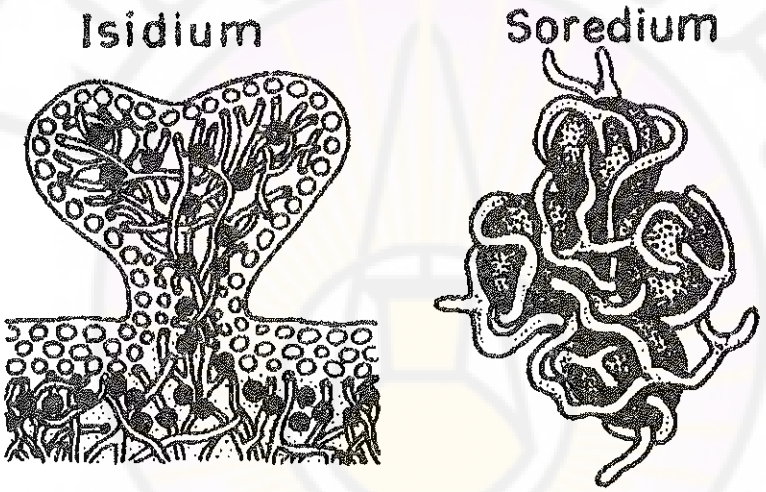


الشكل 2-3: بنية الأُشنات Lichens

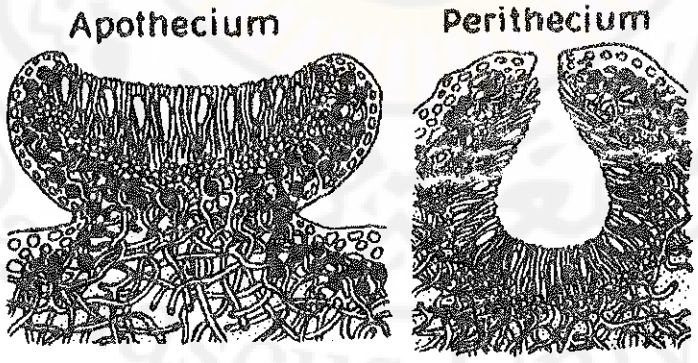
أما بالنسبة لتكاثر الأُشنات فيتحقق بطريقتين:

- **الأولى التكاثر الإعاشي:** ويتم ذلك بتشكيل وتطور أجزاء ممتدة من قشرة الأُشنة الممزقة أو تطور حليمات قشرية أو تشكيل بروز صغير على سطح مشرة الأُشنة أو بتجزؤ وتقطع المشرة (الشكل 3-3).

- **الثانية التكاثر الجنسي:** وهذا يتم عن طريق تشكيل ثمار زقية كوبية أو محيطية الغلاف والسبب يعود في ذلك إلى أن معظم الفطريات التي تشكل الأُشن هي من الفطريات الزقية (الشكل 4-3).



الشكل 3-3: التكاثر الإعاشي في الاشنات



الشكل 4-3: التكاثر الجنسي في الأُشنات


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الثاني

النباتات البريوية (البريويات)

الفصل الرابع: النباتات البريوية (البريويات)

الفصل الخامس: شعبة الكبديات (الحزازيات الكبدية)

الفصل السادس: شعبة الأنتوسيرات (الحزازيات القرنية)

الفصل السابع: شعبة الحزازيات

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الرابع

4-1 النباتات البريوية (البريويات)

البريويات نباتات خضراء ذاتية التغذية Autotroph لاحتوائها على مادة اليخضور (الكلوروفيل) Chlorophyll a , b كما تحتوي على الكاروتين Charotene وجدران سيللوزية، إلا أنها معدومة الليغنين.

ترتبط حياة نباتات هذه الزمرة في الوسط التي تعيش فيه بوجود كمية كافية من الماء فهي نباتات محبة للرطوبة بشكل عام وتفضل الأماكن الظليلة والأقل عرضة لأشعة الشمس مباشرة على التربة الرطبة وتحت الأشجار في الغابات حيث يمكن أن نجدها في معظم بيئات العالم عدا الصحارى والبحار وقد تم التعرف على بعض الأنواع في الأماكن القريبة من القطب (التوندرا) Tundra إلا أن معظم انتشارها يكون في الغابات الصنوبرية المطرية في كل من نصفي الكرة الأرضية وفي المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وعلى أطراف الأنهار والجداول وعلى الصخور وجذوع الأشجار وفي المستنقعات كما وأن تجمع البقايا العضوية المتساقطة باستمرار يشكل طبقات تسمى التورب.

لقد تم جمع بعض الأنواع من التربة الرملية مثال ذلك النوع *Polytrichum piliferum* كما رصدت عند بعض الأنواع من البريويات مثلا *Tortulla muralis* قدرتها على الاحتفاظ بكامل فعاليتها الحيوية حتى في درجات حرارة عالية يمكن أن تصل إلى 70 درجة مئوية ولعدة سنوات.

البريويات نباتات حساسة جداً لأشكال التلوث وخاصة التلوث الهوائي بغازات الكبريت والتلوث الإشعاعي كما لوحظ في مناطق استخدام مصادر الطاقة من عناصر البترول والفحم والغاز تناقص مستمر لوجود وانتشار البريويات.

2-4 المميزات العامة للبريويات:

تظهر جميع النباتات البريوية في حلقة حياتها طورين (جيلين) وهما متعاقبان الأول هو الجيل العروسي Gametophyte وهو السائد أو المسيطر وهو أكبر حجماً وأكثر وضوحاً بعكس الجيل الثاني البوغي Sporophyte فهو أصغر حجماً وأبسط تركيباً ويتطفل كلياً أو جزئياً على الطور العروسي أو المشيجي.

يتألف النبات العروسي في النباتات البريوية الأقل تعضياً (البريويات الكبدية) Thallus قليلة التمايز ومزودة بأوبار جذرية على الوجه السفلي والبنية الخلوية النسيجية معقدة جداً في حين يكون النبات العروسي في البريويات غير المشرية (الفارعية) Folious Bryophytes الأكثر تعقيداً ورقياً مقسماً إلى ساق Caulidium وأشباه أوراق Phyllidiums وأوبار جذرية Rhizoids.

– تتصف نباتات هذه الزمرة بكلتا فرعيها الكبدية والفارعية بأنها لا تملك جذوراً لهذا يتم امتصاص الماء وتثبيت النبات العروسي في التربة بواسطة الأوبار الجذرية .

البريويات نباتات لا وعائية Avascular Plants وتختلف البريويات الفارعية عن النباتات الوعائية في أن النبات العروسي وليس البوغي يملك التعقيد المورفولوجي والتشريحي وعلى الرغم من ذلك فإن البريويات تفتقر إلى وجود القسم الناقل (المركز الناقل) Vascular Center وفي أغلب الحالات النسيج الناقل Vascular tissue إلا أنه في بعض البريويات مثل فصيلة Polytrichaceae يلاحظ وجود نسيج بدائي ناقل في كل من أشباه السوق و أشباه الأوراق يتألف من خلايا طويلة جدرانها شبه متخشبة تشبه القصيبات في السرخسيات تسمى Hydroides وهي خلايا ناقلة للماء ومن خلايا ذات جدران رقيقة مشابهه للأنابيب الغربالية تسمى Leptoides وهي خلايا ناقلة للمواد الغذائية إلا أنها لا تملك عناصر ناقلة مزورة بسماكات حلزونية أو حلقية كما هو الحال في النباتات السرخسية والنباتات البذرية Spermatophytes.

تتألف أشباه الأوراق باستثناء الضلع الرئيسي Middel rib وفي معظم البريويات الفارعية من خلية واحدة.

تكون الأوبار الجذرية على شكل خراطيم أحادية أو متعددة الخلايا ولا يمكننا أن نقارنها بالجذور المعقدة التي تصف النباتات الكورمية Cormophyta.

يتألف النبات البوغي في معظم البريويات من عليبة Capsule وقدم Foot وسويقة Seta في حين أن البعض القليل من البريويات يتمثل النبات البوغي بعليبة فقط لأنه مغمور داخل النبات العروسي، ويتصف القدم بأن وظيفته هي تثبيت النبات العروسي ليحصل على الغذاء وبذالك يكون النبات الأول شبه متطفل على النبات الثاني.

تقسم البريويات (النباتات البريوية) إلى ثلاث شعب رئيسية وهي:

1- شعبة الكبديات (الحزازيات الكبدية) Hepaticophyta

2- شعبة الأنتوسيرات (الحزازيات القرنية) Anthocerotophyta

3- شعبة الحزازيات Bryophyta


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الخامس

1-5 شعبة الكبديات (الحزازيات الكبدية) Hepaticophyta

تشكل هذه الزمرة من البريويات ثاني أكبر شعبة بعد شعبة الحزازيات Bryophyta حيث تضم أكثر من 235 جنساً و 1100 نوعاً موزعة في صفين وعدد من الرتب والفصائل ويعود سبب تسميتها بالكبديات لأن شكل نباتاتها العروسية تشبه فصوص الكبد عند الإنسان ولأنها كانت تستخدم في القرون الوسطى كعلاج لأمراض الكبد.

تقسم الكبديات حسب شكل نباتاتها العروسية إلى مجموعتين:

- **المجموعة الأولى:** تسمى **بالكبديات المشرية** وهي نباتات تحافظ على تناظرها الظهري البطني.
- **المجموعة الثانية:** تسمى **بالكبديات المورقة** لأنها مؤلفة من أشباه سوق أفقية التوضع (منبطحة أو مائلة) وأشباه الأوراق تكون مرتبة بصفين أو شعاعية التوضع بحيث يغيب الضلع الرئيسي فيها.

تحتوي خلايا المشرات على حبيبات (قطيرات) دهنية أو زيتية والتي تغيب في معظم نباتات هذه الشعبة كما يحتوي العضو الأنثوي (الرحم) من 8-4 خلايا قنوية رقبية، ويبقى النبات البوغي الفتي المتشكل عن البيضة الملقحة محاطاً فترة طويلة من خلال غشاء البرقع (القلنسوة) Calyptra والذي يعود إلى النبات العروسي (الرحم) أي أنه أحادي الصيغة الصبغية.

نتيجة الإنقسام الخيطي Mittose التي تخضع له خلايا البوغ القديم Archesporum تتشكل الخلايا الأم المولدة للأبواغ، بعضها يخضع لانقسام منصف Meiose لتعطي الرباعيات البوغية أحادية الصيغة الصبغية (1n) في حين أن البعض الآخر يستطيل فقط دون انقسام مشكلة المبعثرات (المقاود) Elatters وتتصف هذه

الأخيرة بأن جدرانها تحوي على ثخانات حلزونية حساسة جداً للضوء والرطوبة والحرارة، وتشكل نسبة الأبواغ إلى المبعثرات في الكبديات المشرية 4:1

أما بالنسبة لإنتاش الأبواغ فإنها تتحول إلى خيوط أولية (إبتدائية) خرطومية الشكل على الأغلب ويتم ذلك ببطء شديد على عكس باقي الكبديات (المورقة) حيث يكون شكله رفيعاً ودقيقاً ومقسماً إلى خلايا ونموه يكون سريعاً. تضم شعبة الكبديات صفين رئيسيين:

1- صف الكبديات المشرية Hepaticopsida(=Marchantiopsida)

2- صف الكبديات المورقة Jungermaniopsida

يضم الصف الأول أكثر من 10 فصائل أهمها Marchantiaceae، Ricciaceae وسندرس أشهر الأجناس التابعة للفصيلة الأولى وهو جنس الماركانتيا *Marchantia* الواسع الانتشار وبالأخص النوع *M polymorpha* وأشهر الأجناس التابعة للفصيلة الثانية ألا وهو جنس الريكيا *Riccia*.

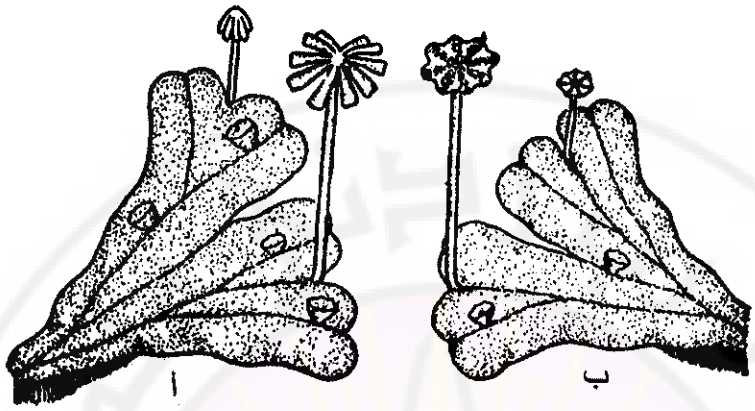
2-5 جنس الماركانتيا *Marchantia*

ينتشر جنس الماركانتيا بشكل واسع وبالأخص متعدد الأشكال *M. polymorpha* على التربة الرطبة في الغابات والهضاب وخاصة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، ويظهر في حلقة حياته سيطرة للجيل العروسي على الجيل البوغي والسبب يعود إلى بقائه حياً فترة أطول وهو النبات الأخضر الذي يقوم بكل الوظائف الحية الإعاشية التي تقوم بها النباتات الراقية من تنفس و بناء ضوئي.

يبدو النبات العروسي على شكل مشرة صفيحية شريطية ثنائية التفرع وأطرافها منخمصة نحو مركزها ويتوضع في هذه الانخماصات خلايا مرستيمية أو قمية تساهم من خلال انقساماتها المتتالية في تشكيل خلايا جديدة وبالتالي إلى نمو المشرة في اتجاهات مختلفة يطلق عليها مراكز النمو في المشرة.

ويتصف الوجه الظهري (العلوي) للمشرة بلونه الأخضر والسبب هو وجود النسيج اليخضوري تحت خلايا البشرة العليا في حين أن الوجه البطني (السفلي) للمشرة

يكون أسمر أو بنياً بسبب وجود الأوبار الجذرية الخالية من الصانعات الخضراء إضافة إلى الحراشف البطنية متعددة الأشكال (الشكل 1-5).



الشكل 1-5: الحزازيات الكبدية Hepaticophyta

الماركانتيا *Marchantia sp.*

ا: مشرة مؤنثة ، ب: مشرة مذكرة

1-2-5 البنية التشريحية للمشرة:

يشير المقطع العرضي في المشرة إلى أنها تغطى من الوجه العلوي بصف من خلايا البشرة العلوية Epidermis والتي يغلفها القشيرة Cuticule، ويتخلل خلايا البشرة العليا المسامات الهوائية ذات البنية الخاصة، إذ يتألف السم الواحد من أربع طوابق خلوية مرتبة فوق بعضها البعض وفي كل طابق أربع خلايا أي أن مجموع خلايا السم الواحد يبلغ 16 خلية، وتنعدم هنا الخلايا السمية . هذه المسام تقوم بدور أساسي ينحصر فقط في عملية التبادل الغازي من خلال دخول Co2 و O2 إلى داخل المشرة وخروجهما ولا يمكنها أن تنظم عمليات التبخر.

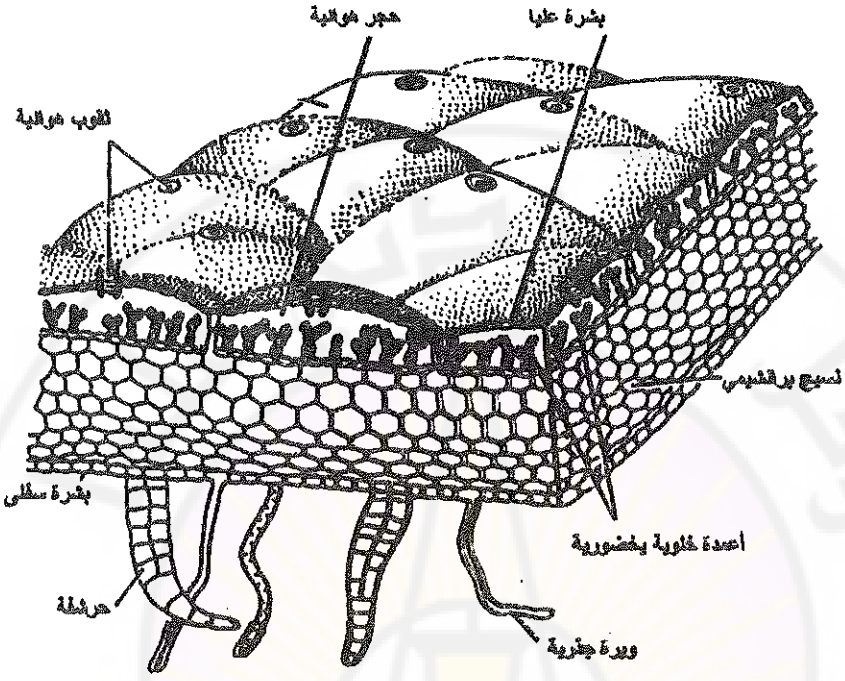
يتوضع تحت البشرة العليا الحجرات الهوائية، وتحدد من أطرافها بخلايا كبيرة الحجم نسبيا إلا أنها فقيرة بالصانعات الخضراء وتصدر من قعر هذه الحجرات أعمدة من الخلايا الكروية الغنية بالصانعات الخضراء، بعضها يكون متشعباً والبعض الآخر يكون بسيطاً، وهذه الأعمدة الخلوية تمثل جهاز البناء الضوئي في المشرة، وإلى الأسفل من

النسيج اليخضوري يتوضع النسيج الإدخاري الفقير بالصانعات وتحوي خلاياه حبيبات النشاء وبعضها القطيرات الدهنية (الزيتية) في حين أن القليل منها تنحل وتتلاشى مخلفة في أماكنها فجوات يملؤها المخاط. تعد القطيرات الزيتية مع الفجوات المخاطية من مميزات النباتات الكبدية وبالتحديد المشرة.

أما على الوجه السفلي فتحدد المشرة بصف من خلايا البشرة السفلى ويصدر عنها الأوبار الجذرية والحراشف البطنية ويلاحظ اختفاء كامل للأوعية الناقلة الخشبية وتسند مهمة نقل الماء عبر المشرة للأوبار الجذرية اللسانية في حين تقوم الأوبار الجذرية البسيطة بامتصاص الماء والأملاح المعدنية المنحلة من التربة (الشكل 2-5).



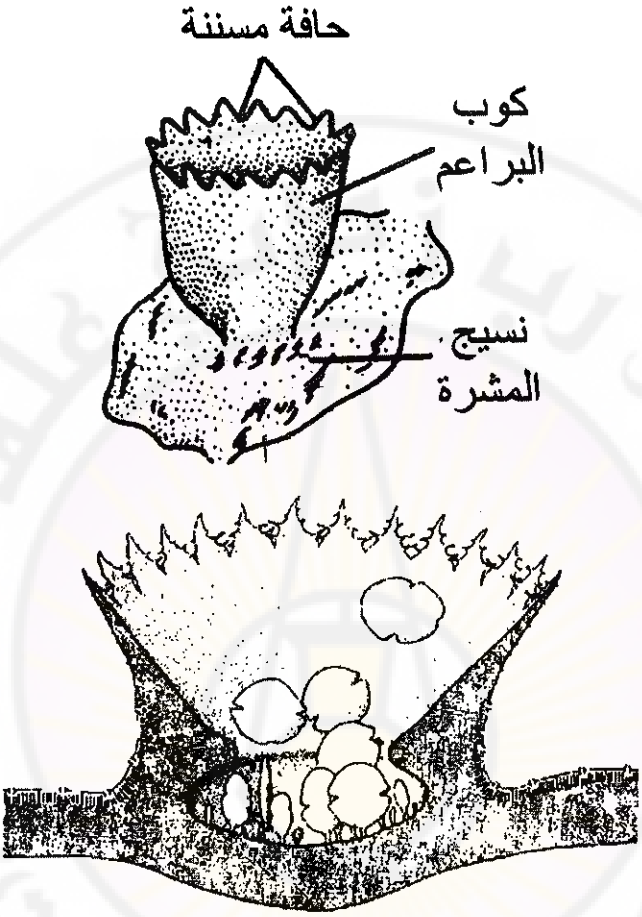
الشكل 2-5 أ: شكل تخطيطي يوضح بنية المشرة في الماركانتيا



الشكل 2-5 ب: مخطط ثلاثي الأبعاد لجزء من مشرة الماركانتيا

2-2-5 التكاثر الإعاشي:

يتحقق التكاثر الإعاشي في الماركانتيا عن طريق تشكيل أكواب البراعم Cupulls والتي تظهر على شكل تجاويف على الوجه العلوي للمشرة العروسية ذات حواف مسننة (مشرشرة) وتتوضع في قعر الكوب جسيمات صغيرة بيضاوية أو عدسية الشكل ، خضراء اللون ذات انخماصين تسمى البريعمات، ويلاحظ من خلال المقطع العرضي المار في كوب البراعم (الشكل3-5) بأن البريعمات تظهر على درجات مختلفة من تطورها ونموها فالبعض منها يرتبط من قاعدته بقعر الكوب (الكأس) عبر سويقة في حين أن البعض الآخر قد انفصل ونضج.



ب

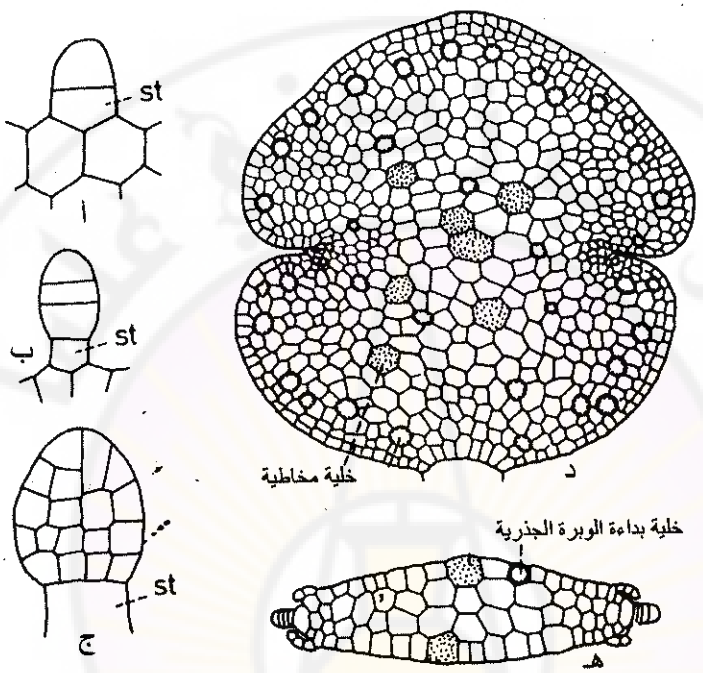
الشكل 3-5: الماركانتيا *Marchantia sp.*

أ: كوب البراعم (شكل فراغي)

ب: مقطع طولي في المشرة يمر من خلال كوب البراعم .

تتمايز في الانخماصين الجانبيين للبريعم خلايا قمية (مرستيمية) يستطيع البريعم من خلال انقساماتها المتعددة أن ينمو ويتتطور ليشكل مشرة عروسية جديدة، أول ما يظهر

منها على الوجه السفلي هو الأوبار الجذرية لتقوم بتثبيتها في التربة، وتتم عملية إنتاش البريعمات مباشرة بعد انفصالها عن الكوب وسقوطها على التربة الرطبة(الشكل4-5).



الشكل 4-5: الماركانتيا *Marchantia sp.*

أ، ب، ج: مراحل تشكل البريعم

د: منظر سطحي يوضح بنية البريعم

هـ: مقطع مار في بريعم

5-2-3 التكاثر الجنسي:

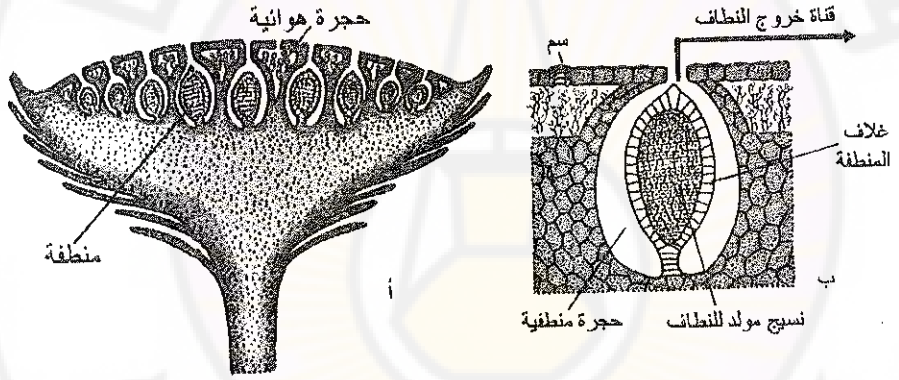
تتوضع الأعضاء التكاثرية الذكرية (المناطف) والأعضاء التكاثرية الأنثوية (الأرحام) على الوجه العلوي لمشرات الماركانتيا منفصلة عن بعضها البعض، فالماركانتيا نبات ثنائي المسكن وتلاحظ هذه الأعضاء محمولة على سويقات ترتفع عالياً فوق سطح

المشرة وتكون طويلة نسبياً تسمى حوامل المناطفAntheridiophores وحوامل الأرحام Archegoniophores (الشكلين 5-5 ، 6-5).



الشكلين 5-5، 6-5: الماركانتيا *Marchantia sp.*
حامل المناطف وحامل الأرحام

يتألف حامل المناطف من سويقة تنتهي بقرص متعدد الأثلام وتكون المناطف مغمورة فيه على الوجه العلوي ويشير المقطع الطولي إلى أنها أي المناطف توجد ضمن حجرات تسمى بالحجرات المنطفية وتحاط بغلاف وحيد الطبقة و تثبت في قعر الحجرة المنطفية بسويقة قصيرة، وتتألف المنطقة المركزية من نسيج مولد للنطاف، الذي يتشكل نتيجة لانقسامات خيطية متتالية تجري على خلية بداءة المنطفة وتعطي كل خلية من خلاياه نطفتين مسوطتين (عروسيين ذكريتين) Spermatozoides وتنفتح المنطفة بعد نضجها من خلال تشقق غلافها من الأعلى بحيث تخرج النطاف من خلال قناة تربط المنطفة بسطح القرص الخارجي مخترقة الحجرة المنطفية ومتجهة نحو الأرحام (الشكل 7-5).



الشكل 7-5: الماركنتيا *Marchantia sp.*

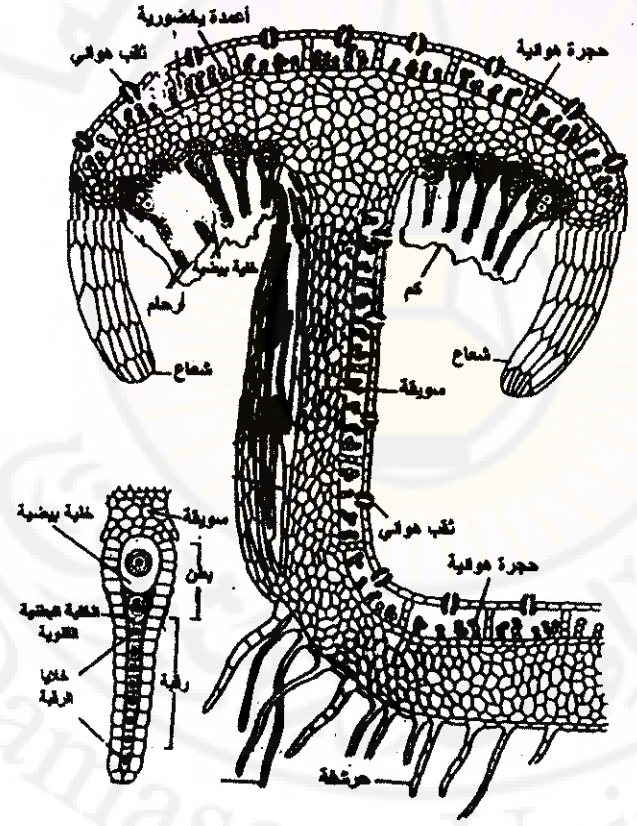
أ: مقطع طولي في حامل المناطف Antheridiophore

ب: بنية المنطفة Antheridium

أما حامل الأرحام فيوجد على مشرة أخرى ويتألف من سويقة طويلة تنتهي بقرص نجمي الشكل مقسم إلى 9 أذرع، ويشير المقطع الطولي المار في حامل الأرحام إلى أنها تكون ضمن مجموعات بين أذرع القرص وتكون مثبتة ببطونها ورقابها مدلاة نحو الأسفل، ويمكن ملاحظة أن حجم الأرحام يصغر كلما اتجهنا نحو المركز (سويقة

الحامل) وتحاط مجموعة الأرحام بغشاء واحد كما أن كل رحم يغلف بغشاء رقيق خاص يسمى الغمد Scheath، يتمزق سريعاً ولهذه الأغشية أهمية كبيرة في إبقاء الأرحام رطبة ووقايتها من الجفاف ومن تأثير العوامل المناخية الخارجية غير المناسبة وخاصة بعد عملية التلقيح وتشكيل النباتات البوغية (الشكل 8-5).

تجدر الإشارة إلى أن بنية قرص حاملات الأعراس تشابه إلى حد كبير بنية المشرة العروسية، إذ يحتوي على حجرات هوائية ونسيج يخضوري ومسامات بدائية. كما أن بنية السويقة في كل من حاملات الأعراس تتصف بوجود خلايا برنشيمية وتحتوي على آثار الأوبار الجذرية اللسانية فيها.



الشكل 8-5: الماركنتيا *Marchantia sp.*

م. ط في حامل الأرحام مع تفصيل بنية الرحم.

4-2-5 النبات البوغي وتطوره:

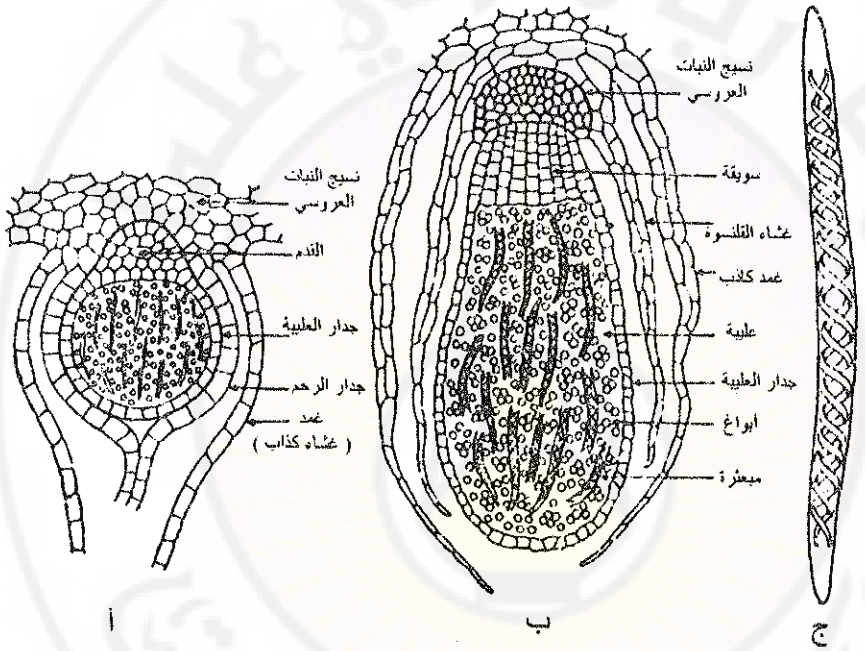
بعد عملية الإخصاب والتي ينتج عنها البيضة الملقحة Zygote من إندماج الخلية البيضية الثابتة مع النطفة المتحركة تخضع الزيجوت إلى عدة إنقسامات في الاتجاهات المختلفة مشكلة مجموعة خلوية تتمايز إلى قدم وسويقة قصيرة وعليبة كروية يطلق عليها الجنين (النبات البوغي الفتي) أو طليعة النبات البوغي وكل ذلك يتم داخل بطن الرحم . فالقدم يقوم بتأمين الغذاء للنبات البوغي الفتي، أما العليبة فيتشكل بداخلها الأبواغ والمبعثرات Elatterates، وبعد فترة تبدأ السويقة بالاستطالة مما يؤدي إلى تمزق جدار الرحم من الأعلى مخلفة جزءاً في قمة العليبة (الكبسولة) يدعى البرقع (القلنسوة) Calyptra أما الجزء السفلي من الرحم فيبقى في قاعدة السويقة البوغية مكوناً الغمد Sheat وهو يشابه الكأس وعندما تنضج العليبة وما بداخلها من الأبواغ فإن القلنسوة تسقط وتنفتح العليبة بواسطة ثقوب جدارية وقمية مطلقة الأبواغ مع المبعثرات، وهذه الأخيرة تتصف بأنها تأخذ شكل خراطيم قصيرة وعلى جدرانها الخارجية تتوضع ثخانات حلزونية الشكل فردية أو زوجية(مضاعفة).

كما أنها تساعد في المراحل الأولى من تشكلها في تغذية الأبواغ. تشير بنية المبعثرات إلى أنها خلايا حية وتحتوي على نواة وسيتوبلاسما كثيفة وعدد من القطيرات الدسمة المغذية، أما في مراحلها النهائية فتفقد معظم محتوياتها الحية المغذية وتتحول تدريجياً إلى خلايا شبه ميتة مجوفة وطويلة وذات نهايات مدببة، ويشار هنا إلى أن حركتها مرتبطة بنسبة الماء والرطوبة (درجة الجفاف) أي يمكنها أن تمتص كمية من الماء في الوسط الرطب وبالتالي تقوم بتبليل وترطيب مجموع الكتلة البوغية داخل العليبة مما يؤدي إلى انتشار وبعثرة الأبواغ بشكل متكافئ ومتساو(الشكل 9-5)

أما مراحل تشكل النبات البوغي من البيضة الملقحة فيتم على الشكل التالي:

تخضع البيضة الملقحة إلى انقسام بحاجز عرضي مشكلاً خليتين السفلى تتطور لتعطي القدم مع السويقة في حين يتشكل من الخلية العليا العليبة ويتم ذلك من خلال انقسامين متعامدين إلى 4 خلايا ثم تخضع إلى عدة انقسامات مماسية مشكلةً خلايا محيطية ستعطي في ما بعد غلاف العليبة، وخلايا داخلية (مركزية) تتطور عنها

خلايا البوغ القديم Archesporangium وهذه الأخيرة تخضع من جديد إلى عدة انقسامات خيطية متتالية مشكلةً الخلايا الأم المولدة للأبواغ ذات الصيغة الصبغية المضاعفة، يلي ذلك انقسام بعض الخلايا الأم المولدة انقساماً منصفاً لتعطي الرباعيات البوغية Sporetetrades الأحادية الصيغة الصبغية التي تتمايز في ما بعد مشكلةً الأبواغ (1n) في حين بعض الخلايا الأم المولدة لا تنقسم أبداً بل تستطيل مشكلةً المبعثرات (المقاود) ذات الصيغة الصبغية المضاعفة (2N).



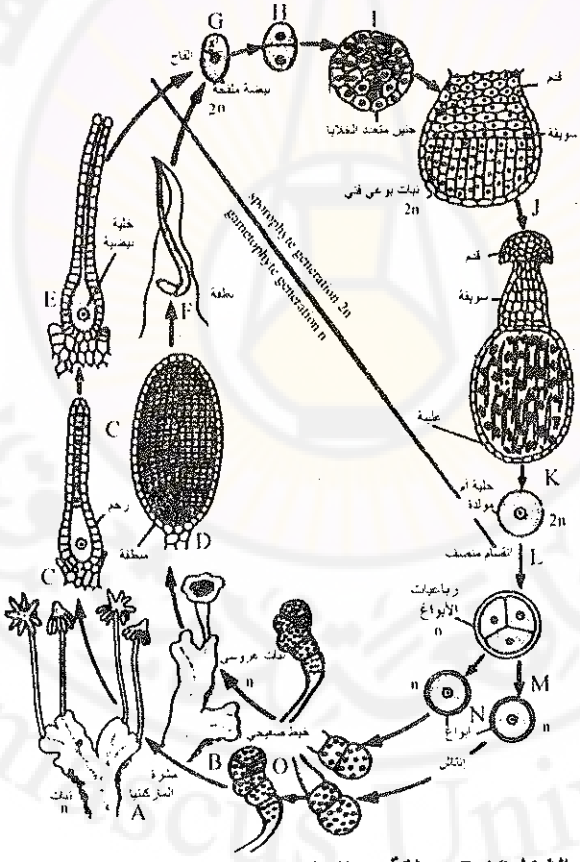
الشكل 9-5: المارکنتيا *Marchantia sp.*

أ: نبات بوغي فتي.

ب: نبات بوغي ناضج.

ج: مبعثرة Elater

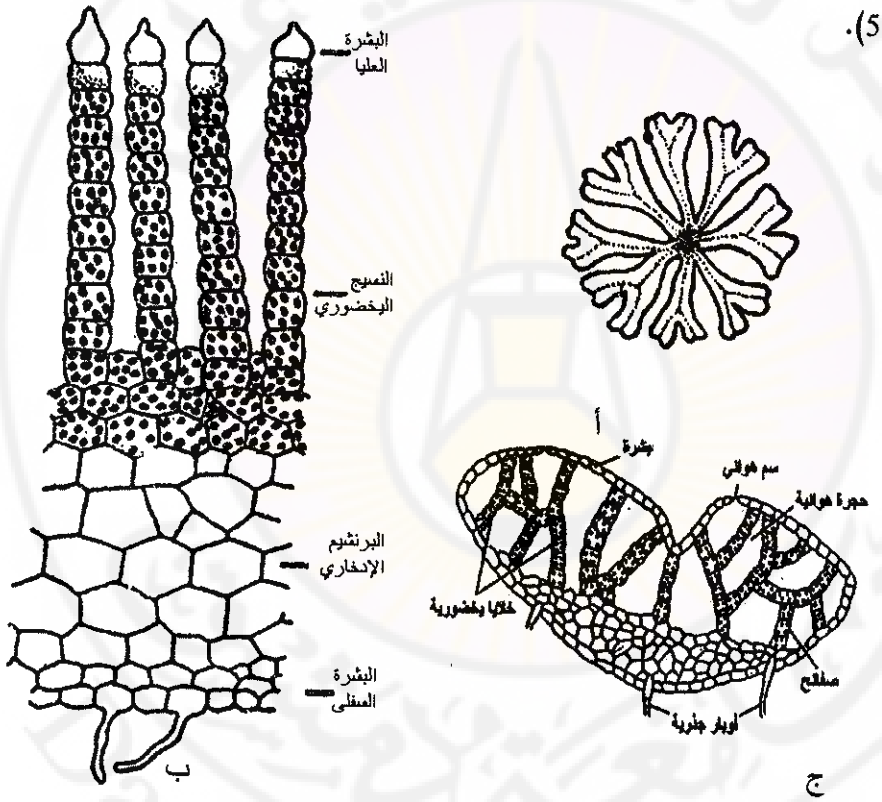
تعد الأبواغ خلاية حية مختلفة في الشكل واللون والحجم والعدد وأيضاً في تزيينات غلافها الخارجي ولها أهمية كبيرة في تصنيف الأنواع والأجناس وتحتوي البوغة بداخلها على نواة وسيتوبلازم وتحاط بغلافين خارجي ثخين ذو زوائد وتزيينات يسمى غلاف البوغة الخارجي Exosporium يحميها ويقيها من العوامل المناخية ومن غلاف داخلي رقيق وسيللولوزي يحيط بمحتويات البوغة يسمى غلاف البوغة الداخلي Endosporium كما أنه يوجدفي بعض الحالات غلاف ثالث يسمى غلاف البوغة المحيطي Perinum وهو ناتج عن ترسب بعض البقايا الخلوية المختلفة الناشئة عن الخلايا الأم المولدة للأبواغ والعليبة. وينتج عن عملية إنتاش الأبواغ الخيط الأولي الصفيحي الشكل الذي سيتطور ليشكل مشرة عروسية جديدة كما توضح حلقة الحياة (الشكل 10-5).



الشكل10-5: حلقة حياة الماركنتيا *Marchantia sp.*

3-5 جنس الريكيا *Riccia*:

ينتمي جنس الريكيا إلى فصيلة Ricciaceae وتعد من أكثر فصائل صف الكبديات المشرية كمالاً ومثالية وتنتشر الريكيا في جميع أنحاء العالم، وتضم عدداً كبيراً من الأنواع وتوجد في الأماكن الرطبة على ضفاف الأنهار والمجاري المائية وتبدو مشراتها متفرعة إلى أثلام، حيث تتوزع بشكل شعاعي اعتباراً من المركز، ومن أهم الأنواع التي يضمها جنس الريكيا النوع *R.fluitans* وهو من الأنواع الطافية على سطح الماء في البرك والمستنقعات، وعند جفافها ينمو على سطح التربة الرطبة (الشكل 5-11).



الشكل 11-5: الريكيا *Riccia sp.*

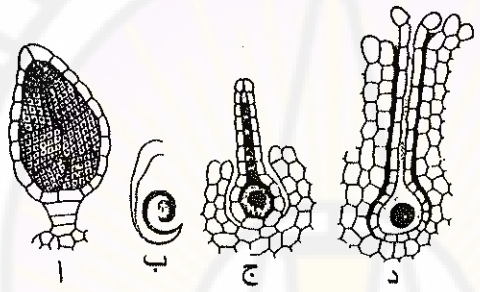
أ: شكل المشرة (منظر من الأعلى).

ب: مقطع طولي في المشرة

ج: قطاع تفصيلي يبين بنية المشرة

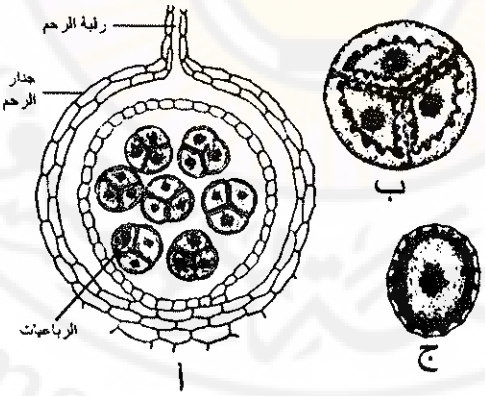
تتصف مشرة الريكيا (النبات العروسي) بالصفات التالية:

- لا تملك المشرة حجرات كاملة الوضوح والتمايز.
- لا يتطور على سطحها حاملات للأعراس مطلقاً وبالتالي فالمناطف والأرحام مغمورة داخل نسج المشرة.
- يتطور النبات البوغي عن عملية الإلقاح ويكون مغموراً داخل المشرة.
- يتألف النبات البوغي من عليبة فقط ولا يلاحظ أي تطور للسويقة والقدم.
- تظهر الأبواغ داخل العليبة دون وجود المبعثرات.
- تتفتح العليبة ويتحطم جدارها وتبقى الأبواغ في الفراغ الذي يحتله النبات البوغي قبل انتشارها (الشكلين 12-5 ، 13-5).



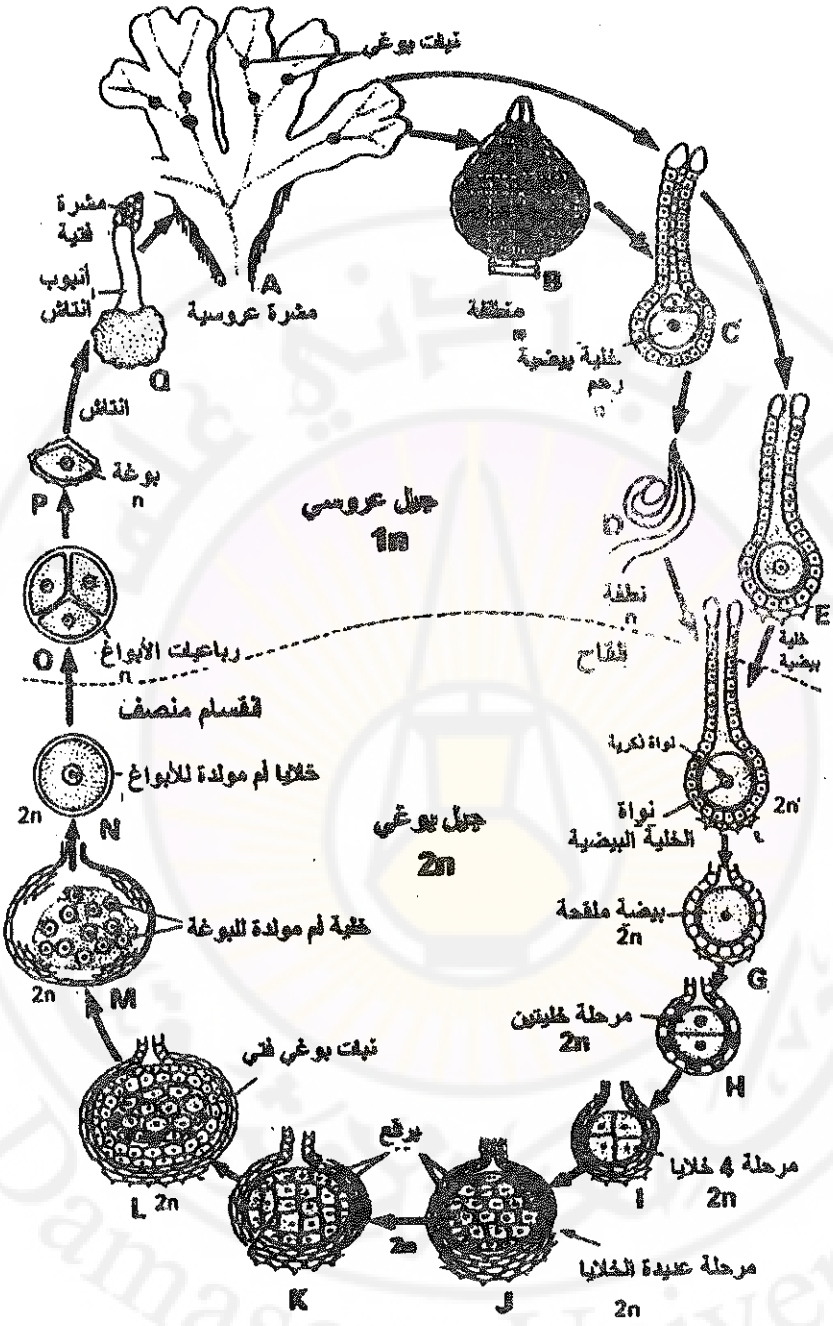
الشكل 12-5: الريكيا *Riccia* أعضاء التكاثر

أ: منطقة، ب: نطفة ثنائية السياط، ج: رحم فتي، د: رحم ناضج .



الشكل 13-5: الريكيا *Riccia sp.*

أ: النبات البوغي، ب: الأبواغ في الرباعية، ج: بوغة مفردة



الشكل 14-5: حلقة حياة الريكيا *Riccia sp.*

الفصل السادس

6-1 شعبة الأنتوسيرات (الحزازيات القرنية) Anthocerotophyta:

تتصف هذه الزمرة من البريويات بأهمية تصنيفية كبيرة بحيث تجعل منها صلة الوصل بين النباتات الأقل رقياً منها (الطحالب) Algae والأكثر رقياً منها (الحزازيات) Bryophyta فنباتاتها العروسية (المشرات) تمتلك صفات تجعلها قريبة من الطحالب في حين أن صفات نباتاتها البوغية هي أقرب ما تكون إلى الحزازيات، ويرى بعض المصنفين أن الحزازيات القرنية تمثل شعبة منفصلة عن بقية البريويات في حين يرى البعض الآخرأنها تمثل صفاً من الصفوف التابعة لشعبة الكبديات (الحزازيات الكبدية).

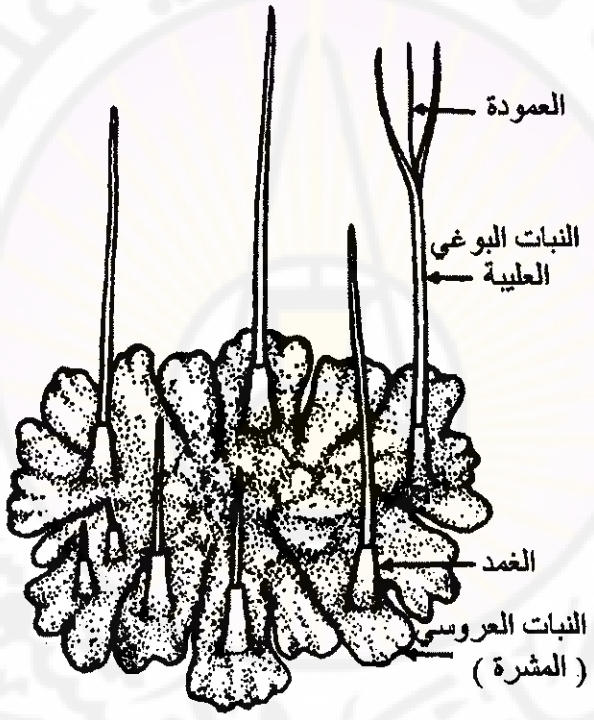
تضم شعبة الحزازيات القرنية رتبة واحدة هي Anthocerotales وفصيلتين رئيسيتين، فصيلة Anthocerotaceae ينتمي إليها 3 أجناس أهمها جنس الأنتوسيروس *Anthoceros* و فصيلة Nothothyllaseae وفيها جنس واحد هو جنس نوتوتيلاس *Nothothylas* سندرس الجنس الأنتوسيروس *Anthoceros* كممثل لشعبة الحزازيات القرنية.

6-2 جنس الأنتوسيروس *Anthoceros* :

يعد هذا الجنس من أكثر الأجناس انتشاراً في العالم من بين جميع الحزازيات القرنية ، حيث يلاحظ وجوده على التربة الرطبة في المناطق المعتدلة من نصفي الكرة الأرضية وكذلك في المناطق الاستوائية. أما بقية الأجناس التابعة للشعبة فإن انتشارها يكون محصوراً في المناطق الاستوائية في نصف الكرة الجنوبي، ويعد هذا الجنس من الأجناس المهددة بالانقراض في المناطق المعتدلة وذلك لأسباب عديدة منها التلوث وقلة الرطوبة في الكثير من المناطق.

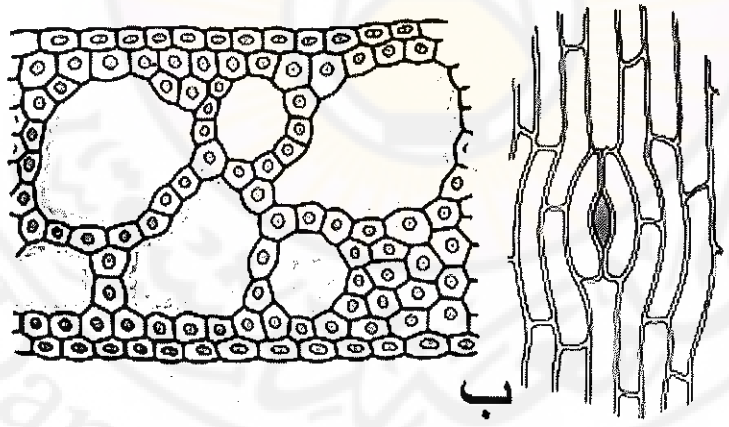
1-2-6 النبات العروسي وبنيته:

يمثل النبات العروسي (المشرة) في الأنتوسيروس الجيل المسيطرعلى النبات البوغي، لونه أخضر قاتم . يتراوح طوله ما بين 0.5 – 3 سم، ويكون متعددالطبقات في المركز وحيد الطبقة على الأطراف ويلاحظ انثناء حواف المشرة نحو الأعلى، كما تصدر الاوبار الجذرية الشفافة. والوحيدة الخلية نحو الأسفل وتتصف بأغلفتها الرقيقة، ووظيفتها تثبيت المشرة بالتربة وامتصاص الماء والأملاح المعدنية ، في حين تغيب تماماً الحراشف البطنية والتي نشاهدها في الكبديات (الشكل1-6).



الشكل 1-6: الأنتوسيروس *Anthoceros sp.*
النبات العروسي (المشرة) وعليها نباتات بوغية فتية وناضجة.

أما بالنسبة للبنية التشريحية للمشرة فإنها تتصف ببنية بسيطة متجانسة الخلايا ولا يلاحظ أي تمايز لخلايا البشرة العليا ويمثل معظم نسيج المشرة خلايا برنشيمية تحتوي على الصانعات الخضراء (حاملات الأصبغةChromatophores) بحيث أن كل خلية تحوي على حامل صبغة واحد وبداخله جسيم أحي بيرينوئيد Pyrenoied كبير في المركز ويمكن أن يتضاعف حامل الصبغة إلى اثنين في جدار النبات البوغي ولهذا أهمية كبيرة في الدراسات الوراثية والسيتوبلاسمية وهذه الصفة يمكن مشاهدتها في الجراثيم الزرقاء. أما على الوجه السفلي للمشرة فتوجد الثغور (المسام) وهي متمايزة عن خلايا البشرة السفلى، وكل سم يضم خليتين سميتين وتؤدي هذه المسام إلى تجاويف داخلية مخاطية توجد فيها الجراثيم الزرقاء النوستوك Nostoc، وظيفة هذه التجاويف المخاطية إبقاء الخلايا القمية القريبة منها في حالة رطبة، هذا وتغيب في خلايا المشرة القطيرات الزيتية والدهنية والتي تشاهد في خلايا مشرات الكبديات مثلاً الماركانتيا *Marchantia* أما بالنسبة لنمو المشرة فيتم بواسطة خلايا قمية ثنائية وجوه الانقسام بحيث تسمح هذه الأخيرة بزيادة عدد الخلايا بكلا الاتجاهين البطني الظهري (العلوي السفلي) (الشكل 2-6).

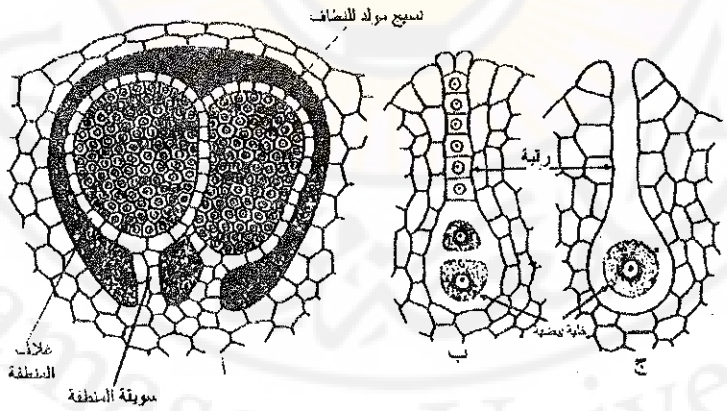


الشكل 2-6: الأنتوسيروس *Anthoceros sp.*

أ: البنية التشريحية البسيطة للمشرة ، ب: السم (الثغر).

6-2-2 النبات البوغي Sporophyte وتطوره:

يتطور النبات البوغي من البيضة الملقحة Zygote الناشئة عن عملية الاخصاب (التكاثر الجنسي) والتي تتم في بطن الرحم عن طريق اندماج نووي بين النطفة المسوطة المتشكلة من إنقسام الخلايا المولدة للنطاف بداخل المنطفة مع الخلية البيضية في بطن الرحم. تكون كل من الأعضاء التكاثرية الذكرية (المناطف) Antheridia والأعضاء التكاثرية الأنثوية (الأرحام) Archegonia مغمورة ضمن المشرة العروسية في تجاويف خاصة ويمكن أن تجتمع أكثر من منطفة في داخل التجويف الواحد، وتتصف المنطفة ببنيتها النموذجية البسيطة وهكذا تتألف من نسيج مولد للنطاف محاط بغلاف وحيد الطبقة الخلوية وترتبط المنطفة في قعر التجويف بسويقة قصيرة، أما الرحم فيقسم إلى قسمين البطن في الأسفل يحتوي بداخله على الخلية البيضية Egg cell والخلية القنوية البطنية وفي الأعلى الرقبة (العنق) الذي يحتوي على مجموعة من الخلايا القنوية الرقبية، وينتهي الرحم في أعلاه بخلية غطائية تغلق فوهته. عند وصول النطاف المسوطة إلى الأرحام تزول كل من الخلية الغطائية والخلايا القنوية الرقبية والخلية القنوية البطنية وبالتالي تتشكل كتلة هلامية لزجة تسمح بولوج النطاف إلى الخلية البيضية حيث يحصل الاندماج النووي (الإخصاب) وتتشكل البيضة الملقحة في قعر الرحم (الشكل 3-6).



الشكل 3-6: الأنثو سيروس *Anthoceros sp.* أعضاء التكاثر

أ: منطفتين في حجرة منطفية ، ب: رحم، ج: رحم جاهز للإلقاح.

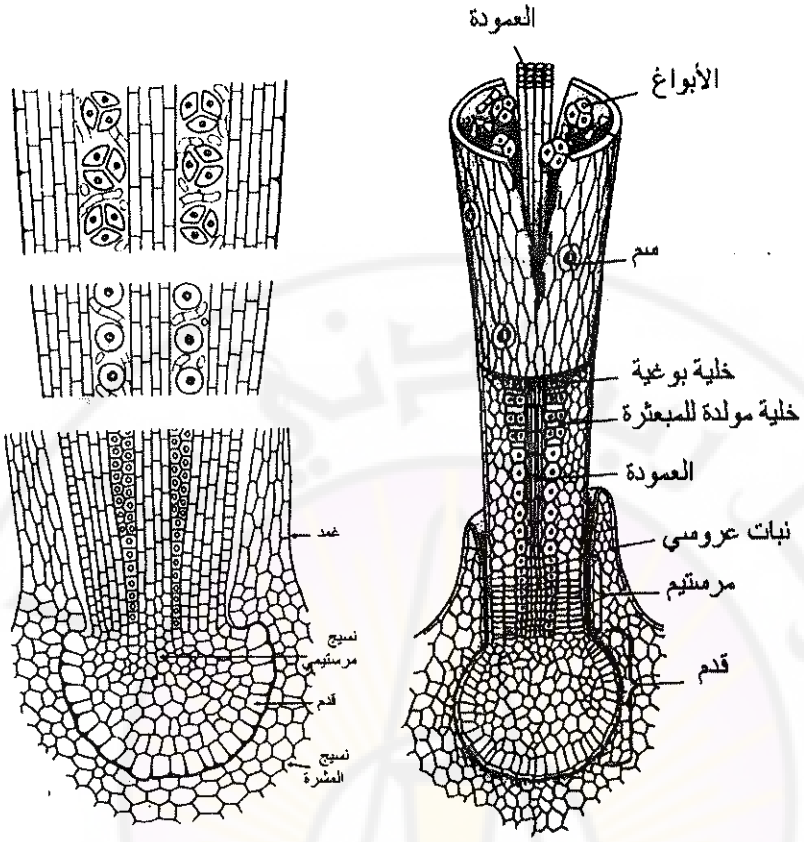
يمتلك النبات البوغي في الأنتوسيروس بنية خاصة ومجموعة من الصفات تميزه عن غيره من الحزازيات. يمكن تلخيصها بالنقاط التالية:

- يشاهد النبات البوغي بالعين المجردة بشكل واضح ويصل طوله حتى 20 سم فوق سطح المشرة.
- يبدو عريضا في قاعدته رفيعاً في قمته وله شكل القرن، ولهذا السبب سميت المجموعة بالحزازيات القرنية.
- يتألف النبات البوغي من قدم عريض Footh يشكل القاعدة التي يرتكز عليها ويتثبت على الوجه العلوي للمشرة ومن سويقة قصيرة Seta ومن علبية (كبسولة) Capsule
- تتفتح العلبية بواسطة مصراعين طوليين من الأعلى إلى الأسفل مما يسمح للعمودة Columella بالظهور في وسطها وهي خلايا كبيرة الحجم وظيفتها الأساسية تثبيت العلبية وإبقائها عمودية أو شاقولية وعدم السماح لها بالانثناء أو الارتداد نحو الأسفل.
- يوجد النسيج المرستيني القاعدي في المنطقة الفاصلة بين القدم و السويقة النسيج الذي يساعد النبات البوغي في الاستمرار بنموه الطولي.
- توجد في أسفل العلبية الخلايا الأم المولدة للأبواغ Spore mother cells وفي وسطها الرباعيات البوغية Spore tetrads وفي أعلاها الأبواغ Spores.
- المبعثرات (المقاود) Elatters قصيرة ومتشعبة على عكس شعبة الكبديات.

تحتوي خلايا جدار العلبية على حاملي الصبغة كما تحتوي على مسامات.

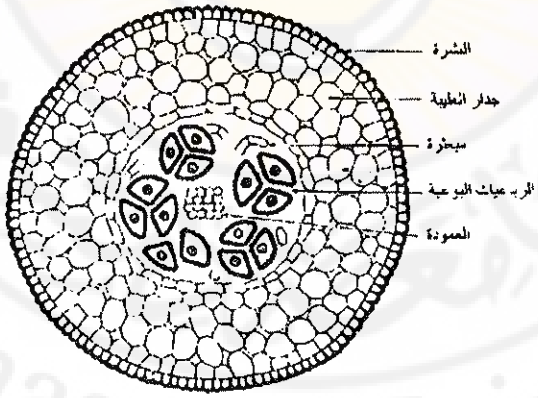
(ثغو) تقوم بدورها بشكل تام في عملية التبادل الغازي عبر فتحها وغلقها بواسطة الخلايا السمية (عددها 2) كما هو الحال في النباتات الراقية وتحتوي خلايا جدار العلبية أيضاً على الصانعات الخضراء Cloroplastes والتي تؤدي دوراً في عملية البناء الضوئي.

لهذا يمكن اعتبار النبات البوغي نباتاً شبه مستقل عن النبات العروسي وبمقدوره أن يبقى حياً عدة أشهر بمفرده دون الحاجة إلى النبات العروسي (المشرة).(الشكل 5-6 و 6-4).



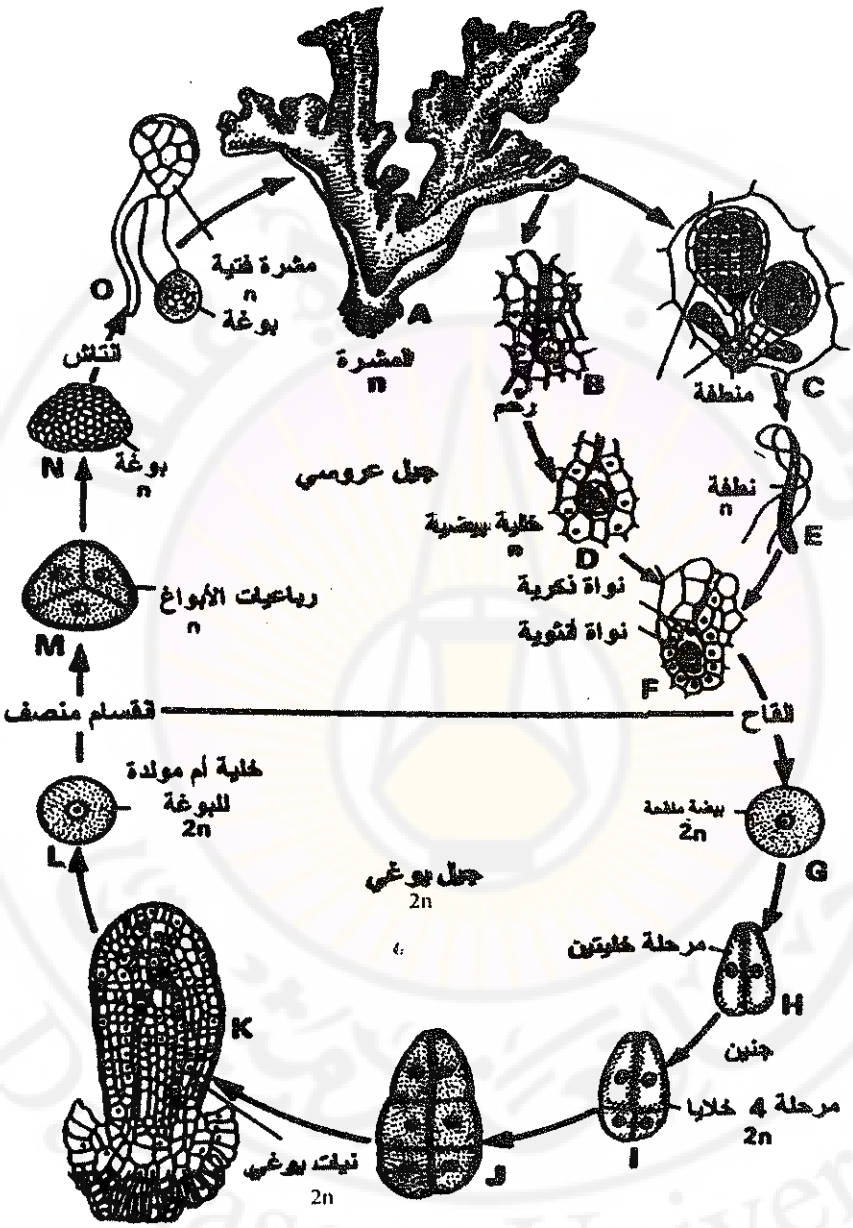
الشكل 4-6: الأنتوسيروس *Anthoceros sp.*

مقطع طولي في النبات البوغي.



الشكل 5-6:الأنتوسيروس *Anthoceros sp.*

مقطع عرضي في العلبية.



الشكل 6-6: حلقة حياة الأنتوسيروس *Anthoceros sp.*



الفصل السابع

1-7 شعبة الحزازيات Bryophyta:

تعد الحزازيات أكبر شعبة تابعة للنباتات البريوية (البريويات) من حيث عددها، إذ يتجاوز 15000 نوع و700 جنس، و أكثرها انتشاراً ولديها القدرة على الانتشار في جميع أنحاء العالم من المناطق القطبية إلى المعتدلة والاستوائية، ويعود ذلك إلى إمكانية تكيفها مع كافة الأوساط بسبب التعقيد المورفولوجي والتشريحي الذي تمتلكه الأعضاء الإعاشية (شبه ساق، أشباه الأوراق، أشباه الجذور) للنباتات العروسية وكذلك النباتات البوغية، وتوجد على جميع الترب الرطبة في الغابات والسهول وضفاف الأنهار وكذلك على الصخور و على جذور الأشجار وفي المستنقعات ونادراً على التربة الرملية والحصوية.

تكمن أهمية الحزازيات القائمة في تشكيل الترب بفضل تفتيت الصخور وحفظها من الانجراف وتعمل على تماسكها وامتصاص مياه الأمطار، وبالتالي زيادة المخزون المائي للتربة، يضاف إلى ذلك قدرتها على توفير الشروط الملائمة لنمو النباتات والحيوانات المتنوعة التي تعيش في البيئات المختلفة.

تمتلك نباتات هذه الشعبة مجموعة من الصفات تميزها عن الشعب السابقة من الحزازيات القرنية والكبدية.

يمكن تلخيصها في النقاط التالية:

- النبات العروسي قائم ومؤلف من شبه ساق، أشباه أوراق، أشباه جذور.
- شبه الساق يملك بنية شعاعية أي تتركب أشباه الأوراق على شبه الساق بشكل حلزوني على الأغلب.
- يتطور الخيط الأولي (الابتدائي) Protonema بشكل جيد ويكون مؤلفاً من خيوط رفيعة متطاولة ومتفرعاً بشكل كبير ونادراً ما يكون صفيحياً أو مشرياً.
- النبات البوغي مقسم إلى قدم، سويقة، علبية.
- تنعدم المبعثرات بشكل تام في هذه الزمرة.

– وجود جهاز لبعثرة الأبواغ وفتح العلبية هو الشفة السنية Peristome وهذا الجهاز يغيب في كل من الحزازيات الصخرية والمستنقعية.

– يتم نمو الحزازيات بواسطة خلاية قمية غالباً ما تكون ثلاثية وجوه الانقسام بحيث كل وجه يعطي جزءاً من شبه الساق وشبه ورقة.

تقسم هذه الشعبة إلى ثلاثة صفوف رئيسية:

1- صف الحزازيات المستنقعية

2- صف الحزازيات الصخرية

3- صف الحزازيات الحقيقية

2-7 صف الحزازيات المستنقعية Sphagnopsida:

تنتشر الأنواع التي تنتمي لهذا الصف بشكل كبير واسع ومحدد في المستنقعات ذات القلوية المنخفضة ph = 3 لذلك سميت بالحزازيات وتمسى أيضاً بالحزازيات التوربية لأن الأجزاء السفلية من النبات العروسي تموت وباستطاعتها أن تشكل التورب (فحم التورب) والتي تؤدي إلى القضاء على الكثير من الكائنات الحية النباتية الحيوانية التي تعيش في التربة بسبب زيادة نسبة الحموضة فيها، كما وأن البعض يسميها بالحزازيات البيضاء أو الشاحبة لوجود نوعين من الخلايا في تركيب أشباه الأوراق وهي الخلايا المائية و اليخضورية وتشكل نسبة الخلايا المائية 2/3 من مساحة شبه الورقة مما يضفي عليها اللون الأخضر الباهت أو الشاحب.

يضم هذا الصف رتبة واحدة Sphagnales وفصيلة واحدة Sphagnaceae وجنساً واحداً هو سفاغنوم *Sphagnum* وحوالي 350 نوعاً، ويكون انتشارها مقتصرا على بعض المناطق من أوروبا وشمال أمريكا.

3-7 جنس سفاغنوم *Sphagnum*:

يتصف النبات العروسي في السفاغنوم بأنه مؤلف من شبه ساق وأشباه أوراق فقط وتغييب الأوبار الجذرية وذلك بسبب وجوده في الماء (المستنقع)، وبإمكانه أن يحصل على ماء من كامل سطح النبات لهذا لا يحتاج إلى تطوير أوبار جذرية.

يقسم شبه الساق إلى ثلاثة أنماط من الفروع.

1- الفروع القمية:

تكون في أعلى النبات العروسي وهي مؤلفة من أشباه أوراق متراصة وناعمة ويتطور فيما بينها الأعضاء التكاثرية (المناطف والأرحام).

2- الفروع المستقيمة (المنتصبة):

توجد في وسط النبات العروسي وهي فروع بارزة تتجه بشكل عمودي على شبه الساق وتكون أيضاً مغطاة بأشباه الأوراق.

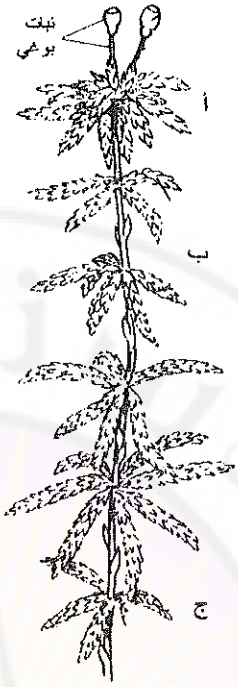
3- الفروع المتهدلة (السابلة):

توجد في أسفل النبات العروسي وهي تتجه نحو الأسفل وتموت بعد فترة مشكلةً التورب كما ذكرنا سابقاً.

تتوضع أشباه الأوراق على كافة الفروع دون استثناء وجميعها متماثلة بالشكل والبنية إلا أن وظيفتها ودورها مختلف، حيث تؤدي أشباه الأوراق التي توجد على المحور الرئيسي لشبه الساق دوراً في تحديد وتصنيف الأنواع التي تنتمي إلى جنس السفاغنوم لأنها ثابتة في النوع الواحد.

كذلك تعد أشباه الأوراق القمية بمثابة أشباه أوراق خصبة بحكم وجودها بالقرب من الأعضاء التكاثرية.

أما أشباه الأوراق المتواجدة على الفروع المتهدلة فلها دور هام في تسريع حركة انتقال الماء على طول شبه الساق وباستطاعة جميع أنماط أشباه الأوراق القيام بوظيفة البناء الضوئي ونقل الماء وتخزينه (الشكل 1-7).



الشكل 1-7:

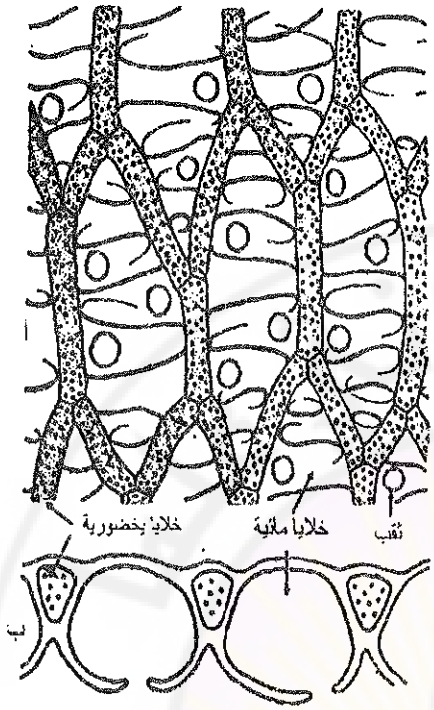
سفاغنوم *Sphagnum sp.*

النبات العروسي

أ: فروع قمية

ب: فروع أفقية

ج: فروع سابلة (متهدلة)



الشكل 2-7:

سفاغنوم *Sphagnum sp.*

جزء يوضح بنية شبه الورقة

أ: منظر سطحي

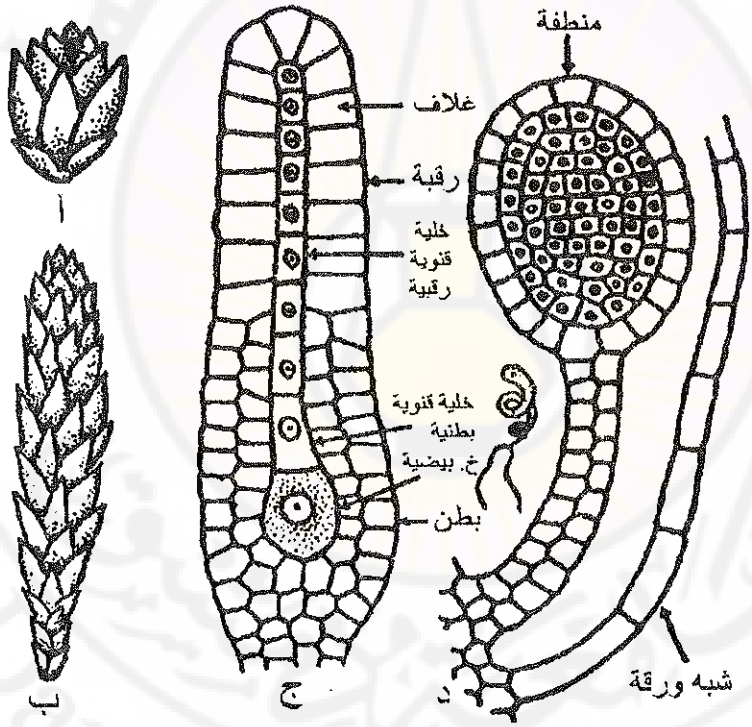
ب: مقطع في شبه الورقة

يتمتع شبه الساق في السفاغنوم ببنية، إذ يتألف من منطقة مركزية شبه ناقلة تتألف من خلايا برنشيمية كبيرة ورقيقة الجدران في الوسط (خلايا المخ) محاطةً بخلايا ذات جدران ثخينة متخشبة لونها أسمر أو أحمر وظيفتها الدعم والثبات، ومن منطقة محيطية هي القشرة Cortex تحيط بها عدة طبقات ميتة أو فارغة وتملك ثقوباً تسمح بمرور الماء وثغانات حلزونية تشكل البشرة Epidermes، ويقوم السفاغنوم بامتصاص

الماء بالخاصة الشعرية لانعدام الأوبار الجذرية فيه ويمكن أن يمتص بما يعادل 37 مرة أكثر من وزنه.

أما بالنسبة لشبه الورقة فهي أيضاً ذات بنية بسيطة مؤلفة من نمطين من الخلايا الأولى كبيرة الحجم وشفافة Hyaline Cells تحوي على ثقوب في جدرانها وعلى ثخانات حلزونية تسمى هذه الخلايا بالخلايا المائية أما النمط الثاني من الخلايا فهي دودية الشكل ضيقة وتحتوي على صانعات خضراء تسمى بالخلايا اليخضوريةChlorophyll Cells تقوم بوظيفة البناء الضوئي(الشكل 2-7).

تمتلك الأعضاء التكاثرية (المناطف والأرحام) بمجموعة من الصفات تميزها عن غيرها (الشكل 3-7).



الشكل 3-7: سفاغنوم *Sphagnum sp.*

أ: فارع منطفي ، ب: فارع رحمي ، ج: رحم ناضج ، د: منطفة

أولاً: المناطف – توجد على محاور الفروع العلوية (القمية)

– متعاقبة مع أشباه الأوراق.

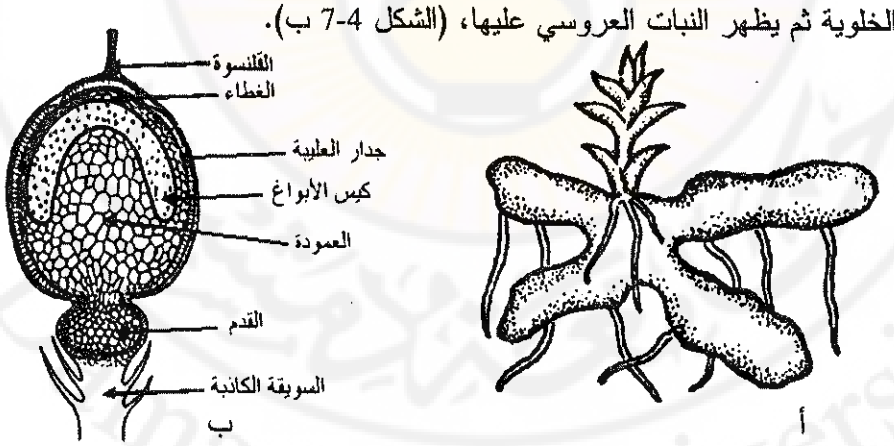
– تحمل على سويقات طويلة نسبياً.

– تتفتح بصورة مشابة لمثيلاتها في الكبديات المورقة.

ثانياً: الأرحام – توجد في قمم الفروع القصيرة البارزة والقمية.

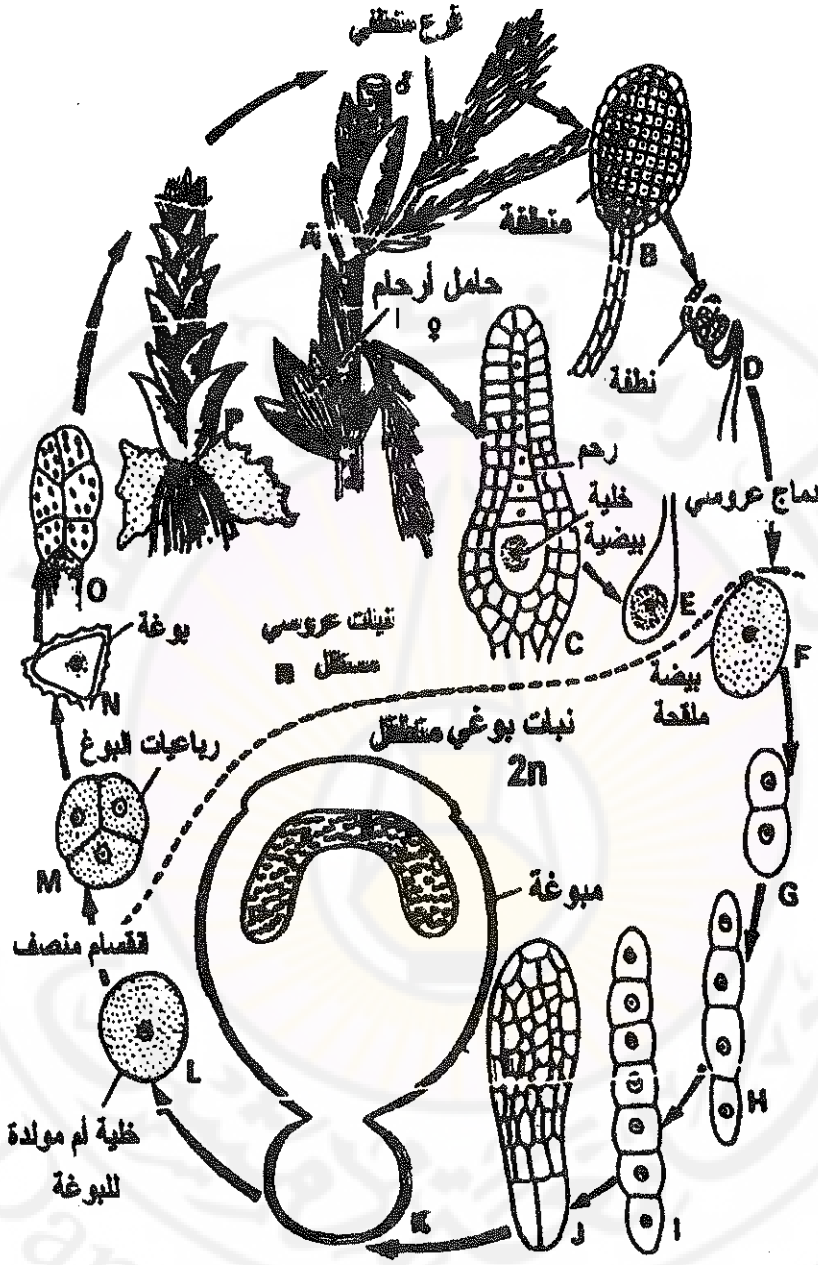
– تجتمع في مجاميع كل واحدة تضم من 5-3 أرحامز

يتشكل النبات البوغي Sporophyte بعد عملية الإلقاح مباشرة وذلك بانقسام البيضة الملقحة ويبدو صغير الحجم في البداية، إذ يبدو مؤلفاً من قدم عريض وسويقة قصيرة جداً وعلبية كروية (الشكل 4-7 أ)، وأثناء نضجه بشكل كامل تتشكل من قمة شبه الساق في النبات العروسي استطالة ترفع العلبية عالياً تسمى السويقة الكاذبة (1n) Pseudopodium. يحتل مركز العلبية خلايا العمودة Colomella، حيث يتمركز فوقها كيس الأبواغ الهلالي الشكل وبداخله تتطور الأبواغ من الخلايا الأم المولدة للأبواغ نتيجة للانقسام المنصف Meioses ويتم تفتح العلبية عن طريق قذف الغطاء الذي يعلوها وذلك لغياب الشفة السنية Peristom والتي تميز الحزازيات الحقيقية. يؤدي إنتاش الابواغ في السفاغنوم إلى تشكيل مشرة عروسية صفيحية صغيرة أحادية الطبقة الخلوية ثم يظهر النبات العروسي عليها، (الشكل 4-7 ب).



الشكل 4 -7: سفاغنوم *Sphagnum sp.*

أ: مقطع طولي في نبات بوغي ، ب: بروتونيما



الشكل 5-7: السفاغنوم *Sphagnum sp.*
حلقة الحياة

4-7 صف الحزازيات الصخرية Andereaopsiada:

تشكل حزازيات هذا الصف مجموعة صغيرة تنتشر بشكل خاص على الصخور. يضم صف الحزازيات الصخرية رتبة واحدة Andreaeopsida وفصيلتين Andreaceae و Andreaobryacea .

