الفصل الأول

تقسيم عالم الأحياء

شهد تقسيم عالم الأحياء تطوراً كبيراً مع مرور الزمن نتيجة تقدم وسائل البحث العلمي لشتى علوم الحياة وما قدمته هذه العلوم من قرائن وأدلة مكنت الباحثين من وضع لوحات تصنيفية متعددة لعالم الأحياء بما يتضمنه هذا العالم من تنوع كبير في كائناته المختلفة.

قسم عالم الأحياء في البداية إلى : ١- **مملكة النبات** ٢- **مملكة الحيوان**

حيث تميزت كل مملكة بجملة من الخصائص والصفات أهمها ما يلي:

مملكة النبات	مملكة الحيوان
ذاتية التغذية	غيرية التغذية
خلاياها ذات جدر سيليلوزية	يغيب الجدار السليلوزي لخلاياها
كائنات ثابتة غير قادرة على الحركة	كائناتها قادرة على الحركة والتنقل

ومع اختراع المجهر الضوئي وتطور الوسائل البحثية... قسمت الكائنات الحية اعتماداً على بنيتها الخلوية إلى بدائيات وحقيقيات النواة : ١- بدائيات النواة Prokaryota ٢- حقيقيات النواة Eukaryota

تتصف بدائيات النواة ببساطة التركيب ، خلاياها لا تمتلك نواة حقيقية (حيث تكون مادتها الوراثية غير محاطة بغشاء نووي بل تنتشر بشكل مبعثر ضمن بروتوبلازم الخلية) ، كما تغيب لديها بعض المكتنفات الخلوية ، وتتكاثر فقط بالطريقة اللاجنسية.

في حين تتصف حقيقيات النواة بأن كائناتها ذات خلايا كاملة ، تحتوي على نواة حقيقية ، إضافة إلى جميع المكتنفات الخلوية التي توجد في الخلية الحية ، وهي تتكاثر بكلا الطريقتين الجنسية واللاجنسية.

حيث ضمت بدائيات النواة الكائنات التي تغيب لديها النواة الحقيقية والتي ادرجت جميعها في مملكة الطلائعيات ، في حين ضمت حقيقيات النواة كل من مملكة النبات ومملكة الحيوان.

بعدها توالت اللوحات التصنيفية لعالم الأحياء بأشكال مختلفة ، ولعل أهم هذه اللوحات هو النظام الذي تقدم به العالم ويتكر Whittaker عام (١٩٦٩) الذي يعتمد على تقسيم عالم الأحياء إلى خمسة ممالك هي:

١- مملكة المونيرا	MONERA Kingdom	Prokaryota
٢- مملكة الطلائعيات	Kingdom PROTISTA	Eukaryota
٣- مملكة الفطريات	Kingdom FUNGI	
٤- مملكة النبات	Kingdom PLANTAE	
٥- مملكة الحيوان	Kingdom ANIMALIA	

حيث تضم مملكة المونيرا كل من : البكتريا (BACTERIA) والبكتريا الزرقاء (الطحالب الخضراء المزرقة (CYANOBACTERIA).

أما مملكة الطلائعيات فهي تضم : الأوليات + الطحالب (Fungi) ، أي أن هذه المملكة تضم جميع الكائنات الحية حقيقية النواة (وحيدة أو متعددة الخلايا) التي لا يمكن ضمها إلى مملكة الفطريات أو النبات أو الحيوان.

كما تضم مملكة الفطريات جميع أنواع الفطريات ،أما مملكة النبات فهي تضم كل من : الحزازيات (البريويات) + التريديات (السرخسيات) + النباتات البذرية، في حين تضم مملكة الحيوان جميع أشكال الحيوانات.

بعد ذلك وفي عام ١٩٧٧ اقترح Woese نظاماً آخراً لتقسيم عالم الأحياء إلى ستة ممالك هي:

١- مملكة البكتريا	Kingdom BACTERIA
٢- مملكة البكتريا الحفرية (القديمة)	Kingdom ARCHAEOBACTERIA
3- مملكة الطلائعيات	Kingdom PROTISTA
4- مملكة الفطريات	Kingdom FUNGI
5- مملكة النبات	Kingdom PLANTAE
6- مملكة الحيوان	Kingdom ANIMALIA

العالم الألماني Hofmeister فصل بشكل نهائي بين النباتات ذات البويضات المتكونة داخل مبيض (نباتات مغطاة البذور Angiospermae) والأخرى تمتاز بويضاتها بأنها عارية (نباتات معراة البذور Gymnospermae)، وبذلك يصبح تقسيم النباتات الزهرية على الشكل التالي:

Phanerogames ← Angiospermae ← Dicotyledonae
Phanerogames ← Angiospermae ← Monocotyledonae
Phanerogames ← Gymnospermae

للوصول إلى التقسيم الحالي للمملكة النباتية بقي تحديد النباتات اللازهرية Cryptogames وهذا ما أنجزه العالم Eichler ١٨٣٩-١٨٨٧.

قسم العالم Eichler المملكة النباتية إلى نباتات لازهرية ونباتات زهرية. وفق التالي:

النباتات اللازهرية:

١- قسم Thallophyta وتضم: الطحالب- الفطريات- الشيبيات.

٢- قسم Bryophyta وتضم: الطحالب المنبطحة- و Lycopodophyta.

٣- قسم Bteridophyta وتضم: الطحالب القائمة- والسراخس.

النباتات الزهرية:

قسم البذريات وتضم: عاريات البذور ومغلفات البذور كما في المخطط التالي:

المملكة النباتيـــة	**Plant Kingdom**
نباتات لا زهـرية	**A. Cryptogamae**
قسم النباتات الثالوسية	**Division Thallophyta**
صف الطحالب	**Class Algae**
صف الفطـريات	**Class Fungi**
قسم الحزازيات	**Division Bryophyta**
قسم التريديات	**Division Pteridophyta**
نباتات زهرية أو ذات أجزاء مشابهة للأزهار	**B. Phanerogamae**
قسم النباتات البذرية	**Division Spermatophyta**
صف عاريات البذور	**Class Gymnospermae**
صف كاسيات البذور	**Class Angiospermae**

تقسيم العالم Eichler ١٨٣٩-١٨٨٧

حالياً تصنف **المملكة النباتية Kingdom Plantae إلى:**

١- النباتات اللاوعائية وتضم الحزازيات (البريويات)

٢- النباتات الوعائية:

١- السرخسيات (التريديات)

٢- النباتات البذرية: وتضم معراة البذور ومغطاة البذور

وتمثل الحزازيات والسرخسيات وعريانات البذور **(نباتات لازهرية)**

تصنيف العالمان John H. postlethwait & janet L. hopson 2006

يقدمان نظام ثلاث مجموعات كما يأتي:

المملكة النباتية Kingdom Plantae

١- النباتات اللاوعائية

٢- النباتات الوعائية الغير بذرية

٣- الوعائية البذرية والتي تضم :

- معراة البذور
- مغطاة البذور

النباتات اللاوعائية : تضم ثلاث شعب هي:

- Bryophyta
- Hepatophyta
- Antocerophyta

النباتات الوعائية الغير البذرية: تضم أربع شعب:

- Psilophyta
- Sphenophyta
- Lycophyta
- Pteridohyta

النباتات الوعائية البذرية: (معراة البذور): تضم أربع شعب:

- Cycadophyta
- Coniferophyta
- Ginkgophyta
- Gnetophyta

النباتات الوعائية البذرية: (مغطاة البذور): تضم شعبة واحدة

Magnoliophyta (= Anthophyta)

- Monocotyledones
- Dicotyledones

الفصل الثاني

النباتات اللازهرية

Cryptogamae

يطلق عادةً على البريويات والتريديات وعريانات البذور اسم النباتات اللازهرية (الرحميات) Cryptogamae. بينما يطلق على النباتات الزهرية Phanerogamae والتي تضم مغلفات البذور

الصفات العامة للنباتات اللازهرية (الرحمية – الأرشيجونيات):

١–وجود تراكيب تكاثرية (أعضاء) متخصصة في حمل الأعراس (الأمشاج) الذكرية وأخرى لحمل الأعراس الأنثوية

٢–تحمل الأعراس الأنثوية ضمن وعاء جاميطي مؤنث يدعى بالرحم (أرشيجونة Archegonium) والذي يأخذ شكلاً قارورياً يتكون من جزء قاعدي منتفخ يسمى البطن يحتوي على البيضة Ovum (المشيج الأنثوي) يعلوه جزء اسطواني متطاول يسمى العنق، يحتوي البطن على خليتين السفلية كبيرة الحجم تدعى بالخلية البطنية ، والعلوية صغيرة تدعى بخلية العنق ، ترتكز الأرشيجونة على أعناق قصيرة وهي تكون محاطة بطبقة واحدة من الخلايا العقيمة

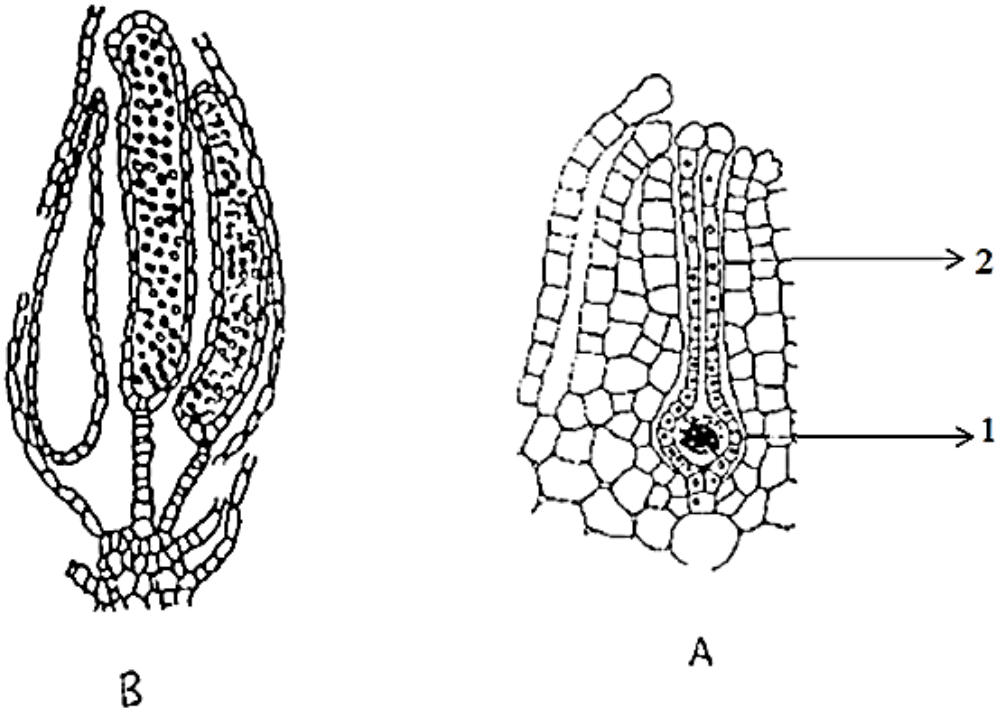
٣–تحمل الأعراس (السابحات) الذكرية ضمن أعضاء متخصصة تدعى بالأوعية الجاميطية المذكرة والتي تعرف بالأنثريدات Antheridia (مفردها أنثريدية Antheridium) ، وهي تراكيب كروية أو بيضاوية الشكل ترتكز على أعناق قصيرة ، تحيط بها طبقة واحدة من الخلايا المتراصة العقيمة ، وتتكون الأنثريدية من نسيج خصب يسمى بالنسيج المولد للسابحات الذكرية ، حيث تعطي كل خلية منه بعد انقسامها اختزالياً (٤) أعراس ذكرية تتحرك بواسطة سياطها

٤– تتميز الأرشيجونيات بظاهرة تبادل الأجيال Alternation of generation وهي ظاهرة يتبادل فيها طورين أو جيلين اثنين في دورة حياة النباتات الرحمية

، أحدهما يتمثل بالطور المشيجي أو العروسي Gametophyte أحادي الصيغة الصبغية (1n) والآخر هو الطور الجرثومي أو البوغي Sporophyte ثنائي الصيغة الصبغية (2n) ، يفصل بينهما الانقسام الاختزالي المسؤول عن تشكيل الأعراس والإلقاح Fertilization الذي يجمع السابحة الذكرية مع المشيج الأنثوي

أغلبها نباتات خضراء ذاتية التغذية تقوم بعملية التركيب الضوئي بوساطة اليخضور A و B المتوضع بنسب محددة مع الكاروتين والكسانتوفيل في البلاستيدات الخضراء.

من منتجات التركيب الضوئي الثابتة جزيئات من الكربوهيدرات كالنشاء والسيللوز غير القابلين للذوبان في الماء. ويتوضع السيللوز خارج الغشاء الخلوي، ويشكل الغلاف الخلوي الأولي. وفي الخلايا الدعامية والأوعية الناقلة الخشبية يتشكل غلاف ثانوي يحوي مادة عضوية معقدة هي الخشبين.



الشكل رقم (1):

A - الرحم وتميز ١ - البطن وبداخله الخلية البيضية. ٢ - الرقبة وفيها الخلايا القنوية الرقبية.

B-الأنثريدة وتلاحظ بداخلها النطاف.

5) تضم حلقة حياة النبات جيلين: جيلاً عروسياً Gametophyte ويحمل الأعـراس، وجيلاً بوغياًSporophyte ويحمل الأبواغ. ويفصل بينهمـا الانقسـام المنصـف Meiosis المسؤول عن تشكيل الأعراس والإلقاح Fertilization الـذي يجمـع النطفة مع الخلية البيضة.

6) حلقة الحياة مبنية على أساس التوازن بين الجيل العروسي و الجيل البوغي، فعنـد البريويات يسود الجيل العروسي أما عند التريديات وهي أكثر تطوراً يسود الجيـل البوغي وكذلك عند البذريات.

7) يتم اتحاد الخلية الجنسية المؤنثة مع الخلية الجنسية المذكرة داخل وسط حي وهـو الرحم عند الرحميات والمبيض عند الزهريات (وهذا لا يحدث في النباتات الدنيا، إذ أن الإلقاح يتم في الوسط المائي الخارجي)، ولهذا علاقة كبيرة بطريقة انقسـام البيضة الملقحة وحمايتها من الوسط الخارجي وتشكل الجنين.

8) يتطور الجنين لنبات بوغي متمايز إلى جذير وسويق وورقة أوليـة إضـافةً إلـى وجود النسيج المرستيمي Meristematic tissues القادر على تشكيل نسج جديدة.

9) يوجد المرستيم في نهاية الأعضاء النباتية مثل الجذر والسـاق وأحيانـاً الأوراق. والمرستيم مجموعة من الخلايا الجنينية القادرة على تشكيل نسج و أعضاء جديـدة في النبات الحي.

10) يؤدي نمو المرستيم في النباتات الراقية العليا إلى بنيـة ثلاثيـة الأبعـاد مميـزة للنباتات الأرضية أي تناظر محوري.

11) نجد تطور الأوبار الجذرية والجذور في النباتات الراقية التي تساعد فـي تثبيـت النبات في التربة و امتصاص الماء و الأملاح المعدنية. وهذا لا يوجد عند النباتات الدنيا.

12) تتطور في النباتات الراقية مسام على البشرة وظيفتها تسهيل التبادل الغازي بين الخلايا الحية والوسط الخارجي أثناء عملية التنفس والتركيب الضوئي.

13) تتطور في هذه النباتات القشيرة Cuticle التي تساعد في حماية الجسم النبـاتي من الجفاف، وتمتاز بوجود مادة القشرين، وهي من المواد الدسمة الكتيمة للماء.

14) نلاحظ تطور التعضي ؛ إذ يظهر للنباتات الراقية أعضاء نباتية كاملة مثل الجذر والساق والأوراق و أعضاء التكاثر.

النباتات اللاوعائية

شعبة الطحلبيات (البريويات)

نباتات عريقة في القدم، وجدت بقاياها في العصر الفحمي، تؤلف شعبة تضم قرابة 220.000 نوع منتشرة من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي، متكيفة مع الأحوال المناخية، ومرتبطة بالمواقع الوفيرة الماء.

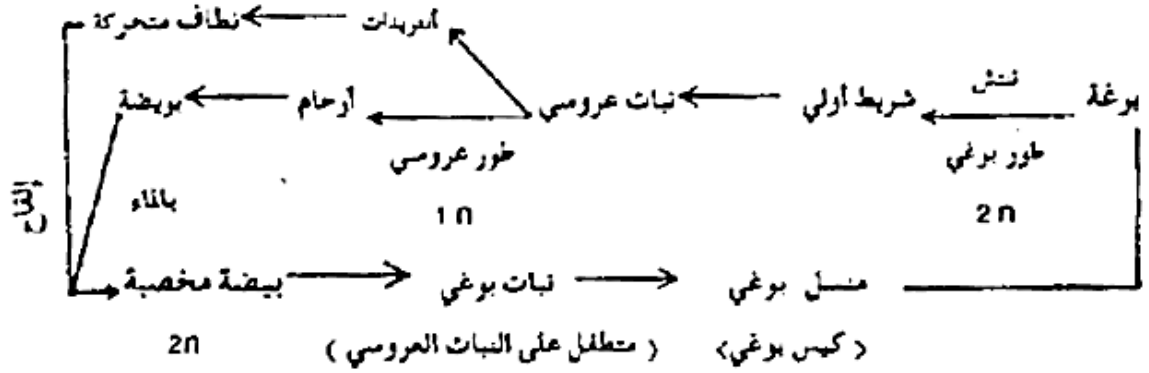
صفاتها العامة:

نباتات صغيرة الحجم، بسيطة البنية، عديمة الأزهار والبذور، مَشَرِيَّةُ الأبدان، تبدي أحياناً تكوينات تعلو المَشَريات thallophytes مقلدة بذلك القرميات cormophytes، ليس لها جذورٌ ولا أوعية ناقلة، مع أنها تبدو نباتات متمايزة إلى سوق وأوراق، تمتص الماء من جميع سطوحها الخارجية أو بوساطة أوبار جذرية مكونة من خلية واحدة أو خلايا عدة.

تبدي حلقة التكاثر الجنسي تناوباً منتظماً لجيلين نباتيين هما: النبات العرسي gametophyte والنبات البوغي sporophyte.

أما النبات العروسي فهو أحادي الصيغة الصبغية haploid، يبدأ بالتنصيف المولد للأبواغ المنصفة التي تعطي الخيوط الابتدائية المولدة للمناطق والأرحام المولدة للأعراس gamete وينتهي بالإلقاح المكوّن للبيضة الملقحة (الزيغوت Zygote). ويؤلف النبات العرسي المرحلة المسيطرة على حلقة النمو، يستمد غذاءه مباشرة من التربة بوساطة أوبار جذرية، فهو ذاتي التغذية اليخضورية، وقادر على التكاثر الخضري الإعاشي.

أما النبات البوغي فهو ثنائي الصيغة الصبغية diploid، يبدأ بالإلقاح المكوِّن للزيغوت وينتهي بتكوين أبواغ رباعية tetraspores أحادية الصيغة. وهو قصير الأجل، غير مورق، طفيلي التغذية، يستمد غذاءه من النبات العروسي.



دورة الحياة عند البريويات

تصنيف البَرِيوِّيَّات:

تضم البَرِيوِّيَّات ثلاثة صفوف هي:

- الحزازيات الكبدية Hepaticopsida.
- صف الحزازيات القرناء Antocerophytopsida.
- صف الحزازيات Bryopsida.

النباتات الكبدية Hepatophyta

الإسم الشائع لهذه النباتات هو «البقول الكبدية» (Liver Worts) وعددها حوالي ٣٠٠ جنس تضم ٦٠٠٠ - ٧٠٠٠ نوع، وتمثل أبسط أنواع النباتات الأرضية وتختلف أحجامها مابين أنواع رقيقة ورقية مثل سفالوزيلا Cephaloziella (عرض ١٥٠ - ٣٥٠ ميكروميتر وارتفاع ٥ - ١٠ ميللمترات) إلى أنواع كبيرة مفصصة مثل ديومورتيرا Dumortiera (عرض ٢ - ٣,٥ سنتيمتراً وإرتفاع ١٥ - ٢٥ سم). وغالبية أنواع هذا القسم مائية، وتعيش قلة منها على التربة الرطبة. وفي بعض الأنواع مثل سفيروكاربوس Sphaerocarpos وبليا Pellia يصل النبات الخضري العروسي إلى درجة كبيرة من التعقيد سواء في شكله الظاهري أو في تركيبه الداخلي.

صف الكبديات Hepaticopsida

تعتبر الكبديات من أبسط النباتات الطحلبية تطوراً، وتعيش في أماكن أكثر رطوبة من أماكن حياة الحزازيات، يستلقي النبات على الأرض ويكون التناظر بطنياً ظهرياً وهذا ما يميزها عن الحزازيات ذات التناظر المحوري.

وهناك عدة طرق للتكاثر اللاجنسي عند الكبديات، إما بتقطع المشرة إلى عدة أقسام وكل منها يعطي نباتاً جديداً. أو بتشكيل براعم متعددة الخلايا أكواب يمكن لكل منها إعطاء نبات جديد هذه البراعم تتشكل على النبات العروسي.

تحوي هذه الزمرة على (٧٥) جنساً وحوالي(٨٥٠٠)نوع، تصنّف في خمس رتب تضم اثنتين وعشرين فصيلة على أساس الإختلاف في كلا الطورين العروسي والبوغي ، هذه الرتب هي :

١ ـ رتبة الكبديات المشرية	Marchantiales
٢ ـ رتبة السفيروكاربات	Sphaerocarpales
٣ ـ رتبة المتزريات	Metzeriales
٤ ـ رتبة الكبديات المورقة	Jungermanniales
٥ ـ رتبة الهبلومتريات	Haplometriales

وسندرس نموذجاً عن صف الكبديات نبات الماركنتيا *Marchantia*.

رتبة الكبديات المشرية Marchantiales

الفصيلة الماركنتية Marchantiaceae

جنس الماركنتيا *Marchantia*.

١ ـ ١ ـ ٣ ـ الفصيلة الماركانتياوية :Marchantia ceae

تشمل هذه الفصيلة جميع الأجناس التي تكون فيها الأرحام محمولة على محاور قائمة يطلق عليها إسم حاملات الأرحام (archegoniophores) وتضم الفصيلة ٢٥ جنساً و ٢٥٠ نوعاً .

وتتميز نباتات هذه الفصيلة شكلياً بتفرعها الثنائي ، وبانقسام سطحها العلوي إلى مساحات واضحة مدامية الشكل يتوسط كلاً منها ثقب ضيق مركزي على السطح العلوي ، ومن أشهر أجناسها جنس ماركانتيا Marchantia والنوع M.Polymorpha .

ينتشر جنس الماركانيتا بكثرة في المستنقعات والغابات والجبال ، وتتفرع مشرته الصفيحية بشكل ثنائي ، وتتثبت في التربة حيث يتراوح طولها من (٥ـ٢٠ سم) ، وعرضها من (١ـ٢ سم) .

وتنشأ الأوبار الجذرية على الوجه السفلي في حين أنها لا تتكون في الحالات المائية .وتتألف الوبرة الجذرية من خلية واحدة عادة مما يميزها عن الحزازيات ذات الأوبار الجذرية متعددة الخلايا. أما الجهاز الناقل للغذاء فلا تظهربداياته إلا في الكبديات الراقية .ينموالنبات في نهاياته الأمامية عن طريق إنقسام الخلية القمية Apical Cell . وتكون الأعضاء التكاثرية إما مغمورة ضمن نسيج المشرة وعلى الوجه الظهري للنبات ، أو محمولة على أغصان تدعى حاملات الأعراس Gametophores وبعد الإلقاح يتشكل النبات البوغي الذي يختلف تعقيده من فصيلة إلى أخرى ،وهذا يبقى ملتصقاً بالنبات العروسي ماعدا الأنواع الراقية جداً .والنبات البوغي لايحتوي على اليخضور، ويعتمد في غذائه كلياً على النبات العروسي ، فهو يتألف من نسيج مولد للبوغ ، يفقد وظيفة التكاثر بالتدريج حتى لايبقى منه في الأنواع الراقية من الكبديات إلاّ قسم ضئيل ينتج الأبواغ ، والباقي هو عبارة عن نسيج مغذي للخلايا البوغية أو مساعد على بعثرة الأبواغ بعد نضجها ، وتظهر في عليبة النبات البوغي المبعثرات التي تملك أهمية كبيرة أثناء بعثرة الأبواغ . ولا يحوي النبات البوغي في هذه الزمرة على نسيج مرستيمي مثال ذلك الجنس ريكسيا Riccia

-البنية التشريحية لمشرة الماركانتيا :

تشير البنية التشريحية لمشرة الماركانتيا إلى تعقيد واضح ، ففي المقطع العرضي يلاحظ وجود البشرتين العليا والسفلى والنسيج اليخضوري المحصور بينهما ، وتصدر عن البشرة السفلى شكل رقم (١١) الأوبار الجذرية والأشعار ، بينما تلاحظ على البشرة العليا المسام ، التي تتألف من أربعة صفوف من الخلايا والتي تتوضع فوق بعضها بعضاً ، وتتعدم الخلايا السمية من المسام وبذلك فإن المسام تلعب هنا دوراً في تهوية المشرة وليس لها أي دور في تنظيم التبخر .

أما النسيج الذي يقع تحت الأعمدة الخلوية ، فإنه يتكون من خلايا برنشيمية ضخمة ، وغالباً ما يمتلئ بالنشاء والقطيرات الدسمة والمواد الغاطية .

غالباً ما تتجاور البشرة السفلى مع النسيج البرانشيمي وتصدر عن الأوبار الجذرية البسيطة واللسانية والحراشف عديدة الخلايا .

ولا نصادف داخل المشرة أية أوعية ناقلة ، وتقوم الأوبار الجذرية اللسانية بعملية نقل الماء إلى المشرة .

ـ طرق التكاثر في الماركانتيا :

تكاثر الماركانتيا بثلاث طرق : إعاشياً أو جنسياً أو لاجنسياً.

التكاثر الإعاشي : يتحقق التكاثر الإعاشي في الماركانتيا : بواسطة البريعمات ، التي تتشكل ضمن أكواب البراعم الموجودة على السطح الظهري للمشرة.ويأخذ البريعم شكل صحيفة بيضوية ذات إنخماصين في طرفها حيث تتوضع فيها الخلايا القمية ، ومن البريعم تتشكل الأوبار الجذرية. ويشير المقطع في كوب البراعم إلى وجود كميات كبيرة من البريعمات مختلفة التطور

إن سقوط الأمطار الغزيرة يؤدي إلى سقوط البريعمات ، من أكوابها الحاملة لها ، وذلك لأن السويقة الحاملة للبريعمات وحيدة الخلية وسهلة الانفصال .وتنمو البريعمات على التربة بمساعدة الخلايا القمية ، لتعطي من جديد مشرات الماركانتيا. ويتحقق التكاثر الإعاشي أيضاً بطريقة التجزؤ(fragmentation) ، وفيها يتجزأ الخيط الأولي للمشرة إلى عدة أجزاء يستطيع كل جزء منها أن ينمو مباشرة إلى نبات عروسي جديد.

التكاثر الجنسي : لدى التكاثر الجنسي للماركانتيا تتشكل الأنثريدات والأرحام ، وعلى الغالب فإن هذا النبات ثنائي المسكن.وهكذا تظهر على إحدى المشرات أعضاء خاصة يبدو كل منها بهيئة قرص كثير الأثلام ومحمولة على سويقة ، وهو عبارة عن حامل المناطف ،وتوجد الأنثريدات ضمن تجاويف خاصة تدعى حجرات منطفية

وتتشكل على المشرات الثانية ، أعضاء خاصة أخرى تملك سويقة مكللة بقرص لحمي الشكل وهي حاملات الأرحام ، والأرحام هنا تكون محمولة على السطح السفلي للقرص وتكون أصغر الأرحام حجماً أقربها إلى موضع إتصال المحور بالقرص ،وتأخذ بالكبر كلما إقتربنا من حافة القرص ، ويحيط بقاعدة كل رحم غلاف يدعى بالغلاف الكاذب (الكم) (Pseudo perianth)

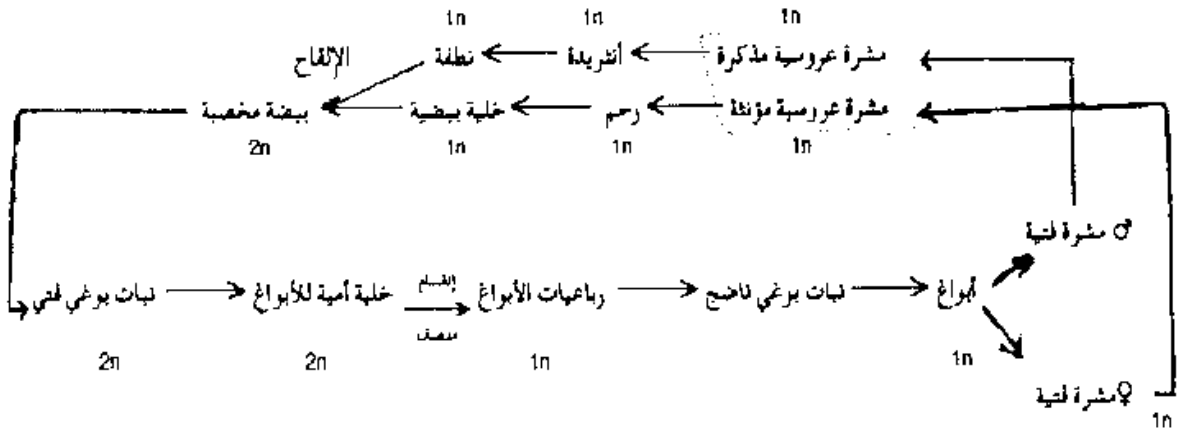
ـ العكائر اللاجنسي : يتطور النبات البوغي ، من البيضة المخصبة ، ويتألف من علبة (Capsule) كروية الشكل وسويقة قصيرة ، وجزء مستعرض من الأسفل يسمى بالقدم Foot . وبمساعدة القدم يتمكن النبات البوغي بالتغلغل ضمن نسيج حامل الأرحام حيث يستمد منه المواد الغذائية اللازمة لتطوره.

أما عن تشكل النبات البوغي من البيضة المخصبة ، فإن البيضة المخصبة تنقسم إنقساماً عرضياً إلى خليتين ، تتشكل من الخلية السفلى سويقة وقدم النبات البوغي بفضل إنقسامات متتالية ، في حين تتطور العلبة من الخلية العليا ، وهكذا تنقسم الخلية العليا بفضل حاجزين متعامدين إلى أربع خلايا وتطرأ على هذه الخلايا إنقسامات مماسية لتعطي خلايا محيطية ستشكل فيما بعد جدار العلبة ، وخلايا داخلية ستعطي خلايا البوغ القديم التي تنقسم ثانية لتعطي خلايا أم مولدة للأبواغ (2n) . سيدخل في الإنقسام المنصف بعض من الخلايا الأمية للأبواغ حيث يُعطي الرباعيات البوغية (1n) . أما باقي الأمهات فتتطاول دون إنقسام وتلتف على بعضها بشكل حلزوني لتشكل مبعثرات تحاط كل بوغة بغلافين : خارجي ثخين ، وداخلي رقيق يحيط بمحتوى البوغة ، الذي يتألف من نواة وسيتوبلاسما .

تبدأ البوغة الناضجة بسقوطها على التربة الرطبة بالإنتاش لتعطي خيطاً أولياً (بروتونيما) صفيحية ، تتطور فيما بعد لتشكل مشرة نبات الماركانتيا

ـ دورة حياة الماركانتيا :

يسيطر الجيل العروسي (مناطف وأرحام) في حلقة حياة نبات الماركانتيا بوليمورفا M.Polymorpha هذه على الجيل البوغي . أما الانتقال من الجيل البوغي إلى الجيل العروسي فيتحقق بفضل الانقسام المنصف . وبشكل عام يمكننا تمثيل حلقة حياة الماركانتيا من خلال المخطط رقم (٤) .

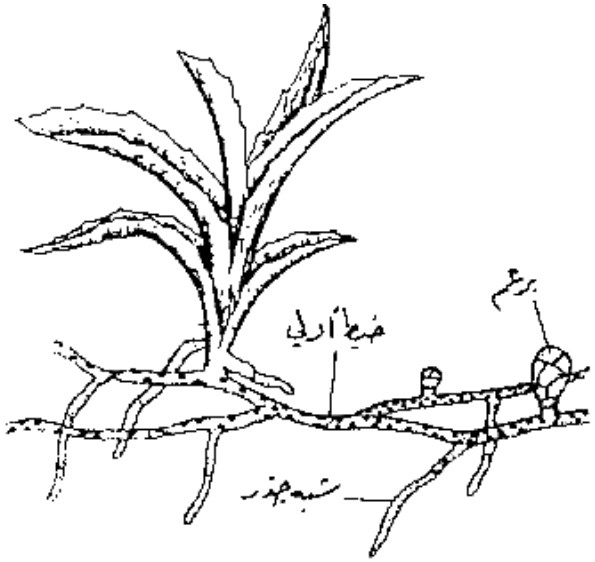


النباتات الحزازية Bryophyta

١ ـ صف الحزازيات القائمة : Bryopsida أو (mosses)

صنف علماء النبات الحزازيات القائمة Mosses إلى قسم مستقل وضع تحت النباتات الحزازية (Bryophyta) تضم النباتات الحزازية حوالي ٦٠٠ جنساً يتبعها حوالي ١٤٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠ نوعاً نباتياً، وتختلف النباتات الحزازية عن النباتات الكبدية في النواحي الرئيسية التالية :

١ ـ يمر النبات العروسي أثناء نموه بمرحلتين : عندما تنتش البوغة تحصل على خيط أولي (Protonema)شكل رقم (٢٣)



وهذا يشكل فيما بعد فروعاً مورقة أو حاملات أعراس Gametophore تحمل الأعضاء الجنسية، تضمحل الخيوط الابتدائية عامة بعد تشكل الفروع المورقة، ويواصل كل فرع مورق العيش كنبات مستقل.

٢ ـ تتميز جميع الحزازيات بوجود شبه ساق وشبه أوراق.

٣ ـ ينمو حامل الأعراس عن طريق إنقسام خلية قمية هرمية الشكل ذات ثلاثة وجوه إنقسام ، تنفصل عن كل وجه بالتتالي خلية تشكل ورقة وجزءاً من الساق، إلاّ أن نمو الساق بعد ذلك يشوه ترتيب الأوراق الأصلي في ثلاثة صفوف عمودية.

٤ ـ النبات العروسي ذو أوبار جذرية متعددة الخلايا . يمكن لهذه الأوبار الجذرية أن تتشكل إعتباراً من خلايا الساق السطحية.

٥ ـ تنعدم الميعثرات في الحزازيات ،وتلاحظ الشفة السنية والأسنان في علبة معظم الحزازيات الحقيقة.

يمكن تصنيف صف الحزازيات Mosses بناءً على الإختلافات المورفولوجية بين مختلف أجناس النباتات الحزازية إلى ثلاث تحت صفوف وهي :

- تحت صف الحزازيات المستنقعية Sphagnidae
- تحت صف الحزازيات الحقيقية Bryoidae
- تحت صف الحزازيات الصخرية Andreaeidae

١ ـ ١ تحت صف الحزازيات المستنقعية Sphagnidae

أهم مايميز هذا التحت الصف هو وجود رشيم خيطي مشري الشكل لا يملك خلية قمية. ويتشكل النسيج المولد للبوغ من القميص الخارجي.

للنبات البوغي الناضج سويقة قصيرة جداً، وترتفع العلبة فوق أوراق النبات العروسي عن طريق نمو قمة النبات العروسي وتشكل عضواً عمودي الشكل يدعى السويقة الكاذبة Pseudopdium .

يمثل هذا التحت صف جنس السفاغنوم Sphagnum الذي يصنّف على النحو الآتي :

- صف الحزازيات Bryopsida = Mosses
- تحت صف الحزازيات المستنقعية Sphagnoidae
- رتبة سفاغنالز Sphaganles
- الفصيلة السفاغنية Sphagnaceae
- جنس السفاغنوم Sphagnum

يضم جنس السفاغنوم عدة أنواع تصل إلى ٣٢٠ نوعاً وتُعرف بإسم حزازيات الغدق أو حزازيات المستنقعات (bogmosses) .

تنمو جميع أنواع السفاغنوم في البرك والمستنقعات ، النبات العروسي فيه عباره عن ساق ورقية قائمة ، تحمل ثلاث فروع جانبية هي :

١ ـ فروع قمية . ٢ ـ فروع بارزة متوسطة .

٣ ـ فروع متهدلة ومتجهة نحو الأسفل الشكل رقم (٢٤) .

وفي قمة الساق الرئيسية تصبح الأفرع الجانبية أغزر وأكثر اتساعاً ، وتتخذ شكل هامة كثيفة. تتوضع الأعضاء الجنسية ومنها الأرحام في قمة الساق الرئيسية ، بينما تتوضع الأنثريدات في أطراف أفرع جانبية الشكل رقم (٢٤) .

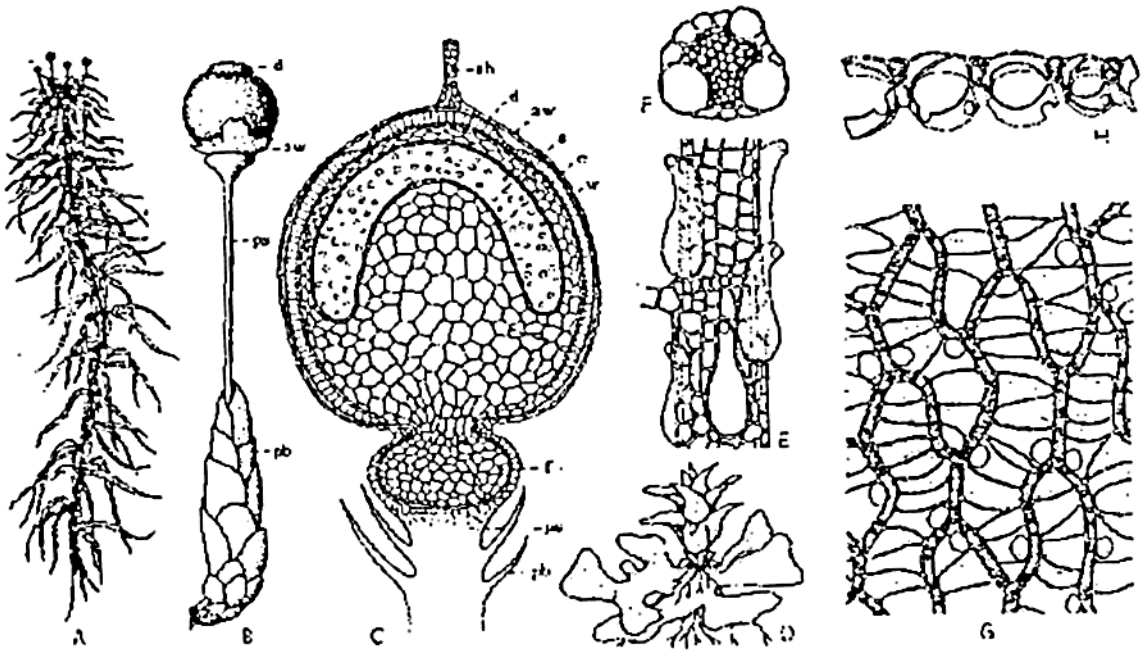
ـ البنية التشريحية لشبه الورقة :

تكون شبه ورقة السفاغنوم صغيرة وذات قاعدة عريضة وقمة مدببة، وجميع خلاياها متشابهة وتحوي على كلوروفيل، ولا يلاحظ فيها ضلع رئيسي ولكنها عندما تتقدم في السن تتمايز فيها نوعان من الخلايا :

١ ـ خلايا شفافة كبيرة الحجم ميتة وخالية من الكلوروفيل، لولبية الشكل مزودة بشخانات حلزونية ومسافات بينة تدعى خلايا مائية.

٢ ـ خلايا يخضورية دودية الشكل وأصغر حجماً من الخلايا المائية، تقوم بعملية التمثيل الضوئي شكل رقم (٢٤).

تمثل الخلايا الشفافة المائية حوالي ثلثي سطح الورقة في حين تمثل الخلايا اليخضورية الثلث الباقي. وهذا يفسر سبب اللون الشاحب لنبات السفاغنوم.



شكل رقم (٢٤): السفاغنوم Sph. acutifolium .

A- الشكل العام للنبات العروسي وهو يحمل النباتات البوغية. B- النبات البوغي الناضج في نهاية أحد الفروع.

C - مقطع طولي في نبات بوغي فتي. G - جزء من شبه الورقة يلاحظ فيها الخلايا المائية كبيرة الحجم

مزودة بتخانات حلزونية وثقوب فيما بينها والخلايا الخضورية الدودية الشكل .

H - نفس الجزء (G) ولكن في المقطع العرضي. E - جزء من شبة الورقة يلاحظ فيها خلايا مدّخرة للماء.

F - نفس الجزء (E) ولكن في المقطع العرضي.

حيث يشير :d- الغطاء. aw - بقايا جدار الرحم في قاعدة العلبة. ps - سويقة كاذبة. pb - أشباه الأوراق الكمية.

ah - عنق الرحم. s - كيس الأبواغ الهلالي الشكل وبداخله الأبواغ. c - العمودة . w- جدار العلبة. f - القدم

D - الخيط الأولي (بروتونيما) وعليه نبتة فتية.

ـالبنية التشريحية لشبه الساق : يتميز شبه الساق داخلياً بثلاث مناطق:

١ ـ خلايا برانشيمية كبيرة تشكل المخ في المركز.

٢ ـ خلايا خارجية متخشبة تتألف من عدة صفوف خلوية تحيط بالمخ وتشكل إسطوانة مركزية.

٣ ـ قسم محيطي (خارج الاسطوانة) تشكل القشرة، وهي عبارة عن طبقة واحدة مغلّفة للإسطوانة المركزية تحتوي اليخضور.

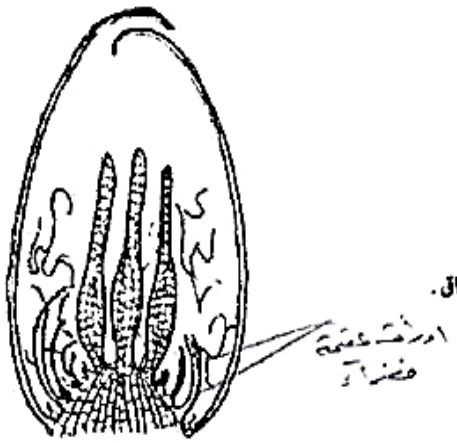
٤ ـ بشرة متعددة الطبقات ميتة.

يمتص السفاغنوم الماء بالخاصة الشعرية لإنعدام الأوبار الجذرية، وذلك عن طريق الفروع الجانبية المولدة.

ـ التكاثر :

١ ـ التكاثر الجنسي:

توجد الأعضاء الجنسية (الأنثريدات والأرحام) في قمة النبات العروسي . تتوضع الأرحام في أطراف الساق الرئيسية والأنثريدات في أطراف الفروع الجانبية . وتحاط كل أنثريدة بأوراق خضرية وتكون محمولة على عنق إسطواني، وتحاط بجدار من الخلايا العقيمة وبداخلها الخلايا الأمية المولدة للنطاف. وتكون النطاف رباعية الأسواط. وغالباً ما توجد الأرحام في ثلاث مجموعات شكل رقم(٢٥) تحاط كل مجموعة بأوراق عقيمة خضراء ، ولايمكن التمييز بين البطن والرقبة كما هو معروف في الكبديات.



شكل رقم (٢٥) قمة فرع أنثوي يحمل ثلاث أرحام ملتوية الأعناق.

٢ ـ التكاثر اللاجنسي:

يتم التكاثر اللاجنسي عن طريق النبات البوغي الذي يتشكل من البيضة المخصبة، فالنبات البوغي يتكون من ثلاثة أجزاء:

قدم بصلية الشكل وسويقة مختزلة وعلبية شكل رقم (٢٤). وبسبب ضمور السويقة وإختزالها فإن عضواً آخر يظهر في النبات يُعرف بالقدم الكاذبة (سويقة كاذبة) التي تنشأ من النبات العروسي بعد الإلقاح، وفي داخل العلبة نجد كيس الأبواغ (بشكل نضوة الحصان) يحصر في الوسط خلايا برانشيمية كبيرة الحجم تدعى بخلايا العمودة ، أما جدران العلبة فتتألف من طبقات عديدة تحاط بطبقة خلوية واحدة هي طبقة البشرة التي تحمل المسام والصانعات الخضراء ولهذا يستطيع النبات البوغي في السفاغنوم أن يعتمد في غذائه على نفسه مستقلاً عن النبات العروسي كلياً أو جزئياً.

*تحت صف الحزازيات الحقيقية Bryoidae (Musci)

أهم ميزات تحت صف الحزازيات الحقيقية:

١-يصل النبات العروسي إلى أعلى درجات التعقيد المورفولوجي والتشريحي ضمن تحت هذا الصف.

٢-ينتشر في كل مناطق العالم الباردة والمعتدلة وفي الغابات في المناطق الاستوائية.

٣-يتميز بنمو الخيط الأولي وتفرعه بشكل كبير.

٤-تحتوي علبة النبات البوغي على شفة سنية، التي تساهم في فتح غطاء العلبة وبعثرة الأبواغ.

٥-تنعدم المبعثرات داخل العلبة.

٦-نلاحظ تفاوتاً كبيراً في بنية الأعضاء الإعاشية (أشباه الأوراق وأشباه السوق).

٧-يصل النبات البوغي إلى درجة كبيرة من التعقيد الشكلي.

وهنالك معياران لتصنيف تحت هذا الصف وهما:

المعيار الأول:

نمط شكل النمو (الشكل -٤٤) ويقسم على هذا الأساس إلى:

أ- الحزازيات ذات التوضع القمي للثمار Acrocarpi.

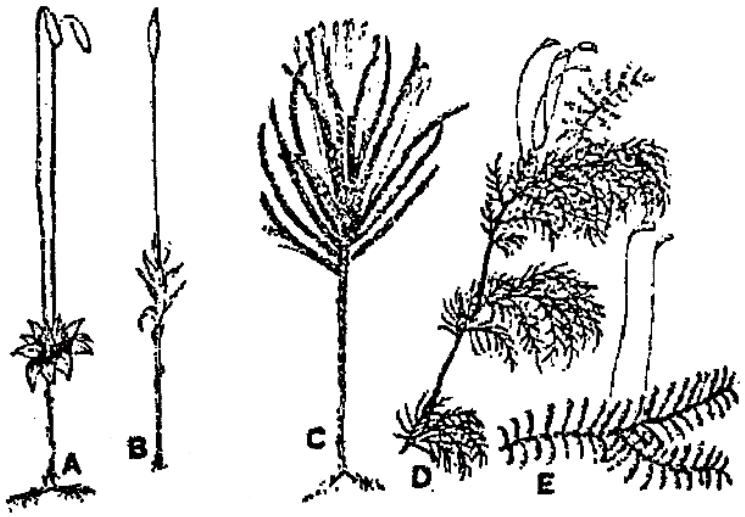
إذ تتطور أعضاء التكاثر الأنثوية (الأرحام) وبالتالي النباتات البوغية في قمة شبه الساق الرئيس، وشبه الساق يكون منتصباً متفرعاً أو ضعيف التفرع وأشهر الأجناس:

Polytrichum , Funaria , Mnium ,Tortula , Bryum

ب- الحزازيات ذات التوضع الجانبي للثمار Pleurocarpi :

إذ تتطور أعضاء التكاثر الأنثوية (الأرحام) والنباتات البوغية في قمم الفروع الجانبية القصيرة وأحياناً شبه الساق تكون زاحفة أفقياً وتفرعاتها كبيرة جداً ومن أهم الأجناس:

Ptilidium , Pleurozium .



الشكل رقم (٤٤) نمط وشكل النمو في الحزازيات الحقيقية

C,B,A – حزازيات ذات توضع قمي للثمار .

D,E حزازيات ذات توضع أفقي للثمار .

المعيار الثاني:

- **الشفة السنية Peristome:** وهي جهاز يساعد على نشر الأبواغ ويتألف من أسنان يختلف عددها من نوع إلى أخر ويتراوح بين ٨ و٦٤ (الشكل-٤٥).

