جامعة الحمدانية
كلية التربية للعلوم
الصرفة
قسم علوم الحياة
المرحلة الثالثة

محاضرات

علم الطحالب والاركيكونات

النظري

م.م ران عبد السلام العناز
م.م بان عبد العزيز عيدان

علم الطحالب Algology

ويسمى بتسمية أخرى هي **Phycology** وهذه الكلمة مشتقة من كلمتين **Phykas** (اعشاب البحر، الطحالب العملاقة، Sea weeds) و **logy** (علم).

اما مصطلح **Algology** مشتقة من **Algae** (طحالب) و **Logy** (علم) .

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

الطحالب: نباتات بدائية ذاتية التغذية Autotrophic بسيطة التركيب، تفتقر الى وجود الانسجة الوعائية، تحتوي على كلوروفيل (أ) ، ولها تراكيب تكاثرية بسيطة.

تعريف اخر للطحالب: وهي عبارة عن نباتات بسيطة لا زهرية (لا تكون ازهار) ثالوسية Thallophyte

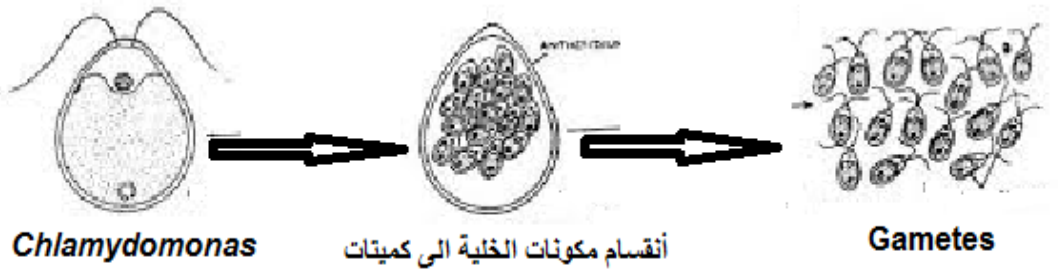
(النباتات التي يتكون جسمها من ثالوس أي لا يتميز جسمها الى جذور وسيقان واوراق حقيقية وهي بذالك تشمل الطحالب والفطريات) لاوعائية (لا تمتلك اوعية من الخشب واللحاء)، تقوم بعملية البناء الضوئي (ذاتية التغذية Autotrophic) لاحتوائها على صبغة الكلوروفيل (أ) الاحالات نادرة تقوم بالتغذية المختلطة (متباينة Heterotrophic) ، كما تمتلك أعضاء تكاثرية بسيطة التركيب وغير محاطة بخلايا عقيمة ، لا ترتقي الى مستوى التباين الخاص في النباتات الراقية .

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

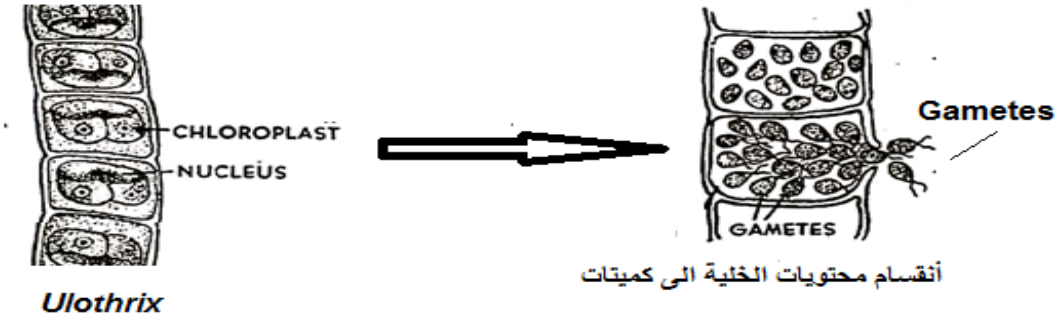
1. بساطة التركيب أجسامها والتي تكون اما أحادية الخلية او متعددة الخلايا لكنها تفتقر الى وجود الأوراق والسيقان والجذور الحقيقية، فضلا عن فقداتها الانسجة الوعائية الناقلة.

2. بساطة التراكيب التكاثرية فقد تتمثل بخلايا خضرية اعتيادية وتصبح تكاثرية:

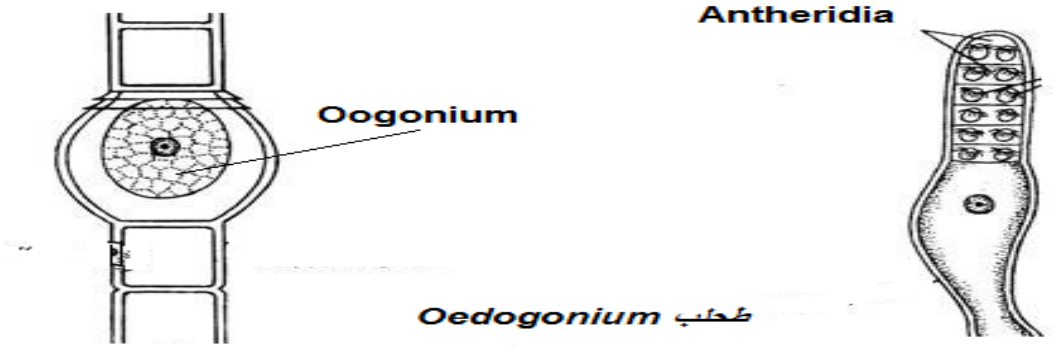
أ- في حالة الطحالب أحادية الخلية فان جسم الطحلب الخضري يتحول الى خلية تكاثرية يتكون في داخلها مشيج واحد او أكثر كما في ***Chlamydomonas*** :



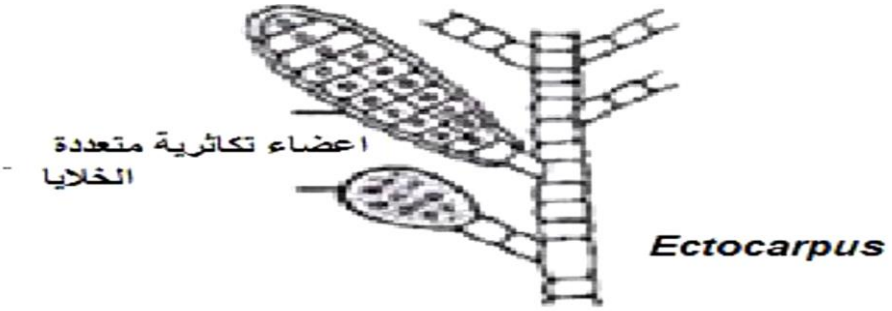
أما في الطحالب الخيطية مثل ***Ulothrix*** فأن محتويات إحدى الخلايا الخضرية تنقسم لتكون أمشاج:



ب- قد يحدث في بعض الطحالب ان تتخصص بعض الخلايا الى تكاثرية وتكون هذه الخلايا 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 التكاثرية الاخرى فتكوّن محتوياتها خلية البيضة **Ovum** والتي تكون كبيرة الحجم ساكنة وتمثل هذه الخلية العضو التكاثري الانثوي **Oogonium** كما في طحلب ***Oedogonium*** :



ج- وفي طحالب أخرى تكون الاعضاء التكاثرية متخصصة ومتعددة الخلايا، الا أن جميع الخلايا تكون خصبة Fertile، وبذالك تختلف عن الأعضاء 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 او مختلفة An isogamy أو من النوع البيضيOogamy .

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 اذ قسم الكائنات الحية الى مملكتين kingdom:

1-المملكة النباتية: kingdom : Plants

2- المملكة الحيوانية: kingdom : Animal

ومع تقدم العلم وعبر الزمن جاء العالم الألماني Eischler عام 1883 الذي اختص في تصنيف المملكة النباتية حيث قسمها الى :

Kingdom plants:

النباتات الازهرية Sub kingdom: cryptogamy

النباتات الزهرية Sub kingdom: phanerogamy

قسمت النباتات الازهرية الى ثلاثة اقسام:

1- Divition : Thyllophytes(class: Algae, class: fungi, class: lichens)

2- Divition : Bryophytes الحزازيات

3- Divition : pteridophyte السرخسيات

وقسمت النباتات الزهرية الى قسمين:

1- Divition : Gymnosperm عاريات البذور

2- Divition : Angiosperm مغطاة البذور

ومع مرور الزمن حصل اشكال في تصنيف اشلر 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 الالمانيWhite Lake عام 1969 حيث قسم الكائنات الحية الى خمسة مماليك هي:

أولاً: البدائيات Kingdom: Monera

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

ثانياً: الطليعيات Kingdom: Protista

تضم جميع الكائنات البسيطة ولكن حقيقية النواة.

ثالثاً: الفطريات Kingdom: Mycota (Fungi)

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

رابعاً: النباتات Kingdom: Metaphyta (Plants)

تضم جميع النباتات الراقية.

خامساً: الحيوانات **Kingdom: Metazea (Animals)**

❖ **على ضوء التقسيم أعلاه قسمت الطحالب الى مجموعتين هما :**

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

وتضم هذه المجموعة قسم الطحالب الخضر المزرقة **D: Cyanophyta**

B-الطحالب حقيقية النواة Eukaryotic Alga :(وضعت ضمن مملكة الطليعياتProtista)

و تتميز هذه المجموعة بالصفات التالية:

1- العضيات الموجودة داخل الخلية محاطة بأغلفة سايتوبلازمية.

2- تمتلك أعضاء للحركة متمثلة بالأسواط.

3-تتكاثر بالطريقة الجنسية واللاجنسية بالإضافة الى التكاثر الخضري.

4-غير حساسة للمضادات الحيوية.

وتضم هذه المجموعة الاقسام الاتية من الطحالب:

1- شعبة الطحالب الخضراء D: Chlorophyta

2- شعبة الطحالب اليوغلينية D :Euglenophyta

3- شعبة الطحالب الذهبية D : Chrysophyta

4- شعبة الطحالب الكبريتية D : Cryptophyta

5- شعبة الطحالب البروفايتية D :Pyrrophyta

6- شعبة الطحالب البنية D :phaeophyta

7- شعبة الطحالب الحمر D :Rhodophyta

❖ **مما تقدم فأن الطحالب تدرس ضمن المجاميع النباتية الواطئة وذلك لعدة أسباب هي:**

1- تعد الطحالب من اقدم النباتات التي تحتوي علي صبغة الكلوروفيل (أ) والتي تم تشخيصها من المتحجرات يعود تاريخها الى 3500 مليون سنة.

2- بساطة تركيب اجسامها فهي أحادية الخلية او متعددة الخلايا ثالوسية.

3- بساطة تراكيبها التكاثرية.

4- بساطة طرائق تكاثرها مما تسهل على المختصين دراسة فسلجة التراكيب الخضرية وفسلجة تكاثرها.

5- دورة حياتها قصيرة لا تتجاوز قسم منها الى بضعة أيام.

وفي تصنيف الطحالب Classification of Algae تعتمد اللجنة الدولية للتسمية العلمية للنباتات International Code Botanical Nomenclatureعلى إضافة المقاطع التالية في تصنيف الطحالب:

1. Phyta للقسم او الشعبة division
2. Phyceae للصنف class
3. ales للرتبة order
4. aceae للعائلة family

هناك عدة نظم تصنيفية للطحالب قديمة وحديثة ولكن التصنيف المتبع من قبل كثير من الباحثين هو وضع الطحالب ضمن (8 شعب) وهي:

1- شعبة: الطحالب الخضر المزرقة D: Cyanophyta
2- شعبة :الطحالب الخضراء D: Chlorophyta
3- شعبة: الطحالب اليوغلينية D :Euglenophyta
4- شعبة: الطحالب البروفايتية D :Pyrrophyta
5- شعبة: الطحالب الذهبية D : Chrysophyta
6- شعبة: الطحالب الكبريتية D : Cryptophyta
7- شعبة: الطحالب البنية D :phaeophyta
8- شعبة الطحالب الحمر D :Rhodophyta

المحاضرة الثانية

تواجد وانتشار الطحالب

تتواجد الطحالب وتنتشر في مختلف البيئات في بقاع العالم ولها تسميات مختلفة بحسب البيئة التي تتواجد فيها:

1. الطحالب المائية Aquatic algae: تعيش هذه الطحالب في البيئة المائية وتكون على نوعين:

- طحالب قاعية ملتصقة (Benthic algae): وتعيش ملتصقة على سطح ما، فقد تنمو ملتصقة على سطح الصخور، الرمال، على سطح نباتات او طحالب أخرى، او على سطح اجسام بعض الحيوانات او داخل اجسام بعض النباتات او الحيوانات(شكل 1).
- طحالب هائمة (Planktonic algae): اي تتحرك محمولة مع التيارات المائية المتأثرة بحركة الرياح او حركة المد والجزر. وتكون على نوعين:

أ. هائمات حقيقية Euphytic plankton: وهي التي تقضي طول فترة حياتها هائمة او عالقة خلال عمود الماء(شكل2).