ينتمي إلى الفصيلة الأولى 3 أجناس: جنس *Andreae* (90 نوعاً) وجنس *Neuroloma* (نوع واحد) وجنس *Acroschisma* (نوع واحد). أما الفصيلة الثانية فتضم جنساً واحداً هو *Andreaeobryum* وهذه الفصيلة حديثة الاكتشاف.

وسنقوم بدراسة جنس الأندريا كمثال عن هذا الصف.

5-7 جنس الأندريا *Andreae*:

يتصف النبات البوغي في جنس الأندريا بمجموعة من الصفات تقربه إلى الحزازي المستقيم سفاغنوم وهي:

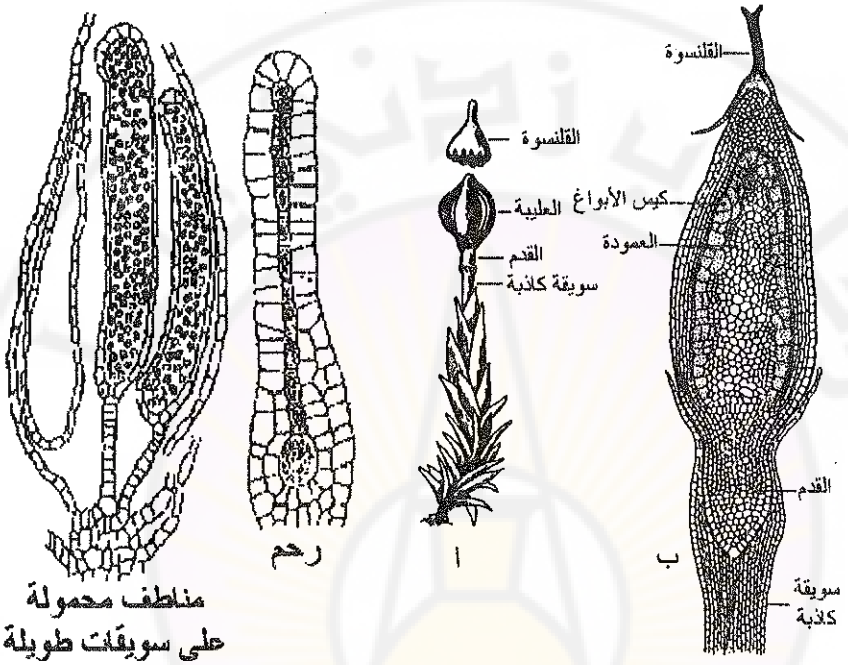
- بنية شبه الورقة مكونة من طبقة واحدة من الخلايا.
- وجود السويقة الكاذبة.
- انعدام الشفة السنية Peristome.
- القدم العري .
- السويقة قصيرة جداً (شبه ضامرة).

أما النبات العروسي في جنس أندريا فيختص بصفات تقربه إلى الحزازيات الحقيقية الراقية:

- المظهر الخارجي العام للنبات العروسي الذي يشبه مثيله في الحزازيات الحقيقية الشكل.
- تطور المناطف والأرحام في قمة شبه الساق.
- توضع أشباه الأوراق في قمم الفروع.
- وجود أحياناً ضلع رئيسي في شبه الورقة.
- التناظر المحوري لشبه الساق.

- يتثبت النبات العروسي بواسطة أوبار جذرية.

- على الرغم من كل الصفات السابقة التي تجعل جنس الأندريا يحتل مكاناً وسطاً بين الحزازيات المستنقعية من جهة والحقيقية من جهة أخرى فإننا نجد صفة خاصة ينفرد بها هذا الجنس وهي نمط تفتح العلبية بأربعة مصارع طولية (الشكلين 6-7 و 7-7).



الشكل 6-7: الأندريا *Andreae sp.*

أ: المظهر العام للنبات العروسي يحمل نباتاً بوغياً

ب: مقطع طولي في النبات البوغي

الشكل 7-7: الأندريا *Andreae sp* الأعضاء التكاثرية

6-7 صف الحزازيات الحقيقية Bryopsida:

يضم هذا الصف مجموعة كبيرة جداً من الحزازيات القائمة الواسعة الانتشار والكثيرة العدد، إذ يضم حوالي 1200 موزعة في 650 جنساً، ومرتبة في 14 رتبة أشهرها Funariales ، Polytrichales ، Bryales .

تتصف حزازيات هذا الصف بمجموعة من الصفات:

- تصل أجزاء النبات العروسي إلى أعلى درجة من التعقيد المورفولوجي والتشريحي.

- تترتب أشباه الأوراق على شبه الساق بشكل لولبي (حلزوني).
- بنية الأعضاء الإعاشية شديدة التنوع.
- وجود جهاز الشفة السنية Peristome الذي يقوم ببعثرة الأبواغ وانعدام المبعثرات
- يتمايز النبات البوغي إلى قدم Footh وسويقة Seta وعلبية Capsule.
- ينمو الخيط الأولي Protonema بشكل واضح ويتفرع بشكل كبير وينقسم إلى قسمين: قسم فوق التربة (هوائي) يسمى البروتونيما الأخضر Chloronema وقسم تحت التربة (لا هوائي) يسمى البروتونيما البني Caulonema.

7-7 المعايير التصنيفية لصف الحزازيات الحقيقية:

يعتمد المصنفون للحزازيات الحقيقية على معيارين أساسيين وهما:

أ- نمط شكل النمو : يمكن أن نقسم الجزازيات الحقيقية حسب نمط شكل النمو إلى مجموعتين وهما:

- **المجموعة الأولى:** Acrocarpi الحزازيات ذات توضع قمي للإثمار، حيث يكون شبه الساق قائما أو منتصبا وغير متفرع أو تفرعه ضعيفا وتتوضع الأعضاء التكاثرية في قمة شبه الساق مثلا الفوناريا *Funaria* والبوليتريكوم *Polytrichum*.
- **المجموعة الثانية:** Pleurocarpi حزازيات ذات توضع جانبي للإثمار إذ يكون شبه الساق مائلا أو أفقي التوضع ومتفرعاً بشكل كبير أما الأعضاء التكاثرية فتوجد على قمم الفروع الجانبية لشبه الساق مثلا هيبنوم *Hypnum* و بتيليديوم *Ptilidium* وكراتونيورو *Cratoneurum* .

ب- نمط الشفة السنية: الشفة السنية هي جهاز خاص يوجد في الحزازيات الحقيقية يساعد في تفتح الكبسولة بقذف غطائها ومن ثم بعثرة الأبواغ، وهو مؤلف من أسنان مختلفة العدد والشكل.

يمكننا أن نقسم الحزازيات الحقيقية حسب نمط الشفة السنية إلى زمرتين:

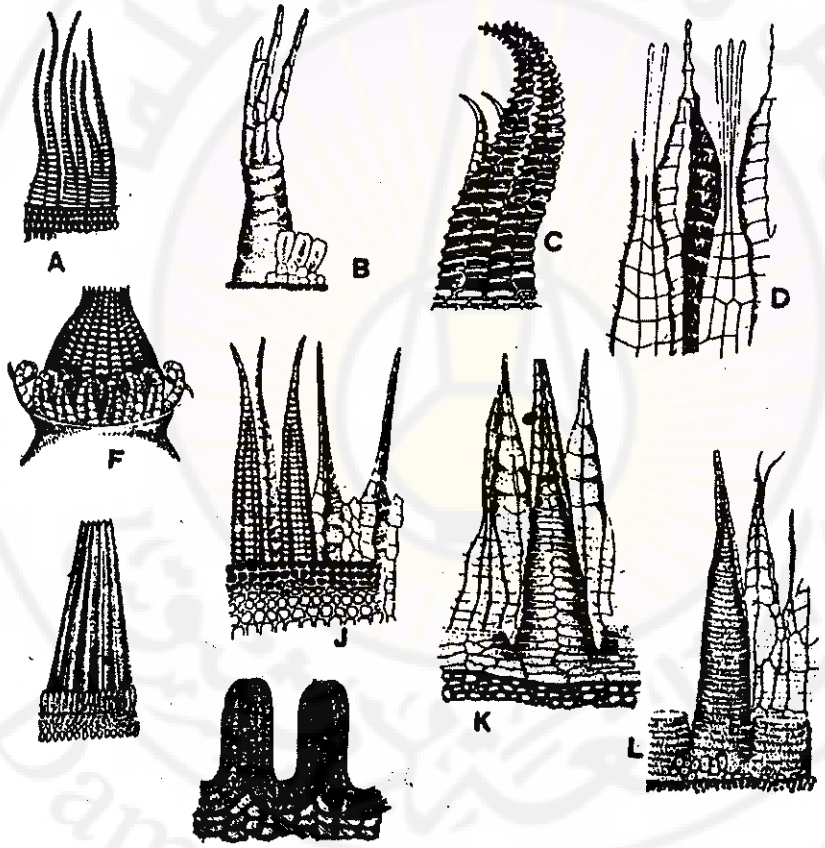
- **الزمرة الأولى: تسمى Namatodontae** تكون الأسنان مؤلفة من خلايا كاملة أو مجموعات خلوية وتظهر الأسنان على شكل كتل غير مجزأة مثلاً.

Pojytrichales و Dawsoniales (الشكل 8-7).

- **الزمرة الثانية: Arthrodontae** تضم الحزازيات التي تبدو الأسنان فيها مؤلفة من جدران خلوية فقط ونميز فيها نوعين.

أ- **الشفة السنية المضاعفة:** مثلا *Funaria* ، *Bryum* ، *Mnium*

ب- **الشفة السنية الأحادية:** مثلا *Tortula* ، *Barbula*



الشكل 8-7: أنماط الشفة السنية Peristome في الحزازيات.

8-7 جنس الفوناريا Funaria:

سندرس جنس فوناريا كممثل لصف الحزازيات الحقيقية Bryopsida.

يضم هذا الجنس عدداً من الأنواع أشهرها وأكثرها انتشاراً وهو الفوناريا القياسي الماء *F. hugrometrica*. ينتشر هذا النوع بشكل واسع في معظم المناطق الرطبة ، على التربة الحصوية، ويتراوح طول النبات العروسي مابين 1 و3 سم ويكون مقسماً إلى شبه ساق و أشباه أوراق و أوبار جذرية ويتصف هذا النبات بسرعة انتشاره وتكاثره، ويصادف بكثرة على أطراف الأنهار وعلى التربة الرطبة في أحواض الزينة.

تترتب أشباه الأوراق على شبه الساق بشكل حلزوني، وتتصف السفلية منها بأنها أصغر حجماً من العلوية . تشير بنية شبه الورقة إلى أنها مكونة من طبقة خلوية واحدة باستثناء الضلع الرئيسي المؤلف من عدة طبقات خلوية، ويعتمد على بنية أشباه الأوراق والضلع الرئيسي في الدراسات التصنيفية و تميز الأنواع. أما شبه الساق فيملك بنية تشريحية بسيطة تتمثل بطبقة من خلايا البشرة يليها القشرة وهي عدة طبقات من الخلايا البرنشيمية، جدران بعض خلاياها المحيطية ثخينة ثم المنطقة المركزية التي تختص في نقل الماء بالامتصاص أو بالخاصة الشعرية.

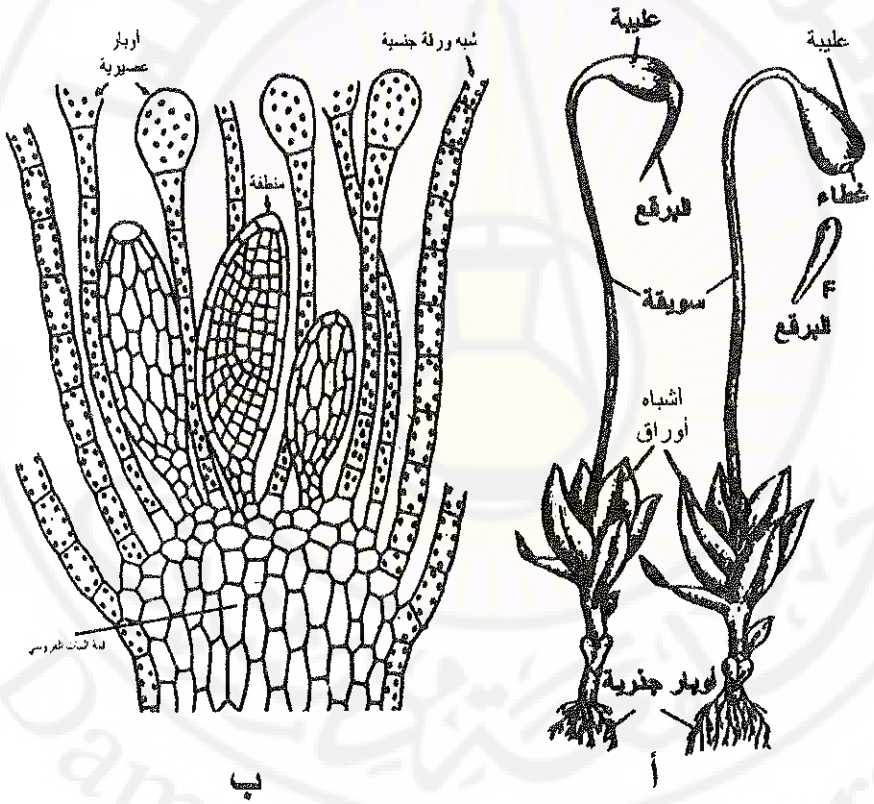
تتوضع الأعضاءالجنسية في قمة شبه الساق على قمم الفروع المختلفة ضمن النبات الواحد فهو إذاً نبات وحيد المسكن منفصل الجنس، ويلاحظ بين المناطف المغزلية الشكل أشعار أو أوبار عصيرية Paraphysis ذات نهايات منتفخة ومملوءة بالماء تؤدي دوراً في إبقاء المناطف رطبة. أما الأرحام التي تتوضع على فروع أخرى على نفس النبات فتبدو متفاوتة في تطورها ونضجها وتنعدم فيما بينها الأشعار العصيرية (الشكل 9 -7).

- النبات البوغي:

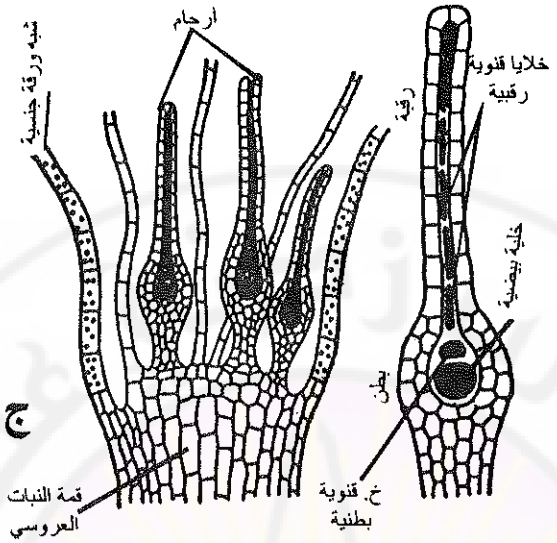
يتألف النبات البوغي في الفوناريا من ثلاثة أجزاء وهي القدم والسويقة والعليبة، وينغمس النبات البوغي في أعلى النبات العروسي بواسطة القدم، ويرتفع عالياً من خلال السويقة الطويلة. أما العليبة (الكبسولة) فتبدو إجاصية الشكل مائلة نحو

الأسفل وأحياناً مرتدة ويعلوها نسيج خلوي شفاف يغطي جزءاً منها عندما تكون فتية يسمى البرقع (القلنسوة) Calyptra وهوعبارة عن بقايا الجزء العلوي من جدار الرحم الممزق والمتطاول.

تعد العليبة Capsule الجزء الأكثر تعقيداً في النبات البوغي، إذ تقسم إلى ثلاثة أجزاء: الغطاء Operculum الذي يبدو صغيراً وقرصياً ثم جسم العليبة Theca وفي الأسفل العقدة Apophysis التي يصعب تحديد حدودها مع الجسم وتتصل مباشرة في أسفلها مع السويقة Seta.



نبات عروسي وعليه نبات بوغي أعضاء التكاثر المذكرة



أعضاء التكاثر المؤنثة

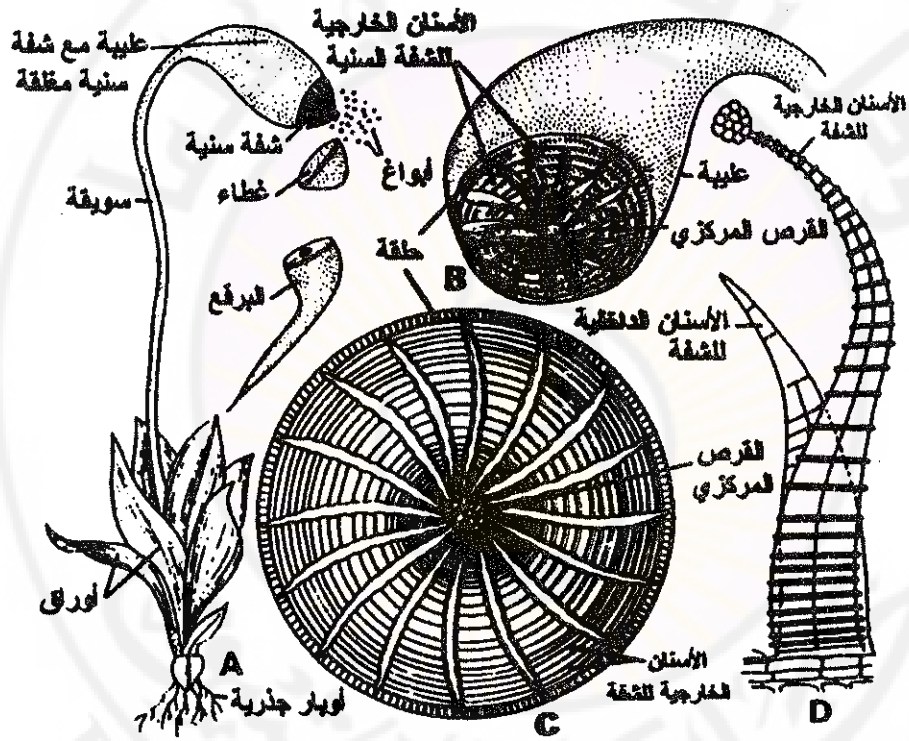
الشكل 9-7: الفوناريا *Funaria hygrometrica*

يرتبط غطاء العليبة مع جسمها بواسطة الشفة السنية Peristome والذي يعمل على قذفه بعد النضج، وترتكز على فوهة العليبة خلايا ضخمة تسمى الطبقة الآلية أو الحلقة Annulus، ويلاحظ ارتباطها مع الشفة السنية التي تكون في الفوناريا مضاعفة (ثنائية الصف).

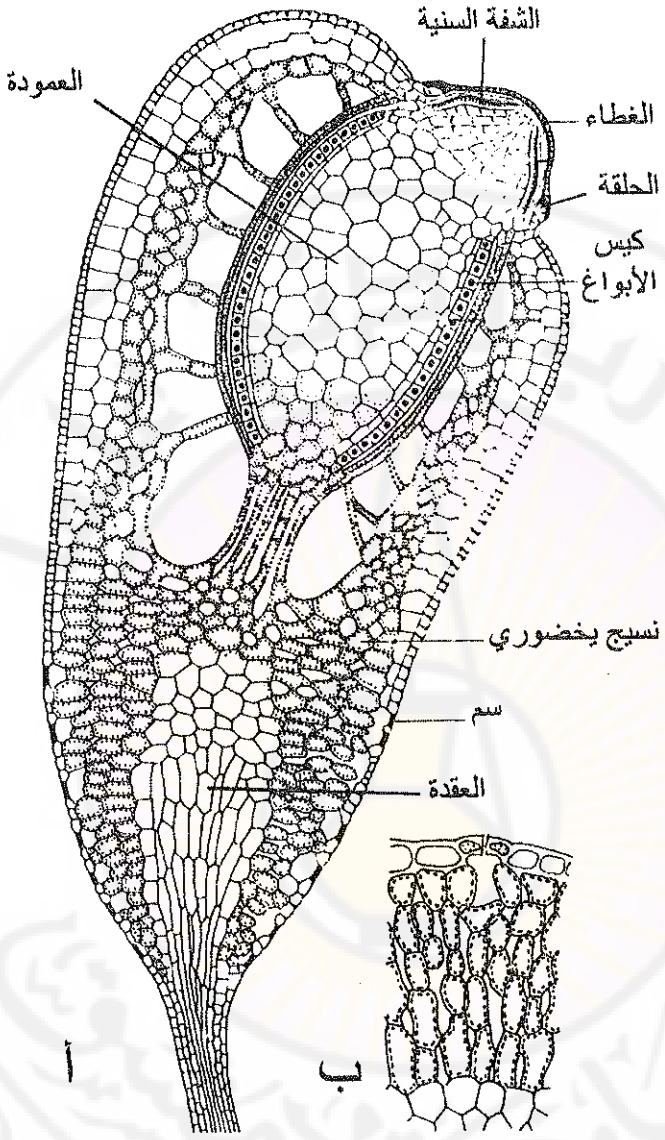
يبدو الصف الداخلي (الشفة السنية الداخلية) مؤلفاً من أسنان ذات جدران رقيقة تتأثر بالرطوبة والجفاف وتعمل على إغلاق فوهة العليبة. أما الصف الداخلي (الشفة السنية الخارجية) فيضم أسناناً ذات جدران سميكة جداً ومحملة بقطع او تزيينات ثخينة مستعرضة سلمية التوضع تساهم في ربط الغطاء بجسم العليبة. ويلاحظ في مركز العليبة من خلال المقطع الطولي نسيج العمودة الذي يظهر كأسطوانة من الخلايا البرنشيمية تتصل في أعلاها مع الغطاء. أما كيس الأبواغ Sporocyste فيبدو محصوراً بين العمودة التي تحده من الداخل وجدار العليبة الذي يحده من الخارج دون وجود أي فراغ.

يتألف جدار العلبية من ثلاث طبقات:

- البشرة **Epidermis** ويتخللها الثغور (المسام).
- **تحت البشرة Hypodermis** وهي عبارة عن خلايا برنشيمية.
- أعمدة خلوية تترك بينها حجرات (فجوات) هوائية تتصل مباشرة مع الطبقة الخلوية الداخلية التي تقع بجوار كيس الأبواغ ، (الشكلين 10-7 و 11-7).



الشكل 10-7: الفوناريا *Funaria hygrometrica* آلية تفتح العلبية

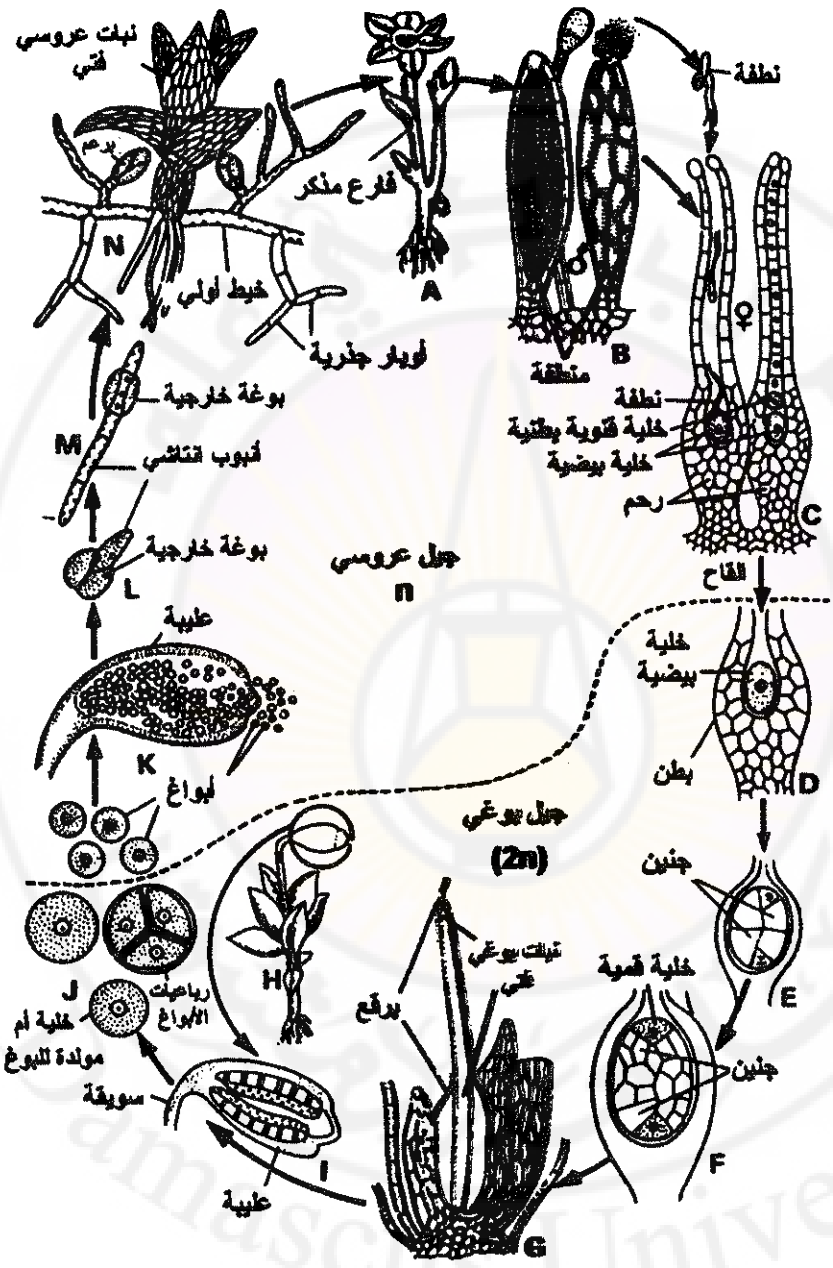


الشكل 11-7: الفوناريا *Funaria hygrometrica*

أ: مقطع طولي في العلبية

ب: النسيج اليخضوري مع السم

يعد النبات البوغي الفتي نبات شبه مستقل، إذ يمكن للعليبة الفتية الخضراء أن تقوم بعملية التركيب الضوئي إلى حين نضج الأبواغ والعليبة عندها يتحول لونها إلى اللون البني وذلك بسبب الجفاف واختفاء الصانعات الخضراء في جدرانها خلال ذلك تتحلزن وتلتف أسنان الشفة الداخلية نتيجة لفقدان الماء ثم تتبعثر وتتناثر الأبواغ، ولدى سقوطها على التربة الرطبة وتوافر الشروط المناسبة فإنها تنتش مشكلة خيطاً أولياً Protonema لا يلبث أن يتفرع بشدة فوق التربة إلى خيوط خضراء تسمى Chloronema وتحت التربة إلى خيوط سمراء (بنية) خالية من الصانعات يسمى Caulonema ومن هذه الأخيرة تصدر الأوبار الجذرية في حين تتشكل البراعم على الخيوط الخضراء التي تتحول إلى نباتات عروسية جديدة.



الشكل 12-7: حلقة حياة الفيوناريا

Funaria hygrometrica

9-7 جنس بوليتريكوم *Polytrichum*:

يضم جنس بوليتريكوم حوالي 92 نوعاً تنتشر في المناطق المعتدلة من نصفي الكرة الأرضية وفي المناطق الباردة والاستوائية، وتوجد بعض أنواعه على التربة الرطبة في الغابات الصنوبرية المطرية كالنوعين: *P.commune* و*P. formosum* ، في حين يفضل البعض الآخر التربة القليلة الرطوبة كالنوع *P piliferum*.

يملك النبات العروسي مجموعة من الصفات تجعله متكيفاً مع الوسط الذي يعيش فيه، ويختلف جنس بوليتريكوم عن جنس فوناريا بمجموعة من الصفات المرتبطة سوء بالنبات العروسي أم النبات البوغي.

سنبين من خلال دراستنا تلك الفوارق والاختلافات في أكثر الأنواع انتشاراً وأهمية وهو *P commune*.

يتألف النبات العروسي من شبه ساق غير متفرع يتراوح طوله مابين 5-10 سم، وقد يصل طوله أحياناً في المناطق الاستوائية إلى 50 سم ومن أشباه أوراق تتوضع عليه بشكل حلزوني أو لولبي أو من أوبار جذرية.

يقسم شبه الساق إلى قسمين : (الشكل 13-7).



الشكل 13-7:

بوليتريكوم *Polytrichum sp.*

نبات عروسي يحمل نبات بوغي

أ: العلبية Capsule

ب: السويقة Seta

ج: القلنسوة Calyptra

د: القسم العلوي (الهوائي)

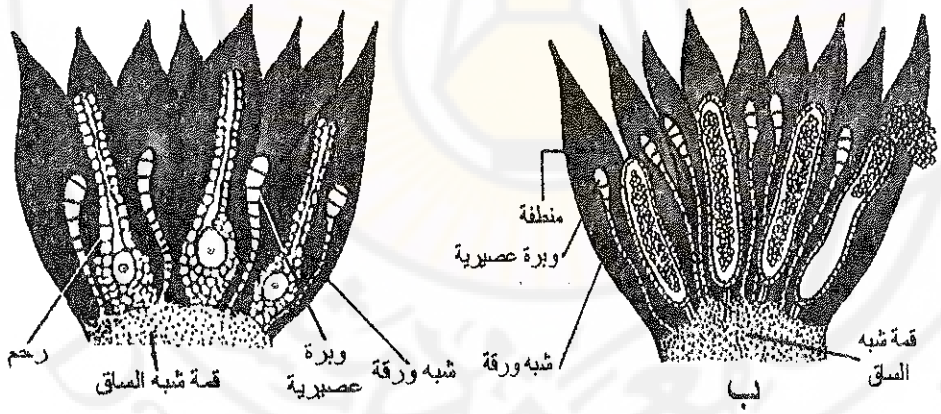
هـ : القسم السفلي (اللاهوائي)

و: الأوبار الجذرية Rhizoieds

1- **القسم العلوي (الهوائي):** تتوضع أشباه الأوراق الخضراء الكبيرة الحجم في أعلاه والصغيرة البنية في قاعدته.

2- **القسم السفلي (اللاهوائي):** جزء مطمور منتفخ يسمى الجذمور Rhizome، يختلف في شكله وبنيته عن القسم الهوائي، وهو أكثر ثخانة منه ولونه بني داكن وخالٍ من أشباه الأوراق وتصدر عنه باتجاه الأسفل الأوبار الجذرية.

يعد جنس البوليتريكوم على عكس جنس الفوناريا نبات ثنائي المسكن، إذ تتشكل المناطف والأرحام في قمم شبه السوق وتكون بشكل مجموعات وتحاط وتغلف بأشبه الأوراق القمية المختلفة عن الإعاشية بالشكل واللون والحجم، وتبدو المناطف كروية أو بيضاوية الشكل حمراء اللون ومحمولة على سويقات منطفية قصيرة متعددة الخلايا وتحاط المنطفة بغلاف عقيم وحيد الطبقة الخلوية، كما يتشكل عدد كبير من النطاف السابحة ثنائية السياط، فيما بينها أشعار أو أوبار ذات نهايات مائية منتفخة هي الأشعار العصيرية Paraphysis ، دورها يتمثل في إبقاء المناطف رطبة وتحميها من الجفاف. أما الأرحام فتبدو بنيتها كما هو الحال في الأجناس السابقة في البريويات (الشكل 7-14).



الشكل 14-7: بوليتريكوم *Polytrichum sp.*

أ: أعضاء التكاثر الأنثوية (الأرحام)

ب: أعضاء التكاثر الذكرية (المناطف)

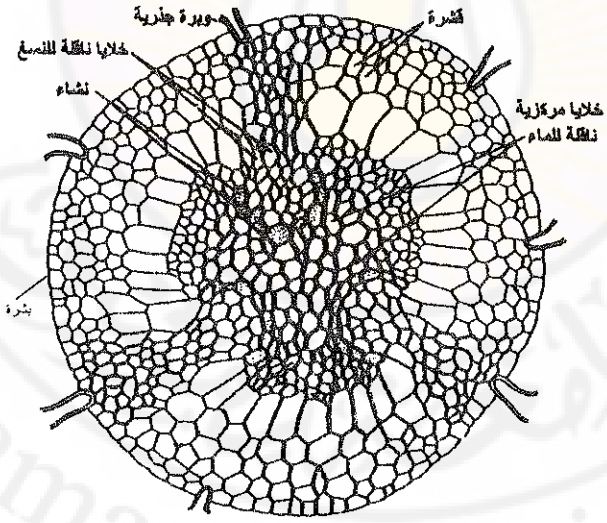
يشير المقطع العرضي لشبه الساق الهوائية إلى تعقيد كبيرفي البنية وتمايز شديد في الأنسجة، و يمكن تقسيمه إلى ثلاث مناطق:

1- البشرة Epidermsis: وهي طبقة مؤلفة من خلايا ذات جدران سميكة سمراء اللون تحمي شبه الساق وتعطيه الدعم والصلابة.

2- القشرة Cortx: تتألف من عدة طبقات من الخلايا البرنشيمية، وتتوزع فيها آثار الحزم الورقية بشكل حلزوني.

3- المركز شبه الناقل Centraltrace: وهو مؤلفٌ من حزمة شبه ناقلة تشبه إلى حدٍّ كبير الأسطوانة البدائية Protostele، مؤلفة من خلايا أنبوبية ميتة ذات جدران طولية ثخينة وجدران عرضية رقيقة تسمى هذه الخلايا Hydroieds، وهي تشابه القصيبات في السراخس إلا أن جدرانها الخارجية لاتحوي ثقوباً تسمح بمرور الماء عبرها من خلية إلى أخرى، كما أنها تفتقر إلى التزيينات الموجودة في الأوعية الخشبية للنباتات الراقية.

تحاط هذه الخلايا بمجموعة من الخلايا الادخارية التي تخزن المواد النشوية تشبه خلايا النسيج الغربالي في النباتات الراقية وتسمى هذه الخلايا Leptoeids (الشكل 15-7).



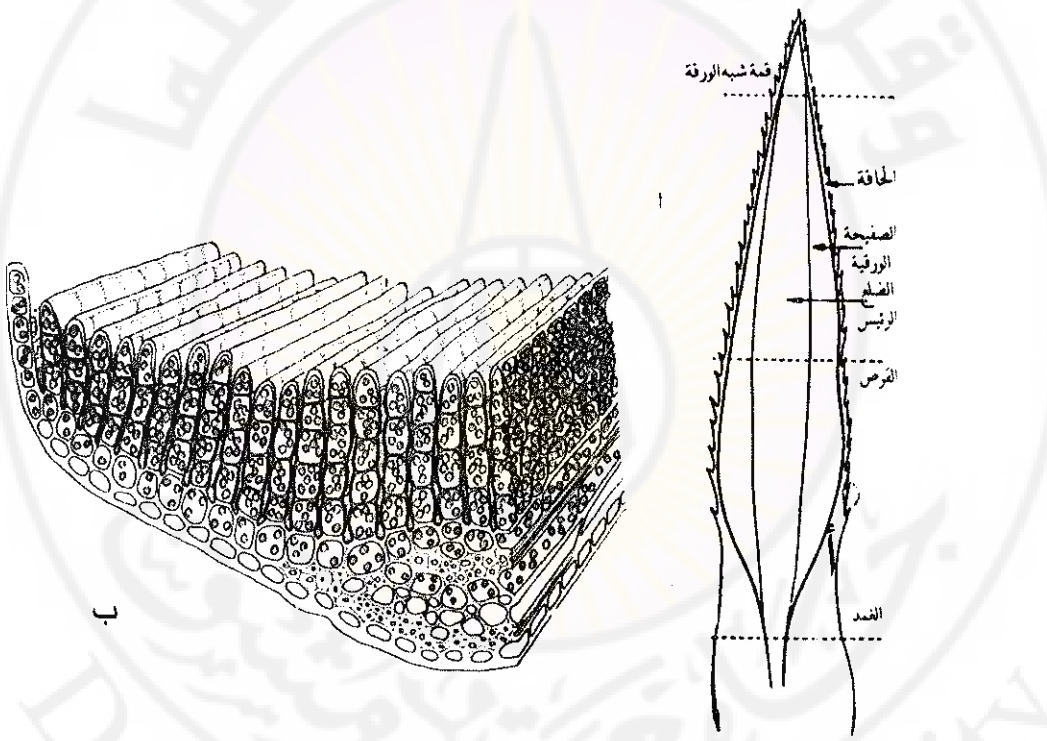
الشكل 15-7: بوليتريكوم *Polytrichum sp.*
مقطع عرضي في شبه الساق

أما أشباه الأوراق في جنس بوليتريكوم تتصف بشكلها الأنسيابي، وتقسم بالاتجاه الطولي.إلى ثلاثة أقسام (الشكل 16-7):

1- القاعدة: تشكل غشاءً رقيقاً وشفافاً خالياً من الزوائد اليخضورية وتسمى قمة الورقة وبفضله ترتكز شبه الورقة على شبه الساق ويلتف حوله.

2- النصل (القرص): يشكل $\frac{2}{3}$ من مساحة شبه الورقة ويتصف بلونه الأخضر نتيجةً لاحتوائه على الزوائد اليخضورية. والصانعات الخضراء بكثرة.

3- القمة: وهي الجزء النهائي من شبه الورقة وتكون مستدقة وأحياناً مدببة يشير المقطع العرضي المار في شبه الورقة إلى تعقيد في بنيتها أيضا.



الشكل 16-7: بوليتريكوم *Polytrichum sp.*

أ: شكل تخطيطي لشبه الورقة طولياً

ب: شكل فراغي يظهر بنية شبه الورقة

ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام (الشكل 17-7):

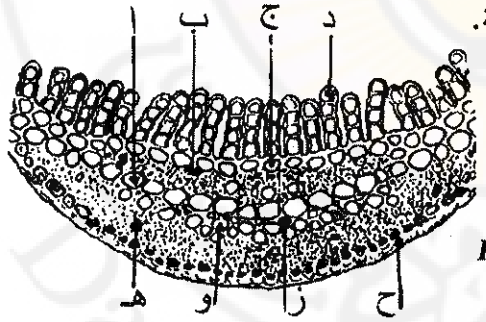
1- حافة شبه الورقة: تكون عادة مسننة ومؤلفة من طبقة خلوية واحدة.

2- الصفيحة الورقية: وهي مكونة من طبقتين من الخلايا.

3- الضلع الرئيسي: يتوسط شبه الورقة ويكون ثخيناً عريضاً في قاعدته ورفيعاً مستدقاً في نهايته، ويتألف من عدة طبقات خلوية مختلفة في طبيعته ووظيفتها، ويلاحظ أن الضلع الرئيسي محدبٌ على الناحية الظهرية ومستوي على الجهة البطنية، و يظهر على الجهة البطنية (العلوية) Abaxial صف من خلايا البشرة العليا الكبيرة الحجم نسبياً ويرتكز على كل خلية زائدة يخضورية Assimilationslamelle ويتوضع تحت البشرة العليا غمد من الخلايا السكلرنشيمية، ويقع تحت الغمد السكلرنشيمي البطني النسيج شبه الناقل والمؤلف من ثلاثة أنماط من الخلايا:

- Deuter وهو صف من الخلايا البرنشيمية الكبيرة الحجم
- Hydroides خلايا مضلعة ذات زوايا حادة
- Leptoides خلايا برنشيمية أكبر حجماً من الخلايا Hydroieds ذات جدران رقيقة

كما يشاهد غمد ثان من الخلايا السكلرنشيمية أسفل النسيج شبه الناقل، أكثر تطوراً من الغمد السكلرنشيمي البطني يعطي الدعم للضلع الرئيسي على الجهة السفلية (الظهرية)، وتحدد الضلع الرئيسي على الوجه السفلي Adaxial بصف من خلايا البشرة السفلى ، جدرانها الخارجية سميكة.



الشكل 17-7: بوليتريكوم *Polytrichum sp.*
بنية الضلع الرئيسي لشبه الورقة
أ: Deuter ، ب: الغمد السيكلرنشيمي البطني ، ج: خلايا البشرة العليا ، د: خلية قمية ، هـ: الغمد السيكلرنشيمي الظهري، و: Leptoides ، ز: Hydroides ، ح: خلايا البشرة السفلى

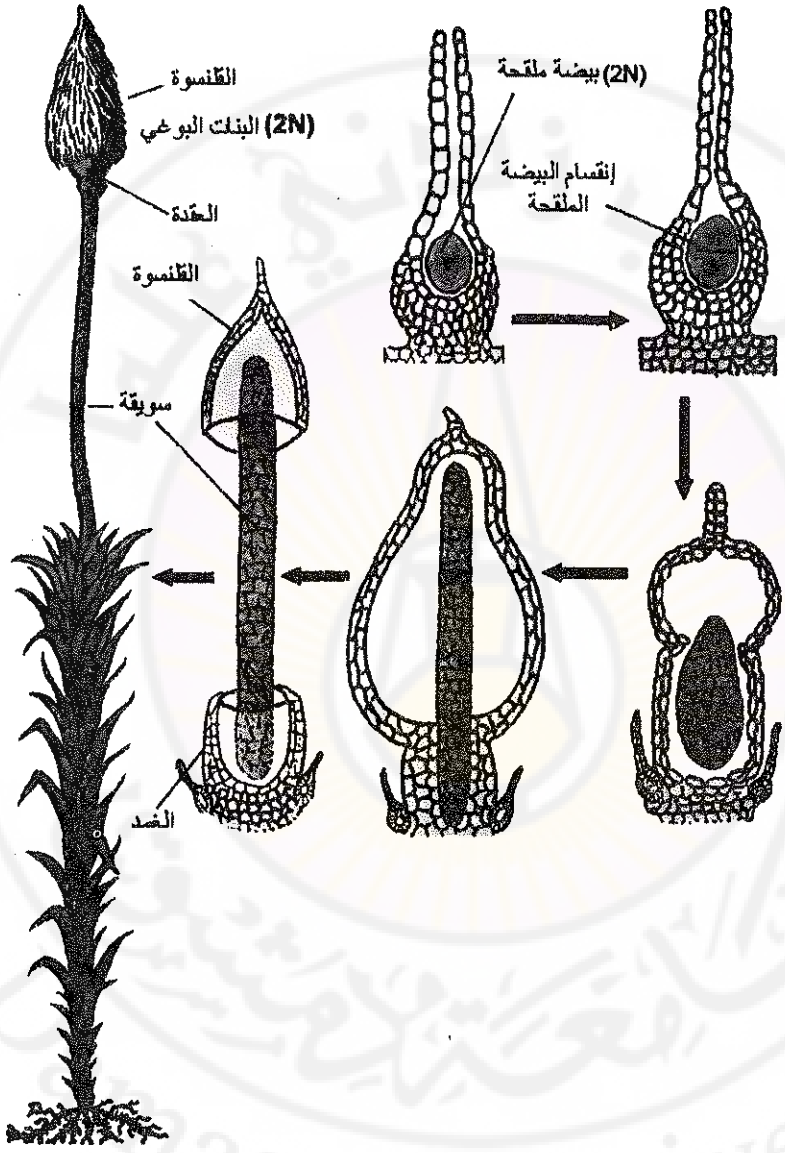
لا يقتصر وجود الزوائد اليخضورية فقط على الضع الرئيسي بل يمتد ذلك إلى جانبي الصفيحة الورقية، ويختلف طول هذه الزوائد حسب المنطقة. ففي قاعدة الورقة وقمتها تبدو أقصر مما هي عليه الحال في وسط الضلع الرئيسي و تؤدي هذه الزوائد دوراً هاماً في إبقاء أشباه الأوراق وبالتالي النبات العروسي كله في حالة رطبة نتيجة لإمكانية احتفاظها بكمية من الماء عبر الحجرات البينية، إذ تشكل الأخيرة نظاماً شعرياً خاصاً لتخزين الماء Capillarsystem، كما وأنها تزيد في السطح العلوي لشبه الورقة الذي يفيد في استمرارية النشاط الحيوي للنبات العروسي كله من أجل القيام بوظائفه. كما تتصف الزوائد اليخضورية بوجود الخلايا القمية (النهائية) والتي تأخذ أشكالاًمختلفة و يعتمد عليها كأساس في تصنيف أنواع جنس البوليتريكوم.

يختلف النبات البوغي في جنس بوليتريكوم مقارنة مع مثيله في جنس الفيوناريا بمجموعة من الصفات. تبدو العليبة في البوليتريكوم بأنها أسطوانية الشكل ومتناظرة أو متعددة التناظر، ويشير المقطع العرضي إلى وجود أربع ميازيب أو انخماصات على جدارها الخارجي، وتكون العليبة شاقولية أو عمودية، وتحمل على سويقة مستقيمة أو غير منحنية. تتألف العليبة من ثلاثة أجزاء: العقدة Apophysis في الأسفل وجسم العليبة والغطاء Operculum، ويلاحظ وجود حدود واضحة تفصل تلك الأجزاء عن بعضها البعض، وهذا لم يشاهد في الفيوناريا.

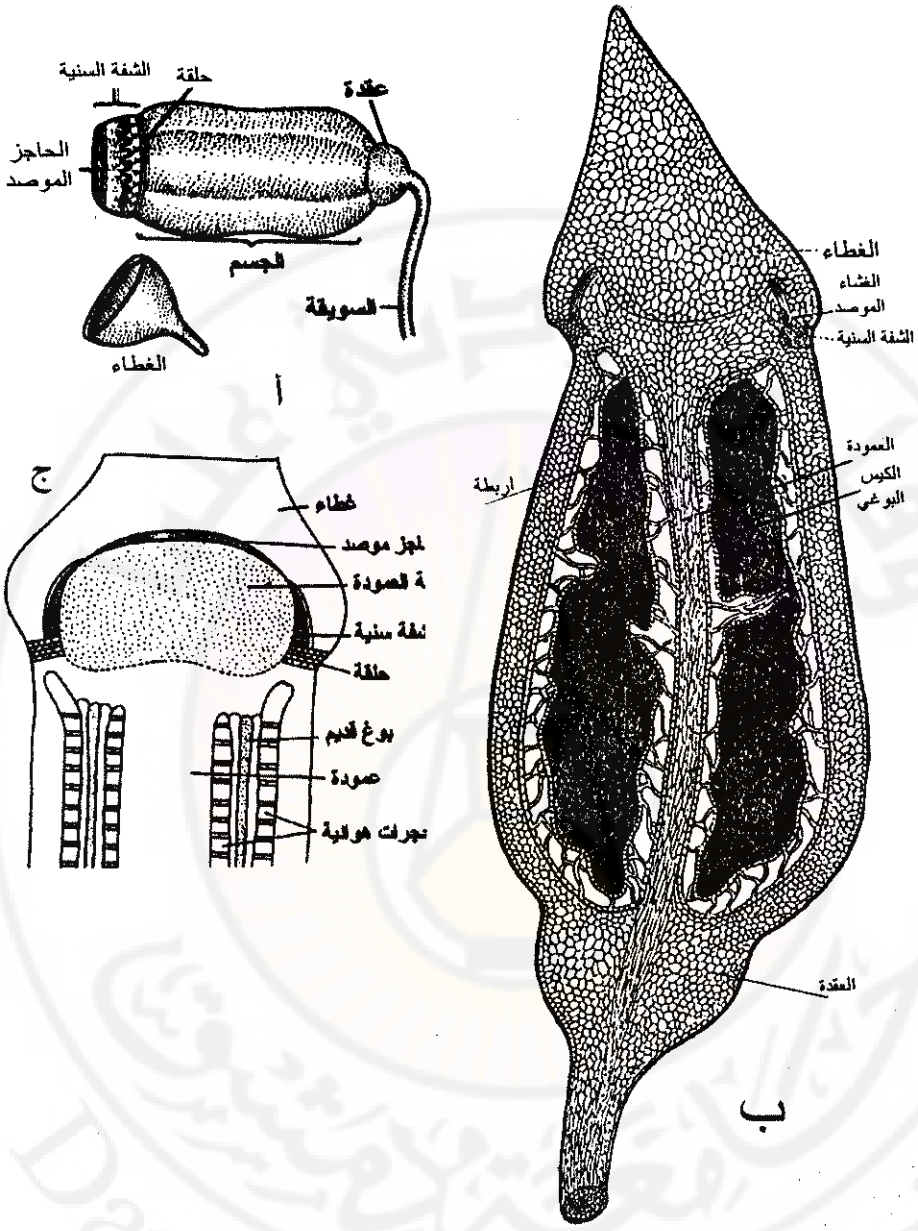
يشير المقطع العرضي في عليبة النبات البوغي إلى مجموعة من الفوارق مقارنة مع الفيوناريا:

- تتمركز العمودة Columella في وسط العليبة وتمتد من منطقة العقدة حيث تصبح رقيقة مشكلة غشاءً يسمى الغشاء الموصد Epiphragme.
- يرتبط الكيس البوغي من الجهة المحيطية (الخارجية) بجدار العليبة ومن الجهة المركزية (الداخلية) بالعمودة بواسطة أربعة أربطة خلوية تسمح بتشكيل العديد من الفراغات (الفجوات الهوائية).
- تتألف الشفة السنية من صف واحد من الأسنان القصيرة والحادة وترتكز حول محيط الفوهة على صف من الخلايا الآلية التي تدعى بالحلقة Annulus ويستعاض هنا عن

الشفة الداخلية الموجودة في الفيوناريا بالغشاء الموصد Epiphragm الذي يتمزق عند نضج العليبة والأبواغ وتساهم الشفة السنية في قذف غطاء العليبة وكذلك التواء الأسنان نحو الخارج بعد فقدانها للماء (الشكلين 18-7 و 19-7).

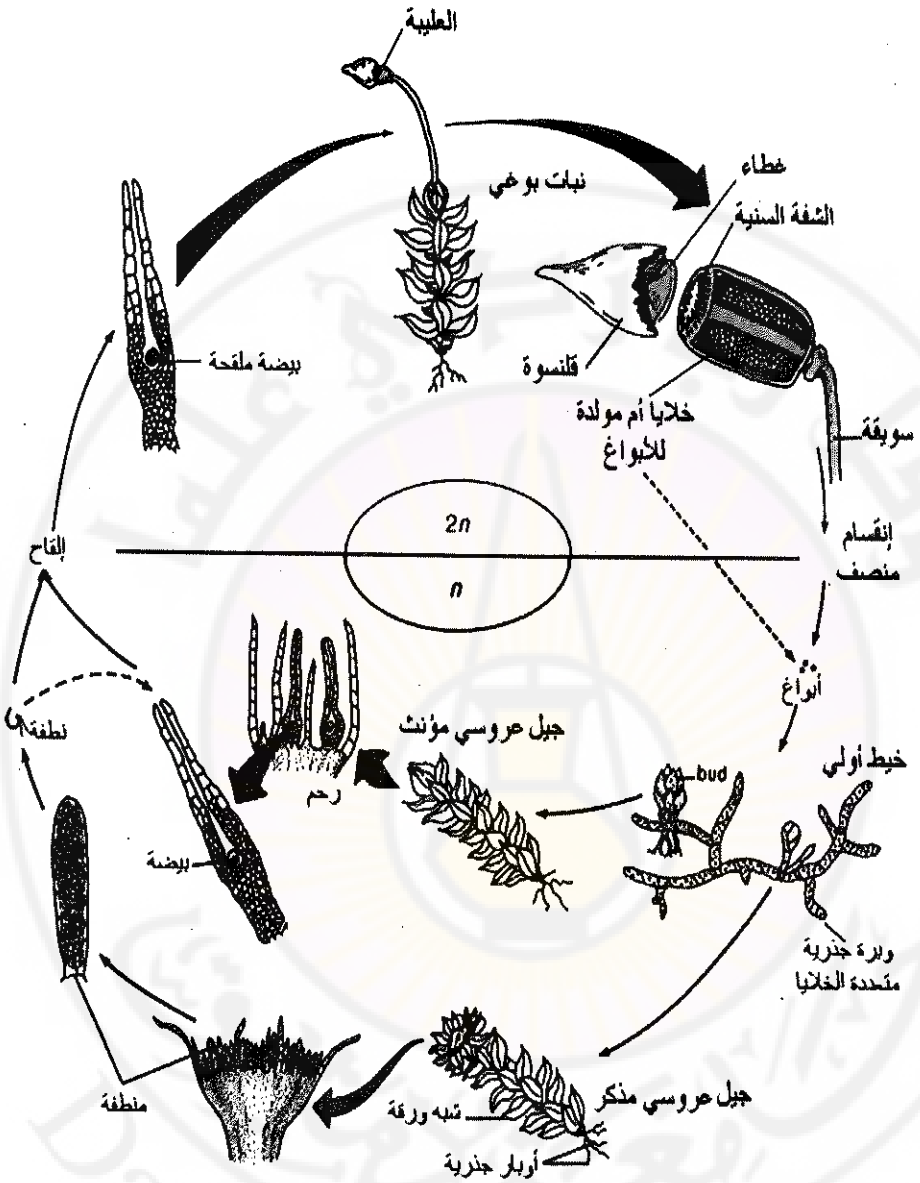


الشكل 18-7: بوليتريكوم **Polytrichum sp.**
مراحل تشكل النبات البوغي



الشكل 19-7: بوليتريكوم *Polytrichum sp.*

أ: بنية العليبة مورفولوجياً ، ب: م . ط في العليبة ، ج: بنية الجزء العلوي من العليبة



الشكل 20-7: بوليتريكوم *Polytrichum sp*. حلقة الحياة


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الثالث

النباتات السرخسية (التريديات)

الفصل الثامن: النباتات السرخسية

الفصل التاسع: شعبة النباتات البسيلوتية

الفصل العاشر: شعبة أرجل الذئب

الفصل الحادي عشر: شعبة أذناب الخيل

الفصل الثاني عشر: شعبة السراخس

Damascus University


وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل الثامن

8-1 المزايا العامة للسرخسيات:

١- إن البيضة الملقحة (2n) هي أول خلية في النبات البوغي الذي يتمايز إلى جذمور وجذر وساق وأوراق، وهذه الأعضاء تبدو شديدة التنوع وذلك حسب درجة رقي النبات.

٢- تتمثل النباتات الدنيا بوجود أوراق حرشفية أو ناعمة، بينما تكون كبيرة، وغالبا مركبة في النباتات الأكثر رقياً.

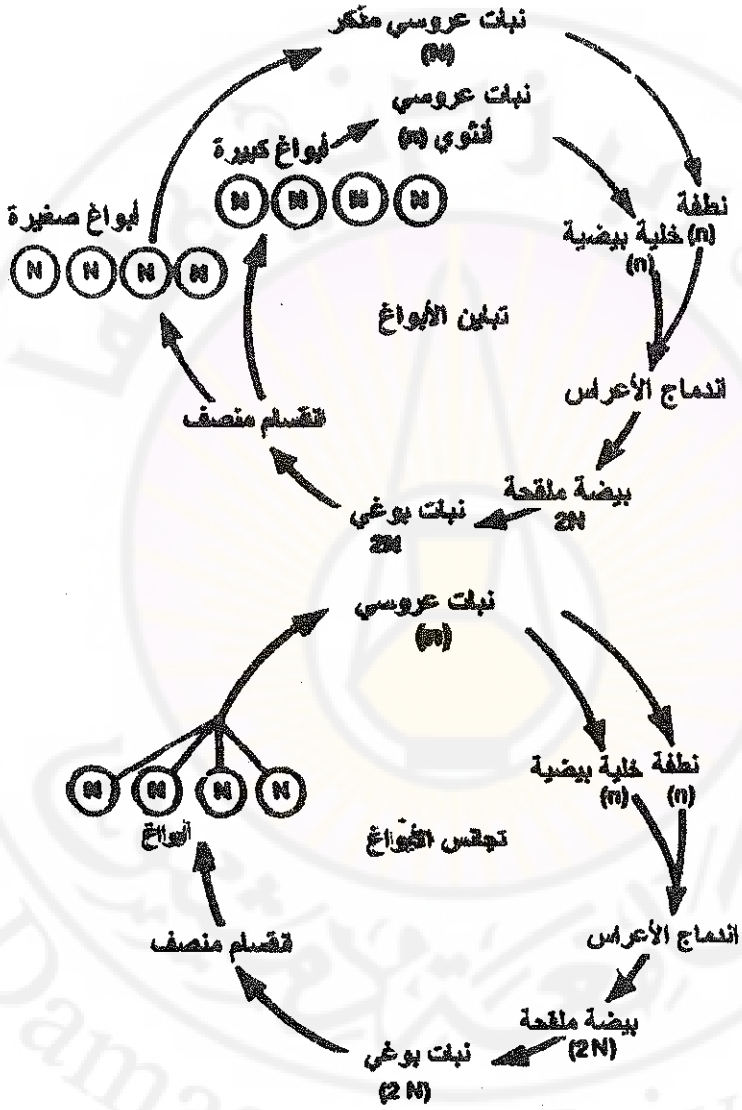
٣- تبدو الحزم الناقلة في الساق والجذور والأوراق مكونة من خشب Xylem ولحاء Phloem، والخشب يتكون من أوعية ناقصة فقط (قصيبات) Tracheides. وينعدم الكامبيوم (البنية الثانوية) في جميع النباتات السرخسية المعاصرة باستثناء جنسين هما ايزويتس وبوتريكيوم.

٤- تتكاثر السرخسيات من النباتات الرحمية جنسيا بتلقيح الخلية البيضة (المتشكلة بالرحم) بالنطفة (المتشكلة في المناطف) وبالتالي إنتاج الأبواغ في أكياس بوغية متنوعة ارتباطا مع طبيعة النبات البوغي.

٥- بعض النباتات تكون متماثلة الأبواغ (كلها بحجم واحد) تعطي بانتاشها نباتات عروسية مختلطة الجنس وبعضها الآخر غير متماثل الأبواغ، حيث نجد أبواغاً صغيرة تعطي بإنتاشها نباتات عروسيه مذكرة و أبواغاً كبيرة تعطي بإنتاشها نباتات عروسية مؤنثة.

٦- إن البوغة (1n) هي أول خلية في النبات العروسي. وقد يعيش هذا النبات فترة قصيرة لا تزيد عن أسبوع، وقد تصل حياة بعض النباتات العروسية إلى أشهر وأحيانا إلى بضعة أعوام. والنبات العروسي غالبا مشري يحمل المناطف والأرحام إما على مشرة واحدة أو على مشرات مختلفة حسب الأنواع.

٧- يسيطر في دورة حياة السرخسيات الجيل البوغي (2n) على الجيل العروسي (1n)، ويمكن تمييز نمطين من دورات الحياة نظراً لوجود نمطين من الأبواغ (كما أسلفنا) متماثلة وغير متماثلة (الشكل 1-8).



الشكل 1-8: مخططان: الأول يظهر دورة حياة التريديات متجانسة الأبواغ والثاني يظهر دورة حياة التريديات غير متجانسة الأبواغ

2-8 الأوعية الناقصة (القصيبات):

لقد ظهرت الأوعية الخشبية الناقلة الناقصة لأول مرة في النباتات السرخسية. وما الجدل الذي أثير حول ظهور أوعية ناقصة في بعض أنواع الحزازيات الحقيقية، وبخاصة في أنواع جنس بوليتريكوم إلا محض آراء متناثرة هنا وهناك. لقد أشارت الدراسات المستحاثية إلى أن أول القصيبات كانت موجودة في جنس رينيا *Rhynia*، وقد حمل الوعاء الناقص على جدرانه تزيينات حلقية. وبعد ذلك تم اكتشاف التزيينات الحلزونية في جنس آخر منقرض وهو هورنيا *Hornea* ومن ثم جاء اكتشاف القصيبات ذات التزيينات السلمية والمنقطة وغيرها في احد الأسلاف القديمة المنقرضة لأرجل الذئب وهو استروكسيلون *Asterxylon* .

تبدو القصيبة كخلية واحدة متطاولة، مؤنفة النهايتين جدارها عرضي مائل، ترتبط مع بعضها بعضاً لتشكل نسيجاً ناقلاً يندفع من خلاله النسغ الناقص عبر ثقوب في الجدران، وهي قصيرة رفيعة (1– 10 مم طولاً و 0.5 مم قطراً) مقارنة مع القصبات (الأوعية الكاملة) التي يصل طولها إلى عشرات الأمتار (الشكل 2-8).



الشكل 2-8: تطور الأوعية الناقصة (القصيبات) في التريديات

3-8 تطور الأسطوانات المركزية:

من دراسة النباتات السرخسية المستحاثية والمعاصرة، والنباتات البذرية (عاريات ومغلفات البذور) أمكن وضع تطور الكامل لجميع أنماط الاسطوانات المركزية في سوق هذه النباتات والعلاقات التطورية التي تربطها. وقد تبين أن جميع الاسطوانات المركزية في النباتات تشكلت أصلاً من أقدم اسطوانة مدروسة في جنس رينيا المنقرض وهي الاسطوانة البسيطة أو العمودية Haplostele وعن هذه الاسطوانة انبثقت ثلاثة اتجاهات وهي:

١- **اتجاه الأسطوانات البدائية Protostele**. ينعدم المخ البرنشيمي في هذه الاسطوانات ونميز فيها: الاسطوانة النجمية Actenostele (اليونانية aktunoc-aktus = نجمة)، والاسطوانة التي انبثقت عنها وهي المجزأة Plectosele. هاتان الاسطوانتان تواجدان في الأجناس المعاصرة.

٢- **اتجاه الأسطوانات الأنبوبية Siphonostele** (من اليونانية ciphon = أنبوب)، يلاحظ المخ (أو الفراغ) في مركزها، ونميز فيها:

الاسطوانة الأنبوبية مزدوجة اللحاء Amphiphloic Siphonostele، والاسطوانة الشبكية Dictiostel. (التي نشأت عن الأولى)، وهي الاسطوانة الواسعة الانتشار في شعبة السراخس الراقية.

٣- **اتجاه الأسطوانات الأنبوبية خارجية اللحاء Ectophloic Siphonostele** حيث انبثق عنها اسطوانات مغلفات البذور وهي الحقيقية Eustele (في ثنائيات الفلقة)، واللامنتظمة Atactostele (من اليونانية a = لا ، taktoc = منتظم) (في أحاديات الفلقة) وهي التي تشكل خاتمة الاسطوانات في هذه المسيرة الطويلة (الشكل 3-8).

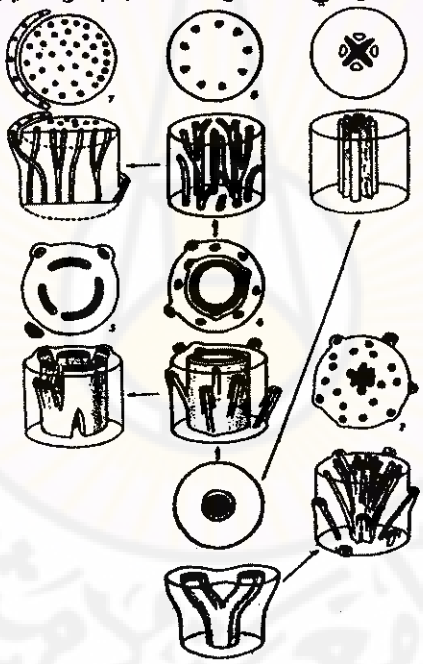
إن المتمعن في تمايز الخشب الابتدائي العائد لهذه الأسطوانات يكتشف بكل وضوح أن الخشب الأول Potoxylem (P.X) قد بدا خارجي المنطلق Exarch (جابذ) في الاسطوانات البدائية (النجمية)، وما لبث أن انتقل إلى مرحلة الخشب وسطي المنطلق Mesarch في العديد من الأسطوانات وبخاصة الاسطوانة الشبكية، ثم انتهى به المقام

إلى وضعية الخشب الراقي في مغلفات البذور حيث الخشب داخلي المنطلق Endarch (نابذ).

هذا الوضع يذكرنا بتمايز الخشب في النبات الراقي الواحد بدء من : الجذر ، فالتاج (منطقة اتصال الجذر مع الساق)، فالساق فقاعدة معلاق الورقة، فالورقة، وكأن النبات الواحد يتحدث عن قصة تطور الاسطوانات في سوق النبات عبر ملايين السنين.

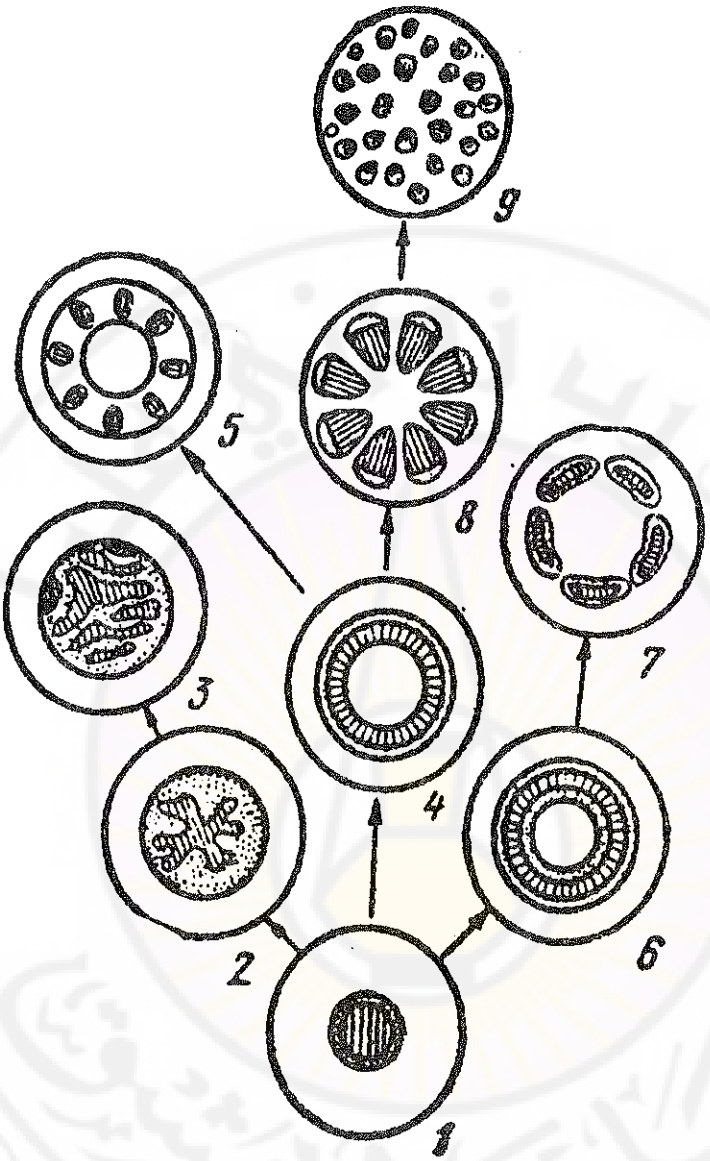
وأخيرا فإن وجود الأوراق الحرشفية والصغيرة يرتبط بوجود الاسطوانات الأقل رقياً، بينما تتصف النباتات حاملة الاسطوانات الأكثر رقياً بوجود الأوراق الكبيرة، لأن هذه الأوراق تحمل حزماً ناقلة مشتقة من اسطوانة الساق، وبذلك فهي تترك آثارا في الساق على هيئة فراغات (أو برنشيم) تسمى النوافذ الورقية Leaf gaps.

وتكون النوافذ بشكل خاص في الأسطوانات الشبكية والحقيقية (الشكل 4-8).



الشكل 3-8: مخطط يوضح تطور الأسطوانات المركزية في التريديات

بسيطة ، 2: نجمية ، 3: اسطوانة الجذر ، 4: انبوبية ، 5: شبكية ، 6: حقيقية ، 7: لامنتظمة



الشكل 4-8: الربط التسلسلي لأسطوانات الساق في التريديات

1: بدائية ، 2: نجمية ، 3: مجزئة ، 4: أنبوبية خارجية اللحاء ، 5: ابتروستيل ، 6: أنبوبية مزدوجة اللحاء ، 7: شبكية ، 8: حقيقية ، 9: لامنتظمة

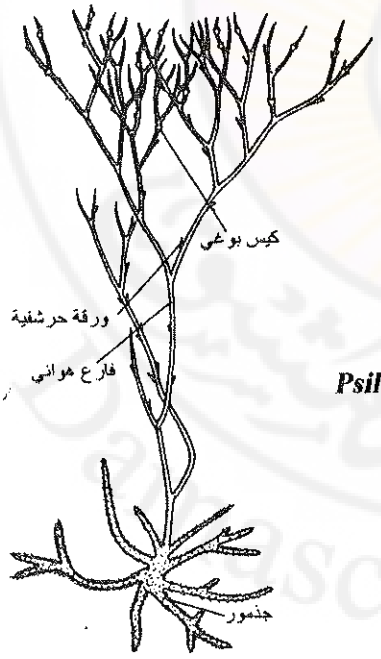
الفصل التاسع

1-9 شعبة النباتات البسيلوتية Psilotophyta:

تضم فصيلة واحدة Psilotaceae وجنسين معاصرين هما *Tmesipteris* و *Psilotum* وحوالي (4-8) أنواع، تعيش في المناطق الاستوائية. نباتاتها صغيرة خالية من الجذور، وتحمل الأوبار الجذرية Rhizoids .

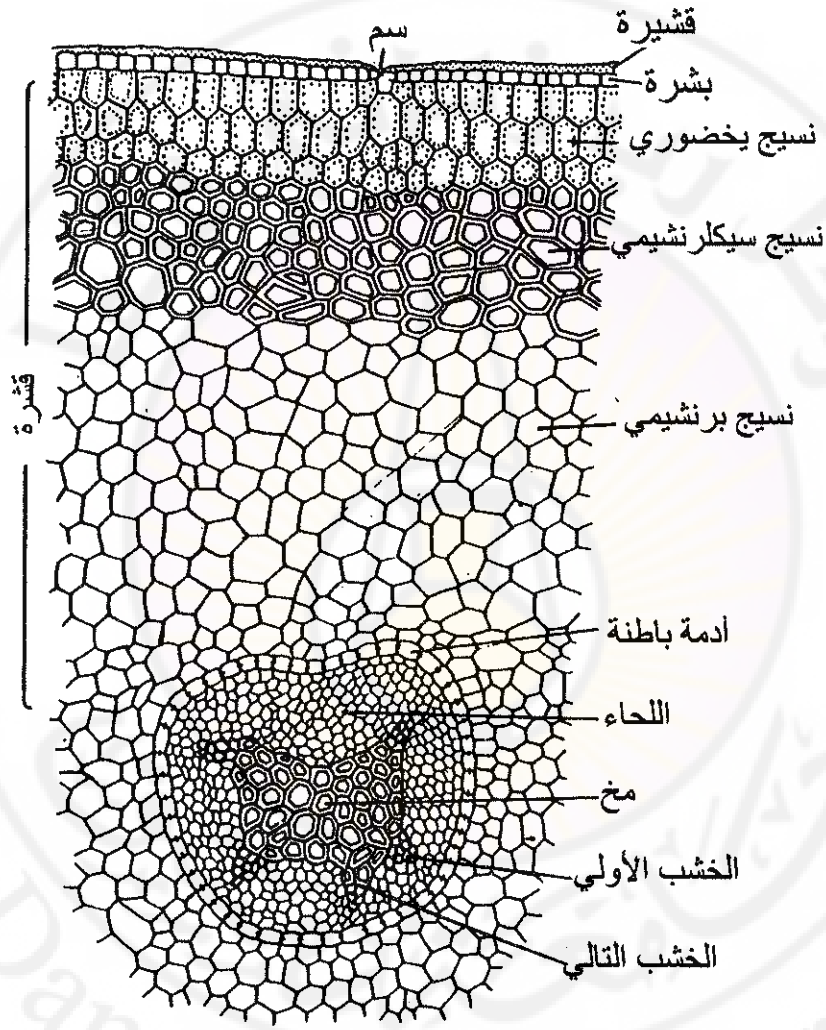
2-9 جنس البسيلوتوم *Psilotum*:

يتمثل هذا الجنس بنوعين فقط: *P . nudum* و *P . flccidum* للنباتات جذمور متفرع مغمور تحت التراب وساق هوائي اخضر اللون بطول حوالي (20 – 70سم) يتصف بوجود تفرعات ثنائية تدعى بالقطع المحورية أو التلومات Telome (من اليونانية Telco أي وحدات صغيرة)، يحمل أوراقاً حرشفية تبدو كبروزات من البشرة، دون ضلع رئيسي أو مسامات (الشكل 1-9).



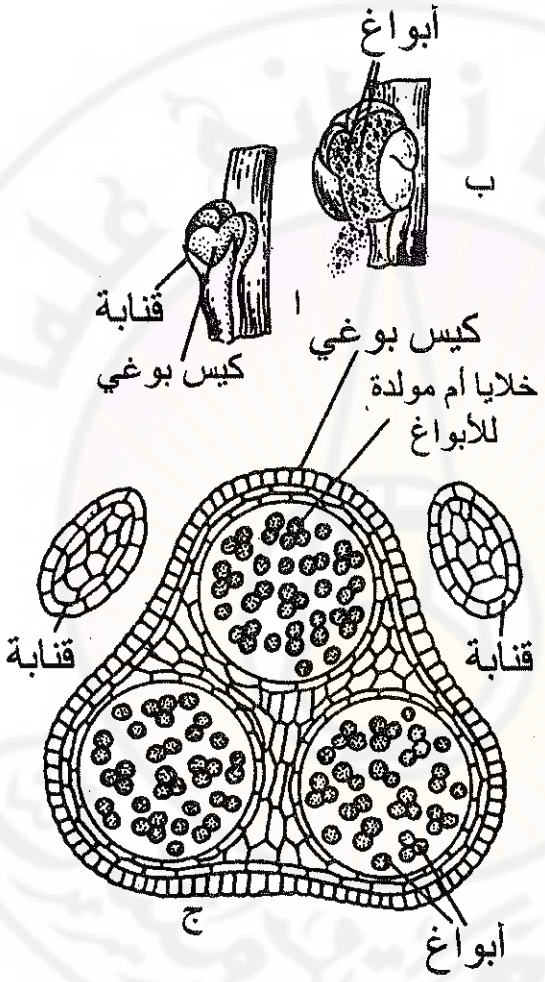
الشكل 1-9: النبات البوغي للبسيلوتوم *Psilotum nudum*
ويظهر فيه الريزوم مع الفارع الهوائي
وتوضع الأكياس البوغية في القسم العلوي من النبات.

تشير البنية التشريحية للساق إلى وجود الأسطوانة النجمية Actinostele مع المحيط الدائر في المركز تليها باتجاه المحيط القشرة التي تبدأ بالسكلرنشيم وتنتهي بالأدمة الباطنة ،وتبدو خلايا القشرة الخارجية محشوة بالصانعات الخضراء ، ويحاط الساق بالبشرة التي تظهر فيها بعض المسامات البدائية (الشكل 2-9).



الشكل 2-9: البسيلوتوم *Psilotum nudum*
قطاع من مقطع عرضي في الساق الهوائي

تتوضع أكياس البوغ في التفرعات العلوية للساق وذلك في آباط بعض الأوراق الحرشفية. وهكذا تحمل كل ورقة في إبطها ثلاثة أكياس ملتحمة مع بعضها في مرحلة النضج النهائي. ويحاط الكيس البوغي بغلاف متعدد الطبقات ويضم العديد من الأبواغ المتجانسة (الشكل 3-9).



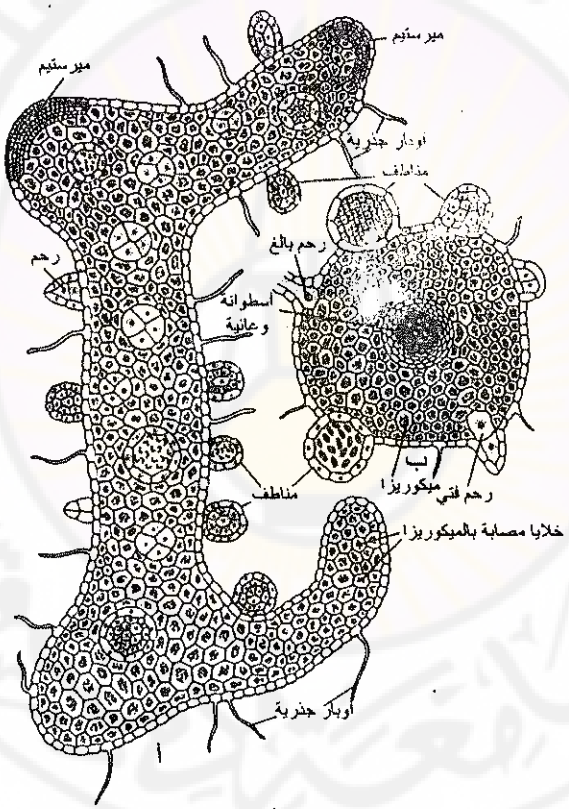
الشكل 3-9: البسيلوتوم *Psilotum nudum* الأكياس البوغية

أ: جزء من الساق يحمل الأكياس البوغية الثلاث ، ب: الأكياس البوغي المتفتحة ،

ج: مقطع عرضي في مستوى الأكياس الثلاث مع مقاطع عرضية في القنابات

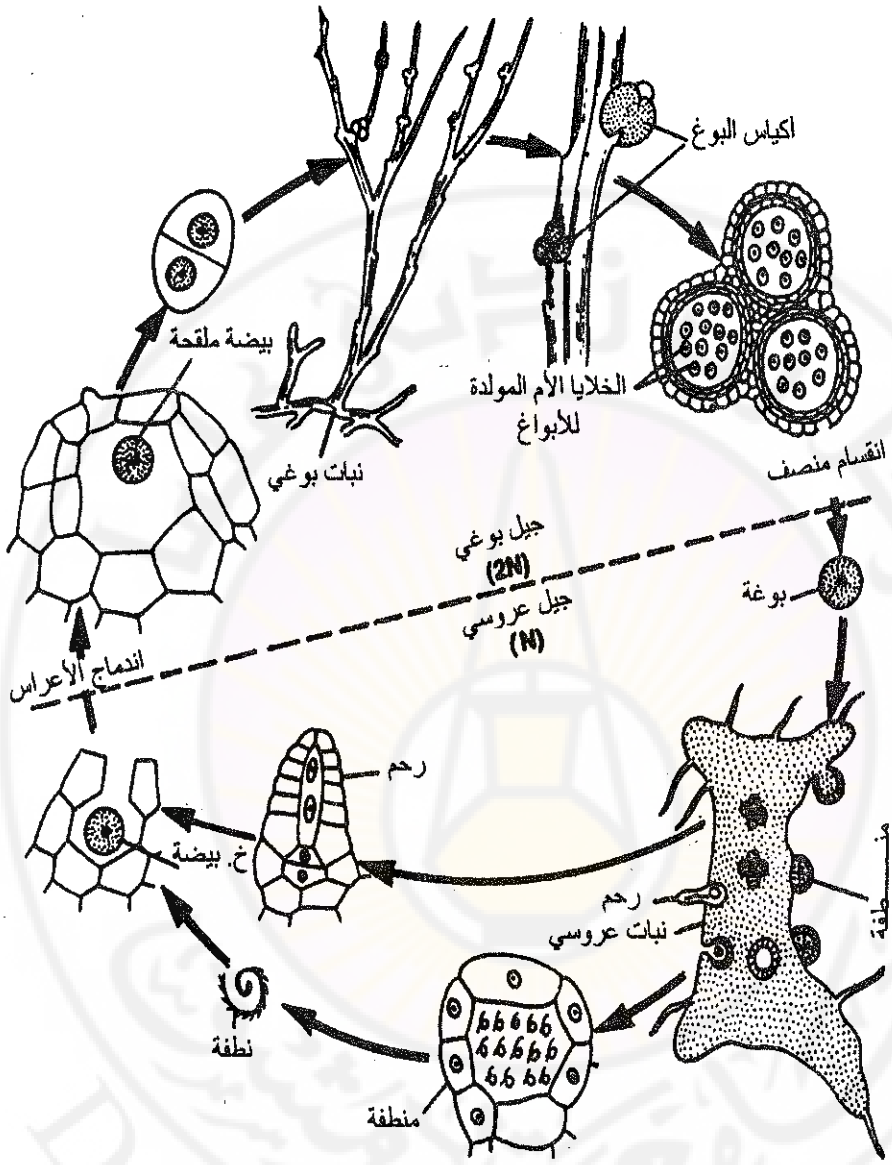
مع سقوط الأبواغ على الأرض تنتش الواحدة منها لتعطي نباتاً عروسياً يعيش تحت التراب، لونه أسمر وبطول نحو 2 سم يتفرع ثنائياً ويتعايش مع الفطريات أي أنه يتمثل بالتغذية الفطرية Mycotrophic. تدخل الفطريات إلى النبات العروسي من التربة عبر الأوبار الجذرية العديدة التي يحملها. تتشكل على سطح النبات العروسي المناطف الكروية الشكل، والأرحام التي تبدو مغمورة البطون ظاهرة الرقاب. وبالالقاح يتشكل الجنين الذي يعطي فيما بعد الساق الهوائي للنبات الجديد. (الشكل 4 -9).

يعيش النوع *P. flaccidum* حياة فوقية Epiphyte، فوق الأشجار وبعض السراخس الكبيرة حيث يتعلق في بعض أجزائها ويتدلى منها ويبدو ساقاً مضلعاً.



الشكل 4-9: البسيلوتوم *Psilotum nudum* ، المشرة العروسية

أ: مقطع طولي ، ب: مقطع عرضي



الشكل 5-9: البسيلوتوم ***Psilotum sp***

حلقة الحياة

Damascus University

3-9 جنس التميزيبتيريس *Tmesipteris* :

يختلف هذا الجنس عن البسيلوتوم بالمزايا التالية:

1- الجذمور المنطمر والساق متفرع يحمل أوراقاً أكبر حجما ذات ضلع رئيسي.

2- تشير البنية التشريحية للساق إلى وجود الاسطوانة الأنبوبية Siphonostele وتنعدم الأدمة الباطنة من القشرة.

3- تحمل الورقة كيسين بوغيين بدلاً من ثلاث (الشكل 6-9).

4- غالباً ما تعيش أنواع هذا الجنس حياة فوقية على سطوح السراخس الشجرية والحزازي المستنقعي السفاغنوم، وأحياناً على الترب الغنية بالعناصر المعدنية والعضويات، والنبات العروسي يتعايش أيضا مع الفطريات.

