النباتات الكبدية والحزازية

الدكتور أحمد محمد مجاهد
أستاذ النبات بكلية العلوم
جامعة الملك سعود

الدكتور أحمد فؤاد شلبي
أستاذ النبات بكلية العلوم
جامعة الملك سعود

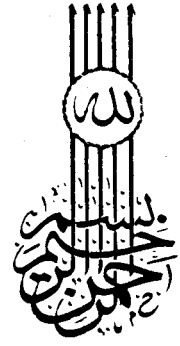
الدكتور عبدالله يحيى باصهي
أستاذ النبات المساعد بكلية العلوم
جامعة الملك سعود

الناشر: عمادة شؤون المكتبات ـ جامعة الملك سعود
ص.ب ٢٢٤٨٠ ـ الرياض ـ المملكة العربية السعودية.

© ١٩٨٢م جامعة الملك سعود
جميع حقوق الطبع محفوظة . غير مسموح بطبع أى جزء من أجزاء هذا الكتاب ، أو خزنه في أى نظام لخزن المعلومات واسترجاعها ، أو نقله على أية هيئة أو بأية وسيلة سواء كانت إلكترونية أو شرائط ممغنطة أو ميكانيكية ، أو استنساخاً ، أو تسجيلاً ، أو غيرها إلا بإذن كتابي من صاحب حق الطبع .

الطبعة الأولى ١٤٠٣هـ (١٩٨٣)

مطابع جامعة الملك سعود


بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

ونصلي ونسلم على سيد المرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين

أما بعد

فقد استأثرت النباتات الزهرية حتى الآن ـ ومازالت تستأثر ـ بالنصيب الأوفر من الدراسات والبحوث. ونالت من جهد الدارسين والباحثين وعنايتهم مالم ينله قسم آخر من أقسام المملكة النباتية، ويرجع ذلك إلى أسباب كثيرة، في مقدمتها سهولة تناولها لكبر أحجامها ووضوح أجزائها وسعة انتشارها، ولأزهارها الزاهية، إلى جانب فوائدها الاقتصادية الكثيرة، الغذائية منها والكسائية والدوائية والبستانية وغيرها.

وحديثا بدأ الاهتمام يتزايد بمختلف أقسام النباتات الدقيقة الميكروبية، وهي البكتريا والفطر والطحالب والفيروسات، وذلك منذ كشف النقاب عن الأدوار الهامة التي لا حصر لها والتي تلعبها هذه الكائنات بطريق مباشر أو غير مباشر في حياة الكائنات الحية الأرقى بين إنسان وحيوان ونبات. وساعد على وفرة الدراسات في مجال الأحياء الدقيقة وزيادة معدلاتها استكشاف المجاهر الإلكترونية والمتطورة ووسائل التكبير البصرية التي ساعدت في التعرف على أدق التفاصيل التركيبية لهذه الكائنات.

تبقى فيما بين صور الحياة النباتية البدائية الممثلة في الكائنات الدقيقة وصور الحياة الراقية المتطورة الممثلة في النباتات الزهرية صور كثيرة لعدة أقسام نباتية، بعض

نباتاتها حفرية بائدة والبعض حية معاصرة. هذه الأقسام تشغل أماكن وسطا في درجة رقيها وتطورها بين النباتات البدائية والزهرية، وتضم ـ بين ما تضمه ـ الحزازيات والسراخس وعاريات البذور. وقد اطلق على هذه النباتات اللازهرية في مجموعها (باستثناء قلة ضئيلة من عاريات البذور) اسم «أرشيجونيات» وذلك لأنها تشترك جميعا على اختلاف صورها وأحجامها في صفة واحدة ألا وهي شكل أعضائها الجنسية الأنثوية التي تشبه القارورة ببطنها المنتفخ في أسفلها وعنقها الطويل في أعلاها، والتي أطلق عليها بسبب هذه المشابهة «اسم أرشيجونات» وواحدتها «أرشيجونة» ومنها اشتق اسم هذه المجموعة من أقسام النباتات اللازهرية.

والأرشيجونيات أقل أهمية من الوجهة الاقتصادية من بقية أقسام المملكة النباتية ـ باستثناء عاريات البذور، فغالبيتها ليست مصدرا لغذاء ولا لكساء ولا لدواء كالنباتات الزهرية وليس لها ما للنباتات الميكروبية الدقيقة من ارتباط بحياة الإنسان والحيوان والنبات. وترجع الأهمية الاقتصادية لعاريات البذور إلى كونها أهم مصادر الأخشاب الطبيعية في العالم كما أنها تنتج الراتنجات وبعض المواد الإفرازية الأخرى. وفيما عدا ذلك ليس هناك من أهمية اقتصادية تذكر لمعظم الأرشيجونيات وربما كان ذلك هو السبب الرئيسي لقلة الأبحاث والدراسات الخاصة بها والمؤلفات المنشورة عنها بالمقارنة ببقية أقسام النباتات الزهرية والأولية.

بيد أنه من وجهة النظر العلمية البحتة لا يصح أن تحول قلة المعطيات الاقتصادية لبعض أقسام النباتات دون إيفائها حقها من البحث والدراسة، ذلك لأن طلب العلم والتزود بالمعرفة والسعي الدائب للوصول إلى الحقائق الكونية المجردة هدف في حد ذاته. فهل يقنع المتخصص في دراسة علم النبات مثلا بالانتقال فجأة عن طرز الحياة البسيطة المتمثلة في كائنات مجهرية إلى طرز الحياة الراقية المعقدة لنباتات زهرية كبيرة الحجم وهو يعلم أن وحدة الخلق المستمدة من وحدة الخالق ووحدة المادة الحية التي خلقت منها الأحياء تقتضي عقلا أن يكون هناك تدرج في الانتقال بوجود أقسام تشغل مكانا وسطا في صفاتها وخصائصها بين النباتات البدائية والراقية وتتحقق

بوجودها وحدة الحياة النباتية في هذا الكون وترابطها وتكاملها وتدرجها الطبيعي من الأبسط إلى الأرقى. هذه الأقسام جديرة أن يدرسها طالب العلم جيدا وعلى نفس المستوى من الإجادة الذي يدرس به غيرها من الأقسام ولتفهم وضعها التصنيفي ومدى قرابتها لغيرها من النباتات حتى تكتمل بذلك الصورة في ذهنه عن مدى التدرج والتنوع في خلق الأحياء النباتية من مادة حية واحدة.

وفي الأقطار الصحراوية ذات المناخ الحار الجاف قليل المطر يندر جدا وجود الأرشيجونيات، ذلك لأن المناخ الرطب البارد أو المعتدل غزير المطر هو الأكثر ملاءمة لنمو هذه النباتات وازدهارها، فهي غزيرة متنوعة في الأقطار المطيرة وخاصة في مناطق الغابات. والأنواع الشجرية من السراخس تعيش في الغابات المطيرة الاستوائية ولهذا السبب لا تكاد توجد فلورا أرشيجونية تذكر في المملكة العربية السعودية ولا في بقية الأقطار الصحراوية بجنوب غرب آسيا وشمال أفريقية، وكان لزاما لهذا السبب أن يكون الجانب الأكبر من معلوماتنا عن أقسام النباتات الأرشيجونية مستمدا عن نباتات تعيش خارج الجزيرة العربية والأقطار المماثلة لها في المناخ وكان لا بد لمؤلفي هذا الكتاب عن «النباتات الكبدية (الهباتية) والحزازية» والكتابين الآخرين عن «النباتات الوعائية اللابذرية» و«عاريات البذور» من الأخذ عن المؤلفين الغربيين الذين توفرت لديهم المادة النباتية التي بنوا عليها دراساتهم ومشاهداتهم.

وقد اتبع مؤلفو هذا الكتاب والكتابين الآخرين المذكورين آنفا نظاما من أحدث النظم التصنيفية التي وضعت للأرشيجونيات، ألا وهو نظام بولد الذي أورده في الطبعة الثالثة من كتابه «مورفولوجيا النبات» المنشور عام ١٩٧٣ وانفرد المؤلفون بالتوسع في سرد أمثلة المراتب التصنيفية وشرح تفاصيل دورة الحياة لكل نوع نباتي من الأمثلة المختارة.

وقد صنف المؤلفون الأقسام النباتية التي ضمنوها كتبهم الثلاثة في ثلاث مجموعات تختلف في درجات رقيها وتطورها: المجموعة الأولى وهي أبسط أقسام

الأرشيجونيات شكلا وتركيبا وأقلها تطورا، وتشمل قسمي النباتات الكبدية والحزازية، أما المجموعة الثانية فتشمل أقسام النباتات الوعائية اللابذرية، بينما تشمل المجموعة الثالثة جميع أقسام النباتات البذرية عاريات البذور.

وموضوع كتابنا هذا هو دراسة المجموعة الأولى من أقسام النباتات الأرضية وهي نباتات أرشيجونية لا زهرية ولا وعائية ولا بذرية تتكاثر أساسا بالجراثيم وتضم قسمي النباتات الكبدية والحزازية وتعتبر أبسط أقسام النباتات الأرضية جميعا.

ولعل من أهم الدوافع للمبادرة بتأليف هذه المجموعة من الكتب خلو المكتبة العربية خلوا تاما ـ على قدر علمنا ـ من أية مؤلفات في موضوعها رغم الحاجة الماسة التي يشعر بها أساتذة وطلاب علم النبات العرب لتوفر مثل هذه المراجع باللغة العربية. وهناك بحمد الله وفرة لا بأس بها من المراجع الدراسية المؤلفة باللغة العربية في فروع كثيرة من العلم باستثناء هذه الأقسام من النباتات اللازهرية الأرشيجونية ومادامت الجامعات العربية ـ كما نعلم ـ حريصة الحرص كله على الاستمساك باللغة العربية لغة للتدريس في كلياتها فقد أصبحت هناك ضرورة ملحة لتوفير الكتب والمراجع العربية في مختلف فروع العلم تحقيقا لرسالة الجامعات العربية في نشر العلم بين العرب بلغتهم القومية. وتأليف كتب باللغة العربية في النباتات اللازهرية إنما هو إسهام من المؤلفين في تحقيق هذا الهدف النبيل هدف إثراء المكتبة العربية بالمراجع.

والله من وراء القصد وهو نعم المولى ونعم النصير،،،

المؤلفون

المحتويات

صفحة

مقدمـــة ..... هـ

الباب الأول: الأرشيجونيات ١

الباب الثاني: قسم النباتات الهباتية ١٣

الباب الثالث: قسم النباتات الحزازية ٥٧

المراجـع ٩١

الكشـــاف ٩٣

الباب الأول

الأرشيجونيات

ARCHEGONIATA

صنفت هذه المجموعة من النباتات معا على أساس اشتراكها جميعا في عدد من الصفات العامة يمكن تلخيصها فيما يلي :

١ ـ وجود عضو تناسلي أنثوي قارورري الشكل (شكل: ١ ، ٢) يسمى أرشيجونة ، تتميز بها الأرشيجونيات دائما . وتتكون الأرشيجونة من جزئين رئيسيين هما :

ا ـ جزء سفلي منتفخ يعرف بالبطن (venter) .

ب ـ جزء علوي رفيع مستطيل يعرف بالعنق (neck) .

أما البطن فيحتوي بداخله على خليتين ، القاعدية منهما هي خلية البيضة (ovum or oosphere) وهي كبرى الخليتين البطنيتين والأخرى أصغر منها وتستقر فوقها وتعرف بالخلية القنوية البطنية (ventral canal cell) لأنها تتوسط ما بين البطن وقناة العنق .

أما العنق فيتكون من قناة يحيط بها جدار عقيم من طبقة واحدة من الخلايا وبداخل القناة يوجد صف رأسي من خلايا عارية تعرف بالخلايا القنوية العنقية (neck canal cells) منغمسة في مادة مخاطية تملأ القناة ، ويختلف عددها باختلاف المراتب التصنيفية واختلاف الأفراد . وتغلق الفتحة العليا لقناة العنق خلية تعرف بخلية الغطاء (cap cell) ويمتد جدار العنق ليغلف منطقة البطن أيضا بجدار أرشيجوني عقيم ويكون سمكه في منطقة البطن أكثر عادة من طبقة واحدة من الخلايا .

جدول رقم (١)
الأزمان الجيولوجية وعلاقتها بنشوء المجموعات النباتية الرئيسية

الحقب	العصر	الفترة	الزمن المنصرم منذ بداية كل فترة بملايين السنين
السينوزوي (الحياة الحديثة)	الرباعي	الحديث	
		البليستوسين	٢,٥
	الثلاثي	البليوسين	٧
		الميوسين	٢٦
		الاوليجوسين	٣٨
		الايوسين	٥٤
		الباليوسين	٦٥
الميزوزوي (الحياة الوسطى)	الكريتاسي	العلوي (المتأخر) السفلي (المبكر)	١٣٦
	الجوراسي	العلوي (المتأخر) السفلي (المبكر)	١٩٠
	الترياسي	العلوي (المتأخر) الاوسط السفلي (المبكر)	٢٢٥
الباليوزي (الحياة القديمة)	البرمي		٢٨٠
	البنسلفاني	العلوي (المتأخر) الاوسط السفلي (المبكر)	٣٢٥
	المسيسبي	العلوي (المتأخر) السفلي (المبكر)	٣٤٥
	الديفوني	العلوي (المتأخر) الاوسط السفلي (المبكر)	٣٩٥
	السليوري	العلوي (المتأخر) الاوسط السفلي (المبكر)	٤٣٠
	الاردوفيسي	العلوي (المتأخر) الاوسط السفلي (المبكر)	٤٥٠
	الكمبري	العلوي (المتأخر) الاوسط السفلي (المبكر)	٥٧٠
	قبل الكمبري		٣١٠٠ ٤٧٠٠

فترة بقاء المجموعات النباتية

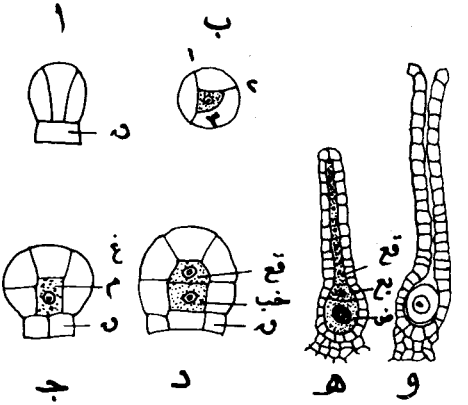
- الطحالب الخضر والمزرقة والبكتريا والفطريات
- الحزازيات المنبطحة
- الحزازيات القائمة
- النباتات الريناية والزوستيرفيليتية والترجيرفيتية
- النباتات الميكروفيلية
- النباتات الفصلية
- السراخس
- النباتات السيكادية
- النباتات الجنجوية (——)
- النباتات المخروطية
- النباتات النوعية
- كاسيات البذور

جدول رقم (٢)
مقارنة التصنيف الحديث للأرشيجونيات الحية المعاصرة (بولد ١٩٧٣)
بالتصنيف القديم (تبو ١٩٤٢ وأيشلر ١٨٨٣)

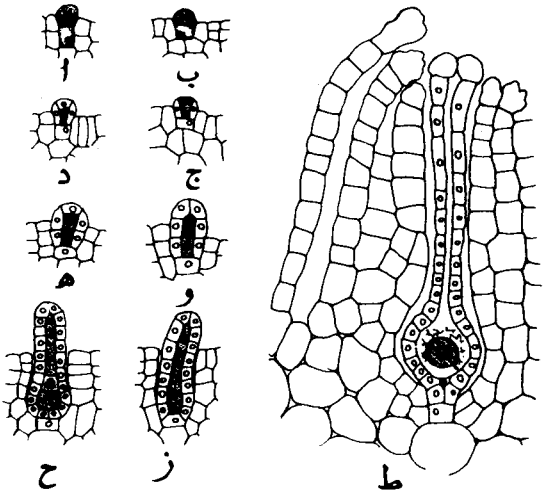
التصنيف القديم	التصنيف الحديث
البطن ١١ . النباتات الحزازية	
الطائفة ١ . الهباتية	قسم ١٨ . النباتات الهباتية Hepatophyta
الطائفة ٢ . الحزازيات القائمة	قسم ١٩ . النباتات الحزازية Bryophyta
البطن ١٢ . النباتات التريدية (أيشلر فقط)	ألغي (Pteridophyta)
البطن ١٣ . النباتات القصبية (تبو فقط)	ألغي (Tracheophyta)
البطين ١ . بسيلوبسيدا	قسم ٢٠ . النباتات البسيلوتية Psilotophyta
البطين ٢ . ليكوبسيدا	قسم ٢١ . النباتات الميكروفيلية Microphyllophyta
البطين ٣ . سفينوبسيدا	قسم ٢٢ . النباتات المفصلية Arthrophyta
البطين ٤ . بتيروبسيدا (تبو فقط)	ألغي (Pteropsida)
الطائفة ٥ الفلسينية	قسم ٢٣ . النباتات البترية Pterophyta
الفانيروجامات (أيشلر فقط)	ألغي (Phanerogams)
قسم النباتات البذرية (أيشلر فقط	ألغي (Spermatophyta)
الطائفة . عاريات البذور	ألغي (Gymnatophyta)
الطويئفة ١ : النباتات السيكادية	قسم ٢٤ النباتات السيكادية Cycadophyta
الطويئفة ٢ : النباتات المخروطية	قسم ٢٥ النباتات الجنجوية Ginkgophyta
	قسم ٢٦ النباتات المخروطية Caniferophyta
	قسم ٢٧ النباتات النتومية Gnetophyta

ملاحظات : ١ ـ المرتبة التصنيفية «بطن Phylum» غير معتمدة في قوائم التسميات النباتية الدولية، وهي تعادل مرتبة «قسم» في التصنيفات الحديثة.

٢ ـ البطون أرقام ١ ـ ١٠ في التصنيفات القديمة والأقسام ١ ـ ١٧ في التصنيف الحديث خاصة بالنباتات التي عرفت في الماضي باسم النباتات الثالوسية، وهي الطحالب والفطريات والبكتريا والأشن . . . الخ

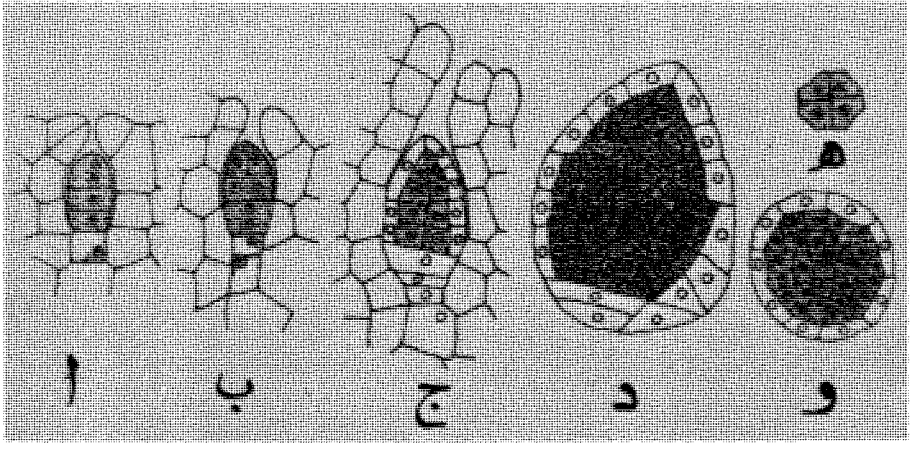


شكل (١): تكوين الأرشيجونة بالحزازيات المنبطحة. ا، ب ـ يوضحان انقسام الخلية الخارجية بثلاثة جدر: ا ـ في قطاع طولي، ب ـ في قطاع مستعرض؛ جـ ـ يوضح انقسام الخلية المركزية إلى خلية غطاء (غ) وخلية مركزية (م)؛ د ـ يوضح انقسام الخلية المركزية إلى خلية قنوية عنقية أولية (قع) هي التي ستعطي الخلية القنوية البطينة وخلية البطن الأولية (خب) وهي التي ستعطي خلية البيضة، ق = خلية قاعدية؛ هـ ـ أرشيجونة ناضجة محتوية على بيضة (ض)، خلية بطينة عنقية (بع) وست خلايا قنوية عنقية (قع)؛ و ـ بعد انحلال الخلايا القنوية.



شكل (٢): خطوات نشأة الأرشيجونة في نبات ريشيا جلاوكا *Riccia glauca*.

٢ ـ وجود عضو تناسلي ذكري متخصص ومتعدد الخلايا يعرف بالأنثريدة (antheridium) وهو عضو كروي الشكل أو بيضي (شكل ٣) أرقى في تركيبه من أنثريدة الطحالب، إذ أن هذه الأخيرة تتركب عادة من مجموعة من الخلايا، كلها بلا استثناء منتجة للسابحات الذكرية بينما أنثريدات النباتات الأرشيجونية تكون محاطة خارجيا بجدار عقيم يعرف بالجدار الأنثريدي لا يشترك في إنتاج سابحات ذكرية ويحيط بنسيج مولد للسابحات الذكرية (spermatogenous tissue) ينتج عددا كبيرا من الخلايا الوالدة (sperm mother cells) التي تنتج بدورها السابحات الذكرية نفسها (spermatozoids) وهي الأمشاج الذكرية. وتكون الأنثريدة إما معنقة وإما جالسة حسب أجناس الأرشيجونيات وأنواعها. وعند اكتمال نضج الأنثريدة تعطي محتويات كل خلية والدة سابحة ذكرية واحدة أو أكثر، كل واحدة منها ثنائية الأسواط أو متعددة الأسواط حسب المراتب التصنيفية للأرشيجونيات، وتتحرر كل سابحة ذكرية وتسبح في الماء بأسواطها حتى تصل إلى الأرشيجونة فتؤدي بها عملية الإخصاب (fertilization).

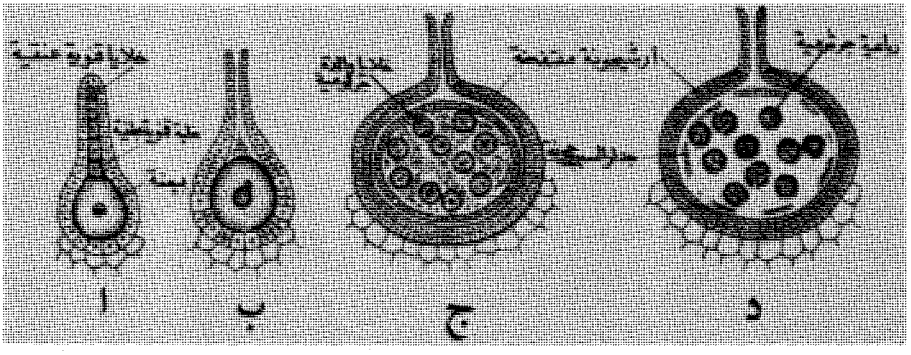


شكل (٣): خطوات نشأة الأنثريدة في نبات ريشيا جلاوكا *Riccia glauca* أ، جـ، د ـ قطاع طولي. هـ، و ـ قطاع عرضي (عن سميث).

٣ ـ تبادل طورين متميزين في دورة حياة كل فرد من أفراد الأرشيجونيات يحمل أحدهما الأعضاء التناسلية وهي الأرشيجونات والأنثريدات ويطلق عليه اسم الطور المشيجي (gametophyte generation) أو النبات المشيجي (gametophyte) وعندما يحمل النبات المشيجي الأرشيجونات والأنثريدات معا يوصف بأنه ثنائي الجنس (bisexual) وأحادي المسكن (monoecious) ، أما إذا حمل أنثريدات فقط على أحد الأفراد وأرشيجونات فقط على فرد آخر فإنه يكون وحيد الجنس (unisexual) ذكرا أو أنثى ، ويوصف بأنه ثنائي المسكن (dioecious) . وعندما تنضج الأرشيجونة وتصبح مهيأة للإخصاب تنفتح قناة العنق وتنحل الخلايا القنوية العنقية كما تنحل أيضا الخلية القنوية البطنية وينتج عن انحلال جميع هذه الخلايا تكوين مادة هلامية تبرز من عنق الأرشيجونة وتنبعث منها رائحة خاصة تجذب إليها السابحات الذكرية جذبا كيميائيا وتتخذ السابحات الذكرية طريقها داخل الممر الخالي المتكون في عنق الأرشيجونة بعد انحلال الخلايا حتى تصل إلى البيضة حيث يتم الإخصاب باتحاد سابحة ذكرية واحدة بالمشيج الأنثوي ، وتعرف البيضة المخصبة باللاقحة (zygote) .

ويكون النبات المشيجي (أو الطور المشيجي) بما يحمل من أعضاء جنسية وما ينتج من أمشاج (بيضات وسابحات ذكرية) أحادي المجموعة الصبغية (haploid) ، أي تحتوي نواة كل خلية من خلاياه على مجموعة واحدة من الصبغيات (عدد الصبغيات = ن) وعندما يتم الإخصاب تندمج نواتا السابحة الذكرية والبيضة وبذلك يتضاعف عدد الصبغيات وتصبح اللاقحة ثنائية المجموعة الصبغية (diploid) أي تحتوي على مجموعتين من الصبغيات في نواتها ، مجموعة تستمدها من كل من المشيجين الذكري والأنثوي (عدد الصبغيات = ٢ن) . وتعد اللاقحة نقطة البداية لطور آخر جديد في دورة الحياة يتبادل بانتظام مع الطور المشيجي ويعرف بالطور الجرثومي (sporophyte generation) أو النبات الجرثومي (sporophyte) وتنقسم اللاقحة ومنتجاتها انقسامات متكررة لتكوين الطور الجرثومي البالغ ، الذي تكون جميع خلاياه ثنائية المجموعة الصبغية كاللاقحة التي نشأت منها .

ويكون الطور الجرثومي في الأرشيجونيات البدائية على درجة كبيرة من البساطة في الشكل والتركيب، حيث تحيط اللاقحة نفسها بجدار عقيم وتنقسم محتوياتها الداخلية إلى عدد كبير من الخلايا الوالدة للجراثيم (spore mother cells) وتنقسم نواة كل خلية والدة انقساما اختزاليا لتكوين أربع أنوية أحادية المجموعة الصبغية، ثم تحاط كل نواة بجدار لتصبح جرثومة (spore) وتتجمع الجراثيم في أول الأمر في رباعيات (tetrads)، أي في مجموعات بكل منها أربع جراثيم ثم تتفرق الجراثيم من رباعياتها، وتتحرر من حوافظها الجرثومية وتنتشر وتنبت في الظروف الملائمة لكي تعطي كل جرثومة منها نباتا مشيجيا جديدا أحادي المجموعة الصبغية كالجرثومة التي نشأ منها، وهكذا يعيد النبات الأرشيجوني دورة الحياة (شكل ٤).



شكل (٤): خطوات تكشف الطور الجرثومي في النباتات الهباتية.

ويعرف النسيج الذي تتكون منه الجراثيم باسم النسيج الجرثومي أو النسيج المولد للجراثيم (sporogenous tissue or archesporium). ومع أن هذا النسيج يكاد يمثل جميع الطور الجرثومي الناتج من اللاقحة في الأرشيجونيات البدائية فإن الطور الجرثومي يزداد في التعقيد بالتدريج ـ شكلا وتركيبا ـ كلما زاد رقي الأنواع، حيث تفقد بعض الخلايا الناتجة من انقسام اللاقحة قدرتها على إنتاج الجراثيم، وتتحور متخذة أشكالا شتى لتكوين أنسجة عقيمة تقوم بوظائف مختلفة غير تكاثرية في النبات

الجرثومي كالتدعيم والتوصيل والتخزين والانتشار، ويقتصر تكوين الجراثيم على أجزاء محدودة من النبات الجرثومي في أكثر الأرشيجونيات رقيا.