ويقسم حسب بنية الشفة السنية إلى زمرتين:

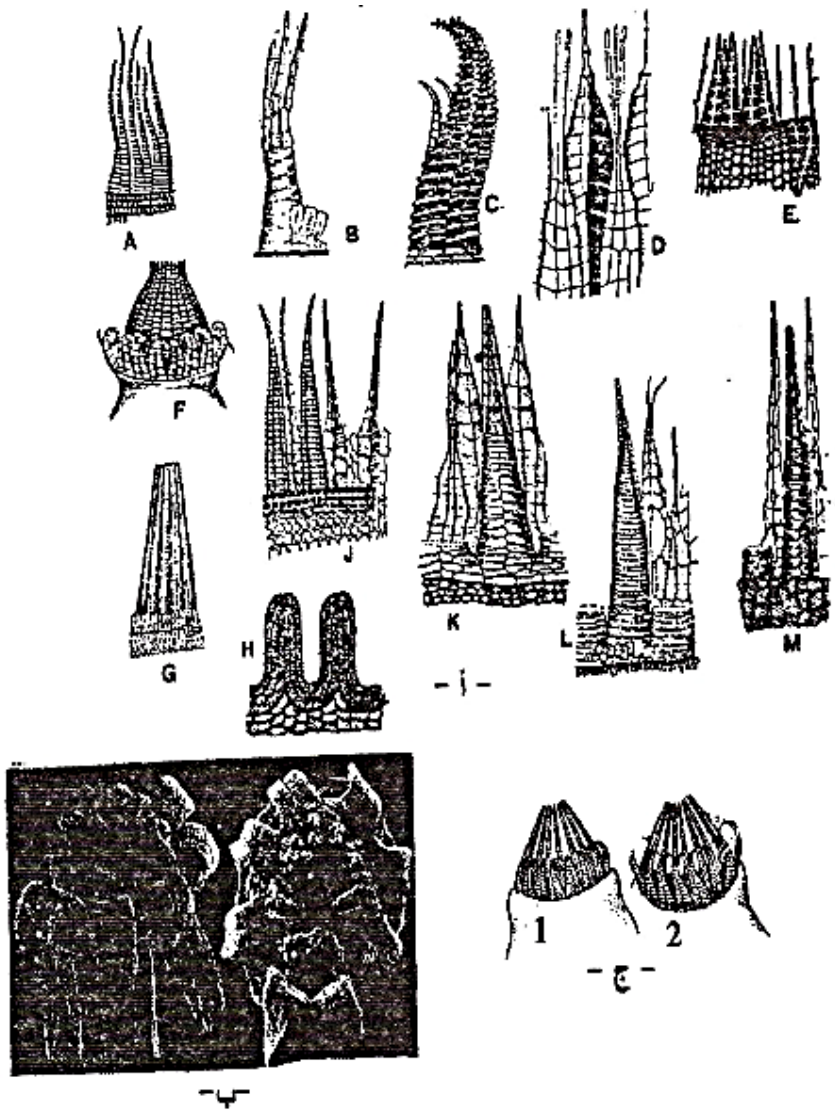
أ- النيماتادونتي Nematodontae وتظهر الأسنان على شكل كتل غير مجزأة كما في نبات البوليتريكيوم ***Polytrichum*** من رتبة Polytrichales وعند رتبة Tetraphidales وتكون عبارة عن حلقة واحدة. ويختلف عدد الأسنان باختلاف الأنواع والأجناس.

ب-الأرتروادونتي Arthrodontae وتظهر الأسنان وكأنها تتألف من جدران خلوية فقط و تكون مجزأة ونميز منها:

١- الشفة السنية المضاعفة (حلقتان داخلية وخارجية) Diplolipide Peristoms

٢- الشفة السنية الأحادية (حلقة واحدة) Haplotepide Peristoms

٣- الشفة السنية المختلفة (حلقة أو حلقتان أو أكثر) Heterolepid Peristoms



الشكل رقم (٤٥) الشفة السنيةPeristome

أ – أنماط الشفة السنية في الحزازيات الحقيقية ب– صورة للشفة السنية المضاعفة بالمجهر الإلكتروني

الملمح ج – ١– شفة سنية مفلقة مضاعفة ٢– شفة سنية مفتوحة مضاعفة

A–فيسيدنس *Fissidens*
B– كريميا *Grimmia*
C – فونياريا *Funaria*
D– منيوم *Mnium*
E– أورثوتريشوم*Orthotrichum*
F –فونتينالس *Fontinalis*
G – ديفيسكوم *Diphyscium*
H – بوليتريكوم *Poltrichum*
J–ديستيكوفيلوم*Distichophyllum*
K –دريبانوكلادوس *Drepanocladus*
L –بتيليديوم *Ptilidum*
M – بلاجيوثيسيوم*Plagiothecium*

ويضم تحت هذا الصف أكثر من ١٥ ألف نوع ولقد قسمت إلى ١٢ وأحياناً إلى ١٤ رتبة حسب صفات كل من النبات العروسي والنبات البوغي كما كان لبناء الشـــفة السنية ونمطها دور كبير في هذا التقسيم. وهذه الرتب هي:

١- رتبة الديكرانالس	Dicranales
٢- رتبة فيسدنتيالس	Fissidentales
٣- رتبة بوتيالس	Pottiales
٤- رتبة غريميالس	Grimmiales
٥- رتبة فوناريالس	Funariales
٦- رتبة تترافيدالس	Tetraphidales
٧- رتبة بريالس	Bryales
٨- رتبة تيوتيدالس	Thuidiales
٩- رتبة ايزوبريالس	Isobryales
١٠- رتبة هيبانيكسالس	Hypnxales
١١- رتبة بوكسباميالس	Buxbaumiales
١٢- رتبة بوليتريكالس	Polytrichales

وسنستعرض أهم صفات تحت هذا الصف وخصائصه من خلال دراسة بعـــض الأجناس والتي تعود إلى رتب مختلفة:

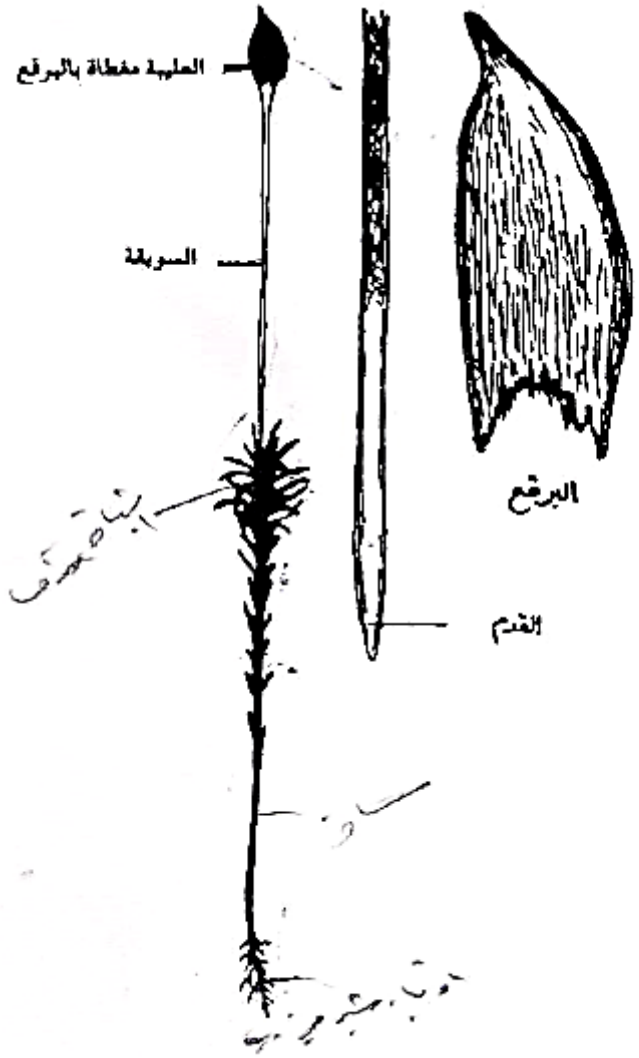
شعبة البريويات	Bryophyta
صف الحزازيات	Bryopsida
تحت الحزازيات الحقيقية	Bryoidae
رتبة البوليتريكالس	Polytrichales
فصيلة	Polytrichaceae
جنس البوليتريكيوم	***Polytrichum***

١ - ٢ - ٣ - جنس البوليتريكوم Polytrichum:

يتبع هذا الجنس رتبة البوليتريكات Polytrichales والفصيلة البوليتريكية Polytrichaceae.

يضم هذا الجنس حوالي ١٠٥ أنواع ينمو في المناطق المعتدلة والباردة.

يتألف طحلب البوليتريكوم من شبه ساق غير متفرعة، يتراوح طولها من ٤٠ - ٥٠ سم. وتغطى بأشباه أوراق خاصة. تكون أشباه الأوراق خضراء اللون في الأجزاء العليا والوسطى من الساق. أما في الأجزاء السفلى فإن الأوراق تكون أصغر حجماً وتأخذ اللون الأسمر. وفي أسفل الساق تتوضع البصلة السمراء التي تربط بها الأوبار الجذرية العديدة الخلايا شكل رقم (٣٣).

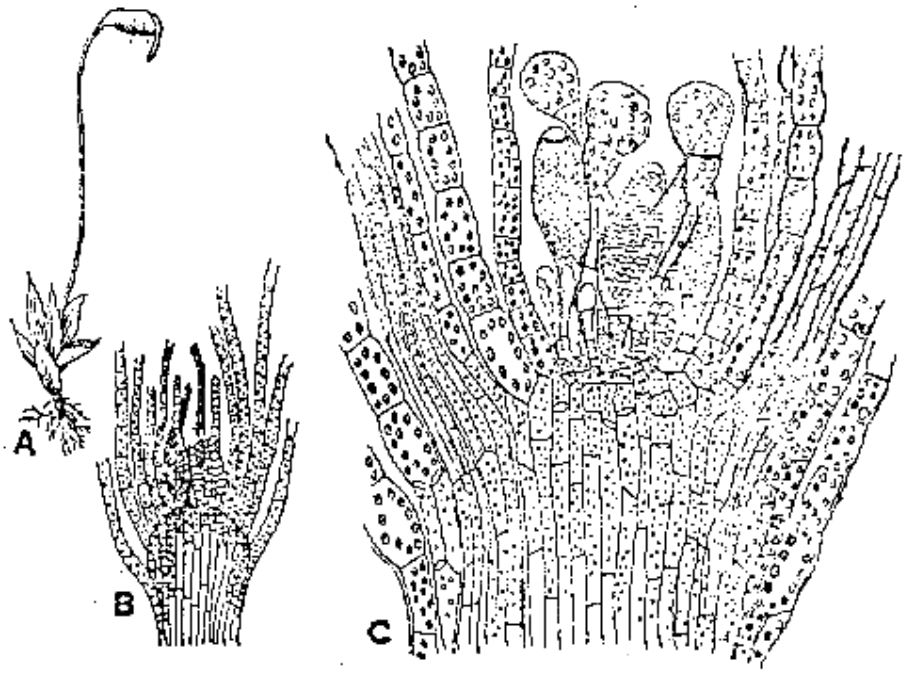


الشكل رقم (٣٣): منظر عام لنبات البوليتريكوم مع الكيس البوغي والبرقع.

١ ـ ٢ ـ ٢ جنس الفوناريا Funaria :

يتبع هذا الجنس لرتبة Funariales وفصيلة Funariaceae يتواجد نبات الفوناريا بكثرة في كافة المناطق وخاصة في الأماكن الرطبة الظليلة . ويبدو نامياً على التربة ومتصلاً بالتربة بأشباه جذور.

يبدأ ظهور الطور العروسي بإنبات الأبواغ أحادية الصيغة الصبغية معطية الخيط الأولي (protonema). وبعد فترة من نموه تظهر عليه براعم تعطي ساقاً (شبه ساق)خضراء اللون أسطوانية الشكل تنمو رأسياً وتحمل عليها أشباه أوراق مرتبة ترتيباً حلزونياً في ثلاثة صفوف. وتكون سماكة شبه الورقة خلية واحدة باستثناء منطقة العرق الوسطي فالسماكة فيها أكثر من خلية شكل رقم (٢٨-١).



شكل رقم (٢٨-١):

A- منظر عام لطحلب الفوناريا قياسي الماء F.hygrometrica

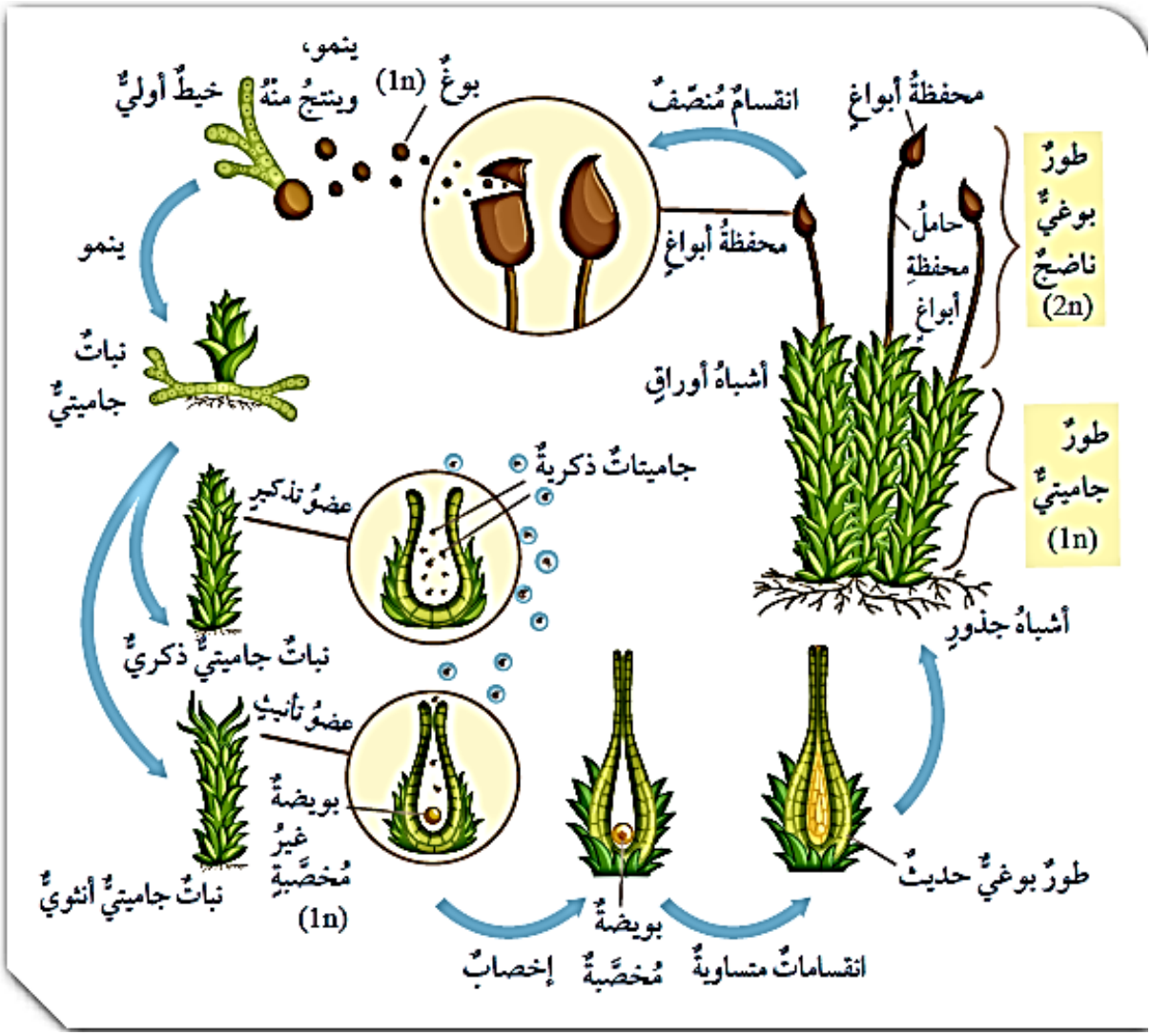
(يلاحظ البرقم في قمة العلبة)

B - قمة شبه الساق يحوي الأرحام.

C - قمة شبه الساق يحوي الأنثريدات وفيما بينها الأشعار العصيرية بنهاياتها المتلفخة .

ينمو من البروتونيما ومن قاعدة شبه الساق أشباه جذور عديدة الخلايا عديمة اللون عادة . تتجه أشباه الجذور في نموها لداخل وسط النمو وتتحول إلى بروتونيما إذا عرضت للضوء.

دورة حياة الفونارِيا:



ـ الفروق بين الحزازيات والكبديات :

النباتات الحزازية Bryophyta	النباتات الكبدية Hepatophyta
١ ـ نمو الخيط الأولي Protonema قمي فقط .	١ ـ نمو البروتونيما قمي وجانبي .
٢ ـ الأفرع تنشأ قرب القمة فقط .	٢ ـ الأفرع تنشأ من قمة الثور ومن أمكان أخرى جانبية .
٣ ـ أشباه الجذور عديدة الخلايا .	٣ ـ أشباه الجذور معدومة وإن وجدت تكون وحيدة الخلية .
٤ ـ الأوراق غير مفصصة أو مجزأة .	٤ ـ الأوراق إن وُجدت فغالباً مفصصة .
٥ ـ جميع أجناسها مورقة .	٥ ـ بعض أجناسها مشرية وبعضها مورقة .
٦ ـ الأوراق متساوية الحجم ومرتبة حلزونياً .	٦ ـ الأوراق إما مرتبة في صفين أو في ثلاثة صفوف .
٧ ـ كثير من الحزازيات القائمة يوجد بأوراقها ضلع رئيسي .	٧ ـ الأوراق إن وجدت ليس لها عصب رئيسي وجميع خلايا الأوراق متساوية الأبعاد .
٨ ـ لها محاور إسطوانية قائمة متساوية الأقطار .	٨ ـ النباتات ذات مظهر مشري ظهري وبطني .
٩ ـ السويقة موجودة بشكل دائم .	٩ ـ السويقة غير موجودة ، إذا كانت موجودة فهي ملساء .
١٠ ـ عدد الخلايا القنوية الرقبية ١٠ ـ ٣٠ خلية	١٠ ـ عدد الخلايا القنوية الرقبية ٤ ـ ٨ خلايا .
١١ ـ البروتونيما تنتج أكثر من حامل مشيجي عروسي إلا في السفاغنوم .	١١ ـ البروتونيما تنتج دائماً حاملاً مشيجياً واحداً فقط .
١٢ ـ بعض خلايا البروتونيما لها جدر سميكة بنية اللون .	١٢ ـ جميع خلايا البروتونيما جدرها رقيقة وعديمة اللون .
١٣ ـ المبعثرات غير موجودة في العلبية .	١٣ ـ توجد المبعثرات داخل العلبية .
١٤ ـ يوجد غطاء وأسنان وطوق في علبة بعض الأجناس ، لكن الأسنان معدومة فقط في السفاغنوم ، ويفتقر جنس الأندريا إلى الغطاء والطوق والأسنان أيضاً .	١٤ ـ الغطاء والأسنان والطوق غير موجودة في العلبية .
١٥ ـ البرقع تتمزق بشكل دائري وتبقى السويقة في أعلاه .	١٤ ـ تتمزق البرقع بعد استطالة السويقة وتبقى معلقة في جدار الرحم .

الأهمية التطبيقية للبريويات

تعتبر زمرة الكبديات في بعض الحالات رائدة لحفظ التربة في الغابات والجبال والهضاب.

أما الحزازية، وخاصة الحزازيات المستنقعية، فإنها تملك أهمية كبرى لكونها تغطي المستنقعات بغطاء شاسع، وتعطى لدى موتها بداية لتوضعات الفحم النباتي الذي يستعمل في الاقتصاد الوطني.

يستعمل السفاغنوم أيضاً بالدرجة الأولى كوقود (عداد المحروقات)، وفي كثير من محطات توليد الكهرباء، التي تعمل بكاملها على التورب (الفحم النباتي).

تمكّن الباحثون من إماهة تورب السفاغنوم والحصول على الكحول بنسبة مرتفعة. كما استعمل السفاغنوم أثناء الحرب العالمية الثانية كبديل للقطن.

وللحزازيات دور سلبي نتيجة لإنتشارها الواسع في الغابات . فهي تغطي التربة بالكامل وبالتالي تمنع تنفسها. وهذا الأمر يقود إلى زيادة حموضة التربة وإنعدام الأعشاب العلفية وبالتالي تشكل المستنقعات فيها.

البروتونيما: هي بنية خيطية تشبه الطحالب (وهي المرحلة الأولى من تطور المشيمة)

النباتات الوعائية غير البذرية
Vascular sedless

أو ما تسمى
شعبة السرخسيات
Pteridophyta

١ ـ الصفات العامة لشعبة السرخسيات (التريديات) :

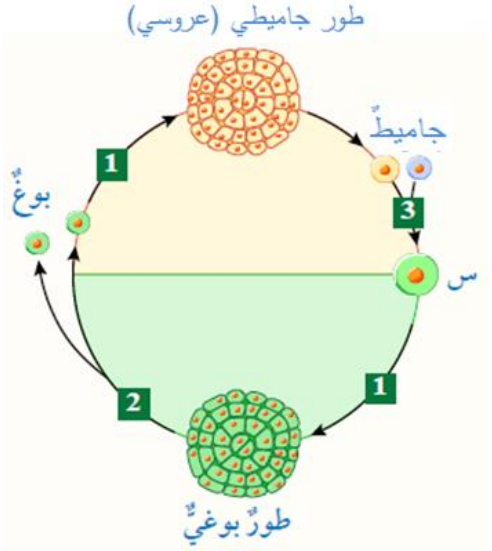
تقع النباتات التريدية(السرخسية) في مكان وسط بين النباتات الحزازية (البريويات) والنباتات البذرية . فهي تتميز عن النباتات الحزازية في أن النبات البوغي فيها مستقل عن النبات العروسي في المراحل الأخيرة من تشكله وتتميز عن البذريات في أن الأبواغ تتحرر من الكيس البوغي ولا تبقى موجودة فيها ، كما هو الحال في البذريات .

تضم النباتات التريدية مجموعة كبيرة من النباتات ، تتباين كثيراً في أشكالها وفي الأوساط التي تعيش فيها ، وتجمعها صفات مشتركة أهمها مايلي :

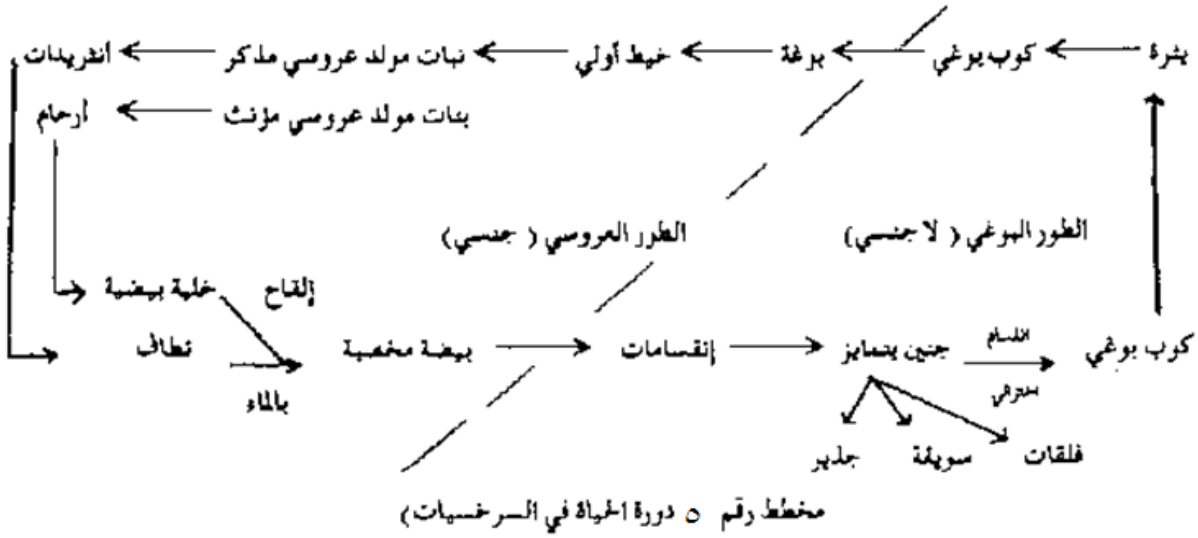
١ ـ وجود تعاقب بين الجيلين البوغي والعروسي . لكنها تختلف عن النباتات الطحلبية بأن النبات البوغي هو المسيطر على النبات العروسي في حلقة الحياة مخطط رقم (٥) .

٢ – تتمايز النباتات التريدية في الطور البوغي إلى ساق وأوراق وأحياناً جذور حقيقية . وتحتوي الساق على حزم وعائية يتميز فيها الخشب واللحاء، لذلك يصنفها البعض مع النباتات البذرية في مجموعة واحدة تُعرف بالنباتات الوعائية Trachcophyta.

وتعتبر النباتات السرخسية أرقى النباتات اللازهرية لإحتوائها على أنسجة وعائية حقيقية ولهذا يسميها البعض النباتات الوعائية اللازهرية. كما تعتبر التريديات أقل رقياً من النباتات البذرية لأنها لا تكوّن أزهاراً ولا بذوراً.

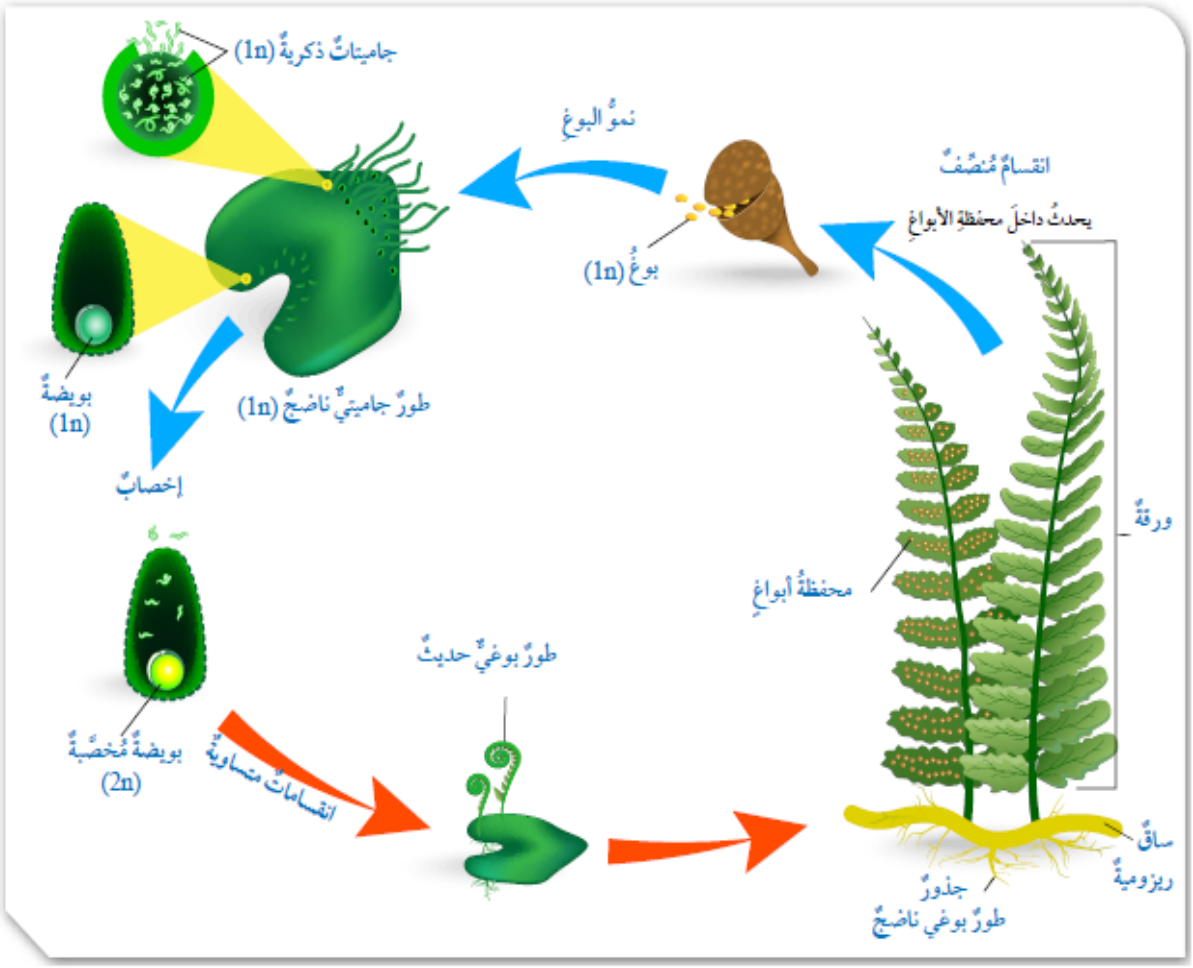


تعاقب الجيلين البوغي والعروسي (الجاميطي)



مخطط رقم ٥ دورة الحياة في السرخسيات

دورة حياة السراخس:



٣) عند التريديات بعض النباتات تحوي أبواغاً متجانسة أي متشابهة مورفولوجياً ولكنها مختلفة فيزيولوجياً وتعطي بالإنتاش مشرات عروسية تحمل المناطف والأرحام في الوقت نفسه أو تحمل المشرة مناطف فقط أو أرحاماً فقط مثل عند نبات الإيكويسيتوم *Equisetum* وبعضها الأخر يحوي أبواغاً غير متجانسة أي مختلفة مورفولوجياً وفيزيولوجياً. فالأبواغ الصغيرة تعطي مشرات عروسية مذكرة، والأبواغ الكبيرة تعطي مشرات عروسية مؤنثة مثل عند نبات السيلاجنيلا *Selaginella*.

٤) نميز في التريديات نمطين من النباتات العروسية وذلك حسب الإنتاش:

الأول: من الأبواغ المتجانسة و يسمى **النبات العروسي الخارجي** ويكون له مشرة غالباً ما تتطور تحت الأرض، وتتعايش مع الفطور لتأمين التغذية، أو فوق الأرض تكتسب اليخضور وتتغذى ذاتياً وتتوضع عليها المناطف والأرحام، فغالباً النبات أحادي المسكن، وتكون المناطف بسيطة جداً ومغمورة داخل المشرة (تريديات دنيا)أو ظاهرة على سطح المشرة (تريديات را قية) أما الأرحام فتكون مغمورة داخل المشرة، ولا يظهر منها إلا الرقاب وبنية المناطف والأرحام مشابهة لما شاهدناه عند شعبة البريويات.

الثاني: من الأبواغ غير المتجانسة ويسمى **النبات العروسي الداخلي** ينمو داخل الأبواغ وتتشكل المناطف داخل الأبواغ الصغيرة، والأرحام داخل الأبواغ الكبيرة. ويتم هذا إما على النبات نفسه أوعلى التربة، ويعتمد النبات العروسي هنا جزئياً أو كلياً في التغذية على النبات البوغي.

٥) يتطور النبات العروسي في الأوساط الرطبة ولا يتم الإلقاح إلا بوجود الماء لتسبح النطفة إلى البيضة.

٦) –البيضة الملقحة تعطي النبات البوغي الفتي والمحمول على النبات العروسي الأم الذي يتألف من قدم وجذير جنيني وسويقة وورقة أولية، وبعد النضج تتغرس الجذور بالتربة و يبتعد النبات البوغي الناضج عن العروسي لينمو بشكل مستقل.

٧) يتألف النبات البوغي الناضج من ساق وأوراق وجذور تتوضع على جذامير ضخمة ما عدا نباتات صف البسيلوتوم Psilotopsida فتنعدم عندها الجذور.

٨) ظهرت في البنية التشريحية للتريديات ولأول مرة في العالم النباتي أنسجة ناقلة راقية التعضي مكونة من خشب ولحاء. وينتمي الخشب بمعظمه إلى الأوعية الناقصة أو القصيبات.

٩) نشاهد في شعبة التريديات أنواع الأسطوانات الوعائية جميعاً من أبسطها البدائية Protostele إلى أعقدها الحقيقية Eustele. وتنعدم البنية الثانوية في الأنواع المعاصرة ما عدا جنساً واحداً نشاهد فية الكامبيوم وهو الإيزوتس ***Izotes***.

١٠) تكون الأوراق بسيطة ناعمة في التريديات الدنيا بينما تكون كبيرة وغالباً مركبة في التريديات الراقية (السراخس).

١١) الأكياس البوغية متعددة (عكس البريويات كيس بوغي واحد لكل نبات) تتطور على أوراق النبات البوغي إما على الوجه العلوي أوالسفلي للورقة البوغية وإما على فروع عادية أو متحوّرة من الساق أو في قمة النبات البوغي على هيئة سنابل أو مخاريط مختلفة البنية. وقد تختلف الأوراق البوغية مع الأوراق الإعاشية أو تتشابه معها.

١٢) تتشكل الأبواغ داخل الكيس البوغي من خلايا أم مولدة للأبواغ تعاني من الانقسام المنصف.

١٣) يتألف الكيس البوغي من طبقة واحدة من الخلايا أو من عدة طبقات لتحمي الأبواغ من الجفاف إضافةً إلى الطبقة المغذية المبطنة.

١٤) البوغة تحاط بغلافين داخلي وخارجي وفقط الإيكوسيتوم (ذنب الخيل) ***Equisetum*** يتطور غلاف ثالث فوقي ملتف حول البوغة.

١٥) تضم هذه الشعبة نباتات عشبية أو شجيرية في الجيل البوغي.

الجهاز الوعائي و تطوره عند التريديات و النباتات الراقية:

تعد التريديات من أقدم النباتات الوعائية المعروفة ومن أكثرها انتشاراً في العصور الجيولوجية الأولى. أغلبها نباتات معمرة. وللجهاز الوعائي وتطوره خصوصية ضمن هذه الشعبة.

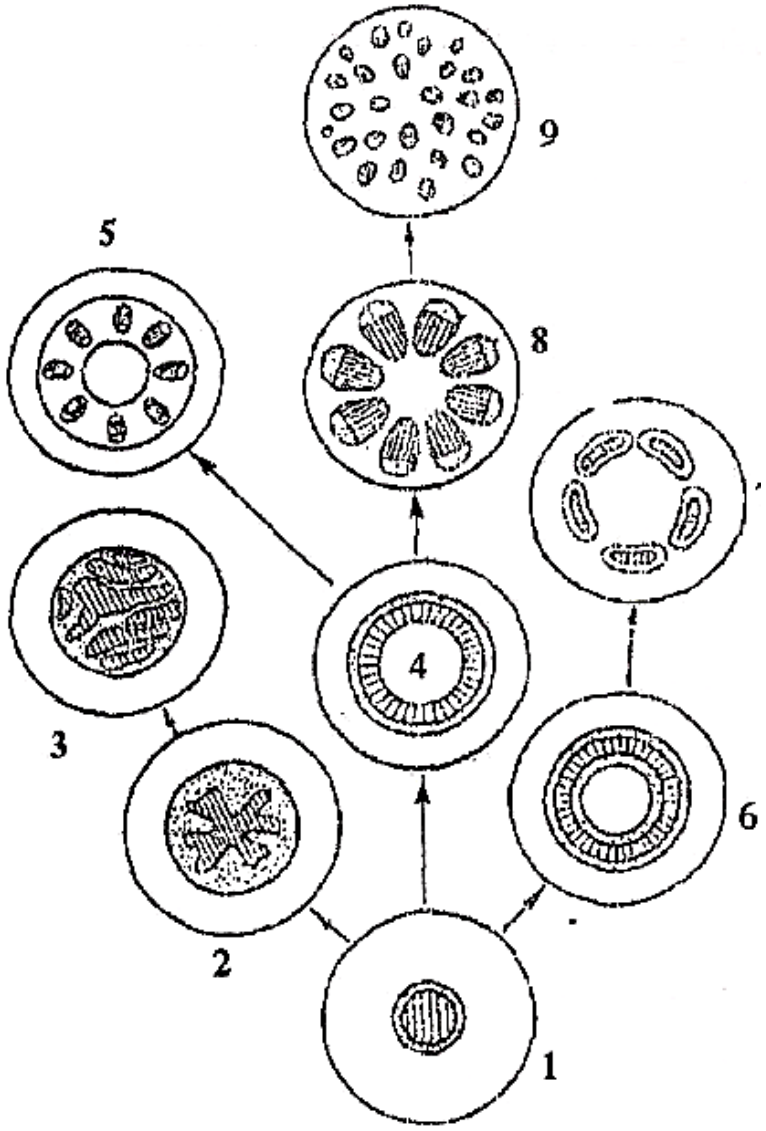
نصادف في التريديات نسجاً ناقلة متطورة مؤلفة من الخشب واللحاء، وتتوضع بشكل منتظم ضمن الأسطوانة المركزية للساق والجذور. ونجد ضمن هذه الشعبة أنواع الأسطوانات جميعاً من أبسطها إلى أعقدها.

نظرية تطور الأسطوانات المركزية ترتبط مع التوجه الأساسي لتطور البنية التشريحية للأعضاء المحورية للنبات.

يعد الباحثون أن المقطع العرضي في كل من الساق أو الجذر يتألف من بشرة ومنطقة القشرة وأسطوانة مركزية ويفصل بين القشرة والأسطوانة المركزية الأدمة الباطنة وتعد الطبقة الأخيرة من منطقة القشرة.

للتعرف إلى أشكال الأسطوانات المركزية وتطورها أنظر(الشكل –٤٩):

تعد الأسطوانة المركزية المؤلفة من خشب في الوسط وحوله لحاء من أكثر نماذج الأسطوانات المركزية بدائة وتسمى الأسطوانة البدائيةProtostele وتوجد عند صف أشباه البسيلوتوم Psilophytopsida .



الشكل رقم (٤٩) الربط التسلسلي لأسطوانات الساق

١- أسطوانة بدائية *Protostele*

٢- أسطوانة نجمية Actimostele

٣- أسطوانة مجزأة Plectostele

٤- أسطوانة أنبوبية خارجية اللحاء Ectophloic siphonostele

٥- أسطوانة أبتروستيلا Aptrostele

٦- أسطوانة إنبوبية مزدوجة اللحاء Amphiphloic siphonostele

٧- أسطوانة شبكية Dictoiostele

٨- أسطوانة حقيقة Eustele

٩- أسطوانة اللامنتظمة Atactostele

يلي ذلك الأسطوانة النجمية Actinostele . يكون الخشب مشابهاً للنجمة (يتوضع الخشب الأول في نهاية أزرع النجمة و يسمى خشباً خارجي المنطلق).

الأسطوانة المجزأة Plectostele ويتجزأ فيها الخشب إلى عدة قطع و تحاط القطع باللحاء و يحاط الجميع بأدمة باطنة واحدة.

الأسطوانة الشبكية Dictostele يتألف فيها الخشب من أجزاء منفصلة يلتقي مع بعضها ثم تتجزأ وهي أكثر تطورا من الشكلين السابقين. وتترافق الأسطوانة الشبكية بظهور الأوراق الكبيرة والفروع الجانبية التي تشكل عند خروجها من الساق النوافذ الورقية كما عند صف السراخس Filicopsida.

أسطوانة أنبوبية Siphonostele إذ يصبح في المركز المخ (خلايا برانشيمية) مما يؤدي إلى تشكل أعضاء نباتية أضخم. وللأسطوانة الأنبوبية نموذجان: إما خارجية اللحاء Ectophloic siphonostele أو داخلية وخارجية اللحاء Amphiphloic siphonostele.

الأسطوانة الحقيقية Eustele وهي أكثر الأسطوانات رقياً والحزم تكون مفتوحة ، نشاهدها عند أغلب النباتات البذرية وخصوصاً عند ثنائيات الفلقة والخشب عندها داخلي المنطلق .

الأسطوانة اللامنتظمة Atactostele وتميز أحاديات الفلقة من البذريات وتتميز بغياب الكامبيوم في الحزم والخشب داخلي المنطلق.

-الربط التسلسلي للأسطوانات بعضها مع بعض:

الأسطوانة البدائية وهي أبسطها ثم تم التطور باتجاهين:

الأول: تعديل الأسطوانة من شكل إلى أخر ابتدائية – نجمية – مجزأة، وامتازت هذه الأسطوانات بانعدام النوافذ الورقية ولا يوجد مخ في المركز.

الثاني: سار بطريق تفريغ الخشب من المركز ليحتل مكانه المخ أو يبقى فارغاً. فنشأة الأسطوانة الأنبوبية فارغة الوسط أو مملوءة. وللأسطوانة الأنبوبية نموذجان:

- خارجية اللحاء وتطورت فيما بعد إلى الأسطوانة الحقيقية.
- داخلية وخارجية اللحاء وتطورت فيما بعد إلى الشبكية.وامتاز الاتجاه الثاني بأسطوانات ذات نوافذ ورقية وتقطع الأسطوانة .

منشأ التريديات وتطورها:

أقدم النباتات التريدية المعروفة هي بعض المستحاثات لصف أشباه البسيلوتوم في الدور الديفوني أي قبل حوالي (400) مليون سنة وتعتمد النظريات المتعلقة بمنشأ التريديات على معطيات التشريح المقارن في النباتات الحية والنباتات المستحاثية. ويمكن وضع هذه النظريات في مجموعتين:

المجموعة الأولى: يعتقد الباحثون أن التريديات نشأت بدءاً من شكل طحلبي خيطي يعود إما إلى الطحالب الخضراء وإما إلى السمراء.

المجموعة الثانية: يعتقد الباحثون أن التريديات نشأت من البريويات ،لأن هنالك صفات عديدة تجمع بين البريويات والتريديات ، مثل جيلان متناوبان غير متشابهين ، شبه في بنية النبات العروسي ، شبه في بنية المنطف وتشكله ، شبه في بنية الرحم وتشكله ، تشكل الجنين داخل الرحم ، تطفل النبات البوغي على النبات العروسي. هذه النقاط تدعو إلى الاعتقاد بوجود علاقة قرابة بين هاتين المجموعتين . ويعتقد فريق من الباحثين أن التريديات نشأ ت من نباتات بريوية شبيهه بجنس الأنتوسيروس إذ إن نمو النبات البوغي غير المحدود للأنتوسيروس إضافة إلى وجود النسيج البخضوري المتمايز يجعل النبات البوغي في هذا الجنس أقرب ما يكون إلى النبات البوغي المستقل في التريديات .

انطلاقاً مما ذكر سابقاً نميز ثلاثة اتجاهات تطورية للتريديات اعتمدت على:

١- صفات الأوراق ٢- الأوعية الناقلة ٣- توضع أكياس البوغ

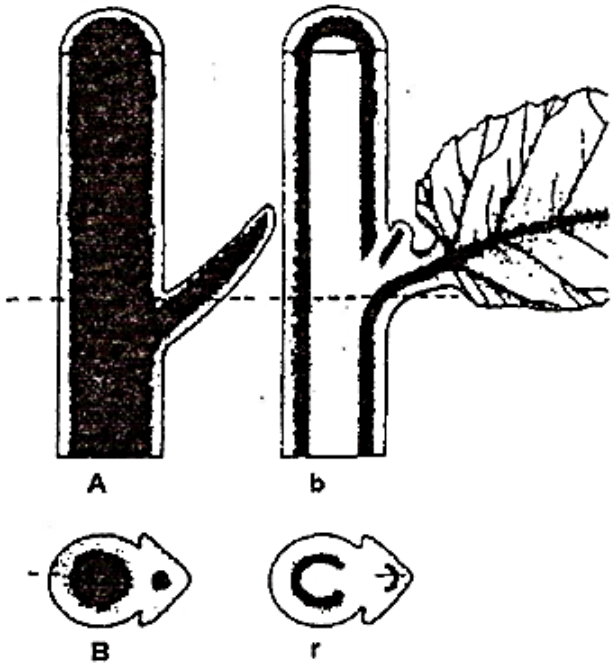
الاتجاه الأول: أرجل الذئب

- تتوضع أكياس البوغ في إباط الأوراق

- انعدام النوافذ الورقية
- وجود حزمة واحدة في الورقة

الاتجاه الثاني: أذناب الخيل

- تتوضع أكياس البوغ في إباط الأجزاء العقيمة المتحورة وتحمل الواحدة منهـا أكثر من كيس بوغي.
- انعدام النوافذ الورقية (الشكل-٥٠).
- وجود حزمة واحدة أو أكثر في الورقة.
- تتوضع الأوراق بترتيب حلقي على الساق.



الشكل رقم (٥٠)

انعدام تشكل النوافذ الورقية في ساق نباتات صف أرجل الذئب وأذناب الخيل A-B

تشكل النوافذ الورقية في الأسطوانة المركزية للساق في نباتات صف السراخس r و b

الاتجاه الثالث: السراخس

- تتوضع أكياس البوغ على الأوراق مباشرة وعلى الوجه السفلي غالباً.
- وجود النوافذ الورقية دليل تقطع الأسطوانة بالأشعة المخية (الشكل- ٥٠).
- تتعدد الحزم في الورقة الواحدة.

ارتبط وجود التريديات في الاماكن الرطبة من أجل تكاثرها وهي أقل عدداً من النباتات البذرية بالنسبة إلى الغطاء النباتي. وقد وجدت مستحاثاتها في حقب الحياة القديمة، إذ لعبت دوراً هاماً في تشكيل الغابات الفحمية القديمة التي تعد مصادر هامة للفحم الحجري.

قد كانت ذات أشكال عملاقة شجرية مثل ليبيدودندرون ***Lpidodondron*** والسيجيلاريا ***Sigillaria*** والكالاميتس ***Calamytos*** وغيرها؛ إذ كان طول الورقة يصل إلى عدة أمتار، وتميزت بوجود بنية ثانوية ناتجة عن عمل الكامبيوم .

أعطت النباتات التريدية فيما بعد بداية لظهور البذريات ويعتقد أن تشكل البذرة في البذريات نتيجة للتطور المتواصل الذي أصاب التريديات غير متجانسة الأبواغ .

١٥ ـ تصنيف التريديات :

يعتمد تصنيف التريديات على صفات الأوراق والأوعية الناقلة.

يوجد منها في الفلورا الحالية مجموعتان:

المجموعة الأولى : Lycopsida وتضم أربعة صفوف رئيسية هي :

١ ـ صف أشباه البسيلوتوم	Psilophytopsida
٢ ـ صف البسيلوتوم	Psilotopsida
٣ ـ صف أرجل الذئب	Lycopsida
٤ ـ صف أذناب الخيل / المفصليات	Sphaenopsida

المجموعة الثانية: Pteropsida وتضم :

٥ ـ صف السراخس Pteropsida نذكر منها السراخس Filices والسراخس المائية Hyderofilices

١ –صف أشباه البسيلوتوم Psilophytopsida

نباتات هذا الصف مستحاثية وتعد أول النباتات الراقية المكتشفة وتسمى بالفلورا البكرية، وجدت من الحقب السيللوري الأدنى وحتى الديفوني الأعلى.

تتميز النباتات بانعدام التعضي العام (ساق و جذور و أوراق).

جسم النبات عبارة عن قطع محورية بدائية شديدة التفرع تسمى تالومات. ويوجد حزم وعائية داخل التالومات.

الجزء السفلي مطمور في الأرض و يسمى شبه جذمور. والجزء الهوائي يحمل أوراقاً في بعض الأجناس.

الأكياس البوغية في قمة النبات غير مرتبطة بالأوراق البوغية ومحاطة بغلاف خارجي والأبواغ محاطة بغلاف ثخين ومقاوم للحموضة ولا يتأثر بالعوامل الخارجية.

تتعدم الأدمة الباطنة، وهي صفة مميزة لصف أشباه البسيلوتوم وصف البسيلوتوم . وجميع هذه الصفات تتعدم في النباتات المائية، ولذلك حفظت بشكل مستحاثات.

2- صف السيلوتوم *Psilotopsida*

نباتات هذا الصف منها ماهو مستحاث ومنها ماهو معاصر وهي نباتات شبيهة لرتبة Lycopodiales في مجموعها الخضري ولكنها تتميز بأكياسها البوغية المتعددة المساكن .

تتميز النباتات البسيلوتية Psilophyta عن غيرها من النباتات التربدية في أنها لا تكوّن جذوراً حقيقية، وأن الكثير من أنواعها لا يكوّن أوراقاً وإذا تكوّنت الأوراق فتكون صغيرة بسيطة عديمة العروق يتمايز النبات البوغي إلى ريزوم ينمو تحت سطح الأرض ويصدر عنه فروع قائمة تحمل أطرافها الأكياس البوغية، وينتهي عادة بكيس بوغي واحد شكل رقم (٤٧) . تتكون الأنسجة الناضجة من قصيبات ولحاء وتختلف خلاياها قليلاً عن الخلايا البرنشيمية الطويلة. تخرج من الريزوم وأحياناً قاعدة الفوارع الهوائية أشباه جذور Rhizoids ويتكون النبات العروسي تحت سطح التربة وهو عديم اللون .

يضم هذا الصف رتبة واحدة هي Psilotales. وتضم فصيلة واحدة هي Psilotaceae. أشهر أجناسها هو جنس البسيلوتوم Psilotum وجنس التميز يبتريس (Tmesipteris).

3- صف أرجل الذئب *Lycopsida*

ويسمى أيضا هذا الصف بصف النباتات صغيرة الأوراق Microphyllophyta . تتميز نباتات هذا الصف بوجود قسم منها بشكل مستحاثي والقسم الآخر بشكل حي معاصر حيث عُرفت بقاياها مع بداية الدور السيللوري . وقد ازدهرت بشدة في الدور الفحمي وبدأت بشكل أشجار ضخمة مثل

السيجيلاريا وغيرها. أما أرجل الذئب المعاصرة، فتلاحظ بشكل نباتات عشبية. وتتميز النباتات البوغية لأفراد هذا الصف بوجود ساق وأوراق وجذور حقيقية وتحتوي على أوعية ناقلة أيضاً . والأوراق مزدحمة ومتقاربة وكثيفة على الساق فهي صغيرة بدائية . وتحتوي الورقة على عرق وسطي غير متفرع ، ولا توجد فجوات ورقية في الإسطوانة الوعائية للساق عند مناطق خروج الأوراق .بعض نباتات هذا الصف ذات أوراق كبيرة تصل إلى نصف متر في الطول ولكن فيها أيضاً مميزات الورقة البدائية.

تتكون الأكياس البوغية على السطح العلوي للأوراق البوغية Sporophylls، وتتجمع عادة في مخاريط Strobili ، وتحمل كل ورقة بوغية كيساً بوغياً واحداً .

تكوّن بعض نباتات هذا الصف نوعاً واحداً من الأبواغ المتجانسة Homosporous كما في جنس الليكوبوديوم Lycopodium، والبعض يكوّن نوعين من الأبواغ المتجانسة والأبواغ المتباينة Heterosporous مثل جنس السيلاجنيلا Selaginella .

