# الباب الثالث

## الطحالب ALGAE

الطحاب هى مجموعة من النباتات اللازهرية الثالوسية ، والنباتات اللازهرية هى نباتات لا تكون أزهارا ، أما النباتات الثالوسية فهى النباتات اللازهرية التى يتكون جسمها من ثالوس thallus ، أى لا يتميز تركيبها الى جذور وسيقان وأوراق حقيقية ، وهى تشمل الطحالب والفطريات . تمتاز الطحالب باحتوائها على صبغة الكلوروفيل الخضراء ، ولذا فهى ذاتية التغذية ، أى تقوم ببناء المواد الكربوايدراتية من ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة المستمدة من الشمس وذلك بمساعدة مادة الكلوروفيل .

الطحالب هى أبسط الكائنات ذاتية التغذية ضوئيا ، تتدرج فى أحجامها من صغيرة ميكروسكوبية إلى كبيرة جدا تصل إلى عشرات الأمتار طولا ، تغلب عليها المعيشة المائية ، قد تكون ميكروسكوبية طافية وتعرف بالبلانكتون النباتى phytoplankton وقد تكون مثبتة على سطح صلب . .

فى ضوء تقسيم المملكة النباتية الذى وضعه Bold سنة ١٩٥٦ تم وضع الطحالب فى ثمانية أقسام . القسم الأول هو قسم الطحالب الزرقاء المخضرة ويحتوى على أبسط الطحالب تركيبا وأقلها تطورا إذ أن نواة خلاياه من النوع البدائى فى حين أن نواة خلايا الاقسام الأخرى من النوع الحقيقى .

تبنى تقسيمات الطحالب أساسا على نوع الصبغات الموجودة بها ، أيضا على الصفات الحيوية الاخرى ومنها نوع الغذاء المخزن بخلاياها وتركيب الجدار وذلك كما هو موضع بالجدول رقم ٢ .

(جدول ٢)

ملخص لاهم صفات أفراد أقسام الطحالب المختلفة

| القسم | أهم الصبغات | الغذاء المخزون | تركيب الجدار |
|---|---|---|---|
| الطحالب الزرقاء المخضرة | كلوروفيل أ<br>كاروتين<br>فيكوسيانين<br>فيكوارثرين | نشا الطحالب الزرقاء المخضرة | هيميسيليلوز وميورين وغلاف بكتينى |
| الطحالب الخضراء | كلوروفيل أ ، ب<br>كاروتين<br>زانثوفيل | نشـــا | سليلوز وبكتين |
| الطحالب السوطية | كلوروفيل ا ، ب<br>كاروتين<br>زانثوفيل | باراميلون (باراميلم) | لا يوجد |
| الطحالب الكارية | كلوروفيل أ ، ب<br>كاروتين<br>زانثوفيل | نشـــا | سليلوز وجير |
| الطحالب البنية | كلوروفيل أ ، جـ<br>كاروتين<br>فيكوزانثين | مانيتول<br>لامينارين | سليلوز و الجين |
| الطحالب الحمراء | كلوروفيل أ ، د<br>كاروتين<br>فيكوسيانين<br>فيكوارثرين | نشا الفلوريدى | سليلوز و بكتين |
| الطحالب الذهبية | كلوروفيل أ ، جـ<br>كاروتين<br>زانثوفيل | زيت ، ليكوزين | بكتين وسيليكا ونادرا سليلوزى |
| الطحالب البيرية | كلوروفيل أ ، جـ<br>كاروتين | نشـــا<br>زيـــت | سليلوزى ان وجد |

## قسم الطحالب الزرقاء المخضرة

### Division Cyanophyta

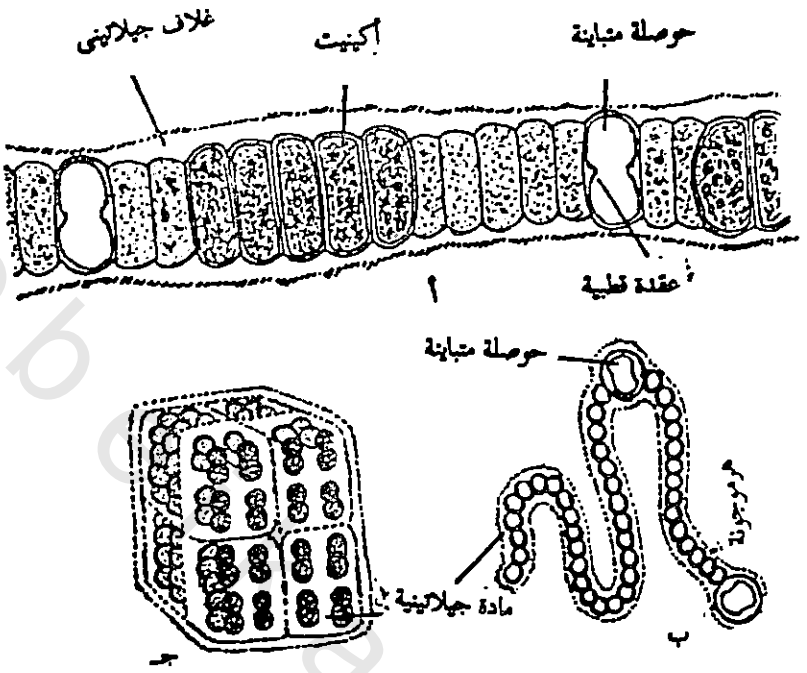
تعرف الطحالب الزرقاء المخضرة أيضا باسم الطحالب اللزجة Myxophyta وهى تعتبر أبسط أنواع الطحالب وأقلها رقيا وأقدمها وجودا على ظهر الأرض ، شوهد بعضها فى حفريات قديمة . وهى تعيش فى بيئات مختلفة ، ويعيش كثيرا من أفرادها فى المياه العذبة والمالحة . يعيش بعضها فى التربة الرطبة ، أما على سطحها أو بداخلها لعمق قد يصل متر . تعيش الغالبية العظمى من الطحالب الزرقاء المخضرة معيشة ذاتية التغذية ، والقليل منها يعيش رميا أو متطفلا جزئيا على بعض الانواع الاخرى من الطحالب . يوجد بعضها فى ظروف حرارية قاسية فتشاهد أنواع منها فى الينابيع الحارة ويشاهد البعض فى درجات حرارية منخفضة ، تعيش بعض أنواعها معيشة تعاونية مع بعض الفطريات مكونة آشنات lichens .

**التركيب :**

قد يتكون جسم الطحلب من خلية واحدة ، ولكن غالبا ما تتجمع الخلايا وتلتصق معا فى مستعمرات مختلفة الاشكال .

تركيب الخلية بسيط ، فالبروتوبلاست خالى من نواة مميزة وميتوكوندريات وجهاز جولجى وبلاستيدات خضراء ولا توجد شبكة اندوبلازمية .

يتكون البروتوبلاست من جزئين عادة ، الخارجى ملون ويعرف بالكروموبلازم chromoplasm والداخلى غير ملون ويعرف بالجسم المركزى central body ويوجد فيه المادة النووية RNA, DNA فى حالة انتشار . يرجع لون الكروموبلازم الى وجود صبغات محمولة على أغشية منتشرة فى السيتوبلازم . وهذه الصبغات هى الصبغات الزرقاء فيكوسيانين phycocyanin وكلورفيل أو كاروتين carotin وزانثوفيل xanthophyll وقد توجد الصبغة الحمراء فيكواريثرين phycoerythrin .




(شكل ٧) : مستعمرات الطحالب الزرقاء المخضرة

( أ ) طحلب ذو مستعمرة خيطية . (ب) طحلب نوستوك .

(جـ) طحلب ذو مستعمرة معكبة الشكل

البروتوبلاست ، عادة ، خالى من الفجوات العصارية ، وقد تتكون تلك الفجوات فى الخلايا المسنة . وعدم وجود الفجوات العصارية تعتبر من الاسباب التى تجعل الخلية مقاومة للجفاف والضغوط الاسموزية العالية . وتشاهد فى بعض الانواع فجوات كاذبة pseudovacoules ، يعتقد أنها تحتوى على غازات ناتجة عن عملية التنفس وتساعد على طفو الطحالب .

يوجد الغذاء المخزن فى صورة قطرات زيت وحبيبات نشا مميز لهذا النوع من الطحالب ويعرف بنشا الطحالب الزرقاء المخضرة cyanophycean starch وهو قريب الشبه بالنشا الحيوانى glycogen . وتوجد مواد مخزنة أخرى ، يكثر وجودها فى الخلايا التكاثرية وتختفى تدريجيا أثناء فترات النمو والنشاط

يحاط بروتوبلاست الخلية بجدار سميك يتكون من جزئين ، الخارجى هيميسليلوزى والداخلى يتكون من الميورين murein مشابه فى ذلك البكتيريا الموجبة لصبغة جرام ، يحاط الجدار أيضا بغلاف جيلاتيسى بكتينى . الجدار قد يكون شفاف عديم اللون وقد يتلون بألوان مختلفة منها الاصفر والاحمر والبنفسجى والبنى . ويرجع لون الطحالب الى مجموعة الالوان الموجودة فى الكروموبلازم والملونة للجدار الخارجى للطحالب . وكذا فان لون وشدة الضوء الساقط على الطحلب يؤثر على لون الطحالب .

أفراد هذه الطحالب ليس لها أسواط ولكنها قد تتحرك حركة انزلاقية على السطوح المبتلة ، ويساعد على ذلك أفرازات الطبقة الجيلاتينية المغلفة لها .

## الانقسام والتكاثر

تنقسم خلايا الطحالب الزرقاء المخضرة بالانقسام البسيط . والقليل منها تنفصل خلاياه مباشرة عقب الانقسام ، ولكن فى معظم الانواع نجد أن الخلايا الناتجة عن الانقسام تبقى متصلة ببعضها مكونة مستعمرات وعلى أساس عدد مستويات الانقسام يتحدد شكل المستعمرة الناتجة . فاذا تتابع الانقسام فى مستوى واحد فان المستعمرات الناتجة تكون خيطية ، وأحيانا تتفرع خيوط الطحالب ، واذا حدث الانقسام فى مستويين متعامدين كانت المستعمرة الناتجة ذات شكل طبقى مسطح ، أما اذا حدث الانقسام فى ثلاثة مستويات كانت المستعمرة الناتجة مكعبة الشكل (شكل ٧ جـ) ، واذا زاد عدد المستويات عن ثلاثة نتجت مستعمرة غير منتظمة الشكل . وغالبا ما تحاط المستعمرة بطبقة جيلاتينية تنتج من خلاياها .

لا تستمر المستعمرة فى النمو الى مالانهاية . بل انها تتجزأ بعد فترة من نموها ، ويتوقف ذلك على نوع الغلاف الجيلاتينى ، فاذا كان الغلاف رقيقا سهل الذوبان فان المستعمرة لا تصل الى حجم كبير ، واذا كان الغلاف سميكا فان المستعمرة تكبر فى الحجم كثيرا قبل أن تتجزأ . ويرجع تجزؤ المستعمرة الى موت بعض الخلايا أو ضعف الاتصال بين بعض الخلايا أو تغذية حيوان على جزء منها . وفى الطحالب الخيطية يوجد عادة خلايا أكبر حجما وأغلظ جدرا من الخلايا

العادية ، تعرف بالحويصلات المتباينة heterocysts ، وهى خلايا أقل تلونا من باقى الخلايا . والخلية لها ثقبين جانبيين فى منطقتى اتصالها بالخلايا الخضرية المجاورة تمر خلالها بلازمودزمات دقيقة microplasmodesm.:a ، وتسد هذه الثقوب عند النضج ، بسدادات سميكة من المواد المكونة للجدار وتعرف بالعقد القطبية polar nodules . وتعتبر الحويصلات المتباينة مراكز لتثبيت الآزوت الجوى . تنفصل الخيوط عند الحويصلات المتبيانية عادة ، لضعف اتصالها بالخلايا المجاورة . خلايا الطحلب الخضرية الموجودة بين حويصلتين متباينتين تعرف بالهرموجونة hormogonium ، وعند انفصال الخيوط عند الحويصلات المتباينة تنفصل الهرموجونات ، التى تستقل عن الخيط الام وتنمو من جديد .

تكون بعض الطحالب الخيطية جراثيما ساكنة غير متحركة تعرف بالأكينيتات akinetes ، وهى تنتج من بعض خلايا الهورموجونة ، وتكون غنية بمحتواها الغذائى وذات جدر أكثر غلظا من الخلايا الاخرى ومقاومة للظروف البيئية غير الملائمة (شكل ٧ أ) . تنبت الجراثيم عند تحسن الظروف وتكون خيوطا خضرية . فى بعض الاجناس تتكون الجراثيم من انقسام بروتوبلاست خلية خضرية مكونة عديدة من الجراثيم الداخلية endospores الصغيرة الحجم .

التكاثر الجنسى غير معروف بين الطحالب الزرقاء المخضرة .

من أفراد قسم الطحالب الزرقاء المخضرة طحلب نوستوك .

### نوستوك *Nostoc*

بعض أنواع هذا الطحلب يعيش طافيا على الماء والبعض يعيش معيشة أرضية . طحلب نوستوك يتكون من خلايا كروية تنتظم فى مستعمرة خيطية ، توجد بها خلايا بينية أكبر حجما من باقى الخلايا هى الحويصلات المتباينة التى تفصل الهورموجونات (شكل ٧ ب) . يحاط خيط النوستوك عادة بغلاف جيلاتينى . وفى الظروف غير الملائمة تتحول بعض خلايا الهرموجونات وخاصة الملاصقة للحويصلات المتباينة الى جراثيم ساكنة .

بعض أنواع النوستوك يعيش معيشة تعاونية ، والبعض يمكنه تثبيت الازوت الجوى .

## قسم الطحالب الخضراء

### Division Chlorophyta

تعيش الطحالب الخضراء فى المياه العذبة والمالحة ، ومعظمها يعيش مغمورا فى المياه العذبة . وتعيش معظم الانواع البحرية على الشواطىء حيث المياه ضحلة وحيث تكون مثبتة بالصخور . بعض الانواع تعيش فى التربة وعلى الصخور والخشب الرطب وقلف الاشجار. معظمها يعيش عيشة حرة ، والقليل يعيش معيشة تطفلية أو رمية .

### التركيب

تختلف الطحالب الخضراء كثيرا فى الشكل والحجم . بعض أنواعها وحيد الخلية مثل طحلب كلاميدوموناس والبعض يكون مستعمرات قد تتكون من خلايا متشابهة ، تقوم كل خلية منها بجميع وظائف الحياة كما فى طحلب باندورينا ، وقد تكون بالمستعمرة خلايا متخصصة كما فى طحلب فولفوكس . البعض الآخر من الطحالب قد يكون خيطى مقسم مثل سبيروجيرا ، وقد يكون شريطى أو ورقى مثل طحلب الفا ، أو قد يكون مظلى الشكل مثل طحلب اسيتابيولاريا .

تتكون خلايا الطحالب الخضراء من بروتوبلاست وجدار خلوى ، ولو أن القليل من الانواع ليس له جدار خلوى . يتكون الجدار الخلوى من طبقتين الداخلى سليلوزى والخارجى بكيتنى .