وهكذا فبجانب تكوين الأرشيجونات والأنثريدات هناك صفة ثالثة هامة تتميز بها الأرشيجونيات عامة، ألا وهي وجود طورين في دورة حياة النبات طور مشيجي يحمل الأعضاء الجنسية وينتج الأمشاج وطور آخر يتبادل معه باستمرار وهو الطور الجرثومي. ويتعاقب هذان الطوران بالتبادل المنتظم في دورة حياة جميع الأرشيجونيات. وتعرف تلك الظاهرة بتبادل الأجيال (alternation of generations).

وتصاحب التبادل المظهري للطورين المشيجي والجرثومي دورة نووية (nuclear cycle)، فيها ينتصف عدد الصبغيات (الكروموسومات) في النبات المشيجي ويتضاعف في النبات الجرثومي، ويرمز لهذا العدد النصفي المختزل بالحرف (ن)، وتندمج نواتا السابحة الذكرية والبيضة عند الإخصاب فيتضاعف باندماجهما عدد الصبغيات، وبذلك تكون اللاقحة ثنائية المجموعة الصبغية، أي محتوية على عدد (٢ن) من الصبغيات، وبتوالي انقسام اللاقحة يتكشف نبات جرثومي جميع خلاياه ثنائية المجموعة الصبغية بما فيها الخلايا الوالدة الجرثومية (spore mother cells) ثم تنقسم الخلايا الأخيرة انقساما اختزاليا (meiosis) يؤدي إلى تكوين أربع جراثيم أحادية المجموعة الصبغية من كل خلية والدة جرثومية وتنتج كل جرثومة بدورها عند الإنبات نباتا مشيجيا أحادي المجموعة الصبغية، وهكذا تصاحب الدورة النووية ظاهرة تبادل الأجيال في جميع مراتب الأرشيجونيات.

ومع أن ظاهرة تبادل الأجيال قد تحدث أيضا في بعض النباتات الثالوسية ـ الطحلبية والفطرية ـ إلا أنها تكون غير منتظمة، بينما هي في الأرشيجونيات منتظمة ودائمة الحدوث عادة.

وتختلف الأهمية النسبية لكل من الطورين المشيجي والجرثومي من حيث سيادة أحدهما وضمور الآخر في الأقسام المختلفة من الأرشيجونيات، ويمكن تقسيم

الأرشيجونيات من حيث الأهمية النسبية لطوري دورة الحياة إلى الأقسام الآتية :

١ ـ قسم النباتات الهباتية (الكبدية)	Division 1. Hepatophyta
٢ ـ قسم النباتات الحزازية	Division 2. Bryophyta
٣ ـ قسم النباتات البسيلوتية	Division 3. Psilotophyta
٤ ـ قسم النباتات الميكروفيلية	Division 4. Microphyllophyta
٥ ـ قسم النباتات المفصلية	Division 5. Arthrophyta
٦ ـ قسم النباتات البتيرية	Division 6. Pterophyta
٧ ـ قسم النباتات السيكادية	Division 7. Cycadophyta
٨ ـ قسم النباتات الجنجوية	Division 8. Ginkgophyta
٩ ـ قسم النباتات المخروطية	Division 9. Coniferophyta
١٠ ـ قسم النباتات النتومية	Division 10. Gnetophyta

ويمثل القسمان الأول والثاني الأرشيجونيات البدائية، وفيهما يكون الطور المشيجي هو السائد والمزدهر في دورة الحياة، وهو الذي يمثل النبات نفسه، بينما يظل الطور الجرثومي ضامرا ومتطفلا طول حياته على الطور المشيجي السائد.

أما في الأقسام الثمانية الأخرى فتنعكس الأهمية النسبية للطورين بمعنى سيادة الطور الجرثومي ـ الذي يمثل النبات نفسه في هذه الأقسام ـ واختزال الطور المشيجي الذي يظل ضامرا للغاية، وتتميز نباتات الأقسام الأربعة الأخيرة عن بقية الأقسام بقدرتها على إنتاج بذور عارية، أي لا تغلفها مبايض، ولذلك يطلق عليها اسم عاريات البذور.

وكان التصنيف القديم للأرشيجونيات يضم النباتات الهباتية أو الكبدية التي كانت تعرف باسم الحزازيات المنبطحة (Hepaticeae or Liverworts) والنباتات الحزازية التي كانت تعرف باسم الحزازيات القائمة (Musci or Mosses) معا في قسم

واحـد كان يطلق عليـه اسم قسم النبـاتـات الحـزازيـة (Bryophyta) ، ثم طرأت تعـديـلات كثـيرة في أوقـات مختلفة على هذا التصنيف القديم، وسنتبع في كتابنا هذا واحدا من أحدث التصنيفات وهو الذي اتبعه بولد (Bold) عام ١٩٧٣م.

وبمقتضى هذا التصنيف تفصـل الحـزازيات المنبطحة عن القائمة ويوضعان في القسمين المستقلين الآتيين:

١ ـ قسم النباتات الهباتية Hepatophyta الذي يضم الحزازيات المنبطحة،

٢ ـ قسم النباتات الحزازية Bryophyta الذي يضم الحزازيات القائمة.

الباب الثانى

قسم النباتات الهباتية

HEPATOPHYTA

(Gr. Hepa = Liver)

الاسم الدارج لنباتات هذا القسم هو «البقول الكبدية» (Liverworts) وعددها حوالي ٣٠٠ جنس تضم ٦٠٠٠ ـ ٧٠٠٠ نوع، وتمثل أبسط أنواع النباتات الارضية وتختلف أحجامها ما بين أنواع رقيقة ورقية مثل سفالوزيلا *Cephaloziella* (عرض ١٥٠ ـ ٣٥٠ ميكرون وارتفاع ٥ ـ ١٠ ملليمترات) إلى أنواع كبيرة مفصصة مثل ديومورتييرا *Dumortiera* (عرض ٢ ـ ٥,٣ سنتيمترا وارتفاع ١٥ ـ ٢٥ سم). وغالبية أنواع هذا القسم مائية، وتعيش قلة منها على التربة الرطبة. وفي بعض الأنواع مثل سفير وكاربوس *Sphaerocarpos* وبليا *Pellia* وتكاكيا *Takakea* يصل النبات الخضري الذي يمثل الطور المشيجي إلى درجة كبيرة من التعقيد سواء في شكله الظاهري أو في تركيبه الداخلي.

ويشتمل قسم النباتات الهباتية على طائفتين هما:

ا ـ طائفة ١ ـ هباتوبسيدا (Class 1. Hepatopsida) وهي طائفة البقول الكبدية (Liverworts)، وتتميز بأن العدد الأحادي (Haploid) للصبغيات فيها هو (ن = ٩).

ب ـ طائفة ٢ ـ أنثوسير وتوبسيدا (Class 2. Anthocerotopsida)، وهي طائفة البقول القرنية (Hornworts)، وتتميز بأن فيها (ن = ٥ أو ٦).

أولا : طائفة هباتوبسيدا
HEPATOPSIDA

تتميز هذه الطائفة بسيادة النبات المشيجي فيها على الطور الجرثومي وقد تم تقسيمها إلى خمس رتب تضم اثنتين وعشرين فصيلة على أساس ما بينها من اختلاف في كلا الطورين المشيجي والجرثومي ، وهذه الرتب هي :

١ ـ رتبة الماركانتيات	Marchantiales
٢ ـ رتبة السفير وكاربات	Sphaerocarpales
٣ ـ رتبة المتزريات	Metzeriales
٤ ـ رتبة الجنجرمانيات	Jungermaniales
٥ ـ رتبة الهبلومتريات	Haplometriales

١ ـ رتبة الماركانتيات
MARCHANTIALES

تشتمل رتبة الماركانتيات على نباتات ثالوسية الشكل أو على شكل صفائح ، وهي منبطحة مفلطحة ظهر بطنية وتتميز داخليا بوجود خلايا تمثيلية وغرف هوائية ونسيج تخزيني ، وفي كل الماركانتيات يكون الطور الجرثومي بسيطا لا عنق له ، فإن وجد العنق كان قصيرا جدا . وجدار الحافظة الجرثومية (أو السبوروجونة) يتكون من طبقة واحدة من الخلايا . وتتبع هذه الرتبة فصائل ثلاث هي الفصيلة الريشياوية والفصيلة الألسيمترية والفصيلة الماركانتياوية ، وسنتحدث عن كل منها على الترتيب .

ا ـ الفصيلة الريشياوية
RICCIACEAE

تضم هذه الفصيلة جنسي ريشيوكاربس *Ricciocarpus* وريشيا *Riccia* والأول هو الجنس الوحيد الذي يعيش في الماء كما يعيش على التربة الرطبة ، أي أنه برمائي

(amphibious) ، وقد لوحظ أنه لا ينتج أعضاءه التكاثرية إذا نما على التربة .

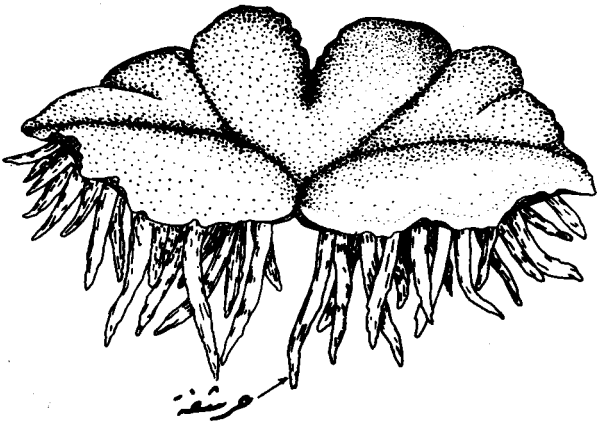
ريشيوكاربس
RICCIOCARPUS

النبات المشيجي (شكل ٥) مدبب من الخلف عريض مفصص تفصصا ثنائيا من الأمام ، حيث توجد القمم النامية . وتتكاثر النباتات خضريا وتزداد أعدادها بانفصال أجزاء منها ونمو كل جزء إلى نبات جديد . ويصل طول النبات المشيجي الذي يحتوي على نبات جرثومي ناضج إلى حوالي ٢,٥ سنتيمترا . وتوجد أربعة صفوف أو أكثر من الحراشف على السطح السفلي للنبات ، وسمك الحرشفة طبقة واحدة من الخلايا ، وتخرج من السطح السفلي أيضا أشباه جذور وحيدة الخلية . وتستطيع الحراشف وأشباه الجذور امتصاص الماء ، وعندما تكون النباتات نامية على سطح التربة تصبح أشباه الجذور أكثر غزارة وتقل الحراشف . والسطح العلوي للثالوس مقسم إلى مساحات صغيرة في مركز كل منها ثقب ضيق لا يرى بالعين المجردة يؤدي إلى غرفة هوائية واسعة . وتوجد عدة طبقات من هذه الغرف الهوائية تفصلها حواجز من خلايا كلورنشيمية غنية بالبلاستيدات الخضر في الجزء العلوي من الورقة تشكل نسيجا تمثيليا (شكل ٦) وغزارة الغرف الهوائية في هذا النسيج تجعل الورقة اسفنجية الشكل . ويوجد أسفل النسيج التمثيلي نسيج آخر من خلايا بارنشيمية مضغوطة ومتماسكة وخالية تقريبا من البلاستيدات الخضر ، وذلك هو النسيج الاختزاني الذي تختزن فيه حبيبات النشا الناتجة من عملية البناء الضوئي ، وعلى السطح العلوي للثالوس توجد بشرة عليا تتخللها الثقوب المؤدية إلى الغرف الهوائية في النسيج التمثيلي ، بينما على السطح السفلي توجد بشرة سفلى تخرج منها الحراشف وأشباه الجذور . وتتغلظ فصوص الثالوس طوليا في وسطها مكونة ما يشبه العرق الوسطي . ويظهر على السطح العلوي لكل فرع من فروع الثالوس تجويف طولي .

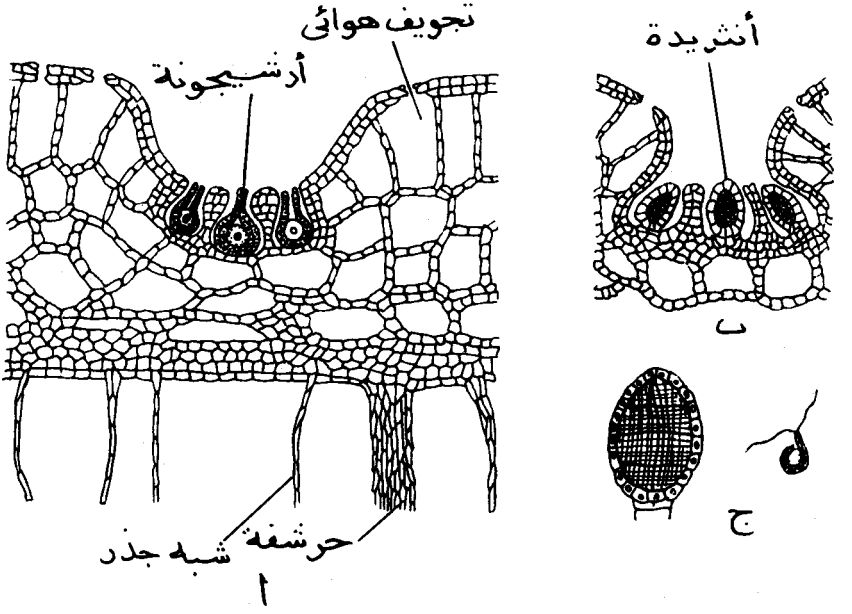
التكاثر

ا ـ التكاثر الجنسي

النبات المشيجي في جنس ريشيوكاربس أحادي المسكن (monoecious) لأنه



شكل (٥): رشيوكاربس ناتنز *Ricciocarpus natans* جسم النبات من طراز مائي فيه تقوم الحراشيف شبه الشريطية بامتصاص الماء.



شكل (٦): ريشيوكاربس *Ricciocarpus* ا ـ قطاع مستعرض تخطيطي في الثالوس يبين الأرشيجونات في قاع أحد الأخاديد، ب ـ قطاع مستعرض في الثالوس في منطقة الأنثريدات، جـ ـ أنثريدة منفردة وسابحة ذكرية.

يحمل الأنثريدات والأرشيجونات على نفس النبات وتكون الأعضاء الجنسية مستقرة في قاع أخاديد على السطح العلوي للثالوس مجاورة للتجويف الطولي. وينشأ كل عضو جنسي في أول أمره من خلية واحدة في قاع الأخدود، ولا تلبث الأعضاء الجنسية الموجودة في نفس التجويف أن تنمو من حولها أنسجة الثالوس المحيطة بها وتصبح محاطة بالغرف الهوائية (شكل ٦ : أ، ب). وتظهر الأنثريدات عادة قبل الأرشيجونات ويطلق على هذه الظاهرة اسم تبكير الذكورة، (protandry) وتتكون الأعضاء الجنسية في الأنواع المائية الطافية فقط من الرشيوكاربس.

وتتكون الأنثريدة من عنق قصير وجدار من طبقة واحدة يحيط بمجموعة من الخلايا المولدة للسابحات الذكرية (spermatogenous cells) (شكل ٦ج) وهي التي تنتج الأمشاج الذكرية السابحة (spermatozoids). والأرشيجونة قارورية الشكل، وتتكون من خلية البيضة وخلية قنوية بطنية وخلايا قنوية عنقية، وكلها محاطة بجدار من خلايا عقيمة يغلف البطن والعنق معا.

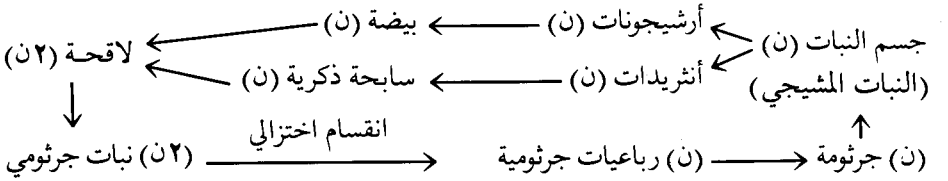
وحين تنضج الأرشيجونة وتصبح البيضة مهيأة للإخصاب تنحل الخلايا القنوية العنقية والخلية القنوية البطنية وتخرج مادتها الناتجة من الانحلال من فتحة قناة العنق، تاركة وراءها ممرا خاليا تسلكه السابحات الذكرية إلى البيضة، حيث تخصبها إحداها.

ب ـ الطور الجرثومي

تكبر اللاقحة الناتجة من الإخصاب وتغلف نفسها بجدار سليلوزي وتنقسم عدة انقسامات غير مباشرة يظل فيها عدد الصبغيات ثابتا وهو (٢ن) وتؤدي إلى تكوين كتلة كروية الشكل من الخلايا داخل بطن الأرشيجونة، وتكون جميع خلايا هذه الكتلة متشابهة في أول الأمر ولكنها لا تلبث أن تتشكل إلى طبقة خارجية (amphithecium) وكتلة داخلية من حوالي ٤٠٠ خلية (endothecium)، وتصبح الطبقة الخارجية هي جدار العلبة أو السبوروجونة (capsule or sporogonial wall)

ينفصل خلايا الكتلة الداخلية عن بعضها البعض وتتكور وتصبح خلايا والدة جرثومية (spore mother cells) وتنقسم كل خلية من الخلايا الوالدة انقساما اختزاليا، أي يختزل فيه عدد الصبغيات إلى النصف، وبذلك تتكون من كل خلية والدة ثنائية المجموعة الصبغية (diploid) أربع جراثيم أحادية المجموعة الصبغية (haploid)، ولما كان عدد الصبغيات في أنوية النبات الجرثومي هو ١٦ (أي ٢ن = ١٦) فإن عدد الصبغيات في نواة كل جرثومة يصبح ٨(ن=٨). وتكون الجراثيم الأربع الناتجة من كل خلية والدة متجمعة معا في مجموعة واحدة يطلق عليها اسم رباعية جرثومية (spore tetrad)، ومع ازدياد حجم النبات الجرثومي الناشىء يزداد حجم بطن الأرشيجونة ويصبح سمك جداره طبقتين من الخلايا. وعندما تنضج الجراثيم يتحطم جدار العلبة وتنطلق الرباعيات الجرثومية إلى بطن الأرشيجونة حيث تتفرق الجراثيم عن بعضها البعض وحين تتآكل الأجزاء المعمرة من الثالوس وتتحلل فإن الجراثيم تتحرر في الماء وتنمو في موسم النمو التالي إلى نباتات مشيجية جديدة مماثلة للنبات الأصلي.

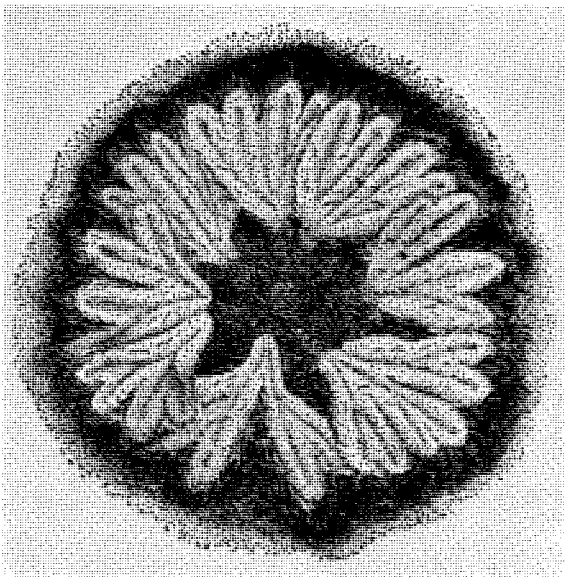
ويمكن تلخيص دورة حياة الريشيوكاربس على النحو الآتي:



الريشيا
RICCIA

الطور المشيجي

الطور المشيجي في الريشيا هو السائد في دورة الحياة، ويكثر وجوده في الأماكن الرطبة الظليلة على شواطىء الأنهار والترع وتحت القناطر والجسور بعد انحسار الماء عن الجوانب. والنبات وريدي إذا نظر إليه من أعلى، أي أنه يشبه وردة صغيرة في شكله العام (شكل ٧) وهو منبطح على سطح التربة ويطلق عليه اسم الثالوس، كما أنه

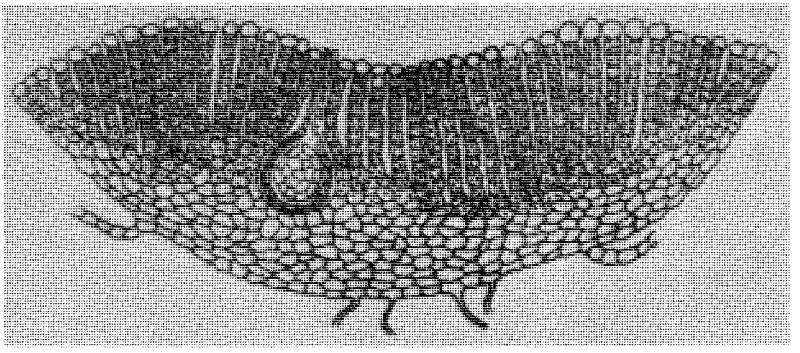


شكل (٧): ريشيا تريكوكارپا *Riccia trichocarpa* .

متفصص تتميز فصوصه بالتفرع ثنائي الشعب، ويتصل بالتربة من تحته بزوائد أنبوبية هي امتدادات لخلايا البشرة السفلى يطلق عليها اسم أشباه جذور (rhizoids)، وظيفتها امتصاص ما يحتاجه الثالوس من ماء التربة وأملاحها الذائبة. وكما في معظم أفراد رتبة الماركانتيات تكون الحراشف على نوعين: نوع جدره ملساء على أسطحها الداخلية والآخر تبرز من أسطحه الداخلية نتوءات قرصية أو قضيبية الشكل داخل تجاويف أشباه الجذور، كما تخرج أيضا من السطح السفلي للثالوس زوائد حرشفية متعددة الخلايا تسمى الحراشف (scales) سمكها طبقة واحدة. ويتميز التركيب الداخلي للثالوس بوجود نسيجين علوي وسفلي يمكن مشاهدتهما في قطاع مستعرض في الثالوس (شكل ٨).

١ ـ النسيج العلوي

هو نسيج تمثيلي يتكون من عدة خيوط خضراء متجاورة بينها قنوات هوائية طولية كافية للتهوية، ويتكون كل خيط تمثيلي من عدد من الخلايا المتكورة الغنية



شكل (٨): قطاع عرضي في الطور المشيجي لنبات ريشيا جلاوكا (عن سميث).

بالبلاستيدات الخضر. وفي بعض أنواع الريشيا تكون الخلية القمية من كل خيط تمثيلي ـ وهي خلية البشرة العليا ـ خالية من البلاستيدات، وتكون هذه الخلايا في مجموعها البشرة العليا للثالوس، وتستقر الأعضاء التناسلية من أنثريدات وأرشيجونات عند قواعد القنوات الهوائية التي تفصل الخيوط التمثيلية عن بعضها البعض، فتكون بذلك موجودة على حافة النسيج الاختزاني الذي يقع أسفل النسيج التمثيلي، وتكون الأعضاء الذكرية والأنثوية موجودة على نفس الثالوس، أي أن الريشيا أحادية المسكن (monoecious).

ب ـ النسيج السفلي

أما النسيج الثاني الذي يقع أسفل النسيج التمثيلي فيتكون من خلايا بارنشيمية كبيرة الحجم خالية تقريبا من البلاستيدات الخضر ولكنها غنية بالمواد الغذائية المدخرة التي توجد على شكل حبيبات لامعة، وعلى ذلك فإن هذا النسيج السفلي يكون اختزانيا (storage tissue) وتخرج من أسفل طبقات الثالوس، وهي طبقة البشرة السفلي الملامسة للتربة، الحراشف وأشباه الجذور.

دورة الحياة

يحمل الثالوس الأعضاء الجنسية من أنثريدات وأرشيجونات بين الخيوط

التمثيلية في قاع القنوات الهوائية، وتنشأ الأنثريدة من انقسام خلية سطحية من خلايا النسيج التخزيني، حيث تنشط هذه الخلية لتنقسم أول الأمر إلى خليتين، تظل السفلى منهما عقيمة وتكون عنق الأنثريدة بينما تواصل العليا الانقسام إلى عدد كبير من الخلايا تتخذ شكل كتلة كروية. وتصبح طبقة الخلايا المحيطية في هذه الكتلة عقيمة وتكون جدار الأنثريدة، بينما تكون خلايا الكتلة الداخلية خصيبة وتمثل النسيج المولد للسابحات الذكرية (spermatogenous tissue). وعند نضج الأنثريدة تنقسم كل خلية من الخلايا الخصيبة إلى سابحتين ذكريتين ثنائيتي الأهداب، ولم تعرف بعد على التحقيق طريقة خروج السابحات الذكرية من الأنثريدة، فمن قائل بأنها تتحرر بتمزق جدار الأنثريدة الخارجي، ومن قائل بأنها تخرج في مجموعات داخل كتل هلامية كما يحدث في الفصيلة الماركنتياوية.

أما الأرشيجونة فتنشأ كذلك من انقسام خلية سطحية من خلايا النسيج التخزيني، تنقسم أولا إلى خليتين، القاعدية منهما تظل عقيمة وتعطي عنق الأرشيجونة، بينما تستطيل العليا وتمتد إلى أعلى بين الخيوط التمثيلية، ثم تنقسم بثلاثة جدر محيطية مكونة خلايا محيطية (peripheral cells) ومقتطعة في وسطها خلية مركزية (central cell)، ثم تتحول الخلايا المحيطية إلى خلايا جدار الأرشيجونة العقيم بينما تنقسم الخلية المركزية انقساما مستعرضا إلى خليتين، تتحول العليا منهما إلى خلية الغطاء (lid cell) الذي يغطي قناة العنق قبل الإخصاب، أما الخلية السفلى فتنقسم إلى خليتين: خلية قناة العنق (التي تنقسم بعد ذلك مكونة مجموعة الخلايا القنوية العنقية neck canal cells) وخلية البطن (التي تنقسم بعد ذلك إلى خليتين، السفلى خلية البيضة والعليا الخلية القنوية البطنية ventral canal cell) (أشكال ١، ٢، ٤).

وبعد نضج البيضة تنحل خلايا قناة العنق والخلية القنوية البطنية وينتج عن انحلالها سائل هلامي يبرز من قناة العنق بعد انفتاحها، وتنجذب السابحات الذكرية إلى الأرشيجونة انجذابا كيميائيا، وتسبح في السائل الهلامي الذي بقناة العنق إلى أن

تصل إلى البيضة حيث يتم الإخصاب وتتكون اللاقحة وتكون ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن)، ثم تبدأ اللاقحة في الانقسام غير المباشر لتكون كتلة من خلايا ثنائية المجموعة الصبغية داخل بطن الأرشيجونة، التي تنغلق بجفاف السائل الهلامي الناتج من انحلال خلايا القناة العنقية. وتمثل هذه الكتلة من النسيج ثنائي المجموعة الصبغية الطور الجرثومي في دورة حياة الريشيا. والطبقة الخارجية من هذه الكتلة تمثل الجدار العقيم للنبات الجرثومي الذي يضم بداخله نسيجا جرثوميا خصيبا. ثم تتحول خلايا هذا النسيج الجرثومي إلى خلايا والدة جرثومية (spore mother cells) ينقسم كل منها انقساما اختزاليا لتكوين أربع جراثيم أحادية المجموعة الصبغية (عدد الصبغيات = ن)، ويتكون لكل جرثومة جداران أحدهما خارجي غليظ بني اللون (exine) والآخر داخلي رقيق عديم اللون (intine) وتظل الجراثيم الأربع الناتجة من كل خلية والدة ملتصقة معا فترة طويلة تبدو أثناءها في شكل رباعيات جرثومية (spore tetrads) ثم تنفصل بعد ذلك وتتفرق.