ويمكننا وضع نباتات صف أرجل الذئب في ست رتب وهي:

١ ـ رتبة البروتوليبيدود ندرالز ٢ ـ رتبة الليكوبوديالز (أرجل الذئب)

٣ ـ رتبة السيلاجنيلالز ٤ ـ رتبة الليبدود ندرالز

٥ ـ رتبة الليبيدوسبيرمالز ٦ ـ رتبة الإيزوتالز

يضم هذا الصف ثلاثة رتب مستحاثية وثلاثة رتب معاصرة سندرس الرتب المعاصرة فقط:

١ ـ رتبة ليكوبوديالس Lycopodiales

تضم هذه الرتبة فصيلة واحدة هي Lycopodiaceae، معظم نباتات هذه الفصيلة أعشاب متماثلة الأبواغ، لا تحوي أوراقها على بشرة سميكة يوجهها العلوي. طليعة المشرة تكون على شكل درنة أرضية والنطاف فيها ثنائية الأهداب.

تضم هذه الفصيلة جنسين هما :

١ ـ ليكوبوديوم Lycopodium ٢ ـ فيللوغلوسوم Phylloglossum

٣ـ رتبة السيلاجنيلا Selaginellales :

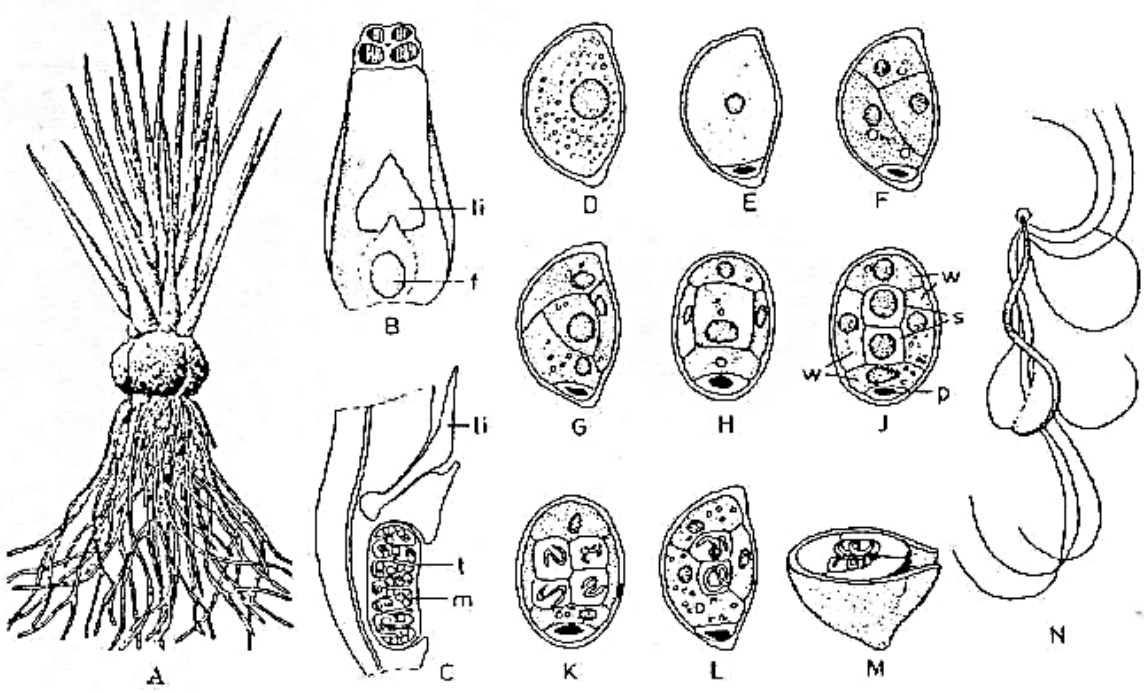
تدعى هذه الرتبة أيضاً برتبة الرصنيات وفيها فصيلة واحدة هي Selaginellaceae ،وتضم جنساً واحداً هو الرصن (السيلاجنيلا) Selaginella ،وهو أحد التريديات متغايرة الأبواغ (Hetero sporus) وتعيش أغلبية أنواعه في المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية ، بينما تعيش قلة منها في المناطق المعتدلة ، ويتطلب نمو غالبية الأنواع وفرة الظل والرطوبة.

يتكون النبات البوغي للسيلاجنيلا شكل رقم (٥٦) من ساق زاحفة (ريزومه) ممتدة تتفرع باستمرار تفرعاً ثنائياً ، تنتظم عليها الأوراق في أربعة صفوف ،صفين ظهريين من أوراق صغيرة ظهرية والأخرى كبيرة بطنية. وتحمل كل ورقة على السطح العلوي لقاعدتها زائدة مثلثية الشكل تعرف باللسين (Ligule) ، ولا تخرج الجذور من الريزومة مباشرة ، بل أن هناك فرعاً خاصة خالية من الأوراق ـ تخرج من منطقة تفرع الساق ـ وتُعرف بالحوامل الجذرية (Rhizophores) ، وتنبثق الجذور من أطراف هذه الحوامل الجذرية.

تتجمع الأوراق البوغية في مخاريط طرفية متميزة ، وتختلف الأوراق البوغية عن الأوراق الإعاشية من حيث صغر حجمها وتشابه أشكالها. كما أن الأوراق البوغية ذات لسين (Ligulated) ، يبدو اللسين عريض من قاعدته ومغمور في حفرة خاصة على الورقة .

٣- رتبة ايزوتالس Isoetales

تضم هذه الرتبة فصيلة واحدة وهي فصيلة Isoetaceae . أهم صفات هذه الفصيلة أن الجهاز الخضري فيها يحتوي على ساق قصيرة غير متفرعة تحمل أوراقاً طويلة لسانية الشكل فيها باقة أغلبها تحوي أكياساً بوغية ، تكاثرها مشابه للسيلاجينيلا Sellaginella ولكن النطاف تكون متعددة السياط . أشهر أجناس هذه الفصيلة هو جنس الإيزوتس. يضم جنس الإيزوتس Isoetes حوالي ٦٠ نوعاً ، وهو عبارة عن نبات عشبي معمرفي أمريكا الشمالية ، وبعض أنواعه نباتات برمائية تنمو في المستنقعات وفي الرمال الجافة ، يتألف جنس الإيزوتس شكل رقم (٦٦) من ساق كورمي الشكل



شكل رقم (٦٦) : الايزوتس Isoetes من نوع I. lacustris .

A - المظهر العام للإيزوتس. B - مقطع عمودي في الورقة يظهر فيها اللسين والنقرة.

C- مقطع طولي في الورقة . D .M - مراحل تطور المشرة المذكرة وتشكل النطاف .

N- النطفة عديدة السياط.

حيث يشير : f- نقرة هالية li- لسين m- أبواغ صغيرة p- خلية مشرية s- خلية منطفية

t- حجب داخلية w- خلية جدرانية مأخوذة عن (liebig).

(بصلة سمراء) يتراوح طوله من (١٠ ـ ٢٠ سم) تصدر عن البصلة جذور نحو الأسفل، وأوراق عريضة من الأسفل ومتطاولة ورفيعة من الأعلى ترتبط بالبصلة لتشكل الساق الحقيقي له. يوجد داخل كل ورقة أربع أقنية هوائية شكل رقم(٦٦ ، B) والأوراق هنا نوعان :

١ ـ أوراق خارجية كبيرة وعقيمة تدعى الأوراق الإعاشية التكاثرية.

٢ ـ أوراق داخلية صغيرة وخصبة تحمل الأكواب البوغية غير المتجانسة تدعى الأوراق البوغية.

وتظهر البنية التشريحية للكورمة أنها مؤلفة من جزئين أحدهما قائم وهو الفرع أو المحور ، والثاني مفلطح في نهاية الفارع ويشكل حامل الجذور.

ويتألف المحور بالمقطع العرضي من خشب إبتدائي في مركز الساق له شكل نجمي تحيط به تشكلات ثانوية ناتجة عن طبقة الكامبيوم . ونتيجة لعمل الكامبيوم فإن الساق يزداد في النمو عرضاً .

تنمو نهاية الفارع ونهايات الجذور عن طريق إنقسام الكتلة الخلوية المرستيمية ـ وللأوراق البوغية والإعاشية قاعدة عريضة وصفيحية أبرية الشكل .ولكل ورقة لسينة صغيرة في نقطة إتصال قاعدة الورقة بالقسم الأبري منها .

تشير البنية التشريحية للورقة إلى وجود حزمة وعائية واحدة، يحوي القسم الأبري من الورقة على فضوات هوائية على طول الورقة، ويفصل بين هذه الفضوات نسيج برنشيمي يخضوري والبشرة تحوي على المسام في الأنواع الهوائية.

تحمل الورقة البوغية في قاعدتها وعلى وجهها الأنسي كيساً بوغياً بين اللسين وقاعدة الورقة. ويوجد بين اللسين والكيس البوغي بروز خاص يدعى بالحجاب أو القميص Indusium .

4- صف أذناب الخيل: *Sphenopsida* (=*Equisetatae*)

تعد أذناب الخيل *Equisetales* إحدى الرتب التابعة لشعبة أذناب الخيل *Equisetophyta* التي تنتمي إلى فوق شعبة التريديات (السرخسيات) *Pteridophytes*، عاشت وانتشرت انتشاراً واسعاً في العصر الكربوني من حقب الحياة القديمة، وعاصرت آنذاك نباتات أخرى من التريديات من أمثال النبات الأجرد *Psilotum* ورجْل الذئب *Lycopodium* والسراخس ferns التي شكلت الجزء الأكبر من الغطاء النباتي الذي كان يغطي سطح اليابسة في العصور القديمة. وتسمى هذه الرتبة بالمفصليات *Articulatae*، وذلك لأن سوقها الهوائية مقسمة إلى مفاصل أو سلاميات وعقد، كما يمكن تسميتها بالنباتات ذوات الأوراق الإسفينية *Sphenophyta*، وذلك بسبب نمط توضع الأوراق الحرشفية على الساق بشكل مائل يشبه الإسفين.

انقرضت جميع الأجناس التابعة لرتبة أذناب الخيل بعد أن كانت سائدة في تلك الحقبة من الزمن، مثل كالاميتس *Calamites* من فصيلة *Calamitaceae* الذي ساهم في تشكيلات الفحم الحجري في العصر الكربوني، ولم يبقَ منها حيٌّ سوى جنس وحيد هو ذنب الخيل *Equisetum*.

ذنب الخيل:

ترتبط تسمية هذا الجنس مع شكل نباته البوغي الذي يأخذ شكل ذنب الحصان. ويشتق اسمه العلمي من اللاتينية Equis التي تعني الحصان و Seta التي تعني الشعر الخشن.

ينتشر جنس ذنب الخيل من المناطق الاستوائية حتى القطب الشمالي، ولا يعيش في أستراليا ونيوزيلندا. يضم نحو 35 نوعاً، معظمها نباتات حولية عشبية، وخاصة تلك التي تنتشر في المناطق ذات المناخ المعتدل والقليل البرودة. ومن الأنواع ما هو معمر دائم الخضرة كتلك التي توجد في المناطق الاستوائية.

يراوح طول الأنواع العشبية من ذنب الخيل ما بين 5 سم و 1.5 م، ومع ذلك يصل طول بعضها إلى 8 م وتعرف باسم أذناب الخيل العملاقة مثل: *E. myrochaetum* و *E. telmateia* و *E. giganteum*.

أما النبات العروسي أحادي الصيغة الصبغية فهو الجيل الجنسي القصير الأجل خلافاً لأجناس البريويات *Bryophyta*، الأمر الذي يشير إلى وجود انقلاب ملحوظ في دورة حياة التريديات.

النبات البوغي:

يمثل النبات البوغي في ذنب الخيل النبات الإعاشي الأخضر، وهو مضاعف الصيغة الصبغية، وهو الجيل اللاجنسي المستقل والمسيطر على النبات العروسي في دورة الحياة، ويتألف من قسمين:

1- الساق اللاهوائية (الجذمور):

يتشكل وينمو مطموراً داخل التربة، وقد يصل إلى عمق متر تقريباً، وتصدر عنه جذامير جانبية قصيرة تتحول لاحقاً إلى درنات مخزِّنة للنشاء. يتألف هذا الجزء من عقد وسلاميات، وتصدر عن منطقة العقد الجذور الإضافية.

2- الساق الهوائية (الفروع الهوائية):

تنشأ هذه الساق من الجذمور وتتجه نحو الأعلى (فوق التربة)، وتعطي نمطين من الفروع هما:

أ- الفروع الخصبة:

وهي فروع ربيعية قصيرة غليظة، سمراء بنية اللون، عديمة اليخضور، تحمل في أعلاها المخاريط strobilus التكاثرية التي تتشكل في أوائل فصل الربيع، وهي غير متفرعة وتتمركز بشكل شاقولي أو عمودي على الجذمور. يراوح طولها ما بين (15-30 سم)، وهي مقسمة أيضاً إلى عقد وسلاميات، حيث تكون العقد ممتلئة والسلاميات فارغة من الداخل. يعتقد بعض العلماء أن قاعدة السلامية تحتوي على مرستيم بيني يساعد الساق على النمو الطولي. وتتوضع الأوراق الحرشفية البنية اللون والخالية من اليخضور بهيئة حلقة ملتحمة تشكل غمداً يلتف حول السلامية التالية (التي تعلوها)، وبذلك تظهر على شكل أسنان سمراء في أعلى الغمد عددها 8-9 أسنان في كل حلقة (الشكل 1).



الشكل (1): ذنب الخيل - الفروع الخصبة (الربيعية) السمراء تحمل في الأعلى المخاريط البوغية

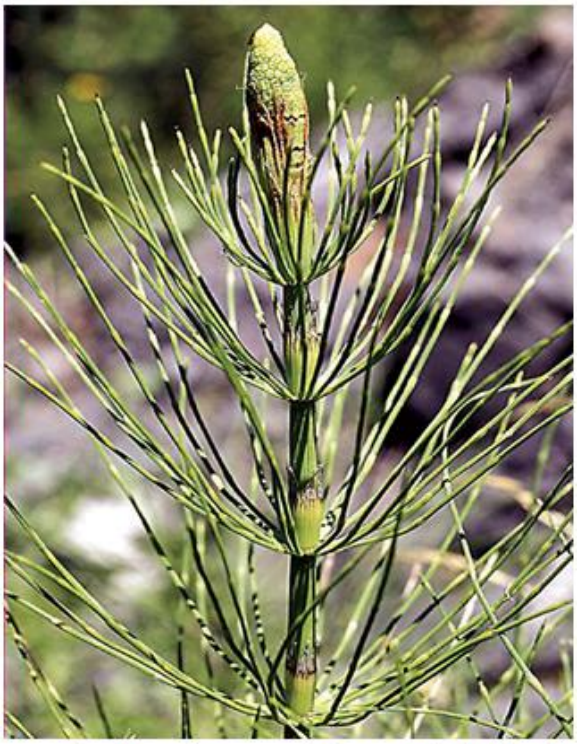
وهناك رأي آخر يقول إن الأوراق ما هي إلا الصفائح الورقية المرجعة. ومع تشكل الأبواغ ونضجها تموت الفروع الخصبة وتبدأ فروع ثانية بالتشكل هي الفروع العقيمة.

ب- الفروع العقيمة:

تصدر الفروع الصيفية العقيمة عن الجذمور بعد موت الفروع الخصبة وتسمى الفروع الإعاشية، وهي فروع طويلة خضراء اللون رفيعة، وتكون مقسمة أيضاً إلى عقد وسلاميات، وتحمل في مستوى العقد فروعاً جانبية أيضاً (الأغصان)، وظيفتها القيام بعملية التركيب الضوئي وتخزين المواد الادخارية في الجذور والدرنات (الشكل 2).



الشكل (2): ذنب الخيل – الفروع العقيمة (الصيفية) الإعاشية الخضراء تحمل الفروع الجانبية شديدة التفرع



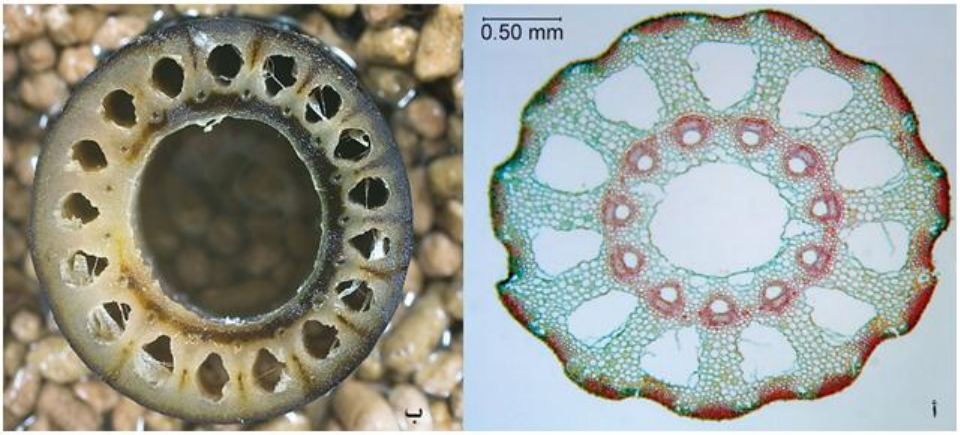
الشكل (3): ذنب الخيل – تشكل نمطي الفروع الخصبة والعقيمة في بعض الأنواع

هذا وقد يتشكل وينمو في بعض أنواع ذنب الخيل كلا النمطين من الفروع (الخصبة والعقيمة) الصادرة عن الجذمور، في هذه الحالة يكون النبات البوغي أخضر اللون ويحمل بدوره الفروع الجانبية، إضافةً إلى توضع المخاريط البوغية في أعلاه بآن واحد (الشكل 3).

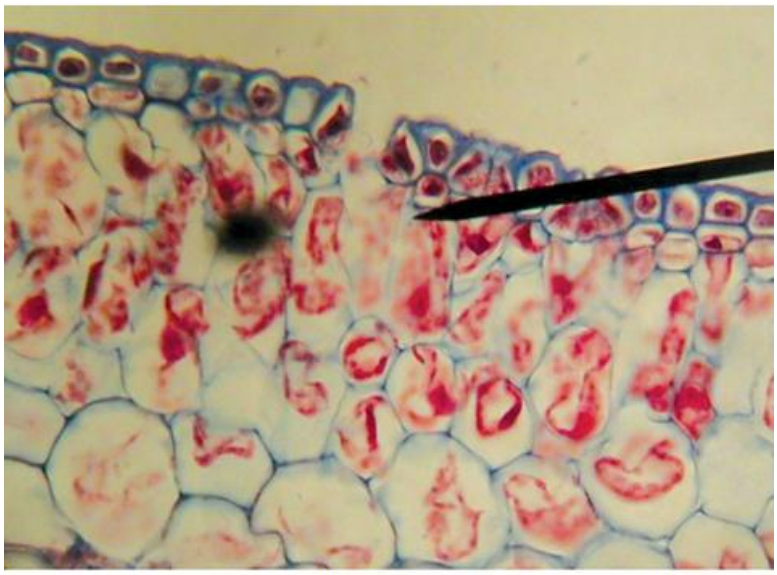
البنية التشريحية للساق:

تتمتع الساق الهوائية في ذنب الخيل ببنية معقدة ومتطورة تشبه إلى حد كبير سوق النباتات الراقية تقريباً، كما تبدي مظاهر جفافية عدة وواضحة يمكن ملاحظتها من خلال دراسة بنيتها التشريحية، إذ يشير المقطع العرضي في سلامية الساق الهوائية إلى وجود أعراف وأثلام بشكل متناوب (أي إن سطحها خشن)، ويمكن التأكد من ذلك من خلال لمس الساق باليد (الشكل 4).

تُغلَّف الساق من المحيط بطبقة من خلايا البشرة؛ جدران خلاياها مشبعة بالمواد السيليسية، وتتخللها المسام المركبة من شفعين: علوي تشكل الخلايا الكبيرة الحجم الملحقة الميتة، جدرانها مشبعة بالسيليكات التي تكسب المسام القساوة والصلابة. ويتمثل الشفع الثاني الداخلي بالخلايا الحارسة للمسام، وهي صغيرة الحجم تعمل على فتح المسام وغلقه كما في النباتات الراقية (الشكل 5).



الشكل(4): مقطع عرضي في سلامية الساق الهوائية في ذنب الخيل، يوضح الأعراف والأثلام ونماذج الفضوات الثلاث



الشكل(5): خلايا البشرة والمسام المركبة في ذنب الخيل

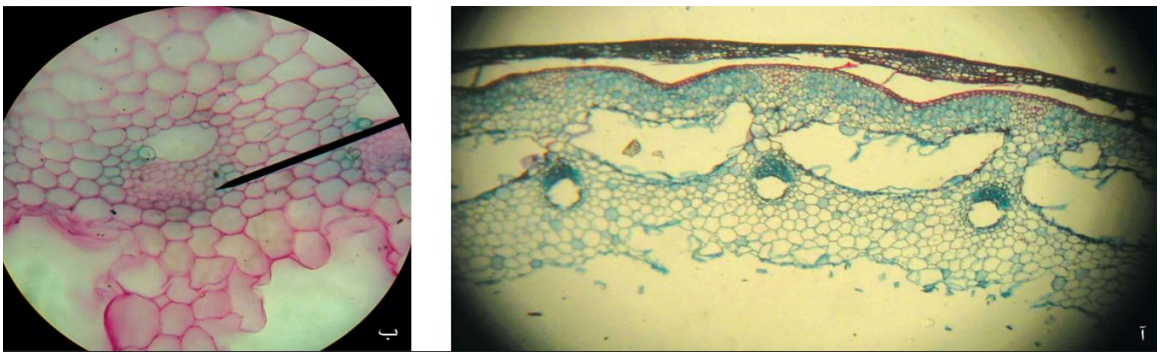
يلي البشرة نحو الداخل طبقات القشرة التي تشكل في منطقة الأعراف كتلة واضحة من النسيج الغروي (كولانشيم) collenchyma وأحياناً النسيج المتصلب (سكلرنشيم) sclerenchyma، وقد يمتد الكولانشيم من منطقة الأعراف إلى منطقة الأثلام وخاصةً مع تقدم الساق في العمر، الأمر الذي يكسبها القساوة والصلابة.

يتركز في منطقة الأثلام البرانشيم اليخضوري، وتبدو خلاياه متطاولة وكبيرة الحجم، مملوءة بالصانعات الخضراء، وهو المسؤول عن عملية التركيب الضوئي نتيجة لضمور الأوراق. تسمى الأسطوانة المركزية في سلامية ساق ذنب الخيل بالأسطوانة الحقيقية eustele نظراً لنمط توزع الحزم الناقلة وشكلها، وتُحاط الأسطوانة المركزية في معظم أنواع ذنب الخيل بالأدمة الباطنة endodermis

والمحيط الدائر pericycle من الناحية الخارجية، إلا أنه يلاحظ في بعض الأنواع مثل *E. hiemales* (ذنب الخيل الهيمالاوي) وجود طبقتين من الأدمة الباطنة: الأولى تتوضع خارج الحزمة والثانية داخلها، ثم تلتقيان في المنطقة الفاصلة بينهما، وقد يلاحظ في بعض الأنواع مثل *E. limosum* أن كل حزمة تحاط بأدمة باطنة خاصة بها.

يُلاحظ من خلال المقطع العرضي في الساق وجود نوعين من الفضَوات lacunes (الفراغات الهوائية): تُسمى الأولى الفضوات الثلمية الكبيرة الحجم نسبياً، تتوضع في القشرة مقابل الأثلام، وتنشأ من تفكك خلايا البرنشيم الأساسي القشري، أما الثانية فهي أصغر حجماً من الأولى، تسمى الفضوات العرفية (الوعائية)، تتوضع مقابل الأعراف في المنطقة المركزية، وتتشكل من تفكك الخشب الأول وتترافق والحزم الناقلة.

يمتلئ مركز الساق بالبرانشيم المخي الذي سرعان ما يتفكك ويزول تدريجياً مع تنامي الساق، مما يؤدي إلى ترك فراغ كبير في وسطه يسمى الفضوة المركزية. والحزم الوعائية الناقلة في ذنب الخيل من النمط المغلق، وذلك لانعدام الكامبيوم cambium (النسيج المولد الثانوي) والبنية الثانوية (الشكل 6).



الشكل(6): بنية الساق الهوائية في ذنب الخيل. جزء من الأسطوانة الحقيقية حزمة ناقلة مع الفضوة الوعائية

المخاريط البوغية:

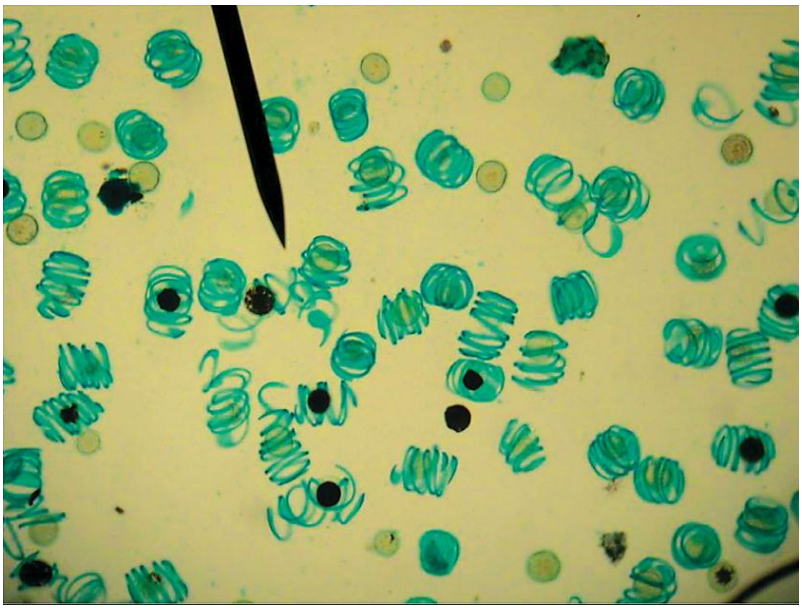
يتكاثر نبات ذنب الخيل بوساطة الأبواغ، إذ تتوضع ضمن أكياس بوغية موجودة على حوامل خاصة، تشكل بمجملها المخاريط البوغية التي تتوضع في نهاية الفروع الربيعية بشكل إفرادي. ويتألف المخروط الواحد من محور تتعامد عليه الأوراق البوغية المتحورة عن الأوراق الإعاشية. تتألف الورقة البوغية الواحدة من سويقة قصيرة تنتهي بقرص سداسي الأضلاع، تُرسي الشكل، يحمل على أطرافه السفلية (الداخلية) من 6–10 أكياس بوغية بيضوية الشكل. وتبدو الأوراق متراصة، تغطي المحور بشكلٍ كامل لتكسبه الصلابة والتماسك (الشكل 7).

ومع اكتمال نمو المخروط ونضج الأبواغ يتطاول محوره، وتتباعد أوراقه الترسية، مما يؤدي إلى خروج الأبواغ وبعثرتها من خلال الفراغات المتشكلة في المخروط (الشكل 8). تبدو الأبواغ متجانسة،

تتشكل داخل الكيس الواحد بأعداد كبيرة، وهي متشابهة بحجمها وشكلها الخارجي. تحاط كل بوغة بثلاثة أغلفة: إضافةً إلى الغلافين الخارجي الثخين والداخلي الرقيق يوجد غلاف ثالث يسمى الغلاف المحيطي perispore يتألف من شريطين ملتفين حلزونياً تصدر عنه أربع استطالات ذات نهايات ملعقية الشكل تسمى المبعثرات الكاذبة pseudo-elaters، وهي حساسة للضوء ولها وظيفة مزدوجة: بعثرة الأبواغ، وربطها مع بعضها بشكل مجموعات أو كتل خفيفة تستطيع أن تنتقل بالهواء، وبالتالي توفر سهولة الإنتاش. ويتبدل شكل المبعثرات بحسب درجة الرطوبة والجفاف، ففي الأوساط الجافة تفقد الكثير من الماء مما يؤدي إلى التوائها وتباعدها بعضها عن بعض. أما في الأوساط الرطبة فتمتص الماء وتنتفخ ثم تلتف بشكل حلزوني حول الأبواغ (الشكل 8).



الشكل (7) الجهاز البوغي في ذنب الخيل، جزء من المخروط (محور عليه حوامل الأكياس البوغية) أحد الحوامل والأكياس البوغية على وجهه السفلي

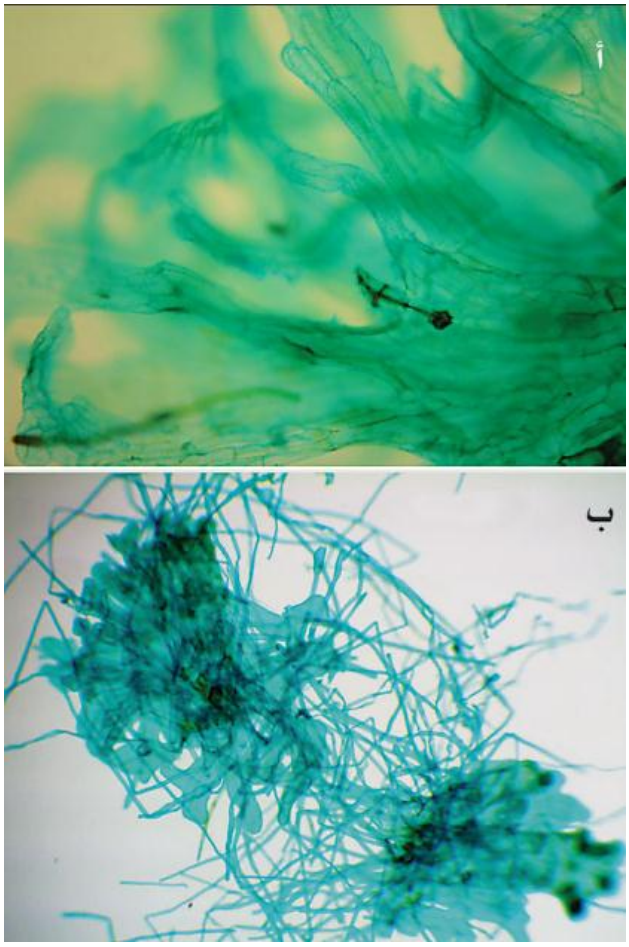


الشكل (8): الأبواغ والمبعثرات في ذنب الخيل

النبات العروسي والإلقاح:

تتميز الأبواغ في معظم أنواع ذنب الخيل بأنها متماثلة بالشكل لكنها مختلفة بالوظيفة، أي إنها ثنائية المسكن، وبذلك فإن إنتاش بعضها سيؤدي إلى تشكل مشرات عروسية مذكرة، وإنتاش بعضها الآخر سيشكل مشرات عروسية مؤنثة، وتتمايز الأعضاء التكاثرية أي المناطف والأرحام خلال 20 ـ 30 يوماً بعد الإنتاش الذي يسبقه تفتح الأكياس البوغية بشق طولي، يتبعها تناثر الأبواغ فسقوطها على التربة.

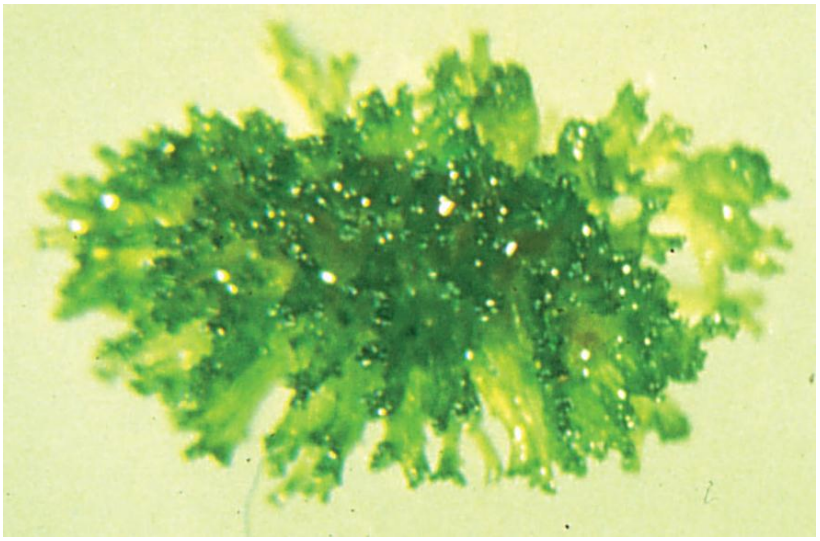
يظهر النبات العروسي المذكر الناتج من إنتاش أبواغ النوع *E. arvense* على شكل مشرات عروسية صغيرة الحجم صفيحية خضراء، ريشية قليلة التفصص، تستطيع أن تحمل فيما بعد أكثر من (200 نطفة) عديدة السياط، أما النبات العروسي الناتج من إنتاش أبواغ أخرى في هذا النوع فيتألف من مشرة صفيحية خضراء أكبر حجماً وأكثر تفصصاً من المشرة المذكرة وتحمل الأرحام في قواعد الفصوص العميقة العلوية (الشكل 9).



الشكل (9): المشرات العروسية ثنائية المسكن في ذنب الخيل.

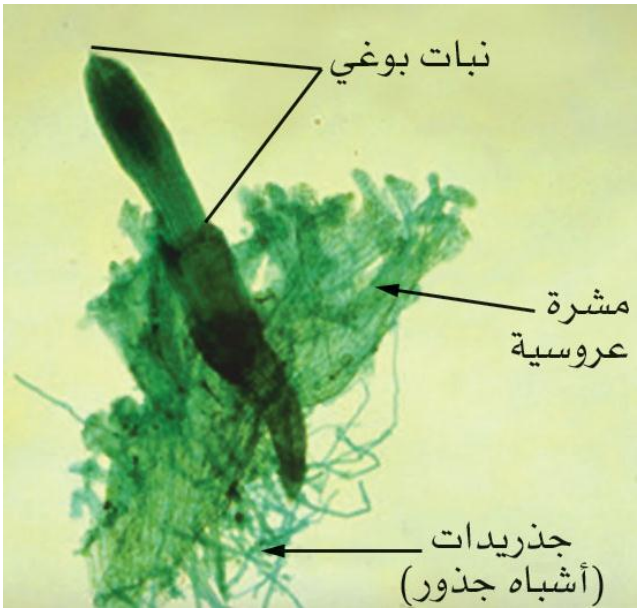
أ – مشرة عروسية مؤنثة تحمل رحماً في بداية الإلقاح. ب – مشرة عروسية مذكرة تحمل المناطف

ويلاحظ في بعض الأنواع أن إنتاش الأبواغ يؤدي إلى تشكل مشرات عروسية أحادية المسكن خضراء اللون تتوضع المناطف على الفصوص العلوية، في حين تتوضع الأرحام في قواعد الفصوص السفلية (الشكل 10).



الشكل (10): المشرة العروسية أحادية المسكن شديدة التفصص في ذنب الخيل

يتكوّن الجنين بإلقاح البيضة الكروية الموجودة في بطن الرحم بإحدى النطاف. ويبدأ النبات البوغي الفتي المولد للأبواغ بالتكوّن مؤلفاً من جذير وسويقة، ثم يتحول بعد ذلك إلى جذامير ترابية وسوق هوائية مؤذناً ببداية تكوّن فرد جديد ونهاية حلقة حياة نبات قديم (الشكل 11).



الشكل (11): نبات بوغي فتي محمول على المشرة العروسية في ذنب الخيل

أنواع أذناب الخيل:

تأخذ أغلب أنواع أذناب الخيل شكل نباتات عشبية دقيقة، نادراً ما يزيد ارتفاعها على المتر الواحد في المناطق الباردة أو المعتدلة. ومنها ما يأتي:

أ- ذنب الخيل العملاق *E. giganteum*: يدعى النوع الاستوائي المتسلق؛ ينتشر في أمريكا الجنوبية، يصل طوله إلى 12 متراً ويبلغ قطر ساقه 3 سنتيمترات.

ب- ذنب الخيل الشفنيري *E. scheffneri*: وهو نوع أصغر منتشر في المكسيك، يصل ارتفاعه إلى المترين، كما يبلغ قطره 1سم.

ت- ذنب الخيل الحقلي *E. arvense*: يتصف بانتشاره العالمي، وبوجود نمطين من السوق الهوائية: يتمثل النمط الأول بالسوق المخصبة السمراء غير المتفرعة، الربيعية النمو، في حين يتمثل النمط الثاني بالسوق الخضرية المتفرعة بوساطة دُوارات ثانوية جانبية، وهذه السوق صيفية النمو وقادرة على التركيب الضوئي الذي انتقل إليها نتيجة ضمور الأوراق.

أذناب الخيل في الوطن العربي:

تتمثل رتبة أذناب الخيل في الوطن العربي بالأنواع الآتية:

أ- ذنب الخيل الأفرع: عالمي الانتشار، يراوح ارتفاعه بين20 و100سم، يتصف بسوقه البيضاء وأغصانه الخضرية الكثيرة الفروع، وأغصانه التوالدية المستقيمة غير المتفرعة.

ب- ذنب الخيل الأقصى *E. maximum*: يصل ارتفاعه إلى متر أو أكثر، وهو يتصف بسطحية أثلام سلامياته، وينتشر في المناطق الساحلية السورية اللبنانية وفي تركيا وشمالي إفريقيا وأوربا.

ت- ذنب الخيل المستنقعي *E. palustre*: يراوح ارتفاعه بين 20 و60 سم، يتصف بعمق أثلام سلامياته، وينتشر في لبنان وأوربا وقبرص، ويعد من الأنواع السامة لبعض الحيوانات.

أذناب الخيل المنقرضة:

من أبرز الأجناس المستحاثية التابعة لرتبة أذناب الخيل يُذكر:

- هيينية Hyenia: وهو أقدم أجناس الرتبة، ازدهر منذ نحو 300 مليون سنة، نباتاته صغيرة الحجم، متفرعة السوق، رخوة سنابل الأوراق البوغية.
- سفيني الورق: ازدهر منذ نحو 270 مليون سنة، وانقرض منذ نحو 180 مليون سنة، يتصف بأوراقه العريضة المتوضعة توضعاً دائرياً حول العقد الساقية.
- كالاميتس Calamites: هو جنس يضم أشجاراً كبيرة متميزة بوجود بنية ثانوية، ازدهر في العصر الفحمي منذ نحو 265 مليون سنة، وانقرض في العصر البرمي Permian.
- مشقوق العصيبات Schizoneura: وهو من أقرب الأجناس لأذناب الخيل المعاصرة، يرجع تاريخ ازدهاره إلى نحو 150 مليون سنة.
- ورقي الغمد Phyllotheca: هو كالجنس السابق، قريب من أذناب الخيل المعاصرة.

الاستعمالات الطبية لذنب الخيل:

1 –الاستخدامات القديمة في الطب الشعبي الصيني:

استخدم الصينيون ذنب الخيل طبياً لأكثر من 5000 سنة. وأُدرج واحداً من 365 عشبة ذُكرت في موسوعة الأعشاب الصينية. واستخدمت الجذور في الطب الصيني لكثير من الحالات المرضية، أما في الوقت الحالي فينصح أطباء الأعشاب والمعالجون الشعبيون الرياضيين الذين يعانون مشاكل التواء المفاصل وخلعها وتمزق الأربطة باستخدام هذا النبات علاجاً، كما يفيد كثيراً في تقوية العظام والأسنان، وينصح بشرب الشاي المصنوع من عشبة ذنب الخيل لمعالجة المشاكل البولية وحبس البول، كما يستخدم في إيقاف نزف الجروح ولعلاج أمراض الروماتيزم. ويفيد أيضاً لعلاج التهاب المعدة وفي معالجة التهاب الحنجرة وإيقاف نزيف اللِّثة. كما يستخدم في تخفيف العَرَق الغزير، ومنع حدوث انقباض الشعب الهوائية، ومنع احتجاز السوائل في الجسم. كما يستخدم في الحد من نوبات السعال وضيق التنفس ونزلات البرد والأنفلونزا، والحمى المصحوبة بعدم التعرق، وكلها علامات تستخدم فيها العشبة، وفي إزالة احتقان الجيوب الأنفية وعلاجاً لضغط الدم المنخفض ونقص الوزن والبدانة ومضاداً لالتهاب المفاصل.

2 – الاستخدامات الحالية لذنب الخيل:

تدل دراسات الكيمياء التحليلية لأذناب الخيل على احتوائها مركبات كيميائية حيوية مهمة، أبرزها الصابونين saponin، والنيكوتين، وثلاثي ميتوكسي بيريدين، والفيتامين C والكاروتين carotene، وبعض الحموض العضوية organic acids، إضافة إلى البروتينات والمواد الدسمة والمواد العفصية الدباغية tannic وعدد من المركبات المعدنية ومركبات الإفدرين ephedrine.

تفيد مستحضرات ذنب الخيل الحقلي في إيقاف النزف الدموي الباسوري والرحمي. كما يستعمل ذنب الخيل في صقل المعادن وتلميعها لاحتوائه الصوان أو السيليس.

٥- صف السراخس Filicopsida

توجد السراخس في معظم أنحاء العالم وفي مختلف الأماكن بدءاً من الغابات الاستوائية وانتهاءً بالصحارى وتعيش في التربة أو حياة فوقية على النباتات الأخرى. أغلبها مستحاثات ولكن أنواعاً كثيرة تعيش في الوقت الحاضر .

يتألف النبات البوغي الناضج من ساق وجذور وأوراق. وللسراخس ميزات عديدة تتعلق بكل من الأوراق والساق و الأكياس البوغية وسنذكر أهمها :

تتميز السراخس بوجود **الأوراق** الكبيرة مقارنة مع أرجل الذئب وأذناب الخيل المعروفة بالأوراق الناعمة. يرى الباحثون أن الأوراق الكبيرة نتجت من التحام الفروع المحورية لأشباه البسيلوتوم (تالومات) ولذلك تتميز بوجود أكثر من حزمة ناقلة في الورقة (الشكل-٥٧).

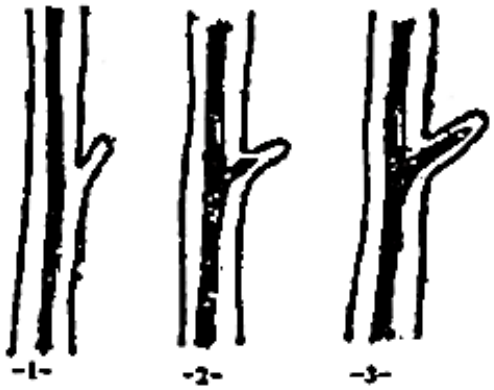
تنمو أوراق السراخس المعاصرة بفضل خلايا قمية مرستيمية وهذا يؤكد فكرة المنشأ الساقي للورقة.

يمكن مشاهدة العروق الورقية عند السراخس المعاصرة والمستحاثية وهي تبدو بشكل تفرعات ثنائية مثل سرخس كزبرة البئر.

عموماً يمكن تفسير منشأ الورقة بالتريديات باتجاهين:

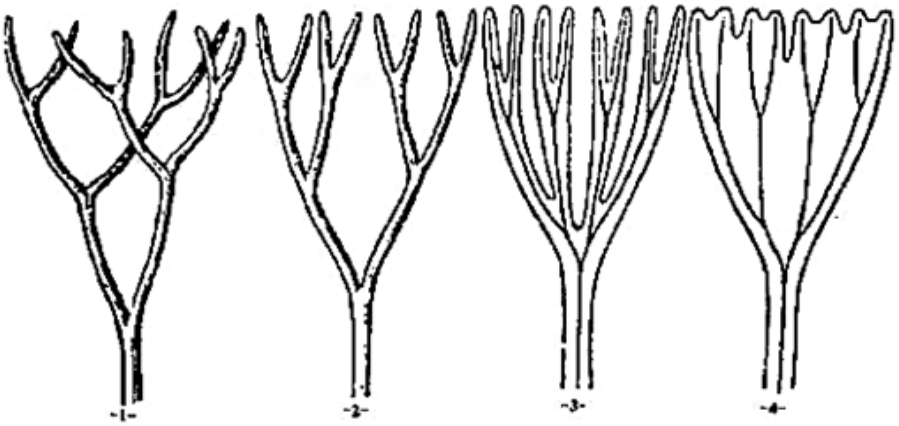
الأول: بنت الأوراق الناعمة (أرجل الذئب وأذناب الخيل) بشكل ناميات على الساق انطلاقاً من البشرة أو القشرة، وبالتالي انعدمت النوافذ الورقية في أسطوانة الساق (الشكل-٥٦).

الثاني: نشأت الأوراق الكبيرة (السراخس) عن ربط فروع التالومات وتوحيدها بشكل ورقة متعددة الحزم وظهرت في أسطوانة الساق السرخسية النوافذ الورقية وذلك من منطقة خروج الحزمة إلى الورقة (الشكل -٥٧).



الشكل رقم (٥٦)

مخطط يوضح أسلوب تشكل الأوراق من تلوم أشباه البسيلوتوم بطريقة ظهور التاميات (١-٣)



الشكل رقم (٥٧) مخطط يوضح أسلوب تشكل الأوراق من تلوم أشباه البسيلوتوم بطريقة التحام التلومات (١-٤)

لأوراق السراخس وظيفتان؛ التركيب الضوئي وحمل الأبواغ. في البداية أدت الدورين معاً و مع التطور تخصصت الأوراق السفلية العقيمة للتركيب الضوئي والأوراق العلوية الخصبة لحمل الأبواغ و الأكياس البوغية و بدت صفراء شاحبة أو سمراء صغيرة القياسات.

تمر الأوراق أثناء تشكلها في السراخس الراقية بالشكل العكازي المميز لها (الشكل الحلزوني).

تظهر ساق السراخس تنوعاً كبيراً تتميز بعضها بسوق ضعيفة التطور أو بجذامير منطمرة في التربة، وأحياناً يبدو الساق زاحفاً رفيعاً بينما ينتصب في الأنواع الأخرى . ويصل أحياناً إلى درجة عالية من النمو والقوة والعمر الطويل؛ فبعض الأنواع الشجرية الاستوائية تعيش بضعة ألاف من السنين.

السراخس القديمة ذات جذوع غير متفرعة تميزت بتناظر شعاعي. نشأت بعد ذلك وبتأثير شروط المناخ أنواع جديدة متكيفة لنمط الحياة تحت الأرض. وهكذا أصبحت السراخس المعاصرة قصيرة عشبية معمرة و نادراً حولية (منبسطة مع جذور عرضية).

تطور النظام الوعائي في السراخس بشكل كبير فنلاحظ الأسطوانة البدائية والأنبوبية والشبكية والمتعددة والحقيقية الراقية.

كما نلاحظ اختفاء المخروط البوغي في أنواع هذا الصف. وتتشكل **الأكياس البوغية** في السراخس الراقية على السطح السفلي للأوراق بكميات كبيرة تتجمع بشكل بثرات أو بقع Sori مغطاة بغشاء رقيق يسمى القميص Indusium أو تبقى بدون غطاء عارية. أما السراخس البدائية فتحمل أكياس البوغ بشكل فردي في قمم الفروع، أو تتوضع على أطراف الأوراق

يؤدي إنتاش الأبواغ المتجانسة إلى تشكل نبات عروسي ثنائي جنس سريع الزوال بسيط البنية، يبدو كمشرة خضراء قلبية الشكل أو خيطية قد تتحول إلى صفيحة متفرعة تتناسب والحياة الرطبة.

أما السراخس غير متجانسة الأبواغ فنلاحظ إرجاعاً كبيراً في المشرات العروسية وخصوصاً المذكرة، والتي تتشكل داخل البوغة الصغيرة وبالتالي قياساتها مجهرية . وتتشكل المشرة العروسية المؤنثة داخل البوغة الكبيرة ويحصل الإلقاح في الأوساط المائية.

ـ المميزات العامة للسراخس :

يعتبر صف السراخس من أكبر أقسام النباتات التريدية الموجودة حالياً من حيث العدد والإنتشار ، إذ يحتوي على مايقارب من ٧٨٠٠ نوع.

تنتشر هذه الأنواع في جميع أصقاع الكرة الأرضية وتشغل بيئات متنوعة ، حيث تنمو في الأماكن الرطبة الظليلة ، وتزدهر في المناطق الإستوائية ، وتصل إلى المناطق المعتدلة وحتى الصحراوية .

ويمكن تلخيص الصفات العامة للنباتات السرخسية بمايلي :

١ ـ إن أهم مايميز نباتات هذا الصف هو وجود الأوراق الضخمة بالمقارنة مع أوراق نباتات أرجل الذئب وأذناب الخيل الدقيقة.

ورافق ذلك التطور تفرع للحزم الناقلة فيها ، أي وجود أكثر من حزمة واحدة إلى جانب حزمة الضلع الرئيسي.

٢ ـ وظهرت لأول مرة في نباتات شعبة التريديات النوافذ أو الفضوات الورقية في إسطوانات السوق وتمثل مكان خروج الحزمة إلى الورقة ونود الإشارة إلى أن هذه الفضوات حتى ولو ظهرت في الأوراق الدقيقة أو الناعمة ، فهي حتماً غير مرتبطة مع بنية الساق نفسها.

٣ ـ جرى تكيف في الأوراق السرخسية حسب وظيفتها، فالسفلية منها عقيمة جنسيا إعاشية خضراء اللون للقيام بالتركيب الضوئي. العلوية جنسية بوغية تحمل الأكياس، سمراء أو بنية اللون وصغيرة الحجم.

٤ ـ تبدي نباتات صف السراخس تنوعاً في السوق فهي من منتصبة قائمة وقوية إلى ضعيفة زاحفة أو متسلقة، إلى جذمور مغمور في التربة.

٥ ـ أما البنية التشريحية لهذه السوق فتبدو شديدة التنوع والتطور. تبدأ من الإسطوانة المركزية البدائية إلى النجمية فالانبوبية والمتعددة ثم الحقيقية.

كما تحول الخشب من خارجي المنطلق إلى داخلي المنطلق.