ب. هائمات غير حقيقية Tychophytoplankton: وهذه الطحالب تكون في الأصل قاعية (ملتصقة على بعض السطوح) ولكن بفعل بعض الظروف البيئية تصبح هائمة ومن هذه الظروف بعض الظروف البيئية ولفترة محدودة ومن هذه الظروف الرياح وحركة المد والجزر والتيارات وبزوال المؤثر تعود هذه الطحالب الى أصلها القاعي.

شكل 1: طحالب قاعية

شكل 2: طحالب هائمة

2. طحالب اليابسة Terrestrial algae: وتسمى أيضا بالطحالب الأرضية land algae، وتنمو هذه الطحالب على التربة الرطبة، على الصخور او داخل الصخور او داخل الحفر الصخرية (شكل3).

3. الطحالب الهوائية Arial algae : الطحالب الموجودة في الهواء وهي تمثل الوحدات التكاثرية للطحالب بالاضافة الى الطحالب التي تتواجد على قلف الاشجار و اسطح اوراق النباتات وعلى جذوع الأشجار ذات الارتفاعات الشاهقة (شكل4).

*هناك انواع من الطحالب تنمو في حالة تعايشـــية او تبادل منفعة داخل اجســـام بعض النباتات مثل طحلب Nostoic داخل جسم النبات الحزاز Anthoceros وتسمى هذه المجموعة من الطحالب التعايشية Symbiotic algae او تنمو بعض الأنواع الاخرى من الطحالب داخل اجسام او اوراق النباتات وتدعى بالطحالب المتطفلة Parasitic algae.

شكل 3: طحالب اليابسة

شكل 4: طحالب هوائية

الأسس المعتمدة بتصنيف الطحالب

اعتمد العماء على عدة اسس لتصنيف الطحالب وهي:

1. الصفات الخاصة بتركيب الخلية
2. تركيب الجدار الخلوي
3. البلاستيدات والصبغات التمثيلية
4. نوع المواد الغذائية المخزونة
5. الاسواط

1. الصفات الخاصة بتركيب الخلية

يمكن تقسيم الطحالب حسب نوع الخلايا المكونة للجسم الطحلبي الى:

- خلايا بدائية النواة Prokaryotic**:** تتميز هذه الخلايا بخلوها من العضـــيات الخلوية كما تخلو انويتها من الغشـــاء النووي ، ومن امثلتها الطحالب الخضر المزرقة.
- خلايا حقيقية النواة Eukaryotic: متمثلة ببقية أنواع الطحالب حيث تكون الخلايا حاوية على انوية حقيقية محاطة بغشاء نووي وعلى البلاستيدات والعضيات الأخرى.

2. تركيب الجدار الخلوي

يعتبر الجدار الخلوي من اهم الصـــفات التي يتم الاعتماد عليها بتصـــنيف الطحالب حيث تختلف بالتركيب الكيميائي للجدار:

- الطحالب الخضر المزرقة: يكون المكون الرئيسي للجدار في هذه الطحالب هو Mucopeptid
- الطحالب الخضر: يتركب الجدار من ليفات السليلوز Cellulose fiber وانصـاف السليلوز Hemicellulose fiber.
- الطحالب البنية: المكون الرئيســـي للجدار هو الياف الســـليلوز مع Alginic acid ومكونات كبريتية متعددة السكريات sulfated mucopolysaccharides
- الطحالب الذهبية: المكون الرئيسي لتركيب الجدار هو مادة الـ Silica وكربونات الكالسيوم وكاربونات جيلاتينية.
- الطحالب الحمراء: لمكون الرئيســـي لتركيب الجدار مادة الســـيليلوز والزايلين وعدة مكونات كبريتية متعددة السكريات Sulfated polysaccharides (Galactons)
- بعض الطحالب تكون فاقدة للجدار الخلوي وتحاط فقط بالغشاء البلازمي مثل الطحالب الدولابية.
- وقد يحاط الغشاء البلازمي بحراشف التي تتكون من مادة السليكا او مواد عضوية.

3. البلاستيدات والصبغات التمثيلية

تعتبر اشكال البلاستيدات وتركيبها الداخلي من الصفات التصنيفية الاساسية للطحالب ومن اشكالها الكاسية Cup-shape والقرصية Discoid والنجمية Stellate والشبكية Reticulate والحلزونية Spiral والشريطية band like. كما تختلف من حيث الموقع فقد تكون مركزية Central أو تكون جدارية Paratial

تظهر الطحالب الوان مختلفة فقد تكون ذات لونا اخضر، اخضر مزرق، الاصفر، البني، الذهبي، الاحمر، والسبب في ذلك يعود الى احتواء الطحالب على صبغات البناء الضوئي بالإضافة الى الصبغات المساعدة. وهذه الصبغات هي: Chlorophylls ,carotenes, xanthophylls , Biliproteins.

- **الكلوروفيل Chlorophylls**

وهي مركبات كيميائية عضوية ذائبة في المذيبات العضوية ولا تذوب بالماء، تحتوي في تركيبها على الاوكسجين والهيدروجين وهي على عدة أنواع (a,b,c,d,e) يختلف تواجدها باختلاف اقسام الطحالب:

- كلوروفيل **a** يوجد في جميع أنواع الطحالب كما يوجد في جميع الكائنات الحية القادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي.
- كلوروفيل **b** يوجد في الطحالب الخضر واليوغلينية والكارية.
- كلوروفيل **c** يتواجد في الطحالب العصوية والبنية والذهبية.
- كلوروفيل **d** يوجد في الطحالب الحمر.
- كلوروفيل **e** يوجد في الطحالب الخضر المصفرة فقط.

- **الزانثوفيلات (الصبغة الصفراء) xanthophylls**

وهي مركبات هيدروكاربونية تذوب بالماء، هناك أكثر من ٢٠ نوع من الزانثوفيلات المعروفة لحد الان ويختلف وجودها بالكمية والنوعية باختلاف أنواع الطحالب. فمثلا توجد صبغات neoxanthin و violaxanthin في عدد من أجناس الطحالب الخضر والبنية كما توجد صبغة Fucoxanthin في الطحالب الذهبية والبنية.

- Mexoxanthine توجد في الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta
- Zeoxanthine وNeoxanthine توجد في الطحالب الخضراء Chlorophyta
- Fucoxanthin يوجد في الطحالب الذهبية والبنية Phaeophyta.
- Taraxanthine توجد في الطحالب الحمر Rhodophyta .
- Anthraxanthine في الطحالب اليوغلينية Euglenophyte

- **الكاروتينات (الصبغة البرتقالية) carotenes**

هي عبارة عن مركبات كيميائية عضوية لا تذوب في الماء وتذوب في المذيبات العضوية فقط، ويكون تركيبها خالي من الاوكسجين. وهي على خمسة أنواع (α- carotene, β- carotene, γ-carotene, E- carotene and Flavacene) ويختلف تواجدها باختلاف الطحالب.

- **البليبروبينات Biliproteins**

وهي بروتينات ترتبط بها مجوعة من الصبغات ويوجد منها نوعين أساسيين phycocyanine وهي ماتعطي اللون الأزرق كما في الطحالب الخضر المزرقة، وphycoerythrine التي تعطي اللون الأحمر كما في الطحالب الحمر.

4. نوع المواد الغذائية المخزونة Stored food

تخزن الطحالب مواد غذائية متعددة وغالبا تكون سكرية او دهنية، ان المواد الغذائية المتكونة في الخطوات الأولى من عملية البناء الضوئي عبارة عن سكريات (الكلوكوز) في جميع الطحالب، ولكنها تتباين عندما تتحول الى مواد اكثر تعقيدا وتخزن في خلايا الطحالب، وتكون ذات اوزان جزيئية مختلفة فبعضها لها اوزان جزيئية عالية وبعضها ذات ازان جزيئية واطئة. وتستخدم هذه المواد كصفات تصنيفية للطحالب:

- في الطحالب الخضر تكون المواد المخزونة على شكل نشا شبيه لما هو موجود في النباتات الراقية.
- في الطحالب الحمر يتكون نوع من النشا يختلف في التركيب الكيميائي يسمى بالنشأ الفلوريدي Floridean starch
- في الطحالب الخضر المزرقة يتكون نشا خاص يعرف بنشا الطحالب الخضر المزرقة ويسمى Myxophycean starch
- في الطحالب العصوية تكون المواد الغذائية المخزونة على شكل زيوت وChrysolaminaran
- في الطحالب البنية تكون المواد الغذائية المخزونة على شكل مانيتول وسكروز.

5. الاسواط Flagilla

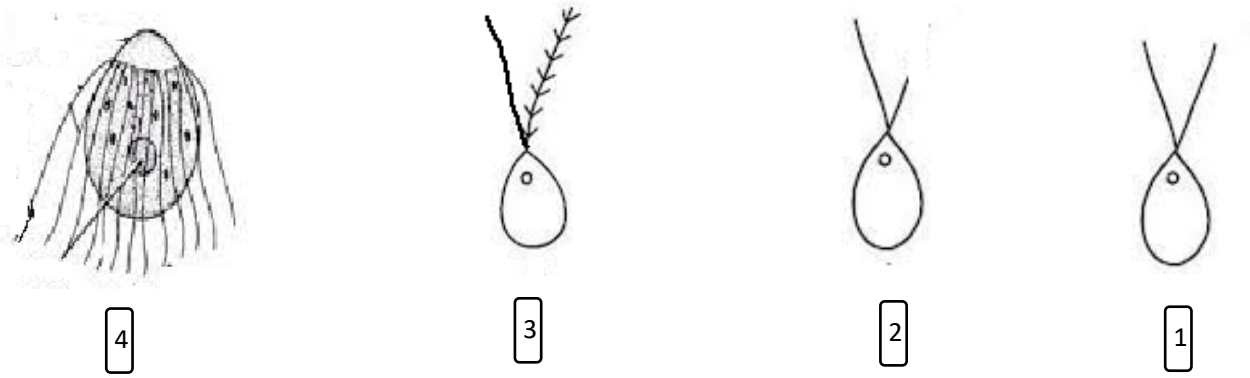
هي وحدات الحركة للطحالب سواء للشكل الخضري او التكاثري (الكميتات والسبورات) وتختلف الاسواط من حيث الشكل والموقع والعدد والطول وكل هذه الصفات يعتمد عليها في تصنيف الطحالب.

❖ **تقسم الاسواط حسب موقعها الى:**

1. امامية Anterior
2. خلفية Posterior
3. جانبية Lateral

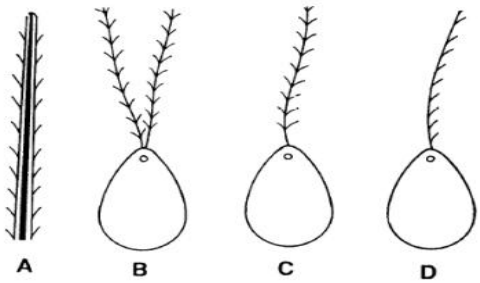
❖ **تقسم الاسواط حسب عددها وطولها الى:**

1. **Isokont** : عندما تكون الاسواط متساوية بالطول.
2. **Anisokont**: عندما تكون الاسواط غير متساوية بالطول
3. **Heterokont** : عندما يكون احد السوطين املس والأخر من النوع الشعري
4. **Stephanokont**: تحتوي الخلية الطحلبية في احدى نهايتيها على حلقة من الاسواط



❖ **تصنف الاسواط تبعا لوجود الاهداب على سطحها الى:**

1. Acronematic: : تكون هذه الاسواط ذات سطح أملس كما في الاسواط الموجودة في الطحالب الخضر.
2. Pleuronematic: :سطوح هذه الاسواط تكون مغطاة بزوائد شعرية تعرف بـ Flimmers و تكون على ثلاث أنواع:
   1) Pantonematic : فيها تكون الشعيرات مرتبة بصفين متقابلين بصورة شعاعية
   2) Pantocronematic : وفيها ينتهي السوط بشعيرة واحدة
   3) Stichonematic: وفيها تكون الشعيرات مرتبة على جانب واحد من السوط.