جميع خلايا الطحالب الخضراء لها نواة مميزة تحاط بغلاف نووى ، ويوجد بها نوية أو أكثر ، كما توجد شبكة كروماتينية .

تحتوى خلايا الطحالب الخضراء على صبغتى الكلوروفيل أ ، ب وكاروتينات وزانثوفيلات ، وأكثرها وجودا هو الكلوروفيل . توجد هذه الصبغات داخل بلاستيدات خضراء . قد تحتوى خلية الطحلب على بلاستيدة واحدة كبيرة ، وقد يوجد بها عديد من البلاستيدات الصغيرة . والبلاستيدات الخضراء للطحالب الخضراء تختلف عن بلاستيدات النباتات الزهرية فى أن بلاستيدات

الطحالب الخضراء تغلف بغشاء منفرد فى بعض الاحوال فى حين أن بلاستيدات النباتات الزهرية تغلف بغلاف يتكون من غشائين ، كذلك فان الصفائح الموجودة داخل البلاستيدة والحاملة للصبغات فى الطحالب الخضراء بعضها متوازية ولا تتميز بها بذيرات grana أو بها بذيرات مسطحة . تختلف البلاستيدات فى الشكل فقد تكون كأسية أو نجمية مسطحة أو مثقوبة أو قرصية . تحتوى أغلب البلاستيدات الخضراء على أجسام كروية بروتينية تحيط بها صفائح نشوية وتعرف بمراكز تكوين النشا أى البيرينويدات pyrenoids ، ويوجد عادة بيرينويد واحد فى كل البلاستيدات الصغيرة ، ويوجد عديد منها فى كل من البلاستيدات الكبيرة . فى بعض الحالات لا توجد بيرينويدات ، ورغم ذلك فتقوم البلاستيدات العديمة اللون بتجميع النشا . وتختزن الطحالب الخضراء الغذاء فى صورة نشا ، كما قد تخزن زيت بكميات قليلة عادة فى الخلايا الخضرية الكبيرة السن وفى الزيجوت .

يوجد بالبروتوبلاست عادة فجوات عصارية تشبه الموجودة فى خلايا النباتات الراقية ، وهى تبدأ عادة صغيرة وعديدة ، ثم تتجمع وتكبر لتكون فجوة واحدة كبيرة عادة .

توجد فى بعض الطحالب المتحركة فى الناحية الامامية عادة قرب قواعد الاسواط بقعة عينية stigma حساسة للضوء ، وتوجه حركة الاسواط نحو مركز الضوء ، ويختلف تركيبها فى الطحالب المختلفة .

توجد فى بعض الطحالب الخضراء المتحركة فراغات منقبضة contractile vacuoles ويوجد عادة فراغان منقبضان بكل خلية يقع كل منهما تحت قاعدة سوط ، ينقبض الفراغان بالتبادل ، ويحدث الانقباض فجائيا ولكن يحدث التمدد تدريجيا . ويعتقد أن وظيفة الفراغات المنقبضة هو الاخراج حيث تجمع نواتج التحول الغذائى للخلية وتطردها للخارج

يوجد فى بعض الطحالب الخضراء أسواطا من النوع الكرباجى whiplash type ، مسئولة عن حركة هذه الطحالب ، وقد يكون لكل خلية سوطان أماميان

كما فى طحلب كلاميدوموناس والباندورينا والفولفوكس ، وقد تكون الاسواط فى وضع سوارى كما فى طحلب دربيسيا *Derbesia* .

فى بعض الطحالب مثل كلاميدوموناس وفولفوكس تتصل الاسواط بجهاز حركة neuromotor apparatus يتكون من حبيبة تعرب بالبليفاروبلاست blepharoplast توجد تحت كل سوط ، وتتصل حبيبتى كل خلية معا بخيط عرضى يخرج منه خيط آخر يتصل بالجسم المركزى centrosome المجاور للنواة أو الموجود بداخلها .

## التكاثر اللاجنسى

يحدث التكاثر خضريا بانفصال أجزاء من الطحلب ثم ينمو كل منها على حدة ، وقد يحدث ذلك نتيجة لتيارات الماء القوية وقد يحدث ذلك طبيعيا كما فى طحلب سبيروجيرا . ويعتقد أن كثيرا من الطحالب التى تتكاثر خضريا بانفصال أجزاء منها طبيعيا يوجد بين خلاياها صفائح وسطحى بكتينية ، وقد يرجع حدوث التجزؤ الى حدوث تغيرات فى تركيب الصفائح الوسطى فى منطقة الاتصال .

ويحدث التكاثر اللاجنسى عادة بتكوين جراثيم ، قد تكون سوطية متحركة zoospores كما فى طحلب كلاميدوموناس ، وقد تكون غير سوطية غير متحركة aplanospores كما فى طحلب كلوريللا *Chlorella* .وتكوين الجراثيم المتحركة صفة بدائية ، وتتكون تلك الجراثيم داخل خلايا خضرية عادية ، وأحيانا داخل خلايا متخصصة تعرف بأكياس الجراثيم السوطية zoosporangium ، الجراثيم غير المتحركة يكون لها جدار مميز عن جدار الخلية الأم ، وقد يكون جدار الجرثومة سميكا فتصبح الجرثومة فى هذه الحالة ساكنة .

قد تتحول بعض الخلايا الخضرية الى أطوار مشابهة للجراثيم ، فتسمك جدرها ، ويزداد محتواها الغذائى وتعرف بالاكينيتات akinetes . وتعتبر الاكينيتات جراثيم ساكنة تتحمل الظروف البيئية غير الملائمة . قد تنبت الاكينيتات انباتا مباشرا فتعطى طحالب جديدة وقد ينقسم بروتوبلاستها معطيا جراثيما متحركة .

## التكاثر الجنسى

يحدث التكاثر الجنسى فى الانواع البدائية بين جاميطات متحركة متشابهة لا تتميز إلى جاميط مذكر وآخر مؤنث ، ويسمى بالتزاوج المتماثل isogamy . فى الحالات الارقى يحدث التزاوج بين جاميطات متحركة مختلفة حجما ، تعتبر الجاميطة الصغرى جاميطة مذكرة وتعتبر الجاميطة الكبرى جاميطة مؤنثة ، ويسمى التزاوج فى هذه الحالة بالتزاوج غير المتماثل anisogamy . وقد يحدث التزاوج بين جاميطة مذكرة صغيرة متحركة وجاميطة كبيرة غير متحركة تسمى بالبيضة ovum ، ويسمى هذا التزاوج بالتزاوج البيضى oogamy .

وقد يتم التزاوج بين جاميطات تنتج من طحلب واحد ويعرف هذا النوع من الطحالب بأنه متماثل الثالوس homothallic وقد لا يحدث التزاوج الا بين جاميطتين ناتجتين من طحلبين مختلفين ويعرف هذا النوع من الطحالب بأنه متباين الثالوس heterothallic . ويرجع تباين الثالوس الى عدم التوافق الوراثى بين جاميطات نفس الطحلب . و الاخصاب باندماج الانوية الناتجة من كل من الجاميطتين المتحدتين فى أزواج .

الزيجوت الناتج عن جاميطتين متحركتين متحركا لفترة ما ثم يفقد أسواطه ويفرز جدار . أما فى التزاوج البيضى حيث الجاميط المؤنث غير متحرك فان الزيجوت الناتج لا يتحرك مطلقا . الزيجوت قد يكون رقيق الجدار فينبت بعد فترة قصيرة من الاخصاب ، وقد يكون سميك الجدار فيكمن لفترة قبل الانبات . يقوم الزيجوت الناضج بعملية التمثيل الضوئى ، فيسبب تجميع كثير من الغذاء الذى يخزن به . ويكون الغذاء المخزن فى صورة نشا فى الزيجوت الصغير السن ، ثم يتحول الغذاء المخزن الى زيت ، وعادة يكون نضج الزيجوت مصحوبا بتكوين صبغات كاروتينية بكميات كافية تجعل لون البروتوبلاست أحمر أو برتقالى محمر .

ويسبق انبات الزيجوت حدوث انقسام اختزالى .

من أجناس الطحالب الخضراء كلاميدوموناس ، باندورينا ، فولفوكس ، سبيروجيرا ، كلوريللا ، زيجنيما ، الفا وأسيتابيولاريا .

## كلاميدوموناس *Chlamydomonas*

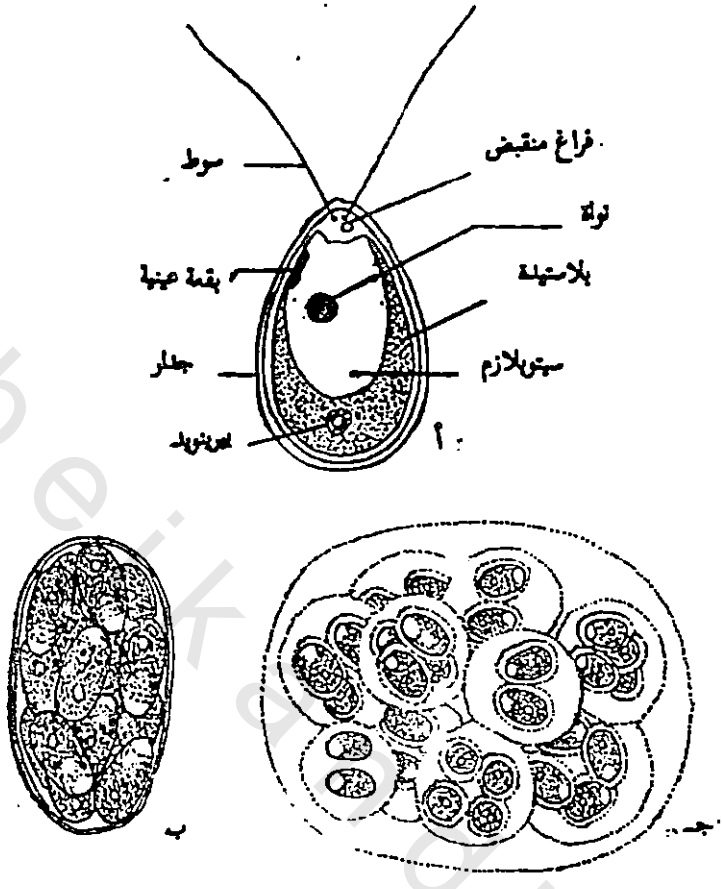
يعيش طحلب كلاميدوموناس فى المياه العذبة والتربة الرطبة ، ويكثر فى المياه الغنية بالامونيا

يتكون الطحلب من خلية واحدة كروية الى بيضاوية الى كمثرية الشكل ، جدارها غير سليلوزى يتكون من وحدات من الجليكوبروتين glycoprotein . تحتوى كثير من أنواعها على بلاستيدة كأسية الشكل ، وفى بعض الانواع تكون البلاستيدة بجمية الشكل . وقد يوجد عادة بيرينويد واحد منغمس فى البلاستيدة ، وقد يوجد أكثر من بيرينويد ، وقد لا يوجد بتاتا . كما يوجد عادة بالسيتوبلازم فراغان منقبضان عند قاعدتى كل سوط . وتوجد بقعة عينية فى موضع ثابت يتوقف على النوع . وتتركب البقعة العينية من عدسة شفافة محدبة الوجهين ، ويوجد بأحد وجهيها صفيحة مقعرة ملونة . وتوجد بكل خلية نواة واحدة ، تشاهد فى تجويف البلاستيدة فى حالة الانواع ذات البلاستيدة الكأسية الشكل (شكل ٨ أ) .

يبدأ التكاثر اللاجنسى بضعف حركة الطحلب ثم فقدانه لاهدابه ، ثم ينقسم البروتوبلاست الى قسمين فأربعة ، وقد يستمر الانقسام معطيا ثمانى أو ستة عشرة وحدة ، يتكون لكل منها جدار خاص وأسواط وجهاز حركى ، وتصبح جراثيما سوطية تتحرك بكسر أو ذوبان جدران الخلية الام . تشبه الجراثيم السوطية الطحلب الاصلى الا أنها أصغر حجما (شكل ٨ ب) .

يحدث أحيانا فى ظروف غير ملائمة أن لا تتكون أسواط للوحدات الناتجة عن الانقسام وتتغلظ جدرها كما يتغلظ جدار الخلية الام . ثم ينقسم بروتوبلاست كل وحدة على حدة عدة مرات ، ويعرف هذا الطور من الانقسام بالطور الباميللى Palmella stage . وعند تحسن الظروف تتكون أسواط للوحدات الصغيرة متحولة الى جراثيم سوطية تنطلق وتنمو مكونة طحالب جديدة (شكل ٨ جـ) .

التكاثر الجنسى قد يكون متماثلا فيحدث بين جاميطات متحركة متشابهة ، أو قد يكون غير متماثل فيحدث بين جاميطات متحركة مختلفة فى الحجم وقد يكون الطحلب متماثل الثالوس وقد يكون مسايى الثالوس




(شكل ٨) : طحلب الكلاميدومونس

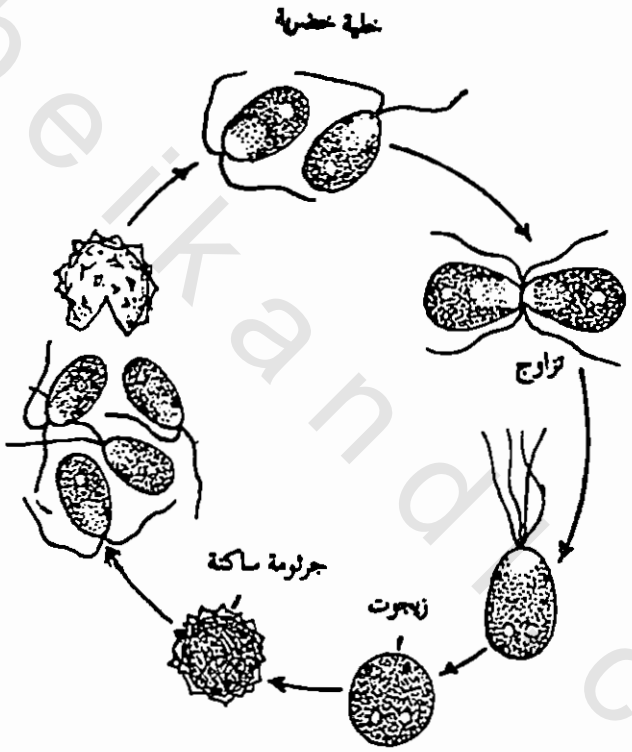
(أ) قطاع طولى فى خلية الطحلب . (ب) التكاثر اللاجنسى .

(جـ) التكاثل الباليللى

وفى التزاوج المتماثل لا تتكون جاميطات متخصصة ، بل من الممكن لأى خلية خضرية أن تقوم بوظيفة الجاميطة عند توفر الظروف البيئية الملائمة . تتلاصق الجاميطتان المتزاوجتان من طرفيهما الامـ ـين . ويتكون الزيجوت ذو الاربعة أسواط .

فى حالة التزاوج غير المتماثل ينقسم بروتوبلاست الخلية المكونة للجاميطات المذكرة مكونة ٨ــ١٦ جاميطة ذكرية ، وينقسم بروتوبلاست الخلية المكونة للجاميطات المؤنثة مكونة ٢ــ٤ جاميطات مؤنثة .

