محاضرات

علم الطحالب

Algology

الأستاذ المساعد الدكتور

عبدالناصر عبدالله مهدي التميمي

2019

علم الطحالب Algology

ويسمى بتسمية أخرى هي Phycology وهذه الكلمة مشتقة من الكلمتين Phykas (أعشاب البحر, الطحالب العملاقة , Sea weeds) و Logy (علم) .

أما مصطلح Algology مشتقة من Algae (الطحالب) و Logy (علم) .

علم الطحالب : هو العلم الذي يهتم بدراسة الطحالب من الناحية التصنيفية والفسلجية والبيئية والوراثية والبايوكيميائية بالاضافة الى اهتمام العلم بالجانب البايوتكنولوجي للطحالب (التكنولوجية الاحيائية) .

الطحالب : نباتات بدائية ذاتية التغذية Autotrophic بسيطة التركيب , تفتقر الى وجود الانسجة الوعائية وتحتوي على الكلوروفيل أ , ولها تراكيب تكاثرية بسيطة .

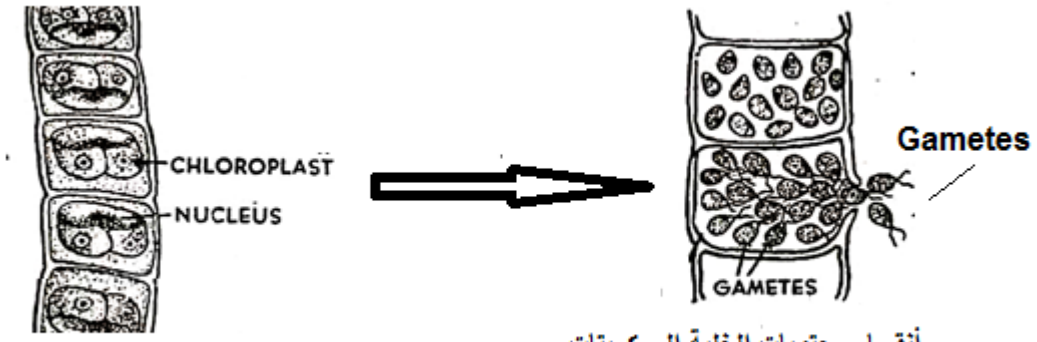
تعريف اخر للطحالب : هي عبارة عن نباتات بسيطة لا زهرية (لا تكون ازهار) ثالوسية Thallophytes (خيوط متشابكة) لا وعائية (لا تمتلك اوعية من خشب ولحاء) , تفتقر ايضاً الى الجذور والسيقان والاوراق , تقوم بعملية البناء الضوئي (ذاتية التغذية Autotrophic) لاحتوائها على صبغة الكلوروفيل أ الا حالات نادرة تقوم بالتغذية المختلطة (متباينة Heterotrophic) , كما انها تمتلك اعضاء تكاثرية بسيطة التركيب وغير محاطة بخلايا عقيمة , لا ترتقي الى مستوى التباين الخاص في انباتات الراقية .

❖ **ويمكن ان نوضح عبارة لا ترتقي الى مستوى التباين الخاص في النباتات الراقية بما يلي :**

1. **بساطة تركيب أجسامها والتي تكون أما أحادية الخلية أو متعددة الخلايا لكنها تفتقر الى وجود الاوراق والسيقان والجذور الحقيقية , فضلاً عن فقدانها الانسجة الوعائية الناقلة .**
2. **بساطة التراكيب التكاثرية فقد تتمثل بخلايا خضرية أعتيادية وتصبح تكاثرية :**

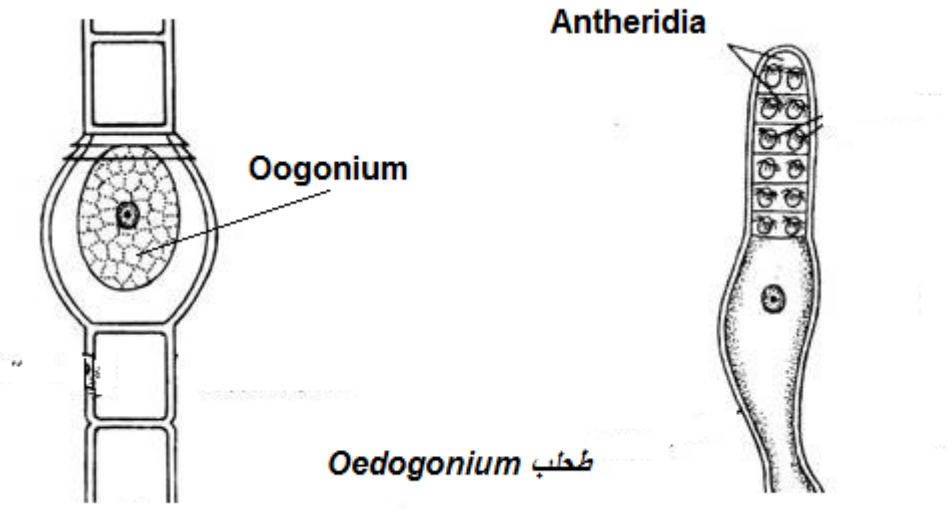
أ – في حالة الطحالب الاحادية الخلية فأن جسم الطحلب الخضري يتحول الى خلية تكاثرية يتكون في داخلها مشيج واحد او أكثر كما في طحلب *Chlamydomonas* :

أما في الطحالب الخيطية مثل ***Ulothrix*** فأن محتويات أحدى الخلايا الخضرية تنقسم لتكون أمشاج :



Ulothrix أنقسام محتويات الخلية الى كميتات

ب- قد يحدث في بعض الطحالب ان تتخصص بعض الخلايا الى تكاثرية وتكون هذه الخلاليا مميزه عن الخلايا الخضرية في الشكل والحجم , بعضها يتميز بأنقسام محتوياتها الى أمشاج ذكرية صغيرة مسوطة تسمى **Antherozoids** وتمثل هذه الخلايا الاعضاء التكاثرية الذكرية **Antheridia** , أما الخلايا التكاثري الاخرى فتكوّن محتوياتها خلية البيضة **Ovum** والتي تكون كبيرة الحجم ساكنة وتمثل هذه الخلية العضو التكاثري الانثوي **Oogonium** كما في طحلب ***Oedogonium*** :

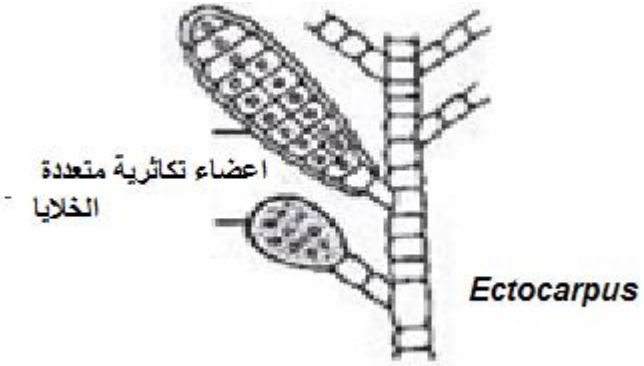


Oedogonium طحلب

ج- وفي طحالب أخرى تكون الاعضاء التكاثرية متخصصة ومتعددة الخلاليا , الا أن جميع الخلاليا تكون خصبة **Fertile** , وبذلك تختلف عن الاعضاء التكاثرية في النباتات الراقية التي تتميز

بكونها متعددة الخلايا ومحاطة بجدار عقيم . وتتمثل هذه الحالة كما في طحلب ***Ectocarpus***

.



3- بساطة طرائق تكاثرها حيث ان تكاثرها الجنسي يكون أما بواسطة أمشاج متشابهة Isogamy أو مختلفة An isogamy أو من النوع البيضي Oogamy . لا تنمو البيضة المخصبة من Zygote الى جنين Embryo كما في النباتات الراقية .

❖ تصنيف الطحالب وموقعها بين الكائنات الحية :

بدأ علم تصنيف الاحياء مع بداية العالم لينايوس Linnaeus عام 1707 -1778 م , اذ قسم الكائنات الحية الى مملكتين Kingdom :

1- المملكة النباتية : Kingdom : Plant

2- المملكة الحيوانية : Kingdom : Animal

ومع تقدم العلم وعبر الزمن جاء العالم الالماني (1883) Eischler الذي أختص في تصنيف المملكة النباتية حيث قسمها الى :

Kingdom : palnts : المملكة النباتة

Sub Kingdom : Cryptogamy النباتات اللازهرية

وقسمت الى ثلاثة أقسام Divitions :

1- Divition : Thallophytes

Class : Algae الطحالب

Class : Funqi الفطريات

Class : Lichens الأشنات

2- Divition : Bryophytes الحزازيات

3- Divition : Pteridophytes السرخسيات

Sub Kingdom : Phanerogamy النباتات الزهرية

قسمت النباتات الزهرية الى :

1- Gymnosperm عاريات البذور

2- Angiosperm مغطاة البذور

ومع مرور الزمن حضل اشكال في تصنيف أشلر الذي ضم قسم الطحالب الى قسم الفطريات وهذا لا ينسجم مع طبيعة الطحالب ككائنات تقوم بعملية التركيب الضوئي مع الفطريات التي جميعها كائنات لا تقوم بعملية التركيب الضوئي , وعلية جاء تصنيف العالم الالماني White Laker (1969) حيث قسم الكائنات الحية الى خمسة مماليك هي :

<u>أولا :</u> البدائيات Kingdom : Monera

تضم هذه المملكة جميع الكائنات البسيطة غير الحقيقة النواة , حيث يضم قسم الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta .

<u>ثانياً</u> : الطليعيات Kingdom : Protista

تضم جميع الكائنات البسيطة ولكن حقيقية النواة .

<u>ثالثاً</u> : الفطريات Kingdom : Mycota (Funqi)

تضم كائنات بسيطة حقيقية النواة التي لا تقوم بعملية التركيب الضوئي .

<u>رابعاً</u> : النباتات Kingdom : Metaphyta (Plants)

تضم جميع النباتات الراقية .

<u>خامساً</u> : الحيوانات Kingdom : Metazea (Animals)

❖ على ضوء التقسيم أعلاه قسمت الطحالب الى مجموعتين هما :

A- الطحالب بدائية النواة Prokaryotic Algae : (وضعت ضمن مملكة البدائيات Monera)

وتتميز هذه المجموعة بالصفات التالية :

1- العضيات الموجودة في الخلية غير مغلفة بالغشاء البلازمي (الخلوي) Plasma membrane .
2- عديمة الاسواط .
3- لا يحصل فيها عملية التكاثر الجنسي .
4- حساسة للمضادات الحيوية Antibiotics .
وتضم هذه المجموعة قسم الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta

B- الطحالب حقيقية النواة Eukaryotic Algae : (وضعت ضمن مملكة الطليعيات Protista)
تتميز هذه المجموعة بالصفات التالية :

1- العضيات الموجودة في داخل الخلية محاطة بأغلفة سايتوبلازمية .
2- تمتلك أعضاء للحركة متمثلة بالاسواط .
3- تتكاثر بالطريقة الجنسية واللاجنسية بالاضافة الى التكاثر الخضري .
4- غير حساسة للمضادات الحيوية .
وتضم هذه المجموعة الاقسام الاتية من الطحالب :

1- شعبة الطحالب الخضر Divition : Chlorophyta
2- شعبة الطحالب اليوغلينية Divition : Euglenophyta
3- شعبة الطحالب الذهبية Divition : Chrysophyta
4- شعبة الطحالب الكربتية Diviyion : Cryptophyta
5- شعبة الطحالب البروفايتية Divition : Pyrrophyta
6- شعبة الطحالب البنية Divition : Phaeophyta
7- شعبة الطحالب الحمر Divition : Rhodophyta

❖ مما تقدم فأن الطحالب تدرس ضمن المجاميع النباتية الواطئة وذلك لعدة أسباب هي :
1- تعد الطحالب من اقدم النباتات التي تحتوي صبغة الكلوروفيل أ والتي تم تشخيصها من المتحجرات يعود تاريخها الى 3500 مليون سنة .
2- بساطة تركيب اجسامها فهي احادية الخلية او متعددة الخلايا ثالوسية .
3- بساطة تراكيبها التكاثرية .
4- بساطة طرق تكاثرها مما تسهل على المختصين دراسة فسلجة التراكيب الخضرية وفسلجة تكاثرها .
5- دورة حياتها قصيرة لا تتجاوز قسم منها الى بضعة أيام .

- **تواجد وأنتشار الطحالب :**

تتواجد الطحالب وتنتشر في مختلف البيئات في بقاع العالم كالاتي :

1- الطحالب المائية Aquatic Algae : هي الطحالب التي تتواجد في البيئة المائية وتكون أما :

A. الطحالب الهائمة : Phytoplankton هي التي تكون طافية على سطح الماءاو هائمة وتتحرك محمولة مع تيارات المياه والرياح وحركة المد والجزر وهي تكون من نوعين :

- **هائمات نباتية حقيقية Euphytoplankton**

وهي التي تقضي طيلة حياتها هائمة او عالقة خلال عمود الماء .

- **Merophytoplankton or Tychophytoplankton**

وهي طحالب قاعية الاصل (ملتصقة على السطوح المختلفة) ولكنها تصبح هائمة بسبب بعض الظروف البيئية ولفترة محدودة ومن هذه الظروف الرياح وحركة المد والجزر والتيارات وبزوال المؤثر تعود هذه الطحالب الى أصلها القاعي .

B. الطحالب القاعية Benthic Algae : وهي الطحالب الملتصقة وتسمى حسب الوسط الذي تلتصق عليها وكما يلي :

- **Epipelic Algae طحالب قاعية تنمو ملتصقة على الطين**
- **Epizamic Algae طحالب قاعية تنمو ملتصقة على الرمال**
- **Epiphytic Algae طحالب قاعية تنمو ملتصقة على النباتات او على اجسام طحالب أخرى**
- **Epizoic Algae طحالب قاعية تنمو ملتصقة على أجسام بعض الحيوانات**
- **Epilithic Algae طحالب قاعية تنمو ملتصقة على الصخور**
- **Endozoic Algae طحالب تنمو داخل اجسام الحيوانات**
- **Endophytic Algae طحالب تنمو داخل اجسام بعض النباتات**

2- طحالب اليابسة Terresterial Algae : الطحالب التي تنمو على اليابسة .

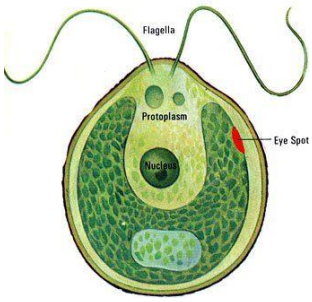
3- الطحالب الهوائية Aerial Algae : الطحالب الموجودة في الهواء وهي تمثل الوحدات التكاثرية للطحالب بالاضافة الى الطحالب التي تتواجد على قلف الاشجار و اسطح اوراق النباتات ذات الارتفاعات الشاهقة .

❖ تركيب الجسم الخضري للطحالب : Vegetative Structure of Algae

أشكال الطحالب مختلفة اختلافاً كبيراً تشمل عدة صور هي :

أولاً : وحيدة الخلية Unicellular Forms

في هذه الحالة الجسم الخضري للطحالب يتكون من خلية واحدة , ربما تكون متحركة بواسطة اسواط مثل *Chlamydomonas* أو تكون غير متحركة وبدون اسواط مثل *Chlorella* .



Chlamydomonas

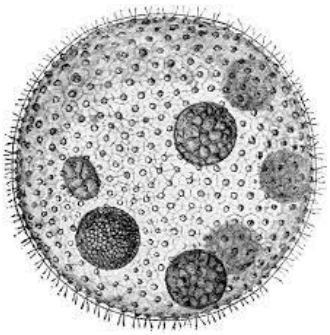
Chlorella

ثانياً : متعددة الخلايا Multicellular Forms

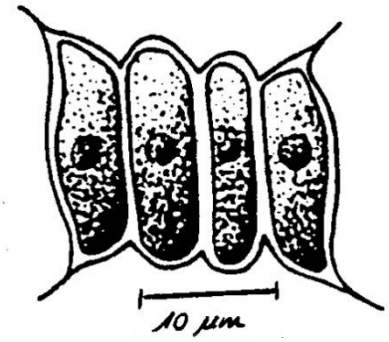
ويكون الجسم الخضري للطحلب يتكون من عدة خلايا , وبأشكال مختلفة وهي :

1- المستعمرات Colonical Forms

يتكون جسم الطحلب من عدد محدد من الخلايا مطمورة في مادة جيلاتينية (هلامية) ضامة متماسكة ويكون شكل المستعمرة محدد وثابت ومنتظم كون ان جميع الخلايا الخضري لا يحصل فيها انقسام بل هناك تحور لبعض الخلاليا الخضرية في داخل التجمع هي التي تتحور الى خلية تكاثرية ولا تؤثر على شكل التجمع الاصلي وعليه تحافظ على شكلها منتظمة , قد تكون متحركة مثل *Volvox* أو غير متحركة مثل *Scenedesmus* .



Volvox



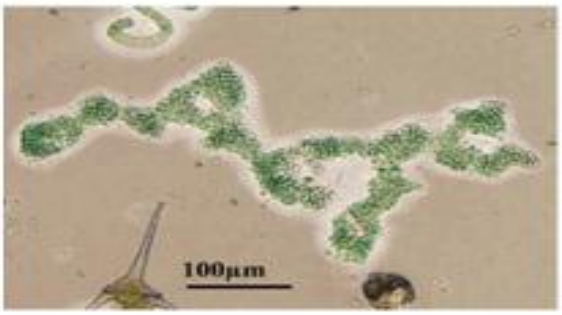
Scenedesmus

2- التجمعات Aggregations

يتكون جسم الطحلب من عدد غير محدد من الخلايا الخضرية التي لها القابلية على الانقسام الخضري البسيط اي لا توجد خلايا محددة ومخصصة للتكاثر الخضري وانما جميع الخلاليا قادرة على الانقسام الخلوي , لذا يكون شكل الطحلب وحجمه ليس ثابتاً ويكون على أشكال مختلفة تشمل ما يلي :

أ- النوع البالميلي Pallmelloid Forms

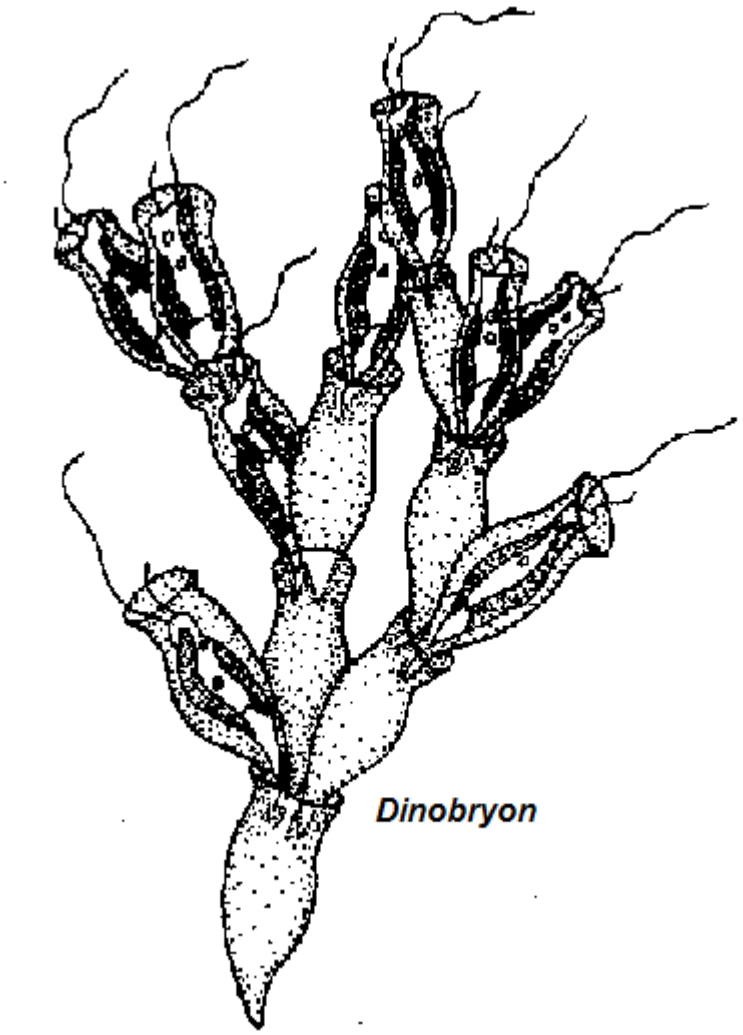
الطحلب يتكون من خلايا مغمورة في كتلة غير منتظمة من المادة الهلامية مثل طحلب *Microcycstis* .



. ***Microcystis***

ب – النوع الشجيري Dendroid Forms

الجسم الخضري للطحلب يشبه الشجرة والخلاليا متماسكة بمادة هلامية مثل طحلب *Dinobryon* .



ج - النوع الاميبي Ameoboid Forms

يتكون الطحلب من عدد من الخلايا الاميبية الشكل وتكون مترابطة ببعضها بمادة هلامية .

3-أشكال خيطية Filamentous Forms

تنتظم خلايا الطحلب على شكل خيوط نتيجة لأنقسام الخلايا في مستوى واحد وتكون على نوعين :

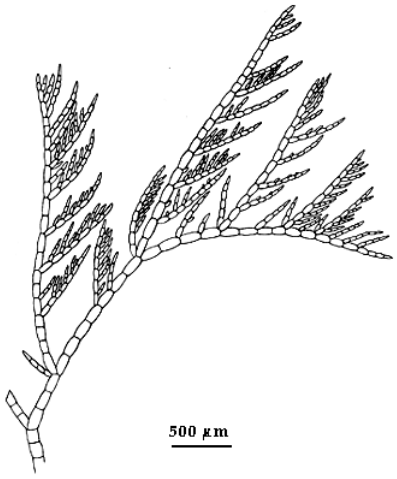
أ- خيوط بسيطة Simple Filaments

جسم الطحلب يتكون من خلايا مرتبة على شكل خيط غير متفرع مثل *Ulothrix*

ب- خيوط متفرعة Branched Filaments

جسم الطحلب يتكون من عدد من الخلايا على شكل خيط متفرع والتفرع ربما يكون حقيقيTrue Branched نتيجة لأنقسام الخلايا الخضرية عدة انقسامات حقيقية مكونة الفروع الجديدة مثل طحلب *Chladophora* وربما يكون التفرع كاذب False Branch فأنه لا ينتج عن انقسام الخلاليا الخضرية الام , بل يحصل نتيجة انبعاج الخيط الطحلبي لأحد الاتجاهات بسبب تعرضه الى التيارات المائية القوية او اصطدامه بجسم صلب او موت احد الخلاليا الخضرية أو أكثر يجعل من انبعاج الخيط مسألة سهلة أو بسيطة مثل طحلب *Scytonema* .

Scytonema

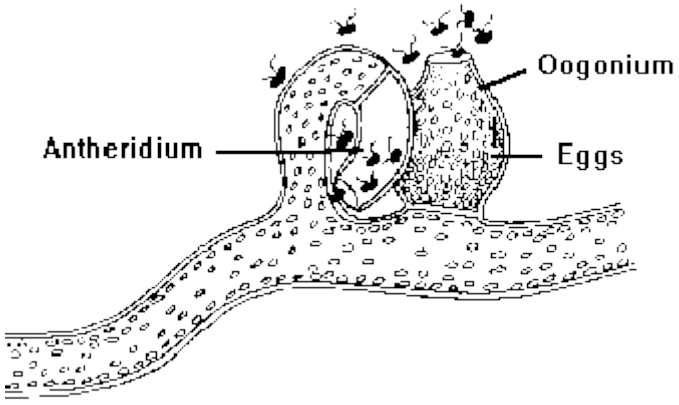


Chladophora

وفي بعض الطحالب المتفرعة جسم الطحلب يتكون من مجموعة من الخيوط , خيوط منبطحة ويطلق عليها بالنظام المنبطح وخيوط تنمو قائمة تدعى بالنظام القائم .

4- أشكال أنبوبية Siphoneous Forms

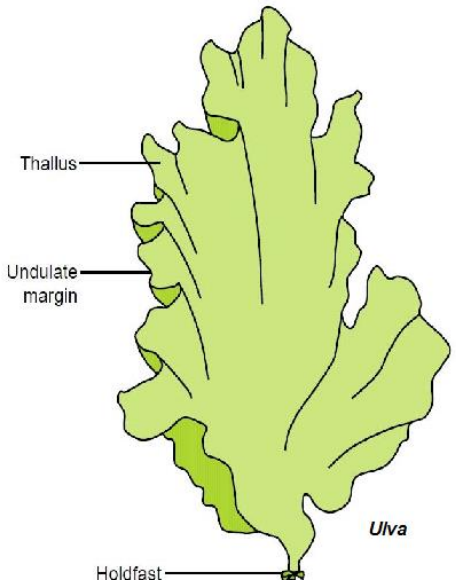
يكون الخيط أو الثالوس على هيئة أنبوب تنعدم فيه الحواجز الخلوية ويحتوي على عدة أنوية مثل طحلب *Vaucheria* , هذه الظاهرة تسمى بظاهرة المدمج الخلوي Coenocytic



Vaucheria

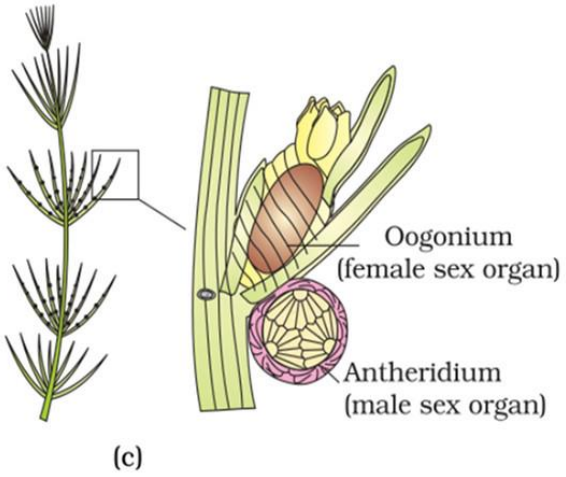
5- أشكال برنكيمية Paranchymatous Forms

الجسم الخضري للطحلب يكون على شكل صفيحة تشبه النسيج البرنكيمي ناتجة من انقسام الخلايا بأكثر من مستوى واحد مثل طحلب *Ulva* .



6- أشكال ثالوسية قائمة Erect Thallus

يتميز جسم الطحلب الى محور قائم يشبه الساق وله تفرعات تشبه الاوراق ويثبت بالوسط الذي يعيش فيه عن طريق خلايا أو تراكيب شعرية تشبه الجذور مثل طحلب *Chara* .



Chara

❖ الأسس المعتمدة في تصنيف الطحالب :

هناك صفات عديدة تختلف فيها مجاميع الطحالب عن بعضها ومن اول هذه الصفات أو الاسس أنه يلاحظ في الطحالب نوعين من الخلا يا هي :

1- خلاليا تكون بدائية النواة Prokaryotic وفيه تفتقر المادة النووية الى الغشاء النووي وكذلك تكون فاقدة للعضيات كالبلاستيدات و المايتوكوندريا واجسام كولجي والفجوات الحقيقية والاسواط ويتمثل هذا النوع من الخلايا في الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta .

2- أما النوع الاخر من الخلايا فهي الخلايا الحقيقية النواة Eukaryotic وتتمثل ببقية المجاميع الاخرى من الطحالب والتي تحتوي خلاياها على النواة الحقيقية وبقية العضيات .

وهناك عدة أسس أعتمدت في تصنيف الطحالب الى المجاميع الرئيسية هي :

أولاً : تركيب الجدار الخلوي : Cell Wall Structure

يعد تركيب الجدار الخلوي من الصفات الاساسية في تصنيف المجاميع الطحلبية حيث تختلف الطحالب في التركيب الكيمياوي لجدارها :

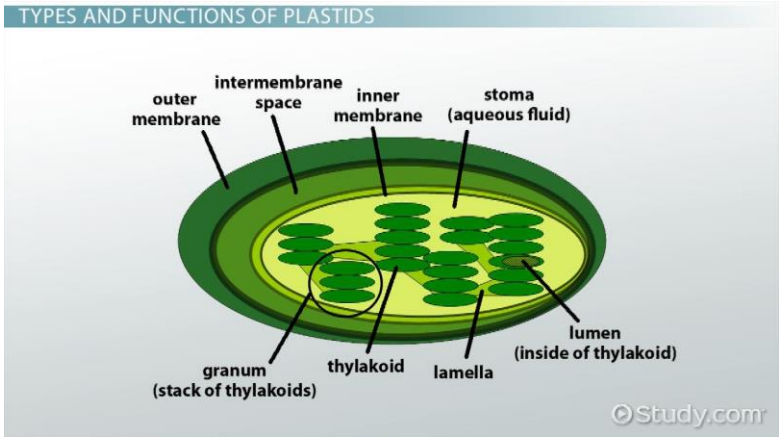
1- الطحالب الخضر المزرقة : المكون الرئيسي لتركيب الجدار هي مركبات Mucopeptid component مكوناتها هي مواد بروتينية تتمثل بالاحماض الامينية واحياناُ تكون مواد بروتينية مضافة اليها بعض السكريات كسكر الكلوكوز .

2- الطحالب الخضر : المكون الرئيسي لتركيب الجدار هي لوييفات السليلوز و أشباه السيليلوز .
3- الطحالب البنية : المكون الرئيسي لتركيب الجدار هو السليلوز ومكونات أخرى منها Alginic Acid ومركبات كبريتية متعددة السكريات .
4- الطحالب الذهبية : المكون الرئيسي لتركيب الجدار مادة Silica وكاربونات الكالسيوم ومكونات جيلاتينية .
5- الطحالب الحمر : المكون الرئيسي للجدار مادة السليلوز والزايلين وعدة مكونات كبريتية متعددة السكريات .
6- بعض الطحالب تكون فاقدة للجدار الخلوي وتحاط فقط بالغشاء البلازمي Plasmamembrane كما في الطحالب اليوغلينية والطحالب الكربتية .
7- قد يحاط الغشاء البلازمي من الخارج بغطاء كالحراشف Scales وتكون من مادة السيليكا أو مواد عضوية أخرى .
8- بعض الطحالب يكون الجدار الخلوي غير كامل أي لا يحيط تماماً بالخلية كم في الدرع Lorica الذي يحيط بخلية طحلب Dinobryon .

ثانياً : البلاستيدات والصبغات التمثيلية : Plastids and Synthetic Pigments

تعد البلاستيدات من العناصر الاساسية في تصنيف الطحالب ويمكن تقسيمها وفق عدة اسس هي :

1- أشكال البلاستيدات : تعد أشكال البلاستيدات من الصفات الاساسية للطحالب ومن أشكالها الشبكية Reticulate والكأسية Cup – Shape والقرصية Discoid والنجمية Stellate والشريطية Band – Like والحلزونية Spiral .
2- موقع البلاستدة : تختلف من حيث موقع البلاستيدة في الخلية فقد تكون مركزية Central أو قد تكون جدارية Parietal .
3- تركيب البلاستيدة : تحاط البلاستيدة بغشاء ثنائي الطبقات وقد يحاط هذا الغشاء من الخارج بغشاء أو غشائين من الشبكة الاندوبلازمية والتي تلتصق الرايبوسومات على سطحها الخارجي المواجهة للسايتوبلازم , وقد تحيط الشبكة الاندوبلازمية المحيطة بالبلاستيدة بغشاء النواة . تحتوي البلاستيدة على أكياس غشائية بشكل صفائح تركيبها من الدهون والبروتينات , وتتركب هذه الصفائح فوق بعضها لتكون صفائح البناء الضوئي Thylakoid Bands أو الاقراص Discs وتحاط بحشوة تدعى Stroma وتحوي حزم البناء الضوئي على الحبيبات الصبغية والتي تمثل موقع التفاعلات الكيمياوية الضوئية .



أما حشوة البلاستيدة فتكون موقع تثبيت ثنائي أوكسيد الكاربون حيث يحتوي على الانزيمات الخاصة .

يعد تركيب البلاستيدة من الصفات التصنيفية في الطحالب :

1- في الطحالب الخضر المزرقة : لا توجد بلاستيدات ولكن تنتشر صفائح البناء الضوئي المفردة في السايتوبلازم المحيطي وتلتصق حبيبات صبغات البيلوبروتين والتي تسمى Phycobilosom على حزم الثايلوكويد .

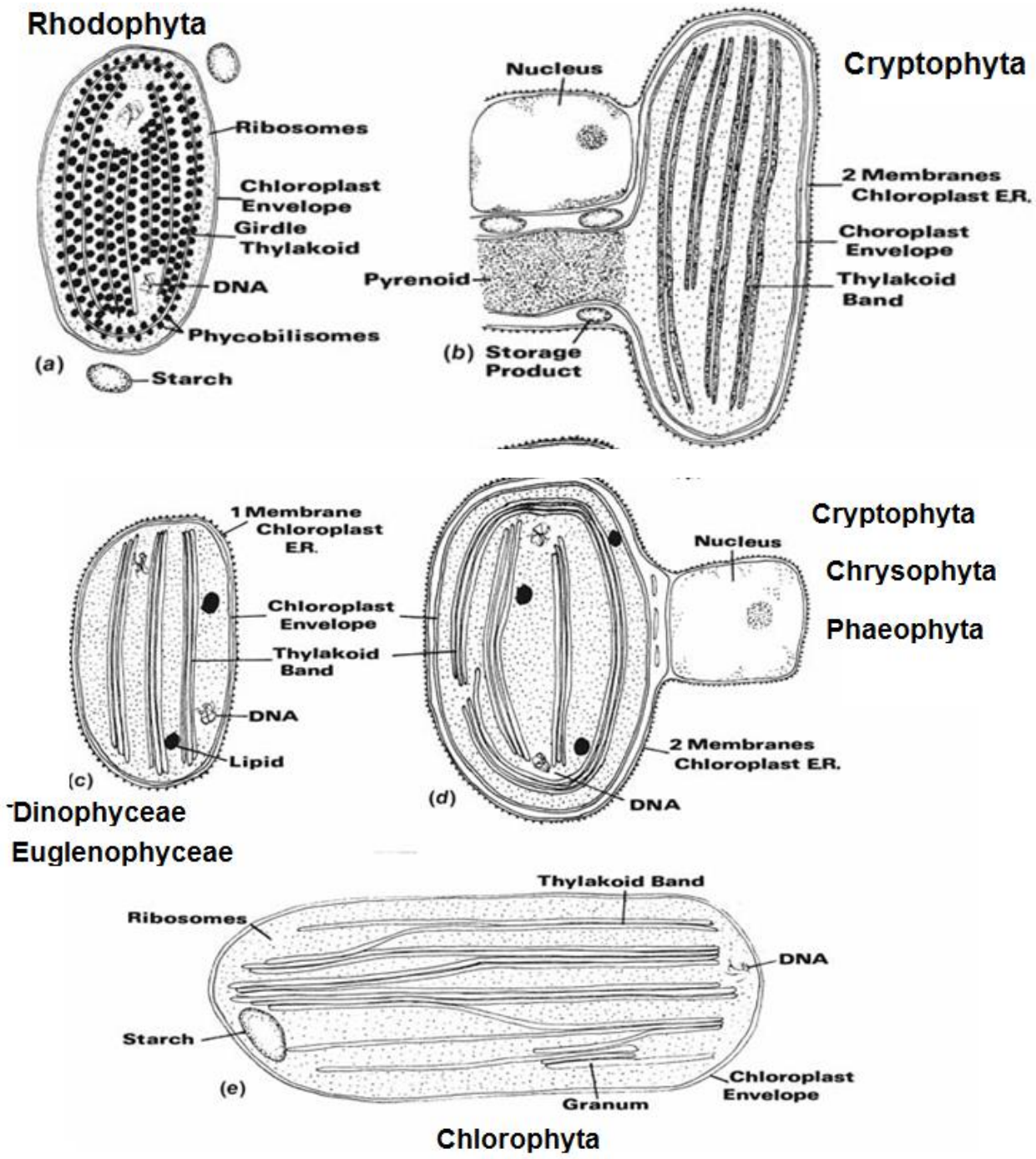
2- في الطحالب الحمر والخضر والكارية : تحاط البلاستيدة فقط بالغشاء الثنائي الطبقات .

3- في الطحالب اليوغلينية والدولابية : يحاط غشاء البلاستيدة من الخارج بغشاء واحد من الشبكة الاندوبلازمية .

4- في الطحالب البنية والذهبية والكربتات : يحاط غشاء البلاستيدة من الخارج بغشائين من الشبكة الاندوبلازمية والتي تحيط غشاء النواة , أيضاً كما يلاحظ من الفراغ الواقع بين غشاء البلاستيدة وغشاء الشبكة الاندوبلازمية أنيبيبات ورايبوسومات .

5- في الطحالب الكربتات : يتجمع الغذاء المخزون في هذا الفراغ أيضاً .

يختلف عدد صفائح البناء الضوئي بأختلاف المجاميع الطحلبية وكذلك غالبية البلاستيدات تحتوي على ال DNA .



الصبغات التمثيلية The Pigments : تظهر الطحالب الوان مختلفة فقد تكون ذات لون أخضر , أخضر مزرق , اصفر , بني , ذهبي , أحمر ..... الخ . وأن السبب في ذلك هو أحتواء الطحالب على صبغات البناء الضوئي الاساسية باللاضافة الى الصبغات المساعدة وعليه فأن هناك أربعة أنواع من الصبغات الاساسية التي توجد في الطحالب وهي :

a) الكلوروفيلات : Chlorophylls

جميع الكلوروفيلات لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في الكحول والاسيتون والايثر وتشمل :

Chlorophyll a ← يوجد في جميع انواع الطحالب

Chlorophyll b ← يوجد في الطحالب الخضر والكارية واليوغلينية كصبغة مساعدة فقط ويكون مع Chl . a بنسبة 3 Chl. a : 1 Chl. b أو 2 Chl. a : 1 Chl. b

Chlorophyll c ← ويوجد في الطحالب التي تعيش في بيئة المياه المالحة والمتمثلة بالطحالب الحمر والكربتات والدوارة .

Chlorophyll d ← يتواجد في بعض الاجناس المتطورة من الطحالب الحمر .

Chlorophyll e ← يتواجد في الطحالب الخضر المصفرة فقط .

b) الكاروتينات : Carotenoids

وهي الحبيبات التي تعطي اللون الاحمر أو البرتقالي أو الاصفر , وهي أيضاً لا تذوب في الماء وتذوب في الكحول والاسيتون والايثر وتتواجد عادة داخل البلاستيدة ويمكن تقسيم هذه الصبغات الى مجموعتين :

أ – الكاروتين Carotenes (البرتقالية) وهي هيدروكاربونات خالية من الاوكسجين وتكون أما بهيئة β Carotene هو الاكثر شيوعاً وتواحداً في المجاميع الطحلبية المختلفة . أما α و γ كاروتين فتكون متواجدة مع β Carotene في الطحالب الخضر والكارية والذهبية والكربتات وفي الطحالب الحمر يوجد فقط α and β Carotene .