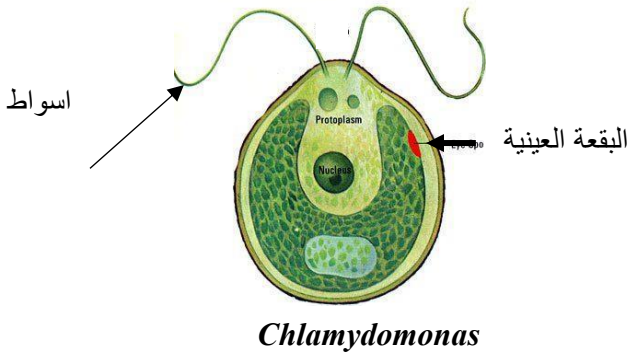
A- Pleuronematic (Tinsel), B – Pantonematic Flagella, C – Pantocronematic Flagella & D- Stichonematic Flagella

❖ تركيب الجسم الخضري للطحالب: Vegetative Structure of Algae

يتمثل التركيب الخضري في الطحالب بالشكل العام او مظهر الطحالب من حيث كونه وحيد الخلية او متعدد الخلايا وبشكل عام فأن الطحالب تتخذ عدة أشكال وبعدة صور وكما يلي:

اولاً: وحيدة الخلية Unicellular Forms

Zويتواجد هذا الشكل في معظم الطحالب عدا الطحالب الحمر والبنية التان تنتجان أيضا اشكال وحيدة الخلية في مرحلة من مراحل حياتها. وقد تكون الطحالب وحيدة الخلية متحركة (تمتلك اسواط) كما في طحلب الكلاميدوكوناس ***Chlamydomonas*** او تكون غير متحركة (لا تمتلك اسواط) كما في طحلب ***Chlorella***.



Chlamydomonas

Chlorella

ثانياً: متعددة الخلايا Multicellular Forms

ويمكن ملاحظة ستة اشكال رئيسية للجسم الخضري في الطحالب المتكونة من عدة خلايا وهي:

١- السينوبيوم Cenopiun

٢- مستعمرات Colonies

أ- النوع الباليلي ب-النوع الشجيري ج- النوع الاميبي

٣- اشكال خيطية Filamentous Forms

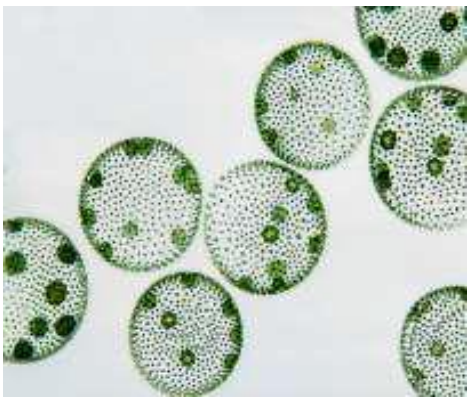
أ- خيوط بسيطة ب-خيوط متفرعة

٤-اشكال انبوبية Siphoneous Form

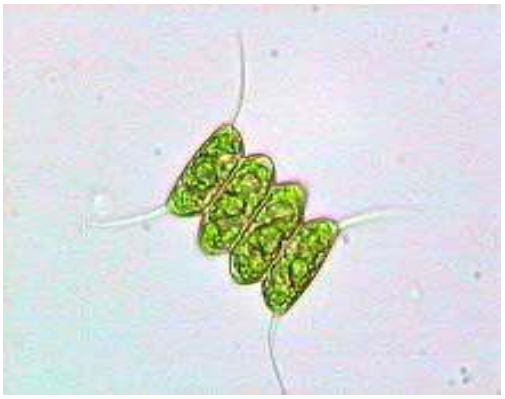
٥- اشكال برنكيمية Paranchymatous Forms ٦-اشكال ثالوسية قائمة Erect Thallus

١- السينوبيوم Cenopiun

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 الخلايا 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

٢- المستعمرات Colonies

يتكون جسم الطحلب من عدد غير محدد من الخلايا الخضرية التي لها القابلية على الانقسام الخضري البسيط أي لا توجد خلايا محددة ومخصصة للتكاثر الخضري وانما جميع الخلايا قادرة على الانقسام الخلوي، لذا يكون شكل الطحلب وحجمه ليس ثابتاً على عكس المستعمرات، وتكون التجمعات الطحلبية على اشكال مختلفة تشمل ما يلي:

أ- النوع البالميلي Pallmelloid Forms

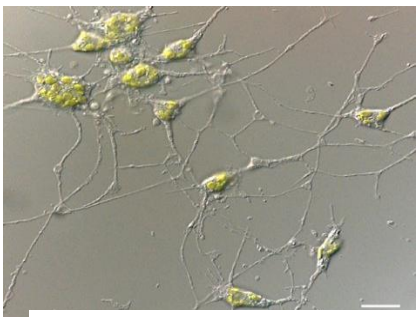
الطحلب يتكون من خلايا مغمورة في كتلة غير منتظمة من المادة الهلامية مثل طحلب ***Tetraspora***.

ب-النوع الشجيري Dendroid Forms

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

ت- النوع الاميبي Ameoboid Forms

يتكون الطحلب من عدد من الخلايا الاميبية الشكل وتكون مترابطة ببعضها بمادة هلامية مثل طحالب ***Chlorarachnion***



Chlorarachnion (Ameoboid)

النوع الاميبي

Dinobryon (Dendroid)

النوع الشجيري

*Tetraspora (*Palmelloid)

النوع البالميلي

٣- الاشكال الخيطية Filamentous Forms

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

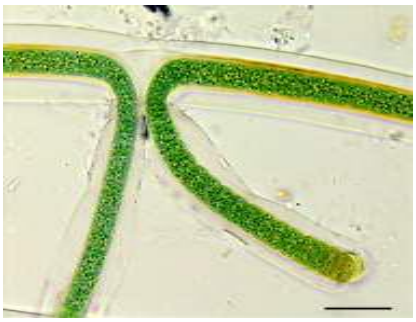
أ- خيوط بسيطة Simple Filaments :

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 حقيقي نتيجة لانقسام الخلايا الخضرية عدة انقسامات حقيقية مكونة الفروع الجديدة مثل طحلب ***Chladophora*** وربما يكون التفرع كاذب فأنه لا ينتج عن انقسام الخلايا الخضرية الام، بل يحصل نتيجة انبعاج الخيط الطحلبي لأحد الاتجاهات بسبب تعرضه الى التيارات المائية القوية او اصطدامه بجسم صلب او موت أحد الخلايا الخضرية أو أكثر يجعل من انبعاج الخيط مسألة سهلة أو بسيطة مثل طحلب ***Scytonema***.

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



التفرع كاذب ***Scytonema***

التفرع حقيقي ***Chladophora***

خيط غير متفرع ***Ulothrix***

٤- أشكال أنبوبية(السايفوني) 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

٥- 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***.

٦- 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***.

Vaucheria

Ulva

Chara

❖ النمو في الطحالب Growth in Algae

هناك عدة أشكال للنمو في الطحالب وكما يلي:

١. النمو العام او 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***.

٢. النمو المحدد : Localized Growth

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

أ- النمو القمي Apical Growth

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

ب-النمو القاعدي Basal Growth

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

ت-النمو البيني Intercalary Growth

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

٣. 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

قبل الانتقال إلى نمط دورة الحياة life cycle بين الطحالب، من الضروري معرفة عملية التكاثر في الطحالب. اذ تتكاثر الطحالب بأتباع ثلاث أنواع:

اولاً: الخضري Vegetative

ثانياً: اللاجنسي asexual

ثالثاً: الجنسي sexual

اولاً : التكاثر الخضري Vegetative reproduction

يحدث التكاثر الخضري بشكل عام في ظروف مواتية. يتم فصل أي جزء من جسم نبات الثالوسي عن الابوين ويتطور إلى فرد جديد دون أي تغيير واضح في المحتوى الجنيني يحدث من خلال:

١- الانشطارالثنائي (الطولي) او الانقسام Binary Fission or Cell Division :

هو انقسام 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.

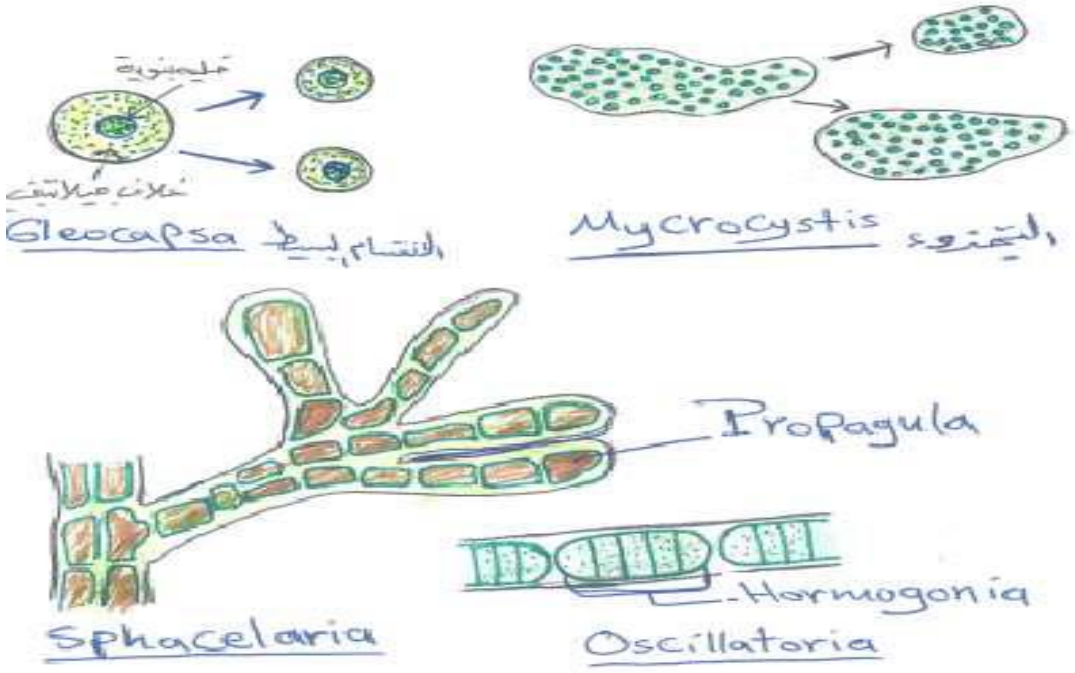
٧- التجزؤ :Fragmentation :

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

٨- تكوين Hormogonium :

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

٩- تكوين 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



.Sphacelaria

ثانياً : التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction:

ويتم هذا التكاثر بإنتاج تراكيب تكاثرية تسمى السبوراتSpores وتكون من عدة أنواع هي:

١- سبورات(ابواغ) متحركة Zoospores (Plano spores):

هي عبارة عن وحدات تكاثرية متحركة بواسطة الاسواط التي تختلف في عددها وموقعها وشكلها. تنتج هذه السبورات عادة من انقسام محتويات الخلية الخضرية الى عدد كبير من الخلايا، كل خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية تسمى سبورsporesوفي بعض الأحيان تنتج عن طريق تكون الاجسام الثمرية التي تعرف ب

Sporangiaتنطلق الى الخارج بعد نضج الجسم الثمري. تكون السبورات في الطور الخضري للطحلب الذي يعرف ب الطور السبوري Sporophyte.

٢- سبورات غير متحركة Aplano spores

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

أ- سبورات سميكة الجدران Hypno spores:

عبارة عن سبورات غير متحركة في داخل الخلية الخضرية او الحافظة السبورية تفقد اسواطها عند انطلاقها 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 الي طبيعتها.