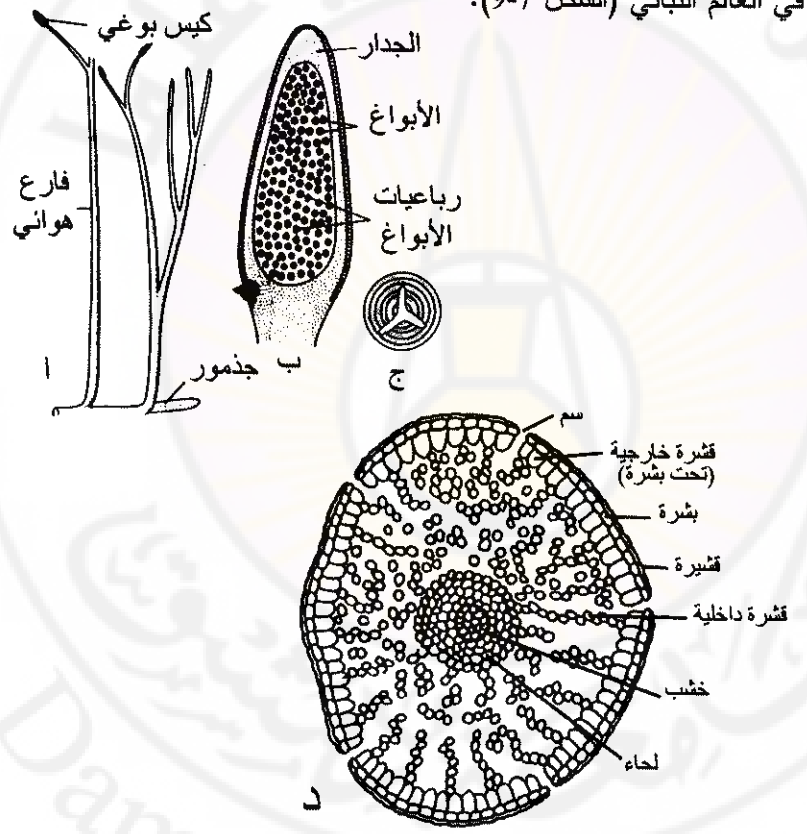


الشكل 6-9: تميزيبتيريس *Tmesipteris*

أ: فارع من النبات البوغي ، ب: الأكياس البوغي

من دراسات الصخور الرسوبية تبين وجود مستحاثات عائدة بشعبة البيسلوتوم ازدهرت منذ أكثر من 300 مليون سنة. ومن أشهر الأجناس المنقرضة الجنس رينيا *Rhynia* الذي يعد القاعدة الأساسية للنباتات الوعائية الأولى وقد درس في توضعات الديفوني ولذلك سميت تلك النباتات باسم الفلورا البرية البكرية.

تشير دراسة المتحجرات لجنس رينيا إلى وجود جذمور وساق هوائي ذي تفريعات ثنائية (تلومات) دون أي شكل للأوراق وقد حمل في أعلاه أكياس البوغ الإفرادية، واتصف ساقه بأسطوانة بدائية أو بسيطة Haplostele وهي أول اسطوانة وعائية في العالم النباتي (الشكل 7-9).



الشكل 7-9: الرينيا *Rhynia sp*

أ: النبات البوغي ، ب: مقطع طولي في كيس الأبواغ ، ج: رباعيات الأبواغ ، د: مقطع عرضي يبين بنية الجذمور (شكل تخطيطي) .


وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل العاشر

10-1 شعبة أرجل الذئب Lycopodiophyta:

من مزايا غالبية أجناس هذه الشعبة نجد مايلي:

- الساق ثنائي التفرع.
- توضع المخاريط في القمة.
- النبات العروسي إما كبير نسبيا (واضح للعيان) أو صغير مجهري.
- النطاف مهدبة.
- بعض الأنواع متماثلة الأبواغ وبعضها غير متماثل الأبواغ.

تضم هذه الشعبة صفين هما Lycopodeopsida و Isoetopsida

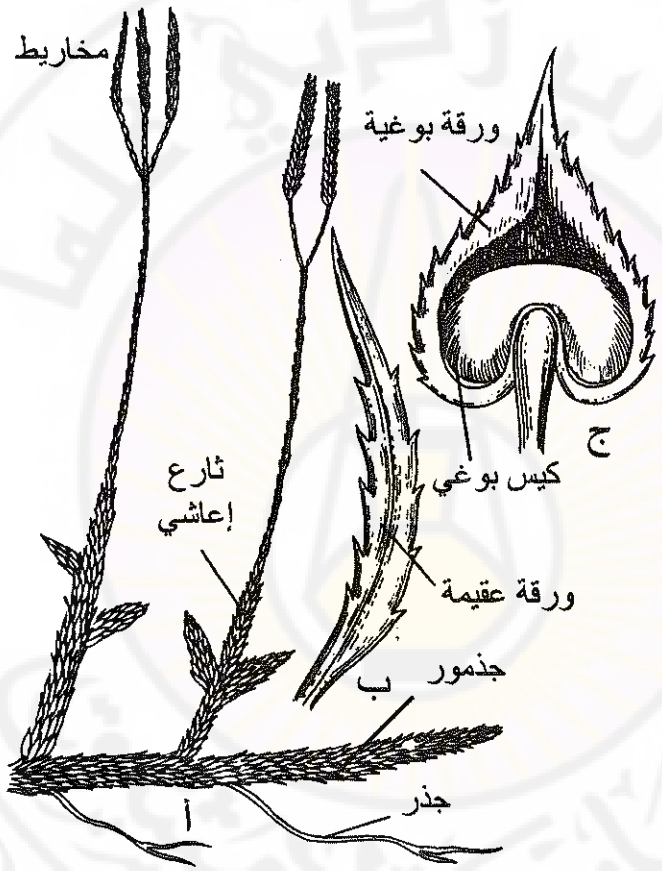
10-2 صف أرجل الذئب Lycopodeopsida (Lycopsida):

أنواعه قديمة تشكلت غابات الفحوم الحجرية حيث كانت بشكل أشجار ضخمة غطت اليابسة آنذاك (في السيللوري)، ومع انقراض النماذج الشجرية انتشرت الأشكال العشبية الناعمة وهي التي توجد الآن في مناطق مختلفة من العالم. يضم هذا الصف رتبة واحدة وهي Lycopodiales وفيما يلي سنتعرف على مزايا الصف والرتبة من خلال دراستنا لجنس رجل الذئب.

10-3 جنس رجل الذئب *Lycopodium*:

يتصف جنس رجل الذئب (كباقي أنواع هذا الصف) بأنه نبات متماثل الأبواغ لاتحمل أوراقه الإعاشية أو البوغية اللسنية Ligule (وهي زائدة صغيرة موجودة في قاعدة مثل هذه الأوراق) في حين توجد في أنواع صف الأيزويتس.

يضم جنس رجل الذئب نحو 400 نوعاً منتشراً في كافة أنحاء العالم ومن أشهر أنواعه *L.clavatun* (رجل الذئب الدبوسي) حيث يتصف بساق نحيل ضعيف متفرع ثنائياً قد ينبسط على الأرض وقد تصدر عنه جذور ثانوية (عرضية) عميقة المنشأ متفرعة ثنائياً أيضاً، ويغطى بأوراق حقيقية وبشكل كثيف للورقة ضلع رئيسي واحد(الشكل1-10).

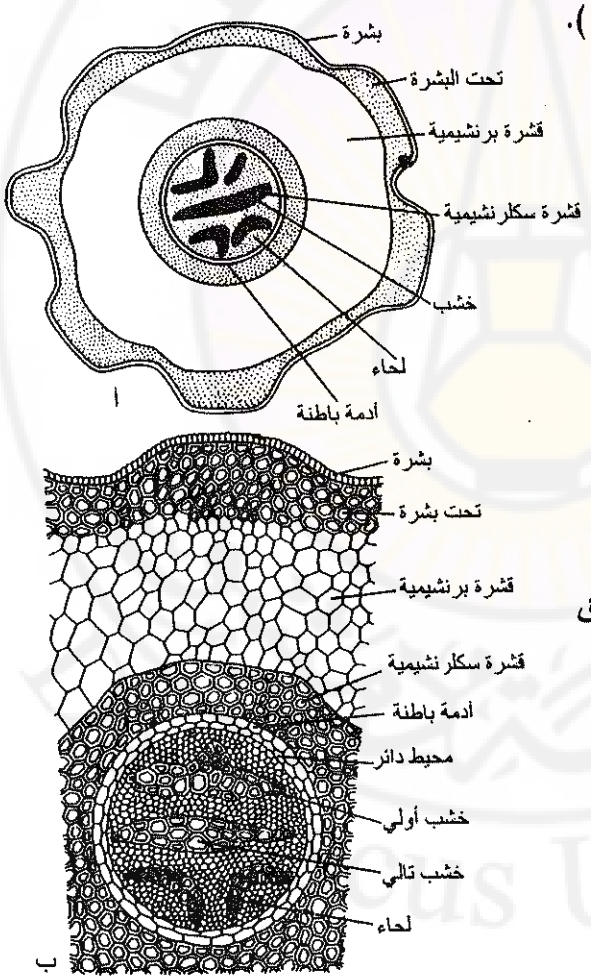


الشكل 1 - 10: رجل الذئب *Lycopodium sp.* ، النبات البوغي

أ: فارع يحمل مخاريط ، ب: ورقة عقيمة ، ج: ورقة بوغية تحمل في قاعدتها كيس بوغي

تشير البنية التشريحية للساق إلى وجود الأسطوانة المجزأة Plectostele حيث تحاط بطبقة واحدة من خلايا المحيط الدائر Pericycle يحاط الساق بطبقة البشرة Epidermis ومجموعة من الطبقات البرنشيم التي تشكل القشرة Cortex، ويلاحظ أن بعضاً من خلايا طبقات القشرة تثخن جدرانها لتشكل السكليرانشيم، لاسيما في المنطقة التي تحيط بالاسطوانة حيث تحقق الدعم الكافي للساق. تنتهي القشرة بخلايا الأدمة الباطنة Endodermis خلافاً لما هو معروف في مقاطع السوق النباتية.

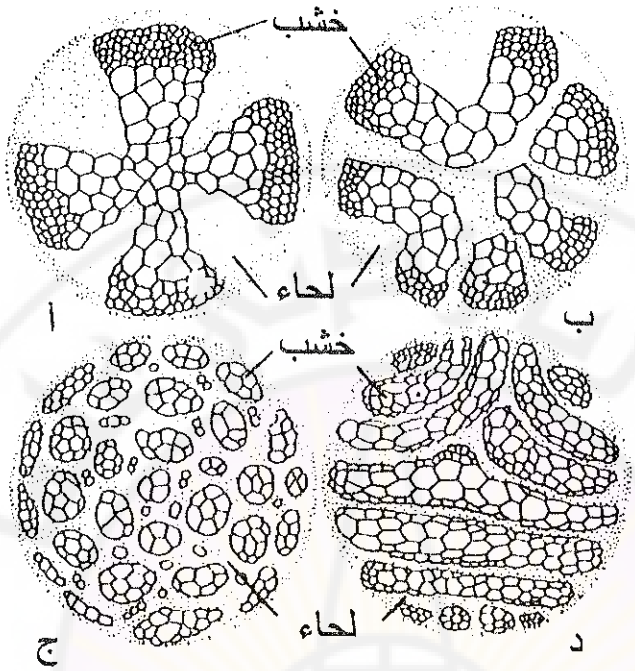
ونلاحظ في البرنشيم القشري آثار الحزم الورقية المنتشرة هنا وهناك، وهذا يؤكد على أن الأوراق في رجل الذئب حقيقي نشأت من اسطوانة الساق وتحمل حزمة واحدة فقط (الأشكال2- 10 ، 3-10 ، 4 -10).



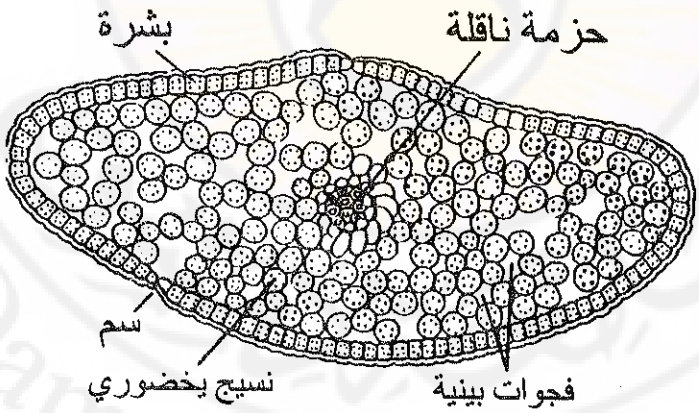
الشكل 2-10: رجل الذئب *Lycopodium sp.*

أ: مقطع عرضي تخطيطي في الساق

ب: قطاع تفصيلي من مقطع عرضي في الساق

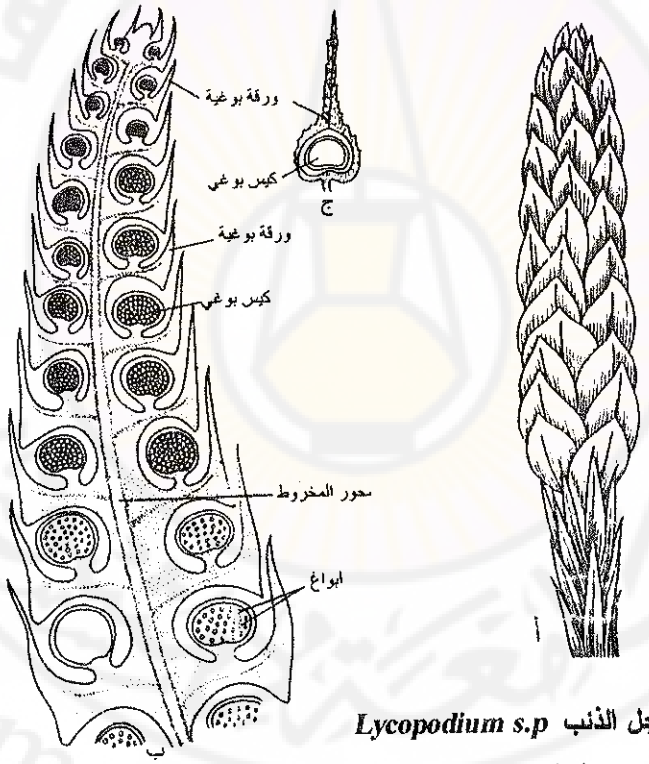


الشكل 3-10: أنماط اسطوانات السوق في أنواع جنس أرجل الذئب



الشكل 4-10: رجل الذئب *Lycopodium sp.*
مقطع عرضي في الورقة

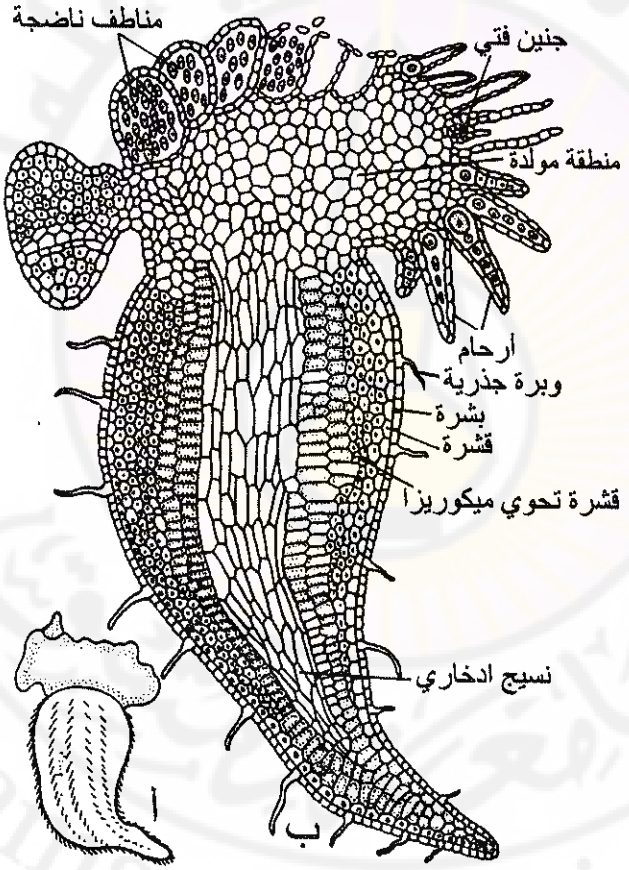
يتوضع الجهاز البوغي المتمثل بالمخاريط البوغية في أعلى الساق بشكل إفرادي وأحيانا ثنائي أو ثلاثي ويبنى المخروط Strobilus الواحد من محور ماهو إلا امتداد للساق (له البنية التشريحية ذاتها) تترتب حوله الأوراق البوغية Sporophylls التي تبدو أصغر حجماً من الأوراق الإعاشية وقد تختلف عنها بألوان ، وتكون مثلثية الشكل ذات نهاية حادة وقاعدة عرضية يتوضع عليها كيس بوغي واحد باتجاه المحور (على الوجه العلوي للورقة)، وتتشكل داخل الكيس البوغي Sporangium كمية كبيرة من الأبواغ المتماثلة. البوغة Spore كروية متطاولة ذات غلاف خارجي سميك مزين مع ثخانات في الأطراف وغلاف داخلي رقيق يحيط بالسيتوبلاسما والنواة والصانعات والمواد الدسمة الموجودة بداخلها ، وهي خفيفة واسعة الانتشار (الشكل5-10) .



الشكل -10: رجل الذئب *Lycopodium s.p*

أ: شكل عام للمخروط البوغي ، ب: مقطع طولي في المخروط ، ج: ورقة بوغي تحمل في قاعدتها كيس بوغي

بسقوط الأبواغ على الأرض تبدأ بالانتفاخ تدريجياً بالماء وتتصدع وتنفذ في التربة حيث يتشكل على عمق بضع سنتمترات النبات العروسي (نحو 4-5 سم طولاً). ويلاحظ أن النبات العروسي في بعض أنواع رجل الذئب ، مغمور كلياً تحت الأرض ، وفي أنواع أخرى يكون جزء من النبات العروسي مغموراً بينما يظهر على سطح الأرض الجزء الاخر. إن الجزء المغمور عديم اليخضور يتعايش مع الفطريات التي تدخله عن طرق الأوبار الجذرية، والجزء الظاهر يحمل خلايا يخضورية وتتوضع عليه المناطف والأرحام معاً فهو ثنائي المسكن (الشكل.6 - 10).

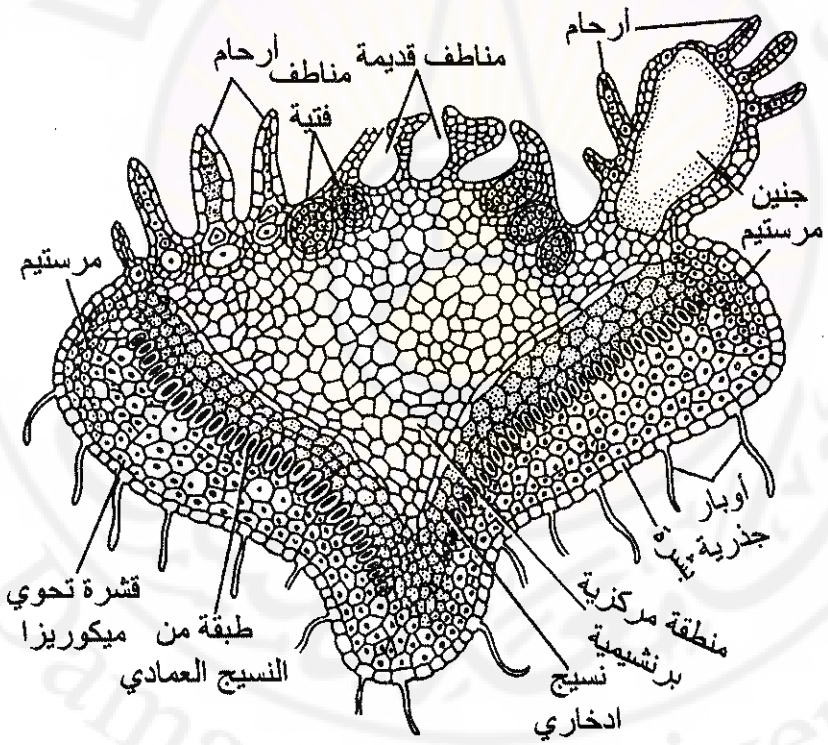


الشكل 6-10: رجل الذئب *Lycopodium complanatum*

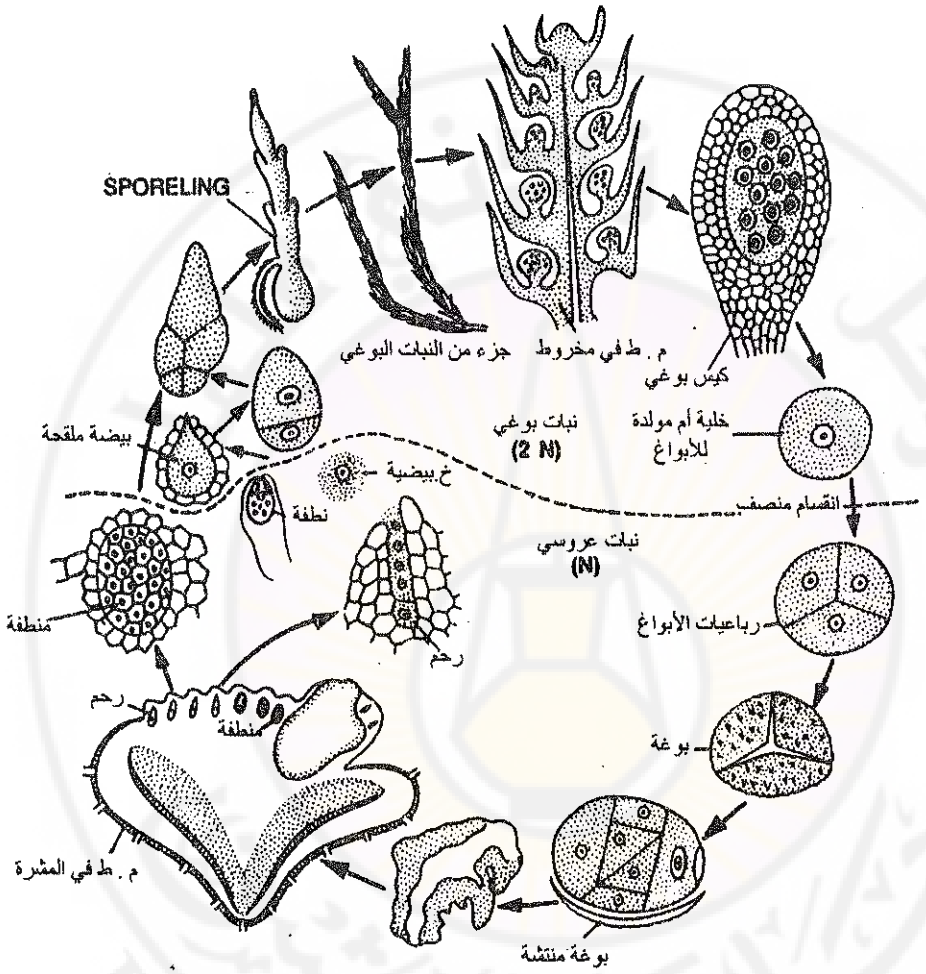
أ: شكل عام للمشرة العروسية ، ب: مقطع طولي في المشرة يقسميها التاج والدرنة

تخرج النطاف ثنائية السياط من المناطف الناضجة سابحة في الوسط الرطب وتعمل على تلقيح الأرحام الناضجة حيث تتشكل البيضة الملقحة (2n) التي تعطي بانقساماتها الجنين الذي يتثبت على النبات العروسي بواسطة القدم وهذا بدوره يؤمن تقديم الغذاء إلى باقي جسم الجنين الذي سيتحول فيما بعد إلى نبات بوغي كامل.

لقد تبين من دراسة حلقة حياة رجل الذئب أن النبات العروسي (المستقل بحياته عن النبات البوغي) يعيش بطيئاً ويتنامى ببطئ شديد، وهكذا فإن النضج الجنسي يستمر خلال (6-15) سنة عند الأنواع التي يعيش النبات العروسي فيها تحت الأرض. أما في الأنواع التي تظهر النباتات العروسية عندها فوق سطح الأرض فإنها تخضر ويكون النضج الجنسي عندها سريعاً قد يتناول فصلاً واحداً فقط ، لاسيما وأن علاقاتها التعايشية مع الفطريات تبدو أقل (الشكلين 7-10 ، -10).



الشكل 7-10: رجل الذئب *Lycopodium clavatum*
مقطع في مشرة عروسية



الشكل8- 10 : رجل الذئب *Lycopodium*

حلقة الحياة

10-4 صف الإيزوتيس Isoetopsida:

نباتات هذا الصف متنوعة، وأوراقها دائماً تحمل لسينة ، غير متماثلة الأبواغ حيث تنمو النباتات العروسية داخل الأبواغ، يضم صف الإيزوتيس رتبتان هما: سيلاجينيلال Selginellales وايزوتيال Lsoetales.

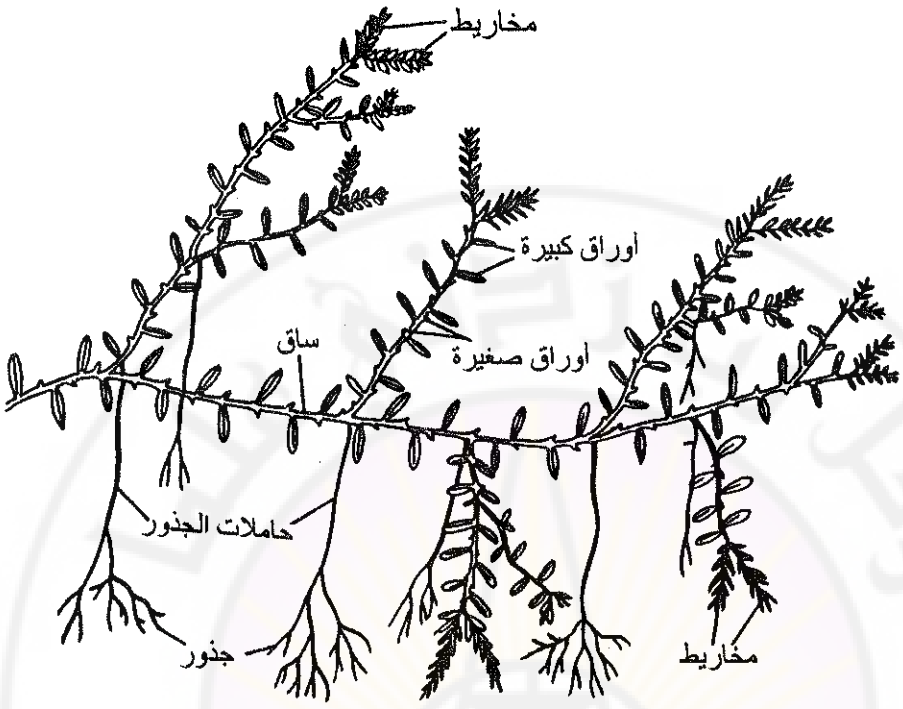
10-5 رتبة السيلاجينيلال Selaginellales

تضم فصيلة واحدة استوائية Selagiinellaceae وجنساً واحداً فقط هو *Selagibella* وحوالي (700) نوع يعيش معظمها في المناطق الاستوائية وبعض المناطق الجبلية.

10-6 جنس السيلاجينيلا *Selaginella*:

يشبه النبات البوغي (الناضج) للسيلاجينلا بمظهره العام جنس رجل الذئب، وبذلك يغطى الساق القائم بالأوراق الناعمة التي تتوضع بشكل حلزوني عليه. وقد تتوضع الأوراق في بعض الأنواع بصفين بحيث تكون أوراق الصف السفلي كبيرة الحجم في حين تبدو أوراق الصف العلوي صغيرة الحجم لا تظلل الأوراق التي تحتها وبذلك تزداد المساحة الخضراء التي تعمل على زيادة التركيب الضوئي.

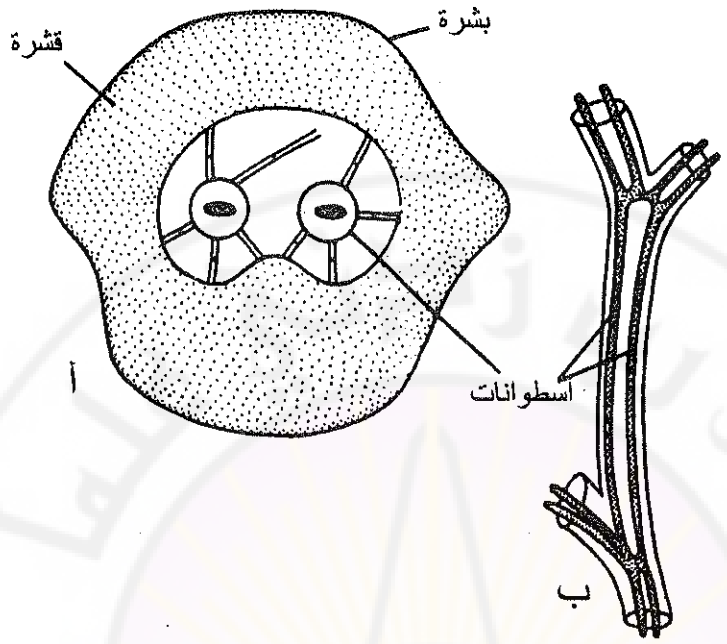
يتثبت السيلاجنيلا في التربة بواسطة جذور متفرعة، لكن هذه الجذور لا تصدر عن الساق مباشرة وإنما ترتبط بأعضاء خاصة على الساق تسمى حاملات الجذور Rhizophores تتجه نحو الأرض، ويرى بعض الباحثين أن حاملات الجذور ذات طبيعة ساقية ويرى البعض الآخر أنها من طبيعة الجذر (خاصية الانجذاب الأرضي) في حين يرى زمرة من العلماء أنها ذات بنية جنينية غير متمايزة (الشكل 9 – 10).

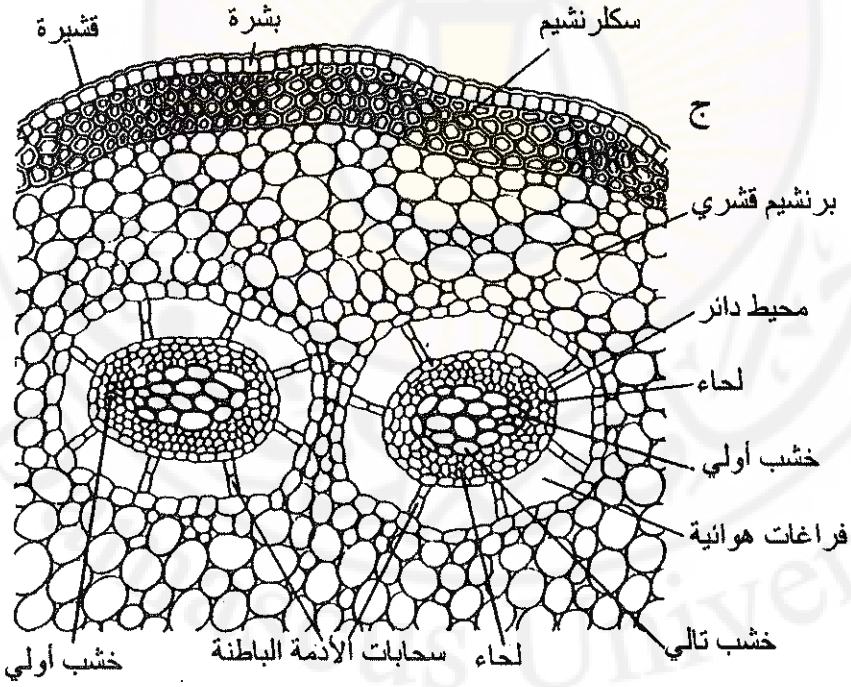


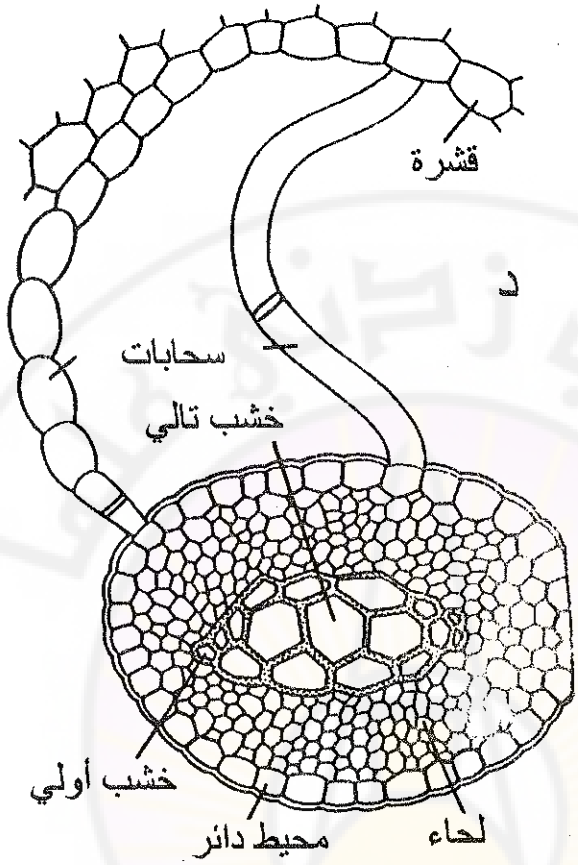
الشكل 9-10: السيلاجينيلا *Selaginella sp*

النبات البوغي

تشير البنية التشريحية للساق إلى وجود اسطوانة مركزية بسيطة مكونة من رأسين من الخشب الأول باتجاه المحيط بينهما مجموعة من الخشب التالي (كأنها اسطوانة نجمية برأسين) ويحاط الخشب باللحاء. وفي المحيط تتوضع البشرة، يليها السكليرانشيم والبرانشيم القشري والأدمة الباطنة التي تتفكك طبقاتها المتعددة لتشكل أعمدة خلوية تسمى السحابات Trabeculae (مفردها سحابة Trabecula) وهي التي تشكل فراغات تتصل مباشرة مع الأوراق التي تحمل قواعدها المرتبطة مع الساق فراغات هوائية أيضاً حيث تعمل على تبادل مع الوسط المحيط (الشكل 10-10).


بشرة
قشرة
أسطوانات
أ
ب


قشيرة
بشرة
سكلرنشيم
ج
برنشيم قشري
محيط دائر
لحاء
خشب أولي
فراغات هوائية
خشب تالي
خشب أولي
سحابات الأدمة الباطنة
لحاء



الشكل 10-10 : السيلاجينيلا *Selaginella sp*

أ: مقطع عرضي في الساق (تخطيطي)

ب: الساق في مقطع طولي يظهر موقع الاسطوانات

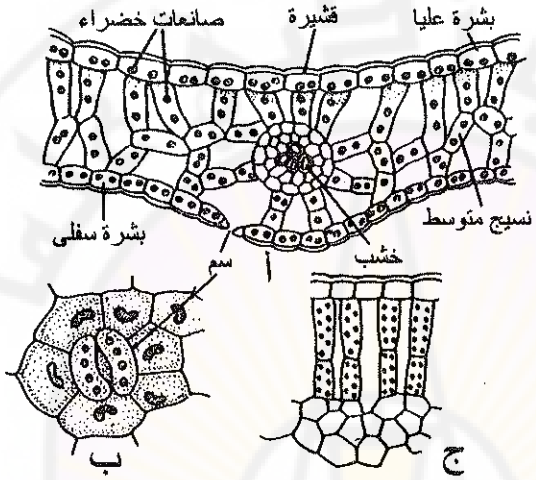
ج: جزء تفصيلي من مقطع عرضي في الساق

د: قطاع من مقطع عرضي يظهر سحابات الأدمة الباطنة وإحدى الأسطوانات

تبدو بنية الورقة بسيطة مكونة من بشرتين عليا وسفلى.وبينهما نسيج متوسط Mesophyll متجانس البنية مكون من خلايا وفراغات وحزمة ناقلة. والمثير في الموضوع وجود صانعات خضراء في خلايا البشرة. إضافة إلى ذلك فإن الصانعة تحمل العصيات البدائية الموجودة في الطحالب المعروفة باسم البيرينوئيدات

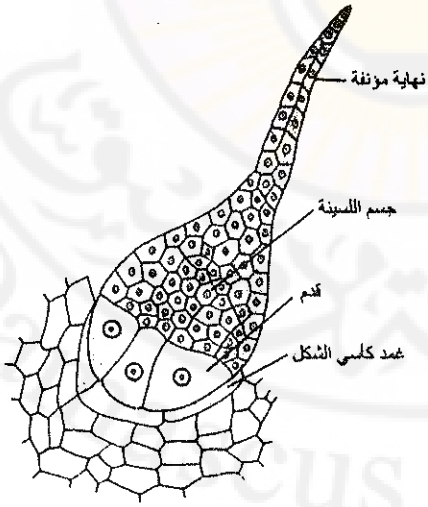
Pyrenoids والمملوءة بحبات النشاء وكأنها تذكرنا بحاملات الأصبغة Chronatophore (الشكل 11-10).

تتوضع اللسينة بالقرب من قاعدة الأوراق الإعاشية الفتية حيث تبدو مغمورة ضمن حفرة صغيرة موجودة في الورقة ، ولها قاعدة عريضة ونهاية رفيعة، وتسقط اللسينات بوقت مبكر، لذلك لا تلاحظ في الأوراق الكبيرة الناضجة أو الكهلة (الشكل 12-10).



الشكل 11-10: السيلاجينيلا *Selaginella sp*

أ: م .ع يبين بنية الورقة ، ب: شكل السم ، ج: النسيج المتوسط



الشكل 12-10: السيلاجينيلا

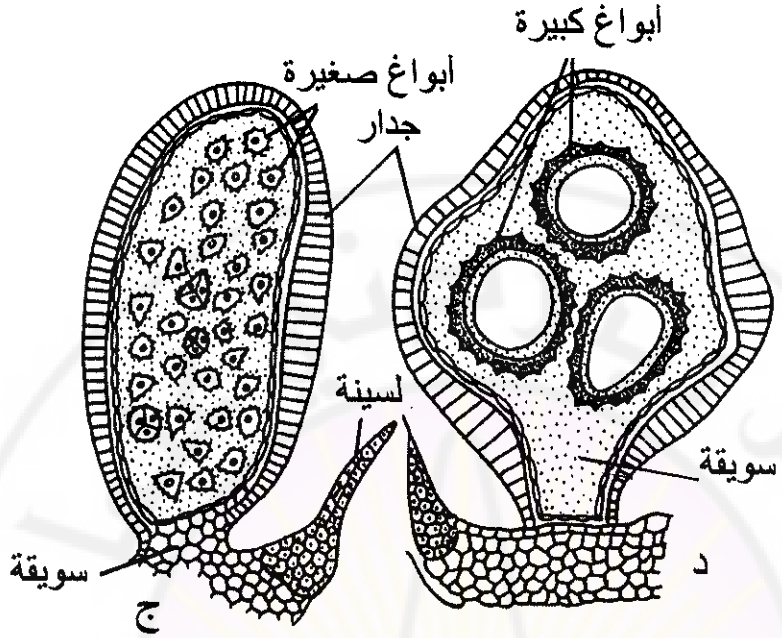
Selaginella sp **، بنية اللسينة**

يتصف الجهاز البوغي المتمثل بالمخروط في السيلاجنيلا بوجود محور يحمل نمطي الأوراق البوغية : الأولى أوراق بوغية كبيرة Macrosporophylls تحمل الواحدة في قاعدتها كيساً بوغياً كبيراً Macrosporangum وبداخله من 2-3 بوغة كبيرة Macrospore والثانية أوراق بوغية صغيرة Microsporophylls تحمل الواحدة في قاعدتها كيساً بوغياً صغيراً Microsporangum بداخله عدد كبير من الأبواغ الصغيرة Microspores وفي قاعدة كل ورقة بوغية تتوضع اللسينة. وبذلك يحمل المخروط الواحد نمطي الأوراق البوغية والتي يمكن أن تترتب بثلاثة نماذج حسب الأنواع وهي: أعلى أسفل، أو يمين يسار أو أنها مختلطة الترتيب (الشكلين 10-13، 10-14).



الشكل 10-13: السيلاجينيلا *Selaginella sp*

أ ، ب: مقطعان طوليان في مخروطين لنوعين من السيلاجينيلا



الشكل 14-10: السيلاجينيلا *Selaginella sp*

ج: مقطع طولي في كيس بوغي صغير

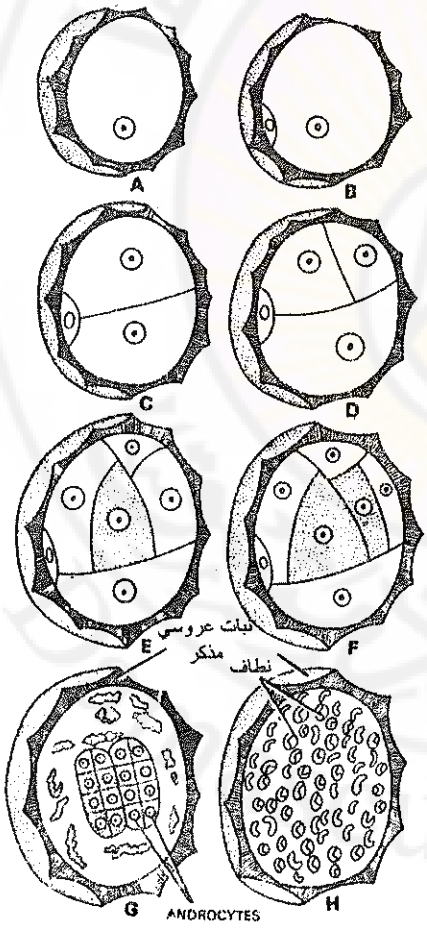
د: مقطع طولي في كيس بوغي كبير

إن ظاهرة عدم تماثل الأبواغ في أجناس صف الأيزويتس تمثل أهمية كبيرة في المسيرة التطورية للنباتات الراقية كونها تؤدي إلى تشكيل نموذجين من النباتات (المشرات) العروسية وهي المذكرة و المؤنثة، وهذا يمهد للدخول في عالم البذريات التي تعد جميع أجناسها غير متماثلة الأبواغ (حب طلع وبويضات)، وهذه حالات راقية في هذا المجال.

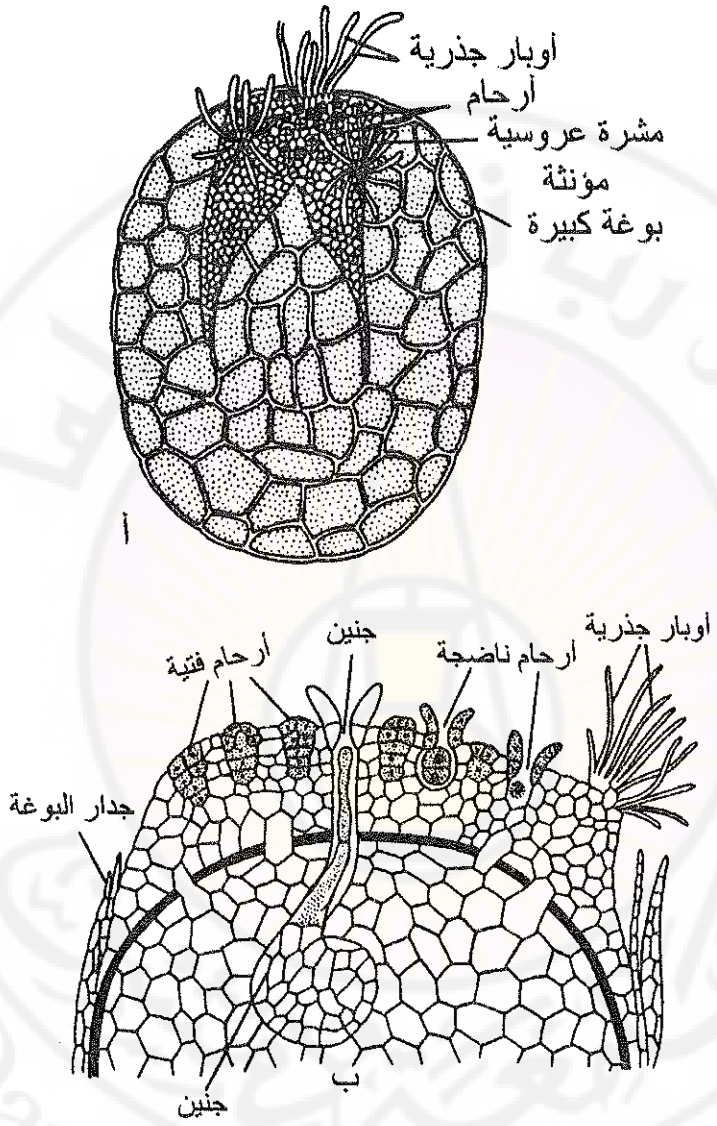
بإنتاش البوغة الصغيرة (إما بشكلها الحر في التربة أو بوجودها داخل الكيس البوغي) تتشكل المشرة العروسية المذكرة التي تبقى محصورة داخل غلافها. وتتكون المشرة العروسية المكتملة النمو من خلية مشرية تعلوها منطقة واحدة تضم نحو 256

نطفة (يرى بعض الباحثين أن الخلية المشرية الوحيدة تحمل 4 مناطف في كل منها 64 نطفة).

تنتش البوغة الكبيرة لتعطي المشرة العروسية المؤنثة، والإنتاش عند معظم الأنواع يحصل خارج الأكياس على التربة. تطرأ انقسامات متتالية على نواة البوغة الكبيرة لتعطي المجموعة من النوى غير المحاطة بالغلف الخلوية ثم لا تلبث أن تتشكل الخلايا لاسيما في الجزء العلوي من المشرة، ويزداد النشاط الانقسامي بشكل كبير فيتحطم غلاف البوغة في هذه المنطقة فتصبح الخلايا خضراء اللون وتظهر الأرحام. يحصل الإلقاح غالباً في الأيام الماطرة حيث تسبح النطاف باتجاه الأرحام لتتشكل البيضة الملقحة ومن ثم الجنين فالنبات البوغي الجديد(الشكلين 15-10 ، 16- 10).



الشكل 15-10: السيلاجينيلا *Selaginella sp*
مراحل تشكل النبات العروسي المذكر



الشكل 16-10: السيلاجينيلا *Selaginella sp*

أ: بوغة كبيرة منتشة تظهر منها الأوبار الجذرية و المشرة و الأرحام ب: مقطع طولي مار في النبات العروسي المؤنث



الشكل 17-10: السيلاجينيلا *Selaginella sp*

حلقة الحياة

7-10 رتبة الايزوتال Isoetales:

إلى هذه الرتبة تنتمي بعض الأنواع المائية أو البرمائية التي تقطن أحواض المياه العذبة النظيفة الشفافة، أو في الأراضي المائية قليلة العمق. وهي نباتات غير متماثلة الأبواغ وتحمل أوراقها اللسينة. تضم فصيلة واحدة Isoetaceae وجنساً واحداً ***Isoetes*** إضافة إلى الجنس الجديد المكتشف عام 1956م في البيرو .Stylite

8-10 جنس الايزوتيس *Isoetes*:

يضم نحو/70 / نوعا تتوزع بشكل خاص في نصف الكرة الشمالي. ويعد النوع *I.lacustris* من الأنواع المعروفة يصل طوله إلى نحو / 20سم / أخضر اللون مائي ساقه قصير كورمي ثخين يتألف من قسمين:

قسم سفلي مكون من /2-5/ أجزاء (فصوص) جذرية يصدر عن كل منها جذورا عرضية رفيعة من أعلاها وتتخللها في هذه المنطقة أربع فضوات هوائية. ونميز من الأوراق المرتبطة بالساق أربعة نماذج وهي مرتبة من المحيط باتجاه المركز كما يلي:

1- أوراق كبيرة خارجية عقيمة تحيط بالنبات وتعطيه شكله المميز

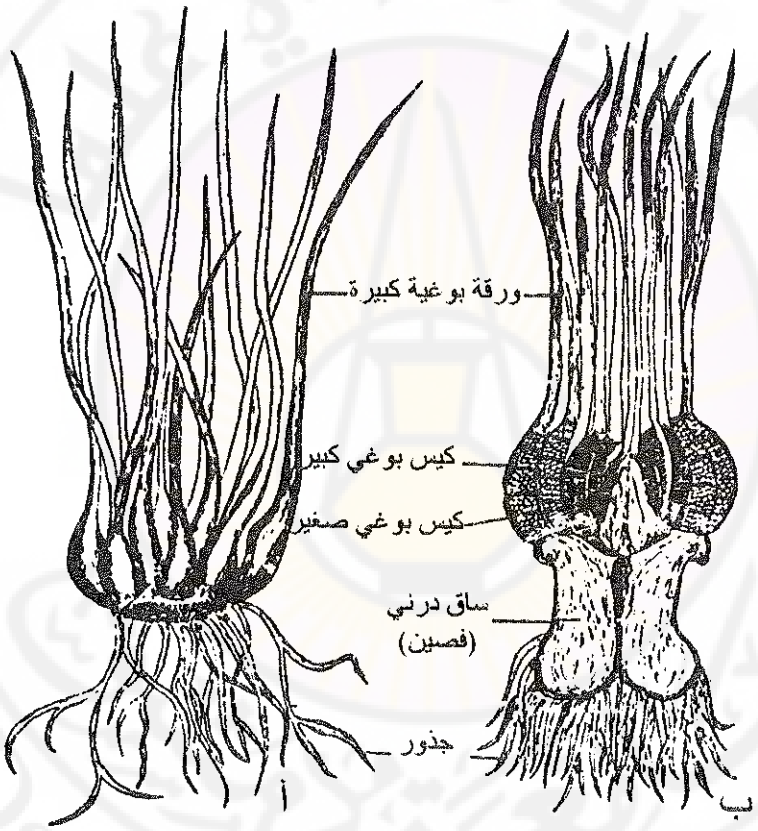
2- أوراق بوغية كبيرة Macrosporophylls تحمل الواحدة منها في قاعدتها العريضة انخماصاً أو حفرة يتوضع بداخلها كيس بوغي كبير.

3- أوراق بوغية صغيرة Microsporophylls تحمل الواحدة منها أيضاً في قاعدتها العريضة انخماصاً أو حفرة يتوضع بداخلها كيس بوغي صغي.

4- أوراق إعاشة فتية تتوضع في المركز تماماً وما زالت غير متمايزة . يغطى الكيس البوغي الكبير والصغير بغطاء خاص يسمى الحجاب Velum وكل ورقة بوغية (صغيرة وكبيرة) تحمل اللسينة Ligule. وتتصف أكياس البوغ في الإيزوتس مقارنة مع أكياس البوغ في شعبة أرجل الذئب بوجود سحابات داخلية سطحها كبير مغطى بطبقة من الخلايا المغذية Tapetum. تعمل على تغذية الأبواغ (الشكل 18-10).

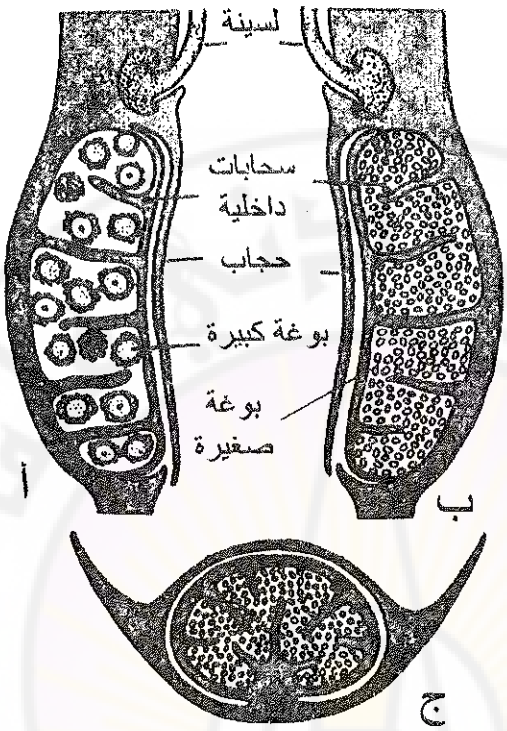
هذه الخاصية مهمة جداً لأن أكياس البوغ في الايزوتس ضخمة قد يصل الواحد منها إلى 3 سم طولا وتحوي أعداداً هائلة من الأبواغ من أجل ذلك تتشكل كمية كافية من المواد الغذائية . يضم الكيس البوغي الكبير نحو (50-500) بوغة كبيرة تشاهد جيداً

ذات حواف رباعية، أما الكيس البوغي الصغير فيضم أعداداً هائلة (من بضعة آلاف إلى مليون بوغة صغيرة) تتصف بشدة عن الأبواغ الكبيرة من حيث الشكل ، فهي متطاولة ثنائية الجانب وحيدة السطح (الشكل19-10). تشير البنية التشريحية للساق إلى وجود الأسطوانة النجمية (بنية ابتدائية) من خلال المقطع العرضي هي التي تتوسع إلى الأسفل لتعطي استطالات الجذور والى الأعلى لتعطي الجزء الحامل للأوراق. ويتصفساق الايزوتس بوجود الكامبيوم.



الشكل18-10 : الايزوتس *Isoetes sp*

أ: شكل عام للنبات ، ب: مقطع طولي في النبات البوغي الكامل



الشكل 19-10: الايزوتس *Isoetes*

الأوراق البوغية في الأيزوتس

أ: م. ط في ورقة بوغية كبيرة

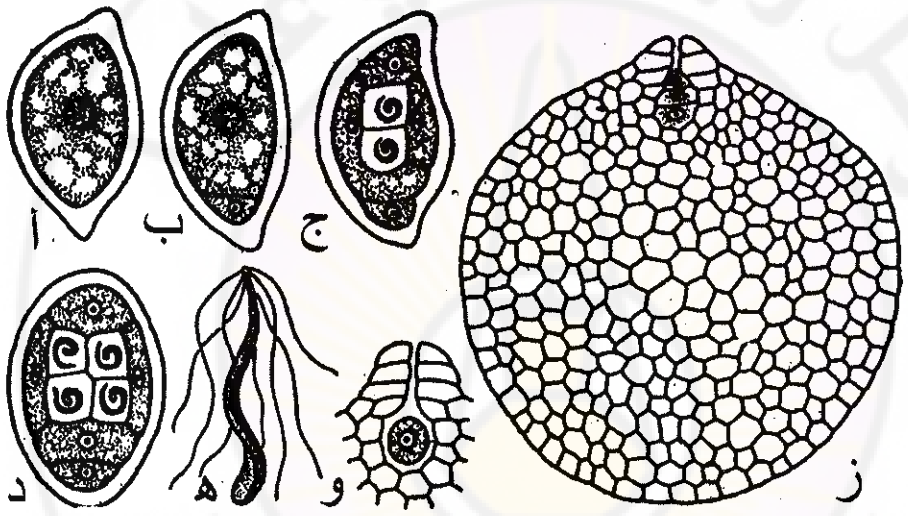
ب: م . ط في ورقة بوغية صغيرة

ج: م . ع في كيس بوغي صغير

يتحقق انتاش الأبواغ الصغيرة والكبيرة بطريقة مماثلة لما شاهدناه في جنس السيلاجنيلا . لكن النبات العروسي المذكر (المشرة العروسية) ينمو داخل البوغة الصغيرة حيث يبدو أكثر اختصاراً أو إرجاعا من السيلاجنيلا. وهكذا نلاحظ داخل غلاف البوغة الناضجة (المنتشة) تسع خلايا فقط هي: خلية مشرية + أربع نطاف

متعددة السياط + أربع خلايا غلافية داخل المنطفة. أما المشرة العروسية المؤنثة التي تنمو داخل البوغة الكبيرة فتضم حين النضج من (2-3) أرحام (الشكل 20-10).

وبالتلقيح نحصل على جنين مكون من قدم، جذر، ورقة ويبقى النبات البوغي الجديد مرتبطاً في البداية مع النبات العروسي إلى حين تناميه الكامل واستقلاله وتثبته في التربة.



الشكل 20-10: الايزوتس *Isoetes sp*

أ- د: مراحل تشكل النبات العروسي المذكر

هـ: نطفة متعددة السياط

و: رحم

ز: النبات العروسي المؤنث

الفصل الحادي عشر

1-11 شعبة أذناب الخيل Equisetophyta:

تضم هذه الشعبة صف ذنب الخيل Equisetopsida أو صف ذوات الأوراق الإسفينية Sphaenopsida أو صف المفصليات Articulatae ورتبة واحدة Equisetales والأنواع المعاصرة توحدها فصيلة واحدة Equisetaceae وقليل من الأنواع (نحو 35 نوعاً) منتشراً في معظم أنحاء العالم لاسيما في نصف الكرة الشمالي

وتعد أنواع ذنب الخيل بقايا زهيدة لأجناس وأنواع نباتية راقية انتشرت في وقت ما بشكل كبير لاسيما في العصر الكربوني، حيث كانت كلها أشجار ضخمة دخلت في عداد الغابات إلى جانب أرجل الذئب الشجرية *Lepidodendron* وغيرها، ثم انقرضت بالكامل ولم يبق معاصراً حياً سوى هذا الجنس.

2-11 جنس ذنب الخيل (إيكويسيتوم) *Equisetum*:

ذنب الخيل نبات عشبي طوله من 80-100 سم ومع ذلك تصل بعض الأنواع إلى (12 م) حيث يبدو هذا العملاق كنبات مستلق.

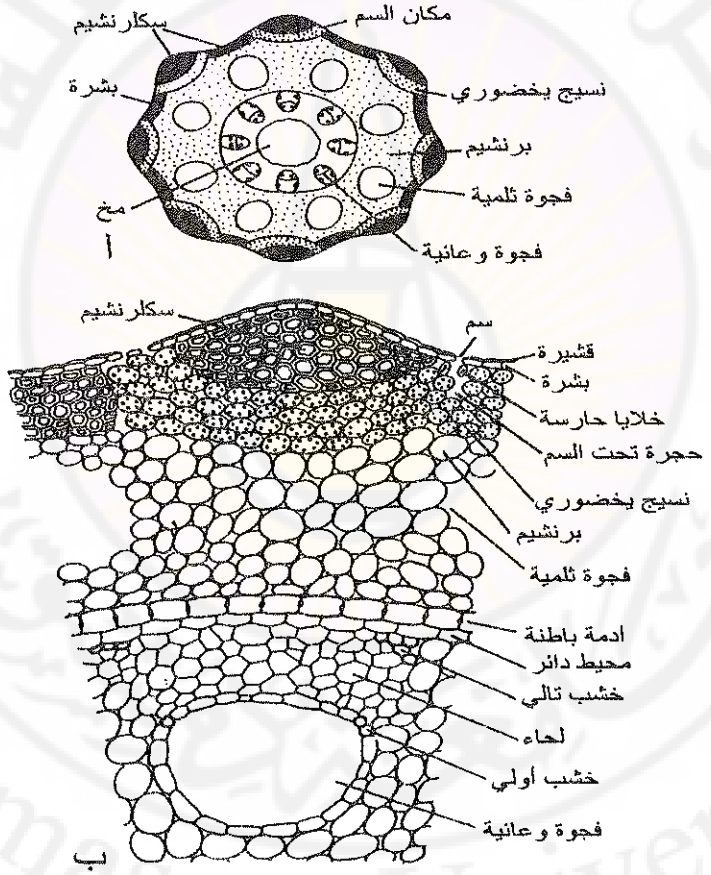
ذنب الخيل جذمور مغمور في التربة بشكل أفقي مكون من عقد (تصدر عنها الجذور) وسلاميات . أما الساق الهوائي فإنه مفصلي الشكل (المفصليات) يتكون أيضاً من عقد مملوءة بالنسج، وسلاميات فارغة من الداخل ويلاحظ عليه الأعراف والأثلام. أوراق ذنب الخيل حرشفية سمراء عديمة اليخضور متحدة مع بعضها لتشكل غمداً ورقياً يمتد من كل عقدة ويغطي جزءاً كبيراً من السلاميه التي تعلوها، ولذلك تبدو الأوراق بشكل أسنان في أعلى الغمد. ونظراً لإرجاع هذه الأوراق وانعدام اليخضور فيها فإن الساق الأخضر هو الذي يقوم بعملية التركيب الضوئي (الشكل1-11).



الشكل١-١١: ذنب الخيل *Equisetum arvense*

المظهر العام للنبات البوغي

تشير الدراسة التشريحية للساق (في منطقة السلاميات) إلى وجود طبقة البشرة المحملة بالمسامات والمشبعة بالمواد السيليسية مما يحقق للساق القساوة ومن الداخل يتوضع البرنشيم القشري الذي يحمل نمطين من الفضوات: ثلمية تقع تحت الأثلام وهي كبيرة، وعرفية تقع تحت الأعراف حيث يتوضع فوقها الكولانشيم. تسمى بالفضوات العرفية بالفضوات الوعائية كونها تحمل الحزم الناقلة. وتتكون الحزمة من خشب تالٍ يحجز بينه اللحاء ويلاحظ في الفضوة بقايا الخشب الأول، ولذلك تمثل الاسطوانة المركزية في ذنب الخيل نموذجا من الاسطوانة الحقيقية Eustele وأخيراً توجد فضوة كبيرة موجودة في جوف الساق بدلاً من المخ تسمى الفضوة المركزي (الشكل 2-11).

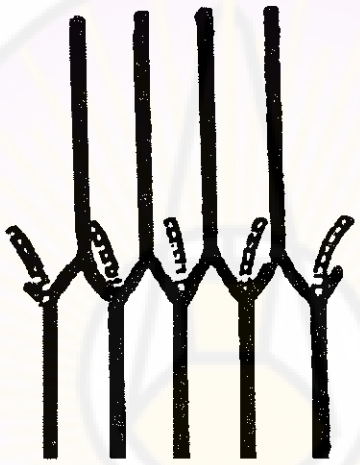


الشكل 2-11: ذنب الخيل (إيكويسيتوم) *Equisetum sp.*

أ: مقطع عرضي في الساق (تخطيطي) ب: قطاع تفصيلي

إلى المسام في البشرة ذنب الخيل فريد من نوعه حيث يتمثل بوجود شفعين من الخلايا: الشفع العلوي ثابت لا يتحرك (ميت) كون جدران خلاياه مشبعة بالسيليس، والشفع السفلي حي تقوم خلاياه بأداء وظيفتها في غلق منفتح المسام بالشكل الأمثل.

إذا تابعنا مسيرة الحزم في ساق ذنب الخيل في السلامية إلى العقدة التي تعلوها فالسلامية فالعقدة. وهكذا نجد أن كل حزمة تتفرع قبيل دخولها العقدة إلى ثلاثة فروع، الفرع الوسطي يدخل إلى الورقة الحرشفية والفرعان الجانبيان يتحدان مع مثيلهما في الحزم المجاورة لتتشكل اسطوانة أنبوبية في منطقة العقدة. ثم يصدر عن منطقة الاندماج حزمة تدخل السلامية العليا وهكذا (الشكل 3-11).



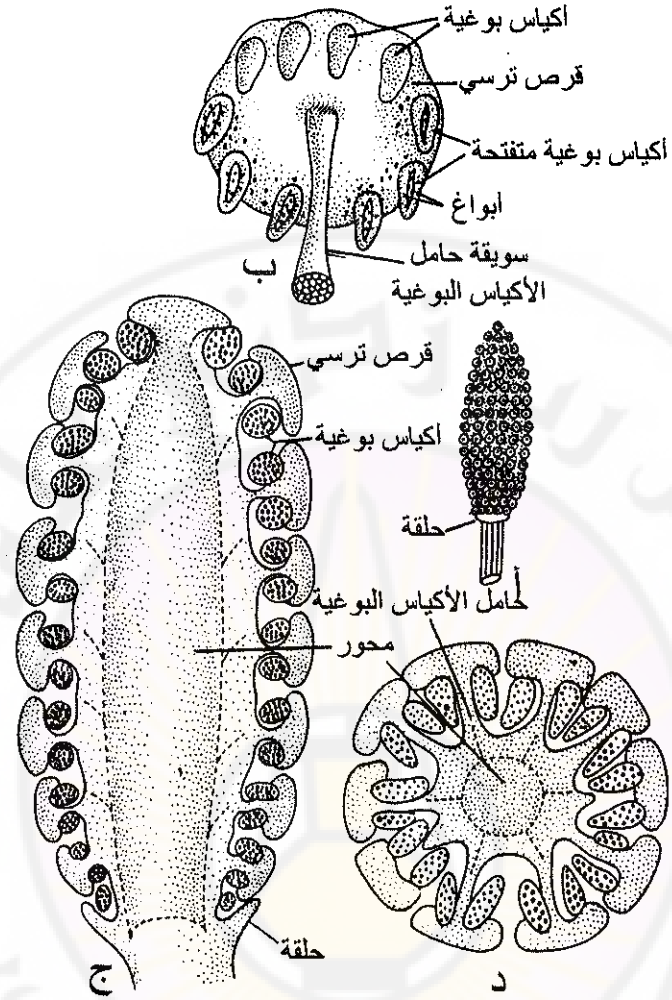
الشكل 3-11: ذنب الخيل (إيكويسيتوم) *Equisetum*

مسار الحزم في الساق من سلامية إلى أخرى عبر العقدة

تتوضع المخاريط البوغية في قمة الساق أو قمة الفروع بشكل إفرادي. يتألف المخروط من محور تتجمع حوله الأوراق البوغية متحورة ترسية الشكل عمودية التوضع.

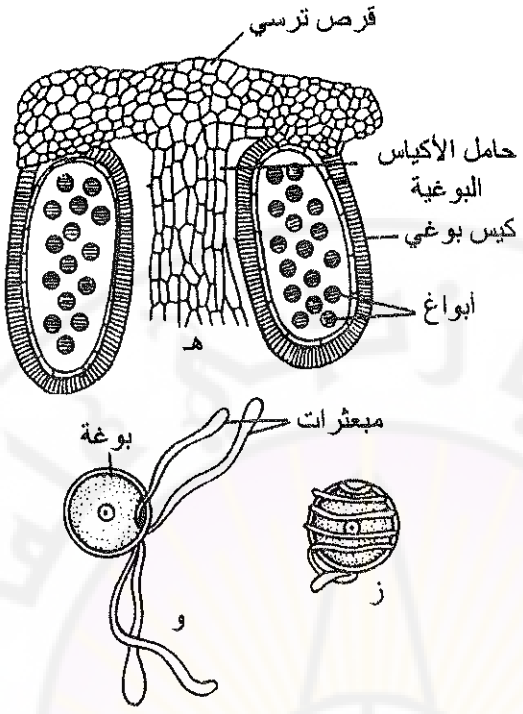
يحمل ترس كل ورقة بوغية على جهته الداخلية نحو عشرة أكياس بوغية وبداخل كل كيس تلاحظ مجموعة من الأبواغ المتماثلة والمتشابكة بواسطة "مبعثرات" غير حقيقية لأنها زوائد تصدر عن غلاف خارجي موجود على البوغية وتعمل نفس عمل.

المبعثرات الحقيقية (الموجودة في بعض أنواع الكبديات). (الشكلين 4-11 و 5-11).



الشكل 4-11: ذنب الخيل (إيكويسيتوم *Equisetum arvense*)

أ: شكل عام للمخروط ، ب: حامل الأكياس البوغية ، ج: مقطع طولي في المخروط البوغي ، د: مقطع عرضي في المخروط البوغي .



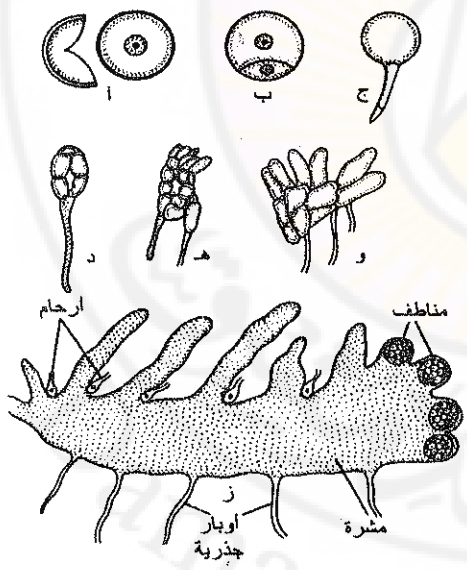
الشكل 5-11: ذنب الخيل (إيكويسيتوم) *Equisetum arvense*

هـ: مقطع طولي في حامل الأكياس البوغية ، و: بوغة مع المبعثرات في حالة الجفاف ، ز: بوغة مع المبعثرات في حالة الرطوبة

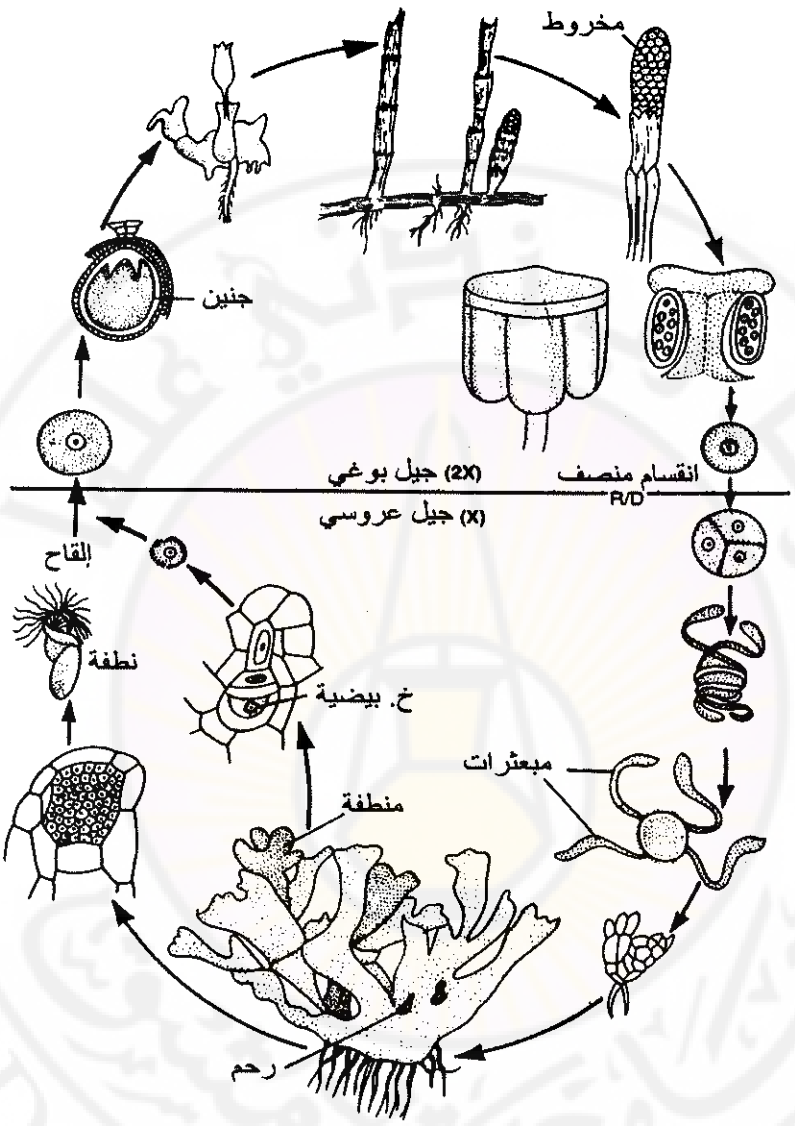
بإنتاش الأبواغ نحصل على النبات العروسي ناعم، لا يتجاوز قياسه بعض مليمترات ومثبت من أسفله بالتربة بفضل الأوبار الجذرية ويحمل في أعلاه صفيحة خضراء اللون تحمل الأعضاء الجنسية . لقد ثار جدل طويل حول توضع المناطف والأرحام في النبات العروسي لذنب الخيل. ومن المفروض أن ظاهرة تماثل الأبواغ تؤدي إلى نباتات عروسية تحمل المناطف والأرحام على نفس المشرة. لكنه تبين أن بعض أنواع ذنب الخيل تحمل مشراتها العروسية كل الجنسين (أحادي المسكن ومنفصل الجنس)، في حين أن بعضها الأخر يعطي مشرات عروسية (منفصلة الجنس ثنائية المسكن) فهناك نبات عروسي مذكر ونبات عروسي مؤنث.

لقد أشارت الدراسات إلى أن طبيعة نمطي النباتات العروسية في ذنب الخيل أكثر تعقيداً، فالنبات العروسي في الأصل ثنائي الجنس (الأعضاء الجنسية على نبات واحد). لكن المناطف هي التي تبدأ بالتشكل وفي الشروط الغذائية المناسبة جيداً تبدأ الأرحام بالظهور، أما في الشروط الغذائية غير المناسبة لا تتشكل إلا المناطف، وبشكل آخر الشروط غير المناسبة لا تعطي إلا جنساً واحداً على المشرة العروسية الواحدة. وأشارت بعض الدراسات في النباتات العروسية المؤنثة التي تعيش فترة طويلة تعطي تفرعات جانبية تحمل المناطف لتصبح ثنائية الجنس. وبعد الإلقاح بين النطاف والبيوض يتشكل الجنين الذي يتطور إلى نبات بوغي جديد.

إن وجود الأبواغ بحالة ملتفة المبعثرات داخل الأكياس البوغية يجعلها متوضعة بشكل كثيف وكأنها "معلبة، وسقوطها بعد جفاف وتباعد المبعثرات يجعلها تسقط على الأرض بشكل كتلة واحدة، وهذا يؤدي إلى نمو النباتات العروسية بشكل مجموعات متراصة ومتقاربة بشكل مباشر الواحد مع الآخر، وبالتالي تتوزع النباتات البوغية الجديدة بشكل يتناسب مع وجودها البيئي (الشكل6 -11)



الشكل 6-11: ذنب الخيل (إيكويسيتوم)
Equisetum arvense
(أ – و): مراحل إنتاش البوغة وتشكل النبات العروسي
ز: مشرة عروسية مع المناطف والأرحام



الشكل 7-11 : ذنب الخيل (إيكويسيتوم) *Equisetum arvense*
حلقة الحياة

الفصل الثاني عشر

1-12 شعبة السراخس Pteridophyta:

النبات البوغي المكون من جذمور تحت الأرض أو ساق هوائي وأوراق كبيرة مركبة ذات منشأ تلومي هو المسيطر في حلقة الحياة. أكياس البوغ تتوضع على أطراف الأوراق أو على وجهها السفلي حيث تجتمع على الغالب بشكل بقع و الجذور عرضية ، والنبات العروسي معظمه فوق الأرض في أنواع متماثلة الأبواغ أو أنه يتنامى داخل الأبواغ. في حالة الأنواع غير المتماثلة.

تشير البنية التشريحية للساق إلى وجود الاسطوانات المركزية المتنوعة والمعقدة والتي تبدأ من البروتوستيل مروراً بالأنبوبية فالشبكية فالحقيقية.

أوراق أنواع هذه الشعبة كبيرة مفصصة عميقة المنشأ تختلف بصفاتها كلياً عن أوراق باقي التريديات وتحمل الجهاز البوغي بأساليب متنوعة.بشكل السراخس مجموعة واسعة من النباتات ويبلغ عددها نحو/10000/ نوعاً و/300/جنساً تنتشر في جميع الأماكن والبيئات.

تعتمد التصانيف الحديثة لشعبة السراخس (خلافاً لما هو معتمد في معظم الكتب المرجعية) على وضع الأنواع والأجناس في أربعة صفوف وهي:

- صف بروتوبتيريديوبسيدا
- صف افيوغلوسوبسيدا
- صف مارايتوبسيدا
- صف بوليبوديوبسيدا

2-12: صف السراخس البدائية Protopteridiopsida:

جميع الأنواع في هذا الصف منقرضة لكنها تشكل أهمية خاصة في متابعة خصائص و مزايا الأنواع المعاصرة التي توجد في الصفوف الثلاثة المتبقية.

تسمى هذه المجموعة بالسراخس البدائية ومن أهم الأجناس:

1- بروتوبتيريديوم *Protopteridium* لوحظت بقايا في الديفوني وحمل تفرعات ثنائية وتوضعت في أعلاها أوراقاً صغيرة سرخسية المظهر.

2- راكوبتيريس *Rhacopteris* لوحظ في الديفوني الأوسط حيث بدت أوراقه كبيرة تتألف الورقة الواحدة من جزء عقيم وجزء خصب وهذا يشبه صف السراخس الحقيقية المعاصرة.

3- زيغوبتريس *Zygopteris* لوحظ في الكربوني حيث بدت أوراقه كبيرة مفصصة يشبه بمظهره السراخس الكاذبة المعاصرة.

من دراسة الأجناس الثلاثة العائدة للسراخس البدائية المنقرضة يبدو جلياً بان انقراضها ساهم في ظهور السراخس المعاصرة بتنوعها الحالية (الشكل 1-12).



الشكل 1-12: الأوراق في السراخس المستحاثية

أ: بروتوبتيريديوم *Protopteridium* ، ب: راكوبتيريس *Rhacopteris* ، ج: زيغوبتريس *Zygopteris*

3-12 صف الأفيوغلوسوم Ophioglosspsida:

إلى هذا الصف تنتمي النباتات الأكثر بدائية من السراخس المعاصرة، ويعتقد بأنها نشأت من أجناس الرتبة المنقرضة راكوبتيريدال. يضم رتبة واحدة Ophioglossales وفصيلة واحدة Ophioglossaceae وثلاثة أجناس: افيوغلوسوم، بوتريكيوم، هيلمينتوستاكيس.

يرى البعض أن أجناس هذه الفصيلة تشكل السراخس البدائية الحقيقية Eufilices يسميها البعض حقيقيات أكياس الأبواغ Eusporangiatae و تتصف بالمزايا التالية:

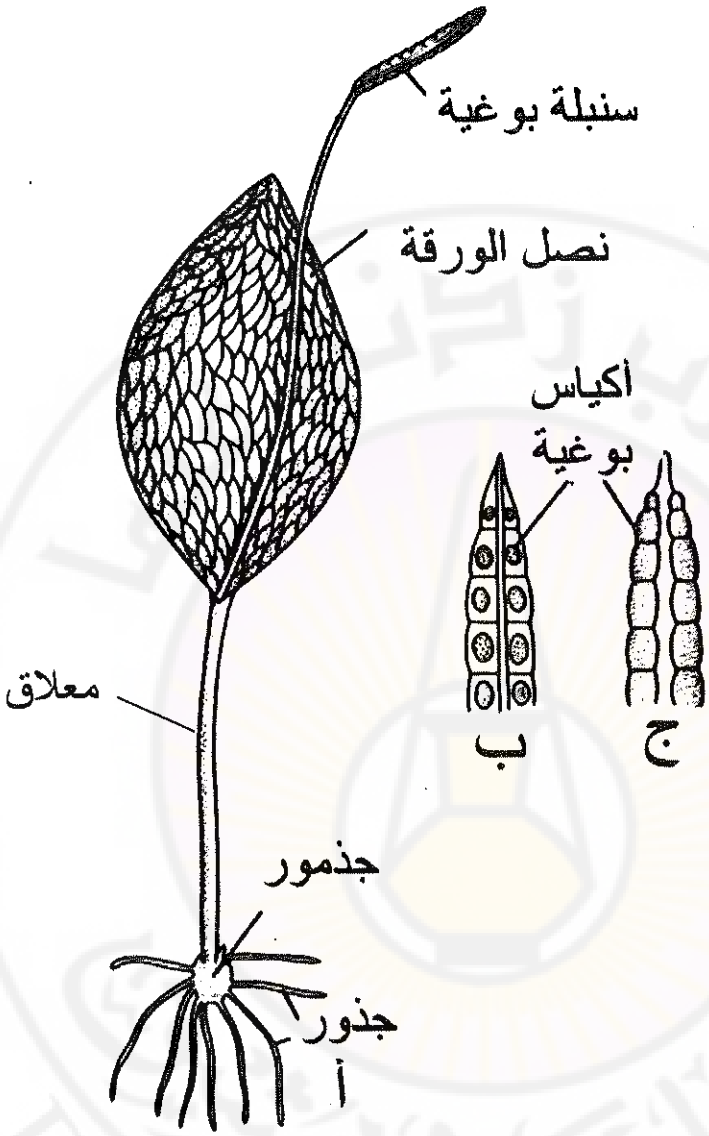
1- يحمل جذمور النبات ورقة فيها جزء عقيم هو القرص وجزء خصب يحمل أكياس البوغ (مثل جنس راكوبتريس المنقرض).

2- ينشأ الكيس البوغي من مجموعات خلوية سطحية وتحت سطحيه على الجزء الخصب من الورقة.

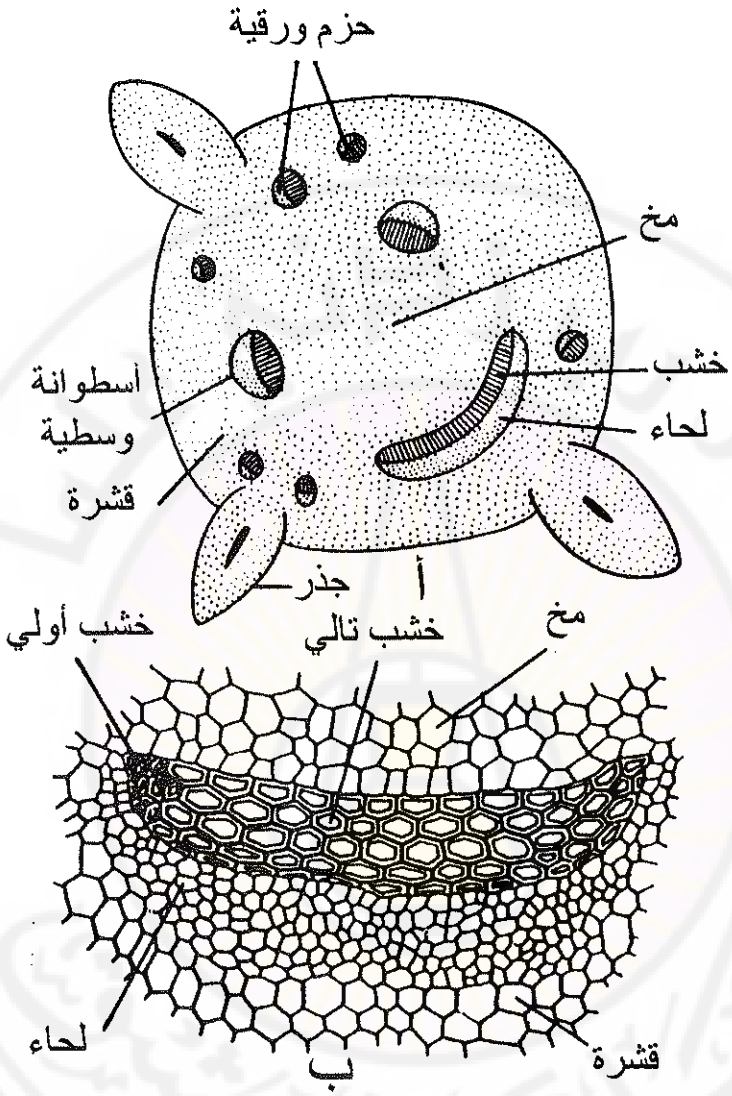
3- يحاط الكيس البوغي بغلاف متعدد الطبقات ولا توجد طبقة خلوية متخصصة تعمل على فتحه لذلك تتفتح بشق طولي.

4-12 جنس الأفيوغللوسوم *Ophioglossum*:

نبات صغير طوله 8-30 سم، يتألف من جذمور بيضاوي متوضع عمودياً تحت الأرض تصدر عنه نحو الأسفل جذور تحمل ميكوريزا داخلية، ونحو الأعلى ورقة واحدة، تتألف الورقة من معلاق يحمل قرصاً أخضر اللون عريضاً يشكل الجزء العقيم، لايلبث أن يتطاول ليشكل الجزء الضيق الفاتح حيث تتشكل عليه أكياس البوغ في صفين طوليين على طرفيه، وبذلك لا تتشكل بقع بوغية كما في السراخس الراقية ويرى البعض أن هذا التوضع أشبه ما يكون بالسنبلة البوغية (الشكل 2-12). تشير بنية الجذمور إلى وجود الاسطوانة الشبكية Dictiostele البسيطة (الشكل 3-12).