ب - الزانثوفيل Xanthophylls (الصفراء) وهي هيدروكاربونات مؤكسدة , وتتواجد بأنواع كثيرة ومختلفة وهي في الطحالب الخضر متشابه انواعها تقريباً مع النباتات الراقية . صبغة ال Fucoxanthin من الصبغات الرئيسة المتواجدة في الطحالب الذهبية والبنية .

c) صبغات البيلوبروتين Phycobiliproteins

هي صبغات تذوب في الماء وتكون أما حمراء Phycoerthrin أو خضراء مزرقة Phycocyanin وتتواجد هذه الصبغات في الطحالب الخضر المزرقة والحمر والكربتات . وهي عبارة عن صبغة مرتبطة مع البروتين .

- المركز النشوي Pyrenoid : في معظم الطحالب يقع المركز النشوي داخل البلاستيدة وفي بعض الطحالب يقع خارج البلاستيدة . ويعرف بأنه مركز تحويل نواتج البناء الضوئي الى مواد مخزونة كالنشا في الطحالب الخضر وبشكل حبيبة أو اكثر

من الحبيبات النشوية وتكون هذه الحبيبات مضغوطة على سطح المركز النشوي . وهناك أعتقاد آخر على أن المركز النشوي هو مركز أو موقع لبناء النشا وذلك ببلمرة جزيئات الكلوكوز من البلاستيدة الى نشا على سطح المركز النشوي . بعض الطحالب تفتقر الى وجود المركز النشوي .

- البقعة العينية Stigma (Eye Spot) : هي تركيب قضيبي الشكل يتكون من حبيبات دهنية متجمعة وتكون حاوية على صبغات الكاروتين التي تعطي اللون الاحمر البرتقالي وتقع في الغالب عند قاعدة السوط . وهي عضو التوجه الضوئي أو الانتحاء الضوئي للطحلب .

ثالثاً : الغذاء المخزون : Storage Products

يعد الغذاء المخزون من أحد الطرق أو الاسس المعتمدة في تصنيف المجاميع الطحلبية ويمكن التعرف على بعض الامثلة وهي :

1- في الطحالب الخضر المزرقة : يخزن الغذاء بشكل نشأ من نوع Myxophycean Starch أو Cyanophycean Starch وله تركيب مشابه لتركيب الكلايكوجين الحيواني ويظهر أما بشكل حبيبات أو أجسام متطاولة .
2- في الطحالب الحمر : يخزن الغذاء بشكل نشأ يسمى النشأ الفلوريدي Floridean Starch .
3- في الطحالب الخضر والكارية : يخزن الغذاء بشكل حبيبات توجد داخل البلاستيدة ويكون النشأ هو النشأ النباتي الموجود في النباتات الراقية .
4- في الطحالب الكربتات : يحوي النشأ على نسبة عالية من Amylose ويخزن بشكل حبيبات تقع بين البلاستيدة والشبكة الاندوبلازمية للبلاستيدة .
5- الطحالب الدولابية (الدوارة) : النشأ المخزون خارج البلاستيدة ولم يعرف تركيبه .
6- في الطحالب الذهبية والدايتومات : يخزن الغذاء بشكل Leucosin و Chrysolaminarin وبشكل حويصلات خارج البلاستيدة علماً بأن هذه المجموعة من الطحالب تخزن كميات كبيرة من الزيوت .
7- في الطحالب البنية : يخزن الغذاء بشكل Mannitol أو Laminarin وتكون بشكل محتويات سائلة شبيهة بالزيوت وبشكل حويصلات خارج البلاستيدة محيطة بالمركز النشوي .
8- في الطحالب اليوغلينية : يخزن الغذاء بشكل حبيبات تقع خارج البلاستيدة وتسمى Paramylum وقد يخزن الغذاء أيضاً بشكل Glycerol .

رابعاً : الاسواط Flagella

تعد الاسواط وحدات الحركة بالنسبة الى الطحالب سواء الشكل الخضري له أو الوحدات التكاثرية (السبورات والكميتات) حيث تختلف الاسواط من حيث الموقع والشكل والعدد والطول .... الخ .

وعليه فهي تعد صفة تصنيفية مهمة بالنسبة للطحالب وهي كما يلي :

- **من ناحية الموقع :**
  - **Anterior أذا كانت في المقدمة**
  - **Posterior أذا كانت في المؤخرة**
  - **Lateral أذا كانت في الجانب**

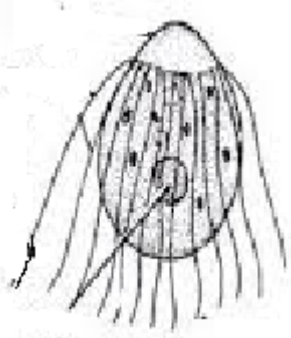
كما وتختلف في اطوالها وهي كما يلي :

- **Isokont متساوية في الطول**

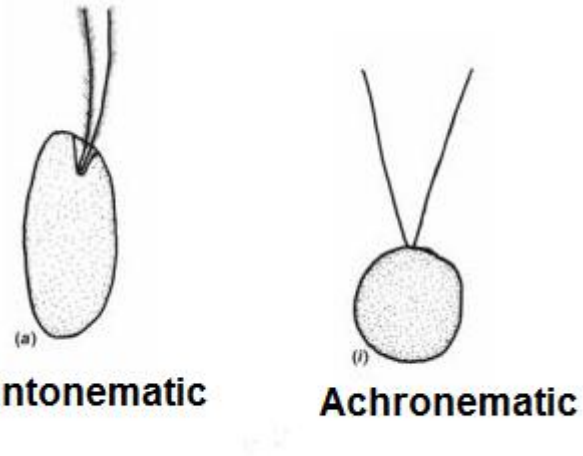
- **Anisokont غير متساوية في الطول**

- **Heterokont أحدهما يكون من النوع الاملس والآخر من النوع الشعيري**

- **Stephanokont تحوي الخلية في احد نهاياتها على حلقة من الاسواط**



- **عندما يكون السوط أملس يدعى Achronematic وعندما يكون شعيري يدعى Pantonematic**



- **كما تختلف الطحالب في عدد الاسواط فقسم يحتوي على سوط واحد أو سوطين أو ثلاثة وفي بعض الحالات النادرة تحتوي على أربعة أسواط .**
- **كما توجد حالات نادرة بوجود خصلة من الاسواط في مقدمة الطحلب أو نهايته وغالباً ما تكون في الوحدات التكاثرية لأكثر من عشرين سوط .**

خامساً : تركيب الخلية Cell Structure

قد تلاحظ أختلافات أخرى في الخلايا الطحلبية بالنسبة للنواة البدائية والحقيقية أو قد تختلف في التركيب الخلوي فالطحالب العصوية (الدايتومات) مثلاً تكون خلاياها مؤلفة من نصفين (مصراعين) يحتويان على نقوش مختلفة من مادة السليكا , كما أن أشكال البلاستيدات الخضراء ومواقعها تختلف من نوع من الطحالب لأخر وهكذا .

- **ومن محتويات الخلية الاخرى التراكيب الاتية :**

1. **المايتوكوندريا Mitochondria : تكون أما كروية أو أسطوانية محاطة بغشاء ثنائي الطبقات . ولمايتوكوندريا هي العضو المسؤول عن التنفس في الخلية ويتراوح عددها من 50 الى بضعة آلاف .**
2. **أجسام كولجي Golgi Apparatus : وهي عبارة عن تراكيب كيسية غشائية أو حويصلات مختلفة الاحجام مترابطة مع بعضها وهي مسؤولة عن تكوين الحراشف في بعض الطحالب أو اضافة وكونات جدارية أخرى في الطحالب .**
3. **الشبكة الاندوبلازمية : Endoplasmic Reticulum هي جهاز غشائي في السايتوبلازم وقد يحيط أحياناً بعضيات الخلية , وترتبط بها الرايبوسومات .**
4. **الفجوات الانقباضية Contractile Vacuoles : غالبية الطحالب المتحركة (المسوطة) تحتوي على فجوتين متقلصة في مقدمة الخلية وظيفتها المحافظة على الضغط الاوزموزي أو التوازن المائي داخل الخلية , ويتم عن طريقها طرح بعض الفضلات خارج الخلية .**

❖ النمو في الطحالب Growth in Algae

هناك عدة أشكال للنمو في الطحالب وكما يلي :

1. النمو العام أو المنتشر : Diffuse or Generalized Growth

يحدث هذا النوع من النمو في الطحالب متعددة الخلايا بأن تنقسم جميع الخلايا من جسم الطحلب فيزداد حجم الطحلب كما في طحلب *Ulva* .

2. النمو المحدد : Localized Growth

وهو الاكثر شيوعاً في الطحالب حيث ان خلايا النمو تقع في مواقع محددة من جسم الطحلب ويكون بعدة انواع هي :

أ- <u>النمو القمي</u> : Apical Growth

وفيه يتحدد موقع خلايا النمو في قمة الجسم وهذا النوع من النمو يلاحظ في غالبية الطحالب مثل *Chara* و *Cladophora* .

ب – <u>النمو القاعدي</u> : Basal Growth

وفيه يتحدد موقع خلايا النمو في قاعدة جسم الطحلب وهذا النوع قليل الحدوث في الطحالب مثل *Bulbechaete* .

ج- النمو البيني : Intercalary Growth

وفيه يتحدد موقع النمو بأنقسام خلية أو خلايا بينية في جسم الطحلب كما في طحلب *Oedogonium* .

3- النمو الخيطي : Tricothallic Growth

الذي يلاحظ في بعض أجناس الطحالب البنية مثل طحلب *Ectocarpus* حيث ينمو الخيط من خلال الانقسام لعدد من الخلايا المكونة لذلك الخيط .

❖ التكاثر في الطحالب Reproduction in Algae

أولاً : التكاثر الخضري : Vegetative Reproduction

أ- الأنشطار البسيط : Binary Fission or Cell Division

هو أنقسام الخلايا الطحلبية الوحيدة الخلية الى نصفين متماثلين ثم الى أربعة , ثمانية .... الخ الى أن تصل الى آلالاف وتصل الى ملايين الخلايا في حالة توفر الظروف البيئية للطحلب والتي تساعد في استمرار عملية الانشطار والوصول الى هذا العدد الهائل من الخلايا .

ب- التجزوء : Fragmentation

يتم هذا النوع من الكاثر في الاجناس الخيطية أو المستعمرات المتجمعة حيث تتجزأ الخيوط أو تجمعات الخلايا لتنمو هذه الاجزاء الى طحالب جديدة .

ج- تكوين ال Hormogonium :

وهي مجموعة من الخلايا من الخيط الطحلبي التي تنحصر بين خليتين ميته والتي تنفصل وتتحرك حركة زاحفة وتنمو مكونة طحلب جديد مثل *Oscillatoria* .

د- تكوين ال Propagules :

يحصل في الطحالب العملاقة أو الكبيرة الحجم البحرية أذ تنقسم الخلية الطحلبية الى عدد من الخلايا مكونة كتلة خلوية تشبه درنات البطاطا تنفصل عن الخلية الام لتعطي فرد جديد شبيه بالخلية الام وهذا يعتبر من الحالات النادرة كما في طحلب ال *Sphacelaria* (من الطحالب البنية) .

ثانياً : التكاثر اللاجنسي : Asexual Reproduction

ويتم هذا النوع من التكاثر بأنتاج تراكيب تكاثرية تسمى السبورات Spores وتكون من عدة انواع هي :

1) Zoospores (Plano spores) :

هي عبارة عن وحدات تكاثرية متحركة بواسة الاسواط التى تختلف في عددها وموقعها وشكلها . تنتج هذه السبورات عادة من أنقسام محتويات الخلية الخضرية الى عدد كبير من الخلايا , كل خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية تسمى سبور Spores . وفي بعض الاحيان تنتج عن طريق تكون الاجسام الثمرية التي تعرف ب Sporangia تنطلق الى الخارج بعد نضج الجسم الثمري . تكون السبورات في الطور الخضري للطحلب الذي يعرف بالطور السبوري أو Sporophyte .

2) Aplano spores :

تتكون هذه السبورات بنفس الطريقة التي ذكرت في السبورات المتحركة وهناك عدة أنواع منها :

a) Hypeno spores :

هي عبارة عن سبورات متحركة في داخل الخلية الخضرية أو الحافظة السبورية تفقد أسواطها عند أنطلاقها الى البيئة المحيطة بها لتعرضها الى بيئة غير ملائمة حيث بعد فقد الاسواط تحاط بجدار سميك يقيها من المؤثرات الخارجية حيث تنبت الى خلية طحلبية جديدة في حالة عودة الظروف البيئية الى طبيعتها .

b) Stato spores :

هي عبارة عن سبورات ناتجة عن أنقسام الخلايا الخضرية لبعض الانواع الطحلبية التابعة الى صف الطحالب الذهبية Chrysophyceae أذ تعمل هذه السبورات على أحاطة نفسها بجدار سميك من مادة السليكا وهي في داخل الخلية الخضرية وغالباً ما يتخلل الجدار السلكي المحيط بها فتحات غير مغطاة بمادة السليكا يستخدمها السبور لدخول الهواء والمواد الغذائية .

c) Auto spores :

هي عبارة عن سبورات تشبه الخلية الام في كل الصفات الا أنها أصغر حجماً منها .

d) Endo spores :

هي السبورات التي تتكون داخل حوافظ سبورية تحتوي في الجزء العلوي على فتحة تسمى Operculum أثناء عملية النضج تتحرر أو تنطلق السبورات الى محيطها الخارجي عن طريق أنحلال جدار الحافظة السبورية أي لا تخرج عن طريق فتحة Operculum .

e) Exo spores :

هي السبورات التي تتكون داخل الحوافظ السبورية الحاوية على فتحة علوية تسمى Operculum وتكون مغطاة بغطاء أثناء عملية النضج لهذه السبورات يحصل ضغط عن طريق السبورات على الفتحة وتنطلق بعد ذلك من فتحة Operculum .

3) Resting spores (Akinetes) : (الخلية الساكنة)

تتكون هذه السبورات نتيجة لتحور بعض الخلايا الخضرية في الخيط الطحلبي عند تعرض الطحلب الى ظروف بيئية قاسية جداً حيث تحاط هذه الخلايا بجدار سميك جداً بالاضافة الى أنها تكبر بالحجم نتيجة لزيادة المادة الحية فيها . وخزنها المواد الغذائية التي تحتاجها مثل هذه الخلايا لزمن طويل قد يصل الى سنوات تنبت عند توفر الظروف البيئية الملائمة وهو نوع من التكاثر تلجأ اليه الطحالب في الظروف البيئية القاسية فقط للحفاظ على النوع كون ان عدد الخلايا الناتجة من هذا النوع من التكاثر قليلة جداً .

ثالثاً : Sexual Reproduction :

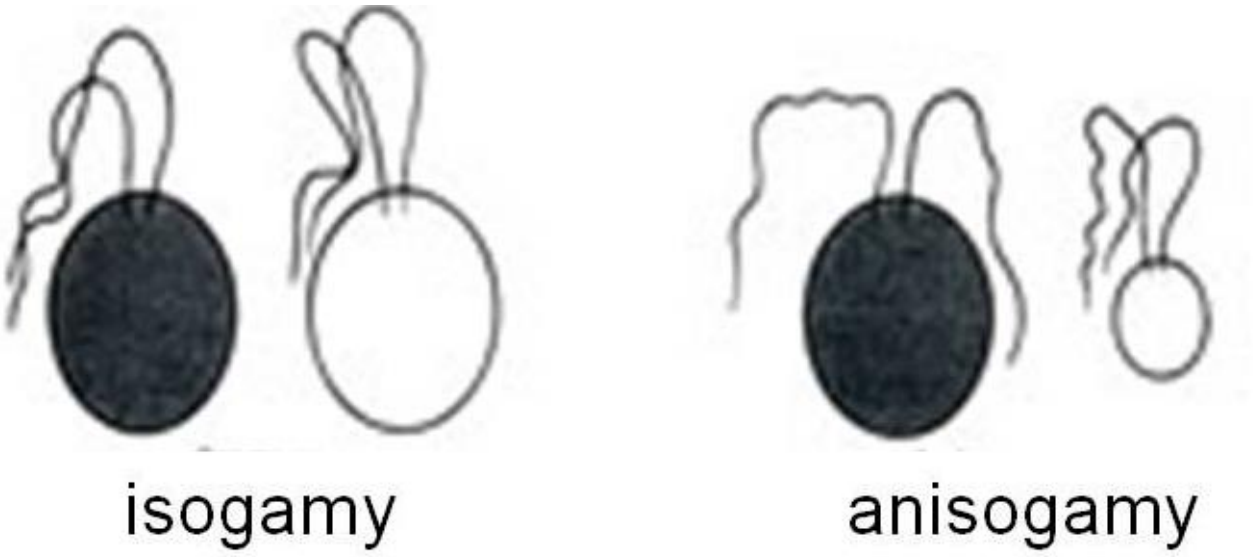
يحدث التكاثر الجنسي في غالبية الطحالب ويتم بأتحاد خليتين ويطلق على الخلايا التكاثرية الجنسية بالامشاج Gamets قد تكون الامشاج داخل خلايا خضرية أعتيادية أو داخل خلايا متخصصة تدعى Gametangia وهناك ثلاثة أنواع من التكاثر الجنسي :

1- Isogamy (متشابه الامشاج) :

هي عبارة عن أتحاد الكميتات الذكرية مع الانثوية والتي يكون الاثنان متشابهان بالمظهر الخارجي بالشكل والحجم ومختلفان بالمادة الوراثية ولأثنان متحركان أو غير متحركان .

2- An isogamy (مختلف الامشاج) :

وهو أتحاد الكميتات الذكرية مع الانثوية المختلفة بالمظهر الخارجي والمادة الوراثية , اي أن الكميت الانثوي اكبر من الكميت الذكري والاثنان متحركين أو غير متحركين .



ملاحظة : في حالة النوع الاول والثاني تتحرر الكميتات نتيجة لأنقسام الخلايا الخضرية الى عدد كبير من الكميتات او تتكون داخل حوافظ كميتية والأثنين متحركين أو غير متحركين .

3- Oogamy (البيضي) :

عبارة عن أتحاد الكميت الانثوي المتمثل بالبيضة التي تكون كبيرة الحجم وغير متحركة وينتج داخل الحوافظ الكميتية تسمى Oogonia مع الكميت الذكري الذي يكون أصغر حجماً ومتحرك ويتكون داخل حوافظ كميتية تسمى Antheridia .

قد تتكون الامشاج المتحدة على نفس النبات تسمى Homothallic أو أحادي المسكن Monoecious . أو قد تتكون الأمشاج على نباتين مختلفين ويسمى في هذه الحالة Heterothallic أو ثنائي المسكن Dioecious . ينتج عن أتحاد الامشاج في الانواع

الثلاثة من التكاثر الجنسي البيضة المخصبة Zygote والتي قد تحاط بجدار سميك وتسمى Zygospore أو Oospore وتقاوم الظروف البيئية غير الملائمة .

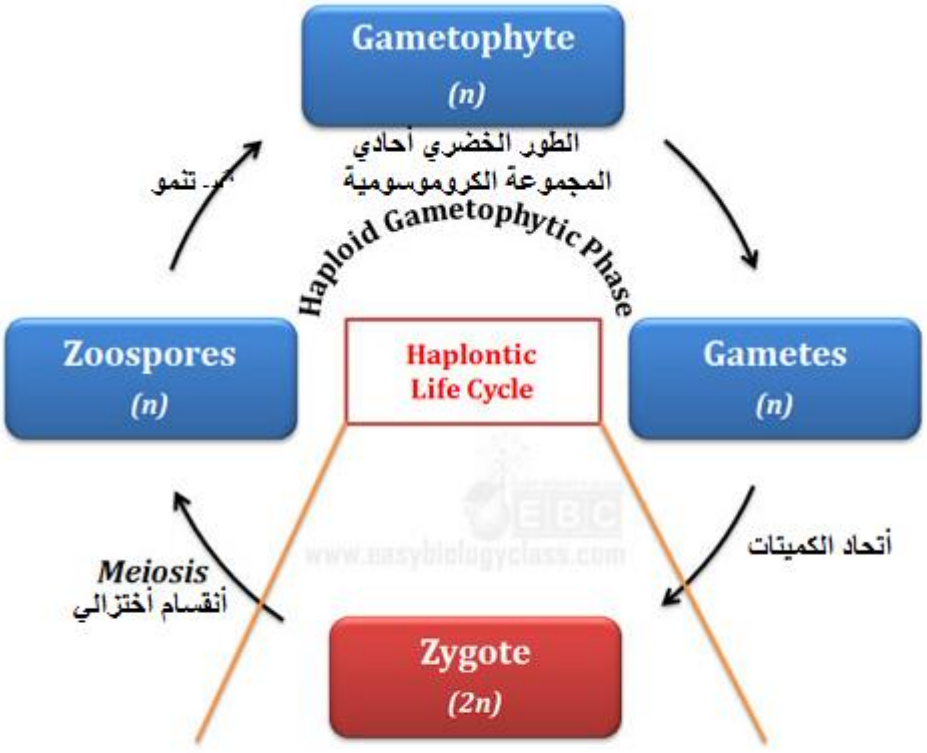
دورة الحياة في الطحالب

Life Cycle in Algae

هناك ثلاثة انواع من دورات الحياة في الطحالب وهي :

1- دورة الحياة الاحادية : Haploid Life Cycle

في دورة الحياة هذه يكون الطور الخضري للطحلب أحادي المجموعة الكروموسومية والكميتات أحادية المجموعة الكروموسومية ما عدا البيضة المخصبة Zygote تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية كما في طحلب *Chlamydomonas* و *Ulothrix* و *Oedogonium* .

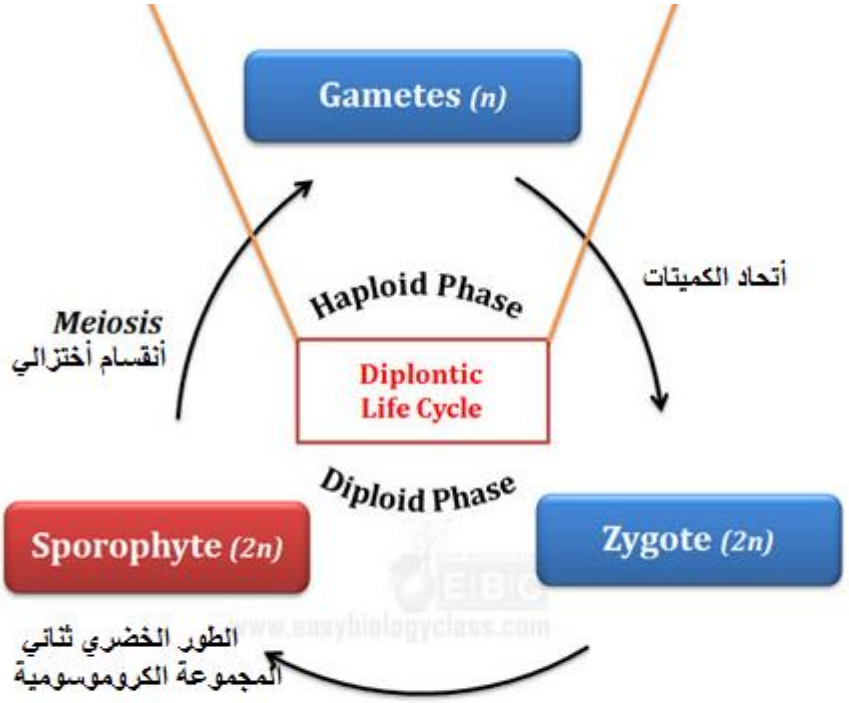


Haplontic Life Cycle

دورة الحياة الاحادية

2- دورة الحياة الثنائية : Diploid Life Cycle

في هذا النوع من دورات الحياة يكون الطور الخضري ثنائي المجموعة الكروموسومية هو طور السبوروفايت Sporophyte والزايكوت أيضاً ثنائي المجموعة الكروموسومية ما عدا السبورات Meiospores يكون أحادي المجموعة الكروموسومية كما في طحلب ***Fucus*** .



Diplontic Life Cycle

دورة الحياة الثنائية

3- دورة الحياة المعقدة Diplobiontic or Meteromorphic Life Cycle

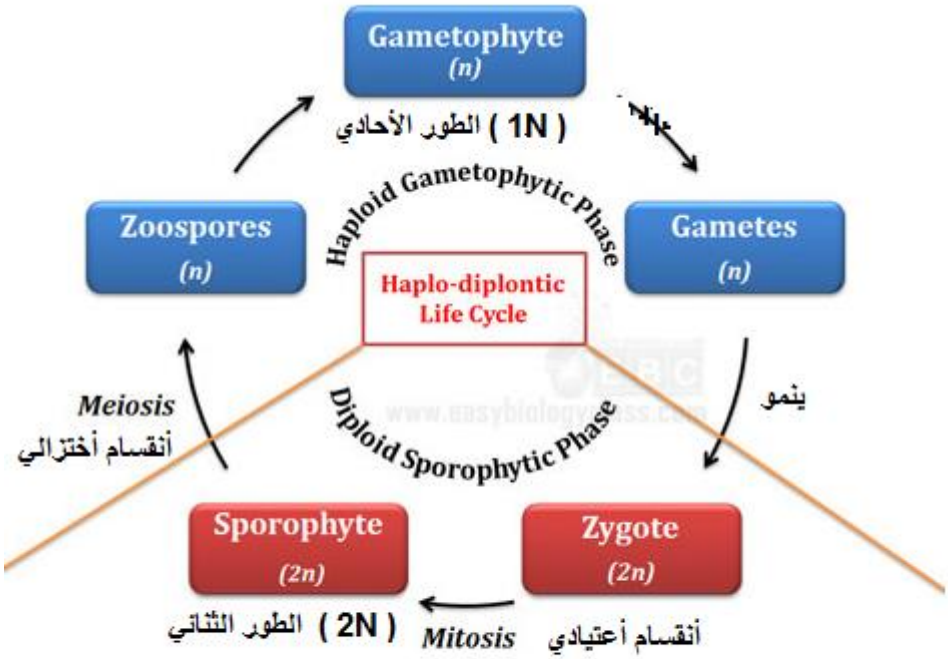
في هذه الدورة يوجد الطور الخضري الكميتوفايت أحادي المجموعة الكروموسومية (1n) والطور السبوروفايتي ثنائي المجموعة الكروموسومية (2n) بالأضافة الى ان الكميتات وال Meiospores تكون أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) بالأضافة فأن الزايكوت يكون (2n) كما في طحلب ***Ectocarpus*** و ***Laminaria*** , يوجد نوعين ضمن هذه الدورة هما :

1. ظاهرة تعاقب الاجيال المتشابهة Isomorphic Alternation Of Generation

دورة حياة الطحالب فيها الطور الكميتي والسبوري متشابهان لا يمكن التمييز بينهما في المظهر الخارجي ولكنهما مختلفان في المادة الوراثية كما في طحلب ***Ectocarpus*** .

2. ظاهرة تعاقب الاجيال المتباينة Heteromorphic Alternation Of Generation
دورة حياة الطحالب يكون فيها الطور الكميتي أصغر من الطور السبوري ويمكن التمييز بينهما بالمظهر الخارجي والمادة الوراثية كما في طحلب *Laminaria* .

- **في الطحالب البنية والحمراء يوجد اكثر من طورين في دورة الحياة بحدود ثلاثة أطوار أو أربعة .**



Haplo-Diplontic Life Cycle
دورة الحياة المعقدة

❖التصنيف العام للطحالب :

تقسم الطحالب الى ثمان شعب هي :

1- Divition : Cyanophyta	**1- شعبة الطحالب الخضر المزرقة**
2- Divition : Chlorophyta	**2- شعبة الطحالب الخضر**
3- Divition : Euglenophyta	**3- شعبة الطحالب اليوغلينية**
4- Divition : Chrysophyta	**4- شعبة الطحالب الذهبية**
5- Divition : Cryptophyta	**5-شعبة الطحالب الكربتية**
6- Divition : Pyrrophyta	**6-شعبة الطحالب البروفاتية**
7- Divition : Phaeophyta	**7-شعبة الطحالب البنية**

8-شعبة الطحالب الحمر **8- Divition : Rhodophyta**

❖شعبة الطحالب الخضر المزرقة

Divition : Cyanophyta (Cyanobacteria)

❖ **تسمى السيانوفايت وهو يتكون من مقطعين Phyta (نبات) و Cyano مصدرها (Phycocyanine) أي الصبغة الزرقاء والاسم الشائع لها Blue – green algae وكذلك تسمى Mexophyta (الطحالب المخاطية) وذلك بسبب وجود الغلاف الجيلاتيني (المخاطي) في أغلبها .**

- **في التصنيف الحديث تصنف على أنها بكتريا خضراء مزرقة Cyanobacteria لوجود أوجه تشابه بينهما وهي :**

1- الطحالب الخضر المزرقة كائنات بدائية النواة .
2- أنعدام التكاثر الجنسي في الطحالب الخضر المزرقة وأيضاً هذه الصفة موجودة في البكتريا .
3- لا تمتلك أعضاء للحركة .
4- عدم وجود بلاستيدات حقيقية فيها .
5- تكون حساسة للمضادات الحيوية .

- **أوجه الاختلاف بين البكتريا والطحالب الخضر المزرقة :**

1- الاختلاف في التركيب الكيميائي لصبغة الكلوروفيل حيث يتشابه تركيب هذه الجزيئة في الطحالب الخضر المزرقة مع النباتات ويختلف عن الكلوروفيل الموجود في البكتريا التي تقوم بعملية التركيب الضوئي مثل جنس *Clostridium* .
2- الاختلاف في المدخلات والمخرجات في عملية التركيب الضوئي أذ تأخذ الطحالب الخضر المزرقة الماء بوجود ضوء الشمس والصبغة الخضراء المتمثلة بالكلوروفيل وناتج العملية سكريات والطاقة باللاضافة الى الاوكسجين , أما في البكتريا القادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي فأن المدخلات غالباً ما يكون كبريتيد الهيدروجين H_2S وبوجود الصبغة الخضراء الكلوروفيل وفي الظروف اللاهوائية يكون ناتج العملية الهيدروجين وكبريت وطاقة (الطاقة المنتجة في هذه العملية من قبل البكتريا هي اقل بكثير من تنتجه الطحالب الخضر المزرقة) .
3- البكتريا تكون اكثر حساسية للمضادات الحيوية مما هو موجود في الطحالب الخضر المزرقة .

- **البيئة والتواجد :**

تنتشر افراد هذه الشعبة في مختلف البيئات المائية واليابسة .

1- تتواجد بعض انواع هذه المجموعه في المياه البحرية أو العذبة أو المويلحة وبصورة هائمة أو ملتصقة .

2- قد تعطي بعض الانواع الصفة المميزة لأماكن تواجدها كما في البحر الاحمر والذي يعود سبب تسميته الى وجود الطحلب الاخضر المزرق *Trichodesmium* بأعداد كبيرة .

3- يتواجد البعض منها في المياه الملوثة بالمواد العضوية وبذلك تعتبر دلائل على تلوث المياه بالمواد العضوية منها أنواع طحلب *Oscillatoria* وطحلب *Spirulina* وطحلب *Merismobedia* .

4- البعض منها تعد سبب لظاهرة أزدهار الماء (Water Bloom) وتتمثل هذه الظاهرة بالزيادة السريعة والمفاجئة في أعداد نوع أو أكثر من هذه الطحالب في المياه وقد تحدث هذه الظاهرة فصلياً أو في فترات متقطعة . ومن مسببات حدوث هذه الظاهرة هو توفر المغذيات النباتية وعوامل بيئية أخرى ومن الانواع المسببة لهذه الظاهرة *Microcystis* و *Anabaena* .

5- شخصت بعض الانواع في مياه الينابيع الكبريتية الساخنة والتي تتراوح درجة حرارتها بين 50 - 73 درجة مئوية .

6- شخصت بعض الانواع في المناطق القطبية على الثلوج .

7- تتواجد بعض الانواع في حقول النفط .

8- تتواجد بعض الانواع على اليابسة بشكل كتل جيلاتينية على التربة الرطبة أو على جذوع أو قلف الاشجار بعضها يتواجد في حالة تعايشية داخل أجسام بعض النباتات كما في طحلب *Nostoc* الذي يتواجد في حالة تعايشية داخل جسم النبات الحزازي *Anthoceros* .

9- تعد هذه الطحالب من أقدم المجاميع الطحلبية النى وجدت على سطح الكرة الارضية ويقدر عمرها بأكثر من 2500 مليون سنة .

- **الصفات المميزة للطحالب الخضر المزرقة :**

1- تكون بدائية النواة Prokaryote .

2- تفتقر الى وجود العضيات الخلوية المتواجدة في خلايا حقيقية النواة مثل النواة والبلاستيدات والمايتوكوندريا والشبكة الاندوبلازمية .

3- الصبغات المتواجدة على صفائح البناء الضوئي تتمثل بالصبغات التالية : - Chlorophyll a و β – Carotine و Myeoxanthin و Zeaxantyin بالاضافة الى صبغات

البيلوبروتين والمتمثلة بالصبغة الخضراء المزرقة C - phycocyanin والصبغة الحمراء C - phycoerythrin .

4- يخزن الغذاء بشكل نشأ من نوع Cyanophycean Starch وهو عبارة عن مركبات كاربوهيدراتية شبيه بالكلايكوجين الحيواني بالاضافة الى بروتينات ودهون .

5- يحاط الجدار الخلوي في غالبية الاجناس بمادة جيلاتينية بشكل غلاف خارجي وقد يكون شفاف ورقيق أو ملون وسميك .

6- تفتقر الى وجود الاسواط أو الاهداب .

7- تفتقر الى وجود الاعضاء التكاثرية الجنسية ولم يلاحظ فيها التكاثر الجنسي .

- **الشكل الخضري :**

تضم الطحالب الخضر المزرقة أشكال خضرية متعددة فالبعض منها أحادية الخلية أو متعددة الخلايا بشكل مستعمرات أو تجمعات منتظمة أو غير منتظمة أو تكون خيطية بسيطة أو متفرعة أو متفرعة تفرعاً كاذباً أو حقيقياً .

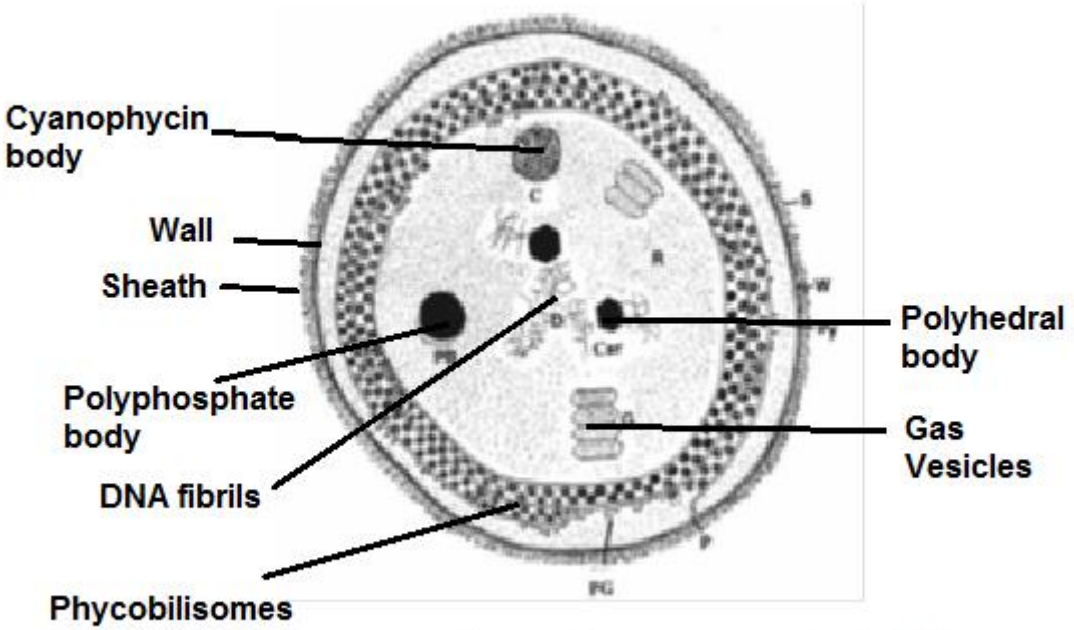
- **التركيب الخلوي :**

تظهر خلية الطحلب الخضر المزرق تحت المجهر الضوئي وهي محاطة بجدار خلوي وطبقة خارجية من مادة جيلاتينية شفافة ورقيقة أو سميكة وملونة . أما البروتوبلاست فيتميز الى منطقتين هما :

1- منطقة خارجية ملونة تدعى Chromoplast .

2- منطقة داخلية مركزية تكون حبيبية غير ملونه تدعى Centroplast .

وقد يلاحظ في البروتوبلاست في بعض الانواع الهائمة فجواة كاذبة أو غازية Gas Vesicle وهو سبب ظهور البقع الملونة في خلايا الطحالب الخضر المزرقة تحت المجهر الضوئي الأعتيادي لأنكسار ضوء المجهر المار خلالها .



خلية طحلب أخضر مزرق تحت المجهر الألكتروني

وفي التركيب الخلوي الدقيق تحت المجهر اللالكتروني حيث تحاط الخلية من الخارج بالغمد الجيلاتيني وقد يكون متعدد الطبقات وملون . ويعتبر السليلوز المكون الرئيسي للجزء الداخلي منه وتظهر لوييفات السليلوز بشكل شبكي أما الجزء الخارجي فيحتوي مواد بكتية . أما الجدار الخلوي الذي يقع الى الداخل من الغمد فيتكون عادة من أربع طبقات وتكون مكوناته من مركبات ميكوببتيدية Mucopeptide Component . يحاط البروتوبلاست من الداخل بالغشاء البلازمي Plasma membrane , والجزء المحيطي من البروتوبلاست يحوي على صفائح البناء الضوئي وتتركز عليها الحبيبات الصبغية Phycobilosoms وهي عبارة عن صبغات البيلوبروتين الخضراء المزرقة والحمراء (صبغة + بروتين) ولا تحاط صفائح البناء الضوئي بغشاء كما في بقية الطحالب التي تحتوي بلاستيدات محددة . أما المادة النووية Centroplast فتظهر بشكل مادة حبيبية عديمة اللون وهي عبارة عن لوييفات من ال DNA والذي قد يظهر بشكل شبكة . يحوي البروتوبلاست أيضا على : 1- الرايبوسومات المنتشرة في السايتوبلازم لعدم وجود الشبكة الاندوبلازمية 2- حبيبات النشأ السيانوفايسيني 3- Polyphosphate Bodies وهي عبارة عن مركبات فوسفاتية متعددة مرتبطة مع البروتين وتظهر بشكل تراكيب عصوية 4- Polyhedral Bodies وهي عبارة عن أجسام متعددة الاضلاع يعتقد أنها تحتوي أنزيمات البناء الضوئي .