ويظل الطور الجرثومي الناشىء منغمسا داخل أنسجة الطور المشيجي ما بقى هذا الأخير حيا حتى إذا ما ذبل وانحل تحررت الجراثيم من جدار النبات الجرثومي الذي يتشقق بسبب تعرضه للجفاف، ثم تنتشر الجراثيم وتنبت عندما تتهيأ لها الظروف الملائمة للإنبات لتعطي الطور المشيجي مباشرة. ويمثل الطور الجرثومي في الريشيا أكثر أنواع الأطوار الجرثومية الحية بدائية، إذ أن كل خلية من خلاياه فيما عدا خلايا الجدار تشترك في إنتاج الجراثيم، ولا يحدث أي تشكل داخلي لهذا الطور من أطوار النبات، كما لا توجد أية آلية خاصة بانتشار الجراثيم، وإنما يكون انتشارها هنا رهنا بظروف انحلال الثالوس المشيجي وبظروف جفاف البيئة التي يعيش فيها النبات والتي تعجل الانحلال.

ب ـ الفصيلة الأكسيمترية OXYMITRACEAE

يمثل هذه الفصيلة نبات أكسيمترا باليا سيا *Oxymitra paleacea* الذي يعيش في الأماكن الرطبة بولاية تكساس الأمريكية وجنوب أوروبا، ويختلف هذا النبات عن

جنس الريشيا في وجود حراشف بيضاء على حافة ثالوسه تميزه عن غيره، وتظهر بوضوح عندما يجف النبات المشيجي. وتوجد بالثالوس غرف هوائية سداسية الشكل لكل منها ثقب في سقفها تحيط به ست خلايا خاصة. وبالثالوس أيضا تجويف ملحوظ على السطح الظهري توجد به الأعضاء التناسلية. والنبات ثنائي المسكن، والأرشيجونات محاطة بقنابات بيضية الشكل لا نظير لها في جميع أجناس الفصيلة الريشياوية.

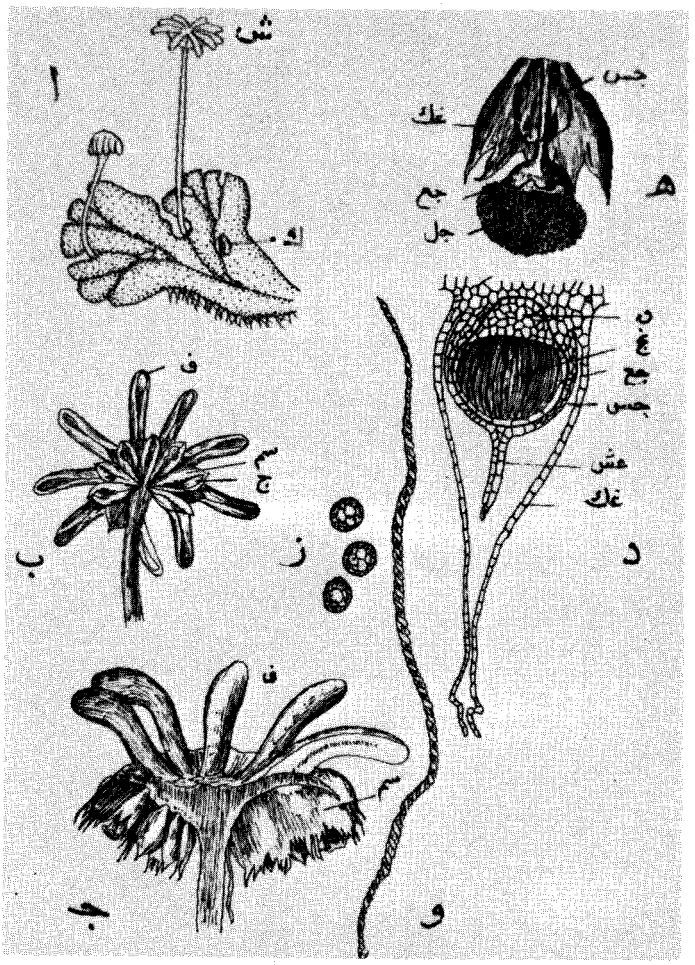
وكما في الريشيا والرشيوكاربس يكون النبات الجرثومي هنا كرويا، سمك جداره الخارجي أكثر من طبقتين من الخلايا عند القمة والقاعدة.

جـ ـ الفصيلة الماركانتياوية MARCHANTIACEAE

تشمل هذه الفصيلة جميع الأجناس التي تكون فيها الأرشيجونات محمولة على محاور قائمة يطلق عليها اسم الحوامل الأرشيجونية (archegoniophores) وبالفصيلة ٢٥ جنسا تضم ٢٥٠ نوعا. ويمكن تمييز نباتات هذه الفصيلة شكليا بتفرعها ثنائي الشعب، وبانقسام سطحها العلوي إلى مساحات واضحة منتظمة سداسية الشكل أو معينية يتوسط كلا منها ثقب ضيق مركزي على السطح العلوي، ومن أمثلة هذه الفصيلة جنس ماركانتيا *Marchantia*.

ماركانتيا
MARCHANTIA

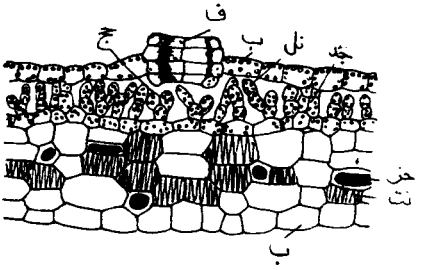
ثالوس الماركانتيا ـ الذي يمثل الطور المشيجي ـ شريطي منبطح يتفرع تفرعا ثنائي الشعب (شكل ٩أ)، وسطحه العلوي منقسم إلى مساحات مضلعة سداسية أو شبه معينية لكل منها فتحة صغيرة مستديرة على سطحها العلوي ظاهرة في وسطها. وهذه المساحات تحدد مواضع غرف في الأنسجة الداخلية للثالوس، تقع تحت البشرة العليا وتنفصل عن بعضها البعض بحواجز، وتفتح إلى الخارج على السطح العلوي بواسطة هذه الثقوب المركزية التي تشبه البرميل في شكلها. ويوجد داخل كل غرفة عدد من الخيوط التمثيلية (assimilating filaments) المتفرعة أو غير المتفرعة، تنبثق من قاع



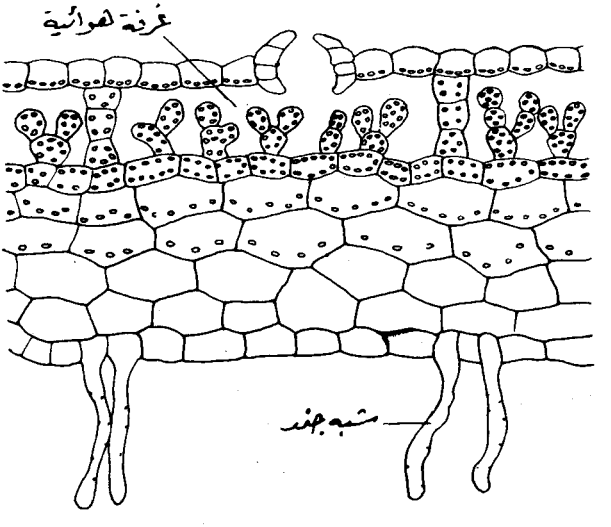
شكل (٩) : ماركانتيا بوليمورفا *Marchantia polymorpha*. ا ـ نبات مشيجي أنثوي يشمل حوامل أرشيجونة (ش) ذات أعمار مختلفة وكأسين جيمين (ك) (حجم طبيعي). ب ـ منظر السطح الأسفل لحامل أرشيجوني يبين : ف = فص، سم = ستار كاذب، ج = كيس جرثومي. جـ ـ قطاع طولي في حامل أرشيجوني. د ـ قطاع طولي في نبات جرثومي صغير يتكون من : ق = قدم، نج = نسيج جرثومي، جع = جدار علبة، جش = جدار أرشيجونة، عش = عنق أرشيجونة، غك = غلاف كاذب. هـ ـ كيس جرثومي معنق ومزق يحتوي على : جل = جراثيم وناثرات، و = ناثر واحد. ز ـ جرثومة كاملة النضج محتوية على مواد غذائية مخزونة على هيئة نقيطات.

(عن ستراسبرجر)

الغـرفـة، ولـذلـك يطلق على هذه الغرف اسم الغرف التمثيلية. ويتخذ ثقب التهوية المركزي شكل قناة قصيرة مفتوحة على الدوام عمقها عادة أربع طبقات حلقية الشكل من الخـلايـا بكـل طبقـة أربـع خلايـا. وتؤدي هذه الثقـوب وظيفة الثغور في النباتات الراقية، حيث تجعل الخيوط التمثيلية متصلة بالهواء الجوي، مما ييسر تبادل الغازات بين الهواء وأنسجة الثالوس الداخلية ويطلق على هذه الغرف التمثيلية بما تحتويه من خيوط مليئة بالبلاستيدات الخضر اسم النسيج التمثيلي (assimilating tissue) (شكلا ١٠، ١١)، وهو أقرب أنسجة الثالوس إلى سطحه العلوي المعرض للضوء.



شكل (١٠): قطاع مستعرض في ثالوس ماركانتيا بوليمورفا *Marchantia polymorpha*. ف = فتحة، حج = حجرة هوائية، جد = جدار الحجرة الهوائية، نل = نسيج تمثيلي، نت = نسيج تخزيني، حز = حبيبات زيتية، ب = بشرة.



شكل (١١): ماركانتيا (*Marchantia* sp.) قطاع مستعرض في الثالوس.

أما النسيج الثاني الذي يقع أسفل النسيج التمثيلي فهو النسيج التخزيني (storage tissue) ، وهو يتكون من عدة طبقات من خلايا شبه بارنشيمية مستديرة وخالية من البلاستيدات ، ولكنها غنية بالمواد الغذائية المدخرة غالبا في شكل حبيبات زيتية ، أما الخلايا التي في منطقة العرق الوسطى فهي طويلة نسبيا وجدرها أكثر غلظا . والطبقة السفلى من هذا النسيج تمثل البشرة السفلى للثالوس وتنبثق منها حراشف وأشباه جذور ، وتنتظم الحراشف في صفين يمتدان طوليا بامتداد شريط الثالوس في وسطه ، وبين هذين الصفين يوجد نوعان من أشباه الجذور : نوع بسيط (أي جداره أملس على السطح الداخلي) ونوع متدرن (tuberculate) أي يحمل نتوءات درنية الشكل على السطح الداخلي للجدار تبرز داخل تجويف شبه الجذر . وتبدو منطقة الحراشف وأشباه الجذور للناظر إلى السطح العلوي للثالوس أكثر دكنة من بقية الثالوس ، مما يوهم بوجود عرق وسطى له .

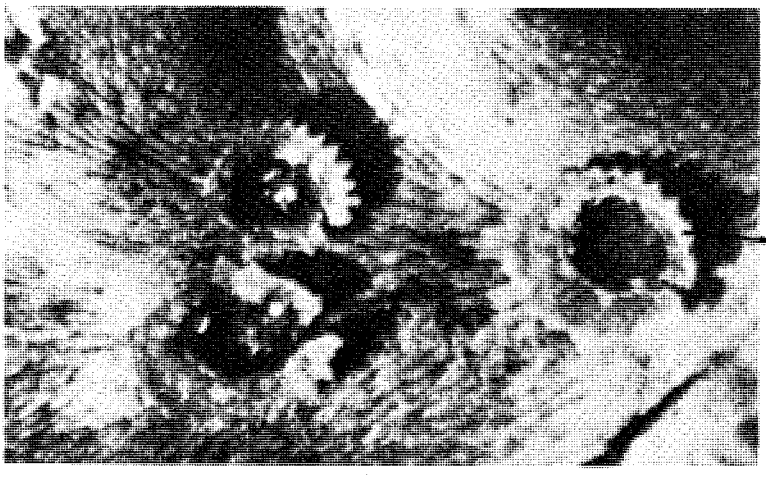
طرق التكاثر في الماركانتيا

تتكاثر الماركانتيا إما خضريا (vegetatively) وإما جنسيا (sexually) . والتكاثر الخضري يتحقق بإحدى طريقتين :

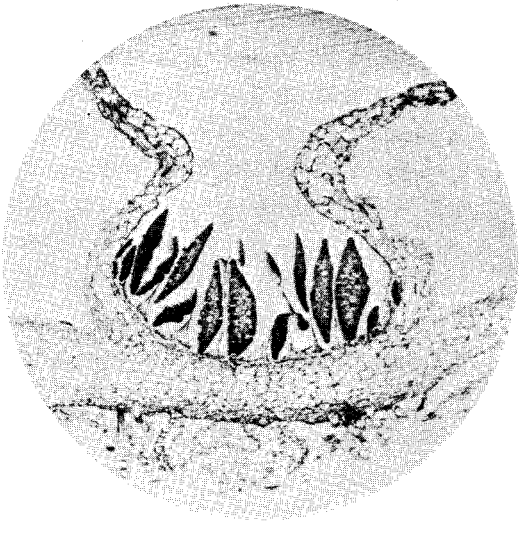
الأولى : طريقة التفتت (fragmentation) ، وفيها يتجزأ الثالوس إلى عدة أجزاء يستطيع كل جزء منها أن ينمو مباشرة إلى نبات مشيجي جديد .

الثانية : تكوين أعضاء تكاثر خضري خارجية خاصة تسمى الجيمات (gemmae) و«الجيمة» عبارة عن ثالوس صغير منبطح توجد على سطحه السفلى أشباه جذور وبه تخصر في وسطه ، وتوجد القمتان الناميتان في قاع التخصرين الجانبيين ويختزن في الجيمة قدر وفير من الغذاء المدخر .

وتوجد الجيمات داخل كؤوس خاصة تسمى الكؤوس الجيمية (gemmae cups) (شكل ١٢) منتشرة في المنطقة الوسطى من الثالوس ، وفي قطاع رأسي في إحدى الكؤوس الجيمية تشاهد الجيمات المعنقة بينها خلايا كروية الشكل جالسة تعرف بالخلايا الهلامية (شكل ١٢ب) ، وهي خلايا ذات قابلية شديدة لامتصاص الرطوبة



ا



ب

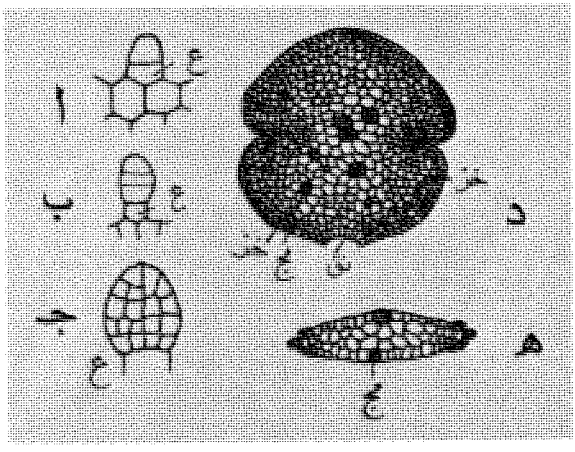
شكل (١٢) : ماركانتيا بوليمورفا *Marchantia polymorpha*. ا ـ كؤوس جيمية . ب ـ قطاع مستعرض في أحد الكؤوس الجيمية وبداخله الجيمات والخلايا الهلامية .

الجوية مما يؤدي إلى انتفاخها وازدياد حجمها، فتضغط على ما يجاورها من جيمات حتى تفصلها عن أعناقها، وتنتشر هذه الجيمات بالرياح أو بأي عامل آخر، فإذا ما تهيأت لها ظروف الإنبات بعد ذلك نبتت بإنتاج قممها النامية لنباتات مشيجية جديدة تمتد وتتفلطح.

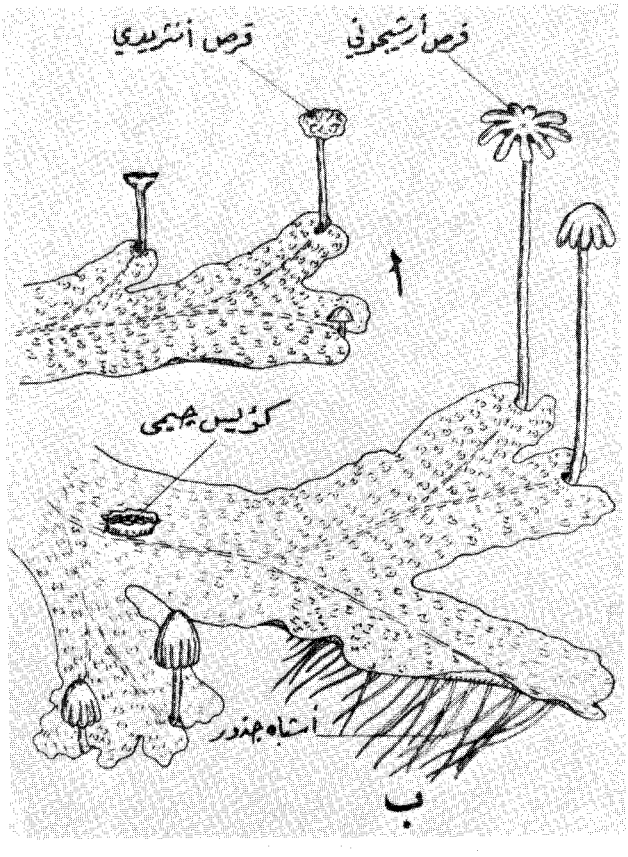
التكاثر الجنسي

الطور المشيجي في الماركانتيا ثنائي المسكن بمعنى أنه يتميز إلى نبات ذكري وآخر أنثوي ولا تحمل الأعضاء الجنسية من أنثريدات وأرشيجونات على سطح الثالوس مباشرة ولكن على امتدادات ناتئة منه تعلو فوقه. وتحمل الأنثريدات في حالة النبات الذكري ومن ثم تسمى حوامل أنثريدية (Antheridiophores) (أشكال ١٤أ، ١٥، ١٦)، كما تحمل الأرشيجونات في حالة النبات الأنثوى فتسمى حوامل أرشيجونية (archegoniophores) (أشكال ١٤ب، ١٥ب، ١٨)، ويتكون كل حامل من محور أسطواني الشكل يحمل قرصا طرفيا وتنتظم الأنثريدات على السطح العلوي لقرص الحامل الأنثريدي (شكل ١٦)، ويكون هذا القرص في العادة مفصصا إلى تسعة فصوص بينها ثلمات غائرة توجد بها القمم النامية للقرص، وتوجد الأنثريدات (شكل ١٧) في تجاويف خاصة تعرف بالتجاويف الأنثريدية (antheridial cavities)، كل أنثريدة داخل تجويف خاص بها. وتكون الأنثريدات مرتبة في صفوف قطرية على امتداد الثلمات التي بين فصوص القرص الأنثريدي، وتنتهي في مركز القرص، ولما كانت القمة النامية تستقر في قاع الثلمات فإن أصغر الأنثريدات حجما وسنا في كل صف تكون أقربها إلى القمة النامية - أي إلى حافة القرص - وتتدرج الأنثريدات في الكبر كلما ابتعدنا عن الحافة متجهين إلى مركز القرص، أي أن الأنثريدات تتعاقب تعاقبا قميا (acropetal succession) (شكلا ١٥، ١٦).

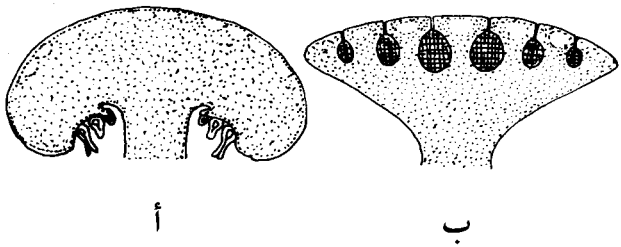
أما الحامل الأرشيجوني فيمكن تمييزه من الحامل الأنثريدي إذا تخيلنا أن الفصوص القرصية امتدت واستطالت وتحولت إلى زوائد كالأصابع، وإذا تخيلنا أيضا أن القمم النامية التي بالثلمات قد تزحزحت إلى أسفل القرص وتقدمت حتى اتخذت



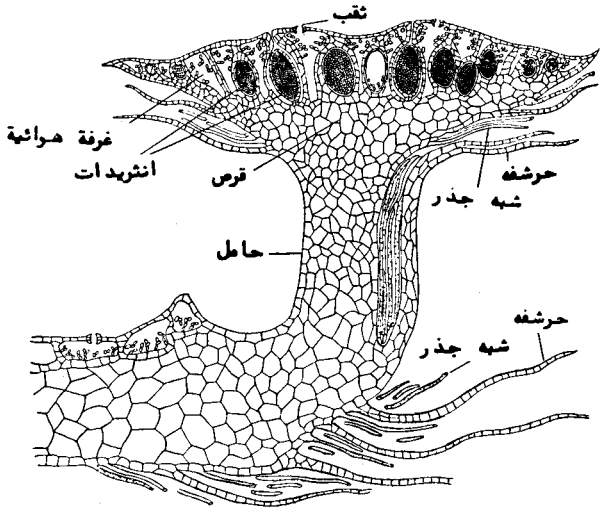
شكل (١٣): ماركانتيا بوليمورفا *Marchantia polymorpha*. ا ـ جـ تمثل خطوات تكوين الجيمات، ع = خلية عنقية. د = منظر سطحي للجيمة. هـ = قطاع في الجيمة. نق = نقطة الاتصال. خز = خلية زيتية. مج = بدايات أشباه الجذور.



شكل (١٤): ماركانتيا *Marchantia* sp. ا ـ نبات ذكري، ب ـ نبات أنثوي.

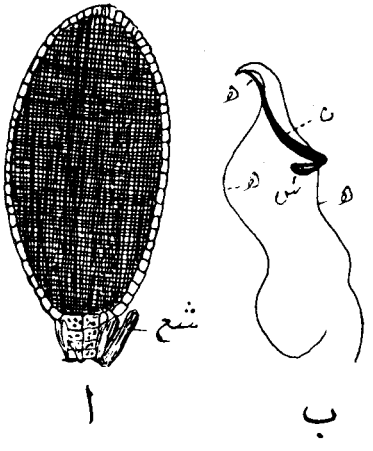


شكل (١٥): ماركانتيا *Marchantia* sp. رسم تخطيطي يوضح مكان الأرشيجونات (يسار) والأنثريدات (يمين).

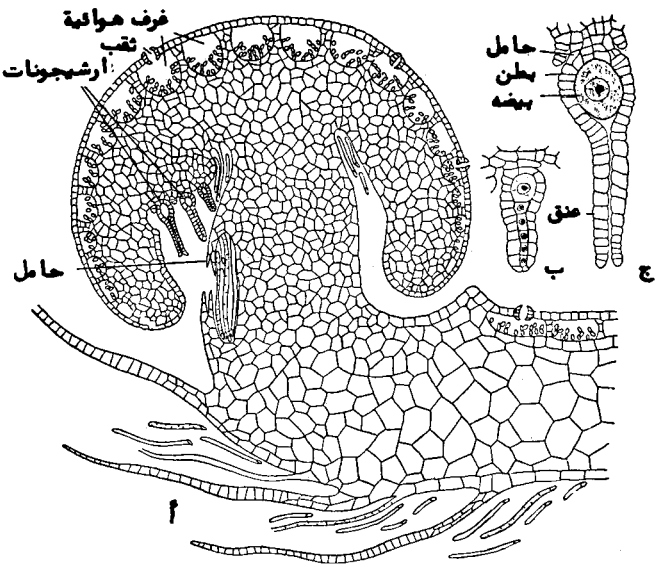


شكل (١٦): قطاع طولي في حامل أنثريدي لنبات ماركانتيا بوليمورفا موضح فيه مكان الاتصال بالنبات المشيجي الذكري.

(عن سميث)



شكل (١٧): ا ـ قطاع طولي في أنثريدة تكاد تنضج لنبات ماركانتيا بوليمورفا *Marchantia polymorpha*. ، شع = شعيرة عقيمة، ب = سابحة ذكرية، ن = نواة، س = سيتوبلازم، هـ = سوط.

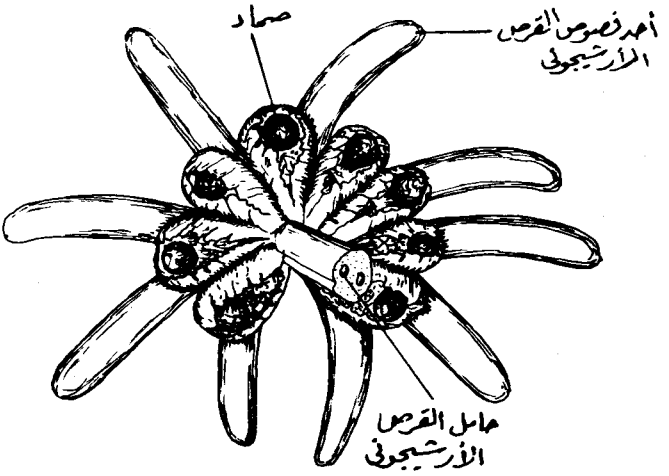


شكل (١٨) : ا ـ قطاع طولي في الحامل الأرشيجوني لنبات الماركانتيا بوليمورفا موضحا مكان الاتصال مع النبات المشيجي الأنثوي، ب ـ أرشيجونة صغيرة، جـ ـ أرشيجونة ناضجة .

(عن سميث)

لها مكانا عند نقطة اتصال المحور بالقرص، مما يترتب عليه أن يكون ترتيب الأرشيجونات مغايرا لترتيب الأنثريدات، فالأرشيجونات تكون محمولة على السطح السفلي لقرص الحامل الأرشيجوني، وتكون أصغر الأرشيجونات حجما وسنا أقربها إلى موضع اتصال المحور بالقرص، وتأخذ في الكبر حجما وسنا كلما اقتربنا من حافة القرص، وتنتظم الأرشيجونات في صفوف قطرية، ويحيط بقاعدة كل أرشيجونة غلاف يعرف بالغلاف الكاذب (pseudoperianth) (شكل ١٩)، كما يحيط بكل صف قطري من صفوف الأرشيجونات على الجانبين ستار يعرف بالستار المغلف (perichaetial flap).

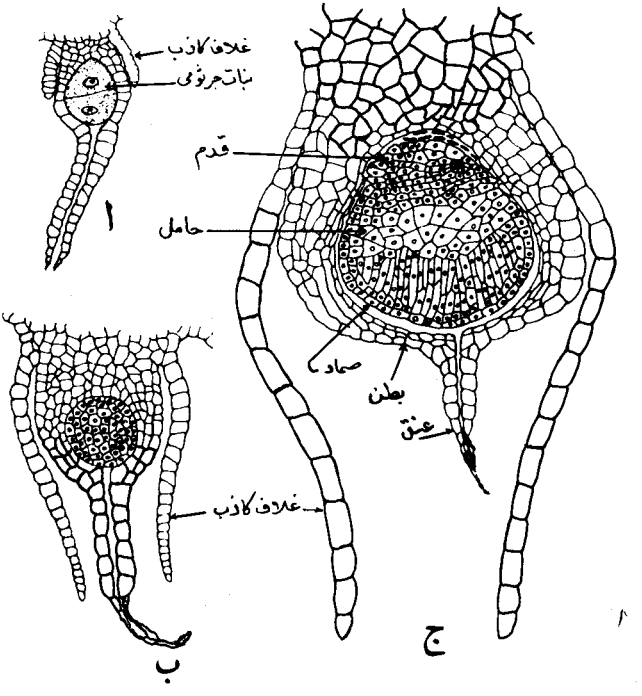
وينمو الحامل الأنثريدي سريعا لكي يرتفع فوق مستوى الثالوس المفلطح، ويحدث الإخصاب في وجود الماء حيث تخرج السابحات الذكرية على شكل كتل ليفية من فتحات التجاويف الأنثريدية وتسبح في الماء إلى أن تصل إلى الأرشيجونات



شكل (١٩): الماركانتيا (*Marchantia* sp.) منظر للقرص الأرشيجوني من أسفل. لاحظ العلب الناضجة (الصمادات).