ب-سبورات ذاتية Auto spores:

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

ت-نوع خاص من الابواغ الساكنة(ابواع التوازن) Stato spore:

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

ث-سبورات داخلية Endo spores::

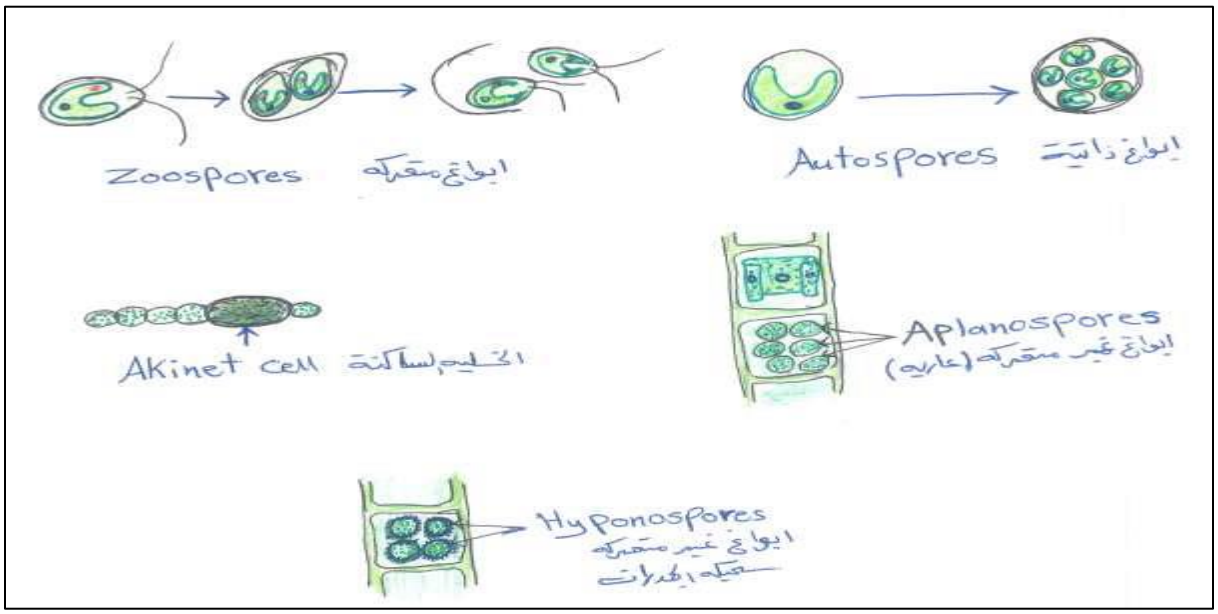
هي السبورات التي تتكون داخل حوافظ سبورية تحتوي في الجزء العلوي على فتحة تسمى **Operculum** أثناء عملية النضج تتحرر أو تنطلق السبورات الى محيطها الخارجي عن طريق انحلال جدار الحافظة السبورية أي لا تخرج عن طريق فتحة Operculum.

ج- سبورات خارجية 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.

٣- الخلايا الساكنة Resting spores(Akinetes)

تتكون هذه السبورات نتيجة لتحور بعض الخلايا الخضرية في الخيط الطحلبي عند تعرض الطحلب الى ظروف بيئية قاسية جداً حيث تحاط هذه الخلايا بجدارسميك جداً بالإضافة الى انها 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 وهوه 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.



أنواع التكاثر اللاجنسي في الطحالب

ثالثاً: التكاثر الجنسي Sexual Reproduction:

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

١- متشابهة الامشاج Isogamy:

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

٢- مختلف الامشاج An isogamy:

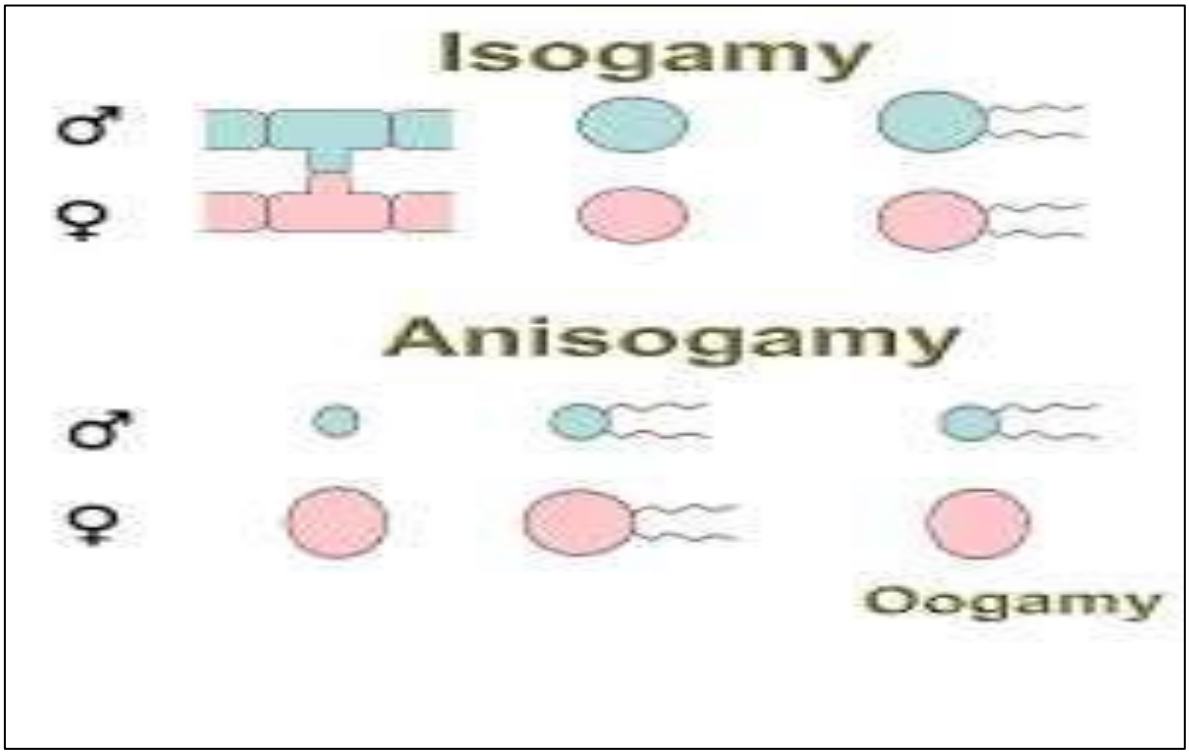
وهو أتحاد الكميتات الذكرية مع الانثوية المختلفة بالمظهر الخارجي والمادة الوراثية، اي أن الكميت الانثوي أكبرمن الكميت الذكري والاثنان متحركين أو غير متحركين.

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

٣- البيضي Oogamy:

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 حجما ومتحرك ويتكون داخل حوافظ كميتية تسمى Antheridia.

قد تتكون الامشاج المتحدة على نفس النبات وتسمى Homothallic او احادي المسكن Monoecious. **أو** قد تتكون الأمشاج على نباتين مختلفين ويسمى في هذه الحالةHeterothallic . او ثنائي المسكن Dioecious. ينتج عن أتحاد الامشاج في الأنواع الثلاثة من التكاثر الجنسي البيضة المخصبة Zygote والتي قد تحاط بجدار سميك وتسمى Zygoteاو Oosporeوتقاوم الظروف البيئية غير الملائمة.



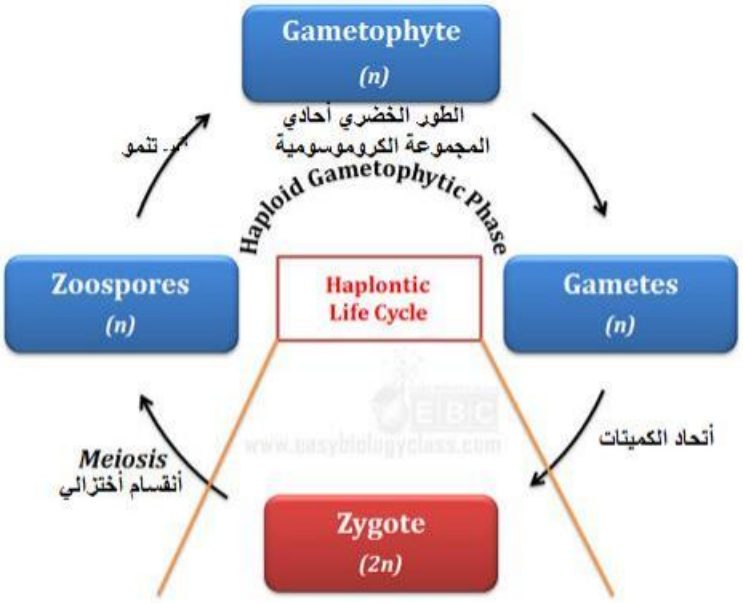
أنواع التكاثر الجنسي في الطحالب

دورة الحياة في الطحالب Life Cycle in Algae

هناك ثلاث أنواع من دورات الحياة في الطحالب:

1. دورة الحياة أحادية المجموعة الكروموسومية 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.

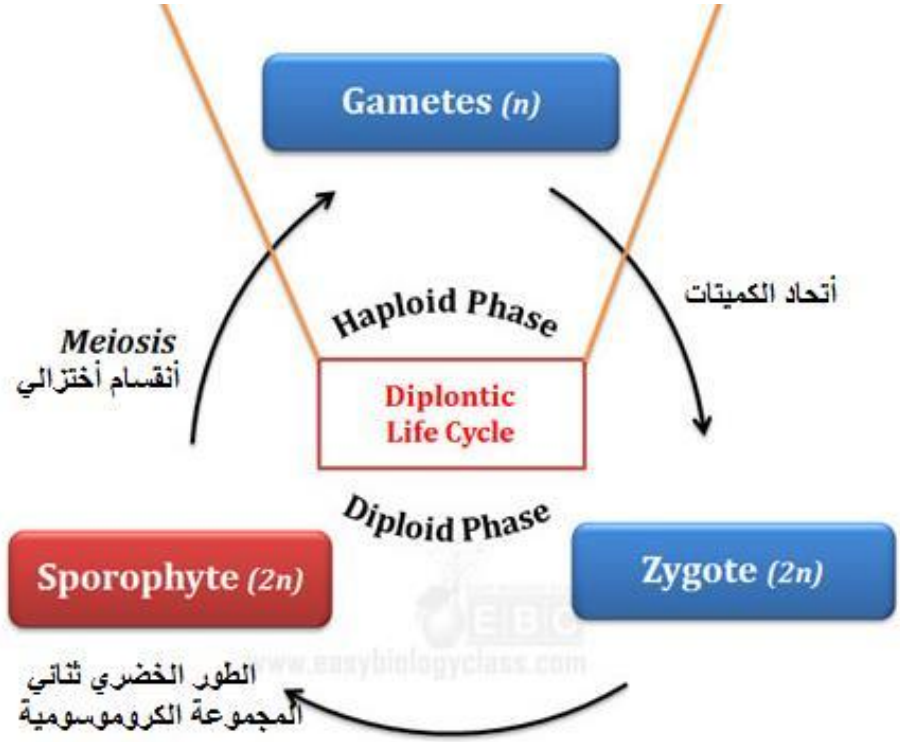


Haplontic Life Cycle

دورة الحياة الحادية

2. دورة الحياة ثنائية المجموعة الكروموسومية 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 (الابواغ) Meiospores يكون أحادي المجموعة الكروموسومية كما في طحلب Fucus.