ومن المحتويات الخلوية الاخرى هي الحبيبات الدهنية كما قد تحتوي الخلية في بعض الانواع الهائمة على الفجوات الغازية أو الفجوات الكاذبة والتي تظهر تحت المجهر الالكتروني بشكل حويصلات أسطوانية .

- **الحركة :**

بالرغم من عدم امتلاك الطحالب الخضر المزرقة لأعضاء الحركة سواء كانت الاسواط أو الاهداب ألا أن بعض الانواع الطحلبية التابعة الى هذا القسم كما في طحلب *Nostoc* و *Oscillatoria* تستطيع ان تتحرك حركة تزحلقية أو دورانية Creeping or Glinding والسبب في هذه الحركة هو أحتوائها على غلاف جيلاتيني تستطيع من خلاله الاحتكاك بينها وبين الوسط الذي تنمو عليه .

تحصل هذه الحركة نتيجة لتقلص الخيط الطحلبي من المنتصف نتيجة تثبيت نفسه في الوسط الذي يعيش فيه بحيث يثبت أحد الاطراف ويبقى الطرف الاخر سائب ثم يتحرك حركة تشبه البندول (بندول الساعة) الى الامام والى الخلف وهذه الحركة تعطيه قوة ليتحرك حركة تزحلقية بسيطة على الوسط الذي تعيش فيه , تزداد هذه الحركة بأزدياد درجة الحرارة الى الحد المعقول .

أن هذه الحركة غير معروفة ولكن هناك فرضيات لتفسير هذه الظاهرة ومنها :

1. **ان الطحالب التي تستطيع الحركة تحتوي على ثقوب Pores موجودة في جدار الخلية يتم عن طريقها افراز بعض المواد الجيلاتينية الهلامية اللزجة الى خارج جسم الطحلب تساعده للقيام بهذه الحركة .**
2. **ان هذه الطحالب تمتلك في جدار الجسم المكون لها عدد كبير من الليفات التي لها القابلية على التقلص والانبساط والتي تساعد الطحلب على هذه الحركة .**

- **ظاهرة التكييف اللوني (ظاهرة جايدكوف)**

Pigment Adaptation (Giadkoff Phenomenon)

تتميز أفراد هذه الرتبة بقابليتها على الظهوربأكثر من لون فقد تلاحظ باللون الاخضر المزرق أو الاحمر أو البني أو الاسود , وقد يعود السبب الى وجود صبغات البيلوبروتين الخضراء المزرقة أو الحمراء بكميات كبيرة داخل الخلايا . وقد لاحظ العالم جايدكوف :

1- ان لعامل الاضاءه أثر كبير في ظهور أ, عدم ظهور هذه الصبغات حيث تزداد كمية الصبغة الحمراء وتقل الصبغة الخضراء المزرقة عندما تكون الاضاءة قليلة , وتقل الصبغة الحمراء أو تختفي وتزداد الصبغة الخضراء المزرقة عندما تكون الاضاءة شديدة .

2- ويعتقد أن هناك عوامل بيئية أخرى مؤثرة منها قلة أو نفاذ النتروجين من أماكن تواجد الطحلب (أن وجود طحلب *Trichodesmium* الاخضر المزرق على أعماق كبيرة وبكميات كبيرة تحت سطح الماء في مياه البحر الاحمر يعطي اللون الاحمر لمياه السواحل لهذا البحر .

- **أهمية الطحالب الخضر المزرقة للتربة :**

1- هذه الطحالب تعمل على تماسك التربة بسبب المادة الجيلاتينية الموجودة فيها مما تؤدي الى تماسك جزيئات التربة , النمو يكون بشكل حصيرة متشابكة .
أن هذه الطحالب تمنع عملية التعرية بالنسبة الى التربة بطريقتين :

الطريقة الاولى : تكون مادة جيلاتينية هلامية لزجة تعمل على تماسك دقائق التربة (الرمل , الغرين , الطين) .

الطريقة الثانية : لأغلب الطحالب القابلية على النمو بشكل كثيف جداً يشبه الوسادة أو الحصيرة بحيث تشغل مساحة كبيرة من التربة أثناء عملية النمو وبطبيعة النمو هذه تؤدي الى تماسك دقائق التربة أيضاً .

2- تساعد التربة على الاحتفاظ بالرطوبة اذ لوحظ في بعض البحوث ان التربة التي تحتوي على الطحالب تكون الرطوبة فيها 8.9 % أما التربة التي لا تحتوي على الطحالب لوحظ ان رطوبتها 1.3 % مما يدل على ان نمو الطحالب له دور مهم في الحفاظ على رطوبة التربة .

- **التكاثر : Reproduction**

تتكاثر الطحالب الخضر المزرقة تكاثر خضري ولاجنسي فقط , أما التكاثر الجنسي فلم يلاحظ في أفراد هذه الشعبة .

1- التكاثر الخضري : Vegetative Reproduction
يحدث هذا النوع من التكاثر بطريقتين :

a) الانقسام الخلوي البسيط : Binary Fission

في الانواع الاحادية الخلية تتكاثر بالانقسام البسيط للخلية فتتكون خليتين جديدة وأحياناً قد تبقى الخلايا المنقسمة داخل الغلاف الجيلاتيني للخلية الام أو قد تنفصل عن بعضها .

b) التجزوء : Fragmentation

في الانواع التي تكون بشكل مستعمرات قد تتجزأ بعض الخلايا من المستعمرة لتبدأ بتكوين مستعمرات جديدة . أما في الانواع الخيطية فقد تقوم بعض الخلايا الخضرية البينية لأي سبب أو عامل بيئي فتتكون قطع أو أقراص أنفصال Seperating Discs لمجموعة من الخلايا الحية التي تنحصر بين هذه الخلايا الميتة وتنفصل هذه الخلايا الحية وتتحرك حركة تزحلقية واضحة ثم تبدأ بتكوين طحالب جديدة يطلق على هذه الخلايا بالهورموكونيا Hormogonia .

2- التكاثر اللاجنسي : Asexual Reproduction

يحدث هذا النوع من التكاثر بتكوين خلايا أو أبواغ غير متحركة تكون من عدة أنواع هي :

a) الخلية الساكنة : Akinaete

وهي عبارة عن خلية خضرية تكبر في الحجم وتمتليء بحبيبات الغذاء المخزون وتحتوي على كمية كبيرة من DNA وتحيط نفسها بجدار سميك ولها القابلية على البقاء لفترة طويلة محتفظة بحيويتها قبل الانبات وتكوين طحلب جديد أو قد تنقسم محتوياتها لتكون مجموعة من الابواغ ينمو كل منها الى طحلب جديد , تلاحظ في طحلب ال *Anabaena* وبعض الانواع الخيطية الأخرى ,

b) الحويصلة المغايرة : Heterocysts

وهي خلية خضرية محورة محاطة بجدار سميك متعدد الطبقات ومحتوياتها متجانسة وخالية من حبيبات الغذاء المخزون , تتميز بوجود عقدة عند كل نهاية تمثل مناطق أتصالها بالخلايا الاخرى .

- **وظائف الحويصلة المغايرة :**

1- تمثل هذه الخلية وسيلة للتكاثر حيث تمثل مناطق أنفصال للخلايا الخضرية (الهورموكونات) والتي تنفصل عن الطحلب الام لتكون طحلب جديد .
2- يعتقد البعض أنها أعضاء تكاثرية مختزلة حيث أثبتت الدراسات أن لهذه الخلية القدرة على الانبات وتكوين طحلب جديد (تحت ظروف مختبرية) .
3- أن أحتواء الحويصلة المغايرة على أنزيم Nitrogenase يثبت أن لهذه الخلية القدرة على تثبيت النتروجين الجوي .

4- وجود الخلايا الساكنة قرب هذه الخلية يجعل البعض يعتقد أن الحويصلة المغايرة تحث على تكوين الخلايا الساكنة Akinete .

5- وجود هذه الخلية في منطقة التفرعات الكاذبة في بعض الاجناس يجعل البعض يعتقد أن للحويصلة المغايرة علاقة بحدوث هذا النوع من التفرع .

c) الابواغ الخارجية Exospores

في بعض الاجناس وأحدى طرق التكاثر اللاجنسي تتكون الابواغ الخارجية حيث تنشأ من تخصر قمة الجدار الخلوي للخلية الام بشكل تركيب كروي مع محتويات الخلية الام . بعد ذلك تنمو هذه الابواغ الى طحلب جديد .

d) الابواغ الداخلية Endospores

ينقسم بروتوبلاست الخلية مع المادة النووية الى عدد من الابواغ , تتحرر من الخلية الام لتنمو الى طحلب جديد .

e) أبواغ ال Hormospores

بعض الأجناس وفي الظروف البيئية غير الملائمة تحيط مجموعة من الخلايا نفسها بجدار سميك لحين توفر الظروف المناسبة لتنمو الى طحلب جديد وتسمى Hormospores .

- **تصنيف الطحالب الخضر المزرقة :**

صنفت أفراد هذه الشعبة Cyanophyta الى صف واحد Class : Cyanophyceae ويظم هذا الصف خمسة رتب 5 Orders صنفت على أساس التركيب والشكل الخضري والبيئة والتواجد وطرق التكاثر وهذا التصنيف متبع من قبل كثير من العلماء .

1- Order : Chamaesiphonales .

وتضم هذه الرتبة أجناس تتصف بما يأتي :

1- معضمها بحرية المعيشة وتنمو عادةً ملتصقة على الصخور أو النباتات الاخرى .
2- أفرادها وحيدة الخلية مثل *Chamaesiphon* أو بشكل تجمعات خلوية مثل *Dermocarpa* .
3- تتكاثر بتكوين الابواغ الخارجية Exospores .

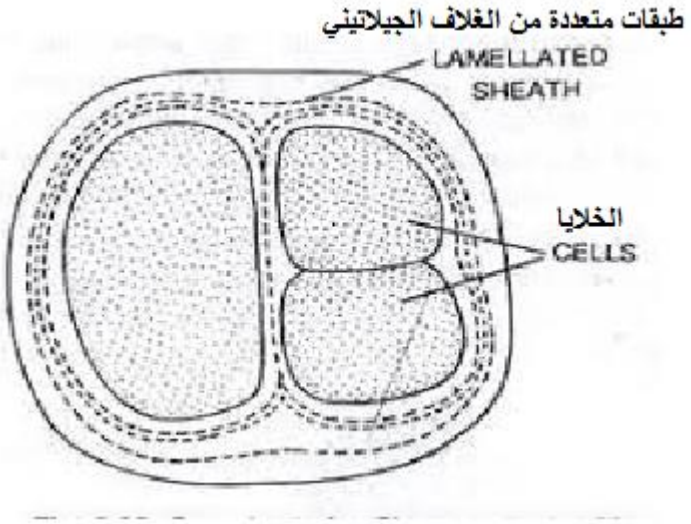
2- Order : Chroococcales .

وتتصف بما يلي :

1- تتواجد في المياه العذبة والمويلحة والمالحة .
2- تنمو بصورة هائمة أو ملتصقة على الصخور .
3- تضم أجناس أحادية الخلية أو مستعمرات منتظمة أو تجمعات للخلايا ويحاط جسمها بغلاف جيلاتيني شفاف أو سميك وملون .
4- تتكاثر باللانقسام الخلوي البسيط أو بالتجزؤ أو بتكوين الانواع .

a. *Chroococcus*

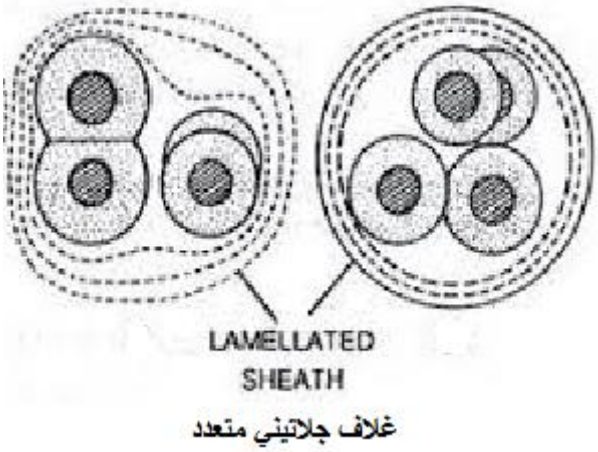
أحادي الخلية وقد يتجمع بشكل مستعمرات كروية أو شبه كروية , تحاط الخلية بغلاف جيلاتيني هلامي عديم اللون أما محتويات الخلية فتتميز بلونها الاخضر والازرق .



Chroococcus

b. *Gloeocapsa*

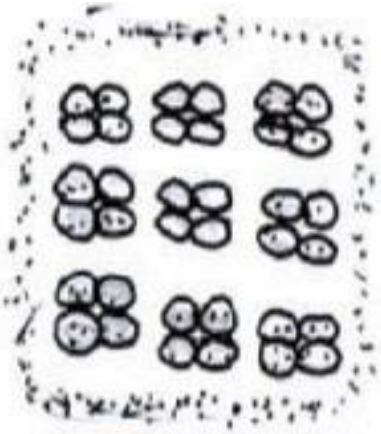
طحلب أحادي الخلية قد يتجمع بشكل مستعمرات كروية أو شبه كروية ويشبه ال *Chroococcus* في صفاته على أنه يمكن تمييزه بوجود الغلاف الملون الذي يحيط بالخلايا والذي يكون لونه بني أو أحمر بنفسجي .



Gloeocapsa

c. Merismopedia

طحلب أحادي الخلية خلاياه ذات شكل قرصي أو نصف كروي يكون بشكل مستعمرات منتظمة مربعة أو مستطيلة وتتكون المستعمرة الواحدة من (4 – 512) خلية مرتبة بشكل أزواج الخلايا ذات لو ازرق فاتح او اخضر .



Merismopedia

d. Microcystis

من الطحالب الاحادية الخلية ويتجمع بهيئة تجمعات تتخذ أشكالاً مختلفة يطلق عليها بالتجمعات البالميلية وتكون محاطة بغلاف جيلاتيني أو هلامي ويكون عدد أفرادها غير محدد كذلك شكلها غير منتظم وعددها غير ثابت , الخلايا كروية الشكل وغالباً ما تحتوي على فجوات غازية كاذبة . بعض انواعه تسبب ظاهرة Water Bloom أو تفرز مواد سامه تؤدي الى موت الاحياء المائية .

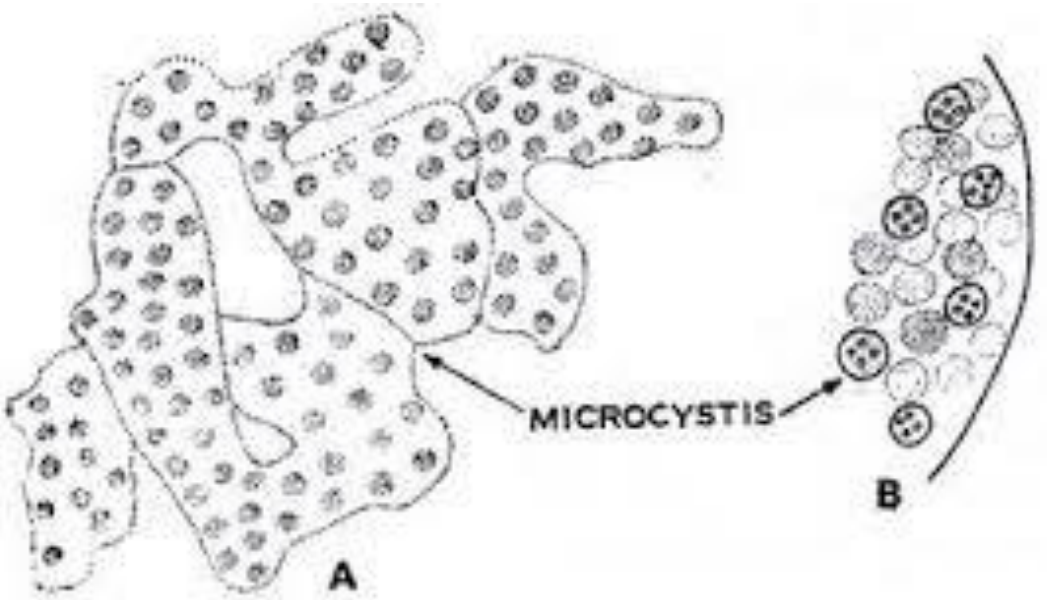


Fig. 1 (A, B). *Microcystis*. A. a colony; B. a part of colony.

3- Order : Pleurocapsales

1- تضم هذه الرتبة عدد قليل من الاجناس .

2- تنمو عادةً ملتصقة على الصخور أو الطين أو على النباتات المائية الاخرى .

3- تضم أجناس ذات شكل خضري مختلف الشعيرات Heterotrichous حيث تتكون بشكل كتل من الخلايا .وتنتج عادة من الانقسام الخلوي بأتجاه واحد أو أتجاهين .

4- تتكاثر بتكوين أعداد كبيرة من الابواغ الداخلية Endospores داخل بعض الخلايا الخضرية .

Genus : *Hyella*

طحلب خيطي متفرع خالي من الهورموكونيات , قد تتميز الخيوط القاعدية الى صفوف متعددة من الخلايا , ملتصق , يتكاثر بالابواغ الداخلية .

Hyella

4- Order : Nostocales

1- تتواجد في المياه العذبة والمويلحة والمالحة أما بصورة هائمة وقد تسبب بعض انواعها ظاهرة أزدهار الماء Water Bloom , أو تنمو ملتصقة على الطين أو الصخور أو الرمال , كما يتواجد البعض منها على اليابسة في المناطق الرطبة .

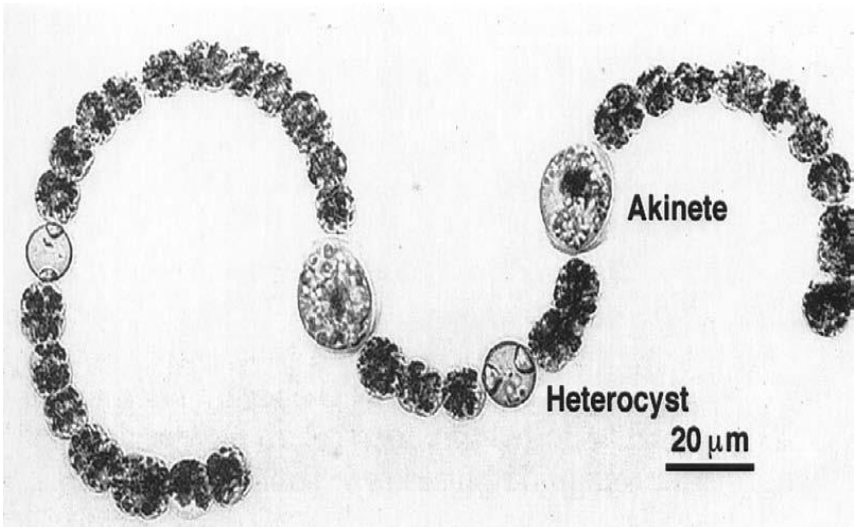
2- تضم هذه الرتبة أكبر عدد من الاجناس العائدة لهذه الشعبة وتكون ذات أشكال خيطية أو حلزونية أو ذات تفرع كاذب , وقد تتجمع الخيوط داخل غمد جيلاتيني فتكون مستعمرات منتظمة أو غير منتظمة .

3- تتكاثر بتكوين الهورموكونيا Hormogonia مالحويصلات المغايرة Heterocysts أو الخلايا الساكنة Akinetes أو ال Hormospores .

A- Family : Nostocaceae

a) Genus : *Nostoc*

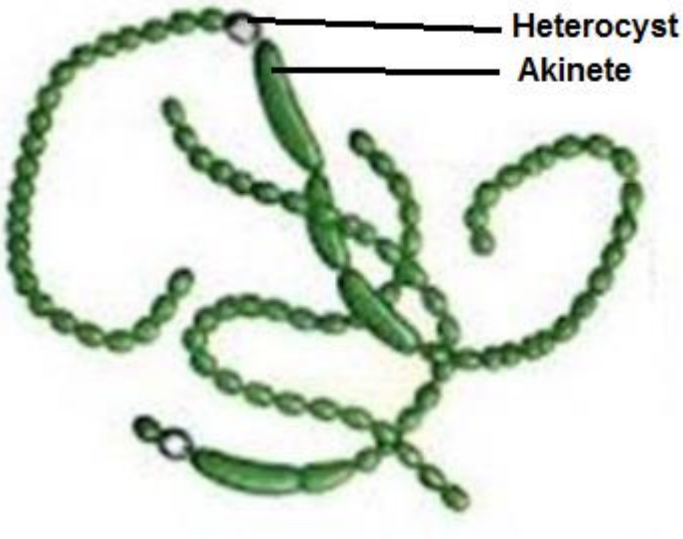
طحلب خيطي يتألف من سلسلة من الخلايا الخضرية الكروية أو القرصية الشكل تشبه المسبحة تتخللها خلايا اكبر حجماً وكروية الشكل ذات عقدتين قطبيتين أذا كانت وسطية الموقع وعقدة واحدة أذا كانت طرفية وهي الحويصلات المغايرة , كما تلاحظ الخلايا التكاثرية Akinetes , ويتواجد بشكل مستعمرات خيطية في المياه وعلى التربة بعضها يتواجد بشكل تعايشي مع نبات *Anthocerose* (حزازيات) وبعض انواعه مهمه من الناحية الزراعية كونها تثبت النايتروجين الجوي كما في حقول الرز والبقوليات وبعضها سامة وأخرى تنتج مضادات حيوية .



Nostoc

b) Genus : *Anabaena*

طحلب خيطي يتألف من سلسلة من الخلايا الخضرية الكروية أو البرميلية الشكل تكون ملتفة بشكل حلزوني لولبي , وهي أكبر حجماً من خلايا طحلب *Nostoc* ويتخلل تلك الخلايا الحويصلات المغايرة كما توجد الخلايا الساكنه Akinetes في نهاية الخيط .

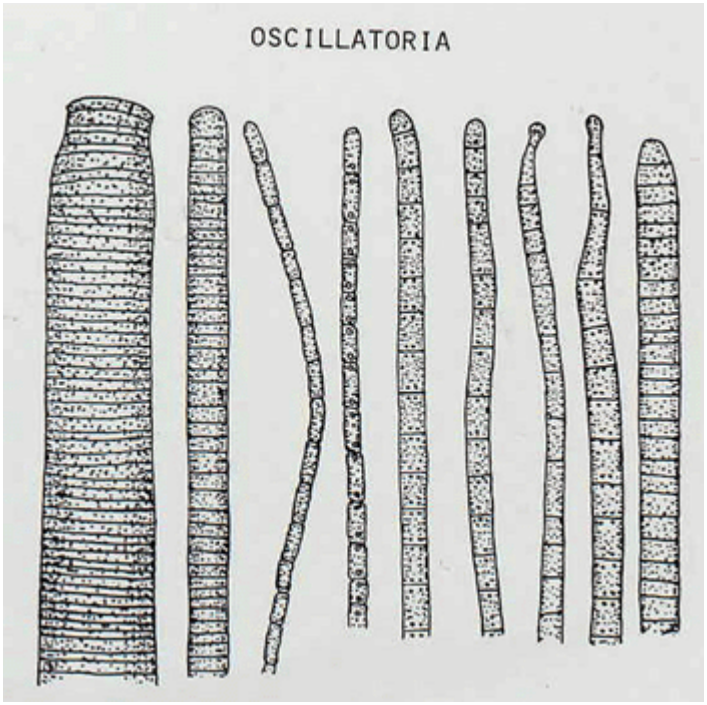


Anabaena

B- Family : Oscillatotiaceae

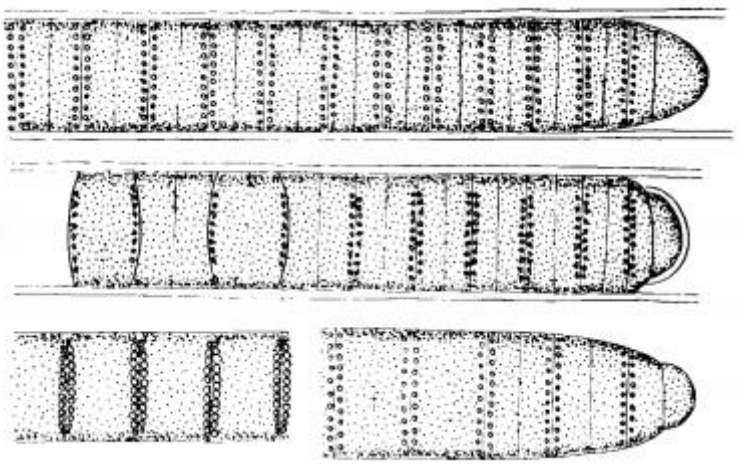
a)Genus : *Oscillatoria*

طحلب خيطي يتألف من خلايا خضرية ذات شكل مستطيل أي أن طول الخلية أقصر من عرضها وتكون الخلايا الخضري متراصة ويمكن تمييز الخلية القمية التي عادتاً ما تكون مدورة أو مدببة أو قبعية Capitat , أما الخلية القاعدية فتكون مستوية وهناك خلايا مقعرة الوجهين هي الخلايا الميتة Dead Cells وتسمى المنطقة المحصورة بين خليتين ميتتين بال Hormogonium (جمعها Hormogonia) والتي عند انفصالها تنمو لتعطي خيط طحلبي .



b)Genus : *Lyngbya*

طحلب خيطي يشبه طحلب ال *Oscillatoria* ولكن الغلاف الجيلاتيني بارز بشكل واضح جداً ويمتد الى مقدمة الخيط بهيئة قرون , الخيوط ملتفة بكثافة حول نفسها اغلب أنواعه سامة .



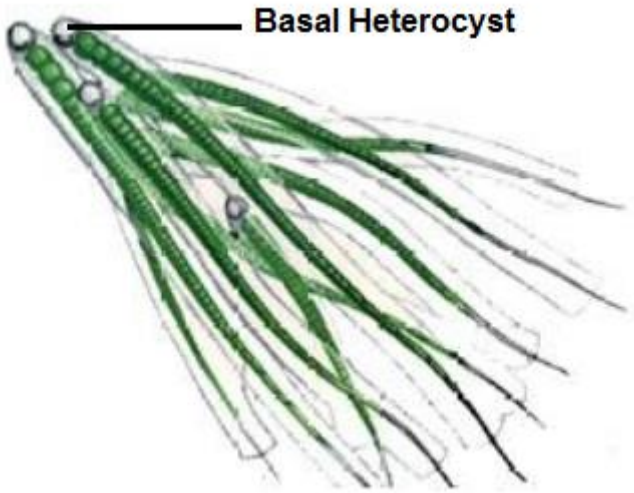
c)* Genus : *Spirulina

طحلب خيطي بسيط حلزوني . لون الخيط أزرق فاتح مائل الى الأخضرار , يتواجد في البئات الملوثة جداً كمياه المجاري والمعامل , ويعتبر الطحلب مهم من الناحيو الغذائية حيث أحدث ثورة في العالم بسبب ما يحتويه من مواد غذائية ذات طاقة عالية متمثلة بالسكريات والبروتينات والدهون بالاضافة الى المواد الطبية والصيدلانية .

C- Family : Rivulariaceae

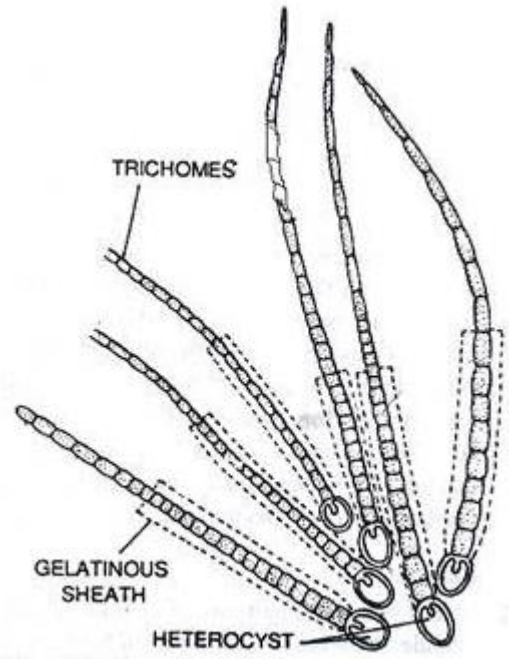
a) Genus : *Rivularia*

طحلب خيطي بسيط مستدق النهاية ويوجد عند قاعدة كل خيط حويصلة مغايرة Basal Heterocyst وتكون الخلايا القريبة من القاعدة كبيرة وتضيق أو تستدق كلما أبتعدنا عن القاعدة , ويحاط الخيط بغلاف جيلاتيني واضح ويصبح اقل وضوحاً عند قاعدة الخيط , تترتب الخيوط بشكل مستعمرة شعاعية أو متوازية .



b) Genus : *Gloeotrichia*

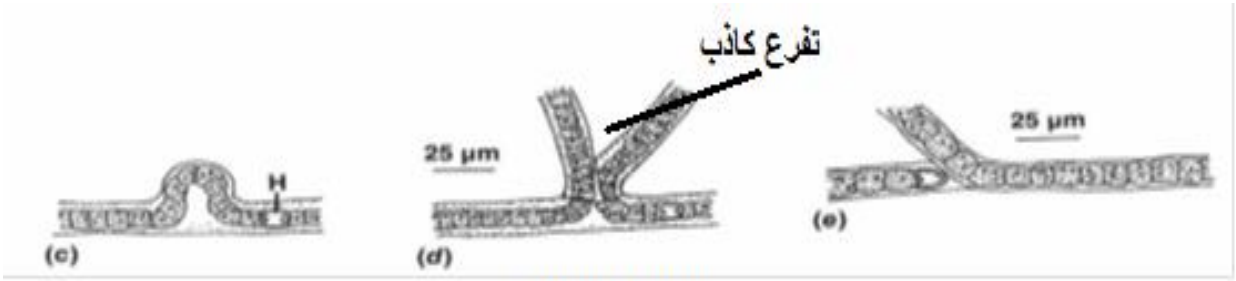
طحلب خيطي يحاط بغمد أكثر وضوحاً من طحلب *Rivularia* ويحتوي على خلية ساكنة ملاصقة للحويصلة المغايرة القاعدية الموقع .



D- Family : Sctonemataceae

Genus : *Scytonma*

طحلب خيطي متفرع تفرعاً كاذباً ثنائيا حيث ينشأ الفرعان الكاذبان نتيجة لموت احدى الخلايا الخضرية , الغلاف الجيلاتيني واضح , ويمكن ملاحظة أكثر من حويصلة مغايرة في الخيط .



Scytonema

5- Order : Stigonematales

1- تتواجد ملتصقة على الصخور أو الرمال .

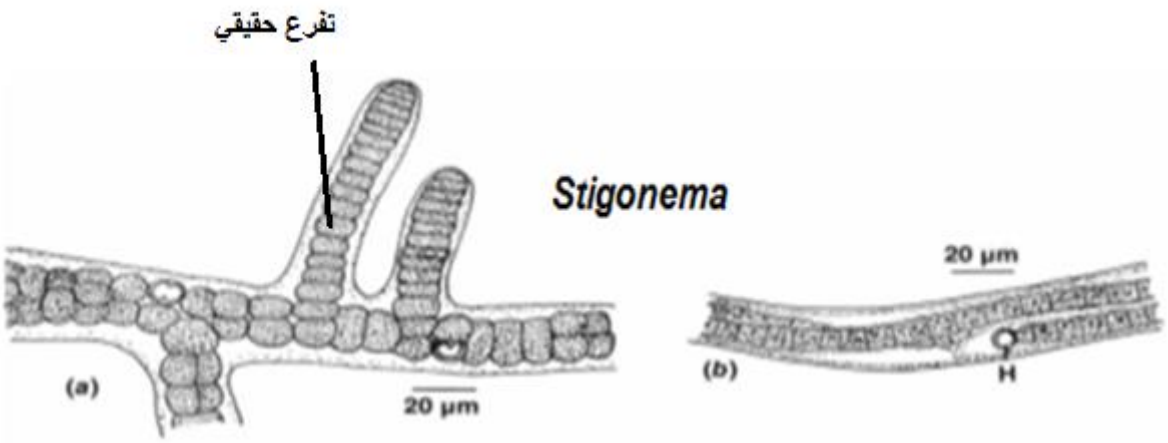
2- تضم أجناس قليلة ذات شكل خيطي ذو تفرع حقيقي , الخيط مؤلف من أكثر من صف من الخلايا ويحتوي الخيط على الحويصلات المغايرة .

3- تتكاثر بتكوين ال Hormogonia مثل طحلب *Stigonema*

Family : Stigonemataceae

Genus *: Stigonema*

طحلب خيطي ذان تفرع حقيقي , الخلايا تترتب في صف واحد أو اكثر من صف , الغمد سميك , النمو قمي , التكاثر عن طريق تكوين الهورموكونيات .



شعبة الطحالب الخضر Divition : Chlorophyta

(Green Algae)

تضم هذه الشعبة على أكثر من 6500 نوعاً .

الصفات العامة :

1- **تكون أفراد هذه الشعبة حقيقية النواة Eukaryotic وتحتوي على العضيات الخلوية المختلفة .**
2- **البلاستيدات محددة ومتنوعة في الشكل فقد تكون كأسية أو كوبية Cup – Shape أو جدارية Parietal أو نجمية Stellate أو حلزونية Spiral أو شريطية Band Shape أو قرصية Discoid .**
3- **تحتوي البلاستيدات على الصبغات المتمثلة ب Chlorophyll a , b و β - Carotene وصبغات الزانثوفيلية منها Zeaxanthin و Lutein و Neoxanthin وبعض الصبغات السايفوبية مثل صبغة Siphonin وال Siphonoxanthin .**
4- **الغذاء المخزون يتكون من مركبات كاربوهيدراتية على شكل نسأ والذي يشبه الغذاء المخزون في النباتات البذرية , وقد يخزن في السايتوبلازم أو داخل المراكز النشوية Pyrenoids التي تتواجد بصورة مفردة أو متعددة داخل البلاستيدة .**
5- **الجدار الخلوي سليلوزي Cellulose وقد يحوي أيضاً على البكتين Pectin أضافة الى مواد أخرى .**

6- تتواجد الأسواط في بعض الأجناس المتحركة أو الاطوار التكاثرية المتحركة ةتكون بشكل زوج أو زوجين من النوع الأملس Achronematic المتساوية في الطول .
7- تحوي الأجناس المتحركة على البقعة العينية Eye Spot وفجوات متقلصة Contractile Vacuoles في مقدمة الجسم .

❖ البيئة والتواجد : Ecology and Presence

1- تنتشر أفرادها في البيئات المختلفة وغالبيتها تتواجد في المياه العذبة وحوالي 10 % فقط من أنواعها تتواجد في المياه المالحة .
2- تنمو بصورة هائمة أو ملتصقة على الصخور أو التربة أو على النباتات أو الطحالب الأخرى وقد تنمو على أجسام بعض الأحياء اللافقرية المائية . وتدخل بعض الانواع في التركيب الأشنات Lichens والبعض منها تتطفل داخل أجسام بعض النباتات البذرية أو الحزازيات .

❖ الشكل الخضري : Vegetative Form

يلاحظ التنوع غي الاشكال الخضرية فهي تضم أجناس بأشكال خضرية مختلفة تتمثل بالأشكال التالية :

1- الشكل الاحادي تاخلية Unicellular Form :
أ- أحادية الخلية المتحركة Motile : مثل طحلب الكلاميدوموناس *Chlamydomonas* .
ب- أحادية الخلية غير المتحركة Non – Motile : مثل طحلب الكلوريلا *Chlorella* .
2- شكل مستعمرات Colonial Form :
أ- تجمعات بالميلية Pallmelloid Form : مثل طحلب ال *Palmella* .
ب- مستعمرات محددة Coenobium ربما مستعمرات محددة متحركة مثل *Volvox* وربما مستعمرات محددة غير متحركة مثل *Pediastrum* .
3- أشكال خيطية Filamentous :

في بعض الاجناس تترتب الخلايا على شكل خيوط غير متفرعة مثل *Ulothrix* أو متفرعة مثل *Cladophora* أو تكون مختلفة الشعيرات Heterotrichous .

4- الشكل السايفوني (الانبوبي) Siphonous Form :

حيث تترتب الخلايا على شكل أنبوب مثل طحلب *Enteromorpha* .

5- الشكل الغشائي البرنكيمي Parenchymatous Form :

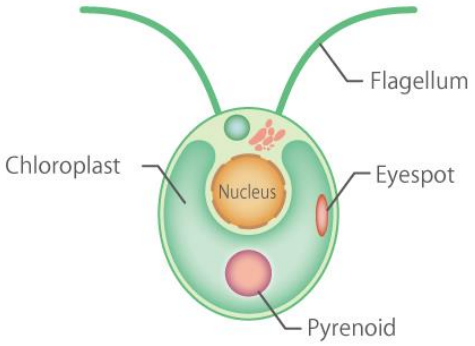
مثل طحلب *Ulva* .

6- الشكل الثالوسي Thallus Form :

حيث يكون الطحلب ذو محور قائم متفرع مثل ال *Chara* .

❖ التركيب الخلوي Cellular Structure :

يدرس التركيب الخلوي في طحلب الكلاميدوموناس *Chlamydomonas* الاحادي الخلية المتحرك والذي يتصف بجميع صفات الطحالب الخضر من حيث التركيب الداخلي . تحت المجهر الضوئي يظهر هذا الطحلب بشكل خلية كروية أو بيضوية وله بلاستيدة كأسية عليها مركز نشوي واحد . في مقدمة الجسم وداخل البلاستيدة , تقع البقعة العينية . ويبرز من مقدمة الجسم زوج من الاسواط المتساوية في الطول الملساء .