الشكل 2-12: الأفيوغللوسوم
Ophioglossum sp
أ: نبات بوغي
ب ، ج: قسم صغير من السنبلة البوغية

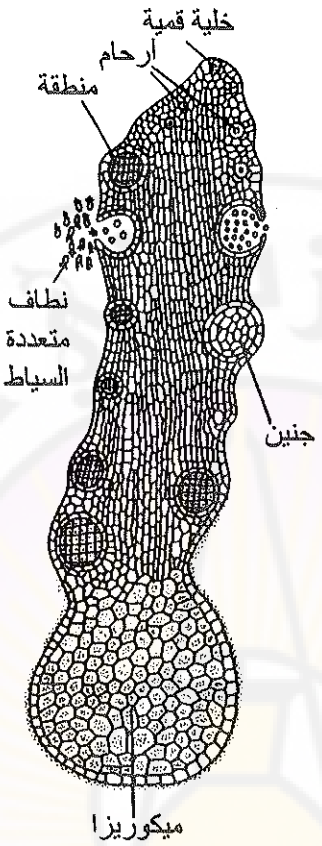


الشكل 3-12: الأفيوغللوسوم

Ophioglossum sp

أ: مقطع عرضي في الجذمور (تخطيطي)

ب: مقطع عرضي الحزمة الوعائية

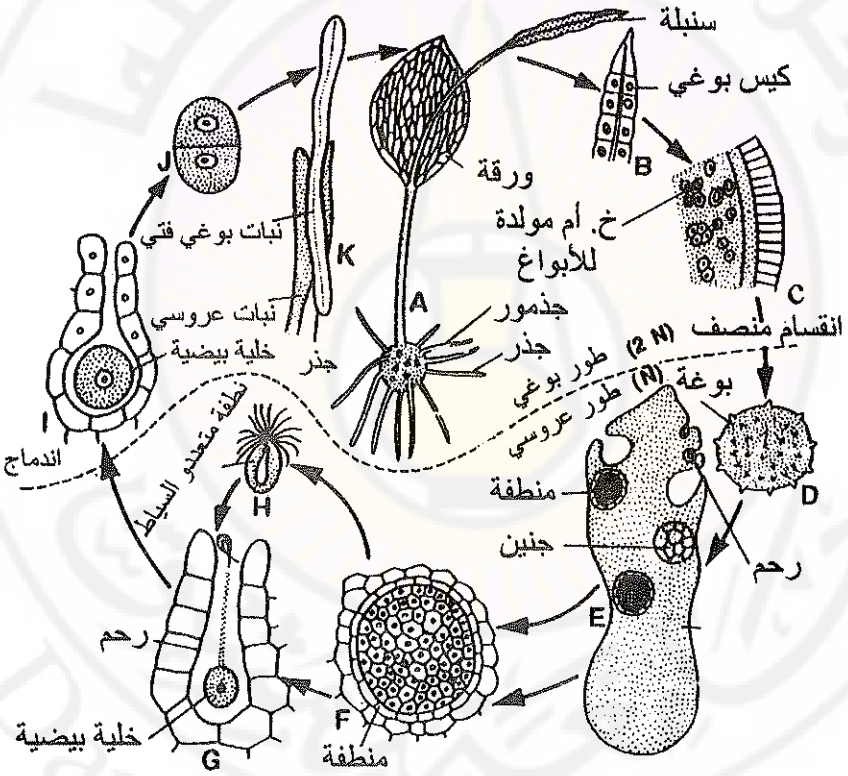


الشكل 4-12: الأفيوغللوسوم *Ophioglossum sp*
مقطع طولي في المشرة العروسية

وكما ذكرنا فإن الكيس البوغي ينشأ من مجموعة خلايا عميقة من الورقة ويحاط بعدة طبقات ويتفتح بشق طولي لانعدام الحلقة الآلية. تنتشر الأبواغ من الأكياس وهي ما تزال محتفظة برطوبتها وتسقط على الأرض لتنتش في الظلام وينشأ عنها النبات العروسي الذي يعيش في التربة ويتفرع أحياناً وتنعدم منه الصانعات الخضراء ويتعايش مع الفطريات، وهو دائماً ثنائي الجنس حيث تتوضع المناطق الكبيرة على سطحه الخارجي بينما تبدو الأرحام مغمورة في نسجه. إن نضج الأعضاء الجنسية

غير متواقت زمنياً، وهكذا تنضج المناطف أولاً، وبذلك يبدو النبات العروسي وظيفياً كأنه أحادي الجنس المذكر، هذا الأمر يحقق الإلقاح التصالبي ، وبالتالي يحقق التهجين بين الأنواع (الشكل 4-12).

يتنامى الجنين ببطء شديد، وبذلك تظهر الورقة الأرضية الأولى خلال بضع سنوات من بداية الإلقاح، حيث يعمل النبات العروسي على توفير الغذاء للنبات البوغي الجديد في بداية تشكله هذا البطء في تشكل الجنين يشير إلى بدائية هذه الزمرة من النباتات السرخسية وتمكن توضيح حلقة الحياة في (الشكل 5-12).



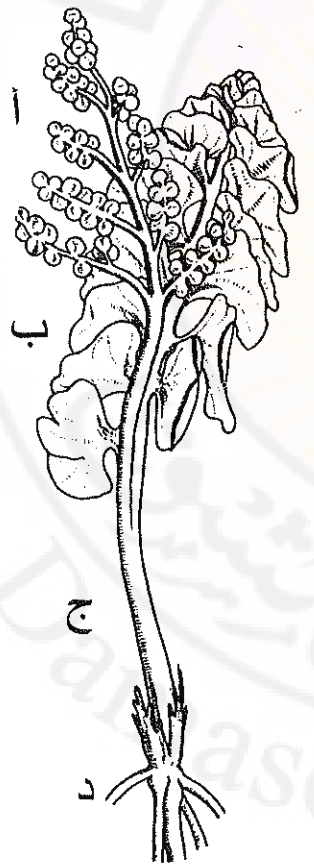
الشكل 5-12: الأفيوغللوسوم *Ophioglossum sp*

حلقة الحياة

*** جنس بوتريكيوم *Botrychium*:**

يشبه هذا الجنس من حيث البنية العامة الافيوغلوسوم، حيث يتألف من جذمور وجذور وورقة واحدة، لكن الجزء العقيم عبارة عن قرص مفصص وليس أملس، والجزء الخصب من الورقة عبارة عن عنقود متفرع يحمل أكياس البوغ (سنبلة متفرعة)، ولذلك يسمى هذا الجنس بالعنقودي (الشكل6-12).

إضافة إلى ذلك تشير البنية التشريحية للجذمور إلى وجود كمبيوم وبنية ثانوية، وبذلك فهو الجنس الثاني والأخير من النباتات الوعائية اللازهرية المعاصرة الذي يحتوي على الكامبيوم وذلك بعد جنس الإيزوتس.



الشكل 6-12: بوتريكيوم *Botrychium*
النبات البوغي
أ: السنبلة البوغية المتفرعة (الجزء الخصب)
ب: قرص الورقة المفصص(الجزء العقيم)
ج: معلاق الورقة
د: الجذمور مع الجذور

5-12 صف الماراتيا Marattiopsida:

انتشرت الممثلات الأولى لهذا الصف في الحقبة الكربونية ثم انقرضت مما يشير إلى قدم هذه النباتات ووجود المستحاثات مقارنة مع نباتات صف الافيوغلوسوم ولم يبق منها معاصراً سوى أجناس استوائية قليلة. توجد في هذا الصف رتبة واحدة Marattiales وفصيلة واحدة Marattiaceae وستة أجناس هي:

أنجيوبتريس *Angioptris*

ماراتيا *Marattia*

كريستينزينيا *Christensenia*

ماكروغلوسوم *Macroglossum*

آركارنجيوبتريس *Archangiopteris*

داني *Danaea*

ويعزل بعض المصنفين الجنس داني في فصيلة مستقلة هيDanaeacea

المظهر العام لهذه الأجناس يشير إلى ضخامة الأوراق (3-6 م)، (الشكل 7-12).

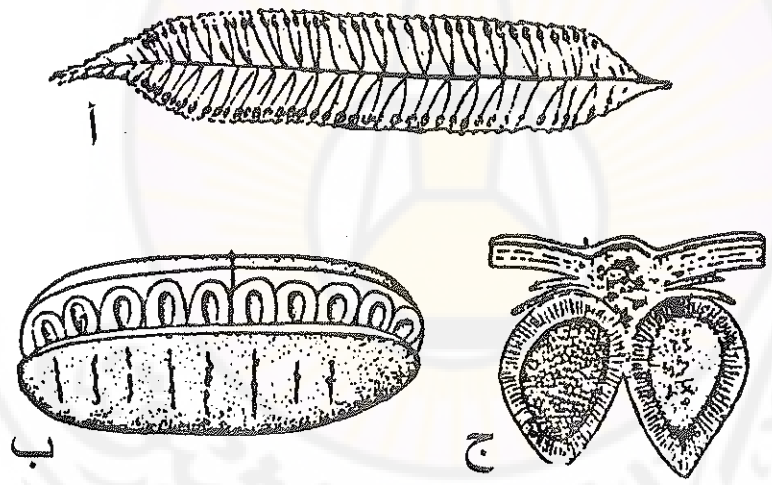


الشكل 7-12: السراخس الحقيقية ، ماراتيا *Marattia*
الشكل العام للنبات البوغي

وهي غالباً مفصصة مرتين أو أكثر، قاسية تحمل على وجهها السفلي أكياس البوغ التي تتوضع نسبيا بشكل متراص في صفين وبذلك فهي لا تشكل بقعاً كما في السراخس الورقية وإنما لها شكل السندويشة (بقع سندويشية الشكل تحاط بجسم الورقة وبأشكال مختلفة) (الشكل8-12).

ومع ذلك فإن الكيس البوغي ينشأ من خلايا عديدة ويحاط بغلاف متعدد الطبقات أي أن هذه الأجناس تتبع السراخس البدائية الحقيقية كما في الافيوغلوسوم.

يبدو النبات العروسي الناتج عن إنتاش البوغة بشكل مشرة عروسية قلبية المظهر خضراء اللون بطول من 1-3 سم تحمل المناطف والأرحام وبذلك فهو أقرب إلى السراخس الراقية منه إلى النبات العروسي في الافيوغلوسوم الذي لا يكون مغموراً في التربة.



الشكل 8-12: ماراتيا *Marattia sp*

أ: الوجه السفلي للورقة مع ضامات أكياس البوغ

ب: ضامة سندويشية الشكل (منظر من الأعلى)

ج: مقطع طولي مار في الضامة ويلاحظ الأشعار بدلاً من القميص

6-12 صف كثيرات الأرجل Polypodiopsida:

يضم هذا الصف الأنواع السرخسية الأكثر حداثة وتنوعاً وتعدداً ، فيه نحو /270/ جنس و /10000/ نوع ويحتل الجزء الأكبر من الغطاء النباتي السرخسي الأخضر.

النبات البوغي متنوع جداً، وقد يكون الساق بشكل جذمور، أو ساق هوائي طويل يصل إلى /15م/ . أما الأوراق فتبدو ناعمة (بضعة مليمترات)، أو طويلة تصل إلى / 30م / وتكون الأوراق الفتية ملتفة بشكل عكازي (تشبه رقبة الإوزة) وهذه الصفة مميزة للسراخس الراقية الحديثة. إن هذه السراخس مخالفة لما شاهدناه في السراخس الحقيقية البدائية في الصفين السابقين: فالكيس البوغي يتنامى من خلية سطحية واحدة ويحاط بغلاف مكون من طبقة واحدة وتتشكل عنده حلقة آلية متقشرنة تعمل على فتحه حين النضج بشق عرضي لذلك تشكل مجموعة السراخس الحديثة والراقية (يسميها بعض المصنفين السراخس الكاذبة أو كاذبات أكياس البوغ Leptosporangiatae).

تترتب أكياس البوغ في معظم الأنواع بشكل صرات أو بقع بوغية sori على الوجه السفلي للورقة، وذلك على طول الضلع الرئيسي أو بين الأضلاع أو على أطراف الورقة وقد تغلف البقعة بقميص حقيقي ينشأ من نسج الورقة الأساسي أو تغلف بقميص كاذب ينشأ من انثناء حافة الورقة أو تكون عارية.

النبات العروسي شديد التنوع: فهو غالباً خارجي أخضر اللون في السراخس متماثلة الأبواغ يشبه القلب بطول 2-3 سم يحمل المناطف والأرحام معاً.

أما في السراخس غير المتماثلة الأبواغ (السراخس المائية) فإن النبات العروسي يتشكل داخل البوغة حيث يكون مذكراً (في البوغة الصغيرة) ومؤنثاً (في البوغة الكبيرة).

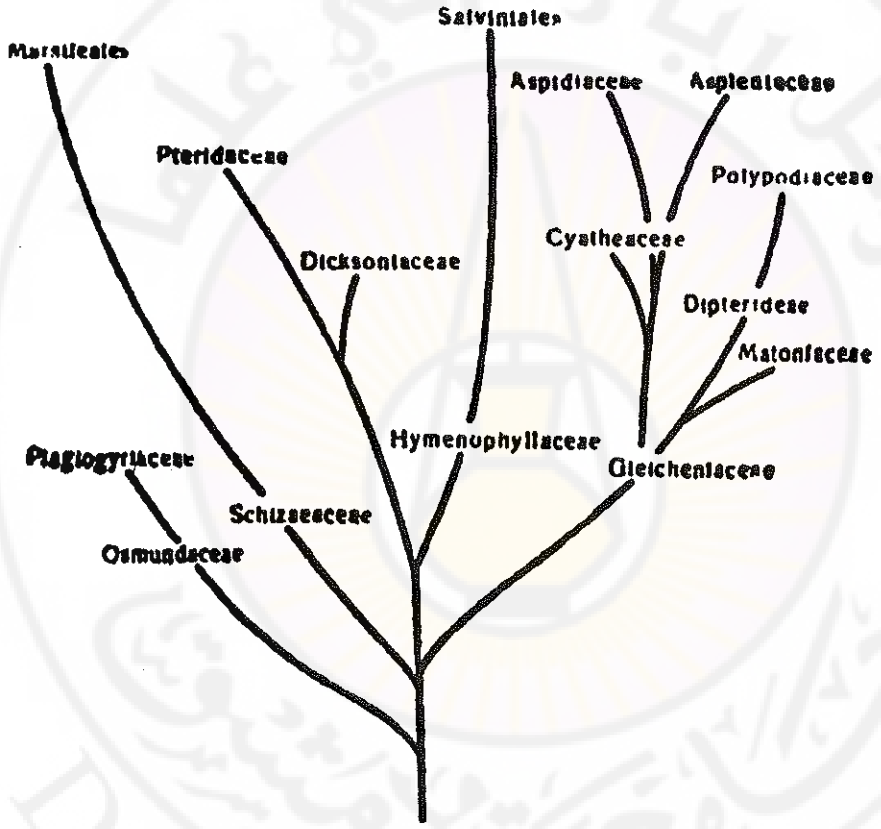
التصنيف:

يضع بعض الباحثين السراخس الراقية (الكاذبة) في أربع رتب هي:

- رتبتان نباتاتها أرضية متماثلة الأبواغ **Homosporous** تشكل معظم الأنواع وهما اسمندال وفيليسال (البعض يضعهما في رتبة واحدة هي فيليسال فقط).

- ورتبتان نباتاتها مائية غير متماثلة الأبواغ **Heterosporpus** لايتجاوز عدد أنواعها الـــ /120/ من أصل العشر آلاف نوع وهما: مارسيليال وسلفينيال.

تضم السراخس البرية الواسعة الانتشار من رتبة الفيليسال حسب هذا التصنيف /12/ فصيلة انطلقت من رتبة السراخس البدائية المنقرضة Zygopteridales واكتسبت صفات الرقي تدريجيا عبر آلاف السنين وفق المخطط التالي (شكل 9-12).



الشكل 9-12: العلاقات المشتركة بين أهم فصائل رتبة فيليسال

من هذا المخطط نرى أقدم الفصائل هي Osmundaceae وأرقاها على الإطلاق هي الفصائل الأربع : Aspidiaceae Pteridaceae Polypodiceae، Aspliniaceae وهي تجمع شمل /7/ آلاف نوع من السراخس البرية الراقية.

بالمقابل نجد التصانيف الأحدث تضع صف Polypodiopsida في خمسة تحت صفوف (بما فيها السراخس المائية)، وهذه بدورها تضم سبع رتب وعدداً أكبر من الفصائل. وفيما يلي سنتعرف على بعض الرتب من خلال دراسة أهم الأجناس العائدة لها.

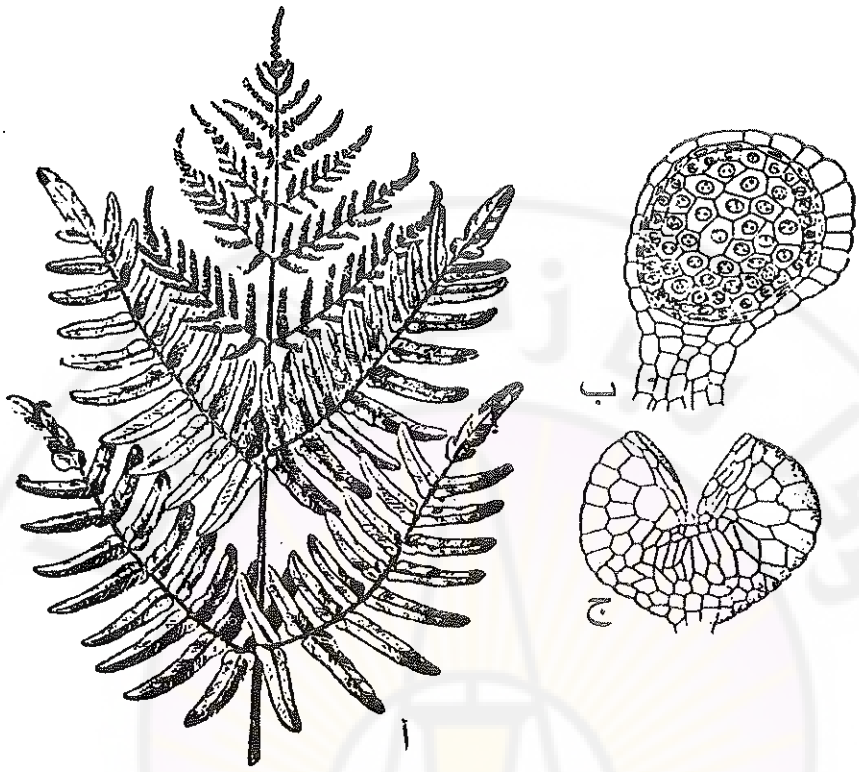
7-12 رتبة الاوسمندال Osmundales:

تضم فصيلة واحدة Osmundaceae فيها ثلاثة أجناس أشهرها *Osmunda* و أنواعها محدودة لا تتجاوز /٣٠/ نوعاً تعد هذه الفصيلة من أكثر الفصائل المعاصرة قدماً وتملك صفات بدائية حيث لا تتوضع أكياس البوغ في بقع ويتشكل الكيس الواحد من مجموعات خلوية مثل الماراتيا الافيوغلوسوم على الرغم من أن الخلايا العديدة تزول فيما بعد والكيس بحد ذاته يحاط بطبقة واحدة من الخلايا كما في السراخس الراقية، أما النبات العروسي فهو ضخم ويعيش طويلاً.

يعد جنس الاسمندا من السراخس الجميلة ساقه قصير بحدود /2/ م وأوراقه مفصصة مرتين وللورقة الواحدة جزء عقيم وجزء خصب مرجع جدا وعلى القطع الطرفية منه تتوضع أكياس البوغ الكثيرة والمتعددة (شكل10-12).

الكيس البوغي أجاصي كروي الشكل لا يملك حلقة آلية وإنما يتصف بوجود مجموعات خلوية ثخينة تسمح بتفجير الكيس وخروج الأبواغ التي تفقد رطوبتها بسرعة ولذلك تكون كميتها كبيرة.

النبات العروسي يعيش لعدة سنوات ويمكن أن ينمو لقياس /5/ سم وأكثر وهذه صفة بدائية.



الشكل 10-12: الأسموندا *Osmunda sp*

أ: الورقة البوغية منقسمة إلى جزأين: خصب في الأعلى وعقيم في الأسفل

ب: كيس بوغي قبل التفتح .

ج: كيس بوغي متفتح بشق طولي

8-12 رتبة شيتزيال Schizaeales:

تضم فصيلة واحدة Schizeaceae وخمسة أجناس أشهرها *Lygodium* و *Anemia* ورقة مكونة من جزء عقيم وجزء خصب مكون من حاملين لأكياس الأبواغ (بدلاً من حامل واحد كما في الاسمندا).

9-12 رتبة بتيريدالPteridales :

تنتمي هذه الرتبة وفق هذا التصنيف مع الرتبة السابقة إلى تحت صف واحد وتضم عدة فصائل منها فصيلة Adiantaceae وهذه تضم جنساً واحداً *Adiantum* و فيه النوع الشهير باسم كزبرة البئ *Adiantum Capillus-veneris* .

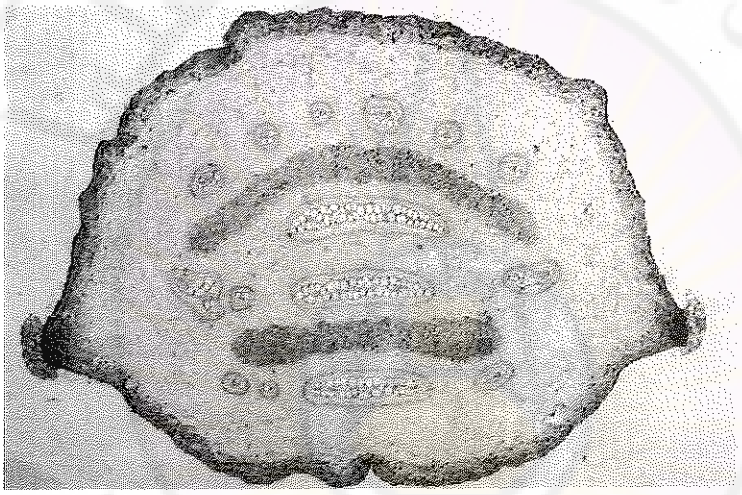
تملك الأوراق في هذا الجنس معلاقا طويلاً غامق اللون يكاد يميل إلى الأسود اللامع، ويذكرنا قرص الأوراق بأوراق الجنكو (من عرايانات البذور) إلا أنها صغيرة جداً. تتوضع أكياس البوغ بشكل بقع على الوجه السفلي لأطراف الورقة وذلك في نهايات العروق حيث تنثني مع الأكياس لتغطيها وبذلك تشكل ما يسمى بالقميص الكاذب. (شكل 11-12).



الشكل 11-12: كزبرة البئر *Adiantum sp.*

شكل عام للنبات البوغي مع البقعة البوغية والقميص الكاذب

أما فصيلة Pteridaceae فتضم الجنس *Pteridium* وهو من الأجناس الضخمة التي تعيش في الغابات ويتصف بوجود جذمور كبير ومتفرع ويحمل أوراقاً ضخمة مفصصة مرتين ، وتتوضع أكياس البوغ على أطراف الوريقات التي تتغطى من انثناء الورقة لتشكل القميص الكاذب أيضاً. والجدير بالذكر أن الأسطوانة المركزية لهذا الجنس تتألف من دوارتين من الاسطوانة الشبكية Dictiostele مفصولتين جزئياً بالسكلرنشيم (الشكل 12-12)،



الشكل 12-12: بتيريديوم *Pteridium*
مقطع عرضي في الجذمور يلاحظ الاسطوانة الشبكية الموزعة في دوارتين يفصلهما السكلرنشيم

12-10 رتبة اسبيدال Aspidiales:

تضم عدة فصائل أشهرها Aspidiaceae، تعيش أجناسها في المناطق الاستوائية والمعتدلة وتضم أنواعا كثيرة واسعة الانتشار في جميع أنحاء العالم. الساق غالباً جذمور ضخم متفرع والأوراق ضخمة تلتف في الحالة الفتية على شكل العكازة

(رقبة الإوزة) وتبدو مفصصة مرتين أو ثلاث مرات وتحمل على وجهها السفلي بقع أكياس البوغ تغطى عادة بقميص حقيقي.

ينشا من المشيمة أكياس البوغ التي ترتفع على سويقات طويلة ويحمل الكيس حلقة آلية تعمل على فتح الكيس بشق عرضي.

من أشهر الأجناس في هذه الفصيلة نجد:

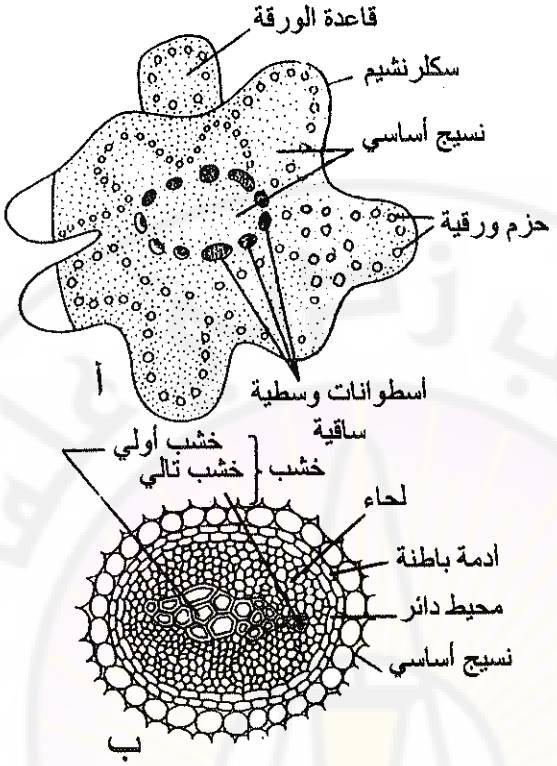
11-12 السرخس المذكر (الخنشار أو سرخس بائعي الزهور) *Dryopteris filix-mas*:

جذمور ترابي قصير متعرج يحمل أوراقاً ثنائية التفصص تتوضع على وجهها السفلي بقع أكياس البوغ (الشكل 13-12).

ونظراً لانتشار هذا الجنس بشكل واسع فإننا سنقوم بالتعرف على خصائص السراخس الراقية من خلال الدراسة التفصيلية له. تشير الدراسة التشريحية للجذمور إلى وجود دوارة واحدة من الاسطوانة الشبكية Dictiostele حيث تتوضع الحزم العديدة والمختلفة بقياساتها على المحيط وتفصل بينها الفراغات المملوءة بالبرنشيم والتي تمثل النوافذ الورقية (الشكل14-12).



الشكل 13-12: الخنشار *Dryopteris filix-mas*
المنظر العام للنبات البوغي



الشكل 14-12: الخنشار *Dryopteris filix-mas*

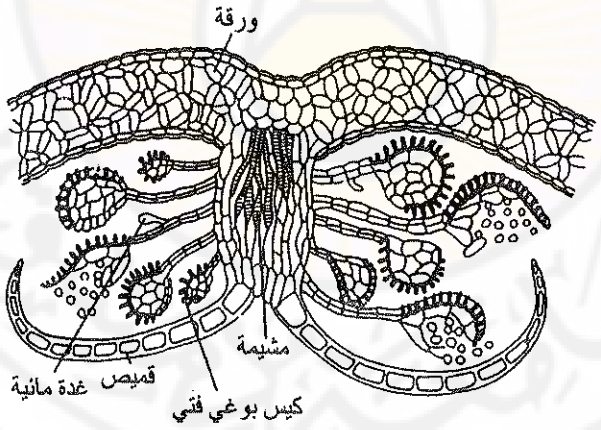
أ: مقطع عرضي تخطيطي في الجذمور يظهر الاسطوانة الوعائية

ب: جزء من الاسطوانة الوعائية

فإذا فرغنا الساق من هذه الخلايا البرنشينية الرخوة فإننا سنشاهد المنظر الفراغي للساق الذي يشير إلى شكل الجهاز الوعائي الشبكي الذي يشير إلى هذا النموذج من الاسطوانات التي تمثل جميع أنواع السراخس الراقية.

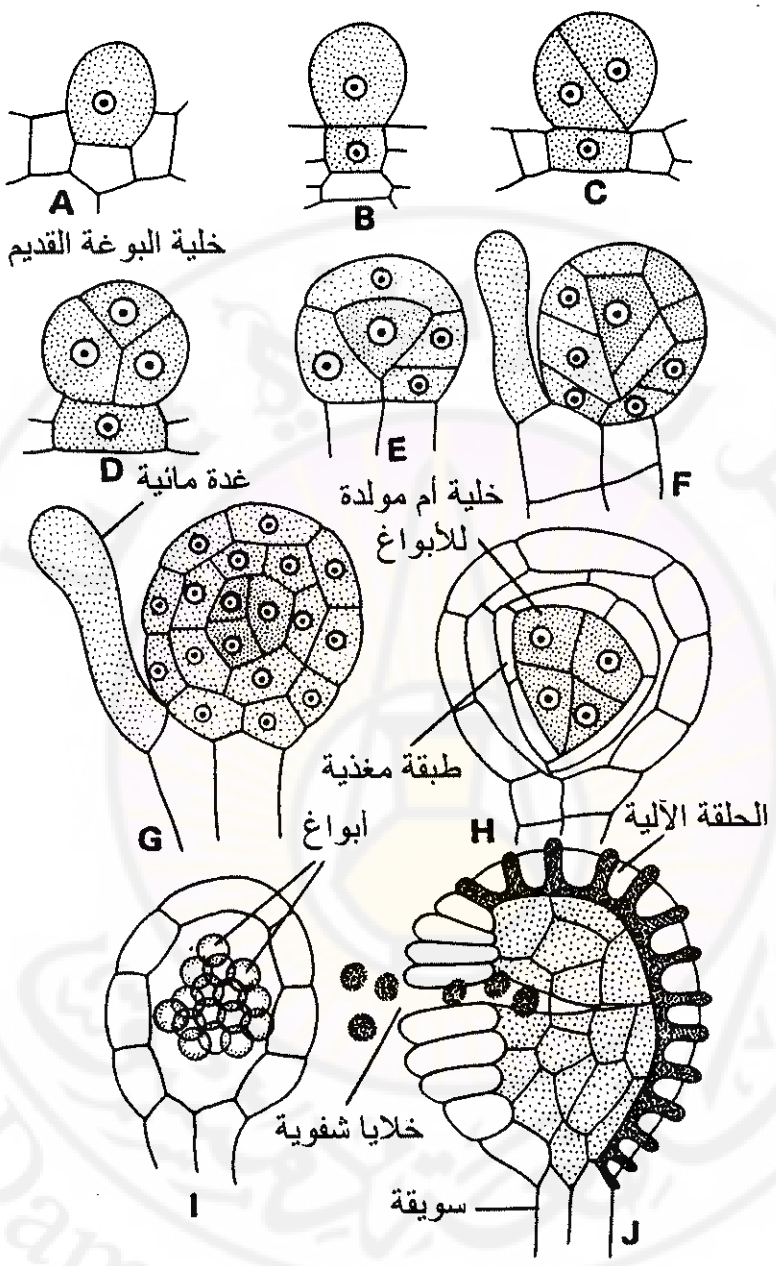
أما البنية التشريحية لورقة الخنشار فإنها تبدو محاطة بالبشرتين العليا والسفلى المسامية ويقع بينهما النسيج المتوسط Mezophyll إسفنجي الشكل الذي يتكون من خلايا وفراغات. تتجمع الأكياس البوغية للخنشار بشكل بقع sori تتشكل على طول الضلع الرئيسي للسطح السفلي للورقة وتغطي كل بقعة بغشاء رقيق يسمى القميص

Indusium يتثبت في مركز البقعة ويبدو مقعراً في وسطه. ويمكن متابعة تفاصيل هذا الموضوع بدراسة المقطع العرضي للورقة في منطقة البقعة البوغية، وبذلك تبدو أكياس البوغ مرتبطة بالمشيمة (وهي زائدة نسيجية نامية على السطح السفلي للورقة حيث البقعة المتشكلة) ومنها يصدر القميص لذلك يسمى بالقميص الحقيقي (الشكل 12-15). يتشكل الكيس البوغي من خلية واحدة من المشيمة لا تلبث أن تعاني من انقسامات متنوعة بحيث تعطي غلاف الكيس وحيد الطبقة وإلى الداخل منه تظهر الطبقة (أو الطبقات المغذية Tapetum) ومولدات البوغ تتحول بالانقسام المنصف إلى أبواغ. ومع نضج الكيس البوغي تنمو حلقة من الخلايا الثخينة الآلية التي تحيط بثلثي الكيس بينما تبقى التي تتحول بالانقسام المنصف إلى أبواغ. ومع نضج الكيس البوغي تنمو حلقة من الخلايا الثخينة الآلية التي تحيط بثلثي الكيس بينما يبقى الثلث الأخير دون ثخانة ليشك الخلايا الشفوية التي تتمزق ليفتح الكيس البوغي بشق عرضي (الشكل 12-16). إن كل خلية من خلايا الطبقة الآلية غير متماثلة الداخلية والشعاعية سميكة بينما تبقى الجدران الخارجية بحالتها الرقيقة وبذلك تؤدي دوراً هاماً لدى نضج الكيس وجفافه من حيث ثخانة جدرانها ، وهكذا تكون الجدران ويتبخر الماء بعملية فتح الكيس (الشكل 12-17).



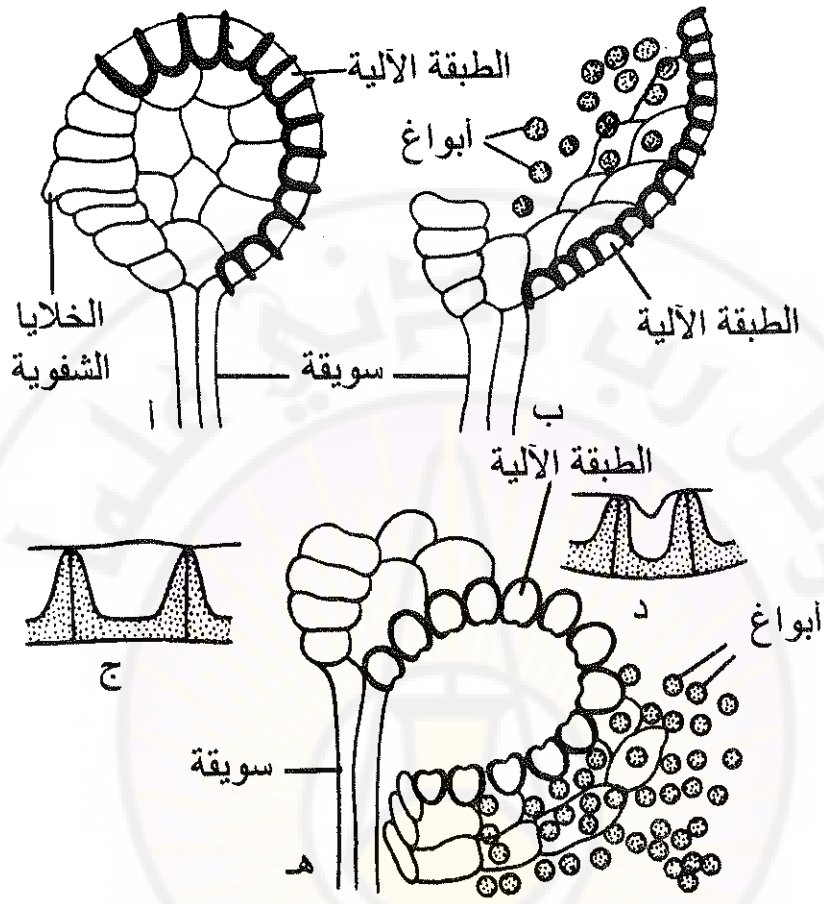
الشكل 12-15: الخنشار *Dryopteris filix-mas*

مقطع عرضي في ورقة بوغية تظهر البقعة البوغية (الأكياس) مرتبطة بالمشيمة ومغطاة بالقميص الحقيقي



الشكل 16-12: الخنشار *Dryopteris filix-mas*

مراحل تشكل الكيس البوغي



الشكل 17-12: الخنشار *Dryopteris filix-mas*

آلية تفتح الكيس البوغي

أ: كيس بوغي بالغ

ب: كيس بوغي متفتح

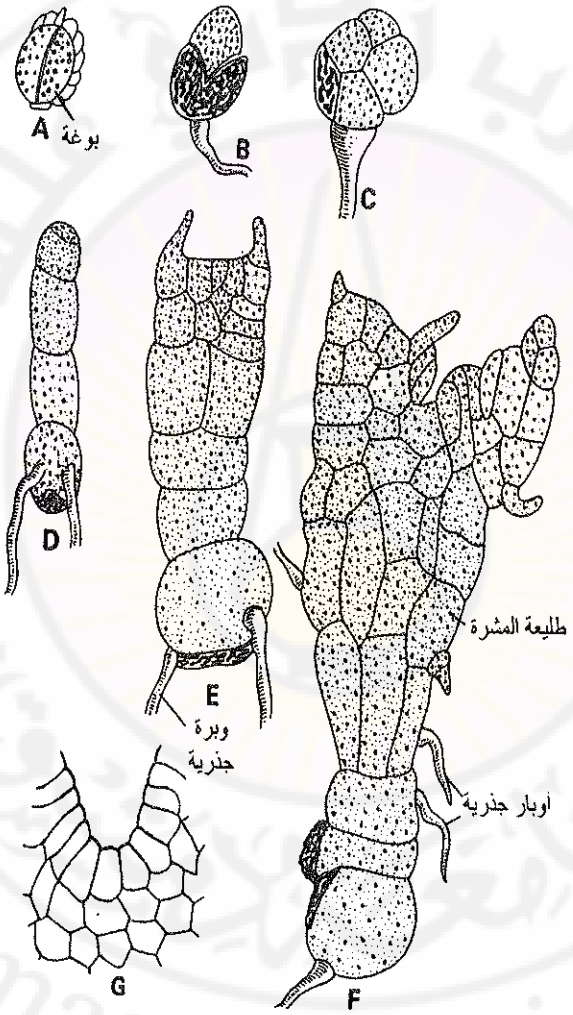
ج: خلايا الحلقة الآلية قبل التفتح

د:خلايا الحلقة الآلية بعد التفتح

هـ: الكيس البوغي ينثر الأبواغ

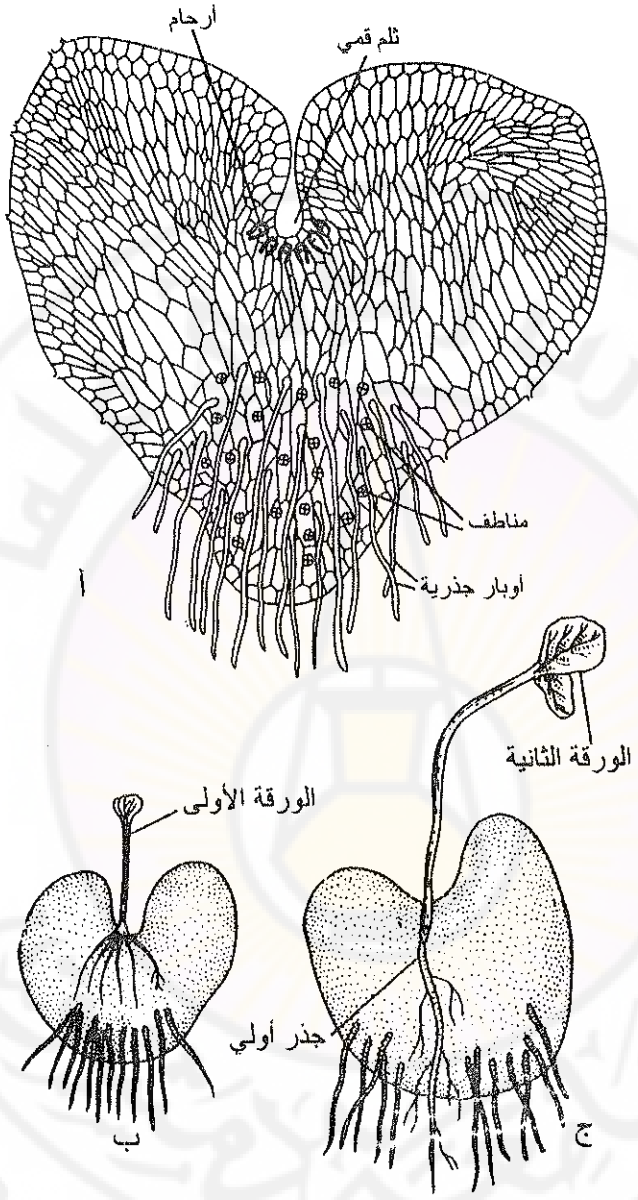
مع سقوط الأبواغ تبدأ عملية الإنتاش لتعطي مشرة عروسية اللون قلبية المظهر تحمل المناطف والأرحام وتنبت بواسطة الأوبار الجذرية في الوسط الذي تعيش فيه ومن المشرات المميزة السراخس الراقية الكاذبة.(الشكلين19-12 ، 18-12).

بالإلقاح يتشكل الجنين الذي يعيش في البداية على المشرة العروسية ثم لايلبث أن يستقل بحياته معطياً النبات البوغي السرخسي الجديد.



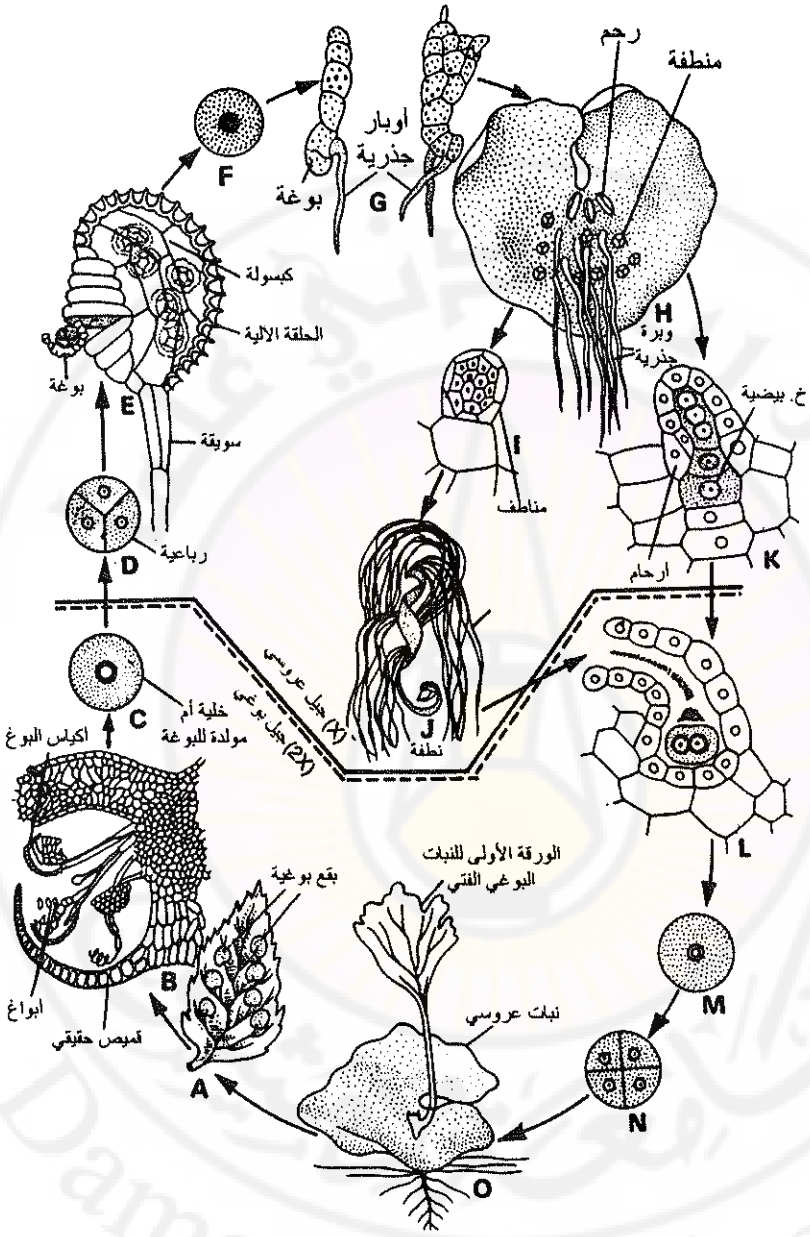
الشكل 18-12: الخنشار *Dryopteris filix-mas*

مراحل تشكل المشرة العروسية



الشكل 19-12: الخنشار *Dryopteris filix-mas*

أ: المشرة العروسية القلبية الشكل ، (ب ، ج): نباتات بوغية فتية محمولة على المشرات العروسية



الشكل 20-12: الخنشار *Dryopteris filix-mas*

حلقة الحياة

12-12 السرخس المؤنث *Athyrium filix-femena*:

يشبه ظاهرياً السرخس المذكر ولكن يختلف عنه بأن البقع البوغية مستطيلة تتوضع على طول ضلع الوريقة العائدة للنظام الثالث . القميص عندها زورقي أو هدبي ومتطاول أيضاً وينمو في غابات الشوح ويشبه إلى حد كبير سرخس *Asplenium*.

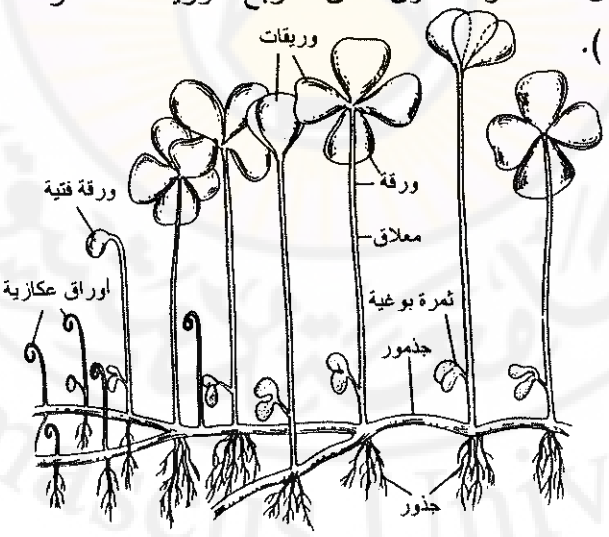
13-12 رتبة مارسيليال Marsileales:

توضع في تحت صف مستقل هو Marsileaidae المميز للنباتات المائية غير متماثلة الأبواغ ، وبالتالي فالنباتات العروسية مختلفة الجنس دوماً ومرجعة تتشكل داخل الأبواغ. نباتات هذه الرتبة تعيش حياة مائية أو أرضية – مائية الإلقاح يتحقق في وسط مائي. تضم فصيلة واحدة Marsileaceae وثلاثة أجناس وهي:

Marsilea (70 نوعاً)، *Regnellidium* (نوع واحد) و *Pilularia* (6 أنواع) .تعد هذه الأنواع بالمقارنة مع غيرها فتية كونها بدأت بالظهور في الطباشيري وفي الحقبة الثالثة.

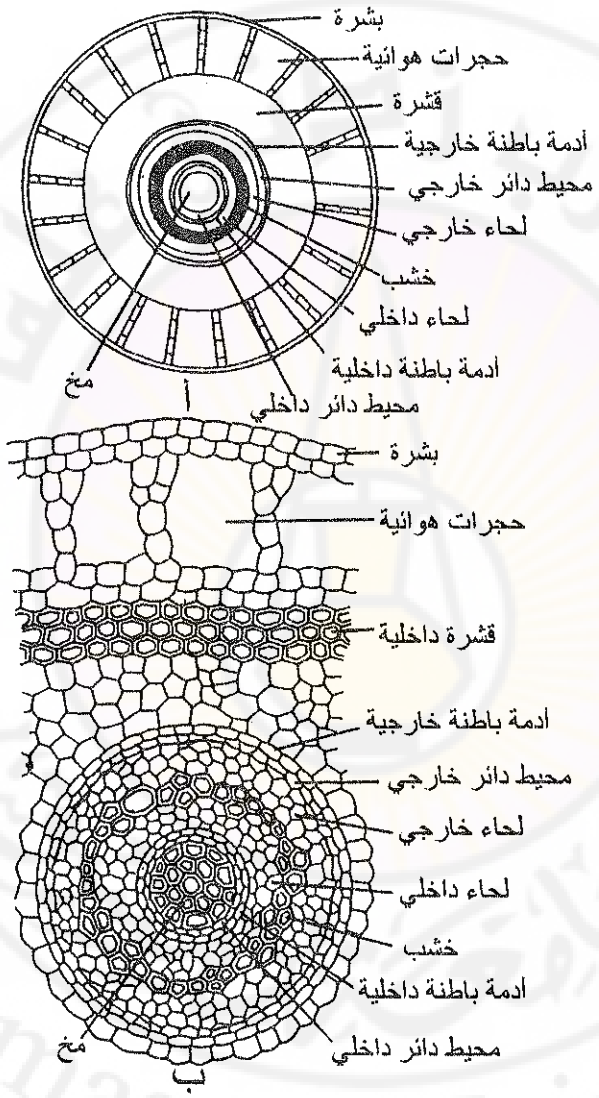
14-12 جنس المارسيليا *Marsilea* :

النبات عبارة عن جذمور تصدر عنه الجذور العرضية والأوراق ذات المعاليق الطويلة تنتهي بقرص أخضر مكون من أربع وريقات تذكرنا بأوراق البرسيم (الشكل 21-12).

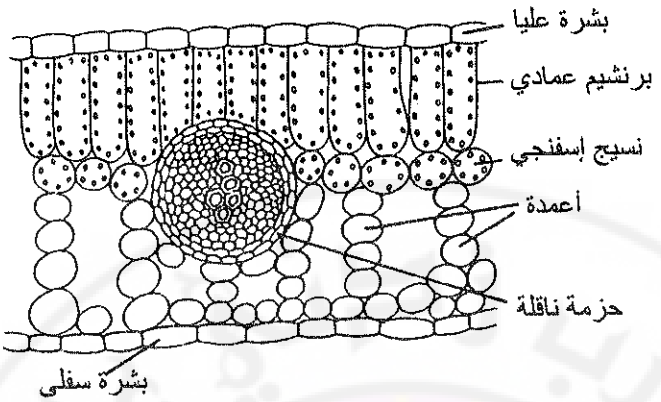


الشكل 21-12: المارسيليا *Marsilea* ، شكل عام للنبات البوغي

(تلاحظ وريقتان عند جنس ريغنبليديوم والقرص مخرزي دون وريقات عند جنس بيلولاريا). يتصف كل من الجذمور والأوراق في جنس مارسيليا بوجود تجاويف (حجرات) هوائية تساعد النبات البوغي على التكيف مع الحياة المائية (الشكلين 23-12 ، 12-22).



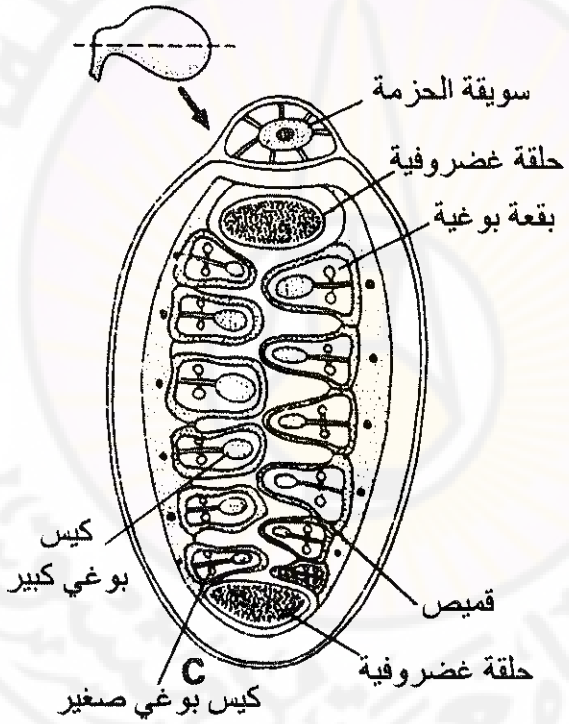
الشكل 22-12: المارسيليا *Marsilea* م. ع في الجذمور
أ: شكل تخطيطي ، ب: قطاع من المقطع العرضي (تفصيلي)



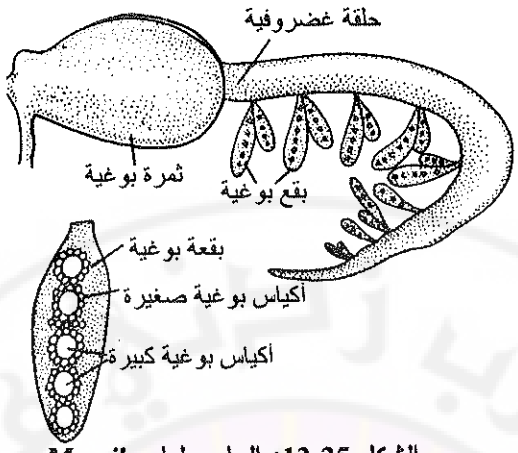
الشكل 23-12: المارسيليا *Marsilea*
مقطع عرضي في الورقة

تحمل معاليق الأوراق تشكيلات قاسية كلوية الشكل تسمى الثمار البوغية Sporocarps وبداخل كل ثمرة تتوضع أكياس البوغ الكبيرة والصغيرة معاً. غلاف الثمرة قاسٍ جدا وثابت ، ويعتقد بأنه يملك منشأ ورقي. تلاحظ داخل الثمرة حلقة ملتفة من نسيج غضروفي يتثبت عليها صفين من البقع البوغية الحاوية على أكياس بوغ صغيرة وكبيرة. الكيس محاط بغلاف رقيق جداً شفاف خالٍ من الطبقة الآلية (الشكل 12-24)، بتفتح الثمرة الناضجة تصبح مغمورة في الماء وعندها ينتفخ النسيج الغضروفي ويخرج من جهتي الثمرة بشكل سلسلتين طويلتين، ويمكن بواسطة المكبرة ملاحظة غشاء رقيق (قميص) يحيط بكل بقعة بوغية، كما يمكن حتى بالعين المجردة ملاحظة سلسلة من أكياس البوغ الكبيرة الضخمة وبينها تتوضع تجمعات أبواغ صغيرة (الشكل 12-25) .تمتلئ البوغة الكبيرة في المارسيليا بالمواد الغذائية، وتتوضع النواة في نهايتها العلوية من البوغة حيث يبدو الغلاف أكثر رقة. أما الأبواغ الصغيرة فتمتلك شكلاً مضلعاً أو رباعية السطوح لا تلبث أن تصبح كروية، تنتش الأبواغ في الماء دائماً حتى وإن كان النوع أرضياً – مائياً وينتج ثماراً خارج الماء.

تستمر قابلية الإنتاش والانتفاخ والتفتح في الماء في بعض الأحيان لسنوات طويلة قد تمتد إلى عشرات السنين. يتمثل النبات العروسي المؤنث برحم واحد يتشكل في مكان وجود نواة البوغة الكبيرة (في أعلى البوغة)، وبعد الإلقاح يتغذى الجنين الفتي على المواد الغذائية المدخرة في البوغة الكبيرة، ثم يتمزق غلافها ويخرج الجنين النامي منها، أما النبات العروسي المذكر فيتمثل بخلية مشرية واحدة ومنطفتان تعطيان عدداً قليلاً من النطاف (بحدود 16 نطفة)، وكلها تتشكل داخل غلاف البوغة الصغيرة (الشكل 26-12). يتحقق الإلقاح ونمو الجنين بسرعة شديدة وقد تستغرق 24 ساعة فقط ويتألف الجنين الفتي من ورقة وجذر وساق وقدم.

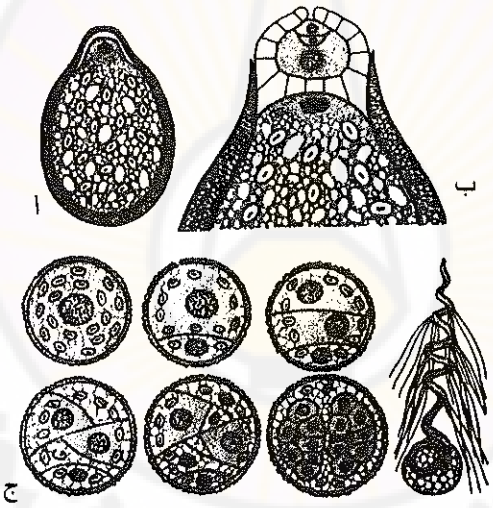


الشكل 24-12: المارسيليا *Marsilea*
مقطع طولي يوضح بنية الثمرة البوغية



الشكل 25-12: المارسيليا *Marsilea*

تفتح الثمرة البوغية وخروج الحلقة الغضروفية

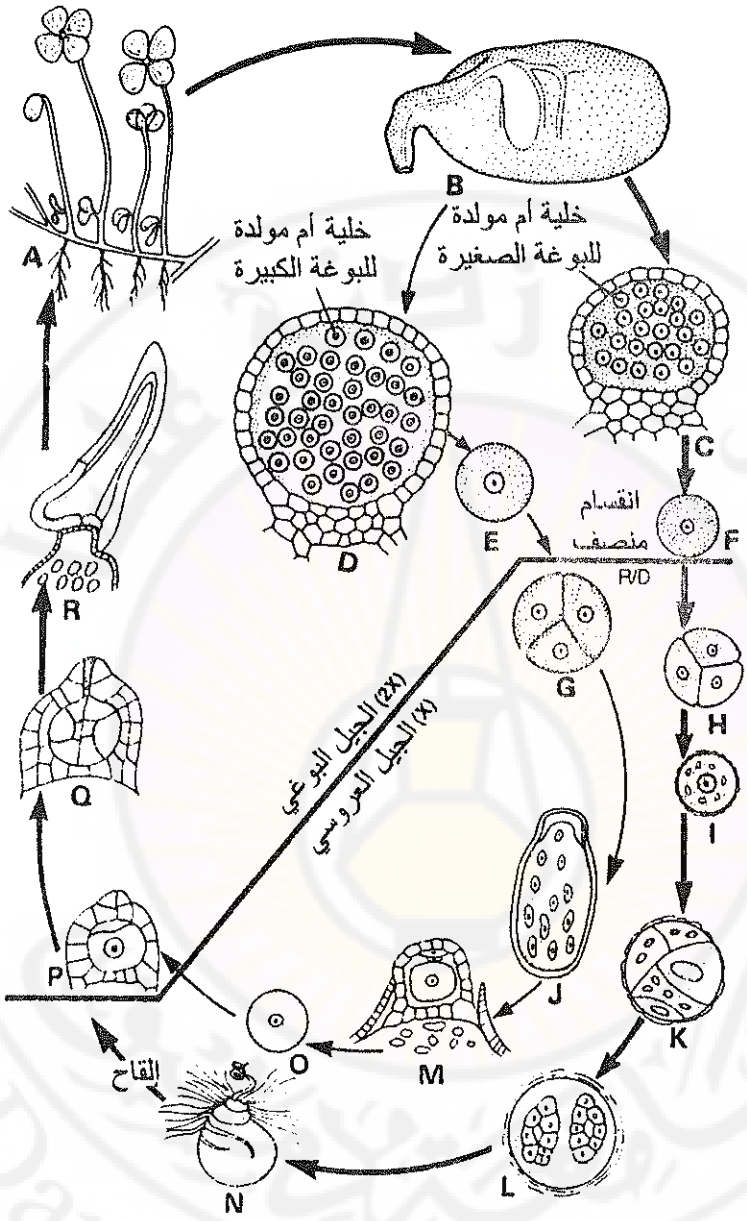


الشكل 26-12: المارسيليا *Marsilea*

أ: مقطع طولي في بوغة كبيرة

ب: النبات العروسي المؤنث مع رحم

ج: مراحل تشكل النبات العروسي المذكر



الشكل 27-12: المارسيليا *Marsilea*

حلقة الحياة

15-12 رتبة السلفينيال Salviniales:

توضع في تحت صف مستقل هو Salviniidae وهي نباتات مائية فقط غير متماثلة الأبواغ ، والنباتات العروسية مرجعة تتشكل داخل الأبواغ، والأكياس البوغية الصغيرة والكبيرة محصورة في بقع بوغية منفصلة ومغلقة أي تنعدم الثمار البوغية. (يرى بعض الباحثين أن أنواع السلفينال تحمل ثماراً بوغية كبيرة وصغيرة كروية الشكل وبالتالي فهي ليست بقعاً).

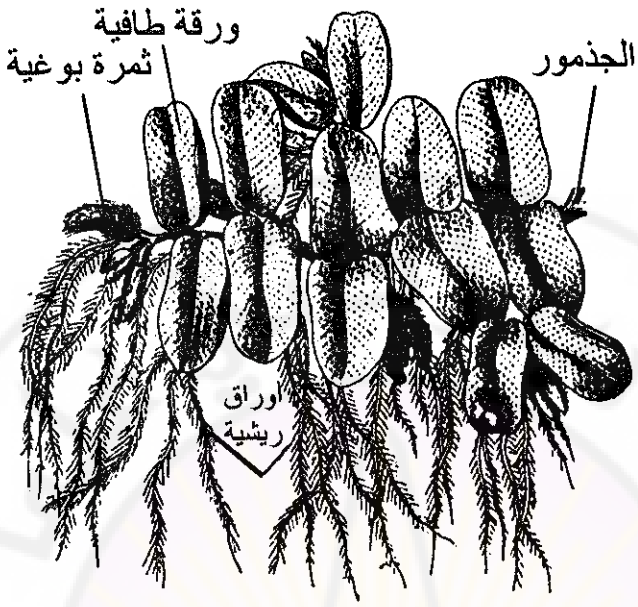
تضم رتبة سلفينال فصيلتين Salviniaceae و Azollaceae إن جيولوجية هذه الرتبة قصيرة جداً، وفي الواقع لم تعرف توضعات السلفينيال إلا في الثالث والآزولا في الثالث والرابع.

أجناس هذه الرتبة سابحة فقط حيث تنتشر أوراقها على سطح الماء، والجذور لا تلاحظ إلا في الآزولاسي بينما تملك السلفينياسي أوراقاً جذرية.

تضم فصيلة السلفينياسي جنساً واحداً *Salvinia* وهذا بدوره يضم (8) أنواع أشهرها السلفينيا السابح *S.natans*.

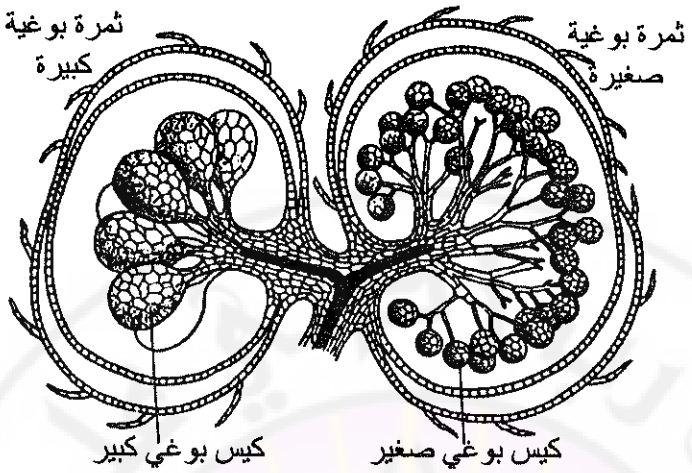
يتمثل هذا النوع بساق رفيع متفرع سابح على سطح الماء تصدر عن العقد تجمعات أوراق: ورقتان قرصيتان طافيتان شديدتي الخضرة، وورقة جذرية مغمورة في الماء (لا يملك جذوراً). الورقتان الطافيتان تغطيان بطبقة شمعية وتحمل زوائد على البشرة.

الورقة الجذرية مقسمة إلى أجزاء خيطية كثيفة مغطاة أيضاً بطبقة شمعية قاسية وهي لا تؤدي وظيفة امتصاص الماء فحسب وإنما تعمل كمرساة لتثبيت أو مسك النبات السابح في وضع واحد. إضافة إلى ذلك تتشكل بقع الأبواغ على قواعد الأوراق الجذرية وبذلك تكون هذه هي الوظيفة الثالثة لهذه الأوراق كونها تحمل الجهاز البوغي (الشكل 28-12).

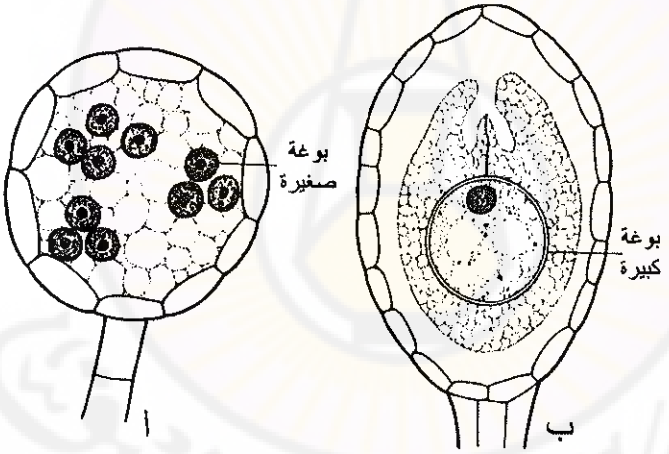


الشكل 28-12: السلفينيا السابح *S.natans*
الشكل العام للنبات البوغي

تبدو البقع البوغية للسلفينيا مغلقة كروية محاطة بقميص مضاعف تحوي الواحدة منها إما أكياس بوغ صغيرة أو أكياس بوغ كبيرة. الأكياس الصغيرة أكثر نعومة من الكبيرة يتشكل بداخل الكيس الواحد نحو / 64 / بوغة صغيرة. وبداخل الكيس الكبير تتشكل / 32 / خلية يمكن أن تعطي أبواغاً كبيرة ولكن لا تصل إلى مرحلة النضج سوى بوغة كبيرة واحدة، والباقي تتحطم وتشكل مع خلايا النسيج المغذي بلاسما محيطية كثيفة ونوى ضخمة، وهذه مجتمعة تشكل نسيجاً مغذياً للبوغة الكبيرة الوحيدة تسقط البوغة الناضجة إلى قاع البحيرة (أو في الوسط المائي) وتتحطم وتصعد الأبواغ على سطح الماء وهنا تبدأ عملية الإنتاش (الشكلين29-12 ،30-12).



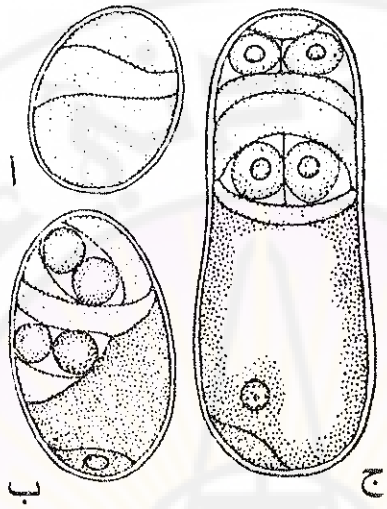
الشكل 29-12: السلفينيا السابح *S.natans*
مقطع في ثمرتين بوغيتين



الشكل 30-12: السلفينيا السابح *S.natans*
أ: كيس بوغي صغير ، ب: كيس بوغي كبير

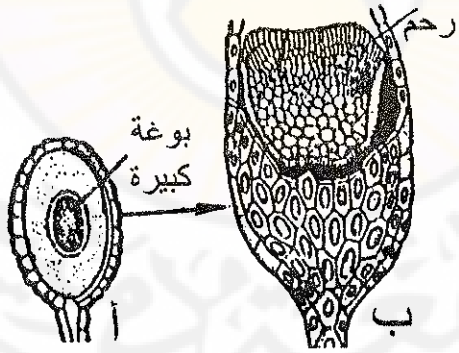
وهكذا تتشكل المشرة العروسية المذكرة من البوغة الصغيرة حيث تبدو مرجعة جداً تتألف من خليتين مشريتين ومنطفتين تعطي بالكامل / 4 / نطاف، تتشكل المشرة العروسية المؤنثة داخل البوغة الكبيرة حيث تضم مجموعة كبيرة من الخلايا

الأساسية الضخمة جداً والتي تؤمن الغذاء وتظهر في البداية دون حواجز ثم تظهر في الأعلى من/ 3-5 / الشكلين (31 -12 ، 32-12). وهكذا يحصل الإلقاح في هذه الأوساط المائية ويظهر الجنين ثم النبات البوغي الجديد.



الشكل 31-12: السلفينيا السابح *S.natans*

إنتاش البوغة الصغيرة وتشكل المشرة العروسية المذكرة



الشكل 32-12: السلفينيا السابح *S.natans*

أ: كيس بوغي كبير ، ب: الكيس البوغي الكبير مع المشرة العروسية المؤنثة

الباب الرابع

عريانات البذور

الفصل الثالث عشر: شعبة السيكاسيات

الفصل الرابع عشر: شعبة الجينكوات

الفصل الخامس عشر: شعبة المخروطيات

الفصل السادس عشر: شعبة ذوات الأكمام (الغنيتومات)

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

عريانات البذور (مفاهيم عامة):

خلافاً لما تمت دراسته في الزمر النباتية السابقة (بريويات وتريديات)، توجد مجموعة نباتية أخرى تتصف بتشكيل البذور، لذلك سميت بالبذريات، وتضم هذه المجموعة زمرتين هما: عريانات البذور ومغلفات البذور.

تشكل عريانات البذور Gymnosperms مجموعة نباتية هامة من المملكة النباتية خشبية، شجرية أو شجيرية، رحمي. تتمثل بسيطرة الجيل البوغي الذي يحمل الجيل العروسي المتراجع. تتشكل البذور على سطح الأوراق البوغية الكبيرة دون أن تكون مغطاة بالمبيض وهذا هو أحد أسباب التسمية.

أما مغلفات البذور Angiosperms فهي شجرية أو شجيرية وغالباً عشبية وتغلف بويضاتها (وبالتالي بذورها) بالمبيض وتحمل الأزهار الواضحة لذلك يطلق عليها اسم الزهريات.

تتصف البذريات بكونها غير متماثلة الأبواغ Heterosporous كما هو الحال في التريديات الراقية، أي أنها تضم أبواغاً صغيرة Microspores مذكرة (حبات طلع) وأبواغاً كبيرة Megaspores مؤنثة (بويضات). وبعد الإلقاح يتشكل الجنين داخل البويضة التي تتحول إلى بذرة وتبقى في حالة سبات إلى حين الإنتاش. ولدى الإنتاش ينمو الجنين مستفيداً في البداية من مدخرات البذرة، ثم يتشقق غلافها ليخرج منها النبات البوغي الجديد معتمداً على نفسه في حياته الذاتية.

وبشكل عام فإن البذرة تحكي قصة ثلاثة أجيال بآن واحد:

- الجيل القديم (2n) الذي يمثل غلاف البذرة وهو عبارة عن لحافات البويضة وجزء من بقايا النوسيل فيها.
- الجيل المتوسط الذي يمثل الجيل المغذي للجنين في البذرة، ويشكل في عريانات البذور الإندوسبيرم Endosperme (1n)، بينما يشكل في مغلفات البذور السويداء Albumen (3n) الناجم عن إلقاح النواة الثانوية في البويضة (2n) مع إحدى نطفتيي حبة الطلع (1n).

الجيل الجديد وهو الجنين (2n) الناجم عن إلقاح الخلية البيضية مع النطفة الثانية، ويعد هذا الجيل هو الأحدث والأهم في البذرة كونه سيعطي النبات المقبل، ولذلك ترعاه البذرة بالحماية والتغذية.

يبدو النبات العروسي في البذريات مرجع بشدة حيث يتمثل بالأنبوب الإلقاحي الصادر من حبة الطلع. ويلاحظ أن عريانات البذور الدنيا تتصف بوجود نطاف متحركة كما في السيكاسيات والجنكويات. ولأنها تذكرنا بنطاف أنواع الطحلبيات والسرخسيات التي تحتاج إلى الأوساط المائية لتحقيق عملية الإلقاح. وبالمقابل تنعدم السياط و الأهداب في نطاف عريانات البذور الراقية كما في المخروطيات حيث تبدو النطاف ساكنة، وكأنها تذكرنا بنطاف مغلفات البذور حيث الأنبوب الإلقاحي يعمل على توصيل النطاف إلى البويضة دون وجود الأوساط المائية.

إن وجود الأشجار والشجيرات في عريانات البذور وانعدام النباتات العشبية فيها يدل على قدم المجموعة وارتباطها بشدة مع الحقبتين الجيولوجيتين القديمة والمتوسطة، حيث تطورت وانقرضت فيها وبقيت بعض الأنواع العاصرة والمحدودة التي تعيش في أيامنا الحالية. وفعلاً أطلق على الحقبة الجيولوجية المتوسطة اسم "حقبة سيادة عريانات البذور" مثل السيكاسيت والجنكويات وبعض المخروطيات (الصنوبريات).

أما انتشار النماذج العشبية بشكل واسع ومتنوع جداً في مغلفات البذور فهذا يدل على الصفات التقدمية التي تتصف بها هذه المجموعة والتي قامت على أنقاض الأشجار المنقرضة.

تصنيف عريانات البذور:

لقد تفاوتت المدارس التصنيفية بشدة بالنسبة لعريانات البذور بشكل خاص، وللنباتات الرحمية بشكل عام. وسنعتمد في كتابنا التصنيف التالي الذي يبدو أكثر قبولاً وانتشاراً. وهكذا تضم عريانات البذور أربع شعب وهي:

1- **شعبة السيكاسيات Cycadophyta** وتبدو أنواعها كسلالة تطورية قديمة ذات أوراق كبيرة Macrophylls، وتضم صف السيكاسيت Cycadopsida وفيه أربع رتب وهي:

* **رتبة البذريات السرخسية (بتيريدوسبيرمالز)**
* **رتبة كايتونيالز**
* **رتبة بنيتتيتالز**
* **رتبة سيكادالز:** وهي الوحيدة التي تضم أنواع معاصرة مقارنة مع باقي الرتب التي انقرضت جميع أنواعها.

2- **شعبة الجنكو Ginkgophyta** وهي من ذوات الأوراق الكبيرة أيضاً وقد انقرضت جميع أجناسها باستثناء جنس واحد ونوع واحد فقط.

3- شعبة **المخروطيات Coniferophyta أو الصنوبريات Pinophyta** وتضم صف المخروطيات وفيه رتبتان هما:

- **رتبة كورديتالز**
- **رتبة كونيفيرالز**

4-شعبة **ذوات الأكمام Chlamedosperematophyta أو الغنيتوم Gnetophyta** وتضم ثلاث رتب هي:

- **رتبة إفيدرالز**
- **رتبة غنيتالز**
- **رتبة فافيتشيالز**

وتختلف أنواع هذه الشعبة عن أنواع الشعب الثلاث السابقة بالتعضي الراقي مثل: وجود الزهرة، انعدام الرحم في رتبتين منها، وجود مراحل جنسية راقية تذكرنا إلى حد

كبير بظاهرة الإلقاح المضاعف التي تميز مغلفات البذور، احتواء أعضائها الإعاشية على قصبات أو أوعية كاملة Trachae وهي التي تميز مغلفات البذور وتنعدم في هذه الشعب السابقة من عريانات البذور.

الفصل الثالث عشر

شعبة السيكاسيات

Cycadophyta

عاشت ممثلات هذه الشعبة على الأرض منذ ملايين السنين، حيث نمت بأعداد كبيرة فوق مساحات شاسعة. وقد بدت أشجارها عملاقة ذات جذوع طويلة غير متفرعة تحمل في أعلاها " تاجاً" من الأوراق الكبيرة المركبة الريشية التي تشبه أشجار النخيل، لكنها تختلف عنه بوجود المخاريط الكبيرة بدلاً من ثمارالنخيل المعروفة. استخدمت هذه الأشجار آنذاك كغذاء للديناصورات العملاقة التي كانت تتجول في الأرض خلال هذه الحقبة القديمة. وبذلك فقد كانت تملك أهمية اقتصادية كبيرة مازلت الأجناس المعاصرة القليلة تتصف بهذه الخاصية إضافة إلى كونها نباتات جميلة تزرع في الحدائق وفي البيوت كنباتات تزيينة رائعة.

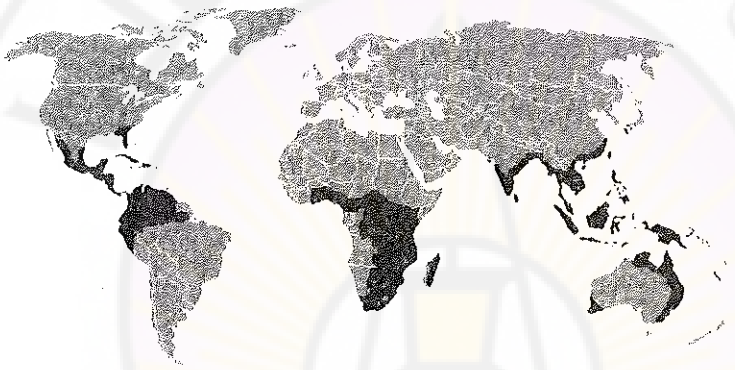
يلاحظ النمو الثانوي في جذوع أشجار السيكاسيات دون أن تتشكل كميات كبيرة ومتزايدة من الخشب Xylem الثانوي كما تتعايش مع جذورها مجموعة من الطحالب الزرقاء Cyanobacteria التي تعمل على تثبيت الآزوت الجوي.

معظم السيكاسيات ثنائية المسكن فهناك أشجار مذكرة تحمل مخاريط يتكون الواحد منها من تجمع لأوراق بوغية صغيرة مع مآبر أكياس بوغ صغيرة وأشجار مؤنثة تحمل أوراقاً بوغية كبيرة في تجمعات مخروطية أو حرة التوضع تحمل بدورها البويضات العارية.

تنتشر معظم الأنواع المعاصرة من السيكاسيات في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية (المدارية) من العالم. فهي توجد جنوبي ووسط أمريكا (حيث التنوع الأكثر)، وفي استراليا وجزر المحيط الهادي، واليابان، والصين، والهند، ومدغشقر، وفي جنوبي أفريقيا ومناطقها الاستوائية حيث نصادف على / 65 / نوع (الشكل 1-13).

بعض الأنواع تعيش في المناخ نصف الصحراوي الجاف، وبعضها ينمو في الرمل وحتى على الصخور و السيكاسيات تستطيع النمو في الشمس أو في الظل الكامل، وبعضها الآخر متحمل للملوحة.

توضع شعبة السيكاسيات في أربع رتب، ثلاث منها منقرضة حيث نشأت وتطورت في الحقبتين القديمة و المتوسطة وانقرضت فيهما، والرابعة نشأت وانتشرت بشدة في الحقبة المتوسطة (الجوراسي حصراً) حيث انقرض معظمها ولم يبق منها معاصراً إلا بعض الأنواع القليلة كما أسلفنا (الشكل 2-13).



الشكل 1-13: توزع أنواع شعبة السيكاسيات في أنحاء العالم (المناطق القاتمة)

1-13 رتبة البذريات السرخسية Pteridospermales:

تنتمي إلى هذه الرتبة أقدم نباتات عريانات البذور وأكثرها بدائية، وتبدو على شكل مستحاثات فقط، وقد ظهرت لأول مرة في الدور الديفوني الأعلى من الحقبة القديمة، وانتشرت بشدة في الدور الكربوني ثم بدأت بالانقراض تدريجياً حتى الدور البيرمي (الشكل 2-13).

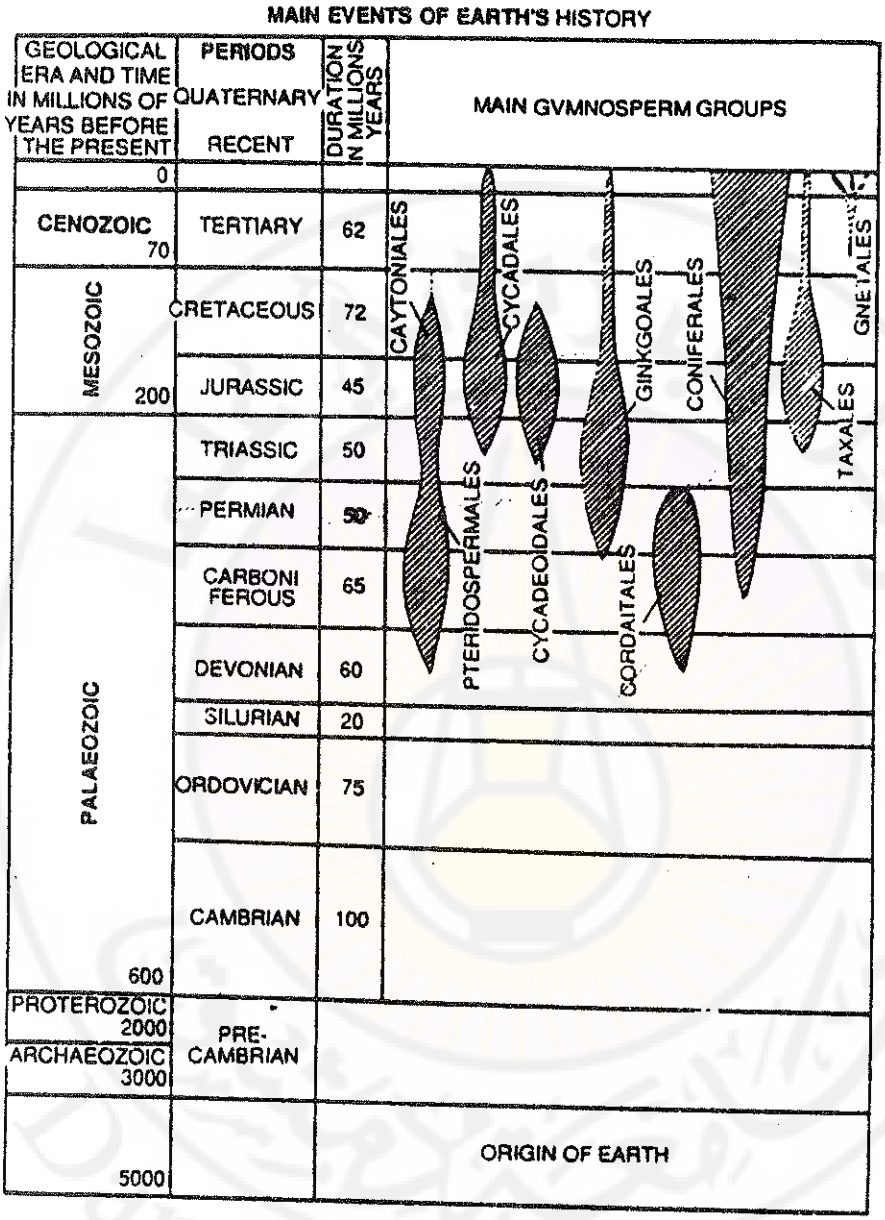
بدت السرخسيات البذرية كنباتات شجرية ذات سوق منتصبة كبيرة الأوراق مفصصة تذكرنا بأوراق السراخس الشجرية المعاصرة، وتختلف عنها بتشكيل البذور، ويعتقد بأنها نشات من السراخس البدائية Primofilices.