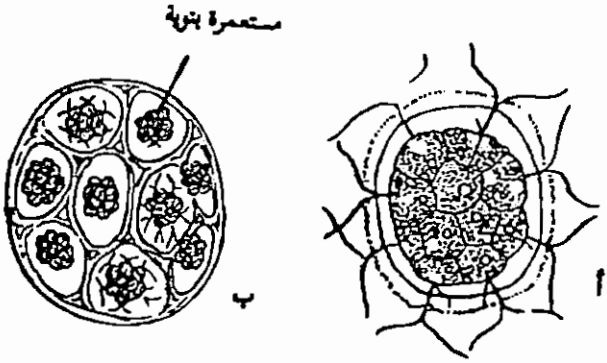
يفقد الزيجوت أهدابه وتندمج النواتان ، ويستدير الزيجوت ويحيط نفسه بجدار سميك متحولا الى جرثومة ساكنة . بعد فترة سكون ، تنشط الجرثومة وتنقسم نواتها انقساما اختزاليا ، يلى ذلك انقسام أو أكثر غير مباشر معطيا ٤ــ٣٢ بروتوبلاست ، تتحرر بعد شق جدار الجرثومة ، ثم يتكون سوطان لكل بروتوبلاست متحولا الى جراثيم سابحة غنية بالغذاء المخزن ثم تكبر وتتحول الى الخلايا الخضرية العادية (شكل ٩) .




(شكل ٩) : خطوات التكاثر الجنسى فى كلاميدوموناس

## باندورينا *Pandorina*

يعيش الطحلب باندورينا فى المياه العذبة وفى مستعمرات كروية أو بيضاوية مجوفة لها غلاف جيلاتينى ومكونة عادة من ١٦ خلية كمثرية الشكل غير متخصصة متراصة جنبا الى جنب بحيث يكون الجانب العريض للخارج (شكل ١٠) .




(شكل ١٠) : طحلب الباندورينا

( أ ) مستعمرة الباندورينا . (ب) التكاثر اللاجنسى

تشبه خلية الباندورينا طحلب كلاميدوموناس من حيث التركيب ، الا أن الجزء الامامى هو الجزء العريض والذى يوجد به السوطان والبقعة العينية والفراغان المنقبضان .

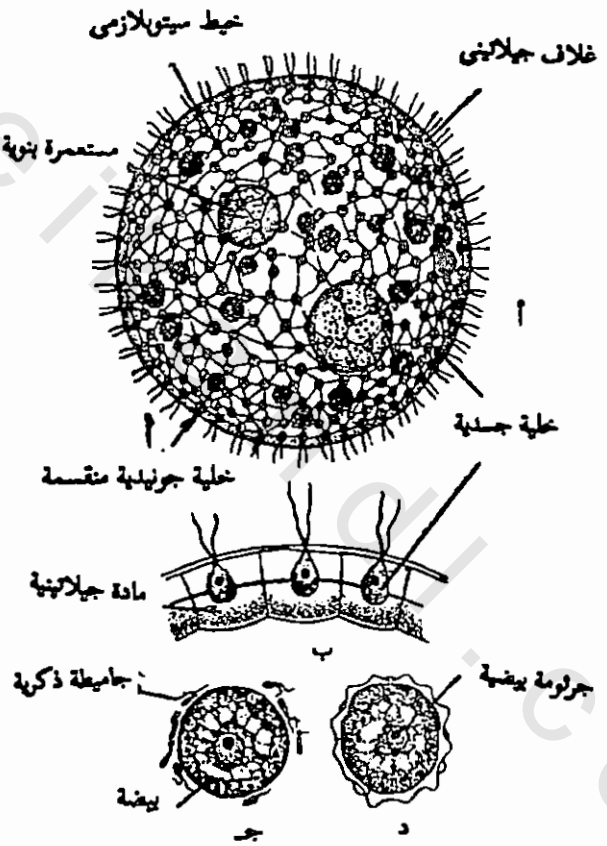
التكاثر اللاجنسى ، يسبقه توقف المستعمرة عن الحركة ، ثم تغطس فى قاع البركة وينتفخ غلافها الجيلاتينى ويصبح طريا ، ثم تنقسم كل خلية من خلايا المستعمرة لتكون مستعمرة صغيرة بنوية تحتوى على ١٦ خلية عادة (شكل ١٠ب) تتحرر المستعمرة الصغيرة من المستعمرة الام وتكبر فى الحجم .

التكاثر الجنسى يحدث عادة بين جاميطات مختلفة فى الحجم وتنتج الجاميطات من انقسام كل من خلايا الطحلب معطية ١٦ــ٣٢ جاميطة تتحرر ويحدث التزاوج بين كل جاميطتين ، وينتج الزيجوت الذى يستريح لفترة ، ثم ينقسم اختزاليا ليعطى أربعة بروتوبلاستات ، تنضج واحدة منها فقط لتكون جرثومة سوطية تسبح لفترة ثم تفرز جدارا جيلاتينيا وتستقر وتنقسم لتكون مستعمرة جديدة .

## فولفوكس Volvox

يعيش طحلب فولفوكس فى المياه العذبة ، ويكثر عادة فى الربيع ويختفى فى الصيف وبقية العام فى صورة جراثيم بيضية . يكون الطحلب مستعمرة كروية الى

بيضاوية مجوفة ، مكونة من طبقة واحدة من الخلايا يتراوح عددها ما بين ٥٠٠ الى ٦٠,٠٠٠ خلية ، وتجويف المستعمرة به مادة سائلة ، تتصل خلاياها بخيوط ستوبلازمية ، وتغلظ جدر الخلايا بطبقة جيلاتينية سميكة . يوجد بكل خلية نواة بسيطة وبلاستيدة كأسية أو مسطحة تحتوى على بيرينويد واحد أو أكثر وبقعة عينية وسوطان وفراغان منقبضان أو أكثر وتغلف المستعمرة بغلاف جيلاتينى (شكل ١١ أ ، ب)




(شكل ١١) . طحلب الفولفوكس

( أ ) مستعمرة الفولفوكس . (ب) خلايا خضرية جسدية
(جـ) بيضة وحولها جاميطات ذكرية . ( د ) جرثومة بيضية

تتكون المستعمرات الصغيرة من خلايا متماثلة ، ولكن عند كبر المستعمرة تظهر بعض الخلايا المتخصصة التى تقوم بوظائف اكثارية معظم خلايا المستعمرة هى الخلايا الخضرية الجسدية somatic cells وهى المسئولة عن التغذية والحركة للمستعمرة ، أما الخلايا الاخرى المسئولة عن التكاثر فهى اكبر حجما من السابقة .

التكاثر اللاجنسى يحدث عادة فى الربيع أو فى أول موسم النمو ، وينتج عن الخلايا الجونيدية gonidia ، وهى خلايا أكبر حجما من الخلايا الجسدية وخالية من الاسواط ويتراوح عدد الخلايا الجونيدية فى المستعمرة الواحدة من ٢ــ٥٠ . تكبر الخلية الجونيدية وتنقسم انقسامات عديدة مكونة مستعمرة بنوية daughter colony ، وقد تنفصل عن المستعمرة الام داخل تجويف المستعمرة الام ، وقد تبقى متصلة بالمستعمرة الام حتى تتحلل أو تنفجر الاخيرة .

ويحدث التكاثر الجنسى قرب نهاية موسم النمو ، فتتكون أعضاء التذكير antheridia وأعضاء التأنيث oogonia . تنقسم أعضاء التذكير انقسامات عديدة مكونة العديد من الجاميطات الذكرية . والجاميطة الذكرية مغزلية ذات سوطان . ينضج عضو التأنيث بأن يتحول بروتوبلاسته الى جاميطة مؤنثة تعرف بالبيضة oosphere ، والبيضة كروية غير متحركة تحاط بطبقة هلامية كثيفة (شكل ١١ جـ) . تتحرر الجاميطات الذكرية وتسبح فى الماء متجهة ناحية عضو التأنيث ، وتنجح جاميطة مذكرة واحدة فى اخصاب البيضة ، ويتكون الزيجوت الذى يفرز حوله جدار سميك لونه برتقالى محمر ويصبح جرثومة ساكنة تعرف بالجرثومة البيضية oospore (شكل ١١ د) . بعد موت المستعمرة الام تصبح الجرثومة البيضية حرة وعادة تبقى حتى حلول موسم الربيع التالى ، فتنقسم نواتها انقساما اختزاليا ثم تنقسم عادة عدة انقسامات لتكون مستعمرة جديدة .

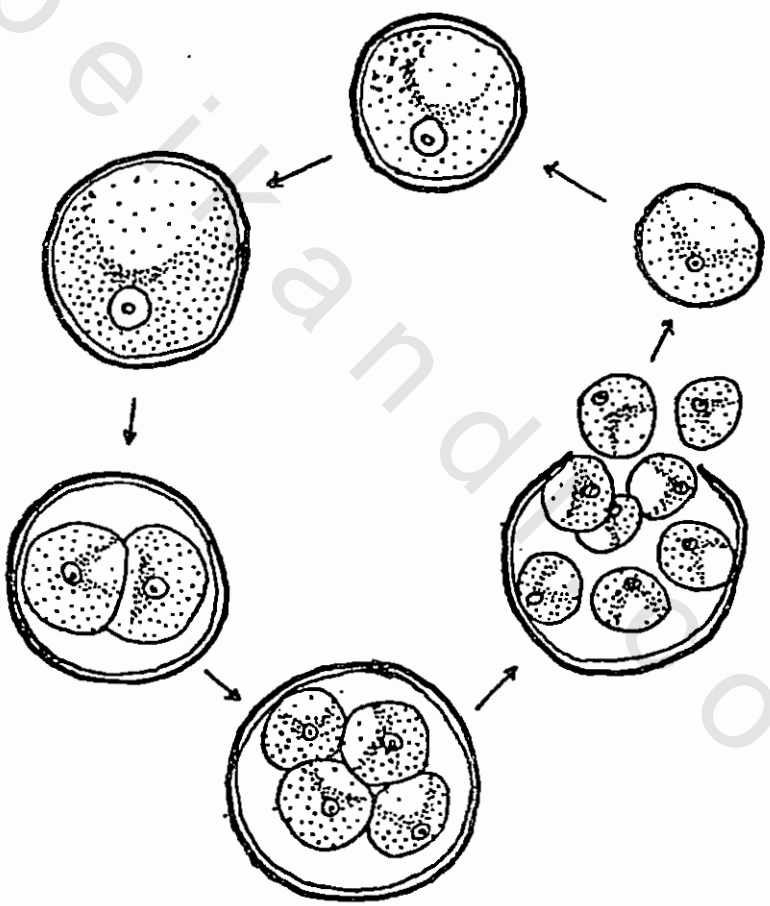
### كلوريللا *Chlorella*

تعيش طحالب كلوريللا فى المياه العذبة والمالحة وكذلك فى التربة الرطبة . البعض يعيش داخليا فى حيوانات مائية مثل الهيدرا والاسفنجيات والبروتوزوا .

يتكون طحلب كلوريللا من خلية واحدة كروية إلى بيضاوية غير متحركة

تحتوى الخلية على نواة وبلاستيدة رقيقة فنجانية أو صفيحية الشكل .

التكاثر اللاجنسى يتم بإنقسام نواة الخلية إنقسامين متتالين غير مباشرين وأحيانا يتبعهما إنقسام ثالث ، تحاط كل نواة عقب كل انقسام بجزء من السيتوبلازم ثم تحاط بجدار ، منتجة فى النهاية أربعة أو ثمانية جراثيم غير متحركة aplanospores . يتمزق جدار الخلية الأم وتتحرر الجراثيم التى تنمو بعد ذلك إلى أحجامها الأصلية (شكل ١٢) .



(شكل ١٢) : طحلب كلوريللا
خطوات النمو والتكاثر

طحلب الكلوريللا سريع النمو وذو قيمة غذائية مرتفعة ، لهذا فقد نال إهتمام كثير من الدارسين ورأى البعض فيه وسيلة لحل مشكلة الغذاء ، فقد قدر المحصول السنوى الذى يمكن إنتاجه منه بحوالى ١٧ــ٢٠ طن للفدان ، ٣٠ إلى ٥٠٪ منها بروتين يحتوى على الأحماض الأمينية الاساسية للانسان .

### سبيروجيرا *Spirogyra*

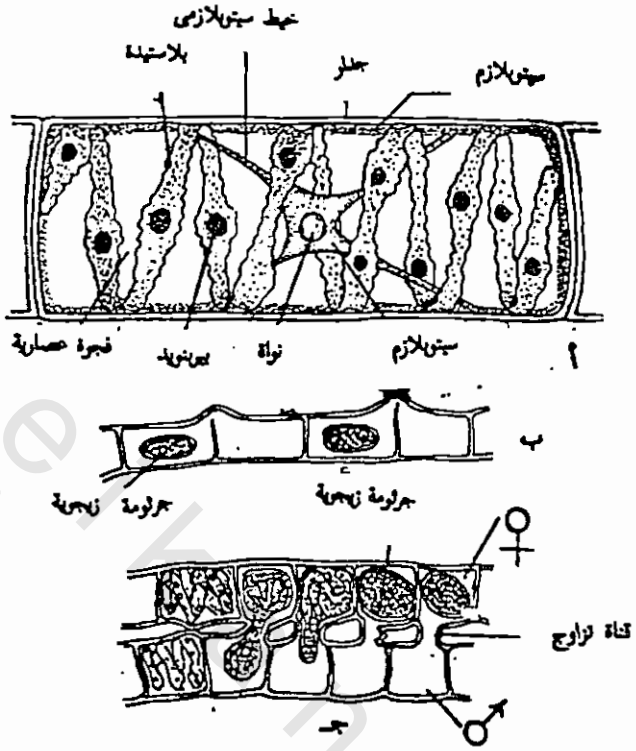
يعيش طحلب سبيروجيرا فى المياه العذبة الراكدة ، يشاهد بكثرة فى زراعات الارز بمصر ويعرف بالريم .

يتكون الطحلب من نمو خيطى غير متفرع ، يتركب من صف واحد من خلايا اسطوانية الشكل ، قد يكون لها زوائد أنبوبية تعمل على تثبيت الطحلب . تتشابه خلايا الطحلب فتقوم كل من خلاياه بجميع وظائف الحياة جدار الخلية يتكون من سليلوز وبكتين . يبطن الجدار من الداخل طبقة من السيتوبلازم ينغمس فيها بلاستيدة واحدة أو بلاستيدتان تلتف حلزونيا بطول الخلية . البلاستيدة شريطية ، ذات حواف متموجة ، أو مسننة ، وينغمس فيها عدد من البيرينويدات . توجد النواة عادة فى وسط الخلية وتحاط بجزء من السيتوبلازم يتصل بالسيتوبلازم المبطن للجدار بخيوط سيتوبلازمية . توجد فجوة عصارية وسطية تمر بها الخيوط السيتوبلازمية (شكل ١٣ أ) .

ينمو الطحلب باستطالة خلاياه وانقسامها انقساما غير مباشر .