Diplontic Life Cycle

دورة الحياة الثنائية

3. دورة تعاقب الاجيال (دورة الحياة المعقدة) Diplobiontic or Meteromorphic Life Cycle

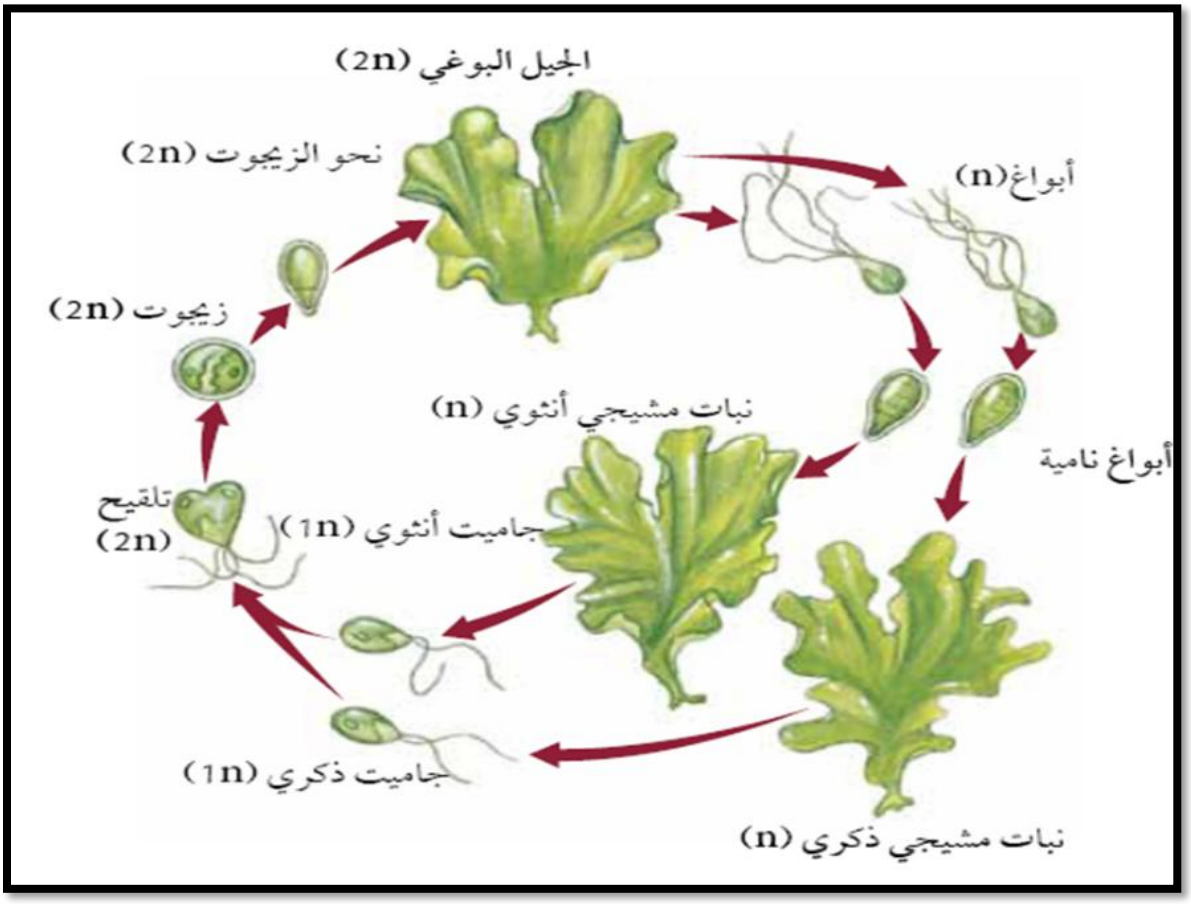
تتميز دورة الحياة هذه بوجود طورين متعاقبين احداهما طور بوغي (لا جنسي) Sporophyte والذي يتعاقب مع طور مشيجي جنسي Gametophyte، تحدث مثل هذه الدورة في الطحالب متعددة الخلايا مثل طحلب *Ectocarpus* و *Laminaria* . حيث يحدث انقسام اختزالي للنبات البوغي ليكون ابواغاً متحركة (2n) ويطلق على هذا النوع من الانقسام Zoosporic Meiosis .

وتكون هذه الدورة على نوعين:

- **ظاهرة تعاقب الاجيال المتشابهة Isomorphic alternation of generation**

دورة حياة الطحلب يكون فيها الطور الكميتي (المشيجي) و البوغي متشابهان لا يمكن التمييز بينهما في المظهر الخارجي ولكنهما مختلفان في المادة الوراثُة كما في طحلب Ectocarpus

- **ظاهرة تعاقب الاجيال المتباينة Heteromorphic alternation of generation**
- دورة حياة الطحلب يكون فيها الطور الكميتي اصغر من الطور البوغي ويمكن التمييز بينهما بالمظهر الخارجي والمادة الوراثُة كما في طحلب Laminaria.



دورة تعاقب الأجيال

أهمية الطحالب:

تُعد الطحالب من الكائنات الحيوية ذات الفوائد المتعددة، إذ لعبت دورًا مهمًا في حياة الإنسان منذ العصور القديمة كمصدر طبيعي للغذاء والدواء. وتمتلك الطحالب قدرة فريدة على استخدام ضوء الشمس لإنتاج الأكسجين، مما يسهم في تحسين البيئة وجودة الهواء. كما تُعد من أسرع الكائنات النباتية نموًا، وقادرة على التكيف مع بيئات متنوعة. وتبرز أهميتها المعاصرة في كونها حلًا طبيعيًا للعديد من التحديات العالمية، فهي تساهم في إنتاج الوقود الحيوي، وإعادة تدوير ثاني أكسيد الكربون، وتوفير تغذية غنية للإنسان والحيوان، مما يعزز الأمن الغذائي ويسهم في مواجهة أزمات الطاقة والمناخ والاقتصاد بشكل مستدام.

❖ الاهمية البيئية للطحالب ECOLOGICAL IMPORTANCE

تعد الطحالب مهمة جًدا من الناحية البيئية لأنها اساس السلسلة الغذائية المائية Aquatic food chain تعد الطحالب مصدًرا غذائيًا حيويًا للكائنات البحرية .العوالق النباتية Phytoplankton ، عادة الطحالب أحادية الخلية ، تأكلها الحيوانات الصغيرة التي ترعى والتي تسمى العوالق الحيوانية zooplankton ، ومعظمها من القشريات التي تنجرف بالقرب من سطح البحر ، تتغذى الأسماك الصغيرة على العوالق الحيوانية والتي بدورها

تُستهلك من قبل الأسماك الكبيرة والطيور والحيتان والإنسان، مما يجعل الطحالب أساس التوازن البيئي في النظم المائية.

دور الطحالب في تنقية مياه الصرف الصحي:

تسهم الطحالب بفاعلية في معالجة مياه الصرف الصحي، حيث تُزرع أنواع مثل *Chlorella* و *Euglena* و *Spirulina* في أحواض خاصة مع بكتيريا مناسبة (أنظمة الطحالب -البكتيرية algal-bacterial). تمتص الطحالب المغذيات الضارة مثل النترات والفوسفات وتطلق الأكسجين عبر البناء الضوئي، مما يُمكّن البكتيريا الهوائية aerobic bacteria من تحليل المواد العضوية وتنقية المياه بكفاءة طبيعية وتنقية المياه.

دور الطحالب في مكافحة التلوث Role of Algae in Pollution Control:

يُعد التمثيل الضوئي ((photosynthesis) الذي تقوم به الطحالب عملية بالغة الأهمية للغلاف الحيوي، إذ يسهم في تقليل تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وزيادة كمية الأكسجين. وتُظهر الطحالب الدقيقة (Microalgae) كفاءة عالية في تثبيت ثاني أكسيد الكربون، حيث يُقدَّر أن حوالي 50٪ من إجمالي ثاني أكسيد الكربون المثبّت على سطح الأرض يتم من خلال هذه الكائنات عبر عملية التمثيل الضوئي.

وفي هذا السياق، بدأت بعض محطات توليد الطاقة بالاستفادة من مفاعلات الطحالب الحيوية (Algae bioreactors) للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، حيث يُضخ الغاز في برك أو خزانات ضحلة تحتوي على الطحالب. وبما أن ثاني أكسيد الكربون والماء من المتطلبات الأساسية لنمو الطحالب، فإن امتصاصه يؤدي إلى إطلاق الأكسجين كمنتج ثانوي لعملية البناء الضوئي.

ازدهار الماء (ازدهار الطحالب) Algal Bloom

يُطلق على النمو المفرط للطحالب الذي يؤدي إلى تكوّن حصائر سميكة عائمة على سطح الماء مصطلح "ازدهار الماء" أو "تكاثر الطحالب" (algal blooms) وتُشكّل هذا النوع من النمو عادة الطحالب العالقة في الماء (planktonic algae) فقط، دون غيرها من الأنواع. يحدث ازدهار الطحالب تأثيرات سلبية كبيرة على النظم البيئية المائية، حيث يؤدي تكاثر بعض الأنواع البحرية إلى ظاهرة تُعرف بـ "المد الأحمر"، والتي يتغير فيها لون المياه إلى الأحمر الداكن نتيجة الكثافة العالية للطحالب. يتسبب هذا التكاثر في استهلاك كميات كبيرة من الأكسجين الذائب في الماء، مما يؤدي إلى نضوب الأكسجين واختناق الأسماك وموتها.

وقد تكون أزهار المياه مؤقتة في بعض المسطحات المائية، أو دائمة في أخرى، كما هو الحال في بحيرة سامبهار (Sambhar) في ولاية راجاستان، حيث توجد أزهار دائمة لنوع من الطحالب يُعرف بـ Anabenopsis.

❖ الاهمية الاقتصادية للطحالب ECONOMIC IMPORTANCE

تستخدم كغذاء للإنسان:

يستخدم أنواع كثيرة من الطحالب البحرية وكذلك الطحالب الدقيقة مباشرة لتغذية الانسان، فمثلا يستخدم طحلب Chlorella كغذاء لاحتوائه على % 50 تقريبا من وزنه الجاف بروتين. وتجفف بعض انواع الطحالب وتعبأ في اكياس وتباع للاستخدام في صناعة الشوربة وتضاف لبعض أنواع السلطات. بالاضافة الى الدور غير المباشر الذي تلعبه الطحالب كحلقة رئيسية في السلسة الغذائية للكائنات البحرية ولا سيما الاسماك التي يتناولها الانسان. حيث تعد الطحالب مصدرا للمواد الكربوهيدراتية والفيتامينات(A,C,D,E) والمواد غير العضوية (مثل اليود) والبروتين والدهون.

تستخدم كعلف للحيوان

تستخدم الطحالب البحرية كغذاء للحيوانات، حيث تجمع هذه الطحالب من الشواطىء وتغسل وتجفف في ضوء الشمس ثم تطحن ، ومن أمثلتها Fucus ويؤدي ذلك الى زيادة محتوى اليود والكاروتين في صغار الطيور التي تغذت على هذه الاعلاف كما ثبت ايضا زيادة ادرار اللبن لبعض المواشي.

في الصناعات الدوائية:

تستخدم الطحالب في انتاج العقاقير الطبية، فملا تحتوي بعض الطحالب البحرية كما في بعض أنواع طحلب Sargasum وطحلب Laminariaعلى نسب عالية من اليود الذي يستخلص ويستخدم في علاج الغدة الدرقية .كما تستخلص من نفس الطحالب السابقة مادة المينارين كبريتات الصوديوم وهي مادة تعمل ضد تجلط الدم وتشبه الهيبارين في التاثير.

دورها في الزراعة:

عند نمو بعض الطحالب في التربة وبالذات الطحالب الخضراء المزرقة يمكنها أن تضيف وتزيد من خصوبة التربة اما عن طريق تثبيت النيتروجين الجوي وزيادة محتوى التربة من النيتروجين أو بإضافة مواد عضوية لتحسين خواص التربة . كما تحسن الطحالب الخواص الفيزيائية للتربة المفككة وذلك بواسطة المادة الهالمية التي تجمع حبيبات التربة وتحسن من صفاتها الفيزيائية وتعادل الطحالب الخضراء المزرقة القلوية الزائدة بالتربة ، كما تساهم بعض أنواع الطحالب في تهوية التربة بالاوكسجين الناتج من عملية التمثيل الضوئي

استخدام الطحالب في الصناعة:

تحتوي أنواع الطحالب بمجموعاتها المختلفة على كميات كبيرة من الكلوروفيل والكاروتين وكذلك الزانثوفيل وغيرها، ويمكن استخراج هذه الاصباغ ولها عديد من الاستعمالات الصناعية والعلمية حيث تستخدم كبدائل للالوان الصناعية المتداولة والتي ثبت تأثيرها السرطاني على الانسان. كما تعتبر الطحالب مصادر جيدة لمنتجات تجارية، وتوجد اربع نواتج هامة تنتج تجاريا وتسوق من الطحالب هذه المواد هي : الاجار – الكراجينين - حمض الالجين – التربة الدياتومية.