٦ ـ تحمل السراخس البدائية أكياساً بوغية منفردة تتوضع على نهايات تفرعات الصفيحة الورقية أو على حافة الصفيحة الورقية.

٧ ـ أما السراخس المعاصرة فتحمل الأكياس البوغية بصورة جماعية على شكل بقع بوغية على السطح السفلي للورقة.

٨ ـ تكون الأكياس البوغية المنفردة عارية، ومغطاه بغشاء رقيق في السراخس المتطورة.

٩ ـ تتشكل هذه الأكياس إما على الأوراق الإعاشية الإعتيادية أو على أوراق خاصة تسمى عندئذ بالأوراق البوغية ويمكن لهذه الأوراق أن تتشابه مع الأوراق الإعاشية أو تختلف عنها بالقياس والشكل.

١٠ ـ تتشكل الأكياس البوغية على الورقة دفعة واحدة في السراخس البدائية، أما في السراخس المتطورة فنجد أن الأكياس البوغية تنضج بترتيب نابذ في البقعة البوغية الواحدة.

بينما تبدي السراخس المتطورة أكثر أو المعاصرة، أكياساً بوغية في مراحل تشكل مختلفة مختلطة مع بعضها في البقعة البوغية الواحدة.

١١ ـ يتشكل كل كيس بوغي في السراخس البدائية إبتداءً من مجموعة خلايا سطحية وعميقة عائدة للورقة، عندها يكون جدار الكيس الناضج عديد الطبقات.

أما في السراخس المتطورة فإنه يتشكل إعتباراً من خلية سطحية واحدة عندها يكون جدار الكيس الناضج وحيد الطبقة.

١٢ ـ يحوي كل كيس بوغي ناضج في السراخس البدائية على عدد كبير من الأبواغ ، أما في السراخس المتطورة فإن كل كيس يحوي على عدد قليل من الأبواغ .

ويعتبر عدم تجانس الأبواغ أكثر تطوراً من تجانسها .

١٣ ـ تتفتح الأكياس البوغية في السراخس البدائية بواسطة شق طولي، عن طريق مجموعة من الخلايا تسمى خلايا الحلقة الآليةالتي تتوضع في جهة من جهات غلاف الكيس المؤلف من أكثر من طبقة خلوية واحدة .

أما في السراخس المتطورة فيتم التفتح بواسطة شق مستعرض عن طريق صف عمودي واحد من الخلايا . التي تتوضع على الجهة الحدبة من غلاف الكيس المؤلف من صف خلوي واحد .

١٤ ـ بإنتاش الأبواغ يتطور النبات العروسي الذي يبدو بشكل مشرة خاصة ينغمر في نسجها المنطفة كبيرة الحجم ، الحاوية على عدد كبير من النطاف في السراخس البدائية .

أما في السراخس المتطورة فالمنطفة صغيرة الحجم وتبرز فوق سطح المشرة العروسية وتحوي على عدد قليل من النطاف .

تصنيف السراخس

يقسم صف السراخس إلى ثلاث تحت صفوف رئيسية وهي :

ـ تحت صف السراخس البدائية Primofilices .

ـ تحت صف السراخس حقيقيات أكياس البوغ Eufilices .

ـ تحت صف السراخس كاذبات أكياس البوغ Leptofilices .

أولاً– تحت صف السراخس البدائية primofilices

تضم هذه الزمر نباتات مستحاثية فقط، وتميّزت أكياسها البوغية بوجود غلاف متعدد الطبقات (الشكل – ٥٨). وبوجود الأكياس البوغية منفردة في نهاية تفرعات الورقة أو قمم الفروع، تتفتح الأكياس البوغية بثقب في النهاية أو بشق طولي أي لا يوجد فيها حلقة آلية، وتضم أربع رتب:

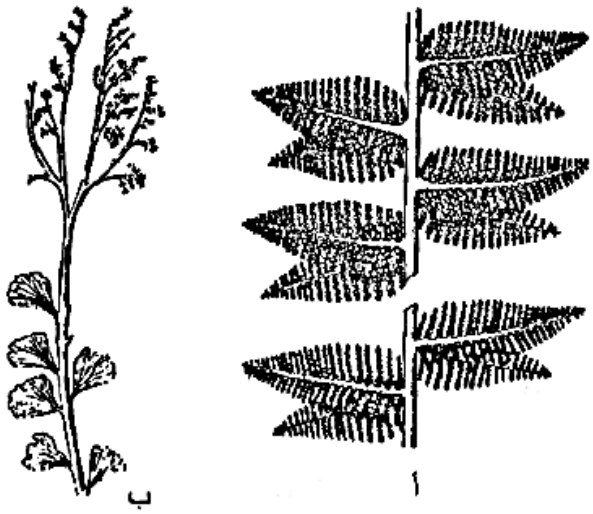
- رتبة بروتوبتيريدالس Protopteridales
- رتبة زيغوبتريدالس Zygopteridales

أهم أجناسها الزيغوبتيريس *Zygopteris*

- رتبة كلادوكسيلالس Cladoxylales
- رتبة أركيوبتريدالس Archeopteridales

أهم أجناسها الأركيوتيريس *Archaeopteris*

ويملك تحت هذا الصف صفات تقربه من تحت الصفين الآخـــرين وتجعلنـــا نعتقد أنّه الأرومة الأصلية للسراخس الحقيقية والكاذبة.



الشكل رقم (٥٨)

أجناس تعود لتحت صف السراخس البدائية المنقرضة

أ- جزء من جنس الزيغوبتريس المنقرض

ب - جزء من جنس الأركيوبتريس المنقرض

ثانياً- تحت صف السراخس حقيقيات أكياس البوغ Eufilices:

وهو أكثر قدماً من تحت صف السراخس كاذبات أكياس البوغ ومايميز نباتات هذه الزمرة أن الأكياس البوغية فيها إما منفردة ورأسية التوضع على محاورها ، أو أن تتشكل في مجموعات على زائدة ورقية خاصة تعرف بالسنبلة البوغية ، أو قد تتوضع هذه المجموعات على الوجه السفلي للورقة على شكل بقع تعرف بالبقع البوغية.

يحتوي الكيس البوغي على أعداد كبيرة من الأبواغ المتجانسة شكلاً والمختلفة فيزيولوجياً. أي عند إنتاشها بعضها يعطي مشرات عروسية مؤنثة، وبعضها الآخر يعطي مشرات عروسية مذكرة . تكون حاملة للمناطف المغمورة ضمن نسجها ، تحتوي هذه المناطف بدورها على نطاف عديدة.

ويعتقد بأنها اشتقت من أشباه البسيلوتوم ماعدا الأنواع القديمة من السراخس الإستوائية وشبه الاستوائية ، التي تحتوي على سوق ذات جذامير زاحفة ومويرة.

أما أوراقها فتكون ذات تشكل حلزوني ملتف ، وهكذا تعود الورقة فيه من الأعلى للأسفل ، وبهذه الصورة فإن سطح الورقة يقع في وسط الحلزون.

يضم تحت الصف هذاسراخس مستحاثية وسراخس حية معاصرة ضمن رتبتين: Ophioglosales و Marattiales .

٢ ـ ١ ـ رتبة الأفيوغلوسالز Ophioglosales :

تضم هذه الرتبة فصيلة واحدة وهي Ophioglossaceae وتضم هذه الفصيلة عدد من الأجناس الحية من أهمها جنسي الأوفيوغلوسوم Ophioglossum ، والبوتريكوم Botrychium .

من مميزات نباتات هذه الفصيلة ، أن أكياسها البوغية تتشكل على زائدة خاصة تدعى السنبلة البوغية. تبرز من نقطة اتصال صفيحة الورقة مع المعلاق.

ـ جنس الأوفيوغلوسوم Ophioglossum :

يتألف من ساق أو جذمور قصير مطمور غالباً في التربة ، تصدر عنه بإتجاه الأعلى الأوراق التي تقسم إلى قسمين: أ ـ الأوراق البوغية ب ـ الأوراق الإعاشية

بينما يصدر عن الجذمور باتجاه الأسفل الجذور العرضية ، ويشكل النبات ورقة واحدة في كل سنة ،وأحياناً يستغرق تشكل الورقة الواحدة حوالي ثلاث سنوات.

وتتألف الورقة بعد إكتمال نموها من صفيحة ومعلاق كما أشرنا سابقاً .وتحمل في منطقة اتصال الصفيحة بالمعلاق السنبلة البوغية غير متفرعة .

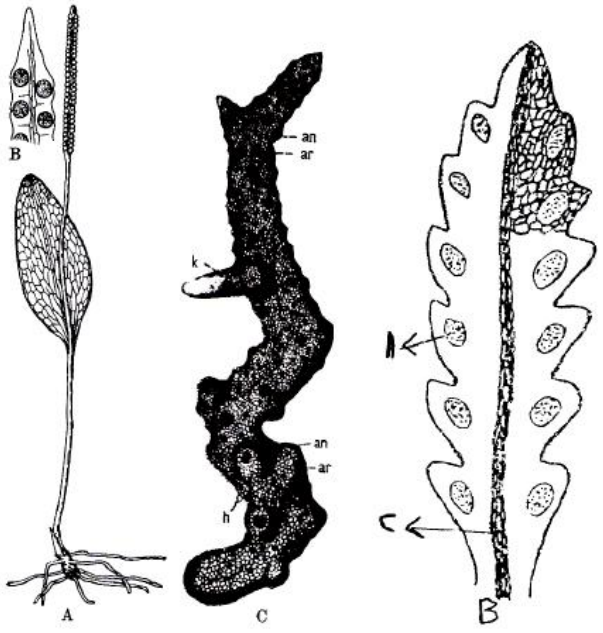
وتأخذ صفيحة الورقة شكلاً بيضوياً متطاولاً ، ذا حواف ملساء وتعرق شبكي . ينتهي التعرق على الحواف الملساء كما هو موضح في الشكل رقم (٨٢ ـ A) أما البنية التشريحية لصفيحة الورقة فتبدي بشرة علوية ذات مسام ونسيج يخضوري اسفنجي البنية ،وبشرة سفلية .وتترتب الأوراق حلزونياً على الساق في معظم الأنواع.

أما السنبلة البوغية فتتألف من محور محاط بصفين من الأكياس البوغية، التي تحاط بغلاف متعدد الطبقات . شكل رقم (٨٢-B) .يتطور بداخل هذه الأكياس أعداد كبيرة من الأبواغ المتماثلة.يتفتح كل كيس بوغي بواسطة شق عرضاني ، ولكن دون وجود خلايا الحلقة الآلية التي تسهل عملية التفتح. ولكن التفتح يتم نتيجة لجفاف النسيج العقيمة داخل السنبلة البوغية.

وبعد تفتح الكيس البوغي تتناثر الأبواغ منه ، وفي الظروف الملائمة لإنتاشها ، تنتش معطية النبات العروسي المؤلف من مشرة عديمة اللون منطمرة، أو قد يظهر جزء منها فوق سطح الأرض ، بهذا الجزء يتوضع اليخضور.

تحصل المشرة على الغذاء بتعايشها مع بعض الفطور. لأن النبات العروسي لا يتطور إلا بتطفل الفطورعليه . وبعد إكتمال نموه يأخذ شكلاً اسطوانياً أو هرمياً، وبعد فترة من تشكله تتطور المناطف والأرحام.

ومع نضج النبات العروسي يتطور بداخل المناطف أعداد كبيرة من النطاف المتعددة السياط. بينما تتطور خلية بيضة واحدة في كل رحم.



الشكل رقم (٨٢) : A- نبات بوغي

B- مقطع طولي في السنبلة البوغية للأوفيوغلوسوم.١ ـ كيس الأبواغ ٢ ـ محور السنبلة.

C- مشرة عروسية حاملة للمناطف والأرحام .

ar -أرحام an - مناطف k- نبات بوغي فتي (جنين فتي) h- مشيجة قطرية.

ثالثاً – تحت صف السراخس كاذبات أكياس البوغ Lepto-Sporangia

يضم التحت صف هذا معظم السراخس المعاصرة، التي تأخذ أشكالاً متباينة: أشجار ، عرائش ، أعشاب فوقية (في الغابات المدارية الرطبة)، أو أعشاب جذمورية معمرة (في المناطق المعتدلة والرطبة). تقدر أنواع هذه المجموعة بنحو عشرة آلاف، وتساهم أجناسه بتشكيل الغطاء النباتي على سطح الكرة الأرضية.

إما بالنسبة للأكياس البوغية فإنها تتشكل إعتباراً من خلية قمية ورقية ضخمة، وبالتالي فهي محاطة بجدار وحيد الطبقة. ويعتبر بأن هذا الجدار ينشأ اعتباراً من جدار متعدد الطبقات ، عن طريق الإنقراض المتتابع للطبقات الأخرى.

تجتمع الأكياس مع بعضها لتشكل مايعرف بالبقع البوغية أو الضامات Sori. ويلاحظ تدرج في تشكل هذه البقع، حيث تتمايز بدءاً من المركز بإتجاه المحيط .

أو قد تتشكل دفعة واحدة بشكل غير منتظم . وبصورة عامة تتوضع هذه البقع على الجهة السفلية من الورقة.

يتطور داخل هذه الأكياس عدد محدود من الأبواغ، قد يصل في بعض الأجناس إلى ٦٤ بوغة. غالبية الأجناس متماثلة الأبواغ(العائدة إلى رتبة السراخس الأرضية) . وبعض أجناسها متغايرة الأبواغ (العائدة إلى رتبتي السراخس المائية والبرمائية) .

ويتم تفتح هذه الأكياس عن طريق الخلايا الآلية، المتوضعة في أماكن خاصة من جدار الكيس البوغي، تساهم هذه الخلايا في بعثرة الأبواغ .التي تنتش في الظروف المناسبة، معطية مشرات عروسية مختلفة الأشكال، ذات مناطف بارزة على سطح المشرة العروسية المذكرة ، وحاوية على عدد قليل من النطاف.

يضم تحت صف السراخس كاذبات أكياس البوغ ثلاث رتب وليسية وهي:

٣ـ١ـرتبة Filicales وهي أهم الرتب لكثرة أنواعها الحية.

٣ـ٢ـرتبة Salviniales. ٣ـ٣ـرتبة Marsileales.

٣ـ١ـرتبة Filicales :

تضم هذه الرتبة التي عشرة فصيلة، وأشهر فصائلها *Osmundaceae* . التي كانت تعتبر رتبة رابعة في تحت الصف هذا ، ثم اعتمدت مؤخراً على أنها إحدى فصائل رتبة الفليسالز.

واعتمد في تحديد الفصائل المختلفة على عدد من المعطيات أهمها طريقة توضع بقعها البوغية ، شكل القميص الذي يغطي هذه البقع ، طريقة تفتح الأكياس في البقع بواسطة الحلقة الآلية التي تحيط بجزء من أكياسها البوغية.

بينما تضم الفصائل المختلفة في هذه الرتبة صفات مشتركة تربط فيما بينها مثل دورة الحياة ، والتشابه الشكلي بين أجناسها .

وسندرج فيما يلي أسماء الفصائل العائدة إلى رتبة الفليكالز .

Osmundaceae - Plagio gyriaceae - Schizaceae - Hymenophyllaceae Gleicheniaceae - Dicksoniceae - Cyatheaceae - Matoniaceae - Pteridaceae - Polypodiaceae - Aspidiaceae - Aspleniaceae -

وكما هو واضح من المخطط نجد أن أكثر الفصائل قدماً هي *Osmundaceae* و *Schizaceae* و *Hymenophyllaceae* الشكل رقم (٨٧) .

٣ ـ ١ ـ ٣ فصيلة كثيرات الأرجل *polypodiaceae*

تضم هذه الفصيلة حوالي ٨٥ جنساً وأكثر من ٢٦٠٠ نوع من الأمثلة النموذجية لرتبة السراخس Filicales بصورة خاصة ، وفصيلة كثيرات الأرجل بصورة عامة ، هو النمنح السنديانى المذكر Dryopteris filixmas المعروف بالسرخس المذكر أو الخنشار .

ينتشر هذا النبات بصورة واسعة في أوروبا وآسيا وأمريكا ، كما ينمو في سورية على الشريط الساحلي من طرطوس إلى اللاذقية . ويلاحظ أيضاً في الغابات الظليلة وعلى الأراضي الجافة .

النبات البوغي ـ نبات عشبي معمر ضخم يصل ارتفاعه إلى المتر الواحد تقريباً . يشتمل على جذمور مائل يصل طوله إلى ٣٠ سم وقطره ٢ ـ ٣ سم ، يتفرع ثنائياً ويبدو بلون أسمر مغمور في التربة ، ماعدا الجزء العلوي منه الذي يظهر فوق سطح الأرض يكسو جزءه السفلي معاليق الأوراق الميتة ، بينما ينمو على جزئه العلوي باقة من الأوراق الخضراء ، تنتظم بصورة متعاقبة وتأخذ الفتية منها شكلاً حلزونياً .

وسنورد دراسة موجزة لبعض هذه الفصائل ، من خلال دراستنا لأحد أجناسها .

أما الأوراق الناضجة فهي مركبة ريشية مرة واحدة أو أكثر ، وتحمل عدد كبير من الوريقات ، تتمايز الأوراق الناضجة بدءاً من براعم تحت سطح التربة في العام الثاني ، الشكل رقم (٩٢) . تظهر هذه الأوراق فوق سطح التربة في ربيع العام الثالث ، ثم لاتلبث أن تأخذ بالذبول والموت في خريف العام نفسه .

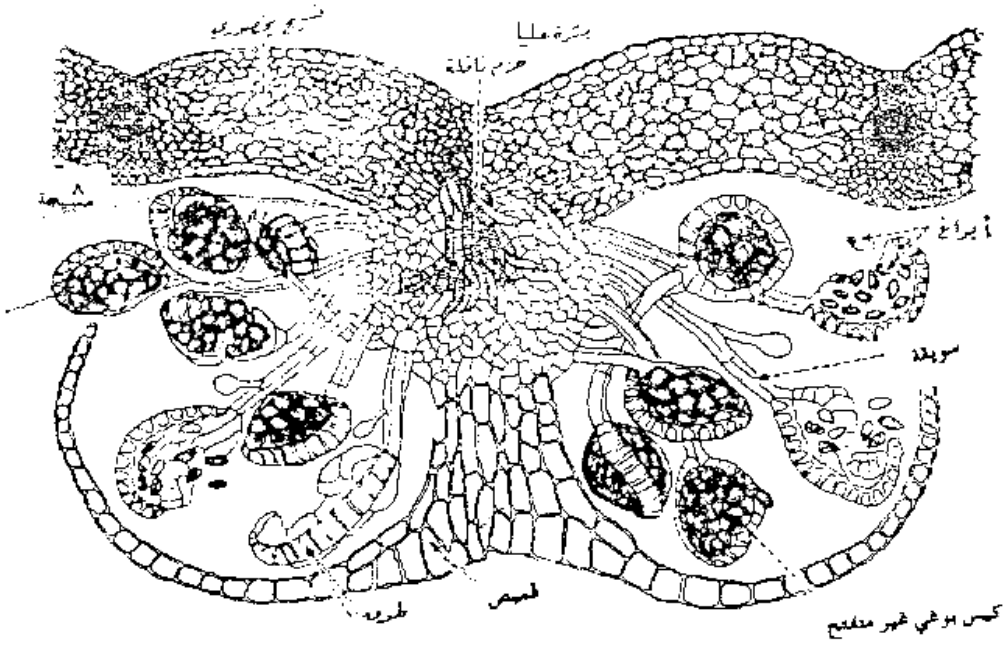
يتوضع على الجذمور في جزئه السفلي الجذور العرضية ، تتشكل كل من هذه الجذور بدءاً من خلية تعطي أيضاً الأدمة الباطنة والمحيط الدائر . أما المقطع العرضي في الجذر فيحوي على إسطوانة بدائية ذات رأسين.

البنية التشريحية للأوراق الخضراء الناضجة ، تشبه بنية أوراق ثنائيات الفلقة. حيث تحاط الورقة بالبشرتين العلوية والسفلية ، يقع بينهما النسيج المتوسط البخضوري ذو البنية الإسفنجية والفراغات بين خلوية ، يتخلل هذا النسيج الحزم الوعائية الناقلة.

أما البنية التشريحية للجذمور فتبدي بعض التعقيدات التي أصبحت من السمات الأساسية لنباتات صف السراخس.

تتشكل البقع البوغية على السطح السفلي للوريقة ، إما بالقرب من حافتها أو في وسطها . تأخذ البقع شكلاً كروياً وهي مختلطة التمايز ، أي ذات تشكل غير منتظم.تغطي البقع البوغية بقميص حقيقي.

ويظهر المقطع العرضي للوريقة المار في منطقة البقعة البوغية إلى أن الأكياس ترتكز على المشيمة بواسطة سويقاتها الطويلة الموبرة ، وتعتبر المشيمة كإمتداد لنسيج الورقة ، ويعتبر القميص كإمتداد لنسيج المشيمة لذلك يسمى القميص الحقيقي . كما هو واضح في الشكل رقم (٩٣) .



الشكل رقم (٩٣) : مقطع عرضي بالوريقة مارا في منطقة البقعة البوغية .

تأخذ الأكياس البوغية أشكالاً عديسية محدبة الوجهين ومجهزة بعنق مؤلف من عدد من الخلايا المتطاولة.

ويحاط كل كيس بغلاف وحيد الطبقة الخلوية، وتكون خلايا الغلاف متباينة: الجزء الأول من محيط الكيس تحيط به خلايا تتميز بتطاول ورقة الجدر، وانعدام التغلظات، مكونة خلايا الثغر أو الخلايا الشفوية. ويحيط بالكيس بحدود ثلث محيطة.

أما الجزء الثاني فتتشكل عليه حلقة من الخلايا الآلية تتميز بتغلظ غلفها الشعاعية والداخلية ورقة غلفها الخارجية المحيطية. تعرف خلايا الجزء الثاني بالطوق أو خلايا الحلقة الآلية، وتحيط بالكيس بحدود ثلثي محيطه المتبقي. شكل رقم (٩٤). تلعب خلايا الحلقة الآلية دوراً هاماً في عملية تفتح الكيس البوغي وبعثرة الأبواغ المتجانسة منه.

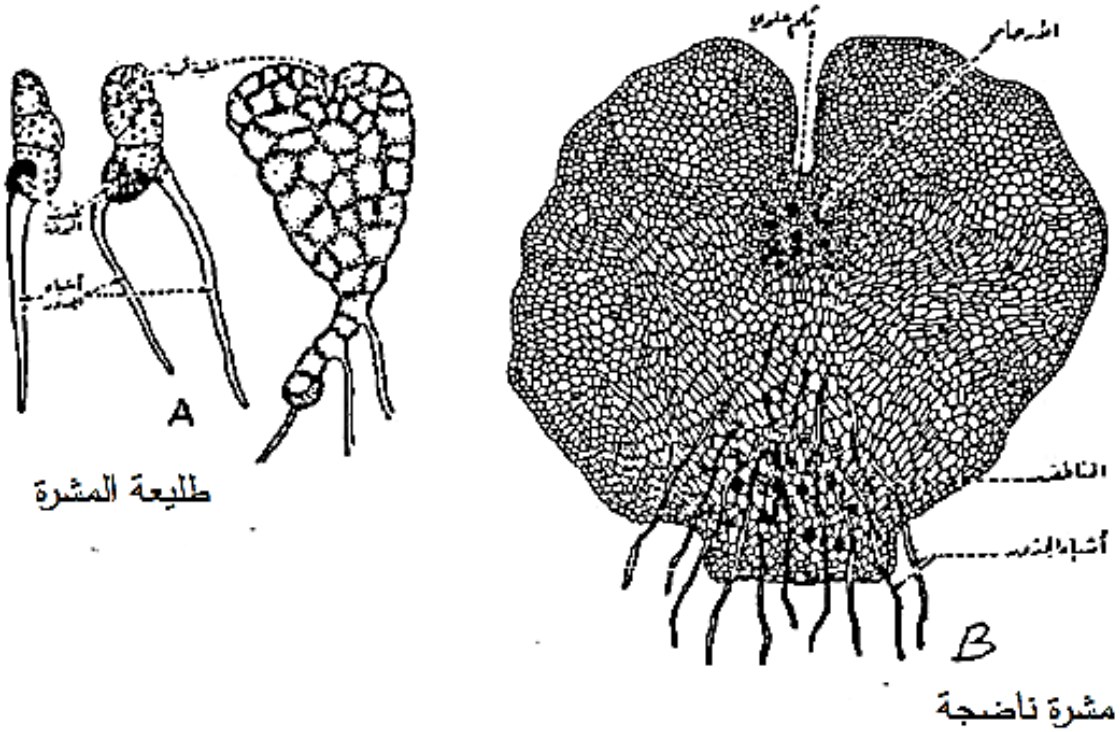
وهكذا مع نضج البقعة المكونة من عدد من الأكياس البوغية، ويجف وداؤها ثم يذبل ويتوسف. وتتعرض الأكياس البوغية للجفاف وفقدان الماء منها



تتفتح الأكياس البوغية بعد نضجها، وتتناثر منها الأبواغ الناضجة، تبدأ الأبواغ بالإنتاش إذا ماستقرت في تربة ملائمة، وتوفرت لها الشروط الملائمة للانتاش من ماء ورطوبة وأوكسجين، مولدة بذلك خلية خضراء تشقق الغلاف الخارجي للبوغة.

تعطي بعد ذلك هذه الخلية نحو الأسفل خلية الوبرة الجذرية ، عديمة اللون ، كما تعطي انبوبة انتاش خضراء اللون مكونة من عدد من الخلايا الخضراء . شكل رقم (A-٩٧) تتابع هذه الأنبوبة انقساماتها في جميع الإتجاهات لتشكل المشرة العروسية الناضجة القلبية المظهر .

يصل قطر هذه المشرة إلى ١ سنتيمتر ومثبتة بالتربة بواسطة الأوبار الجذرية، وتتألف من طبقة خلوية واحدة على الأطراف وعدد من الطبقات الخلوية في الوسط ، ولها ثلم علوي. تعيش المشرة حياة ذاتية التغذية لاحتواء خلاياها على الصانعات الخضراء ، مستقلة بذلك تمام الإستقلال عن النبات البوغي الشكل رقم (B-٩٧) .



الشكل رقم (٩٧) : مراحل تشكل النبات العروسي في السرخس المذكر .A- طليعة المشرة B- مشرة عروسية ناضجة .

تتشكل الأرحام بالقرب من الثلم العلوي (بوقت متأخر بالنسبة لتشكل المناطف) .وتكون ذات بطون مغمورة ضمن نسيج المشرة ، بينما ترتفع رقابها عن سطح المشرة العروسية..

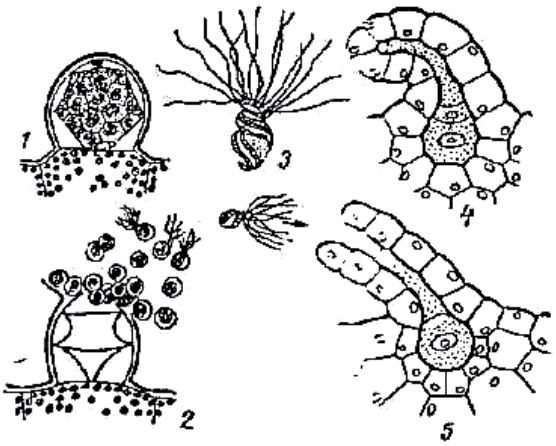
أما المناطف فتتشكل بين الأوبار الجذرية، وهي ذات شكل كروي وتتألف من جدار وحيد الطبقة، حيط بالنطاف . المناطف عديمة القدم وتبرز مباشرة فوق سطح المشرة.

يتطور بداخلها أعداد كبيرة من النطاف، تتألف كل نطفة ذكرية حلزونية من نواة لولبية، حاملة في جزئها السفلي كمية ضئيلة من السيتوبلاسما. وتحمل في جزئها العلوي حزمة من السياط الكثيفة، التي تساعدها على الحركة في الوسط المائي الشكل رقم (٩٩).



شكل رقم (٩٩): مراحل تطور المناطف.

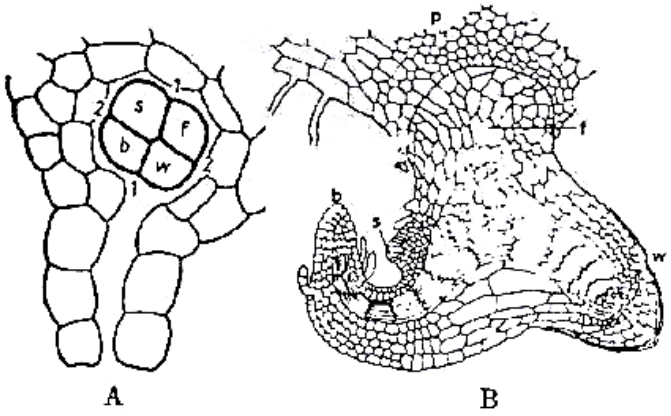
وهكذا تسبح النطاف في الماء لتصل الى الأرحام وتدخل عبر الرقبة المفتوحة نحو الأعلى لتصل إلى الخلية البيضية الموجودة في البطن. وتندمج نواتا النطفة والبويضة الكروية لتكوين البيضة الملحقة الشكل رقم (١٠٠).



الشكل رقم (١٠٠) مراحل تشكل البيضة الخصية في السرخس المذكر أو المخنث

يتطور الجنين من البيضة المخصبة، متغذياً في البداية على مدخرات المشرة العروسية ليعطي فيما بعد النبات البوغي الفتي المرتفع فوق سطح المشرة الشكل رقم (١٠١) متحولاً إلى نبات بوغي ناضج يعطي في سنته الأولى نحو ست وريقات أو لية . تنطلق من الأوراق ثنائية الفص إلى الأوراق الكفية ،

حتى تصبح في الورقة الخامسة أو السادسة ريشية . الشكل رقم (١٠٢) .



الشكل رقم (١٠١) : تطور البيضة المخصبة في السرخس المجنح لتشكيل نبات بوغي فتي.
p- نبات عروسي . f- قدم .
s - طرف الساق w - جذر b -ورقة أولى

-نوع كزبرة الهئر Adiantum Capillus :

أطلق عليه هذا الإسم بسبب التماثل الظاهري بين أوراقة ، وأوراق الكزبرة الخضراء ، ولكثرة وجوده حول الآبار حيث تتوفر الرطوبة والظل .يزرع كنبات للزينة .

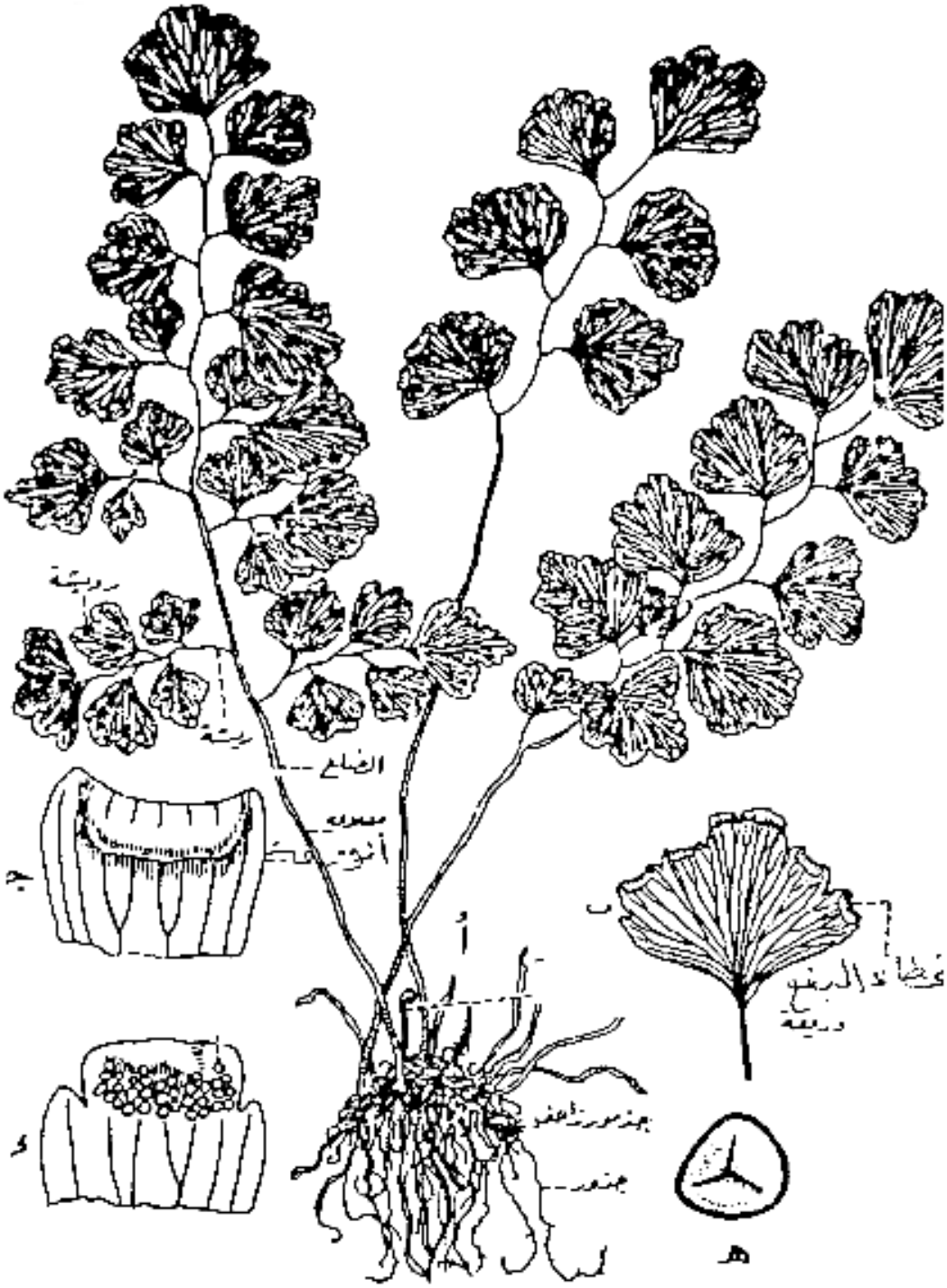
يتألف النبات البوغي من جذمور مغمور في التربة ،يصدر عنه نحو الأسفل الجذورالعرضية ، ونحو الأعلى الأوراق السرخسية الكبيرة ريشية ثنائية .

تتجمع الأكياس البوغية عند حافة الوريقات وعلى سطحها السفلي على هيئة بقع .

تغطى هذه البقع بحواف الأوراق بعد إنثنائها على الجانب الداخلي للبقعة لذلك يعتبرهذا الغطاء كاذباً .(ولكن هناك بعض الأجناس تغطى البثرات بالقمصان الحقيقية ، وأجناس أخرى تكون بثراتها عارية) .

تأخذ الأكياس البوغية شكل عدسة غليظة محدبة الوجهين . يتكون غلافها من طبقة واحدة من الخلايا العقيمة ، إلا أنها ليست جميعها متشابة . إذ تتكون حافتها من حلقة من خلايا جدارية مميزة ، الجزء الأكبر من خلايا الحلقة ذات جدر مختلفة السماكات ، يطلق على هذا الجزء من الحلقة اسم الطوق (الخلايا الآلية) .

أما الجزء الباقي من الخلايا فيعرف بالثغر ، خلاياه رقيقة الجدران وخالية من أية سماكات . تلعب خلايا الطوق دوراً هاماً في آلية انفتاح الكيس البوغي وبعثرة الأبواغ .



الشكل رقم (١٠٣) : سرخس كزبرة البئر . منظر عام مع البقع البوغية والوريقات.

أ ـ منظر عام للنبات البوغي. ب ـ وريقة مع غطاء البقع جـ ـ بقعة بوغية مغطاة.

د ـ بقعة بوغية مكشوفة. هـ ـ بوغة مكبرة .

تنتشر الأبواغ وتسقط على الأرض ، وإذا ما توفرت الظروف المناسبة لها ، تنتش وتعطي بتوالي إنقسام الخلايا النالجة المشرة العروسية قلبية المظهر .

تتطور المشرة العروسية معتمدة على نفسها في التغذية ، ومستقلة عن النبات البوغي . لأنها تتكون من خلايا غنية بالصانعات الخضراء .

تخرج اشباه الجذور من السطح السفلي للمشرة . وتعمل على تثبيته في التربة . كما تمتص الماء والعناصر اللازمة من التربة .

النباتات الوعائية البذرية Vascular seed

النباتات البذرية هي أرقى النباتات وأكثرها وجوداً على سطح الكرة الأرضية.

تمتاز هذه النباتات بوجود البذور التي تتطور من البويضات (أي الأكياس البوغية الكبيرة).

النبات العروسي (المذكر والمؤنث) مختزل ويتكون داخل النبات البوغي ويزول النبات العروسي كمرحلة مستقلة مورفولوجياً.

تتحول الأكياس البوغية الكبيرة والصغيرة إلى أعضاء جنسية حقيقية، فيصبح الكيس البوغي المؤنث عالي التخصص؛ إذ تحيط به طبقة أو طبقتان للحماية ويعرف بالبويضة Ovule، وتتشكل البويضة على ورقة بوغية مؤنثة قد تكون شديدة التحور. والكيس البوغي المذكر يكون أيضاً عالي التخصص ويسمى الكيس الطلعي Pollensac ويتشكل داخله حبوب الطلع التي تعطي بانتاشها المشرات العروسية المذكرة المختزلة التي تشكل نطافاً مهدبة في البذريات البدائية بينما تشكل نطافاً ساكنة في البذريات الراقية.

يتم الإلقاح بمعزل عن الوسط المائي؛ إذ يتم نقل النطاف إلى جوار الخلية البيضية عن طريق تشكل الإنبوب الطلعي الخاص بهذه الوظيفة. بينما البريويات والتريديات- كما لاحظنا - لا يتم الإلقاح إلا في الوسط المائي.

يتشكل الجنين Embryo داخل البويضة عقب إخصاب الخلية البيضية. تتحول الأنسجة الأخرى المحيطة إلى أنسجة ضمن البويضة المخصبة الناضجة التي تعرف عندئذ بالبذرة.

تحوي البذرة Seed الناضجة على أجزاء تمثل ثلاثة أجيال مختلفة :

1- تمثل اللحافات وبقايا النوسيل النبات البوغي الأم أو القديم وصيغته 2n.

2- يُعد الجنين النبات البوغي الجديد وصيغته 2n.

3- تمثل بقايا الأندوسبيرم (السويداء) النبات العروسي المؤنث في عريانات البذور وصيغته n، بينما تبدو الأندوسبيرم في مغلفات البذور ثلاثية الصيغة الصبغية 3n. ويعود ذلك إلى اختلاف طريقة الإخصاب في كل منهما.

تعطي البذرة الناضجة بعد إنتاشها النبات البوغي الكبير الحجم، والمؤلف من ساق وأوراق وجذور.

يحدث تحول في شكل عدد من الأوراق حول الأعضاء التكاثرية عند مغلفات البذور، وتشكل عضواً تكاثرياً خاصاً هو الزهرة، وينتج عن الأزهار بعد الإلقاح الثمار التي تحتضن البذور.

تمتاز هذه النباتات بتطويرها لعدة وسائل ميكانيكية في أغلفة بذورها وثمارها مما يساعد على البعثرة والانتشار إضافة إلى مقاومتها للجفاف والحرارة المرتفعة أو المنخفضة مما يؤمن حماية فعالة للجنين.

يؤدي تراجع النبات العروسي وفقدان الخلايا الإعاشية إلى تغير في البنية والمسميات، فتسمى السداة بدلاً من النبات العروسي المذكر والمدقة بدلاً من النبات العروسي المؤنث. وهذا خصوصاً عند مغلفات البذور.

يعود ظهور النباتات البذرية على سطح الأرض إلى الفترة الديفونية (٤٠٥ - ٣٥٠ مليون سنة قبل الميلاد) من العصر القديم Paleozoicera عندما نمت مع النباتات صغيرة الأوراق والمفصلية والتريدية. وقد زاد انتشار النباتات البذرية في العصر المتوسط Mesozoic (٢٢٥ مليون سنة قبل الميلاد) إذ كان لها السيادة على بقية النباتات.

تقسم النباتات البذرية إلى شعبتين رئيستين:

١- شعبة عريانات (معراة) البذور Gymnospermae

٢- شعبة مغلفات البذور Angiospermae

يؤدي تراجع النبات العروسي وفقدان الخلايا الإعاشية إلى تغير في البنية والمسميات، فتُسمى السداة بدلاً من النبات العروسي المذكر والمدقة بدلاً من النبات العروسي المؤنث. وهذا خصوصاً في مغلفات البذور.

يعود ظهور النباتات البذرية على سطح الأرض إلى الفترة الديفونية (405-350 مليون سنة ق.م) من العصر القديم Paleozoic era عندما نمت مع النباتات صغيرة الوراق والمفصلية والتريدية. وقد زاد انتشار النباتات البذرية في العصر المتوسط Mesozoic (225 مليون سنة ق.م) إذ كان لها السيادة على بقية النباتات.

تُقسم النباتات البذرية إلى شعبتين رئيسيتين:

1- شعبة عريانات (معراة) البذور Gymnospermae.

2- شعبة مغلفات البذور Angiospermae.

شعبة عريانات (معراة) البذور Gymnospermae.

الصفات العامة:

١-تتشكل البذور العارية مباشرة على سطح الورقة البوغية المؤنثة دون غطاء.

٢- نباتاتها خشبية معمرة فهي إما أشجار أو شجيرات أو عرائش.

٣- غالبية أوراقها دائمة الخضرة وتتمتع بسماكة القشرة وقلة المسام الغائرة وتترتب الأوراق البوغية في مخاريط بوغية واضحة.

٤- يكون تفرع الساق بصورة أساسية من النمط وحيد المحور، ولها بنية معقدة وتملك نمواً ثانوياً وتختلف عن مغلفات البذور بكون خشبها متجانساً؛ فهو يتألف من قصيبات و نادراً ما يشمل خشبها أوعية تامة مثل نباتات صف الغينيتات Gnetopsida.

٥- تتصف جذورها بتعايشها مع فطور التربة مشكلة جذوراً فطرية Mycorhiza.

٦- تعد معراة البذور نباتات غير متماثلة الأبواغ، ويسود في حلقة حياتها تطور النبات البوغي على النبات العروسي.

٧- تأخذ الخلايا الجنسية الذكرية شكل نطاف مهدبة في الأفراد البدائية وشكل نطاف غير مهدبة أو ساكنة في الأفراد المتطورة.

٨- يوجد داخل البويضة الواحدة أرحام عدة في كل منها بيضة واحدة؛ لذلك تتكون بعد الإلقاح عدة أجنة داخل البويضة الواحدة، ولكن لا يصل إلى مرحلة النضج الكامل سوى جنين واحد.

٩- يتألف الجنين من محور ينتهي من جهة بفلقتين أو عدة فلقات ومن الجهة الأخرى بالجذير.

١٠- يتغذى الجنين وهو متوضع داخل السويداء على خلاياها، وهي تمثل بقايا المشرة العروسية المؤنثة.

تصنيف شعبة عريانات البذور Gymnospermae

يقدر عدد أنواع معراة البذور بالعالم حالياً بنحو ٨٠٠ نوع. تقسم شعبة عريانات البذور استناداً إلى بنية أوراقها إلى ٤ شعب:

- Cycadophyta
- Coniferophyta
- Ginkgophyta
- Gnetophyta

سابقاً كانت تقسم إلى تحت شعبتين:

١-تحت شعبة السيكاديات Cycadophytina

٢-تحت شعبة المخروطيات Coniferophytina

تضم تحت الشعب الأولى أربعة صفوف رئيسية :

١-١-صف السراخس البذرية أو Lyginopteridopsida أو Pteridospermae

١-٢-صف السيكاسيات Cycadopsida .

١-٣-صف البنتيتات Bennettitopsida .

١-٤-صف الغنيتات Gnetopsida.

تضم تحت الشعبة الثانية صفين رئيسين:

٢-١-صف الجنكويات Ginkgopsida .

٢-٢-صف الصنوبريات أو المخروطيات Coniferopsida أو Pinopsida .

وسنورد دراسة تفصيلية لكل صف على حده.

١- صف السراخس البذرية Pteridospermae :

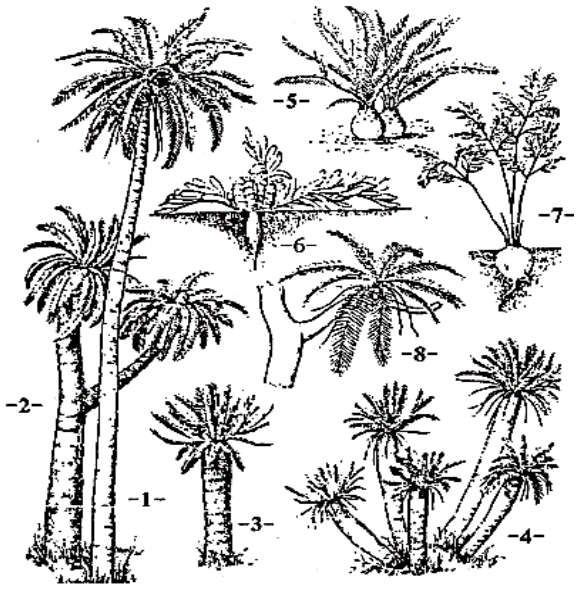
نباتات هذا الصف كلها مستحاثات. تشبه سراخس رتبة Marratiales في مظهرها، ولكنها تحمل بذوراً. وتحوي بنية ثانوية وغيرها من الصفات التي لا تتوفر في السراخس .

يضم هذا الصف حوالي عشر فصائل موزعة على ثلاث رتب رئيسة هي:

رتبة السراخس البذرية	Lyginopteridales	وأهم أجناسها ***Calymatotheca***
رتبة الكاتيونيالس	Caytoniles	وأهم أجناسها ***Caytonia***
رتبة ميدولوسالس	Medullosales	وأهم أجناسها ***Medullosa***

٢- صف السيكاسيات Cycadopsida

يشكل هذا الصف مجموعة صغيرة تتألف من 9-10 أجناس وحوالي مئة نوع، ينتشر معظمها في المناطق الاستوائية تبدو أشجارها مشابها لأشجار النخيل والسراخس الشجرية، إذ يكون لها ساق مستقيمة يعلوها إكليل من الأوراق العريضة الريشية (الشكل -٦٥) .



الشكل رقم (٦٥)
بعض أشكال نباتات صف السيكاديات Cycadopsida

لا يزيد طول معظم السيكاديات عن 4 م وغالباً ما يكون نموها بطيئاً ، وجذورها وتدية لحمية تتعايش مع جذورها الثانوية بعض أنواع الجراثيم والطحالب الزرقاء مثل ***Anabaena*** . تعد السيكاديات من النباتات ثنائية المسكن، وتنتج أبواغاً متخالفة.

كما تتميز السيكاديات بصفة بدائية وهي كون نطافها ذات سياط وأنها الأكبر حجماً في المملكة النباتية إذ يصل قطرها إلى (٣٠٠) ميكروناً.

يضم هذا الصف رتبة واحدة هي **Cycadales** وفصيلة واحدة Cycadaceae و تضم هذه الفصيلة ثلاث تحت فصائل هي :

تحت فصيلة	Cycadoideae
تحت فصيلة	Stangerioideae
تحت فصيلة	Zamioideae

ومن أهم أجناس هذه الفصيلة جنس الماكروزاميا ***Macrozamia*** والسيراتوزاميا ***Ceratozamia*** والسيكاس ***Cycas*** .

سندرس ممثلاً عن هذا الصف جنس السيكاس ***Cycas*** .

-شعبة عريانات البذور	Gymnospermae
-تحت شعبة السيكاديات	Cycadophytinae
-صف السيكاديات	Cycadopsida
-رتبة	Cycadales
-فصيلة	Cycadaceae
-تحت فصيلة	Cycadoideae
- جنس السيكاس	***Cycas***

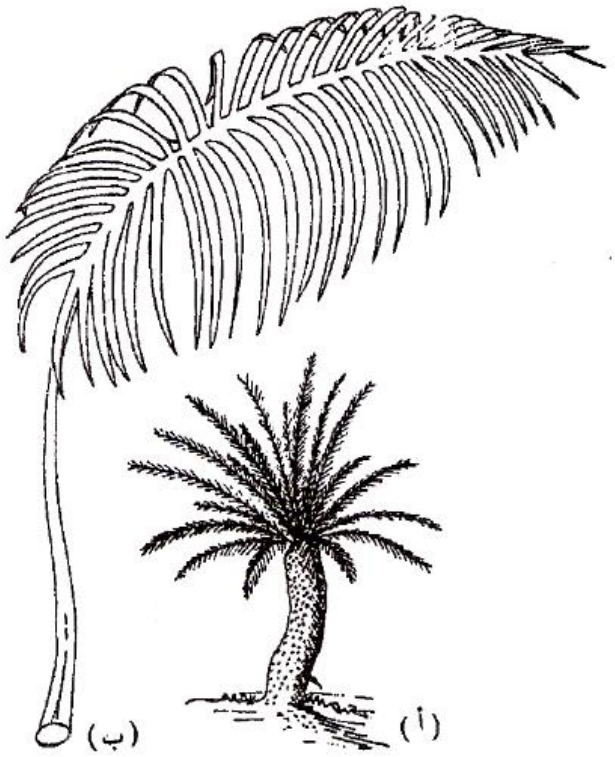
يشبه ساق هذا الجنس أشجار النخيل فهي طويلة مغطاة بقواعد الأوراق الساقطة، والنباتات شجرية يصل طولها من 3-8 أمتار تقريباً يحمل الساق أوراقاً إعاشية ريشية طويلة يبلغ طول الورقة 2 متراً تتألف هذه الورقة الريشية من محور رئيس غير متفرع تتوضع على أطرافه الوريقات في صفين متقابلين(الشكل -٦٦).