يحدث التكاثر خضريا بانفصال الجدار بين أى خليتين من خلايا شريط الطحلب ، ثم ينمو كل جزء على حدة . يحدث انفصال الجدار بطرق مختلفة ، منها أن الجدار الفاصل بين خليتين ينشق وتتكون بينهما مادة جيلاتينية ، ثم تنفصل الخليتان بفعل ضغط الانتفاخ .

يحدث التكاثر الجنسى بين جاميطات أميبية الشكل عديمة الاسواط . وقد يحدث التزاوج بين خليتين متجاورتين من نفس خيط الطحالب فيسمى بالتزاوج الجانبى lateral conjugation . فيذوب جزء من الجدار الفاصل بين خليتين وينتقل بروتوبلاست خلية (جاميطة) الى بروتوبلاست الخلية المجاورة ويتكون




(شكل ١٣) : طحلب الاسبيروجيرا

( أ ) خلية خضرية . (ب) تزاوج جانبى . (جـ) تزاوج سلمى .

الزيجوت الذى يحيط نفسه بجدار سميك ويصبح جرثومة زيجويه zygospore وتكون النتيجة أن خيط الطحالب يتكون من خلايا فارغة متبادلة مع خلايا بها جراثيم زيجوية (شكل ١٣ ب) .

وقد يحدث التزاوج بين خليتين من خيطين مختلفين فيسمى بالتزاوج السلمى scalariform conjugation فيتقارب خيطان طحلبيان من بعضهما وتتكون نتوءات من خلايا الخيطين فى اتجاه بعضهما ، حتى يتلاصق كل نتوءين ويذوب الجدار الفاصل ، فتتكون قناة التزاوج conjugation tube ، يتكور البروتوبلاست فى كلا الخليتين المتزاوجتين نتيجة لانكماش الفجوة العصارية وذلك لتكون فراغات منقبضة تطرد العصير الخلوى . ينتقل بروتوبلاست (جاميطة) أحد

الخيطين الذى يعتبر الطحلب المذكر ، خلال قنوات التزاوج الى الخيط الآخر الذى يعتبر الطحلب المؤنث ، ويحدث اندماج بين نواتى خليتى الطحلب وتتحلل البلاستيدة الخضراء للجاميطة المذكرة ، ويحيط الزيجوت نفسه بجدار سميك مكونا حرثومة زيجوتية . نتيجة لذلك فان خيط الطحلب المذكر تصبح خلاياه فارغة والخيط الآخر المؤنث تحتوى خلاياه على الجراثيم الزيجوية (شكل ١٣ جـ) .

تنبت الجراثيم الزيجوية عادة ، بعد فترة سكون ، فتنقسم نواتها انقساما اختزاليا وتنشأ عن ذلك أربعة أنوية ، تتحلل ثلاث أنوية منها عادة وتبقى واحدة لتنقسم ويتكون خيطا جديدا .

فى بعض الاحيان يتكور بروتوبلاست خلية ويحيط نفسه بجدار سميك بدون حدوث تزاوج ، تنبت الخلية وتكون خيط جديد . وقد يكون الخيط الطحلبى خلايا ذات جدر سميكة تعتبر **أكينيتات** .

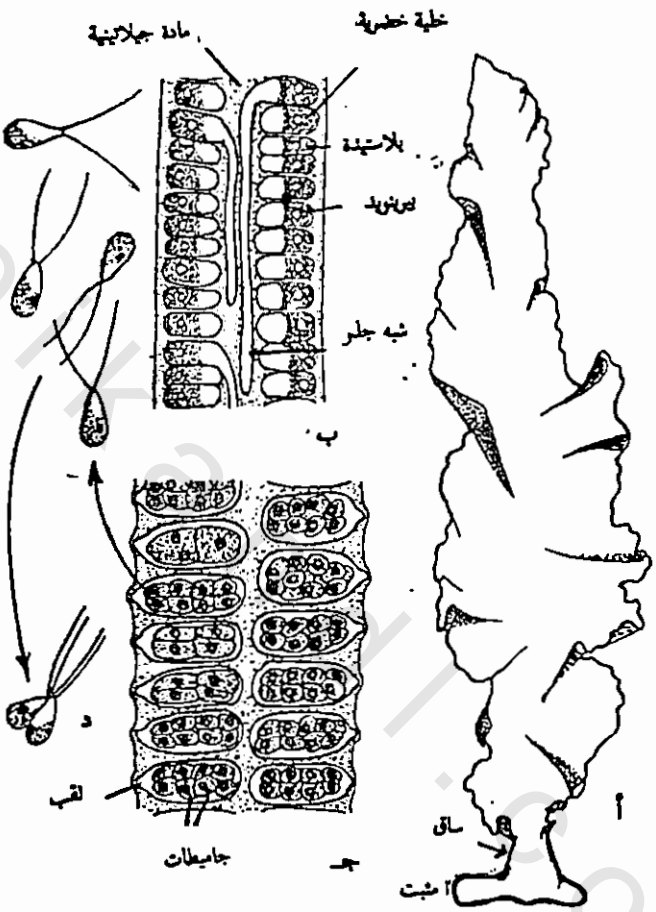
### زيجنيما *Zygnema*

وهو طحلب خيطى يماثل فى تركيبه الطحلب السابق الا أن كل خلية تحتوى على بلاستيدات وكل بلاستيدة خضراء نجمية الشكل . والتزاوج السلمى يحدث كما فى الاسبيروجيرا الا أن اتحاد البروتوبلاستين غالبا ما يتم فى قناة التزاوج ولذلك لا يوجد خيط مؤنث وخيط مذكر .

### الفا (خس البحر) *Ulva*

يعيش طحلب الفا فى البحار ويكثر وجوده على الشواطىء المصرية . يظهر جسم الطحلب بشكل أوراق مفلطحة أو شريطية متموجة رقيقة ، سمكها خليتين وتصل فى الطول الى ٣٠ سم أو أكثر ، تنتهى من اسفل بساق قصيرة stalk ومثبت holdfast الذى يثبتها فى اليابسة . يتكون المثبت نتيجة لتجميع نهايات أشباه جذور ، وأشباه الجذور عبارة عن نتوءات طويلة تخرج من الخلايا القاعدية للطحلب وتنمو بين صفيها . تظهر خلايا الطحلب فى القطاع العرضى بشكل مستطيل أو مربع منغمسة فى مادة جيلاتينية ، وتحتوى كل خلية منها على نواة واحدة وبلاستيدة مسطحة الى كأسية الشكل ، كما تحتوى البلاستيدة على

يرينويد واحد . ينمو الطحلب بأن تنقسم الخلايا فى أى مكان من الثالوس فى إتجاهين لزيادة المسطح الورقى . المثبت هو الجزء المعمر من الطحلب ، ومنه تتكون أنصال جديدة كل عام (شكل ١٤ أ ، ب) .




(شكل ١٤) : طحلب الفا

( أ ) منظر عام للطحلب .

(ب) قطاع عرضى فى جزء قاعدى من الثالوس .

(جـ) قطاع عرضى فى حافة جزء من الثالوس الجاميطى

( د ) جاميطات وزيجوت ذو أربعة أسواط

يتكاثر الطحلب خضريا بتجزؤ الثالوس الى أجزاء صغيرة ، ينمو كل جزء منها مكونا ثالوسا جديدا .

تظهر فى هذا الطحلب ظاهرة تبادل الاجيال ، فيوجد نبات جاميطى gametophyte تكون خلاياه أحادية الاساس الكروموسومى ، ونبات جرثومى sporophyte تكون خلاياه ثنائية الاساس الكروموسومى .

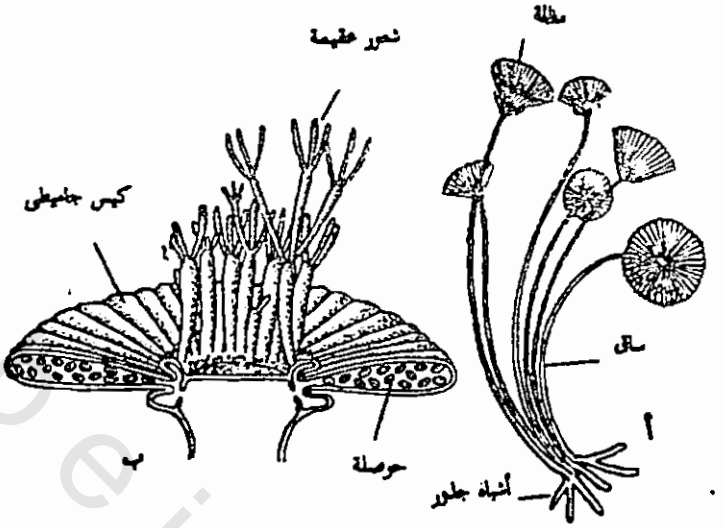
تنتج الجاميطات من خلايا على حواف النبات الجاميطى ، فتكون كل خلية عديدا من الجاميطات ثنائية الاسواط ، تخرج من ثقب فى نهاية نتوء يمتد للسطح الخارجى للطحلب (شكل ١٤ ج) . وتتزاوج الجاميطات وتتكون زيجوتات رباعية الاسواط . وعادة يكون التزاوج متماثلا (شكل ١٤ د) . يسبح الزيجوت فترة ثم يستقر ويفرز جدارا ، ثم ينبت مكونا أشباه جذور ونصل وبذلك يتكون النبات الجرثومى الذى يشبه فى شكله النبات الجاميطى ، ومنه تتكون جراثيم متحركة رباعية الاسواط بنفس الطريقة التى تكونت بها الجاميطات المتحركة ، الا أنه عند تكوين الجراثيم فانه يحدث انقساما اختزاليا ثم انقسامات غير مباشرة ، ثم تتحرر الجراثيم المتحركة الناتجة وتنبت مكونة النباتات الجاميطية ، بنفس الطريقة التى تكونت بها النباتات الجرثومية من الزيجوت .

### أسيتابيولاريا *Acetabularia*

أسيتابيولاريا طحلب بحرى يعيش فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية ، ويوجد فى البحر الابيض المتوسط ولهذا الطحلب أهمية كبيرة فى الابحاث الخاصة بعلاقة النواة والسيتوبلازم بتركيب وحياة الكائن الحى .

يتكون طحلب أسيتابيولاريا عند النضج من ساق قائمة غير متفرعة قد يصل طولها الى ١٠ سم وهى تحمل شعور عقيمة تسقط عند النضج . وتحمل فى قمتها مظلة قد يصل قطرها الى واحد سنتيمتر ، ويترسب عليها مركبات كلسية ، يثبت الطحلب فى اليابسة بأشباه جذور (شكل ١٥ أ) .

تتكون المظلة من قرص خصب fertiile disc أو أكثر وقد يوجد أعلى المظلة شعور عقيمة ، ويتكون كل قرص من عدة أكياس جاميطية موجودة على هيئة



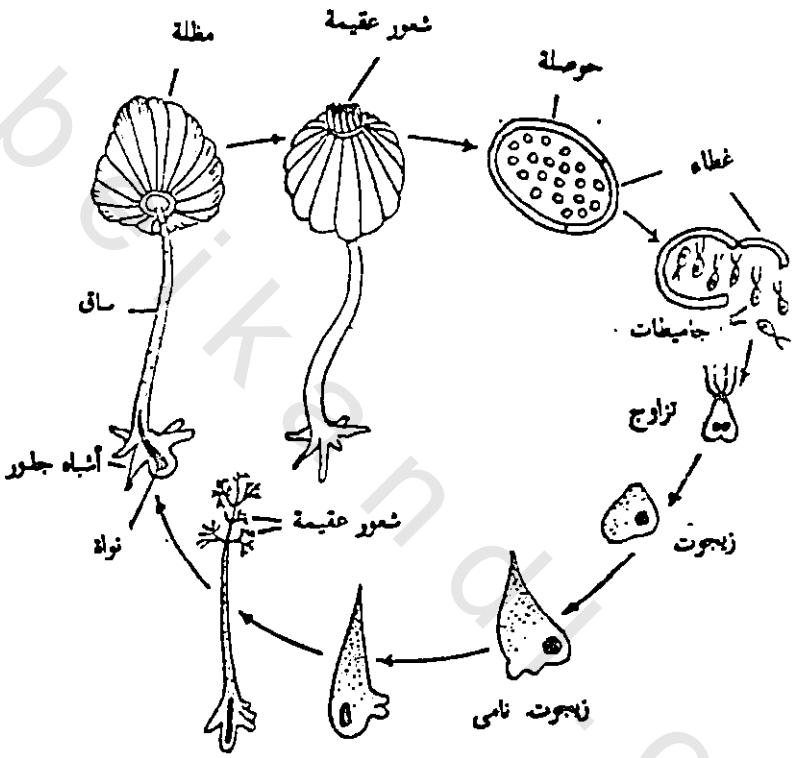

(شكل ١٥) طحلب اسبنا بولارا

(أ) منظر عام للطحلب الناضج (ب) منظر لجزء من المظلة

أشعة gametangial rays متلاصقة جانبيا ، أو منفصلة تبعا للنوع (شكل ١٥ ب) .

بعد انبات الزيجوت وخلال الفترة الاولى من نمو الطحلب نلاحظ أنه يتكون من خلية واحدة ، تحتوى على نواة واحدة تبقى بالقرب من القاعدة وتستمر كذلك حتى يصل القرص الخصب الى حجمه الكامل ، وأثناء ذلك تستطيل النواة لدرجة كبيرة . ثم تنقسم النواة عدة انقسامات وتتكون أنوية عديدة تصل الى عدة آلاف تحمل بواسطة الحركة الانسيابية للسيتوبلازم ، الى أعلى الثالوس ، وتهاجر معظم الانوية الى أشعة الاكياس الجاميطية . ينقسم بروتوبلاست كل كيس جاميطى الى أجزاء بكل منها نواة واحدة ، ثم يستدير كل جزء ، ويفرز جدار له غطاء محدد مكونا حوصلة cyst . تكبر الحوصلات فى الحجم ، وتنقسم أنويتها عدة انقسامات غير مباشرة ، تسقط الحوصلات فى الماء . ثم تنقسم كل من أنويتها انقساما اختزاليا لتتكون الجاميطات الكمثرية الشكل

المتحركة الثنائية الاسواط تتحرر الجاميطات عن طريق عطاء الحوصلة الذى ينفتح لتخرج الجاميطات المتماثلة التى تتزاوج لتكون الزيجوتات (شكل ١٦) .




(شكل ١٦) : دورة حياة طحلب أسيتابيولاريا

# قسم الطحالب السوطية

## Division Euglenophyta

تكثر الطحالب السوطية فى مياه البرك الغنية بالمادة العضوية ، كما توجد فى أمعاء بعض الحيوانات . وهى طحالب وحيدة الخلية متحركة ، ذات الوان خضراء لاحتوائها على صبغات الكلوروفيل ، كلوروفيل أ ، ب وكاروتين وزانثوفيل . بعض أنواعها عديمة اللون وتعيش مترممة وأحيانا تتغذى تغذية حيوانية بابتلاع أغذية صلبة ، ويعتبر الكثير تلك الانواع من الحيوانات ويتبعونها للحيوانات الاولية .

الغذاء المخزن يكون فى صورة دهون ومركب كربوايدراتى شبيه بالنشا ، عديم الذوبان فى الماء هو الباراميلم paramylum (الباراميلون paramylon) جميع أفرادها متحركة بالاسواط وبالحركة اللولبية للجسم كله .