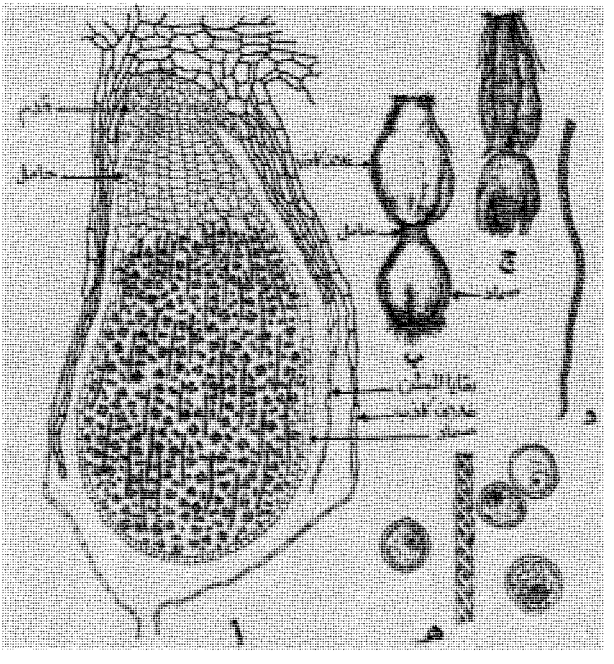
منجذبة نحو أعناقها انجذابا كيميائيا، ويحدث الإخصاب الذي يؤدي إلى تكوين اللاقحات، وتنقسم كل لاقحة انقساما مستعرضا إلى خليتين تنتج الخارجية منهما الأجزاء العقيمة من الطور الجرثومي وهي القدم (foot) والحامل (seta)، ولا تسهم في إنتاج الجراثيم، ويستخدم القدم كعضو ماص ومثبت إذ أنه يقوم بتثبيت النبات الجرثومي في الجزء الذي يتصل به من قرص الحامل الأرشيجوني، كما يمتص أيضا المواد الغذائية من النبات المشيجي الذي يتطفل عليه ويمد بها النسيج الجرثومي النامي. أما الحامل فهو عضو توصيلي وظيفته توصيل الغذاء إلى الصماد (capsule) (أشكال ٢٠، ٢١، ٢٢).

وتقوم الخلية الخارجية الناتجة من انقسام اللاقحة بإنتاج الجزء الخصيب من النبات الجرثومي حيث تنقسم بجدر محيطية إلى خلايا يتكون منها الجدار العقيم للصماد، بينما يتكون النسيج الجرثومي من الجزء الداخلي، ولا تشترك جميع خلايا النسيج الجرثومي في إنتاج الجراثيم بل يأخذ بعضها في الاستطالة، وتفقد محتوياتها الداخلية وتتغلظ تغلظا لولبيا، وتعرف بالناثرات (elaters) (شكل ٢١، ٢٢) وتعمل



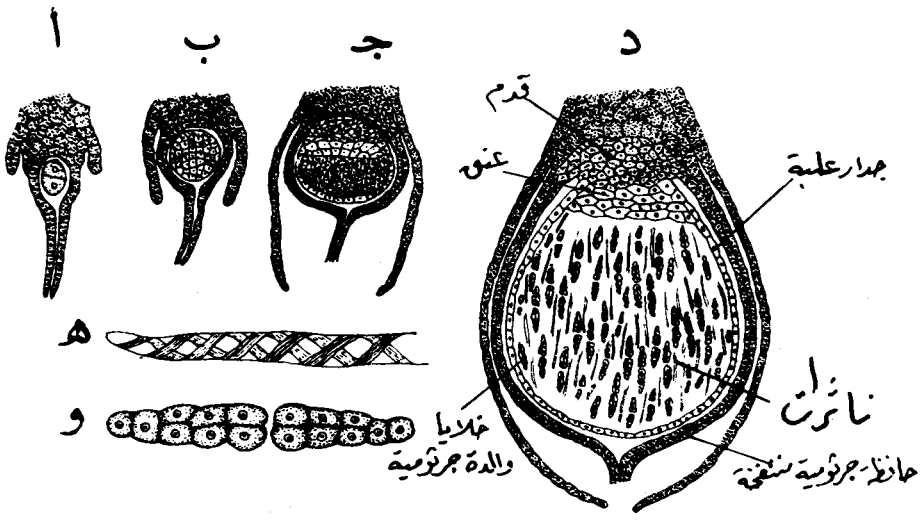
شكل (٢٠): ا ـ بدء تكوين الجنين داخل بطن الأرشيجونة في نبات ماركانتيا بوليمورفا يحتوي على خليتين، ب ـ جنين كبير نسبيا، جـ ـ جنين أكبر من السابق.

(عن سميث)



شكل (٢١): ماركانتيا. ا ـ قطاع طولي في نبات جرثومي. ب، ج الشكل الظاهري لطور جرثومي أثناء وبعد انتشار الجراثيم والناثرات، د ـ جزء من إحدى الناثرات، هـ الجراثيم وجزء من إحدى الناثرات.

(عن سميث)



شكل (٢٢): مراحل تكوين الطور الجرثومي في الماركانتيا *Marchantia* sp. ا ـ الانقسام الأول للزيجوت (اللاقحة)، ب ـ جنين متعدد الخلايا، جـ ـ جنين اكبر سنا، القدم بدأت في اختراق نسيج النبات المشيجي وخلايا العنق تميزت. د ـ نبات جرثومي ناضج، هـ ـ جزء من إحدى الناثرات، و ـ مجموعة من الخلايا الوالدة للجراثيم مكبرة (الطور المشيجي مميز بالتنقيط).

هذه الناثرات عندما تكون الجراثيم صغيرة كعصيات توصل المواد الغذائية من الحامل الأرشيجوني إلى الجراثيم لتغذيتها، وعندما يكتمل نضج الجراثيم ينفتح الصماد لكي يسمح بتحررها. وقد يكون هناك غطاء مميز بطرف الصماد ينفصل عند تفتحه لتظهر من ورائه فتحة تنتشر عن طريقها الجراثيم. وفي مرحلة الانتشار هذه تقوم الناثرات بوظيفة أخرى هي معاونة الجراثيم على الانتشار، ذلك لأنها شديدة الحساسية للرطوبة الجوية، فهي تمتصها فتستطيل وتدفع الجراثيم بقوة إلى مسافات بعيدة عن النبات الوالد. وتهدف هذه الآلية إلى توزيع الجراثيم في حيز كبير مبتعدة عن النبات الأصلي وتشتيتها حتى لا يحدث تنافس بين النباتات المشيجية الناتجة من إنباتها بعضها وبعض أو بينها وبين النبات الوالد.

٢ ـ رتبة السفيروكاربات
SPHAEROCARPALES

تتميز هذه الرتبة بأن النبات المشيجي فيها يشبه النبات المشيجي في رتبة الجنجرمانيات الذي يتميز بنشأة الأرشيجونات فيه خلف الخلية القمية (anacrogynous) ، ولكن تركيب الأعضاء التناسلية هنا، وكذلك تركيب النبات الجرثومي تشبه نظائرها في رتبة الماركانتيات، وتتميز رتبة السفير وكاربات بوجود قلافة (involucre) قمعية الشكل تحيط بكل من الأعضاء التناسلية، وتشتمل هذه الرتبة على فصيلتين هما:

ا ـ الفصيلة السفيروكاربية Sphaerocarpaceae

التي تضم جنسي سفير وكاربس *Sphaerocarpos* وجيوثالس *Geothallus* .

ب ـ الفصيلة الريلاوية Riellaceae

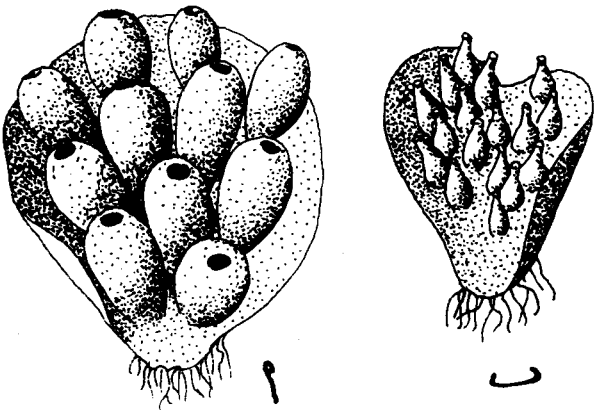
التي تضم جنسا واحدا هو جنس ريلا *Riella* .

ا ـ الفصيلة السفيروكاربية
SPHAEROCARPACEAE

النوع سفير وكاربس تكسانس *Sphaerocarpos texanus* (شكل ٢٣) منتشر في جنوب الولايات المتحدة الأمريكية، ويلاحظ وجوده بكثرة في الأراضي غير المدارية، كما أنه ينمو على الرواسب الغرينية بمجاري الأنهار، ويظهر النبات في الخريف والشتاء والربيع ولكنه يختفي في الصيف بسبب جفاف التربة.

الشكل الظاهري للثالوس

ثالوس جنس سفير وكاربس متماثل الجانبين، يتكون جزؤه الوسطي من عدة طبقات من الخلايا، وهو مفصص ولا يحمل حراشف على سطحه السفلي، كما أن بشرته السفلى غير مغطاة بأدمة، ولكنه يحمل أشباه جذور بسيطة غير متدرنة، ولا



شكل (٢٣) : سفيروكاربوس كاليفورنيكس *Sphaerocarpos californicus* أ ـ نبات مشيجي أنثوي، ب ـ نبات مشيجي ذكري.

تتشكل أنسجته داخليا، وجميع خلاياه عدا أشباه الجذور غنية بالبلاستيدات الخضر.

ونادرا ما يتفرع النبات، وإذا تفرع فسرعان ما تنفصل الأفرع لينموكل منها بسرعة إلى نبات مشيجي جديد.

التكاثر

النبات المشيجي في هذه الفصيلة ثنائي المسكن نباتاته الذكرية أصغر من الأنثوية وأقرب إلى اللون القرمزي، بينما الإناث خضراء اللون، وتبرز الأنثريدات والأرشيجونات عادة فوق السطح العلوي للثالوس ويكون كل منها محاطا بقلافة، وقلافات الأرشيجونات منتفخة وأسطوانية، بينما قلافات الأنثريدات قارورية الشكل وصغيرة.

ويتكون عنق الأرشيجونة من ستة صفوف من الخلايا كما في الماركانتيا، والأنثريدات كروية، لكل منها عنق منغمس في جسم الثالوس.

وبعد أن يتم الإخصاب تنقسم اللاقحة انقساما غير مباشر مكونة خيطا رأسيا من أربع خلايا: العلويتان منها تعرفان بالخليتين فوق القاعديتين (epibasal cells) بينما تعرف السفليتان بالخليتين تحت القاعديتين (hypobasal cells)، يعقب ذلك انقسام كل من هذه الخلايا الجنينية الأربع انقسامين متتاليين لتكوين أربع طبقات بكل

طبقـة أربـع خلايـا، ويتكون صماد النبات الجرثومي البالغ من طبقتي النصف العلوي (epibasal) من جنين هذه المرحلة بينما تنتج الطبقتان السفليتان بقية أجزاء الطور الجرثومي، ويؤدي تعاقب الانقسام في خلايا نصف الجنين فوق القاعدي بجدر محيطية إلى تكوين طبقة خارجية (amphithecium) تحيط بمنطقة داخلية (endothecium). ويتكـون جدار الصـماد من طبقـة الخلايا الخارجية، ويظل سمكه دائما طبقة واحدة من الخلايا، أما المنطقة الداخلية فتتكشف إلى نسيج جرثومي (sporogenous tissue)، وتتكشف بعض خلايـا النسيـج الجـرثـومي إلى خلايا والدة جرثومية (spore mother cells) ينقسم كل منهـا انقسـامـا اختزاليا إلى أربع جراثيم بينما يتكشف البعض الآخر من خلايـا النسيـج الجـرثـومي إلى خلايا تغذية (nurse cells) وظيفتها إمداد الجراثيم بالغـذاء أثنـاء تكشفهـا. وتـوجـد بلاستيدات خضر في خلايا التغذية وفي خلايا جدار الصماد وتسهم هذه الخلايا بنصيب يذكر في عملية البناء الضوئي، ويبقى جدار الصماد مغلفا للجراثيم حتى بعد نضجها. ولا تتحرر الجراثيم إلا بعد أن يجف الجدار ويتحلل هو والنبات المشيجي.

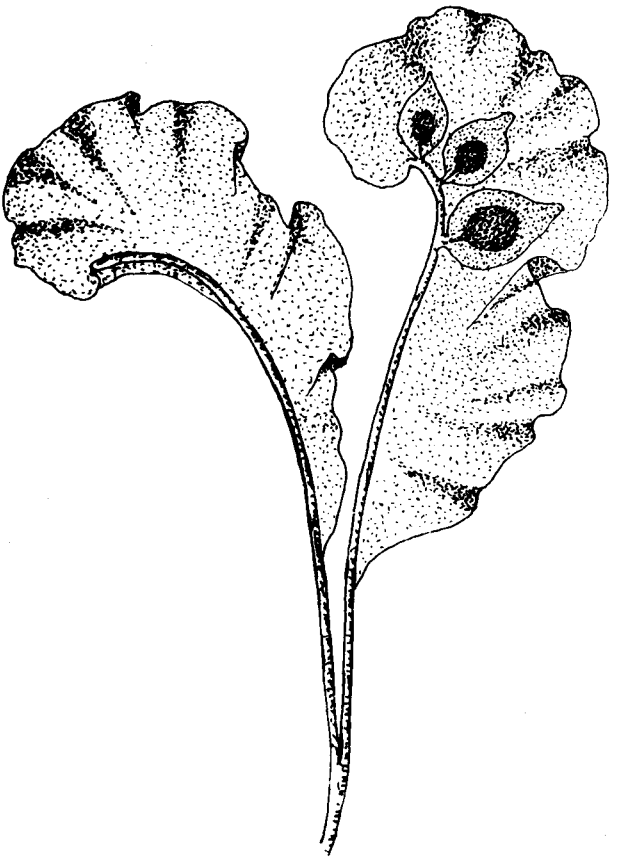
وفي أثنـاء الانقسـامات المبكرة للطور الجنيني يتكون لبطن الأرشيجونة جدار من طبقتين، وتعطي الطبقة السفلى من طبقتي الخلايا تحت القاعدية في الجنين ذي الست عشرة خلية قدما صغيرة بينما تعطي الطبقة تحت القاعدية التي فوقها عنقا ضامرا.

وبعد تحرر الجراثيم تنبت في الظروف الملائمة لكي تنتج جرثومتان من كل رباعية جرثومية نباتين مشيجيين ذكريين بينما تنتج الجرثومتان الأخريان نباتين مشيجيين أنثويين.

ب ـ الفصيلة الريلاوية
RIELLACEAE

يتبـع هذه الفصيلة جنس واحـد، هو جنس ريلا *Riella* الذي يضم بين أنواعه السبعة عشر نوعي ريلا أمريكانا *Riella americana* (شكل ٢٤) وريلا أفينس *Riella*

affinis ، وبعض أنواع هذا الجنس أحادية المسكن والبعض الآخر ثنائية المسكن .



شكل (٢٤) : ريلا أمريكانا *Riella americana* نبات مشيجي يحمل أطوارا جرثومية .

وتعيش هذه النباتات مغمورة في الماء . وجسم النبات المشيجي غير متماثل على جانبي محوره . ويتم النبات دورة حياته كلها تحت الماء ، وهو يتكون من محور رئيسي قائم يشبه الساق ، يحمل على أحد جانبيه جناحا واحدا رقيقا ينمو في وضع مستقيم أو يكون ملتويا بعض الشيء ، سمكه طبقة واحدة من الخلايا ، ويكون موجودا على عمق عدة أقدام تحت سطح الماء . ويحمل النبات المشيجي على الجزء الأوسط من محوره صفوفا من الحراشف سمك كل منها طبقة واحدة من الخلايا ، تعرف بالحراشف البطنية ، كما توجد أيضا حراشف جانبية (lateral scales) تخرج من موضع اتصال المحور بالجناح ، ولا تتكون أشباه جذور إلا على الأجزاء التي تنشأ في بداية تكوين

النبـات المشيجي ، وينمـو الثالوس البالغ بوساطة خلية إنشائية قمية تقتطع منها الخلايا الجـديـدة على جانبـين ، وقـد يحل محل الخلية القمية الواحدة بعد مدة من بدء نشاطها صف كامل من خلايا قمية ، والتفسير المورفولوجي للجناح أنه نمو ظهري خارجي من المحور.

ويتكـاثـر النبـات المشيجي خضريا بوساطة جيمات بيضية الشكل سمكها طبقة واحـدة من الخـلايـا بها تخصـر في الـوسـط يقسمها إلى فصين غير متساويين . وتختلف جيمات الريلا عن جيمات النباتات الكبدية الأخرى . وبعد انفصال الجيمات عن نباتاتها الـوالـدة تصبح مرستمية في منطقة التخصر ، وتنتج من هذه المنطقة نباتا مشيجيا جديدا له محور وجناح .

وتكـون الأنثـريـدات محمـولـة في مجمـوعـات داخل ثلمات في حافة الجناح ، أما الأرشيجـونـات فتخـرج من مواضـع التحـام المحـور بالجنـاح . وتشبـه طريقة تكشف الأعضـاء الجنسيـة في الريلا طريقة تكشفها في السفير وكاربس ، كما أن طريقة تكشف قلافـة الأنثـريـدة متشـابهـة أيضـا في الجنسـين ، بينـما تختلف طريقـة تكشف القـلافة الأرشيجـونيـة هنـا عنهـا في السفـير وكاربس في وجود الخلايا الإنشائية التي تتكون منها القلافة في عنق الأرشيجونة بدلا من وجودها في خلايا خضرية تحيط بالأرشيجونة الصغيرة .

ويشبـه تكشف الطـور الجرثومي في الريلا تكشفه في السفير وكاربس بما في ذلك تكشف النسيج الجرثومي إلى خلايا والدة جرثومية وخلايا تغذية رباعية الأنوية .

وتختلف مراحـل نمـو الجـرثـومـة إلى نبات مشيجي بالغ في الأنواع المختلفة من جنس ريـلا ، فهي شديـدة التعقيـد في النـوع ريلا أفينس *Riella affinis* الذي تمر فيه الجرثومة بثلاث مراحل شديدة التميز والوضوح تختلف في كل منها طريقة النمو.

ويمكن تلخيص خصائص هذه الرتبة الصغيرة في الآتي :

١ ـ نباتاتها المشيجية رقيقة لها أشباه جذور بسيطة غير متدرنة ولا توجد بها غرف هوائية ولا فتحات .

٢ ـ تتكون أعناق الأرشيجونات من ٦ صفوف من الخلايا العنقية محاطة بقنابات قارورية الشكل منتفخة .

٣ ـ يفتقر النبات الجرثومي إلى عنق وناثرات ولكن توجد به خلايا عقيمة تحتوي على بلاستيدات خضر هي خلايا التغذية (nurse cells) وتتحرر الجراثيم بعد انحلال جدار العلبة .

٣ ـ رتبة المتزريات
METZERIALES

كانت هذه الرتبة تصنف في الماضي كرتيبة (Suborder) تابعة لرتبة الجنجرمانيات (Jungermaniales) ، وإلى هذه الرتبة الجديدة تنتمي الأنواع الثالوسية البسيطة التي لا توجد بها غرف هوائية ولا ثقوب تفتح للخارج ولا حراشف بطنية ولا أشباه جذور مثبتة .

وأعضاء التكاثر هنا جالسة ليس لها حوامل أرشيجونية ولا أنثريدية ، ويتم ارتفاع العلبة إلى مستوى أعلى من مستوى سطح الثالوس باستطالة عنق النبات الجرثومي . وتختلف هذه النباتات عن النباتات الكبدية (الهباتية) المورقة التي كانت تتبعها في التقسيم القديم في كون الخلية القمية الإنشائية في الفرع الخصيب لا تتحول هي نفسها إلى عضو تناسلي بل تتكون أعضاء التناسل من خلايا تقع خلف القمة ، أي أنها لاقمية (anacrogynous) ، وعلى ذلك يستمر نمو الفرع الخصيب بعد نضج أعضاء التكاثر ويتجاوزها .

وتتبع هذه الرتبة فصيلتان هما :

١ ـ الفصيلة البلياوية Pelliaceae

٢ ـ الفصيلة الفوسومبر ونياوية Fossombroniaceae

ا ـ الفصيلة البلياوية
PELLIACEAE

يتبع هذه الفصيلة جنسان هما بليا *Pellia* وبلافيسينيا *Pallavicinia* .

بليا
PELLIA

في هذا الجنس (شكل ٢٥) يكون النبات المشيجي ثالوسيا مفلطحا به عرق وسطي متميز، وجوانبه متموجة، ولا يتميز داخليا إلى أنسجة كالنباتات المشيجية في الماركانتيات بل تكون خلاياه متشابهة وتمثيلية تحتوي على بلاستيدات خضر وتوجد على السطح السفلي أشباه جذور ولكن لا توجد حراشف على الإطلاق وتستطيل الخلايا نسبيا في منطقة العرق الوسطى ويتغطى السطح العلوي في وقت معين من السنة بنقط داكنة تحدد مواضع أعضاء التكاثر، كما يلاحظ أيضا أن القمم النامية في الثالوس تقع عند قواعد المنخفضات الغائرة التي بين الفصوص.

شكل (٢٥): بليا إبيفيلا *Pellia epiphylla* **. ا ـ فص من فصوص الثالوس تشاهد به القلافات الأنثريدية والأرشيجونية، ب ـ رسم تخطيطي لقمة الفص كما يرى من أعلى، ج ـ قطاع طولي منصف في الطور الجرثومي.**

الأنثريدات

جنس البليا وحيد المسكن دائما، لأنه يحمل الأرشيجونات والأنثريدات معا على نفس النبات، وتتكون الأنثريدات أولا ثم تليها الأرشيجونات، وتكون الأنثريدة عند نضجها كروية الشكل يصل قطرها إلى حوالي ٠,٣ ملليمتر، وكل أنثريدة محاطة بغلاف يفتح للخارج بثقب في قمته، ويتكون هذا الغلاف نتيجة لنمو أنسجة الثالوس من حول الأنثريدة منذ حداثتها مكونة غرفة تحتويها، وكما في الريشيا تكون السابحات الذكرية ثنائية الأهداب.

الأرشيجونات

تنمو الأرشيجونات في مجموعات خلف القمم النامية لأجزاء الثالوس المسنة، وتتغطى كل مجموعة بقلافة ناتجة من زيادة النمو في حافة الثالوس، وللنبات الجرثومي في جنس بليا حامل (seta) طويل ينتهي بصماد (capsule).

ب ـ الفصيلة الفوسومبرونياوية
FOSSOMBRONIACEAE

يتبع هذه الفصيلة جنسان هما بتالوفيلم *Petalophyllum* وفوسومبرونيا، *Fossombronia* ويتميز ثالوس الجنس الأول بالتفصص والانحناءات أما الجنس الثاني فيتميز بالتحام الفصوص التي تشبه الأوراق والتي ينتج عنها تعرجات كثيرة، ويرى كثير من المورفولوجيين في صفات التفصص وكثرة الانحناءات التي تتميز بها هذه النباتات مسوغا لإتباعها للنباتات الكبدية المورقة من رتبة الجنجرمانيات Jungermaniales. وإلى حد ما يمكن اعتبار ظاهرة التفصص العميق هذه بداية نشوء الطرز الورقية. على أن بين النباتيين من يقدمون الأدلة الكثيرة على وجود اختلافات جوهرية بين رتبتي المتزريات والجنجرمانيات.

ويمكن تلخيص الصفات العامة لرتبة المتزريات فيما يلي:

١ ـ النباتات المشيجية مفلطحة منبطحة ظهر بطنية (dorsiventral)، وهي

مفصصة وخالية من الخلايا الكولنشيمية والخلايا التوصيلية الطويلة. وجميع الخلايا تحتوي على أجسام زيتية.

٢ ـ لا توجد لنباتات هذه الفصيلة حراشف بطنية ولا أشباه جذور متدرنة ولا ثقوب ولا غرف هوائية.

٣ ـ يتميز النبات المشيجي بأن فرعه الخصيب يستمر في النمو بعد نضج الأعضاء التناسلية ولا ينتهي نموه بتكوين تلك الأعضاء، أي أن الأعضاء الجنسية لاقمية، وللنبات الجرثومي في هذه الرتبة عنق طويل، وجدار العلبة مكون من أكثر من طبقة من الخلايا وتتفتح بأربعة مصاريع وتحتوي بداخلها قبل تفتحها على الخلايا الوالدة الجرثومية التي تنقسم لتنتج الجراثيم وتوجد ناثرات مغلظة تغلظا لولبيا منتشرة بين الجراثيم، وفي هذه الصفات تتشابه هذه الرتبة مع رتبة الجنجرمانيات.

٤ ـ رتبة الجنجرمانيات
JUNGERMANIALES

تشتمل هذه الرتبة على حوالي ٢٢٠ جنسا يتبعها ٥٥٠٠ ـ ٦٥٠٠ نوع من أنواع النباتات الكبدية المورقة ومعظم هذه الأنواع ظهر بطنية dorsiventral ، أي لها سطحان ظهري وبطني، إذ أنها تتكون من محور يحمل صفين من الأوراق. وفي بعض النباتات يوجد صف ثالث من أوراق بطنية يطلق عليها اسم الأوراق التحتية (underleaves or amphigastria) ، إذ أنها تختلف في الحجم أو الشكل أو كليهما عن الأوراق الجانبية. وجميع الأوراق ليس لها عرق وسطي. وسمكها طبقة واحدة من الخلايا معظمها خلايا تمثيلية. وتوجد بها أيضا أجسام زيتية.

وتمثل هذه الرتبة فصيلة واحدة هي الفصيلة البوريلاوية (Porellaceae).

الفصيلة البوريلاوية
PORELLACEAE

يتبع هذه الفصيلة جنس بوريلا *Porella* ويتميز بأوراقه المفصصة وهي متثنية وغير متساوية، سمك كل منها طبقة واحدة من الخلايا ويتكون جسم النبات المشيجي

من محور ورقي مفلطح ومتفرع، وتخرج من سطحه السفلى أشباه جذور ويحمل النبات على سطحه السفلي المواجه للتربة صفا ثالثا من أوراق صغيرة تعرف بالأوراق التحتية، بالإضافة إلى صفي الأوراق الجانبية الكبيرة.

التكاثر

النباتات الذكرية أضيق من النباتات الأنثوية وتنشأ الأنثريدات فرادي في آباط أوراق شبه حرشفية. وعند انبثاقها تكون شبيهة بمخروط مكون من أوراق مضغوطة، وتتصل الأنثريدة بالمحور الورقي بعنق طويل عرضه خليتان، وتحتوي الأنثريدات على سابحات ذكرية ثنائية الأسواط، وعند النضج ينفصل الغطاء العلوي للأنثريدة وتخرج منها السابحات الذكرية.