تأخذ أعضاء التكاثر شكل مخاريط والنبات ثنائي المسكن (الشكل-٦٧).

جميع السيكاسيات الحية نباتات وحيدة الجنس. أي أن الأزهار المذكرة على نبات والأزهار المؤنثة على نبات آخر.

المخروط المؤنث:

يتألف من محور تتوضع عليه الأوراق البوغية بصورة لولبية، وتتألف كل ورقة بوغية من جزئين . الجزء العلوي جزء إعاشي يمثل مجموعة من الوريقات، والجزء السفلي خصب يمثل مجموعة من البويضات كبيرة الحجم عددها ست متوزعة على طرفي الورقة ثلاث في كل طرف. والأوراق البوغية المؤنثة تشبه نوعاً ما الأوراق الإعاشية إلا أنها أصغر حجماً منها، وتتألف البويضة الناضجة من الأجزاء التالية (الشكل-٦٧-أ):



الشكل رقم (٦٦) جنس السيكاس *Cycas*
أ – نبات بوغي يحمل أوراق إعاشية ريشية خضراء .
ب – ورقة إعاشية خضراء معزولة ومكبرة .

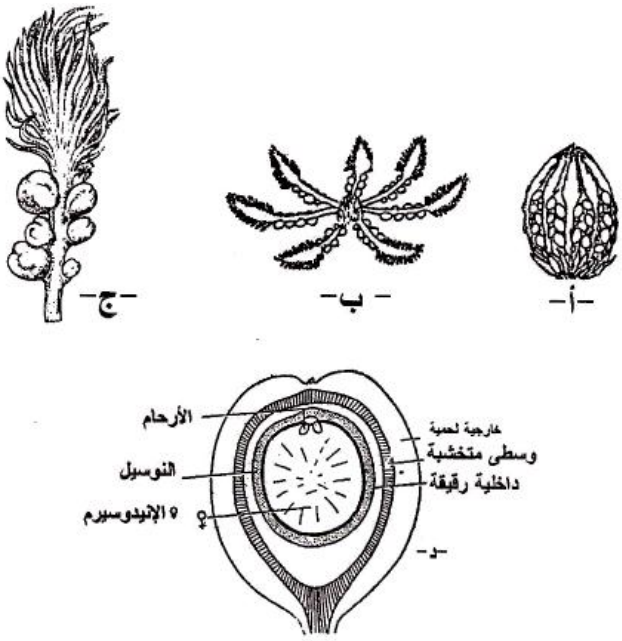
١–لحافة خارجيـــة مفتوحـــة مـــن الأعلـــى و تتـــألف مـــن ثـــلاث طبقـــات:
أ– خارجية لحمية ثخينة ب– وسطى متخشبة ج– داخلية برانشيمية رقيقة.
تغيب الكوة في البويضات الفتية، وتظهر عند بدايـــة الـــتأبير فـــي البويضـــات الناضجة.

٢–النوسيل الذي يحمل في قمته المسكن الطلعي.

٣–السويداء أو الأندوسبرم التي تحمل في أعلاها الأرحام.

المخروط المذكر:

يتوضع في قمة الساق ويصل طوله من 50–70 سم وهو عبـــارة عـــن أوراق بوغية حرشفية تتوضع حول محور، وتمثل كل حرشفة سداة (الشكل–٦٧ – ب). أما البقع البوغية الموجودة على هذه الأوراق فتتوضع على الوجه السفلي لكـــل ورقـــة، و يوجد في كل بقعة من 3–4 أكياس بوغية صغيرة محمولة على سويقة ثخينة. والكيس محاط بغلاف متعدد الطبقات يتفتح بشق طولي، وتتطور الأبواغ الصغيرة داخله وهي



الشكل رقم (٦٧ -أ) جنس السيكاس *Cycas*
أ – مخروط مؤنث مغلق – ب – مخروط مؤنث مفتـوح –
ج – ورقة بوغية مؤنثة كبيرة د – م. ط في بويضة السيكاس

لا تحمل جيوباً هوائية وذات شكل هرمي. ولها جـداران خلويـان؛ خـارجي ثخـين وداخلي رقيق. وتتحرر الأبواغ (حبات الطلع) من الكيس البوغي بعد انتهاء الإنتـاش الأول حاملة ثلاث خلايا :

خلية مشرية وخلية إعاشية وخلية توالدية. تنتقل حبوب الطلـع وهـي حاملـة للخلايا الثلاث بوساطة الهواء لتصل إلى المخاريط المؤنثة (الشكل-٦٧ – ب).



الشكل رقم (٦٧ – ب)
جنس السيكاس *Cycas*
ذ – مخروط مذكر – ر– ورقة بوغية صغيرة مذكرة
هـ – حبة طلع – و – أكياس بوغ صغيرة

الإلقاح و تشكل الجنين:

بعد وصول حبة الطلع إلى الحجرة الطلعية تنقسم الخلية الإعاشية لتشكل أنبوب الطلع ويستمر نمو النبات العروسي الذكري؛ إذ تنقسم الخلية التوالدية لتعطي خلية استنادية وخلية أمية للنطاف، ولا يحدث انقسام الأخيرة إلا قبل الإلقاح بوقت قصير. وعندما تنقسم الخلية الأمية للنطاف تعطي نطفتين عديدتي السياط ذات حجم كبير قد يصل إلى 300 ميكروناً وقادرة على الحركة في الوسط السائل بوساطة أهدابها سواء في وسط الأنبوب الطلعي أو في السائل الموجود فوق الأرحام.

تتحرر النطاف بعد تمزق نهاية الأنبوب الطلعي لتقوم بتلقيح البيضة لأحد الرحمين ، يحدث الإلقاح و من ثم تنقسم البيضة الملقحة بعد تشكلها مباشرة عدة انقسامات منتظمة، و تشكل في البداية نوى حرة دون حواجز خلوية، ثم بعد ذلك تبدأ الحواجز بالظهور بين النوى المحيطية حتى المركزية لتشكل بنية خلوية بدائية هي بداءة الجنين .

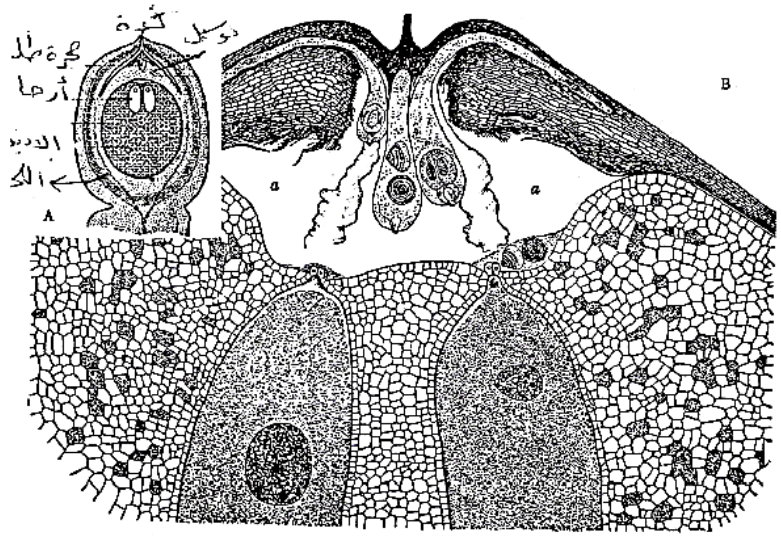
ثم تتطور البداءة الجنينية للجنين، ويكمل نموه على حساب المشرة العروسية (الأندوسبرم) وتتشكل فلقتان وأحياناً عدة فلقات حسب النوع .ويحوي الجنين جذيراً مغطى بقلنسوة، وقد تتطور عدة أجنة داخل البويضة، ولكن لا يتم النضج النهائي إلا لجنين واحد فقط.

بعد نضج الجنين تنفصل البذرة عن النبات الأم، وتكون محاطة بثلاث أغلفة ناتجة عن تطور لحافات البويضة وهي:

- طبقة خارجية ملونة.
- طبقة متوسطة متخشبة قاسية.
- طبقة غشائية داخلية رقيقة تحيط بالجنين النامي.

يمكن أن تنتش البذرة مباشرة في الظروف المناسبة والإنتاش هوائي.

ولكن تشكل المخاريط المؤنثة والمذكرة لا يتم إلا بعد مرور حوالي عشر سنوات؛ ولذلك تعد من النباتات المعمرة بطيئة النمو.



شكل رقم (١٤٠) : A- مقطع طولي في بويضة ناضجة .
B- قمة البويضة وقد اخترقتها الأنابيب الطلعية .

1 – صف البنتيتات أو أشباه السيكاسيات Bennettitopsida

ـ التصنيف :

يضم هذا الصف رتبة واحد ٣ ـ ١ ـ Bennettitales وفيها فصيلتين :

فصيلة 1 - Williamsoniaceae

من أنواعها Williamsoniella coronata

وفصيلة 2 - Bennettitaceae

من أجناسها Bennettites و Cycadeoidea

أجناس هذا الصف قليلة ومستحاثية ،وانتشرت في الدور الجوراسي والكريتاسي ،وبلغت أوجها في الدور الميزوزوئي.

ولابد من التنويه في استعراضنا لصفات أجناسه ، إلى أن العديد من علماء النبات يربط أصل النباتات الزهرية ، بنباتات صف البنتيتات .ويعود ذلك لتزامن الظهور المفاجئ للنباتات الزهرية مع انقراض نباتات البنتيتات.

كما لوحظ أن بنية الساق والأوراق في نباتات هذا الصف ، بسهولة يمكن ربطها مع بنية الساق والأوراق في السرخسيات البذرية ، التي كانت تعتبر أحد رتب صف السيكاسيات .

تملك نباتات هذا الصف ، كما هو الحال عند أغلب السيكاسيات المعاصرة أوراقاً قاسية جلدية القوام ، ريشية مركبة ونادراً ما تكون كاملة الأطراف ومستطيلة.

٤ – صف الغنيتات Gnetopsida:

الصفات العامة :

تعتبر نباتات هذا الصف وسطاً بين معراة البذور ومغلفات البذور .ومن أكثر معراة البذور رقياً. يضم هذا الصف ثلاث رتب فقط ، في كل رتبة جنس واحد وهذه الأجناس تختلف فيما بينها ،كما تختلف عن معراة البذور.ورغم احتوائها على صفات وسط تقربها من مغلفات البذور، إلا أنها لاتعد خطاً تطورياً مستقلاً.ولا يمكن اعتبارها أرومة أو سلف لمغلفات البذور.

وبدأت دراسة أجناسها مع أبحاث العالم الإنكليزي عام ١٩٧١م Kordonrawli في صحاري جنوب غرب أفريقيا.

تمتاز بأن اعضاء التأنيث فيها (البويضة) محاطة بأوراق تشبه الغلاف الزهري، الذي يحيط بمبيض مغلفات البذور.ولكن وجد أنه لا يحيط بالبويضة بشكل كامل، بل على العكس مازال في بعض الأجناس ممتداً نحو الإمام ليشكل الكوة، التي تقوم بإلتقاط حبوب الطلع .رغم الشبه بينه وبين غلاف الزهرة من حيث البنية والوظفية في بعض الأجناس الأخرى .تتوضع الأوراق على الساق بصورة متقابلة أو متبادلة أو دائرية أما الأزهار الذكرية فيتألف كل منها من مئبر وخيط ،كما هو الحال في مغلفات البذور. والنطاف المتشكلة غير مهدبة. ويحتوي خشب نباتات هذا الصف على ألياف ذات ثقوب هالية نموذجية ، وعلى قصيبات تشبه الأوعية الكاملة، ولكنها تنتهي دائماً بجدار مائل . كما تحوي أحياناً ثقوباً هالية كبيرة . بينما لا يحتوي خشب هذه الزمرة على أقنية مفرزة .والخلايا اللحائية (تحديداً في جنس الغنيتوم فقط) تحوي خلايا مرافقة كما هي الحال في مغلفات البذور.

تعد نباتات هذا الصف كصلة وصل بين عريانات البذور ومغلفاتها ومن أكثر عريانات البذور رقياً وتتميز أفراد هذا الصف بصفات رئيسة هي:

١- وجود غطاء (كم) حول الأكياس البوغية الصغيرة و الأكياس البوغية الكبيرة.

٢- ارجاع كبير للمشرة العروسية المذكرة والمؤنثة وانعدام الأرحام في جنسي الغنيتوم *Gnetum* والفلفيتشيا *Welwitschia*.

٣- يحيط بكل بويضة قنابتان متقابلتان تشكلان كيساً يشبه المبيض إلا أنه غير مغلق تماماً ولا يحوي قلماً ولا ميسماً وهو سبب تسميتها أيضاً بغمديات البذور.

٤- يحوي الخشب الثانوي أليافاً وقصيبات تشبه الأوعية التامة، ولكنها تنتهي بجدار مائل، وتحوي أحياناً ثقوباً هالية كبيرة.

٥- نشاهد خلايا مرافقة للخلايا اللحائية في جنس ***Gnetum*** فقط.

٦- تحتوي الأزهار الذكرية أسدية يتألف كل منها من متبر وخيط والنطاف المتشكلة غير مهدبة كما هي الحال عند مغلفات البذور.

التصنيف:

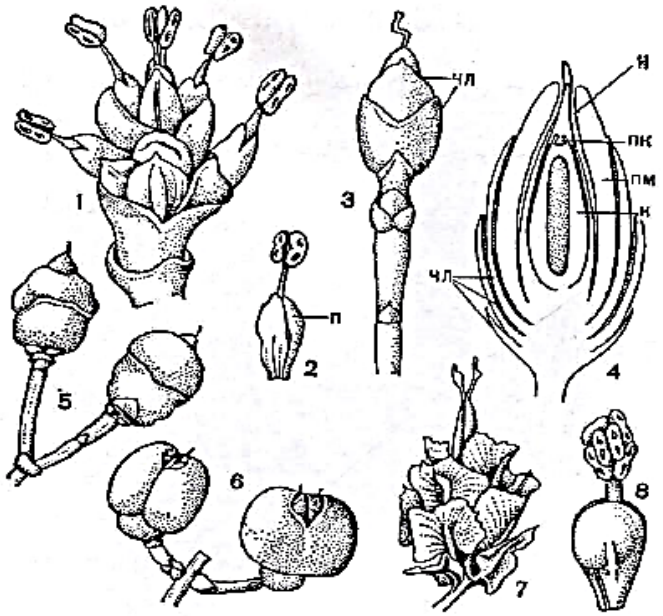
يضم هذا الصف ثلاث تحت صفوف رئيسية وهي

٤ - ١ - تحت صف الافدرات	Ephedridae
ويضم رتبة واحدة	Ephedrales
وفصيلة واحدة	Ephedraceae
٤ - ٢ - تحت صف الغنيتات	Gnetidae
وتضم رتبة واحدة	Gnetales
وفصيلة واحدة	Gnetaceae
٣ - ٤ - تحت صف الفلفيتشيات	Welwitschiidae
ويضم رتبة واحدة	Welwitschiales
وفصيلة واحدة	Welwit schiaceae

4-1- تحت صف الافدرات Ephedridae:

يضم رتبة واحدة Ephedrales فيها فصيلة واحدة Ephedraceae وجنس وحيد وهو Ephedra ونحو ٤٠ نوع تنتشر بصورة واسعة في الأماكن ذات الطقس الجاف، وعلى شواطئ البحر الأبيض المتوسط، وفي آسيا، والجزء الغربي من أمريكيا الشمالية والجنوبية. وأحد أشهر الأنواع في أمريكيا الجنوبية هو E.triandra وهو نبات شجيري يتراوح طوله ٢-٨ م، ويتألف من ساق رئدية شبه منتصرة، كثيرة التفرع. الفروع الفتية خضراء اللون وتقوم بعملية التركيب الضوئي. وتغطى هذه الفروع بخلايا البشرة كثيرة المسام. وهي لينة وتمتد على الأرض أو على جذوع الأشجار. أما الفروع

القاسية فهي قائمة، وتحمل هذه الفروع في مناطق العقد الأوراق الحرشفية السمراء، الصغيرة والمتطاولة نسبياً (قد يصل طولها إلى ١,٥سم) .التي تشكل غمد حرشفي يحيط بالعقدة يتألف الغمد من٣ ـ ٤ أوراق فقط.



شكل رقم(١٤٨):

١ ـ مخاريط مذكرة ٢ ـ مخروط مذكر واحد n- غطاء أوكم المخروط.

٣ ـ مخروط مؤنث zl - غطاء أو كم لحمي لخين(مؤلف من أوراق حرشفية عقيمة) .

٤ ـ مقطع طولي في البويضة : zl - غطاء أو كم H-نوسيل nm - خالة خارجية nk - حجرة طلعية H-انبوب كوي

٥ ـ ٦ ـ بذور ناضجة في نوعين من جنس الإفدار. (6). E. alata E. Campylopoda (5)

٧ ـ بذرة ناضجة في E.fragilis ٨ ـ مخروط مذكر في نفس الجنس

ـ الأعضاء التكاثرية

الافدرا نبات ثنائي المسكن غالباً، ونادراً ما نجد نماذج تمثل نباتات احادية المسكن. تجتمع الأعضاء التكاثرية على شكل مخاريط ، تتوضع في نهاية سويقة قصيرة في إبط الأوراق.

ـ المخاريط المذكرة

المخروط مركب يتكون من ٣ ـ ٤ أزهار تتوضع على محور واحد في ابط الأغصان الخضراء . المحور مقسم إلى عقد ومسافات عقدية، تحمل من ٢ ـ ٨ أزواج من القنابات المتقابلة.يوجد بين كل زوج منها (عدا الزوجين السفلين) زهرة بدائية مذكرة : تتألف من محور ثانوي توجد عليه وريقتين حرشفيتين تشكلان غطاء خاص يدعى غالباً بالكم.

والكم مؤلف من ورقتين حرشفيتن خارجيتين متحدتين من أسفلهما ، يتوسط هذا الكم أو الغطاء سويقة ترتفع فوقه قليلاً وتنقسم الى فرعين يحمل كل منهما عدداً من الأكياس البوغية. عدد هذه الأكياس ٢ ـ ٨ أكياس بوغية .ينقسم كل كيس بوغي إلى مئبرين أو ثلاث مآبر وأحياناً إلى أربع مآبر أومساكن طلعية.

وقد وجد الباحثون أن كل سداة تتشكل نتيجة التحام ورقتين بوغيتين، ويدل على ذلك وجود حزمتين وعاءيتين ناقلتين ، وتفرع نهاية الخيط السدوي . (شكل رقم ١٤٨) .

تتفتح الأكياس البوغية بثقب بيضوي ، وتتحرر منها حبوب طلع اهليلجية ذات ثنايا طولية، ولكن بدون أثلام أو شقوق .

ونشاهد في النوع Ephedra equisetina بقايا شقوق غير عميقة .

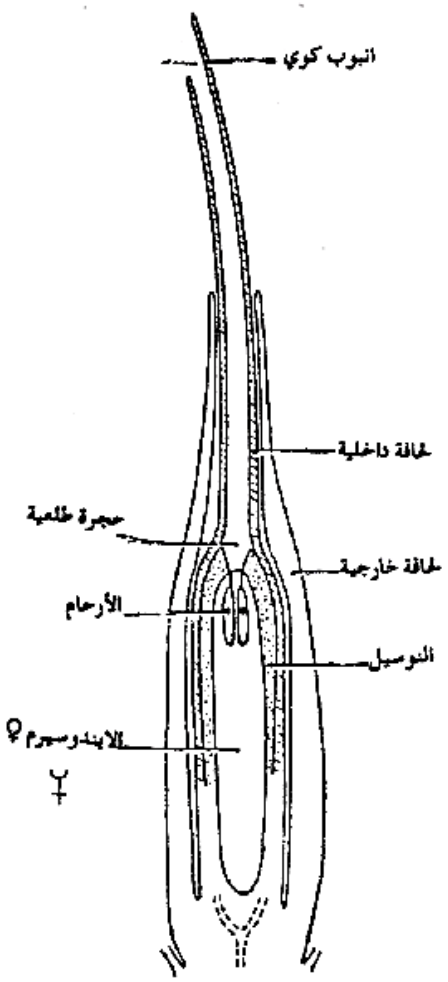
ـ المخاريط المؤنثة

المخروط المؤنث مركب أيضاً، فهو مؤلف من حلقات متناوبة من الحراشف المتوضعة على محور في ابط الأغصان الخضراء. التي عددها ٤ أزواج أو أقل . في إبط كل زوج حرشفي توجد «زهرة » مؤنثة واحدة . المخروط الواحد يحوي ١ ـ ٣ «زهرات » انثوية، ونادراً ما نجد ٤ زهرات انثوية. وتظهر الزهرة المؤنثة وكأنها علوية أو نهائية التوضع، وفي الحقيقة فإن الزهرة المؤنثة إبطية التوضع.

وتتألف كل زهرة من بويضة واحدة ، محاطة بغطاء أو كم لحمي ثخين. و نطلق عليه تجاوزاً اسم لحافة داخلية، تكون متطاولة جداً نحو الأمام وتحاط باللحافة الخارجية ، المؤلفة من قنابتين صغيرتين متحدتين على شكل انبوب. ويعتقد بعض الباحثين أن الغلاف القنابي هو عبارة عن لحافة ثانية خارجية.

بينما يعتقد البعض الآخر أن هذا الغلاف عبارة عن كربلتين،ويعتقد فريق ثالث أنه مجرد قنابتين متحدتين . شكل رقم(١٤٧).

ومع أن الافدرا تبدي صفات معراة البذور من الوجهة التشريحية بإحتواء خشبها على أوعية ناقصة وأوعية تشبه الأوعية الكاملة ، فإنها تبدي في نفس الوقت صفات مغلفات البذور حيث قورنت اللحافة الخارجية بجدار المبيض، واللحافة الداخلية بالميسم في بويضات مغلفات البذور .



شكل رقم (١٤٧):
مقطع طولي في بويضة الإفدرا (زهرة مؤنثة).

فإذا ما أخذنا بوجهة النظر الثانية ، أي أن هناك كرابل في زهرة الافدرا، نجد أن البويضة متوضعة على الوجه البطني للكربلة ، أي على جهة الخشب ، وهذه صفة مغلفات البذور.

ـ المشرة العروسية للذكرة:

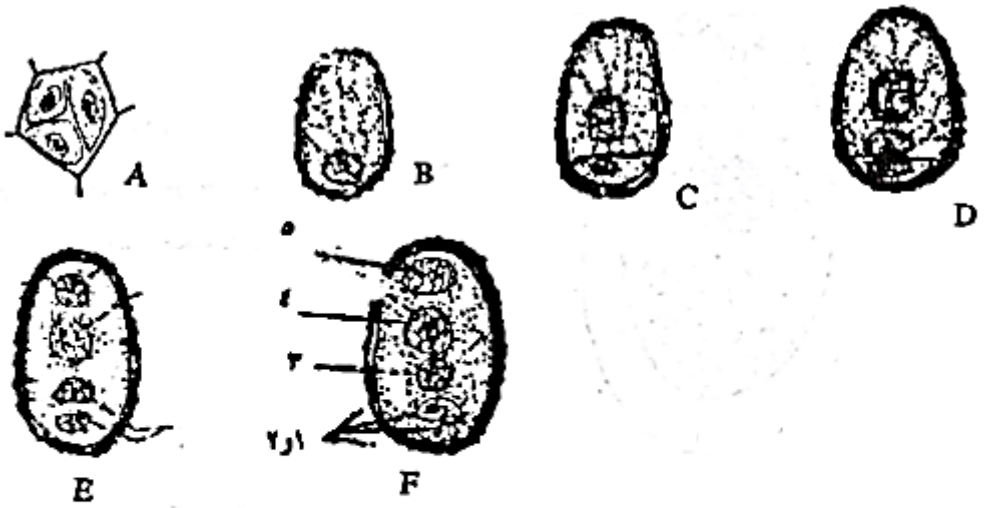
عند إنتاش حبة الطلع تنقسم نواتها الإنقسام الأول لتعطي خليتين : الأولى عدسية صغيرة لاتنقسم فيما بعد ، مشكلة الخلية المشرية التي تتحلل وتزول أما الثانية فهي كبيرة لا تلبث أن تنقسم وتعطي أربع نوى هي النواة الإعاشية التي تشكل فيما بعد الانبوب الطلعي ، ونواة الخلية الإستنادية ، ونواتان خصبتان تتحولان إلى نطفتين غير مهدبتين . شكل رقم(١٤٩) .

ـ المشرة العروسية المؤنثة

يبدأ تشكل النبات العروسي المؤنث من خلية أم مضاعفة الصيغة الصبغية (2n) ،متوضعة في وسط النوسيل .تعطي هذه النواة بعد الإنقسام المنصف لها أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (1n) .تضمر الثلاث العلوية منها ، وتتابع السفلية تطورها لتشكل المشرة العروسية المؤنثة. حيث تنقسم نواتها عدة انقسامات ، لتشكل نحو ٢٥٦ نواة حرة. ثم تظهر الحواجز الخلوية بين النوى المتشكلة فنحصل

على مشرة عروسية مونثة خلويةالمظهر. ثم تتابع المشرة تطورها وتنقسم إلى قسمين واضحين : قسم علوي قريب من الكوة ، يلعب دوراً جنسياً، وقسم سفلي يلعب دوراً مغذياً يتمايز في المنطقة القمية رحمان : لكل رحم عنق طويل مؤلف من نحو ٣٢ خلية (متوضعة في ٨ طبقات ومن بطن يحوي على خلية بيضة كروية ونواة تمثل نواة قناة البطن شكل رقم (١٥٠).

وبالتدريج تتحول المنطقة السفلية إلى خلايا مليئة بالمواد المدخرة، أي تتحول إلى نسيج مغذ، يمكن للجنين أن يتغذى ويتطور على حسابه.

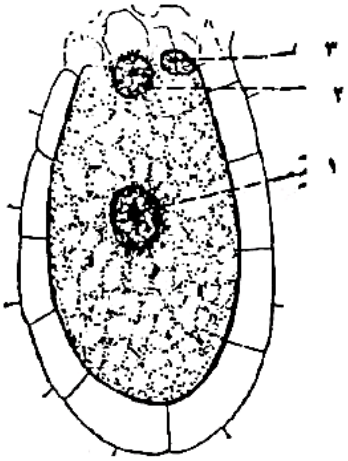


الشكل رقم (١٤٩) : مراحل تكون النبات العروسي المذكر

A - حبات طلع. C- مرحلة تكون خلية مشرية ونواة حرة B - حبة طلع منفردة

F-D مراحل تكون نبات عروسي مذكر حيث يكتمل في F ويتألف من خمس نوى

١ و ٢ - خلية مشرية ٣ - خلية استنادية ٤ - نواة خصية ٥ - نطفتان ٦ - خلية اعاشية.



شكل رقم (١٥٠)

رحم مجهز بنواة البويضة الكروية -١ -

ونواة قناة البطن -٢ - ونواة النطفة -٣ -

-الإلقاح وتكون البذرة

يحدث الإلقاح عندما تنتقل حبوب الطلع بواسطة الحشرات أو الرياح لتحط على البويضة. عندها يقوم الانبوب الكوي بإفراز قطيرات لزجة من مادة سكرية،تعمل على لصق حبوب الطلع.وعند جفاف هذه القطيرات تؤدي لإيصال حبوب الطلع إلى سطح المشرة العروسية المؤنثة.تنتش حبة الطلع لتشكل الانبوب الطلعي . ثم تنقسم النواة المولدة لتشكل نطاف غير مهدبة.

يعمل الانبوب الطلعي على إيصالها إلى الرحم، حيث تتسرب بين خلايا الرقبة لتصل الى الخلية البيضية الكروية . حيث تتحد إحدى النطفتين الذكريتين مع نواة الخلية البيضية، وتتحد النواة الأخرى مع نواة تابعة لخلايا الجدار الرحمي.

وهكذا نحصل على بيضة ملقحة، وعلى خلية اخرى مضاعفة الصيغة الصبغية أيضاً تنقسم لتشكل كتلة مغذية.

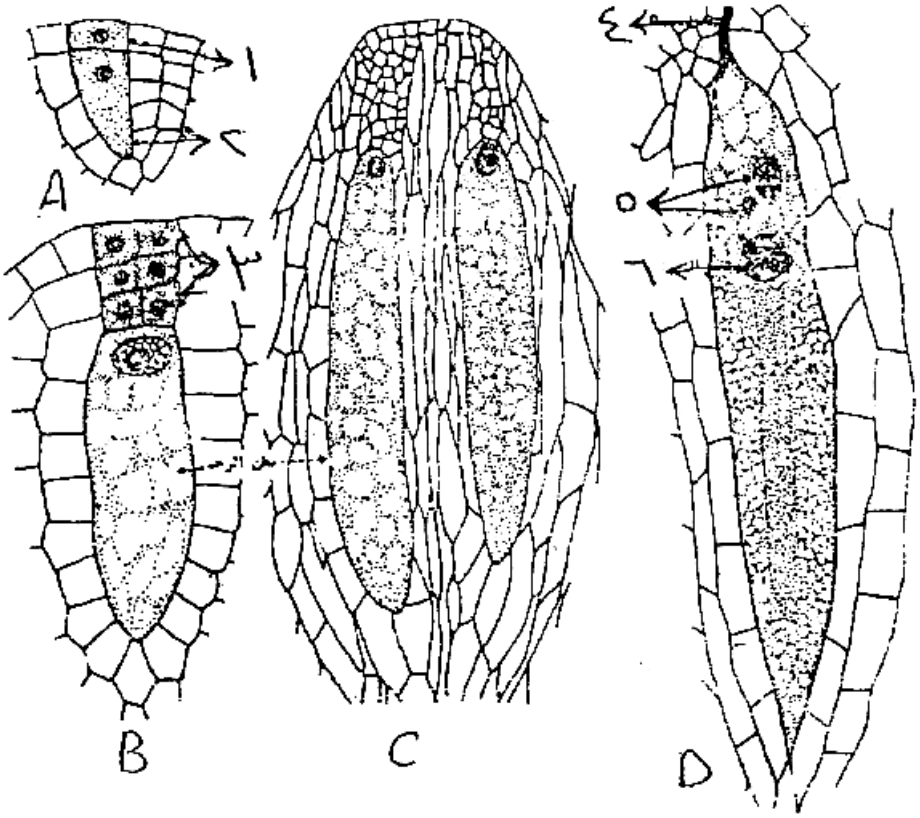
تستخدم فيما بعد أثناء مراحل تشكل الرشيم الأولى .شكل رقم (١٥١) .مراحل تشكل الرحم والإخصاب المضاعف في الإفدرا.

أما نواة البيضة الملقحة فتبدأ بالإنقسام لتعطي ٢-٨ نوى، تحيط كل منها بجزء من السيتوبلاسما، وغلاف خلوي مشكلة مايعرف بالبداءة الجنينية ومع أنه يتشكل لدينا مايقارب ٨ بداءات جنينية إلا أن واحدة منها تتابع نموها وتطورها لتشكل جنين كامل.أما البداءات الأخرى فإنها تموت في مرحلة ما من تطورها.

ويتم تطور البداءة الرشيمية على النحو التالي:

تنقسم نواة بداءة الجنين لتعطي نواتين مختلفتين بالحجم . نواة صغيرة، ونواة كبيرة. يتشكل بالقرب من النواة الكبيرة انبوب غشائي شعري تعبر فيه كل من النواتين .أما النواة الضخمة فتستقر في نهايته لتشكل بداءة الجنين الحقيقية. أما الأنبوب والنواة الصغيرة فيشكلان بداءة المعلق.

تأخذ هذه البداءة بالتطاول بإتجاه قعر المشرة لتصبح بداءة الجنين على تماس مع الكتلة السفلية من المشرة العروسية المؤنثة المغذية، وهناك يتابع الرشيم تطوره على حساب نفاذ واستهلاك المواد الموجودة في تلك المنطقة.



الشكل رقم (١٥١) : مراحل تشكل الرحم والإلقاح المضاعف في الإفدرا

A ـ ١ ـ خلية رقبية ٢ ـ خلية رحمية . B ـ ٣ ـ رقبة الرحم D ـ ٤ ـ بقايا الانبوب الطلعي

٥ ـ نطاف ٦ ـ خلية بيضية .

٤ ـ ٢ ـ تحت صف الغنيتات

Gnetidae

ويضم رتبة واحدة Gnetales فيها فصيلة واحدة Gnetaceae

تضم جنساً وحيداً وهو Gnetum وفيه مايقارب ٣٠ نوعاً. تنتشر بصورة خاصة في البلدان الإستوائية الرطبة، في قارة آسيا وبالتحديد في دولة ماليزيا، وبالجزء الشمالي من أمريكا الجنوبية، وفي غرب افريقيا الإستوائية (كاميرون ـ انفولا).

ولكن لا يوجد أي نوع مشترك بين نصفي الكرة الأرضية (الشمالي والجنوبي) يتواجد الغنيتوم بشكل أشجار أو شجيرات، وحتى عرائش ولكن بشكل نادر. وتملك الأشجار والشجيرات أوراق عريضة بيضوية جلدية، ذات تعرق شبكي ، تشبه بذلك أوراق نباتات ثنائيات الفلقة . وتكون أوراق الأشكال العرائشية إما حرشفية على الأغصان الطويلة أو عريضة عادية على الأغصان القصيرة.

تبدي البنية التشريحية للورقة النسيج المتوسط مؤلف من نسيج برنشيمي حشوي اسفنجي، على شكل سياج حول مقطع الورقة . وينعدم النسيج الصفائي حول الحزمة الوعائية الورقية وتعتبر هذه الميزة إحدى ميزات مقاطع مغلفات البذور.

أما البنية التشريحية للساق فتبدي الخشب الأولي محاط بالخشب الثانوي الذي يحوي على أشعة عريضة ، وعلى أوعية تامة وبكمية أكبر مما وجد في خشب الإفدرا.

وينتج هذا الخشب عن نشاط الكامبيوم، الذي يتوقف عن النمو ويستبدل أكثر من مرة أثناء حياة النبات. لذلك فإن ساق الغنيتوم لاتصل إلى عرض كبير.

ثم اللحاء الثانوي الذي يتألف من الأنابيب الغربالية وخلايا برنشيمية لحائية .وتحتوي منطقة القشرة على عدد كبير من الألياف التي تستخدم في صناعة الحبال.

ـ الأعضاء التكاثرية:

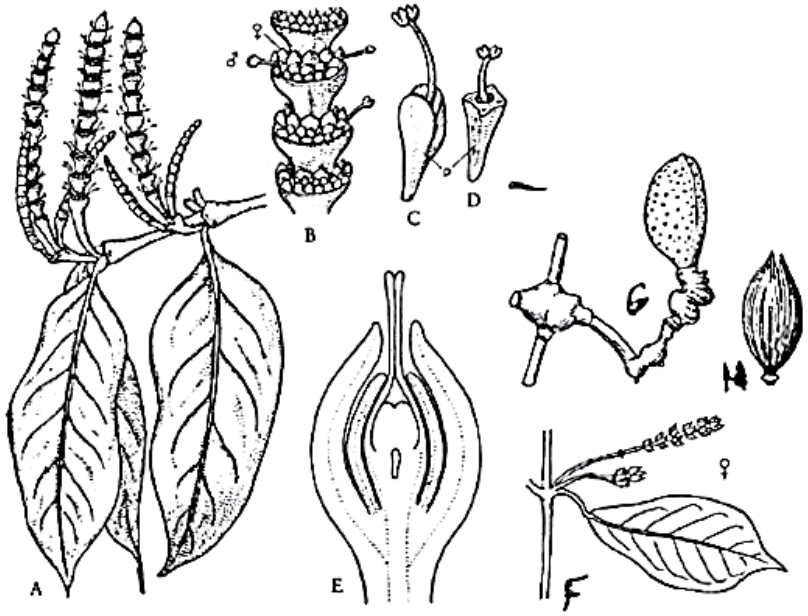
الغنيتوم ثنائي المسكن ، وتأخذ الأعضاء التكاثرية الذكرية والأنثوية شكل هريري في نهاية فروع جانبية.

يحمل النبات الذكري المخاريط المذكرة على شكل هريرة. تتألف من محور تتوضع حوله حلقات من الأوراق البوغية الصغيرة في كل حلقة ٢ ـ ٣ أوراق متحدة بشكل غمد. يتوضع على المحور حوالي

ثمانية أعماد، في ابط كل عمد يتوضع عدد كبير من الأزهار الذكرية .تتألف كل زهرة مذكرة من سداة تنتهي بكيسين بوغين، لكل منهما مسكن طلعي ، وتحاط من قاعدتها بغمد غشائي رقيق .

يتطور بداخل الأكياس البوغية عدد كبير من الأبواغ الصغيرة .تبدأ هذه الأبواغ إنتاشها وهي ماتزال داخل أكياسها البوغية .حيث يتشكل نتيجة لإنقسام نواتها الخلية الاعاشية ، والخلية المولدة، وقد تتشكل خلية مشربة واحدة .تتحرر حبات الطلع من أكياسها وهي تحمل ثلاث خلايا ، تمثل بداية تشكل المشرة العروسية المذكرة، التي يبدو أنها مختزلة بشكل يفوق مشرة الإقدار.تنتقل حبوب الطلع بواسطة الهواء لتصل الى البويضات.

يحمل النبات المؤنث المخاريط المؤنثة على شكل هريرة متطاولة، لها محور تتوضع عليه حلقات من الأعماد المتباعدة عن بعضها البعض أكثر من حلقات الأزهرار المذكر.يتوضع في ابط كل غمد الأزهار المؤنثة ٨ ـ ١٠ أزهار.تتألف كل زهرة من بويضة محاطة بثلاثة أغلفة، الخارجي منها يشكل الكم، وغلافين يشكلان لحافتا البويضة . لحافة داخلية أطول من الخارجية ، تمتد نحو الأمام لتشكل الأنبوب الكوي. إلى داخله يتوضع النوسيل الذي يحوي في أعلاه على حجرة طلعية شكل رقم (١٥٣).



شكل رقم(١٥٣):

A- جزء من فرع مع مخاريط مذكرة B- مجموعة مخاريط مذكرة C-D-مخروط مذكر

E- مقطع طولي في البويضة F-جزء من فرع مع مخاريط مؤنثة G- فرع مع بذرة

H-بذرة منزوعة الغلاف الخارجي .

ـ تشكل النباتات العروسية والإلقاح.

يحدث الإلقاح بإنتقال حبوب الطلع بواسطة الرياح لتصل الى البويضات . عندها يقوم الانبوب الكوي للبويضات بإفراز قطرة لزجة تؤدي إلى التقاط حبوب الطلع ، وتحرض البويضة على النمو في الوقت نفسه .وهكذا تدخل حبات الطلع الأنبوب الكوي، وهي ماتزال تحمل ثلاث خلايا فقط ، أحداهما تبدو مشرية والثانية إعاشية ، والثالثة مولدة.

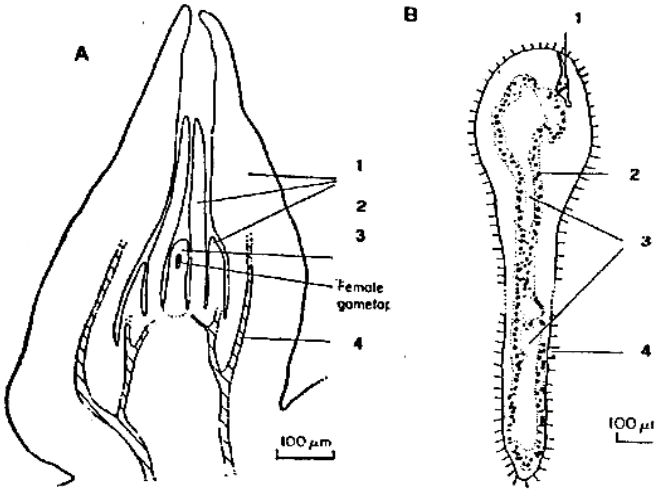
تنقسم المولدة لتعطي خلية مساعدة + خلية نطفية (ومولدة للنطاف) بعد الانتاش تعبر نواة الخلية المولدة للنطاف الانبوب الطلعي، بينما تبقى نواة الإعاشية والاستنادية في جسم حبة الطلع .

وعندما ينغرس الانبوب الطلعي في النوسيل ،تنقسم النواة المولدة للنطاف لتعطي نطفتين احداهما فعالة فقط. تتمايز في الوقت نفسه في قمة النوسيل، خلية ضخمة مولدة للبوغ ثنائية الصيغة الصبغية.

تنقسم هذه الخلية انقساماً منصفاً مشكلة رباعية بوغية ، تتلاشى الثلاث العلوية منها ، بينما تتضخم السفلية وتنقسم انقسامات متكررة لتعطي مشرة عروسية مؤثنة غير خلوية.

حيث تتوضع النوى المبعثرة مع سيتوبلاسماها بشكل غير منتظم، أما الباقي فيتوضع في طبقة ثخينة حول المحيط. ويحتل المركز فجوة كبيرة.

إذاً لا تملك المشرة بنية نسيجية خلوية واحدة ، وتخلو من الأرحام، ليصل الفيتوم إلى مرحلة مهمة في اختزال الرحم. شكل رقم(١٥٤).



شكل رقم (١٥٤) :A- مقطع طولي في بويضة فتية لجنس الفيتوم

١ ـ ثلاث حافات ٢ ـ نوسيل ٣ ـ مشرة عروسية ٤ ـ حزمة وعائية.

B -مقطع طولي في كيس جنيني مع الأنبوب الطلعي

١ ـ انبوب طلعي ٢ ـ مشرة عروسية متعددة النوى ٣ ـ فجوة ٤ ـ النوسيل.

ويمكن لنواة الكيس الجنيني أن تحيط بجزء من السيتوبلاسما وتلعب دور خلية بيضية.تفصل بعد ذلك النطفة الفعالة لتخصب نواة الكيس الجنيني وينتج عنها بيضة مخصبة .ينتج عنها الجنين المؤلف من معلق معقد التركيب، وله وظيفة امتصاصية بالدرجة الأولى، ثم فلقتان وسويق وجذير .شكل رقم(١٥٤) .

بعد تطور الجنين تتشكل البذرة وتتحول اللحافة الداخلية الى غشاء رقيق .وتتحول اللحافة الخارجية الى قشرة قاسية . ويتحول الغلاف الخارجي أو الكم إلى كساء لحمي عصاري ذي لون براق.

٤ ـ٣ ـ تحت صف الفلفيتشيات

Welwitschiidae

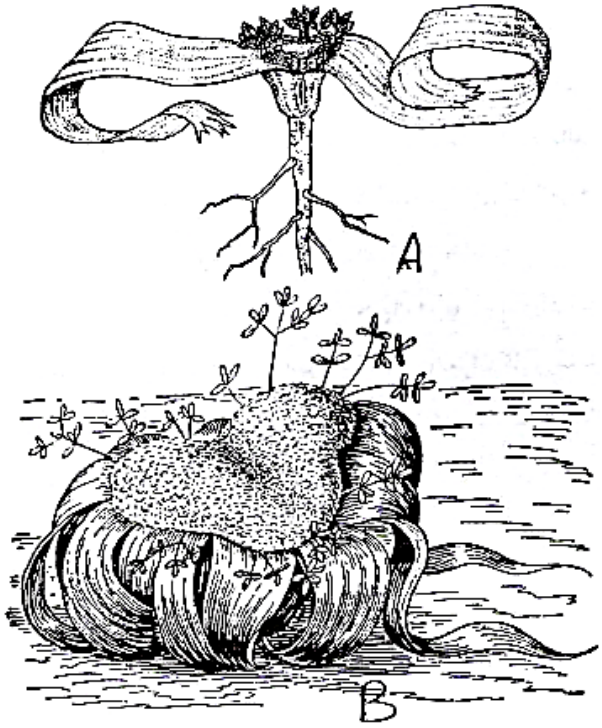
يضم التحت صف هذا رتبة واحدة Welwitschiales ، فيها فصيلة واحدة Welwitschiaceae رجنس واحد Welwitschia ونوع واحد أيضاً وهو الفلفيتشيا العجيبة W mirabilis.

ينتشر هذا النوع في الصحاري الصخرية الجرداء في جنوب انغولا. وفي المناطق الإستوائية في جنوب غرب أفريقيا ، أي في صحراء غوبي. وتبدي الفلفيتشيا مظهراً خارجياً وتركيباً فريداً من نوعه. فقد توصل العلماء إلى مقارنة الإفدرا بالمظهر الداخلي للمخروطيات ، أو في بنية أزهار كازاورينا.

بينما لم يستطع العلماء تشبيه الفلفيتشيا بأي نوع نباتي آخر معروف لدينا (لا اشجار ولا شجيرات ولاعرائش ولاحتى اعشاب أو أزهار) . فهو يبدي شذوذاً مطلقاً. يبدأ من إنتاش بذورها ، التي تعطي الجذير أولاً ، بعدها تظهر فلقتان صغيرتان يصل طول الواحدة إلى ٣ سم ، وتظهران ملتحمتان عند القاعدة.

ثم يرتفع السويق فوق الجذير ويقسم إلى قسمين: سفلي مغمور في التربة، وعلوي منتفخ بشكل درنة، يصل قطرها إلى ٥٠سم. بعدها تزول الفلقتان ، ويظهر مكانهما الورقتان الإعاشيتان في وضع متقابل .وتأخذان بالنمو تدريجياً لتصلا إلى الشكل الشريطي مع طول ٢ـ٣ م. شكل رقم (١٥٥ - A).

وتبقى الورقتان طول حياة النبات ، الذي قد تستمر نحو ١٠٠ سنة. وعندما تعمر الورقتان تبدأ كل منهما بالإنقسام إلى عدة اجزاء شريطية ضيقة. شكل رقم (١٥٥ - B) فلفيتشيا متعددة الأوراق فتبدو الفلفيتشيا وكأنها متعددة الأوراق .



الشكل رقم (١٥٥) : -A فلفيتشيا ذات ورقتين شريطتين

B- فلفيتشيا ذات أوراق هرمة أو معمرة حيث تقسمت إلى عدة أوراق.

تملك الأوراق بنية جلدية ولون أخضر مزرق على الوجه العلوي، وأخضر مصفر مبرقش بالبني على الوجه السفلي.

ـ الأعضاء التكاثرية :

الفلفيتشيا نبات ثنائي المسكن، أما الأزهار فهي وحيدة الجنس ، رغم أن الفلفيتشيا أظهرت في مراحل تطورها ازهاراً خنثى ولكن دون تطور للجنس الآخر بشكل واضح، بل بقيت أثاره العقيمة وتبدي المخاريط المذكرة والمؤنثة، تشابهاً بالشكل واختلافاً في الحجم. حيث تكون المخاريط المذكرة أصغر حجماً من المخاريط المؤنثة. ويتألف كل منهما من محور تترتب حوله أزواج من القنابا ت المتقابلة، ويتوضع في إبط كل زوج منها الأزهار إما المذكرة أو المؤنثة.

ـ المخاريط المذكرة:

يتألف المخروط المذكر من محور يحمل عدداً من الحراشف الضيقة المتراكبة والمترتبة في اشفاع متقابلة ملتحمة في القاعدة. في إبط هذه الحراشف تتشكل الأزهار ، ماعدا الشفعين العلوي والسفلي فهما عقيمين. تتألف كل زهرة من تجمعات الأوراق البوغية الصغيرة التي تحاط من قاعدتها بأربع حراشف : حرشفتان محيطيتان صغيرتان، وحرشفتان داخليتان أكثر ضخامة.

وقد اقترح العلماء على اعتبار هذه الحراشف الأربع ، الكم الزهري. أما الأوراق البوغية الصغيرة وعددها ستة ، تكون ملتحمة من قواعدها لتشكل انبوباً صغيراً . وتعرف كل ورقة بوغية صغيرة بالسداة. تحمل كل سداة في اعلاها ثلاثة أكياس بوغية صغيرة يتطور بداخلها حبات الطلع.

وقد نوهنا سابقاً أن الأزهار أظهرت حالة خنثوية غير متطورة ، تمثلت بوجود بويضة مختزلة بين تجمعات الأسدية ، مما يدل على أن أسلافها كانت ثنائية الجنس فعلاً .

وعند إنتاش حبوب الطلع داخل أكياسها البوغية تتشكل لدينا مشرة عروسية مذكرة مختزلة بشدة. تتفتح الأكياس البوغية شعاعياً وتتناثر منها حبوب الطلع التي تنتقل بواسطة الهواء أو الحشرات لتحط على البويضات . شكل رقم (١٥٦) .

ـ الطرائق المؤنثة :

تتشكل من مجموعات متوضعة على محور موجود في قاعدة الأوراق . يتألف المخروط الواحد من غلافين خارجي مؤلف من حراشف عقيمة متوضعة بشكل متصالب ، وداخلي يمثل لحافة تمتد نحو الأمام بالأنبوب الكوي وفي الوسط بويضة خصبة يمكن اعتبار الغلافين الداخلي والخارجي بالكم حول البويضة ، ويشكلان مع البويضة الزهرة المؤنثة.

الزهرة المؤنثة أكبر حجماً من الزهرة المذكرة رغم أن عدد الحلقات الورقية المحيطة بالبويضة أقل بحلقتين عن تلك المحيطة بالأسدية.

ويعود كبر حجم الزهرة المؤنثة إلى أن تلك الزهرة لها محوراً لحمياً ضخماً، والحراشف المؤلفة للكم الزهري المؤنث أضخم من تلك المكونة للكم الزهري المذكر. يتمايز في البويضة وبالقرب من قمة النوسيل ، خلية ضخمة تعرف بالخلية أم الأبواغ الكبيرة تتضخم نواتها بشكل واضح .كما تتكاثر خلايا النوسيل فوق هذه الخلية، لتجعلها بعيدة عن قمة النوسيل.