© CSLS/The University of Tokyo

أما التركيب الداخلي للطحلب وكما يظهر تحت المجهر الألكتروني فيمكن تمييز محتويات الخلية من الخارج والى الداخل وكما يلي :

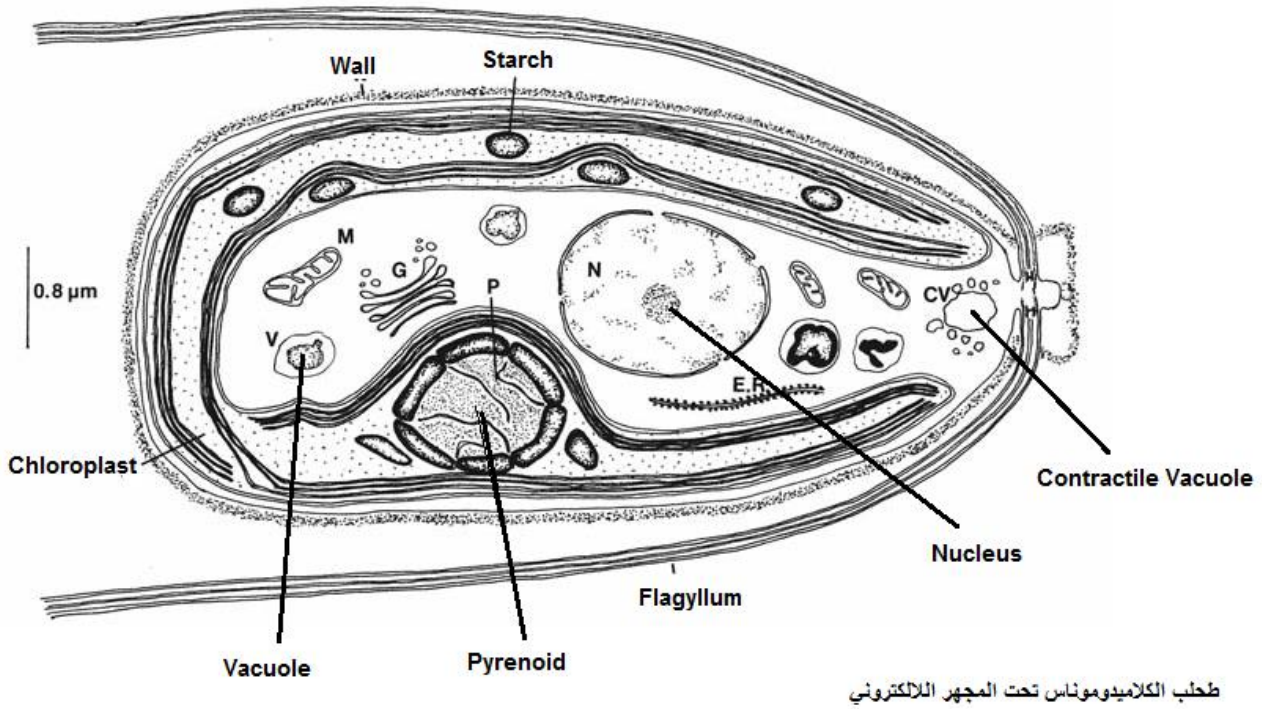
يحاط جسم الطحلب بالجدار الخلوي Cell Wall الرقيق والمؤلف من طبقتين , الخارجية من البكتين Pectin والداخلية من السليلوز Cellulose الى الدخل من الجدار الخلوي يوجد الغشاء البلازمي Plasma – Membrane الذي يمتد الى مقدمة الخلية ويكون غلاف يحيط بالاسواط . البلاستيدة غالباً ما تكون كأسية الشكل ويحاط بغشاء ثنائي الطبقات . تحتوي

البلاستيدة على صفائح البناء الضوئي Thylakoids وتكون محاطة بمادة شبه سائلة تدعى الحشوة Stroma . وتحتوي البلاستيدة على نسبة عالية من DNA . تحتوي البلاستيدة على مركز نشوي Pyrenoid تتجمع حولة الحبيبات النشوية , يعد المركز النشوي بمثابة مركز خزن وقتي للمواد الغذائية النشوية الفائضة عن حاجة الخلية والناتجة من عملية البناء الضوئي . ويعتقد بعض العلماء بأن المركز النشوي هو مركز أو موقع لتصنيع النشأ وذلك لأحتوائه على أنزيم تصنيع أو بناء النشأ .

تقع البقعة العينية Eye Spot (Stigma) على البلاستيدة وفي مقدمتها وهي عبارة عن طبقة أو أكثر من القطيرات الدهنية وتحوي على صبغة الكاروتين التي تعطيها اللون البرتقالي . وتكون البقعة العينية حساسة للضوء وتشارك في التوجه الضوئي للطحلب .

النواة واضحة ومحاطة بالغلاف النووي وتحتوي على أنوية . وهناك عضيات أخرى في السايتوبلازم منها الفجوات الحقيقية وأجسام كولجي والمايتوكوندريا والشبكة اللاندوبلازمية .

الاسواط تمتد من مقدمة الجسم وتحاط بالغشاء البلازمي . توجد عند قاعدة الاسواط زوج من الفجوات المتقلصة .



طحلب الكلاميدوموناس تحت المجهر اللالكتروني

1- ظاهرة التوجه أو الانتحاء الضوئي Phottaxis :

في الاجنا س التي تحتوي على البقعة العينية الي تكون حساسة للضوء يكون لهذه الاجناس القابلية على التوجه أو الانتحاء الضوئي والذي يحدث بطريقتين :

1- في الاجناس التي تحتوي على الاسواط يتم التوجه أو الانتحاء الضوئي للطحالب (الموجب او السالب) بحركة الاسواط والتي في حركة جسم الطحلب .
2- أما الحركة في الاجناس التي تفتقر الى وجود الاسواط كما في الدزميدات Desmids فيتم أنزلاق الجسم بواسطة أفراز مواد جيلاتينية عبر ثقوب بواسطة موجودة على سطح الخلية .

2- النمو Growth :

يحدث النمو في الطحالب الخضر بطريقتين :

1- طريقة النمو المنتشر غير المحدد Generalized Growth كما في طحلب Ulva .
2- طريقة النمو المحدد Localized Growth ويكون أما قمي Apical , قاعدي Basal , أو النمو البيني Intercalary .

3- التكاثر Reproduction :

تتكاثر الطحالب الخضر بالطرق الآتية :

1- التكاثر الخضري : Vegetative Reproduction

ويحدث هذا النوع من التكاثر بالتجزؤ أو الأنقسام البسيط للخلايا .

2- التكاثر اللاجنسي : A sexual Reproduction

يحدث بتكوين أنواع مختلفة من الابواغ المتحركة وغير المتحركة .

3- التكاثر الجنسي : Sexual Reproduction

ويحث بأنواعه المختلفة حيث تتكون أمشاج تتحد لتكون البيضة المخصبة .

أ- متشابه الامشاج Iso gamy :

أتحاد أمشاج متشابه متحركة .

ب - مختلف الامشاج An Isogamy :

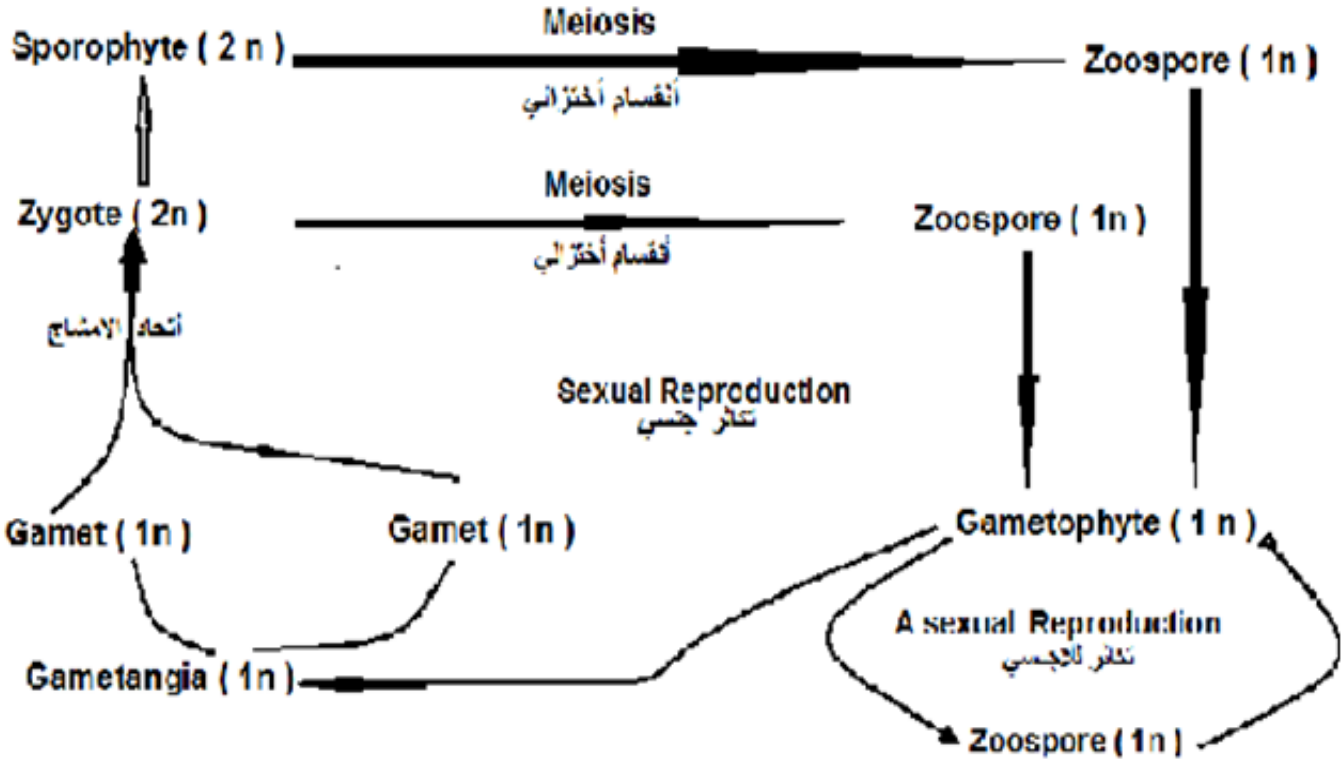
أتحاد أمشاج مختلفة متحركة .

ج- البيضي Oogamy :

أتحاد مشيج ذكري متحرك صغير مع خلية بيضة ساكنة كبيرة .

4- دورات الحياة Life Cycle :

تكون أما أحادية Haploid أو ثنائية Diploid , أو تتمثل بدورة حياة لها طورين متشابهة Isomorphic أو يكون الطورين مختلفين Heteromorphic وتتوضح فيها ظاهرة ترادف الاجيال Alternation of Generation .



دورة حياة الطحالب الخضر

❖ تصنيف الطحالب الخضر : Classification Of Green Algae

شعبة الطحالب الخضر وضعت تحت صفين هما :

Division : Chlorophyta

1- Class : Chlorophyceae صف الطحالب الخضر
2- Class : Charophyceae صف الطحالب الكارية

1- Class Chlorophyceae صف الطحالب الخضر

وضعت افراد صف الطحالب الخضر Chlorophyceae ضمن 14 رتبة من قبل العالم Fritsch (1945) . ووضعها العالم Smith (1950) والعالم Bold (1985) ضمن 15 رتبة . وقد أعتمد التصنيف على :

1- الشكل الخضري .
2- التركيب الخلوي .
3- طرق التكاثر .
4- دورات الحياة .

ومن هذه الرتب سندرس البعض منها :

1- Order : Volvocales

<u>الصفات المميزة :</u>

1- تضم هذه الرتبة أجناس وحيدة الخلية متحركة أو مستعمرات محددة متحركة .
2- معضمها تتواجد في المياه العذبة والبعض منها تتواجد في المياه المالحة .
3- تحاط الخلايا عادةً بجدار سليلوزي .
4- تحوي الخلايا على أسواط عددها من 2 – 8 من النوع الأملس Achronematic .
5- الخلايا أحادية النواة وتحوي على بلاستيدة خضراء مختلفة الأشكال وتوجد بقعة عينية عند قاعدة الاسواط .
6- تتكاثر أفراد هذه الرتبة بالأنقسام الخلوي البسيط , أو لاجنسياً بتكوين أبواغ متحركة أو غير متحركة , والتكاثر الجنسي يحدث بأنواعه الثلاث هي : , Isogamy Anisogamy , Oogamy

- **مستعمرات رتبة Volvocales :**

1- تكون من عدد ثابت من الخلايا .

2- أشكالها محددة ومنتظمة وتسمى خلايا المستعمرة الاجتماعية سينوبيوم (Coenobium) .

3- هناك درجات من التعقيد والتخصص هي :

أ- حجم وشكل السينوبيوم :

قد تكون صفيحية وعدد قليل من الخلايا (4 – 16) كما في *Gonium* أو كروي كما في *Pandorina* (4 - 32) خلية وال *Volvox* يحتوي على (500 - 5000) خلية .

ب- التباين التركيبي :

في طحلب ال *Gonium* جميع خلاياه متشابهة وفي الطحالب *Eudorina* , *Pandorina* , تكون البقع العينية في الخلايا الخلفية أقل وضوحاً من الخلايا الامامية .

ج _ التكاثر اللاجنسي :

جميع الخلايا قادرة على التكاثر اللاجنسي بالانقسام كما في *Gonium* و *Eudorina* أما في *Volvox* فيوجد خلايا متخصصة للتكاثر اللاجنسي تدعى بال Conidium .

ء- التكاثر الجنسي :

ويكون من عدة انواع من التكاثر هي :

1- Isogamy ← كما في *Gonium*

2- Anisogamy ← كما في *Eudorina*

3- Oogamy ← كما في *Volvox*

Class : Chlorophyceae

Order : Volvocales

Family : Chlamydomonaceae

Genus : *Chlamydomonas*

(تم شرحه سابقاً)

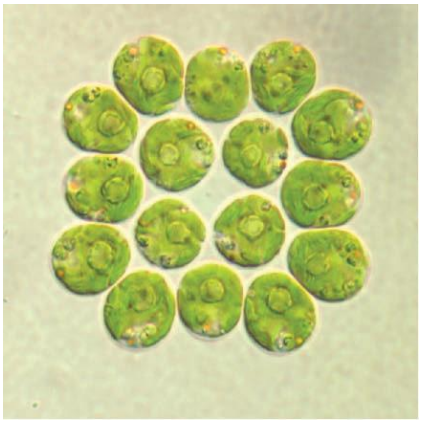
التكاثر :

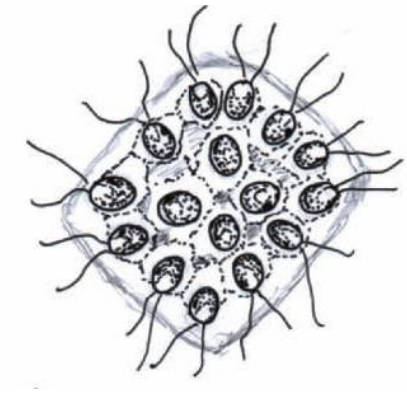
1- الانقسام البسيط : ينتج 2- 8 خلايا داخل الخلية الام بعدها تنطلق الى الخارج , وفي الظروف غير الملائمة تبقى الخلايا داخل جدار الخلية الام وتنطمر داخل كتلة جيلاتينية وتمر بطور السكون الطور البالميلي (Palmella Stage) وعند تحسن الظروف تنطلق .

2- التكاثر الجنسي : ويكون عن طريق جميع انواع التكاثر الجنسي هي Isogamy و Anisogamy و Oogamy والنبات أما أن يكون متشابه الثالوس Homothallic أو مختلف الثالوس Heterothallic .

Genus : *Gonium*

يتواجد في المياه العذبة بهيئة مستعمرات ضفائحية محددة عددها من 4 – 16 خلية الى 32 . خلاياها تشبه الكلاميدوموناس داخل كتلة جيلاتينية مرتبطة مع بعضها بخيوط جيلاتينية , كل خلية قادرة على الانقسام وتكوين مستعمرة جديدة .





Gonium

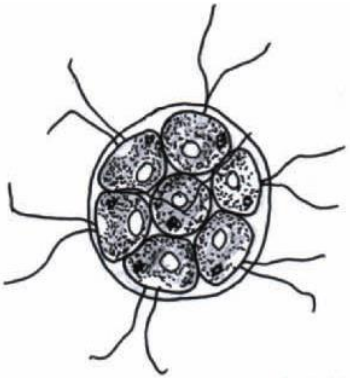
Genus : *Pandorina*

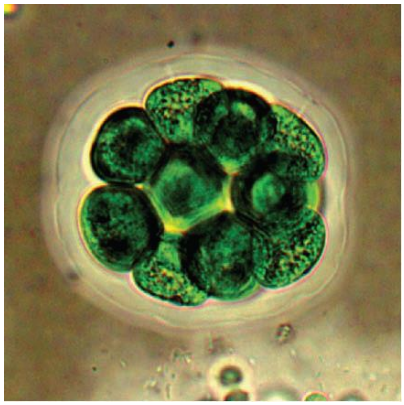
تجمعات سينوبية كروية الشكل تحتوي على عدد كبير من الخلايا الخضرية التي تترتب بشكل مقلوب بحيث تكون الجهة العريضة نحو الخارج والجهة الضيقة الى الداخل ويتراوح عدد الخلايا المكونة لهذا التجمع من 4 – 8 خلايا وتكون من النوع المتحرك , حيث تحتوي كل خلية خضرية على سوطين أماميين ملساء متساويين في الطول .

التكاثر :

1- لاجنسي : كل خلية قادرة على الانقسام وتكوين مستعمرة من 16 خلية .

2- جنسياً : من النوع Isogamy .





Pandorina

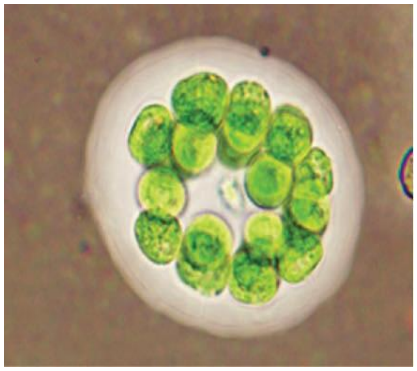
Genus : *Eudorina*

تجمعات سينوبية كروية الشكل تحتوي على عدد من الخلايا الخضرية الكروية أو المستديرة والتي يتراوح عددها من 8 – 64 خلية ويكون التجمع من النوع المتحرك داخل غلاف جيلاتيني . تتكثف الخلايا عند محيط المستعمرة .

التكاثر :

1- لاجنسي : تكون مستعمرة ذاتية Autocolony .

2- جنسياً : Anisogamy .



Eudorina

Genus : *Volvox*

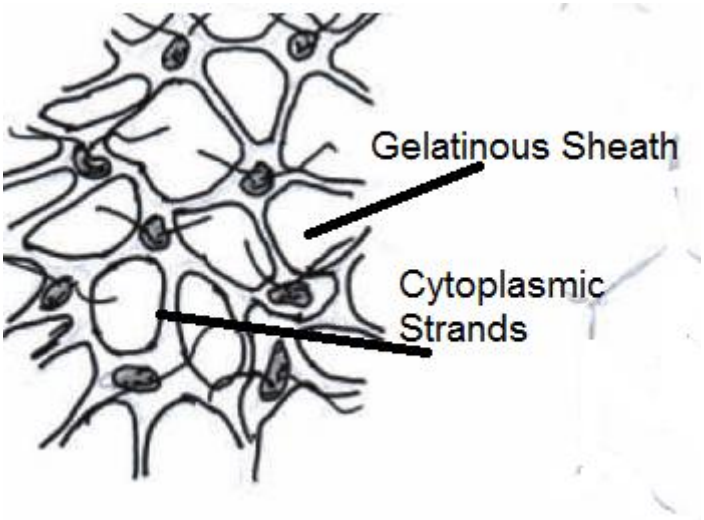
يوجد بشكل تجمعات منتظمة كروية الشكل طافية على سطح المياه العذبة , تتألف من أعداد هائلة من الخلايا الخضرية التي تكون كأسية الشكل حاوية على زوج من الاسواط الملساء الامامية المتساوية بالطول . ذات بلاستيدة خضراء كأسية الشكل . يتكون التجمع من 500 - 5000 خلية . تحتوي خلايا بداخلها على تجمعات بنوية Daughter Colony ومن

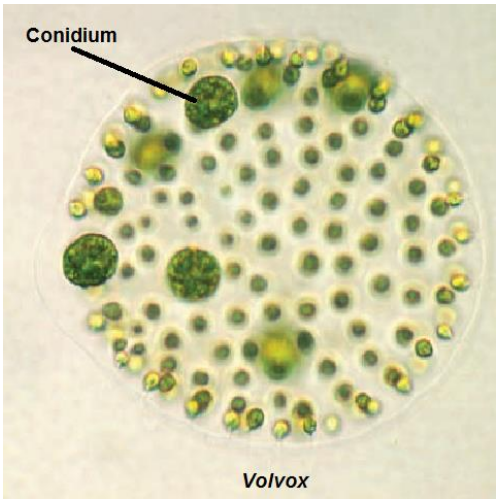
الممكن ملاحظة خلايا التكاثر اللاجنسي Conidia داكنة اللون متخصصة تنقسم وتنتج تجمعات بنوية والبيضة المخصبة Zygote تتميز بوجود جدار مثخن غامق اللون .

التكاثر :

1- التكاثر اللاجنسي : عن طريق خلايا التكاثر اللاجنسي Conidial Cells تعاني عدة انقسامات مكونه مستعمرات بنوية جديدة شبيه بخلايا المستعمرة الام .

2- التكاثر الجنسي : يحصل عن طريق تخصص بعض الخلايا الى خلايا تكاثري ذكرية Antheridia مكونة الامشاج الذكرية وخلايا أخرى تمثل الخلية الجنسية الانثوية Oogonium بعد الاخصاب يتكون البوغ اللاقحي Oospore ينقسم أختزالياً ليكون مستعمرة جديدة .





2 - Order : Chlorococcales

الصفات المميزة :

1- تضم هذه الرتبة أجناس وحيدة الخلية أو مستعمرات غير متحركة .
2- تحاط الخلايا بجدار سليلوزي .
3- الخلايا لا تحتوي على أسواط في الحالة الخضرية .
4- الخلايا أحادية النواة في بعض الاجناس ومتعددة الانوية في أجناس أخرى ولا تحتوي على بقعة عينية .
5- البلاستيدات بأشكال مختلفة مفردة أو متعددة في الخلية .

6- تتكاثر أفرادها لاجنسياً بتكوين الابواغ المتحركة أو غير المتحركة . والتكاثر الجنسي من نوع Isogamy أو Anisogamy .

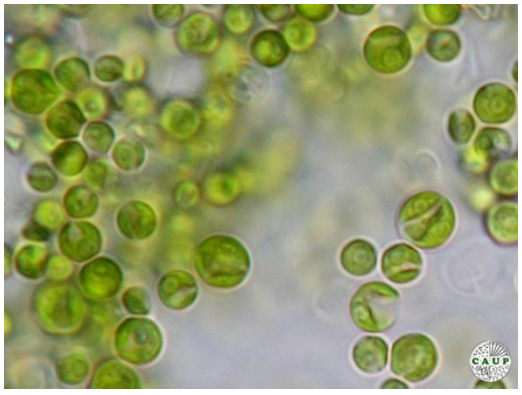
Family : Chlorococcaceae

Genus : *Chlorella*

طحلب حادي الخلية غير متحرك كروي الشكل يحتوي على بلاستيدة كأسية أو كوبية الشكل تشغل معظم حجم الخلية تحتوي على Pyrenoid واحد أو أكثر وتظهر النواة واضحة في زاوية من الخلية . يتواجد هذا الطحلب عادةً في بيئة المياه العذبة بشكل حر أو متعايشياً Symbioses مع كائنات أخرى وحيدة الخلية مثل بعض اللافقريات المائية وبعض الكائنات البسيطة Protozoa . يعتبر هذا الطحلب من الطحالب المهمة أقتصادياً حيث يحتوي على تسبة عالية من البروتينات تصل الى 50 % كما ويحتوي على معظم الحوامض الامينية الاساسية ولذلك فهو مصدر بروتيني جيد للأحياء . يعد مهم في الدراسات الوراثية وذلك لسهولة الحصول على الجيل الثاني .

التكاثر :

يتكاثر بتكوين أبواغ ذاتية Autospores من 4 - 8 غير متحركة وهي أبواغ شبيه بالخلية الام لكنها أصغر حجماً .



Chlorella

Family : Hydrodictiaceae

Genus : *Pediastrum*

Coenobium يعيش في المياه العذبة هائم , المستعمرة غير متحركة مسطحة محددة منتظمة من 2 – 32 خلية . الخلايا الخا رجية حاوية على بروزات وأكثر عدداً . الخلايا تحتوي على بلاستيدة جدارية ومركز نشوي واحد . أحادية النواة وعند النضج تكون متعددة الانوية . الطحلب يتحمل درجات الحرارة العالية .

التكاثر :

1- التكاثر اللاجنسي : تنقسم الخلايا مكونة أبواغ متحركة داخل حوصلة بعدها تنطلق لتترتب مع بعضها مكونة مستعمرة جديدة بعد ان تفقد أسواطها .
2- التكاثر الجنسي : بعض الخلايا تنقسم لتكون أمشاج مغزلية ثنائية الاسواط تتحد مع بعضها لتكون ال Zygote , تنقسم الزايكوت انقساماً أختزالياً مكونة أبواغ متحركة داخل حوصلة و بعدها تترتب بعد ان تفقد أسواطها مكونة مستعمرة جديدة .

Pediastrum

Genus : *Hydrodictyon* (شبكة الماء)

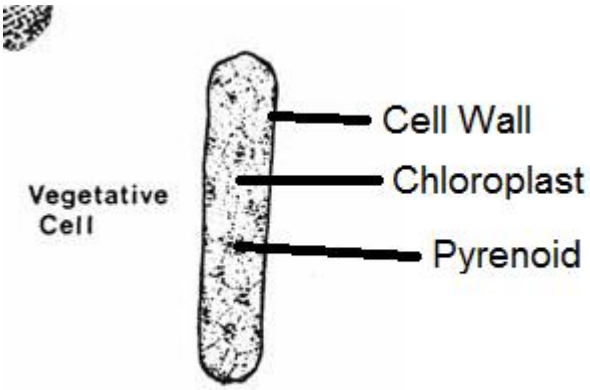
يتواجد في المياه العذبة بطيئة الجريان . خلاياه تترتب بشكل شبكة تطفو على سطح الماء . يصل طوله الى 30 سم , الخلايا أسطوانية سداسية الشكل وتتصل مع بعضها عند نهاياتها , تحوي الخلية على بلاستيدة صفائحية وذات مركز نشوي واحد في الخلايا الفتية ونواة مفردة أما في الخلايا الناضجة تتعدد الانوية والمراكز النشوية .

التكاثر :

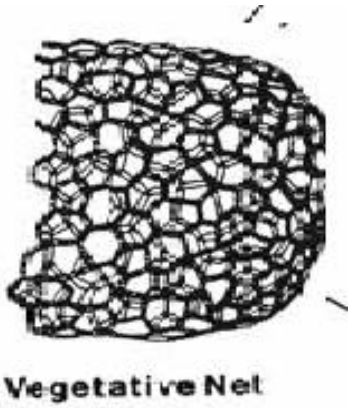
1- الخضري : عن طريق التزؤ .

2- لاجنسياً : داخل الخلايا الخضرية يحصل انقسامات متعددة وكونة أبواغ متحركة بعدها تفقد الاسواط وتترتب لتكون مستعمرة شبيه بالام بعدها تنطلق خارج الخلية .

3- جنسياً : تعاني الخلايا الخضرية أنقسامات متعددة مكونة أمشاج متشابهة لتتحد مكونة ال Zygote وبعد عدة أنقسامات تكون 4 أبواغ متحركة بعدها تسبح لتكون خلايا تسمى متعددة الرؤوس Polyhedral Cells, تنقسم محتوياتها مكونة مستعمرة شبيه بالمستعمرة الام .



أحدى خلايا المستعمرة



Hydrodictyon

مستعمرة طحلب شبكة الماء

Family : Scenedesmaceae

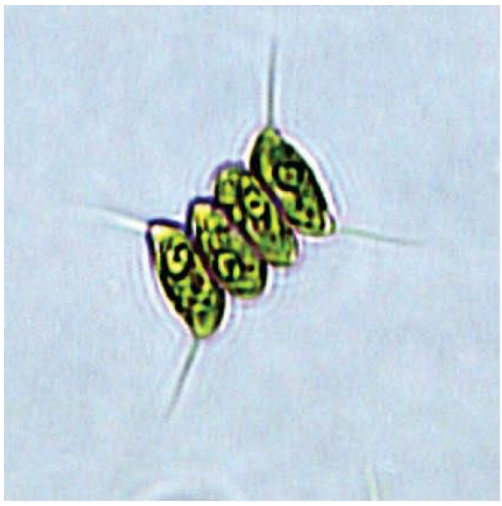
Genus : *Scenedesmus*

طحالب هائمة يتواجد بهيئة تجمعات منتظمة غير متحركة يتراوح عدد خلاياها من 2 – 32 وغالباً ما تكون تجمعات رباعية أو ثمانية . الخلايا هلالية الشكل أو بيضوية موازية لبعضها البعض طول الخلية أقل من عرضها . تنتهي الخلايا الطرفية ببروزات جانبية تتباين في أطوالها , تحتوي الخلية على بلاستيدة خضراء شبكية متعددة البايرينويدات كما تحتوي الخلية على نواة واضحة , جدار الخلية واضح غالباً ما يكون أملس أو محبب , يعد هذا الطحلب مصدراً مهماً للبروتين والفيتامينات .

التكاثر :

1- لاجنسي : تكوين أبواغ داخلية أو مستعمرات ذاتية Autocolonies .

2- جنسي : يكون من نوع Isogamy .



Scenedesmus

3- Order : Tetrasporales

الصفات المميزة :

1- تنتشر أفراد هذه الرتبة في المياه العذبة .
2- تضم أجناس تتشابه خلاياها مع خلايا أفراد رتبة ال Volvocales الاحادية الخلية عندما تمر بالطور البالميلي Palmella Stage وتصبح الخلايا ساكنة . وتشابه خلايا ال *Chlamydomonas* بأحتوائها على البقعة العينية والفجوات المتقلصة الا أنها غير متحركة .
3- تضم أشكال منتظمة أو غير منتظمة لمجاميع من الخلايا التي تنطمر داخل كتل جيلاتينية .
4- قد يكون من الصعب في بعض الاحيان تمييز الطحلب وتصنيفه ضمن هذه الرتبة أو رتبة ال Volvocales مما يجعل الكثير من العلماء يعتقد أن أفراد هذه الرتبة تطورت من أفراد رتبة ال Volvocales .
5- تتكاثر أفراد هذه الرتبة أما بأنقسام الخلايا البسيط , أو بتكوين أبواغ متحركة أو أبواغ وخلايا ساكنة . التكاثر الجنسي يكون من نوع Isogamy .

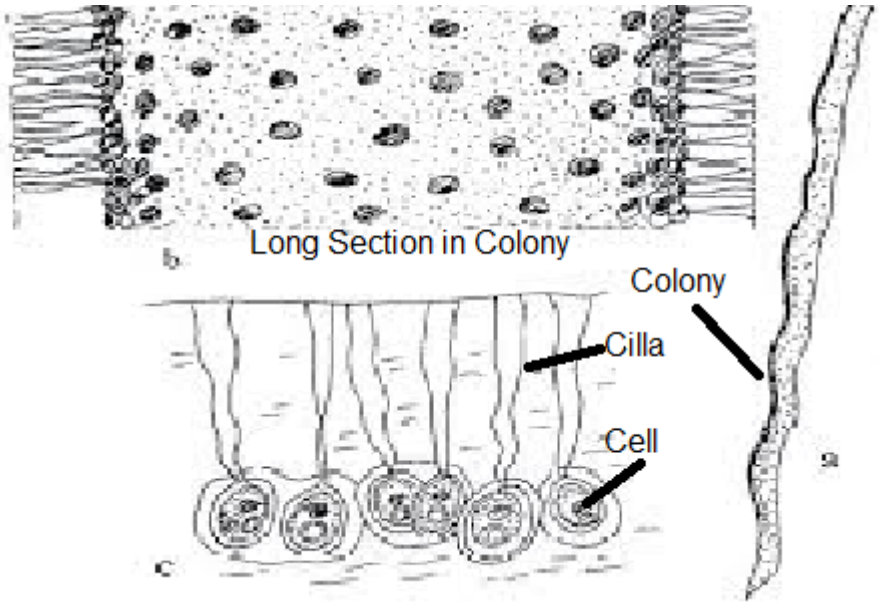
Family : Tetrasporaceae

Genus : *Tetraspora*

طحالب تعيش في المياه العذبه , تكون بهيئة تجمعات أو مستعمرات أنبوبية يصل طولها بضع سنتمترات , تتجمع الخلايا داخل مادة جيلاتينية بشكل مجاميع ثنائية أو رباعية . الخلايا في الحافة تحوي كل منها على زوج من البروزات السايتوبلازمية . كل خلية تحوي على بلاستيدة كأسية لها مركز نشوي واحد .

التكاثر :

1- خضري : التجزؤ .
2- لاجنسياً : عن طريق الابواغ المتحركة أو الابواغ الساكنة .
3- جنسياً : عن طريق تكوين الكميتات المتشابهة Isogamy .



Tetraspora

4- Order : Ulotrichales :

الصفات العامة :

1- تتواجد في المياه العذبة والقليل منها في المياه المالحة أو على التربة الرطبة .
2- تضم أجناس خيطية بسيطة أو برنكيمية تنمو على الصخور وملتصقة بواسطة خلية قاعدية مثبتة Hold Fast Cell .
3- الخلايا أحادية النواة والبلاستيدة مفردة جدارية حزامية عادةً تحوي على مركز نشوي واحد أو أكثر .
4- يتكاثر بطريقة التجزؤ ولا جنسياً بتكوين أبواغ متحركة Zoospores أو غير متحركة Hypnospores , وتتكاثر جنسياً بتكوين أمشاج متشابهة متحركة Isogamy أو تكاثر جنسي بيضي Oogamy .

Family : Ulothricaceae

Genus : *Ulothrix*

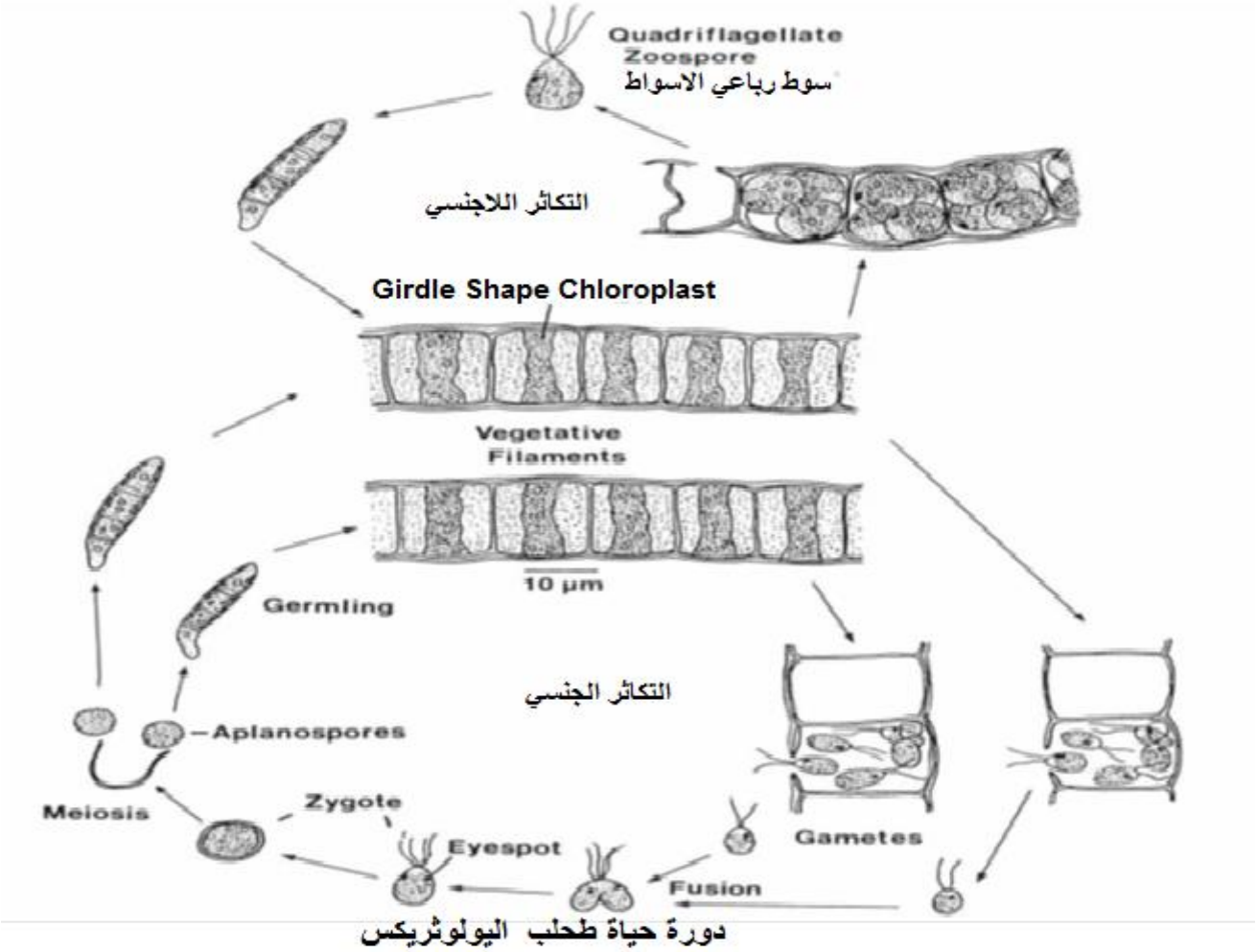
طحلب خيطي غير متفرع يتألف من صف واحد من الخلايا الخضرية التي تكون اسطوانية الشكل , تحوي الخلية الخضرية على نواة واضحة وبلاستيدة خضراء حزامية جدارية Girdle Shape Chloroplast متعددة البايرينويد . يحتوي الطحلب على خلية قاعدية Hold Fast Cell تستخدم لتثبيت الطحلب , ويتواجد في بيئة المياه العذبة والمالحة بالاضافة الى تواجده في بيئة اليابسة .

التكاثر :

1 – خضرياً : عن طريق التجزؤ .

2 - لا جنسياً : بواسطة السبورات المتحركة حاوية على عدد من الاسواط 1 – 4 .

3 - جنسي : من نوع Isogamy حاوية على اسواط ثنائية تتكون داخل الخلايا الخضرية .



دورة حياة طحلب اليولوثريكس

5- Order : Oedogonales

الصفات العامة :

1- تتواجد في المياه العذبة وتنمو ملتصقة بواسطة الخلية المثبتة وقد تنفصل وتصبح الخيوط طافية بعد فترة من نموها .
2- تضم أجناس خيطية بسيطة غير متفرعة أو متفرعة .
3- خلاياها أحادية النواة جانبية الموقع , والبلاستيدة جدارية شبكية متعددة المراكز النشوية .
4- النمو يكون من النوع البيني .
5- التكاثر الخضري بالتجزؤ ولاجنسياً بتكوين الابواغ المتحركة , التكاثر الجنسي من النوع البيضي .