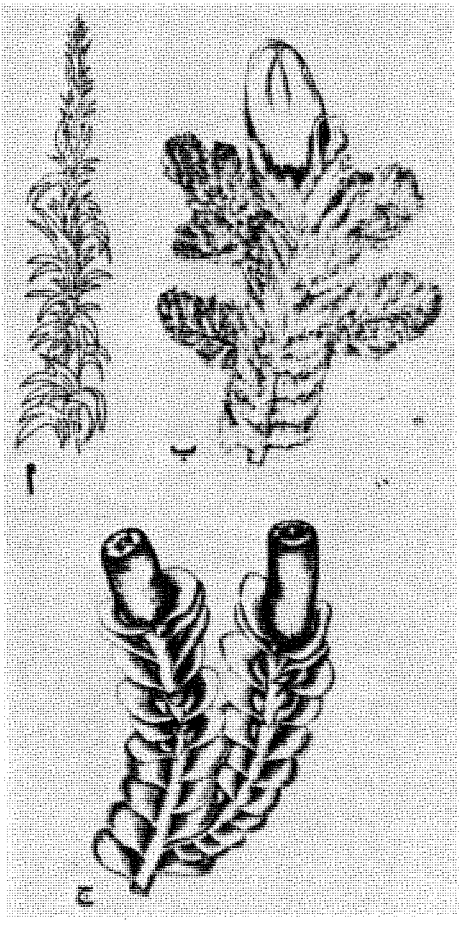
وتتكون الأرشيجونات في مجموعات من ٨ ـ ١٠، من القمة النامية لفرع قصير جانبي، وكنتيجة لإخصاب الأرشيجونات تتكون نباتات جرثومية كثيرة تختفي جميعها عدا نبات جرثومي واحد يظل باقيا على النبات المشيجي، وتحتوي خلايا النبات الجرثومي على بلاستيدات خضر ويتميز إلى علبة لها جدار مكون من طبقتين إلى أربع طبقات من الخلايا وحامل وقدم صغيرة.

وبعد نضج الجراثيم والناثرات تتفتح العلبة بأربعة مصاريع، وتتحرر الجراثيم، وعند إنبات الجرثومة تعطي في أول الأمر جسما مستديرا يطلق عليه اسم بروتونيما (Protonema) ينمو ليعطي محورا ورقيا.

وهناك أجناس ورقية أخرى تنتمي إلى نفس الرتبة، منها:

(١) الجنجرمانيا وأشباهها *Jungermania* (شكل ٢٦) وهي من أبسط طرز الجنجرمانيات الورقية، تحمل ساقها صفين من أوراق متبادلة ثخانة كل منها طبقة واحدة من الخلايا وليس لها عرق وسطي، قمتها مثلومة إلى فصين.

(٢) جنس بازانيا *Bazzania* وفيه يوجد صف ثالث من أوراق صغيرة تحتية



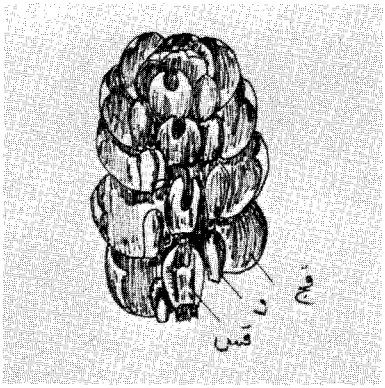
(شكل ٢٦): أنواع مختلفة من الجنجرمانيات. ا ـ هربرتا أدنكا *Herberta adunca*، ب ـ بتيليديم بلخريمم *Ptilidium pulcherimum*، ج ـ لوفوكوليا هتيروفيلا *Lophocolea heterophylla*.

amphigastria مواجه لسطح التربة، بالإضافة إلى صفي الأوراق الكبيرة الجانبية المتبادلة.

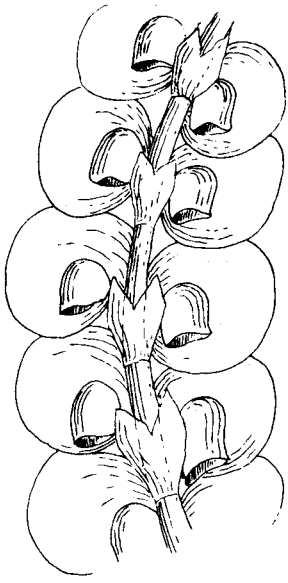
(٣) جنس ليجينيا *Lejeunea* وفيه يكون الفص السفلي للأوراق الجانبية أكبر حجما من الفص العلوي وينثني ليكون وإياه أذينا وظيفته الاحتفاظ بالماء لحين الإخصاب.

(٤) جنس فرولانيا *Frullania* وفيه ينفصل الفص السفلي عن الفص العلوي انفصالا تاما ليكون تركيبا يشبه القدر (pitcher) (شكلا ٢٧، ٢٨)، وظيفته الاحتفاظ بالماء لحين الإخصاب، وقد يؤدي أحيانا نفس الوظيفة التي يؤديها القِدر

أوراق النبات آكلة الحشرات كالنبنش Nepenthes.



(شكل ٢٧): رتبة الجنجرمانيات. نبات الفرولانيا تماريسي *Frullania tamarici*، على السطح السفلي: قج = ورقة جانبية، د = الفص الخلفي للورقة متحورا ومكونا تركيبا دورقيا وظيفته الاحتفاظ بالماء، قس = ورقة تحتية.



(شكل ٢٨): فرولانيا ديليتاتا *Frullania dilitata*

النبات المشيجي في رتبة الجنجرمانيات

يتميز النبات المشيجي بأنه ورقي منبطح على الأرض، وأوراقه مرتبة في ثلاثة صفوف، وفي بعض الحالات تنقرض أو تنعدم الأوراق البطنية، والأوراق متفصصة وخضراء، وبها أجسام زيتية، وتتميز الأرشيجونات بأن لها خمسة صفوف من الخلايا العنقية.

النبات الجرثومي

ينقسم الطـور الجـرثـومي في هذه الـرتبـة إلى قدم foot وحـامـل seta وصـماد capsule ، إلا أن الصـماد هنـا تزداد فيه نسبة الأنسجة العقيمة غير الجرثومية ، وتتمثل زيادة نسبة الأنسجة العقيمة في هذه الرتبة بالمقارنة بالرتب الأخرى فيما يلي :

١ ـ يكون الحامل هنا أطول منه في الماركانتيا

٢ ـ بالإضـافـة إلى النـاثـرات المنتشرة بين الجراثيم المتكونة في الصماد تصبح كل خلايا المنطقة الواقعة عند قاعدة الصماد عقيمة ومتخصصة في إنتاج الناثرات ، ويطلق عليها اسم «حامل الناثرات» elatrophore .

٣ ـ يتكـون جدار الصـماد في هذه الـرتبـة من أكثـر من طبقة واحدة من الخلايا ، بعكس جدار الصـماد في المـاركـانتيا الذي يتكون من طبقة واحدة فقط ، ويمكن القول بوجه عام أنه كلما زادت نسبة الأنسجة العقيمة كلما كان ذلك دليلا على تطور أكثر في اتجاه الرقي .

وهناك آلية خاصة بتفتح الصماد (العلبة) في رتبة الجنجرمانيات تختلف عن تلك الموجودة في صماد الماركانتيا ، فعند نضج الصماد تظهر بجداره أربعة شقوق طولية تقسمه إلى أربعـة صمامـات ، ولا يتبقى منـه في الـداخـل سوى حامل الإلاترات ويعرف هذا الطراز من الانفتاح بالانفتاح الرباعي .

٥ ـ رتبة الهبلومتريات
HAPLOMITRIALES

النبات المشيجي في هذه الرتبة الصغيرة قائم أو متسلق ، له أوراق غير مفصصة لا توجد بها خلايا كولنشيمية ، كما لا يحمل النبات أشباه جذور.

وتتبـع هذه الـرتبـة فصيلتان هما الفصيلة الهبلومتر ياوية التي تتميز بصغر الأوراق الظهـريـة لنباتاتها المشيجية والفصيلة التكاكياوية التي تتميز بعدم انتظام ترتيب أوراقها على محور النبات المشيجي .

ا ـ الفصيلة الهبلومترياوية
HAPLOMITRIACEAE

يمثل هذه الفصيلة جنس هبلومتريم *Haplomitrium* الذي يعيش في اليابان، وهو نبات قائم يصل ارتفاع فروعه إلى ٣ ـ ٥ سنتيمترات، وتنشأ هذه الفروع من محور شبه جذري زاحف ومتفرع ولا يحمل أشباه جذور. وهو يشبه ساقا هوائية تحمل الأوراق في ثلاثة صفوف، أحدها صف من أوراق ظهرية أصغر من أوراق الصفين الآخرين. والنبات وحيد الجنس (unisexual). وينتهي كل فرع قائم في النبات المشيجي الذكري بمجموعة أوراق مرتبة بشكل وريدي حول تخت محدب أو مستو يحمل فوق سطحه أنثريدات بيضية معنقة. وفي النباتات الأنثوية أيضا ينتهي الفرع بمجموعة أوراق وريدية تحيط بتخت مسطح يحمل ست أرشيجونات أو أكثر، وعنق الأرشيجونة هنا طويل وملتو ويتكون من أربعة صفوف من خلايا عنقية.

وبعد الإخصاب ينبثق من بين مجموعة الأرشيجونات نبات جرثومي واحد (ونادرا نباتان أو ثلاثة)، وعلبة النبات الجرثومي طويلة أسطوانية يتكون جدارها من طبقة واحدة من الخلايا، إلا في منطقة القمة. وبعد استطالة الحامل (seta) تتفتح العلبة بأربعة مصاريع وتتحرر الجراثيم والناثرات التي بداخلها.

ب ـ الفصيلة التكاكياوية
TAKAKIACEAE

يتبع هذه الفصيلة جنس تكاكيا *Takakia* وهو نبات صغير الحجم شديد البساطة، له محور قائم متفرع يصل ارتفاعه إلى حوالي سنتيمتر واحد وهو لا يحمل أشباه جذور، ولكن يحمل أفرعا عديمة الأوراق توجد في مجموعات يتراوح عددها في كل مجموعة بين فرعين وثلاثة أفرع وتسمى أفرعا ورقية (phyllads)، وتوجد الأرشيجونات فرادى وتتكون أعناقها من ست صفوف من الخلايا العنقية، ولم تشاهد الأنثريدات ولا النباتات الجرثومية الخاصة بهذا الجنس حتى الآن.

ثانيا: طائفة أنثوسيروتوبسيدا
ANTHOCEROTOPSIDA

تختلف نباتات هذه الطائفة عن النباتات الحزازية في كون خلايا الثالوس بها بلاستيدات خضر كبيرة يشتمل كل منها على أجسام بروتينية لامعة تسمى «مراكز نشا» (pyrenoids) كما أن الأنثريدات تنشأ من بعض خلايا طبقة البشرة العليا في النبات المشيجي المنبطح. وتوجد الأرشيجونات منغمسة داخل نسيج الثالوس.

ونمو النبات الجرثومي هنا غير محدود نظرا لوجود منطقة مرستمية عند قاعدة الصماد تزيد دائما في طوله.

وتشتمل هذه الطائفة على رتبة واحدة هي رتبة الأنثوسيروتات.

رتبة الأنثوسيروتات
ANTHOCEROTALES

تضم هذه الرتبة ٥ ـ ٦ أجناس يتبعها ٣٠٠ نوع منتشرة في المناطق الاستوائية والأجواء الدافئة، وقد أتبعت هذه الأجناس لفصيلتين هما الفصيلة الأنثوسيروتية والفصيلة النتوثيلية.

١ ـ الفصيلة الأنثوسيروتية
ANTHOCEROTACEAE

يتبع هذه الفصيلة جنسان هما فيوسيروس *Phaeoceros* وأنثوسيروس *Anthoceros*، وفيهما يكون الطور المشيجي ضامرا ثالوسيا، ويمثل أبسط أنواع الأطوار المشيجية بين الحزازيات الدنيا، إذ أنه لا يتميز داخليا إلى أنسجة، بل تكون جميع خلاياه متشابهه، وتحتوي كل خلية على بلاستيدة خضراء واحدة يتوسطها مركز نشا (pyrenoid) وتوجد بالسطح السفلي للثالوس على كلا جانبيه فتحات تؤدي إلى

تجاويف هلامية مليئة بطحلب نوستوك *(Nostoc)* الذي يعيش في تكافل (symbiosis) مع ثالوس الأنثوسيروس وهذه التجاويف لا وجود لها في نبات فيوسيروس . *Phaeoceros* .

وتتميز هذه المجموعة من النباتات باختلاف نشأة الأعضاء الجنسية فيها عنها في بقية الحزازيات حيث أنها تشبه في نشأتها النباتات البتيرية .

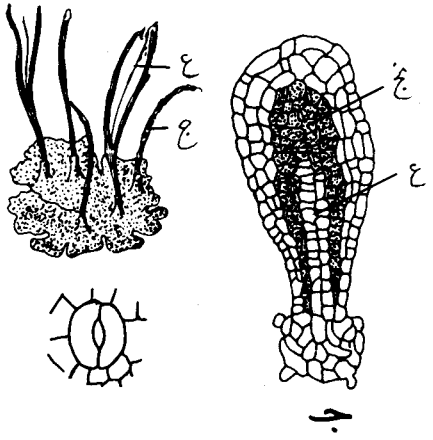
نشأة الأنثريدات في الأنثوسيروتات

تنشط خلية من خلايا البشرة فتنقسم إلى خليتين ثم تنقسم الخلية التحتية منهما لتكوين عدد من الأنثريدات يتراوح بين ٢ و٥ بينما تنقسم الخلية العليا إلى نسيج يمثل جدارا علويا للتجويف الذي تكونت فيه الأنثريدات والذي يطلق عليه اسم الغرفة الأنثريدية (antheridial chamber or cavity) ، وتبقى الأنثريدات داخل تلك الغرفة بعض الوقت ثم يتمزق جدار الغرفة وتتعرض الأنثريدات للخارج ، أي أن الأنثريدات تنشأ منذ البداية منغمسة داخل أنسجة الثالوس المشيجي ولا تكون سطحية .

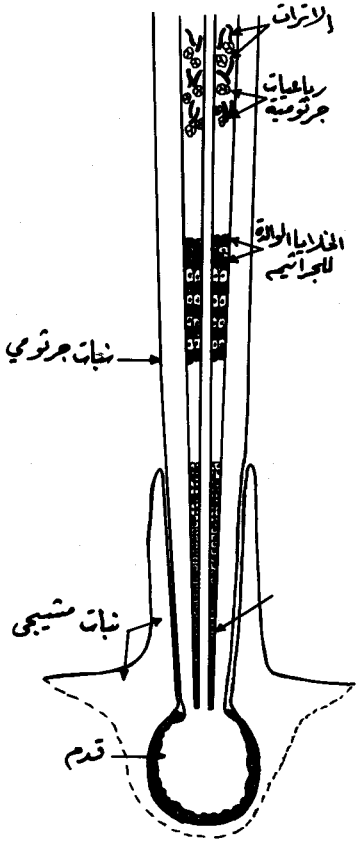
نشأة الأرشيجونات

تنشط خلية من خلايا بشرة الثالوس العليا ، فتنقسم إلى خلية علوية صغيرة وأخرى تحتية كبيرة ، وتكون الخلية العلوية غطاء الأرشيجونة . أما الخلية التحتية فإنها تنقسم إلى خليتين : العليا قنوية عنقية ابتدائية (primary neck canal cell) والسفلى بطنية ابتدائية (primary ventral cell) ثم تنقسم الخلية العليا بعد ذلك لتكوين أربع خلايا قنوية عنقية ، بينما تنقسم الخلية البطنية الابتدائية لتكون خلية البيضة والخلية القنوية البطنية ventral canal cell .

وتختلف هذه الأرشيجونات عن نظائرها في الحزازيات المنبطحة والقائمة في عدم تكون جدار خارجي عقيم لها ، وذلك لأنها تكون منغمسة بالعنق والبطن كليهما في أنسجة الثالوس المشيجي .



شكـل (٢٩): ا ـ نبـات كامـل من نوع أنثـوسيروس ليفس *Anthoceros laevis*. ج = سبـوروجـونة، ع = عويميد، ب ـ ثغـر، جـ ـ سبـوروجـونـة صغيرة لنبات نوتـوثيلس *Notothylas* لها جدار من عدة طبقات من الخلايا، ع = عويميد، نج = نسيج جرثومي.



(شكـل ٣٠): قطـاع طولي وسطي في الطـور الجرثومي لنبات أنثوسيروس *Anthoceros*.

وبعد أن يتم الإخصاب في وجود الماء تكون اللاقحة الطور الجرثومي، وبقدر ما يكون الطور المشيجي بسيطا يكون الطور الجرثومي معقدا ومتطورا، وعلى هذا يميل التوازن بين الطورين الجرثومي والمشيجي إلى سيادة الأول ورجحان كفته.

تكوين الطور الجرثومي في الأنثوسيروس والفيوسيروس

تنقسم اللاقحة إلى ثلاث خلايا تكون العليا منها الصماد (capsule) والوسطى منطقة مرستمية أما السفلى فتكون القدم (foot) الذي ينغمس في أنسجة النبات المشيجي. وتمثل المنطقة الوسطى حاملا (seta) مختزلا أشد اختزال، وتتكون من خلايا مرستمية يؤدي انقسامها المستمر الذي لا يتوقف إلى إنتاج جراثيم بصفة مستمرة، أما الخلية العليا فتنقسم بحاجز محيطي إلى طبقة خارجية (outer amphithecium) وأخرى داخلية (inner endothecium) ويصبح النسيج الداخلي كله عقيما ولا يسهم في إنتاج الجراثيم ولكنه ينتج نسيجا مركزيا عقيما يعرف بالعويميد (columella). ويتكون النسيج الجرثومي من طبقة الأمفيثيسيوم الداخلية، بينما يتكون جدار الصماد من طبقته الخارجية، وعن طريق انقسامات متتالية لخلايا جدار الصماد بجدر محيطية يصبح سمكه في النهاية ٤ ـ ٦ طبقات من الخلايا، تمثل الخارجية منها طبقة البشرة epidermis وتستطيل خلايا البشرة في الاتجاه الرأسي وتتكوتن تكوتنا شديدا. وفي بعض الأجناس توجد ثغور وخلايا حارسة في بشرة الصماد، بينما لا يكون لها وجود في أجناس أخرى. وعندما تنضج خلايا الجدار الواقعة تحت البشرة تكون بارنشيمية تتخللها مسافات بينية، ويكون عدد البلاستيدات الخضر في خلايا جدار الصماد دائما أكبر منه في خلايا النبات المشيجي.

وقد يتسنم النسيج الجرثومي المتكون من طبقة الامفيثيسيوم الداخلية فوق قمة العويميد، ويمتد طوليا من أسفل بمحاذاة العويميد كله حتى قاعدته وأحيانا لا يصل إلى القاعدة بل ينتهي قبلها وقد يظل سمك النسيج الجرثومي طبقة واحدة من الخلايا في بعض الأنواع أو يزيد إلى طبقتين في أنواع أخرى أو أحيانا إلى ثلاث أو أربع طبقات. وفي جميع الحالات تتكشف طبقات من النسيج الجرثومي إلى خلايا والدة جرثومية بينما تتكشف طبقات أخرى متبادلة معها إلى خلايا عقيمة، وتلتحم الخلايا

العقيمة بأطرافها مكونة خيوطا قصيرة بسيطة أو متفرعة، يتراوح طولها بين ٣، ٥ خلايا. وهذه الخيوط يطلق عليها اسم الناثرات الكاذبة. وتفقد هذه الناثرات مادتها الحية عندما تنضج وقد تظل جدرها ملساء غير مغلظة أو تتغلظ تغلظا غير منتظم أو حلزونيا كما في الناثرات الحقيقية حسب الأجناس، وتنقسم الخلايا الوالدة الجرثومية انقساما اختزاليا لإنتاج الجراثيم في رباعيات، ويبدأ نضج الجراثيم في الجزء العلوي من الصماد وتكون أقل نضجا تجاه القاعدة، وتختلط الجراثيم بالناثرات.

وتظهر في الجدار صفوف رأسية من خلايا تفتح غير مغلظة تبدأ خلف قمة الصماد مباشرة وتستمر في تكشفها إلى أسفل. وعند نضج الصماد يتفتح بالتدريج من أعلى إلى أسفل بفتحة مستطيلة تقسم الصماد إلى صمامين، وعلى ذلك فإن الصماد هنا ينفتح انفتاحا منتظما وتنطلق منه الجراثيم التي تتميز بلونها البني الداكن أو الأسود في حالة الأنثوسيروس، وباللون الأصفر في حالة الفيوسيروس.

وينتج عن إنبات الجرثومة تكوين النبات المشيجي.

ووجود البلاستيدات الخضر والثغور في خلايا الصماد يعني بدء استقلال التغذية لدى الطور الجرثومي في هذا القسم من النباتات، وهو تطور تقدمي.

ب ـ الفصيلة النتوثيلية
NOTOTHYLACEAE

تحتوي هذه الفصيلة على جنس واحد هو نتوثيلس *Notothylas* الذي يختلف فيه النبات المشيجي من نواح كثيرة عن النبات المشيجي في كل من أنثوسيروس وفيوسيروس، فهو هنا ثالوسي دائري تحتوى كل خلية من خلاياه على بلاستيدة واحدة، كما توجد به فجوات داخلية، أما الأنثريدات والأرشيجونات فهي شبيهة بنظائرها في جنسي أنثوسيروس وفيوسيروس.

ويتميز النبات الجرثومي بأنه أطول قليلا من نباتات الفصيلة الأنثوسير وتية، والقدم فيه صغيرة، ولا توجد به خلايا حارسة ولا ثغور.

ويعتبر النبات الجرثومي في رتبة الأنثوسير وتات عامة أرقى أنواع النباتات الجرثومية في النباتات الكبدية كلها للأسباب الآتية:

(١) وجود نسيج عقيم ـ وهو العويميد في وسط الصماد

(٢) تكون النسيج الجرثومي من الطبقة الخارجية (الامفيثيسيوم) وهي صفة متقدمة تشترك فيها مع النباتات الحزازية (Mosses).

(٣) احتواء النبات الجرثومي على منطقة مرستمية عند قاعدة الصماد، مما يطيل عمر النبات الجرثومي ويحقق إنتاج جراثيم بصفة مستمرة نظرا لاستمرار استطالة الصماد.

(٤) وجود نسيج تمثيلي وثغور في جدار الصماد، مما يشير إلى بدء الاستقلال الذاتي للنبات الجرثومي وبدء اعتماده على نفسه في صنع غذائه العضوي بالبناء الضوئي.

(٥) وجود آلية متطورة لانفتاح الصماد وانتثار الجراثيم بطريقة منتظمة.

الباب الثالث

قسم النباتات الحزازية

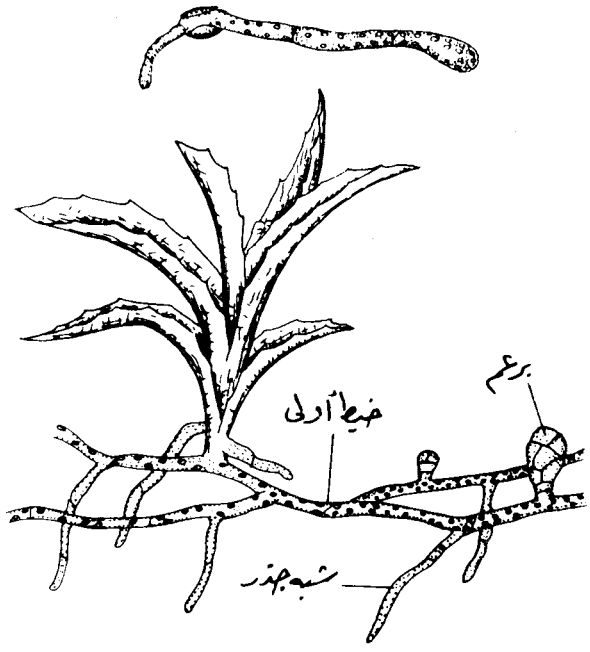
BRYOPHYTA

الحزازيات القائمة Mosses

قسم النباتيون ـ كما ذكرنا من قبل ـ القسم الذي عرف قديما باسم قسم النباتات الحزازية (Bryophyta) إلى حزازيات منبطحة (Liverworts) وحزازيات قرنية (Hornworts) وحزازيات قائمة (Mosses) ، ثم عدل بعد ذلك عن هذا التقسيم الثلاثي ، وأدمجت الحزازيات المنبطحة والحزازيات القرنية معا في قسم واحد أطلق عليه اسم «قسم النباتات الهباتية» (Division Hepatophyta) ، ووضعت الحزازيات القائمة وحدها في قسم مستقل احتفظ له بالتسمية الشاملة القديمة، فأطلق عليه اسم قسم النباتات الحزازية (Bryophyta) .

ويضم هذا القسم حوالي ٦٠٠ جنس يتبعها ١٤٠٠٠ الى ٢٥٠٠٠ نوع ، وتختلف نباتاته عن قسم النباتات الهباتية عامة في النواحي الرئيسية الآتية :

(١) ظهور طور خيطي أو ثالوسي بسيط في النباتات الحزازية يطلق عليه اسم الخيط الأولى protonema (شكل ٣١) يتوسط ما بين الطور الجرثومي والطور المشيجي في صورته النهائية ، ويمكن اعتباره أولى مراحل الطور المشيجي لأنه نتاج الخطوة الأولى في إنبات الجرثومة ، وينتج الخيط الأولى براعم تبرز إلى أعلى في وضع قائم ، وتنبت لتعطي الفرع الهوائي الورقي الذي يمثل الطور المشيجي النهائي . وبعد تكوين النبات المشيجي يموت الخيط الأولى ، وبذلك يصبح الطور المشيجي مستقلا ومعتمدا على نفسه .



شكل (٣١): نبات مشيجي من الحزازيات، الجزء العلوي يمثل جرثومة في حالة إنبات معطية بروتونيما (أي خيطا أوليا)، الجزء السفلي خيط أولي يحمل براعم وأشباه جذور ونباتا ورقيا قائما.

(٢) يتكون النبات المشيجي في صورته النهائية من فرع قائم له ساق وأوراق. وجميع أوراقه متساوية الحجم تقريبا متشابهة التركيب.

(٣) تُحمل الأعضاء الجنسية على حوامل أو أعناق أطول كثيرا من تلك التي تحمل الأعضاء الجنسية في النباتات الكبدية (الهباتية).

(٤) تتكون أشباه الجذور على الخيط الأولى وعلى النبات المشيجي النهائي أيضا، وتكون متعددة الخلايا خيطية دائما، ذات حواجز مائلة بين الخلايا.

(٥) نسبة الأنسجة العقيمة في الصماد وفي الطور الجرثومي كله أعلى منها في النباتات الهباتية، وتتشكل داخليا أكثر من تشكلها في النباتات الأخيرة.

(٦) تتميز الحزازيات القائمة عن النباتات الهباتية بعدم وجود ناثرات على الإطلاق سواء أكانت ناثرات حقيقية أو ناثرات تغذية.