### التركيب

خلية الطحلب عارية ليس لها جدار خلوى . يتكون الجزء الخارجى من السيتوبلازم من جزء بروتوبلازمى أكثر كثافة من باقى السيتوبلازم ويعرف بالبريبلاست periplast ، يمكن البروتوبلاست من الانقباض والحركة بحرية . وعادة يكون البريبلاست مخطط طوليا أو منقط ، وقد يكون صلبا فيعطى للخلية شكل ثابت ، أو يكون مرنا فيتغير شكل الطحلب أثناء الحركة . والشكل العام لهذا الطحلب يتراوح ما بين البيضى والمغزلى . يحيط بجسم الطحلب ولا يلتصق به ، فى بعض الاجناس ، غلاف جيلاتينى مزركش به فتحة أمامية تخرج منها الاسواط ويسمى لوريكا lorica ، والغلاف عديم اللون فى المبدأ ثم يصبح داكن اللون لتشبعه بمركبات الحديد .

يحتوى البروتوبلاست على نواة واحدة واضحة . وكثيرا ما توجد بقعة عينية حمراء اللون بالقرب من مقدمة الخلية ويعتقد أنها توجه الطحلب ناحية مصدر الضوء . تخرج من البروتوبلاست أسواط يختلف عددها من واحد الى ثلاثة أسواط

أمامية . بالفحص الدقيق للاسواط وجد أن السوط محاط بغشاء يحمل شعيرات دقيقة . تتحرك الاسواط بواسطة جهاز حركى neuromotor apparatus .

**التكاثـــر .**

يحدث التكاثر اللاجنسى بانقسام بروتوبلاست الخلايا طوليا انقساما غير مباشر . وفى الاجناس ذات الغلاف الجيلاتينى يحدث الانقسام داخل الغلاف ثم تحتفظ احدى الخليتين الناتجتين بالغلاف وتتحرر الاخرى وتفرز غلافا لها . وفى الانواع ذات السوط الواحد فان احدى الخليتين الناتجتين تحتفظ بالسوط وتكون الثانية سوطا جديدا لها . وفى الانواع ذات السوطين تأخذ كل خلية سوطا ثم يتكون سوطا ثانيا ، أو تأخذ احدى الخليتين السوطين وتكون الخلية الاخرى سوطين جديدين . فى بعض الانواع تحاط الخلية المنقسمة بحوصلة من جدار سميك ، وبعد الانقسام يتحرر البروتوبلاستان الناتجان من الجدار ويتكون طحلبين جديدين .

التكاثر الجنسى مشكوك فى وجوده .

من أفراد الطحالب السوطية طحلب يوجلينا .

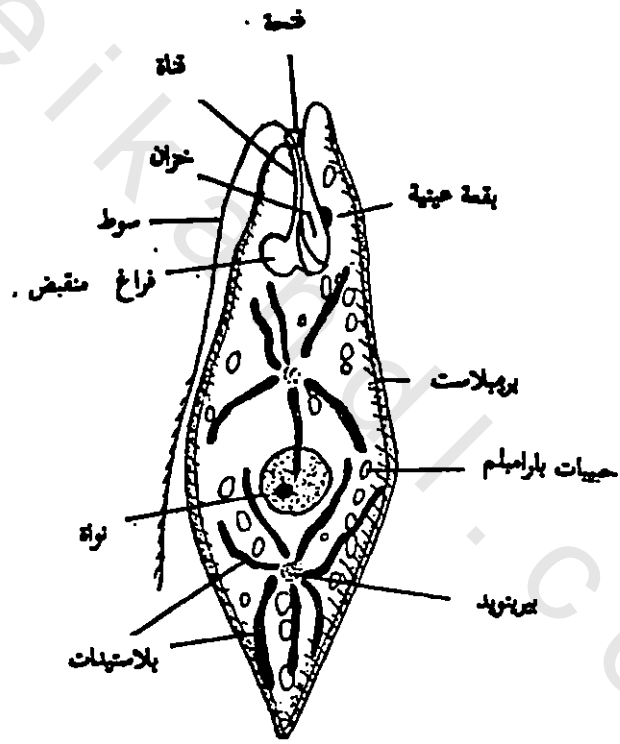
**يوجلينـا *Euglena***

يكثر وجود طحلب يوجلينا فى المياه العذبة ، وهو طحلب وحيد الخلية له شكل مغزلى عادة ، وله سوط واحد أمامى متفرع من قاعدته . البريبلاست مخطط ومرن . توجد للطحالب فتحة أمامية تفتح فى قناة أنبوبية تنتهى بخزان واسع . ويوجد بجدار الخزان فراغ منقبض يصب فى الخزان ، يتبعه تكون فراغ منقبض آخر . وهكذا . كما يوجد ملاصقا للقناة أو الخزان بقعة عينية حمراء .

يحتوى البروتوبلاست على نواة ، يختلف مكانها فى الخلية حسب النوع ، كما يحتوى البروتوبلاست على بلاستيدات خضراء قرصية أو عضوية قد تكون مرتبة على هيئة أشعة تخرج من مركز ، وقد يوجد بيرينويد فى مركز أشعاع البلاستيدات الخضراء يتجمع حولها حبيبات الباراميلم . كما توجد الحبيبات الاحيرة منتشرة فى السيتوبلازم أيضا (شكل ١٧) .

وبالرغم من وجود فتحة أمامية وقناة وخزان بالطحلب الا أنه لا يتغذى على مواد صلبة ، بل يتغذى ذاتيا وبالمحاليل السائلة ، ويخرج الغازات الناتجة عن العمليات الحيوية عن طريق الانتشار من سطحها . النوع يوجلينا فريديس *Euglena viridis* يمكنه أن يعيش معيشة حيوانية فى الظلام . وذلك بابتلاع مواد صلبة ، كما يمكنه أن يعيش معيشة نباتية بأن يتغذى تغذية ذاتية فى الضوء .

التكاثر اللاجنسى يتم بالانقسام الطولى والتكاثر الجنسى غير معروف .




(شكل ١٧) : خلية طحلب يوجلينا

# قسم الطحالب الكارية

## Division Charophyta

توجد الطحالب الكارية مغمورة فى المياه العذبة أو القليلة الملوحة ، الساكنة أو القليلة الحركة ، فى المناطق الدافئة والمائلة للبرودة .

أفراد هذه الطحالب ذات محور اسطوانى قائم يشبه الساق ، ومقسم الى عقد وسلاميات . تنمو من العقد فى نظام سوارى نموات محددة تشبه الاوراق ، وتنمو من آباطها أفرع غير محدودة النمو . تحتوى خلايا الطحالب الكارية على بلاستيدات خضراء بها نفس صبغات الكلوروفيل الموجودة فى الطحالب الخضراء ، البلاستيدات قرصية خالية من البيرينويد والنشا هو الغذاء المخزن . تتكون جدر الخلايا من سليلوز مشبع بالجير .

لا تكون هذه الطحالب جراثيم لا جنسية . التكاثر الجنسى عبارة عن تزاوج بيضى oogamy تتكون الجاميطات بداخل أعضاء جنسية متخصصة تحمل على أعناق . تغلف الاعضاء الجنسية بغلاف خاص . يتحول الزيجوت الناتج إلى جرثومة بيضية . وتعطى الجرثومة البيضية عند انباتها خيط أولى يعرف بالبروتونيما protonema ، ينشأ منه النبات الكامل .

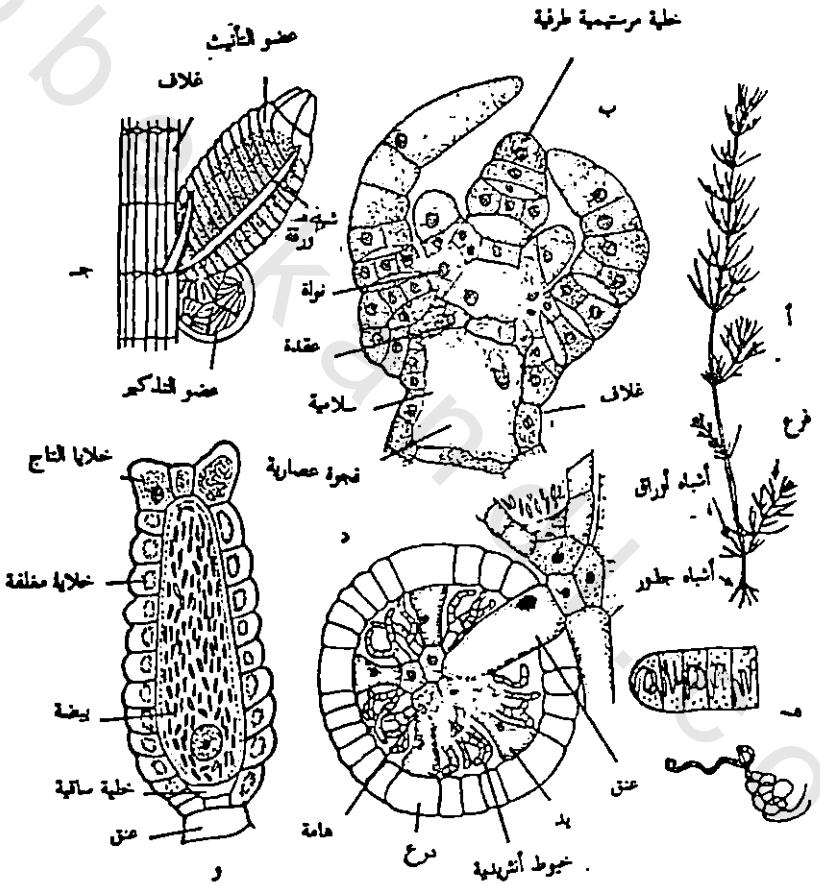
من أفراد الطحالب الكارية طحلب كارا .

### كـارا *Chara*

يتكون طحلب كارا من محور قائم يشبه الساق ، يتصل بالارض بأشباه جذور rhizoids متفرعة عديدة الخلايا . الساق مقسم الى عقد وسلاميات ، وعلى عقدة تنمو أشباه أوراق محدودة النمو فى وضع سوارى (شكل ١٨ أ) كما تنمو من آباط أشباه الاوراق أفرع غير محدودة النمو تتكون العقدة من عديد من الخلايا الصغيرة ، بينما تتكون السلامية من خلية واحدة كبيرة تحاط بغلاف سمكه طبقة واحدة من الخلايا .

يحدث النمو بواسطة خلية مرستيمية طرفية apical . الخلايا المرستيمية وكذلك خلايا العقد وحيدة النواة . خلايا السلاميات الكبيرة بها فجوات عصارية كبيرة وسطحية (شكل ١٨ ب) .

التكاثر جنسى ويتم بطريق التزاوج البيضى . وبعض أنواع طحلب كارا متماثلة الثالوس والبعض الآخر متباين الثالوس .




(شكل ١٨) طحلب كارا

( أ ) منظر عام للطحلب (ب) قطاع طولى فى قمة نامية للطحلب .

(جـ) منظر مكبر لعقدة تحمل أشباه أوراق وعضوى تذكير وتأنيث

( د ) قطاع فى عضو تذكير

(هـ) منظر مكبر لجزء من خيط انثريدى وجاميطة ذكرية

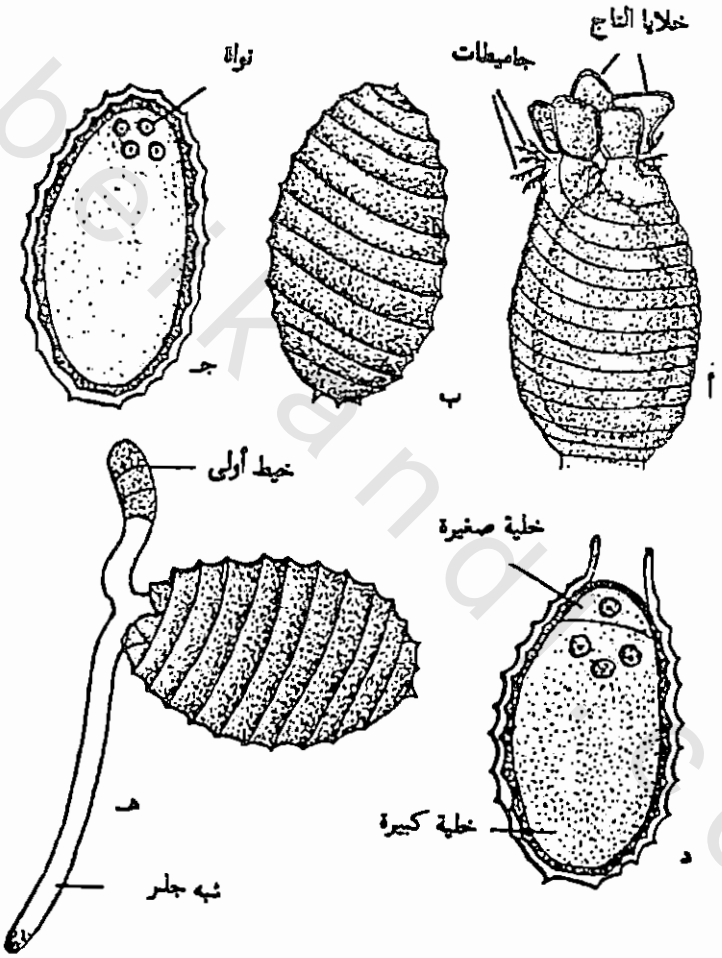
( و ) قطاع طولى فى عضو تأنيث

عضو التذكير antheridium كروى الشكل عادة ، ويحمل على عنق (شكل ١٨ جـ) . يتكون عضو التذكير من درع shield لونه برتقالى براق أو أحمر عند النضج ، وهو يتركب من ثمانى خلايا تكون جدار عضو التذكير ، وتقسم كل خلية من هذه الخلايا بحواجز عرضية غير كاملة . يتصل بكل خلية من خلايا الدرع من الداخل خلية متطاولة تسمى اليد manubrium ، تحمل فى نهايتها الهامة capitulum . وتتكون الهامة من عدة خلايا ، يخرج منها خيوط أنثريدية antheridial filaments (شكل ١٨ د) . يتكون بداخل كل خلية من خلايا الخيوط الانثريدية جاميطية ذكرية واحدة حلزونية الشكل ولها سوطان أماميان (شكل ١٨ هـ) . عند نضج الجاميطات تنفصل خلايا الدرع عن بعضها ، وتتعرض الخيوط الانثريدية للخارج وتخرج الجاميطات الذكرية من ثقوب فى جدر خلايا الخيوط الانثريدية .

عضو التأنيث oogonium يتكون من جسم بيضاوى الشكل عادة ، ويحمل على عنق (شكل ١٨ جـ) . يتكون عضو التأنيث من بيضة oosphere بيضاوية تحمل على خليتين ساقيتين stalk cells . تحاط البيضة بجدار يتكون من خمسة خلايا أنبوبية حلزونية طويلة ومتلاصقة تسمى الخلايا المغلفة enveloping cells ، تعلوها خمسة خلايا قصيرة متلاصقة تسمى خلايا التاج corona cells (شكل ١٨ و) . وتوجد مادة جيلاتينية فى قمة عضو التأنيث بين التاج والبيضة . عند نضج عضو التأنيث تتمدد الخلايا المغلفة جانبيا فتبعد خلايا التاج عن بعضها وبذلك تترك فتحات علوية تسمح بدخول الجاميطات الذكرية الى عضو التأنيث مخترقة الطبقة الجيلاتينية ، وتنجح نواة جاميطية مذكرة واحدة فى اخصاب نواة البيضة (شكل ١٩ أ) .