Family : Oedogoniaceae

Genus : *Oedogonium*

طحلب خيطي غير متفرع يتكون من خلايا خضرية مستطيلة الى برميلية , البلاستيدة الخضراء شبكية متعددة البايرينويد والنواة غالباً ما تكون جانبية الموقع . يمكن ملاحظة عدة أنواع من الخلايا في الخيط الطحلبي :

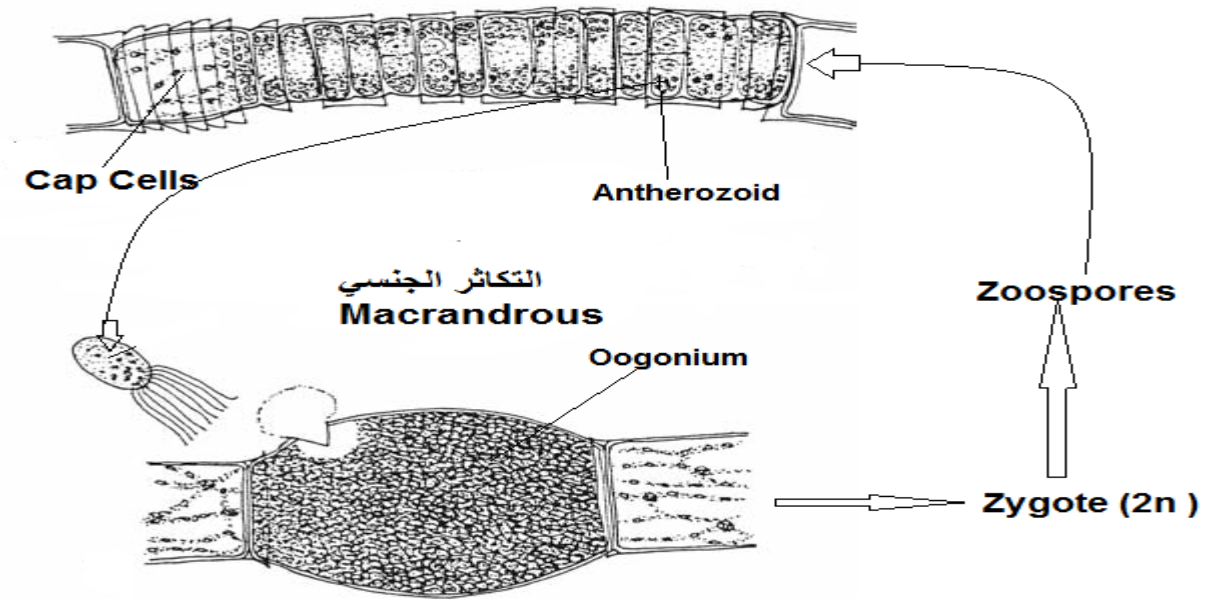
1- الخلايا المثبتة (القاعدية) Hold Fast Cell وهي عبارة عن خلايا خضرية متكيفة لتثبيت الطحلب عند القاعدة .
2- الخلايا القمية Apical Cell تتميز بأن نهاياتها مدببة .
3- الخلايا الخضرية الاعتيادية Vegetative Cell التي تكون برميلية الشكل .
4- الخلايا القبعية Cap Cells وهي المسؤولة عن التكاثر الجنسي في هذا الطحلب .

التكاثر :

1- الخضري : التجزؤ
2- اللاجنسي : بتكوين السبورات المتحركة من نوع Androspores وهي عبارة عن سبورات صغيرة داكنة مقاومة للظروف غير الملائمة , تتحرك هذه السبورات بواسطة خصلة من الاسواط من نوع Staephanokonte وتكون مرتبة بشكل السوار في أحد أقطاب السبور كما توجد السبورات الساكنة من نوع Akinete .
3- التكاثر الجنسي : من النوع البيضي ويتم بطريقتين وفق طريقة تكوين الحوافظ المشيجية الذكرية :

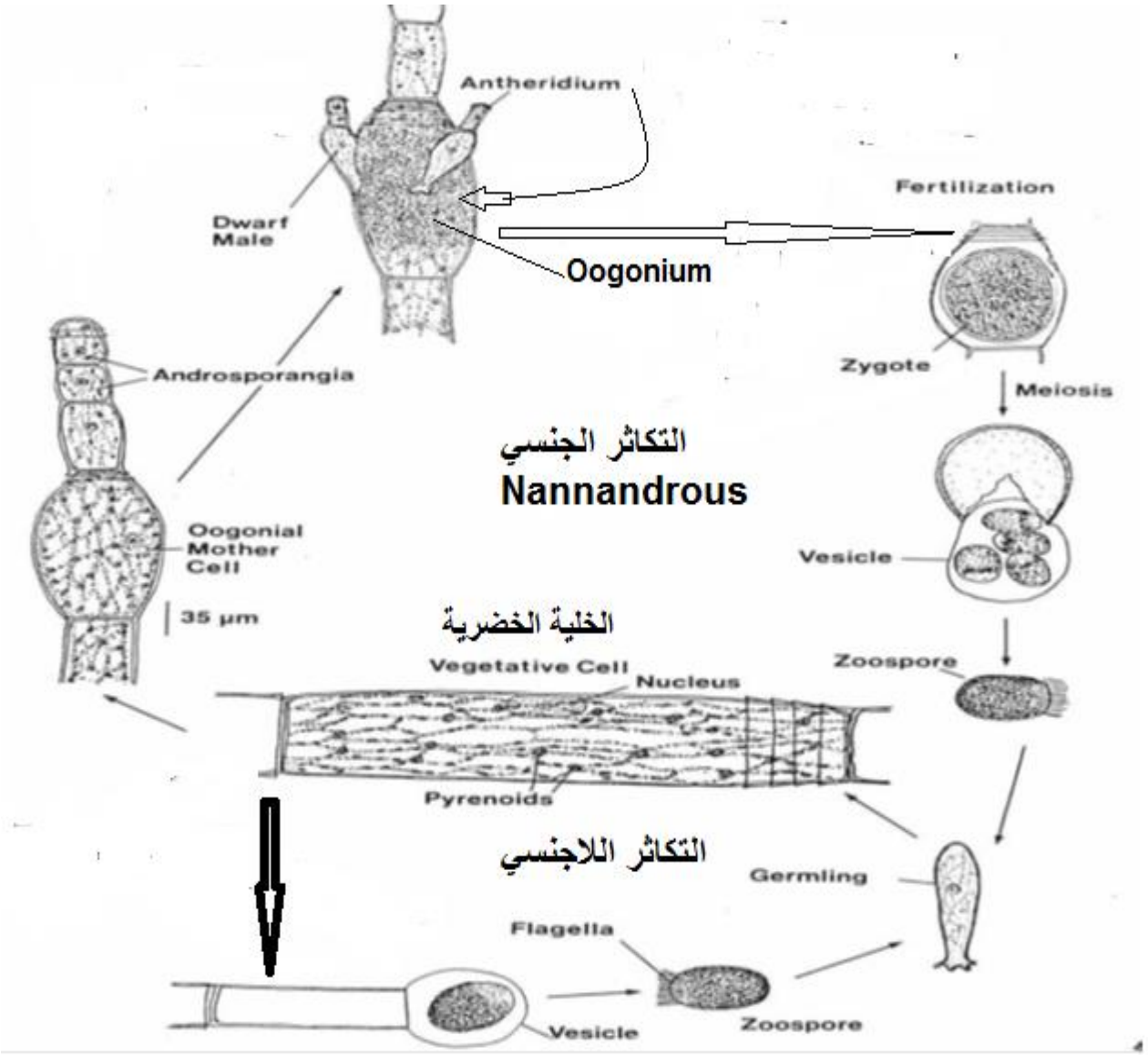
a. Macrandrous Forms :

حيث تتكون الحوافظ المشيجية الانثوية Oogonia نتيجة تضخم أحدى الخلايا الخضرية . وتتكون الانثريديات نتيجة الانقسام السريع لأحد الخلايا الخضرية من سلسلة بحدود 2- 40 تحوي واحد من Antherozoid في كل انثريدة يسبح لتلقيح البيضة .



b. Nannandrous Forms :

تنقسم احدى الخلايا الخضرية لتكون حوافظ اندروسبورية Androsporangium في كل منها يتكون سابحة ذكرية Androspores تسبح الى Oogonium حيث تتعلق عليها حيث تنمو شكلاً خيطياً صغيراً يسمى الذكر القزمي Male Dwarf بعدها ينقسم مكون مجموعة من الانثريديات الصغيرة لتنتج Antherozoids التي بدورها تؤدي الى تلقيح البيضة .



6- Order : Cladophorales

الصفات العامة :

1- تتواجد في المياه العذبة والمويلحة والمالحة .
2- تضم أجناس خيطية متفرعة أو غير متفرعة .
3- الخلايا أسطوانية متعددة الأنوية , البلاستيدة شبكية تحوي على عدة مراكز نشوية .
4- النمو من النوع القمي .
5- التكاثر بالتجزؤ , ولا جنساً بتكوين أبواغ متحركة أو غير متحركة أو تكوين خلايا ساكنة , والتكاثر الجنسي أما متشابه الأمشاج Isogamy أو مختلف الأمشاج Anisogamy .
6- بعض الآجناس لها دورة حياة معقدة كما في جنس *Cladophora* وتظهر فيها ظاهرة ترادف الأجيال المتشابهة Isomorphic Alternation of Generation .

Family : Cladophoraceae

Genus : *Cladophora*

طحلب خيطي متفرع تفرعاً حقيقياً , تكون خلاياه الخضرية أسطوانية أو مستطيلة الشكل ذات نواة واضحة والبلاستيدة خضراء شبكية أو جدارية في الخلايا الفتية وقرصية في الخلايا المسنة و متعددة البايرينويد والانوية . تتميز دورة الحياة في هذا الطحلب بوجود ظاهرة ترادف الاجيال من النوع المتشابه , يتواجد في بيئة المياه العذبة والمالحة وغالباً ما يكون ملتصق على الطين حيث يثبت جسم الطحلب نفسه بوساطة تراكيب أصبعية تمتد داخل الوسط الذي ينمو عليه .

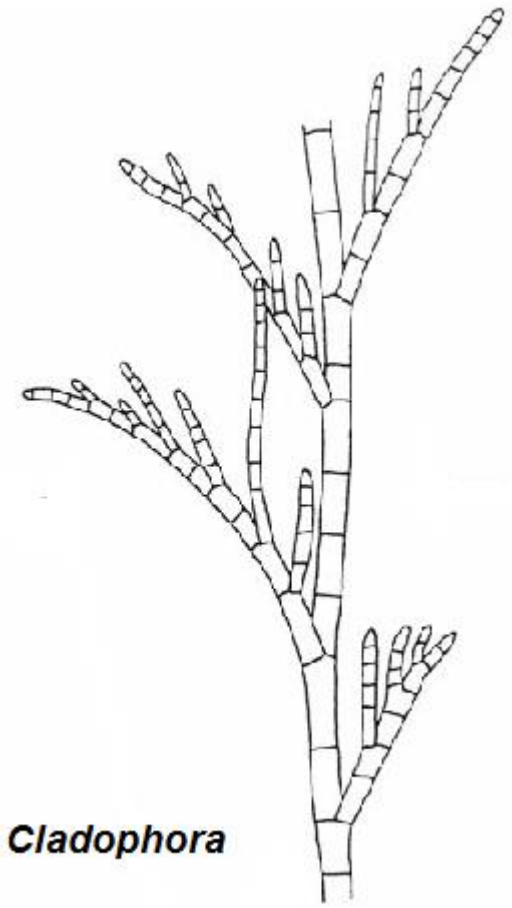
التكاثر :

1- الخضري : بالتجزؤ .

2- اللاجنسي : النبات البوغي يكون أبواغ متحركة Zoospores داخل الخلايا في نهاية الخيط وتنقسم أختزالياً وتكون ذات سوطين وتنطلق من الخلايا حيث تنبت الى نبات بوغي جديد شبيه بالأم .

3- الجنسي : النبات المشيجي متباين الثالوس Heterothalic يكون أمشاج بعد أتحادها تكون البيضة المخصبة والتي تنمو الى نبات جديد .

- **في بعض الاحيان الامشاج قد تنمو مباشرتاً الى طور بوغي جديد قبل أتحادها يسمى بالتكاثر العذري Parthenogenesisi .**



7- Order : Zygnematales

الصفات العامة :

1- تضم عدد كبير من الاجناس وتتواجد في المياه العذبة أو على الطين أو التربة الرطبة .
2- تضم أجناس لها أشكال خضرية مختلفة فقد تكون أحادية الخلية أو خيطية بسيطة أو متفرعة أو قد تكون شريطية الشكل . لا تضم أشكال خضرية متحركة أو تراكيب تكاثرية مسوطة أي ليس لها أطوار ذات أسواط أطلاقاً .
3- الخلايا تحوي على نواة مفردة وبلاستيدات ذات أشكال مختلفة جدارية , حلزونية , ملتوية , نجمية , وتحتوي البلاستيدة على عدد من المراكز النشوية .
4- تتكاثر أفرادها لاجنسياً بتكوين خلايا ساكنة , أو جنسياً فيتم بطريقة الاقتران أو الاندماج التزاوجي المتخصص Conjugation وذلك بتكوين أمشاج ذات حركة أميبية . يكون الاقتران أما بين الخلايا المتجاورة في نفس الخيط يسمى الاقتران الجانبي Lateral

Conjugation أو بين خليتين مختلفين Scalari form Conjugation . أما الاشكال الخيطية فقد تتكاثر خضرياً بوساطة التجزؤ .

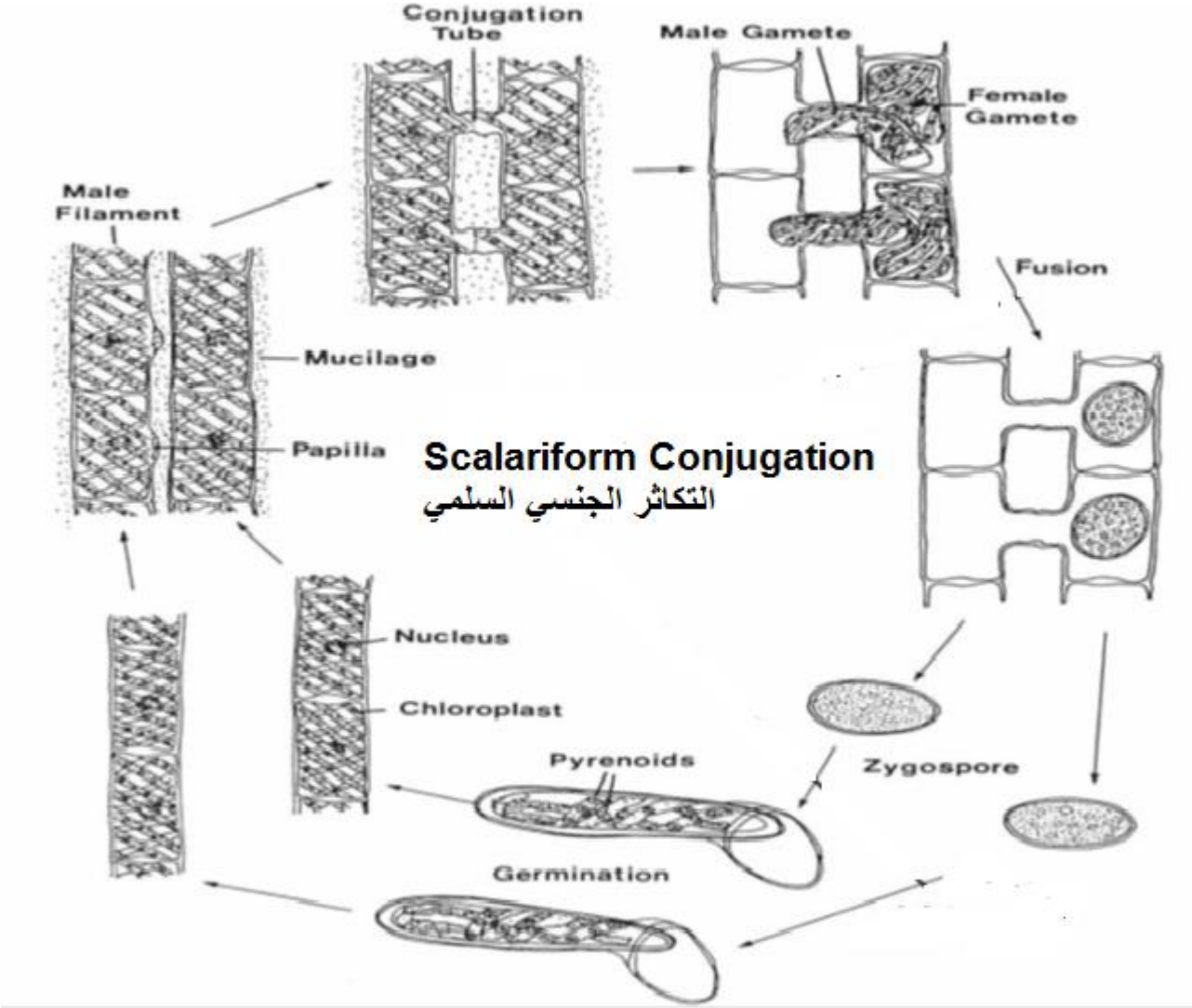
Family : Zygnemataceae

Genus : *Spirogyra*

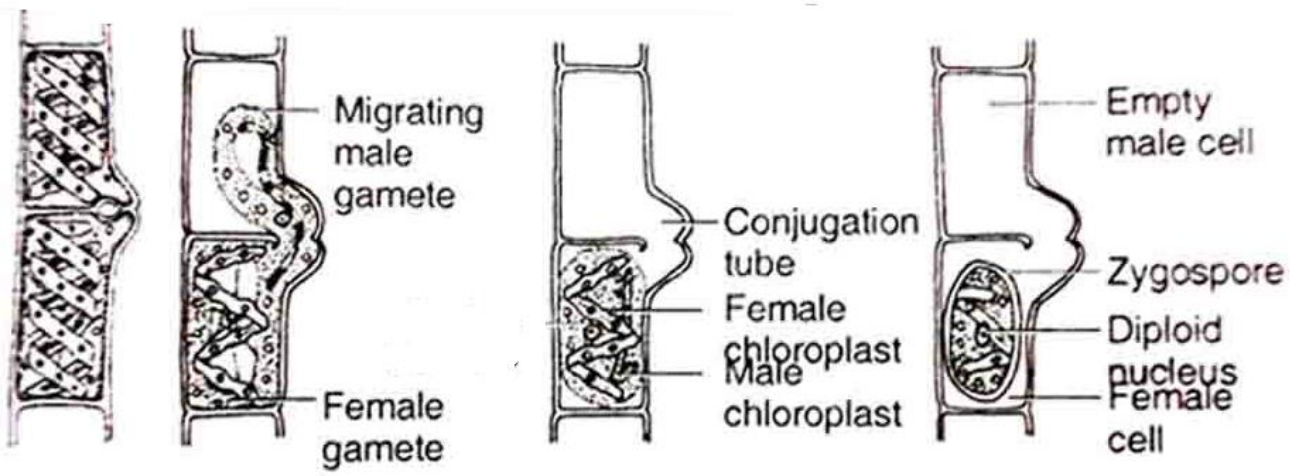
طحلب خيطي غير متفرع يتكون من خلايا خضرية مستطيلة الى أسطوانية الشكل ذات بلاستيدة شريطية حلزونية الشكل متعددة البايرينويد , ومن طرق التكاثر الجنسي لهذا الطحلب هو الاقتران الجانبي الذي يتم بنفس الخيط الطحلبي بين خليتين متجاورتين حيث يتحلل الجدار الفاصل بينهما وتتكون فتحة يتم من خلالها انتقال محتويات احدى الخليتين الى الاخرى حيث يحصل أتحاد بين مكونات الخليتين وتنتج البيضة المخصبة Zygote , أما النوع الاخر من الاقتران فهو الاقتران السلمي حيث يحصل بين خيطين مختلفين متجاورين حيث يحصل بروز مكون قناة التزاوج Conjugation Tube حيث تنتقل مكونات أحدى الخيط (البروتوبلاست) والذي يمثل Male Gamete عبر القناة الى الخلية الاخرى والتي تمثل Female Gamete مكونة الزايكوت لينمو الى طحلب جديد .

التكاثر :

1- التجزؤ أو تكوين خلايا ساكنة .
2- جنسي : بطريقة الاقتران Conjugation السلمي والجانبي .



الاقتران الجنسي السلمي في طحلب السبايروجيرا



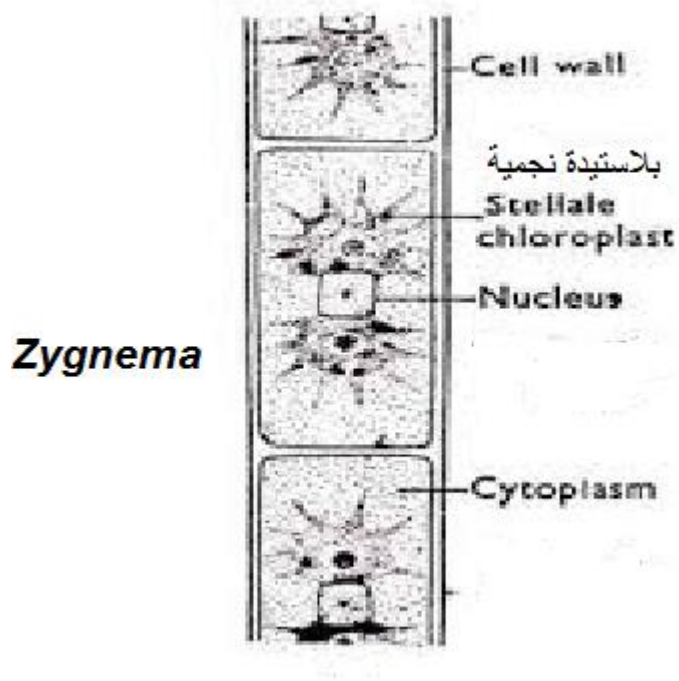
Lateral Conjugation
الاقتران الجنسي الجانبي في طحلب السبايروجيرا

Genus *: Zygnema*

طحلب خيطي غير متفرع يتكون من خلايا مستطيلة الشكل والنواة تتوسط الخلية التي تحتوي على بلاستيدتين نجميتين في كل خلية ويقع البايرينويد في مركز البلاستيدة . يتواجد فس بيئة المياه العذبة طافية على سطح الماء .

التكاثر :

1- التكاثر اللاجنسي : يتم عن طريق السبورات المتحركة .
2- التكاثر الجنسي : يحدث فيه عن طريق الاقتران الجانبي والسلمي ويتم عن طريق كميات غير متحركة .

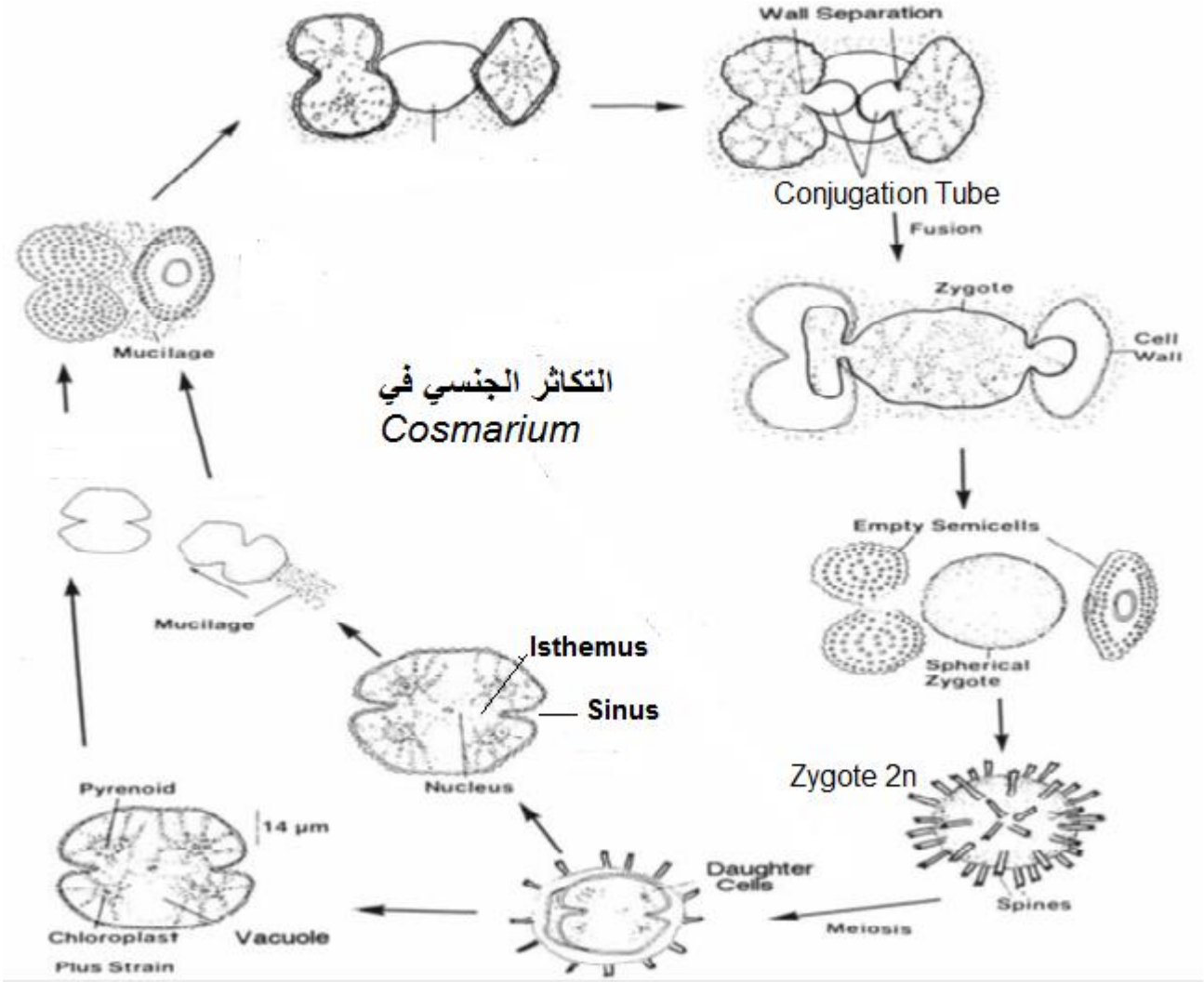


Family : Desmidaceae (Desmids) **الدزميدات**

تتواجد في المياه الحامضية عادة . وفي العراق وجدت في المياه القاعدية . الخلايا أحادية تبقى متصلة مع بعضها عند الانقسام لتكون خيوط أو مستعمرات . الخلية ذات تخصر وسطي Sinus يقسمها الى نصفين Semi Cell يربط بينهما قناة التخصر Isthemus . النواة في قناة التخصر , البلاستيدة مفردة أو متعددة ذات مراكز نشوية .

التكاثر :

1- الانقسام الخلوي البسيط : حيث يستطيل التخصر حيث يكون في كل جانب نصف خلية أخرى .
2- الجنسي : من نوع الاقتران Cojugation . حيث تقترن خليتين وتحاط بغلاف جيلاتيني يتكور بروتوبلاست الخليتين ويخرج من جدار خلاياها ويتحد مع بعضهما مكون Zygote لينمو الى طحلب جديد .



8- Order : Siphonocladales

الصفات العامة :

1- تتواجد في المياه البحرية لأستوائية .
2- أشكالها خيطية , أنبوبية أوبشكل حويصلات متعددة الانوية .
3- البلاستيدات شبكية تحوي على صبغة Siphonoxanthin بلأضافة الى الأصباغ الأخرى .
4- تتصف بحدوث الأنقسام الخلوي الأنعزالي Segregative Cell Divition وهو أنفصال البروتوبلاست المتعددة الانوية الى أجزاء متعددة كل جزء يحوي نواة واحدة وكل جزء يتضخم ويكون محور متفرع كما في *Siphonocladus* أو يكون تركيب يشبه الحوصلة كما في *Volonis* .
5- التكاثر جنسياً بتكوين أمشاج متشابهة متحركة .

Family : *Chaetophoraceae*

Genus : *Stigeoclonium*

ينمو في المياه العذبة , ملتصق , الثالوس متباين الشعيرات Heterotrichous ويكون الجزء المنبطح الذي يلتصق الطحلب بالطبقة التحتية يكون شكلاً برنكيمياً أو متفرع بصورة غير منتظمة , وتستدق فروعه الجانبية الى شعيرات طويلة متعددة الخلايا . الخلايا ذات نواة مفردة وبلاستيدة واحدة وفي الخلايا الكبيرة البلاستيدة طبقية الشكل والصغيرة تكون البلاستيدة محيطة بالخلية .

التكاثر :

1- الخضري : التجزؤ .
2- لاجنسي : تكوين أبواغ متحركة .
3- جنسياً : من النوع البيضي Oogamy .

Stigeoclonium

2-Class : Charophyceae صف الطحالب الكارية
الحشائش الحجرية (Ston Worts)

تعد الطحالب الكارية أرقى من الطحالب الخضر حيث أن أفراد هذا الصف تتميز بشكل معقد ودرجة من التخصص في نوع التكاثر الجنسي . وتعتبر أفراد هذا الصف حلقة الوصل بين بقية الطحالب الخضر والحزازيات . أن الطحالب الكارية تحوي صفات تتشابه بها مع الطحالب الخضر :

1- الجدار الخلوي سليلوزي .
2- الصبغات متمثلة بالدرجة الاساس بكلوروفيل a و b بالاضافة الى β- Carotene وبقية الصبغات الزانثوفيلية المتواجدة في بقية الطحالب الخضر .

3- الغذاء المخزون يكون بشكل نشأ .
4- تتواجد عادةً في المياه .

❖ الصفات العامة لأفراد هذا الصف والتي تختلف عن الطحالب الخضر وتعتبر أرقى منها :

1- يتكون جسم النبات من محور قائم يتميز الى مناطق عقد وسلاميات ومزود بأفرع جانبية عند العقد ويكون ذات نمو محدود وتعرف بالآوراق .
2- تختلف الامشاج الذكرية Antherozoids في الشكل من الامشاج الذكرية في بقية الطحالب الخضر اذ تكون ذات شكل لولبي مستطيل ثنائي الاسواط .
3- ينمو الزايكوت (البيضة المخصبة) ليعطي طور الخيط الاولي Protonema الذي ينمو ليعطي النبات الناضج .
4- الأعضاء التكاثرية معقدة وتحاط بخلايا محيطية عقيمة .
5- يكون التكاثر الجنسي من النوع البيضي Oogamy . وتكون الأووكونة (البيضة) محاطة بغمد من خلايا محيطية والأنثريدات تكون أحادية الخلية متحدة مع بعضها بشكل خيوط متفرعة .

❖ أما أوجه التشابه بين هذه الطحالب والحزازيات فتتمثل :

1- الشكل الخضري المتمثل بالمحور القائم والتفرعات السوارية الشبيه بالأوراق وأشباه الجذور البسيطة .
2- الأعضاء التكاثرية متعدد الخلايا ومحاطة بغلاف من الغلايا العقيمة .
3- الأمشاج الذكرية متطاولة وثنائية الأسواط المتساوية الملساء .
4- تنمو البيضة الى طور الخيط الاولي Protonema قبل أن ينمو الى طحلب جديد .
5- لا تتكاثر تكاثراً لاجنسياً بتكوين الأبواغ .
6- تتكاثر تكاثر خضري بتكوين تراكيب خضرية تنمو الى أفراد جديدة بعد أنفصالها عن الطحلب الأم .
7- التكاثر الجنسي من النوع البيضي Oogamy .

البيئة والتواجد :

تتواجد الأجناس العائدة لهذا الصف في المياه الراكدة (البرك والمستنقعات والأحواض) وفي المياه المويلحة وعلى عمق يتراوح بين (1 – 11) متر والتي تحتوي قيعانها على الرمال

حيث يمتص النبات مركبات الكالسيوم والمغنيسيوم ويرسبها على جسمه ويطلق على هذه المركبات بال Marl .

Marl : هي عبارة عن مركبات كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم التي تمتصها الطحالب الكارية من القيعان الرملية التي تنمو عليها في الماء وترسبها على أجسامها .

الشكل الخضري :

تتميز الطحالب الكارية الى محور قائم له مناطق عقد وسلاميات وتنشأ من مناطق العقد تفرعات محيطية بعضها محدود النمو والبعض الآخر غير محدود النمو , وتنشأ من قاعدة المحور أشباه جذور بسيطة تثبت جسم الطحلب في القاع الرملي الذي تعيش فيه .

التركيب الخلوي الدقيق :

منطقة العقدة تتألف من خلية واحدة أو خليتين مركزيتين ويحيط بها 6 - 20 خلية صغيرة . وتكون الخلايا أحادية النواة , كثيفة السايتوبلازم وتحوي على عدد من البلاستيدات القرصية الشكل , منطقة السلامية في جنس الكارا *Chara* تتألف من خلية مركزية كبيرة ومتطاولة تحوي على فجوة مركزية كبيرة , يحتوي السايتوبلازم على نواة مفردة وعدد من البلاستيدات القرصية الشكل .

التكاثر :

تتكاثر الطحالب الكارية خضرياً وجنسياً فقط ولا تتكاثر لا جنسياً بتكوين الأبواغ .

1- التكاثر الخضري Vegetative Reproduction :

يحدث هذا النوع من التكاثر بتكوين تراكيب خضرية تكاثرية على جسم الطحلب الأم وغالباً تتكون هذه التراكيب على العقد السفلية لجسم الطحلب .

a) تراكيب نجمية الشكل : وهي مملوءة بالغذاء المخزون بشكل نشأ تسمى Amylum Stars (تراكيب نجمية الشكل تشبه درنات البطاطا بالقرب من أشباه الجذور ناتجة عن أنقسام الخلايا) تنفصل من العقد السفلية للطحلب وتبدأ بالنمو مكونه طحلب جديد .
b) تراكيب بصيلية الشكل تنشأ على أشباه الجذور وتكون بشكل براعم تكبر بالحجم ثم تنفصل لتنمو الى طحلب جديد .
c) تكوين خيوط من خلايا خضراء تنشأ من العقد السفلية للطحلب الأم تنفصل بعد ذلك لتنمو الى طحلب جديد .

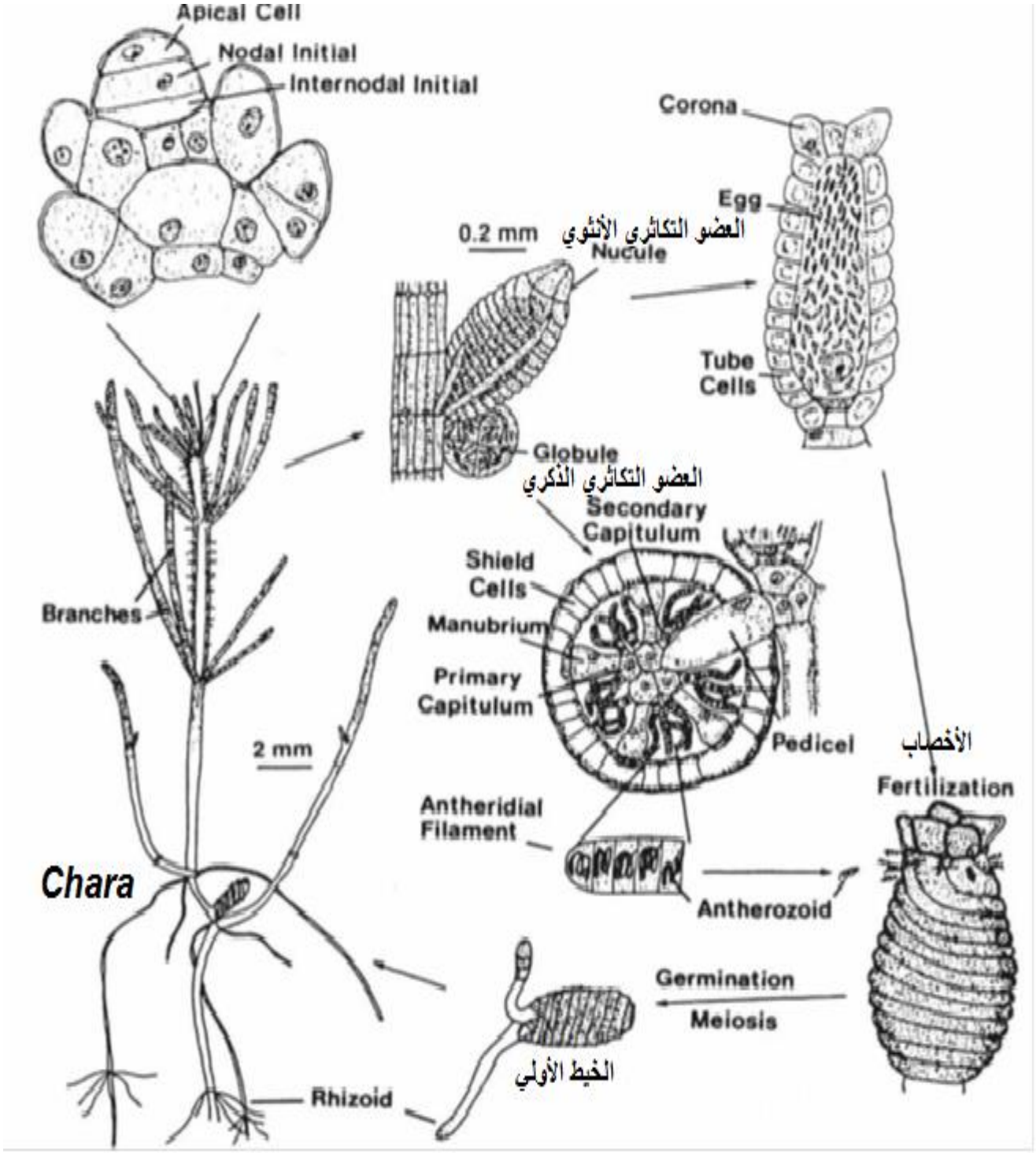
2- التكاثر الجنسي Sexual Reproduction :

تتكاثر الطحالب الكارية بتكوين البيوض الساكنة Ovum والأمشاج الذكرية المتحركة Antherozoids أي أن التكاثر الجنسي يكون من النوع البيضي , يكون النبات أما ثنائي المسكن حيث تتكون الأعضاء التكاثرية على نباتين منفصلين أو أحادي المسكن وتحمل الأعضاء التكاثرية على نفس العقدة ويكون موضع العضو الأنثوي الى الأعلى والعضو الذكري الى السفل في طحلب الكارا وبالعكس في طحلب ال *Nitella* . يسمى العضو الأنثوي Nucule والعضو الذكري Globule (الكريّة) . يظهر ال Globule الناضج بشكل تركيب كروي محمول على خلية الحامل Pedicel Cell من منطقة العقدة ويكون بلون برتقالي , تتكون الأمشاج الذكرية Antherozoids في الآنثريدات تحفظ داخل الكرية وتكون الأنثريدات على شكل خيوط رقيقة من الخلايا , ويحاط التركيب الكروي بطبقة واحدة من الخلايا القشرية Shield Cells , عند نضج الأمشاج الذكرية تتحرر الأنثريدات بتمزق الخلايا القشرية وتتحرر الأمشاج نتيجة لتحلل جدران الأنثريدات وتسبح لتصل الى العضو التكاثري الأنثوي الناضج والمنتفخ .

ال Nucule هو العضوي التكاثري الأنثوي ويظهر بشكل بيضوي متطاول محمول على حامل Pedicel Cell من منطقة العقدة ويقع الى الأعلى من العضو الذكري . يتكون ال Nucule من الخلية الأنثوية (خلية البيضة) وتحاط بمجموعة من الخلايا المحيطية الغطائية التي تحيط تماماً بالبيضة .