13-1-1 فصيلة ليجينودندراسي Lyginodendraceae :

هي الأقدم والأكثر بدائية من فصائل هذه الرتبة نباتاتها زاحفة وبويضاتها منفصلة مفردة (حرة). يعد جنس كاليماتوتيكا *Calimmatotheca* الأكثر دراسة في هذه الرتبة. وهكذا بدا ساقه قصيراً لا يتجاوز 4 سم وعليه توضعت الأوراق الطويلة المركبة 50 سم ذات المظهر السرخسي.

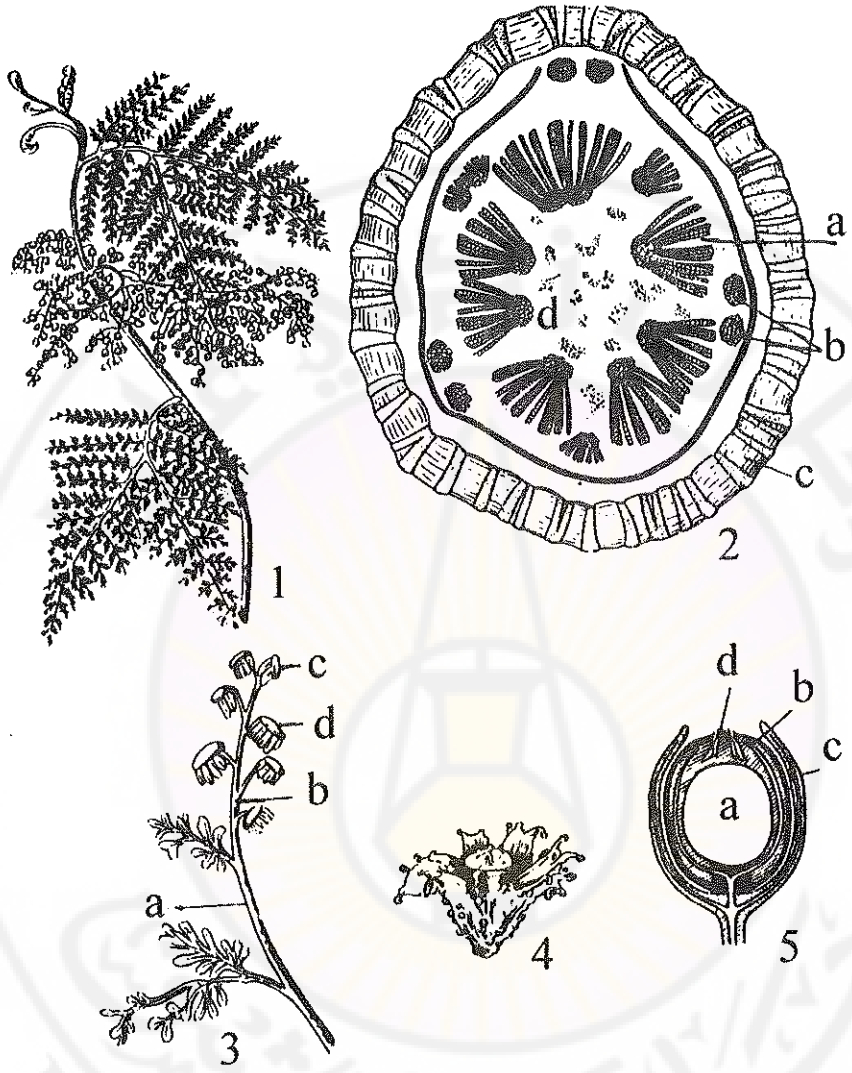
لقد حملت الأوراق البوغية في هذا الجنس جزءاً عقيماً مكوناً من صفائح ورقية مفصصة وجزءا خصبا مكونا من 7-6 أكياس بوغية صغيرة مملوءة بالأبواغ الصغيرة التي تعطي بإنتاشها مشرات عروسية مذكرة كثيرة الخلايا والتي أعطت نطافاً مهدبة متحركة.

أما البويضات فقد بدت بنيتها راقية نسبياً تشبه بنية بويضات السيكاسيات المعاصرة، انطلاقاً من ذلك تتشكل البذرة من إلقاح البويضة وهذا هو سبب تسميتها بالبذريات السرخسية (الشكل 3-13). ومن المتحجرات التي تم اكتشافها في هذه الفصيلة جنس *Liginopteris* (الشكل 4-13).



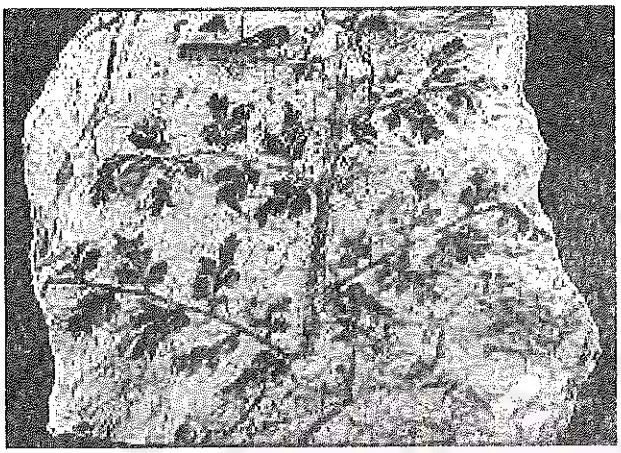
الشكل 2-13: العلاقات المشتركة والنمو والانتشار لأنواع رتب عريانات البذور خلال الأحقاب و الأدوار والعصور الجيولوجية.

(تشير الأرقام إلى ملايين السنين)



الشكل 3-13: الجنس المستحاثي ***Calimmatotheca***

1- منظر عام للورقة سرخسية المظهر. 2- مقطع عرضي في الساق يوضح الحزم الناقلة والمخ. 3- ورقة بوغية صغيرة تشبه ورقة السراخس الحقيقية بجزئها السفلي العقيم وجزئها العلوي الخصب الذي يحمل أكياس البوغ. 4- ورقة بوغية كبيرة محاطة بكوب خاص. 5- مقطع طولي في البويضة المحاطة بالكوب.



الشكل 4-13: المستحاثي ***Liginopteris***
مطبوعاً على الحجارة (لاحظ الشكل السرخسي للنبات)

13-1-2 فصيلة ميدولوزاسيه Medollosacea :

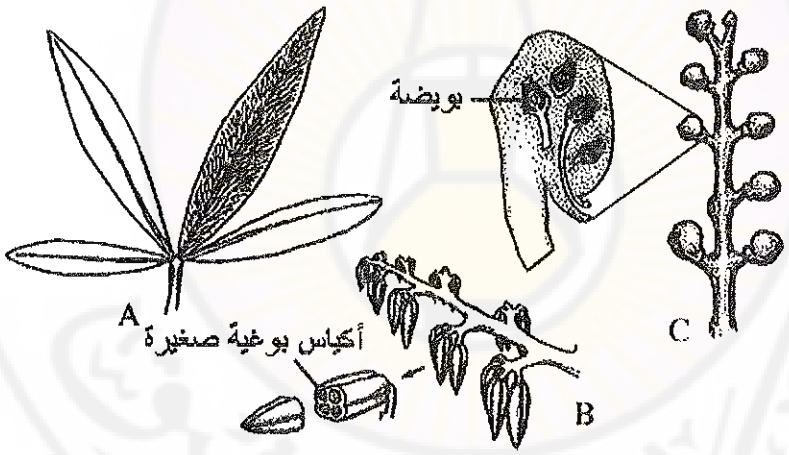
بدت نباتات هذه الفصيلة منتصبة السوق بقطر من 20-2 سم، من أشهر أجناسها الميدولوزا *Medollosa*. أشارت البنية التشريحية (المستحاثات) لساقه إلى وجود عدة إسطوانات من الخشب واللحاء والمحيط الدائر الخاص بكل منها (تذكرنا بأسطوانة Polystele في السراخس الراقية)، أما أوراقه المحمولة على الجذع فهي سرخسية المظهر (الشكل 5-13).



الشكل 5-13: الجنس المستحاثي
ميدولوزا *Medullosa*
A: منظر عام للنبات
B – C: متحجرات تشير
إلى بنية الساق متعددة الأسطوانات

2-13 رتبة كايتونيالس Caytoniales:

ضمت هذه الرتبة المنقرضة مجموعة صغيرة من النباتات البذرية ، حيث عاشت في الجوراسي الأوسط من الحقبة المتوسطة (الشكل 2-13)، وقد وصفت لاول مرة عام 1925 حيث اعتبرت أنذاك على أنها زمرة من مغلفات البذور. من أشهر أجناسها كايتونيا *Caytonia* حيث عثر منه فقط على الأوراق والأعضاء التكاثرية ولم يتمكن الباحثون من العثور على الساق والجذور .وهكذا بدت أنواع هذا الجنس كنباتات ناعمة تشبه إلى حد ما السراخس المائية من رتبة المارسيليالز. أوراقه ريشية (من 6-3 وريقات)، والوريقة لها ضلع رئيسي وأضلاع شبكية، كما تمت ملاحظة الأوراق البوغية الصغيرة والأوراق البوغية الكبيرة حاملة البويضات التي تشبه إلى حد كبير مدقات مغلفات البذور على الرغم من أنها لا تنتمي إليها(الشكل 6-13).



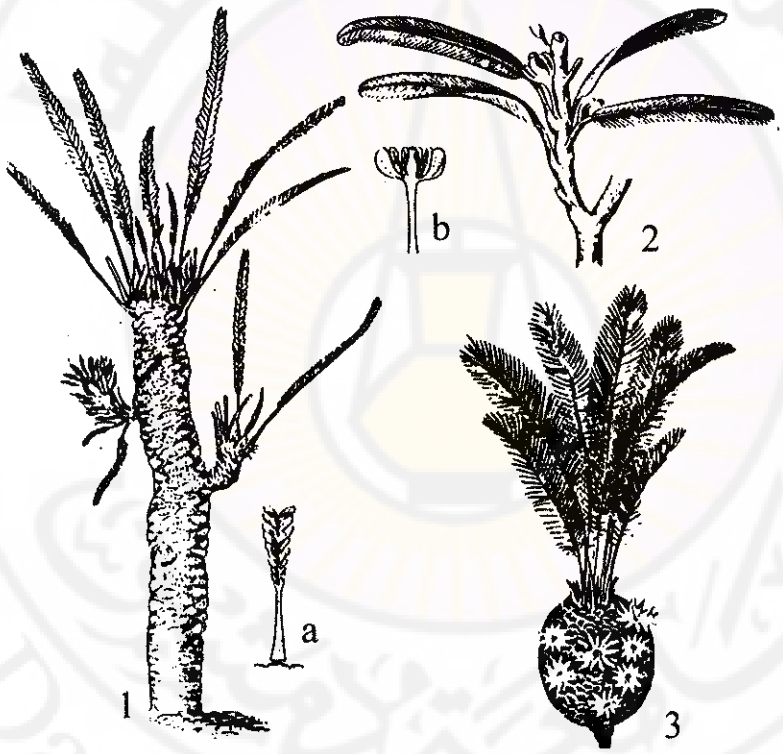
الشكل 6-13: الجنس المستحاثي كايتونيا *Caytonia*

A: الأوراق المركبة المكونة من وريقات لكل منها ضلع رئيسي وتعصب شبكي، B: الورقة البوغية الصغيرة التي حملت الأكياس البوغية الصغيرة (المآبر)، C: الورقة البوغية الكبيرة التي حملت تجمعات البويضات (المدقات) المحاطة بغلاف خارجي (كأنها مغلفات بذور) لكن البويضة الواحدة عارية.

3-13 رتبة بنيتيتالس Bennettitales:

تضم هذه الرتبة النباتات المستحاثية فقط حيث عاشت من الترياسي إلى الكريتاسي في الحقبة المتوسطة وكان أوج انتشارها في الجوراسي (الشكل 2-13). وقد ترافق انقراض انواع هذه الرتبة بالظهور المفاجئ للنباتات الزهرية والنباتات مغلفات البذور.

تعد أجناس: سيكاديوئيدا *Cycadeoidea* أو *Bennettites*، ويليازونيا *Williasonia* ويليازونيلا *Williasoniella* من أشهر الأجناس وأكثرها انتشاراً في هذه الرتبة (الشكل 7-13).



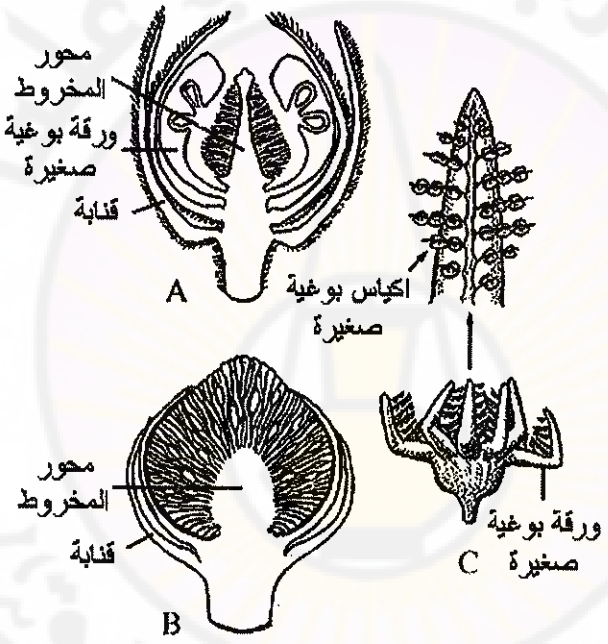
الشكل 7-13: أشهر أجناس رتبة بنيتيتالز المنقرضة

1- الجنس ويليامزونيا *W.sewardiama* 2- الجنس ويليامزونيللا *W.coronata* :a

الورقة ، b: مخروط خنثوي ، 3- بننيتيس (سيكادوئيديا). *C.marchiana*

لقد بدت هذه النباتات الأشجار صغيرة تميزت بمظهر سيكاسي أو سراخسي، وكانت أوراقها مشرشرة (ريشية) ونادراً بسيطة أو كاملة. أما بنية الساق فهي أقرب إلى بنية ساق السكاسيات، حيث اتصفت بمخ كبير مملوء بالأقنية الصمغية وقشرة برنشيمية مع حلقة كاملة من الكامبيوم الذي يؤمن النمو العرضي.

من أشهر المزايا التي اتصفت بها أجناس هذه الرتبة مقارنة مع باقي أنواع عريانات البذور هي وجود المخروط الخنثوي في معظم الأنواع على الرغم من وجود أنواع ذات مخاريط مذكرة وأخرى ذات مخاريط مؤنثة (الشكل 8-13).



الشكل 8-13: أمثلة عن الأجهزة التكاثرية لبعض أجناس رتبة بنيتيتالز

A: جنس *Williamesoniella*: بنية ثنائية الجنس (مخروط خنثوي) ، لاحظ الأوراق البوغية الصغيرة مع الأكياس البوغية الصغيرة المغمورة بداخلها ، والأوراق البوغية الكبيرة حاملة البويضات في المركز (يحاط المخروط بالأوراق الإعاشية أو القنابات). B: *Williamsonia* لاحظ البنية المبيضية المؤنثة فقط ،

C: جنس *Weltrichia* لاحظ البنية الطلعية المذكرة مع الأوراق البوغية الصغيرة فقط

وهكذا نجد في حالة المخروط الخنثوي (كما في جنس بنيتس أو سيكادوبتيريا) أنه يحاط من قاعدته بالأوراق القمية (قمة الساق) التي تتوضع بشكل حلزوني، وعلى محور المخروط تتوضع الأوراق البوغية الصغيرة (غالباً بشكل حلقي) والتي تكون ريشية الشكل حيث تحمل فروعها الأكياس البوغية الصغيرة وقد نمت في كل منها الأبواغ الصغيرة (حبات الطلع) التي خلت من الجيوب الهوائية. أما الأوراق البوغية الكبيرة فقد توضعت في نهاية المخروط (الشكل 9-13).

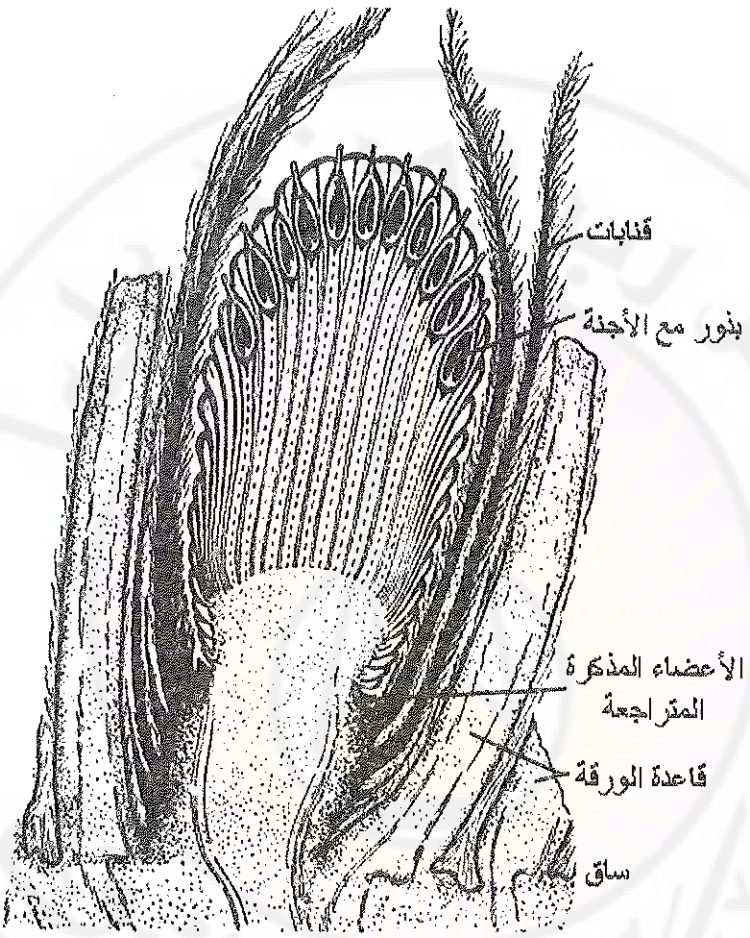


الشكل 9-13: الأعضاء التكاثرية (المخروط الخنثوي)

في جنس سيكادونيديا نوع *Cycadoidea dacotensis* لاحظ القنابات أو الأوراق الإعاشية التي تحيط بالمخروط، تليها الأوراق البوغية الصغيرة ريشية الشكل(الناضجة والفتية المغلقة) والعضو التكاثري المؤنث في الوسط.

إن كل ورقة بوغية كبيرة في الجزء المؤنث من المخروط الخنثوي في بعض أنواع السيكادوإيديا تحمل بويضة واحدة في قمة سويقة طويلة، وقد لوحظ تعاقب البويضات مع الحراشف الورقية العقيمة التي تتوضع في أعلى المخروط، بحيث تحاط كل بويضة بورقتين حرشفيتين عقيمتين متجاورتين وكأنها تغلفها، وهذا ما دعا البعض إلى تسمية نباتات هذه الرتبة بأنصاف مغلفات البذور (الشكل 10-13) تحاط البويضات في رتبة بنيتيتالس باللحافة والتي يتوضع بداخلها النوسيل في حين ينعدم الإندوسبيرم

(المشرة المؤنثة). وقد لوحظ في أغلب الأحيان وجود بذور مع أجنة متطورة بشكل جيد مع الفلقتين ، لكنها بدت خالية من البروتين (الشكل11-13).



الشكل 10-13: المخروط الأنثوي في النوع *Cycadeoidea wielandi*

من خلال المقطع الطولي، لاحظ الأعضاء المذكرة المتراجعة، والبويضات المحمولة على سويقات طويلة وكل منها محاط بورقتين حرشفيتين عقيمتين.



الشكل 11-13: مقطع طولي في بذرة (متحجرة) *Cycadeoidea gibsoniana*
يلاحظ فيها النوسيل والجنين المتطور مع الفلقتين

ومع اكتشاف أجناس رتبة بنيتيتالس راح الباحثون ينظرون إلى مخاريطها (الخنثوية حصراً) على أنها تمثل النموذج البدائي لأزهار مغلفات البذور. وقد طور هذه الآراء بشكل واضح العالمان الإنكليزيان Arber و Parkin وقد تحدثا عن نظرية عرفت باسم "النظرية المخروطية في نشوء الزهرة.

وتتلخص هذه النظرية بأن أكثر النباتات الزهرية بدائية هي من مجموعة متعددات الكرابل "كثيرات الثمار" كما في جنس الماغنوليا *Magnolia* وغيرها، وعلى الأرجح أن المخروط الخنثوي لبعض أنواع جنس سيكادوإيديا (المنقرض) يشبه ظاهرياً وإلى حد كبير الزهرة الخنثوية للماغنوليا "المعاصرة". وهكذا تشكل الأوراق القمية للسيكادوإيديا تجمعات تشبه الأوراق المحيطة بزهرة الماغنوليا، وتشكل الأوراق البوغية الصغيرة توضعات حلقية تشبه الأثدية في الماغنوليا التي تتوضع أيضاً بشكل

طولي لكن حلزوني، أما البويضات فكأنها تشكل مدقات بدائية في أزهار مغلفات البذور (الشكل 12-13).



الشكل 12-13: زهرة نبات الماغنوليا *Magnolia*
لاحظ الأوراق العقيمة (قطع الزهرة) المحيطة بها ، وأعضاء التكاثر (أسدية ومدقات) التي تتوضع بشكل طولي وحلزوني في وسط الزهرة .

وبالمقابل فإن بذور أجناس رتبة بنيتينالس غير البروتينية والخالية من السويداء Albumen التي تميز بذور المغلفات، تقف عقبة كبيرة أمام دعم النظرية المخروطية في نشوء الزهرة . وبذلك فإن الاتجاه السائد حالياً هو أن رتبة البنيتينالس لا تشكل السلف المباشر للنباتات الزهرية (مغلفات البذور)، وهاتان المجموعتان تسيران بخط متواز وكلاهما (على مايبدو) جاءتا من البذريات السرخسية.

13-4 رتبة سيكادالس Cycadales :

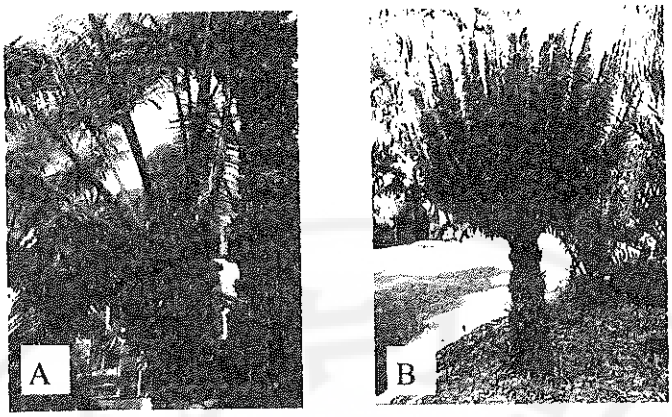
13-4-1 دراسة تصنيفية:

يرى بعض المصنفين أن هذه الرتبة تضم فصيلة واحدة وهي الفصيلة السيكاسية Cycadaceae وفيها تسعة أجناس معاصرة فقط حيث قامت على أنقاض مئات الأجناس وآلاف الأنواع التي انتشرت بشدة في الجوراسي من الحقبة المتوسطة (منذ نحو 150 مليون سنة) حيث أظهرت سيطرتها على باقي النباتات، ثم بدأت بالانقراض تدريجياً من الكريتاسي الأعلى حيث وصلنا منها الآن النذر القليل من الأجناس والأنواع. وهكذا يبدو مخطط هذه الرتبة في خارطة الأحقاب مشابها لشكل المزهرية ذات الرقبة الطويلة (المزهرية السيكاسية) (الشكل 2-13).

ومن وجهة نظر مصنفين آخرين (ولعله التصنيف الأحدث) فإن الأجناس المعاصرة في رتبة السيكادالز تضم تحت رتبتين هما:

- **Cycadineae وفيها الفصيلة السيكاسية**
- **Zamiineae وفيها الفصيلة الستانجيرية والفصيلة الزامية** وهذه الفصائل الثلاث تضم أحد عشر جنساً معاصراً ونحو (305) نوعاً. ولقد اقترح هذا التصنيف دينيس Dennis Stevenson عام 1990 انطلاقاً من المعطيات المورفولوجية والتشريحية والصبغية (الكاريولوجية) والفيزيولوجية والجزيئية. وقد تم اعتماد التصنيف التالي للأجناس والأنواع المعاصرة في رتبة السيكادالز الذي يحدد ثلاث فصائل وعشرة أجناس ونحو (280) نوعاً معاصراً وهي:

* **فصيلة Cycadaceae** يعتقد بأنها نشأت كفرع مبكر من السيكاسيت المستحاثية وتضم جنسين هما: السيكاس Cycas فيه نحو (90) نوعاً منتشراً من شرقي أفريقيا إلى جنوبي اليابان، أستراليا وغرب المحيط الهادي. من أشهر أنواعه *C.circinalis* و *C.revoluta* وميكروسيكاس *Microcycas* الذي يضم نوعاً واحداً في كوبا (الشكل 13-13).

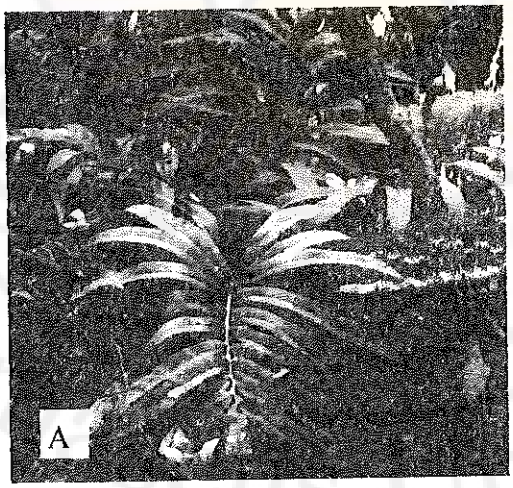


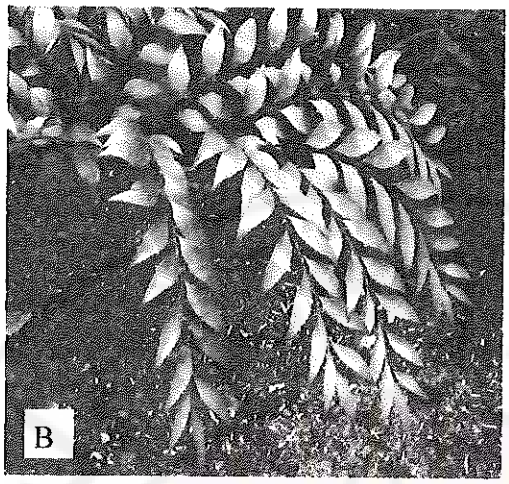
الشكل 13-13: أجناس من فصيلة سيكاداسي

A: سيكاس نوع *C.circinalis* مع مخروط مذكر جديد وقديم (متدلي).

B: جنس ميكروسيكاس نوع واحد في كوبا هو *M.calocoma*.

* **فصيلة Stangeriaceae** (مؤسسها ستانجير 1812-1854) تضم جنسين هما: ستانجيريا *Stangeria* فيه نوع واحد في جنوبي أفريقيا K وبوفينيا *Bowenia* فيه نوعان فقط (الشكل 13-14).





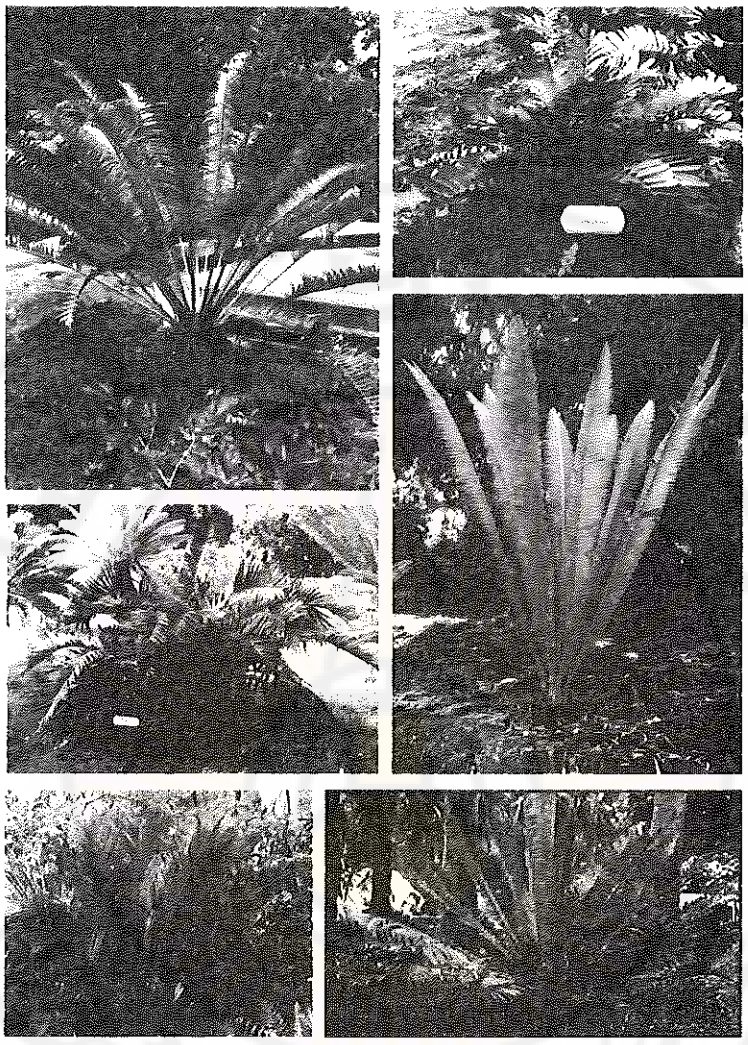
الشكل 14-13: أجناس من فصيلة ستانجيرياسي Stangeriaceae

A: ستانجيريا نوع واحد *S.eriopus*.

B: بوفينيا *Bovenie*.

* **فصيلة Zamiaceae** وفيها معظم الأنواع المعاصرة في هذه الرتبة وتضم ستة أجناس وهي:

- زاميا *Zamia* فيه نحو 60 نوعاً في العالم الجديد
- ماكروزاميا *Macrozamia* فيه نحو (30) نوعاً في أستراليا
- سيراتوزاميا *Ceratozamia* فيه نحو (16) نوعاً جنوبي المكسيك
- ديون *Dioon* فيه نحو (4) أنواع في المكسيك ووسط أمريكا
- انسيفالارتوس *Encephalartus* فيه نحو (60) نوعاً جنوبي أفريقيا
- ليبدوزاميا *Lepidozamia* فيه (2) نوع فقط (الشكل 15-13).



الشكل 15-13: فصيلة زامياسي الأجناس من اليمين إلى اليسار

في الأعلى: زاميا ، ليبيدو زاميا

في الوسط: ديون ، سيراتو زاميا

في الأسفل: أنسيفالارتوس ، ماكرو زاميا

وبشكل عام يمثل (الشكل 16-13) مخططاً يقارن أطوال و قياسات أجناس وأنواع رتبة السيكادالز .



الشكل 16-13: أشكال توضح أطوال أجناس وأنواع السيكادالز

***Encephalartos* -4 ، *Cycas sp* -3 *Encephalartos sp* -2 *Microcycas sp* -1**
Zamie sp* -6 *Macrozamia sp* -5 *sp
***Zamie sp* -10 *Boweina sp* -9 *Zamie sp* -8 *Boweina sp* -7**

13-4-2 الجهاز الإعاشي في السيكادالز:

تتنوع أشكال وأطوال السوق في أنواع السيكادالز المعاصرة بشكل كبير. فقد تبدو السوق بهيئة جذوع طويلة تحمل في أعلاها الأوراق الريشية المركبة ذات المظهر النخيلي كما في بعض أنواع السيكاس التي يصل طول أشجارها إلى نحو (20) م (الشكل 17-13).



الشكل17-13 : أشجار السيكاس في الوسط النوع *Cycas normandyona*

وقد يكون الساق درني المظهر، وقد غمر جزء منه في التربة مع أوراق ريشية مركبة مرتين أوثلاث مرات كما في جنس بوفينيا (الشكل 18-13).

إن معظم سوق السيكادالز غير متفرعة أو قليلة التفرع وذلك ارتباطاً مع البيئة التي فيها النبات.يؤدي سقوط الأوراق من السوق في كثير من الأنواع إلى ترك آثار على جذوعها وهي قواعد الأوراق الساقطة، ونادراً ما تظهر السوق عارية.

تشير البنية التشريحية لسوق أنواع السيكادالز إلى وجود ثلاثة أجزاء وهي:

القشرة والنسج الناقلة والمخ الذي يحتل مساحة كبيرة ويدخر النشاء ويضم أقنية مفرزة للمخاط وبشكل أقل الصموغ.



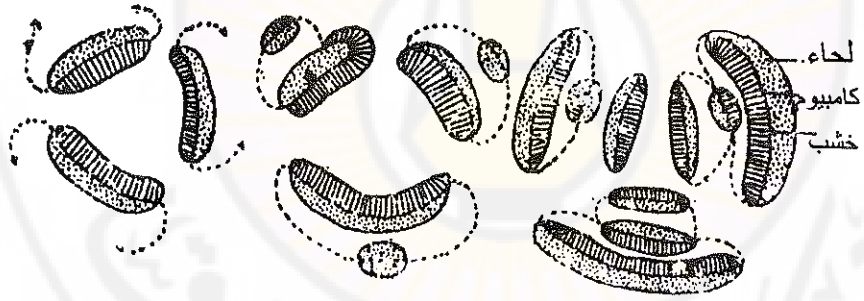
الشكل 18-13: جنس بوفينيا نوع *Boweina spectafilis*

ويمكن تمييز نمطين من النمو في بنية الساق:

الأول: النمط العادي يسمى النمط الزامي ويلاحظ أيضاً في أجناس: ديون، ستانجيريا، سيراتوزاميا. يتمثل بوجود الكامبيوم الذي يعطي بنية ثانوية مستمرة طيلة حياة النبات بحيث يتشكل الخشب نحو مركز الساق واللحاء نحو محيطه. لكن نشاط الكامبيوم يبدو بطيئاً ويعطي نواتج غير متجانسة من النمو الثانوي.

الثاني: النمط غير العادي ويعرف بنمط السيكاس ويلاحظ أيضاً في إنسيفالارتوس وماكروزاميا وبوفينيا. يتمثل بتشكل كامبيوم وعائي عدة مرات خلال حياة النبات. وهكذا يعمل الكامبيوم بشكل طبيعي في البداية لفترة من الزمن بحيث يعطي خشباً ثانويا نحو المركز ولحاء نحو المحيط.

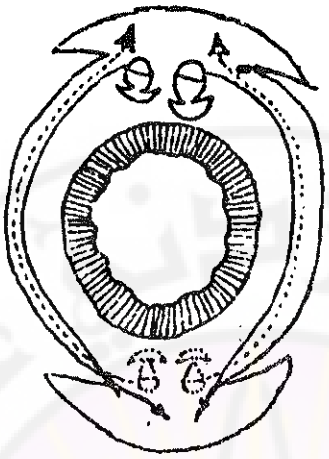
ثم يتوقف عن العمل ليعود معطياً في القشرة المحيطية كامبيوم ثاني معاكس في أدائه للأول حيث يعطي خشباً ثانوياً نحو المحيط ولحاءً ثانوياً نحو المركز. وتبدو هذه الحزم صغيرة الحجم مقارنة مع الحزم الطبيعية الداخلية. بعد ذلك يتشكل كامبيوم ثالث يشبه بعمله الكامبيوم الأول ...وهكذا (الشكل 19-13).



الشكل 19-13: تشكل النمط الثاني (غير العادي) في بنية ساق السيكادالز

تحتوي سوق بعض أنواع السيكادالز على حزم وعائية ورقية كثيرة تأتي أصلاً من الأسطوانة المركزية ولا تدخل إلى الورقة مباشرة ، وإنما ترسم داخل القشرة نصف دائرة لتدخل إلى الورقة المعاكسة وهذا هو مجرى الحزم الورقية في الساق . وهكذا فإن لكل ورقة حزمتين تنطلقان من الأسطوانة المركزية تتجهان بشكل متعاكس الأولى

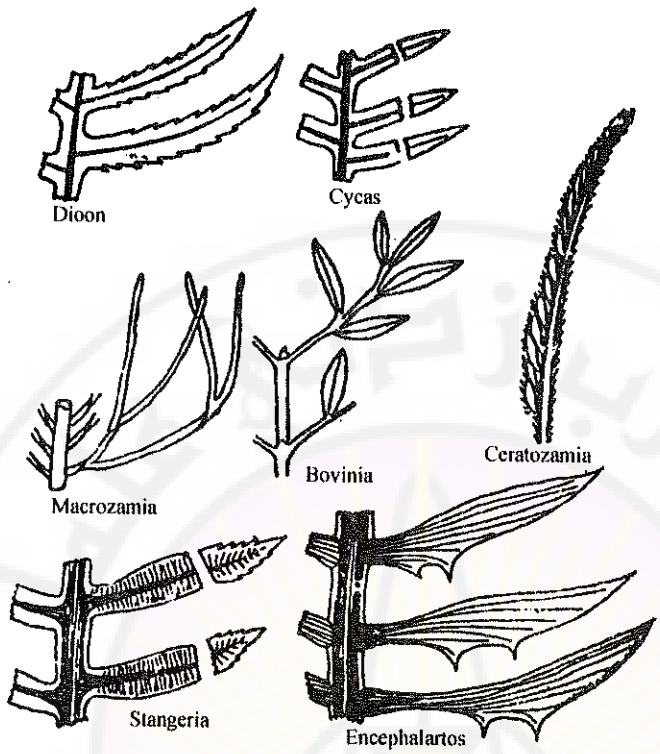
مع عقارب الساعة والثانية عكس عقارب الساعة حيث تلتقيان في الورقة المقابلة (الشكل 20-13).



الشكل 20-13: مخطط يوضح مسيرة الحزم الورقية من خلال المقطع العرضي في ساق بعض أنواع السيكادالز

تتنوع أوراق السيكادالز بشدة وتكون خضراء اللون دائمة طويلة أحياناً (1) م للورقة المركبة محور يحمل على طرفيه مجموعة من الوريقات. التعصب الورقي متنوع غالباً ثنائي التفرع ومفتوح (سائب النهايات) وقد يكون للوريقة ضلع رئيسي واحد(سيكاس) أو أعصاب ثانوية على الضلع الرئيسي (ستانجيريا) أو متوازية التعصب الحافة الورقية غالباً ملساء أو مسننة بكاملها أو من بعض أجزائها، وبشكل عام الأوراق جفافية البنية تتصف بمسامات غائرة وتبدو مكسوة بطبقة شمعية ثخينة (الشكل 21-13)

تبدو الجذور في أنواع السيكادالز طويلة تنشأ عنها الجذور الجانبية على الغالب، وتتعايش مع خلاياها الفطريات والجراثيم المثبتة للآزوت الجوي إضافة إلى طحلب Anabaena من الطحالب الزرقاء.



الشكل 21-13: الأنماط المختلفة في أوراق بعض السيكادالز المعاصرة

13-4-3 الجهاز التكاثري في السيكادالز:

إن جميع أنواع السيكادالز المعاصرة ثنائية المسكن أي تتوضع الأعضاء التكاثرية المذكرة على نبات والمؤنثة على نبات آخر. وتجتمع الأوراق البوغية الصغيرة (الأسدية) في جميع الأنواع بشكل مخروط مذكر، أما الأوراق البوغية الكبيرة (المدقات) فتجتمع في غالبية الأنواع بشكل مخروط مؤنث، باستثناء بعض الأجناس كما في السيكاس حيث تتوضع في قمة الساق بشكل تجمعات حرة خارجة عن هيكلية المخروط . ولمتابعة الجهاز التكاثري في أنواع هذه الرتبة سنعتمد على دراسته في الجنس الأكثر أهمية وانتشاراً وهو السيكاس وذلك كممثل لرتبة السيكادالز.

13-4-3-1 الجهاز التكاثري المذكر:

وصف المخروط:

تتوضع المخاريط المذكرة عند السيكاس في قمة الساق، ويصل طول الواحد منها من (70-50) سم. يبنى المخروط من محور يحمل الأوراق البوغية الصغيرة Microsporophylls، وتحمل الورقة البوغية على وجهها السفلي (الداخلي) بقع بوغية صغيرة بأعداد كبيرة، وتضم كل بقعة بحدود (٤-٢) كيس بوغي صغير Micosporangium أو مبوغ.

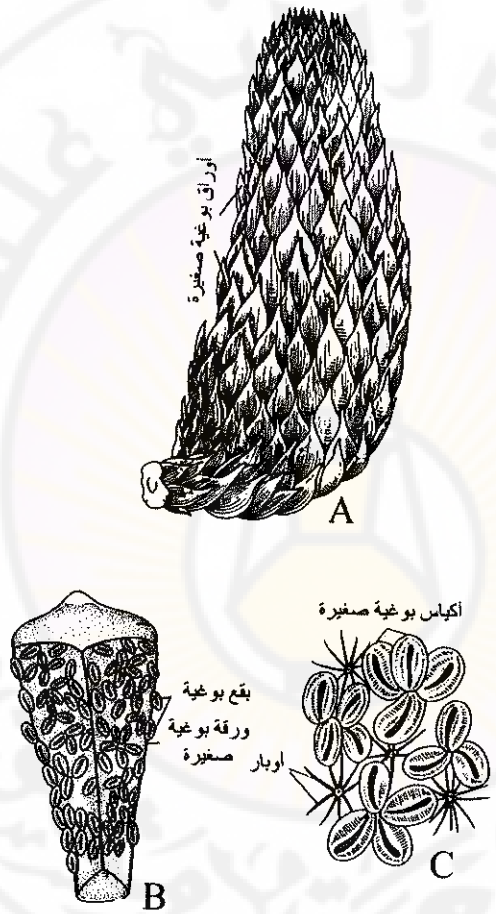
يحاط كل كيس بوغي صغير بغلاف تتصف خلايا جدرانه بوجود ثخانات غير متجانسة، ويحمل على سويقة ثخينة، ويتفتح بشق طولي وتتطور بداخله الأبواغ الصغيرة Microspores (حبات الطلع) الخالية من الجيوب الهوائية وذلك بأعداد كثيرة جداً (الشكل 22-13).

إنتاش الأبواغ الصغيرة:

تعاني البوغة الصغيرة من إنتاشين الأول يحصل داخل الكيس البوغي الصغير وينتهي بتشكيل ثلاث نوى أو خلايا K والثاني يحصل داخل الحجرة الطلعية في البويضة ويسبق الإلقاح . وهكذا تنقسم نواة البوغة الصغيرة لتعطي في البداية خليتين (نواتين):

الأولى تقف عن الانقسام تسمى الخلية المشرية (مشرة النبات العروسي المذكر)، والثانية تدخل في الانقسام لتعطي خليتين وهما: الخلية الإعاشية (خلية الأنبوب الطلعي) والخلية المنطفية، أي نحصل بالنتيجة على ثلاث خلايا أو نوى. وبنهاية الإنتاش الأول تخرج البوغة الصغيرة من الكيس البوغي الصغير ثم تصل إلى البويضة بواسطة الهواء أو الحشرات (أنسيفالارتوس). وفي الحجرة الطلعية العائدة للبويضة يبدأ الإنتاش الثاني للبوغة الصغيرة ثلاثية الخلايا (النوى). وهكذا تعطي الخلية الإعاشية الـــأنبوب الطلعي الطويل الذي يخترق النوسيل، وتنقسم الخلية المنطفية بدورها إلى خليتين: قدم المنطفة (المساعدة) وخلية نطفية. ثم تنقسم الخلية النطفية

بدورها إلى نطفتين كبيرتين مهدبتين تحمل الواحدة منها سياطاً عديدة تتوضع بشكل حلزوني. وتعد نطاف السيكاس من أضخم نطاف عريانات البذور يصل طولها إلى نحو (300) ميكرومتر. وما إن يصل الأنبوب الطلعي إلى الأندوسبيرم حتى يتفجر وتخرج منه النطفتان لتقوم إحداهما بإلقاح أحد الرحمين في البويضة بينما يتلاشى كل من النطفة الثانية والرحم الثاني (الشكل 23-13).

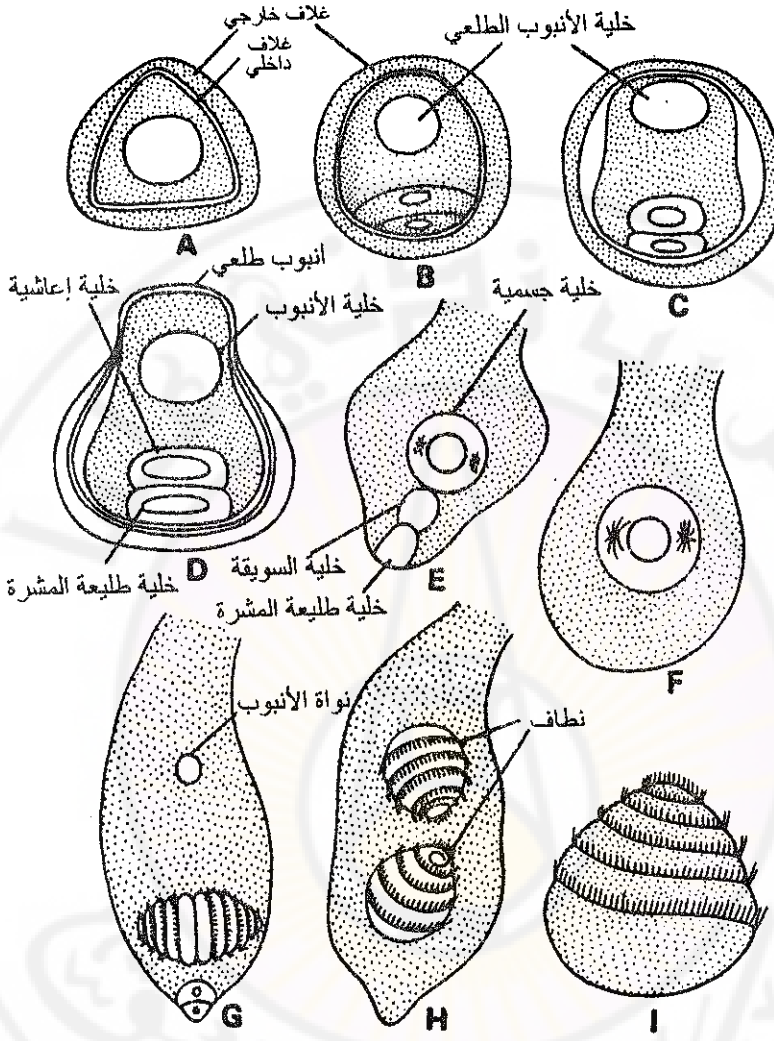


الشكل 22-13: بنية المخروط المذكر والورقة البوغية الصغيرة في السيكادالز

A: مخروط مذكر في السيكاس نوع *C.circinalis*

B: ورقة بوغية صغيرة في جنس السيكاس *Cycas sp*

C: بقعة بوغية تضم أكياس بوغية صغيرة في السيكاس *Cycas sp*



الشكل 23-13: مخطط يوضح الإنتاشين الأول و الثاني للبوغة الصغيرة (حبة الطلع) ونمو المشرة العروسية المذكرة في السيكاس *Cycas sp.*

A – F: مراحل متتابعة لتنامي المشرة العروسية المذكرة

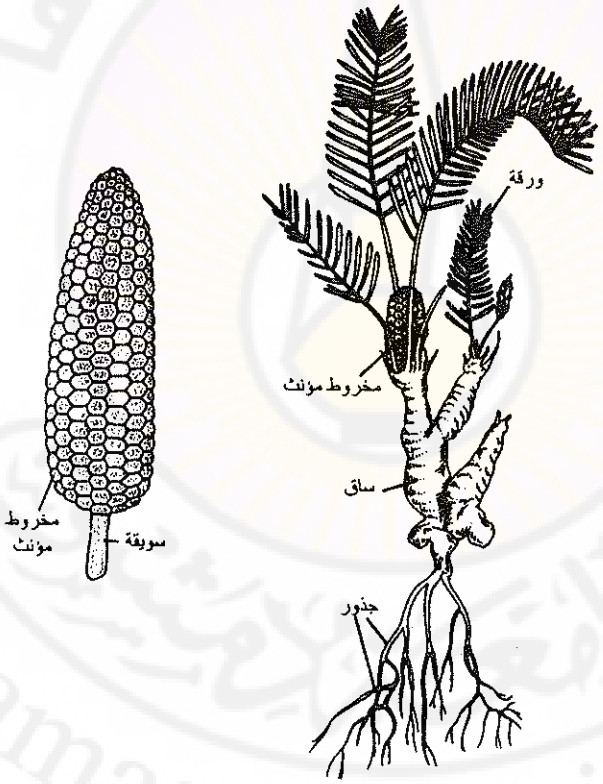
G: نهاية الأنبوب الطلعي

H – I: نطفتان مهدبتان

13-4-3-2 الجهاز التكاثري المؤنث:

*** الأوراق البوغية الكبيرة والمخاريط المؤنثة:**

تتوضع الأوراق البوغية الكبيرة بشكل حر في جميع أنواع السيكاس وذلك في قمة الساق حيث تتعاقب مع الأوراق الإعاشية (لا توجد مخاريط مؤنثة) وفي أنواع أخرى من رتبة السيكادالز تنتظم الأوراق البوغية الكبيرة ضمن مخاريط مؤنثة كما هو الحال في أجناس زاميا، وتختلف حجوم المخاريط الأنثوية من جنس إلى آخر على الرغم من أنها كبيرة نسبياً بالمقارنة مع أزهار مغلفات البذور. وقد يصل وزن بعض المخاريط إلى (45) كغ كما في بعض أنواع جنس أنسيفالارتوس .توضع الأوراق البوغية الكبيرة على المخروط فيتحقق بترتيب لولبي على محوره القاسي(الشكل 13-24).



الشكل 13-24 : جنس الزاميا *Z.floridana* : النبات البوغي مع المخروط المؤنث

إن الأوراق البوغية الكبيرة الريشية تشبه إلى حد كبير الاوراق الأعاشية في الجنس نفسه ، لكنها تملك قياسات أصغر منها وتبدو ملونة في معظم الحالات بالأحمر أو الأصفر. وفي الجزء السفلي من الورقة البوغية الكبيرة تتوضع الاكياس البوغية (البويضات) التي يصل عددها في الغالب إلى (6) بويضات في كل ورقة بوغية (ثلاث بويضات في كل طرف) (الشكل 25-13).



الشكل 25-13: الأوراق البوغية الكبيرة في جنس السيكاس *Cycas*
A: *Cycas revoluta* ورقة بوغية ريشية الشكل تحمل ست بويضات
B: *Cycas circinalis* ورقة حرة تحمل ست بيوضات

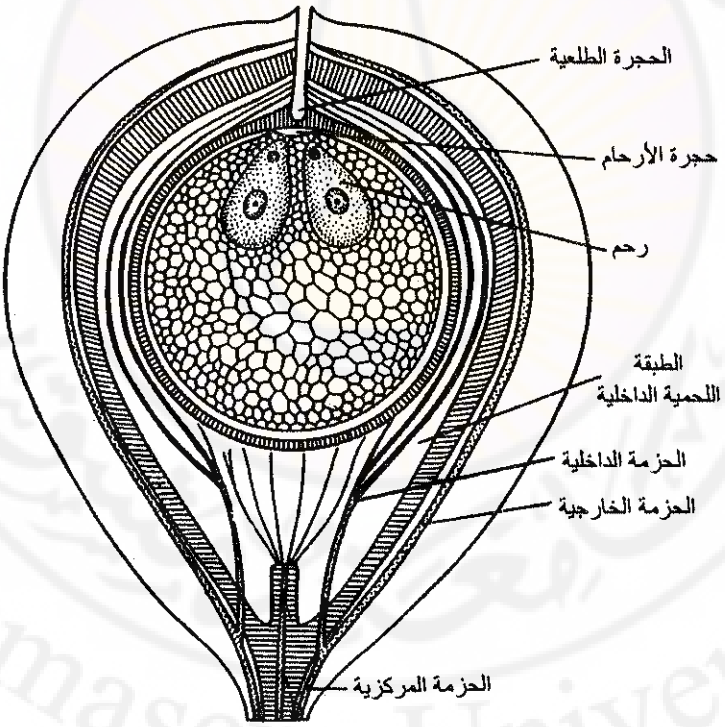
*** بنية البويضة:**

تبدو البويضة الواحدة في السيكاس ضخمة يصل طولها في بعض الأنواع إلى (6) سم. تحاط من خارجها بلحافة Integument سميكة تتكون من ثلاث طبقات: خارجية لحمية، ومتوسطة تكون متخشبة أو حجرية سميكة تحمل الأوعية الناقلة، وداخلية لحمية

أيضاً لكنها رقيقة تحيط بكامل النوسيل الذي يملأ جوف البويضة. تمتد اللحافة في مقدمة البويضة لتشكل الكوة Micropyle وتترك بينها وبين النوسيل فراغاً يشكل الحجرة الطلعية التي تنفذ إليها حبة الطلع ثلاثية النوى (التي أنهت إنتاشها الأول).

تحمل البويضة الناضجة في وسطها نسيجاً خلاياه رقيقة الجدران وهو الذي يشكل المشرة العروسية المؤنثة أو الإندوسبيرم Endosperme الذي يحمل في أعلاه رحمان ناضجان وهو أحادي الصيغة الصبغية (1n). ويتصف الرحم الواحد بوجود خلية بيضية كبيرة وخلية قنوية بطنية لاتلبث أن تضمحل بوقت مبكر، وإلى الأعلى منه تتوضع خليتان رقبيتان (الشكل 26-13).

وبذلك تمثل بويضة أجناس السيكادالس كما في عريانات البذور كيساً بوغياً كبيراً متحوراً والنوسيل عبارة عن نسيج جديد غير موجود في النماذج السرخسية.



الشكل 26-13: مقطع طولي في بويضة *Cycas revoluta*

*** خطوات تشكل بويضة السيكاس:**

تتنامى البويضة في السيكاس وفقاً للمراحل المتتابعة التالية:

1- تظهر على الورقة البوغية الكبيرة درنة صغيرة مكونة من خلايا متشابهة لتشكل بداءة نسيج النوسيل (2n).

2- من الطبقات الخارجية لنسيج النوسيل بداءات اللحافة ، وبذلك تنتمي اللحافات إلى البويضة ولا تنتمي إلى الورقة البوغية الكبيرة كما كان يظن أحياناً.

3- تتمايز في قمة النوسيل بالداخل خلية واحدة ضخمة (2n) أكبر من باقي الخلايا تعرف باسم الخلية الأم المولدة للمشرة العروسية المؤنثة (الأندوسبيرم).

4- تدخل الخلية المولدة بالانقسام المنصف لتعطي أرباع خلايا (كل منها 1n).

5- تتلاشى بسرعة الخلايا الثلاث العليا القريبة من الكوة، بينما تتابع الخلية الرابعة نموها وانقسامها الخيطي لتعطي بداية المشرة العروسية المؤنثة التي يبدأ ظهورها تدريجياً داخل البويضة.

6- يظهر في قمة الإندروسبيرم رحمان، ويزداد نمو المشرة المؤنثة لتصبح مشابهة للمشرة العروسية قلبية المظهر الموجودة في السراخس، وتبدو محشوة بالصانعة البيضاء Leucoplasts حيث تتحول بسرعة إلى صانعات خضراء فتكسبها اللون الأخضر لدى خروجها من البويضة.

*** الإلقاح وتشكل البذرة:**

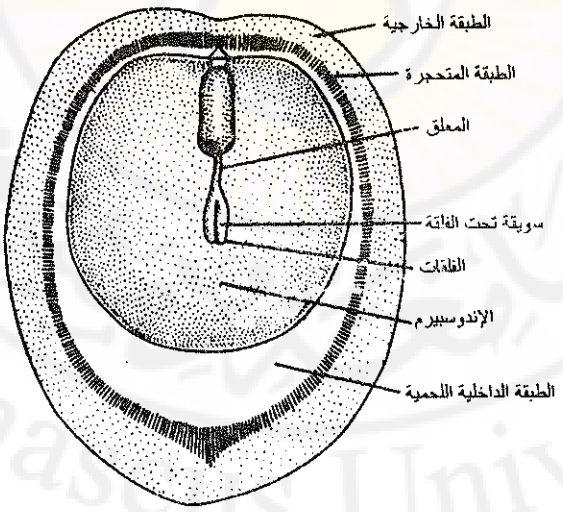
تصل حبة الطلع ثلاثية النوى إلى الحجرة الطلعية في البويضة وتبدأ بالانتفاخ لتحقق الإنتاش الثاني الذي ينتهي بتشكيل نطفتين مهدبتين متوضعتين داخل الأنبوب الإلقاحي. ومع وصول هذا الأنبوب إلى خلايا الإندوسبيرم تنفجر نهايته حيث تقوم إحدى النطفتين بإلقاح أحد الرحمين في حين تتلاشى النطفة الثانية والرحم الثاني انظر (الشكل 23-13).

تنقسم البيضة الملقحة عدة مرات لتعطي عدداً من الخلايا التي تتوضع في الجزء السفلي من الرحم وهكذا تعطي الخلايا السفلية بداية الجنين، بينما تتطاول الخلايا

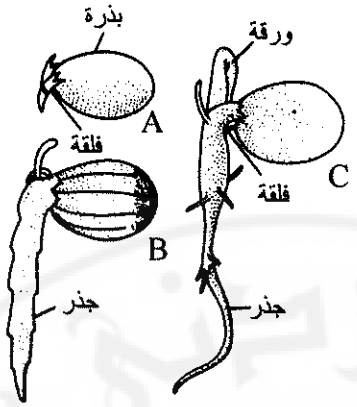
العلوية لتشكل المعلق Suspensor الذي يدفع بالجنين النامي إلى جميع طبقات الإندوسبيرم الجديدة. وبعد ذلك تبدأ البويضة بالتحول إلى بذرة، حيث يأخذ غلافها الخارجي اللحمي لوناً أحمر، وتصبح طبقته الوسطى المتخشبة شديدة الصلابة بينما تتحطم الطبقة الداخلية من لحافة البيضة الملقحة لتذوب في نسج الإندوسبيرم. أما الجنين الناضج فيتألف من الجذير والسويق والبريعم إضافة إلى فلقتين كبيرتين واضحتي النمو (الشكل27-13). وعندما تنتش البذرة يخرج منها في البداية الجذر الأولي (الذي تحاط قمته بالقلنسوة)، ويستمد الجنين غذاءه في مراحل الإنتاش الأولى من الإندوسبيرم ، ثم من الفلقتين اللتين تمتصان الغذاء المناسب من الإندوسبيرم.

أيضاً .ومع النمو يرتفع النبات الفتي الجديد وتظهر الأوراق والساق ويتثبت بواسطة الجذور (الشكل28-13). وهكذا تبدو حلقة الحياة في أجناس السيكادالز ممثلة بنباتين مستقلين مذكر ومؤنث وتنتهي بالإلقاح وتشكل البذور ومن ثم النبات الجديد، أي يتعاقب فيها الجيل البوغي الطويل مع الجيل العروسي القصير (الشكل 29-13).

تنحصر الأهمية التطبيقية للسيكادالز في الزينة K وفي بعض الصناعات الخشبية، ولذلك يعمد المربون على إكثارها في البداية ضمن شروط خاصة في الأصص وفي مستنبتات زجاجية ومن ثم نقلها إلى الأراضي المكشوفة.

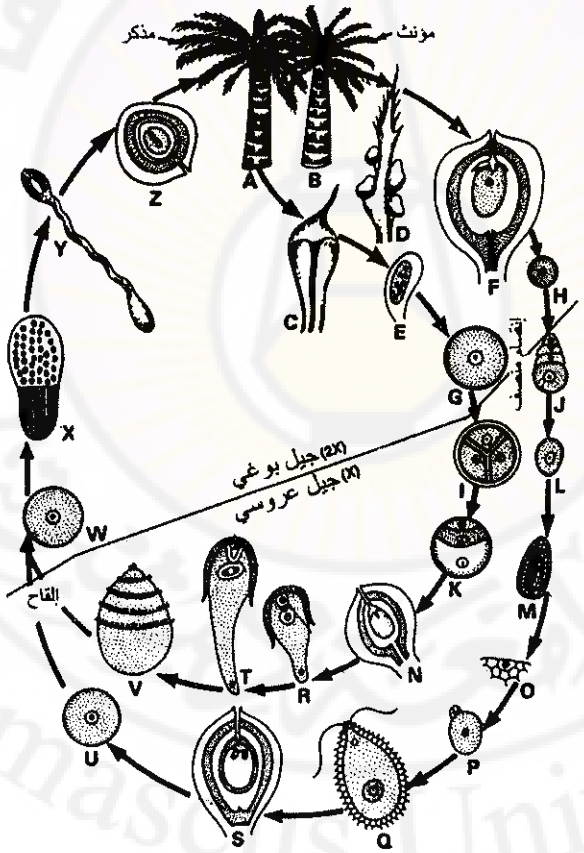


الشكل 27-13: مقطع طولي في بذرة السيكاس *Cycas sp.*



الشكل 28-13:

مراحل إنتاش بذرة السيكاس *Cycas sp.*



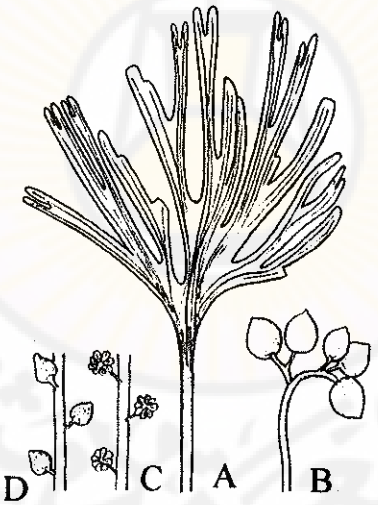
الشكل 29-13: حلقة حياة السيكاس. *Cycas sp*

الفصل الرابع عشر

شعبة الجنكوفيتا Ginkgophyta

تتمثل هذه الشعبة في يومنا الحضر بجنس واحد معاصر وهو الجنكو *Ginkgo* ونوع واحد هو *G.biloba* ويعتقد بأن الشكل البري لهذا النوع شوهد في جبال الصين الغربية فقط ، لكنه زرع فيما بعد وبشكل واسع في الصين الشعبية وفي المناطق ذات المناخ المعتدل، ثم انتشرت زراعته في اليابان ، وفي القرن السابع عشر (1727) وصل إلى أوروبا الغربية حيث تمت زراعتها في الحدائق النباتية.

لقد انتشرت في هذه الشعبة نحو (17) جنساً في العصور والأدوار الجيولوجيةالقديمة ، وبخاصة في الحقبة المتوسطة، على الرغم من أن الجنس الوحيد الذي عرفت معالمهُ المستحاثية هو الجنس بابيرا *Baiera* (الشكل1-14).



الشكل 1-14: الجنس المستحاثي بابيرا *Baiera*

A: شكل الورقة B: نورة تحمل البويضات

C: نورة تحمل أكياس الطلع المتفتحة D: نور تحمل أكياس الطلع المغلقة (غيرمتفتحة)

أما الأجناس الأخرى فقد فقدت معالمها وأصبح من الصعب التعرف على أشكالها بصورة واضحة. وهكذا تشير الخارطة الجيولوجية لأجناس هذه الشعبة إلى انطلاقها من البيرني (الحقبة القديمة)، وانتشارها في الحقبة المتوسطة، وتلاشيها بدءاً من الكريتاسي وبذلك لم يبق منها معاصراً سوى هذا الجنس و النوع الوحيد(الشكل 2-13).

2-14-1 الجهاز الإعاشي في الجنكو:

تشبه شجرة الجنكو بيلوبا أشجار مغلفات البذور، ويعرف بأنه النبات "الحي المنقرض" كونه الوحيد المعاصر في هذه الشعبة. وقد يصل طول الشجرة نحو (40) م. ومحيط ساقها نحو (4) م. كثيرة التفرع تشكل على الجذع تاجاً شبه هرمي، ونميز نمطين من الفروع الطويلة والقصيرة وهي تختلف فيما بينها مورفولوجياً ووظيفياً وتشريحياً(الشكل 2-14).

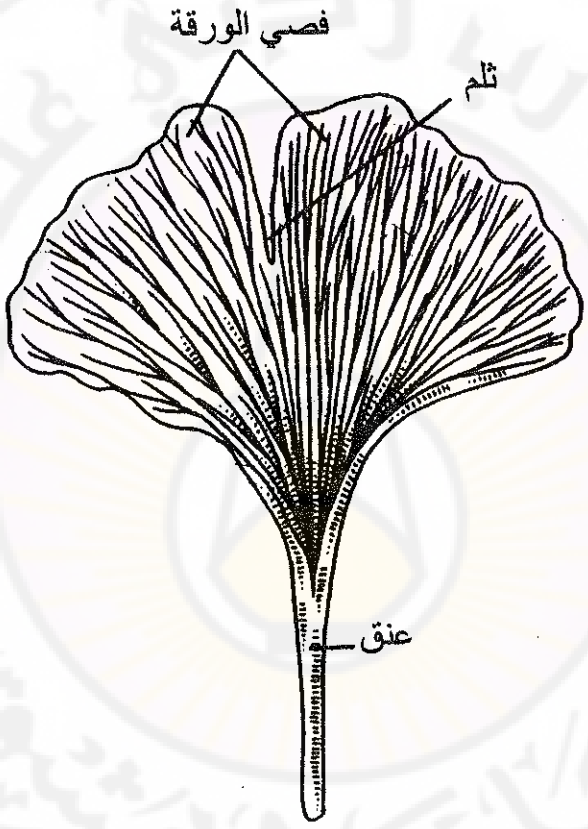


الشكل 2-14: صورة لشجرة الجينكو *Ginkgo biloba*

14-1-1 مميزات الفرع الطويل:

يتصف الفرع الطويل في الجنكو بما يأتي:

- عادي النمو يصل طوله في السنة الواحدة إلى نحو 50 سم.
- تحمل أوراقاً معلاقية كبيرة مبعثرة على طول الفرع ومثلومة الحافة (من هنا جاءت التسمية " بيلوبا " أي ثنائية الفجة (الشكل3-14).

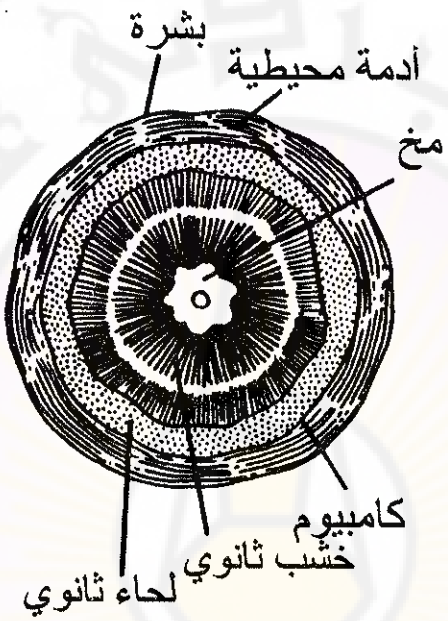


الشكل 3-14: الجينكو *Ginkgo biloba*

شكل الورقة المثلومة المتوضعة على الفارع الطويل

– يحمل الفروع القصيرة مما يكسب الشجرة شكلها الهرمي.

– تشير البنية التشريحية للفرع الطويل إلى بنية مشابهة إلى حد كبير مع بنية ساق المخروطيات. وهكذا يبدو المخ ضيقاً بسبب النشاط المتزايد لنمو الخشب الثانوي، وهذا الخشب مكون من القصيبات بكميات كبيرة، أما القشرة فهي محدودة المساحة وتحتوي على كميات قليلة من الأقنية المخاطية والصمغية (الشكل4-14).



الشكل 4-14:الجينكو

مقطع عرضي في فارع طويل (إجمالي).

14-1-2 مميزات الفرع القصير:

يتصف الفرع القصير في الجنكو بما يأتي:

– بطيء النمو إلى بضعة سنتميترات كل عدة سنوات يحمل العديد من الأوراق في قمته (من 12-10 ورقة) وبذلك فان هذه الأوراق تسقط دفعة واحدة مع سقوط الفرع القصير الحامل لها، والورقة الواحدة ملساء الحافة (غير مثلومة).

– يحمل أعضاء التكاثر المذكرة (في الشجرة المذكرة) والمؤنثة (في الشجرة المؤنثة) .
– تشير البنية التشريحية للفرع القصير إلى بنية معاكسة لبنية الفارع الطويل أي أن المخ كبير واسع والخشب الثانوي قليل والقشرة كبيرة وبذلك فهي تحمل كمية أكبر من الاقنية المخاطية والصمغية.

14-2 الجهاز التكاثري:

يبدو الجنكو كنبات ثناثي المسكن، أي هناك شجرة مذكرة تحمل أعضاء التذكير وشجرة مؤنثة تحمل أعضاء التأنيث الممثلة بالبويضات.

14-2-1 الإزهرار المذكر:

تحمل الفروع الصغيرة في شجرة الجنكو المذكرة أعضاء التذكير بشكل هريرات متجمعة ومدلاة من قمة الفارع باتجاه الأسفل وتحمل الهريرة الواحدة على محورها عدداً من الاوراق البوغية الصغيرة بحيث تحمل كل ورقة كيسين بوغين يتشكل بداخلها مجموعة من الأبواغ الدقيقة أو حبات الطلع الخالية من الجيوب الهوائية (الشكل 5-14)



الشكل 5-13: الجينكو *Ginkgo biloba*
A: فارع قصير يحمل الأعضاء المذكرة (الهريرات) .
B-C: كيسان بوغيان صغيران

تنتش البوغة الصغيرة Microspore لتعطي مشرة عروسية مذكرة وهي ماتزال داخل الكيس البوغي (المئبر). وهكذا تتشكل في بداية الإنتاش خلية مشرية صغيرة لا تلبث أن تتحطم لتظهر خلية مشرية ثانية، في حين تنقسم النواة الثانية لتعطي خلية منطفية وخلية إعاشية (خلية الانبوب الطلعي) وهكذا تخرج البوغة الصغيرة من الكيس البوغي وقد أنهت إنتاشها الأول وهي تحمل ثلاث خلايا (بعد أن كانت أربع خلافاً للسيكاس) ويحملها الهواء إلى البويضة لتحقق الإنتاش الثاني الذي ينتهي بتشكيل نطفتين مهدبتين (من الخلية النطفية) وخلية القدم.

14-2-2 الإزهرار المؤنث:

تحمل الفروع الصغيرة في شجرة الجنكو المؤنثة اعضاء التأنيث وهي عبارة عن شمراخ طويل يحمل في نهايته المتفرعة بويضتين. إن كل بويضة تحاط من قاعدتها بطوق حلقي يقوم مقام الورقة البوغية الكبيرة لكنها مرجعة تسمى القدح، ولذلك يمكن اعتبار البويضتين مع أوراقها البوغية بمثابة مخروط مؤنث صغير وهي تشكل ميزة هامة من مزايا شعبة الجنكوفيتا (الشكل 6-14).





الشكل 6-14: الجينكو *Ginkgo biloba*

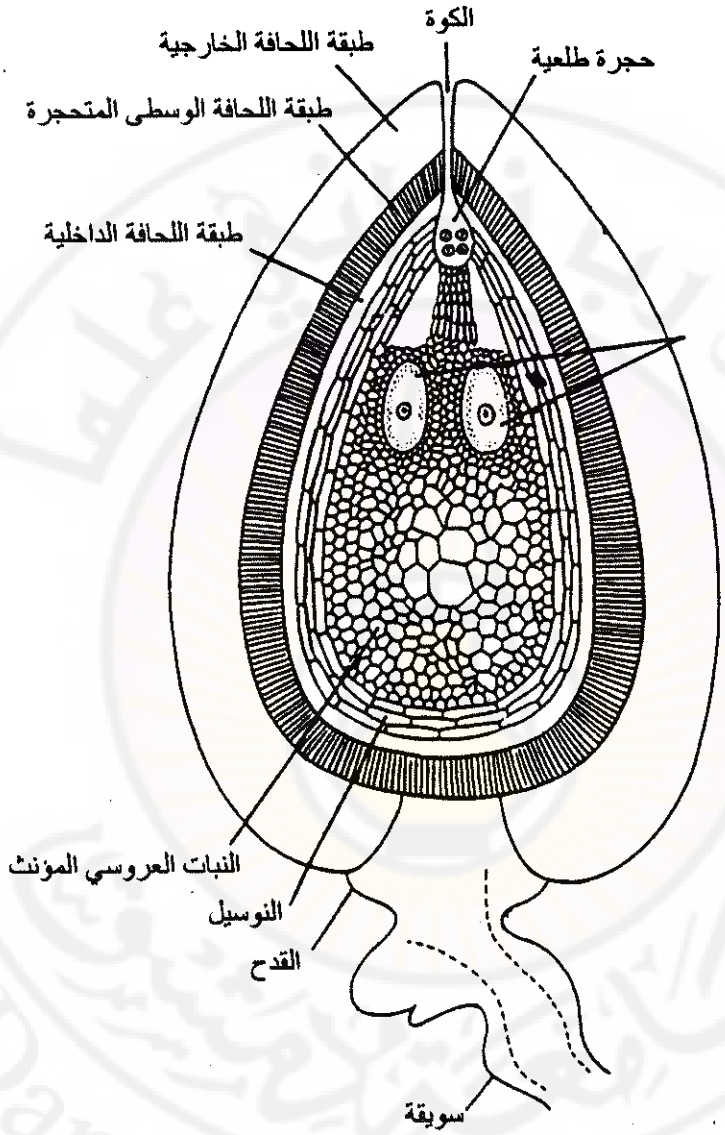
A: فارع قصير يحمل الأعضاء المؤنثة (البويضات).

B: منظر لشمراخ يحمل بويضتين .

تحاط كل بويضة بلحافة سميكة تترك من أعلاها مجالاً لقناة الكوة ،ويتوضع بداخلها نسيج النوسيل الذي يترك في أعلاه فراغ الحجرة الطلعية.

ومع تنامي بويضة الجنكو تظهر في قمة النوسيل الخلية الأم المولدة للمشرة العروسية المؤنثة (البوغة الكبيرة) التي تدخل في الانقسام المنصف فتعطي اربع خلايا سلسلية التوضع كل منها (1n)، لا تلبث ان تزول الثلاث العليا وتبقى الخلية السفلية التي تنشط بالإنقسامات لتشكل في البداية مرحلة النوى الحرة عديمة الحواجز (وهذه صفة مميزة لجنس الجنكو).

ثم تبدو الحواجز بالظهور تدريجياً ليتشكل نسيج الإندوسبيرم داخل النوسيل. ومن ثم ينمو في أعلاه رحمان لكل منهما خلية بيضية كبيرة وخلية قنوية بطنية وخليتان رقبيتان (الشكل 7-14).



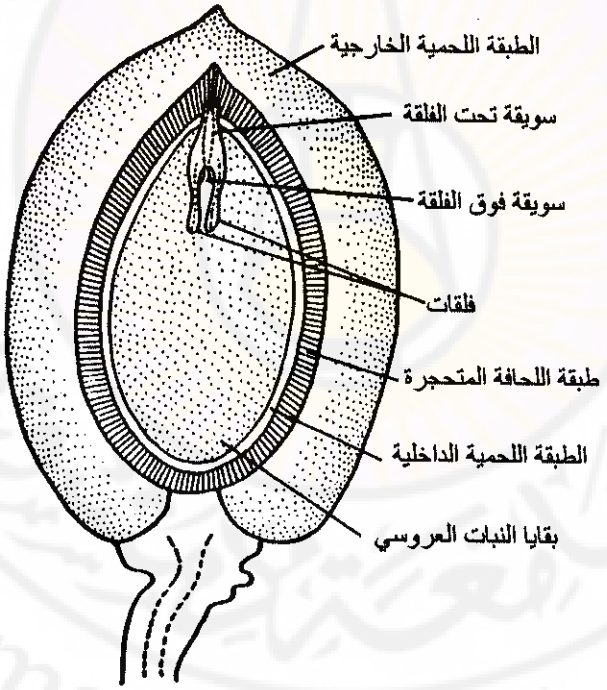
الشكل 7-14: الجينكو *Ginkgo biloba*
مقطع طولي في البويضة

14-2-3 الإلقاح وتشكل البذرة:

تصل البوغة الصغيرة المحمولة بالهواء إلى البويضة وتدخل عبر الكوة لتستقر في الحجرة الطلعية وتبدأ (كما ذكرنا) عملية الإنتاش الثاني، ثم تقوم إحدى النطفتين بالقاح الخلية البيضية لأحد الرحمين حيث تتشكل البيضة الملقحة Zygote (2n).

تدخل البيضة الملقحة في مرحلة الانقسام لتعطي كمية كبيرة من النوى ويتشكل الجنين عديد الخلايا. ويرى الباحثون إلى أن الجزء السفلي من خلايا الجنين يؤدي إلى إعطاء الجذير والسويق والفلقتين، بينما تعطي خلايا الجزء العلوي للجنين المعلق.

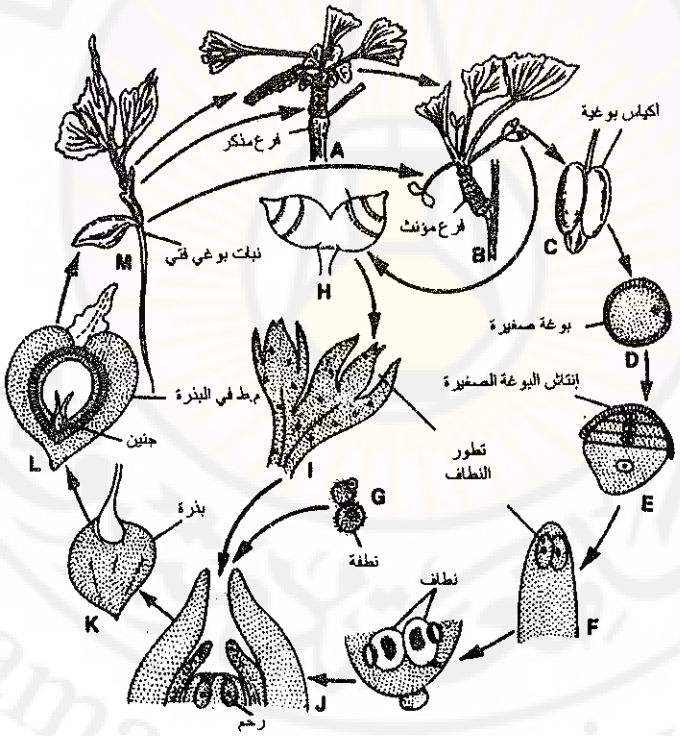
تحاط البذرة بغلاف قاسٍ من اللحافة ويصبح الجزء الخارجي للغلاف غضاً بينما يبدو الجزء المتوسط منه حجرياً قاسياً ويبقى الغلاف الداخلي رقيقاً يحيط بالإندوسبيرم والجنين الموجود بداخله (الشكل 8-14).



الشكل 8-14: الجينكو *Ginkgo biloba*
مقطع طولي في البذرة

وهكذا تتمثل حلقة حياة الجنكو بشجرتين مذكرة ومؤنثة وتنتهي بالإلقاح وتشكل البذور ومن ثم النبات الجديد أي يتعاقب فيها الجيل البوغي الطويل مع الجيل العروسي القصير الشكل (حلقة حياة)(الشكل 9-14).

يشكل نبات الجنكو أهمية تزيينية كبيرة حيث يعد من أشجار الحدائق الجميلة ساقطة الأوراق الكبيرة حيث تعطي قبل سقوطها في الشتاء ألواناً صفراء ثم حمراء قرميدية بعد أن كانت خضراء في الربيع وتضفي عليها منظراً خلاباً أما من الناحية الاقتصادية فقد لوحظ اهتمام علماء النبات والعشابون والأطباء والصيادلة بهذه الشجرة (وبخاصة في الصين) نظراً لما تقدمه مستخلصاتها من فوائد جمة على صحة الإنسان وعلى مايبدو أنها تفيد في تسكين الألام العضلية وتقوية الذاكرة والاستيعاب وتخفض ضغط الدم ومضادة للشيخوخة وغيرها من الفوائد التي نسمع عنها باستمرار.



الشكل 9-14: الجينكو *Ginkgo biloba*

حلقة الحياة

الفصل الخامس عشر

شعبة المخروطيات Coniferophyta أو Pinophyta

15-1 التنوع والانتشار:

تضم المخروطيات أكثر الشعب تعدداً في عريانات البذور وذلك من حيث وجود الأجناس المعاصرة، فهي تشمل نحو / 600 / نوعاً ممثلاً في / 55 / جنساً و(9) فصائل رئيسية.

لقد ازدهرت هذه الشعبة بشكل كبير في الأدوار الجيولوجية السابقة انطلاقاً من الحقبة القديمة، وانتشرت بشكل كبير في الحقبة المتوسطة ولم يبق منها معاصراً سوى عدد قليل نسبياً من الانواع (عد للشكل 2-13).

تشكل الأنواع الأكثر انتشاراً غابات شجرية أو شجيرية وقد تلاحظ شجيرات صغيرة (جنس *Dacrydium* من فصيلة Podocarpaceae).

كما نصادف جنساً واحداً متطفلاً (*Parasitaxus* من فصيلة Podocarpaceae). وتنحصر غالبية المخروطيات في نصف الكرة الشمالي، بينما ينحصر وجود بعضها الآخر في المنطقة المعتدلة من نصف الكرة الجنوبي، وتنعدم في منطقة الاستواء باستثناء الجبال المرتفعة نسبياً حيث تنخفض درجات الحرارة.