وقد أمكن على أساس الاختلافات المورفولوجية بين مختلف أجناس النباتات الحزازية تصنيفها في ثلاث طوائف وهي :

١ ـ طائفة سفاجنوبسيدا Sphagnopsida

٢ ـ طائفة نيونوبسيدا Mnionopsida

٣ ـ طائفة أندريايوبسيدا Andreaeopsida

أولا : طائفة سفاجنوبسيدا
SPHANGNOPSIDA

يمثل هذه الطائفة جنس سفاجنم Sphagnum الذي يصنف على النحو الآتي :

طائفة سفاجنوبسيدا Class. Sphagnopsida

رتبة السفاجنات Order. Sphagnales

الفصيلة السفاجنية Family Sphagnaceae

جنس سفاجنم Genus *Sphagunum*

وتشتمل هذه الطائفة على رتبة واحدة هي رتبة السفاجنات تتبعها فصيلة واحدة هي الفصيلة السفاجنية وبها جنس واحد هو جنس سفاجنم الذي يضم عدة أنواع تصل إلى حوالي ٣٢٠ نوعا وتعرف عامة باسم حزازيات الغدق (bog mosses) ، وفيها يكون طور الخيط الأولى ثالوسيا عريضا .

وتنمو جميع أنواع السفاجنم في البرك والمستنقعات وما إليها من أماكن رطبة مشبعة بالماء الذي تقل فيه نسبة الجير وترتفع حموضته كثيرا . ولا يتحلل عادة إلا القليل من بقايا هذا النبات وببطء شديد ، مما يؤدي إلى تراكم هذه البقايا بكميات كبيرة في البيئة التي يعيش فيها النبات ، وتزداد كميته من عام إلى عام .

والطور المشيجي عبارة عن سيقان ورقية قائمة (leafy gametophyte) تموت أجزاؤ ها القاعدية الأكبر سنا باستمرار وتتكون عوضا عنها أجزاء جديدة نتيجة نمو

القمم النامية في الأجزاء العليا الحديثة، ويطلق على بقايا نبات السفاجنم الميتة والمتضاغطة وما يختلط بها من بقايا نباتات أخرى اسم «التربة الدمنة» (peat) وتستعمل هذه البقايا العضوية كوقود في بعض الأقطار، كما تستغل قدرتها على امتصاص الماء بشراهة وبكميات وفيرة في زيادة السعة المائية للأراضي الرملية الخفيفة وزيادة قدرتها على امتصاص الماء والاحتفاظ به بإضافة كميات من التربة الدمنة لتلك الأراضي الخفيفة.

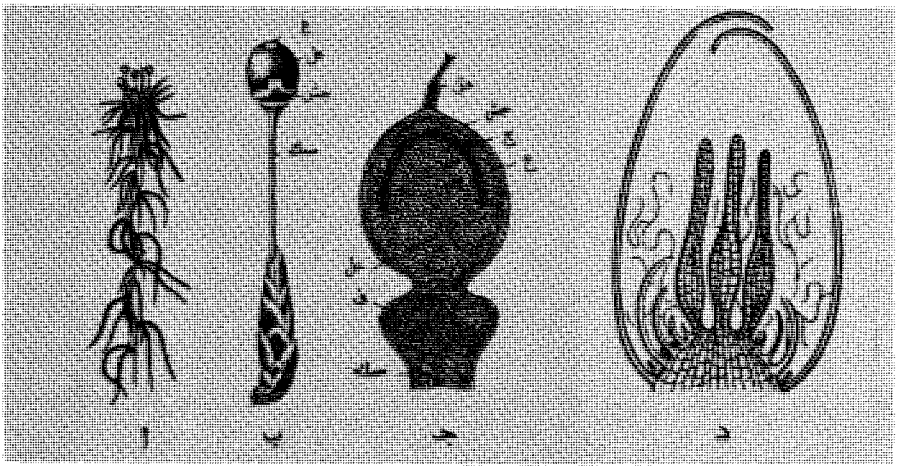
ويحدث النمو الطرفي للساق بوساطة خلية قمية مرستمية ذات ثلاثة جوانب، تقتطع خلايا جديدة على كل جانب منها فيؤدي ذلك إلى تكوين صف رأسي من الأوراق في الجزء الذي يحملها من الساق على ذلك الجانب، ونتيجة لهذه النشأة الرتيبة للأوراق من الخلية القمية تكون الأوراق التي ينتجها النبات المشيجي مرتبة في ثلاثة صفوف واضحة في بدء تكوينها، ثم لا يلبث هذا الترتيب المنتظم أن يختل انتظامه ويصبح غير واضح عندما تتقدم الساق في السن وتبتعد عن القمة النامية.

وتحمل السيقان أفرعا جانبية تخرج بغزارة من آباط الأوراق، ويتراوح عددها في إبط كل ورقة بين ثلاثة وثمانية، وفي قمة الساق الرئيسية تصبح الأفرع الجانبية أغزر وأكثر اتساعا، وتتخذ شكل هامة كثيفة. وتوجد الأرشيجونات (شكل ٣٢د) في قمة الساق الرئيسية بينما توجد الأنثريدات في أطراف أفرع جانبية خاصة.

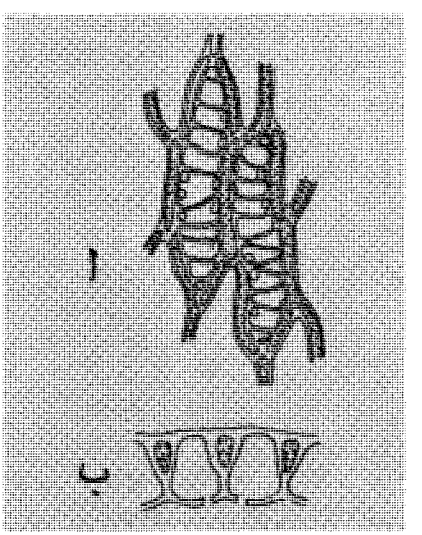
وتكون الورقة في صغرها ذات قاعدة عريضة وقمة مدببة، وجميع خلاياها متشابهة وحية ومحتوية على كلوروفيل، ولكنها عندما تتقدم في السن يتميز بها نوعان من الخلايا (شكل ٣٤):

١ ـ خلايا شفافة (Hyaline cells)

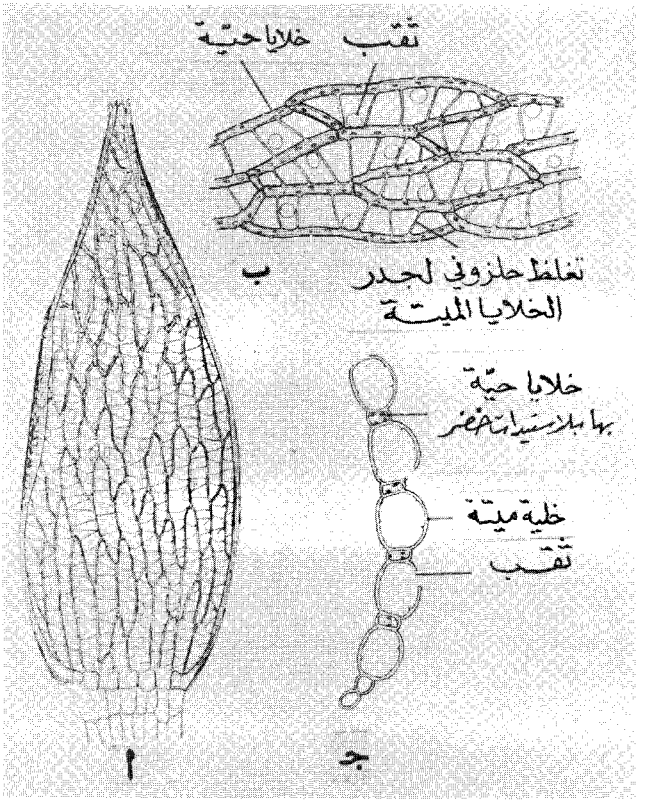
وهي كبيرة الحجم ميتة خالية من الكلوروفيل، ويتغلظ سطحها الداخلي تغلظات لولبية، وبجدرها ثقوب تفتح للخارج.



شكل (٣٢) : ا ـ نبات سفاجنم فمبر ياتم *Sphagnum fimbriatum* يحمل أربع حوافظ جرثومية ناضجة ؛ ب ـ نبات سفاجنم سكواروسم *S. Squarrosum* : فرع جانبي يحمل حوافظ جرثومية ناضجة : عل = علبة ، جش = جدار أرشيجونة ممزق ، غ = غطاء ، سك = ساق كاذبة . جـ ـ نبات سفاجنم أكيوتيفوليم *S. acutifolium* : الشكل يمثل قطاعا طوليا في حافظة جرثومية صغيرة : جش = جدار أرشيجونة ، عق = عنق ، ع = عويميد ، ج = كيس جرثومي به جراثيم ، ق = قدم ، سك = ساق كاذبة . د ـ قمة فرع أنثوي يحمل ثلاث أرشيجونات ملوية الأعناق .



(شكل ٣٣) : ورقة نبات سفاجنم بلتيكم *S phagnum balticum* ا ـ خلايا شفافة كبيرة الحجم قادرة على امتصاص الماء سطحها الداخلي مغلظ تغليظا لولبيا وبها ثقوب في الجدار وتوجد بينها خلايا يخضورية . ب ـ قطاع مستعرض في الورقة .



(شكل (٣٤) : سفاجنم *Sphagnum* : تركيب الورقة . ا ـ ورقة كاملة ، ب ـ جزء من الورقة المبينة في (ا) مكبرا ، جـ ـ قطاع مستعرض في جزء من الورقة .

٢ ـ خلايا يخضورية (chlorophyll cells)

وهي خلايا حية محتوية على يخضور، أصغر حجما من الخلايا الشفافة ، وتقوم بوظيفة البناء الضوئي .

التركيب التشريحي للساق

تتميز الساق (شبه الساق) داخليا إلى ثلاث مناطق :

(١) أسطوانة مركزية من خلايا توصيلية طويلة في اتجاه التوصيل ، بمركزها .

(٢) نخاع pith من خلايا رقيقة الجدر.

(٣) قشرة (cortex) ، وهي طبقة واحدة مغلفة للأسطوانة المركزية تتكون من خلايا محتوية على يخضور لا تلبث في الساق المسنة أن تنقسم إلى أربع أو خمس طبقات من الخلايا ، وتتغلظ جدر هذه الخلايا بعد اكتمال تكوينها تغلظا حلزونيا مماثلا لتغلظ جدر الخلايا الشفافة في الورقة ، أما قشرة الساق في الأفرع الجانبية فلا يزيد سمكها قط على طبقة واحدة من الخلايا .

صعود الماء في الساق

لا تحمل نباتات سفاجنم المشيجية البالغة أشباه جذور، ويتم حصول هذه النباتات على حاجتها من الماء بالامتصاص المباشر، ويتحرك الماء إلى أعلى للوصول إلى قمة الساق عن طريق القشرة في حالة النباتات التي تحتوي فيها القشرة على خلايا مغلظة الجدر ذوات ثقوب ، أما في النباتات التي لاتوجد بقشرتها مثل هذه الخلايا فإن صعود الماء إلى أعلى الساق يتم فيها بالخاصة الشعرية ، وتلعب الأفرع الجانبية المدلاة والملتصقة بسطح الساق دورا هاما في تلك العملية ، حيث تؤدي وظيفة فتيل من خيوط يرتفع فيه الماء ارتفاعا شعريا .

التكاثر الجنسي

تختلف الأنواع المختلفة من جنس سفاجنم ما بين متباينة الثالوس heterothallic ومتشابهة الثالوس (homothallic) . وتوجد الأعضاء الجنسية وهي الأنثريدات والأرشيجونات (شكل ٣٢د) في قمة النبات المشيجي ، الأرشيجونات في أطراف السيقان الرئيسية والأنثريدات في أطراف أفرع جانبية خاصة مورقة ، وتحاط كل أنثريدة على حدة بأوراق خضرية وتكون محمولة على عنق أسطواني ، وتتكون هي نفسها من جدار عقيم سمكه طبقة واحدة من الخلايا يغلف نسيجا مولدا للسابحات الذكرية (spermatogenous tissue) . والسابحات الذكرية التي تتكون داخل الأنثريدة رباعية الأسواط وتوجد الأرشيجونات في مجموعات غالبا من ثلاث ، وتحاط كل مجموعة بأوراق عقيمة خضراء .

النبات الجرثومي

يتكـون النبـات الجرثومي بعد الإخصاب ويتكشف مورفولوجيا إلى ثلاثة أجزاء (شكل ٣٢) : حامل مختزل rudimentary seta وقدم بصلية الشكل (bulbous foot) وصماد capsule علوي . وبسبب ضمور الحامل واختزاله فإن عضوا آخر يعرف بالقدم الكاذبة (أو الساق الكاذبة) قد نشأ من النبات المشيجي بعد الإخصاب ، واستطال وقام بوظيفة الحامل عوضا عنه ، وذلك برفعه الصماد إلى مستوى مرتفع يلائم عملية الانتثار وتـوزيـع الجـراثيم ، ويـوجد النسيج الجرثومي (archesporial tissue) داخل الصماد ، وهـو هنـا قبـوي الشكل ويغلف نسيجا مركزيا عقيما يعرف بالعويميد (columella) . ويتكون جدار الصماد من طبقات كثيرة تحتوى خلاياها على بلاستيدات خضر ، وتظل هذه البلاستيدات موجودة حتى يتم نضج الصماد ، ومعنى ذلك أن الطور الجرثومي لا يعتمـد اعتـمادا كليـا على الطـور المشيجي في الحصول على غذائه العضوي بل يصنع جانبا من ذلك الغذاء بالبناء الضوئي الذي يقوم به بنفسه . وفي قمة الصماد يوجد غطاء operculum or lid ينفصل عن بقية الصماد بواسطة حلقة من خلايا رقيقة الجدر أسفل حافـة الصـماد يطلق عليهـا اسم الطوق (annulus) وعندما تجف خلايا الطوق وتنحل ينفصل الغطاء عن الصماد وتنتثر الجراثيم .

وتنمو كل جرثومة إلى أنبوبة إنبات قصيرة تتسع فيما بعد لتكون ثالوسا مفلطحا ، ثم ينشأ الطـور المشيجي الـورقي من خليـة قمية في هذا الثالوس ، وعلى ذلك لا يوجد طور خيـط أولي (protonema) في جنس سفـاجنم وإنـما يؤدي إنبـات الجـرثـومة إلى تكوين طور ثالوسي يسبق الطور المشيجي النهائي وهو طور الساق الورقية المتفرعة .

التكاثر الخضري في جنس السفاجنم

تنمـو بعض الأفـرع الجانبية التي تتكون في خصلات في آباط الأوراق إلى أعلى بدل أن تنمو جانبيا أو تتهدل إلى أسفل ، وتواصل تلك الأفرع المتجهة إلى أعلى نموها حتى تصـل إلى مثـل ارتفـاع السـاق الـرئيسيـة ، وتكـون مماثلة لها أيضـا في الـتركيب الـداخـلي ، وتصبـح هذه الأفـرع المتميـزة آخر الأمر نباتات مستقلة عندما تموت تدريجيا الأجزاء القاعدية للمحاور التي تحملها . وهذه أسرع طرق التكاثر في هذا النبات .

ثانيا : طائفة نيونوبسيدا
MNIONOPSIDA
(True mosses)

يطلق على هذه الطائفة اسم الحزازيات القائمة الحقيقية وتضم ٦٥٠ جنسا يتبعها ١٢٠٠٠ نوع تصنف في ثلاث رتب هي :

١ ـ رتبة الفيوناريات (Funariales)

وتتبعها الفصيلة الفيوناريـاوية (Funariaceae) التي يمثلها جنس فيوناريا *Funaria*.

٢ ـ رتبة اليوبريات (Eubryales)

وتتبعها الفصيلة البرياوية (Bryaceae) التي يمثلها جنس نيم *Mnium*.

٣ ـ رتبة البوليتريكات (Polytrichales)

وتتبعها الفصيلة البوليتريكية Polytrichaceae التي يمثلها جنس أتريكم *Atrichum* وبوليتريكم *Polytrichum*.

مميزات الطائفة «نيونوبسيدا»

١ ـ يؤدي إنبات الجراثيم دائما إلى تكوين خيط أولي (protonema) متفرع تخرج منه أشباه جذور (rhizoids) تمتد في التربة إلى أسفل، كما يحمل أيضا براعم ينمو كل منها إلى ساق قائمة مورقة تمثل الصورة النهائية للطور المشيجي المورق (leafy gametophyte).

٢ ـ يكون الطور المشيجي في صورته النهائية دائما فرعا هوائيا مورقا يحمل أوراقا يمتد في وسطها طوليا عرق وسطي سمكه أكثر من طبقة واحدة من الخلايا، والطور المشيجي إما أحادي المسكن أو ثنائي المسكن. وفي الأنواع أحادية المسكن توجد الأنثريدات والأرشيجونات إما على نفس الفرع وإما على أفرع مختلفة من نفس النبات.

٣ ـ لا تعلو النباتات الجرثومية فوق مستوى النباتات المشيجية محمولة على أقدام كاذبة تنشأ من الطور المشيجي كما في الطائفة السابقة بل تكون محمولة على قوائم

(setae) من نفس الطور الجرثومي .

٤ ـ ينشأ جدار الصماد (Capsule) من الطبقة الخارجية ، أي الأمفيثيسيوم (amphithecium) ، ويصبح سمكه ٣ ـ ٨ طبقات من الخلايا تتغلظ جدر الطبقة الخارجية منها عند نضج الصماد .

٥ ـ ينشأ النسيج المولد للجراثيم (archesporium) من الجزء الخارجي من الإندوثيسيوم (endothecium) ، بينما يظل الجزء الداخلي عقيما وينتج العويميد ، ولا يعلو النسيج المولد للجراثيم على العويميد ولا يتسنم فوقه متخذا الشكل القبوي الموجود في الطائفة السابقة .

٦ ـ يتميز الصماد داخليا إلى أنسجة كثيرة واضحة ، ولا ينفتح بطريقة واحدة في شتى الأنواع ، بيد أن غالبية الأنواع يتغطى فيها التجويف الداخلي للصماد عند نضجه بأسنان برستومية (peristome teeth).

طبائع نباتات الطائفة وتوزيعها وبيئاتها

نباتات هذه الطائفة موزعة على نطاق واسع فيما بين المناطق القطبية والاستوائية فهي توجد حيثما تتوفر الظروف البيئية الملائمة لها ، فقد تشاهد نامية في البرك والمستنقعات أو في الأراضي الغدقة (bogs) ، كما توجد على التربة المتماسكة والمفككة ، وعلى الصخور المستوية والقائمة ، وقد تنمو عالقة فوق جذوع الأشجار أو أوراق بعض النباتات .

أما من حيث علاقتها بالماء ، فالطائفة تضم أنواعا من نباتات مائية (hydrophytes) وأخرى من نباتات جفافية (xerophytes) وقسما ثالثا من نباتات متوسطة الاحتياجات المائية (mesophytes) . ويعتمد نجاح نمو هذه النباتات في الوسط الهوائي على توفر الرطوبة في كل من الجو والتربة ، ويزدهر نمو الكثير منها في ظروف الضوء القليل أو المتوسط ، وفي الكثير من الأحيان يعزى التأثير الضار للضوء الساطع على حزازيات هذه الطائفة إلى تأثيره على العلاقات المائية والتوازن المائي في هذه النباتات وليس إلى عامل الضوء في حد ذاته . ومما يؤيد التأثير الضار للضوء

الشديد على النباتات الحزازية غزارة نموها ووفرة أعدادها على الجوانب الشمالية لجذوع الأشجار بالمقارنة بالجوانب الجنوبية الأكثر تعرضا للضوء، وكذلك وفرة هذه الحزازيات على الصخور والشواطىء الشمالية بالمقارنة بندرتها نسبيا على الصخور والشواطىء الجنوبية.

ولتركيز الأيون الأيدروجيني في الوسط الذي تعيش فيه حزازيات طائفة نيونوبسيدا تأثير كبير هو الآخر على نمو هذه النباتات، بل وعلى نمو الحزازيات عامة وتوزيعها، كما أن هذا العامل قد يكون له تأثير أيضا على توزيع الحزازيات العالقة التي تعيش فوق جذوع الأشجار، فالاختلاف في الفلورا الحزازية العالقة بين جذوع أشجار المخروطيات (دائمة الخضرة) وبين جذوع الأشجار النفضية يمكن إرجاعه إلى زيادة الحموضة في قلف المخروطيات.

وقد يحدث استعمار الحزازيات لرقعة ما بسرعة أو ببطء حسب طبيعة الوسط الذي تنمو عليه هذه الحزازيات فعلى التربة الرطبة العارية وفي حقل حرث حديثا تنمو الحزازيات بسرعة وتغطى نسبة لا يستهان بها من سطح الأرض التي تنمو عليها في بضعة أسابيع بينما يستغرق ظهورها فوق صخور صلدة عدة سنين.

التعاقب (succession)

يلاحظ أن طلائع الحزازيات التي تغزو رقعة ما قبل غيرها لا تلبث أن تتوارى بمرور الزمن لتفسح مكانها لأنواع أخرى تأتى من بعدها. وتستمر هذه الأنواع الجديدة بدورها فترة محدودة ثم تختفي ويعقبها غيرها، وهكذا. وذلك هو التعاقب. وتعتبر جذوع الأشجار أفضل البيئات لدراسة ظاهرة التعاقب في الفلورا الحزازية، والسبب في ذلك أن الأشجار من مختلف الأعمار تنمو في الغابة جنبا إلى جنب، وتتمثل فيها جميع مراحل التعاقب.

الطور المشيجي

يعتبر طور الخيط الأولى (البرونيما) في معظم أجناس رتبة اليوبرايات طورا مؤقتا يحمل براعم تنتج عند إنباتها أفرعا هوائية مورقة مستديمة تمثل الصورة النهائية

للطـور المشيجي ، وتصبـح هذه الأفـرع الهـوائيـة مستقلة ذاتية الغذية بعد موت الخيط الأولي الـذي أنتجهـا . وقـد يكـون النبـات المشيجي حوليـا (annual) أوثنائي الحول (biennial) أومعمـرا (perennial) وقـد يكون متفرعا أوغير متفرع ، فإذا كان متفرعا فإن جميـع فروعـه تكـون قائمـة أويكـون بعضهـا زاحفـا . ويتشكـل النبات المشيجي المستديم إلى ساق وأوراق .

الورقــة

تكـون الأوراق الحـديثـة المتكـونـة في قمـة السـاق مرتبة بطريقة معينة ، عادة في صفـوف مسـاويـة لعـدد جوانب الخلية القمية الإنشائية للساق التي تحمل هذه الأوراق وتنتجها ، وعدد هذه الجوانب ثلاثة في معظم الأجناس ، ولذلك تكون الأوراق الحديثة القريبة من القمة النامية مرتبة حلزونيا في ثلاثة صفوف رأسية ، ولكن ترتيبها في الأجزاء النـاضجـة من السـاق البعيـدة عن القمة النامية ، يصبح غير منتظم وغير محدد نظرا لما يعتور الساق من التواءات وما يترتب على ذلك من زحزحة في مواضع الأوراق أثناء نموها .

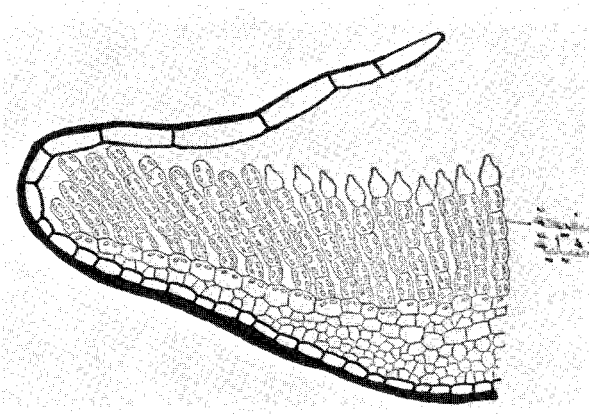
وفي قلة من الأجنـاس تكـون الأوراق سواء منهـا الحديثة القريبة من قمة الساق والمسنـة (البعيـدة عن القمـة) ، مرتبـة في صفـين اثنين فقط لأن الخلية القمية الإنشائية تكون ذات جانبين تقتطع منهما الخلايا الجديدة في الانقسامات المتتالية .

التركيب التشريحي للورقة

نادرا ما تكون الورقة مكونة من طبقة واحدة من خلايا متشابهة وغالبا ما يوجد بها عرق وسطي من عدة طبقـات من خلايـا طويلة مغلظـة الجدر . ويمتد العرق الوسطي عادة بطـول الـورقـة كلها من القاعدة إلى القمة ، وفي بعض الحالات لا يبلغ القمة بل ينتهي دونها بينما في حالات أخرى يبرز في النصل متجاوزا القمة وناتئا منها . ولا توجد البلاستيدات الخضر إلا في خلايا الأجزاء الرقيقة من الورقة وهي الأجزاء ذات الطبقة الواحدة وتقتصر وظيفة العرق الوسطي على التوصيل .

وتختلف عادة الأوراق المحمولة على الأجزاء المختلفة من النبات المشيجي عن بعضها البعض فالأوراق المحمولة على السيقان الزاحفة وعلى الأجزاء السفلى من السيقان القائمة تكون غالبا شبه حرشفية عديمة اللون تقريبا وأبسط تركيبا من الأوراق المحمولة على الأجزاء العليا من السيقان القائمة، كما أن الأوراق التي تحيط مباشرة بالأعضاء الجنسية قد تكون هي أيضا مختلفة في الحجم والشكل عن الأوراق الخضرية التي تحملها الساق القائمة بعيدا عن الأعضاء الجنسية، ويكون الانتقال من طراز الأوراق المحيطة بالأعضاء الجنسية إلى طراز الأوراق الخوصية الخضراء كلما اتجهنا إلى أسفل مبتعدين عن قمة الساق القائمة انتقالا تدريجيا وليس فجائيا.

وورقة بوليتريكم *Polytrichum* أكثر تعقيدا في تركيبها من أوراق الحزازيات الأخرى مثل الفيوناريا حيث يوجد على سطحها العلوي عدد من الصفائح التمثيلية (chlorophyll plates) (شكل ٣٥) ترتفع عادة إلى علو عدة خلايا بينما لا يزيد سمكها على خلية واحدة وتمثل في مجموعها جهازا تمثيليا إضافيا يقع أساسا في منطقة العرق الوسطي، وتتكون كل صفيحة من طبقة من الخلايا المحتوية على يخضور، وتستجيب الأوراق لعامل الرطوبة الجوية حيث تنبسط وتتفلطح في ظروف الرطوبة العالية وتنثني حافاتها إلى أعلى حتى تكاد تنغلق في ظروف الجفاف.



(شكل (٣٥): قطاع عرضي في ورقة بوليتريكم *Polytrichum*. لاحظ الصفائح التمثيلية على السطح العلوي.

التركيب التشريحي للساق

تتشكل الساق مكتملة النمو داخليا إلى أسطوانة مركزية وقشرة وبشرة، فأما الأسطوانة المركزية فتتركب من خلايا مستطيلة رأسيا قطرها أقل من قطر خلايا القشرة وجدرها مغلظة تغلظا شديدا أو قليلا والأسطوانة المركزية نسيج منتظم إلى حد كبير فيما عدا تغلظ الجدر في بعض خلاياه أكثر من تغلظها في البعض الآخر، وفي أجناس من طائفة نيونوبسيدا مثل جنس بولتريكم يشتمل الجزء الأوسط من الأسطوانة المركزية على خلايا مغلظة الجدر لها بلاستيدات حية تختلط اختلاطا تاما بخلايا فارغة رقيقة الجدر، أما الجزء الخارجي من الأسطوانة الوعائية في هذه الحالة فيكون بمثابة غمد من خلايا حية رقيقة الجدر يشبه البريسيكل.