الأخصاب Fertilization :

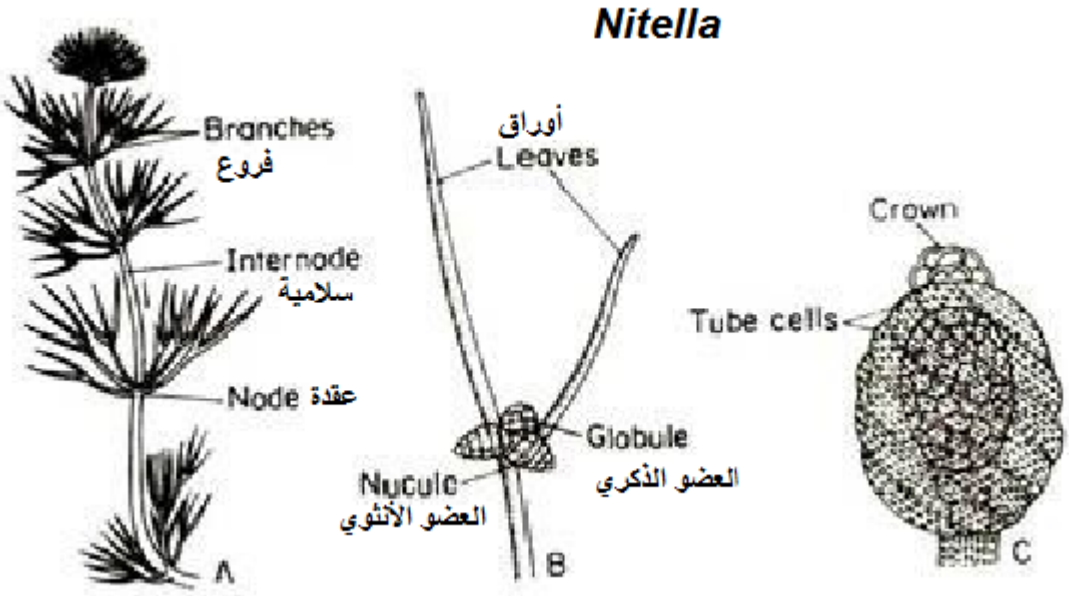
بعد نضج البيوض والأمشاج تنتفخ الأعضاء الذكرية وتتحرر الأمشاج وتسبح بالماء لتصل الى قمة العضو الأنثوي حيث تحدث فتحة في قمة الخلايا الغطائية ويدخل أحد الأمشاج ليخصب البيضة وتتكون البيضة المخصبة Zygote التي تكبر في الحجم وتصبح جدارنها سميكاً وتظهر بلون أسود وتسقط لتستقر في الماء وتدعى Oospore . ثم تبدأ بالنمو بعد فترة 1 - 4 أسابيع , حيث تنقسم النواة أختزالياً فتتكون خليتين أحدهما طرفية تنمو الى تركيب خيطي قائم ينمو الى طحلب جديد وخلية قاعدية صغيرة بأنقسامها تكون أشباه الجذور .



دورة حياة طحلب الكارا *Chara*

مقارنة بين طحلب ال *Chara* وطحلب *Nitella* :

Chara	*Nitella*
1- جسم الثالوس مقسم الى عقد وسلاميات وتخرج عند العقد عدد من التفرعات التي تكون أيضاً مقسمة الى عقد وسلاميات .	جسم الثالوس مقسم الى عقد وسلاميات وعند العقد يخرج عدد من التفرعات غير المقسمة الى عقد وسلاميات وتكون متفرعة عند نهاياتها .
2- جسم الطحلب محاط بصف من الخلايا المتطاولة القشرية والتي تحتوي على أشواك وأذينات .	جسم الطحلب خالي من هذه الخلايا ويكون أملس .
3- الأعضاء التكاثرية الأنثوية تكون الى الأعلى والذكرية للأسفل عندما تكون الأعضاء التكاثرية على نفس الخيط .	العضو التكاثري الذكري يكون الى الأعلى والأنثوي للأسفل .
4- الخلايا التكاثرية تقع في مقدمة العضو التكاثري الأنثوي وعددها 5 مرتبة بصف واحد .	العضو التكاثري الأنثوي يحتوي على 10 خلايا تاجية مرتبة بصفين .



شعبة الطحالب اليوغلينية Divition : Euglenophyta

البيئة والتواجد :

تنتشر في المياه العذبة والمويلحة والقليل منها في المياه المالحة , وفي المياه الغنية بالمواد العضوية وبصورة هائمة وقد تسبب ظاهرة أزدهار الماء Water Bloom وقد يتواجد البعض منها على الطين الرطب أو على بقايا النباتات .

الصفات العامة :

1- غالبية الأجناس أحادية الخلية متحركة والبعض منها غير متحركة أو تكون بشكل تجمعات تمثل الطور البالميلي Palmella Stage غير المتحركة والقليل تكون بشكل مستعمرات .
2- البلاستيدات تكون ذات أشكال مختلفة , قرصية , صفائحية , شريطية , نجمية , أو عدسية (حسب الأجناس المختلفة) .

الصبغات تتمثل بصبغات Chlorophyll a , b بالأضافة الى Carotene a , b وصبغات زانثوفيلية متعددة .

3- تفتقر الخلايا الى وجود الجدار الخلوي السليلوزي وتحاط بالغلاف البلازمي ويقع الى الداخل منه أشرطة ذات حافات وأخاديد ويطلق عليها مع الغلاف البلازمي بالبريبلاست Periplast قد يكون مرن أو صلب فيعطي الطحلب شكل ثابت . أو يحاط جسم الطحلب بما يشبه الدرع Lorica البكتيني .
4- الغذاء المخزون عبارة عن مركبات عديدة التسكر تخزن في حبيبات البراميليوم Paramylum وتكون بشكل تجمعات مستقيمة من الكلوكوز من نوع Glucan β – (1 - 3) وهي غير ذائبة تخزن في السايتوبلازم أو في البلاستيدات .
5- تحوي الخلايا على سوط واحد أو أثنين أو ثلآثة من النوع الريشي وت برز من قاعدة المستودع في مقدمة الجسم .
6- توجد فجوة متقلصة كبيرة في المقدمة قريبة من المستودع .
7- البقعة العينية تقع في السايتوبلازم عكس الطحالب الخضر تقع داخل البلاستيدة .

تصنيف الطحالب اليوغلينية :

تضم شعبة الطحالب اليوغلينية صف واحد هو

Class : Euglenophyceae

يضم هذا الصف 6 رتب وأهم هذه الرتب هي

Order : Euglenales

تضم هذه الرتبة أكبر عدد من الأجناس منها *Astasia , Trachelomonas , Phacus , Euglena*

التغذية :

تختلف التغذية فيها فقد تكون ذاتية التغذية Autotrophic أو قد تكون مختلطة Heterotrophic حيث أن للبعض القابلية على النمو في الظلام عند توفر الكاربون العضوي .

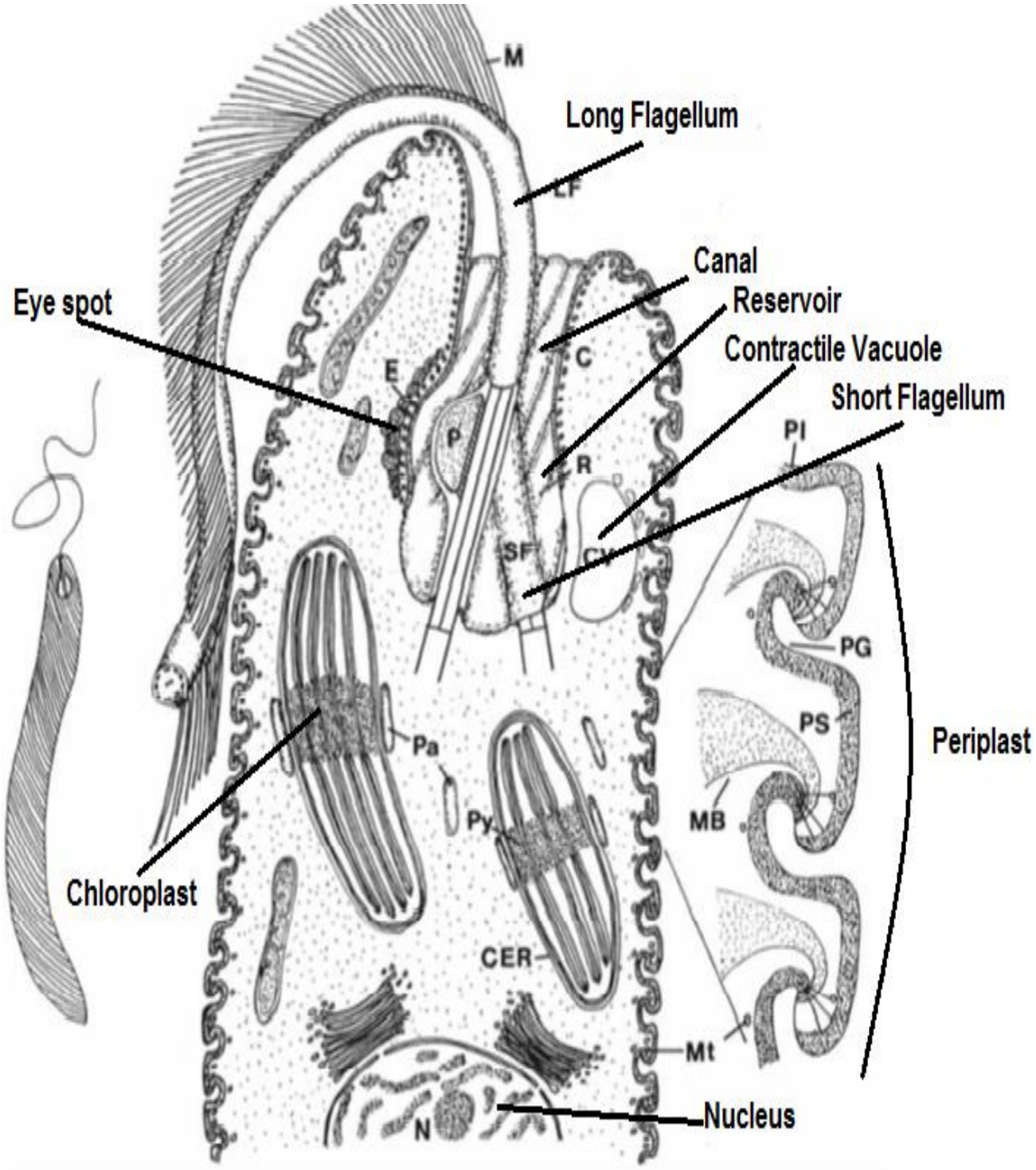
التركيب الخلوي الدقيق :

تحت المجهر الألكتروني تظهر الخلية وهي محاطة من الخارج بالغشاء البلآزمي Plasma membrane ويلاحظ تحته أشرطة ذات حافات وأخاديد متراكبة فوق بعضها يطلق عليها والغشاء البلازمي بال Periplast الذي يكون مرن ويساعد على تغيير شكل الطحلب أثناء الحركة . البلاستيدات الخضراء متعددة وكل منها تحاط بغشاء ثنائي الطبقات وتحتوي على صفائح البناء الضوئي Thylakoids . حبيبات الغذاء المخزون تظهر في السايتوبلازم وهي عبارة عن مواد كاربوهيدرات غير ذائبة تسمى حبيبات البراميليوم Paramylum , في مقدمة الخلية يوجد أنتفاخ قاروري الشكل يسمى المستودع Reservoir وعند قاعدته تقع البقعة العينية Eye Spot وتحتوي الخلية على عدد من المايتوكوندريا وأجسام كولجي , يبرز من المستودع في مقدمة الخلية سوط طويل يساعد في حركة الطحلب ويكون من النوع الريشي Pantonematic .

التكاثر :

تتكاثر الطحالب اليوغلينية خضرياً بطريقة الأنشطار ويبدأ الأنشطار من مقدمة الجسم ويستمر الى نهاية الجسم وأثناء ذلك تنقسم النواة أنقسام أعتيادي يعقبه أنقسام السايتوبلازم , قد تنقسم الخلايا في حالة التكيس أو الطور البالميلي فتتكون خليتين وأحياناً أربع خلايا عند تحررها يعطي كل منها طحلب جديد .

أما التكاثر الجنسي فلم تتوفر الأدلة على حدوثه في أفراد هذه الشعبة .



طحلب اليوغلينا تحت المجهر اللألكتروني

شعبة الطحالب الذهبية Divition : Chrysophyta (Golden Algae)

البيئة والتواجد :

تنتشر في مختلف البئات المائية العذبة والمالحة بصورة هائمة أو ملتصقة وعلى التربة الرطبة وجذوع الأشجار والجدران الرطبة .

الصفات العامة :

1- **تضم أجناس أحادية الخلية أو خيطية أو غير متفرعة أو تكون ذات أشكال سيفونية .**
2- **البلاستيدات بأشكال مختلفة قرصية , عدسية , بيضوية , جدارية .**
3- **الصبغات التمثيلية في البلاستيدات هي Chlorophyll a , c و Carotene α , β وبعض الصبغات الزانثوفيلية .**
4- **الغذاء المخزون يكون بشكل دهون وزيوت ولا يخزن بشكل نشأ .**
5- **يلاحظ في الأجناس المتحركة والأطوار التكاثرية المتحركة التنوع في النظم السوطية , فقد تحوي على :**
   a) **سوط واحد أمامي الموقع من النوع الأملس Acronematic .**
   b) **سوطان غير متساويان في الطول من النوع الأملس .**
   c) **سوطان غير متساويان في الطول أحدهما أملس Acronematic والآخر ريشي Pantonematic .**
   d) **سوطان متساويان في الطول أحدهما أملس والآخر ريشي . ويوجد بينهما زائدة تسمى Haptonema وقد تكون هذه الزائدة مستقيمة أو حلزونية .**

التكاثر :

a) **خضري : بطريقة التجزؤ وفي أفراد وحيدة الخلية يتم بطريقة الأنقسام البسيط .**
b) **لاجنسي : بتكوين الأبواغ المتحركة Zoospores أو غير متحركة Aplanospores .**
c) **جنسي : متشابه الأمشاج Isogamy**

مختلف الأمشاج AnIsogamy

بيضي Oogamy .

- **تصنيف شعبة الطحالب الذهبية :**

صنفت أفراد هذه الشعبة الى ثلاثة صفوف هي :

1- Class : Xanthophyceae الطحالب الخضر المصفرة
2- Class : Chrysophyceae الطحالب البنية الذهبية
3- Class : Bacillariophyceae (Diatoms) (الدايتومات) الطحالب العصوية

1- Class : Xanthophyceae صف الطحالب الخضر المصفرة

الصفات العامة :

1- تضم أجناس أحادية الخلية أو خيطية متفرعة أو غير متفرعة أو شجيرية أو تكون ذات أشكال سيفونية (Coenocytic) .
2- الصبغات التمثيلية في البلاستيدات هي Chlorophyll a , c و Carotene α , β وبعض الصبغات الزانثوفيلية .
3- الغذاء المخزون يكون بشكل دهون وزيوت ولا يخزن بشكل نشأ .
4- الأسواط تكون عادةً ثنائية أمامية الموقع أحدهما ريشي طويل Pantonematic والأخر أملس قصير Acronematic .
5- الخلايا وحيدة النواة . وفي الأجناس السايفونية تتعدد الأنوية في السايتوبلازم Coenocytic .
6- التكاثر يتم بعدة طرق هي :
a) خضري : بطريقة التجزؤ وفي الأفراد وحيدة الخلية تتم بطريقة الأنقسام البسيط .
b) لاجنسي : ويتم بتكوين الأبواغ المتحركة أو غير المتحركة .
c) جنسي : قد يكون متشابه الأمشاج أو مختلف الأمشاج أو البيضي .

يضم هذا الصف 6 رتب منها هي :

Order : Vaucheriales

1- تضم هذه الرتبة أجناس أنبوبية (سايفونية) تنمو على الطين عادةً في المياه العذبة الراكدة أو الجارية وأحياناً في المياه المالحة .

2- مثال على الرتبة جنس ال Vaucheria . يكون جسم الطحلب أنبوبي Siphonous متعدد الأنوية Coenocytic قليل التفرع له فجوه مركزية كبيرة والسايتوبلازم محيطي يحتوي على عدد كبير من الأنوية والبلاستيدات Chromatophores القرصية الشكل .

3- التكاثر :

a) خضري : بواسطة التجزؤ .

b) لا جنسي : بتكوين حوافظ بوغية طرفية وذلك بأنتفاخ طرف أحد الفروع . في كل حافظة يتكون بوغ واحد متحرك ومتعدد الأنوية . يتحرر البوغ من الحافظة البوغية Sporangium ويسبح لفترة قصيرة ثم يفقد الأسواط ويبدأ بالنمو الى طحلب جديد .

c) جنسي : يكون من النوع البيضي Oogamy وتحمل الأعضاء التكاثري أما على نفس النبات Homothallic أو على نباتين مختلفين Heterothallic .

Genus : *Vaucheria*

يتواجد في المياه العذبة الراكدة والجارية واحياناً في المياه المالحة , ينمو على الطين لشواطيء الأنهار . جسم الطحلب أنبوبي قليل التفرع , متعدد الأنوية , له فجوة مركزية كبيرة والسايتوبلازم محيطي ويحوي عدد كبير من الأنوية والبلاستيدات تكون الحوامل الصبغية Chromatophores القرصية الشكل وتكون فاقدة للمراكز النشوية .

التكاثر :

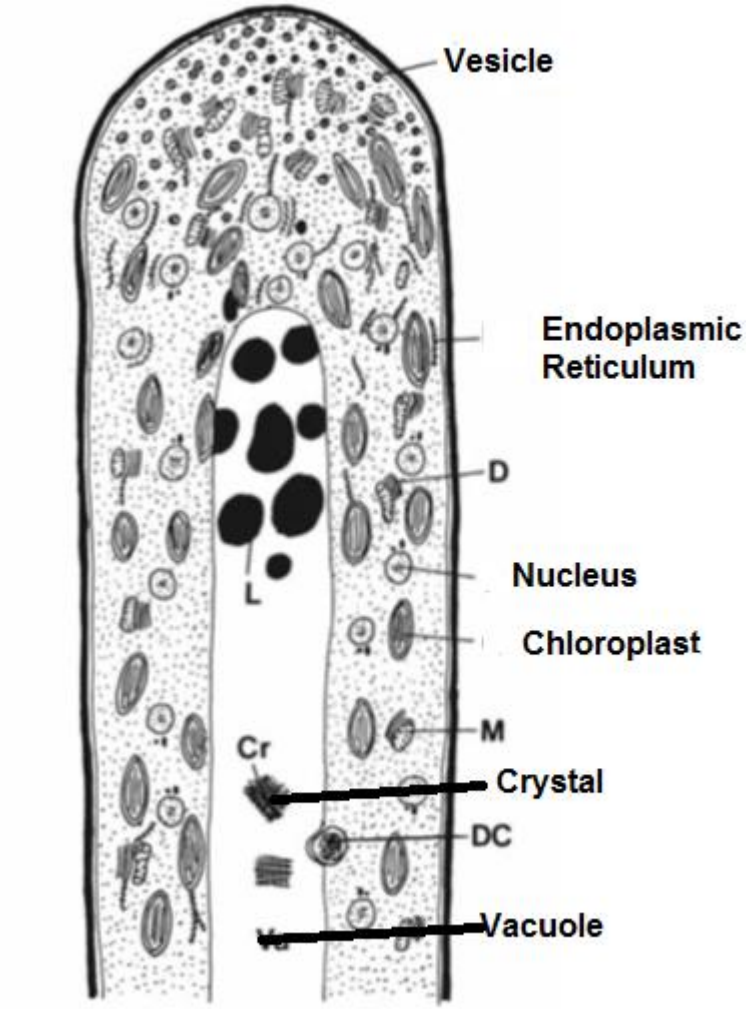
1- لاجنسياً : عن طريق تكوين أبواغ متحركة تتكون في حوافظ طرفية تتكون بأنتفاخ الطرف البعيد لأحد الفروع حيث يتكون داخلها بوغ واحد متعدد الأسواط غير المتساوية في الطول ومتعدد الأنوية ' بعد تحرر البوغ من طرف قمة الحافظة ويسبح لفترة قصيرة فبل ان يفقد اسواطه ةيبدأ بالنمو الى طحلب جديد .

2- جنسياً : يكون من النوع البيضي وتحمل الأعضاء التكاثرية أما على نفس النبات Homothallic . أو على نباتين مختلفين Heterothallic وتكون الأعضاء التكاثرية أما جالسة أو محمولة على حامل .

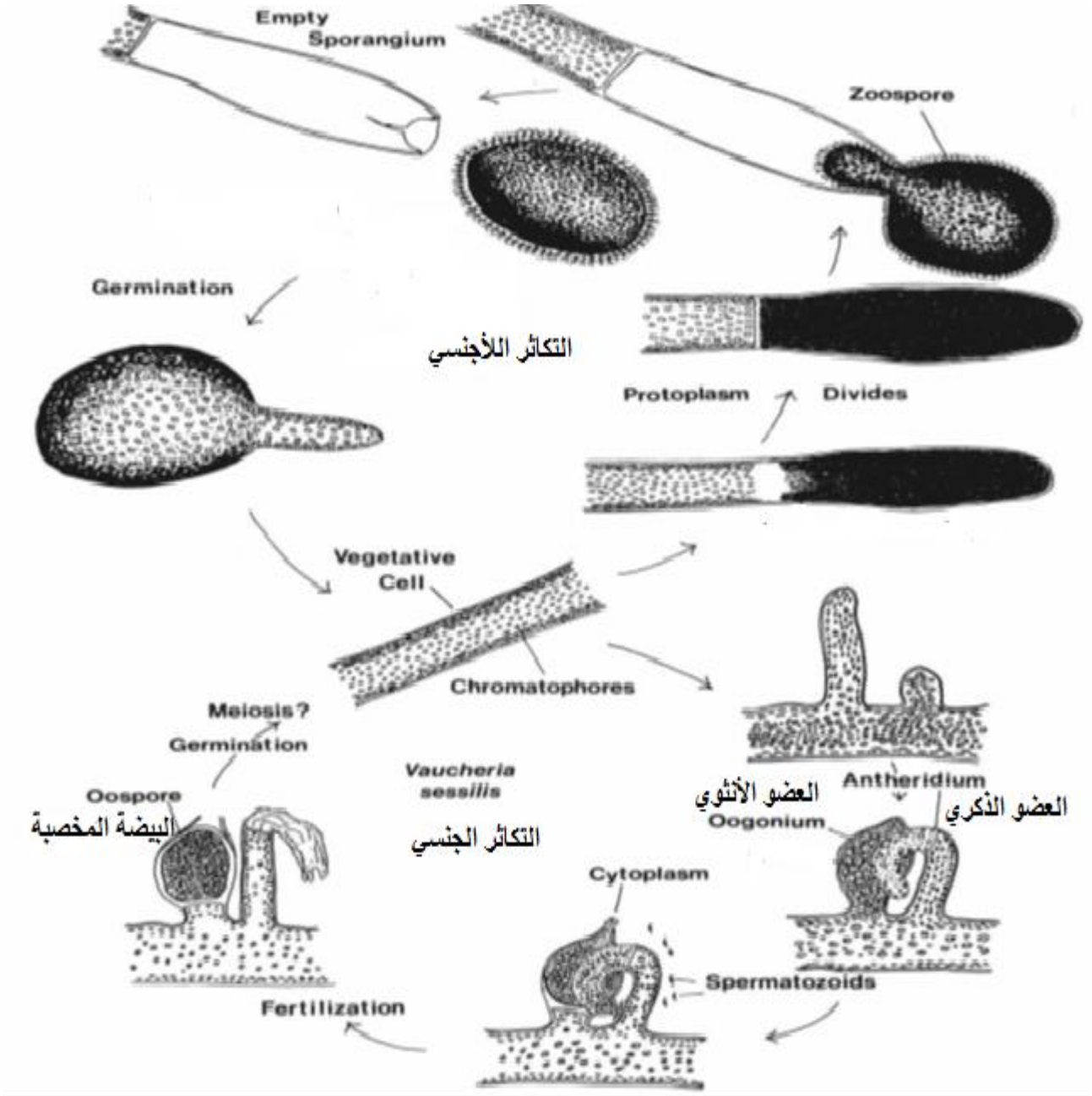
تنشأ الأعضاء التكاثرية الأنثوية Oogonium بشكل أنتفاخ بيضوي أو كروي على جسم الطحلب يحتوي على نواة واحدة لتكون البيضة .

أما العضو التكاثري الذكري Antheridium بشكل انبوبي ملتوي على جسم الطحلب يحتوي على مجموعة من الا نوية مكونه مجموعة من الأمشاج الذكرية المسوطة بزوج من الأسواط أحدهما ريشي طويل وأخر أملس قصير , بعد تحرر الأمشاج تصل الى قمة ال

Oogonium وتخصبها وتكون الزايكوت ذات الجدار السميك وتنبت لتكون نبات جديد بعد ان تنقسم أختزالياً .



Vaucheria



دورة حياة طحلب ال *Vaucheria*

2-Class : Chrysophyceae (Golden Brown Algae) صف الطحالب البنية الذهبية

معضمها تتواجد في البيئة المائية العذبة الباردة أغلبها هائمة والبعض منها ينمو ملتصق على الصخور .

الصفات العامة :

1- معظم أفرادها احادية الخلية متحركة أو بشكل مستعمرات أو أحادية الخلية أميبية او تجمعات اميبية او شجيرية او بالميلية , والقليل منها بشكل خيوط .
2- غالبيتها خلاياها عارية اي تفتقر الى الجدار السليلوزي والكثير منها يكسوها بالحراشف Scales او دروع Lorica .
3- الصبغات المثيلية تتمثل ب Chlorophyll a , b و β- Carotene- وصبغات متعددة من Xanthophyll s ويعود اللون اللبني الذهبي الى تغلب صبغات الكاروتين والزانثوفيل .
4- الغذاء المخزون من الزيوت من نوع Leucosin وكاربوهيدرات من نوع Chrysolaminarin .
5- الأسواط متعددة الأنواع وقد يوجد بين السوطين زائدة Haptonema .
6- تحوي على فجوة متقلصة أو اكثر عند قاعدة السوط .
7- الخلايا احادية النواة , وتغذيتها أما ذاتية أو مختلفة .

التكاثر :

1- الخضري : عن طريق الأنشطار الطولي للخلية الأحادية , والتجزؤ في المتعددة الخلايا .
2- اللأجنسي : بتكوين ابواغ متحركة عارية لها زوج من الأسواط المتساوية او غير المتساوية . أو ابواغ ساكنة أو حويصلات داخلية Endogenous Cycts وهي صفة مميزة لهذا الصف حيث تتكون في الظروف غير الملائمة حيث تنسحب الاسواط داخل الخلية ويظهر غلاف جيلاتيني , بعد تحسن الظروف يتحرر البروتوبلاست بشكل اميبي لينمو الى طحلب جديد , أو يتقسم البروتوبلاست الى 2 -4 ابواغ عارية تتحرر الى لتنمو الى طحلب جديد .
3- الجنسي : نادر الحدوث من نوع متشابه الكميتات Isogamy .

- **تصنيف الطحالب البنية الذهبية :**

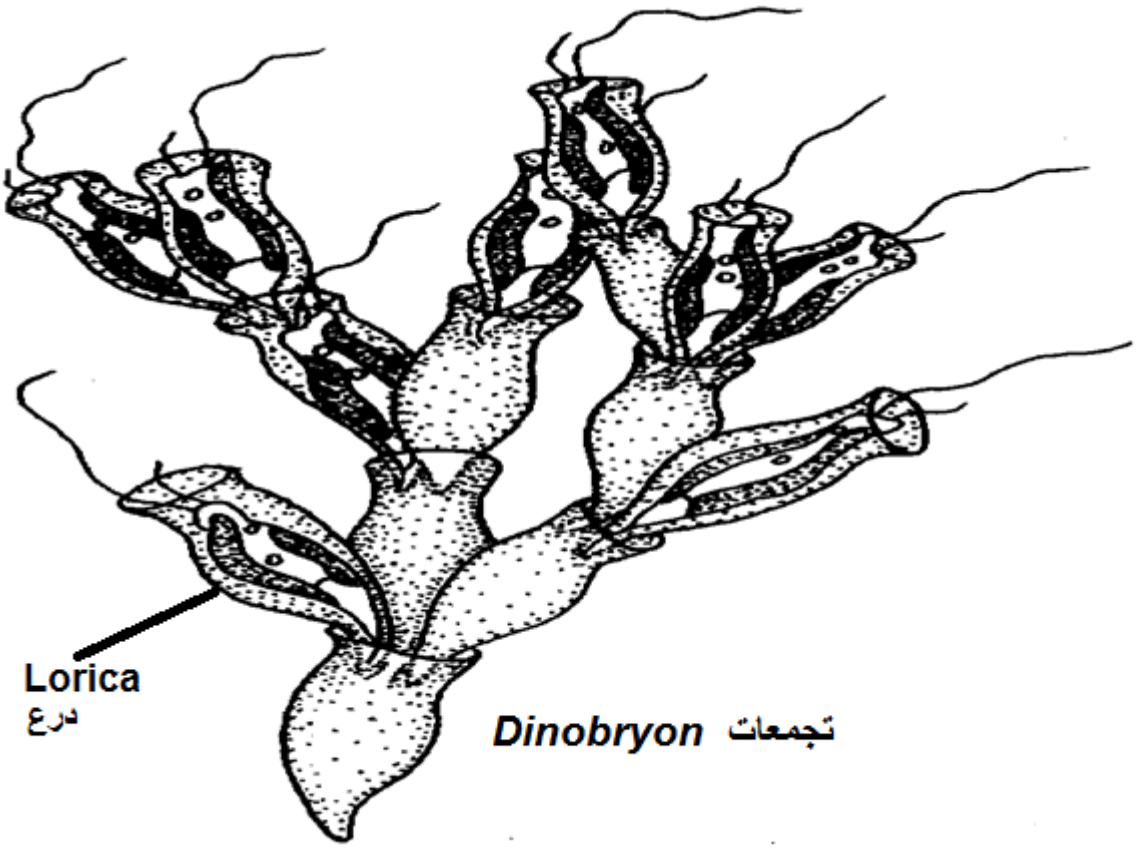
يضم هذا الصف على 7 رتب اعتمد في تصنيفها على الشكل الخضري وطبيعة الحراشف الكلسية Coccoliths المحيطة بالخلية وعدد وطبيعة الأسواط . ومن هذه الرتب هي :

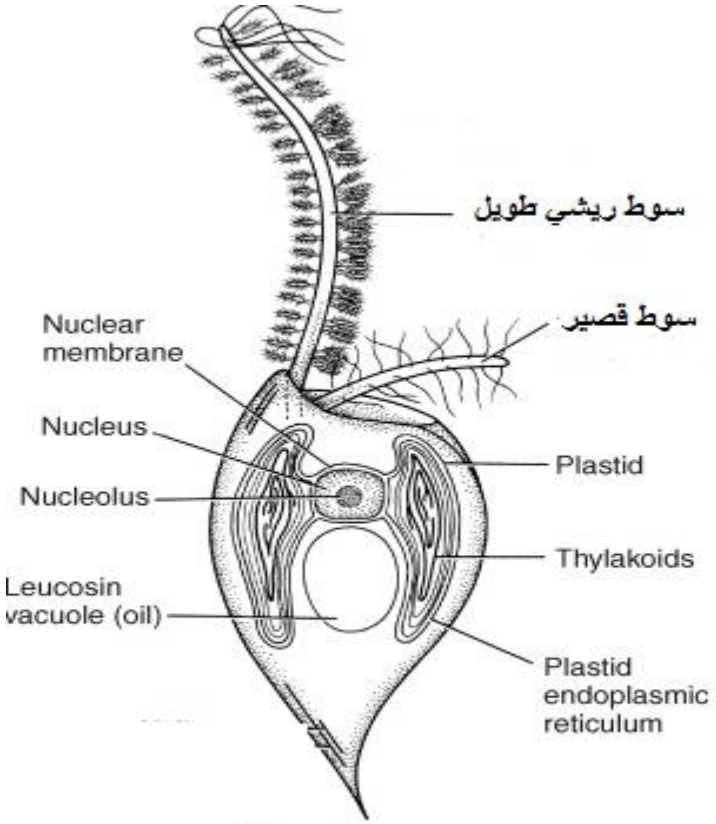
Order : Dinophyciales

افرادها أحادية الخلية أو مستعمرات ولها زوج من الأسواط ريشي طويل والأخر أملس قصير والبريبلاست أما عاري أو محاط بدروع سلكية .

Genus : *Dinobryon*

خلايا ثنائية الأسواط هائمة وعادتا بشكل مستعمرات متجمعة , تحاط الخلايا بدروع Lorica ذات قمة مفتوحة . تتصل الخلية بقاعدة الدروع تمتلك سوطين غير متساوية احدهما طويل ريشي والآخر قصير أملس , البروتوبلاست يحوي على زوج من البلاستيدات الصفائحية ونواة وبقعة عينية وفجوة متقلصة واحدة أو أكثر , والغذاء المخزون بشكل حبيبة في مؤخرة الخلية .





Dinobryon

3- Class : Bacillariophyceae (Diatoms)

صف الطحالب العصوية (الدايتومات)

البيئة والتواجد :

يضم هذا الصف على أكثر من 6000 نوع وهي واسعة الأنتشار في المياه المالحة والمويلحة والعذبة . وتعيش أما هائمة أو ملتصقة على جميع الأجسام المغمورة في المياه . كما تتواجد في بيئة اليابسة وخاصة في المناطق الرطبة .

الصفات العامة :

1- تضم أجناس غالبيتها أحادية الخلية أو بشكل مستعمرات متجمعة أو خيطية .
2- جدار الخلية الدايتومية يتكون من نصفين متراكبين فوق بعضها أي من مصراعين Valves وهذه المصراعين مرتبطين مع بعضهما بحزام يطلق عليه Girdle .
3- جدران الخلايا مشبعة بمادة السليكا وبشكل هندسي وتثخنات مختلفة ومتعددة وتعد من الصفات التصنيفية المهمة لهذه المجموعة .

4- الصبغات التمثيلية هي Chlorophyll a , c و β - α - Carotene بالأضافة الى بعض الصبغات الزانثوفيلية الأخرى .
5- الغذاء المخزون بشكل مواد دهنية أو بشكل Chrysolaminarine .
6- الحركة تعتمد على حركة السايتوبلازم أو على الجهاز الليفي (له القابلية على التقلص والأنبساط) أو المواد الجيلاتينية الموجودة على السطح الخارجي .

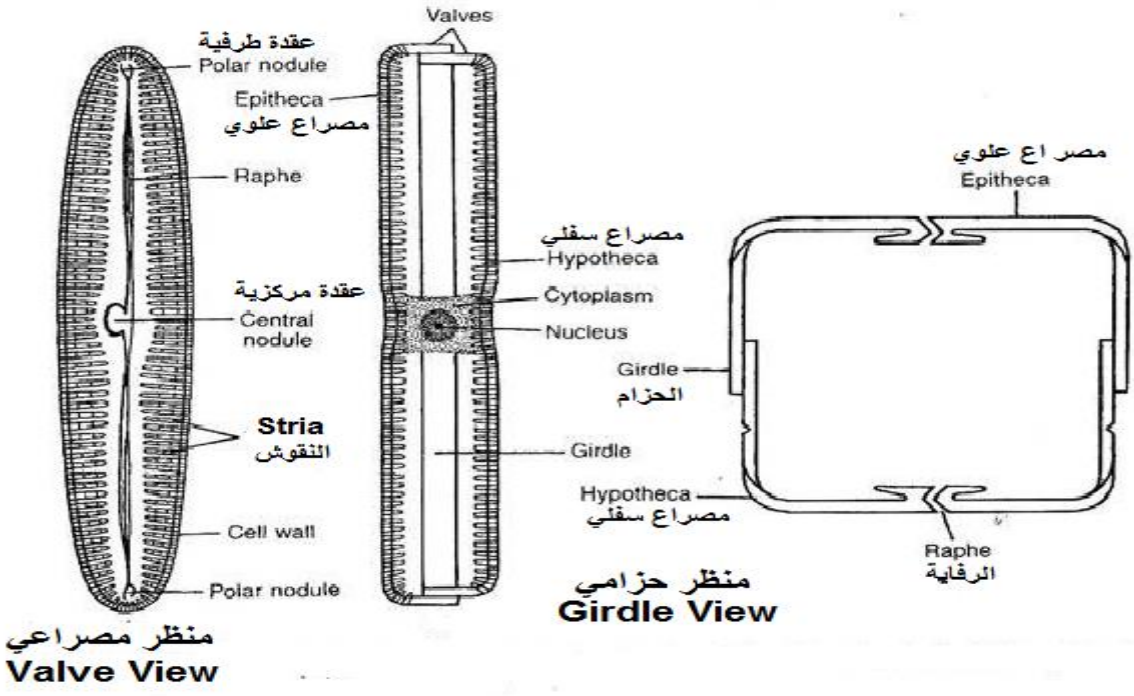
- تصنيف صف الطحالب العصوية (الدايتومات)

Class : Bacillariophyceae

صنف هذا الصف الى رتبتين على أساس التناظر في جدار الخلية هي :

1- Order : Pennales رتبة جانبية التناظر (الريشيات)

وتضم هذه الرتبة أجناس جانبية التناظر .



تتميز الرتبة بما يلي :

1- تكون النقوش أو التثخنات ريشية أو شعرية .
2- تحوي الخلية على بلاستيدة واحدة أو أثنين غالباً يكون جدارية .

3- تحوي الخلية على اخدود يمتد على طول محور جدار الخلية ويدعى الأخدود Raphe وتنتظم النقوش على جانبيه , في مركز الأخدود يلاحظ تثخن مركزي يسمى العقدة المركزية Central nodule وفي كل قطب من الأخدود يلاحظ وجود تثخن يسمى العقدة القطبية Polar nodule .

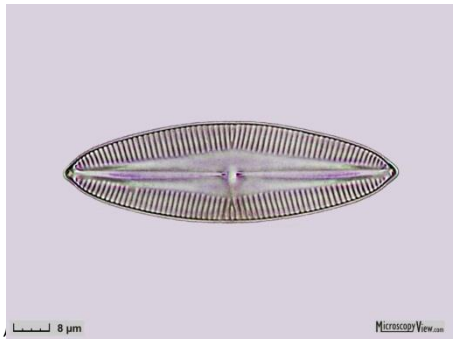
4- تتحرك الخلايا حركة تزحلقية .

5- التكاثر الجنسي من نوع متشابه الأمشاج Isogamy .