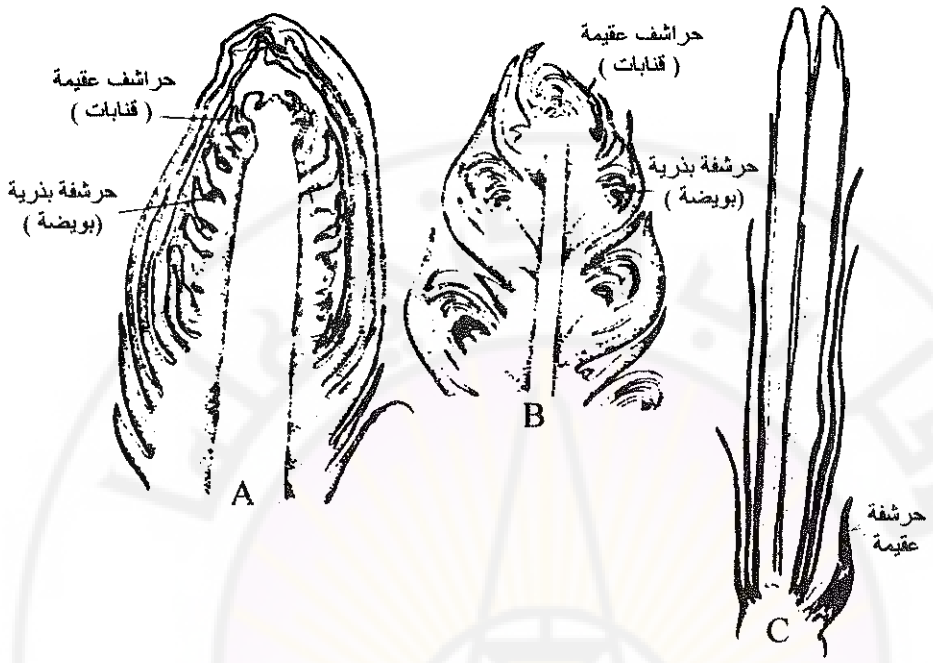
إن أنواع الأجناس الفتية مثل *Pinus*، *Abies*، *Larix*، *Picea* ....إلخ هي الأكثر انتشاراً على سطح الكرة الأرضية، بينما تحتل الأجناس الاكثر قدماً وشديدة التخشب مساحات محدودة من الأرض. ولوحظ أن أقدم المخروطيات التي انقرضت تشكل فروعاً وأوراقاً وغيرها من فصيلة Lebachiaceae و فصيلة Voltziaceae. وهكذا تسيطر المخروطيات على النظم البيئية المختلفة، حيث تنتشر بشكل طبيعي ربطاً مع البيئة، والكثير منها ضخم عملاق ومعمر والأكثر انتشاراً هي أجناس الفصيلة الصنوبرية والسروية وهي من النباتات المتخشبة والمتكيفة تجاه البرودة والحرارة والجفاف.

2-15 التفرع في المخروطيات:

تبدي بعض أجناس المخروطيات ميلاً لإعطاء الفروع المتجانسة (من نمط واحد)، حيث تتوضع عليها الأوراق بشكل حلزوني كما في الأروكاريا، بينما تميل بعض الأجناس إلى إعطاء نمطين من الفروع وهي الفروع الطويلة والفروع القصيرة.

تكون الفروع الطويلة غير محدودة النمو تغطى بأوراق حرشفية إبرية أو كبيرة حلزونية التوضع. وهذه الفروع تؤمن النمو الاساسي للنبات وتحدد الهيكل العام للشجرة. أما الفروع القصيرة فإنها تتمايز في قواعد الاوراق الحرشفية العائدة للفروع الطويلة (مثل الصنوبر) وهي تنمو ببطء شديد لا تزيد عن عدة ملليمترات في العام الواحد أو حتى أجزاء من الملليمتر أحياناً، وتحمل في قمتها ورقتان أو أكثر(صنوبر) . وتبدو ظاهرة الفروع الطويلة والقصيرة شديدة الوضوح في جنس لاريكس Larix حيث يحمل الفرع القصير مجموعة من الأوراق التي تسقط دفعة واحدة مع سقوط الفرع القصير ، هذا الجنس ساقط الأوراق عكس الصنوبر الذي يكون دائم الخضرة.

وكذلك يسقط الفرع القصير في الصنوبر مع الورقتين أو أكثر اللتين يحملهما ويجب الانتباه إلى الفروق الموجودة في بنية كل من المخروط المؤنث الفتي، وقمة الفرع الإعاشي الفتي والفرع القصير مع ما يحمل من أوراق وبخاصة في جنس الصنوبر حيث يمكن توضيح أوجه الإختلاف مع المقارنة (الشكل 1-15).



الشكل 1-15: الصنوبر *Pinus*

A: مقطع طولي في مخروط مؤنث فتي في الصنوبر *P.banksiona*

B: مقطع طولي في فرع إعاشي فتي

C: مقطع طولي في فرع قصير في الصنوبر *P.laricio*

3-15 الجهاز الإعاشي والساق:

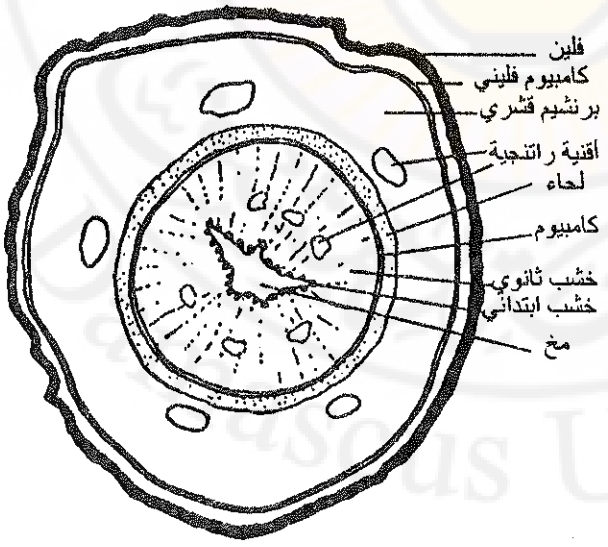
تبدو المخروطيات بشكل أشجار أو شجيرات وتنعدم فيها الأعشاب ، لذلك تتصف الأشجار بوجود جذع (ساق) وتاج (فروع وأوراق)، وقد يصل طول الشجرة إلى (50) متراً أو أكثر وبقطر الجذع الذي يزيد عن المتر وعمر يقدر بمئات السنين، وتعد أنواع السيكويا من الأشجار الضخمة والمعمرة التي يصل ارتفاع بعض أنواعها

إلى (100) متر وقطر الجذع (10) أمتار حيث تضم أكثر من / 2000 / حلقة سنوية وتعد من الأشجار المعمرة التي تصل إلى نحو / 4000 / سنة.

يتحقق الشكل الهرمي لأشجار المخروطيات بفضل التفرعات التي تحصل في مستويات متباعدة بانتظام عن بعضها بعضاً ، ويتزايد بعدها عن بعضها من الأسفل باتجاه الأعلى، وكذلك لا تتشكل البراعم إلا في النهاية وفي القسم العلوي من كل سنة، كما يوجد هذا الترتيب في الفروع الجانبية. ومع ذلك قد يشذ هذا النمط من التفرع حسب أنواع المخروطيات، أو ربطاً مع شروط البيئة التي يعيش فيها النوع مما يفقده الشكل الهرمي.

15-3-1 البنية التشريحية للساق:

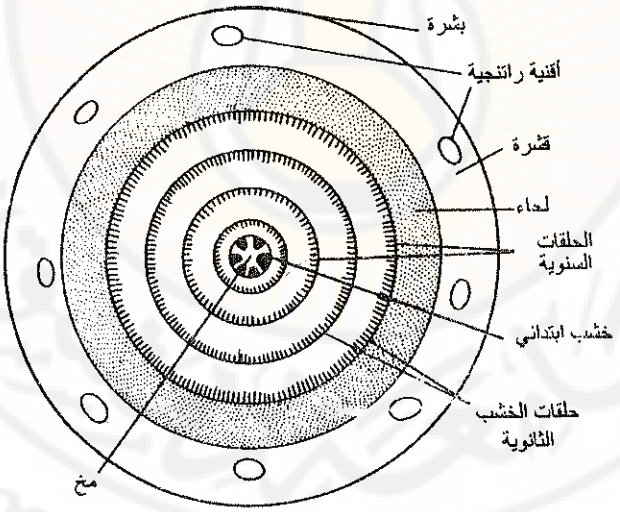
تبدي البنية التشريحية لسوق المخروطيات تشابهاً واضحاً في جميع الأجناس تقريباً. وهكذا تتصف بنية الساق بوجود برانشيم مخي قليل التشكل في المركز K وينمو الخشب الثانوي باتجاه المحيط يليه الكامبيوم فاللحاء الثانوي الذي يتألف من الأوعية الغربالية ذات الصفائح الغربالية وتنعدم الخلايا المرافقة، وأخيراً تأتي طبقات البرنشيم القشري ثم الفلين الذي يبدو أكثر نمواً في جذور المخروطيات (الشكل 2-15).



الشكل 2-15:
الصنوبر *Piuns sp*
مقطع عرضي في
ساق الصنوبر الفتي
عمره سنة واحدة

يتصف الخشب الثانوي بوجود الأوعية الناقصة (القصيبات Tracheids) التي تنمو سنوياً في فصل الربيع. ويلاحظ أن قصر طول القصيبة يأتي ربطاً مع رقي الأجناس، وهكذا فإن أطول القصيبات نجدها في جنس الأروكاريا البدائي حيث يصل طول الواحدة منها نحو (3) مم، في حين تكون أقصر القصيبات في جنس السرو. يحاط الوعاء الناقص في المخروطيات بتزيينات وثقوب هالية (وبخاصة منها الجدران الشعاعية)، وهذه التزيينات تتوضع في معظم الأجناس في صف واحد على الجدار الشعاعي مع ميل إلى تناقص العدد، بينما نصادف عدداً أكبر من صفوف التزيينات الهالية في الأجناس الأكثر قدماً كما هو الحال في جنس أغاتس *Agathus* وجنس الأروكاريا *Aroucaria*.

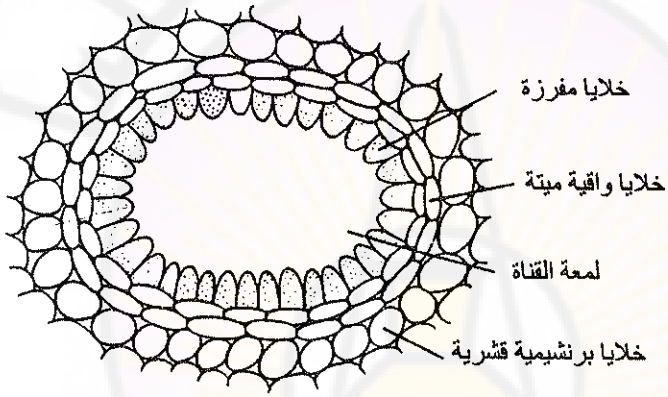
إن النمو الثانوي المتشكل من المرستيم الجانبي أو الكامبيوم، ومن كمبيوم الفلين يؤمن للساق الدعم الهيكلي ونقل النسغ الناقص اللازم لغذاء النبات. ومع زيادة النمو تتشكل حلقات النمو السنوية ربطاً مع عدد سنوات عمر النبات، وهكذا يكون الخشب الداخلي الميت هو الأقدم والأصلب، والخشب المحيطي هو الأحدث (الشكل 15-3).



الشكل 3-15: الصنوبر *Piuns sp*

تمثيل لمقطع عرضي في ساق الصنوبر يظهر حلقات النمو السنوية (عمره ثلاث سنوات)

يلاحظ في معظم أجناس المخروطيات تزايد أعداد كبيرة من الأقنية الراتنجية التي تحتوي على كميات كبيرة من الزيوت الطيارة والراتنج والبلسم وهي ذات أهمية تطبيقية كبيرة. وقد تمكن الباحثون من تقطير هذه المواد والحصول على التربنتين وصمغ الصنوبر وغيرها. تتوضع الأقنية الراتنجية بشكل رئيسي في البرنشيم القشري وفي المخ وفي الخشب الثانوي وتلاحظ في الأوراق. تتألف القناة الواحدة من خلايا مركزية مفرزة للراتنج وتحاط بطبقة من الخلايا الميتة، وإلى المحيط منها تتوضع الخلايا الغنية بالمواد الغذائية (زيوت ونشاء) (الشكل 4-15).



الشكل 4-15: الصنوبر *Pinus sp*
قناة مفرزة للراتنج في الصنوبر

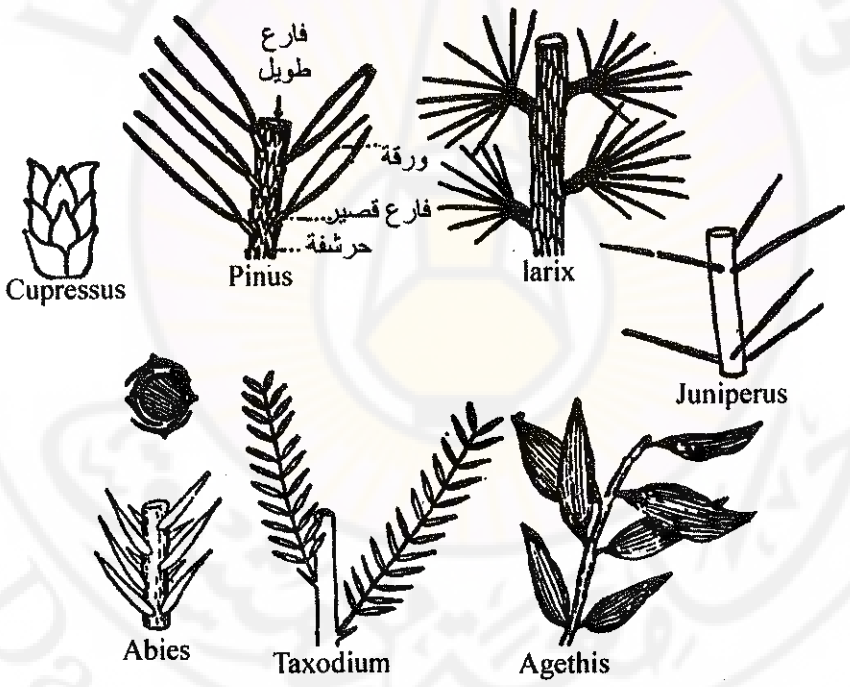
توجد الأقنية الراتنجية بشكل ثابت في جميع ممثلات الفصيلة الصنوبرية من المخروطيات وتنعدم كلياً من الفصيلة الأروكارية وتوجد في أوراق الفصيلة البودوكاربية فقط. تتصل الأقنية الراتنجية مع بعضها بعض باتجاه طولي (وبخاصة في الورقة والخشب) ونادراً ما يكون لها اتجاه عرضي وبذلك فهي تشكل شبكة متصلة تعمل على جمع الراتنج المفرز ونقله إلى جسم النبات. ويمكن الحصول على الراتنج بفضل غرس أنبوبة فولاذية في الخشب قرب قاعدة الشجرة ومن ثم سحبه منها.

4-15 أوراق المخروطيات:

1-4-15 أشكال وقياسات الأوراق:

تبدو الأوراق في معظم المخروطيات ضيقة إبرية (صنوبر)، وفي الأجناس الأكثر قدماً تكون ريشية أو مفصصة (أروكاريا، أغاتس)، وقد تسقط الأوراق الناعمة لتظهر في قاعدتها أوراقاً مسطحة عريضة (ساق قرصي Phylloclad) كما في جنس *Phyllocladus* ، وقد تكون حرشفية صغيرة جداً كما في السرو.

تتصف الأوراق الرفيعة بوجود ضلع رئيسي واحد، وقد نجد أضلاعاً كثيرة متوازية ونادراً ما تحمل أضلاعاً ثنائية التفرع (الشكل 5-15).

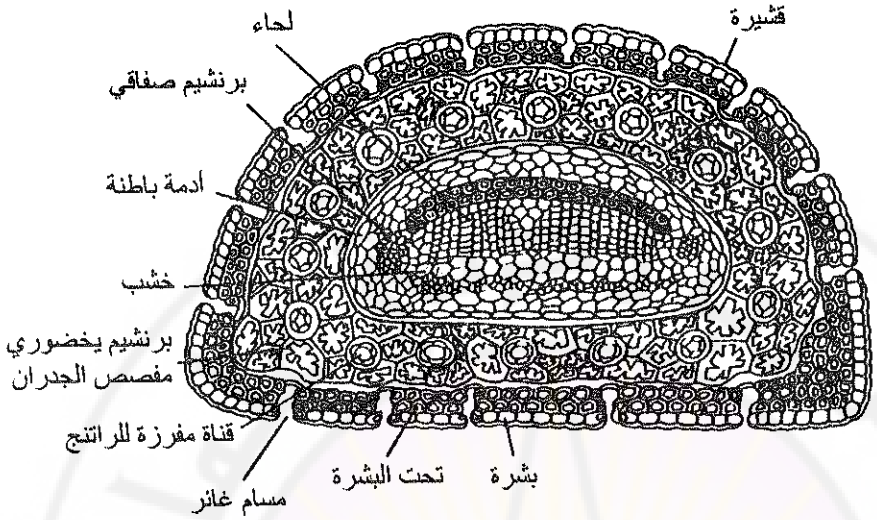


الشكل 5-15: أشكال الأوراق في المخروطيات وطريقة توضعها

تبدو أوراق بعض الأجناس لاطئة، ونادراً ما تكون محمولة على معلاق قصير ومعظمها كامل المحيط و أحياناً مشطورة من أعلاها. ويتراوح طول الأوراق من (15-18) سم وبعرض (6) سم عند بعض الأنواع (*Agathus*) ومن (30-40) سم في بعض أنواع الصنوبر وقد تكون ناعمة في بعض الأوراق الإبرية (من2-1 سم). يؤدي سقوط الاوراق إلى ترك ندبات ورقية على الساق، ولهذه المزية أهمية تصنيفية خاصة وذلك من حيث شكل الندبة (كروية، بيضوية، ....إلخ).

15-4-2 البنية التشريحية لورقة الصنوبر:

تشير الدراسة التشريحية للأوراق الإبرية (الصنوبر) إلى وجود بنية جفافية خاصة. وهكذا تحاط الورقة ببشرة سميكة تنمو عليها قشيرة Cuticule ثخينة. تبدو البشرة محملة بمسلمات غائرة تلائم التكيف تجاه الجفاف وذلك بإنقاص كمية التعرق. تتوضع تحت البشرة طبقة خلوية (سكلرنشيمية)، ثم النسيج المتوسط (Mesophyll) الذي يتكون من النسيج البرنشيمي مفصص الجدران والمحتوي على أقنية راتنجية. وفي مركز الورقة تلاحظ الأسطوانة المركزية التي تحاط بالأدمة الباطنة التي نفصلها عن النسيج المتوسط إلى الداخل من الأدمة الباطنة يتوضع نسيج برنشيمي خاص يسمى البرنشيم الصفاقي Transfusion tissue الذي يقوم بربط الحزم الناقلة مع النسيج المتوسط ، وقد لوحظ على جدران هذا النسيج التزيينات الهالية. وفي الجزء المركزي من الأسطوانة يتوضع السكلرنشيم وخلايا تتوضع على جانبي حزمتين ناقلتين من الخشب واللحاء وشريط رفيع من الكامبيوم محدود العمل، وتلاحظ الأقنية المفرزة للراتنج في أماكن مختلفة من محيط الورقة (الشكل 6-15).



الشكل 6-15: الصنوبر *Pinus sp*

مقطع عرضي في ورقة الصنوبر (الفارع القصير يحمل ورقتين)

5-15 الجهاز التكاثري:

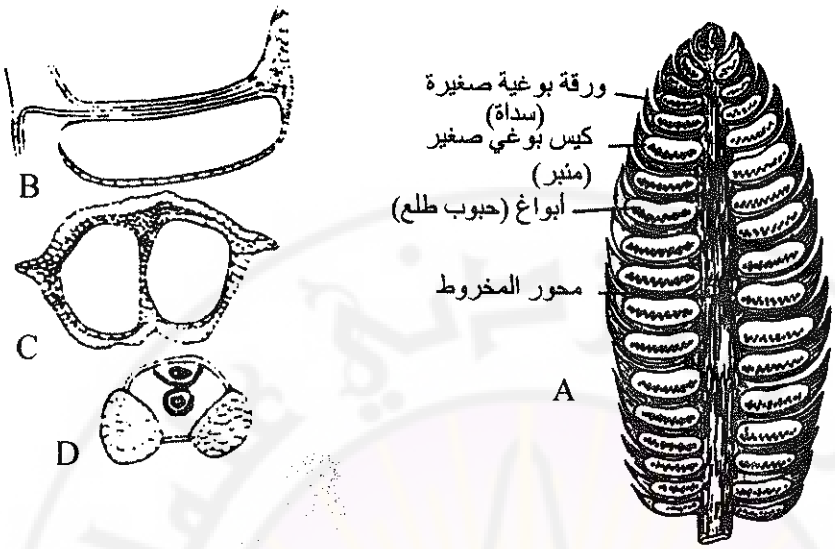
يتحقق التكاثر في المخروطيات بشكل رئيسي عن طريق البذور، فالتكاثر الإعاشي قليل الانتشار. وتتوضع الاوراق البوغية Sporophylls في معظم أجناس المخروطيات ضمن تجمعات متراصة أو قليلة التراص لتشكل ما يسمى بالمخروط Cone ومن هنا جاءت التسمية "المخروطيات". والمخاريط في جميع الأجناس منفصلة الجنس، والنبات غالباً أحادي المسكن وقد يكون ثنائي المسكن ونادراً جداً ما نصادف المخاريط الخنثوية أي أنها تحمل الأوراق البوغية الكبيرة والصغيرة معاً (بعض أنواع اللاريكس *Larix*).

15-5-1 الجهاز التكاثري المذكر:

تبدو المخاريط المذكرة عادة أكثر من المخاريط المؤنثة، وتتوضع في قواعد أوراق الفروع ونادراً ما يكون علوياً كما في الفصيلة السروية (السرو *Cupressus*). وتختلف بحجومها من كبيرة ضخمة إلى صغيرة: ففي جنس الاروكاريا يصل طول المخروط المذكر إلى (25) سم وقطرها من (4-5) سم فهي تذكرنا بمخاريط السيكاسيات . لكن معظم المخاريط المذكرة في المخروطيات صغيرة الحجوم يتراوح طولها من (1-3) سم، وعند بعض السرويات لا يتجاوز بضع ملليمترات.

15-5-1-1 بنية المخروط المذكر:

يملك المخروط المذكر محورا مركزيا يحمل الأوراق البوغية الصغيرة (الاسدية) التي تختلف أعدادها وأشكالها من نوع لآخر. وبشكل عام يلاحظ إرجاع كبير للأوراق البوغية الصغيرة إلى الحد الذي يحافظ فيه المخروط على ورقة واحدة تحتل الوضع النهائي فقط (بودوكارباسي)، في هذه الحالة تصبح الاوراق البوغية الصغيرة السفلية عقيمة وتظهر بشكل حراشف فقط تحيط بمحور المخروط. وقد تأخذ الأوراق البوغية شكلاً ترسياً تصطف حول محور المخروط بشكل شعاعي(تاكساسي). تحمل الورقة البوغية الصغيرة الواحدة في الأجناس الراقية مثل الصنوبر (2) كيس بوغي صغير (مئبر) (الشكل 7-15)، بينما يزداد هذا العدد ليصل إلى (20-15) كيس بوغي في الأنواع الأقل رقياً (أروكاريا)، وبذلك ينظر إلى المخروط المذكر على أنه زهرة واحدة تحمل عدة أسدية (الشكل 8-15).



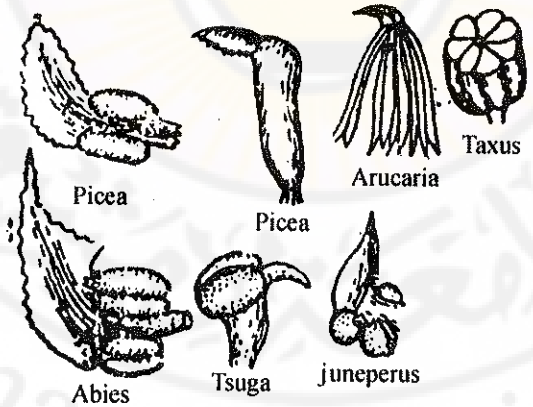
الشكل : 7-15: الصنوبر *Pinus sp*

A: مقطع طولي في مخروط مذكر في الصنوبر *P.silvestris*

B: مقطع طولي في ورقة بوغية صغيرة (سداة)

C: مقطع عرضي في السداة "لاحظ الكيسين الصغيرين المنبرين"

D: حية طلع بجناحين هوائيين و بداخلها خلية منطفية (أعلى) خلية إعاشية (أسفل)



الشكل 8-15: تنوع أشكال الأوراق البوغية الصغيرة (الأسدية) في المخروطيات

يتشكل الكيس البوغي من مجموعة خلوية لا تلبث أن تظهر على الورقة البوغية بشكل درنة صغيرة تستمر في النمو حتى مرحلة الوصول إلى خلايا البوغ القديم Archesporium الذي يحاط بغشاء داخلي رقيق يشكل الطبقة المغذية Tapetum ثم تتوضع باتجاه المحيط ثلاثة صفوف من الخلايا تشكل إحداها طبقة البشرة أما خلايا البوغ القديم فإنها تنقسم لتعطي فيما بعد الخلايا الأم المولدة للأبواغ الصغيرة هذه الخلايا تعاني فيما بعد من الانقسام المنصف لتعطي كل واحدة رباعية الأبواغ الأحادية الصيغة الصبغية (الشكل 9-15).



الشكل 9-15: الصنوبر

جزء من مقطع طولي في سداة الصنوبر *P.laricia*

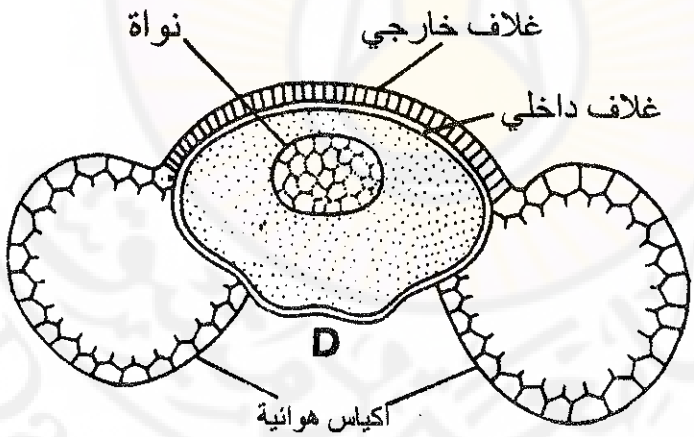
تتفتح الاكياس البوغية الصغيرة بعد نضج المخاريط المذكرة بشق طولي بمساعدة خلايا خاصة متبدلة من البشرة، أو بمساعدة خلايا سميكة من الطبقات تحت البشرة أو الأدمة (جنس *Pseudolarix*)، ثم تخرج منها كميات كبيرة من حبات الطلع (الابواغ الصغيرة). وقد لوحظ على سبيل المثال تشكل طبقة صفراء من حبات الطلع بسماكة بضع ملليمترات في غابات الصنوبر في فصل الربيع، كما أن هذه الحبات تغطي سطوح البحيرات المجاورة بطبقة صفراء كثيفة.

15-5-1-2 حبات الطلع:

تحاط حبة الطلع بغلافين : خارجي ثخين (سميك) متقشرن مزين برسوم ثابتة بالنسبة لكل نوع، وداخلي رقيق يحيط بمحتوياتها الدخلية.

تتصف حبات الطلع في عريانات البذور وأبواغ السرخسيات والبريويات، وكذلك حبات الطلع في مغلفات البذور بأهمية كبيرة في تمييز الأحياء التي تعيش على الارض في يومنا الحاضر، وحتى في تمييز الأحياء المستحاثية وفي الواقع وجدت حبات طلع والابواغ الصغيرة محفوظة بشكل واسع في معظم التوضعات العائدة لأهم الأدوار الجيولوجية وذلك بفضل وجود مواد ثابتة جداً ضمن الأغلفة الخارجية لهذه الحبات والأبواغ.

إن الأبواغ الصغيرة (حبات الطلع) العائدة لبعض المخروطيات (الصنوبرية والبودوكاربية) تحمل جيوباً هوائية تساعدها على الطيران والانتشار إلى مسافات بعيدة وعلى ما يبدو أن هذه الجيوب تنشأ نتيجة لتمزق الغشاء الداخلي لحبة الطلع وتمدد الغلاف الخارجي وامتلائه بالهواء ليشكل كيساً أو جيباً هوائياً (الشكل 10-15).



الشكل 10-15: الصنوبر *Pinus sp*
تمثيل لمقطع في حبة طلع الصنوبر يوضح بنية الجيوب الهوائية

وقد لوحظ أن بويضات أجناس المخروطيات تحمل مواد سكرية (كما هو الحال في السيكاسيات والجنكوات) تساعد حبات الطلع على الالتصاق بها في أثناء التأبير وذلك بفضل هذه الجيوب بشكل أو بآخر.

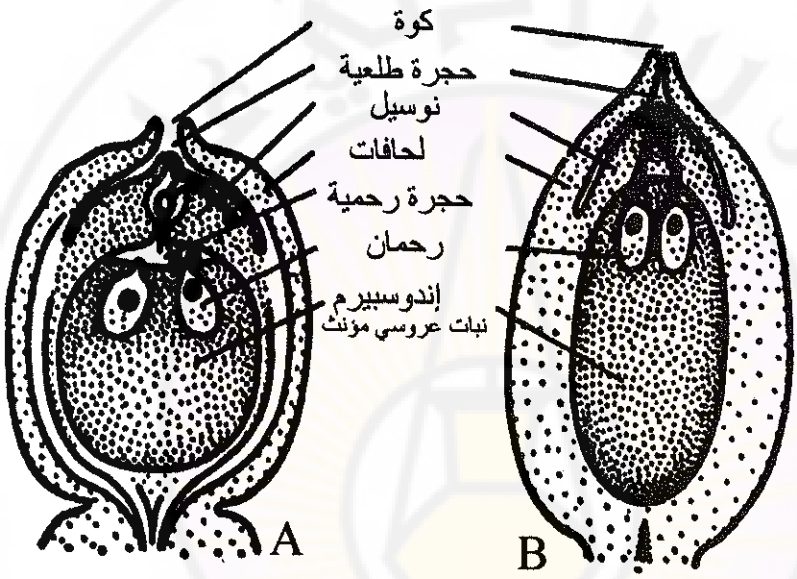
إن عدد وأشكال الجيوب الهوائية في حبات طلع المخروطيات يتراوح من (2-6) جيباً في فصيلة البودوكارباسي، ونادراً ما نلاحظ جيباً واحداً في الأجناس البدائية وفي الأجناس المستحاثية، وفي هذه الحالة ينمو الجيب الهوائي بشكل متجانس حول حبة الطلع ، وقد تنعدم الجيوب الهوائية في بعض الاجناس.

15-5-1-3 إنتاش حبة الطلع:

يبدأ إنتاش حبة الطلع وهي ما تزال داخل أكياسها البوغية حيث تتشكل المشرة العروسية المذكرة (النبات العروسي) التي تنمو بشكل مختلف تبعاً للنوع المدروس. وهكذا تنقسم الحبة (في الصنوبر *Pinus*) لتحصل على خليتين صغيرتين (خليتان مشريتان) تقتربان من جدار الحبة وتتحطمان هنالك، وخلية ثانية تنقسم هذه الأخيرة لتعطي خلية منطفية كبيرة وإعاشية تعطي فيما بعد الانبوب الطلعي، وبذلك تحمل حبة الطلع في الصنوبر قبل خروجها من الكيس البوغي أربع خلايا (مشريتان، نطفية، أنبوب طلعي)، وهكذا هو الإنتاش الأول. تخرج حبات طلع الصنوبر من أكياسها لتنتثر بالهواء حتى تصل إلى البويضات لتحقق الإنتاش الثاني.

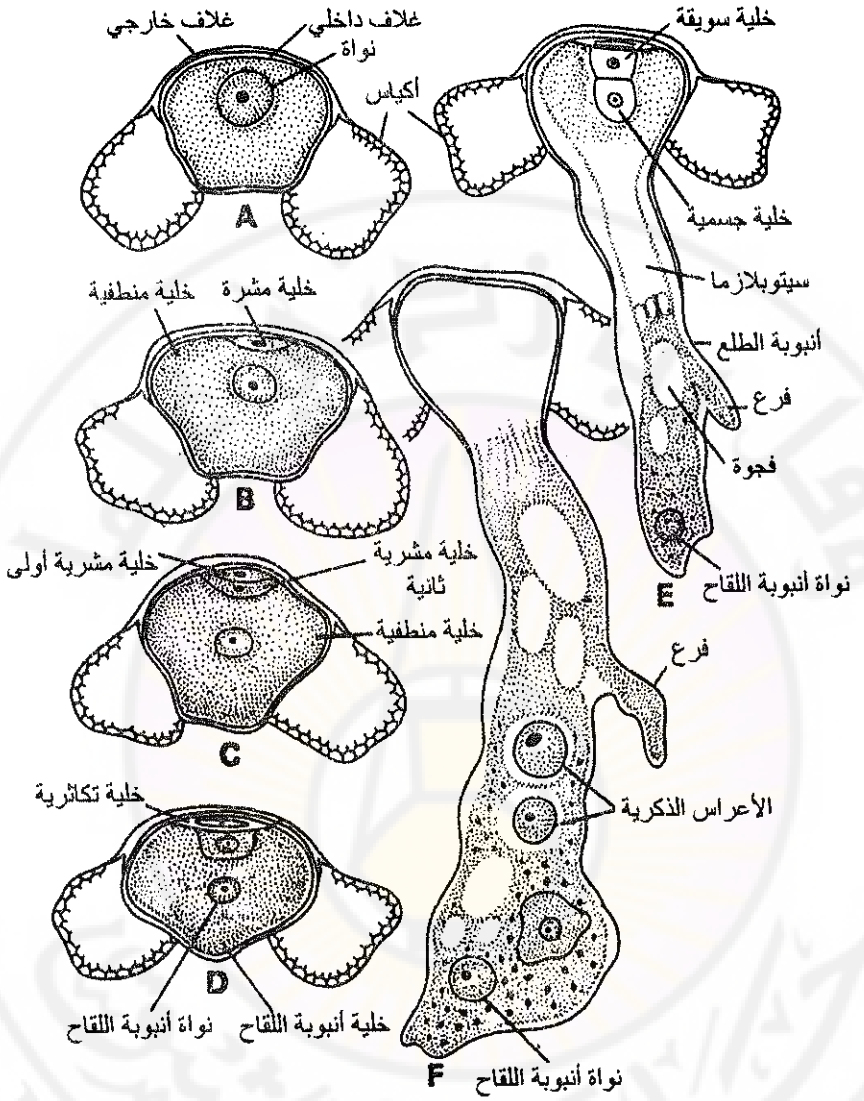
وتجدر الإشارة إلى وجود استثناءات في عدد الخلايا بنهاية الإنتاش الأول ربطاً مع الاجناس : فمثلاً ينتهي الإنتاش الاول في أجناس الفصائل الطقسوسية والسروية وبعض أجناس الفصيلة الطقسودية بوجود خلية واحدة فقط (تنعدم الخلية المشرية)، بينما نلاحظ حبات طلع تحمل خلايا مشرية عديدة (من 40-10 خلية مشرية) في أجناس الفصائل الأروكارية والبودوكاربية، أما في الصنوبرية (كما لاحظنا) فنجد خليتين مشريتين تزولان بسرعة. من ذلك نرى أن المشرة العروسية المذكرة في المخروطيات تتألف من نسيج مرجع جداً.

يبدأ الإنتاش الثاني لحبات الطلع على البويضة حيث تتوضع على الكوة وتعطي الخلية الإعاشية الأنبوب الطلعي ليصل إلى النوسيل فيهضم نسيجه ليصل إلى عنق الرحم. من ذلك نرى أن بويضة المخروطيات خالية من الحجرة الطلعية خلافاً للسيكاسيات والجنكوات حيث يحصل الإنتاش الثاني عندها في الحجرة الطلعية، بينما يقوم الأنبوب الطلعي في جميع أجناس المخروطيات بهذه المهمة وهي الوصول بمحتويات حبة الطلع إلى الرحم مباشرة (الشكل 11-15).



الشكل 11-15: مخطط يوضح بنية البويضة عند كل من السيكاسيات والمخروطيات

تنقسم الخلية المنطفية في حبة الطلع (التي أنهت إنتاشها الأول) لتعطي الخلية النطفية وخلية قدم أو سويقة المنطفة. بعد ذلك يزداد حجم الخلية النطفية وتنقسم لتعطي نطفتين ساكنتين، وهذه صفة مميزة لجميع أجناس المخروطيات بأن الأعراس لا تحمل سياطاً أو أهداباً ويطلق عليها اسم النطاف. ومع مرور الزمن تتشقق خلية قدم المنطفة وتسقط نواتها مع نواة النطاف في الانبوب الطلعي (الشكل 12-15).



الشكل 12-15: الصنوبر *Pinus sp*

A-B-C: نهاية الانقسام المنصف وتشكل حبة الطلع في الصنوبر

D-E-F: مراحل الإنتاش الأول والإنتاش الثاني وإعطاء الأنبوب الطلعي

15-5-2 الجهاز التكاثري الأنثوي:

تبدي المخاريط المؤنثة في المخروطيات تنوعاً كبيراً وتتصف غالباً بوجود بنية معقدة. وقد ينعدم الشكل المخروطي في بعض الأجناس كما في الفصيلة الطقسوسية والبودوكاربية، بينما نلاحظ أشكالاً مخروطية بسيطة في النماذج المستحاثية القديمة (Lebachiaceae). وفي حال انعدام المخروط نجد أن الأوراق البوغية الكبيرة تتوضع بشكل فروع بسيطة أو بويضات منفردة في قواعد الأوراق الإعاشية.

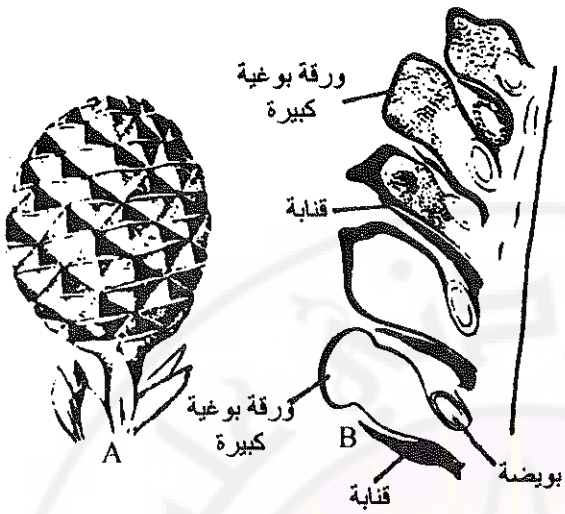
تختلف المخاريط المؤنثة بقياسها وشكلها وطريقة نثر بذورها، وتشترك فيما بينها من حيث بنية المخروط. وتتخشب المخاريط حين النضج بشكل غالب حيث تحمي البذور من العوامل الخارجية، وأحياناً تأخذ المظهر اللحمي الريان كما في الفصيلة السروية، وقد تأخذ ألواناً حمراء أو حمراء بنية.

تتفاوت قياسات المخاريط المؤنثة الناضجة بشكل كبير: فقد لايتجاوز طول المخروط في بعض أنواع الصنوبر والأروكاريا إلى بضعة سنتيمترات نجد أنه يصل إلى 50 سم في أنواع أخرى من الصنوبر ولا يتجاوز 1,5 سم في أحد أنواع *Larix*. والأغرب من ذلك أنه يصل إلى (2) سم في جنس السيكويا وهو أضخم أشجار المخروطيات التي يصل طولها إلى 100 م.

15-5-2-1 بنية المخروط المؤنث:

تتجلى البنية النموذجية للمخاريط المؤنثة في جنس الصنوبر *Pinus* والذي سنأخذه كمثال للدراسة:

يتألف مخروط الصنوبر من محور مركزي تتوضع عليه الحراشف الصغيرة (القنابات) العقيمة التي تحمل في قواعدها الحراشف البذرية الخصبة (أوراق بوغية كبيرة)، وتحمل كل ورقة بوغية كبيرة بويضتان تتوضعان على الوجه العلوي للورقة تتحولان فيما بعد إلى بذور (الشكل 13-15).



الشكل 13-15:
الصنوبر *Pinus sp*
A: منظر عام لمخروط مؤنث بعمر 6-7 أشهر .
B: جزء من مقطع طولي في المخروط السابق

ويلاحظ استقلال القنابة عن الورقة البوغية الكبيرة في معظم المخروطيات، وقد تلتحم مع بعضها عند بعض الاجناس كما في الفصيلة السروية، وفي حالات أخرى يلاحظ نمو متزايد للأوراق البوغية وإرجاع ملحوظ للقنابات التي تبدو كحراشف صغيرة على الوجه السفلي، ونادراً ما نجد العكس أي نمواً زائداً للقنابة العقيمة وإرجاعاً للحرشفة البذرية (الورقة البوغية) كما في جنس *Canninghamia* من الفصيلة السروية. ومع نضج المخروط يزداد حجمه ويصل إلى الحجم المثالي لدى تشكل البذور حيث تتخشب الأوراق البوغية الكبيرة وتعدّ كل ورقة بوغية (حسب رأي البعض) على أنها زهرة مستقلة، وبالتالي فإن المخروط المؤنث يمثل نورة أزهار وليس زهرة واحدة.

15-5-2-2 البويضة وبنيتها:

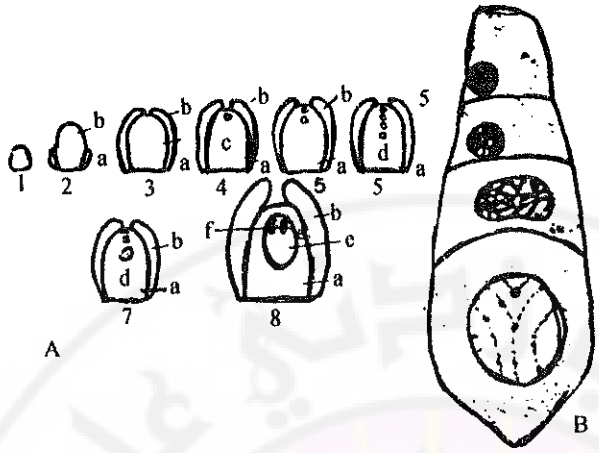
تقوم البويضة في المخروطيات مقام الكيس البوغي الكبير في السرخسيات. وقد تكون مستقيمة (إفرادية) كما في جنس التاكسوس *Taxus*، أو مقلوبة كما في جنس بودوكاربوس *Podocarpus* أو منحنية كما في أجناس أخرى.

يتحقق تشكل البويضات في جميع المخروطيات بطريقة واحدة تقريباً: وهكذا يبدأ ظهور تورم صغير على الورقة البوغية الكبيرة وهو بداءة النوسيل، وسرعان ما يظهر مسند

حلقي الشكل في قاعدة التورم وهو الذي سيعطي بداءة اللحافات (هي من النوسيل وليست من الورقة البوغية).

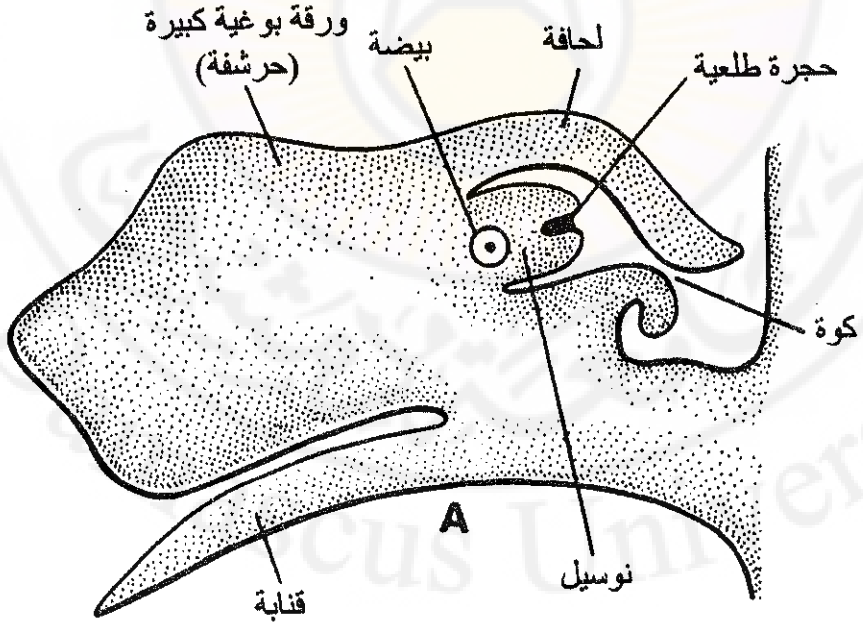
يتألف النوسيل في بداية الأمر من خلايا متجانسة (2n)، ثم تظهر عليه خلية ضخمة متمايزة تشكل الخلية الأم للبوغة الكبيرة تعاني هذه الخلية من الانقسام المنصف لتعطي أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (1n) تتوضع سلسلياً الواحدة فوق الاخرى تتضخم الخلية السفلى وتزول الخلايا الثلاث العليا ، ثم تبدأ الخلية المتضخمة بالانقسام الخيطي لتشكل الإندوسبيرم أو المشرة العروسية المؤنثة. في هذه المشرة تظهر كمية كبيرة من النوى دون حواجز ثم تظهر الحواجز تدريجياً ليتشكل نسيج الاندوسبيرم الذي يبدأ بالنمو ، وبعد ذلك يظهر في أعلاه رحمان واضحان (الشكل 14-15).

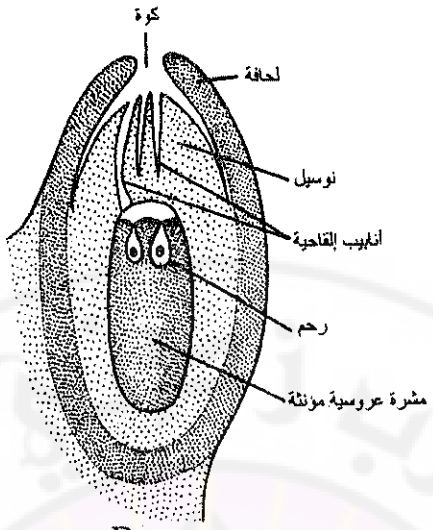
بذلك تتألف بويضة الصنوبر الناضجة من الأجزاء التالية : لحافة مكونة من ثلاث طبقات خارجية ومتوسطة متخشبة قاسية وداخلية رقيقة، وإلى الداخل يتوضع النسيج المغذي القديم الذي يعرف بالنوسيل، وتترك اللحافات في الأعلى ممراً ضيقاً تسمى الكوة Micropyle التي تسمح بمرور الأنبوب الطلعي. وبداخل النوسيل يلاحظ النسيج المغذي للجنين المقبل وهو الأندوسبيرم حيث تتوضع في أعلاه الأرحام (رحمان في الصنوبر) (الشكل 15-15). إن هذا العدد غير ثابت في أجناس المخروطيات فقد يصل إلى (25) رحم في الأروكاريا وإلى مئات (حتى 200 رحم) في السرويات(الشكل 15-16). وتبدو بنية الرحم بسيطة مقارنة مع أرحام السراخس. فقد لوحظ اختصار عدد خلايا الرقبة من (16) في التنوب إلى (2) خلية فقط في جنس Tsuga. ويحاط كل رحم (سواء كان منفصلاً أم جماعياً) بغلاف من الخلايا المتبدلة بأشكالها والتي تمتلك ثقوباً عديدة وتعبر من خلالها المواد الغذائية إلى الرحم من الاندوسبيرم.



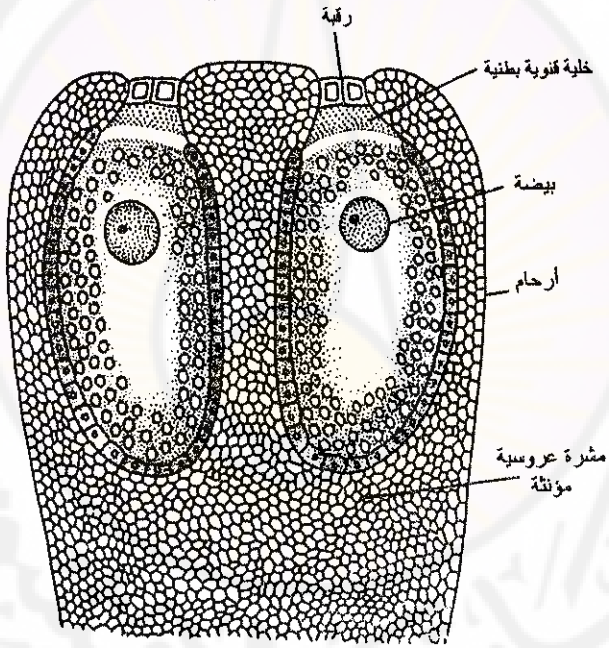
الشكل 14-15: الصنوبر *Pinus sp*

A: مخطط يوضح المراحل المتتالية لتشكل البويضة والمشرة العروسية المؤنثة (إندوسبيرم) في الصنوبر . a: نوسيل ، b: لحافة ، c: خلية مولدة للإندوسبيرم ، d: بوغة كبيرة ،e : إندوسبيرم f : رحم .B: رباعية الأبواغ الكبيرة في الصنوبر(زوال ثلاثة وبقاء واحدة تعطي الإندوسبيرم)





B



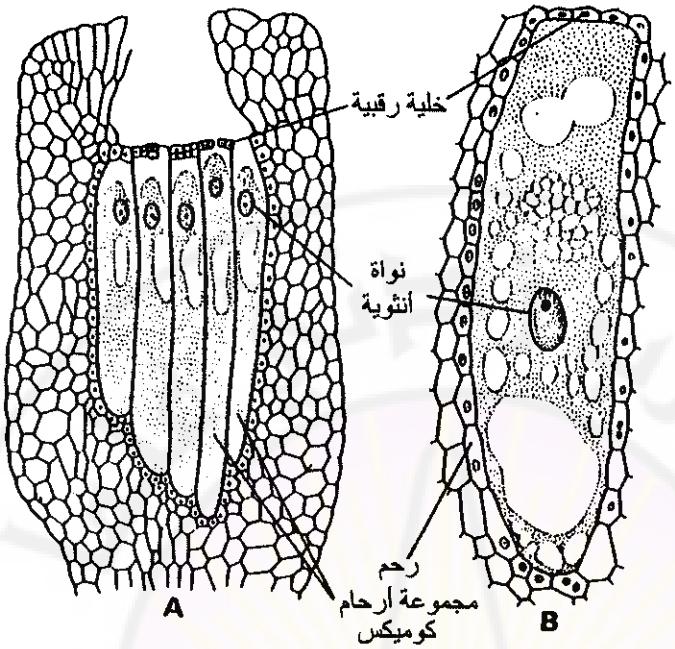
C

الشكل 15-15: الصنوبر *Pinus .sp*

A: مقطع طولي لجزء من مخروط مؤنث في الصنوبر(زهرة)

B: مقطع طولي لبويضة ناضجة في الصنوبر

C: مقطع طولي في الجزء العلوي لبويضة الصنوبر *P. silvestris*



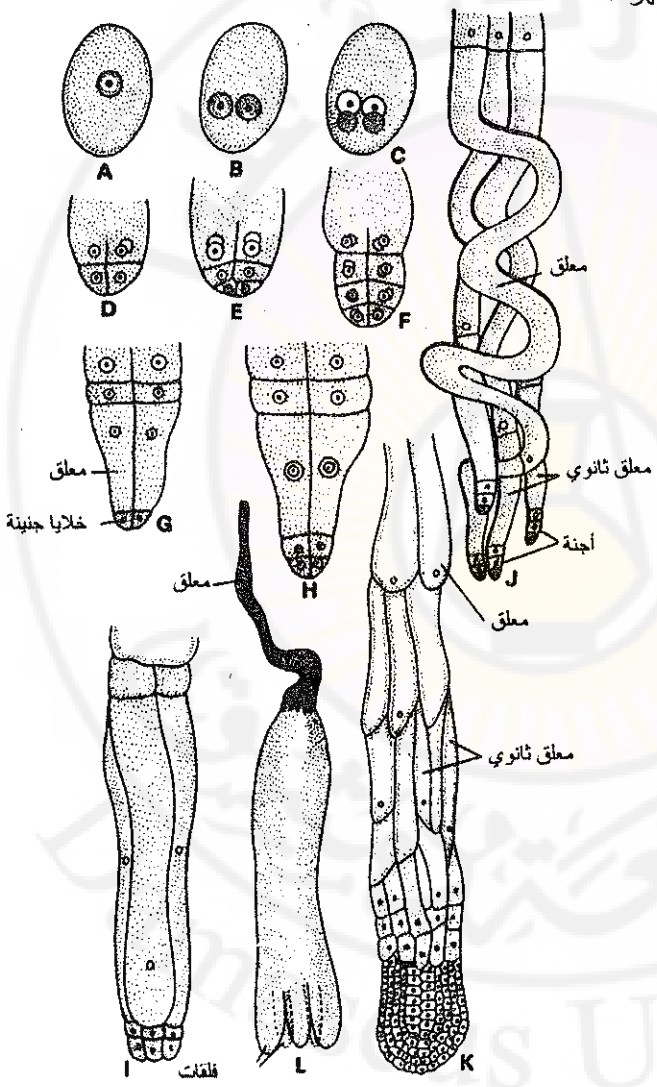
الشكل 16-15: جزء من مقطع طولي في قمة البويضة لنبات بودوكاربوس يوضح الاندوسبيرم و مجموعة كوميكس (الارحام)

15-5-3 الإلقاح وتشكل البذرة في المخروطيات:

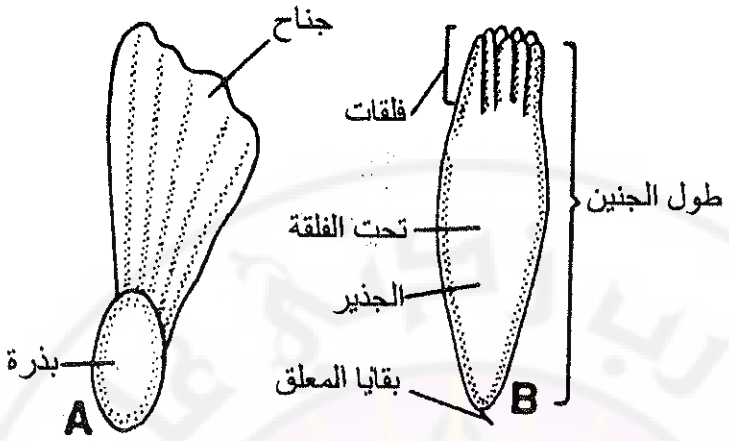
عند دخول حبة الطلع إلى البويضة عن طريق الكوة تبدأ بالإنتاش الثاني (كما ذكرنا) وهكذا يؤدي إلى جفاف السائل الموجود في الفراغ بين النوسيل والإندوسبيرم. ومع وصول الانبوب اللقاحي إلى عنق الرحم يلاحظ أن الخلايا (أو الخلية) القنوية الرقبية قد تلاشت وأصبح الرحم مفتوحاً ومهيأ لدخول النطفتين الساكنتين إليه. وهكذا تقوم إحدى النطفتين بإلقاح الخلية البيضية لأحد الرحمين، في حين تموت النطفة الثانية ويبقى الرحم الثاني دون إلقاح حيث يتلاشى أيضاً. وعلى مايبدو فإن النطاف تختلف في بعض المخروطيات بقياساتها وبنيتها، في هذه الحالة تفوز النطفة الأكبر حجماً بإلقاح الخلية البيضية.

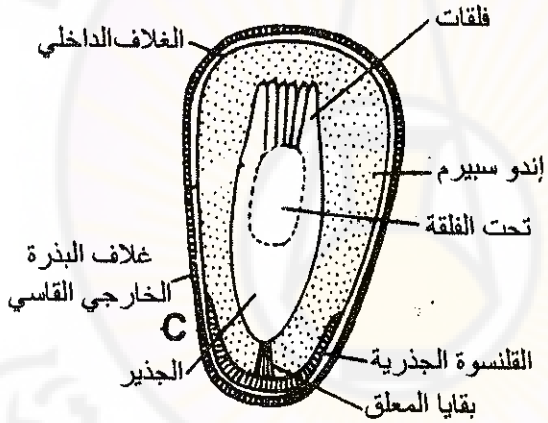
تشرع خلية البيضة الملقحة (2n) بالانقسام فور إنجاز عملية الإلقاح، وتتحقق سلسلة من الانقسامات المدروسة جيداً في الصنوبر والتي تسير على النحو التالي : تستقر البيضة الملقحة في قعر الرحم ثم تمر نواتها بانقسامين متتاليين لتعطي أربع نوى، ثم تعاني من انقسام ثالث لتعطي طابقين من الخلايا في كل منها أربع خلايا بعد ذلك تنقسم نوى خلايا الطابق السفلي (المكون من أربع خلايا) لتتشكل ثماني خلايا في طابقين أيضاً. وأخيراً تنقسم نوى خلايا الطايق السفلي ليتشكل أيضاً طابقين في كل منها أربع خلايا. وبالنتيجة تتشكل من البيضة الملقحة أربع طوابق في كل منها أربع خلايا (4x4=16 خلية) نتيجة لخمسة انقسامات ونكون أمام ما يسمى بطليعة الجنين (الشكل 17-15). وهكذا يتشكل الجنين من الخلايا الاربع العائدة للطابق السفلي فقط، وتتطاول خلايا الطابق الذي يعلوه لتشكل المعلق Susbenzer، وخلايا الطابق الذي فوقه تبقى دون تبدل، في حين تتخصص خلايا العلوي باعطاء الحجرة التي تعمل على نقل المواد الغذائية من الإندوسبيرم إلى الجنين باتجاه الأسفل. تتطاول خلايا المعلق بشدة وتدفع الجنين المتشكل إلى جميع طبقات الإندوسبيرم، حيث تنطلق الأنزيمات التي تذيب محتويات الإندوسبيرم لتؤمن الغذاء المناسب للجنين الناضج. وقد تلاحظ ظاهرة تعدد الاجنة في بعض أجناس المخروطيات كما في نماذج من الصنوبريات والتنوب *Abies* وغيرها، ومع ذلك فإن التشكل الكامل لايحصل إلا لجنين واحد، أما الأجنة الباقية فإنها سرعان ما تتوقف عن النمو وتموت. ويعود السبب في تعدد الأجنة إلى قيام أكثر من نطفة بإلقاح أكثر من رحم كما في أجناس *Araucaria Taxus Picea* وغيرها. يتألف الجنين الناضج من جذر بدائي وسويقة (منطقة تحت الفلقات)، وفلقات إضافة إلى المعلق الذي يبقى موجوداً في معظم المخروطيات. أما عدد الفلقات فيختلف من جنس لآخر: ففي الفصيلة الطقسوسية نجد فلقتين فقط، وفي الصنوبريات يتراوح عدد الفلقات من (15-3) وفي الاروكارية من (4-2) فلقة، وفي السروية من (6-2) فلقة وهكذا تختلف المخروطيات عن مغلفات البذور التي لا نجد فيها سوى فلقة واحدة أو فلقتين.

بعد اكتمال تشكل الجنين تتحول البويضة إلى بذرة. وهكذا تصبح اللحافات قاسية بشكل أو بآخر لتشكل الغلاف القاسي الخارجي للبذرة. أما النوسيل فإنه يتجعد ليصبح طبقة رقيقة تحيط بإندوسبيرم وهذا الأخير يحيط بالجنين الذي يعمل على تغذيته في أثناء إنتاش البذرة (الشكل 18-15). تلتحم البذرة المتشكلة بشدة مع الورقة البوغية الكبيرة في بعض الحالات، وتحاط في كثير من الاجناس بجناح شفاف طري يساعدها على الانتشار بواسطة الهواء.



الشكل 17-15: الصنوبر *Pinus .sp*
تشكل الجنين من البيضة الملقحة في الصنوبر





الشكل 18-15: الصنوبر *Pinus sp*

A: بذرة مجنحة

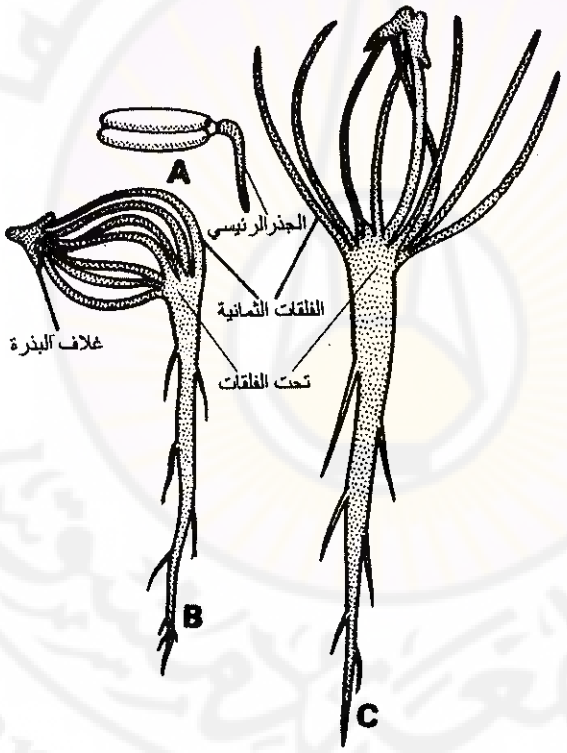
B: الجنين خارج البذرة

C: مقطع طولي في البذرة

Damascus University

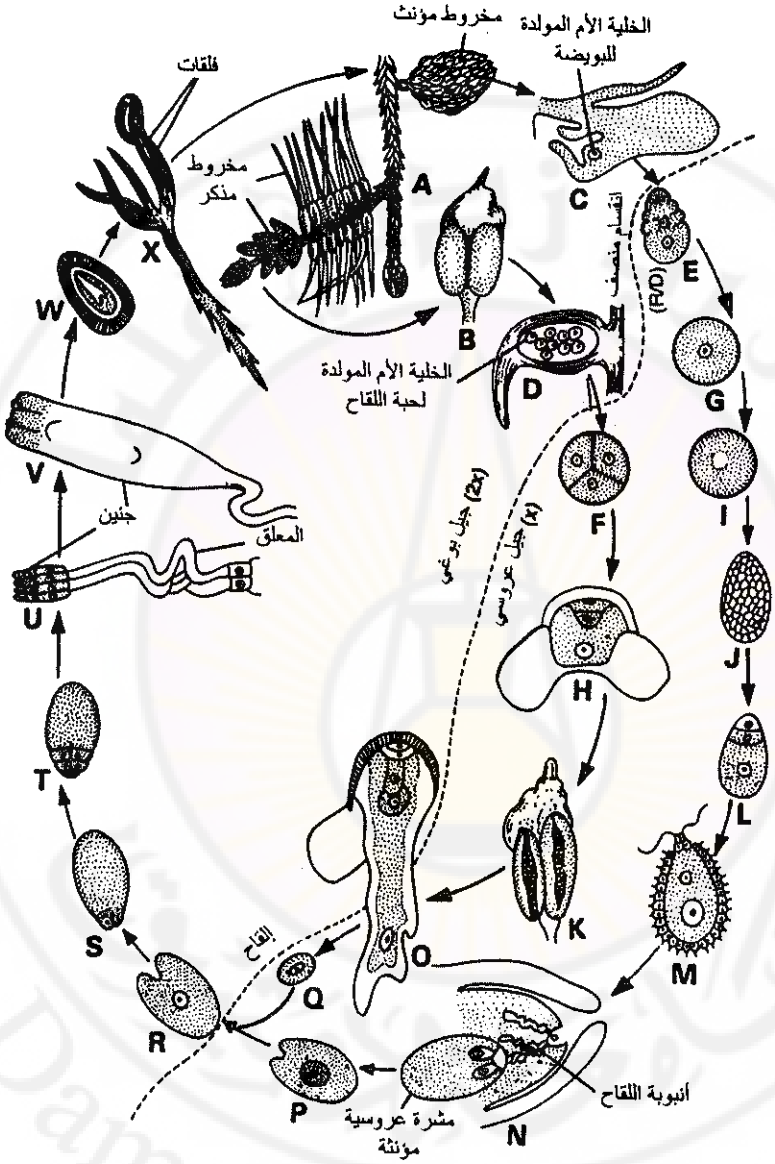
15-5-4 إنتاش البذور:

مع نضج البذور تتضخم المخاريط المؤنثة بشكل واضح وتتباعد أوراقها البوغية وتتناثر بذورها. إن بذور المخروطيات صغيرة الحجوم، لكنها تأخذ في بعض الأجناس قياسات كبيرة قد تصل إلى 15 سم طولاً (الصنوبرية و البودوكاربية والأروكارية). وبعد انقضاء فترة من السبات تدخل البذور بالإنتاش، حيث يظهر الجذر الرئيسي الاولي الذي سرعان ما تتشكل عليه الجذور الجانبية. أما الفلقات فإنها تبقى بعض الوقت داخل بذورها حيث تمتص من الإندوسبيرم المواد الغذائية اللازمة لها. بعد ذلك يتحرر السويق من قشرة البذرة ويخرج النبات الفتي الكامل (الشكل 19-15).



الشكل 19-15: إنتاش بذرة الصنوبر الصنوبري
Pinus pinea

وهكذا تنتهي حلقة حياة المخروطيات ممثلة بحلقة حياة الصنوبر الذي يتناوب فيها النباتين البوغي والعروسي (انظر الشكل 20-15).



الشكل 20-15: الصنوبر *Pinus sp*

حلقة الحياة

6-15 تصنيف المخروطيات Coneferophyta (الصنوبريات Pinophyta):

لقد اعتمد التصنيف الحديث للمخروطيات على المورثات وعلى جزيئة ال DNA الموجودة في الصانعات الخضراء، إضافة إلى المعايير التصنيفية المعروفة. وهكذا تضم شعبة المخروطيات صفاً واحداً Coniferppsida وخمس رتب معاصرة وتسع فصائل. وتتوزع الفصائل على ثلاث مجموعات وذلك كما يأتي: مجموعة تمثل الفصائل المستحاثية وتضم ثلاث فصائل، ومجموعة تمثل الفصائل من ذوات الأزهار المؤنثة المفردة وتضم فصيلتين، ومجموعة تمثل الفصائل من ذوات المخاريط المؤنثة وتضم أربع فصائل.

ملاحظة: تتوضع أعضاء التكاثر المؤنثة في أجناس وأنواع المجموعة الثانية بشكل أزهار مفردة دون تشكيلات مخروطية، وفي أنواع المجموعة الثالثة تتوضع أعضاء التكاثر المؤنثة في مخاريط منتظمة.

1-6-15 مجموعة الفصائل المستحاثية:

لقد امتد انتشار هذه الفصائل منذ الدور الفحمي (من الحقبة القديمة) وحتى قرب نهاية الدور الكريتاسي (من الحقبة المتوسطة) حيث انقرضت في هذه المرحلة. وتتمثل هذه المجموعة المنقرضة بثلاث فصائل قامت كل واحدة على أنقاض الأخرى (انظر الشكل 2-13).

وفيما يلي نتابع باختصار اهم مزايا هذه الفصائل الثلاثة:

1-1-6-15 فصيلة ليباشياسي Lebachiaceae:

عرفت ممثلاتها الأولى في توضعات الدور الفحمي الأعلى، وانتشرت بشدة في الدور البيرمي الأدنى وبخاصة في نصف الكرة الشمالي وبذلك عاشت فقط في الحقبة القديمة. كانت بشكل أشجار منتظمة قريبة بمظهرها إلى الأروكاريا من النوع *A. excels*، وبدا فيها النمو الثانوي نشيطاً بفضل عمل الكامبيوم. توضعت التزيينات

الهالية على جدران القصيبات، ولم تلاحظ آثار الأقنية الراتنجية، وقد حملت الفروع الساقية أوراقاً إبرية بطول نحو 2,5 سم.

يعتقد أن أنواع هذه الفصيلة من النموذج أحاديات المسكن، حيث لوحظت بقايا المخاريط الذكرية في نهايات الفروع (بشكل إفرادي)، وكذلك الحال بالنسبة للمخاريط المؤنثة التي بدت أكثر تعقيداً وبدت كأنماط طليعية لنماذج المخاريط المؤنثة الحالية الموجودة في الأجناس المعاصرة الراقية. من أكثر أجناس هذه الفصيلة انتشاراً ودراسةً هو جنس *Lebachia* حيث فيه أكثر من (14) نوعاً (الشكل 21-15).



الشكل 21-15: الجزء السفلي فروع الجنس المستحاثي لباشيا *Lebachia*
(لاحظ المخاريط المؤنثة القائمة والمخاريط المذكر المتهدلة أو السابلة)

15-6-1-2 فصيلة فولتسياسي Voltziaceae:

تدرس هذه الفصيلة باعتبار أنها امتداد تطوري لسابقتها، وتختلف عنها بوجود حراشف بذرية وقنابات عقيمة في مخاريطها المؤنثة. انتشرت في الدور البيرمي الأعلى وحتى الجوراسي الأدنى من الحقبة المتوسطة حيث انطفأت فيه.

لقد لوحظ إرجاع كبير في عدد الأوراق البوغية في الفروع الخصبة إلى درجة وجود أوراق بوغية كبيرة فقط في الأنواع الأكثر تعضياً. من أشهر أجناس هذه الفصيلة *Voltzia , Voltziopsis*.

15-6-1-3 فصيلة كيروليبيدياسي Cheirolepidiaceae:

تمثل هذه الفصيلة إمتداداً تطورياً لسابقتها أيضاً. بدت كأشجار مستحاثية ذات مظهر أشبه مايكون بالفصيلة السروية Cupressaceae. عاشت في الترياسي الأعلى وحتى الكريتاسي الأعلى حيث أنطفأت هناك وأعلنت نهاية المخروطيات المستحاثية التي شكلت حجر الأساس للمخروطيات المعاصرة.

بدت أجناس هذه الفصيلة بشكل فروع مغطاة بأوراق حرشفية حلزونية التوضع، واتصفت بوجود الأقنية الراتنجية. لقد ضم المخروط المذكر من (12-16) ورقة بوغية صغيرة وكل ورقة حملت من (10-12) كيس بوغي صغير كروي الشكل. واتصفت المخاريط المؤنثة بوجود الأوراق البوغية الكبيرة مع القنابات. من أشهر الأجناس *Cheirolepis , Drepanolepis*.

15-6-2 مجموعة رتب الاجناس غير المخروطية:

تنعدم المخاريط المؤنثة في أجناس هذه الرتب، وتضم رتبتين هما تاكسال وبودوكاربال.

15-6-2-1 رتبة Taxales:

عرفت البقايا المستحاثية لهذه الرتبة في الترياسي الأعلى، والأجناس المعاصرة فيها تتمثل في فصيلة واحدة هي Taxaceae (يرى بعض المصنفين وجود فصيلة ثانية فيها وهي Cephalotaxaceae، بينما يضع البعض أجناس هذه الفصيلة مع (فصيلة Taxaceae). جميع أجناس هذه الرتبة شجرية وبعضها شجيرية ، مخاريطها المذكرة متشابهه تتوضع في قواعد الأوراق، والأوراق المخروطية شعاعية التوضع،

وتنعدم المخاريط المؤنثة حيث تقتصر على ورقة بوغية كبيرة واحدة لحمية تتلون في أثناء نضج البذور والبويضة مرجعة إلى واحدة فقط.

يشير بعض الباحثين إلى تشابه أجناس هذه الرتبة مع المخروطيات المستحاثية البسيطة مثل الجنس *Lebachia* (ليبياشيا).

الفصيلة الطقسوسية Taxaceae :

إضافة إلى ماذكر في مزايا الرتبة تضم هذه الرتبة أربعة أجناس هي *Austrotaxus ,Taxus ,Tarreya Amenothotaxus*، إضافة إلى جنس وحيد (في حال اندماج الفصيلتين) وهو *Cephalotaxus* الذي يضم / 6 / أنواع منتشرة في اليابان وكوريا والهند. المخاريط المذكرة في السيفالوتاكسوس كروية الشكل تتوضع في مجموعات (11-6) في قواعد الاوراق الإعاشية لفروع السنة الفائتة. أما البويضات فإنها تتوضع في قواعد الأوراق الحرشفية، والمحمولة بدورها على فروع قديمة من العام الفائت (الشكل 22-15).

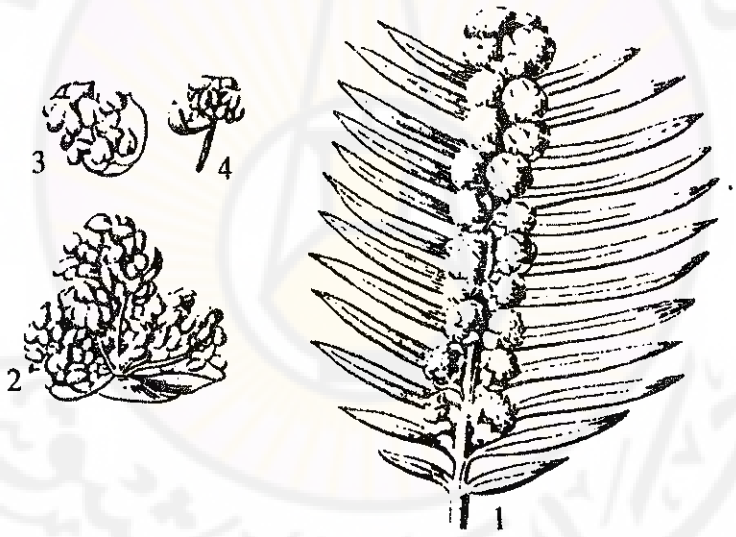
يعد جنس تاكسوس *Taxus* الاكثر انتشاراً ودراسة ويضم نحو(10) أنواع ويبدو كأشجار ضخمة لا سيما النوع *T. baccata* الذي يعيش مدة (3-2) آلاف سنة ويصل طوله إلى (20) م بقطر (1) م (الشكل 23-15) وهو نبات حدائقي أوراقه ضيقة مشرشرة. تتوضع مثنى مثنى، وخشبه يأخذ اللون الأحمر المصفر قاس جداً لا يصيبه العفن إلا بصعوبة لذلك يطلق على أشجار التاكسوس اسم "الاشجار غير المتعفنة" وهذا هو السبب الذي يزيد من أهميتها الاقتصادية لجودتها في صناعة الموبيليا وغيرها.

إن عملية قطع واستعمال الأخشاب سهلة وبذلك يمكن أن تصنع منها بعض الأشكال الهندسية والجمالية مثل الكرات والاهرامات والمكعبات وغيرها. إضافة إلى ذلك تستعمل أشجار التاكسوس في الزينة.

الأعضاء الجنسية:

نبات التاكسوس أحادي المسكن، تتشكل فروع المخاريط المذكرة فيه إلى جانب فروع الأبواغ الكبيرة على شجرة واحدة. وتلاحظ المخاريط المذكرة على السطح السفلي للفرع وكل مخروط يتألف من تجمعات متراصة من الأوراق البوغية الصغيرة الأبواغ الصغيرة (حبات الطلع) تخلو من الجيوب الهوائية التي تميز المخروطيات الراقية (صنوبر مثلاً)، أما المشرة العروسية المذكرة فهي مرجعة جداً تنعدم فيها الخلايا المشرية حيث تضم نواتين توالدية وإعاشية.

تحتل بويضة التاكسوس الإفرادية موضعاً علوياً على فرع قصير يلاحظ في قاعدة ورقة إبرية إعاشية، وفي أسفل البويضة تلاحظ بعض الأوراق الحرشفية ونادراً ما تتشكل بويضتان.



الشكل 22-15: الجنس سفالوتاكسوس *Cephalotaxus drupacea*

1- فرع مع مخاريط مذكرة

2- فرع مع بويضات مفردة (بدون مخروط)

3- تجمع بويضات مفردة (كل حرشفة تحمل بويضتين)

4-مقطع طولي في البذرة



الشكل 23-15: الجنس تاكسوس *Taxus*

1- فرع مع مخاريط مذكرة (يسار) وفرع يحمل بويضات حرة (وسط) وآخر يحمل بذور ناضجة (يمين).

2- بويضتان حرتان على حامل وبينهما نقطة النمو

3- جزء مؤنث مع بذرة علوية

4- جزء مؤنث مع بذرة ناضجة محاطة بقدح

5- مقطع طولي في البذرة

15-6-2-2 رتبة بودوكاربالس Podocarpales:

* الفصيلة البودوكاربية Podocarpaceae:

هي الفصيلة الوحيدة في هذه الرتبة، تتوزع بشكل رئيسي في المناطق البعيدة من خط الاستواء وبخاصة في نصف الكرة الجنوبي، تلاحظ في الجبال وتشكل الغابات الكبيرة هناك. وتكون أنواعها على شكل أشجار أو شجيرات تنعدم في جذوعها حلقات النمو السنوي من الخشب الثانوي (صعبة التمييز)، كما تنعدم الأقنية الراتنجية. من أجناسها البارزة بودوكاربوس *Podocarpus* إضافة إلى جنسين هما *Phyllocladus* و *Dacrydium*.

قد تتوضع المخاريط المذكرة في جنس بودوكاربوس بشكل هريرات كما في النوع *P. spicatus* ، أما الفروع المؤنثة فإنها تحمل بويضات حرة (دون مخاريط) وتحاط كل بويضة بحرشفة خصبة مختلفة الأشكال تسمى القدح (الشكل 24-15).



الشكل 24-15: الجنس بودوكاربوس *Podocarpus spicatus*

1- فرع مذكر يحمل هريرات لمخاريط مذكرة

2- فرع مؤنث يحمل بويضات حرة

ينمو داخل البويضة الإندوسبيرم ويتمايز فيه من (12-2) رحم، وللرحم عادة رقبة طويلة عديدة الخلايا (40-4 خلية)، أما الجنين المتشكل في البذرة فيتكون من فلقتين فقط.

15-6-3 مجموعة رتب الأجناس حاملة المخاريط المؤنثة:

تلاحظ المخاريط المؤنثة بأشكال وحجوم وتوضعات مختلفة في أجناس هذه الرتب، وتضم ثلاث رتب رئيسية وهي: أروكاريال، كوبريسال، بينال.

15-6-3-1 رتبة الأروكاريالس Araucariales:

عرفت هذه الرتبة من البيرمي المتأخر حيث عثر على بقاياها المستحاثية *Araucarites*، وتتمثل في أيامنا المعاصرة بفصيلة واحدة تضم جنسين ونحو (20) نوع معاصر.

*** الفصيلة الاروكارية : Araucariaceae:**

تضم هذه الفصيلة جنس *Araucaria* وجنس *Agathis* ونحو (20) نوعاً منتشراً في نصف الكرة الجنوبي. وهي عبارة عن أشجار باسقة تنمو بشكل مباشر أو مستقيم وينتج عنها كل عام "كتلة" من الفروع الضخمة.

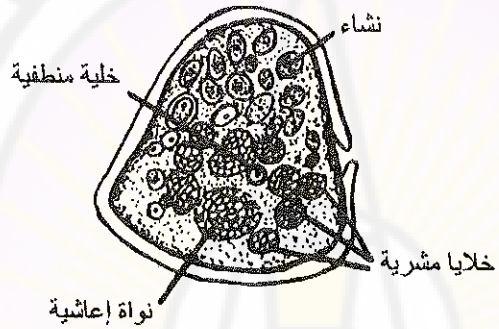
يتصف الاروكاريا بسلسلة من الصفات البدائية الخاصة بتشريح الساق، وهكذا ينمو البرنشيم المخي بشكل واضح، والأوعية الناقصة (القصيبات) العائدة للخشب الثانوي أطول من القصيبات الموجودة في أجناس المخروطيات على الإطلاق(تصل إلى 3 مم طولاً)، ويلاحظ اختفاء البرنشيم الخشبي والأقنية الراتنجية.

تبدو أوراق الاروكارياسي كبيرة نسبياً وعريضة تأخذ الشكل البيضوي، وقد تكون إبرية في بعض الحالات حيث تتوضع على الفروع بشكل كثيف ومتراص (أروكاريا)

أعضاء التكاثر:

نبات الاروكاريا ثنائي المسكن عادة ، والمخاريط المذكرة هي الأكثر ضخامة مقارنة مع أجناس المخروطيات (20-15 سم)، الأوراق البوغية للمخروط المذكر عديدة حلزونية التوضع تحمل على وجهها السفلي أعداداً كبيرة من أكياس البوغ (مأبر) بداخل الواحد أعداد كبيرة من حبات الطلع الخالية من الجيوب الهوائية.

بإنتاش حبة الطلع تتشكل من (25-15) خلية مشرية وهذه ميزة فارقة مقارنة مع باقي المخروطيات (الشكل 25-15).



الشكل 25-15: المشرة العروسية المذكرة (حبة الطلع المنتشة) في جنس الأروكاريا *Araucaria angustifolia* (لاحظ تعدد الخلايا المشرية).

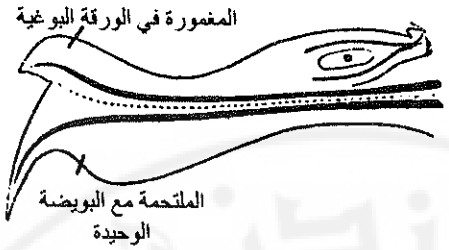
المخاريط المؤنثة ضخمة عريضة دائرية الشكل على الغالب يصل طول الواحد إلى 35 سم، وتفكك المخروط المؤنث لدى النضج (الشكل 26-15). من المزايا الفارقة عن باقي المخروطيات: التحام القنابة مع الأوراق البوغية الكبيرة، ووجود بويضة واحدة على السطح العلوي لكل ورقة بوغية من المخروط المؤنث (الشكل 27-15)، وتشكل أكثر من رحم داخل البويضة في الإندوسبيرم (من 15-5 رحم). أما خلايا رقبة الرحم فتتألف من خلايا عديدة تضم بداخلها عادة نحو(12) خلية قنوية رقبية تزول جميعها بوقت مبكر قبل الإلقاح. تبدو البويضة مغمورة في نسج الورقة البوغية الكبيرة، وتشكل هذه الورقة امتداداً من سطحها العلوي ما يسمى باللسينة.

يتصف جنس الأروكاريا بمظهر جفافي ومحبب للضوء يذكرنا بالصنوبر. يتصف نوع *A. columnaris* بوجود شكل اسطواني له سحنة نوع قديم بشكل عمود رشيق ممشوق (الشكل 28-15).

يضم جنس الأغاتس *Agathis* نحو (20) نوعاً منتشراً في فلوريدا واستراليا وزيلندة الجديدة. يتمثل هذا الجنس بأشجار باسقة (نحو 50 م) دائمة الخضرة، فروعها متجمعة وأوراقها ضخمة عريضة مسطحة يصل طول الواحدة إلى نحو (18) سم. المخاريط المذكرة صغيرة الحجم (4-6) سم، لكن المخاريط المؤنثة كبيرة كروية، البويضات حرة غير مغمورة في الورقة البوغية الكبيرة (الشكل 29-15).



الشكل 26-15: جنس الأروكاريا *Araucaria angustifolia*
1- مخروط مؤنث فتي
2- فرع مع مخروط مذكر
3- أوراق بوغية صغيرة
(أسدية مع الأكياس البوغية الصغيرة الماآبر)



الشكل 27-15: الورقة البوغية الكبيرة في الأروكاريا *Araucaria*



الشكل 28-15: المظهر العام لجنس الأروكاريا

نوع *A.colunaria*



الشكل 29-15: الأغاتس *Agathis*

1- فرع إعاشي، 2- مخروط مذكر، 3- سداة

15-6-3-2 رتبة كوبرسالس Cupressales:

تشير مستحاثات هذه الرتبة إلى انتشارها في الجوراسي الأدنى. وتضم هذه الرتبة فصيلتين هما: الطقسودية (هي الاقدم)، والسروية (هي الأحدث) وبخاصة أن البقايا المستحاثية لأنواع الطقسودية كان قد عثر عليها في الجوراسي، أما السروية فهي حديثة في بداية الكريتاسي.