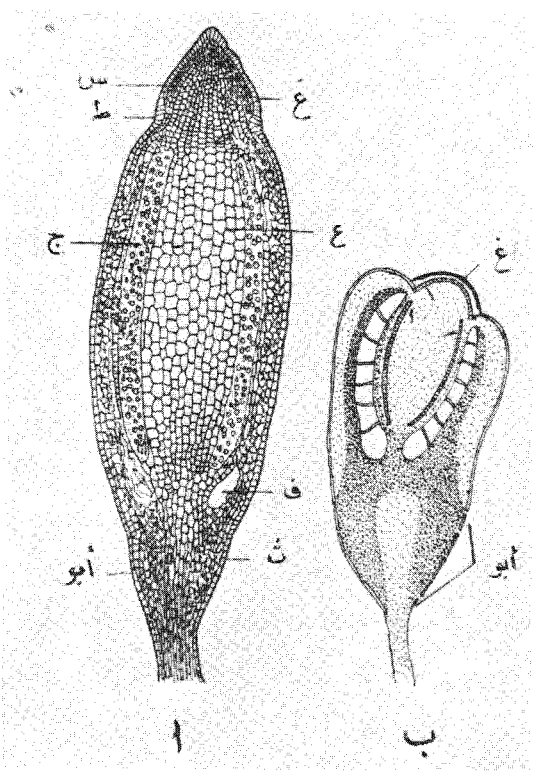
وتحتوي خلايا القشرة في السيقان الحديثة على بلاستيدات خضر بينما تختفي هذه البلاستيدات من خلايا الأجزاء المسنة بالسيقان وعندما يكتمل نضج القشرة تتدرج من خلايا مغلظة الجدر في طبقاتها الخارجية الى خلايا رقيقة الجدر في الطبقات الداخلية المجاورة للأسطوانة المركزية. وفي النباتات الحزازية التي يكون لأوراقها عرق وسطي تمتد مائلة في قشرة الساق مسارات ورقية (leaf traces) لتصل ما بين الورقة والأسطوانة المركزية في الساق وقد تتكون هذه المسارات الورقية من خلايا كلها متشابهة التركيب أو متميزة إلى خلايا حية مغلظة الجدر (stereids) وأخرى فارغة رقيقة الجدر hydroids. أما بشرة الساق فإما أن تكون طبقة واحدة أو عدة طبقات وإما أن تكون خلاياها مغلظة الجدر أو رقيقة ولكنها لا تشتمل قط على خلايا حارسة.

وبالرغم من أن ساق النباتات الحزازية تتبع الطور المشيجي إلا أنها تتشكل في تركيبها الداخلي على نحو مماثل لتشكل سيقان الطور الجرثومي في النباتات الوعائية. وقد أدت هذه المشابهة في الشكل الداخلي إلى افتراض أن عملية صعود الماء إلى أعلى في سيقان النباتات الحزازية يتم عن طريق الأسطوانة المركزية وأن الخلايا الفارغة رقيقة الجدر - إن وجدت - إنما هي عناصر من طراز خاص لتوصيل الماء. ولكن تجارب أجريت حديثا أثبتت أن نسبة ضئيلة فقط من الماء الذي يمتصه النبات الحزازي هي

التي تصعد في الساق عن طريق الأسطوانة المركزية سواء كانت هذه الحزازيات تستوطن البيئات الرطبة أو الجافة أو المبتلة، وأن معظم الماء الذي يصعد إلى أعلى يتم صعوده خارجيا (أي خارج أنسجة الساق) بالخاصة الشعرية في الأغشية المائية التي بين الأوراق والساق. وقد أوضحت نتائج هذه التجارب أيضا أن الوظيفة الأساسية لكل من الأسطوانة المركزية في الساق والعرق الوسطي في الورقة هي على الأرجح وظيفة تقوية وتدعيم.

١ ـ رتبة الفيوناریاوات

توجد بهذه الرتبة فصيلة واحدة هي الفصيلة الفيوناریاوية التي يمثلها جنس فيوناريا *Funaria* (شكل ٣٦ ب).



(شكل ٣٦): النباتات الحزازية.
ا ـ قطاع طولي منصف في صماد غير ناضج لنبات فيوناريا، ب ـ رسم توضيحي لصماد نبات الفيوناريا: غ = غطاء الصماد، س = أسنان برستومية، ط = الطوق، ع = العويميد، ج = كيس جرثومي به جراثيم، ف = فراغات هوائية، أبو = أبوفيسيس، ث = ثغر.

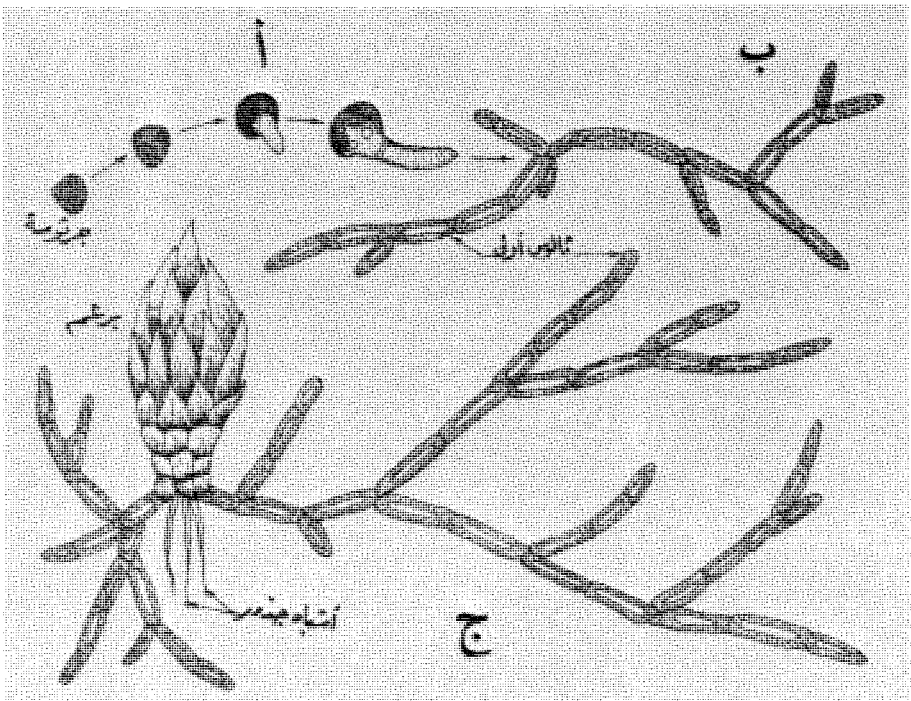
فيوناريا
FUNARIA

يتكون النبات الجرثومي في الفيوناريا من قدم (foot) وحامل طويل (seta) ينتهي بصماد أو علبة (capsule) (شكل ٣٦ب).

تركيب صماد الفيوناريا

إذا عمل قطاع طولي وسطي في صماد الفيوناريا وفحص بالمجهر شوهد النسيج الجرثومي (archesporial tissue) بداخله على شكل أسطوانة توجد على كل من جانبيها الداخلي والخارجي أسطوانة من طبقة طرازية واحدة (tapetal layer) وتنحل خلايا الطبقتين الطرازيتين وتتحول إلى مادة غذائية تستمد منها الجراثيم حاجتها من الغذاء أثناء نضجها. ويمثل العويميد أسطوانة مصمتة في وسط الصماد تغلفها ثلاث أسطوانات متمركزة سمك كل منها طبقة واحدة من الخلايا، وهي على التوالي الطبقة الطرازية الداخلية ثم طبقة النسيج الجرثومي ثم الطبقة الطرازية الخارجية، وفيما بين الأسطوانة المركزية في الداخل والجدار الخارجي يوجد فراغ هوائي (air cavity) واسع تعبره خيوط (trabeculae) من خلايا خضراء تمثيلية تصل أسطوانة النسيج الجرثومي بالجدار الخارجي للصماد (شكل ٣٦ب)، وخلايا العويميد كبيرة الحجم عديمة اللون.

وفي الفيوناريا يقتصر وجود النسيج الجرثومي على الجزء العلوي من الصماد، ولا يمتد إلى الجزء السفلي منه، بل يظل هذا الجزء السفلي ـ وهو الواقع بين الحامل وبين الجزء العلوي الخصيب ـ عقيما ويتكون من خلايا تمثيلية تحتوي على بلاستيدات خضر بينها مسافات هوائية. ويعرف هذا الجزء القاعدي من الصماد بالأبوفيسس (apophysis) وهو نسيج تمثيلي يدل وجوده في الفيوناريا على أن الطور الجرثومي يعتمد على نفسه جزئيا في بناء غذائه العضوي، ويتكون جدار الصماد في جزئه العلوي الخصيب من بضع طبقات من خلايا رقيقة الجدر.



(شكل ٣٧) : فيوناريا *Funaria* . ا ـ إنبات الجراثيم، ب ـ خيط أولي، ج ـ خيط أولي يحمل برعما.

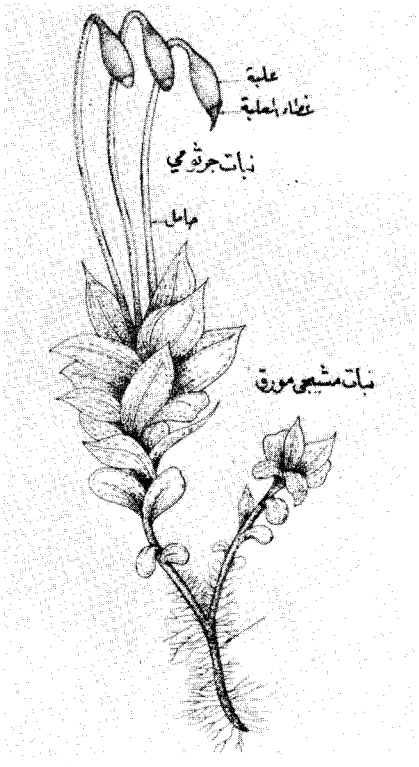
وعند قمة الصماد يوجد غطاء قبوي الشكل (operculum) تحت حافته حلقة من خلايا رقيقة الجدر تكون ما يسمى بالطوق، وتجف خلايا الطوق عند نضج الصماد فتفصل الغطاء عن بقية الصماد. وتقع تحت الغطاء مباشرة طبقة من أسنان منفصلة تترتب على هيئة قرص قبوي الشكل قمم أسنانه المدببة المثلثة تتجه نحو مركز القرص، وتعرف بالأسنان البرستومية (peristome teeth) ، وعددها ستة عشر غالبا، وتتميز خلايا الأسنان البرستومية بتأدم جدرها الخارجية والداخلية، أما جدرها القطرية فتتكون من سليلوز غير متأدم.

وعندما يكتمل نضج الجراثيم وتجف العلبة تنحل خلايا الطوق بعد جفافها وبذلك ينفصل الغطاء، ومن ثم تتعرض الأسنان البرستومية للخارج تعرضا مباشرا،

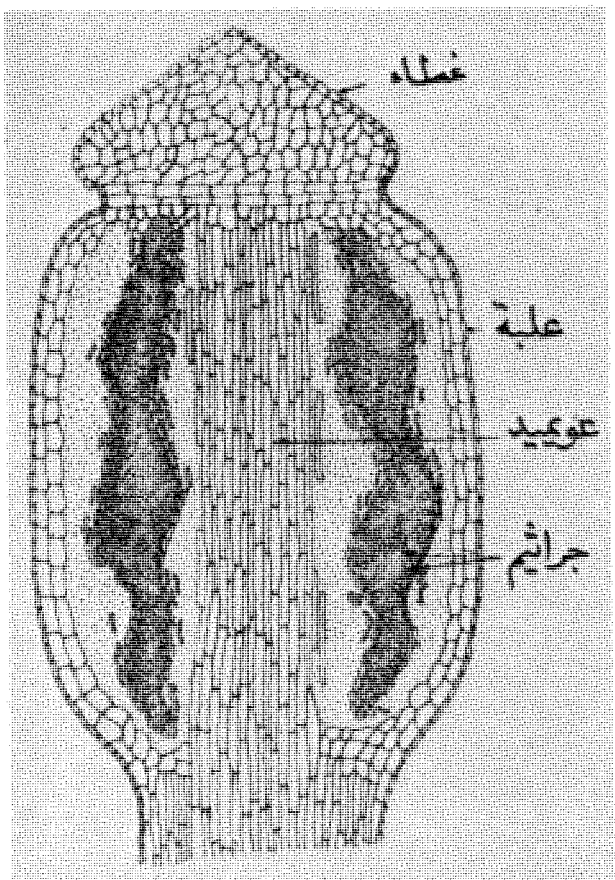
ولما كانت هذه الأسنان شديدة الحساسية للرطوبة الجوية فإن جدرها الخارجية تتقلص عندما يجف الهواء فتنثني الأسنان إلى أعلى وتتباعد قممها، فيؤدي ذلك إلى تفتح الصماد وانتشار الجراثيم التي بداخله كلما اهتز الحامل بتأثير الرياح، كما تنغلق الأسنان في ظروف الرطوبة العالية، ولذلك فإن انتشار الجراثيم لا يتم إلا في ظروف الجفاف.

٢ ـ رتبة اليوبريات

وتتبعها الفصيلة البريا وية التي يمثلها جنس نيم *Mnium* ، (شكلا ٣٨، ٣٩) وتتلخص أهم الاختلافات بين هذه الفصيلة والفصائل الأخرى التابعة لنفس الطائفة في كون الأعضاء الجنسية تنشأ في أطراف أفرع جانبية خاصة، بينما في الفصائل الأخرى كما في جنس بوليتريكم مثلا نجدها تنشأ على قمة الفرع الرئيسي.



(شكل (٣٨): نبات نيم *(Mnium)* يوضح الطور المشيجي وقد اتصلت به نباتات جرثومية.



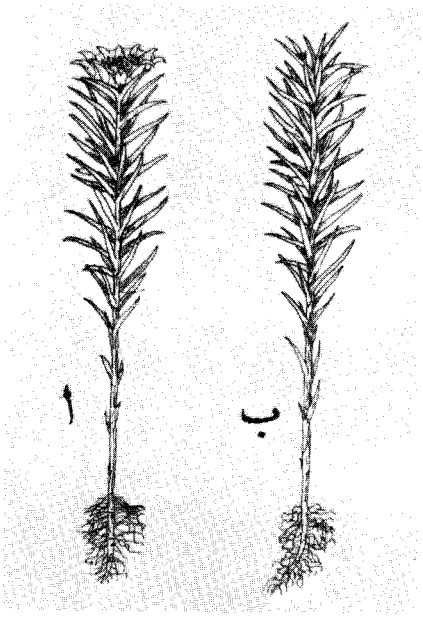
(شكل ٣٩): قطاع في وسط علبة ناضجة وغير متفتحة لنبات نيم *Mnium* .

٣ ـ رتبة البوليتريكات

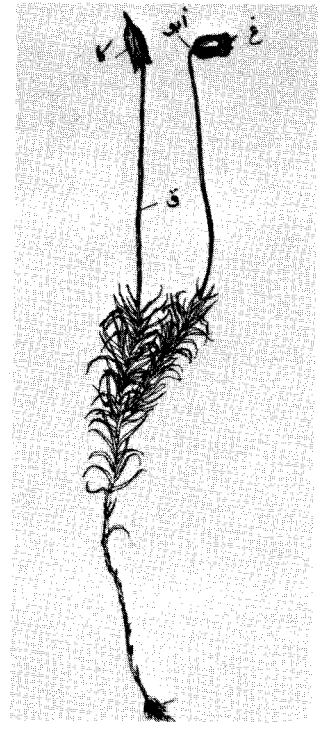
تحتوي هذه الرتبة على فصيلة واحدة هي الفصيلة البوليتريكية Polytrichaceae التي يتبعها جنس بوليتريكم *Polytrichum* .

الطور الجرثومي في البوليتريكم

في جنس بوليتريكم يكون الطور الجرثومي أكثر تعقيدا منه في جنس الفيوناريا ولكنه يتكون كما في الفيوناريا من قدم وحامل وصماد (شكل ٤١).



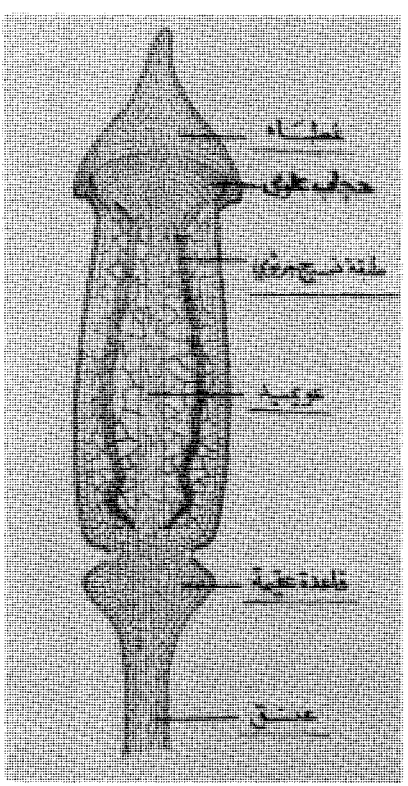
(شكل (٤٠): نبات ذكري وآخر أنثوي من نوع بوليتريكم جونيبرم *Polytrichum juniperum*. ا ـ نبات أنثريدي، ب = نبات أرشيجوني.



(شكل ٤١): البرايات، بوليتريكم كميوني *Polytrichum commune*. عينة متفرعة (الساق غالبا بسيطة). ق = حامل، كا = كالبترا، أبو = أبوفيسيس، غ = غطاء.

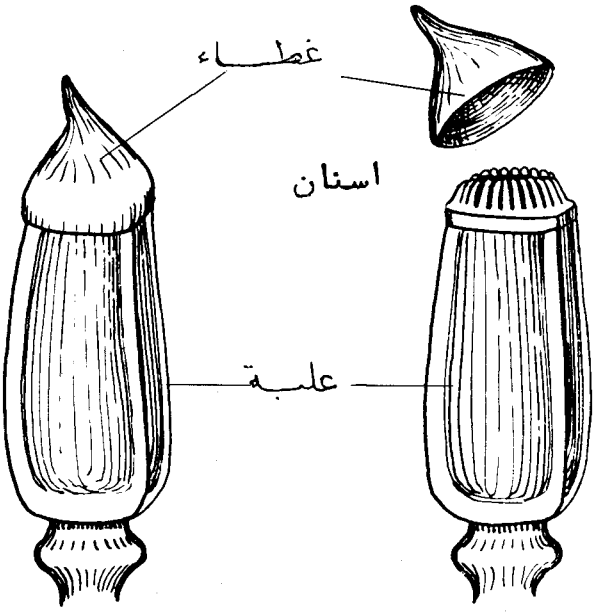
بوليتريكم
POLYTRICHUM

إذا فحص بالمجهر قطاع طولي في وسط الصماد يلاحظ وجود الطبقة الجرثومية ممتدة طوليا كأسطوانة جوفاء يحدها من الداخل والخارج فراغ هوائي تعبره خيوط خلوية خضراء مستعرضة، أي أن الطبقة الجرثومية تكون معلقة ومشدودة إلى جدار الصماد وإلى العويميد في مركز الصماد بتلك الخيوط المعبرية الخضراء، وتغلف النسيج الجرثومي على سطحيه الداخلي والخارجي طبقة طرازية، كذلك توجد منطقة تمثيلية بين الصماد والحامل، كما يوجد أيضا في صماد البوليتريكم نسيج عقيم يسمى الحجاب العلوي (epiphragm) يقع في أعلى الصماد (شكل ٤٢).



(شكل ٤٢): قطاع طولي في صماد بولتريكم *Polytrichum*.

وتكـون الأسنـان البرستومية (peristome) حلقة مفتوحة فوق الحاجز العلوي، وعنـد نضـج الصـماد ينفصل الغطاء وتعمل الأسنان البرستومية بطريقة مشابهة لطريقة عملهـا في الفيـونـاريا، فتتفتح فقط في الجو الجاف، ويؤدي تفتحها إلى انتثار الجراثيم (شكل ٤٣).



(شكل ٤٣): بولتريكم *Polytrichum*. علبة ناضجة ويشاهد بها الغطاء والأسنان.

التكاثر في طائفة نيونوبسيدا

بالإضـافـة إلى التكـاثر الجنسي تتكاثر نباتات هذه الطائفة خضريا أيضا بطرق متعـددة، ذلـك أن النبـاتـات الحـزازيـة عندما تكون الظروف التي تعيش فيها شديدة المـلاءمـة لنمـوهـا فإنهـا تكـون شديـدة الكثافة بسبب غزارة تكاثرها الخضري في تلك الظـروف. وقـد لوحـظ وجود حزازيات تنتشر طبيعيا دون أن تنتج طورا جرثوميا، وإنما

يتم انتشارها بتكاثر نباتاتها المشيجية تكاثرا خضريا صرفا. ويحدث التكاثر الخضري بإحدى الطرق الآتية:

١ ـ النمو المتتابع المصحوب بموت الحامل المشيجي

تحدث هذه الطريقة في اليوبرايات التي تتميز بوجود ريزومات زاحفة تحمل أفرعا هوائية قائمة وتستمر هذه الأفرع في النمو بينما تموت الريزومات الزاحفة، وبموتها تنفصل الأفرع القائمة عن بعضها البعض ويصبح كل منها نباتا مستقلا، وهناك خلايا فاصلة يتم عندها انفصال الأفرع القائمة عن الريزومات الزاحفة.

٢ ـ الجيمات (gemmae)

ينتج الكثير من أنواع الحزازيات جيمات تمثل طرازا من وحدات التكاثر الخضري، والجيمات متعددة الخلايا، وتتكون في مجموعات قرب قمم الأوراق أو على امتداد العرق الوسطي أو على جوانب الأفرع أو عند قمة الساق، كما قد توجد الجيمات أيضا على أشباه جذور الخيط الأولى أو أشباه جذور الفرع الهوائي، ويطلق على الجيمات الموجودة تحت سطح التربة اسم بصيلات (bulbils).

٣ ـ البر وتونيما الابتدائية (primary protonema)

البر وتونيما التي تتكون نتيجة لإنبات إحدى الجراثيم تنتج براعم كثيرة يستطيع كل برعم منها أن ينمو إلى ساق ورقية، ثم تموت البر وتونيما بعد ذلك مخلفة وراءها أفرعا هوائيا مستقلة يطلق عليها أحيانا اسم الحوامل المشيجية (gametophores)، ويزيد عدد الحوامل المشيجية بتعدد وحدات الطور البر وتونيمي، ذلك أن بعض خلايا البر وتونيما تموت وتنحل، فيؤدي ذلك إلى تقطع الخيط البر وتونيمي الطويل إلى وحدات بروتونيمية صغيرة يستطيع كل منها أن ينمو إلى خيط طويل شبيه بالخيط البر وتونيمي الأصلي.

٤ ـ البر وتونيما الثانوية (secondary protonema)

إذا تعرضت أشباه جذور الساق الورقية للضوء الشديد فإنها تتحول إلى بروتونيما

تحمل براعم، وتنمو هذه البراعم إلى حوامل مشيجية، ولا يلبث شبه الجذر الذي تحول إلى بروتونيما أن يموت تاركا وراءه حوامل مشيجية تمثل نباتات مستقلة.

ويمكن أيضا أن تتكون بروتونيما ثانوية على أي جزء من الساق الورقية يصاب بجروح، إذ يتحول هذا النسيج المجروح في السيقان أو حتى في الأوراق إلى بروتونيما ثانوية تحمل براعم، وتنمو الأخيرة إلى حوامل مشيجية.

٥ ـ اللاجرثومية (apospory)

يؤدي جرح النبات الجرثومي أحيانا إلى إنتاج البروتونيما مباشرة دون حاجة إلى إنتاج جراثيم، وتحمل البروتونيما براعم تنتج حوامل مشيجية، وتكون الحوامل المشيجية المنتجة بهذه الطريقة لاجرثومية (aposporous) في نشأتها، حيث أنها لم تتكون نتيجة إنبات الجراثيم.

ثالثا: طائفة أندريايوبسيدا
ANDREAEOPSIDA

أندريا
ANDREAEA

يمثل هذه الطائفة جنس أندريا *Andreaea* الذي يصنف على النحو الآتي:

طائفة أندريايوبسيدا	Class. Andreaeopsida
رتبة الأندريات	Order. Andreaeales
الفصيلة الأندرياوية	Family. Andreaeaceae
جنس أندريا	Genus. *Andreaea*

تشتمل الطائفة على رتبة واحدة والرتبة على فصيلة واحدة هي الفصيلة الأندرياوية التي تضم جنسين يتبعهما ١٢١ نوعا، وأحد هذه الجنسين هو جنس أندريا،

ويطلق على نباتات هذه الرتبة عادة اسم حزازيات الجرانيت (granite mosses) لأنها تنمو دائما على الصخور السليكية .

والنبات المشيجي في الأندريات مورق غزير التفرع ، له أشباه جذور تنفذ داخل الصخور التي يعيش عليها النبات ويضم جنس أندريا أنواعا ثنائية المسكن وأخرى أحادية المسكن ، وفي الأنواع أحادية المسكن تكون الأنثريدات والأرشيجونات محمولة على أفرع مختلفة ، وفي بعض الأنواع مثل أندريا روبسترس *A.rupestris* يكون للورقة عرق وسطي ، بينما في أنواع أخرى ، مثل أندريا بتروفيلا *A. petrophila* لا يوجد عرق وسطي .

(شكل ٤٤) : نبات أندريا بتروفيلا *Andreaea petrophila* . سكا = ساق كاذبة ، ق = قدم ، ع = علبة ، كا = كاليبترا .

وتتمثل في هذه الطائفة بعض الصفات التي اختصت بها الأندريات بالإضافة إلى صفات أخرى من تلك المميزة لطائفتي سفاجنوبسيدا ونيونوبسيدا . فهي تشبه نباتات الطائفة الأخيرة في شكل وتركيب النبات المشيجي القائم ، وفي كون النسيج المنتج للجراثيم (sporogenous tissue) داخلي الأصل ، حيث أنه ينشأ من الإندوثيسيوم مع فرق واحد هو أن النسيج الجرثومي في صماد الأندريات يعلو ويتقوس

كقبوة فوق قمة العويميد كما في السفاجنوبسيدا، بينما في طائفة نيونوبسيدا يصل العويميد إلى قمة الصماد ولا يتسنم فوقه النسيج الجرثومي ويفصله عن القمة.

ومن ناحية أخرى يلاحظ أن الطور الجرثومي الناضج في الأندريات يشبه نظيره في طائفة النيونوبسيدا في ارتفاعه كثيرا فوق مستوى النبات المشيجي، محمولا على قدم كاذبة (pseudopodium).

أما الصفة المميزة التي تنفرد بها الأندريات ولا يشاركها فيها غيرها من نباتات الطائفتين الأخريين فهي تفتح الصماد عند النضج بشقوق طولية رأسية تؤدي إلى تكوين أربعة مصاريع يؤدي تفتحها إلى تحرر الجراثيم وانتثارها.

ويضم جنس أندريا حزازيات لونها بني داكن يميل إلى السواد، تعيش فوق الصخور السليكية بالأقطار الباردة وحدها، فهي توجد إما في المناطق القطبية وإما فوق قمم الجبال العالية.

وعلى أساس الاعتبارات السابقة يمكن اعتبار طائفة أندريايوبسيدا طائفة انتقالية، وسطا في خصائصها بين النباتات الحزازية البدائية (سفاجنوبسيدا) وبين النباتات الحزازية الراقية التابعة لطائفة نيونوبسيدا، ويعزز هذا الرأي أيضا، بالإضافة إلى الاعتبارات السابقة، الحقائق التالية:

١ ـ تركيب الورقة

من حيث كونها ذات عرق وسطي في بعض الأنواع وعديمة العرق الوسطي في أنواع أخرى.