بعد الاخصاب يتكون الزيجوت الذى يفرز حول نفسه جدارا سليلوزيا سميكا مكونا جرثومة بيضية ، كذلك تتغلظ الجدر الداخلية للخلايا المغلفة وتبقى مع الجرثومة البيضية بينما تتحلل باقى أجزاء عضو التأنيث ، تسقط الجرثومة البيضية الى قاع البركة وتنبت بعد مدة . وقبل الانبات تنقسم نواة الجرثومة البيضية انقساما اختزاليا وتكون أربع أنوية ، ثم تنقسم الجرثومة الى خليتين احداهما صغيرة

وتحتوى على نواة واحدة ، والاخرى كبيرة وتحتوى على ثلاثة أنوية لا تلبث أن تتحلل . تنقسم الخلية الصغرى معطية خليتين تنموان فى اتجاهين مختلفين ، فتعطى احداهما الخيط الاولى أو أو البروتونيما protonema وتعطى الثانية شبه جذر rhizoid (شكل ١٩ ب ـ هـ) . تنمو البروتونيما مكونة النبات الجديد (شكل ١٨ أ) .




(شكل ١٩) تكوين الجرثومة البيضية وانباتها فى طحلب كارا

( أ ) عضو التأنيث وحوله الجاميطات المذكرة (ب) جرثومة بيضية .

(جـ ، د) قطاع طولى فى جرثومة بيضية قبل الانبات

(هـ) انبات الجرثومة البيضية

# قسم الطحالب البنية

## Division Phaeophyta

تعيش معظم أفراد الطحالب البنية فى المياه المالحة وخاصة فى المناطق المائلة للبرودة ونادرا ما توجد فى المياه العذبة . تمتاز هذه الطحالب بلونها البنى الذى يرجع الى احتوائها على الصبغة البنية فيكوزانثين fucoxanthin التى تحجب الصبغات الاخرى الموجودة وهى كلوروفيل أ ، جـ ، والكاروتينات والزانثوفيل . جميع أنواع الطحالب البنية عديدة الخلايا تحتوى كل خلية على أكثر من بلاستيدة . أنواعها البسيطة خيطية وتتدرج الى أنواع كبيرة الحجم قد تصل فى الطول الى أكثر من ستين مترا مثل فى الطحلب ماكروسيستس *Macrocystis* ، التى تتصل بالصخور بمثبت قوى قد يكون على عمق ٣٠ متر تحت سطح الماء . الناتج الرئيسى المخزن بخلايا الطحالب البنية هو السكر الكحولى مانيتول mannitol ومركب كربوايدراتى عد . التسكر لامينارين laminarin .

يتكون الجدار الخلوى من سليلوز والجين algin ، والاخير مركب كربوايدراتى مكون من وحدات من حمض المانيورونيك mannuronic acid .

التكاثر اللاجنسى قد يتم خضريا بتجزؤ الجسم الخضرى للطحلب أو يحدث بتكوين جراثيم متحركة أو غير متحركة . الجراثيم المتحركة ذات سوطين جانبيين غير متساويين فى الطول ومختلفين فى النوع احدهما ريشى والآخر كرباجى .

التكاثر الجنسى يتم بتزاوج متماثل أو غير متماثل أو بيضى . ويتم التزاوج بتكوين زيجوت ينمو الى الطور الجرثومى . كثيرا ما تشاهد ظاهرة تبادل الاجيال .

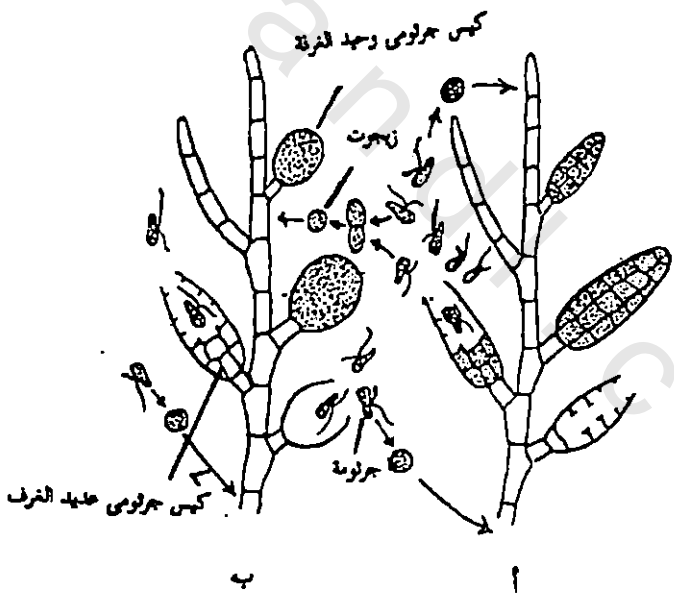
من أفراد الطحالب البنية اكتوكاربس وفيوكس وسارجسم .

### اكتوكاربس *Ectocarpus*

يشاهد طحلب اكتوكاربس فى مياه البحر الابيض المتوسط مثبتا بالصخور أو طحالب أخرى ، ولهذا الطحلب أهمية كبيرة حيث يستخرج منه اليود وكذلك

مادة الجين التى تستخدم فى صناعات عديدة منها صناعة البلاستيك

يتكون طحلب اكتوكاربس من خيوط كثيرة التفرع ، تتكون من خلايا وحيدة النواة تحتوى عادة على بلاستيدات قرصية أو حزمية . يتكون الطحلب من جزئين ، جزء قاعدى عبارة عن المثبت وعدد من الافرع الرأسية التى تنمو من المثبت . يتكون كل فرع فى معظم الانواع من صف واحد من الخلايا . دورة الحياة تشمل نوعين من النباتات ، نباتات جرثومية ونباتات جاميطية . يتكون على النبات الجرثومى نوعين من الاكياس الجرثومية ، نوع وحيد الغرفة unilocular ونوع عديد الغرف plurilocular ، ويتكون كلا النوعين على قمم أفرع جانبية قصيرة . الاكياس الجرثومية وحيدة الغرفة تنشأ من خلايا طرفية وهى كروية الى بيضاوية ، تنقسم نواتها انقساما اختزاليا يليها عدة انقسامات غير مباشرة منتجة ٣٢ أو ٦٤ نواة ، تحيط كل منها نفسها بجزء من السيتوبلازم مكونة جراثيم متحركة ذات سوطين جانبيين غير متساويين . تتحرر الجراثيم الناتجة وتفقد أسواطها وتنبت




(شكل ٢٠) : طحلب اكتوكاربس
( أ ) نبات جاميطى يحمل أكياسا جاميطية عديدة الغرف
(ب) نبات جرثومى يحمل نوعين من الأكياس الجرثومية

ويعطى كل منها نباتا جاميطيا . الاكياس الجرثومية عديدة الغرف تنتج من خلايا قمية تنقسم طولا وعرضا منتجة أكياس تحتوى كل منها على مئات من خلايا صغيرة مكعبة ، يتكون بداخل كل منها جرثومة واحدة متحركة بسوطين جانبيين (شكل ٢٠ ب) . تتحرر الجراثيم الناتجة وتعطى نباتات جرثومية .

النباتات الجاميطية تشبه النباتات الجرثومية ، وتحمل أكياسا جاميطية عديدة الغرف على قمم أفرع جانبية قصيرة . الاكياس الجاميطية تشبه الاكياس الجرثومية عديدة الغرف ، الا أنها تكون جاميطات متحركة ذات سوطين جانبيين . الجاميطات الناتجة قد تنبت مباشرة بعد فقد أسواطها معطية نباتات جاميطية ، وقد يحدث تزاوج بين جاميطتين ويتكون زيجوت ينمو مكونا نبات جرثومى (شكل ٢٠ أ).

### فيوكس *Fucus*

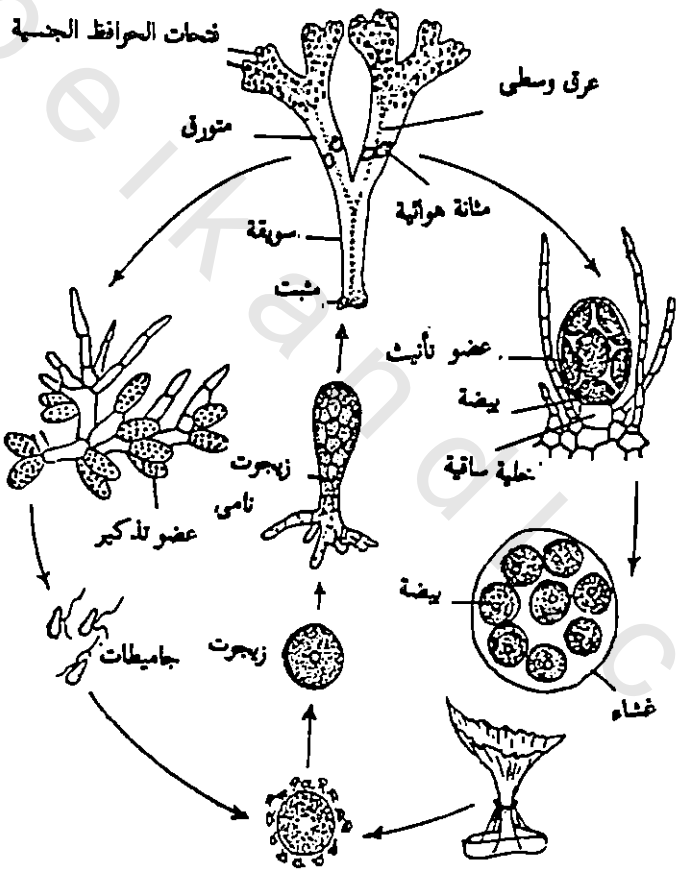
يشاهد طحلب فيوكس على السواحل الصخرية للبحر الابيض المتوسط . الجسم الخضرى لطحلب فيوكس شريطى متفرع تفرعا ثنائيا . يتميز جسم الطحلب الناضج الى ثلاثة أجزاء ، الجزء القاعدى ويعرف بالمثبت وهو قرصى الشكل ويقوم بتثبيت الطحلب على الصخور ، يعلو الجزء القاعدى جزء شريطى يعرف بالسويقة stipe ، يتفرع فى نهايته تفرعا ثنائيا معطيا المتورق frond ، ويلاحظ فى منتصف السويقة وأفرع المتورق وجود عرق وسطى . بعض الانواع تكون فى الثالوس مثانات هوائية air bladders . تنتفخ قمم المتورق وتظهر عليها نقط كثيرة متقاربة عبارة عن فتحات الحوافظ الجنسية conceptacles (شكل ٢١) .

بعمل قطاع عرضى فى المتورق تظهر به ثلاثة أنسجة رئيسية من الخارج الى الداخل كالآتى (شكل ٢٢) :

١ ــ النسيج التمثيلى assimilation tissue ، وهى الطبقة السطحية التى تقوم أساسا بعمل التمثيل الضوئى وتتكون من خلايا صغيرة مضلعة ، تحتوى على بلاستيدات بكثرة ، وتغطى من الخارج بمادة جيلاتينية .

٢ ــ القشرة cortex ، وتتكون من خلايا رقيقة الجدر أكبر من خلايا النسيج التمثيلي ، وفيها تخزن المواد الغذائية

٣ ــ النخاع medulla ، ويتكون من خلايا خيطية مفككة متشابكة تشغل مركز القطاع ويقوم هذا النسيج بتوصيل الغذاء الى أجزاء الطحلب المختلفة .

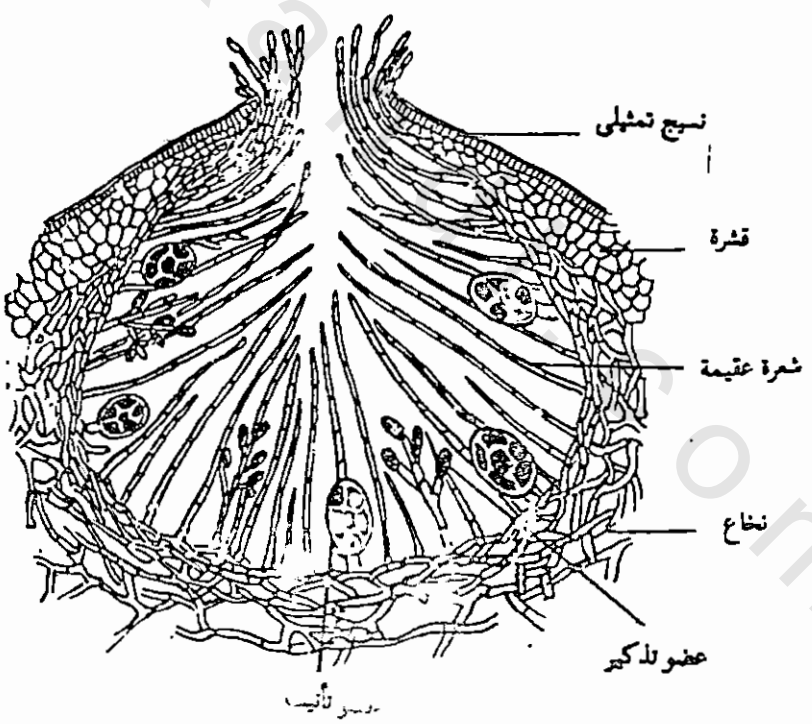



(شكل ٢١) دورة حياة طحلب فيوكس

كما يوجد فى منتصف السويقة والمتورق العرق الوسطى الذى تكون من خلايا مغلظة وظيفتها التدعيم .

يحدث التكاثر الجنسى بالتزاوج البيضى ، وتتكون الاعضاء الجنسية فى الحوافظ الجنسية . تتكون أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث فى حافظة جنسية واحدة فى بعض الانواع ، أو يتكون كل منهما فى حافظة جنسية مستقلة فى البعض الآخر . الحوافظ الجنسية كروية الشكل تقريبا وتفتح بفتحة للخارج وتحتوى على شعور عقيمة paraphyses بجانب احتوائها على الاعضاء الجنسية كما يبطن الجزء العلوى من الحافظة شعور عقيمة تسمى periphyses (شكل ٢٢) .