* الفصيلة الطقسودية Taxodiaceae:

تشكل نباتات هذه الفصيلة أشجاراً مرتفعة ذات أوراق إبرية أو حرشفية بتوضع حلزوني، وغالباً متقاربة متراصة على محور الساق والفروع. الخشب يتصف إلى حلقات نمو واضحة ، وتنعدم الأقنية الراتنجية.

أعضاء التكاثر:

تبدو المخاريط المذكرة مفردة أومتجمعة، وحبات الطلع دون جيوب هوائية ولا تلاحظ الخلايا المشرية في المشرة العروسية المذكرة الناجمة عن إنتاش حبة الطلع، أما النطاف المتشكلة فهما خصبتان على الرغم من اختلاف حجميهما. المخاريط المؤنثة صغيرة مفردة تتوضع في نهايات الفروع، ويتألف الواحد من عدد من الاوراق البوغية الكبيرة مع البويضات.

الأجناس والتنوع:

تحتل الفصيلة الطقسودية مكاناً وسطاً (من الناحية التصنيفية) بين الفصيلة السروية والصنوبرية . تضم نحو (10) أجناس و (16) نوعاً، وخمس من أجناسها وحيدة النوع، والاجناس الباقية تضم من (3-2) نوع. أكثر الأجناس قوة هو السيكويا *Sequja* الذي يضم نوعاً واحداً هو*S. sempervirens*. يشكل هذا النوع غابات واسعة في أمريكا لدفء الطقس وندرة التجمد، ويصل طول الشجرة إلى (100) م وعرضها إلى (9) م وعمرها نحو (2500) سنة. وعلى الرغم من ضخامة شجرة السيكويا فإن مخاريطها المؤنثة لا تتجاوز (3) سم وهي كروية الشكل تتشكل في فصل واحد فقط (الشكل 30-15).



الشكل 30-15: فرع صغير من جنس السيكويا *S.sempervareus* يحمل مخاريط مذكرة ومخاريط مؤنثة

يتصف الجنس سيكويا دنرون *Sequadendron* بوجود نوع واحد أيضاً لكن طوله يتجاوز (100) م وعرض ساقه (10) م ويعيش فترة زمنية تتراوح من 3500-4000 سنة تقريباً، وبخاصة النوع *S. gigantum* (الشكل 31-15).



الشكل 31-15 : جزء تكاثري مؤنث (مخاريط مؤنثة في جنس سيكويا دندرون العملاق) *S.gigantum*

من الأجناس الأخرى نجد ميتاسيكويا *Metasequaja* (نوع واحد أيضاً) اكتشفه علماء الصين عام 1944، وعرفت بقاياه المستحاثية قبل هذا التاريخ في توضعات الحقب الحديث في اليابان. يشبه هذا النبات جنس السيكويا، لكنه يتصف عنه بفروعه الصغيرة الساقطة في الشتاء(الشكل 32-15).

ومن الأجناس متعددة الأنواع نصادف جنس تاكسوديوم *Taxodium* الذي يضم ثلاثة أنواع منتشرة في جنوبي أسيا الشرقية وأمريكا الشمالية والمكسيك (الشكل 33-15).

تتنوع أشكال المخاريط المذكرة والأوراق البوغية الصغيرة (الأسدية) في الفصيلة الطقسودية بشكل كبير ربطاً مع أجناسها وأنواعها وبشكل عام تتوضع المخاريط المذكرة بشكل عناقيد أو أفرع مستقلة يحمل الواحد منها العديد من المخاريط بينما تتوضع المخاريط المؤنثة إفرادياً في أماكن مختلفة من فروع الشجرة



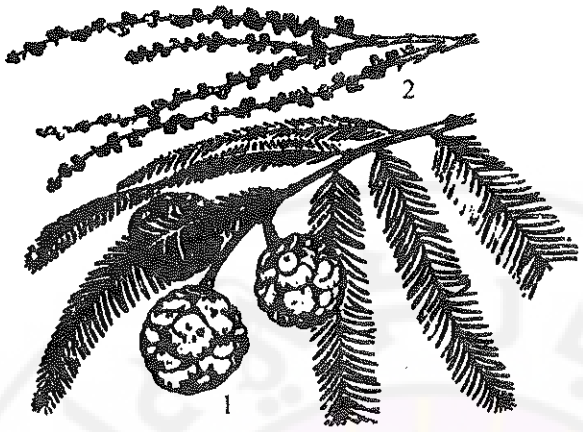
الشكل 32-15: الجنس ميتاسيكويا *M.glyptostroboides*

1- فرع يحمل مخاريط مؤنثة

2- مخاريط مؤنثة ناضجة

3- فرع مع مخاريط مذكرة بشكل هريرات

Damascus University



الشكل 33-15: جنس تاكسوديوم *T.distichum*

1- فرع مع مخاريط مؤنثة

2- فرع مع مخاريط مذكرة

*** الفصيلة السروية Cupressaceae:**

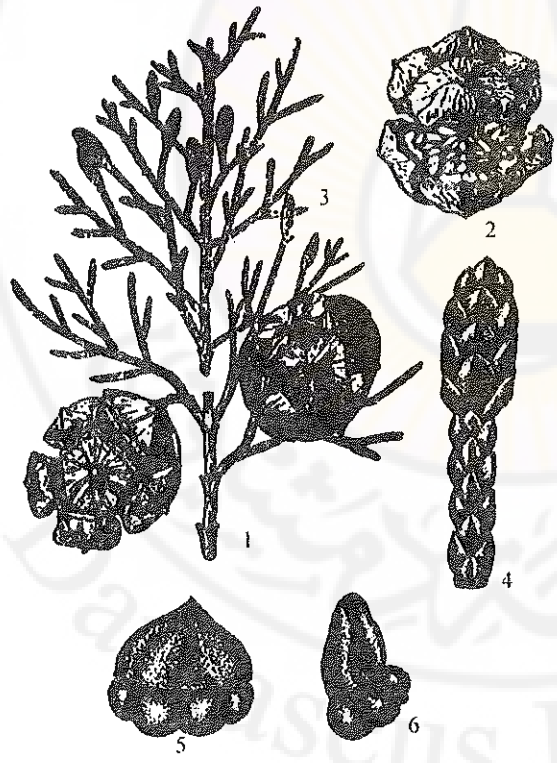
تضم هذه الفصيلة / 20 / جنساً ونحو 145-140 نوعاً منها ثلاثة أجناس تضم معظم التنوع مثل السرو (1 نوعاً) والعرعر (70 نوعاً)، وباقي الأجناس إما أن تكون وحيدة النوع أو أن تضم بضعة أنواع. معظم الأنواع أشجار مرتفعة وبعضها بهيئة شجيرات. المخاريط المذكرة ناعمة جد يبلغ طولها حوالي

1,5 مم تنمو على قمم الفروع، والأبواغ الصغيرة (حبات الطلع) دون جيوب هوائية مع غلاف خارجي رقيق وداخلي سميك أي بشكل معاكس لما هو معروف في حبات الطلع. المشرة العروسية المذكرة خالية من الخلايا المشرية .تشير المراجع التصنيفية الكثيرة إلى أن الفصيلة السروية تضم ثلاث تحت فصائل وهي:

- تحت الفصيلة السروية Cupressoideae:

من أشهر أجناسها السرو *Cupressus* تنتشر أنواعه في المناطق الدافئة من أوروبا وأسيا وأمريكا الشمالية وغيرها من أنحاء العالم. ويبدو بهيئة أشجار دائمة الخضرة ذات أشكال هرمية أو مترامية الأغصان. الأوراق حرشفية تتوضع الواحدة فوق الأخرى بشكل أسقف القرميد، لذلك تأخذ الفروع اللون الأخضر. المخاريط المذكرة إفرادية التوضع في قمم الفروع وحيدة نهائية، يملك الواحد منها من 3-2 مئبر أما المخاريط المؤنثة فهي كروية متخشبة متراصة الأوراق البوغية وتتباعد حين النضج فيتفتح المخروط وتنشط بذوره الصغيرة والعديدة (الورقة البوغية الواحدة تحمل أكثر من بويضة)، (الشكل 34-15).

إن أخشاب السرو طرية خفيفة سهلة الاستخدام لذلك تستعمل في صناعة الموبيليا والصناعات الأخرى.



الشكل 34-15: جنس السرو *Cupressus.sempervirens*

1- فرع مع مخاريط مؤنثة متخشبة

2- مخروط مؤنث متفتح مع بذور

3- فرع مع مخاريط مذكرة

4- شكل المخروط المذكر

5-6 أسدية (أوراق بوغية صغيرة)

- تحت الفصيلة التوجية Thujoideae:

من أهم أجناسها التويا *Thuja* الذي يضم (6) أنواع منها *T. occidentalis* (الشكل 35-15) وجنس الأرز النهري *Libocedrus* الذي يضم (9) أنواع في المناطق الاستوائية والمناطق المدارية. هذه الأنواع تشكل أشجاراً باسقة فروعها مسطحة أو رباعية الأطراف وأوراقها حرشفية. هذه النباتات (كما في السرو) أحادية المسكن تحمل الشجرة الواحدة المخاريط المذكرة والمؤنثة بآن واحد والمخاريط المؤنثة متخشبة لكنها قليلة المدقات (من 6-4 ورقة بوغية كبيرة).



الشكل 35-15: جنس تويا *Thuja occidentalis*

1- فرع إعاشي

2- مخروط مؤنث

- تحت الفصيلة العرعرية Juniperoideae :

نجد فيها الجنس الوحيد وهو العرعر *Juniperus* الذي يشمل نحو (70) نوعاً منتشراً بشكل رئيسي في نصف الكرة الشمالي، ومن أشهر أنواعه *J. communis* وهو نبات ثنائي المسكن. يحتل المخروط المذكر في قواعد الأوراق الأبرية الشكل

يملك الواحد منها أكثر من (4) أوراق بوغية صغيرة وأحياناً تصل إلى (3-2) بويضة فقط، وهو ريان لحمي المظهر أشبه ما يكون بالثمرة (الشكل 36-15).



الشكل 36-15: جنس العرعر *Juniperus communis*

1- فرع مع مخاريط مذكرة

2- فرع مع مخاريط مؤنثة

3- سداة مع مآبر ورقة بوغية صغيرة)

4- مخروط مؤنث لحمي (ريان)

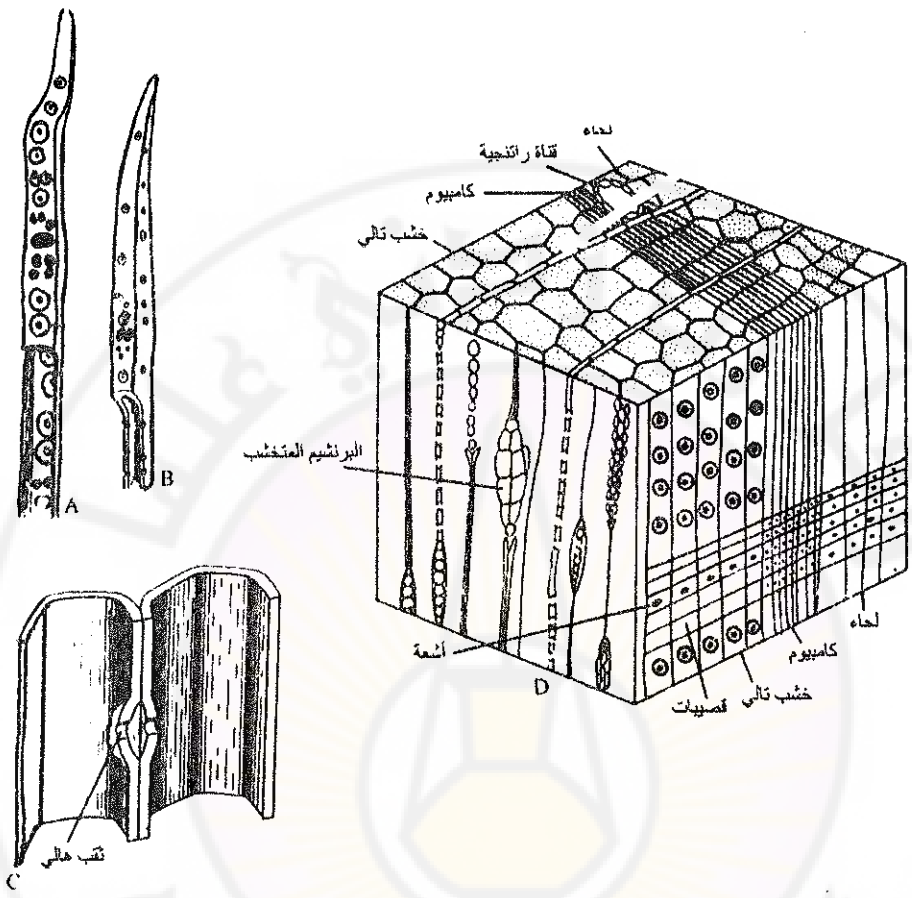
15-6-3-3 رتبة بينالس Pinales:

تشير المستحاثات إلى انتشار ممثلات هذه الرتبة في الترياسي، وتضم فصيلة واحدة فقط وهي الصنوبرية التي تنتشر بشدة في نصف الكرة الشمالي، وتزرع في كافة أنحاء العالم.

*** الفصيلة الصنوبرية Pinaceae:**

تنتمي إلى هذه الفصيلة النباتات الشجرية المتخشبة، ونادراً الشجيرات، دائمة الخضرة ماعدا جنسي *Larix* و *Pseudolarix* حيث تسقط أوراقهما في فصل الشتاء. تتصف الأوراق في معظم أجناس الصنوبرية بالشكل الأبري وأحياناً الشكل الصفيحي المسطح التي تتوضع بشكل حلزوني، وأحياناً تتوضع إفرادياً على الفروع الطويلة أو تتجمع حزمياً على الفروع القصيرة (لاريكس).

يشكل الخشب حلقات نمو سنوية واضحة، ويتألف من قصيبات مملوءة بالتزيينات الهالية الواضحة (الشكل 37-15) ومع النمو المتزايد للخشب الثانوي يضيق البرنشيم المخي حيث تصدر عنه الأشعة المخية، ويمتلئ بالأقنية المفرزة للراتنج. ويمكن متابعة توضع عناصر الخشب والاقنية الراتنجية في ساق الصنوبر من خلال المقاطع: العرضي ، الطولي الشعاعي، والطولي المماسي ، في (الشكل 38-13).



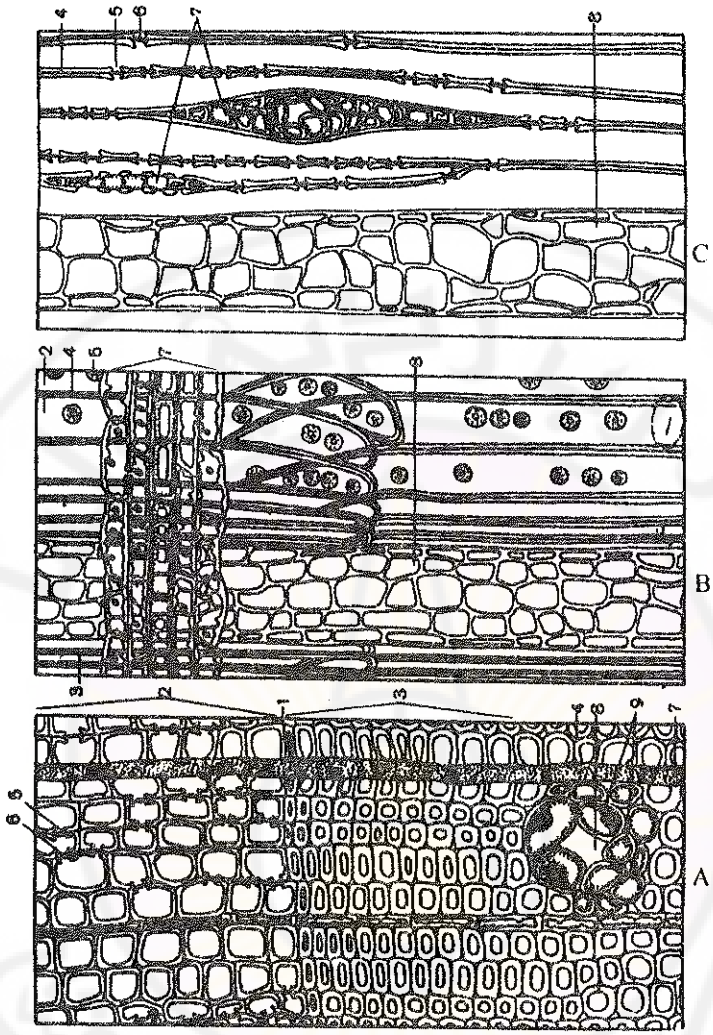
الشكل 37-15: عناصر الخشب في الصنوبر *Pinus*

A : من الخشب النامي تحمل على جدرانها التزيينات الهالية

B : قصيبة من الخشب غير النامي

C : قصيبتان متجاورتان ويلاحظ بين جداريهما التزيين الهالي

D : مخطط فراغي لثلاثة مقاطع (عرضية، شعاعية، مماسية) في خشب الصنوبر



الشكل 38-15: بنية الخشب في الصنوبر نوع ***P.cilvestris***

A : مقطع عرضي ، B : مقطع طولي شعاعي ، C : مقطع طولي مماسي

1- حدود الحلقات السنوية ، 2- قصيبات خشب الربيع المبكر) ، 3- قصيبات خشب الخريف (المتأخر) ، 4- جدار القصيبة ، 5- ثقب هالي، 6- فوهة ، 7- أشعة مخية خشبية ،8- قناة راتنجية ، 9- برنشيم حول الخلايا المفرزة في القناة .

أعضاء التكاثر المذكرة:

تتوضع المخاريط المذكرة على حامل المخاريط (من 10 – 20 مخروط)، ويحمل المخروط الواحد على محوره العديد من الأوراق البوغية الصغيرة التي تتجمع بشكل حلزوني، وكل ورقة تحمل على وجهها السفلي كيسين بوغيين يضم الواحد منها كمية كبيرة من حب الطلع. تبنى حبة الطلع من خلية ذات غلافيين: داخلي رقيق وخارجي يمتد ليشكل كيسين هوائيين في الصنوبريات ما عدا أجناس: *Larix* و *Pseudolarix* و *Tsuga* التي تنعدم الأكياس الهوائية في حبات طلعها. وبشكلٍ عام تتشابه بشكل قليل أو كثير الأوراق البوغية الصغيرة في معظم أجناس الفصيلة الصنوبرية، حيث تملك الواحدة منها سويقة قصيرة وتتوسع في أعلاها لتحمل الكيسين البوغيين (الشكل39-15).

أعضاء التكاثر المؤنثة:

تختلف أشكال المخاريط المؤنثة في أجناس الفصيلة الصنوبرية بشكل كبير ويصل طولها أحياناً إلى (1) سم، وأحياناً إلى (50) سم، وأحياناً متخشبة أو لحمية يتصف المخروط المؤنث ببنية معقدة، وهكذا تتوضع على محوره الأوراق البوغية الكبيرة بحيث تلاحظ في قاعدة كل ورقة قنابة حرشفية، وتحمل على وجهها العلوي بويضتان.

الإلقاح وتشكل البذرة:

يحدث التأبير في الربيع، وتنامي المشرات العروسية المذكرة والمؤنثة يحصل في الشهر التالي من التأبير وأحياناً خلال سنة (الصنوبر). أما نضج المخاريط المؤنثة في أجناس الصنوبريات فيتحقق بطرق مختلفة: إما خلال سنة أو بعد مرور سنتين أو ثلاث سنوات. بذور معظم الصنوبريات ناعمة وتحمل أجنحة تتشكل من غلاف البذرة وتساعدها على الطيران والانتشار بالهواء. ومع ذلك نصادف أحياناً البذور الكبيرة والضخمة ، والجنين متعدد الفلقات (من 18-2 فلقة).

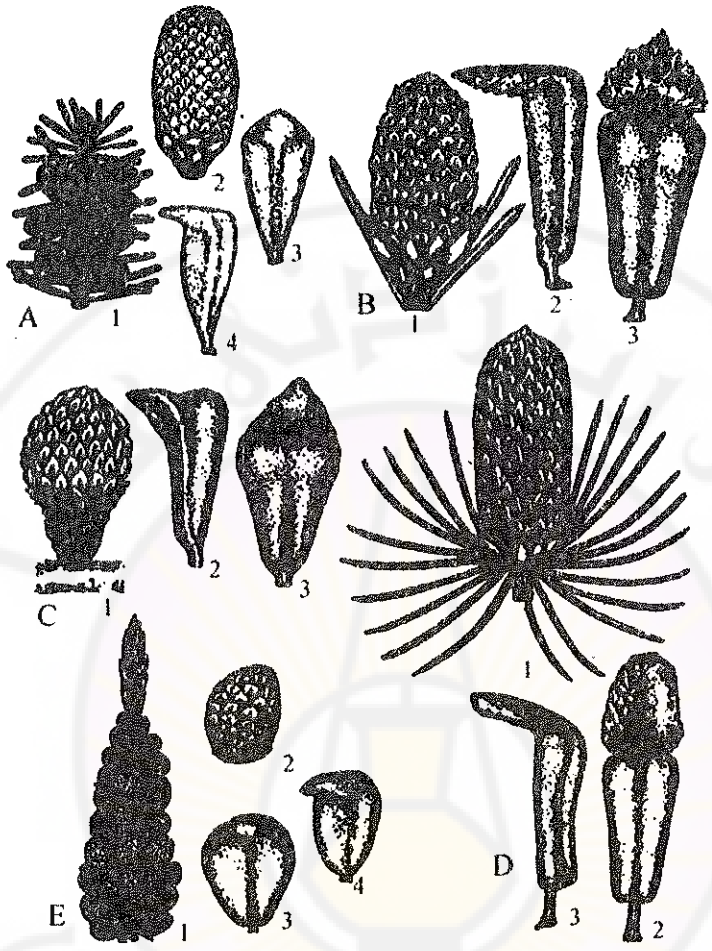
تتصفالفصيلة الصنوبرية بجودة أخشابها حيث تدخل في الصناعات المختلفة وفي تحضير الورق، كما تحوي معظم أجناسها على الراتنج والبلسم التي تعطي بتقطيرها التربنتين والمواد الأخرى القيمة.

توضع الفصيلة الصنوبرية في ثلاث تحت فصائل وهي:

- تحت الفصيلة التنوبية Abietoideae:

تضم هذه المجموعة الأجناس التي تتصف بوجود الفروع الطويلة فقط ، حيث تنعدم الفروع القصيرة فيها، ويلاحظ نضج المخاريط في العام الأو.

الأجناس فيها خمسة، جنسان يحمل كل منهما المخاريط المؤنثة بشكل قائم وهما *Abies* و *Kateleeria* وثلاثة أجناس يكون المخروط المؤنث في كل منها معلق أو مدلى وهي *Tsuga , Pseudotsuga , Picea*.



الشكل 39-15: مخاريط مذكرة وأوراق بوغية صغيرة في الفصيلة الصنوبرية Pinaceae

A : التنوب *Abies sp* : 1- مخاريط مذكرة على نهاية الفروع ، 2- مخروط مذكر مفرد ، 4-3 : ورقة بوغية صغيرة (سداة).

B : الشوح *Picea sp* : 1- مخروط مذكر ، 2-3 : ورقة بوغية صغيرة

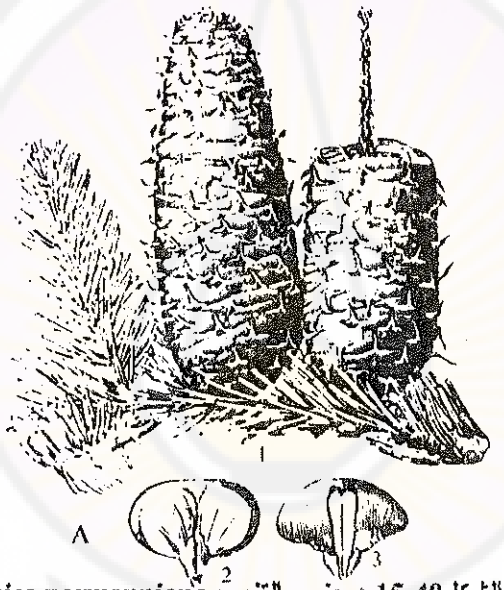
C : لاريكس *Laris sp* : 1- مخروط مذكر ، 2-3: ورقة بوغية صغيرة

D : الأرز *Cedrus sp* : 1- مخروط مذكر ، 2-3: ورقة بوغية صغيرة

E : الصنوبر *Pinus sp* : 1- تجمع مخاريط مذكرة ، 2- مخروط مذكر مفرد ، 3-4: ورقة بوغية صغيرة

جنس التنوب *Abies*:

أوراقه طرية مسطحة حلزونية التوضع أحادي المسكن يضم حوالي (40) نوعاً. المخاريط المذكرة بيضوية أو أسطوانية ذات أوراق بوغية صغيرة صفراء أو حمراء (الشكل 39-15)، أما المخاريط المؤنثة فهي متطاولة بارزة عمودياً. القنابات العقيمة الموجودة في قاعدة الأوراق البوغية الكبيرة طويلة (أحياناً أطول من الأوراق البوغية) ونادراًما تكون أقصر منها. تسقط البذور فور نضجها مع الأوراق البوغية الحاملة لها في حين يبقى محور المخروط لمدة طويلة على الشجرة (الشكل 40-15).



الشكل40-15 : جنس التنوب ***Abies normanniana***

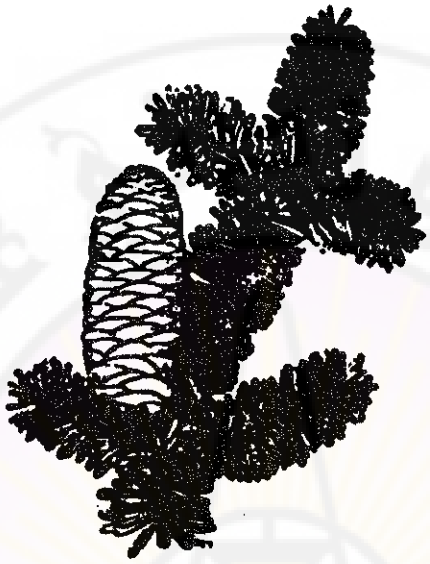
1-فرع مع مخروط مؤنث ناضج

2- ورقة بوغية كبيرة (وجه بطني)

3- ورقة بوغية كبيرة (وجه ظهري)

(لاحظ القنابة)

تنتشر غالبية الأنواع في نصف الكرة الشمالي وبخاصة في المناطق الجبلية ويعد من الأشجار المقاومة للبرودة بشكل كبير وهذا ما نشاهده في التنوب السيبيري *A. sibirica* (الشكل 41-15).



الشكل 41-15: جنس
التنوب السيبيري *Abies sibirica*
(لاحظ المخروط المؤنث)

جنس الشوح *Picea*:

يضم هذا الجنس نحو (45) نوعاً وينتشر بكثرة في أوربا الشمالية وأسيا الشرقية وأمريكا الشمالية. ومن أشهر أنواع الشوح العادي *P. exelsa* و *P. abies* . تتوضع أوراق الشوح بشكل حلزوني، تبدو قشور الأشجار الفتية ملساء رمادية وتصبح جذوع الأشجار المعمرة بنية اللون، ويعد من النباتات المعمرة حيث يصل عمر الأشجار إلى 500-300 سنة.

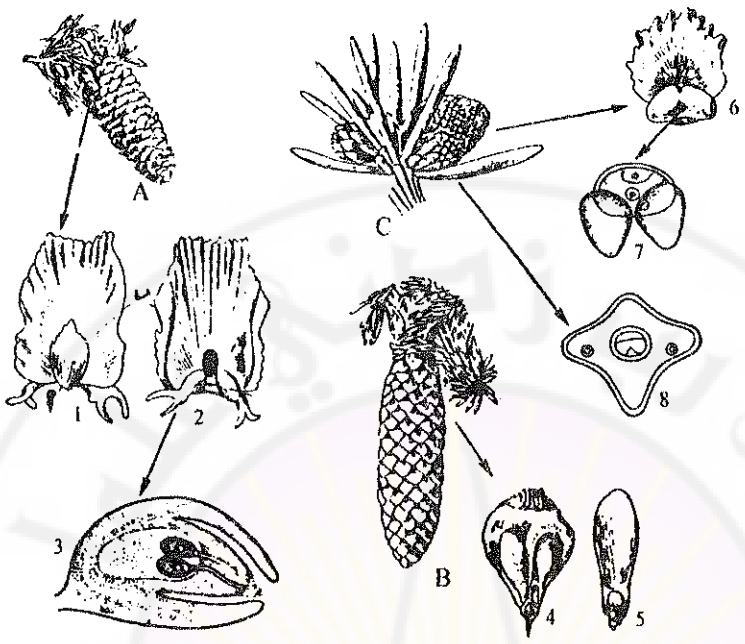
تنمو المخاريط المذكرة على فروع السنة الفائتة وتبدو بلون أصفر أو أسمر ولحبة الطلع كيسان هوائيان (الشكل 42-15).



الشكل 42-15: جنس الشوح *Picea excelsa*

1- فرع مع مخروط مؤنث فتي ومخاريط مذكرة ، 2- مخروط مؤنث ناضج .

أما المخاريط المؤنثة الفتية فتتوضع في نهايات الفروع القديمة العائدة للسنوات الماضية وتأخذ اللون الأحمر البنفسجي أو المخض. وتبدو المخاريط الناضجة مدلاة حيث تنضج في وقت متأخر في خريف العام الأول. مع نضج المخاريط المؤنثة تسقط البذور منها وتنتشر بالطيران، أما البادرة الناجمة عن الإنتاش فتتكون من (4-14) فلقة (الشكل 43-15).



الشكل 43-15: جنس الشوح *Picea abies*

A: مخروط مؤنث فتي: 1- ورقة بوغية كبيرة (وجه ظهري) لاحظ القنابة ، 2- ورقة بوغية كبيرة (وجه بطني) ، 3- مقطع طولي في البويضة

B : مخروط مؤنث ناضج : 4- ورقة بوغية مع البويضتين ، 5- بذرة مع الجناح

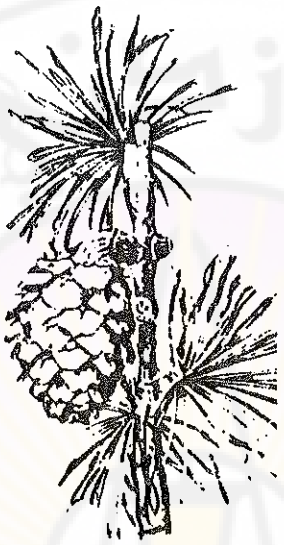
C : مخروط مذكر : 6 – ورقة بوغية صغيرة (سداة) مع الأكياس البوغية 7- حبة الطلع المجنحة ، 8- مخطط لمقطع عرضي في الورقة

- تحت الفصيلة اللاريكية Laricoideae:

تتصف أجناس هذه المجموعة بوجود الفروع الطويلة والقصير معاً، وعلى الفروع الطويلة العائدة للعام الأول تنمو أوراق خضراء مبعثرة، تتشكل في قواعدها الفروع القصيرة حاملةً البراعم الجديدة والأوراق الحزمية. تضم هذه المجموعة ثلاثة أجناس رئيسية وهي:

جنس لاريكس *Larix*:

يضم نحو (10-20) نوعاً، ينمو في الجبال والسهول ليشكل غابات واسعة الانتشار لاسيما في أوروبا وأمريكا الشمالية. وهو من النباتات المحبة للضوء، يميل خشبه إلى اللون الأحمر وهو غني بالراتنج يستعمل في الصناعات المختلفة (الشكل 15-44).



الشكل 44-15: جنس لاريكس *L.decidua*
يوضح فرع مع مخروط مؤنث وفرع قصير
يحمل حزمة من الأوراق الساقطة

جنس الأرز *Cedrus*:

يضم نحو (4) أنواع ينتشر في الهملايا وفي حوض البحر الأبيض المتوسط. أشجاره مرتفعة تصل إلى (50) م وهي دائمة الخضرة. يعد خشب الأرز من الأخشاب الصلبة والثمينة يستفاد منها في صناعة الموبيليا والأدوات المختلفة (الشكل 45-15).

جنس *pseudolarix*:

يضم نوعاً واحداً فقط هو *p.kaempferi* يعيش في الجبال المرتفعة التي تتجاوز الـ 900-1200 عن سطح الأرض، ويصل طول الشجرة إلى (40) م وطول أوراقها نحو (80) مم.



الشكل 45-15: جنس الأرز *C.deodara*

1- فرع يحمل مخروط مؤنث ومخاريط مذكرة

2- أوراق بوغية صغيرة

3- ورقة بوغية كبيرة مع بوضات

تحت الفصيلة الصنوبرية Pinoideae (pineae):

تضم نباتات ذات فروع طويلة وقصيرة معاً أيضاً، وتتنوع فيها الأوراق بأشكلها وقياساتها. وعلى الفروع الطويلة تتوضع أوراق حرشفية صغيرة فقط، وفي آباطها يتوضع الفرع القصير حامل الأوراق البرية المميزة لهذه الفصيلة، والتي تتوضع بشكل كتلي من (2-5) ورقة.

في هذه المجموعة جنس وحيد فقط وهو الصنوبر *Pinus*. يضم هذا الجنس نحو (100) نوع منتشر في المناطق المعتدلة في نصف الكرة الشمالي إضافةً إلى وجوده في جبال المناطق تحت الاستواء، ويشكل غابات صنوبرية كثيفة أو مختلطاً مع أشجارأخرى . الصنوبر من النباتات دائمة الخضرة، أشجاره هرمية الشكل في مرحلة النمو الأولى ثم تأخذ الأشكال المستديرة أو المظلية لدى هرم الشجرة.

أخشاب الصنوبر مملوءة بالأقنية الراتنجية ، أوراقه رفيعة أبرية تعيش من (3-6) سنوات.

تتراص المخاريط المذكرة على فروع خاصة (لاسيما القديمة)، وتتوضع المخاريط المؤنثة في قمة فروع العام الماضي إما في نهايات الفروع أو على أطرافها، وقد تكون منفردة أو متجمعة (2-3).

يستفاد الصنوبر في الاستعمالات المختلفة مثل الأثاث والصناعات الأخرى إضافةً إلى استخدام المواد الراتنجية في مجالات عديدة.


وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل السادس عشر

شعبة الغنيتات Gnetophyta

إن التاريخ الجيولوجي لهذه الشعبة غير معروف تماماً نظراً لعدم وجود مستحاثات تشير إلى أجناسها المنقرضة، ومع ذلك فقد لوحظت توضعات لحبات الطلع العائدة لجنس الإفدرا في توضعات الثلاثي في أوروبا. وبشكل عام لم تظهر أجناس هذه الشعبة إلا في الحقبة الحديثة (أنظر الشكل 2-13).

تشتهر ممثلات هذه الشعبة بمزايا تختلف بها عن باقي أنواع عريانات البذور من أهمها:

1- وجود غطاء "كم" يحيط بأعضاء التكاثر المذكرة (الأسدية) والمؤنثة (البويضات) ولذلك تسمى هذه الشعبة عند بعض المصنفين بشعبة ذوات الأكمام Chlamydospermatophyta.

2- نلاحظ إرجاعاً كبيراً للنبات (المشرة) العروسي المؤنث إلى درجة انعدام الرحم في أجناسها (ماعدا الإفدرا).

3- نلاحظ إرجاعاً ملموساً للنبات العروسي المذكر لدى إنتاش حبة الطلع.

4- تضم أجناس هذه الشعبة أوعية خشبية ناقلة كاملة (قصبات) Trachaes.

5- تتصف بويضات جميع أجناسها بامتداد اللحافة الداخلية نحو الأعلى ليرتفع فوق البويضة بشكل أنبوب يلتقط حبات الطلع (بدلاً من الكوة) وبشكل الأنبوب الكوي.

إن هذه الصفات الموجودة عند أجناسها الثلاثة وهي الأفدرا والغنيتوم والفلفيتشيا، تشكل سمة بارزة مشتركة تختص بها أفرادهذه الشعبة وتجعلها أقرب إلى مغلفات البذور منها إلى عريانات البذور، لذلك يعدها البعض (صلة الوصل) بين هاتين الشعبتين من البذريات.

في هذه الشعبة صف واحد هو Gnetopsida، وثلاث رتب وهي:
الإفدرالس– الفلفيتشيالس– الغنيتالس، وتضم كل رتبة جنساً واحداً، وأكثر الأجناس تنوعاً هو الإفدرا، في حين يضم الفلفتشيا نوعاً واحداً فقط. والملاحظ أن الأجناس الثلاثة لاتتشابه فيما بينها على الإطلاق وتختلف عن بعضها بمظهرها العام اختلافاً جذرياً.

ومازالت علاقات القرابة وطرق المنشأ بين هذه الرتب الثلاثة غير واضحة تماماً، ومع ذلك أوجد الباحث تاختاجيان عام 1956 علاقة بين أفراد شعبة الغنيتوم (المعاصرة) ونباتات رتبة Bennettiales المنقرضة والأكثر بدائية، ومن المحتمل أن أجناس شعبة الغنيتوم ما هي إلا امتداد لممثلات رتبة البنيتتالس.

ملاحظة: تشير التصانيف الحديثة المعتمدة على التحليل المورثي أن للشعبة ثلاث صفوف هي : إفدروبسيدا، غنيتوبسيدا، فلفيشيوبسيدا، ولكل منها رتبة واحدة وفصيلة واحدة وجنس واحد.

1-16 رتبة إفدرالس Ephedrales:

تضم هذه الرتبة فصيلة واحدة Ephedraceae وجنس واحد فقط هو الإفدرا *Ephedra* ونحو / 40 / نوعاً منتشراً في السهول الجافة والمناطق الصحراوية من البحر الأبيض المتوسط.

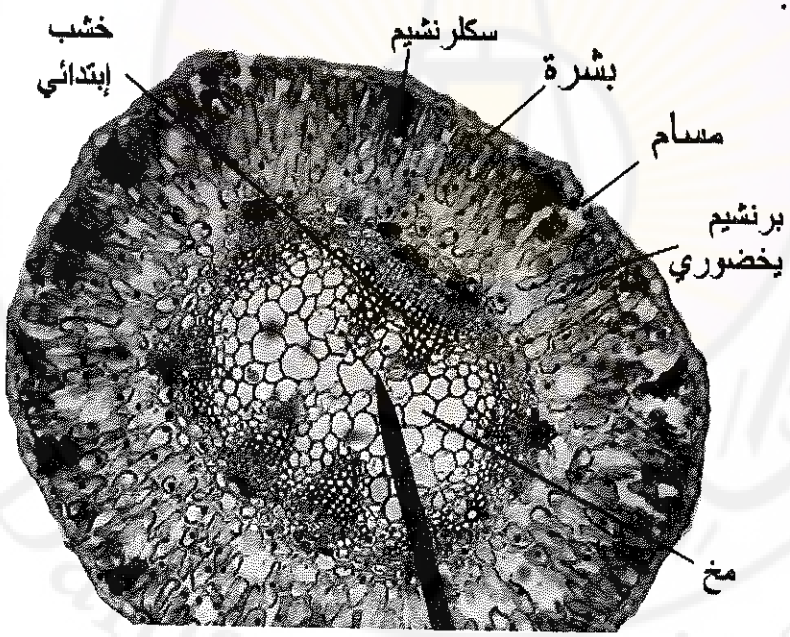
يشبه الإفدرا بمظهره العام ذنب الخيل *Equisetum* أو نبات الكازورينا *Casuarina* (من مغلفات البذور). يصل طول بعض أنواعه إلى (8) أمتار. يشكل سوقاً رئدية Stolon متحورة تحت التراب تساعد على تماسك رمال الصحراء، وقد نجد بعض الأنواع الصغيرة والمتفرعة. الساق أخضر اللون يقوم بوظيفة التركيب الضوئي ويحمل عقدوسلاميات مملوءة، وتصدر عن العقد أوراقاً مرجعة صغيرة (ورقتان متقابلتان في كل عقدة)، أو كتل من الأوراق في بعض الأنواع (من 4-3 ورقة)، هذه الأوراق سرعان ماتفقد يخضورها وتصبح سمراء حيث تسقط الأوراق ولا تقوم بالتركيب الضوئي.

16-1-1 تشريح الساق:

تشير الدراسة التشريحية للمقطع العرضي في سلامية ساق فتي للإفدرا إلى وجود بشرة محملة بالمسامات المغمورة تحت الثلم وتظهر على المقطع الأعراف التي تتوضع تحتها الألياف السكلرانشيمية والأثلام التي تجاور النسج البرانشيمية اليخضورية. أما الحزم الناقلة فتتوزع بشكل حلقة في وسط البرانشيم القشري اليخضوري الذي يشكل النسيج الحشوي للساق.

وفي مركز الساق يلاحظ المخ المملوء غالباً بمادة الإفدرين Ephedrin (الشكل1-16).

مع النمو العرضي للساق يظهر الكامبيوم الحزمي بين الخشب واللحاء الابتدائيين، ثم لايلبث أن يشكل حلقة كاملة من الكامبيوم إثر ظهوره بين الحزم حيث يبدأ بإعطاء حلقات متتالية من الخشب واللحاء الثانويين التي تعبر عن عدد سنوات النمو . ومع استمرار النمو يتخلل الخشب الثانوي أشعة عريضة برنشيمية هي الأشعة المخية.



الشكل 1-16: مقطع عرضي في سلامية ساق الإفدرا *Ephedra*

2-1-16 أعضاء التكاثر:

الإفدرا نبات ثنائي المسكن حيث تتشكل الأزهار (المخاريط) المذكرة على نبات والأزهار (المخاريط) المؤنثة على نبات آخر، وغالباً ما تتوضع في نهاية سوق قصيرة تنشأ من إبط الأوراق الحرشفية الصغيرة. ويتألف المخروط التكاثري من محور متوقف عن النمو الطولي ، يحمل قنابات متقابلة تشبه الأوراق.

1-2-1-16 الأعضاء المذكرة وإنتاش حبة الطلع:

المخاريط المذكرة: تتشكل المخاريط المذكرة على النبات المذكر في شهر نيسان بهيئة تجمعات صفراء، حيث تتوضع في مناطق العقد من (4-2) مخروط محمول على فرع رفيع. يضم محور المخروط الواحد من (8-2) أشفاع من الأوراق الحرشفية:السفلية (من 2-1) عقيمة، والعلوية خصبة تحمل الأسدية (من 8-2 سداة). يتألف المئبر في السداة (الكيس البوغي الصغير Microsporangium)) من مسكنيين طلعيين وأحياناً من 4-3 مساكن. تحاط قاعدة السداة (ورقة بوغية صغيرة) بورقتين حرشفيتين تشكلان "كم الزهرة"(الشكل 2-16).

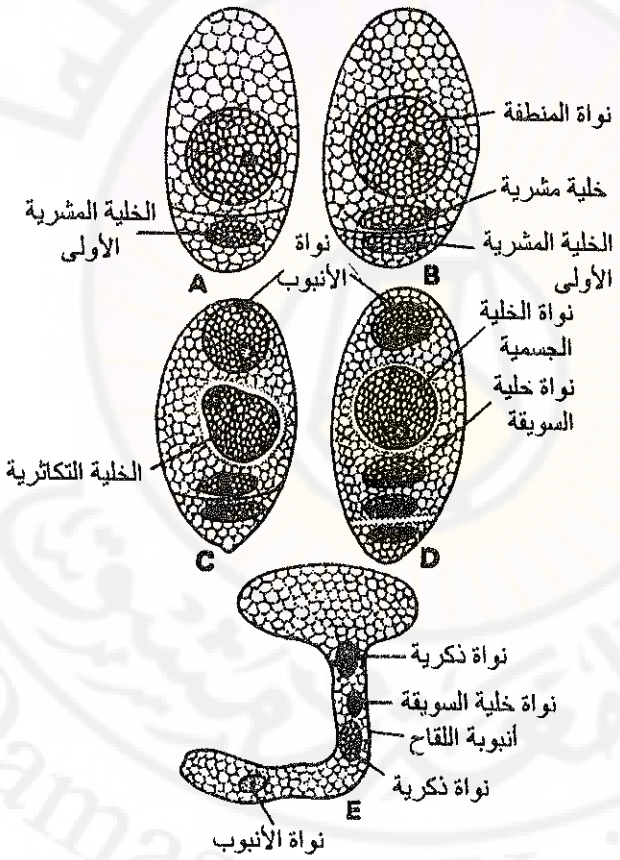


الشكل 2-16: الإزهرار المذكر في الإفدرا *Ephedra*

1- فرع مع إزهرار (مخاريط) مذكرة . 2- تجمع الأسدية في نوع *E.altissima* 3- سداة مفردة محاطة بكم (a)

إنتاش حبة الطلع:

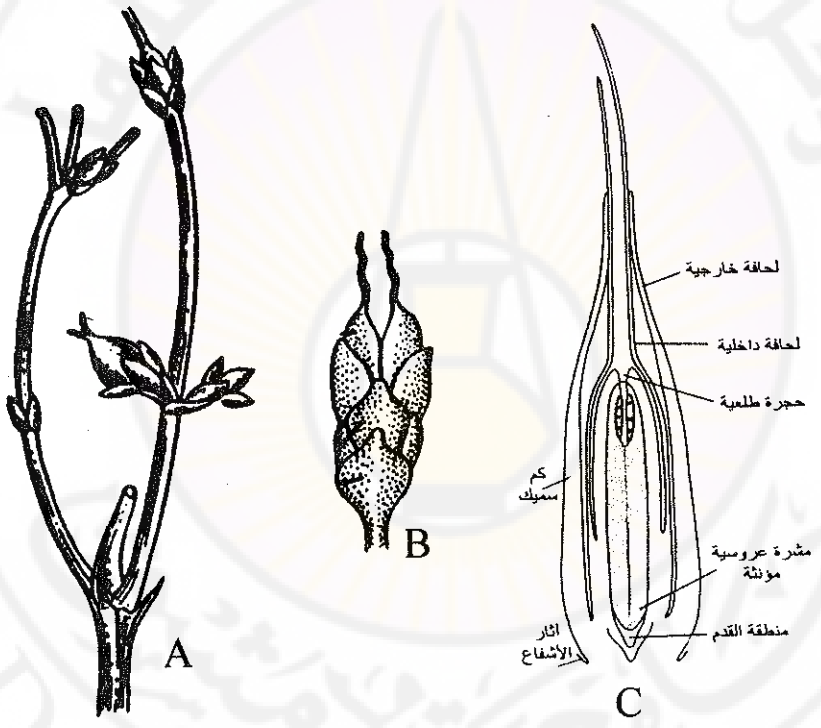
تتشكل في المئبر كميات كبيرة من حب الطلع (أبواغ صغيرة)، ومعظم هذه الحبات ينتش داخل المئبر حيث تعطي الواحدة منها بانقسامها الأول خلية مشرية صغيرة وخلية أخرى منقسمة لا تلبث أن تعطي بإنقسامها الثاني خلية مشرية ثانية دون ان تتشكل الحواجز فيما بينها (2 خلية مشرية + نواة). وبانقسام النواة المتبقية تتشكل الخلية الإعاشية (خلية الأنبوب الطلعي) وخلية منطفية، وهذه الأخيرة تنقسم بعد أن تتجمع حولها السيتوبلاسما لتعطي خلية نطفية وخلية السويقة أو قدم المنطفة (الشكل 3-16). تنتقل حبة الطلع المنتشة بالهواء أو بالحشرات إلى البويضة لتعمل على إلقاحها



الشكل 3-16: إنتاش حبة الطلع في الإفدرا *Ephedra*

16-1-2-2 الأعضاء المؤنثة:

تتشكل المخاريط المؤنثة في قواعد الأوراق العليا للفروع الفتية، وتتوضع أشفاع الأوراق العقيمة في قاعدة المخروط، بينما ينتهي المخروط ببويضة واحدة (كيس بوغي كبير) تحاط بغلافين "كم الزهرة"، حيث يبدو الغلاف الخارجي أكثر سماكة ويتكون من ورقتين درنيتين ملتحمتين بجزئيهما السفلي. تحاط البويضة باللحافة وهي التي تشكل الغلاف الداخلي، حيث تتطاول في الأعلى لتشكل الأنبوب الكوي الذي تنحصر وظيفته بالتقاط حبات الطلع (الشكل 4-16).



الشكل 4-16: الأعضاء المؤنثة في جنس الإفدرا *Ephedra*

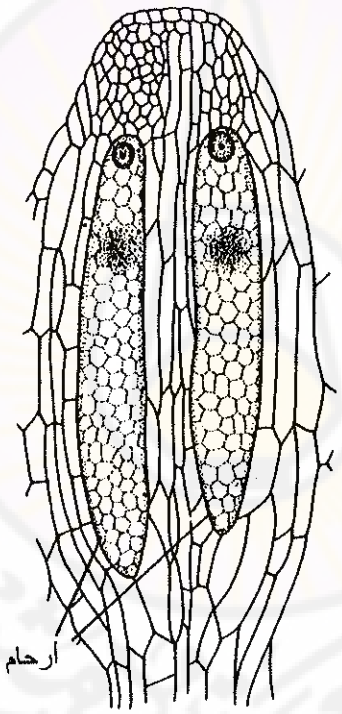
A: فرع مؤنث يحمل بويضات .

B: الزهرة المؤنثة (مخروط مؤنث) المحاطة بالأوراق الحرشفية العقيمة

C: مقطع طولي في البويضة

يمتلئ جوف البويضة بالنوسيل ويترك في الأعلى فراغاً يشكل الحجرة الطلعية. وتتنامى في النوسيل المشرة العروسية المؤنثة (1n) الناجمة عن الانقسام المنصف لخلية أم مولدة لها. تتمثل هذه المشرة بالإندوسبيرم الضخمة الذي يحمل في أعلاه رحمين كبيرين أو أكثر لكل منهما بطن بداخله خلية بيضية وخلية قنوية بطنية، ورقبة طويلة تصل إلى (32) خلية (الشكل 5-16).

وتجدر الملاحظة إلى أن وجود الرحم في الإفدرا وبهذا الحجم الكبير يخالف تماماً جنسي الغنيتوم والفلفيتشيا اللذين " أزالا " الرحم من الإندوسبيرم واقتربا من مغلفات البذور مبتعدين بذلك عن خصائص النباتات الرحمية.



الشكل 5-16: الجزء العلوي للمشرة العروسية المؤنثة (الإندوسبيرم و رحمين كبيرين في بويضة الإفدرا *Ephedra*).

16-1-2-3 الإلقاح وتشكل البذرة:

تنجذب حبة الطلع الساقطة على الأنبوب الكوي لبويضة الإفدرا نحو الداخل باتجاه الحجرة الطلعية، وتتابع نحوها لتشكل المشرة العروسية المذكرة، وهكذا ينفذ الأنبوب الطلعي ضمن النوسيل حيث تتقدمه النواة الإعاشية ليصل إلى الرحم. في هذه اللحظة تنقسم الخلية النطفية لتشكل نطفتين تخرج كل منهما من نهاية الأنبوب الطلعي المتمزق فتقوم إحداهما بتلقيح البيضة وتزول الثانية. ومن البيضة الملقحة يتشكل الجنين. يعتقد بعض الباحثين بوجود حالات تشبه الإلقاح المضاعف الملاحظ في مغلفات البذور وبذلك تعمد إحدى النطفتين على إلقاح الخلية البيضية لإعطاء الجنين، في حين تلقح النطفة الثانية الخلية القنوية البطنية في الرحم لتعطي كتلة جنينية (2n) تستعمل في البداية لتغذية الجنين المتشكل ثم لا تلبث أن تزول في بداية تشكله.

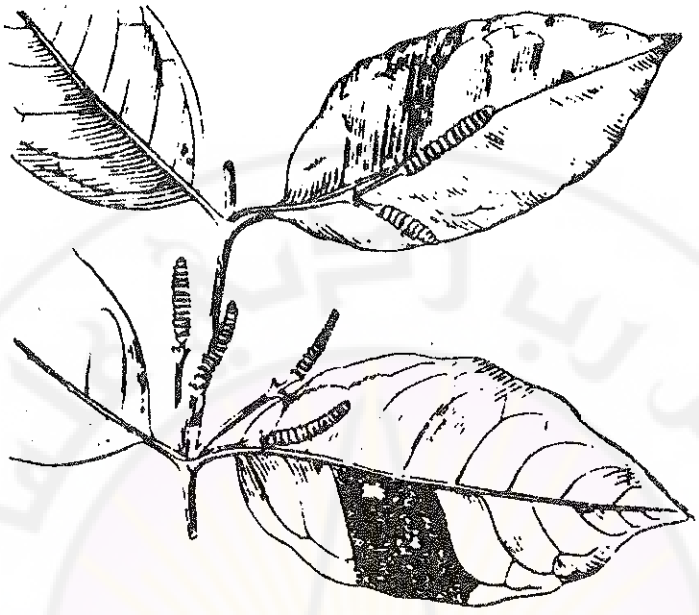
مع نهاية الإلقاح تتخشب اللحافة الخارجية السميكة وتتلون بالأحمر لتشكل غلافاً قاسياً واقياً للبذرة الناضجة. ويتصف الجنين الموجود بداخلها بوجود فلقتين فقط وسويق طويل وجذير.

تنحصر الأهمية الاقتصادية لنبات الإفدرا بوجود القلويد Alkaloid المعروف باسم الإفدرين الذي يتجمع في فروعه العديدة وهي التي تتصف بأهميتها الدوائية الخاصة ويمكن ملاحظة حلقة حياة الإفدرا (الشكل 6-16).

16-2 رتبة غنيتالس Gnetales:

تضم هذه الرتبة فصيلة واحدة Gnetaceae وجنساً واحداً *Gnetum* ونحو (40) نوعاً منتشراً في الغابات الأستوائية الرطبة وتبدو أنواعه بشكل عرائش متسلقة أو أشجار صغيرة وشجيرات.

أوراق الغنيتوم عريضة جلدية ذات أضلاع شبكية تذكرنا بأوراق النباتات الراقية من مغلفات البذور (الشكل 7-16).



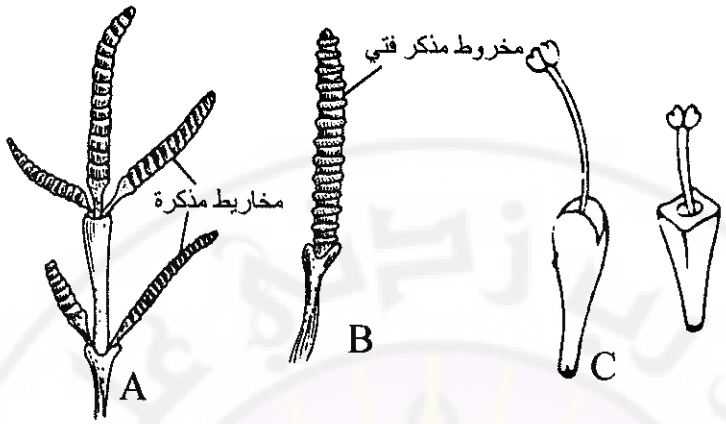
الشكل 7-16: جنس الغنيتوم *Gnetum*
فرع إعاشي مع إزهرار مذكر (هريرات)

16-3-1 أعضاء التكاثر:

تتشكل المخاريط المذكرة والمؤنثة على نباتات مستقلة أي أن الغنيتوم ثنائي المسكن.

16-2-1-1 الأعضاء المذكرة:

تبدو المخاريط المذكرة بشكل هريرات ، حيث تتوضع على محور الهريرة الواحدة الأوراق البوغية الصغيرة (الأسدية) بشكل كتلي من (3-2) صفوف في كل كتلة، وتنتهي قمة السداة بكيسين طلعيين لكل منهما مسكن واحد وتحاط من قاعدتها بورقتين حرشفيتين هما "كم" الزهرة المذكرة الذي يأخذ الشكل الهرمي (الشكل 8-16).



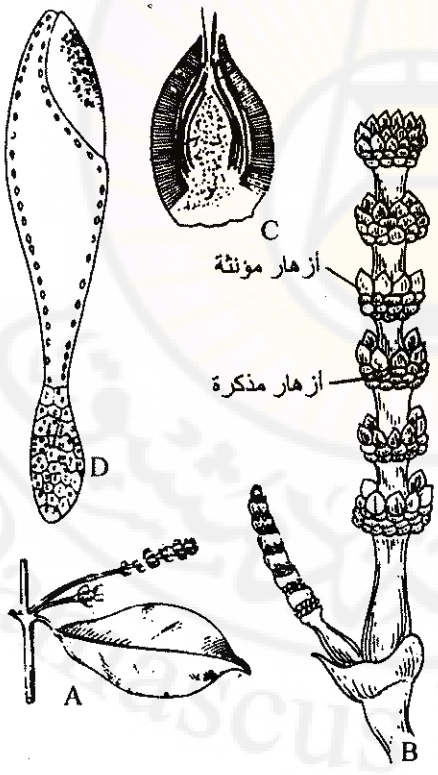
الشكل 8-16: الغينتوم *Gnetum*
A-B: الإزهرار المذكر (هريرات مذكرة)
C: زهرة مذكرة مع الكم والسداة والمآبر

وتتمايز داخل الأكياس البوغية الصغيرة (المأبر) كميات كبيرة من حب الطلع وتجدر الإشارة إلى وجود بويضات عقيمة في الجزء السفلي من الهريرة المذكرة ،وهذا يشير على ما يبدو إلى وجود محاولات فاشلة لإنتاج الأزهار الخنثوية التي نصادفها بكثرة في مغلفات البذور الأمر الذي يجعل من أجناس هذه الشعبة صلة الوصل بين عريانات البذور ومغلفاتها.

تبدأ حبة الطلع بالإنتاش وهي ما تزال داخل المئبر، وبذلك تتشكل المشرة العروسية المذكرة المرجعة بشكل يفوق الإفدرا. وهكذا تضم حبة الطلع في نهاية إنتاشها الاول خلية إعاشية وخلية منطفية فقط دون وجود للخلية المشرية، ثم تنقسم الخلية المنطفية لتعطي الخلية المساعدة والخلية النطفية، وينقل الهواء هذه الحبة إلى البويضة.

16-2-1-2 الأعضاء المؤنثة:

تملك المخاريط المؤنثة شكل هريرة متطاولة حيث تتوضع على محورها البويضات بشكل كتلي أيضاً. تحاط كل بويضة بالكم ولها لحافتان : خارجية قصيرة وداخلية تتطاول في مقدمتها لتعطي الأنبوب الكوي، ويتوضع بداخلها النوسيل. ومن النوسيل تظهر نواة مولدة للإندوسبيرم تدخل بالانقسام المنصف لتشكل أربع نوى تموت ثلاثة منها وتبقى واحدة. تدخل هذه الأخيرة بانقسامات خيطية عديدة لتعطي مشرة عروسية مؤنثة فريدة من نوعها شديدة الإرجاع خالية من الأرحام، ولها شكل خاص عديدة النوى تشبه "القمع" من أعلاها. وبعد نضج البويضة تكبر بعض نوى الجزء العلوي لتصبح مستعدة للإلقاح، بينما تظهر الحواجز بين نوى الجزء السفلي ليتحول إلى بنية نسيجية (الشكل 16-9).



الشكل 16-9:
الغنيتوم *Gnetum*
A : فرع إعاشي مع إزهرار مؤنث (هريرات)
B : الإزهرار المؤنث
C : مقطع طولي في البويضة
D : المشرة العروسية المؤنثة (إندروسبيرم) الخالية من الأرحام

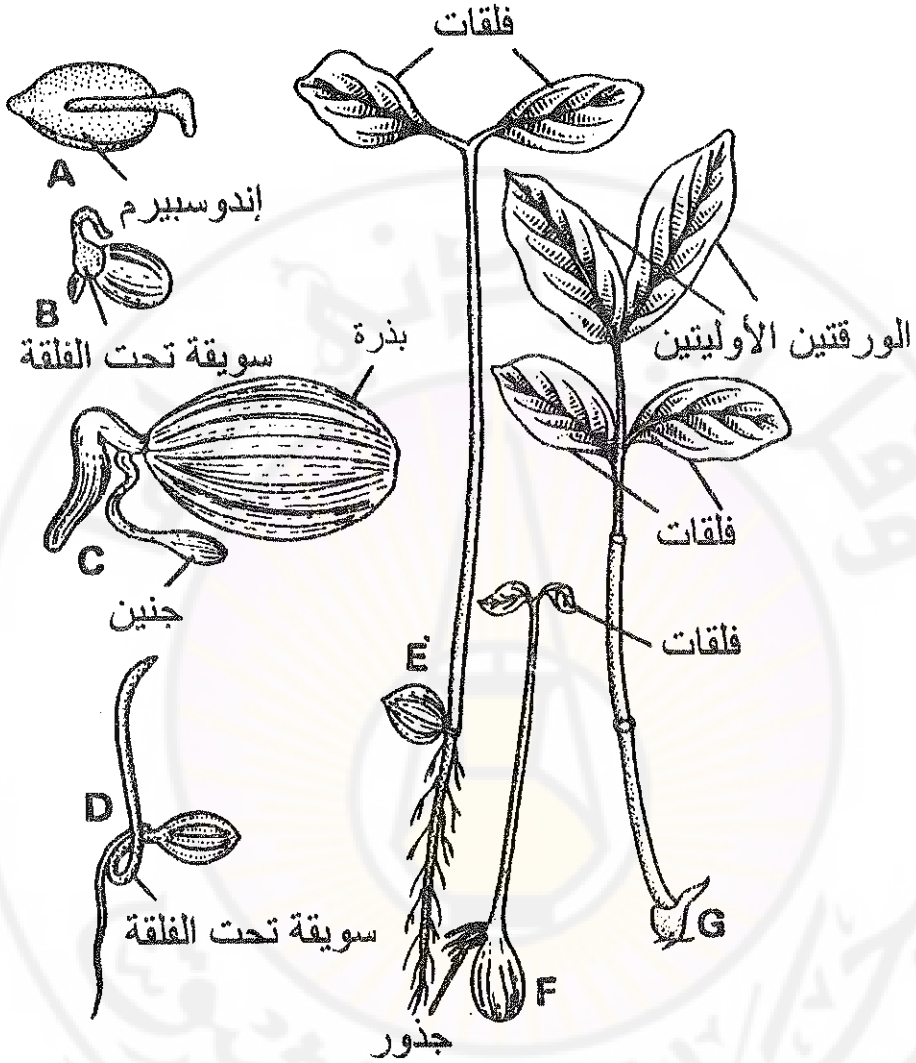
3-1-2-16 الإلقاح وتشكل البذرة:

تقوم كل نطفة إثر خروجها من الأنبوب الإلقاحي بإلقاح أقرب نواة موجودة بجانبها من المشرة العروسية المؤنثة (إندوسبيرم دون أرحام) فيتشكل جنين واحد فقط من البيوض الملقحة وهو الذي يصل إلى مرحلة النضج النهائي. يتصف الجنين بوجود فلقتين وسويق وجذير، أما البذرة فتحاط بطبقة شبكية (من الكم) تليها نحو الداخل الطبقة المتخشبة (من اللحافة الخارجية) وبداخلها الغشاء الرقيق (من اللحافة الداخلية) .

يستعمل الغنيتوم في المناطق الأستوائية للطعام (الثمار)، والدواء ولاستخراج الألياف النباتية (الشكل 10-16). يستغرق إنتاش البذور نحو 12-11 شهر من خروجها من النبات الأم (الشكل 11-16).



الشكل 10-16: بذرة الغينتوم *Gnetum*



الشكل 11-16: مراحل إنتاش بذرة الغنيتوم *Gnetum*

3-16 رتبة فلفيتشيالس Welwitschiales

تضم هذه الرتبة فصيلة واحدة Welwitschiaceae وجنس واحد فقط *Welwitschia* ونوع واحد *W. mirabilis* يعيش في الصحارى البعيدة في ناميبيا وأنغولا.

يتصف الشكل الظاهري لهذا النبات بكونه فريداً من نوعه، وهكذا يكون الجزء السفلي للساق مغموراً في التربة والقسم العلوي درني يصل ارتفاعه إلى (50) سم ويملك في قمته شكلاً يشبه سرج الحصان. تصدرعنه ورقتان شريطيتان تتوضعان بشكل متقابل ويصل طولها (3-2) م، ويعيش النبات الناضج مدة (100) سنة أو أكثر. بإنتاش البذور تتشكل الغلقتان اللتان تزولان بسرعة بينما تعيش الورقتان المتشكلتان بعد زوال الفلقتين طيلة حياة النبات ويستمر نحو القاعدة وتبدأ قمة النبات بالتحطم التدريجي.

1-3-16 الأعضاء المذكرة:

تتوضع المخاريط المذكرة بشكل مجموعات محمولة على قمم التفرعات الثنائية للمحور العام الناتج عن قاعدة الورقة ، وعلى محور المخروط المذكر الواحد تتوضع أشفاع الأوراق الواحدة تلو الأخرى. وتحاط السداة بأربع قطع ورقية تشكل "الكم" الزهري. ويلاحظ أن الأسدية الستة التي تتألف منها الزهرة المذكرة الواحدة تلتحم من قواعدها وتندمج مع قطع"الكم" بينما تبقى المآبر ظاهرة فوق سطح الزهرة، وبالنتيجة تتشكل زهرة تشبه القارورة المجوفة تحمل في أعلاها ستة مآبر ويلاحظ في جوفها بويضة غير ناضجة (عقيمة) كما شاهدنا في نبات الغنيتوم.

تحمل كل سداة في أعلاها ثلاثة مآبر تتفتح شعاعياً، وتتشكل بداخلها حبات الطلع بأعداد كبيرة . وبإنتاش حبة الطلع تتشكل مشرة عروسية في غاية الإرجاع حيث تنتقل بالهواء أو بالحشرات إلى البويضة لإتمام عملية الإلقاح (الشكل 12-16).

16-3-2 الأعضاء المؤنثة:

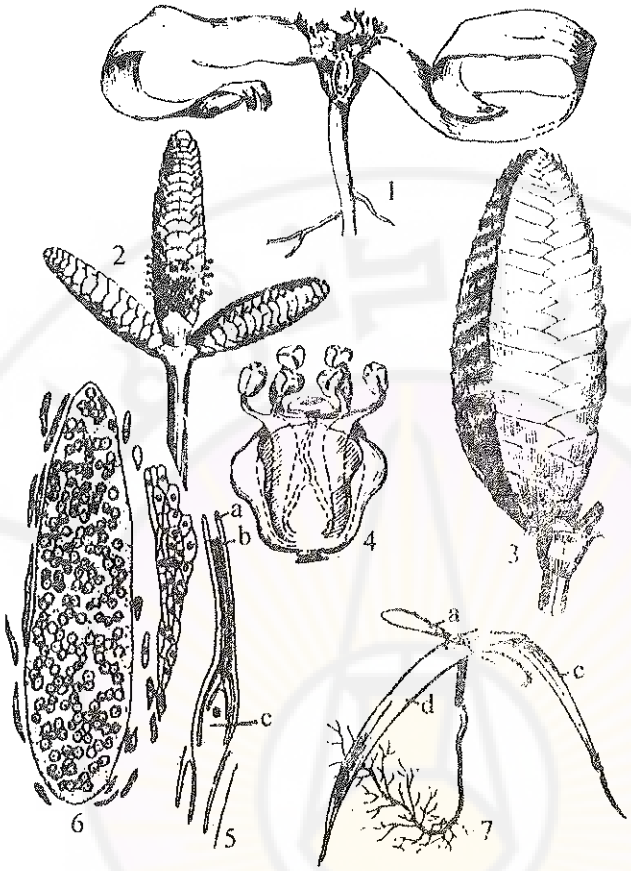
تتجمع المخاريط المؤنثة بشكل كتل أيضاً على المحور العام الموجود في قاعدة الأوراق للنبات المؤنث، وتلاحظ أشفاع الأوراق وهي تتصالب وتتعاكس في قاعدة كل مخروط مؤنث (بويضة)، حيث تحاط هذه الأخيرة بالكم الزهري.

تتألف البويضة الواحدة (كيس بوغي كبير) من النوسيل المحاط باللحافة الداخلية والتي تتطاول لتشكل الأنبوب الكوي. وتتشكل داخل النوسيل أربع أبواغ كبيرة (كما هو معروف)، ومن البوغة السفلية تتنامى المشرة العروسية المؤنثة (الإندوسبيرم) المرجعة والخالية تماماً من الأرحام.

يضم الإندوسبيرم كمية كبيرة من النوى الحرة والكبيرة والمتوضعة في السيتوبلاسما. ومع مرور الزمن تزاحم نوى الجزء السفلي من الإندوسبيرم (من 12-10 نواة) لتشكل حواجز فيما بينها وتعطي نسيجاً خلوياً واضحا، بينما يلاحظ تطاول عدد قليل من نوى الجزء العلوي للمشرة المؤنثة (من 3-2 نواة) لتشكل ما يسمى بالأنابيب المشرية، والتي تتعمق في نسج المشرة (الشكل 12–16).

16-3-3 الإلقاح وتشكل البذرة:

مع نمو حبة الطلع تسقط النطاف على الجزء العلوي المتوسع من الأنبوب الكوي (نطفتان من كل حبة)، وتتلاقى مع الأنابيب المشرية لتقوم بإلقاح أقرب النوى إليها. تسقط البيضة الملقحة إلى قاعدة الإندوسبيرم حيث تنقسم وتعطي بداية الجنين. تعمل خلايا الجزء السفلي للجنين المتشكل على تغذيته، ثم يتحرك الجنين النامي في نسيج المشرة وتنتهي المهمة بتشكيل البذرة التي تحاط "بكم" قاسٍ وجاف. ولها شكل جناح عريض يساعد على البعثرة بواسطة الرياح (الشكل12–16).



الشكل 1-16 : جنس الفيلفيتشيا ***Welwitschia***

1- شكل النبات المؤنث الفتي

2- نموذج للإزهرار المذكر

3- إزهرار مؤنث

4- زهرة مذكرة مكونة من 6 أسدية ملتحمة القاعدة وفي مركز الالتحام بويضة عقيمة

5- مقطع طولي للزهرة المؤنثة a : كم ، b : لحافة ، c : نوسيل

6- مشرة عروسية مؤنثة (اندوسبيرم) متعددة النوى الحرة ودون أرحام

7- نبات جديد (بادرة) a.b: الفقلتان ، c.d : ورقتان فتيتان

الباب الخامس

شعبة الماغنوليات Magnoliophyta

"مغلفات البذور Angiospermae"

Damascus University


وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل السابع عشر

١٧-١ تاريخ مغلفات البذور

تعد مغلفات البذور المجموعة النباتية الأكثر انتشاراً على سطح الكرة الأرضية في مملكة النبات، ويبلغ عدد أنواعها نحو 250000 نوع وبذلك تمثل نحو 80% من النباتات الخضراء. منذ بدء الحياة وهي نباتات وعائية بذرية تنامت البذور فيها داخل المبيض المغلق لذلك سميت مغلفات البذور Angiosperms، وتشكل أزهاراً لذلك سميت النباتات الزهرية Anthophyta. كما أعطى لها اسم شعبة الماغنوليوفيتا Magnoliophyta.

وهكذا نجد أن مغلفات البذور تؤلف جميع الغطاء النباتي باستثناء الغابات الصنوبرية (من عريانات البذور) والنباتات المائية. وتتفاوت حجومها من (1) سم مثل عدس الماء *Lemna* عديم الساق إلى الأشجار الضخمة مثل أوكاليبتوس *Eucalyptus* الذي يزيد ارتفاعه عن (100) م. كما أنها تتكيف مع جميع البيئات الرطبة والجافة والصحراوية وغيرها.

* السجل المستحاثي للنباتات الزهرية:

لقد عاشت نباتات الأرض منذ نحو 450 مليون سنة وكانت الأشكال الأولى ممثلة بالنباتات المائية التي تنتشر بسهولة في الماء، بينما تحتاج النباتات الأرضية إلى البذور لتحقق انتشارها، إضافة إلى ذلك لم تكن النباتات الأرضية الأولى منتجة للأزهار مثل الجنكويات والصنوبريات.

لقد عرف الجنس المستحاثي القديم *Archaefructus liaoningensis* منذ نحو 125 مليون سنة ويعد كرابط مباشر بين النباتات القديمة والنباتات الزهرية الحديثة (الشكل 1-17).



الشكل ١-١٧: الجنس المستحاثي أركي فروكتوس على الحجارة منذ ١٢٥ مليون سنة وهو من النباتات الزهرية القديمة

وقد تم اكتشاف مواد كيميائية استعملتها النباتات كوسيلة للدفاع عن أزهارها وذلك ضمن المتحجرات القديمة، مثل *Gigantopterids* الذي تطور في ذاك الوقت وحمل العديد من الخصائص التي تشير إلى النباتات الزهرية الحديثة، وقد تم اكتشاف أجزاء من النبات مثل الأشواك وبعض الجذوع المحفوظة.

لقد أثبت التحليل الحديث لـ DNA عام 2006 (تصنيف جزيئي) لنبات امبوريلا *Amborella trichopoda* الذي يعيش حالياً في المحيط الهادي – كاليرونيا الجديدة ينتمي إلى مجموعة أخوية للنباتات الزهرية الآخرى التي تشير إلى أنه من الزهريات الأكثر قدماً، والدراسات المورفولوجية تقترح بأن الامبوريلا هو من النباتات الزهرية الأكثر قدماً (الشكل 2-17).



الشكل ٢-١٧: *Amborella sp* أمبوريللا

A: منظر عام للنبات

B: فرع يحمل أزهار

الدراسات الوراثية أثبتت أن هذا النبات يشكل بداية النباتات الزهرية المعاصرة

لقد بدا التنوع الكبير لمغلفات البذور في الكرتياسي (قبل 100 مليون سنة)، فقد أشارت دراسات عام 2007 انتشار العديد من العائدة لأحاديات وثنائيات الفلقة، حيث

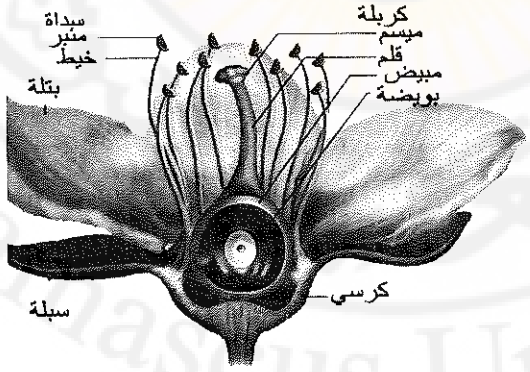
كانت تزرع آنذاك وكان من السهل تميز أجناسها التي انقرضت وتحجرت (زان، بلوط، قيقب ، مغنوليا وغيرها).

وقد عرف أن للنحل دوراً هاماً في نقل حبات الطلع من زهرة لأخرى حيث ساهم في الالقاح لاسيما عند النباتات التي اتصفت بأزهار زاهية الألوان ، كما ساهمت الحيوانات في نقل حبات الطلع من مكان لآخر وكذلك نقل البذور التي تخرج من الفواكه التهامها من قبل هذه الحيوانات.

17-2 خصائص مغلفات البذور:

17-٢-١ الزهرة ومشتقاتها:

من أهم صفات مغلفات البذور وجود الزهرة والثمرة والبذور، وهي الأشكال الأكثر تطوراً لأعضاء التكاثر الجنسي، والزهرة عبارة عن فارع قصير يحمل الأوراق الزهرية التي تتوضع بشكل دورات متتالية (في الأزهار الراقية) أو بشكل حلزون (في الأزهار البدائية مثل الماغنوليا) وهكذا ينتفخ هذا الفارع في أعلى شمراخ الزهرة ويسمى الكرسي Recceptacle والذي يبدو مسطحاً أو مقعراً أو محدباً أو متطاولاً....الخ. وفي الزهرة الكاملة تتألف الأوراق الزهرية من السبلات Sepals والبتلات Petals والأسدية Stamens والكرابل Carpels (الشكل 3-17) وقد تنعدم في بعض الأزهار السبلات والبتلات وتقتصر على أعضاء التكاثر المذكرة أو المؤنثة أو كليهما حيث تسمى أزهار ثنائية الجنس (خنثوية) أو وحيدة الجنس.

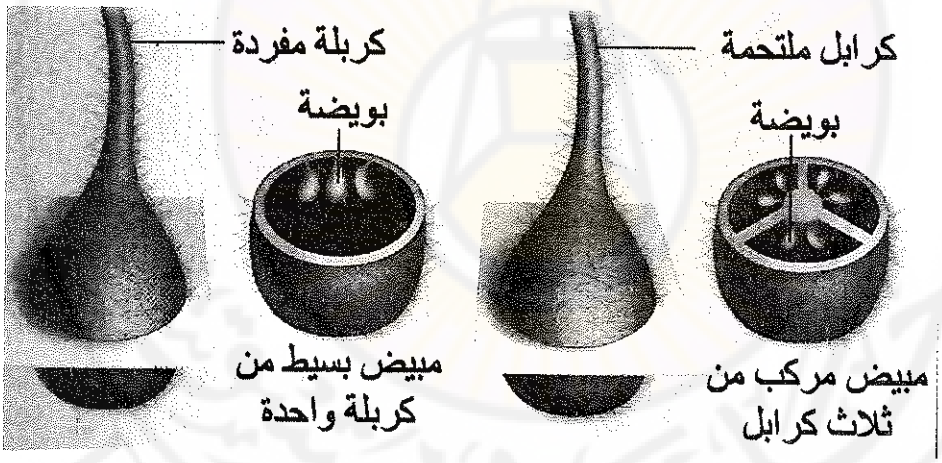


الشكل ٣-١٧: مقطع طولي في زهرة خنثوية كاملة

يطلق على الكأس Calyx و التويج Corolla مجتمعين اسم كم الزهرة Perianth وهما يعملان على حماية الزهرة وجذب الحشرات نظراً لوجود ألوان زاهية للتويج. وفي حال تشابه لون الكأس مع التويج يطلق عليها اسم البتلات Petals، كما هو الحال في بعض أجناس الفصيلة الزئبقية والسوسنية تحمل بعض الأزهار أوراق تسمى قنيبات Bractedes، كما وينعدم في بعضها الآخر الشمراخ فتسمى لاطئه Sessile.

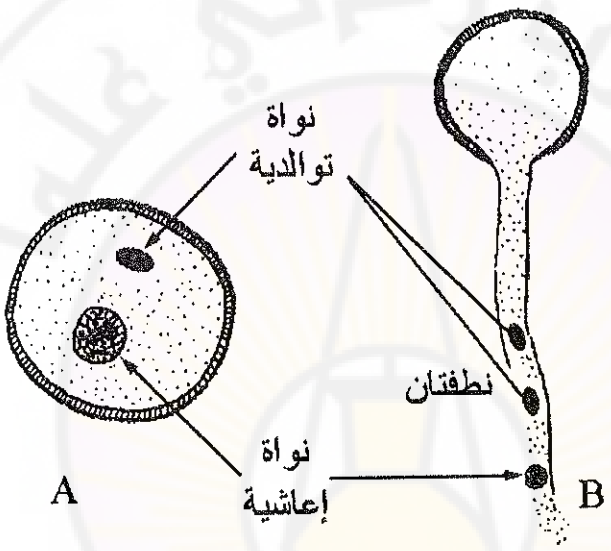
تتألف السداة Stamen من خيط Filament ومئبر Anther تتشكل بداخله كميات كبيرة من حب الطلع.

وتتألف المدقة Pistile (أو الكربلة Carpel) من مبيض Ovary وقلم style وميسم Stigma. وتتوضع بداخل المبيض البويضات Ovules التي تحول بعد الإلقاح إلى بذور (الشكل٤ - 17).



الشكل ٤-١ : المبيض من خلال مقطع عرضي وبداخله البويضات

يحصل إلقاح الزهرة بعد نضج حبات الطلع و سقوطها على الميسم. وهكذا تنتش الحبة بإعطاء أنبوب إلقاحي تتقدمه الخلية الإعاشية تليها النطفتان (هذا هو النبات العروسي المذكر ثلاثي الخلايا) (الشكل 5-17)، ثم تصل النطفتان إلى الكيس الجنيني ثماني النوى فيحصل الإلقاح المضاعف Douple Fertilisation:



الشكل 5-17: حبة طلع

A: حبة طلع فيها نواة توالدية ونواة إعاشية

B: حبة طلع منتشة فيها أنبوب طلعي يحمل نواة إعاشية ونطفتين

(النبات العروسي المذكر ثلاثي النوى)

نواة ثانوية + نطفة تعطي سويداء البذرة المقبلة (3n) و خلية بيضية + نطفة ثانية تعطي الجنين (2n). إن السويداء ثلاثي الصيغة الصبغية يتشكل كنسيج مغذٍ للجنين في مغلفات البذور يقابله الإندوسبيرم أحادي الصيغة في عاريات البذور وبذلك لانجد إلقاحاً مضاعفاً في هذه الأخيرة. وهكذا تختم حلقة حياة مغلفات البذور خلال فترة زمنية

قصيرة بعد الإلقاح عكس عريانات البذور التي قد لاتتشكل البذور فيها إلا بعد مرور سنة من التلقيح والإخصاب وهذه ميزة تطورية هامة تتمتع بها النباتات البذرية. إن الزهرة الخنثوية تؤدي دوراً هاماً في مكافحة الإلقاح الذاتي منعاً من الكساد في النسل الناتج.

وقد يكون منع الإلقاح ناتج عن عوامل وراثية كأن توجد مورثات العقم الذاتي بين الأسدية والمدقات. أو أن يكون المنع مورفولجياً متعلقاً بوجود أزهار ذات أقلام طويلة ومياسم قصيرة أو بالعكس أزهار غير متماثلة Heteromorphic مما يمنع الإلقاح الذاتي ويسهل حدوث الإلقاح التصالبي الغيري. كما يمكن أن يكون منع الإلقاح الذاتي كيميائي حيوي.