٢ ـ التركيب الداخلي لشبه الساق

من حيث تشابه جميع خلاياها وعدم تشكلها إلى أنسجة متميزة تقابل الأسطوانة المركزية والقشرة في الحزازيات الراقية.

٣ ـ الخيط الأولي

في جنس أندريا شريطي الشكل متفرع، وسط بين الطراز الخيطي والثالوسي العريض المستوى، وهو أخضر داكن يمتد على سطح الصخر كخيط من صف واحد من الخلايا طوله ٣ ـ ٦ خلايا، ثم يتفلطح بعد ذلك إلى شريط. وفي بعض الأنواع تتفلطح البر وتونيما وتصبح ورقية الشكل كما في السفاجنم، وقد تحمل البر وتونيما براعم على أي جزء من سطحها، في الوسط أو على الحافات، وتنبت البراعم لتعطي الفرع الهوائي المورق الذي يمثل الصورة النهائية للنبات المشيجي، وتختلف البر وتونيما في الأندريايوبسيدا عنها في الطوائف الأخرى في كونها تستطيع أن تمر بفترة كمون غير نشيطة تتوقف أثناءها عن النمو إذا تعرضت لظروف بيئية غير ملائمة.

فالبر وتونيما هنا ـ كما نرى ـ تجمع بين الشكل الثالوسي المميز للسفاجنوبسيدا والشكل الخيطي المميز للنيونوبسيدا.

٤ ـ الأنثريدة في الأندريا مغزلية الشكل لها خلايا غطاء علوية وهي شبيهة بأنثريدة الحزازيات الراقية.

الطور المشيجي

يشبه الطور المشيجي هنا بوجه عام نظيره في طائفة نيونوبسيدا، فالساق تنمو منبطحة وزاحفة على سطح الصخر، وتتفرع تفرعا كاذبا المحور ثنائي الشعب، شعبتاه غير متساويتين، وتنمو الشعب الكبيرة المتكونة في التفرعات الثنائية المتتالية على استقامة واحدة مكونة المحور الرئيسي الكاذب للنبات المشيجي. وتحمل الساق أشباه جذور كثيرة تكون أسطوانية الشكل إذا تغلغلت في شقوق الصخر، وعلى شكل صفائح مستوية إذا امتدت على السطح.

ولا تتميز ساق الأندريا داخليا إلى قشرة وأسطوانة مركزية توصيلية كما في النباتات الحزازية الأخرى، ولو أن الطبقات السطحية قد تختلف أحيانا بعض الشيء في تركيب خلاياها عن الطبقات العميقة، وتنمو الساق بانقسام خلية قمية ذات ثلاثة

جوانب وتترتب عليها الأوراق في ثلاثة صفوف رأسية ينشأ كل صف منها باقتطاع خلايا جديدة على أحد الجوانب الثلاثة للخلية القمية الإنشائية. وفي بعض الأنواع تتكون الأوراق من طبقة واحدة من الخلايا، بينما في أنواع أخرى يوجد محور طولي يمتد في وسط الورقة، سمكه أكثر من طبقة ويمثل عرقا وسطيا.

ويكون الطور المشيجي عادة أحادي المسكن، يحمل الأنثريدات والأرشيجونات على أفرع مختلفة في مجموعات طرفية وتشبه مراحل تكشف الأعضاء الجنسية هنا مراحل تكشفها في النباتات الحزازية الأخرى.

الأعضاء الجنسية

الأنثريدة عدسية الشكل باستطالة، محمولة على حامل طويل ضيق عرضه خلية أوخليتان، أما الأرشيجونة فذات حامل قصير وعنق طويل، وتتسع بطن الأرشيجونة كثيرا بعد الإخصاب، مكونة قلنسوة (كالبترا)، تظل محيطة بالنبات الجرثومي حتى يقارب مرحلة النضج، ويكون النبات الجرثومي الناضج محمولا على قائم رأسي ينشأ من النبات المشيجي، ويطلق عليه اسم القدم الكاذبة، وفي ذلك يشبه الأندريا جنس السفاجنم.

النبات الجرثومي

يشبه النبات الجرثومي هنا نظيره في السفاجنم، حيث يتميز داخليا إلى صماد (capsule) وقدم (foot). أما وظيفة الحامل (seta) فتقوم بها الساق الكاذبة (pseudopodium) التي تتبع الطور المشيجي. والنسيج الجرثومي قبوي الشكل ويوجد عويميد مركزي داخل الصماد.

ويحدث انفتاح الصماد بأربعة شقوق طولية تقسم جدار الصماد إلى أربعة مصاريع تظل متصلة (شكل ٤٤) وهذا يشبه انفتاح صماد البليا *Pellia*، ويعتبر صفة بدائية.

إنبات الجراثيم

عندما تبدأ الجرثومة في النمو بعد تحررها من الصماد وانتثارها تنقسم داخليا وهي ماتزال داخل جدارها بضعة انقسامات متتالية مكونة كتلة من الخلايا، ثم يتمزق جدار الجرثومة الخارجي السميك (exosporium) وتظهر هذه الكتلة الكروية من الخلايا، وينمو من خلية أو أكثر من الخلايا السطحية لهذه الكتلة خيط يصل طوله إلى ٣ ـ ٥ خلايا، وتصبح الخلية الطرفية لهذا الخيط القصير خلية قمية إنشائية، لها سطح اقتطاع واحد محدب في الناحية الظهرية، وهناك تباين كبير في تركيب البر وتونيا الناتجة من نشاط هذه الخلية القمية، فقد تكون هذه البر وتونيا شريطية كثيرة التفرع تؤدي بعض فروعها الرفيعة وظيفة أشباه الجذور، وقد تكون مفلطحة ورقية ثالوسية الشكل، تشبه تماما بروتونيما السفاجنم، وقد تنتج البر وتونيا براعم على أي موضع من سطحها، تتخذ شكل كتل كروية من الخلايا، بكل كتلة ٢٠ ـ ٣٠ خلية، لا تلبث إحداها أن تتشكل إلى خلية قمية إنشائية ذات ثلاثة جوانب، تنمو لتكون فرعا هوائيا مورقا، وتحمل البر وتونيا الثالوسية أشباه جذور على سطحها السفلي، تمتد إلى أسفل. هذا الطور الثالوسي للنبات المشيجي يعتبر مرحلة انتقالية تسبق تكوين الفرع الهوائي المورق الذي يمثل الصورة النهائية المستديمة للطور المشيجي.

تطور الطور الجرثومي في النباتات الهباتية والحزازية

١ ـ أبسط أشكال النبات الجرثومي يوجد في الريشيا ويكون عبارة عن جدار عقيم يحيط بكتلة من نسيج جرثومي، ويعتبر الجدار هو وحده الجزء العقيم في هذا الطراز من النبات الجرثومي، ويكون الطور الجرثومي متطفلا تطفلا تاما على الطور المشيجي.

٢ ـ في الماركانتيا يتميز النبات الجرثومي خارجيا إلى قدم وحامل وصماد، ويمتد عقم الخلايا إلى داخل الصماد بتكوين الناثرات.

٣ ـ في البليا يكون النبات الجرثومي أكثر تعقيدا، وتزداد نسبة الأجزاء العقيمة بتكوين حامل للناثرات (elatrophore) وبتعدد طبقات الجدار الصمادي العقيم، وباستطالة الحامل ويعتبر تكوين حامل للناثرات عند قاعدة الصماد بداية ظهور النسيج التوصيلي من الوجهة التطورية.

٤ ـ يصل النبات الجرثومي في الأنثوسيروس إلى درجة كبيرة من الرقي، حيث يتمثل فيه الكثير من الصفات التقدمية مثل العويميد والجدار متعدد الطبقات والنسيج التمثيلي الذي يعتبر خطوة نحو الاستقلال الذاتي في التغذية، هذا بالإضافة إلى وجود النسيج المرستيمي عند قاعدة الصماد الذي يساعد على نمو النبات الجرثومي نموا غير محدود.

٥ ـ في السفاجنم يوجد العويميد داخل الصماد وينفتح الصماد بانفتاح غطاء خاص في قمته.

٦ ـ في الفيوناريا والبوليتر يكم يصل النبات الجرثومي إلى أقصى درجات الرقي بين جميع الحزازيات، إذ يبلغ شأوا بعيدا من الاستقلال الذاتي في صنع غذائه العضوي بفضل نسيج الأبوفيسس التمثيلي الذي يتكون عند قاعدة الصماد فيما بينه وبين الحامل، كذلك تظهر عند قمة الصماد في كلا الجنسين الأسنان البرستومية التي تمثل آلية خاصة متطورة لتفتح الصماد وانتثار الجراثيم، هذا بالإضافة إلى زيادة نسبة الأجزاء العقيمة، وتعدد أنواع الأنسجة داخل الصماد، وتخصص الطبقة الطرازية في إمداد النسيج الجرثومي بالغذاء اللازم لتكشفه.

٧ ـ يحدث انفتاح الصماد في جنس الأندريا بواسطة أربعة شقوق طولية تقسم جدار الصماد إلى أربعة مصاريع تظل متصلة من أعلى ومن أسفل.

الفروق بين قسمي النباتات الحزازية والهباتية

النباتات الحزازية
Bryophyta

١ ـ نمو البرونتونيما قمي فقط.
٢ ـ الأفرع تنشأ قرب القمة فقط.
٣ ـ أشباه الجذور متعددة الخلايا.
٤ ـ الأوراق غير مفصصة أو مجزأة.
٥ ـ جميع أجناسها مورقة.
٦ ـ الأوراق متساوية الحجم ومرتبة حلزونيا.
٧ ـ الكثير من الحزازيات القائمة يوجد بأوراقها عرق وسطي مكون من خلايا طولها أكبر من عرضها.
٨ ـ لها محاور أسطوانية قائمة متساوية الاقطار.
٩ ـ البرونتونيما الناتجة من إنبات جرثومة واحدة تنتج دائما أكثر من حامل مشيجي (gametophore) واحد إلا في حالة السفاجنم.
١٠ ـ بعض خلايا البرونتونيما لها جدر سميكة بنية اللون.
١١ ـ يستطيل الحامل الجرثومي أثناء تكشف النبات.
١٢ ـ الطور الجرثومي يحاط بالكالبترا التي تتمزق في مرحلة مبكرة من تكوينه.
١٣ ـ الناثرات غير موجودة
١٤ ـ يوجد غطاء وأسنان برستومية وطوق في صماد معظم الأجناس، ولكن الأسنان البرستومية غير موجودة في السفاجنم، كما أن جنس الأندريا يفتقر إلى الغطاء والطوق والأسنان البرستومية جميعا.

النباتات الهباتية
Hepatophyta

١ ـ نمو البرونتونيما قمي وبيني.
٢ ـ الأفرع تنشأ من قمة المحور ومن مواضع أخرى.
٣ ـ أشباه الجذور غير موجودة عادة وإن وجدت تكون وحيدة الخلية.
٤ ـ الأوراق إن وجدت تكون غالبا مفصصة.
٥ ـ تضم أجناسا مورقة وأخرى ثالوسية.
٦ ـ الأوراق إما مرتبة في صفين اثنين وإما في ثلاثة صفوف، ثالثها من أوراق بطنية صغيرة.
٧ ـ الأوراق إن وجدت ليس لها عرق وسطي وجميع خلايا الورقة متساوية الأبعاد تقريبا.
٨ ـ معظم النباتات المشيجية منبطحة لها سطحان ظهري وبطني، وقلما تكون قائمة أو أسطوانية.
٩ ـ البرونتونيما الناتجة من جرثومة واحدة تنتج دائما حاملا مشيجيا واحدا.
١٠ ـ جميع خلايا البرونتونيما جدرها رقيقة عديمة اللون.
١١ ـ لا يستطيل الحامل إلا عند النضج.
١٢ ـ الطور الجرثومي يظل مغلقا داخل الكالبترا أو داخل الغلاف الكاذب طوال فترة تكوينه.
١٣ ـ الناثرات موجودة في علبة معظم الأجناس.
١٤ ـ الغطاء والاسنان البرستومية والطوق غير موجودة في العلبة.

المـــراجـــــع

Banks, H.P. (1968) The early history of land plants, pp. 73 – 107. In *Evolution and Environment.* Yale University Press, New Haven and London.

Bold, H.C. (1967) *Morphology of Plants 2nd.* Harper and Raw, New York.

---------- (1973) *Morphology of Plants. 3rd.* Harper and Raw, New York.

Bower, F.O. (1935) *Primitive Land Plants.* Macmillan, London.

Foster, A.S. and **E.M. Gifford Jr.** (1959) *Comparative Morphology of Vascular Plants.* Freeman, San Francisco.

Smith, G.M. (1955) *Cryptogamic Botany.* Vol. **II.** Bryophytes and Pteridophytes. McGrawHill, New York.

Strasburger, E. (1964) *Text Book of Botany,* New English Edition. Longmans, Green & Co. London.

الكشـــاف

apophysis	أبوفيسس ٧٤
Atrichum	أتريكم ٦٧
monoecious	أحادي المسكن ٦٢، ١٧، ٢٢
haploid	أحادي المجموعة الصبغية ٨، ١٥، ٢٠
fertilization	إخصاب ٧، ٨
auricle	أذن ٤٧
Archegoniata	أرشيجونيات ٥، ٨
archegonium	أرشيجونة ٥، ٧، ٨
central cylinder	أسطوانة مركزية ٦٤، ٦٥، ٧٢، ٧٣، ٧٤، ٨٤، ٨٥
peristome teeth	أسنان برستومية ٦٨، ٧٥، ٨٠
cilia	أسواط ٧
tuberculate rhizoids	أشباه جذور متدرنة ٢٨
phyllads	أفرع ورقية ٥٠
Bryophyta	النباتات الحزازية ١١، ١٢
gametes	أمشاج ٧
antheridium	أنثريدة ٦، ٧، ٨
meiosis (reduction division)	انقسام اختزالي ١٠
dispersal	انتشار ١٠

Quadratular dehiscence	انفتاح رباعي ٤٩
Anthocerotopsida	أنثوسير وتوبسيدا (طائفة) ١٥، ٥١
Anthocerotales	أنثوسير وتات (رتبة) ٥٠
Anthocerotaceae	أنثوسير وتية (فصيلة) ٥١
Anthoceros	أنثوسير وس ٥١، ٥٣
sterile tissues	أنسجة عقيمة ٤٩، ٦٠
andreaeopsida	أندريايوبسيدا ٦١، ٨٢
Andreaea	أندريا ٨٢
petrophila	بتر وفيلا ٨٣
rupestris	روبسترس ٨٣
Andreaeales	أندريات (رتبة) ٨٢
Andreaeaceae	أندرياوية (فصيلة) ٨٢
Oxymitraceae	أوكسيمتر ية (فصيلة) ٢٤
Oxymitra	أوكسيمترا ٢٤
paleacea	باليا سيا ٢٤
amphigastria (underleaves)	أوراق تحتية ٤٥
rosette leaves	وريدية ٥٠

ب

Bazzania	بازانيا ٤٦
amphibious	برمائي ١٧
Bryaceae	برياوية (فصيلة) ٦٧
protonema	بروتونيما ٤٦، ٥٩، ٦٦، ٦٧، ٨١
primary	ابتدائية ٤٦، ٥٩، ٦٦، ٨١
secondary	ثانوية ٨١
epidermis	بشرة ٥٤

bulbils	بصيلات ٨١
venter	بطن ٥
liverworts	بقول كبدية ١٥
hornworts	بقول قرنية ١٥
chloroplasts	بلاستيدات خضر ٤٦
Pellia	بليا ١٥، ٤٣، ٨٦
epiphylla	إبيفيلا ٤٣
Pelliaceae	بلياوية (فصيلة) ٤٢، ٤٣
pallavicinia	بلافيسنيا ٤٣
Porella	بوريلا ٤٥
Polytrichales	بوليتريكات (رتبة) ٦٧
polytrichaceae	بوليتريكيه (فصيلة) ٦٧، ٧٧
Polytrichum	بوليتريكم ٦٧، ٧١، ٧٧، ٧٨، ٧٩، ٨٠

ت

alternation of generations	تبادل الأجيال ١٠
protandry	تبكير الذكوره ١٩
antheridial cavities	تجاويف أنثريدية ٣٠
peat	تربة دمنة ٦٢
hydrogen ion concentration	تركيز الأيون الايدروجيني ٦١، ٦٩، ٨٦، ٨٨
succession	تعاقب ٣٠، ٦٩
acropetal	قمي ٣٠
fragmentation	تفتت ٢٨
reproduction	تكاثر ٢٨
sexual	جنسي ٢٨

vegetative	خضري ٢٨
symbiosis	تكافل ٥٢
Takakia	تكاكيا ١٥، ٥٠
Takakiaceae	تكاكياوية فصيلة ٥٠

ث

thallus	ثالوس ٢٠، ٢١، ٢٢
thalloid	ثالوسي ٢١
stomata	ثغور ٢٧
biennial	ثنائي الحول ٧٠
diploid	ثنائي المجموعة الصبغية ٨، ٢٠
dioecious	ثنائي المسكن ٨

ج

sessile	جالس ٢٨
exine, exosporium	جدار الجرثومة الخارجي ٢٤، ٨٧
intine	جدار الجرثومة الداخلي ٢٤
spore	جرثومة ٧، ٤١، ٥١، ٥٩، ٦٦، ٨٧
Jungermania	جنجرمانيا ٤٦
Jungermaniales	جنجرمانيات (رتبة) ١٦، ٤٢، ٤٤، ٤٥
Jungermaniaceae	جنجرمانياوية (فصيلة) ٣٧
gemmae	جيمات ٢٨، ٨١
Geothallus	جيوثالس ٣٧

ح

seta	حامل ٣٥، ٤٤، ٤٩، ٥٠، ٥٤، ٦٨، ٧٤
archegoniophore	أرشيجوني ٣٠

elatrophore
antheridiophore
gametophore
rudimentary
epiphragm
scales
lateral
Bryophyta
granite mosses
bog mosses
musci (mosses
hepaticeae (liverworts
annual

cells
hypobasal
hyaline
empty
epibasic
neck canal
peripheral
sclereids
hydroids
sperm mother
spore mother
chlorophyll

ناثرى ٤٩، ٨٨
أنثريدي ٣٠
مشيجي ٨١
مختزل ٥٤
حجاب علوي ٧٩
حراشف ٢١، ٤٠
جانبيه ٤٠
حزازيات ٥٩، ٨٩
الجرانيت ٨٣
غدق ٦١، ٦٨
قائمة ١١، ٥٦، ٥٩
منبطحة ١١، ٥٩
حولي ٧٠

خلايا ٥، ٢٣، ٣٨، ٣٩، ٦٢، ٧٢، ٣٨
تحت قاعدية ٣٨
شفافة ٦٢
فارغة ٧٢
فوق قاعدية ٣٨
قنوية عنقية ٥
محيطية ٢٣
مغلظة الجدر (حجرية) ٩
رقيقة الجدر ٧٢
والدة للسابحات الذكرية ١٧، ٩، ١٩، ٢٤
والدة للجراثيم ١٠، ٢٠، ٣٩
يخضورية ٦٤

assimilating raiment	خيط تمثيلي ٢٥
cell	خلية ٣، ٥، ٢٣، ٣٧، ٥٢
ventral	بطنية ٢٣، ٥٢
central	مركزية ٢٣
primary ventral	بطنية ابتدائية ٣، ٥٢
lid (cap	غطائية (قلنسوية) ٥، ٢٣
apical	قمية ٣٧
primary neck canal	قناة العنق الابتدائية ٥٢
ventral canal	قنوية بطنية ٥

د

nuclear cycle	دورة نووية ١٠
Dumortiera	ديومورتييرا ١٥

ر

spore tetrads	رباعيات جرثومية ٩، ٢٠، ٢٤
order	رتبة ٤٢
Riccia	ريشيا ٦، ١٦، ٢٠
glauca	جلاوكا ٦
Ricciaceae	ريشياوية (فصيلة) ١٦
Ricciocarpus	ريشيوكاربس ١٦، ١٧، ١٨
Riella	ريلا ٣٧، ٣٩
affinis	أفينس ٣٩، ٤١
americana	أمريكانا ٣٩، ٤٠
Riellaceae	ريلاوية (فصيلة) ٣٧، ٣٩

س

سابحات ذكرية ٧، ١٩	spermatozoids
سائد ١١	dominant
ستار مغلف ٣٣	perichaetial flap
سبوروجونة ١٩	sporogonium
سفاجنات (رتبة) ٦١	Sphagnales
سفاجنم ٦١، ٦٤	*Sphagnum*
بالتيكم ٦٣	*balticum*
فمبرياتم ٦٣	*fimbriatum*
سفاجنوبسيدا (طائفة) ٦١	Sphagnopsida
سفاجنية (فصيلة) ٦١	Sphagnaceae
سفالوزيلا ١٥	*Cephaloziella*
سفيروكاربات (رتبة) ١٦، ٣٧	Sphaerocarpales
سفيروكاربوس ١٥، ٣٧، ٣٨	*Sphaerocarpos*
تكسانس ٣٧	*texanus*
سفيروكاربية (فصيلة) ٣٧	Sphaerocarpaceae
سيقان ورقية قائمة ٦١	leafy gametophyte

ش

شبـه جذر ١٧، ٢١، ٢٢، ٢٨، ٣١، ٣٧، ٣٨، ٤٥، ٤٩، ٥٠، ٦٠، ٦٥، ٦٧، ٨٩	rhizoid

ص

صبغيات (كروموسومات) ٨، ١٠، ١٥، ١٩	chromosomes
صفائح تمثيلية ٦٨	chlorophyll plates
صماد ٣٤، ٤٤، ٤٩، ٥٤، ٦٦، ٦٨، ٧٤، ٨٤	capsule
صمام (مصراع) ٥٥	valve

ط

طائفة ١٦	class
طبقة خارجية ١٩، ٣٩، ٥٤، ٦٨	amphithecium
طبقة داخلية ١٩، ٣٢، ٥٤، ٦٨	endothecium
طبقة طرازية ٧٤	tepetal layes
طور جرثومي (نبات جرثومي) ٨	sporophyte generation (sporophyte)
طور مشيجي (نبات مشيجي) ٨	gametophyte generation (gametophyte
طوق ٧، ٦٤	annulus

ظ

ظهر بطني ٤٤	dorsiventral
عرق وسطي (عير) ٤٣، ٤٥، ٤٦، ٨٣، ٨٤، ٨٩	midrib
علبة ٣٤، ٤٤، ٤٣، ٥٤، ٦٦، ٦٨، ٢٤، ٨٤	capsule
عنق ٥	neck
غرفة أنثريدة ٥٢	antheridial chamber
غرف هوائية ١٦، ١٧، ٤٢	air chambers
غطاء العلبة (غطاء الصماد) ٦٦، ٧٥	operculum
غلاف زهري كاذب ٣٣	pseudoperianth
غطاء قبوي ٥٤، ٦٦	collumella

ف

فراغ هوائي ٧٤	air cavity
فرولانيا ٤٧، ٤٨	*Frullania*
فصيلة ١٦	family
فوسومبرونيا ٤٢، ٤٤	*Fossombronia*
بتالوفيلم ٤٤	petalophylum

Fossombroniaceae	فوسومبرونياوية (فصيلة) ٤٢، ٤٤
Phaeoceros	فيوسيروس ٥١، ٥٢
Funaria	فيوناريا ٦٧، ٧٣، ٧٤، ٧٥
Funariales	فيوناريات (رتبة) ٦٧
funariaceae	فيوناریاوية (فصيلة) ٦٧

ق

pitscher	قـدر ٤٧
foot	قـدم ٣٤، ٤٩، ٥٤، ٧٤، ٨٦
bulbous foot	قدم بصيلية الشكل ٦٦
pseudopodium	قدم كاذبة ٨٤، ٨٦
disc of antheridiophore	قرص الحامل الأنثريدي ٣٠
division	قسـم ٥، ١١، ١٢، ١٥، ٥٩
Pterophyta	النباتات البتيرية ١١
Psilotophyta	النباتات البسيلوتية ١١
Ginkgophyta	النباتات الجنجوية ١١
Bryophyta	النباتات الحزازية ١١، ١٢
Cycadophyta	النباتات السيكادية ١١
Coniferophyta	النباتات المخروطية ١١
Arthrophyta	النباتات المفصلية ١١
Microphyllophyta	النباتات الميكروفيلية ١١
Gnetophyta	النباتات النتومية ١١
Hepatophyta	النباتات الهباتية ١١، ١٢، ١٥، ٥٩، ٨٩
cortex	قشرة ٦٥
involucre	قلافة ٣٧

neck canal	قناة العنق ٣، ١٧، ٢٣
	ك
gemmae cups	كؤوس جيمية ٢٨
	ل
zygote	لاقحة (بيضة ملقحة) ٨
apospory	لا جرثومية ١٠
anacrogynous	لاقمية ٣٧، ٤٢
Lejeunea	ليجينيا ٤٧
	م
marchantia	ماركانتيا ٢٥، ٢٧، ٣١، ٣٢، ٣٤، ٣٦
polymorpha	بوليمورفا ٢٦، ٢٧، ٢٩، ٣٢
marchantiaceae	ماركانتياوية (فصيلة) ٢٥
marchantiales	ماركانتيات (رتبة) ١٦
heterothallic	متباينة الثالوس ٦٥
metzeriales	متزريات (رتبة) ١٦، ٤٢
homothallic	متشابة الثالوس ٦٥
pyrenoids	مراكز نشا ٥٠، ٥١
leaf traces	سارات ورقية ٧٢
valves	مصاريع ٥٠، ٦١، ٦٩، ٨٤، ٨٦، ٨٨
perennial	معمر ٧٠
	ن
elaters	ناثرات ٣٤، ٤٩
sporophyte	نبات جرثومي (أنظر طور جرثومي) ٨

gametophyte — نبات مشيجي (أنظر طور مشيجي) ٧، ٨، ٦٧
plants — نباتات ٦٨
xerophytes — جفافية ٦٨
water (hydrophytes — مائية ٦٨
mesophytes — متوسطة الاحتياجات المائية ٦٨
Nepenthes — نبنثس ٤٨
Notothylas — نتوثيلس ٥٥
Notothylaceae — نتوثيلية (فصيلة) ٥٥
pith — نخاع ٦٤
tissue — نسيج ١٧، ٢٢، ٢٧، ٢٨
storage — اختزاني ٢٢، ٢٨
assimilating — تمثيلي ٢٧
storage — اختزاني ٢٢، ٢٨
assimilating — تمثيلي ٢٧
chlorenchyma — كلورنشيمي ١٧
archesporium, sporogenous — مولد للجراثيم ٩، ٣٩، ٦٦، ٧٤، ٨٣
spermatogenous — مولد للسابحات الذكرية ٦، ٢٢، ٦٥
Nostoc — نوستوك ٥٢
nionopsida — نيونوبسيدا ٦١، ٦٧
Mnium — نيم ٦٧، ٧٦، ٧٧

هـ

Hepatopsida — هباتوبسيدا (طائفة) ١٥، ١٦
Haplometriales — هبلومتريات (رتبة) ١٦، ٤٩، ٥٠
Haplometriaceae — هبلومترية (فصيلة) ٥٠
Haplometrium — هبلومتريم ٥٠

Unisexual — وحيد الجنس ٥٠

rosette — وريدي ٥٠

Eubryales — يوبريات (رتبة) ٦٧