أعضاء التذكير صولجانية الى بيضاوية الشكل ، وتحمل على أفرع خيطية كثيرة التفريع . يحتوى عضو التذكير بداخله على ٦٤ جاميطة مذكرة antherozoids كمثرية الشكل ذات سوطين جانبيين غير متساويين . ينفتح جدار




(شكل ٢٢) قطاع فى حافظة جنسية لطحلب فوكس

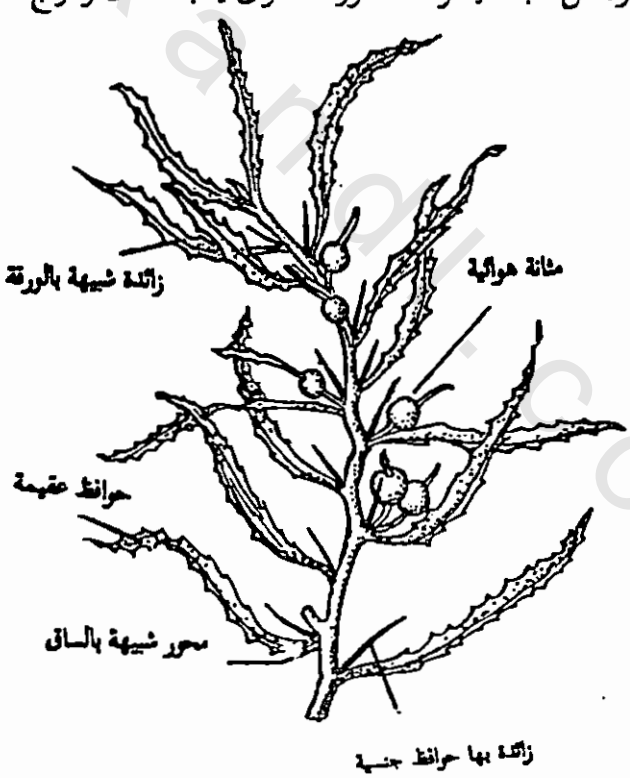
عضو التذكير ، وتنطلق الجاميطات الذكرية فى كتلة مغلفة بغشاء الى فراغ الحافظة الجنسية ومنها خلال الفتحة الى الخارج حيث تتحرر من الغشاء فى ماء البحر .

أعضاء التأنيث تظهر كأجسام كبيرة كروية الى بيضاوية ، تحمل كل منها على خلية ساقية stalk cell ، وتحتوى عند النضج على ثمانى بيضات oospheres . ينفجر جدار عضو التأنيث وتنطلق البيضات مغلفة بغشاء الى فراغ الحافظة الجنسية ، ومنها خلال فتحة الحافظة الى ماء البحر حيث تتحرر من الغشاء .

تنجح جاميطة ذكرية فى اخصاب بيضة ويتكون الزيجوت الذى ينمو الى نبات جديد (شكل ٢١) .

### سارجسم *Sargassum*

يكثر هذا الطحلب فى المحيط الاطلسى ، كما يوجد فى البحر الابيض المتوسط وهو يتكون من مثبت ينمو منه محور اسطوانى يشبه الساق وتخرج منه زوائد شبيهة




(شكل ٣٣) منظر لجزء من طحالب سارجسم

بالاوراق . توجد بأشباه الاوراق حوافظ عقيمة cryptoblasts لا تعرف وظيفتها بالضبط وتظهر على هيئة نقط بارزة . تنمو من آباط أشباه الأوراق مثانات هوائية وزوائد قصيرة (شكل ٢٣) ، والاخيرة توجد بداخلها حوافظ جنسية مماثلة للحوافظ الجنسية فى الفيوكس ، الا أن عضو التأنيث تنضج فيه بيضة واحدة فقط .

obeikandl.com

# قسم الطحالب الحمراء

## Division Rhodophyta

معظم أفراد هذا القسم من الطحالب البحرية التى تنمو مغمورة كلية فى الماء. يكون بعضها فى داخل خلاياه كميات كبيرة من الجير ، وتلعب دورا كبيرا فى تكوين الشعب المرجانية ، كما أن البعض مثل جليديم *Gelidium* يستخرج منه مادة الآجار آجار agar agar التى تستعمل فى بعض الصناعات الغذائية وفى تنمية الفطريات والبكتيريا على بيئات صناعية والبعض يستعمل كغذاء مثل بورفيرا *Porphyra* . القليل من الطحالب الحمراء يوجد في المياه العذبة .

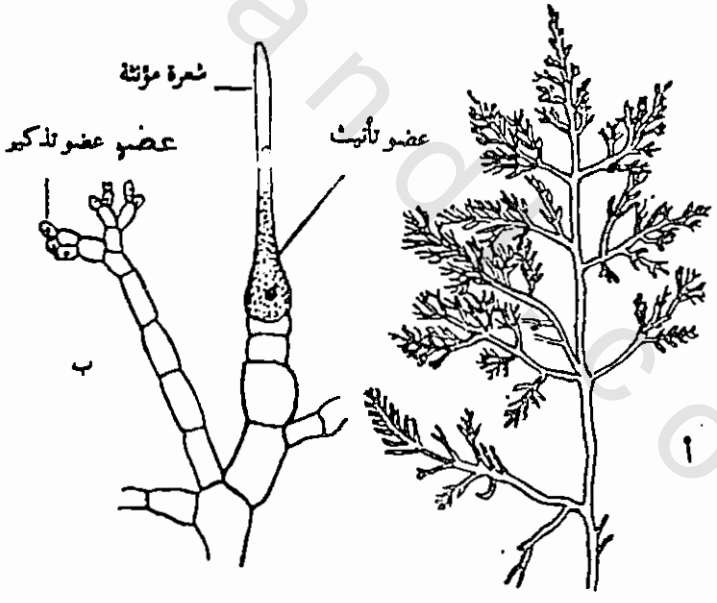
تمتاز الطحالب الحمراء باحتوائها على صبغتى فيكوارثرين phycoerythrin ذات اللون الاحمر وفيكوسيانين phycocyanin ذات اللون الأزرق بجانب احتوائها على كلوروفيل أ ، د ، وكاروتينات . توجد صبغة فيكوارثرين بكميات كبيرة ولهذا فتظهر تلك الطحالب بلون يختلف من الاحمر الوردى الى البنفسجى الى البنى المحمر .

التركيب الخضرى لافراد الطحالب الحمراء رقيق معظمها عديد الخلايا ، وخيطى أو شريطى ، كثير التفرع ، خلاياه ذات جدر خلوية سميكة تتكون من طبقتين الداخلية سيليلوزية والخارجية جيلاتينية بكتينة ، لا تكون بتاتا خلايا خضرية أو تكاثرية متحركة . ظاهرة تبادل الاجيال واضحة فى الطحالب الحمراء الراقية . تخزن المواد الغذائية فى صورة مركب كربوايدراتى يشبه الأميلوبكتين amylopectin ويعرف بالنشا الفلوريدى floridean starch والذى يصبغ باللون الاحمر عند اضافة اليود .

التكاثر اللاجنسى يتم بطرق مختلفة ، منها تكوين الجراثيم الرباعية tetraspores ، وتنتج هذه الجراثيم عن كبر بعض الخلايا ثم انقسام نواة كل خلية انقساما اختزاليا وينتج عن ذلك تكوين كيس جرثومى tetrasporangium يحتوى على أربعة جراثيم ولذلك تسمى بالجراثيم الرباعية . تنبت كل جرثومة منها معطية نباتا جاميطيا .

التكاثر الجنسى يحدث بواسطة التزاوج البيضى ، ودلك بتكوين أعضاء تذكير يحتوى كل منها على جاميطة ذكرية واحدة غير متحركة spermatium وأعضاء تأنيث carpogonia ويتكون كل منها من خلية واحدة تستدق قمتها مكونة نمو خيطى يعرف بالشعرة المؤنثة trichogyne (شكل ٢٤ أ) .

تحمل تيارات الماء الجاميطات الذكرية فاذا وصلت احدها الى شعرة مؤنثة التصقت بها ، فيذوب جدار الشعرة المؤنثة فى منطقة الالتصاق وتنتقل نواة الجاميطة المذكرة خلال الشعرة المؤنثة حتى تصل الى قاعدة عضو التأنيث ، ويحدث الاخصاب ويتكون الزيجوت . ينمو الزيجوت معطيا فى بعض الحالات جراثيما تعرف بالجراثيم الثمرية carpospores ، التى تنمو معطية نباتات جرثومية ومن أفرادها طحلب جليديم .




(شكل ٢٤) طحالب حمراء

( أ ) جزء من طحلب جليديم

(ب) جزء من طحلب يحمل عضو التذكير والتأنيث

## جليديـــم *Gelidium*

طحلب بحرى ، تنتج أجزاؤها الجديدة سنويا من جزء قاعدى معمر جسم الطحلب اسطوانى أو مسطح ، صلب نسبيا ويتفرع ريشيا (شكل ٢٤ ب) ، وتنمو أفرعه من خلية طرفية . والطحلب متباين الثالوس .

للطحلب جليديم أهمية كبيرة حيث تستخلص منه مادة الآجار وهى مادة كربوايدراتية معقدة تستخدم فى الصناعات الغذائية وفى عمل البيئات لتنمية الفطريات والبكتريا .

obeikandl.com

## قسم الطحالب الذهبية

### Division Chrysophyta

تمتاز طحالب هذا القسم بأن صبغات الكاروتين والزانثوفيل تسود نسبيا على صبغات الكلوروفيل ، ولهذا فان ألوانها تتراوح ما بين أخضر مصفر الى بنى ذهبى . كما أن هذه الطحالب لا تخزن موادها الغذائية فى صورة نشا بل فى صورة زيوت وفى صورة مركب شبيه بالبروتين هو ليكوزين leucosin .

الأسواط فى حالة وجودها تكون غالبا اثنين مختلفين احدهما ريشى pinnate والثانى كرباجى whiplash .

يضم هذا القسم ثلاثة صفوف هى الطحالب الصفراء الذهبية والطحالب الصفراوية والطحالب الدياتومية .

## صف الطحالب الصفراء الذهبية

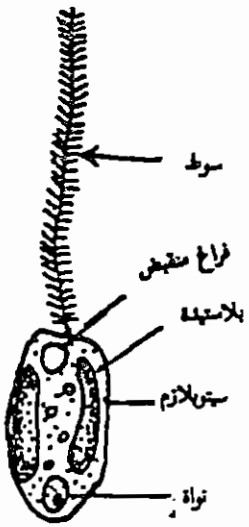
### Class Chrysophyceae

معظم أفرادها وحيدة الخلية . متحركة بسوط أو سوطان أماميان . الجدار الخلوى يتكون من سليكا وبكتين . لون البلاستيدات الغالب هو البنى أو الاصفر الذهبى ، وذلك لوجود صبغة فيكوكريسين phycochrysin وعادة لا تحتوى على بيرينويدات . الغذاء المخزن ليكوزين وزيوت . التكاثر الجنسى غير معروف .

من أفرادها الطحلب كروميولينا .

### كروميولينا *Chromulina*

يتكون طحلب كروميولينا من خلية واحدة كروية الى بيضاوية الى مغزلية متحركة بسوط واحد أمامى . الخلية ذات نواة واحدة . وتحتوى على بلاستيدة واحدة أو اثنين مسطحين ، ونادرا ما يوجد بيرينويد فى البلاستيدة . تحتوى الخلية




(شكل ٢٥) منظر الطحلب كروميولينا

على فراغ منقبض أو أكثر فى قاعدة السوط ، كما توجد بقعة عينية فى بعض أنواعها (شكل ٢٥) .

التكاثر اللاجنسى يحدث بواسطة الانقسام الطولى للخلية ، وقد يتم ذلك أثناء حركة الخلية . كما يحدث التكاثر اللاجنسى أيضا بتكوين جراثيم ستاتية statospores ، تتكون بتشكيل بروتوبلازم الخلية الى بروتوبلازم كروى داخلى ينفصل عن البروتوبلازم المحيطى بغشاء بلازمى ، ثم يفرز البروتوبلازم الداخلى جدار ذو مصراعين متساويين ، أو غير متساويين ، وقد يدخل البروتوبلازم الخارجى فى هذه الاثناء الى الداخل ، أو يتحلل . وعند انبات الجرثومة ينقسم البروتوبلاست الى ٢ أو ٤ بروتوبلاستات ، ثم يتحرر البروتوبلاست كأجسام أميبية عادية أو كجراثيم ذات أسواط .

# صف الطحالب الصفراوية

## Class Xanthophyceae

تسود نباتات هذا الصف فى المياه العذبة وهى تقارب فى الشكل الطحالب الخضراء . تحتوى خلاياها على بلاستيدات عدسية أو قرصية الشكل توجد بها صبغات كلورفيل أ ، ب ، ج ، هـ وكاروتين وزانثوفيل ، وهى ذات لون أخضر مصفر لارتفاع نسبة الكاروتين بها . الغذاء المخزن عبارة عن زيوت . يتكون جدار الخلية فى بعض الانواع من مصاريع متراكبة. الخلايا المتحركة لها سوطين أماميين غير متساويين فى الطول . التكاثر الجنسى نادر الحدوث وغالبا ما يكون متماثل التزاوج .

من أفرادها فوشيريا وفيه يحدث تزاوج بيضى .

### فوشـــيريا *Vaucheria*

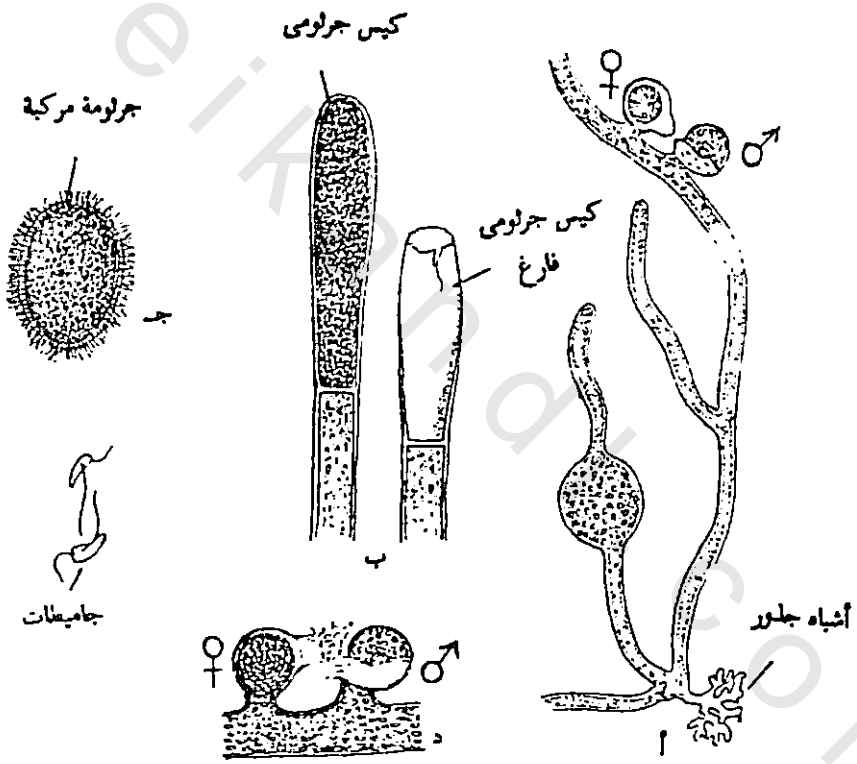
يعيش طحلب فوشيريا فى المياه العذبة الراكدة أو التربة الرطبة ، والقليل من أنواعه يوجد فى المياه المالحة . يتكون الطحلب من خلية واحدة أنبوبية كثيرة التفريع وعديدة الانوية coenocyte . وتظهر الجدر العرضية عند تكوين أعضاء التكاثر أو حدوث جرح أو مرض . الانواع الارضية لها أشباه جذور قاعدية عديمة اللون ( شكل ٢٦ أ) .