١٧-٢-٢ مقارنة أعضاء زهرة مغلفات البذور مع النباتات الدنيا:

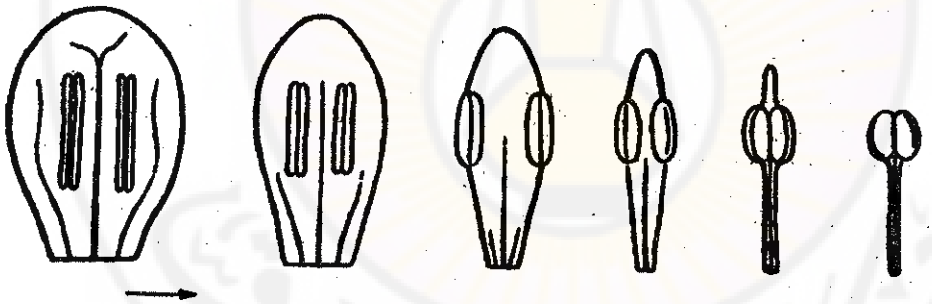
لابد من الإشارة قبل كل شيء إلى عدم وجود السبلات والبتلات في أعضاء تكاثر النباتات الدنيا (تريديات وعريانات البذور) مقارنة مع النباتات الزهرية الراقية . ولأعضاء التكاثر (الأسدية والمدقة) في الزهرة الراقية ما يماثلها في النباتات الدنيا من حيث البنية والوظيفة سواء للمئبر والخيط بالنسبة لأعضاء التذكير، أم للمبيض والقلم والميسم إضافة إلى البويضة في أعضاء التأنيث ويمكن توضيح ذلك في الجدول الآتي:

مغلفات البذور	التريديات وعريانات البذور
السداة	الورقة البوغية الصغيرة
الكيس الطلعي (في المئبر)	الكيس البوغي الصغير
البوغة الدقيقة (1n) (نهاية الإنقسام المنصف في الرباعية)	البوغة الدقيقة (نواة واحدة)
حبة الطلع	البوغة الدقيقة المنتشة
الأنبوب الطلعي (ثلاث نوى)	النبات العروسي المذكر الناضج
الكربلة (ميسم ، قلم ، مبيض)	الورقة البوغية الكبيرة
النوسيل (2n)	الكيس البوغي الكبير

البوغة الكبيرة (2n) (مولدة للكيس الجنين)	البوغة الكبيرة (مولدة للإندوسبيرم)
الكيس الجنيني ثماني النوى	النبات العروسي المؤنث (إندوسبيرم + أرحام)
الخلية البيضية في الكيس الجنيني	الخلية البيضية في الرحم

17-2-3 تطور أسدية ومدقات مغلفات البذور:

إن السداة في مغلفات البذور تذكرنا بتوضع أكياس البوغ على الوجه السفلي للأوراق السرخسية. ويرى البعض وجود علاقة تطورية بين هذين العضوين من أعضاء التكاثر في كل من المغلفات والسرخسيات. وهكذا تبدأ الأوراق حاملة أكياس البوغ بالتطاول وتناقص عرض الورقة تدريجياً إلى درجة توضع فيها أكياس البوغ على الجهات الطرفية للورقة بعد جفافها . فيما بعد يأخذ جسم الورقة شكلاً خيطياً وتزول الأجزاء السفلية من قرصها وتتحول أكياس البوغ إلى مجموعات في أعلاها لتشكل أجساماً شبيهة بالمآبر التي تميز مغلفات البذور (الشكل 6-17).



الشكل 6-17: مراحل تطور السداة

وفي أزهار المغلفات الأكثر بدائيةً تبدو الأوراق شديدة التفرع وبذلك تعطي تلك الأسدية المتفرعة أو الملتحمة التي تخص هذه المجموعات.

وبذات الطريقة تتشكل أعضاء التأنيث في مغلفات البذور(الكرابل) وهكذا تنثني الأوراق البوغية الكبيرة من جوانبها مشكلة فراغاً تتوضع بداخله البويضات وهكذا حتى نصل بالنهاية إلى إعطاء المدقة المكونة من ميسم وقلم ومبيض يحوي البويضات المغلفة.

لقد بدت هذه الحالات مثبتة في بعض أزهار المغلفات البدائية التي تعيش حالياً كما في النوع *Degeneria vitiensis* (الشكل ٧-١٧) وهكذا يلاحظ إنثناء الورقة العريضة الخصبة على طول الضلع الرئيسي وتتناول جزءاً كبيراً من أطرافها دون أن تلتحم، وفي هذا النبات لا يوجد تمايزٌ إلى ميسم وقلم ومبيض، ثم لاتلبث أن تبدأ التحولات من الأسفل باتجاه الأعلى حتى نحصل على المدقة الكاملة (الشكل ٨-١٧).



الشكل 7-17: الجنس ديجينيريا البدائي في النباتات الزهرية
(لاحظ القطع الزهرية الداخلية وهي عبارة عن أوراق تتطور إلى مدقات)



الشكل 8-17 : مراحل تطور المدقة

17-٢-4 مقارنة النباتين العروسي والبوغي بين مغلفات وعريانات البذور:

يمكن مقارنة حلقة حياة النبات وأعضاء التكاثر بين عريانات البذور ومغلفاتها من خلال الجدول الآتي:

خصائص النبات البوغي	
عريانات البذور	مغلفات البذور
الجهاز الإعاشي (جذر، ساق، أوراق) شجري أو شجيري وتنعدم الأعشاب	الجهاز الإعاشي أشجار وشجيرات وأعشاب
للساق اسطوانة مركزية متخشبة حولها اللحاء وفيها برنشيم مخي وفيها كامبيوم	للساق ايطوانة متخشبة حولها اللحاء أو حزم وعائية مستقلة لحاؤها خارجي ويوجد الكامبيوم في الأشكال المعمرة دون العشبة
الأوعية الخشبية ناقصة (قصيبات) واللحاء عديم الخلاية المرافقة	الأوعية الخشبية كاملة (قصبات) واللحاء يضم الخلاية المرافقة
توجد مخاريط مذكرة يحمل الواحد منها أوراق بوغية صغيرة وأكياس بوغية ، وتوجد مخاريط مؤنثة (أو أوراق بوغية كبيرة حرة) منفصلة الجنس دوماً	توجد أزهار خنثوية تضم الأسدية والمدقات أو أزهار مذكرة وأخرى مؤنثة (منفصلة الجنس) والنباتات إما أحادية المسكن أو ثنائية المسكن
البويضات موجودة وعارية تتوضع على الأوراق البوغية والجنين يتشكل داخل البذرة	البويضات موجودة وتحيط بها الكربلة والجنين يتشكل داخل البذرة

خصائص النبات العروسي	
الأنبوب الطلعي هو النبات العروسي المذكر	الأنبوب الطلعي حامل النوى الثلاث هو النبات العروسي المذكر
الإندوسبرم (1n) مع الأرحام داخل البويضة هو النبات العروسي المؤنث	الكيس الجنيني ثماني النوى داخل البويضة هو النبات العروسي المؤنث
لا توجد منطفة Antheridium والنطاف تتشكل في الأنبوب الطلعي	لا توجد منطفة والنطاف تتشكل في الأنبوب الطلعي
النطاف مهدبة في الأنواع البدائية وساكنة في الأنواع الراقية	النطاف ساكنة غير مهدبة
الرحم مرجع رقبته قصيرة جداً محاط كلياً بالنبات العروسي	الرحم غير موجود مطلقاً (يرى البعض أن الخليتين المساعدتين تدلان على آثار رحم)
الجنين محاط كلياً بالنبات العروسي المؤنث (الأندوسبيرم)	الجنين محاط بغلاف البذرة والنبات العروسي المؤنث مفقود

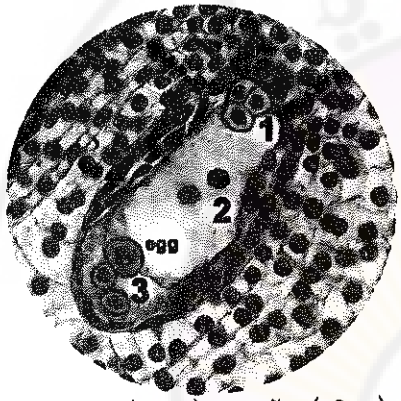
17-2-5 حلقة حياة النباتات الزهرية (مغلفات البذور):

كما هو الحال في النباتات الراقية فإن النبات البوغي Sporohyte هو الذي يسيطر على النبات العروسي Gametophyte في حلقة الحياة. ويمثل النبات البوغي بالجذر والساق والأوراق والقطع الزهرية ذات الصيغة الصبغية (2n)، بينما يتمثل النبات العروسي بناتج إنتاش حبة الطلع والكيس الجنيني في البويضة ذات الصيغة الصبغية (1n).

تتشكل الأبواغ الدقيقة Microspores في المئبر نتيجة للانقسام المنصف الذي يتناول امهات البوغ (2n) في الأكياس الطلعية في المئبر. البوغة الدقيقة تعاني من انقسام خيطي لتعطي خليتين إعاشية وتوالدية Generative وتتحول البوغة إلى حبة طلع ذات جدار ثخين ويحمل التزيينات المختلفة.

يخترق الأنبوب الطلعي الناجم عن إنتاش حبة الطلع قلم المدقة انطلاقا من الميسم حتى يصل إلى المبيض فالبويضة، وتنقسم النواة التوالدية لتعطي نطفتين ويحصل داخل البويضة القاح مضاعف.

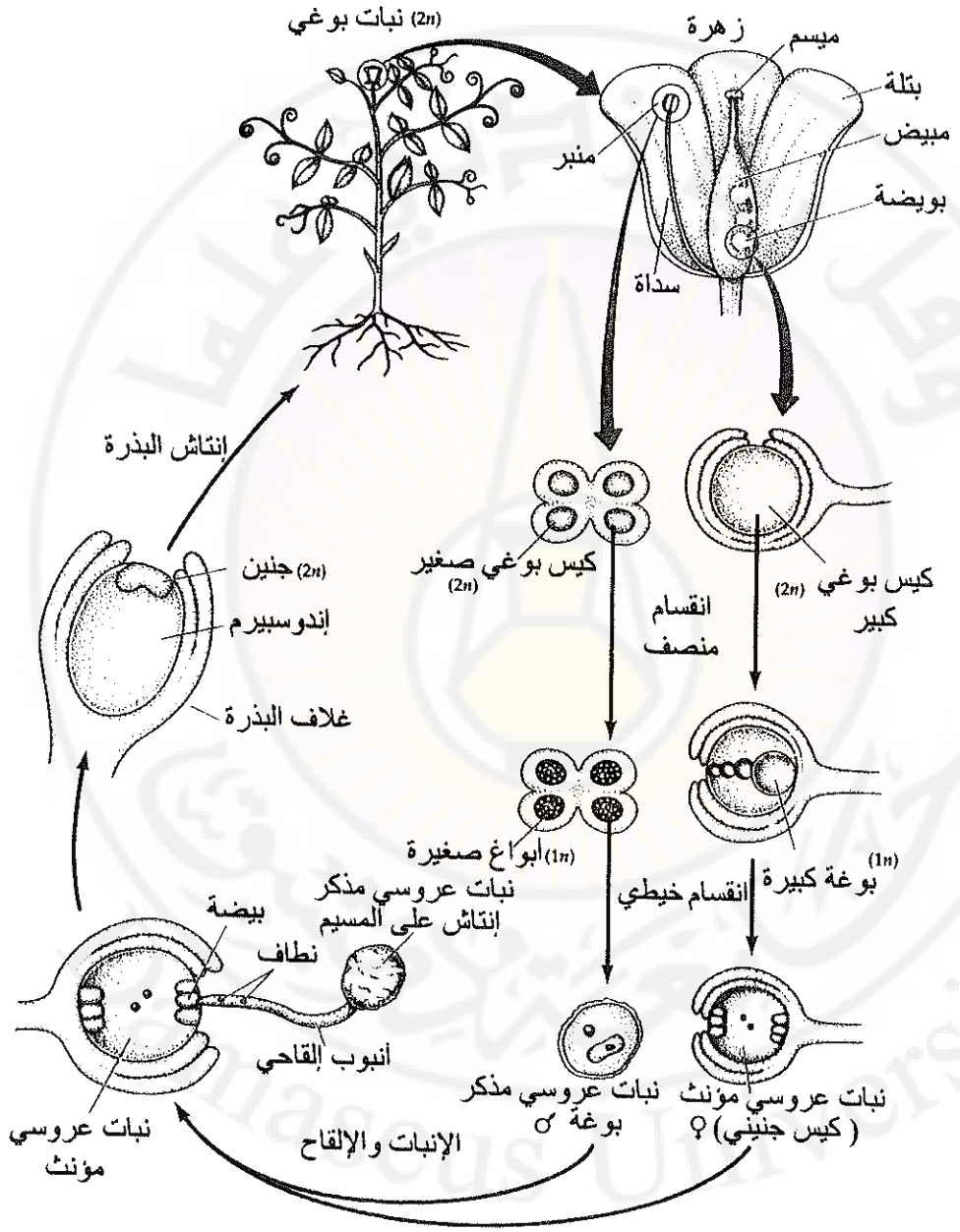
فيما يخص النبات المؤنث تتوضع البويضة الفتية داخل المبيض وهي تتألف من لحافات ونوسيل فقط. وتتضح إحدى خلايا النوسيل لتعاني من انقسام منصف أيضا منطفي أربع خلايا لاتلبث أن تزول الخلايا الثلاث العليا وتبقى الخلية السفلية. هذه الخلية تعاني من ثلاثة انقسامات متتالية لتعطي الكيس الجنيني Embryosac ثماني النوى وهو النبات العروسي المؤنث (الشكل 9-17).



الشكل 9-17:
كيس جنيني في الزنبق *Lilium sp.*
(لاحظ وجود ٧ خلايا و٨ نوى)
بيضية ، مساعدتان ، ثانوية عدد /٢/،
ثلاث مقابلة للقطب

بعد الالقاح المضاعف يتشكل السويداء (3n) والجنين (2n) وهذه الظاهرة لاتلاحظ إلا في مغلفات البذور لأن النباتات الأدنى يحصل فيها إلقاح مفرد فقط بين الخلية البيضية والنطفة. ومع تطور الجنين تتحول لحافات البويضة إلى غلاف البذرة والسويداء إلى نسيج مغذٍ للجنين (وقد يضمحل لتحل محله الفلقات في البذور اللا سويدائية) وهكذا تتشكل البذرة التي تمر بحالة سبات إلى حين إنتاشها حيث تعطي بادرة النبات الجديد .

مع نضج البذور داخل المبيض يتحول جدار هذا الأخير إلى ثمرة Fruit، وبالتالي فإن الثمار هي حالة فيزيولوجية تتشكل بعد إلقاح البويضات، وما الثمرة إلا غلاف حافظ للبذور إلى حين انتشارها، و لذلك سميت هذه المجموعة مغلفات البذور(الشكل ١٠-١٧).


نبات بوغي (2n)
زهرة
ميسم
بتلة
مبيض
بويضة
منبر
سداة
إنتاش البذرة
جنين (2n)
إندوسبيرم
غلاف البذرة
كيس بوغي صغير (2n)
كيس بوغي كبير (2n)
انقسام منصف
أبواغ صغيرة (1n)
بوغة كبيرة (1n)
انقسام خيطي
نبات عروسي مذكر إنتاش على المسيم
بيضة
نطاف
أنبوب إلقاحي
نبات عروسي مؤنث
نبات عروسي مذكر بوغة ♂
نبات عروسي مؤنث (كيس جنيني) ♀
الإنبات والإلقاح

الشكل ١٠-١٧: حلقة حياة نبات زهري

3-17 حماية النبات العروسي المؤنث (مقارنات):

تتفاوت وسيلة الحماية المقدمة للنبات العروسي عند كل من التريديات وعاريات البذور ومغلفات البذور بحيث تزداد تدريجيا ربطا مع ترتيب هذه المجموعات الثلاث:

إن المشرة العروسية في التريديات السراخس ضعيفة البنية حساسة تحمل الأرحام ذات البطون المنتفخة بحيث تفتح الرقاب على الوسط الخارجي، وبذلك تتعرض الخلية البيضية الموجودة في بطن الرحم إلى العوامل الجارجية من رطوبة وجفاف وغيرها وذلك بشكل مباشربحيث تتوافر لها حماية بسيطة من الوسط الخارجي المحيط. وبالمقابل يحصل النبات العروسي المؤنث في جنس سيلاجينيلا وإيزوتس والسراخس المائية على بعض الحماية من الأمبات البوغي الحامل له، باعتبار أنه يقبع داخل البوغة الكبيرة، وهذه بدورها تتوضع ضمن مخاريط بوغية خاصة ولابد من أن تصل النطاف المتحركة إليه بفضل حركتها المحدودة.

ويحظى النبات العروسي المؤنث في الصنوبر (إندوسبيرم مع أرحام) بحماية جيدة توفرها له لحافتا البويضة والأوراق البوغية الكبيرة العائدة للمخروط المؤنث بالإضافة إلى وجوده ضمن النوسيل، ومع ذلك فنحن نعلم أن النطاف في الصنوبر ساكنة (غير مهدبة) وبذلك لا تحتاج عمليات الإلقاح على الوسط المائي.

وأخيرا تعد مدقة النبات المؤنث في مغلفات البذور كورقة متحورة تحيط بالبويضة إحاطة كاملة وفيها (البويضة) يتشكل النبات العروسي المؤنث ويتحول مبيض المدقة بعد الإلقاح إلى ثمرة. إن تغليف البويضات بهذه الطريقة، وبالتالي تغليف البذور الناتجة عنها ، بجدار المبيض (أو الثمرة) هو تطور كبير وجديد طرأ على حماية النبات العروسي المؤنث في هذه الزمرة خلافا لجميع الزمر النباتية الأدنى. وهكذا يحظى النبات العروسي المؤنث في مغلفات البذور (الكيس الجنيني ثماني النوى) بحماية

خاصة عن طريق المبيض ، الأمر الذي يتطلب تكيفاً خاصاً كي تتمكن النطاف من " اقتحام" هذا الغلاف الواقي وبشكل خاص: تطور الميسم بطريقة تسمح له باستقبال حبات الطلع والعمل على توصيلها إلى القلم، ونمو الأنبوب الطلعي عبر القلم للوصول إلى البويضات بشكل مناسب.

١٧-٤ حجم النبات العروسي في مغلفات البذور:

لقد عانى النبات العروسي في مغلفات البذور تراجعاً كبيراً إلى درجة بات بالإمكان إحصاء عدد خلاياه. وهكذا يتألف النبات العروسي المذكر من الأنبوب الطلعي الذي يضم نواة إعاشية ونطفتين فقط (ثلاث نوى). أما النبات العروسي المؤنث فيتألف من سبع خلايا (الكيس الجنيني): الخلية البيضية والخلية المولدة للسويداء والباقي خلايا إعاشية (ثلاث قطبية واثنتان مساعدتان). إن الخلية المولدة للسويداء تشكل نواتين مندمجتين بنواة واحدة (2n).

يضم الكيس الجنيني في بعض مغلفات البذور عدداً من الخلايا (النوى)، وفي بعضها الآخر يضم عدداً أقل. وقد ينعدم النبات العروسي في بعض المغلفات فنحصل نتيجة للانقسام المنصف على أعراس Gametes بدلاً من الأبواغ منصفة Meiospores وهذا مشابه لما يحصل في الحيوانات وبعض المشطورات (من الطحالب) إذ يقتصر النبات العروسي عندها على النطاف والخلايا البيضية.


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثامن عشر

تصنيف النباتات الزهرية (مغلفات البذور)

تشكل النباتات الزهرية مجموعة فتية من النباتات ومعها ترتبط بضعة أسئلة غير واضحة وبخاصة حول مكان وزمان تشكلها ونشوئها على الأرض، وتوجد عدة فرضيات تحاول الإجابة عن هذه التساؤلات. ومن بقاياها المستحاثية يعرف فقط حب الطلع (في الجوراسي)، كما لوحظ في الترياسي بقايا أوراق ربما كانت لأزهار وثمار قديمة.

18- 1 أصل مغلفات البذور:

توجد نظريات كثيرة تتحدث عن أصل مغلفات البذور بعضها فلسفي بحت وبعضها يستند على معطيات مستحاثية وتشريحية، ومن الصعب الحكم على أفضلية أحدها على الأرض ، وفيما يلي نستعرض أهمها:

* **نظرية الغنيتوم:** ترى أن مغلفات البذور تطورت من شعبة الغنيتوفيتا (ذوات الأكمام) التي تحمل صفات وسطية بين عاريات لبذور ومغلفاتها. ويمكن القول أن أحاديات الفلقة تشكل مرحلة ابتدائية لثنائيات الفلقة. لكن أربر وباركين رفضا هذه النظرية وافترضا وجود نباتات منقرضة تعد أجداداً لكل من الغنيتوم والمغلفات. وربطاً مع هذه النظرية فقد قدم الباحث Wetlstein عام 1935 نظرية سابقة لها تسمى – Gnetales casuarinales theory أي أنها تربط بين الغنيتوم وجنس الكازوارينا من مغلفات البذور الأولى.
* **النظرية السيكاسية:** وهي أيضاً تعزي تطور مغلفات البذور من عريانات البذور، لكن الدنيا، وهي السيكاسيات، وهذه هي نظرية إنكلر Engler.

* **نظرية الكاتيونال – مغلفات البذور** Caytoniales – Angiosperm theory التي قدمها توماس Thomas عام 1925 وترى أن مغلفات البذور جاءت من هذه المجموعة الصغيرة المستحاثية التي تتشابه معها بالشكل والأبنية.

* **نظرية البذريات السرخسية – مغلفات البذور** Pteridosperm – Angiosper theory ربط فيها أندراوس Andereus عام 1947 البذريات السرخسية بمغلفات البذور على الرغم من أنها قدمت محاولات فاشلة لإنتاج البذور.

* **نظرية بنييتتالز** Bennittitales – Ranales theory حيث ترى أن هذه النماذج المستحاثية من عريانات البذور تشكل مخاريط خنثوية، وهي الوحيدة من العريانات لذلك بدت مرشحة لإعطاء أزهار مغلفات البذور الخنثوية من النماذج البدائية مثل الماغنوليا.

* **نظرية الأصل الهجين:** تعتمد على حدوث طفرات وتهجين طرأ على عاريات البذور أدت فيما بعد إلى ظهور مغلفات البذور.

18-2 تصنيف النباتات الزهرية (مغلفات البذور):

جاءت كلمة Angiosper من اليونانية بمعنى (أوعية البذور)، وذكرها بول هيرمان Paul herman عام 1690 كصف قديم في المملكة النباتية الذي يضم النباتات الزهرية وتملك البذور المغلفة بالمبيض مما يميزها عن عاريات البذور. وفي عام 1851 اكتشف Hofmahtes الكيس الجنيني في النباتات الزهرية ومن ثم تقسيمها إلى أحاديات وثنائيات الفلقة، ومعظم التصانيف المطروحة تعالج النباتات الزهرية كمجموعة متماسكة.

18-2-1 تصنيف مغلفات البذور:

* **تصنيف لينايوس عام 1736** حيث أعطى المصطلح Angiosper (وعاء البذور) عكس عريانات البذور وقدم تعريفاً الثنائيات الفلقة فقط.

* **تصنيف هوفميشر عام 1856** اكتشف التغيرات الحاصلة في جنين النباتات الزهرية وأعطى مصطلح خفيات الإلقاح (كريبتوغامي) وميز بين أحاديات وثنائيات الفلقة.

* **أطلق على هذه النباتات Angiosper** وكذلك اسم Anthophyta أي النباتات الزهرية.

* **فروندیو، ریفیل وغیرهم عام 1996** اقترحوا اسم ماغنوليوفيتا هذه النباتات وهذا ماقدمه الباحث تاختاجيان، وذلك من فصيلة ماغنولياسي ذات الأزهار القريبة من عاريات البذور المستحاثية.

* **في عام 2003 تم بحث التصنيف العرقي**، وقد تدخلت الابحاث الوراثية الحديثة في هذا المجال وبدا من ذلك أن أحاديات الفلقة نشأت أصلاً من ثنائيات الفلقة، وهذا يعني أن ثنائيات الفلقة تنشأ من زمرة تصنيفية جديدة على الأقل من الوراثية والتطورية، ومازالت هذه الدراسات بحاجة إلى متابعة وبحث.

18-2-2 بعض التصانيف المعروفة لمغلفات البذور:

اعتمد علماء النبات على أحد التصانيف التالية:

Bessey , Hallier , Hytchinson , Hooker , Bentham , Tippo , Engler

وقد يطرح سؤال: لماذا لايتفق العلماء على تصنيف واحد؟ ويحصر الجواب في أحد ثلاثة أسباب:

- تتبنى المعشبات النباتية Herbaria العالمية تصنيف مختلفة تعد كأساس علمي للمؤسسة التي تنتمي إليها، وبذلك من الصعب تبني تصنيف واحد تخضع له جميع هذه المؤسسات.
- إن المراجع والكتب التصنيفية في كل بلد تخضع لاتجاه تصنيفي محدد وتؤثر على الباحثين الذين يعملون في هذا المجال.
- من الصعب أن نطبق تصنيف ما بشكل عملي، ومع ذلك من الصعب لأي تصنيف أن يثبت بشكل قاطع مدى قربه من التصنيف العرقي (السلالي) المنشود ولو تم الإثبات لزال الاختلاف.

وفيما يلي نتعرف على أهم الصفات البدائية والراقية التي يعتمدها تصنيف هيتشينسون Hutchinson واسع الإنتشار:

يرى هيتشينسون أن عريانات البذور ترجع إلى خط سلالي واحد يبدأ من الفصيلة البدائية السيكاسية Cycadaceae وصولاً إلى الفصيلة السروية الراقية Cupressaceae. وكذلك يعتقد أن مغلفات البذور هي أيضاً وحيدة الأصل نسبها إلى نباتات افتراضية تسمى "قبل مغلفات البذور Preangiosperms" التي تحدث عنها آربر و باركين والمعتقد أنها من البنيتيتالس. كما أنه قسم مغلفات البذور إلى خطين تتطوريين: نباتات عشبية Herbacae ونباتات شجرية Lignaceae (حسب آراء بيسي Bessey).

وبشكل عام يمكن وضع الجدول التالي الذي يلخص مبادئ تصنيف هيتشنسون حسب درجة الرقي :

	صفات أكثر بدائية	صفات أكثر رقياً
١	أجناس أو فصائل فيها أشجار أو شجيرات والعرائش Climbers	أجناس فيها أعشاب
٢	نباتات معمرة	حولية أو ثنائية الحول
٣	زهريات مائية مشتقة من الأرضية ، الفوقية Epiphyte، الطفيلية، الرمية	نباتات عادية
٤	ثنائيات الفلقة	أحاديات الفلقة
٥	ترتيب الأزهار الحلزوني	ترتيب الأزهار الحلقي (القرصي)
٦	الأوراق البسيطة	الأوراق المركبة
٧	أزهار خنثوية	أزهار منفصلة الجنس
٨	نباتات أحادية المسكن	نباتات ثنائية المسكن
٩	أزهار مفردة	أزهار متوضعة في نورة
١٠	أزهار عديمة البتلات (التويج)	أزهار مع بتلات (تويج)

١١	منفصلة البتلات (تويج منفصل)	ملتحمات البتلات
١٢	أزهار محورية التناظر (شعاعية)	أزهار جانبية التناظر (غير منتظمة)
١٣	مبيض علوي ثم مبيض محيطي	مبيض سفلي (زهرة علوية)
١٤	كرابل منفصلة	كرابل ملتحمة
١٥	مدقة كثيرة الأقلام (منفصلة)	مدقة ذات قلم واحد (ملتحمة)
١٦	بذرة سويدائية، صغيرة الجنين	عديمة السويداء (لاسويدائية) كبيرة الجنين
١٧	زهرة متعددة الأسدية (كثيرة)	زهرة قليلة الأسدية
١٨	مآبر منفصلة	مآبر أو خيوط ملتحمة
١٩	ثمرة بسيطة	ثمرة متجمعة

3-18 تصنيف شعبة الماغنوليات:

لقد تم وضع النباتات حسب المعطيات الوراثية في (١٢) شعبة وهي:

انتوسيروتوفيتا، ماركانتيوفيتا، بريوفيتا، بسيلوتوفيتا، ليكوبوديوفيتا، إيكوسيتوفيتا، فيليكوفيتا، سيكادوفيتا، جينكوفيتا، كونيفيروفيتا، غنيتوفيتا، ماغنوليوفيتا، وهكذا تشكل النباتات الزهرية أو (مغلفات البذور) الشعبة الأخيرة والأكثر رقياً من شعب المملكة النباتية وتضم هذه الشعبة صفين هما أحاديات الفلقة وثنائيات الفلقة وذلك كما يأتي:

المملكة النباتية Kingdom palntae

تحت مملكة النباتات الوعائية Subkingdom Tracheobionta

فوق شعبة النباتات البذرية Superdivision Spermatophyta

شعبة النباتات البذرية Division Magnoliophyta وتضم:

- صف الزنبقيات Liliopsida أو أحاديات الفلقة Monocotyledons
- صف الماغنوليات Magnoliopsda أو ثنائيات الفلقة Dicotyledons

وحسب تصنيف تاختاجيان فإن شعبة الماغنولويوفيتا توضع في عشر تحت صفوف:

ثمانية منها تدخل في صف ثنائيات الفلقة وثلاثة في صف أحاديات الفلقة. لكن التصانيف الأحدث تشير إلى وجود /٦/ صفوف في الثنائيات و /٥/ صفوف في الأحاديات .

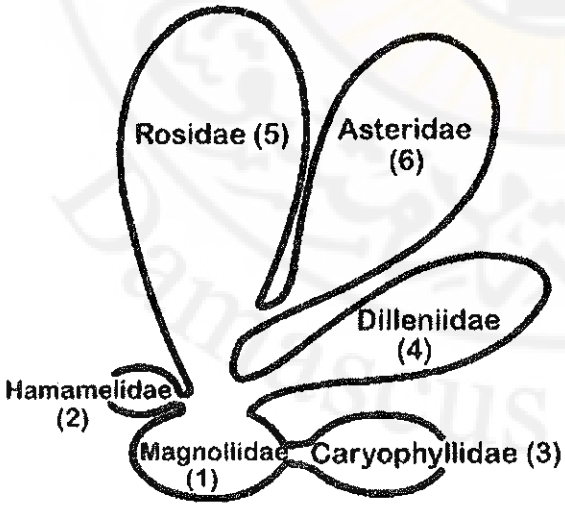
١٨-٣-١ صف ماغنوليوبسيدا (ثنائيات الفلقة):

عرفت هذه النباتات باسمها القديم ثنائيات الفلقة Dicotyledons واختصاراً Dicots وهذا دليل على وجود فلقتين في جنين البذرة. ومع ذلك فقد تشذ بعض الأنواع القديمة جداً كما في الفصيلة الحوذانية أو الضفدعية Ranunculaceae حيث نجد فلقة واحدة ، وقد تصادف من ٣-٤ فلقات.

تتنوع نباتات هذا الصف بشكل كبير : فمثلاً نجد الأعشاب الحولية ذات البنية الابتدائية فقط والأعشاب ذات البنية الثانوية والأعشاب ثنائية الحول والشجيرات والعرائش والأشجار المعمرة.

يضم صف ماغنوليوبسيدا حسب التصانيف المعتمدة ٦ تحت صفوف وهي:

Magnolidae أعطى تحت صف Hamamelidae ثم تحت صف Caryophllidae ثم تلاه تحت صف Dillenidae وبعد ذلك تحت صف Rosidea وأرقى تحت صفوف ثنائيات الفلقة هو النجميات أو المركبة Asteridae (الشكل ١-١٨) ويشير الجدول التالي إلى عدد الرتب والفصائل والأنواع (١٦٤٤٠٠ نوع) العائدة لتحت الصفوف الستة:



الشكل 1-18:
مخطط يوضح علاقات تحت صفوف صف ثنائيات الفلقة ماغنوليات) الستة من الأقدم إلى الأرقى

جدول يوضح عدد رتب وفصائل وأنواع تحت صفوف ثنائيات الفلقة

Subclass	Orders	Families	Species
Magnoliidae	8	39	11, 000
Hamamelidae	11	24	3, 400
Caryophyllidae	3	14	11, 000
Dillenidae	13	78	25, 000
Rosidae	18	114	58, 000
Asteridae	11	49	56, 000
		Total:	**164, 400**

١٨-٣-٢ صف الزنبقيات ليليوبسيدا (ثنائيات الفلقة):

عرفت هذه النباتات باسمها القديم أحاديات الفلقة Monocotyledon و اختصاراً Monocots وهذا دليل على وجود فلقة واحدة في جنين البذرة، وباسمها الأحدث الزنبقيات Liliopsida.

نلاحظ في هذا الصف النباتات العشبية فقط وبعض الأشجار مثل النخيل الذي يملك شبيه ثانوية. تملك الأوراق التضلع المتوازي وقد نلاحظ تمايز المعلاق إلى ضلع ونصل. فاقة الجنين الوحيدة تموت بسرعة مما يدعو إلى نمو سريع للجذور الليفية. قد تتصف بعض أنواع أحاديات الفلقة بخصائص ثنائيات الفلقة.

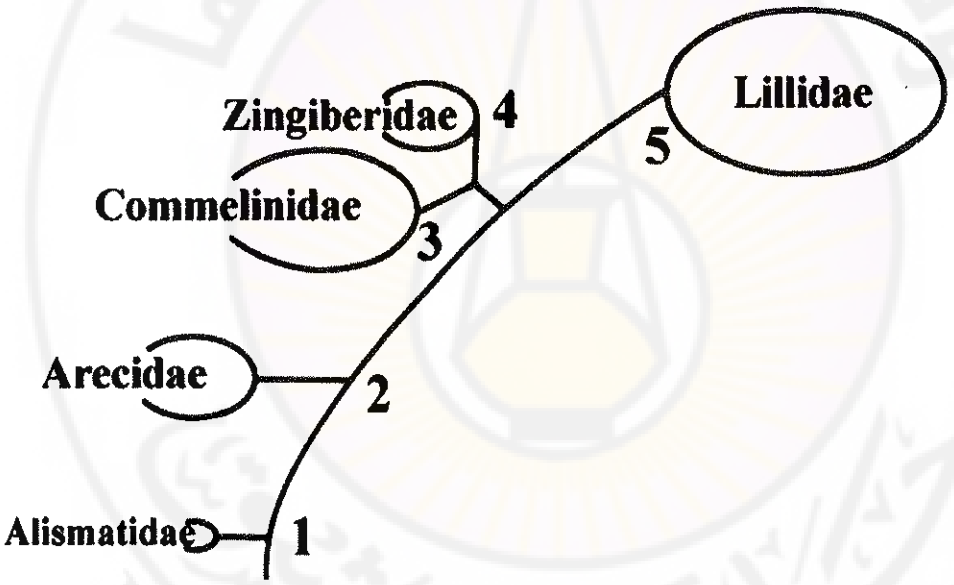
هناك شك حول أصل هذه المجموعة، وهكذا أبدى البعض انها ناشئة من اسلاف غير معرفة أو منقرضة وبذلك فالنباتات ثنائيات الفلقة تطورت منها، والبعض الآخر يرى أن الأحاديات نشأت من الثلاثيات، ومازال الأمر متروكاً للجدل، وينتظر آراء التصانيف الأحدث القائمة على الأساس الوراثي وجزئية ال DNA.

لقد ساد الاعتقاد بأن الأحاديات القديمة جداً كانت خالية من الأوعية أو أنها موجودة في الجذور فقط. أما فيما يخص عدد أنواع النباتات الأحادية فإنها تبدو أقل من أنواع الثنائيات، ومع ذلك فإن أعدادها تزداد في المناطق التي تسود فيها الأعشاب، وهي تشكل أهمية كبيرة للإنسان وبخاصة الأعشاب التي تساهم في انتاج خبز الطعام وغيرها من نباتات الزينة.

يضم صف ليليوبسيدا /ه/ تحت صفوف وهي من الأقدم باتجاه الأرقى:

Alismatidae , Arecidae , Commlimidae , Zingiberidae

وأكثرها رقياً هي تحت صف Lillidae. (يعتمد تاختاجيان تحت صفين فقط وهما الأول الأكثر بدائية والأخير) (الشكل ٢-١٨).



الشكل 2-18: مخطط يوضح علاقات تحت صفوف صف أحاديات الفلقة (ليليوبسيدا) الخمسة من الأقدم إلى الأرقى

ويشير الجدول الآتي إلى عدد الرتب والفصائل والأنواع (٥١١٠٠ نوع) العائدة لتحت الصفوف الخمسة:

جدول يوضح عدد رتب وفصائل وأنواع تحت صفوف أحاديات الفلقة

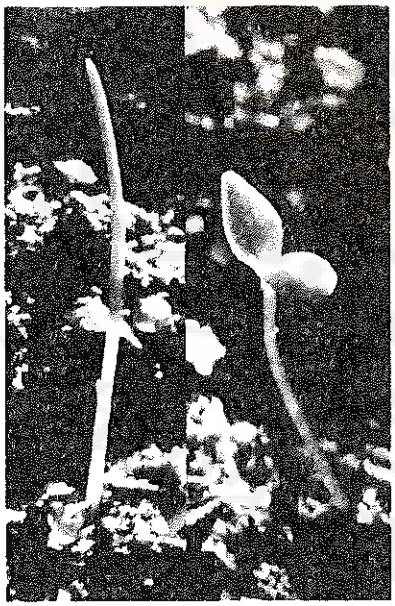
Subclass	Orders	Families	Species
Alismatidae	4	16	500
Arecidae	4	5	5, 600
Commelinidae	6	16	16, 200
Zingiberidae	2	9	3, 800
Liliidae	2	19	25, 000
		Total:	**51, 100**

١٨-٣-٣ مقارنة بين أحاديات وثنائيات الفلقة:

توجد مجموعة من الفروق الهامة بين صفي أحاديات وثنائيات الفلقة (المورفولوجية والتشريحية والتكاثرية)، والجدول الآتي يلخص أهم هذه الفروق:

	صف ماغنوليوبسيدا (ثنائيات الفلقة)	صف ليليو بسيدا (أحاديات الفلقة)
١	جنين يضم فلقتين في البذرة	جنين يضم فلقة واحدة في البذرة (الشكل 3-18)
٢	البذرة سويدائية وأحياناً لاسويدائية	البذرة سويدائية ونادراً لا سويدائية
٣	الجهاز الإعاشي أعشاب وأشجار معمرة	أعشاب ونادراً جداً أشجار
٤	الجذر وتدي رئيسي مع جذور جانبية	الجذر ليفي غالباً

٥	الأوراق كبيرة شبكية التضلع بسيطة أو مركبة	الأوراق متطاولة متوازية التضلع
٦	يوجد في الساق كامبيوم وبنية ثانوية	ينعدم الكامبيوم على الأغلب
٧	الحزم مفتوحة ومرتبة في المقطع العرضي للساق ويتمايز فيه القشرة والمخ	الحزم مغلقة بالسيكلارنشيم ومبعثرة في المقطع العرضي للساق
٨	حب الطلع متنوع ومتعدد الأنماط	حب الطلع قليل التنوع وحيد النمط تقريباً
٩	نظام القطع الورقية في الزهرة خماسي ومضاعفاته أو رباعي ونادرا ثلاثي	نظام القطع الورقية في الزهرة ثلاثي ومضاعفاته
١٠	حزم الجذر قليلة العدد والأدمة الباطنة تحمل شريط كاسبار قليل ترسبات الفلين	حزم الجذر كثيرة العدد وشريط كاسبار يظهر ترسبات شديدة على خلايا الأدمة الباطنة



الشكل ٣-١٨: إنتاش البذور
إلى اليمين إنتاش بذرة ثنائيات الفلقة
إلى اليسار إنتاش ب ذرة أحاديات الفلقة.

المراجع

المراجع باللغة العربية

١) د. أبو خرمه : دياب ، و : د. عياش ، غسان (1983) _ علم الحياة النباتية لطلاب السنة الأولى طب الأسنان _ الكتب الجامعية ، جامعة دمشق .

٢) د. بركودة ، يوسف (1973) الرحميات (أو النباتات ذات الأرشيجون) ، منشورات جامعة دمشق ، كلية العلوم .

٣) د. بركودة ، يوسف (1980) تصنيف الزمر النباتية ، الكتب الجامعية ، جامعة دمشق ، كلية العلوم .

٤) د. بركودة ، يوسف (1985) تصنيف الزمر النباتية ، الكتب الجامعية ، جامعة دمشق ، كلية العلوم .

٥) د. بركودة ، يوسف ، و : د. محمد العودات (1979) نباتات سورية ، عدد خاص من مجلة علوم الحياة ، دمشق ، جمعية علوم الحياة السورية .

٦) د. بركودة ، يوسف ، و د. عياش ، غسان ، و د.الأعرج ، بسام (١٩٩٦) الرحميات ، الكتب الجامعية ، جامعة دمشق ، كلية العلوم .

٧) د. صباغ ، عبد العزيز (1994) التصنيف النباتي وتعضي جهاز التناسل في مغلفات البذور ، منشورات جامعة دمشق ، كلية الزراعة .

٨) د. عياش ، غسان (1982) الرحميات (التصنيف ، والتعطي والتكاثر) ، منشورات جامعة دمشق ، كلية العلوم .

٩) د. لايقة ، سرحان (1981) علم التصنيف النباتي ، منشورات جامعة تشرين ، كلية العلوم .

المراجع الأجنبية:

1 - Al - Araj, B. (1991) Beitrage zum Merkmalsbestamd der Gattung Polytrichum.
2 - Bell, P. R. and Woocock, C. L. F. (1982) The Diversity of Green Plants. Edward Arnold Publishers.
3 - Braune. ,Leman.,Taubert (1987) Pflanzn and forisches Parkti-kum II.
4 - Dutta A. €. (1983) Botany Fifth edition Calcutta.
5 - Englers, L. (1983) Syllabus der Pflanzen familien Bryophytina.
6 - Gillespie, W., H. Rothwell, G. Walnd Schecker, S. E. (1981) The Earliest Seeds. Nature, London 293.
7 - Hill J. B., Popp H. W., Grove A. R. (1967) Botany Fourth edition.
8 - Jacob « Jager » Ohman (1981) Kompendium der Botanik.
9 - Jahns, H. M. (1987) BLV Bestimmungsbuch, Fame - Moose — Flechten.
10 - James, Haynes D. (1975) Botang.
11 - Khrganovsky V. G. (1969) The Principles of Botang Moscow.
12 - Khganovsky V. G. Ponomarenko C. F. (1988) Botany.
13 - Komarintsky N. A., Kowdryashov L. V., Oranov. A. ;1962) Plant Classification, Moscow.
14 - Libbert, E. (1988) Allyemeine Miologie.
15- Bclean R. C., ivimery W. R., Cook V. I (1964) Textbook of the Oretical Botany.
16 - Moyle, W. T. (1970) The Biology of Higher Cryptogames The Macmillan Comp. London.
17- Panday S. N. Miska S. P., Trivedi. P. S. (1981) A Text Book of Botamy second edition New delbi.
18-Panday . B.P. (2001) College Botany Volume II .
19 - Sauvorov V. V., Voronvai N. (1979) Botany and Principle geobotany, Leningrad.
20 - Siegel, M. (1977) Urania Pflanzenreich / Niedere Pflanzen.
21 - Sporne, K. R. (1974) The Morphology of Gymnosperms Hutchinson London.
22 - Strasburger (1983) Lehrbuch der Botanik.

23 - Takktajan, A. (1969) Flowering. Plants. Olvier and Boyd, Edinburgh.
24 - Vacilev A. E., Voronin N. 6. (1978) Botany. (Anatomy and Morphology Plant) Moscow.
25 - Von Grottenberg, H. (1963) Lehrbuch der Allgemein Botanik.
26 - Weier, T. E., Stocking, C. R. and M. G. Barbour (1974) Botany, 5 th edition J. W. Wielley, New York.
Agency .WWW.environment.Protection27-

Damascus University


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المصطلحات العلمية

(A)

Acrocarpous	توضع قمي (علوي) للإثمار
Acrogynous	نهائي الرحم
Actinostele	اسطوانة نجمية
Albumen	سويداء
Amphiphloic	مزدوج اللحاء
Anacrogynae	لا نهائي الرحم
Andreaeobrya	حزازيات صخرية
Androcyte	خلية كولدة للنطاف
Angiosperms	مغلفات البذور
Annulus	حلقة
Anther	مئبر
Antheridial chamber	حجرة منطفية
Antheridium	منطفة
Apical cell	خلية قمية
Apogamy	لا اعراس

Apophysis	عقدة
Apospory	لا تبوغ
Archegonium	رحم
Archesporium	بوغ قديم
Arillus	جناح
Asexual	لا جنسي (لا شقي)
Attactostele	أسطوانة لا منتظمة

(B)

Bordered pit	ثقب (نقرة) هالي
Bract	قنابة
Bryophyta	بريويات
Bundle	حزمة وعائية

(C)

Calyptra	برقع (قانسوة)
Cambium	كامبيوم (قلب)
Canal Cell	خلية قنوية
Capsule	علبية

Carboniferous	العصر الكربوني
Cell	خلية
Centrifugal	جابذ (منطلق خارجي)
Centripetal	نابذ (منطلق داخلي
Chalaza	مفرق
Chlorophyceae	طحالب خضراء
Chromatophore	حامل أصبغة
Columella	عمودة
Cormophyta	كورميات
Cortex	قشرة
Cover cell	خلية غطائية
Cretaceous	عصر كرتاسي
Cupule	كوب البراعم (قدح)
Cuticle	قشيرة
Calyptra	

(D)

Dictiostele	بشرة ابتدائية
Diploid	العصر الديفوني

Diplophase	اسطوانة شبكية
Dioecious	ثنائي الصيغة الصبغية
Dictiostele	طور ثنائي
Diploid	ثنائي المسكن

(E)

Ectophloic	خارجي اللحاء
Egg Cell	خلية بيضية
Elater	مبعثرة
Elaterophore	حامل المبعثرات
Embryo	جنين (رشيم)
Embryophyta	رشيميات
Embryo Sack	كيس جنيني
Endodermis	أدمة باطنة
Endosperme	ايندوسبرم
Endothecium	قميص داخلي
Ephedrine	افدرين (قلويد _ عقار)
Epidermis	بشرة
Epiphragme	حاجز موصد

Epiphyte	فوقي
Equisetinae	أذناب الخيل
Eubrya	حزازيات حقيقية
Eustele	اسطوانة حقيقية
Exarch	خارجي المنطلق
Exine	غلاف خارجي
Exothecium	قميص خارجي

(F)

Fertilization	إخصاب
Fillicinae	سراخس
Foot	قدم
Frond	إفرنده (ورقة فرنديه)

(G)

Gametangium	كيس عروسي
Gametophore	حامل أعراس
Gametophyte	نبات عروسي
Gemma	بريعم
Generation	جيل

Damascus University

Gymnosperms	عاريات البذور

(H)

Haploid	أحادي الصيغة الصبغية
Haplophase	طور أحادي
Haplostele	أسطوانة بسيطة (عمودية)
Haustorium	ممص
Hepaticae	كبديات
Heterogamous	غير متجانس الأعراس
Heterophyllous	غير متجانس الأوراق
Heterosporous	غير متجانس الأبواغ
Homophyllous	متجانس الأوراق
Homosporous	متجانس الأبواغ
Hypocotyle	سويق
Hypodermis	أدمة

(I)

Indusium	قميص
Integumemt	لحافة
Intine	غلاف داخلي

(J)

Jungermanniales	كبديات مورقة

(L)

Leaf gap	نافذة ورقية
Lignin	خشبين
Ligule	لسينة
Lycopodinae	أرجل الذئب

(M)

Macrophyll	ورقة كبيرة
Macrosporangium	كيس بوغي كبير
Macrosporophyll	ورقة بوغية كبيرة
Macrospore (Megaspore)	بوغة كبيرة
Meiosis	انقسام منصف
Meristelle	اسطوانة وسطية
Meristem	مرستيم
Mesarch	وسطي المنطق
Mesophyll	نسيج متوسط
Metaxylem (M. X)	خشب تالي
Microphyll	ورقة صغيرة

Micropyle	كوة
Microsporangium	كيس بوغي صغير (دقيق)
Microsporophyll	ورقة بوغية صغيرة (دقيقة)
Microspore	بوغة صغيرة (دقيقة)
Musci	حزازيات

(N)

Nucellus	نوسل

(O)

Operculum	غطاء
Ovary	مبيض
Ovull	بويضة

(p)

Paleozoic	حقب الحياة القديمة
Paraphyse	أشعار (أوبار عصيرية)
Perianth	كم
Periblem	بطانة
Pericycle	محيط دائر
Periderm	أدمة محيطية
Peristome	شفة سنية

Permian	العصر البيرمي
Phaeophycophyta	الطحالب السمراء
Phanerogams	الزهريات (النباتات الزهرية)
Phellogen	كمبيوم فليني
Plectostele	اسطوانة شبكية
Pleurocarpous	توضع جانبي للإثمار (جانبي الخصب)
Polyphyletic	متعدد الأصول
Polen Sack	كيس طلعي
Polystele	اسطوانة متعددة
Primofilices	سراخس بدائية
Perpollen	طلائع حب الطلع
Proembryo	طليعة الجنين
Prothallium	مشرة عروسية
Protonema	خيط اولي (برونونيما)
Protostele	اسطوانة بدائية
Protoxylem (P. X.)	خشب أولي
Pseudopodium	سويقة كاذبة
Pyrenoid	جسم آحي (بيرينوئيد)

Pteridophyta	التريديات (النباتات السرخسية)

(R)

Radicle	جذير
Receptacle	كرسي
Rhizoid	وبرة جذرية
Rhizome	جذمور
Rhizomoid	شبه جذمور
Rhizophore	حامل جذور

(S)

Secondary Xylem	خشب ثانوي
Sexual	جنسي (شقي)
Silurian	العصر السيللوري
Siphonostele	اسطوانة انبوبية
Sorus. sori	بقعة بوغية
Spermatophyta	بذريات
Spermatozoid	نطفة
Sporangiophore	حامل أكياس البوغ
Sporangium	كيس بوغي

Sporo-carp	ثمرة بوغية
Spore	بوغة
Sporocyte	أم البوغ
Sporophyll	ورقة بوغية
Sporophyte	نبات بوغي
Stomata	مسام
Stomium	خلايا شفوية
Suspensor	معلق

(T)

Tapetum	طبقة مغذية
Telome	تلوم (محور)
Thallophyta	مشريات
Thallus	مشرة
Trabecula	سحابة
Trachae	قصبة (وعاء كامل)
Tracheid	قصيبة (وعاء ناقص)
Transbusion tissue	نسيج صفاقي

Trophophyte	النبات المغذي

(V)

Vascular plant	نبات وعائي
Vegetative	إعاشي (خضري)
Velum	حجاب
Venter	بطن
Ventral canal cell	خلية قنوية بطنية
Vascular plant	نبات وعائي

(X)

Xylem	خشب

(Z)

Zygote	بيضة ملقحة

Damascus University

الأسماء العلمية

Abies 235,257,285

Abies sibirica 288

Acetabularia 32

Acroschisma 86

Adiantum 167

Adiantum capillus - veneris 167

Agaricus 43

Agathus 239,242,269,271

Amenothotaxus 265

Anabaena 214

Andereae 86

Anemia 166

Angiopteris 161

Anthoceros 71

Araucaria 239,257,269,271

Araucaria columnaris 271

Archnoidiscus 19

Arshangiopteris 161

Aspergillus 38,45

Aspergillus flavus 45

Athyrium 177

Athyrium filix – femena 177

Austrotaxus 265

Baiera 225

Barbula 89

Bennettites 200

Botrychum 160

Botrydium 22

Bowenia 208

Bryum 89

Calimmatotheca 195

Canninghamia 252

Casuarina 296

Caulerpa 32

Caytonia 199

Cedrus 291

Cephalotaxus 265

Ceratium 20

Ceratozamia 208

Cheirolepis 264

Chlamydomonas 27

Chtistensenia 161

Claviceps 38,41

Cratoneurum 88

Cruptomonas 29

Cupressus 244,278

Cycadoidea 200

Cycas 206

Cycas circinalis 206

Cycas revolute 206

Dacrydium 235

Dacrydrum 268

Danaea 161

Delasera 26

Dinobryon 22

Dioon 208

Drepanolepis 264

Dryopteris 169

Dryopteris filix mas 169

Encephalartus 208

Ephedra 296

Equisetum 142,296

Equisetum arvense 146

Fucus 24

Funaria 88,89,90

Funaria hygrometrica 90

Ginkgo 225

Ginkgo biloba 225

Gnetum 302

Hornea 111

Hypnum 88

Isoetes 141

Isoetes lacustris 141

Juniperus 279

Juniperus communis 279

Kteleeria 285

Laminaria 24

Larix 235,236,243,251,281

Lebachia 263,265

Lepidodendron 145

Lepidozamia 28

Libocedrus 279

Liginopteris 195

Lycopodium 125

Lycopodium clavatum 124

Lygodium 166

Macroglossum 161

Macrozamia 208

Magnolia 204

Marattia 161

Marchantia 46,73

Marchantia polymorpha 46

Marsilea 177

Medollosa 198

Metasequja 275

Microcycas 206

Mnium 89

Nostoc 73

Notothylas 71

Ochromonas 22

Oedogonium 32

Olpidium 35

Ophioglossum 155

Osmunda 165

Pandorena 28

Parasitaxus 235

Penicillum 45

Peridium 20

Peziza 38,41

Phyllocladus 241,268,

Picea 235,275,285,288

Picea abies 288

Picea exelsa 288

Pilularia 177

Pinus 235,248,251,293

Podocarpus 252,268

Podocarpus spicatus 268

Polytrichum 51,88,97

Polytrichum formosum 97

Polytrichum piliferum 51,97

Porphyridium 26

Protopteridium 154

Pseudolarix 246,281,284,292

Pseudolarix kaempferi 292

Pseudotsuga 285

Psilotum 115

Psilotum flaccidum 115,118

Psilotum nudum 115

Pteridium 168

Ptilidium 88

Puccinia 44

Puccinia graminis 44

Regnellidium 177

Rhacopteris 154

Rhizopus 37

Rhizopus nigricans 37

Rhynia 111,121

Riccia 46,68

Riccia fluitans 68

Salvinia 183

Salvinia natans 183

Saprolegna 37

Selaginella 131

Sequja 274

Sequja sempervirens 274

Sequjadendron 275

Sequjagigantum 275

Sphagnum 80

Spyrogera 28

Stangeria 207

Tarreya 265

Taxodium 275

Taxus 252,257,265

Thuja 279

Thuja occideentalis 279

Tmesipteris 115,120

Tortula 51,89

Tortula muralis 51

Tsuga 284,285

Ulothrix 32

Ulva 28

Vaucheria 22

Vicia 35

Voltzia 264

Voltziopsis 264

Volvox 28

Welwitschia 308

Welwitschia mirabilis 308

Williasonia 200

Williosoniella 200

Zamia 208

Zygnema 28

Zygopteris 154

Damascus University


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

اللجنة العلمية :

أ.د غسان عياش

أ.د محمد سليمان

أ.م.د كمال الأشقر

المدقق اللغوي :

د. سكينة موعد

حقوق الطبع و الترجمة و النشر محفوظة لمديرية الكتب و المطبوعات


وقل رب زدني علما
Damascus University

ملحق الصور الملونة

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University



Anthoceros sp.



أكواب البراعم Marachantia polymorpha



حاملات الأرحام Marachantia polymorpha



الكبديات المورقة Jungermania sp.



حزازيات مستنقعية نباتات عروسية Sphagnum sp .



حزازيات مستنقعية نباتات بوغية Sphagnum sp.



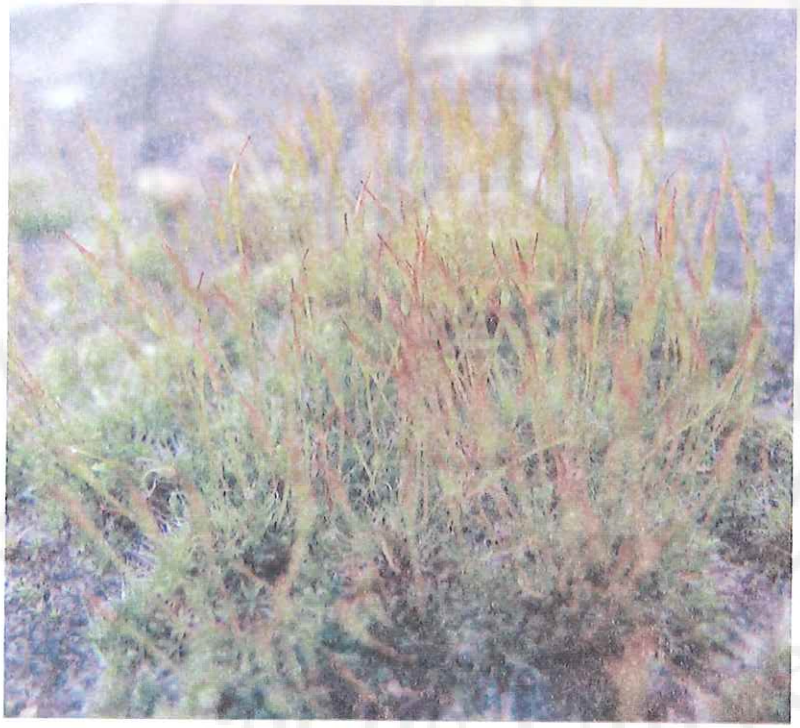
حزازيات صخرية نباتات بوغية Andreae sp.



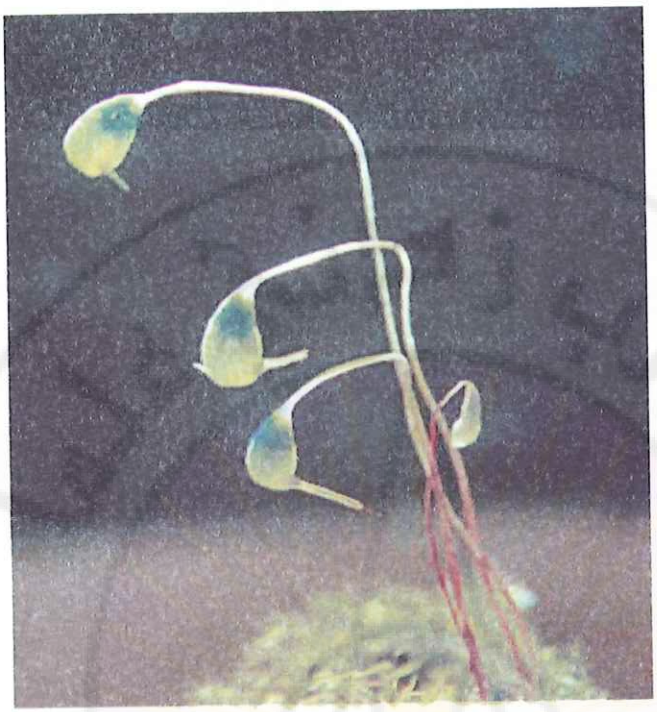
الأغطية الأنثوية Sphaerocarpus sp.



نباتات عروسية Mnium punctatum



نباتات عروسية تحمل نباتات بوغية Tortula muralis



نباتات بوغية Funaria hygrometrica



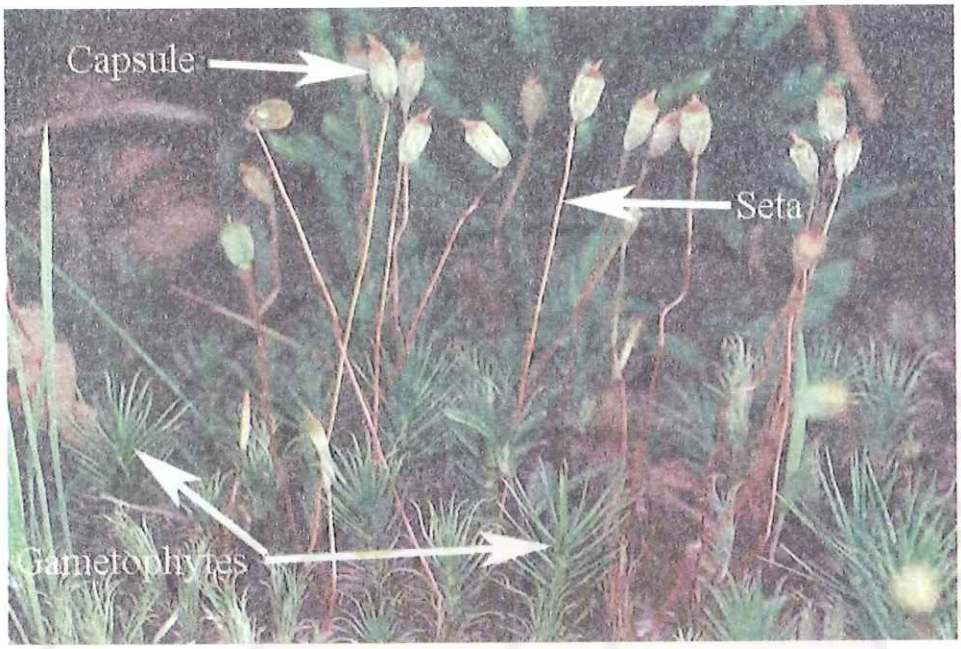
حزازيات جانبية الإثمار Fissidens sp.



نباتات عروسية Brachythecium salebrosum



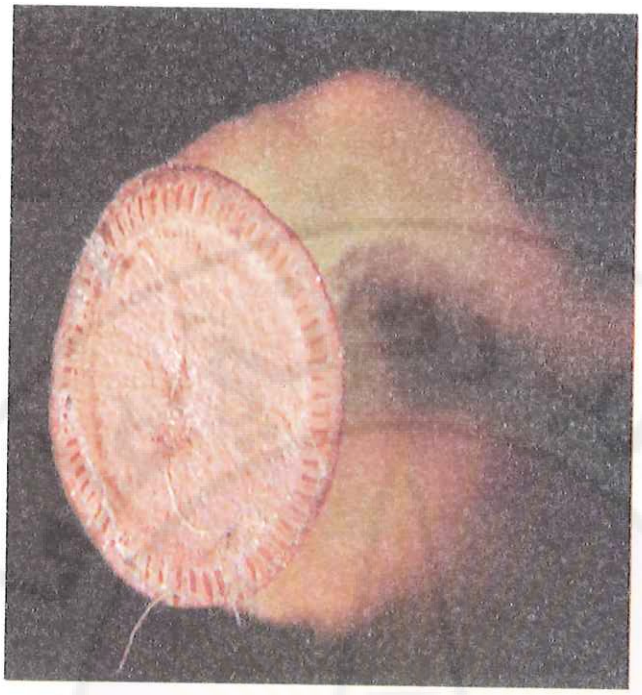
نباتات عروسية Tortella tortuosa



نباتات عروسية تحمل نباتات بوغية Polytrichum commune



نباتات بوغية Polytrichum commune



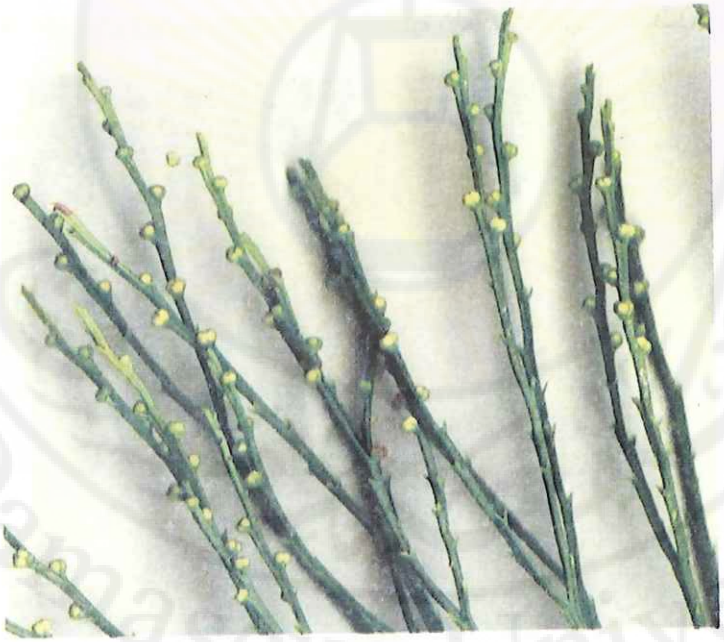
الشفة السنية الأحادية مع الغشاء الموصد Polytrichum commune



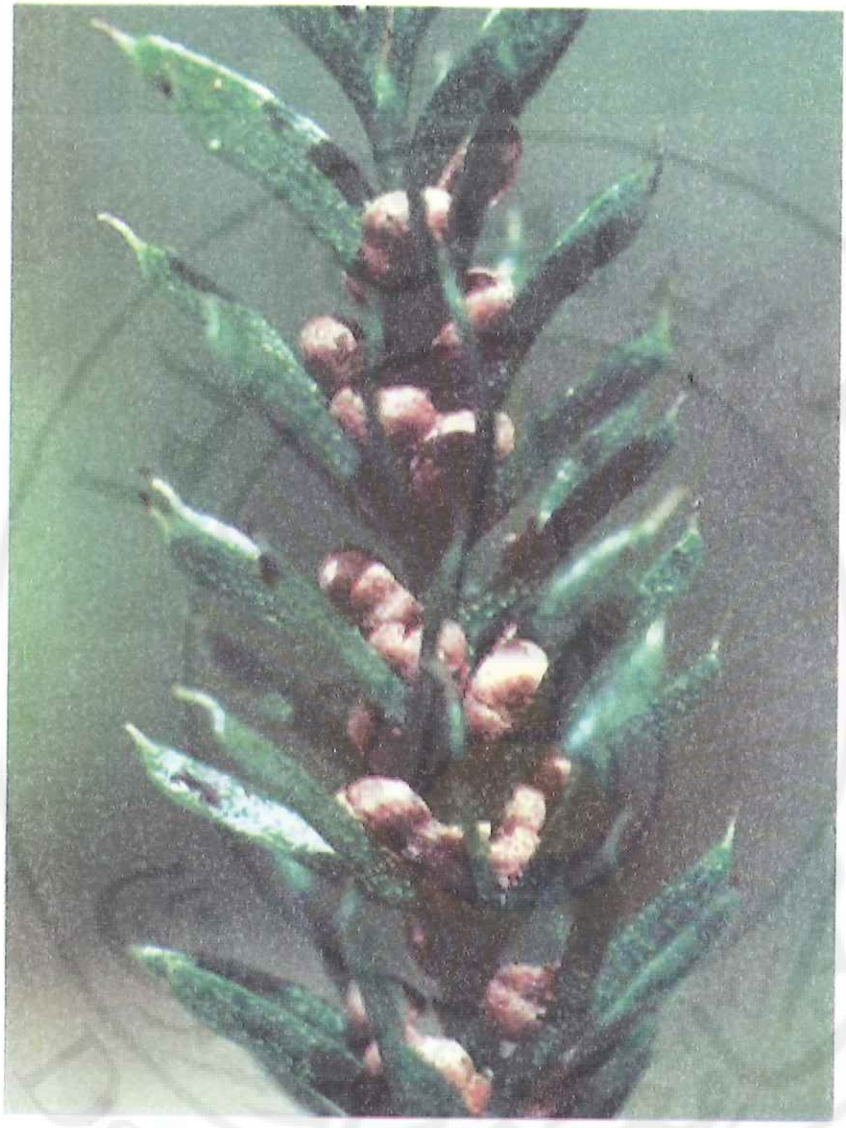
الشفة السنية المضاعفة Funaria hygrometrica



نباتات بوغية Psilotum flaccium



الأكياس البوغية Psilotum flaccium



النبات البوغي Tmesipteris sp.



Lycopodium clavatum رجل الذئب ، نباتات بوغية مع المخاريط



Selaginella denticulata نباتات بوغية



مخروط بوغي Selaginella denticulate



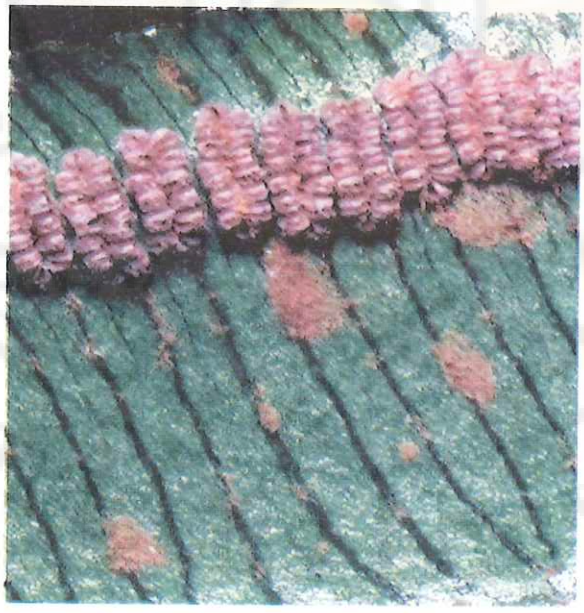
Equisetum نباتات بوغية تحمل مخاريط



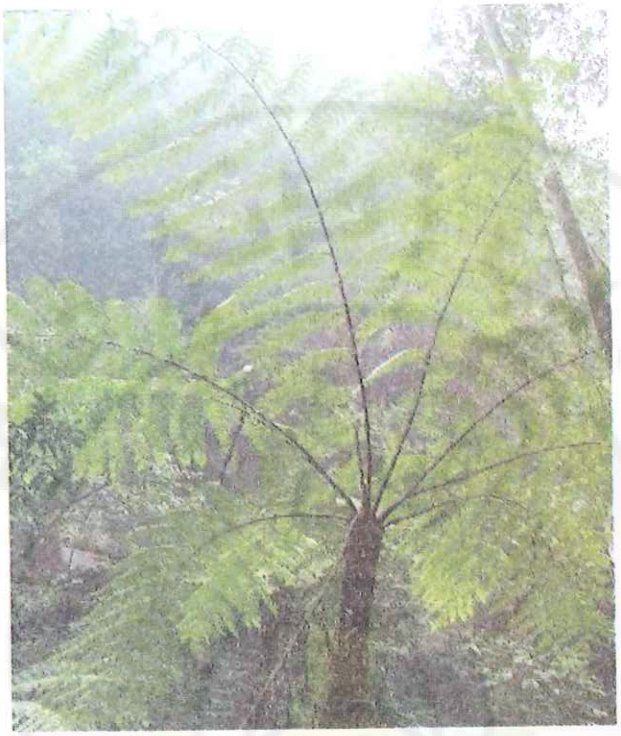
Ophioglossum sp. سرخس حقيقي ، نبات بوغي



سرخس حقيقي ، نبات بوغي Botrycium sp.



Marattia sp. سرخس حقيقي بقع بوغية صندويشية الشكل



Alzophylla sp. سرخس حقيقي ، نبات بوغي



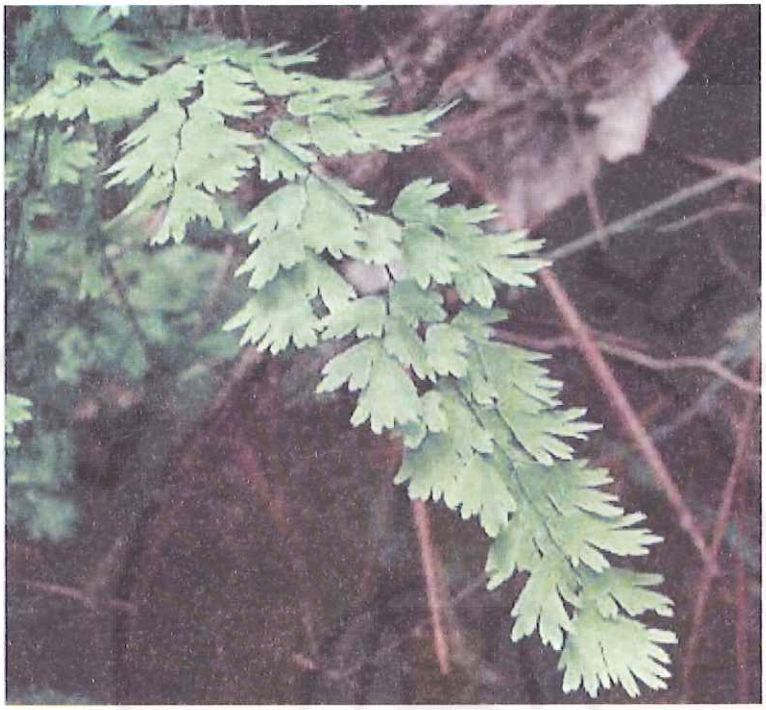
سرخس حقيقي ، نبات بوغي Angiupters sp.



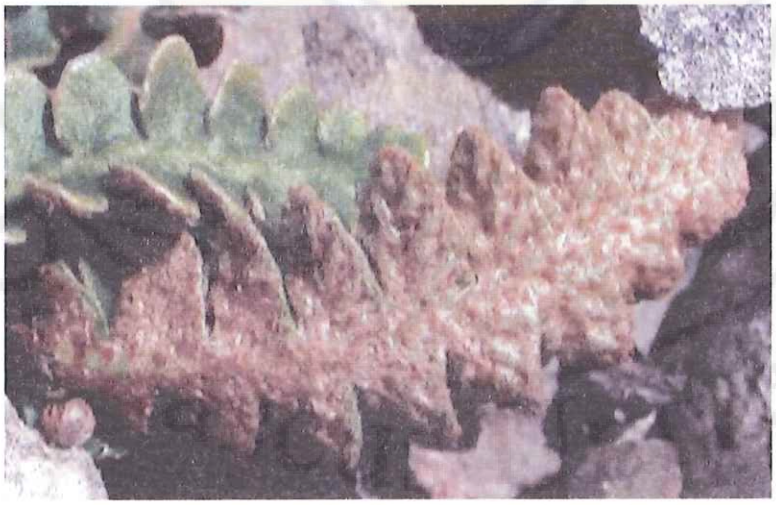
النبات البوغي Dyopteris- filix – maz



البقع البوغية والقميص الحقيقي Dyopteris- filix – maz



نبات بوغي Adiantum sp.



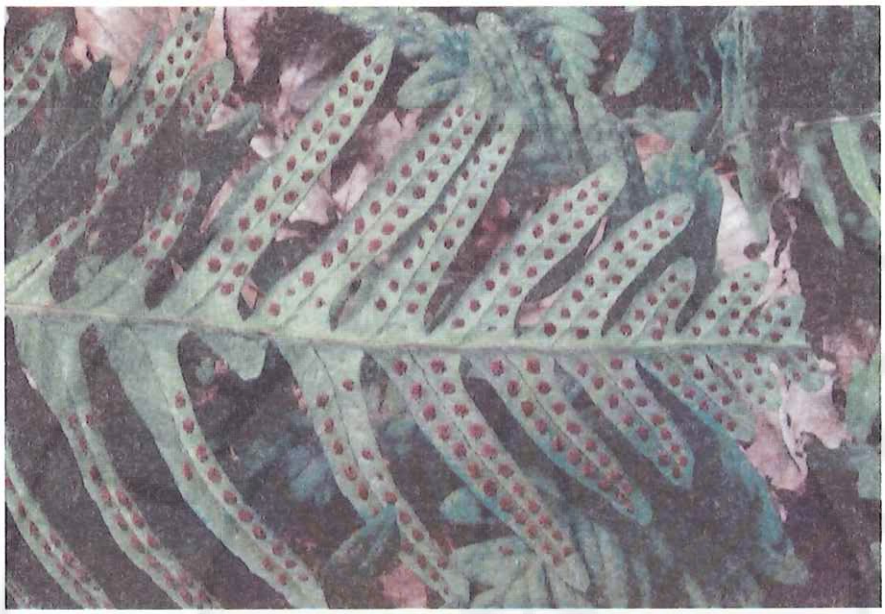
البقع البوغية مغطاة بقميص حرشفي Ceterach sp.



النبات البوغي Phylitts sp.



البقع البوغية الخطية Phylitts sp.



النبات البوغي ، بقع بوغية عارية Polypodium sp.



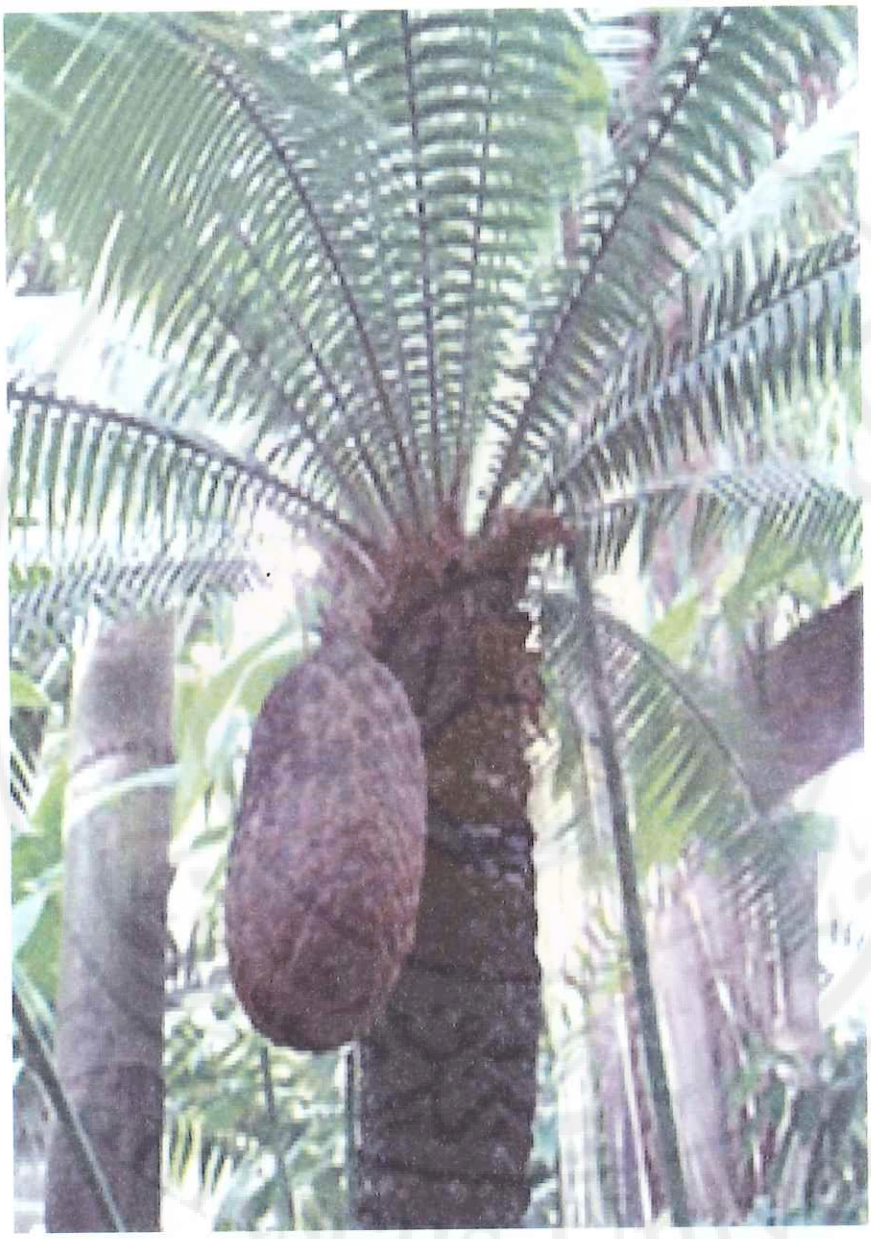
سرخس كاذب فوقي Playthcerium sp.



سرخس مائي ، نبات بوغي Marsilea sp.



سرخس مائي ، نبات بوغي Salvinia natans



نبات بوغي Cycas sp.



المخاريط المؤنثة Cycas sp.



المخاريط المذكرة Cycas sp.



Encephalartus sp.



Encephalartus sp.



Araucaria sp.



Secuja sp.



Larix sp.



Taxodium sp.



Zamai sp.



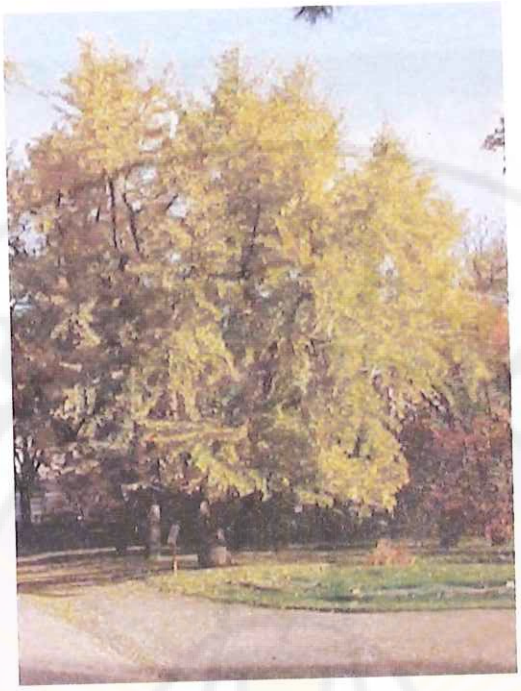
Ceratozamia sp.



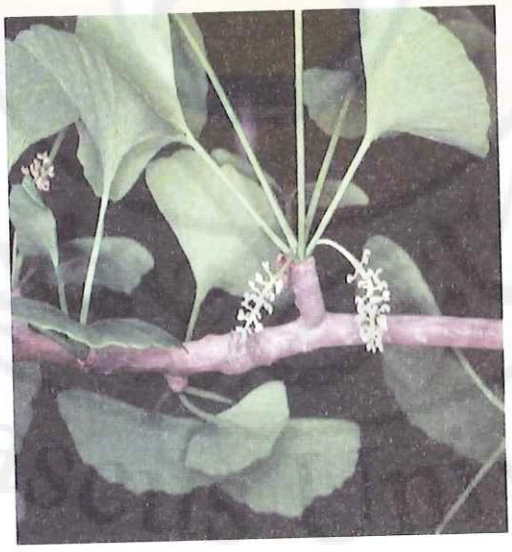
Pinus sp. فارع طويل مع مخاريط مؤنثة عمرها سنتين ونصف



مخروط مؤنث عمره سنة ونصف Pinus sp.



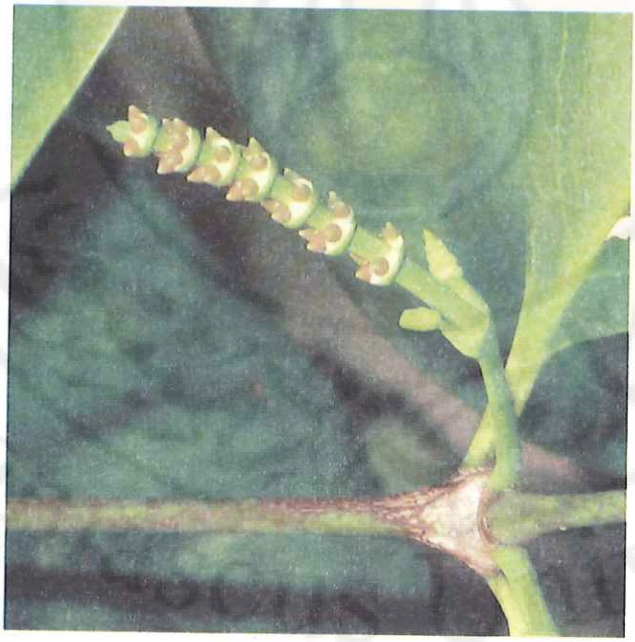
Ginkgo biloba



الإزهرار المذكر Ginkgo biloba



Ephedra sp.



Gnetum sp.



Welwitchia sp.

Damascus University