6- غالبية أجناس هذه الرتبة تتواجد في المياه العذبة ومن ا مثلتها :

Genus : *Navicula*

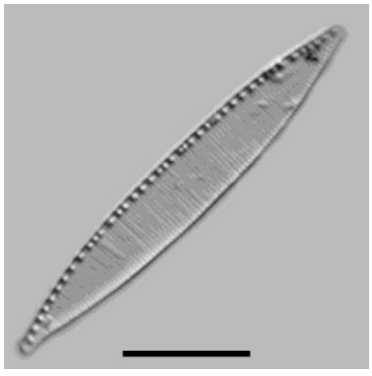
طحلب مفلطح ذات نهايات ضعيفة وزخارف جانبية يحتوي على عقدتين وعقدة مركزية . يمكن ملاحظة الرفاية بشكل واضح . يحتوي الطحلب على بلاستيدتين متطاولتين ذات لون بني . يتواجد في بيئة المياه العذبة في الجداول والأنهار بالأضافة الى تواجده في البحيرات وغالباً ما يكون بشكل ملتصق على الوسط الذي يعيش فيه .



Navicula

Genus : *Nitzschia*

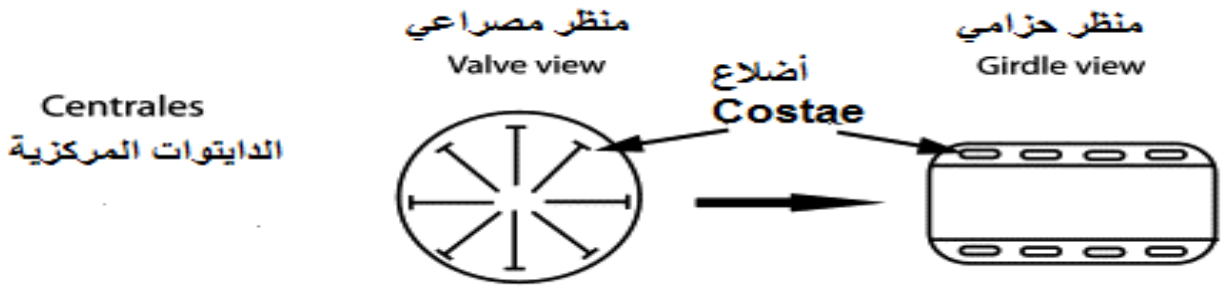
طحلب متطاول ذو نهايات ضيقة وزخارف جانبية يحتوي على رافي واضح يربط بين العقدتين القطبيتين ويحتوي على بلاستيدات ذات لون بني تقع في كل طرف من اطرافها , واسع الأنتشار في المياه العذبة والمالحة ويوجد بشكل هائم أو ملتصق .



Nitzschia

2- Order : Centrales رتبة شعاعية التناظر

وتظم هذه الرتبة أجناس شعاعية التناظر Radial Symmetry

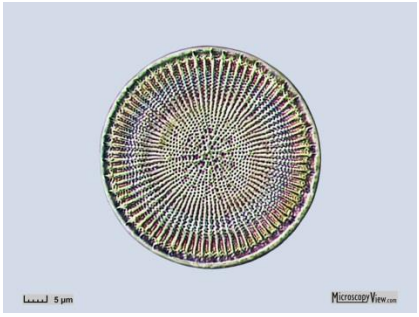


وتتميز الرتبة بما يلي :

1- تكون النقوش أو التثخنات ذات أشكال شعاعية .
2- تحوي الخلية على بلاستيدات متعددة غالباً قرصية الشكل .
3- لا تحتوي الخلية على الأخدود Raphe .
4- أفراد هذه الرتبة غير متحركة .
5- غالبية الأجناس بحرية المعيشة هائمة ومن أمثلتها :

Genus : *Cyclotella*

طحلب قرصي الشكل ذو زخرفة دائرية تبدأ من مركز الخلية الى الجوانب . يوجد بشكل مفرد واحياناً يتحد مع بعضها بمادة جيلاتينية ليشكل سلسلة متطاولة . يحتوي على عدد من البلاستيدات القرصية , ويحوي على *عدد من* الاشواك الجانبية , واسع الأنتشار في المياه العذبة والمويلحة والمالحة , يسبب مشاكل بيئية تتمثل بغلق مرشحات تصفية المياه .



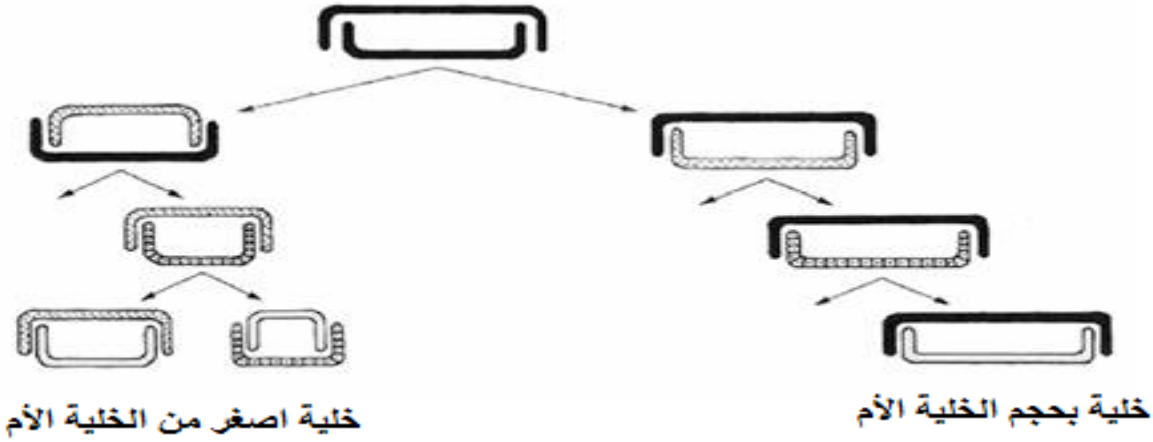
Cyclotella

التكاثر في الدايتومات :

تتكاثر الدايتومات تكاثراً خضرياً ولاجنسياً وجنسياً :

1- التكاثر الخضري :

يحدث بالأنقسام البسيط للخلايا الدايتومية ويتم ذلك بأبتعاد المصراعين عن بعضهما قليلاً وتزداد كمية البروتوبلازم في الخلية ثم تنقسم النواة ويعقبها أنقسام السايتوبلازم ويزداد أبتعاد جزئي للجدار عن بعضهما ثم ينفصل كل جزء من الجدار مع جزء من البوتوبلازم المنقسم مع النواة وتبدأ كل خلية جديدة بتكوين جزء آخر لجدار الخلية الجديدة وينتج من هذا الأنقسام خليتين أحدهما بحجم الخلية الأم والآخر أصغر حجماً من الخلية الأم .



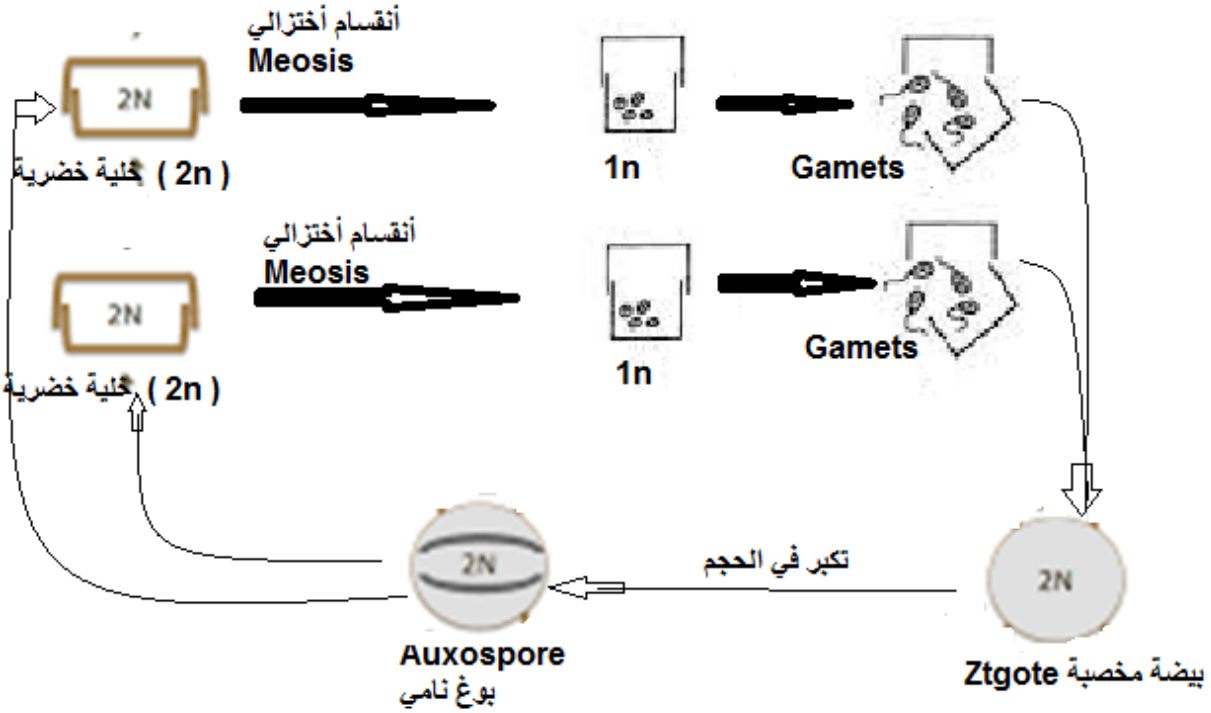
2- التكاثر اللأجنسي :

يحدث هذا النوع من التكاثر بتكوين البواغ الساكنة Resting Spores أو الخلايا الساكنة Resting Cells . بعض الخلايا الدايتومية تتحول في أوقات مختلفة من حياتها الى خلايا ذات جدار سميك (أبواغ ساكنة) تسقط هذه الأبواغ من المنطقة الهائمة الى المنطقة القاعية وعند توفر الظروف الملائمة تنبت الى طحلب جديد , ويكون حجم الأبواغ الساكنة أصغر من حجم الخلايا الأصلية . أما الخلايا الساكنة فتكون بحجم وشكل الخلية ألأصلية وتختلف عن الأبواغ بعدم تثخن جدرانها .

3- التكاثر الجنسي :

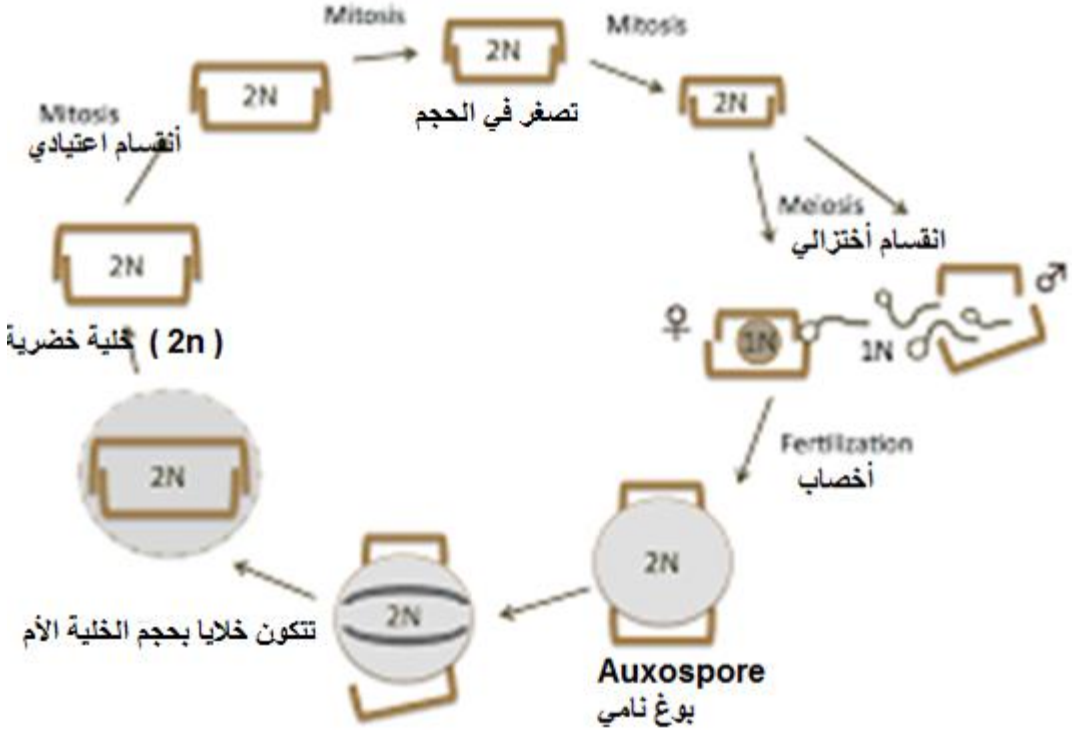
a) في الدايتومات الريشية Pennales :

يكون التكاثر الجنسي من نوع Isogamy وذلك بأتحاد أمشاج متحركة حركة أميبية , تتحد مع بعضها وتكون البيضة المخصبة التي تكبر بالحجم وتدعى Auxospores والتي تنمو الى طحلب جديد , بهذه الطريقة تستعيد الخلايا الصغيرة الناتجة من التكاثر الخضري الى حجم الخلية الأم (الأصلية) .



b) في الدايتومات المركزية Centrales :

يكون من النوع البيضي Oogamy أي بأتحاد أمشاج ذكرية صغيرة أحادية السوط مع خلية البيضة الكبيرة الساكنة وتتكون البيضة المخصبة Auxospore والتي تنمو الى نبات جديد .



الدايتومات المتحجرة : Fossil Diatoms

عند موت الخلايا الدايتومية تترسب في قاع البحار والمحيطات وتتحلل الخلايا وتبقى جدران الخلايا المتكونة من مادة السليكا Frustuler . وبمرور الوقت (آلاف السنين) تتراكم أعداد هائلة من هذه الجدران وتسمى بالدايتومات المتحجرة أو التربة الدايتومية . وهي ذات أهمية في الصناعة والأبحاث الجيولوجية .

شعبة الطحالب الكربتية (الكربتات) Division : Cryptophyta

تضم هذه الشعبة حوالي 100 نوع , وتنتشر أفرادها في المياه العذبة والمالحة ومعظمها تكون هائمة .

الصفات العامة :

1- غالبية الأجناس وحيدة الخلية متحركة أو قد تكون ذات أشكال كروية أو بالميلية .

2- الخلايا صغيرة وذات تسطح ظهري وبطني .

3- الخلايا تكون عارية وتحاط بالبريبلاست Periplast وبعض الأجناس قد تحوي على جدار سليلوزي .

4- الأجناس المتحركة تحوي زوج من الأسواط من النوع الريشي في مقدمة الجسم وتكون تقريباً متساوية بالطول .

5- تحوي الخلية على بلاستيدة واحدة أو بلاستيدتين وفيها مركز نشوي واحد أو أكثر .

6- الصبغات التمثيلية تتمثل بالكلوروفيل a و c وتفتقر الى وجود ا لـ β - Carotene ولكنها تحوي على α – Carotene بالأضافة الى بعض الصبغات الزانثوفيلية وصبغات البايلوبروتين .

7- تكون غالبية الأجناس ذاتية التغذية Autotrophic وهناك بعض الاجناس تعيش في حالة تعايشية Symbiotic داخل أجسام بعض الأحياء المائية أو ربما فاقدة للبلاستيدات أي تكون مختلفة التغذية Heterotrophic .

8- الغذاء المخزون في بعض الأجناس بشكل نشأ يتجمع خارج البلاستيدة أو يكون بشكل زيوت أو دهون في أجناس أخرى .

9- التكاثر يحدث بالأنقسام البسيط وفي بعض الأجناس بتكوين أبواغ , والتكاثر الجنسي نادر الحدوث في هذه الشعبة .

تصنيف الطحالب الكربتية :

صنفت الى صف واحد هو :

Class : Cryptophyceae

يضم رتبتين هي :

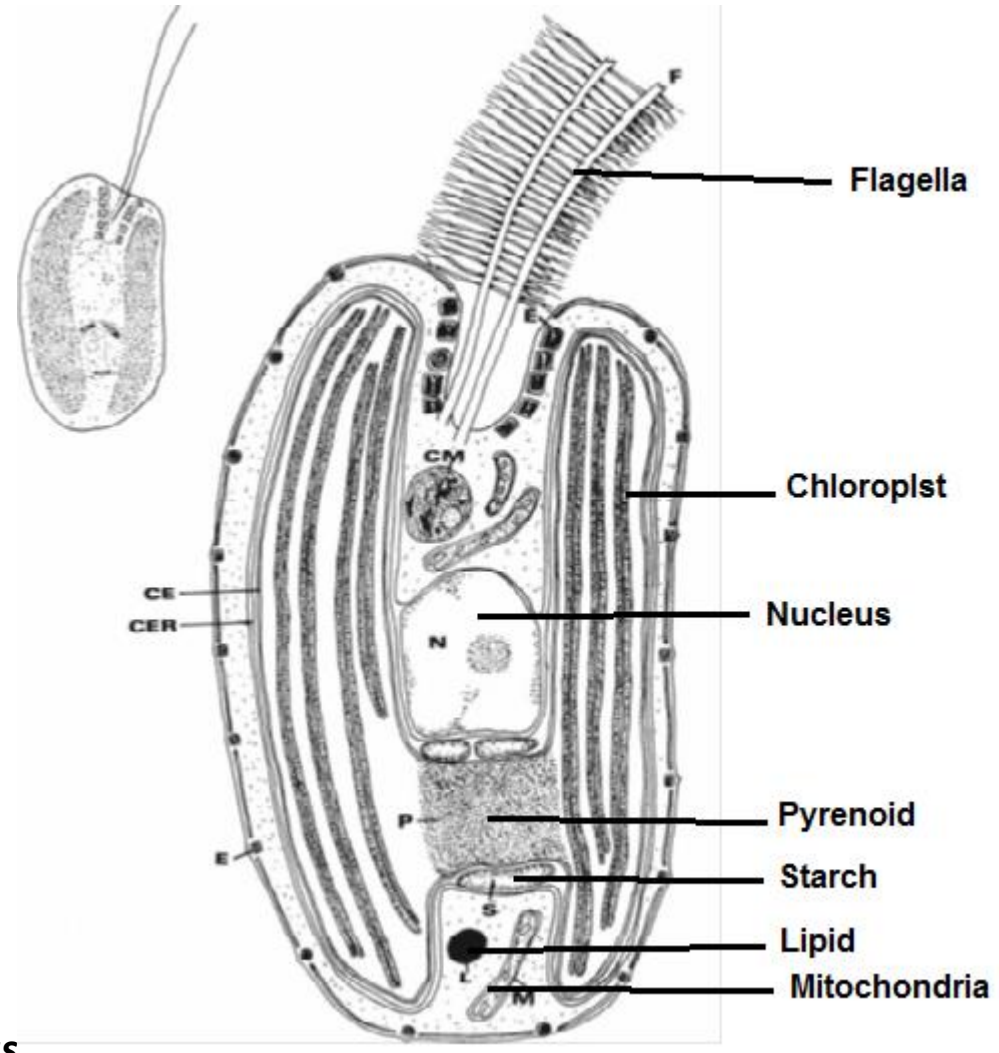
1- Order : Cryptomonales

Genus : *Cryptomonas*

هو طحلب أحادي الخلية متحرك ذو شكل بيضوي ذات تسطح ظهري وبطني وله زوج من الأسواط تبرز من مقدمة الخلية وتكون تقريباً متساوية في الطول ومن التوع الريشي , البلاستيدات ثنائية والغذاء المخزون بشكل حبيبات توجد في السايتوبلازم قرب المركز النشوي . النواة واحدة وكبيرة الحجم .

التكاثر :

يتكاثر هذا الطحلب بالأنقسام الخلوي البسيط حيث تصبح الخلية عديمة الحركة وتحاط بغلاف جيلاتيني وتنقسم الخلية طولياً .



Cryptomonas

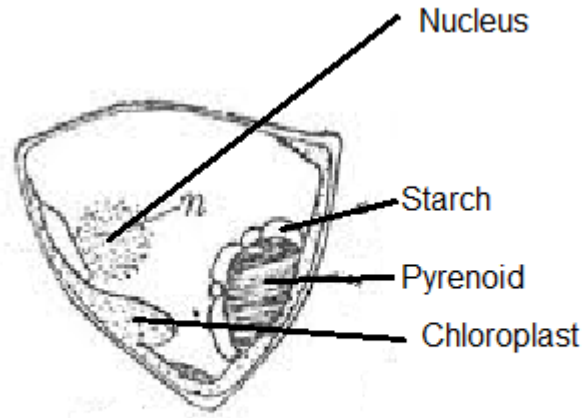
2- Order : Cryptococcales

Genus : *Tetragonidium*

خلايا حرة السباحة , رباعية غير منتظمة ذات جدار واضح مقوى في زوايا مكون من السليلوز . يحوي بلاستيدة واحدة منبسطة جدارية ذات حواف منطوية أو مفصصة تحوي على مركز نشوي واحد وذات حبيبات من النشأ تتواجد حول المركز النشوي . وتحوي الخلية على نواة كبيرة واحدة بالقرب من احد جوانب الخلية .

التكاثر :

يتكاثر لآ جنسياً بتكوين أبواغ سابحة Zoospores ذات سوطين تسبح فترة من الزمن وتفقد أسواطها وتصبح عديمة الحركة ثم تفرز جدار لها وتكون على هيئة خلايا خضرية رباعية .



Tetragonidium

شعبة الطحالب البروفايتية Divition : Pyrrophyceae

(الطحالب الدوارة أو السوطيات الدوارة)

أن أغلب الطحالب الدوارة تتواجد بشكل هائمات في مياه البحار . أما الطحالب الدوارة التي تعيش في المياه العذبة فتتواجد في البرك والبحيرات الغنية بالنباتات .

الصفات العامة :

1- أغلبها أجناس أحادية متحركة وبعضها تتواجد بشكل مستعمرات خيطية أو بالميلية أو أميبية .
2- أجناسها أما عارية تحاط بالبريبلاست أو تحاط بجدار سليلوزي يحوي على صفائح سليلوزية تدعى هذه الأجناس بالأجناس المدرعة Armored Dinoflagellates .
3- الأجناس الأحادية تحوي على أخدود مستعرض Cingulum يقسم الخلية الى جزئين علوي Epicon وسفلي Hypocon .
4- البلاستيدة اما قرصية أو صفائحية أو مفصصة وقد تحوي او لا تحوي على بايرينويد .
5- الصبغات التمثيلية تحوي Chlorophyll a , b و β - Caroten وبعض الصبغات الزانثوفيلية .
6- تحوي زوج من الأسواط قد تنشأ من مقدمة الخلية ويكون أحدهما طويل ويمتد الى الأمام والآخر قصير ملتف على قاعدة السوط الأول بشكل قائم , يلتف أحد السوطين وهو شريطي الشكل داخل الأخدود العرضي في منطقة الحزام Girdle و يمتد السوط الثاني الأملس خلف الخلية الى الأمام .

7- التغذية في أغلبها ذاتية Autotrophic وبعضها متباين Heterotrophic أما رمي أو متطفل أو في حالة تعايشية .

8- التكاثر :

a. الأنقسام الخلوي البسيط .

b. لاجنسي : بتكوين ابواغ عارية أو أبواغ ذاتية .

c. الجنسي : ويكون أما Isogamy أو An isogamy .

تصنيف الطحالب البروفايتية :

تصنف هذه الشعبة الى صفين هي :

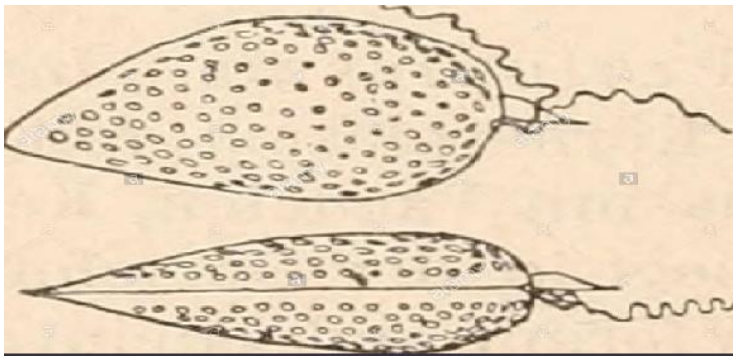
1- Class : Desmophyceae

ويضم هذا الصف عدد قليل من الأجناس وحيدة الخلية معظمها بحرية عارية أو محاطة بجدار سليلوزي . قد تحوي اخدود مستعرض طولي من مقدمة الخلية الى نهايتها . الأسواط في المقدمة احدهما طويل والآخر قصير . التكاثر بالأنقسام الخلوي البسيط .

Order : Prorocentrales

Genus : *Prorocentrum*

الخلية بيضوية أو كروية الشكل لها أخدود طولي فقط . الأسواط ثنائية أمامية غير متساوية القصير يلتف بشكل قائم على قاعدة السوط الاول , وهناك بروز يشبه الشوكة في مقدمة الخلية . التكاثر بالأنقسام الخلوي البسيط .



2- Class : Dinophyceae (Dinoflagelates) الطحالب الدوارة

ويضم هذا الصف عدد كبير من الأجناس تنتشر غالبيتها في المياه البحرية والبعض منها تسبب ظاهرة الأزدهار Water Bloom كما تتواجد في المياه المويلحة والعذبة .

الصفات العامة :

1- يضم هذا الصف أجناساً أحادية الخلية متحركة أو غير متحركة وبعض الأجناس بشكل مستعمرات خيطية أو تجمعات .
2- تكون الخلايا أما عارية محاطة بالبريبلاست الصلب أو تحاط بجدار سليلوزي مكون من صفائح متعددة .
3- تحوي غالبية الأجناس الأحادية الخلية على أخدود مستعرض وآخر طولي على سطح الخلية .
4- الأجناس المتحركة لها زوج من الأسواط وتنشأ في منطقة الأخدود المستعرض .
5- التغذية ذاتية في غالبية الأجناس الا أن بعض الأجناس تكون مختلفة التغذية أو في حالة تعايشية .
6- تتكاثر أفراد هذا الصف خضرياً بالأنقسام البسيط أو تتكاثر لا جنسياً بتكوين أبواغ عارية والبعض منها تتكاثر جنسياً بتكوين أمشاج متشابهة Isogamous أو بتكوين أمشاج متباينة Anisogamous .

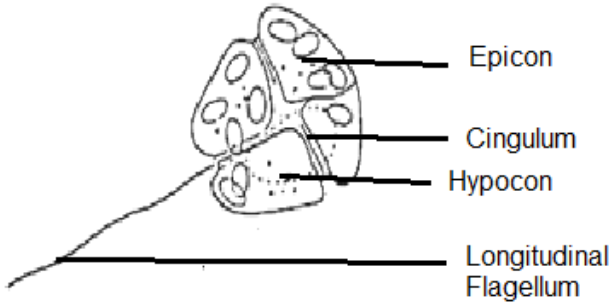
التركيب الخلوي :

تكون الخلية أما عارية وتحاط بالبريبلاست أو قد تكون محاطة بجدار سليلوزي على شكل صفائح قد تحوي على نقوش أو قرون . ويعد ترتيب وعدد وأشكال هذه الصفائح من الصفات التصنيفية للأجناس ويطلق على هذه الأجناس بالأجناس المدرعة Armored Dinoflagelates . تحتوي غالبية الأجناس وحيدة الخلية على أخدود مستعرض Cingulum يوجد على سطح الخلية يلتف حولها ويقسمها الى جزئين , جزء علوي يدعى Epicon وجزء سفلي يدعى Hypocon . وللخلية سوطين تنشأ في منطقة الأخدود المستعرض أحدهما شريطي يلتف حول الأخدود المستعرض ويتحرك حركة تموجية داخل الأخدود والآخر أملس طويل ممتد خلف الخلية , تحوي الخلية على نواة مفردة كبيرة . وتكون البلاستيدة بأشكال مختلفة مفردة أو متعددة وتحوي حزم البناء الضوئي Thylakoids على ثلاثة أقراص . البلاستيدة قد تحوي على مراكز نشوي أو فاقدة لها . ويخزن الغذاء بشكل حبيبات من النشأ أو الزيوت .

صنفت أفراد هذا الصف الى عدة رتب منها :

1- Order : Gymnodiniales

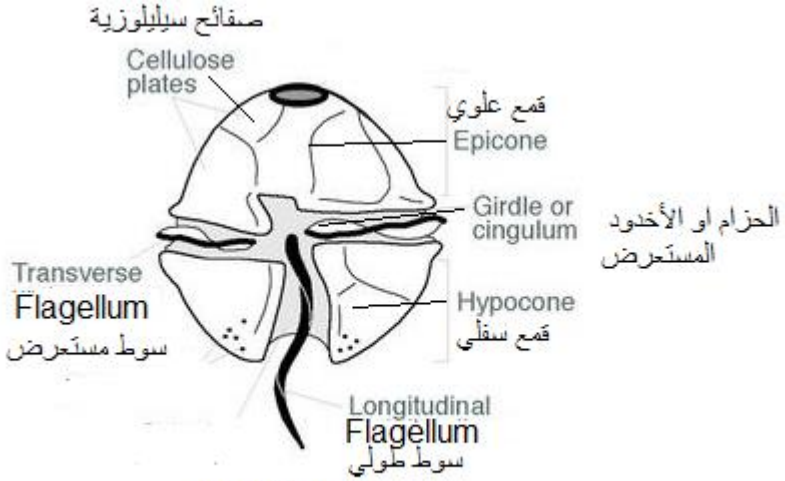
تضم هذه الرتبة أجناس وحيدة الخلية عارية محاطة بالبريبلاست فقط , متحركة بواسطة زوج من الأسواط تنشأ داخل الأخدود المستعرض , أغلب الأجناس بحرية المعيشة تتكاثر بالأنقسام الخلوي البسيط أو تتكاثر بتكوين أبواغ عارية متحركة أو بتكوين الأكياس (الخلايا الساكنة resting Cysts . مثالها جنس ***Gymnodinium*** .



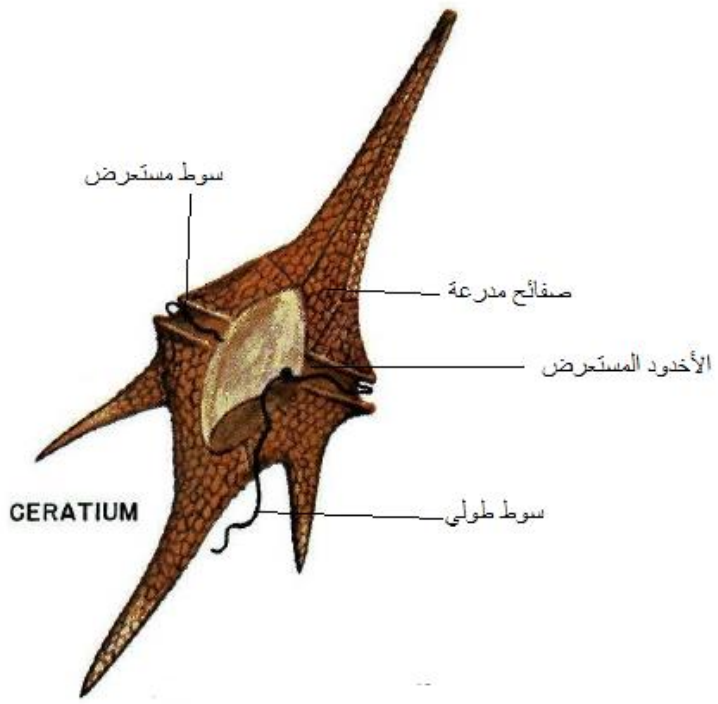
Gymnodinium

2- Order : *Peridiniales*

تضم هذه الرتبة الطحالب الدوارة وحيدة الخلية التي تحتوي على جدار خلية محدد يتألف من عدد من الصفائح السليلوزية مرتبة بطريقة خاصة كأشكال مدرعة Armored Dinoflagelates . تحوي الخلايا على زوج من الأسواط تنشأ من الأخدود المستعرض , أغلب الأجناس بحرية المعيشة والبعض منها يعيش في المياه العذبة . التكاثر بالأنقسام الخلوي البسيط أو بتكوين أبواغ عارية متحركة أة بتكوين الأكياس (الخلايا) الساكنة . مثالها جنس ***Peridinium*** و جنس ***Ceratium*** .



Peridinium



- **ظاهرة المد الحمر Red Tide :**

بعض الأنواع العائدة لهذا الصف تتزايد أعدادها في الماء بشكل سريع وتسبب حالة الأزدهار Water Bloom وخاصة في مياه الخلجان والسواحل البحرية . وينتج من أزدهار هذه الأنواع حدوث ما يسمى بظاهرة المد الأحمر Red Tide حيث تتلون المياه بلون أحمر بسبب الصبغات التمثيلية Phycoerythrin الموجودة في هذه الطحالب , وتحدث هذه الظاهرة لمساحة كيلومترات عديدة في مياه البحر . عند حالة الأزدهار قد يصل عدد خلايا الطحالب بين 20 - 30 مليون خلية في اللتر الواحد من الماء , وتنتهي هذه الظاهرة بعد مرور عدة أسابيع من بدايتها .

Division : Phaeophyta (Brown Algae) الطحالب البنية

البيئة والتواجد :

تتواجد أجناس هذه الشعبة في المياه البحرية عادةً ويوجد عدد قليل منها في المياه العذبة . الطحالب البنية واسعة الأنتشار في السواحل البحرية ملتصقة على الصخور أو الطحالب الأخرى وقد يمتد تواجدها الى المناطق العميقة التي يصلها الضوء في بعض الاحيان بحدود 200 متر .

الصفات العامة :

1- تضم أجناس ذات أشكال مختلفة ومتباينة في الحجم فقد يصل طول بعضها الى 70 متر وتسمى بالأدغال البحرية Kelps . ينعدم وجود الأشكال وحيدة الخلية أو المستعمرات .
2- جدران الخلايا تتكون من السليلوز وتحاط بمواد جيلاتينية .
3- الصبغات التمثيلية هي Chlorophyll a , c و β – Carotene وعدد من الصبغات الزانثوفيلية .
4- الغذاء المخزون بشكل كاربوهيدرات ذائبة تسمى النشأ الفلوريدي كما يخزن الغذاء على شكل مانيتول وهو كحول سداسي مائي وقد يحوي جدار الخلية على مادة كاربونات الكالسيوم .
5- تحوي الأمشاج والأبواغ عادةً على زوج من الأسواط أحدهما ريشي يتجه الى الأمام والآخر أملس قصير يتجه الى الخلف .
6- تتكاثر الطحالب البنية خضرياً و لا جنسياً و جنسياً .
7- تكون دورات الحياة متنوعة في الأجناس المختلفة .

- **تقسم شعبة الطحالب البنية الى ثلاث صفوف وذلك بالأعتماد على دورات الحياة للأجناس وهذه الصفوف هي :**

Division : Phaeophyta

صف الطحالب البنية متماثلة الأجيال 1- Class : Isogenerate

الصفات المميزة :

1- تضم أجناس ذات أشكال خيطية متفرعة أو متباينة الشعيرات .
2- في أجناس متباينة الشعيرات يكون النمو في النظام القائم شعيري متفرع , أما النمو في النظام الشعري المنبطح فيكون من النوع القمي .
3- يتم التكاثر اللأجنسي بتكوين أبواغ متحركة أو غير متحركة .
4- يكون التكاثر بتكوين أمشاج متحركة .
5- تحوي دورة الحياة ظاهرة تعاقب الأجيال المتماثلة . Isomorphic Alternation of Generation .

Genus : *Ectocarpus*

هو طحلب خيطي بحري المعيشة ينمو ملتصقاً على الصخور أو على غيره من الطحالب البنية الكبيرة المغمورة في منطقة المد والجزر ويكون على شكل خيوط مختلفة Heterotrichous حيث يتميز الى :

1- خيوط قائمة Erect Filaments تكون متفرعة قد يصل طولها الى 50 سم .
2- خيوط منبطحة مثبتة من النوع القمي . خلايا الطحلب مربعة تحتوي على نواة واحدة وعلى بلاستيدة واحدة أو أكثر .

التكاثر :

1- التكاثر اللاجنسي :

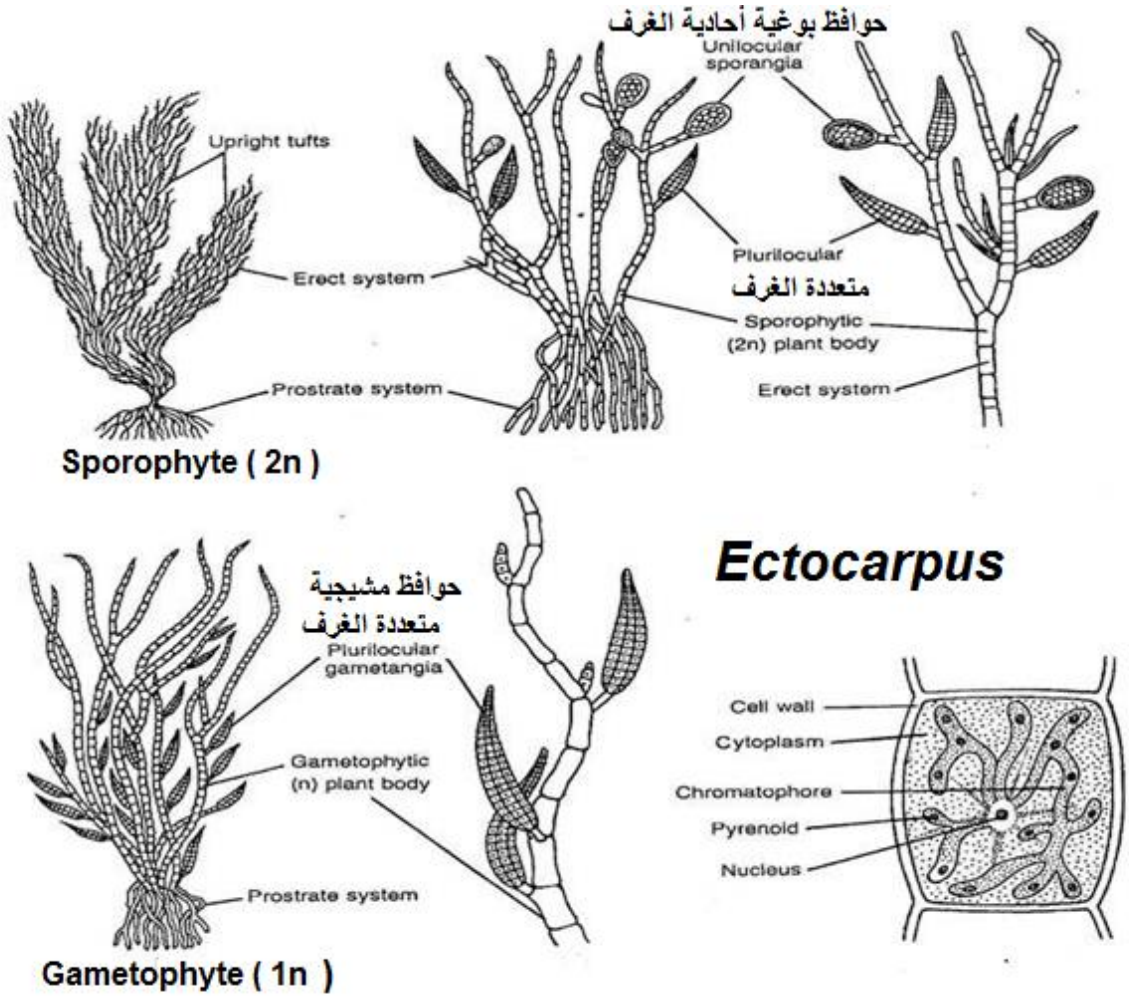
يحدث التكاثر اللآجنسي بتكوين أبوغ متحركة داخل حوافظ بوغية متعددة الغرف (Pleurilocular Sporangia) أو حوافظ أحادية الغرف (Unilocular Sporangia) . تنشأ الحوافظ البوغية متعددة الغرف على النبات البوغي وتضم عدد من الخلايا الصغيرة المكعبة الشكل التي يتكون في داخل كل منها بوغ متحرك ثنائي العدد الكروموسومي 2n . تتحرر هذه الابواغ وتسبح لفتره قصيرة وتستقر على وسط صلب وتبدا بالأنبات لتكون نبات بوغي جديد .