تأخذ بعد ها هذه الخلية بالإنقسام المتسارع لتعطي عدداً كبيراً من النوى دون ظهور الحواجز فيما بينها. وقد يصل عدد هذه النوى إلى ١٠٠٠ نواة.

تتبعثر هذه النوى في سيتوبلاسما الخلية، ثم تبدأ الحواجز بالظهور بين هذه النوى ، لتعطي مشرة عروسية مؤنثة ذات مظهر خلوي .ولكنها تعتبر مختزلة وخالية من الأرحام .



شكل رقم (١٥٦): الفلفيتشيا العجيبة .

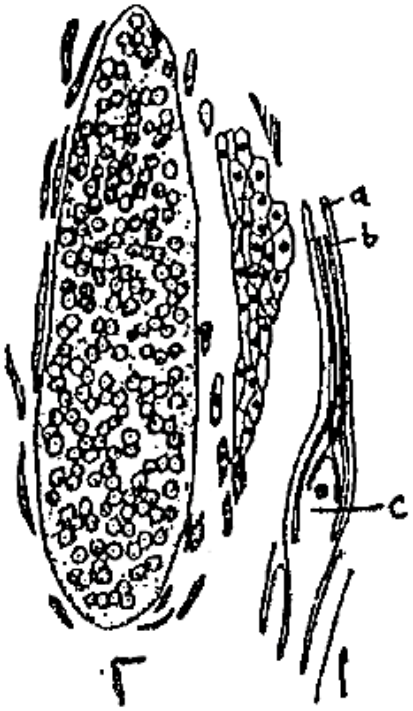
١ - أزهار مذكر ٢ - أزهار مؤنث ٣ - جزء من الأزهار المذكر ٤ - زهرة مذكرة

٥- زهرة مذكرة بعد رفع الحرشفتان الخارجيتان ٦ - زهرة مذكرة مع غطاء مفتوح.

٧- زهرة مذكرة بعد رفع الغطاء ٨- مقطع طولي في الزهرة المذكرة ٩- بوغة دقيقة أو حبة طلع.

تنقسم هذه المشرة إلى قسمين علوي وسفلي. ويلاحظ توزع غير متساوي للخلايا بين هذيه القسمين، حيث تتزاحم الخلايا في الجزء السفلي منها على شكل مجموعات خلوية ، تحوي كل خلية على عدد من النوى.

أما في الجزء العلوي فيكون فيها عدد الخلايا وبالتالي النوى أقل بكثير قد ينخفض إلى ٢ - ٣ خلايا فقط. تتطاول هذه الخلايا لتشكل مايشبه الأنابيب، المتجهة نحو قمة النوسيل ، يطلق عليها اسم الأنابيب البيضية ، شبيهة بالأنابيب الطلعية من حيث الوظيفة ، حيث كلاهما تنحصر وظيفته في تسهيل عملية الإخصاب. الشكل رقم(١٥٧).



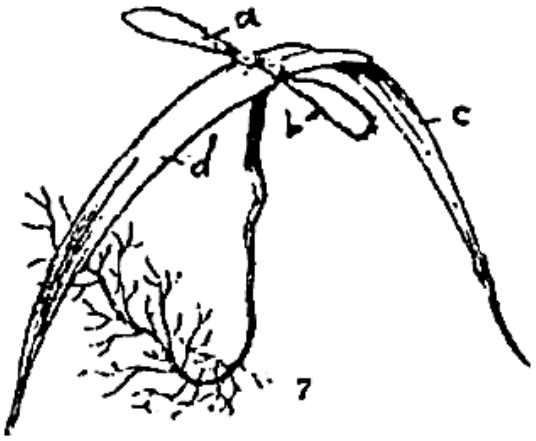
الشكل رقم (١٥٧):١-مقطع طولي في زهرة مؤنثة a - كم b- محالة c- توسيل٢-مشرة عروسية مؤنثة في مرحلة النوى الحرة

-الإلقاح وتشكل الجنين:

تنطلق حبوب الطلع من داخل أكياسها البوغية ، وهي حاملة لنواتين فقط وتحمل بواسطة الرياح أو الحشرات لتصل إلى البويضة.

يلتصق حب الطلع بالبويضة عن طريق قطرة لزجة يفرزها الانبوب الكوي.تدخل بواسطتها حبوب الطلع إلى الحجرة الطلعية، وتشكل هناك الأنابيب الطلعية، وفي الوقت نفسه تشكل النوى في الجزء العلوي من البويضة ، الأنابيب البيضية، تتلاقى الأنابيب الطلعية مع البيضية وتنحل الغلف العازلة بينهما.وتلتحم نواة البيضة مع نواة النطفة لتشكل البيضة الملقحة.تعطي البيضة الملقحة بإنقساماتها جنين مكون من معلق وفي نهايته رشيم، دون المرور في مرحلة النوى الحرة. للرشيم فلقتان فقط، وعند نضجه يتحول إلى بذرة محاطة بغلاف قاسي.

يأخذ شكل جناح عريض يساعد على حملها وبعثرتها بواسطة الرياح. تنتش البذور بالظروف المناسبة لإنتاشها، معطية بادرة حاملة لفلقتين تزولان بسرعة، ويحل محلهما ورقتان شريطيتان شكل رقم (١٥٨).



شكل رقم(١٥٨) بادرة نبات جديد في الفلفينشيا . aوb الفقتان Cوd ورقتان شريطيتان

شعبة الجينغويات Ginkgophyta

تضم هذه الشعبة على :

صف الجنكويات Ginkgopsida

● ـ صف الجنكوبا ت Ginkgopsida

يضم هذا الصف ٥ـ ١ـ رتبة واحدة Ginkgoales فيها فصيلة واحدة Ginkgoaceae تضم جنس واحد حي هو Ginkgo وعدة أجناس مستحاثية منها Baiera و Glssophyllum و Spheno faiera .

ويمثل الجنكوبيلوبا Ginkgo biloba النوع الوحيد الحي في هذا الصف، ويعتبر من الأشجار المزروعة والقليلة العدد في العالم. حيث تستخدم أوراقه الإعاشية للزينة، ومازال متواجداً بصورة طبيعية في المناطق الجبلية في الصين واليابان، ويزرع في كثير من الحدائق النباتية في العالم.

ـ الشكل العام:

يمثل الجنكو شجرة ضخمة يصل طولها إلى ٣٠ متراً ، وقطر جذعها نحو متر ونصف تقريباً . وهي شديدة التفرع ، تعطي هذه الفروع الشكل الهرمي أو المخروطي للشجرة. الفروع ذات نمطين : فروع طويلة توفر النمو الأساسي لها وتحمل الأوراق بصورة مبعثرة أو مشتتة . وفروع قصيرة ذات نمو بطيء تصل الى بضعة سنتميترات خلال عدة سنوات. وتحمل الأوراق بشكل حزمي ونهائي، حيث يتوضع في نهاية الفارع نحو ١٢ ورقة . تحاط الأوراق من قاعدتها بمجموعة من الأوراق الحرشفية التي تشكل غطاءً حرشفياً ، وتمثل قواعد الأوراق القديمة التي سقطت شتاءً .

ـ الجهاز التكاثري :

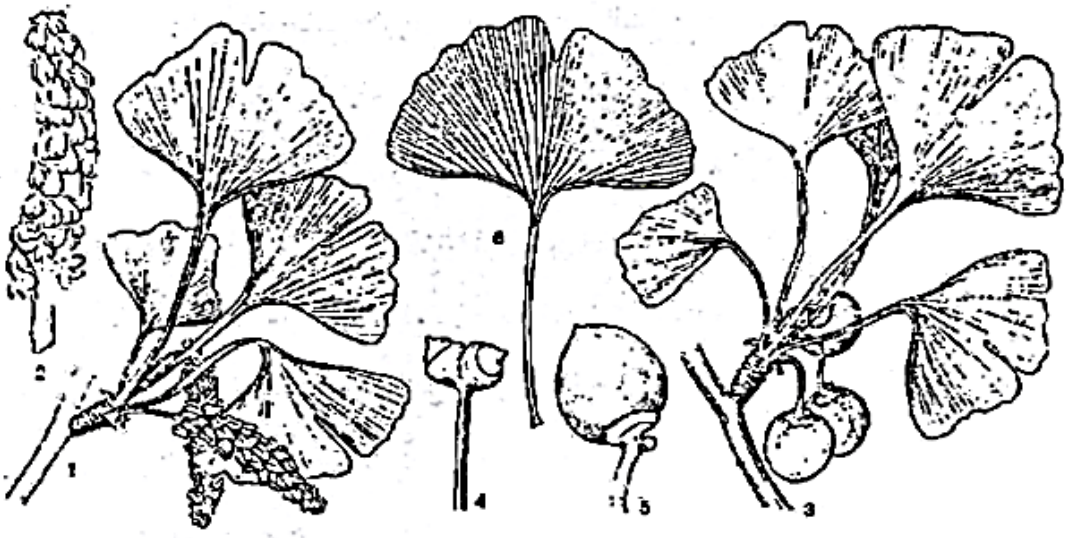
يمثل الجنكو شجرة منفصلة الجنس ، ثنائية المسكن ، أي هناك أشجار ذكرية وأخرى انثوية.

ـ الزهرة المذكرة:

تأخذ الأعضاء التكاثرية الذكرية شكل هرابرات متدلية ، متوضعة في آباط الحراشف العلوية للفوارع القصيرة .

وتتألف كل هريرة من محور يتوضع حوله لولبيا عدد من الأوراق البوغية المذكرة أو الاسدية .

شكل رقم (١٦١).



شكل رقم (١٦١) : الجنكوبيلوبا

١ ـ فارع قصير مع أوراق اعاشية ومخاريط مذكرة ٢ ـ هريرة مذكرة ٣ ـ فارع قصير مع أوراق اعاشية ومخاريط مؤنثة.

٤ ـ سويقة تحمل في نهايتها بويضتين غير ناضجتين ٥ ـ مخروط مؤنث حامل لبويضة ناضجة (مرحلة بلرة ناضجة).

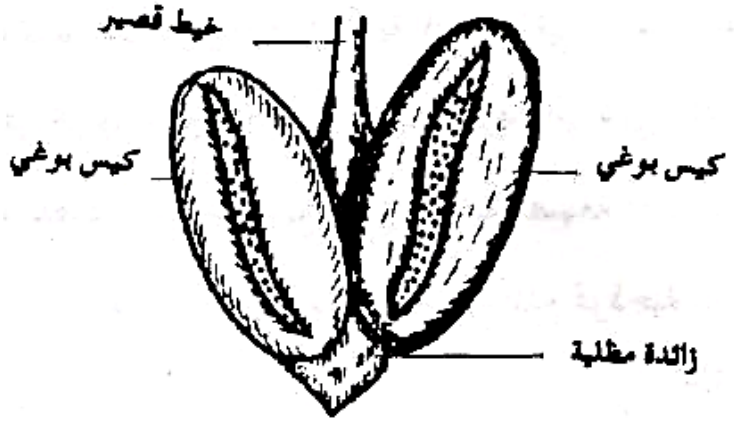
٦ ـ ورقة اعاشية.

تتألف كل سدادة من خيط قصير وزائدة مظلية ، تحمل هذه الزائدة في أسفلها كيسين بوغين ، وقد يصل هذا العدد إلى سبعة أكياس بوغية أحياناً . شكل رقم (١٦٢) .

تحاط الأكياس البوغية بجدار متعدد الطبقات ، الداخلية منها تخينة الجدران . تلعب هذه الطبقة دوراً مهماً في تفتح الكيس البوغي . تتناثر منه حبوب طلع ذات شق طولي وشكل متطاول ، وبالتالي فهي تشبه حبوب الطلع في السيكاسيات .

ـ الزهرة المؤنثة :

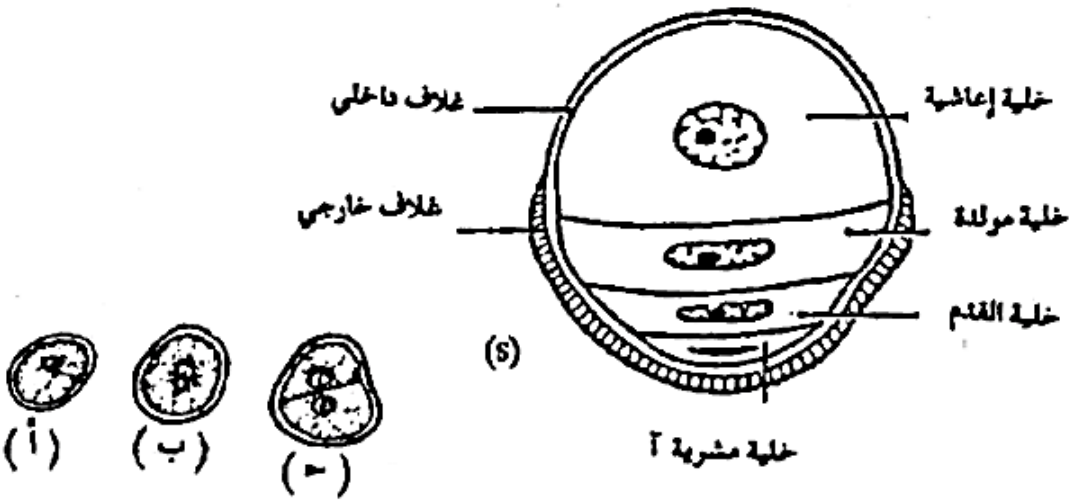
تتشكل الزهرة المؤنثة على الفروع القصيرة ، حيث نلاحظ في إباط الحراشف أو الأوراق العائدة لهذه الفروع معلاق ينتهي ببويضتين Ovules شكل رقم (١٦١) ، وقد يتفرع المعلاق ويحمل أكثر من بويضتين . وتكون ذات حجم أصغر من بويضة السيكاس (١,٥x١سم) . وهي مستقيمة وتحاط من قاعدتها بحلقة ضامرة من النسج الورقية ، تعرف باسم القدح Cupule . وتظهر صغيرة الحجم في الربيع حتى تصبح كبيرة الحجم وناضجة في الصيف . شكل رقم (١٦٥) .



شكل رقم(١٦٢)

ـ النبات العروسي الذكري:

تنتش حبة الطلع التي يتراوح قطرها بين ٢٥ ـ ٣٠ ميكرون ،وهي ماتزال داخل أكياسها البوغية حيث تنهي إنتاشها الأول لتشكل حبة طلع ذات أربع خلايا . بعد الإنقسام الأول لنواتها تحصل على خليتين ذات حجم مختلف ، صغيرة تمثل الخلية المشرية التي تنحلل، ويظهر مكانها خلية مشرية ثانية باقية ، وكبيرة تنقسم لتعطي خلية مشرية ثانية وخلية أخرى ، تنقسم هذه الأخرى من جديد لتعطي خلية اعاشية + خلية مولدة . أي هناك أربع خلايا ، خليتان مشريتان وخلية اعاشية وخلية مولدة شكل رقم (١٦٣).



شكل رقم (١٦٣) B- الشكل العام لحبة الطلع في الجنكو Ginkgo biloba

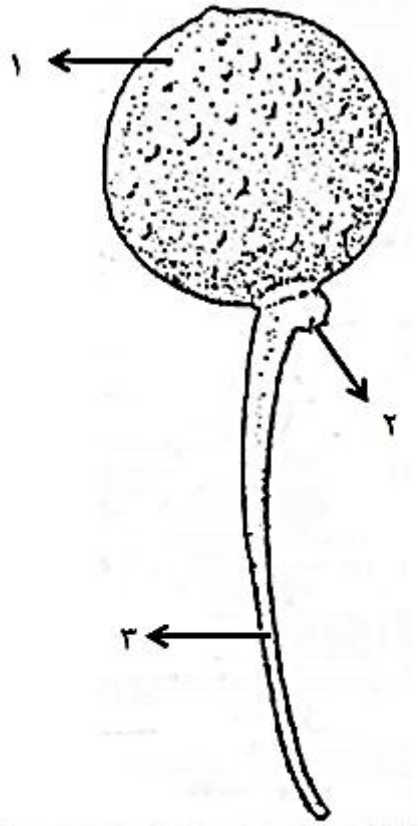
آ ← حـ المراحل الأولى من نمو النبات العروسي المذكر

آ ـ بوغة دقيقة ب ـ بداية انقسام نواة البوغة الدقيقة حـ تشكيل خليتين، علوية وسفلية أوصغيرة وكبيرة.

S ـ الشكل العام لحبة الطلع.

وتتألف البويضة الناضجة في المقطع الطولي من الأجزاء التالية

١ ـ اللحافة : وهي وحيدة وثخينة . تتفرع فيها حزمتان وعائيتان بصورة متناظرة جانبياً . وتتألف من ثلاث طبقات.



شكل رقم (١٦٥):

البويضة الناضجة في الصنف (مكبرة x ١).

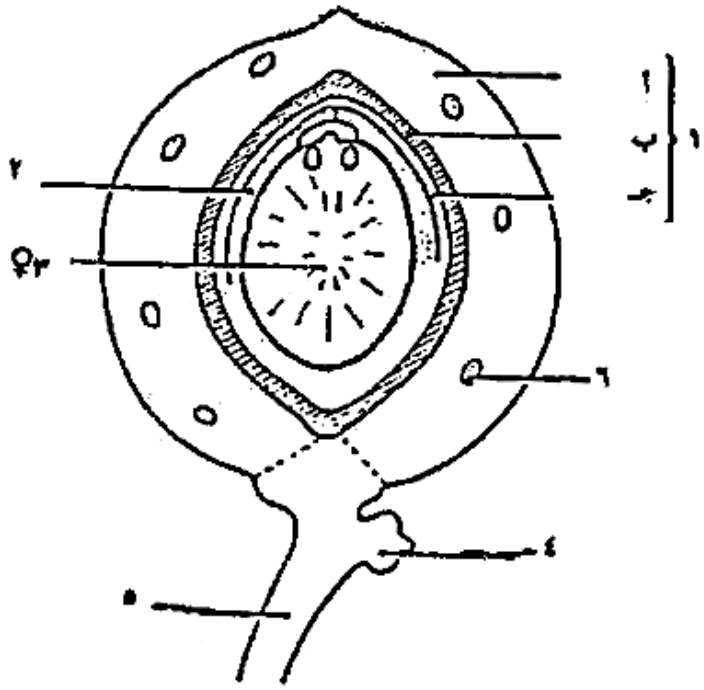
١ ـ بويضة خصبة ٢ ـ مكان البويضة الثانية العقيمة ٣ ـ معلاق طويل

طبقة خارجية لحمية Sarcotesta ، تبلغ سماكتها ٥ـ٦ ملم ، وهي عبارة عن خلايا برنشيمية تحوي جيوباً مخاطية ، تغطيها من الخارج طبقة من خلايا البشرة الغنية باليخضور.

وطبقة متوسطة متخشبة Sclerotesta ، تبلغ سماكتها نحو ٠,٥ ملم .

وطبقة داخلية Endotestaرقيقة غشائية وتلتصق تماماً بالطبقة المتوسطة .

٢ ـ النوسيلة Nucellus : وهو ضخم ويحمل في قمته حجرة طلعية كبيرة نسبياً وتبلغ سماكته نحو ٠,٣ ملم وذات لون أبيض عاجي ، وبنية عصيرية .



الشكل رقم (١٦٦) : مقطع طولي في بويضة ناضجة

١ ـ اللحافة أ ـ طبقة خارجية ب ـ طبقة متوسطة جـ ـ طبقة داخلية

٢ ـ النوسيل ٣ ـ الإندوسبرم ٤ ـ بويضة عقيمة (تنوء مكان توضع هذه البويضة) ٥ ـ معلاق

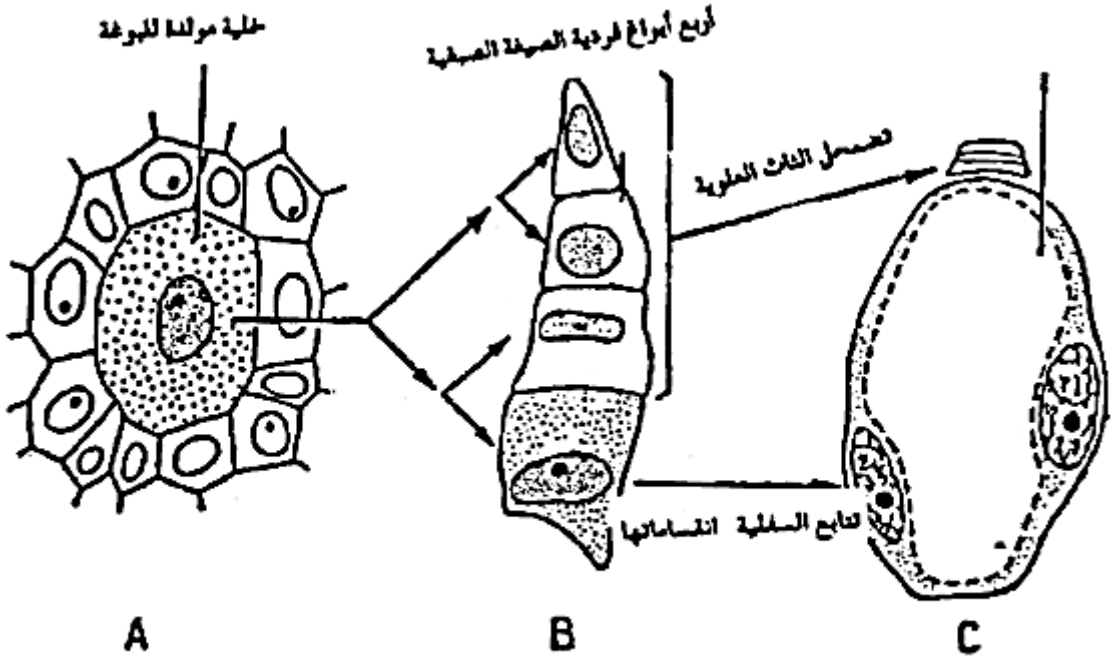
٦ ـ جيوب مخاطية بالطبقة الخارجية من اللحافة .

أما تشكل المشرة العروسية المؤنثة ، فيتم على النحو التالي:

تتمايز في قمة النوسيل خلية ضخمة تعرف باسم الخلية الأم المولدة للبوغة الكبيرة (مشرة عروسية مؤنثة). تمر هذه الخلية بإنقسام منصف ينتج عنه اربع خلايا ، تصطف هذه الخلايا طولياً فوق بعضها البعض .

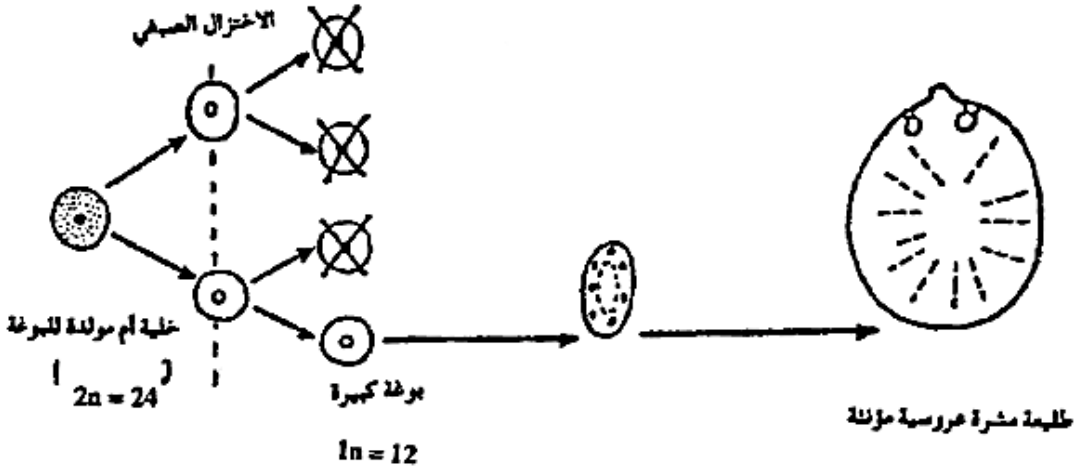
ثم تضمحل الثلاث العلوية منها وتبقى السفلية العميقة التي تتمايز إلى المشرة العروسية المؤنثة ، بعد أن يطرأ عليها العديد من الإنقسامات النووية، دون تشكل حواجز بين النوى المتشكلة عن الإنقسام.

تأخذ هذه النوى في البداية وضعاً جدارياً ، لأنها تُدفع إلى الخارج بفجوة كبيرة مركزية .تظهر الحواجز بين هذه النوى بالتدريج ، اعتباراً من المحيط بإتجاه المركز . لتعطي طليعة المشرة العروسية المونثة ذات اللون الأخضر . شكل رقم (١٦٧-١) .



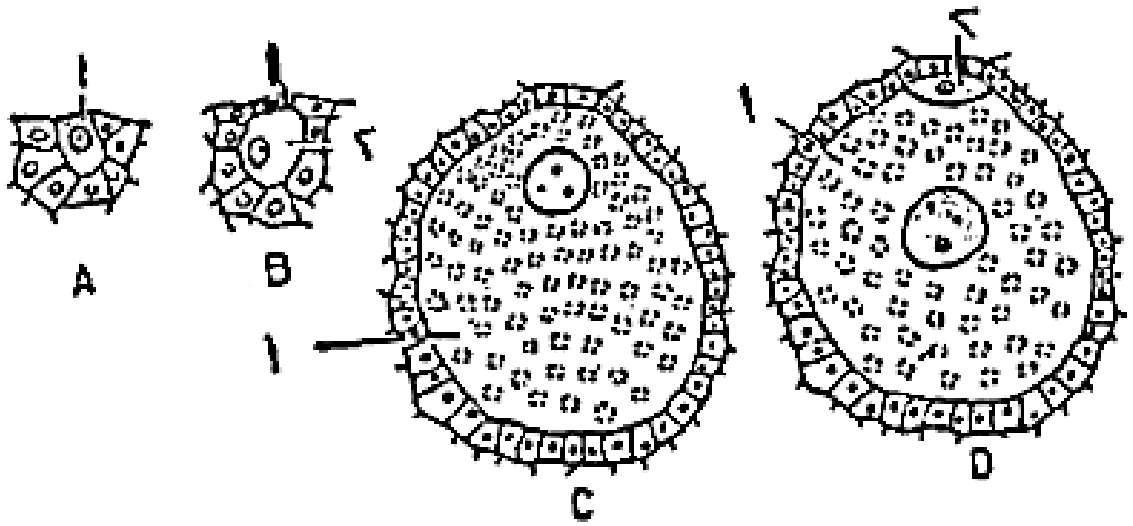
شكل رقم(١٦٧-٤):تشكل طليعة المشرة الانثوية اعتباراً من الخلية الأم A-الخلية الأم B-تشكيل أربع خلايا C-تشكل طليعة المشرة

وبعد نضج المشرة العروسية المؤنثة واكتمال نموها، تتمايز فيها الخلايا المولدة للأرحام، وعددها إثنتان ونادراً جداً ثلاث خلايا.



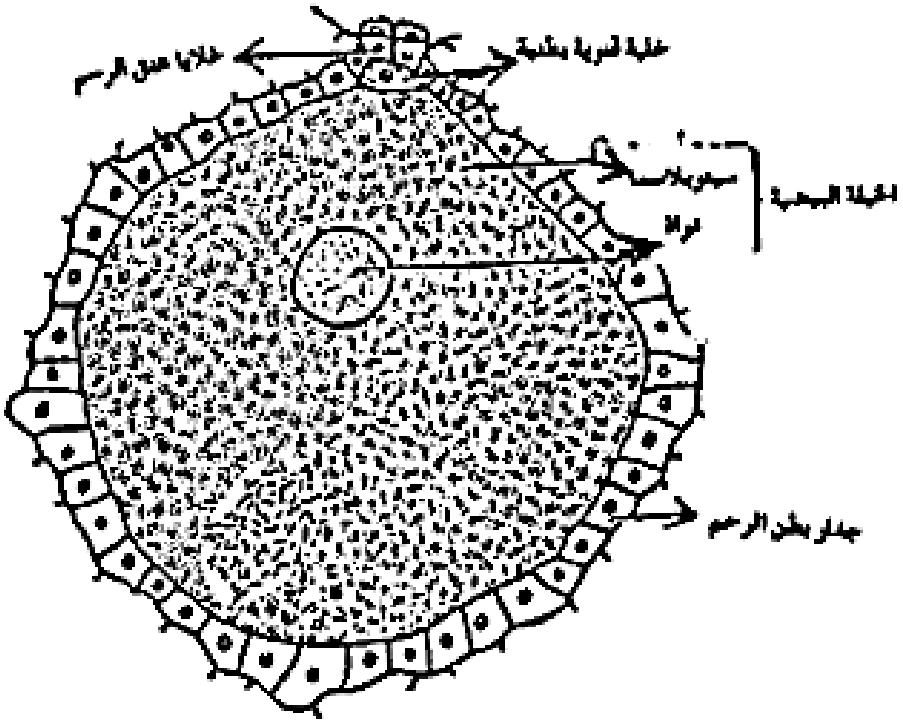
شكل رقم (١٦٧-٤) : مخطط يمثل تشكل طليعة المشرة العروسية وطريقة الانقسام في الجنكو .

ويتشكل الرحم الناضج اعتباراً من فصل الربيع وحتى الصيف، حيث تنقسم كل خلية مولدة للرحم إلى خليتين: خلية قنوية بطنية، وخلية بيضية، ويحدث هذا الانقسام في الاسبوع الأول من أيلول ويتألف كل رحم ناضج من عدد رباعي الخلايا، وخلية قنوية بطنية وخلية بيضية كروية. تكون الخلية البيضية الكروية كبيرة الحجم أيضاً يبلغ قطرها حوالي ١٠٠ ميكرون . شكل رقم(١٦٨-١) و (١٦٨-٢).



شكل رقم (١٦٨ ـ ١) تمايز وتشكل الرحم في الجنكو .

A ـ ١ ـ خلية مولدة للرحم B ـ ١ ـ خلية العمق B ـ ٢ ـ خلية بيضية C ـ ١ ـ خلية بيضية D ـ ١ ـ البيضة الكروية D ـ ٢ ـ خلية البطن



شكل رقم (١٦٨ ـ ٢) الشكل العام للرحم في الجنكو

وتتوضع هذه الأرحام الناضجة على طرفي بنية خاصة ذات لون بني وبنية قاسية، تعرف باسم المنقار Colonne. ويعلو المنقار الحجرة الطلعية ، التي نجد على طرفيها الأنابيب الطلعية. أما بقية السويداء فتقوم بتخزين حبات النشاء والمواد الدهنية قبل الإلقاح بفترة قصيرة ، على عكس بقية معراة البذور الأكثر تطوراً التي تقوم بالتخزين بعد الإلقاح.

-الإلقاح والإخصاب :

يحدث الإلقاح في فصل الربيع بواسطة الرياح حيث تحط حبوب الطلع التي انهت إنتاشها الأول على البويضات، التي ماتزال على الفروع الانثوية .وتصل إلى الكوة ومن ثم تسقط في الحجرة الطلعية للبويضة، وتقوم الكوة بإفراز مواد مخاطية تعمل على لصق حبوب الطلع، ومع جفافها تقع حبوب الطلع في الحجرة الطلعية . عند ذلك يتضخم الجدار الداخلي لحبة الطلع، ويشكل انبوباً طلعياً يثبت نفسه في النوسيل، ممتداً ليلاقي المشرة العروسية المؤنثة .وهاضماً لكافة النسج التي يلاقيها حتى تصبح الحجرة الطلعية كبيرة بصورة واضحة .ثم ينفصل جسم حبة الطلع عن الانبوب الطلعي، ويبقى فوق الأرحام بينما يمتد الانبوب الطلعي ليصل إلى الرحم الناضج، عندها تنقسم الخلية المولدة لتعطي خلية القدم وخلية نطفية (أو خلية مولدة للنطاف) .تنقسم الأخيرة لتعطي نطفتين متحركتين بواسطة الأهداب أو السياط وذات شكل بيضوي وأبعاد تتراوح بين ٣٠ ـ ٣٥ميكرون، وتحوي على نواة كبيرة الحجم . وتختلف عن نطاف السيكاسيات بشكلها الأطول وعصابتها المهدبة الحلزونية الأقل تكثفاًمن نطاف السيكاسيات .

تسبح النطاف بسائل الحجرة الطلعية وتقوم إحداهما بتلقيح الخلية البيضية الكروية ،وتشكيل البيضة المخصبة Zygote التي تتطور وتعطي نبات جنكو جديد إما مذكر أومؤنث .وتغلق بعدها الحجرة الطلعية بعد التأبير . شكل رقم(١٦٩) .

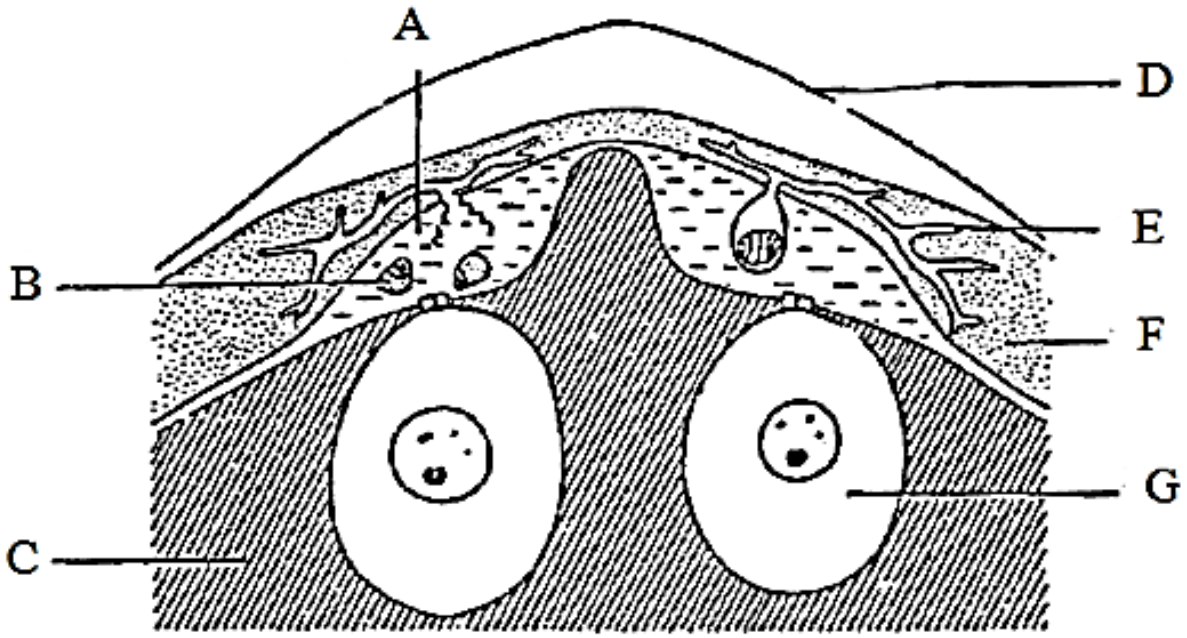
-تكون الجنين Embryogenese :

تسقط البويضة المخصبة عن النبات الأم . وتبدأ نواتها بالإنقسام مباشرة عدة انقسامات لتصل إلى مرحلة تضم ٢٥٦ نواة . ولكن دون تشكل جدر خلوية بين هذه النوى المتشكلة ، ثم تبدأ الجدر الخلوية البكتوسيللوزية بالتشكل مكونة بذلك طليعة الجنين .

تميز في طليعة الجنين نوعين من الخلايا : خلايا كبيرة تحوي على فجوات، تتوضع في الجزء العلوي من البيضة المخصبة بالقرب من الكوة . وهي ذات شكل قارووري.

وخلايا صغيرة ميريستيمية تتوضع في الجزء السفلي من البيضة الملقحة وهي التي ستعطي الجنين فيما بعد.

بينما تتضخم الخلايا في المنطقة الوسطى قليلاً .أما المعلق كبينة أو كجزء محدد فهو غيرموجود في جنين الجنكو شكل رقم(١٧٠).



الشكل رقم (١٦٩):

يوضح قمة البويضة في الجنكو عند انطلاق الأعراس المذكرة.

A - حجرة طلعية B - نطفة مهدبة C - طليعة المشرة المؤنثة أو السويداء . D - غلافة البويضة

E- تفرع الانبوب الطلعي F- توسيل G - البيضة الكروية .

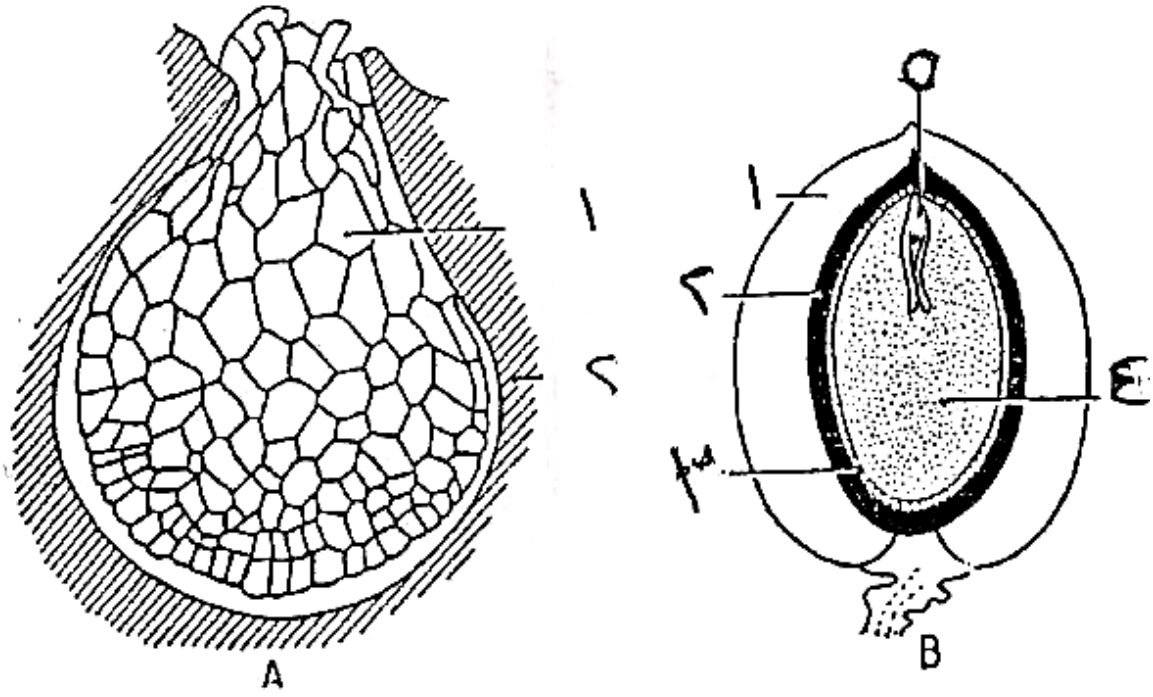
تميز في طليعة الجنين نوعين من الخلايا : خلايا كبيرة تحوي على فجوات، تتوضع في الجزء العلوي من البيضة المخصبة بالقرب من الكوة . وهي ذات شكل قارورى.

وخلايا صغيرة ميريستيمية تتوضع في الجزء السفلي من البيضة الملقحة وهي التي ستعطي الجنين فيما بعد.

بينما تتضخم الخلايا في المنطقة الوسطى قليلاً .أما المعلق كبيرة أو كجزء محدد فهو غير موجود في جنين الجنكو شكل رقم(١٧٠).

ـ والجنين ثنائي الفلقات.ويتمايز فيه الجذير Radicule والسويقة التي تحوي العديد من الأقنية الخاطية.وتكون فلقتا الجنين غير متساويتين بالحجم، حيث تكون احداهما أكبر من الأخرى.وعند اكتمال النمو تصبح الفلقتان متساويتين في الحجم .وتتطور عادة إحدى البويضتين إلى بذرة، حيث

يصل حجم البذرة الناضجة إلى ٢سم قطراً وعند نضج البذرة تحاط بلحافة وتتألف من غشاء خارجي لحمي ، وطبقة داخلية سميكة جلدية متخشبة.



الشكل رقم (١٧٠):

A- مرحلة الخلايا الجنينية غير المتمايزة في الجنكو .

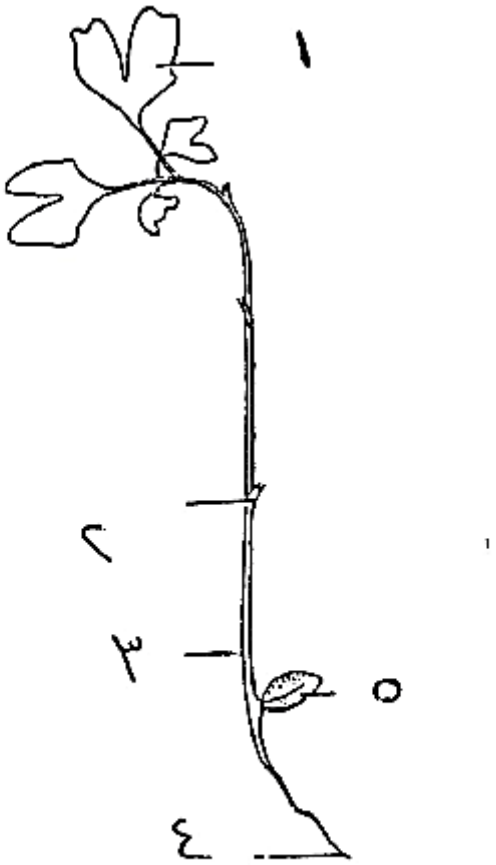
A ـ ١ ـ جنين A ـ ٢ ـ مشرة عروسية

B - مقطع طولي في بويضة الجنكو الحاوية على الجنين الفتي .

١ ـ الطبقة الخارجية من اللحافة ٢ ـ الطبقة الوسطى من اللحافة

٣ ـ الطبقة الداخلية من اللحافة ٤ ـ طليعة المشرة العروسية ٥ ـ الجنين .

انتاش البذور أرضياً ويحدث بسرعة عند توفر الظروف الملائمة فتقوم الفلقات بنقل المواد المغذية إلى البادرة .ويتطور الجذير معطياً الجذر الرئيسي ، ويخرج السويق من اللحافة حاملاً فوق الفلقات أوراقاً حرشفية. تتمايز بالتدريج لتأخذ شكل مراوح ذات فصين شكل رقم (١٧١).



الشكل رقم (١٧٩) إنتاش بذرة الجنكو

١ - أوراق مروحية ذات فصين ٢ - برعم ورقي ٣ - سويق ٤ - جذير ٥ - فلقات .

الفصل الثالث عشر

شعبة المخروطيات Conifrophyta

وتضم صف المخروطيات Coniferopsida

ويضم تحت صفين رئيسين CORDAITIDAE و PINIDAE

٦ ـ ٢ تحت صف الصنوبريات

PINIDAE

تمثل نباتات هذه الزمرة أكبر مجموعة في نباتات معراة البذور وجوداً وانتشاراً على سطح الأرض. حيث يضم تحت الصف هذا نحو ٧ رتب و١٧ فصيلة و٥٥ جنساً ونحو ٥٦٠ نوعاً . ينتشر نحو ٣٠ من هذه الأجناس في نصف الكرة الشمالي و١٤ جناساً في نصف الكرة الجنوبي وحوالي ٦ أجناس منها تنتشر في قطبي الكرة الأرضية .

ازدهرت الصفوف السابقة من معراة البذور في العصور الجيولوجية المختلفة ، ثم انقرضت أغلب أنواعها وتمثلت بأنواع حية قليلة . وهذا يعود إلى عدم تكيفها مع المتغيرات البنيوية والبيئية التي سادت على سطح الكرة الأرضية . أما نباتات صف المخروطيات فقد كانت أكثر تكيفاً مع التغيرات البيئية واستطاعت الانتشار في المناطق الباردة والمعتدلة وحتى المدارية ، والمناطق الجبلية . مشكلة الغطاء النباتي لسطح الكرة الأرضية .

ـ المميزات العامة لنباتات تحت صف المخروطيات :

تنتشر المخروطيات بصورة واسعة بشكل أشجار ، ونادراً جداً شجيرات ، أما النماذج العشبية فهي غير موجودة . وتبدي أشجارها شكلاً مخروطياً أو هرمياً . حيث تتألف من ساق طويلة ومتطورة ، فقد يصل طولها في بعض الأنواع الى نحو ٥٠ ـ ٦٠ م ، وقطر ساقها يزيد عن المترين . وبصورة عامة هي أشجار معمرة فقد يصل عمر النبات في بعض الأجناس الى مئات أو آلاف السنين : تحمل الساق الفروع المختلفة المتوضعة في مستويات متباعدة عن بعضها البعض بإنتظام .

ويزيد التباعد بين الفروع كلما انتقلنا من الأسفل بإتجاه الأعلى ونفس الترتيب يوجد على الفروع الجانبية أو الثانوية ، مما يعطي للشجرة شكلاً هرمياً منسقاً . ولكن هناك حالات شاذة :

١ ـ حيث تبدي الصنوبريات أحياناً تفرعاً عشوائياً ، بحيث يصعب التمييز بين المحور الرئيسي للشجرة عن الفروع الثانوية . مما يعطي للشجرة مظهر شجيرة مثال العرعر .

٢ ـ كما تظهر بعض أنواع الصنوبر Pinus sabiana تفرعاً ثنائياً بصورة واضحة ، أي يحمل الساق نمطين من الفروع الطويلة والقصيرة .

٣ ـ هناك بعض أجناس من المخروطيات تعطي نمطاً واحداً من الفروع المتجانسة التي تحمل الأوراق بشكل حلزوني كما هو الحال في الأروكاريا .

في النمط الثاني تحمل الفروع الطويلة الأوراق الحرشفية الإبرية أو الكبيرة نسبياً ، بشكل حلزوني . ويتوضع في آباط الأوراق الحرشفية العائدة للفروع الطويلة ، الفروع القصيرة التي تحمل في قمتها حزمة من الأوراق الخضراء المتجمعة ، التي يصل عددها من ١ ـ ٨ أوراق ، تسقط هذه الأوراق مع الفروع القصيرة سوية . وتملك هذه الأوراق وظيفة تمثيلية .

وفي أجناس أخرى تكون الفروع الطويلة والقصيرة مورقة كما هو الحال في الأرز والشوح . وتغطى حراشف الفروع الطويلة بمادة صمغية راتنجية ، كما هو الحال في أنواع الجنس Abies ، وقد تتلاصق الحراشف مع بعضها البعض بسبب تطبق أهدابها الناعمة كما هو الحال في كثير من أنواع الصنوبر .

وتبدي أوراق المخروطيات تنوعاً كبيراً بالشكل والحجم . من ابرية صغيرة الحجم ، كما في جنس الصنوبر من ١ ـ ٢ سم ، في حين تبدي بعض الأنواع أوراقاً كبيرة نسبياً تصل إلى ٤٠ سم طولاً و تملك بعض أجناس الصنوبر أيضاً حراشف غير يخضورية .

أما بقية أجناس المخروطيات فلا تملك إلا أوراق يخضورية متجانسة الشكل ، مثلاً أوراق الفصيلة الأروكادية مثل نوع Podocarpus. amarus تصل إلى ١٨سم طولاً و٣,٥ سم عرضاً.وهي لاطئة وذات حافة ملساء. إذ نادراً ما نجد أوراق محمولة على معلاق قصير ، أو مشطورة من أعلاها ، لأن أغلبها ذات حواف كاملة وملساء.

وهي دائمة الخضرة في جميع الصنوبريات لدوامها أكثر من عام واحد على الأغصان وعندما تسقط الأوراق فإنها تترك مكان سقوطها على الساق ندبة ، مختلفة بالشكل من جنس آخر ، لذلك تلعب هذه الندبات دوراً مهماً في التصنيف (مدورة ـ مسطحة ـ بيضوية ـ معينية)

للمخروطيات جذر أصلي وتدي، يقوم بتثبيت الساق في التربة . وفي حالات أخرى تقوم الجذور الثانوية بدعم وظيفة التثبيت للجذر الوتدي الأصلي. وتحمل نهاية الجذر وعلى مساحة صغيرة منها الأشعار أو الأوبار الماصة، التي تقوم بإمتصاص الماء والمواد المغذية من التربة. وهي سريعة العطب وسريعة الزوال.

تتعايش بعض الفطور مع جذور الصنوبريات، فتظهر جذورها شكلاً مشوهاً بسبب إضافة مشيجة الفطر إلى الجذور الجانبية ، وتقوم هذه الفطور بإمتصاص الآزوت ، وتأمينه للنبات المضيف مما يمكنه من العيش في الترب الفقيرة بهذا العنصر. ولا تبدي البنية التشريحية للجذر حلقات النمو السنوية بشكل واضح. كما هو الحال في الساق.

ـ البنية التشريحية للساق :

تشير الدراسة التشريحية لساق المخروطيات الى تشابه في البنية بين جميع الأجناس، كما أنها تشبه بنية ساق ثنائيات الفلقة . وهي تتألف من الطبقات التالية :

البشرة المتفلنة والمجهزة بقشيرة، الى داخلها تتوضع القشرة المؤلفة من عدة طبقات برنشيمية مجهزة بالعديد من القنوات الراتنجية ذات أصل تحللي وتتألف القناة الواحدة من خلايا مفرزة تقوم بعملية الإفراز وتحاط من خارجها بطبقة من الخلايا الميتة، إلى الحيط منها تتوضع الخلايا البرنشيمية الإدخارية الغنية بالمواد الغذائية من زيوت ونشاء. وتتوضع هذه الأقنية في المخ والخشب الأولي والثانوي وحتى في الأشعة المخية، كما هو الحال في الصنوبر، أو في اللحاء كما في الأوركاريا. وتنصب محتوياتها في الأوعية الناقصة والأشعة المخية . يلي البرنشيم القشري الأدمة الباطنة، فالمحيط الدائر ثم حلقة من الحزم الوعائية الجانبية.