يكون السيتوبلازم طبقة رقيقة تبطن جدار الخلية ، ويشغل مركز الخلية فجوة عصارية كبيرة تمتد بطول الطحلب . الانوية توجد بالسيتوبلازم للداخل ناحية الفجوة العصارية ، والبلاستيدات الخضراء القرصية أو الكروية أو البيضاوية والخالية من البيرينويدات توجد للخارج ناحية جدار الخلية

يخزن الطحلب غذاءه فى صورة زيت

يحدث التكاثر اللاجنسى فى الانواع المائية بتكوين حواجز عرضية تفصل انتفاخات طرفية صولجانية الشكل فى أفرع الطحلب تصبح الخلايا الطرفية

أكياسا جرثومية zoosporangia ينعكس وضع الانوية والبلاستيدات الخضراء فى بروتوبلاست الكيس الجرثومى فتصبح الانوية للخارج والبلاستيدة للداخل . ينقبض البروتوبلاست وينفصل عن جدار الكيس الجرثومى ، ثم يتكون على البروتوبلاست من الخارج عديد من الاسواط ، كل سوطين متجاورين يقابلان نواة ، ويصبح البروتوبلاست جرثومة مركبة عديدة الانوية وعديدة الاسواط . تخرج الجرثومة السوطية المركبة من ثقب فى طرف الكيس الجرثومى (شكل ٢٦ ب ، جـ) تسبح الجرثومة فترة فى الماء ثم تستقر وتكون جدار وتنبت مكونة طحلبا جديدا .




(شكل ٢٦) طحلب فوشيريا

( أ ) نالوس الطحالب .
(ب) كيس جرثومى ممتلىء وآخر فارغ
(جـ) جرثومة مركبة
( د ) التكاثر الجنسى

ويحدث التكاثر اللاجنسى فى الانواع الارضية بتكوين حواجز عرضية تفصل أجزاء من الشريط الطحلبى الى خلايا تغلف بجدر عليظة مكونة جراثيم ساكنة hypnospores ، تنبت بعد فترة سكون لتكون طحالب جديدة

يحدث التكاثر الجنسى بتكوين أعضاء تذكير وأعضاء تأنيث ، عادة على نفس الثالوس ومتجاورين على نفس الفرع . عضو التذكير خطاف الشكل ويفتح بثقب طرفى وتخرج منه جاميطات ذكرية كمثرية الشكل وحيدة النواة وثنائية الاسواط الجانبية . يتكون عضو التأنيث كخلية فى نهاية نتوء تحتوى على بيضة واحدة وحيدة النواة عند النضج (شكل ٢٦ د) ويتم الاخصاب بدخول جاميطة ذكرية الى البيضة خلال بروز فى عضو التأنيث ويتكون الزيجوت الذى ينضج ويحيط نفسه بجدار سميك متحولا الى جرثومة بيضية oospore ساكنة ، تنبت بعد فترة سكون فتنقسم نواتها انقساما اختزاليا ثم غير مباشر وتنمو لتكون طحلبا جديدا .

# صف الطحالب الدياتومية

## Class Bacillariophyceae

تعرف أفراد هذا الصف بالدياتومات diatoms . توجد فى المياه العذبة والمالحة والتربة الرطبة ، وترسيب جدرها الصلبة بعد موتها ، ينتج عنه التربة الدياتومية ، وهى موجودة فى أنحاء عديدة من العالم وتستعمل فى صناعات كثيرة كصناعة المفرقعات حيث تمتص النيتروجلسرين وفى تنقية السوائل وتنظيف المعادن ، وكمادة عازلة ، وفى معاجين الاسنان .

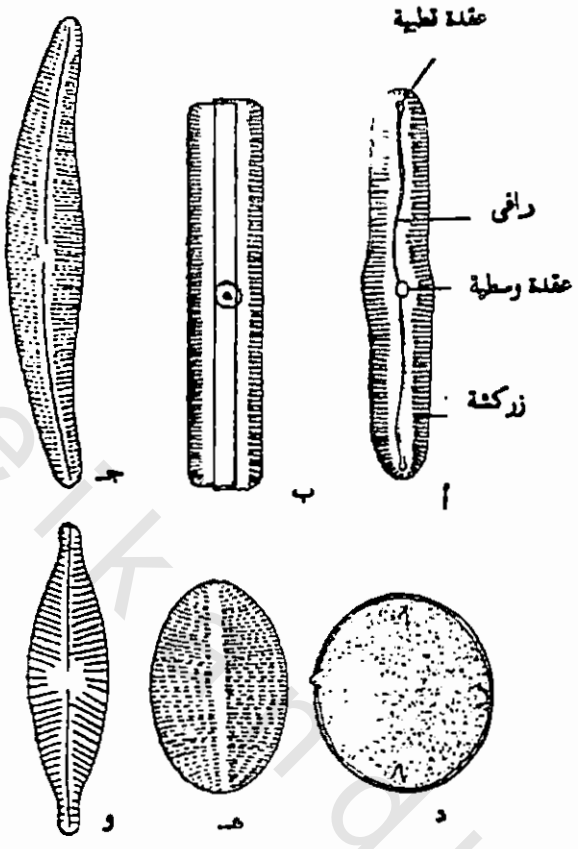
تخزن الدياتومات غذائها فى صورة زيوت وليكوزين .

**التركيـــب :**

أفرادها وحيدة الخلية ولكنها تتجمع أحيانا فى مستعمرات بواسطة غلاف جيلاتينى . جدار الخلايا صلب صخرى يتكون جزئيا من السليكا وجزئيا من البكتين ويتكون دائما من مصراعين valves ، يتراكب الخارجى منهما على الداخلى كما فى أطباق بترى ، ويختلف شكلهما كثيرا حسب الانواع ، وكثيرا ما يتكون عليها نتوءات وعلامات مميزة .

بالفحص الميكروسكوبى يمكن رؤية الدياتومات فى منظرين ، منظر أمامى مصراعى valve view يبين أحد المصراعين ، ومنظر جانبى side view يبين منطقة تراكب المصراعين . يختلف شكل المصراع فقد يكون دائريا أو بيضيا أو شريطيا أو مثلثا أو عديد الاضلع . وفى الانواع المستطيلة من الدياتومات يوجد عادة شق بطول المصراع يعرف بالرافى raphe ، ممتد من نتوء وسطى يعرف بالعقدة الوسطية central nodule الى نتوءين طرفين يعرفان بالعقدتين القطبيتين polar nodules (شكل ٢٧)

يتركب البروتوبلاست من طبقة رقيقة من السيتوبلازم تبطن الجدار ، ونواة واحدة ، وبلاستيدة أو أكثر ذات لون بنى مصفر الى ذهبى كما توجد فجوة




(شكل ٢٧) : دياتومات

(أ) منظر مصراعي . (ب) منظر جانبي

(جـ ، د ، هـ ، و) أشكال مختلفة من الدياتومات

عصارية أو أكثر عادة . بعض أنواع الدياتومات متحركة رغم خلوها من الاسواط ، وطريقة حركتها غير معروفة بالضبط ، ولو أن البعض يرجعها الى الحركة الانسيابية للسيتوبلازم .

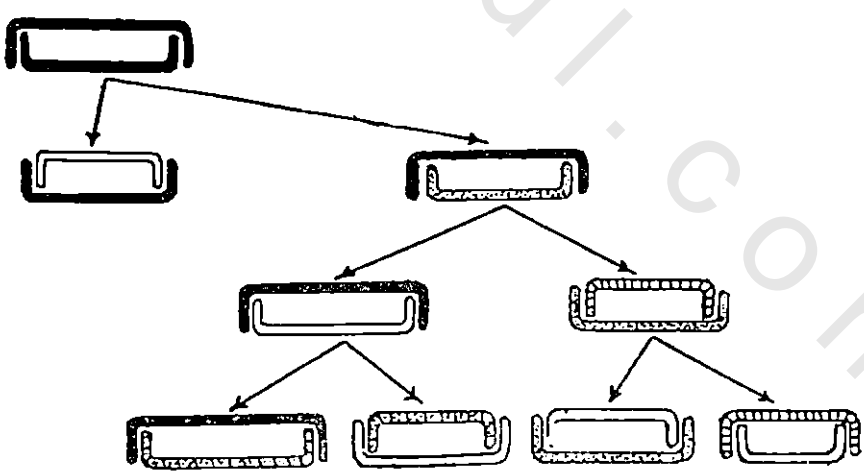
## التكاثر اللاجنسي :

يحدث التكاثر اللاجنسي أساسا بواسطة الانقسام غير المباشر ، حيث يتمدد البروتوبلاست ويسبب فصل المصراعين عن بعضهما ، ثم تنقسم الخلية انقساما

غير مباشر ويتكون عن ذلك خليتان احدهما تحتوى على المصراع الخارجى والاخرى تحتوى على المصراع الداخلى . يغطى الجانب الآخر لكل خلية جديدة بغشاء بلازمى ثم تكون كل خلية مصراع جديد فى الجهة الداخلية من المصراع الاصلى ونتيجة هذا الانقسام نجد أن احدى الخليتين أصغر حجما من الخلية الاصلية ، وبتكرار حدوث الانقسام نجد أن احدى الخليتين الناتجتين أصغر حجما من الخلية الاصلية . وبتكرار حدوث الانقسام تقل حجم بعض الدياتومات الناتجة لدرجة كبيرة لا يمكن معها الاستمرار فى الانقسام بالطريقة السابقة (شكل ٢٨) . لهذا فان الدياتومات التى تصغر لدرجة كبيرة تتخلص من جدارها الصلب وتكبر فى الحجم حتى تصل الى الحجم المثالى للنوع ، ثم تعيد تكوين الجدار ، ويسمى البروتوبلاست بعد تخلصه من الجدار بالجرثومة النامية auxospore .

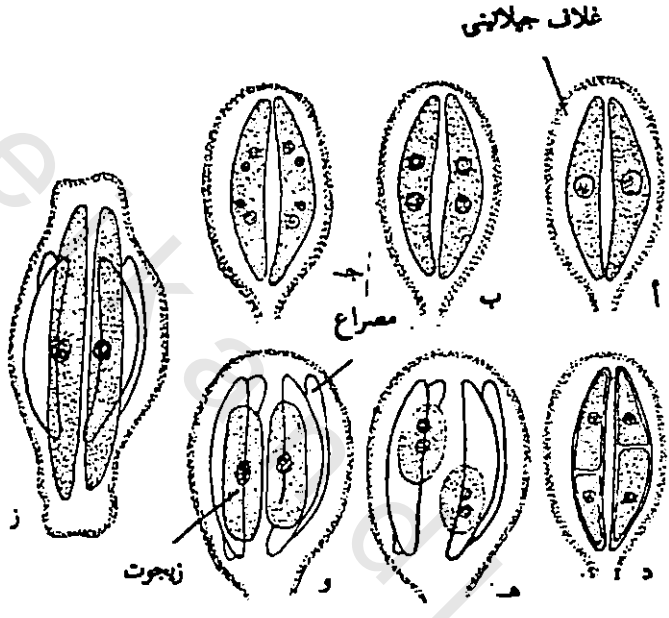
## التكاثر الجنسى

يحدث التكاثر الجنسى بطرق مختلفة ، منها أن خليتين تتقاربان وتغلفان معا بغلاف جيلاتينى ، ثم تنقسم نواة كل منها انقساما اختزاليا لتكون أربعة أنوية أحادية الاساس الكروموسومى . تختزل نواتان منها وتبقى نواتان خصبتان . تنقسم كل خلية لتكون جاميطتان بكل منهما نواة واحدة خصبة أحادية الاساس



(شكل ٢٨) التكاثر اللاجنسى فى الدياتوم

الكروموسومى . تنفرج المصاريع وتخرج الجاميطات تتزاوج كل حاميطة من خلية مع جاميطة من الخلية المقابلة وينتج زيجوتان يكبران ويتحولان الى جرثومتين ناميتين ، تنمو كل منهما الى الحجم الطبيعى وعادة تنقسم كل منهما الى خليتين ، ثم تتكون المصاريع الخاصة بها (شكل ٢٩) .




(شكل (٢٩) : التكاثر الجنسى فى الدياتوم

# قسم الطحالب النارية

## Division Pyrrophyta

تعيش الطحالب النارية فى البحار والمياه العذبة ، والقليل منها يعيش عالقا على الطحالب الخضراء أو متطفلا على الحيوانات .

معظم أفراد الطحالب النارية وحيدة الخلية ، متحرك عادة بسوطين غير متماثلين فى الشكل والموضع . ويكون خاليا من الجدار عادة وقد يكون له جدار خلوى سليلوزى . ويوجد انخفاض فى جسم الطحلب يقسمه الى جزئين أمامى وخلفى ، ويوجد أحد السوطين فى هذا التجويف والثانى طويل ريشى pinnate ويتجه للخلف . لون الخلايا أخضر مصفر الى بنى ذهبى . يحتوى بروتوبلاست الخلايا على بلاستيدات يميل لونها الى البنى ، وتحتوى على صبغات كلوروفيل أ ، ج ، وكاروتينات وزانثوفيلات ، وتوجد من الزانثوفيلات ثلاثة أنواع خاصة توجد فى أفراد هذا القسم فقط . معظم الاجناس لها بقعة عينية وفجوات صغيرة غير منقبضة .

مواد التخزين تكون عادة فى صورة نشا ، وقد توجد زيوت ، التكاثر اللاجنسى يتم بواسطة انقسام الخلايا أو بتكوين جراثيم متحركة أو غير متحركة . والتكاثر الجنسى غير معروف فى معظم الاجناس .

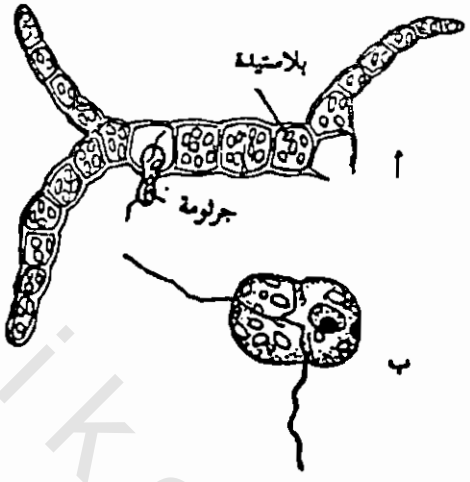
من أفراد هذا القسم طحلب دينوكلونيم .

### دينوكلونيم *Dinoclonium*

طحلب دينوكلونيم طحلب خيطى عديد الخلايا ، يقل قطر خلاياه كلما اتجهنا ناحية الاطراف ، ولذلك تظهر خيوطه مسحوبة . تحتوى جدر الخلايا على سليلوز ، كما يحتوى البروتوبلاست على بلاستيدات صغيرة عديدة قرصية لونها بنى الى أصفر . تحدث الزيادة فى طول الخيط نتيجة للانقسام العرضى للخلايا

التكاثر اللاجنسى يتم بتكوين جراثيم متحركة ذات سوطين بداخل الخلايا

ويتكون من الخلية الواحدة جرثومة أو جرثومتين فقط ويخرج حيواناتها المتحركة من ثقب فى الجدر الجانبية للخلايا (شكل ٣٠)




(شكل ٣٠) : طحلب دينوكلونيم

(أ) خيط الطحلب . (ب) جرثومة