أما الحوافظ البوغية أحادية الغرفة فأنها تنشأ كذلك على أفرع جانبية في النبات البوغي , تحتوي الحافظة البوغية أحادية الغرفة على نواة واحدة 2n حيث تنقسم أنقساماً أختزالياً يعقبه أنقسامات أعتيادية فتتكون أبواغ متحركة أحادية العدد الكروموسومي 1n . تتحرر هذه الأبواغ وتسبح لفترة ثم تستقر وتنمو الى نبات مشيجي 1n جديد متشابه بالشكل الخارجي للنبات البوغي 2n لهذا الطحلب .

2- التكاثر الجنسي :

يكون النبات المشيجي (1n) متشابه بالشكل الخارجي للنبات البوغي (2n) , ويكون التكاثر الجنسي بتكوين الأمشاج المتشابهة , تتكون الحوافظ المشيجية متعددة الغرف في نهاية أفرع جانبية قصيرة تسمى Pleurilocular Gametangia وتتكون في داخلها أمشاج عديدة متحركة , تتحرر هذه الأمشاج وتتحد مع بعضها لتكون اللاقحة (2n) التي تنمو لتكون نبات بوغي جديد . ولهذا فأن هذا الطحلب يتميز بحدوث طورين متعاقبين , طور بوغي يتعاقب مع طور مشيجي ويكون النبات في كلا الطورين متشابه مظهرياً وتكون

دورة الحياة من النوع المتماثل (المتشابه) Isomorphic Alternation of Generation .



2- Class : Heterogenerate صف الطحالب البنية متباينة الأجيال

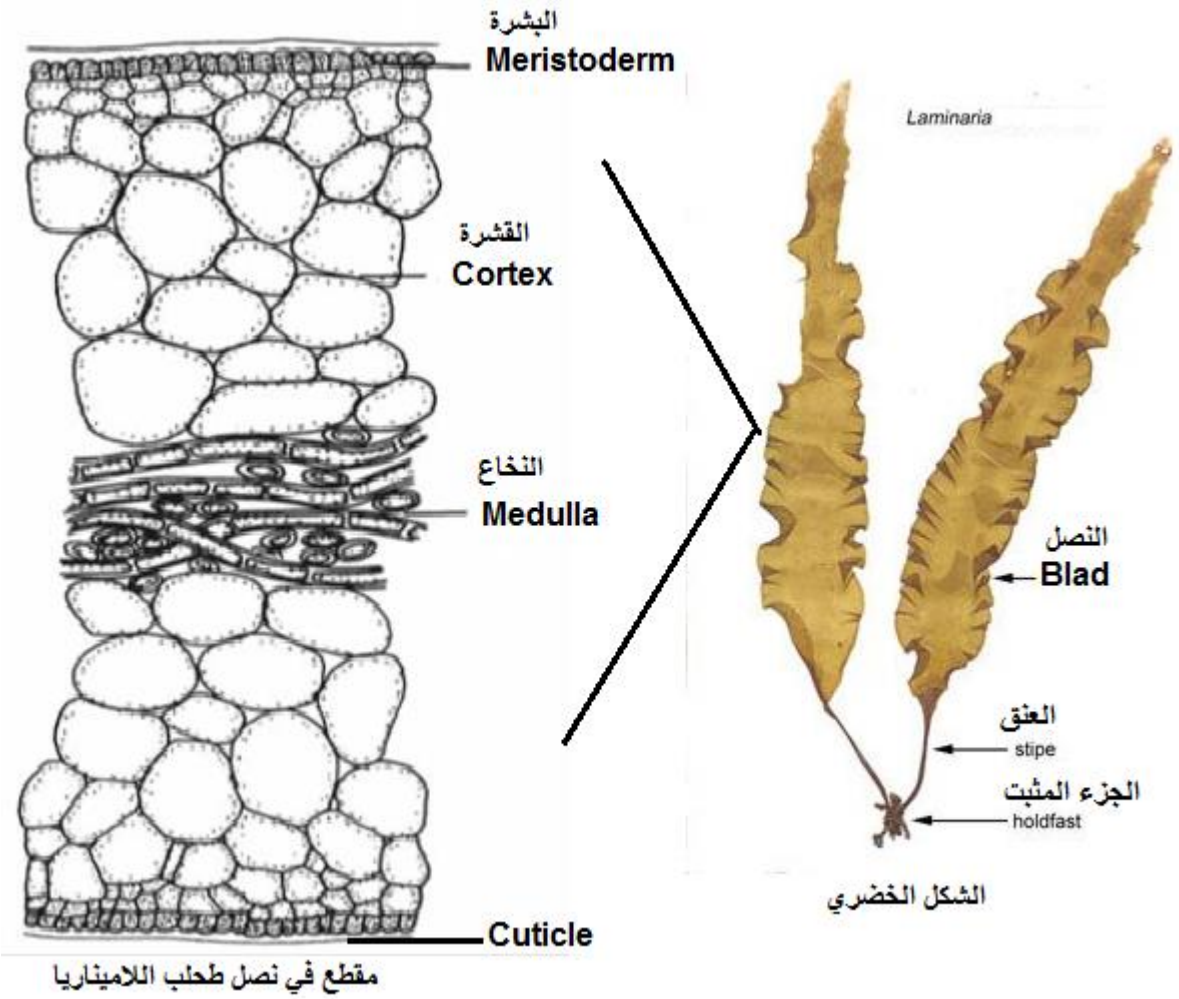
Order : Laminariales

الصفات العامة :

1- تضم هذه الرتبة أجناساً كبيرة الحجم تمثل غالبيتها الأدغال البحرية Kelps وتكون ذات أشكال برنكيمية , ويعد أحد أنواع جنس الـ *Macrocystis* من أطول الطحالب حيث يبلغ طوله الى حوالي 200 متر .
2- يلاحظ التمايز النسيجي في التركيب الداخلي للطحلب حيث تتميز الى ثلاث مناطق , خارجية تمثل البشرة ومتوسطة تمثل القشرة وداخلية تمثل النخاع .
3- يحمل النبات البوغي الحوافظ البوغية أحادية الغرف .
4- تتمثل في دورة الحياة ظاهرة ترادف الأجيال من النوع المختلف (المتباين) Heteromorphic Alternation of Generation حيث يكون النبات البوغي كبير الحجم ومعقد التركيب ويتبادل مع الطور المشيجي الخيطي المجهري .

Genus : *Laminaria*

هو طحلب بحري المعيشة من نوع الأدغال البحرية Kelps ينتشر على سواحل البحار والمحيطات ويتراوح طوله من 1 - 4 امتار . الشكل الخضري يمثل الطور البوغي (2n) ويتميز الى الجزء المثبت Hold Fast الذي يثبت النبات على الصخور ويليه عنق ضيق Stipe يتصل بالنصل Blade وهو الجزء البرنكيمي الورقي . يتميز التركيب الداخلي للنصل والعنق الى ثلاثة مناطق هي منطقة البشرة Epidermis المغطاة بطبقة جيلاتينية سميكة وتليها القشرة Cortex وفي المركز يوجد منطقة النخاع .



مقطع في نصل طحلب اللاميناريا

التكاثر :

1- التكاثر الخضري :

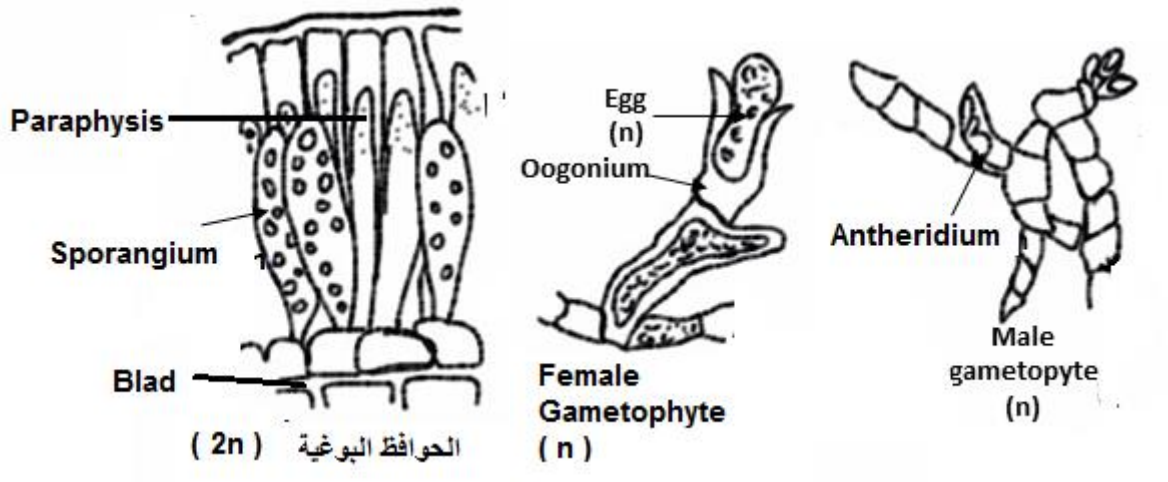
يتم بتكوين مدادات Stolons التي تتكون في الجزء القاعدي المثبت .

2- التكاثر اللا جنسي :

ويتم بتكوين الحوافظ البوغية والتي توجد على شكل تجمعات على النصل بشكل بثرات Sori من منطقة البشرة للنبات البوغي (2n) . تعاني نواة الحافظة البوغية أنقسام أختزالي يتبعه عدة أنقسامات أعتيادية حيث تتكون أبواغ متحركة أحادية العدد الكروموسومي (1n) , تتحرر هذه الأبواغ وتستقر على سطح صلب وتبدأ بالنمو الى نبات مشيجي ذكري ونبات مشيجي أنثوي , الشكل الخضري للطور المشيجي خيطي صغير متفرع مجهري .

3- التكاثر الجنسي :

في النبات المشيجي الانثوي تتكون الـ Oogonium التي تحتوي على البيضة Ovum .
وتتكون على النبات المشيجي الذكري الـ Antheridia على شكل تجمعات وفي كل أنثريدة يتكون مشيج ذكري متحرك . بعد تحرره يسبح بأتجاه البيضة ويلتصق عليها ويتم الأخصاب وتتكون اللاقحة (2n) التي تنمو الى نبات بوغي جديد .



3- Class : Cyclospora

Order : Fucales صف الطحالب البنية ذات دورة الحياة الثنائية

الصفات المميزة :

1- تضم أجناس بعضها صغير وبعضها يصل الى 10 أمتار توجد في مناطق المد والجزر يطلق عليها بالأعشاب الصخرية Rock Weeds .
2- الشكل الخضري يتميز الى جزء قاعدي مثبت Hold Fast وعنق Stip ونصل Blade متفرع أو ورقي .
3- يلاحظ التمايز النسيجي في التركيب الداخلي للنصل .
4- النمو قمي Apical Growth .
5- دورة الحياة ثنائية Diploid ولا تحتوي على ظاهرة ترادف الأجيال .
6- التكاثر الجنسي من نوع البيضي Oogamous .

Genus : *Fucus*

يتواجد في المناطق البحرية (المد والجزر) الباردة وهو من الأعشاب الصخرية , ملتصق على الصخور بوساطة الجزء المثبت وعنق ضيق ونصل متفرع ثنائي منبسط وله عرق وسطي Mid Rib ويوجد على جانبيه زوج من الحويصلات الهوائية Air Bladder للطفو . نهايات تفرع النصل تسمى بالتخت Receptacle حيث تنتفخ عندها فتحات الحوافظ الجنسية عند النضج .

يتكون النصل من ثلاثة طبقات هي :

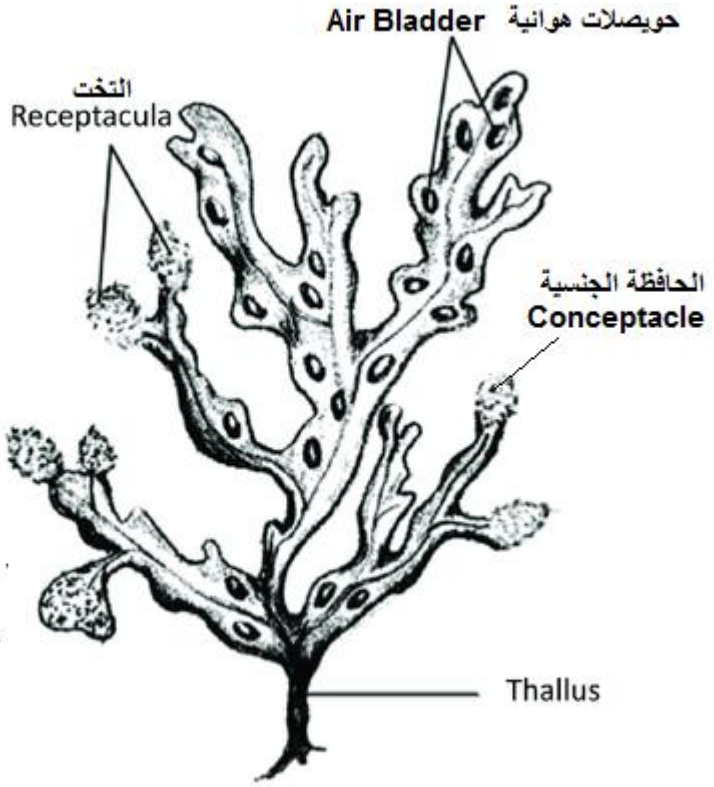
1- المنطقة الخارجية : البشرة Epidermis صف واحد من الخلايا حاوية على البلاستيدات محاطة من الخارج بمواد جيلاتينية .
2- المنطقة المتوسطة : تمثل القشرة Cortex عديدة الطبقات , العليا حاوية على البلاستيدات والداخلية خازنة .
3- المنطقة الداخلية : تمثل النخاع Medulla تحوي خلايا متطاولة وخيوط متفرعة والياف .

النمو : من النوع القمي .

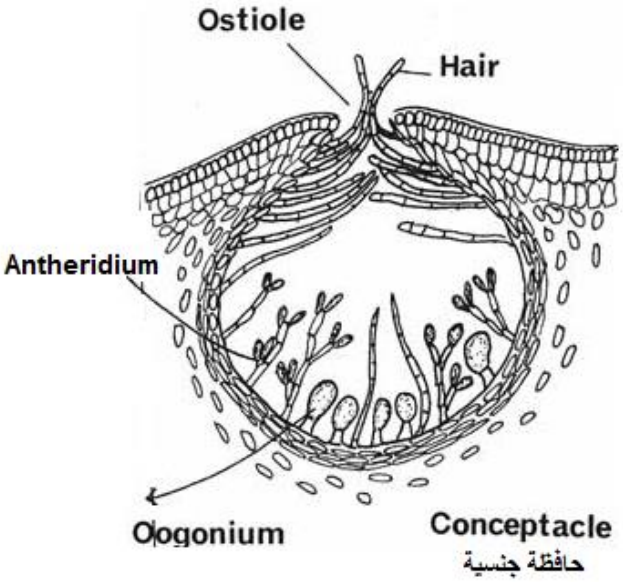
التكاثر :

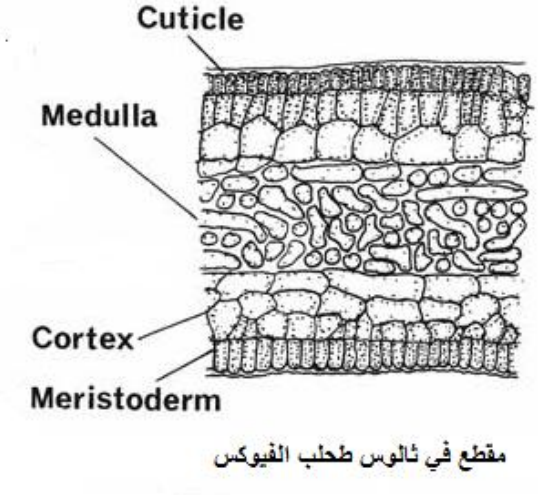
1- التكاثر الخضري : يحدث عن طريق التجزؤ .
2- التكاثر الجنسي : يكون من النوع البيضي Oogamous ويكون النبات أحادي المسكن Monoecious أي يحمل الحوافظ الجنسية Coceptacle الذكرية والأنثوية على نفس النبات أو تحمل الأعضاء الجنسية الذكرية ةالأنثوية داخل نفس الحوافظ Hermophrodiate Conceptacle على نفس النبات الأحادي المسكن . أو يكون النبات ثنائي المسكن Dioecious أي النبات يحمل حوافظ ذكرية والنبات الآخر يحمل الحوافظ الأنثوية . الحافظة الجنسية الناضجة تكون دورقية الشكل مطمورة في نسيج التخت وتفتح بفتحة على السطح الخارجي للتخت , يتكون داخل الحافظة تراكيب الخيوط العقيمة Paraphysis Sterile , تنشأ الأعضاء الأنثوية من بطانة الحافظة وتكون محمولة على حامل قصير تحمل 8 بيوض . وينشأ العضو الذكري أيضاً من بطانة الحافظة في داخلها 64 مشيج ذكري ثنائي الاسواط الجانبية .

الأخصاب : بعد تفتح الأعضاء الجنسية بعد نضجها تخرج كل من البيوض والأمشاج خارج الحافظة ويتم التلقيح وتكوين الـ Zygote وتكوين نبات جديد دون المرور بفترة سكون .



Fucus





مقطع في ثالوس طحلب الفيوكس

شعبة الطحالب الحمر Division : Rhodophyta

البيئة والتواجد :

غالبية أجناس هذه الشعبة تعيش في مياه البحار والبعض القليل تتواجد في المياه العذبة سريعة الجريان . تنمو الطحالب الحمر عادةً وهي ملتصقة على الصخور أو الاجسام الأخرى . من خصائص أفراد هذه الشعبة تواجدها في أعماق كبيرة من مياه البحار قد تصل الى 200 متر وذلك لأعتمادها على الصبغات البيلوبروتينية المتواجدة في بلاستيداتها .

الصفات المميزة :

1- تضم هذه الشعبة أجناس وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا بعضها ذات أشكال ثالوسية أو بشكل خيوط بسيطة أو متفرعة أحادية المحور أو متعددة المحاور .
2- تفتقر أفراد هذه الشعبة الى الأشكال الخضرية المتحركة أو الأطوار التكاثرية المتحركة .
3- الجدار الخلوي يكون من السليلوز والبكتين ومواد مختلفة أخرى . في بعض الأجناس تترسب مركبات الكالسيوم على جدران خلاياها فتعطيها شكلاً ثابتاً يشبه الشعب المرجانية .
4- الصبغات التمثيلية هي Chlorophyll a , d وصبغة α , β Carotene وبعض الصبغات الزانثوفيلية بالأضافة الى صبغة البيلوبروتين Biloproteins المتمثلة بالصبغة الحمراء والخضراء المزرقة .
5- الغذاء المخزون يكون بشكل نشأ فلوريدي Floridean starch وهذا يشبه النشأ السيانوفايسيني Cyanophycin starch الموجود في الطحالب الخضر المزرقة أضافة الى الزيوت .
6- التكاثر يختلف حسب الأجناس المختلفة فيتراوح بين الأنقسام الخلوي البسيط والتكاثر اللاجنسي بتكوين أنواع أبواغ مختلفة أو التكاثر الجنسي من النوع البيضي Oogamous .

تصنيف الطحالب الحمر :

صنفت الى صف واحد يحوي على تحت صف أثنين هما :

Division : Rhodophyta

Class : Rhodophyceae

1- Sub Class : Bangioidae

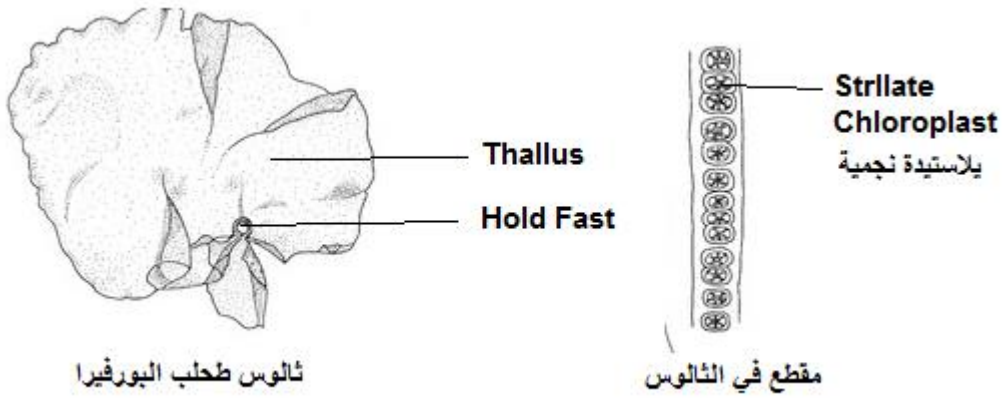
الصفات المميزة :

1- تكون الأجناس أما وحيدة الخلية أو خيطية أو غشائية , معظمها تعيش ملتصقة على غيرها من الطحالب .
2- تحوي الخلايا عادةً على نواة واحدة وبلاستيدة واحدة .
3- الجدار الخلوي فاقد للسيليلوز ويحتوي على البكتين ومواد أخرى .
4- يتم التكاثر اللاجنسي بتكوين أبواغ أحادية أو متعددة وهذه الأبواغ تتكون أما داخل خلايا خضرية محورة .
5- التكاثر الجنسي غالباً مفقود وفي حالة حدوثه يتم بتكوين الأمشاج الذكرية Spermatia التي تتحرر وتخصب البيوض وتتكون اللاقحة التي تنقسم لتكون أبواغ ثمرية Carpospores .

Genus : *Porphyra* **جنس الـ بورفيرا**

هو طحلب بحري المعيشة يتواجد على السواحل الصخرية في مناطق المد والجزر وينمو اما ملتصق على الصخور Epilithic أو ملتصق على غيره من الطحالب Epiphytic . يتراوح طول الطحلب 20 - 50 سم . الشكل الخضري للطحلب يكون عبارة عن صفيحة غشائية برنكيمية بسمك خلية أو خليتين وتكون هذه الخلايا داخل مادة بينية جيلاتينية . يثبت الطحلب نفسه بواسطة تركيب قرصي الشكل Hold Fast . تحوي الخلايا على نواة مفردة وبلاستيدة نجمية تحوي على مركز نشوي واحد .

يطلق على طحلب البورفيرا في اليابان أسم نوري Nori , وله أهمية أقتصادية كبيرة كغذاء للأنسان حيث يستخدم كسماد ذو محتوى غذائي كبير أو يستخدم بدل الخبز والصمون في عمل الساندويجات .



2- Sub Class : Floridoidae

الصفات المميزة :

تضم هذه المجموعة الغالبية العظمى من الطحالب الحمر وتمثل الأجناس المتطورة , وتتميز بما يلي :

1- **تضم أجناس ذات أشكال خيطية متفرعة أحادية المحور Mono axial أو متعددة المحاور Multi axial وأخرى برنكيمية .**
2- **تكون الخلايا غالباً متعددة الأنوية ومتعددة البلاستيدات .**
3- **السليلوز هو المكون الرئيسي للجدار الخلوي بالأضافة الى مكونات أخرى .**
4- **يحدث التكاثر اللاجنسي بتكوين أبواغ أحادية Monospores داخل حوافظ متخصصة على النبات المشيجي , تتحرر هذه الأبواغ الأميبية الحركة وتنمو الى نبات مشيجي جديد .**
5- **يكون التكاثر الجنسي على أوجه عالية من التخصص . الأعضاء التكاثرية الأنثوية وتسمى Carpogonium والحوافظ المشيجية الذكرية وتسمى Spermatangium .**

Genus : *Polysiphonia*

هذا الجنس واسع الأنتشار في المياه البحرية . الطحلب قائم خيطي أسطواني الشكل , متفرع قد يصل طوله حوالي 25 سم , لونه بني محمر . وللطحلب جزء قاعدي بشكل أشباه الجذور Rhizoids للتثبيت على الوسط الذي ينمو عليه , الطحلب مؤلف من صف من الخلايا المركزية محاطة بخلايا المحاور المحيطية , تلاحظ الأتصالات النقرية بين الخلايا المتجاورة , ينشأ على المحور الرئيسي نوعين من التفرعات :

1- تفرعات مؤلفة من عدة خلايا ثنائية التشعب محدودة النمو تنشأ عليها الأعضاء التكاثرية الجنسية ويطلق عليها Trichoblast .
2- تفرعات غير محدودة النمو تشبه في تركيبها المحور الرئيسي للطحلب .

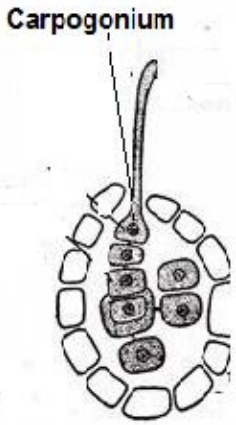
التكاثر :

النبات ثنائي المسكن Dioecious حيث يوجد نبات مشيجي ذكري ونبات مشيجي أنثوي في النبات المشيجي الذكري تتكون على أحد فروع التريكوبلاست كتلة من الحوافظ المشيجية الذكرية Spermatangia وفي داخل كل منها يتكون مشيج ذكري Spermatium . في النبات المشيجي الأنثوي تتكون على أحد فروع التريكوبلاست الأعضاء التكاثرية الأنثوية وتسمى الكاربوكونات Carpogonium . بعد حدوث الأخصاب يبدأ تكوين الطور البوغي الأول Carposporophyte الذي يحمل على النبات الأنثوي ويعتمد عليه في التغذية . ويطلق عليه الجسم الثمري Cystocarpe ويوجد في داخله حوافظ الأبواغ الثمرية التي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) . تتحرر الأبواغ الثمرية بعد نضجها لتنمو الى طور بوغي آخر يمثل الطور البوغي الرباعي Tetrasporophyte ويكون هذا النبات مشابه في الشكل الخضري للنبات المشيجي , و تتكون في هذا النبات حوافظ بوغية رباعية Tetrasporangium . تنقسم نواة هذه الحوافظ أنقسام أختزالي فتتكون أنوية أحادية العدد الكروموسومي (1n) تحاط بجزء من البروتوبلازم لتكون أربعة أبواغ (1n) تسمى الأبواغ الرباعية Tetraspotes تتحرر هذه الأبواغ لتنمو الى نباتات مشيجية جديدة ذكرية ومشيجية أنثوية .

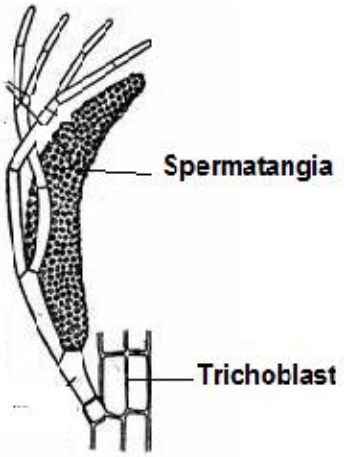
وفي هذا يتضح أن دورة الحياة في طحلب البوليسيفونيا تتمثل :

1- طور مشيجي (1n) عبارة عن طحلب متفرع حر المعيشة .
2- طور بوغي ثمري (2n) Carposporophyte يكون محمول على الطور المشيجي الأنثوي ويعتمد علية في التغذية .
3- طور بوغي رباعي (2n) Tetrasporophyte حر المعيشة ويشابه الطور المشيجي مظهرياً .

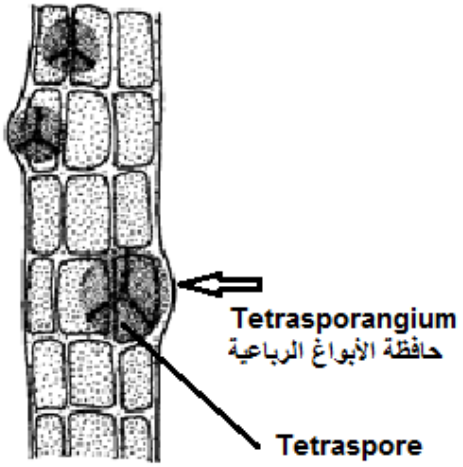
الشكل الخضري
Polysiphonia



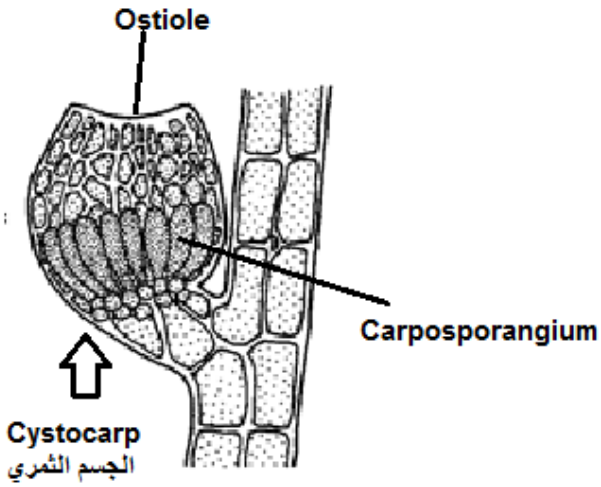
Trichoblast أنثوي
الفرع الأنثوي (النبات المشيجي الأنثوي)



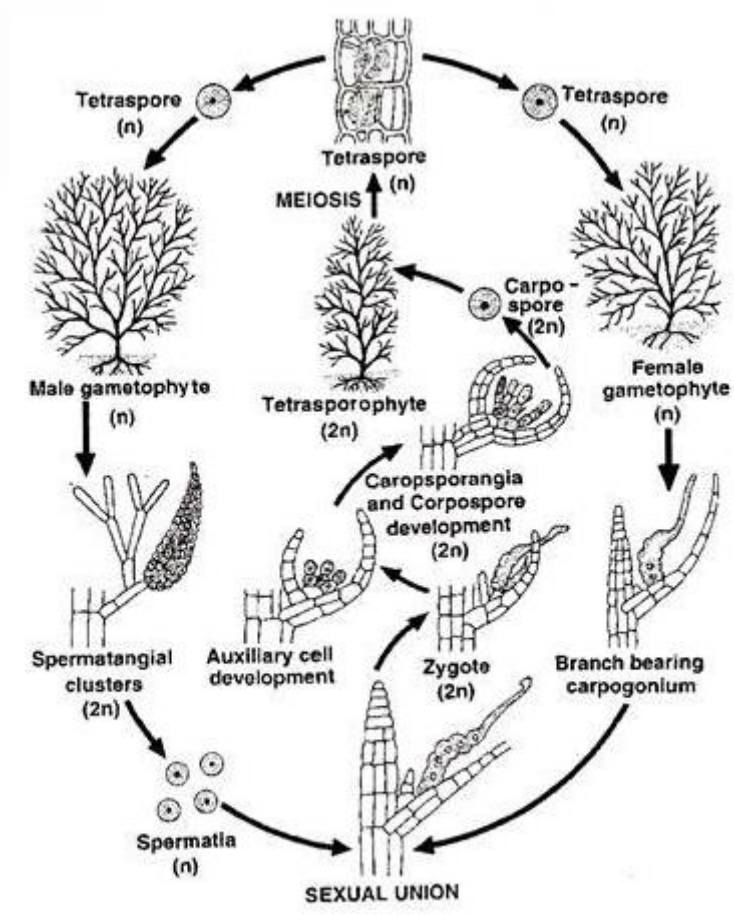
Trichoblast ذكري
الفرع الذكري (النبات المشيجي الذكري)



Tetrasporophyte
الطور البوغي الثاني



Carposporophyte
الطور البوغي الأول



دورة حياة طحلب البوليسيفونيا

- **الأهمية البيئية والأقتصادية للطحالب : Ecological and Economic Importance of Algae**

- **فوائد الطحالب : Benefits of Algae**

1- غذاء للأنسان : (Human food)

يستفاد منها في التغذية Nutrition لأنه تحتوي على بروتينات وكاربوهيدرات ودهون ومعادن وفيتامينات وهرمونات . تعد الطحالب مصدر غذائي مهم لعشرات الآلاف بل لمئات الآلاف من السكان وخاصة في دول شرق آسيا (الصين - اليابان - الهند - .....) بالأضافة الى الدول الأخرى حيث دخلت في مجال الصناعات الغذائية كون الطحالب تحتوي على قيمة غذائية عالية تتمثل بوجود السكريات والبروتينات والدهون والمعادن والفيتامينات والهرمونات .... الخ . كما أنها توجد بشكل كتل عالية جداً على سواحل

البحار والمحيطات كما يمكن زراعتها صناعياً بمزارع مفتوحة يمكن الحصول على عشرات الأطنان من الكتل الحية لطحالب قد تكون وحيدة الخلية .

2- علف للحيوانات : (Animal feed)

تلعب الطحالب دور مهم في الأنظمة البيئية سواء كانت في اليابسة أو المياه كونها تعد القاعدة العريضة للهرم الغذائي لأنها تعتبر المنتجات الأساسية في البيئة بالأضافة الى طرح الاوكسجين بتراكيز عالية وسحب ثنائي أوكسيد الكاربون .

3- منتجات أولية : Primary Productivity

تعد الطحالب الأساس في السلسلة الغذائية في البيئة المائية , فهي المنتج الأولي للغذاء حيث تعد غذاء للأحياء المائية بصورة مباشرة أو غير مباشرة .

4- أدامة التوازن الغازي :

للطحالب أهمية كبيرة في أدامة التوازن الغازي بين الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون بين الجو والمياه . علماً أن حوالي 90 % من مجموع البتاء الضوئي في الطبيعة تتم في الطحالب البحرية وخاصة الهائمة منها .

5- التنقية الذاتية : Autopurification

تقوم الطحالب بعملية التنقية الذاتية في بعض المسطحات مما يدعم كمية الأوكسجين المذاب فيها . وذلك بدعم الكائنات المحللة من الأحياء المجهرية بالأوكسجين خلال عمليه تحويل المواد العضويه من مخلفات الكائنات الحية او بعد مماتها وتحويلها الى مواد أولية .

6- تستخدم في الصناعة والطب :

كثير من مشتقات الطحالب أستخدمت في الصناعات والأستخدامات الطبية مثل Agar وهو مادة طبيعية جيلاتينية تستخدم في الطعام المعلب , كما تستخدم في صلابة الأوساط الزرعية للأحياء المجهرية (البكتريا والفطريات) . كذلك مواد أخرى مثل الكراجينين Carrageenin الذي يدخل في صناعة معاجين الأسنان ومساحيق التجميل والأصباغ والمرطبات وصناعة الأنسجة ة والجلود ويستخدم كمادة مثخنة (غروية) لبعض الأدوية , كذلك حامض الألجنيك Alginic acid الذي يستخدم أيضاً في صناعة الأنسجة الأصطناعية ومعاجين الطباعة وصناعة البلاستيك والمطاط .

7- التربة الدايتومية : Diatomaceous

تستخدم كوسط للترشيح ولتنقية عصير الفواكه والقصب والصناعات الكحولية , كما تدخل في صناعة التلميع ومستحضرات التجميل ومعاجين الأسنان .

8- صناعات كيمياوية أخرى :

تستخدم في صناعة الزجاج والتحفيات والصابون (من الطحالب الخضر) ويتم أستخلاص الغراء Glue من الطحالب الحمر .

9- أستخلاص الأملاح :

يستخلص من الطحالب بعض العناصر مثل اليود من الطحالب البنية والبورون من الطحالب الحمر .

10-خصوبة التربة :

بعض أنواع الطحالب الخضر المزرقة التي تقوم بتثبيت النتروجين الجوي تستخدم في مزارع الرز لتزويدها بالمركبات النتروجينية , كما تستخدم بعض الطحالب الحمر كسماد للترب الزراعية .

11-أنتاج العقاقير الطبية :

تستخدم بعض الطحالب البحرية (الأعشاب البحرية) لأنتاج العقاقير الطبية فمثلاً البعض منها يستخدم كطارد للديدان المعوية ومعالجة التهاب الزائدة الدودية وضد السعال وآلام الصدر وفي معالجة أمراض الكلية وأضطرابات المثانة أو في معالجة الحروق (طحلب الـ *Ulva*) , كذلك لمعالجة آلام الرئتين .

12 – أستخدام الطحالب في الأبحاث البيولوجية :

أستخدمت الطحالب في العديد من التجارب والأبحاث البيولوجية كالتي تخص البناء الضوئي , التكاثر , الوراثة , والهندسة الوراثية , وذلك لقصر دورة حياتها وسهولة تنميتها مثل طحلب *Scenedesmus* .

13 – أدلة بايولوجية للتلوث :

حيث تعتبر بعض الطحالب دليل على تلوث المياه أو على نظافتها , فالبعض من أنواع الدايتومات تعتبر دليل على التلوث العضوي للمياه .

- **مضار الطحالب Harmful of Algae**

1- مادة سامة :

تنتج بعض الطحالب مواد سامة تؤدي الى موت الأحياء المائية وخاصة الأسماك (في ظاهرة المد الأحمر Red tide) بسبب أزدهار بعض الطحالب مثل طحلب *Gymnodinium* (مجموعة البروات) وطحلب *Microcystis* (من الطحالب الخضر المزرقة) .

2- الأثراء الغذائي : Eutrophication

أن أزدهار بعض أنواع الطحالب في المياه بسبب زيادة كمية المغذيات تؤدي الى حدوث تلوث في المياه بتغيير الطعم والرائحة .

3- نمو الطحالب القاعية :

نمو بعض الطحالب على السطوح الخارجية للزوارق والبواخر يؤدي الى تلف الصبغ وأعاقة سرعتها وبذلك يتطلب تنظيفها وقتاً طويلاً وخسائر أقتصادية .

4- أعاقة الملاحة :

النمو الغزير للأعشاب البحرية في الخلجان والموانيء وبعض الأنهار يعيق من العمليات الملاحية في بعض الأحيان .

5- صحة الأنسان :

تسبب بعض الطحالب الضرر على صحة الأنسان عند تناول الأسماك التي سبق لها التغذية على الطحالب الضارة والتي تفرز بعض السموم مما يؤدي الى أضرار في الجهاز الهضمي . وقد يسبب البعض من الطحالب الخضر وبكميات قليلة في مياه الشرب الى الأسهال .