يتألف خشبها الابتدائي من أوعية ناقصة حلقية أو حلزونية التغلظات ويندفع هذا الخشب نحو المخ ليشغل حيزاً ضيقاً جداً، يليه وبإتجاه محيط المقطع الخشب الثانوي الكثيف، المؤلف من عدة صفوف متراصة من القصيبات.

تختلف هذه القصيبات على مقطعها العرضي حسب فصول السنة التي تشكلت خلالها. حيث تبدي قصيبات فصل الشتاء والخريف لمعة ضيقة وجدران ثخينة ، في حين تُظهر قصيبات فصل الربيع والصيف لمعة كبيرة وجدران رقيقة. ويشكل كلاهما حلقة نمو سنوية واحدة. ويستدل على عمر الساق من خلال عدد حلقات النمو هذه، التي يقع أحدثها في مركز المقطع. وتحمل هذه القصيبات ثقوباً هالية

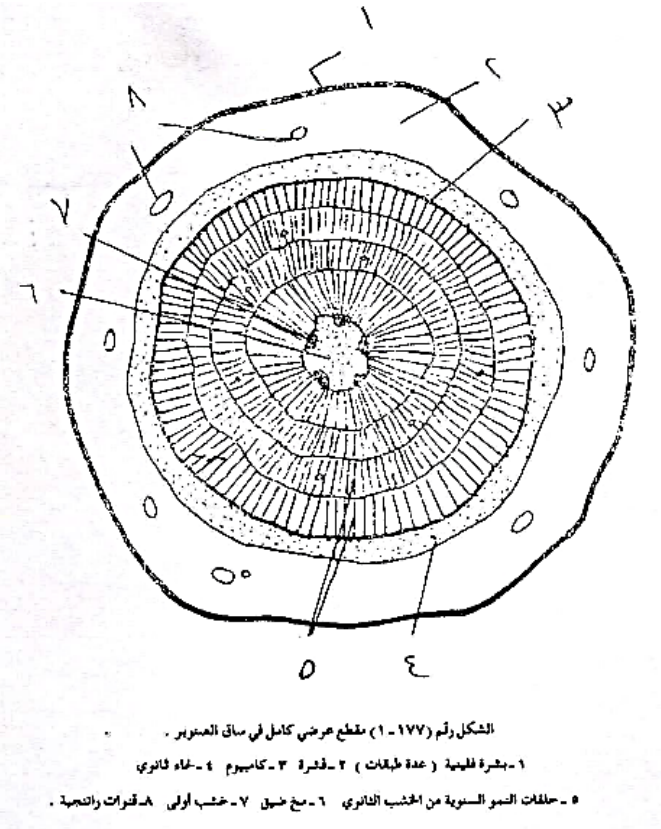
من خلال عدد حلقات النمو هذه، التي يقع أحدثها في مركز المقطع. وتحمل هذه القصيبات ثقوباً هالية في صف واحد على الوجه الشعاعي في الصنوبر. وهذه التزينات تتوضع في معظم أجناس المخروطيات في صف واحد على الجدار الشعاعي ، مع ميل إلى تناقص عددها .

بينما نصادف في الأجناس القديمة مثل الأوركاريا والآغاتس تزينات هالية، ولكن مرتبة في ثلاثة أو أربعة صفوف.

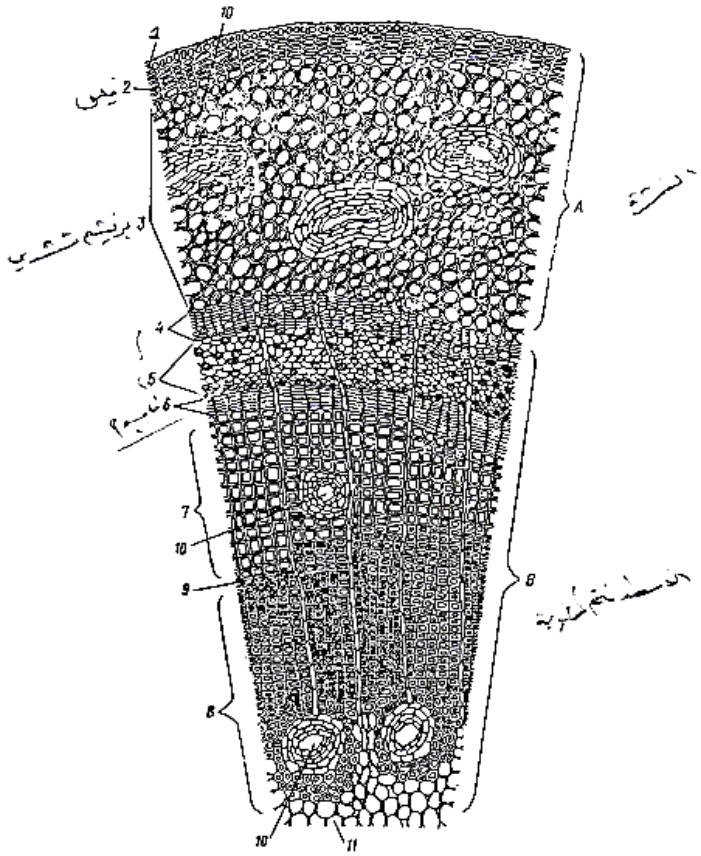
يخترق حلقات النمو السنوية هذه، أشعة مخية ضيقة تلعب دوراً مهماً في نقل الغذاء عرضانياً في السوق النامية .

يلي الخشب الثانوي ، اللحاء الثانوي ، الذي يتشكل بصورة منتظمة كالخشب اعتباراً من طبقة الكامبيوم أو القلف Cambium الذي يفصل بينهما.

ويتألف اللحاء الثانوي من أنابيب غربالية وبرنشيم لحائي، ولكنه لا يملك خلايا مرافقة . تحمل هذه الأنابيب صفائح غربالية على الوجه الطولي الشعاعي وعلى الوجه العرضي المائل في صف أو صفين. وفي مركز المقطع نجد البرنشيم المخي القليل التطور، الذي يشغل حيزاً ضيقاً من المقطع .شكل رقم(١٧٧ -١) و(١٧٧-٢) .



الشكل رقم (١٧٧ - ١) مقطع عرضي كامل في ساق الصنوبر .
١ - بشرة قليلية (عدة طبقات) ٢ - قشرة ٣ - كامبيوم ٤ - لحاء ثانوي
٥ - حلقات النمو السنوية من الخشب الثانوي ٦ - مخ خشبي ٧ - خشب أولي ٨ - قنوات راتنجية .



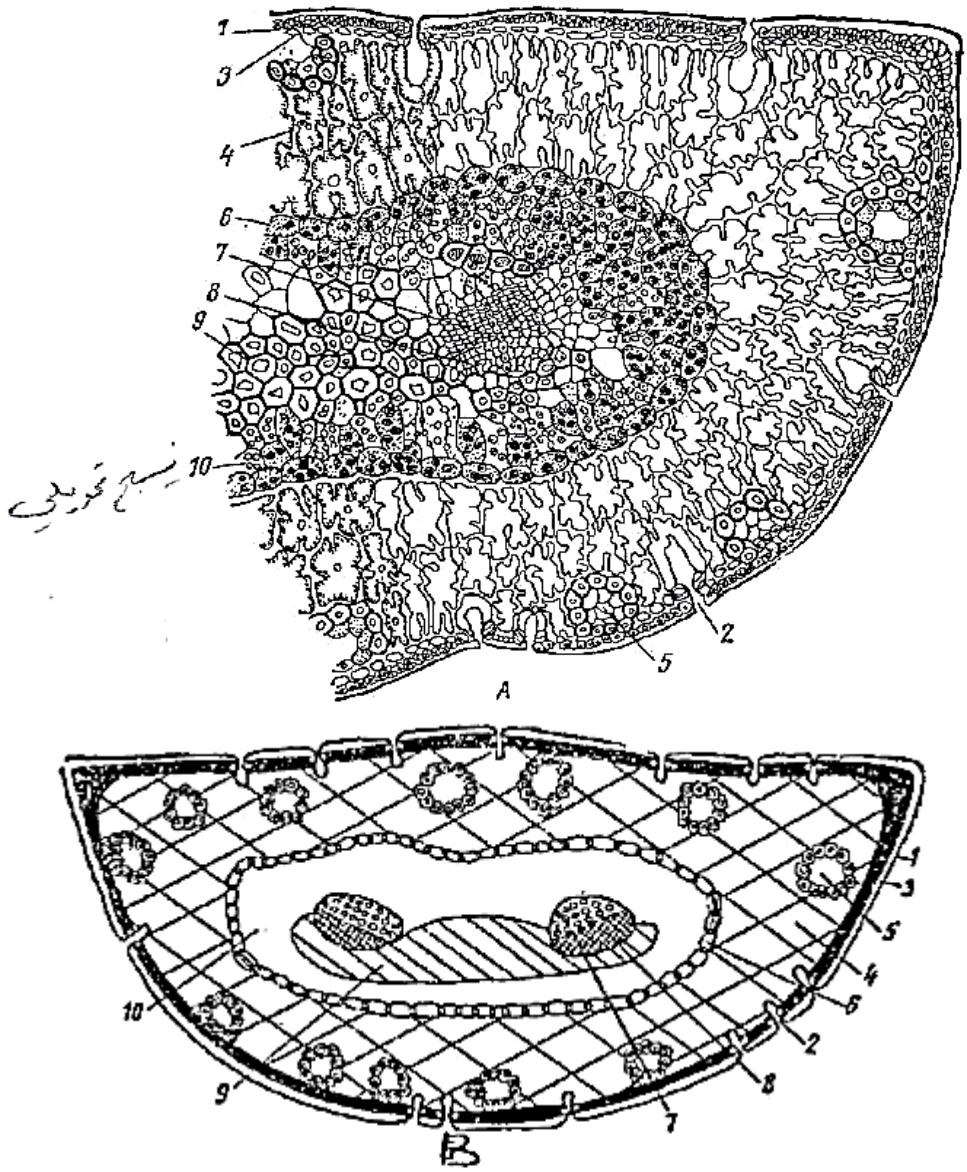
الشكل رقم (١٧٧ - ٢) : قطاع تفصيلي من مقطع عرضي في الساق A - منطقة القشرة B- الإسطوانة المركزية
١ - بشرة ٢ - تحت بشرة (عدة طبقات قلبية) ٣ - برنشيم قشري تتخلله مقاطع في الأقنية الراتنجية ٤ - لحاء أولي ٥ - لحاء ثانوي
٦ - كامبيوم ٧ - حلقة خشب السنة الثانية ٨ - حلقة خشب السنة الأولى ٩ - أشعة مخية ١٠ - قناة راتنجية ١١ - مخ برنشيمي.

البنية الترشيحية للورقة :

تبدي البنية التشريحية للورقة المظاهر الجفافية لتحمل الظروف القاسية. تتألف البشرة من طبقة واحدة من الخلايا ذات الجدُر المتغلظة .

وتحاط طبقة البشرة بالقشيرة الثخينة، وتحمل البشرة المسام الغائرة. يلي طبقة البشرة، طبقة خلوية واحدة أو عدة طبقات تعرف باسم تحت البشرة، وهي عبارة عن خلايا سكلرانشيمية قاسية ، ومتميزة بتغلظ غلفها . إلى داخل تحت البشرة، يتوضع النسيج المتوسط الخاص بالأوراق الإبرية، وهو البرنشيم ذو الطيات. أما في الأوراق غير الإبرية يمكن أن يوجد نسيج حباكي متمايز جيداً.

ويتألف البرنشيم ذو الطيات، من خلايا ذات جدر ان متجعدة تعطي خطوطاً من الجدار الخلوي إلى الجوف الخلوي. تتخلل البرنشيم ذو الطيات ، القنوات المفرزة الراتنجية المؤلفة من لمعة القناة المحاطة بخلايا مفرزة للراتنج، يليها طبقة واقية من الخلايا الميتة. ويعتقد بأن عددها ومكان توضعها في بعض الحالات منتظم لدرجة يمكن استعمال هذه الصفة في تمييز النوع. وفي مركز الورقة نلاحظ الإسطوانة المركزية المحاطة بطبقة الأدمة الباطنة. وهي طبقة من الخلايا تفصل الجزء المركزي من الورقة عن قشرتها. وتبدأ الإسطوانة المركزية بالمحيط الدائر، يليها الحزم الناقلة اللحائية الوعائية. وهي حزمة أو حزمتين وأحياناً عدة حزم حسب النوع.



رسم تخطيطي

شكل رقم (١٧٨): مقطع عرضي في ورقة الصنوبر P. sylvestris

1 - بشرة 2 - مسام غائر 3- تحت بشرة 4 - برنشيم ذو الطبات 5 - مقطع في قناة راتنجية 6-أدمة باطنة

7- خشب 8- لحاء 9- سكلرنشيم بين الحزم 10- نسيج صفائحي.

- التصنيف:

يضم تحت صف Pinidae سبع رتب رئيسية وهي:

1- رتبة *Voltziales* وتضم فصيلتين:

- *Walchaceae*
- *Voltziaceae*

2- رتبة *Podozamitales* وتضم فصيلة واحدة:

- *Podozamitaceae*

3- رتبة *Araucariales* وتضم فصيلة واحدة:

- *Araucariaceae*

4- رتبة Pinales وتضم فصيلة واحدة:
- *Pinaceae*

5- رتبة Cupressales وتضم فصيلتين:
-*Taxodiaceae*
-*Cuperssaceae*

6- رتبة Podocarpales وتضم فصيلتين:
- *Podocarpaceae*
-*Cheirolepidiaceae*

7- رتبة Taxales وتضم ثلاث فصائل حديثة:
-*Cephalotaxaceae*
-*Taxaceae*
-*Palissyaceae*

ويمكننا القول بأن نصف الكرة الشمالي يتميز بوجود الرتب التالية وهي الصنوبرية ـ والطقوسية ـ والسروية. في حين تميز نصف الكرة الجنوبي، وبالتحديد المناطق المعتدلة منه بالرتب وهي الأروكارية والبودوكاربية.

وقد وصلت نباتات المخروطيات أوج تطورها وانتشارها في الجوارسي ومن ثم الكرتياسي حيث ظهرت في هذه الفترة معظم المخروطيات المعاصرة.

١- رتبة Pinales

الفصيلة Pinaceae وتضم نحو ٩ أجناس و ٢٢٠ نوعاً تنتشر هذه الأنواع بكثرة في نصف الكرة الشمالي، والمناطق المعتدلة من نصف الكرة الجنوبي.

وتعتبر هذه الرتبة من أكثر رتب صف المخروطيات انتشاراً ودراسة، وهي عبارة عن أشجار ونادراً شجيرات، وأغلبها دائمة الخضرة وأحادية المسكن، وأحياناً ثنائية المسكن.

تضم هذه الفصيلة عدة تحت فصائل:

١- تحت الفصيلة Pinoideae

٢- تحت الفصيلة Laricoideae

٣- تحت الفصيلة Abietoideae

أولاً- تحت الفصيلة Pinoideae

تحوي هذه الزمرة على جنس وحيد وهو الصنوبر *Pinus* ويعد من أكبر أجناس النباتات المخروطية انتشاراً. أغلب أنواعه أشجاراً والقليل شجيرات.

الصنوبر *Pinus*

نبات الصنوبر عبارة عن أشجار ضخمة باسقة دائمة الخضرة هرمية الشكل معمرة تتألف من جذر وساق وأوراق يحمل الساق نمطين من الفروع:

أ- فروع طويلة: تتميز بالنمو غير المحدود، وتغطيها أوراق حرشفية حلزونياً، وتعطي هذه الفروع النمو الأساسي للنبات.

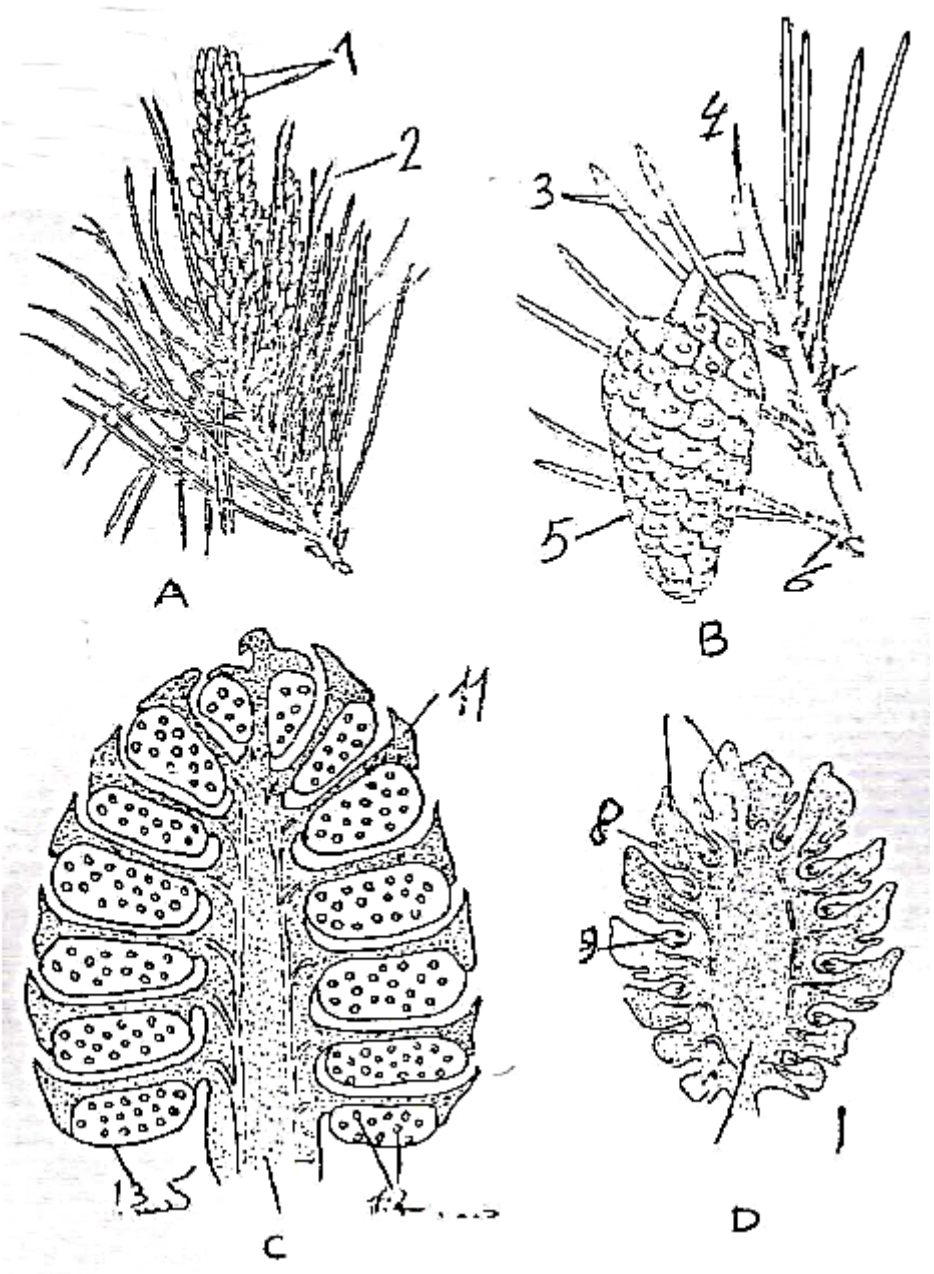
ب- فروع قصيرة: تتطور في قواعد الأوراق الحرشفية العائدة للفروع الطويلة، وتتميز بنموها البطيء والمحدود، وتحمل مجموعة من الأوراق الخضراء الإبرية ويتراوح عددها من 2-5-8 حسب الأنواع. للأوراق الإبرية بنية جفافية متمثلة بالمسام الغائرة والقشيرة السميكة والطبقة السكلرانشيمية تحت البشرة. ولا تحتوي الورقة الإبرية إلا ضلعاً واحداً فقط أي ذات تعرق بسيط.

يتم التكاثر عن طريق الجهاز التكاثري المتمثل بالمخاريط المؤنثة والمذكرة وتوجد على النبات نفسه أي أن النبات وحيد المسكن.

المخاريط المذكرة:

تنمو وتتطور على الفوارع العلوية للنبات وهي صغيرة الحجم وتكون على شكل مجامي قرب نهاية الفروع، ويخرج كل

مخروط من إبط ورقة حرشفية في موضع ساق قزمية، و يتألف المخروط الواحد من محور يحمل على أطرافه عدداً من الأوراق البوغية الصغيرة (سداة) والمتوضعة حلزونياً، وتحمل كل منها على الوجه السفلي كيسين بوغيين (منبرين) وتتطور داخل الأكياس حبات الطلع، وتكون محاطة بغلافين خارجي سميك وداخلي رقيق. ولكل حبة طلع كيسان هوائيان، وينفتح الكيس البوغي بوساطة شق طولي.



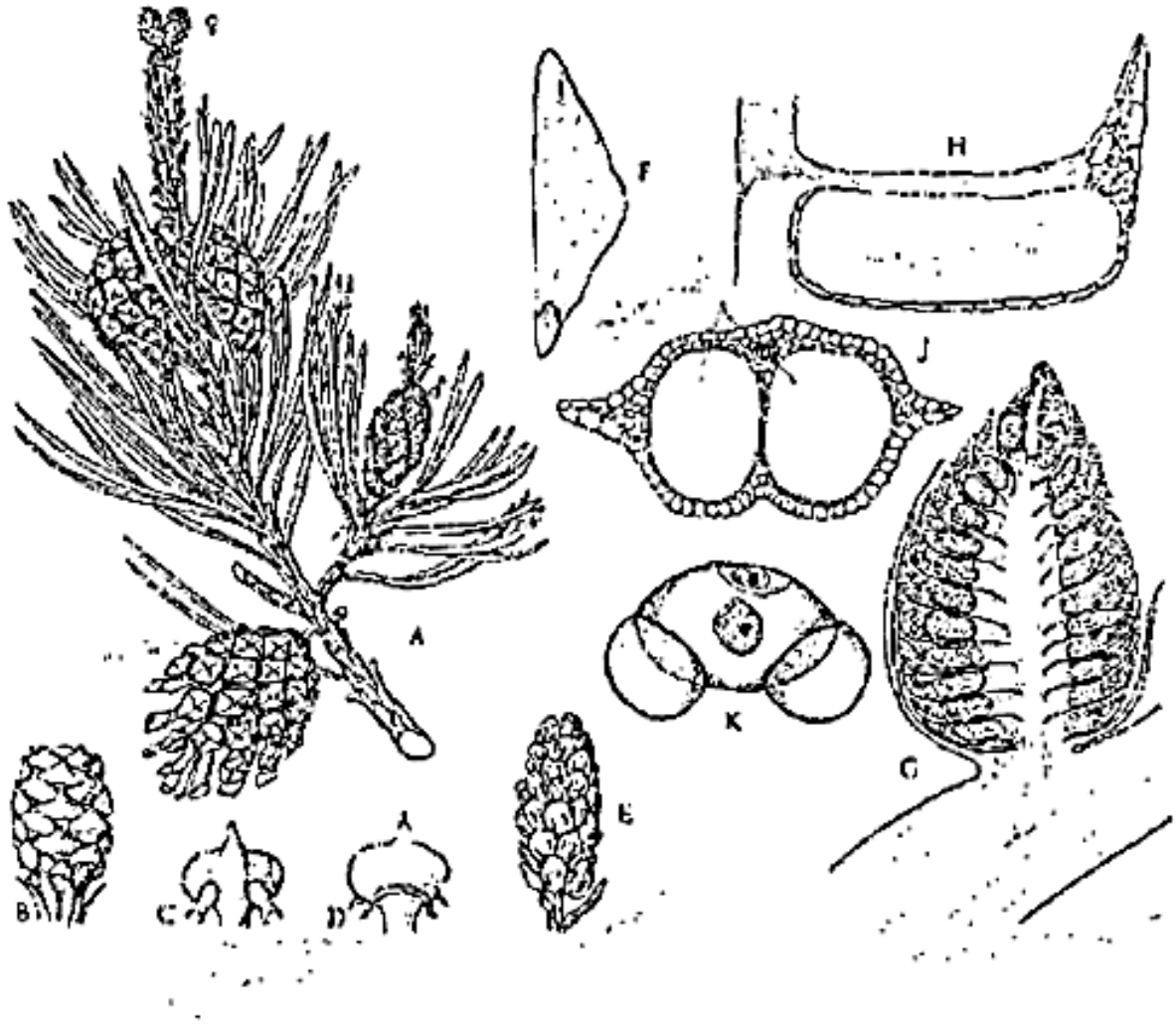
شكل رقم (٢١٢): الجنس Pinus النوع P.sylvestris

A- فرع مع مخروط مذكر 1 ـ مخروط مذكر 2 ـ أوراق ابرية

B- فرع مع مخروط مؤنث 3ـ أوراق ابرية 4 ـ ساق طويلة 5 ـ مخروط مؤنث كساق قصيرة

D- مقطع طولي في مخروط مؤنث 7 ـ حراشف بذرية 8 ـ حرشفة قنابية 9 ـ بويضة 10 ـ محور المخروط

C - مقطع طولي في مخروط مذكر 11 ـ ورقة بوغية صغيرة أو سداة 12 ـ حبوب الطلع 13 ـ كيس بوغي



شكل رقم (١٧٩) الصنوبر الحرجي P.Sylvestris .

A- فرع حامل شاريط مذكرة بالأسفل، ومخاريط مؤنثة بالأعلى B- مخروط مؤنث

C - حرشفة كبيرة من الوجه الأمامي D- حرشفة كبيرة من الوجه الخلفي.

F- حرشفة بذرية أو بذرة مجهزة بجناح غشائي. E- مخروط مذكر H- ورقة بوغية صغيرة

J - كيسين بوغين على الوجه السفلي للورقة البوغية الصغيرة.

المخاريط المؤنثة تتوضع على الجزء العلوي من النبات وتكون كبيرة الحجم تتشكل في نهاية الفروع الفتية ونموها بطيء، ويمكن ملاحظة عدة مراحل من نمو المخاريط المؤنثة على الفرع نفسه. والمخاريط المؤنثة كبيرة الحجم بالمقارنة مع المخاريط المذكرة. ويتألف المخروط من محور يحمل على أطرافه أوراقاً حرشفية بوغية كبيرة تحمل على وجهها العلوي بويضتين لكل منها جناح أما على الوجه السفلي فترتبط بقنابة عقيمة تنمو من مكان التحامها بمحور المخروط (الشكل-٧٢). تتألف البويضة من لحافة خارجية تحيط بالنوسيل وبداخلة الأندوسبرم الذي يحوي الأرحام داخله.

تتشكل بعد الإلقاح (نطفة + بويضة) البيضة الملقحة التي تتطور لتعطي الجنين ويتألف من جذير وسويق وعدد من الفلقات (2-4). تحاط البذرة الناضجة بجناح يساعدها على الانتشار. وبنضج البذور تتباعد الأوراق البوغية الكبيرة (حرشفة حاضنة للبويضات) عن بعضها في المخروط المؤنث نتيجة نشاط المرستيم البيني الموجود في مناطق العقد مكان توضع الأوراق البوغية الكبيرة على محور المخروط.

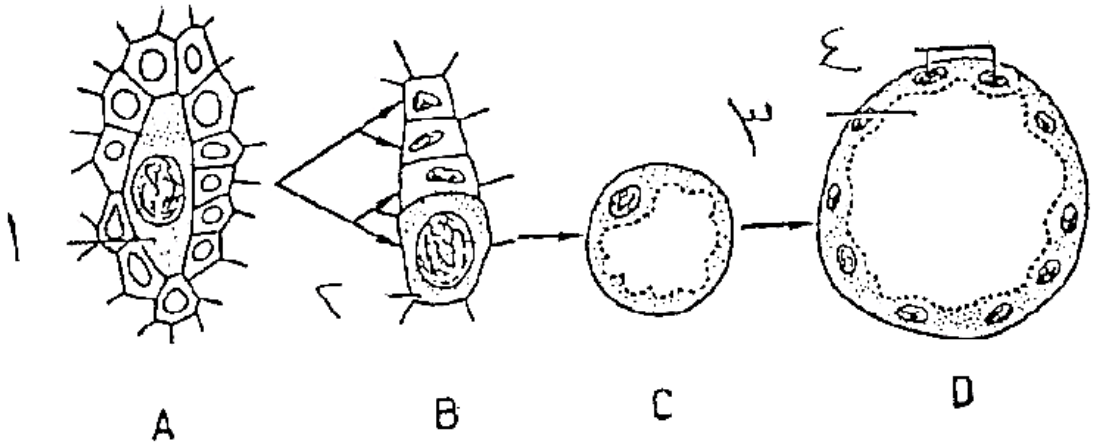
ثم تنتشر البذور الناضجة وفي الظروف المناسبة تنتش البذور بعد فترة، وتعطي نباتاً بوغياً فتياً ثم نباتاً بوغياً ناضجاً (الشكل -٧٣).

ويبدأ تشكل الإنيدوسبرم أو المشرة العروسية المؤنثة مع بداية الخريف ولا ينتهي إلا مع نهاية فصل الشتاء ، وفي الربيع التالي تتطور المشرة العروسية وتظهر منها الأرحام التي تصبح ناضجة وجاهزة للإلقاح مع منتصف فصل الصيف ، أي في الأيام الأولى من تموز.

ويقع في النوسيل الخلايا المولدة للبوغ ، التي تتشكل من خلايا أدمية تنقسم إلى قسمين :علوي وسفلي.

ينقسم الجزء العلوي ليعطي عدة صفوف من الخلايا ، تقوم هذه الصفوف بدفع القسم السفلي الى أعماق النوسيل. ثم يتمايز من القسم السفلي خلية واحدة، تعرف باسم الخلية الأم المولدة للبوغة الكبيرة Megaspores وهي ثنائية الصيغة الصبغية (2n) . وهناك اتجاهان تطوريان حول سلوك هذه الخلية ، الأول منهما أنها تنقسم انقساماً منصفاً لتعطي أربع خلايا أحادية الصيغة الصبغية (1n) تتوضع

هذه الخلايا بشكل سلسلي الواحدة فوق الأخرى.تزول الثلاثة العلوية القريبة من الكوة، بينما تتضخم السفلية بشكل كبير .وتأخذ بالإنقسامات المتتالية لتشكيل نسيج خلوي مشري، يتمايز إلى مشرة عروسية مؤنثة شكل رقم (١٨٤).



شكل رقم (١٨٤) : بدء تشكل المشرة العروسية المؤنثة

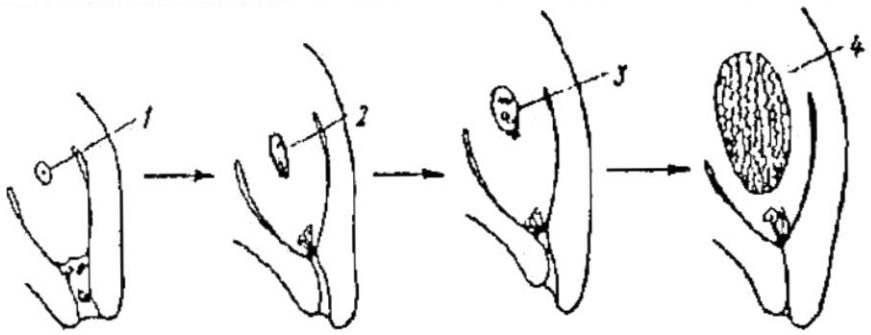
A ـ ١ ـ خلية أم مولدة للبوغة الكبيرة B ـ ٢ ـ بوغة كبيرة

CوD ـ بدء تشكل المشرة العروسية أو طليعة المشرة العروسية المؤنثة ٣ ـ فجوة كبيرة ٤ ـ نوى.

الاتجاه التطوري الثاني يؤيد انقسام البوغة السفلية الى خليتين تشكل كل منهما بوغة كبيرة، أي سنحصل على بوغتان كبيرتان .

تتطور المشرة العروسية المؤنثة من البوغة السفلية، بينما تضمحل البوغة العلوية، وتتحول الخلايا المحيطة بهما لتشكل نسيجاً اسفنجياً مغذياً يمتص فيما بعد.ومع دخول البوغة السفلية في مرحلة تكوين النبات العروسي . نجد أنها تتضخم ويتشكل في وسطها فجوة كبيرة. وتحيط نفسها بغلاف ثخين خاص بكل جنس .

ثم تبدأ انقساماتها المتتالية لتشكل عدداً كبيراً من النوى الحرة، التي قد يصل عددها الى مئات وفي حالات نادرة إلى آلاف النوى الحرة. تتوضع هذه النوى في السيتوبلاسما الجدارية للبوغة الكبيرة، وبعد انتهاء انقساماتها تظهر الحواجز دفعة واحدة بين النوى المتشكلة ، بدءاً من المحيط بإتجاه المركز، لتشكل نسيجاً خلوي المظهر . يسمى في معراة البذور السويداء أو الإيندوسبرم Endosperme وهي ذات صيغة صبغية أحادية شكل رقم (١٨٥).



شكل رقم (١٨٥) : تطور المشرة العروسية المؤنثة في الصنوبر الحرجي P.sylvestris

١ ـ خلية أم مولدة للبوغة الكبيرة ٢ ـ أربع أبواغ كبيرة ٣ ـ انقسام البوغة الكبيرة الخصية

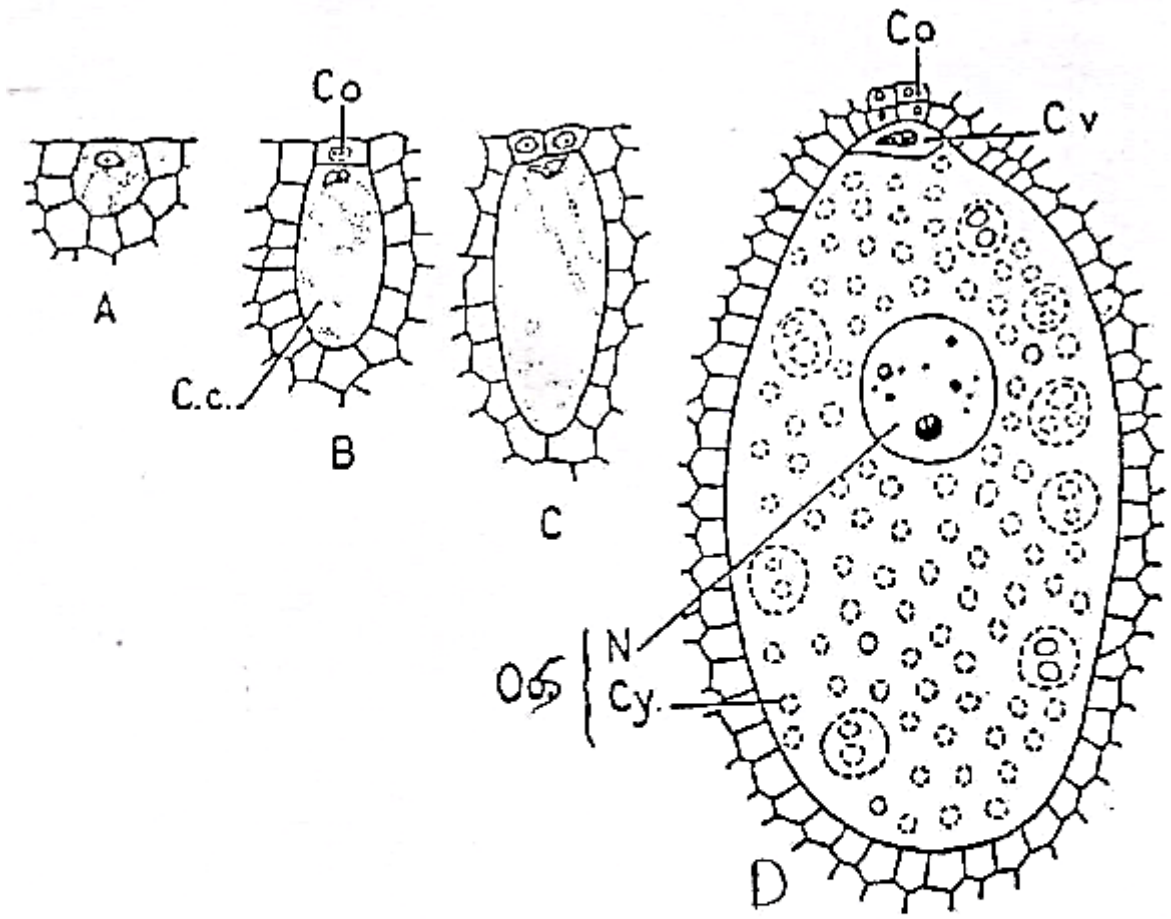
٤ ـ المشرة العروسية المؤنثة أو السويداء

وأثناء تطور المشرة العروسية المؤنثة يتمايز بدءاً من خليتين من خلاياها، القريبة من الكوة رحمان فقط في الصنوبريات. وأحياناً قد يصل العدد إلى ست أرحام. وفي نباتات الفصيلة السروية قد يصل العدد إلى ٢٠٠ رحم متقاربة بشكل كثيف ومتراصة، بحيث تشكل كتلة معقدة من الأرحام. ثم تنفصل هذه الأرحام عن بعضها البعض بمجموعة من خلايا السويداء، إما كل رحم لوحده، أو كل مجموعة مع بعضها في حال الأعداد الكبيرة.

وتتصف أرحام الصنوبريات، وغيرها من معراة البذور ببساطة بنيتها بالمقارنة مع أرحام النباتات التريدية. أما تشكل هذه الأرحام فيتم بطريقة واحدة في جميع الصنوبريات حيث تتمايز خلية من السويداء قريبة من الكوة، تنقسم هذه الخلية لتعطي خليتين، خلية صغيرة تمثل عنق الرحم وخلية كبيرة ضخمة مركزية، تقع أسفل خلية عنق الرحم، يصل حجمها إلى ٥٠٠ ميكرون طولاً و ٣٠٠ ميكرون عرضاً .

تتميز بضخامة سيتوبلاسماها، الناتجة عن تجميع المدخرات المختلفة فيها. تنقسم خلية عنق الرحم، انقسام منصف لتعطي أربع خلايا تصطف في طابقين مشكلة خلايا عنق الرحم .

بعدها تبدأ الخلية المركزية وبعد الإنتهاء من نموها، بالانقسام لتعطي خليتين غير متماثلتين: خلية صغيرة تمثل الخلية القنوية البطنية ، وخلية ضخمة تمثل الخلية البيضية الكروية، التي تسقط نواتها إلى منتصف السيتوبلاسما، وتصبح بعد إنتهاء نمو الأرحام على استعداد تام للإلقاح الشكل (١٨٦).



شكل رقم(١٨٦) تشكل وتمايز الرحم في الصنوبر

A- خلية مولدة للرحم

B- خلية صغيرة ، خلية عنق الرحم Co. C.C - خلية ضخمة مركزية

C- انقسام الخلية الصغيرة D- Co خلايا عنق الرحم C.v - خلية إعاشية

الخلية البيضية { N - نواة ، Cy - سيتوبلاسما

وتتألف البويضة الناضجة من الطبقات التالية :

١ ـ اللحافة التي تتألف عند النضج من ثلاث طبقات ، خارجية لحمية ، متوسطة متخشبة ، وداخلية رقيقة.

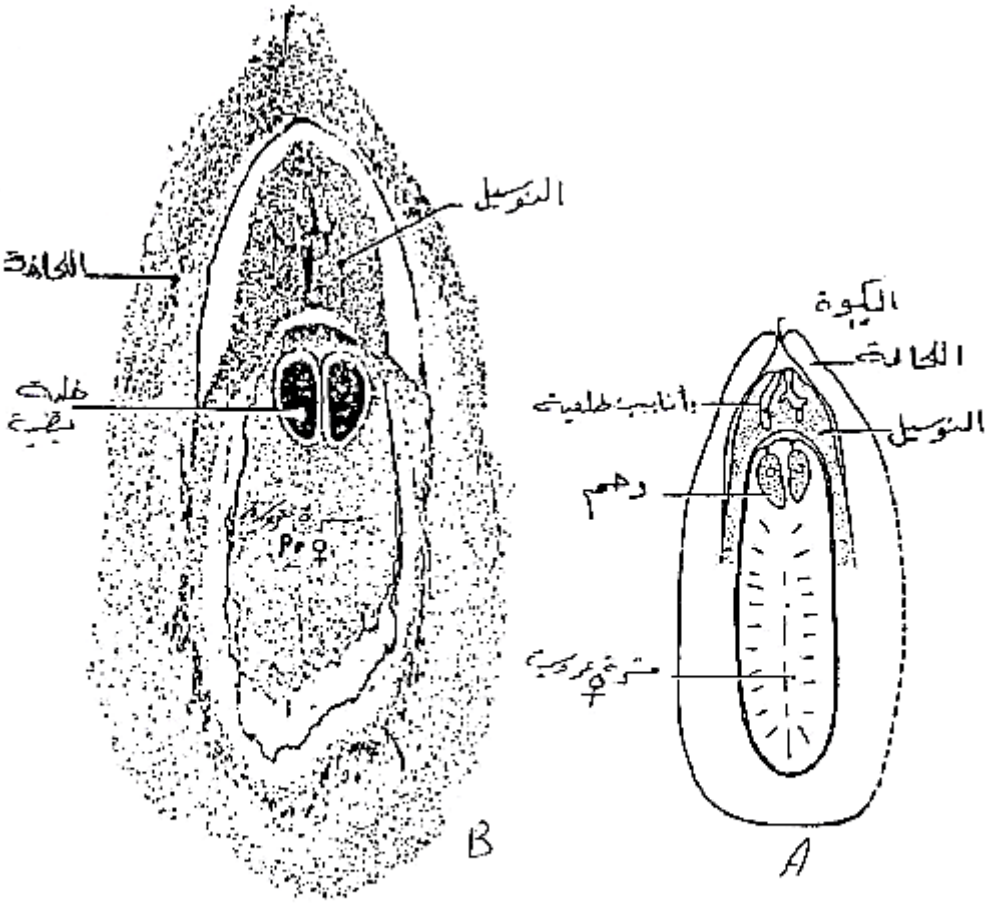
تمتد اللحافة بأعلى البويضة نحو الأمام دون أن تلتحم لتترك فراغاً ، يعرف باسم الكوة .

٢ ـ النيوسيل Nucellus وهو نسيج عصيري مغذ مضاعف الصيغة الصبغية ، يحيط بالمشرة العروسية المونثة .

ويلتحم النيوسيل مع اللحافة أسفل البويضة ، بينما ينفصل عنها أعلى البويضة ، ليشكل بنية ضخمة نسبياً ومتمايزة .

٣ ـ السويداء أو المشرة العروسية المونثة ، التي تتوسط البويضة وتحمل في أعلاها بإتجاه الكوة الأرحام . وهي أحادية الصيغة الصبغية .

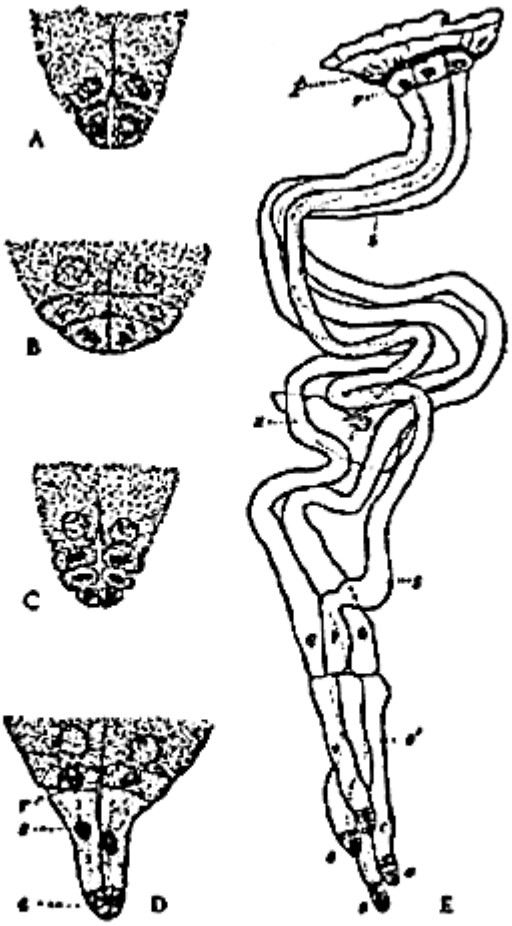
٤ ـ الحجرة الطلعية : التي تجد على طرفيها الأنابيب الطلعية الذكرية ، وتمثل الفراغ الناجم عن التحام النوسيل باللحافة في النهاية العلوية للبويضة . شكل (١٨٧)



شكل رقم (١٨٧)

A - شكل تخطيطي للمقطع الطولي للبويضة B - صورة بالمجهر الضوئي

يختلف عدد الفلقات بإختلاف الأنواع إذ يتراوح مابين ٣ - ١٣ فلقة . شكل رقم (١٨٨)



شكل رقم (١٨٨) بداية تطور الجنين في الصنوبر .

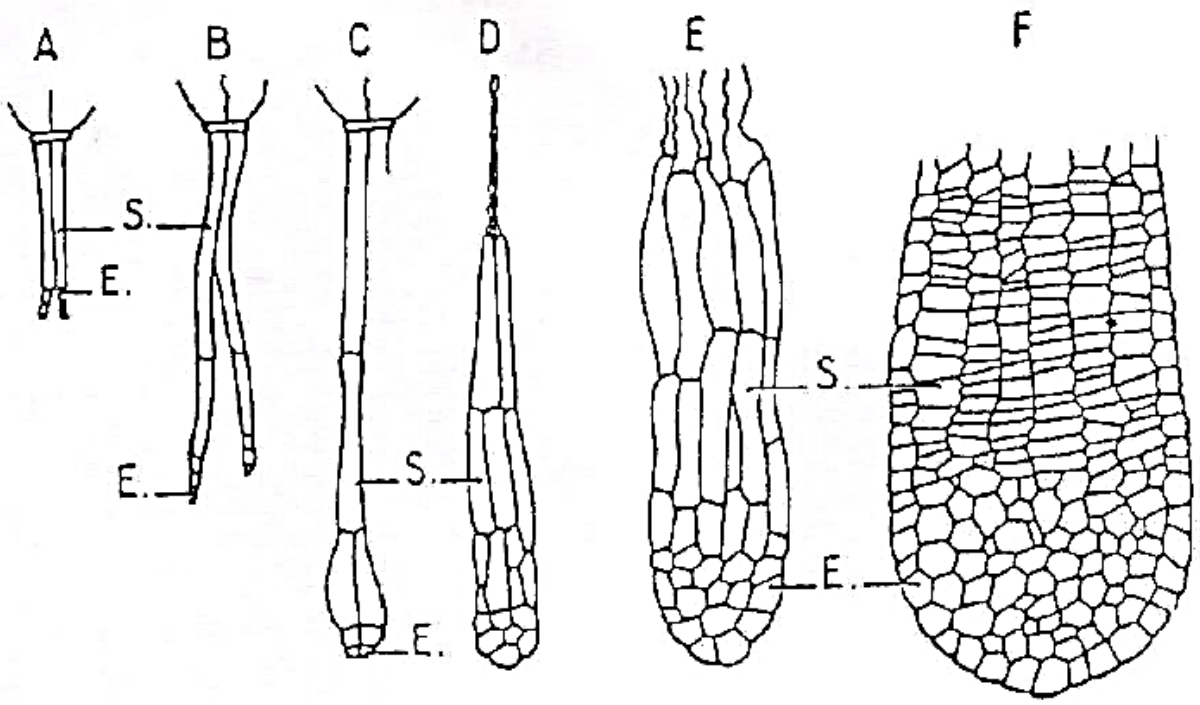
A - طليعة الجنين الحاوي على أربع نوى بعد هجرتها نحو القعر .

B - مرحلة انقسام خلايا الطبقة العلوية وبداية انقسام خلايا الطبقة السفلية .

C - طليعة الجنين المكون من أربع طبقات قبل تطاول خلايا المعلق . D - طليعة الجنين وبدء تطاول خلايا المعلق.

E - انفصال الأجنة التابعة لنفس البيضة الخصبة . e - خلايا جنينية s - خلايا المعلق r - خلايا العقدة p - الخلايا المفتوحة

وتعد ظاهرة تعدد الأجنة شائعة الحدوث في الصنوبريات وهي إما أن تكون تعدد أجنة حاجزي ناتج عن انقسام بيضة ملقحة واحدة إلى عدد من الأجنة المتشابهة . أو تعدد أجنة بسيط ناتج عن إلقاح عدد من الخلايا البيضية في عدد من الأرحام . ولكن في كافة الأحوال فإن جنين واحد فقط يتابع نموه



شكل رقم (١٨٩) تطور الجنين والمعلق في الصنوبر مثلنا على الرسم الذين من أصل أربع فقط

A و B - انفصال الأجنة التابعة لنفس البويضة الملقحة .

اعتباراً من C - تمثل مراحل تطور المعلق لجنين واحد فقط . E و F تطور الجنين مع المعلق s : المعلق E الجنين .