دور الطحالب في انتاج الوقود الحيوي:

الوقود الحيوي وهو عبارة عن احد مصادر الطاقة المتجددة Renewable fuels والذي يعد وقوداً بديلا ناجحاً للوقود الاحفوري التقليدي وذلك لانه يتميز بعدد من الصفات الايجابية التي منها انه قابل للتحلل حيويا Biodegreadable وقلة سميته مقارنة مع الوقود النفطي وكذلك قلة تأثيره في البيئة لاسيما نسبة CO_2، يمكن استعمال الطحالب و خاصة تلك السلالات التي تحتوي على 50% دهون ونسبة كبيرة من الكاربوهيدرات فضلا عن البروتينات إنتاج الوقود الحيوي و الايثانول الحيوي من خلال استخراج وتكرير الجزيئات مما يجعل تلك النقطة مجالاً مثيراً، بسبب أن كتلة الطحالب الحيوية يتم انتاجها ب 30 مرةً أسرع من بعض الكتل الحيوية الزراعية الاخرى، التي تستعمل بصور ة شائعة في انتاج الوقود الحيوي.

شعبة الطحالب الخضر المزرقة(Cyanobacteria) Divition : Cyanophyta

تسمى السيانوفايت وهو مصطلح يتكون من مقطعين Phyto (نبات) وCyano مصدرها (Phycocyanine) أي الصبغة الزرقاء والاسم الشائع لها Blue – green algae وكذالك تسمى Mexophyta (الطحالب المخاطية) وذالك بسبب وجود الغلاف الجلاتيني (المخاطي) في اغلبها.

- **وفي التصنيف الحديث تصنف على انها بكتريا خضراء مزرقة لوجود أوجه التشابه بينهما وهي:**

١. الطحالب الخضر المزرقة كائنات بدائية.
٢. انعدام التكاثر الجنسي في الطحالب الخضر المزرقة وايضاً هذه الصفة موجودة في البكتريا.
٣. لا تمتلك أعضاء للحركة.
٤. عدم وجود بلاستيدات حقيقية فيها.
٥. تكون حساسة للمضادات الحيوية.

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

١. 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***.
٢. 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 بالإضافة الى الاوكسجين , أما في البكتريا القادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي فأن المدخلات غالبا 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 الطاقة المنتجة من قبل الطحالب الخضر المزرقة).
٣. البكتريا تكون أكثر حساسية للمضادات الحيوية مما هو موجود في الطحالب الخضر المزرقة.

- **<u>البيئة والتواجد</u>:** تنتشر افراد هذه الشعبة في مختلف البيئات المائية واليابسة.

١- تتواجد بعض انواع هذه المجموعة في المياه البحرية أو العذبة أو المويلحة وبصورة هائمة او ملتصقة.

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

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

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

٥- شخصت بعض الانواع في مياه الينابيع الكبريتية الساخنة والتي تتراوح درجة حرارتها بين(٥٠-٧٣) درجة مئوية.

٦- شخصت بعض الانواع في المناطق القطبية على الثلوج.

٧- تتواجد بعض الانواع في حقول النفط.

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

٩- تعد هذه الطحالب من أقدم المجاميع الطحلبية التي وجدت على سطح الكرة الارضية ويقد عمرها بأكثر من ٢٥٠٠ مليون سنة.

- **الصفات المميزة للطحالب الخضر المزرقة:**

١- تكون بدائية النواة prokaryote.

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

٣- الصبغات المتواجدة على صفائح البناء الضوئي تتمثل بالصبغات التالية Chlorophyll-A و β-Carotine و Myeoxanthin و Zeaxantyin بالإضافة الى صبغات البيلوبروتين والمتمثلة بالصبغة الخضراء المزرقة C-phycocyanin والصبغةالحمراء C-phycoerythrin.

٤- يخزن الغذاء بشكل نشأ من نوع Cyanophycean Starch وهو عبارة عن مركبات كربوهيدراتية شبيه بالجلايكوجين الحيواني بالإضافة الى بروتينات ودهون.

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

٦- تفتقر الى وجود الاسواط أو الاهداب.

٧- 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 تفرعا كاذبا أو حقيقيا.

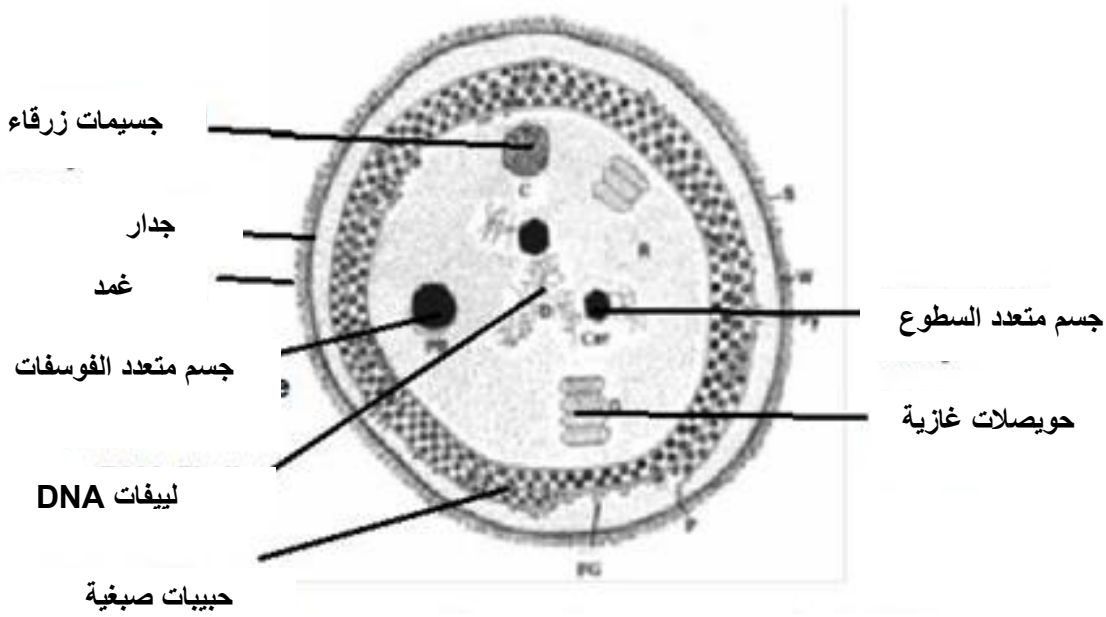
- **التركيب الخلوي:**

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 طبقتين هما:

١- منطقة خارجية ملونة تدعى Chromoplast.

٢- منطقة داخلية مركزية تكون حبيبية غير ملونة تدعى Centroplast.

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



خلية طحلب اخضر مزرق تحت المجهر الالكتروني

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 لوبيفات السليلوز بشكل شبكي أما الجزء الخارجي فيحتوي مواد بكتينية.

أما الجدار الخلوي الذي يقع الى الداخل من الغمد فيتكون عادة من أربع طبقات وتكون مكوناته من مركبات ميكوبتيدية 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 لوبيفات من ال DNA والذي قد يظهر بشكل شبكة. يحوي البروتوبلاست أيضا على:

١- الرايبوسومات المنتشرة في السايتوبلازم لعدم وجود الشبكة الاندوبلازمية.
٢- حبيبات النشأ السيانوفايسيني وهو عبارة عن بوليمرات من الارجنين وحمض الاسبارتيك.
٣- جسم متعدد الفوسفات Polyphosphate Bodies وهي عبارة عن مركبات فوسفاتية متعددة مرتبطة مع البروتين وتظهر بشكل تراكيب عصوية.
٤- Polyhedral Bodies وهي عبارة عن أجسام متعددة الاضلاع يعتقد أنها تحتوي انزيمات 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 اسطوانية.

- **<u>الحركة</u>:**

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 تزحلقيه أو دورانية Creeping or Glinding والسبب في هذه الحركة هو احتوائها 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 تزحلقيه بسيطة على الوسط الذي تعيش فيه ، تزداد هذه الحركة بازدياد درجة الحرارة الى الحد المعقول.

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

١- **الافتراض الاول:** جدار الخلية يحوي على ثقوب يفرز عبر هذه الثقوب مواد جيلاتينية من داخل الخلية والى السطح الخارجي للجسم فتساعد في انزلاق جسم الطحلب.

٢- **الافتراض الثاني:** ان جدار الخلية يحوي على لييفات دقيقة بتقلص وانبساط الييفات تتم حركة الطحلب.

- **ظاهرة التكييف اللوني (ظاهرة جايدكوف) Pigment Adaptation (Giadkoff Phenomenon)**

تتميز أفراد هذه الشعبة بقابليتها على الظهور بأكثر من لون فقد تلاحظ باللون الأخضر 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:

١- ان لعامل الإضاءة اثر كبير في ظهور او 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.

٢- ويعتقد أن هناك عوامل بيئية أخرى مؤثرة منها قلة أو نفاذ النتروجين من أماكن تواجد الطحلب (ان 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:**

١- هذه الطحالب تعمل على تماسك التربة بسبب المادة الجيلاتينية الموجودة فيها 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 ايضاً.

٢- تساعد التربة على الاحتفاظ بالرطوبة اذ لوحظ في بعض البحوث ان التربة التي تحتوي على الطحالب تكون الرطوبة فيها ٨.٩ % أما التربة التي لا تحتوي على الطحالب لوحظ ان رطوبتها ١.٣ % 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.

١- التكاثر الخضري: Vegetative Reproduction

يحدث هذا النوع من التكاثر بطريقتين:

أ- الانقسام الخلوي البسيط Binary Fission

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

ب- التجزؤ 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 انفصال لمجموعة من الخلايا الحية التي تنحصر بين هذه الخلايا الميتة وتنفصل هذه الخلايا الحية وتتحرك حركة تزحلقيه واضحة ثم تبدأ بتكوين طحالب جديدة يطلق على هذه الخلايا بالهورموكونيا Hormogonia.

٢- التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction

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

أ- الخلية الساكنة Akinaete

وهي عبارة عن خلية خضرية تكبر في الحجم وتمتليء بحبيبات الغذاء المخزون وتحتوي على كميات 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.

ب-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 اتصالها بالخلايا الأخرى.

وظائف الحويصلة المغايرة:

١- تمثل هذه الخلية وسيلة للتكاثر حيث تمثل مناطق انفصال للخلايا الخضرية (الهرموكونات) والتي تنفصل عن الطحلب الام لتكون طحلب جديد.

٢- يعتقد البعض أنها أعضاء تكاثرية مختزلة حيث أثبتت الدراسات أن لهذه الخلية القدرة على الانبات وتكوين طحلب جديد (تحت ظروف مختبرية).

٣- أن احتواء الحويصلة المغايرة على أنزيم Nitrogenase يثبت ان لهذه الخلية القدرة على تثبيت النتروجين الجوي.

٤- وجود الخلايا الساكنة قرب هذه الخلية يجعل البعض يعتقد أن الحويصلة المغايرة تحث على تكوين الخلايا الساكنة Akinete التي تقاوم الظروف البيئية غير الملائمة لوقت طويل.

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

ت-الابواغ الخارجية Exospores

في بعض الاجناس وإحدى 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.

ث-الابواغ الداخلية Endospores

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

ج- ابواغ اوالكيسHormospores or Hormocystes

بعض الأجناس وفي الظروف البيئية غير الملائمة تحيط مجموعة من الخلايا نفسها بجدار سميك لحين توفر الظروف المناسبة لتنمو الى طحلب جديد وتسمىHormospore تقاوم الظروف الغير ملائمة لوقت قصير.

- **تصنيف الطحالب الخضر المزرقة Classification Of Cyanobacteria**

صنفت أفراد هذه الشعبة Cyanophyta الى صنف واحد **Class: Cyanophyceae** ويظم هذا الصف خمسة رتب Orders ٥ صنفت على أساس التركيب والشكل الخضري والبيئة والتواجد وطرق التكاثر وهذا التصنيف متبع من قبل كثير من العلماء.

١- **Order : Chamaesiphonales .**

وتضم هذه الرتبة أجناس تتصف بما يأتي:

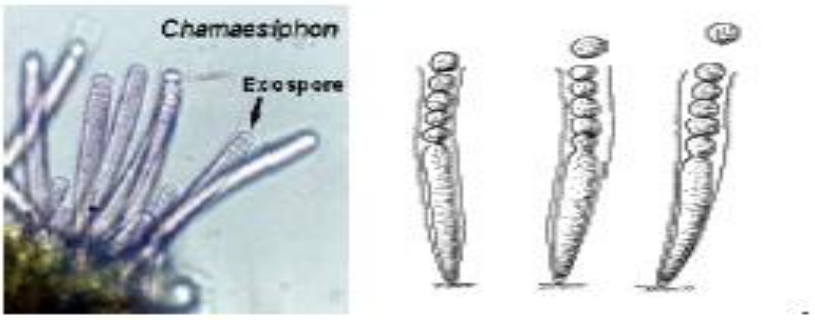
١- معضمها بحرية المعيشة وتنمو عادةً ملتصقة على الصخور أو النباتات الأخرى.
٢- أفرادها وحيدة الخلية مثل ***Chamaesiphon*** او بشكل تجمعات خلوية مثل ***Dermocarpa*** .
٣- تتكاثر بتكوين الابواغ الخارجية Exospores.