أنواع الصنوبر:

1-فئة الصنوبر ذات الورقتين:

نجد في منطقة الشرق الأوسط عدة أنواع من الصنوبر تنتمي إلى هذه الفئة، وهي:

a) *Pinus brutia*
b) *Pinus halepensis*
c) *Pinus eldarica*
d) *Pinus stankewiczii*
e) *Pinus pithyusa*
f) *Pinus pinea*
g) *Pinus laricia (nigra)*
h) *Pinus silvestris*

a) الصنوبر البروتي: *Pinus brutia* يتبع الفصيلة الصنوبرية *Pina*ceae

شجرة ارتفاعها ٥ ــ ١٠ أمتار ذات تاج واسع شبه هرمي . الجذع بني محمر متشقق . الاوراق ابرية عرضها ١مم وطولها يمكن أن يزيد عن ١٠ سم متجمعة شفعا شفعا . الازهار الذكرية صفراء محمرة أما الانثوية

بنفسجية ذات شمراخ قصير وغالبا ما تتجمع المخاريط الانثوية ٢ ــ ٣ مع بعض . المخروط الثمري شبه لاطيء متطاول قائم أو مائل على الغصن لونه بني غامق مشوب بالبنفسجي . بروز الحرشفة مفلطح ذو حافة ملساء أو شبه ملساء رمادية اللون . البذور مضغوطة مجنحة .

يزهر في الربيع وينمو بصورة خاصة على الترب غير التريزاروزا . ينتشر في البلقان واليونان وقبرص وتركيا وسوريا ولبنان والقوقاز . يتواجد الصنوبر البروتي في الباير والبسيط وجبل الاقرع وجبال اللاذقية الا انه يشكل أجمل الغابات في الباير والبسيط . ويمكن لهذا النوع النمو اعتبارا من سطح البحر وحتى ارتفاع ٩٠٠ م .

يتحمل الصنوبر البروتي البرودة (حتى ــ ١٥) أكثر من الصنوبر الحلبي . أما من حيث المناخ الحيوي فيوجد في الطابق الرطب وشبه الرطب كما يوجد في جبال الاكراد في الطابق شبه الجاف .

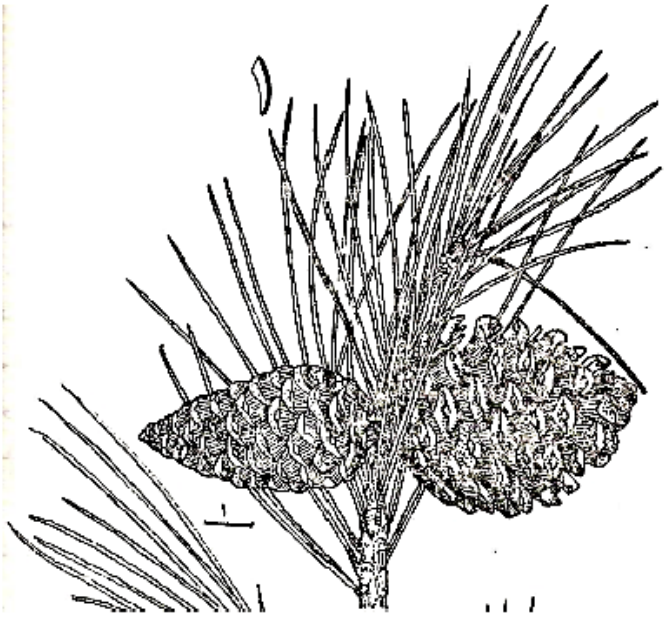
هذا النوع محب للضوء ، حيث أن البادرات لا تتطور مالم تكن معرضة للضوء الشديد . وبالتالي فان هذا النوع طغى في البقع الجرداء على التجمعات النباتية المجاورة مثال ذلك تجمع الخرنوب ــ بطم لنتسكي حيث يصل الى الشاطيء تماما . كذلك طغى على تجمع السنديان ــ البطم الفلسطيني وبعض بقع تجمعات البلوط شبه العذري في الباير .

يتواجد الصنوبر البروتي على شكل غابات في الفرنلق قرنقسول وقسطل معاف واسكوران حيث تتواجد تحته شجيرات من العذر والبلوط والسنديان والبطم الفلسطيني . كما توجد تجمعات مختلطة من الصنوبر البروتي والعذر والصنوبر البروتي والسنديان .

لهذا النوع منطقة توزع محدودة ، حيث يقتصر في توزعه على بلدان شرق حوض المتوسط من اليونان حتى جنوب لبنان . ويلاحظ وجود أشكال هجينة في مناطق تطابق توزع هذا النوع مع الصنوبر الحلبي مثال

ذلك شمال اليونان . يدل وجود هذا النوع في الشرق الاوسط على شروط مناخية تابعة لحوض المتوسط ويعتبر توفره على السفوح الغربية لجبال كردستان في شمال العراق بقايا لتوزع سابق وبالتالي لا يبدل من صفته كعنصر تابع لحوض المتوسط .

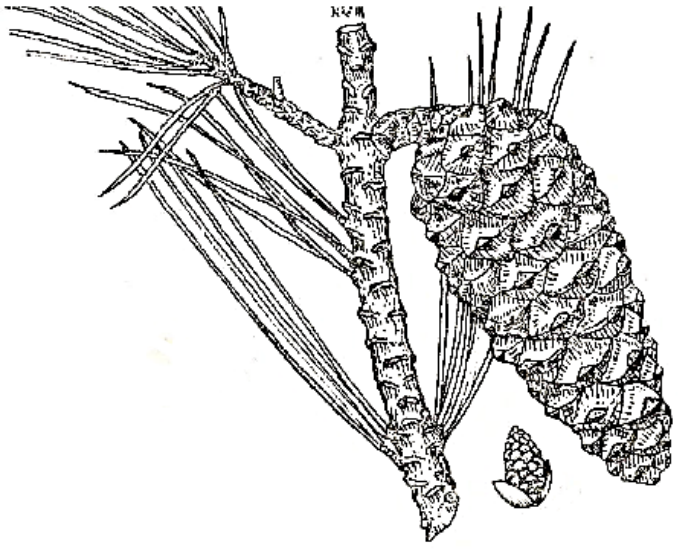
يلعب هذا النوع دورا هاما في الغطاء النباتي في منطقتنا ، ذلك انه نوع شديد الانتشار على غرار الصنوبر الحلبي . ويصل الى حدود توزعه الجنوبية في جنوب لبنان في خط عرض صيدا . تضم غابة الصنوبر البروتي في اغلب الحالات شجيرات عديدة متنوعة تابعة للماكي . وبسبب تأثير الانسان المستمر على شكل قطع ورعي يمكن استمرار تجدد اشجار الصنوبر القصيرة العمر نسبيا . فالصنوبر البروتي يماثل الصنوبر الحلبي في كونه سريع الانتشار وبالتالى لا يمكن تحديد منطقة توزعه الاصلية



غصن مثمر من الصنوبر البروتي *Pinus brutia*

a) الصنوبر الحلبي: ***Pinus halepensis***

شجرة ارتفاعها (٦) ــ ١٠ ــ ١٥ م ذات تاج متخلخل وأغصان شبه قائمة حلقية الترتيب . يتراوح طول الاوراق من ٨ ــ ١٥ سم وتكون مرتبة في اشنباع ذات مقطع عرضي ضيق ولون أخضر غض تحوي على اقنية راتنجية محيطية . المخاريط الذكرية متجمعة في رؤيسات وذات شكل بيضوي الى اسطواني . يتراوح طول المخاريط الانثوية الناضجة من ٧ ــ ١٢ سم وقطرها من ٤ ــ ٦ سم وتكون منفردة او مرتبة في حلقات تضم كل منها مخروطين او ثلاثة . ويأخذ المخروط وضعا معقوفا نحو قاعدة الغصن ويكون محمولا على شمراخ ثخين ، أما شكله فيكون متطاول او شبه هرمي ولونه بني محمر ، وينضج بعد ١٥ ــ ١٦ شهرا بعد التلقيح . الحراشف متطاولة ذات نهاية لامعة هرمية رباعية ذات ضلع عرضاني ونتوء منلطح . يتراوح طول البذور من ٥ ــ ٦ مم وعرضها ٣ مم وتكون متطاولة جناحاها ٣ ــ ٥ مرات أطول منها . يزهر هذا النبات في آذار الى نيسان وتنضج بذوره في آب . ينتشر في الهضاب والجبال على التربة الكلسية الفاتحة اللون على ارتفاع يتراوح بين ١٠٠ الى ١٠٠٠ م ويتواجد في حوض البحر الابيض المتوسط .



غصن مثمر من الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis*

٢ - فئة الصنوبـــر ثلاثي الأوراق :

ان هذه الفئـة غيرموجودة في منطقتنا غيراننا سنذكرالأنواع التي لها فائدة حراجيـة والتي تجد مجالا لاستعمالها في التشجيرالحراجي .

صنوبر كنـــاري Pinus canariensis

صنوبر مونتيـــري Pinus radiata

٣ - فئة الصنوبر خماسي الأوراق :

لايوجد أي مثل لهذه الفئة في منطقة الشرق الأوسط وسنذكر على سبيـــل المثال بعض الأصناف الأجنبية :

P. monticola

P. lumbertiana

٢-تحت الفصيلة Laricoideae

تضم هذه الزمرة أجناساً قريبة جداً من أجناس تحت الفصيلة الصنوبرية، إذ تشتركان بوجود كلا النمطين من الفروع الطويلة والقصيرة .وبتوضع الأوراق بصورة حزمية على الفروع القصيرة وبصورة مبعثرة على الفروع الطويلة.

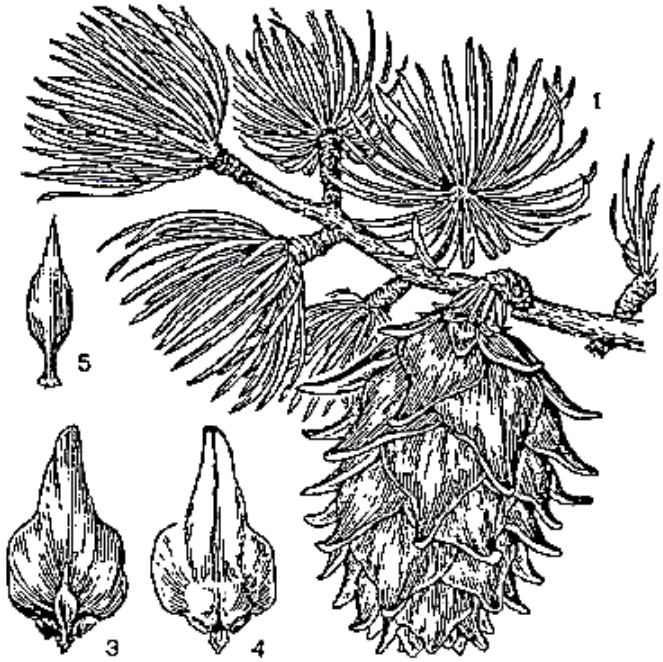
وتضم هذه الزمرة ثلاثة أجناس فقط

٧-٢-١ جنس لاريكس Larix: يعرف منه نحو ٢٥ نوع تنتشر في العديد من المناطق وخاصة في سيبريا، حيث تشكل غابات ضخمة هناك مع أنواع أخرى من المخروطيات.

وتمثل أنواعه أشجار ضخمة يصل طولها إلى ٤٠ م، ذات سوق منتصبة ومستقيمة. تحمل هذه السوق الفروع الرفيعة، وتتوضع على الفروع القصيرة منها الأوراق الابرية بشكل حزمي ومتباعد.

وهي تسقط في فصل الشتاء. تلتوي الفروع السفلية منها نحو الساق الرئيسي ، لتشكل أسفل الشجرة انحناءات نصف دائرية حول الساق.

وتحتوي جذور هذه الأشجار نحو ١٠٪ من كتلتها على مواد دباغية، شكل رقم (٢٠٩) النوع Pseudolarix Kaempferi .



الشكل رقم (٢٠٩) النوع Pseudolarix . Kaempferi

١ ـ فرع مع مخروط مؤنث ٣و٤ ـ حراشف بذرية من الوجهين الأمامي والخلفي ٥ ـ حرشفة بويضية

النبات احادي المسكن ، حيث تحمل الفروع القصيرة الخاريط المذكرة والمؤنثة ، التي تكون أكبر حجماً ومتطاولة نسبياً .

ويعتبر خشب هذه الأنواع قاسياً وثقيل الوزن ، ويستخدم للعديد من الصناعات الثقيلة ، حيث يدخل في صناعة الجسور والأعمدة الكهربائية والهاتفية .

ـ جنس Cedrus المعروف بالأرز:

يضم نحو ٤ أنواع فقط. المشهور منها هو Cedrus. libani أو الأرزاللبناني، الذي يكثر في جبال لبنان ، وأصبحت أشجاره كشعار تقليدي في لبنان .

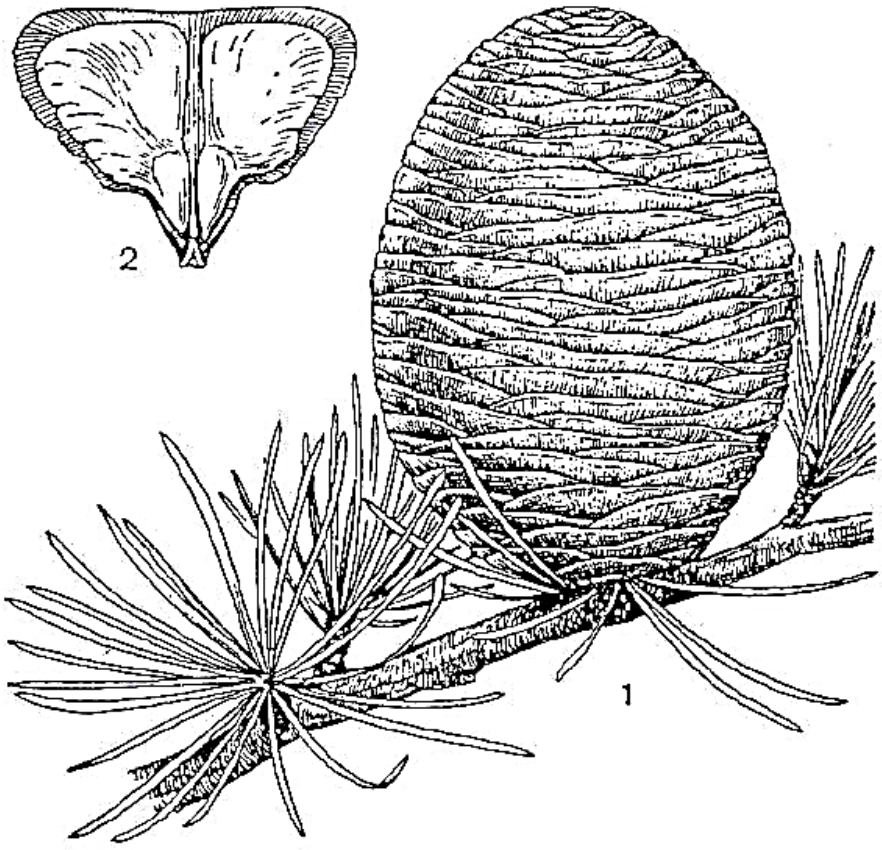
تتميز الأشجار بالخشب ذو الرائحة العطرية الطيبة الخاصة به، حيث يستخدم في الصناعات الخشبية المرتفعة الثمن . ومن أنواعه أيضاً C. atlantica يكثر في شمال أفريقيا (المغرب والجزائر) والنوع C.brevifolia يكثر في اليونان وقبرص. والنوع الرابع Cdeodara في جبال الهيملايا في أفغانستان والباكستان وشمال الصين.

كما أن الأرز اللبناني ينتشر في جبال طوروس في تركيا وفي جبال الساحل السوري في سوريا. وتمثل أنواعه أشجار قوية وطويلة يتراوح طولها من ٢٥ ـ ٥٠ متراً ذات فروع مترامية هرمية أو مظلية الشكل .الأوراق أبرية قاسية، ثلاثية أو رباعية السطوح، يتراوح لونها بين الأخضر الغامق والفضي اللامع.

تتوضع الأوراق على الفروع الطويلة مفردة وحلزونياً، أما على الفروع القصيرة فيكون توضعها حزمياً ، وفي كل حزمة من ٣٠ ـ ٤٠ ورقة تبقى هذه الأوراق على الفروع من ٣ ـ ٦ سنوات

المخاريط المذكرة مفردة كبيرة الحجم يصل طولها إلى ٥ سم ، المخاريط المؤنثة بيضوية الشكل متطاولة نحو الأعلى يتراوح طولها من ٥ ـ ١١ سم وعرضها من ٤ ـ ٦ سم.

تنضج المخاريط في العام الثاني أو الثالث من تشكلها .وتتفتح بعد نضجها مباشرة، حيث تسقط منها الحراشف البذرية العريضة جداً والمتخشبة ،والمتراصة على بعضها البعض بإحكام .وتغطى البذور بغشاء بني شفاف ورقيق الشكل رقم (٢١٠) .والشكل رقم (٢١١) أجناس مختلفة تعود إلى تحت الفصيلة هذه.



شكل رقم (٢١٠) النوع Cedrus deodara

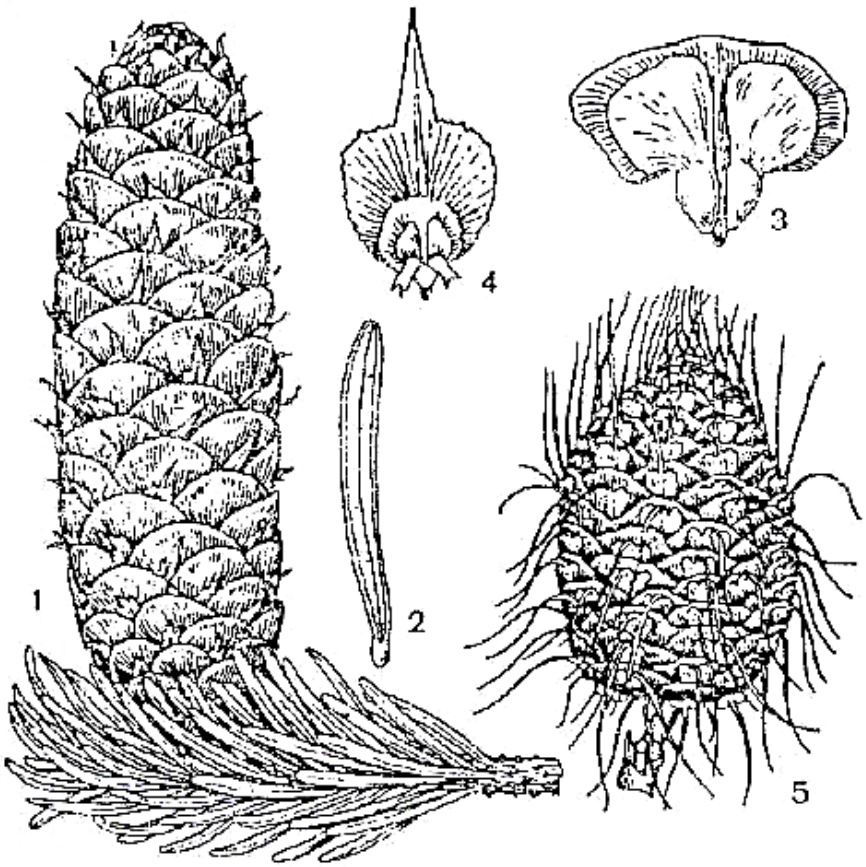
١ـ فرع مع مخاريط أو مخروط مؤنث ٢ـ حرشفة بذرية تحمل عند قاعدتها بذرتين

٣- تحت الفصيلة Abietoideae (الشوح أو التنوب أو الشربين)

تضم نحو خمسة أجناس منها Picea و Abies و Pseudotsuga

- جنس Abies : يشمل بأشجار ضخمة دائمة الخضرة . متوسط طولها ٤٠ - ٥٠ م، وقطر جذعها نحو ١م .وإذا ماتوافرت لهذه الأشجار الشروط المناخية الملائمة، كالتربة الغنية بالمواد العضوية ورطوبة عالية فقد يصل طولها إلى ٨٠ م. أما متوسط عمر الشجرة فيتراوح مابين ٦٠٠ - ٧٠٠ سنة . وهي ذات جذور ضخمة وطويلة وقوية . وفروعها السفلية طويلة قد تصل إلى سطح التربة . وخاصة أنواع المناطق الدارية .

وينتشر هذا الجنس بكثرة في نصف الكرة الشمالي. وأغلب أنواعه أحادية المسكن المخاريط المذكرة بيضوية أو إسطوانية .أما المخاريط المؤنثة فهي مستقيمة بارزة عمودياً .وعند نضجها تتباعد الحراشف البذرية الحاملة للبذور الناضجة وتسقطان معاً، بينما يبقى محور المخروط على الشجرة لفترة طويلة شكل رقم(٢٠٦) الجنس Abies



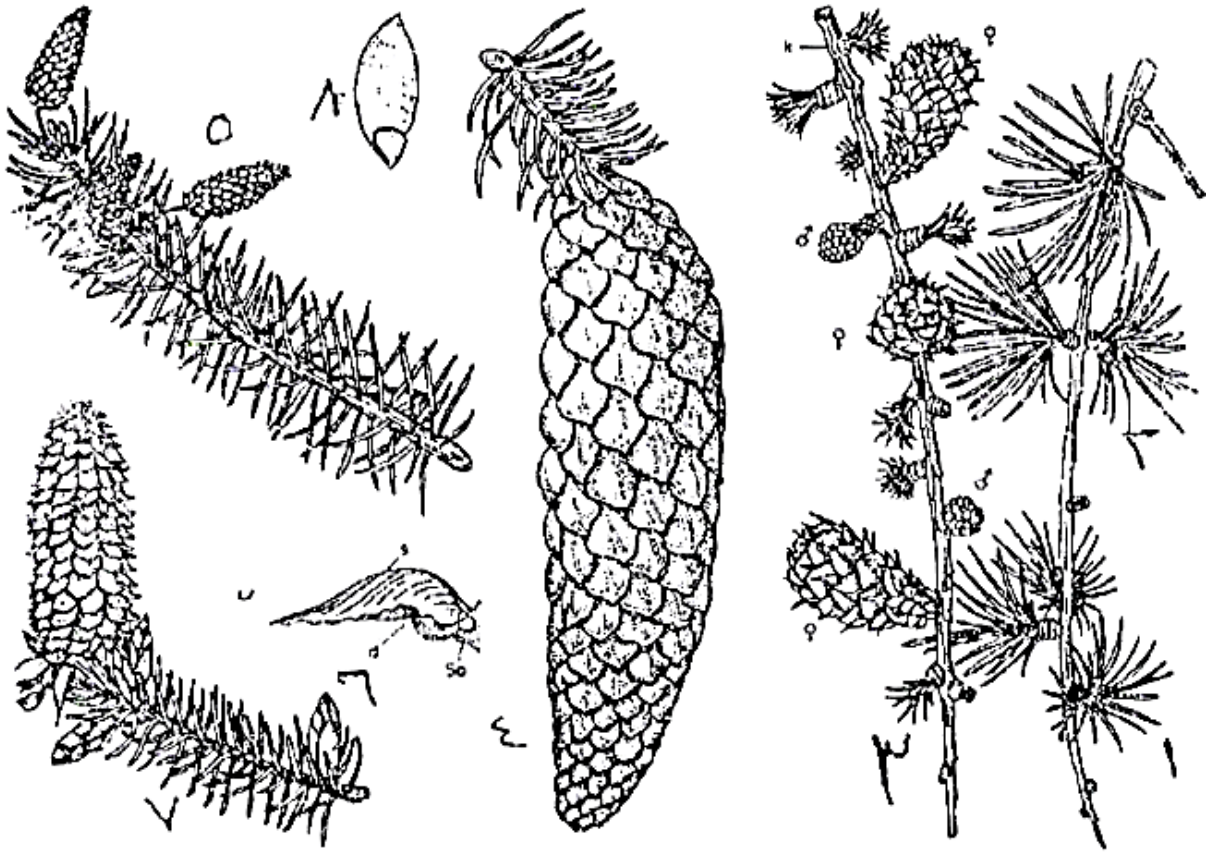
شكل رقم(٢٠٦) النوع Abies . Alba ١ - فرع حامل مخاريط مؤنثة ٢ - ورقة اعاشية

٣ و ٤ - حراشف بذرية مع بذورها من الوجهين الأمامي والخلفي النوع A. bracteata ٥ - مخروط مؤنث

ـ أما جنس Picea :يعرف منه نحو ٥٠ نوعاً منتشرة في نصف الكرة الشمالي، حيث يكثر في أمريكا الشمالية وفي آسيا وأوربا الشمالية .تحمل الأشجار الضخمة الفروع ذات الترتيب الحلقي .تحمل هذه الفروع الأوراق الضيقة والأبرية بترتيب حلزوني .أما قشور ساق الأشجار الفتية فتبدو ملساء وذات لون بني فاتح،وتصبح قشور جذع الأشجار الكهلة ذات شقوق سطحية ولون بني غامق .ويصل متوسط عمر الشجرة إلى ٥٠٠ سنة.

النبات أحادي المسكن ، تنمو مخاريطه المذكرة على الفروع السفلية وتحمل أبواغها الصغيرة كيسين هوائين.بينما تظهر المخاريط المؤنثة في نهايات الفروع، الناضجة منها كبيرة الحجم ومتدلية نحو الأسفل. وتسقط عند نضجها بالكامل عن الشجرة حيث تتباعد الحراشف وتتناثر منها البذور المجنحة

الشكل رقم (٢٠٧) النوع Picea abies.



الشكل رقم (٢٠٧) النوع Picea abies ١ ـ فرع قصير حامل للأوراق بشكل حزمي ٢ ـ حزمة أوراق على الفرع القصير ٣ ـ فرع حامل للمخاريط المذكرة والمؤنثة ٤ ـ مخروط مؤنث كبير الحجم ومتدلي ٥ ـ فرع حامل لمخاريط مذكرة.

٢ -رتبة Cupressales

وتضم فصيلتين: الفصيلة Taxodiaceae والفصيلة السروية Cupressaceae

١ – الفصيلة Taxodiaceae

تضم نحو ١٠ أجناس، وجميع نباتاتها أشجار أو شجيرات أحادية المسكن، تحمل الساق نمطين من الفروع طويلة وقصيرة، تتوضع عليها الأوراق حلزونياً وفي نهايتها تتوضع الجذور الهوائية التي تبرز فوق سطح التربة. من أجناسها التاكسوديوم Taxcodium، تنمو أنواعه في مستنقعات فلوريدا، كما أنها تأقلمت للانتشار في المناطق شبه الاستوائية.

من أجناسها أيضاً Sequoia وله عدة أنواع منها S. dendrongiganteum S. senpervirens

S. giganteum

تعتبر هذه الأنواع من الأشجار العملاقة في العالم، حيث يصل طولها في كاليفورنيا إلى ١٥٠م وسماكة ساقها نحو عشرة أمتار . أما عمرها فقد يصل إلى أكثر من ٤٠٠ سنة.



الشكل رقم (٢٠٢) :

١ ـ النوع S. sempervirens فرع حامل مخاريط مذكرة a ومخاريط مؤنثة b

٢ ـ النوع S.giganteum a- فرع مورق. b- فرع حامل مخاريط مؤنثة.

٢ – الفصيلة السروية Cupressaceae

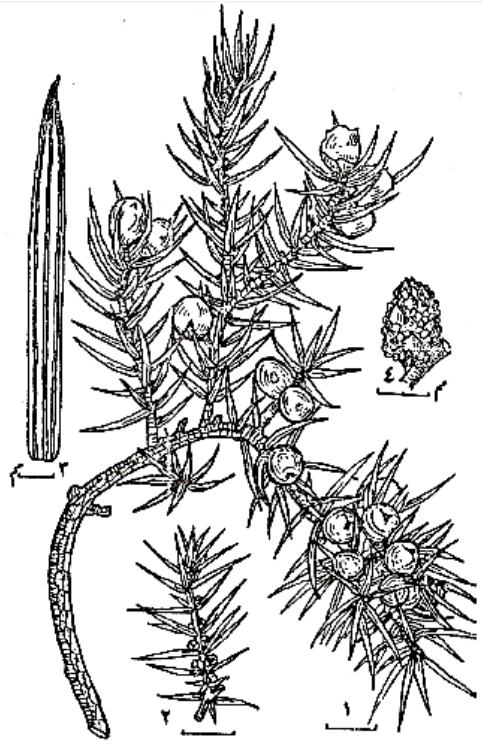
بينما تضم هذه الفصيلة نحو ١٢ جنساً . أشجارها دائمة الخضرة ذات أشكال هرمية من أشهر أجناسها Juniperus أو العرر ، الأوراق فيه أبرية أو حرشفية قاسية ، متقابلة أومتصالبة .

المخاريط المؤنثة اسطوانية الشكل متخشبة عند النضج ومتباعدة الحراشف ، تتشكل في ابط الأوراق أو في نهاية الفروع.

أما المخاريط المذكرة فهي وحيدة، نهائية التوضع. البذور الناضجة غير مجنحة. كما في جنس العرعر *Juniperus*.

١ – العدريش *Juniperus oxycedrus*

شجرة تبلغ ٥ ــ ٦ امتار ارتفاعا ، ولكنها غالبا تكون على شكل شجيرة شبه كروية او منبطحة . الاوراق حلقية الترتيب ثلاثية طولها ١ ــ ١٫٥ سم ذات ضلع على الوجه السفلي . المخاريط الذكرية بيضوية منفردة لاطئة . الثمرة كروية قطرها ٦ ــ ٨ مم ، حمراء اللون لامعة . الحراشف ٣ ــ ٦ ذات حافة بارزة . البذور ٢ ــ ٣ . تنتشر هذه الشجرة في الجبال الشمالية من سوريا وفي جبال لبنان



ل ٢٣ – ١ – غصن عدريش مثمر ٢ – غصن مزهر ذكري
ٔورقة ٤ – الخروط الذكري

العدريش *Juniperus oxycedrus*

٢ – الدفران *Juniperus drupaceae*

شجرة تبلغ ٥ – ١٠ ارتفاعاً، شكلها هرمي ذات أغصان متباعدة مقطعها مثلثي . الاوراق قاسية طولها ١ ــ ١٫٥ سم ذات ثلم على الوجه العلوي وضلع على الوجه السفلي . المخاريط المذكرة منفردة ابطية طولها ٣ مم . الثمار كروية قطرها ٢ ــ ٣ سم حمراء اللون بنفسجية قليلا . الحراشف ٧ ــ ٨ ذات حافة بارزة . البذور ملتحمة في كبسولة خشبية ذات ثلاث حجرات . تنتشر هذه الشجرة في جبال الشمال وفي جبال لبنان وجبل الشيخ .



الشكل ٢٤ –
غصن مثمر من الدفران مع الورقة مكبرة على الوجه العلوي والسفلي

Juniperus drupaceae الدفران



الشكل ٢٥ – اللزاب : من الايسر نحو الايمن
غصن ذكري ، غصن انثوي مع ثمرة ، مخروط ذكري .

Juniperus excelsa اللذاب

جنس Cupressus :

يحتوى هذا الجنس على "٥١" نوعا تقريبا تعيش كلها في المناطق المعتدلة الحارة من نصف الكرة الشمالي . يوجد نوعان فقط في منطقتنا :

١ - السرو الدائم الاخضرار Cupressus sempervirens :
٢ - السرو المطـــــرى Cupressus macrocarpa

السرو Cupressus sempervirens L. الشكل (٤٦)

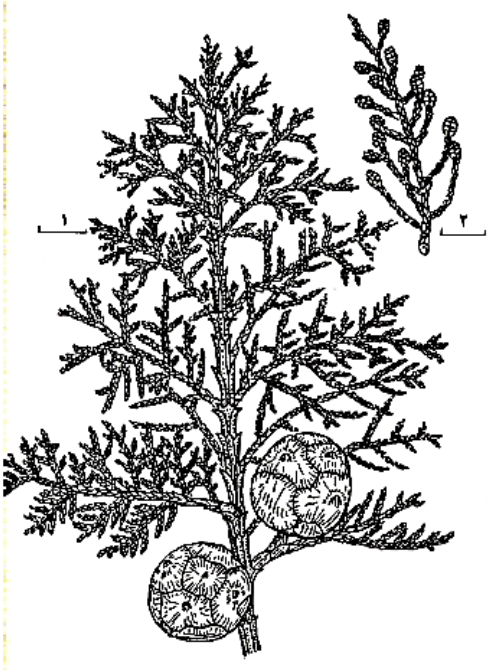
المروية Cupressaceae

شجرة يتراوح ارتفاعها من ١٠ — ٣٠ م ، ويصل قطر جذعها الى متر واحد أغصانها كثيفة جدا ، قائمة أو افقية ، الاغصان الصغيرة مرتبة جزئيا في صفين ، ذات اربعة أضلاع بشكل غير واضح . الاوراق متقابلة متصالبة ومطبقة فوق بعضها البعض ذات شكل مثلثي ونهاية مدورة وتحمل في الجهة الظهرية منها غدة راتنجية غارقـــة . المخاريط الذكرية نهائية لتوضع على أغصان قصيرة وتكون متطاولة اسطوانية . المخاريط الانثوية لناضجة يصل قطرها من ٢ — ٣ سم وتكون منفردة بيضوية أو شبـــه كروية مؤلفة من ٦ — ١٤ حرشفة ذات أثلام شعاعية على السطح الخارجي نتوؤها مفلطح . يتراوح قطر البذرة من ٥ — ٧ مم وتكون مجهزة بحافة شبه جناحية وتنضج بعد سنة من التأبير .

يزهر في آذار — أيار . ينمو هذا النبات على التربة الكلسية فاتحة اللون وخاصة في غابات الصنوبر الطبيعية . يتواجد في شـــرق حوض المتوسط (بقايا في شمال ايران) وجبال الهيملايا .

تزرع أشكال هذا النبات العمودية والافقية كأشجار للزينة وكمصدات رياح . يمكن استخدام هذه الشجرة لانتاج الخشب والعفص، كما يستخرج الزيت من الاوراق حيث كان يستخدم قديما في صناعة العطور والطب (كدواء للسعال الديكي) .

يضم هذا النوع عرقين أحدهما العمودي والثاني الافقي ينمو العرق الاول بصورة خاصة في كثير من بلدان شرق حوض المتوسط ، كما يستخدم على نطاق واسع في عمليات التحريج . هذه الشجرة يمكن استخدامها كمصدات رياح لزراعة الاشجار المثمرة مثال الموز والحمضيات . تعيش هذه الشجرة طويلا . خشبها متين ولكن صعب الشغل . الاوراق دقيقة ومتراكبة بكثافة فوق بعضها البعض على الاغصان الفتية . تتجمع الازهار الذكرية في مخاريط صغيرة نهائية التوضع ، اما الازهار الانثوية فتترتب في مخاريط كروية على الاجزاء القاعدية من الاغصان . عندما تنضج المخاريط الانثوية يبلغ حجمها تقريبا حجم الجوزة . ويتألف كل منها من عدة حراشف ترسية الشكل تحمل كل منها عدة بذور على الوجه الداخلي .



الشكل ٤٦ ـ السرو ١ ـ غصن مثمر ٢ ـ غصن يحمل مخاريط ذكرية

جنس *Biota*: ويضم نوع واحد هو : (*Thuya orientalis*) *Biota orientalis* ويُسمى السرو الإفرنجي وهي أشجار ارتفاعها 1–8 م. المخاريط الذكرية مؤلفة من حراشف متقابلة وحلقية الترتيب ثلاثية. المآبر 3–5 ونادراً 2 كروية الشكل. خشب الشجرة أحمر بني. الأغصان أفقية أو مائلة نحو الأعلى. الأغصان الصغيرة مفلطحة مرتبة بمستويات عمودية. الأوراق حرشفية مطبقة. وهو نوع مستورد للزينة.

الفصل الخامس عشر

٣- رتبة Taxales

تضم هذه الرتبة ثلاث فصائل حديثة و هي Cephalotaxaceae Taxaceae Palissyaceae

تنتشر أجناس هذه الرتبة في نصف الكرة الشمالي في أمريكيا الشمالية وأوربا وآسيا

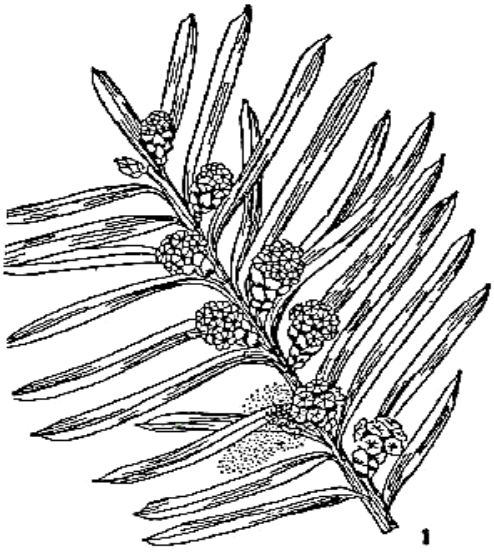
ويصل عدد أجناسها إلى حوالي ٥ أجناس منها

Cephalotaxus - Taxus - Torrea - Pseudo Taxus - Amento taxus

يعتبر الجنس Taxus من أشهر أجناس هذه الرتبة ، نباتاته أشجار أو شجيرت أحادية المسكن ، وتبدي سوق الأشجار الفتية سطحاً أملس بصورة واضحة. بينما تبدي سطوح سوق الأشجار القديمة شقوقاً طولانية عميقة ، وقشرة ذات لون أحمر غامق أو بني محمر .

ويصل طول الأشجار إلى ٢٠ م وعرض ساقها إلى أكثر من متر واحد وتعتبر من الأشجار المعمرة .أما الأوراق فهي على الأغصان الفتية متجهة نحو الأعلى ومتوضعة حلزونياً. في صفين أفقين تقريباً كخطوط مشطية الشكل. وتبدي الأوراق العلوية تعرقاً طولياً وهي ضيقة ومشرشرة .

النبات أحادي المسكن ، حيث تتشكل المخاريط المذكرة على السطح السفلي للفروع ، وهي كروية الشكل تقريباً ، محمولة على سويقة قصيرة ومغطاة بأعداد كبيرة من الحراشف .



الشكل رقم (١٩٧) : النوع Taxus baccata فرع مع مخاريط مذكرة .

ويتألف كل مخروط من ٤ ـ ٦ أوراق بوغية دورقية الشكل متراصة على المحور . تحمل كل ورقة صغيرة من ٥ ـ ٩ أكياس بوغية صغيرة شكل رقم (١٩٧) .

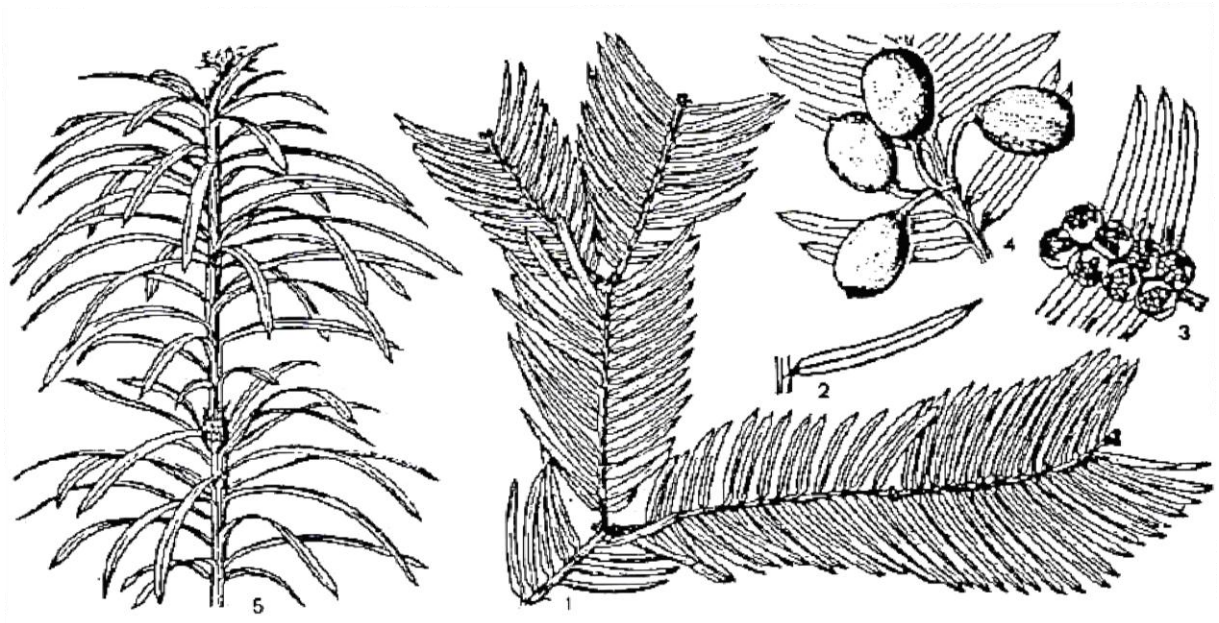
أما أعضاء التأنيث، فلا تشكل مخاريط واضحة، فهي عبارة عن بويضات مفردة أو منفردة متوضعة في نهاية فروع ابطية مصغرة وقصيرة. وأحياناً يحمل الفرع بويضتين ونادراً جداً ثلاث بويضات.

وتغطى هذه الفروع بحراشف صغيرة متوضعة حلزونياً . أما البذور الناضجة فتأخذ الشكل البيضوي ، وهي ذات طول يتراوح من ٥-٨ م وعرض ٥م تحاط البذور بزائدة لحمية تشبه القدح ، ذات لون أحمر ونادراً أصفر. تغطي هذه الزائدة البذور حتى نهايتها أو منتصفها ولكن لاتلتحم معها.

تمتاز أنواع هذا الجنس بجودة خشبها ، لذلك تستخدم على نطاق واسع في صناعة الموبيليا وفي الصناعات التزينية .

أما جنس Cephalotaxus فيتمثل بأشجار أو شجيرات معظمها ثنائية المسكن، يصل طول الساق إلى نحو ١٢ م. تتوضع عليه الأوراق الطويلة الجلدية في صفين متقابلين المخاريط المذكرة كروية الشكل ومجتمعة من ٦ - ١١ مخروط في قواعد الأوراق العلوية الاعاشية.

أما البويضات فهي منفردة ومحمولة على سويقات متطاولة متوضعة في قواعد الأوراق الحرشفية. كما هو موضح في الأشكال التالية رقم (١٩٨-١٩٩-٢٠٠-٢٠١).



الشكل رقم (١٩٨) : النوع Cephalotaxus. harringtonia

١ - فرع مع أوراق ناضجة ٢ - ورقة من الجهة السفلية ٣ - فرع حامل لمخاريط مذكرة

٤ - جزء من فرع حامل لبذور ناضجة ٥ - فرع حامل لأوراق فتية .



شكل رقم (٢٠٠) النوع Amentotaxus argotaenia

١ ـ فرع حامل مخاريط مؤنثة ٢ ـ مخروط مؤنث ٣ ـ بويضة بعد نزع الغلاف

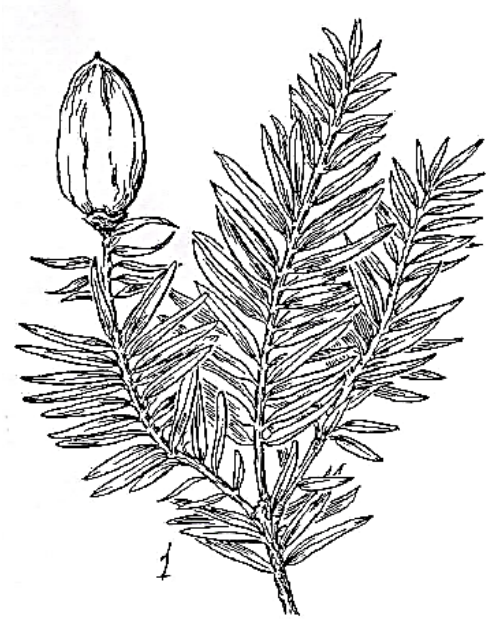


الشكل رقم (١٩٩) النوع Pseudotaxus chienii

١ ـ فرع مع مخاريط مؤنثة

٢ ـ ورقة اعتيادية ٣ ـ بذرة مع غطاء حرشفي

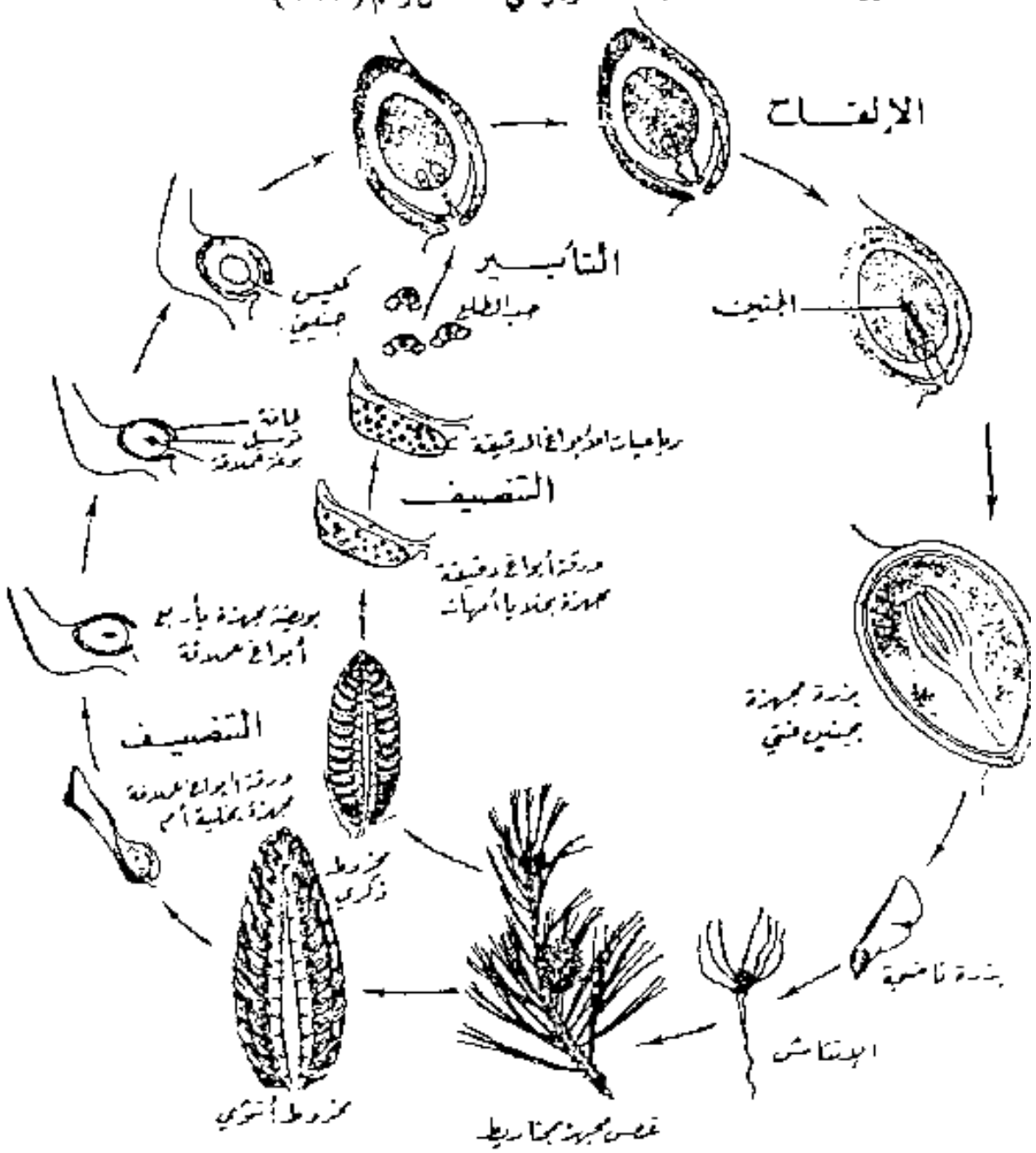
٤ ـ بذرة ناضجة بدون غطاء حرشفي.



الشكل رقم (٢٠١) النوع Torreya . nucifera

١ ـ فرع مع مخروط مؤنث ناضج

ختاماً سنورد مخطط لحلقة حياة الصنوبر في الشكل رقم (٢١٣)



الأهمية التطبيقية للصنوبريات :

تشكل الصنوبريات ادغالاًجميلة شاسعة. وتتمتع بأهمية كبيرة في الطبيعة والزراعة والصناعة وتشكل بيئية غذائية طبيعية لحياة كثير من الحيوانات المتوحشة والطيور والحشرات المفيدة . فتعطي كتلة كبيرة من الخشب المستخدم في مجالات صناعية مختلفة كبناء السفن وغيرها .

يستحصل من الصنوبريات على مواد كيميائية عديدة متنوعة : الحرير ، السيللوز ، البلسم ، الراتنج ، الكافور ، الكحول ، حمض الخل مواد عفصية وغيرها .

كما تشكل غابات الصنوبر ينبوعاً لا ينضب للفيتامينات والمركبات الغذائية الإدخارية . فتشمل بذور الأوركاريا والأرز على كمية كبيرة من الزيوت نحو ٧٩ ٪ من كتلتها .

وتتمتع الغابات الصنوبرية بأهمية كبيرة في الصناعات الطبية فهي مصدر هام للمواد الأولية ، التي تستخدم في تركيب الفيتامينات وتحضير أدوية ناجعة لعلاج التقلصات التشنجية والاضطرابات العصبية وأمراض الكلية والمثانة والبامور والطوش .

كما وتعد الأوراق والفوارغ الفتية في الصنوبر الحرجي والأرز والتنوب والعرعر ، علفاً شتوياً للإبله لا بديل عنه .

كما تعد أوراق عريانات البذور عامة (بعد تأبير الخاريط وقبل الإلقاح) ، علفاً شتوياً لبعض الطيور .

وتشكل بذور الأرز السيبيري وغيره ، العلف الرئيسي للسمور والسنجاب والطيور الحلقية ولعدد كبير من الطيور الأخرى