Family: Chamaesiphonaceae

Genus :Chamaesiphon sp.

E.g Chamaesiphon

تتكاثر بتكوين الابواغ الخارجية Exospores. من الطحالب التي تعيش متطفلة على النباتات عارية البذور المائية والحزازيات والطحالب الخضرالمزرقة ،له القدرة على تكوين الابواغ الخارجية خلاياه اسطوانية طولها اكثر من عرضها ومحاطة بغلاف جيلاتيني رقيق. اما طحلب *Dermocarpa* الذي يعود لنفس الرتبة فله القدرة على تكوين الابواغ الداخلية



شكل يوضح طحلب
Chamaesiphon

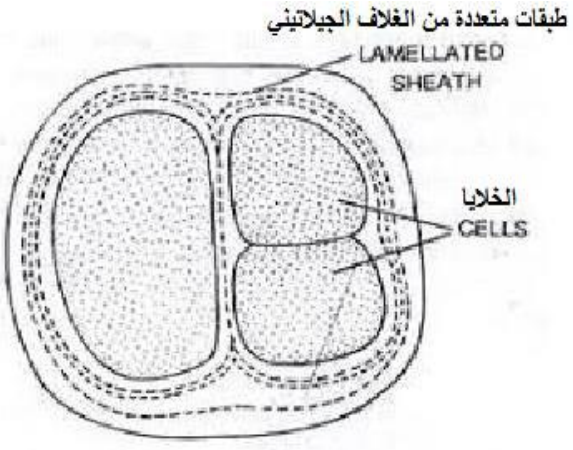
٢- Order : Chroococcales .

وتتصف بما يلي:

١- تتواجد في المياه العذبة والمويلحة والمالحة.
٢- تنمو بصورة هائمة أو ملتصقة على الصخور.
٣- تضم أجناس أحادية الخلية أو مستعمرات منتظمة أو تجمعات للخلايا ويحاط جسمها بغلاف جيلاتيني شفاف أو سميك وملون.
٤- تتكاثر بالانقسام الخلوي البسيط أو بالتجزؤ أو بتكوين الابواغ. من اجناسها

A. **Genus *:Chroococcus***

أحادي الخلية وقد يتجمع بشكل مستعمرات كروية أو شبه كروية، تحاط الخلية بغلاف جيلاتيني هلامي عديم



شكل يوضح طحلب
Chroococcus

اللون أما محتويات الخلية فتتميز بلونها الاخضر والازرق.

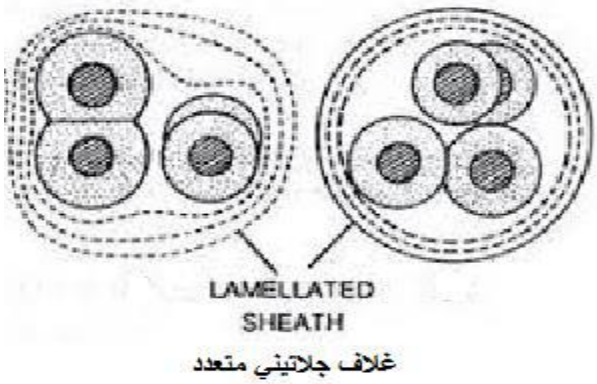
B. **Genus *:Gloeocapsa***

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.

٣- Order : Pleurocapsales

وتتصف بما يلي:

١- تضم هذه الرتبة عدد قليل من الاجناس.
٢- تنمو عادةً ملتصقة على الصخور أو الطين أو على النباتات المائية الأخرى.
٣- تضم أجناس ذات شكل خضري مختلف الشعيرات Heterotrichous حيث تتكون بشكل كتل من الخلايا. وتنتج عادة من الانقسام الخلوي بأتجاه واحد أو اتجاهين.
٤- تتكاثر بتكوين أعداد كبيرة من الابواغ الداخلية Endospores داخل بعض الخلايا الخضرية.



شكل يوضح طحلب
Gloeocapsa

A. **Genus : *Hyella***

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

شكل يوضح طحلب
Hyella

٤- **Order : Nostocales**

وتتصف بما يلي:

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

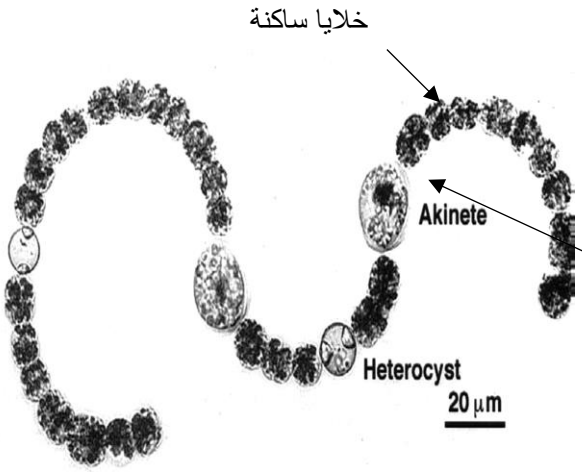
٢- تضم هذه الرتبة أكبر عدد من الاجناس العائدة لهذه الشعبة وتكون ذات أشكال خيطية أو حلزونية أو ذات تفرع كاذب، وقد تتجمع الخيوط داخل غمد جيلاتيني فتكون مستعمرات منتظمة أو غير منتظمة.

٣- تتكاثر بتكوين الهورموكونيا Hormogonia او بتكوين الحويصلات المغايرة Heterocystsاو الخلايا الساكنه Akinetes او ال Hormospores.

A- Family : Nostocaceae

a) Genus : ***Nostoc***

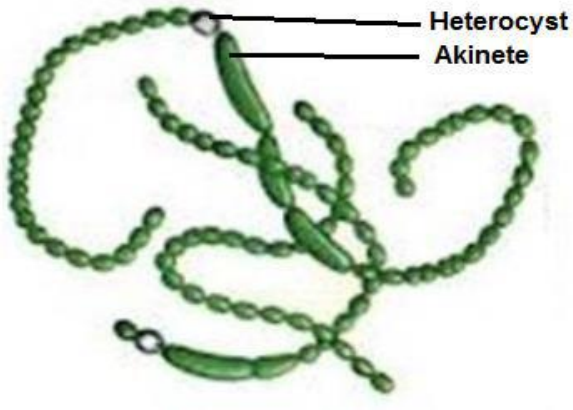
طحلب خيطي يتألف من سلسلة من الخلايا الخضرية الكروية أو القرصية الشكل تشبه المسبحة تتخللها خلايا أكبر حجما وكروية الشكل ذات عقدتين قطبيتين أذا كانت وسطية الموقع وعقدة واحدة أذا كانت طرفية وهي الحويصلات المغايرة، كما تلاحظ الخلايا التكاثرية Akinetes، يتواجد بشكل مستعمرات خيطية في المياه وعلى التربة بعضها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



شكل يوضح طحلب
Nostoc

b) Genus: ***Anabaena***

طحلب خيطي يتألف من سلسلة من الخلايا الخضرية الكروية أو البرميلية الشكل تكون ملتفة بشكل



حويصلات مغايرة
خلايا ساكنة

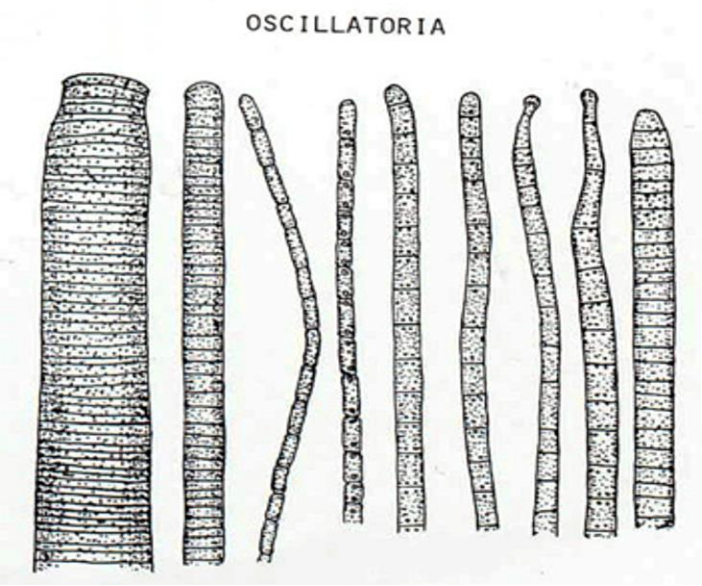
شكل يوضح طحلب
Anabaena

حلزوني لولبي، وهي أكبر حجما من خلايا طحلب ***Nostoc*** ويتخلل تلك الخلايا الحويصلات المغايرة كما توجد الخلايا الساكنهAkinetes في نهاية الخيط.

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 عادتا ما تكون مدورة أو مدببة او قبعية Capitat، أما الخلية القاعدية فتكون مستوية وهناك خلايا مقعرة الوجهين هي الخلايا الميتة Dead Cells وتسمى المنطقة المحصورة بين خليتين ميتتين بال Hormogonium (وجمعها Hormogonia) والتي عند انفصالها تنمو لتعطي خيط طحلب.



شكل يوضح طحلب
Oscillatoria

٥.Order: Stigonematales

وتتصف الرتبة بما يلي:

١- تتواجد ملتصقة على الصخور أو الرمال.

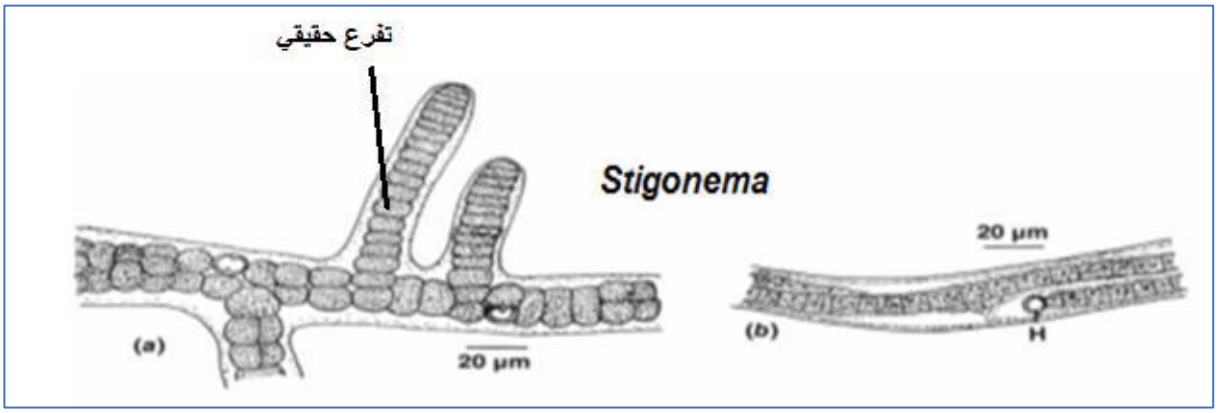
٢- تضم أجناس قليلة ذات شكل خيطي ذو تفرع حقيقي، الخيط مؤلف من أكثر من صف من الخلايا ويحتوي الخيط على الحويصلات المغايرة.

٣- تتكاثر بتكوين الHormogonia مثل طحلب ***Stigonema***.

Family: Stigonemataceae

Genus: *Stigonema sp.*

طحلب خيطي ذات تفرع حقيقي، الخلايا تترتب في صف واحد أو أكثر من صف، الغمد سميك، النمو قمي، التكاثر عن طريق تكوين الهورموكونيات.



شكل يوضح طحلب
Stigonema

المحاضرة السادسة والسابعة

شعبة الطحالب الخضر (Green Algae) Divission: Chlorophyta

❖ **الصفات العامة لهذه الشعبة**:

- تكون أفراد هذه الشعبة حقيقية النواة Eukaryotic وتحتوي على العضيات الخلوية المختلفة.
- 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 قرصية Discoid
- تحتوي البلاستيدات على الصبغات المتمثلة ب a و Chlorophyll b و Carotene – β والصبغات الزانثوفيلية منها Zeaxanthin و Lutein و Neoxanthin وبعض الصبغات السايفونية مثل صبغة Siphonin وال Siphonoxanthin
- الغذاء المخزون يتكون من مركبات كاربوهيدراتية على شكل نشأ والذي يشبه الغذاء المخزون في النباتات البذرية، وقد يخزن في السايتوبلازم أو داخل المراكز النشوية Pyrenoids التي تتواجد بصورة مفردة أو متعددة داخل البلاستيدة .
- الجدار الخلوي سليلوزي Cellulose وقد يحوي أيضاً على البكتين Pectin أضافة الى مواد أخرى.
- تتواجد الاسواط في بعض الاجناس المتحركة أو الاطوار التكاثرية المتحركة وتكون في الغالب بشكل زوج أو زوجين من النوع الاملس Achronematic المتساوية في الطول.
- تحوي الاجناس المتحركة على البقعة العينية Eye Spot وفجوات متقلصة Contractile Vacuoles في مقدمة الجسم.

❖ **البيئة والتواجد Ecology and Presence:**

- تنتشر أفرادها في البيئات المختلفة وغالبيتها تتواجد في المياه العذبة وحوالي 10 % فقط من أنواعها تتواجد في المياه المالحة.
- تنمو بصورة هائمة أو ملتصقة على الصخور أو التربة أو على النباتات أو الطحالب الاخرى وقد تنمو على أجسام بعض الاحياء اللا فقرية المائية. وتدخل بعض الانواع في التركيب الاشنات Lichens والبعض منها تتطفل داخل أجسام بعض النباتات البذرية أو الحزازيات.

❖ **الشكل الخضري Vegetative Form:**

يمتلك افراد هذه الشعبة اشكالا خضرية مختلفة فهي كالاتي:

1. **الشكل احادي الخلية Unicellular Form:**
   - أحادية الخلية المتحركة Motile : مثل طحلب الكلاميدوموناس *Chlamydomonas*
   - أحادية الخلية غير المتحركة Non – Motile: مثل طحلب الكلوريلا *Chlorella*.
2. **شكل مستعمرات Colonial Form**:
   - تجمعات بالميلية Pallmelloid Form : مثل طحلب *Palmella*

- مستعمرات محددة *Coenobium* : وقد تكون مستعمرات محددة متحركة مثل *Volvox* او مستعمرات محددة غير متحركة مثل . *Pediastrum*

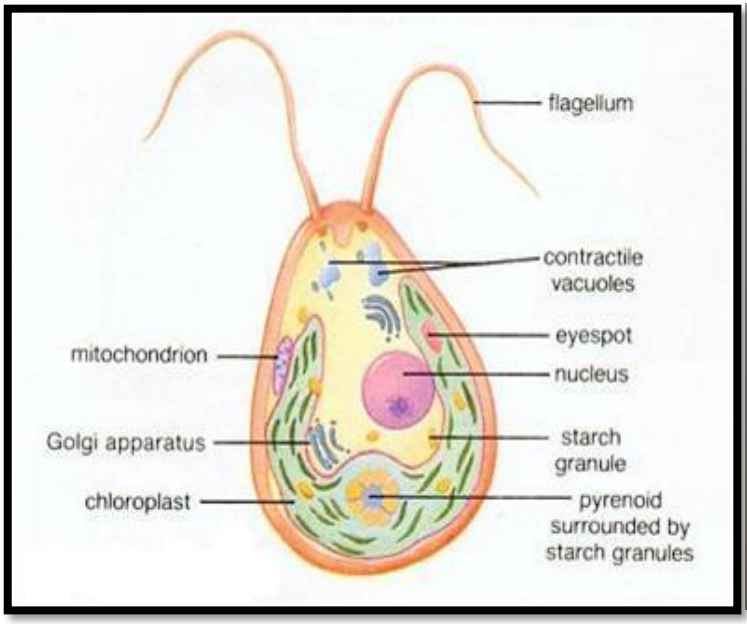
3. **أشكال خيطية Filamentous:**

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:** يكون الطحلب ذو محور قائم ومتفرع كما في *Chara*

❖ التركيب الخلوي Cell Structure

سنتطرق لدراسة التركيب الخلوي لطحلب 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 Pyrinoid. في مقدمة الجسم وداخل البلاستيدة تقع البقعة العينية. ويبرز من مقدمة الجسم زوج من الاسواط المتساوية في الطول الملساء.



طحلب الكلاميدوموناس *Chlamydomonas*

أما التركيب الداخلي للطحلب وكما يظهر تحت المجهر الالكتروني 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 الداخل من الجدار الخلوي يوجد الغشاء البلازمي Plasma – Membrane الذي يمتد الى مقدمة الخلية ويكون غالف 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 حوله الحبيبات النشوية، ويعد 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 لاحتوائه على أنزيم تصنيع أو بناء النشأ .
- تقع البقعة العينية Eye Spot 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 او الانتحاء الضوئي للطحلب.
- النواة واضحة ومحاطة بالغلاف النووي وتحتوي على أنوية. وهناك عضيات أخرى في السايتوبلازم منها الفجوات الحقيقية وأجسام كولجي والمايتوكوندريا والشبكة الاندوبلازمية.
- الاسواط تمتد من مقدمة الجسم وتحاط بالغشاء البلازمي وتوجد عند قاعدة الاسواط زوج من الفجوات المتقلصة.

❖ ظاهرة الانتحاء الضوئي Phototaxis

تحدث هذه الظاهرة في الاجناس التي تحوي البقع العينية والتي تكون حساسة للضوء فتكون لهذه الاجناس قابلية على التوجه او الانتحاء الضوئي والذي يحدث بإحدى الطريقتين:

1. بواسطة حركة الاسواط: الاجناس الحاوية على الاسواط (المتحركة) يتم الانتحاء سواء كان موجب او سالب بحركة الاسواط
2. بواسطة افراز مادة جيلاتينية: في الاجناس الفاقدة للأسواط كما في الدزميدات Desmids المتحركة اذ وجد ان لها نوع من الحركة عند وجودها على سطح الطين او على سطح صلب اذ تحدث حركتها بواسطة افراز مواد جيلاتينية عبر ثقوب موجودة في الجزء العلوي من الجدار الخلوي يساعد في انزلاق جسم الطحلب مبتعدا او مقتربا من الاضاءة والحرارة.

❖ النمو Growth

ويحدث بطريقتين:

- النمو المحدد والذي يكون اما قمي او بيني
- النمو الغير محدد او المنتشر كما في طحلب Ulva

❖ التكاثر Reproduction

تتكاثر الطحالب الخضر بالطرق الاتية:

- التكاثر الخضري Vegetative Reproduction: ويحدث هذا النوع من التكاثر بالتجزأ او الانقسام البسيط للخلايا.
- التكاثر اللا جنسي A sexual Reproduction : ويحدث بتكوين الابواغ المتحركة وغير المتحركة.
- التكاثر الجنسي Sexual Reproduction: ويحدث بإتحاد الامشاج التي تؤدي الى تكوين البيضة المخصبة، ويكون على ثلاث أنواع متشابه الامشاج Isogamy (اتحاد امشاج متشابهة) ومختلف الامشاج An isogamy(اتحاد امشاج مختلفة) والبيضي Oogamy (اتحاد مشيج ذكري صغير مع بيضة ساكنة كبيرة).

❖ تصنيف الطحالب الخضر Classification Of Green Algae

وضعت الطحالب الخضراء من قبل العلماء تحت صفين هما:

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

1. صف الطحالب الخضراءChlorophyceae

وضعت افراد صف الطحالب الخضراء ضمن 14 رتبة وقد اعتمد التصنيف على الشكل الخضري، التركيب الخلوي، طرق التكاثر و دورات الحياة. ومن اهم هذه الرتب:

Order: Chlorococales (ex:*Chlorella*)

Volvocales (ex: *Volvox*)

Ulotrichales (ex: *Ulothrix*)
Oedogonales (ex: *Oedogonium*)
Cladophorales (ex: *Cladophora*)
Zygmentales (ex:*Zygnema*)
Tetrasporales (ex: *Tetraspora*)
Siphonocladales (ex: *Siphonocladus*)

1) Order: Chlorocales

<u>الصفات العامة لهذه الرتبة:</u>

- معظم افراد هذه الرتبة تعيش في المياه العذبة
- تضم هذه الرتبة اجناس احادية الخلية او مستعمرات محددة غير متحركة (فاقدة للأسواط)

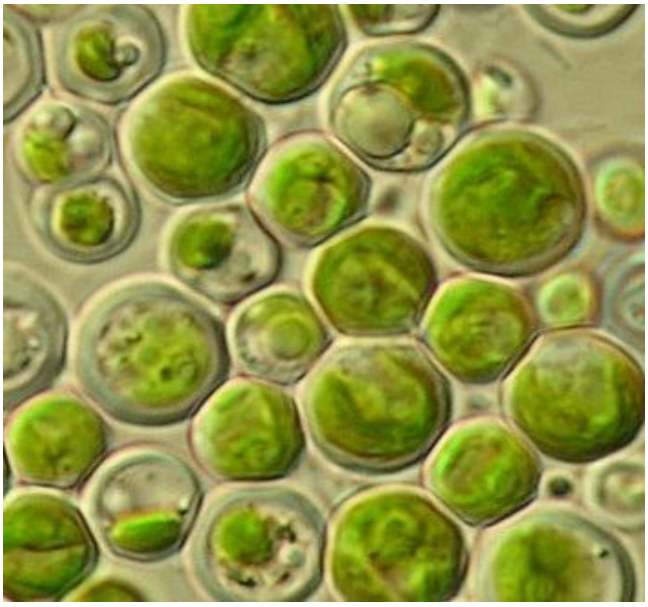
- لا تحوي على فجوات متقلصة او بقعة عينية
- البلاستيدات تكون بأشكال مختلفة وقد تكون مفردة في الخلية (كأسية او جدارية او مركزية الشكل)
- تتكاثر لا جنسيا بتكوين ابواغ متحركة او غير متحركة ويكون التكاثر الجنسي من نوع متماثل الامشاج Isogamy او مختلف الامشاج Anisogamy

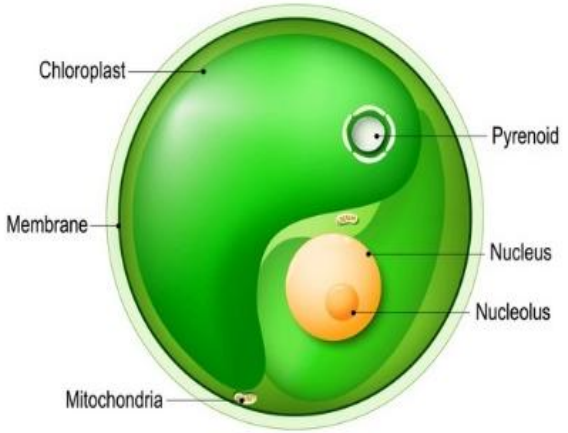
- **Family: Chlorellaceae**
  Genus: *Chlorella*

طحلب احادي الخلية غير متحرك (فاقد للاسواط) كروي الشكل يحتوي على بلاستيدة كأسية أو كوبية الشكل تشغل معظم حجم الخلية وتحتوي على Paranoid واحدة او 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 اقتصاديا حيث تحتوي على نسبة عالية من البروتينات تصل الى 50 % كما ويحتوي على معظم الحوامض الامينية الاساسية ولذلك فهو مصدر بروتيني جيد للأحياء. كما يعد مهم في الدراسات الوراثية وذلك لسهولة الحصول على الجيل الثاني.

التكاثر Reproduction:

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





طحلب الكلوريلا *Chlorella*

2) Order: Volvocales

الصفات المميزة لهذه الرتبة:

- معظم افراد هذه الرتبة يعيش في المياه العذبة وبعضها يعيش في المياه المالحة
- تضم افراد هذه الرتبة اجناس وحيدة الخلية متحركة او مستعمرات محددة متحركة
- تحاط الخلايا عادة بجدار سليلوزي.
- تحوي الخلايا على زوج من الاسواط غالبا ويكون من النوع الاملس Achronematic
- تتكاثر أفراد هذه الرتبة بالانقسام الخلوي البسيط او تكاثر لا جنسي بتكوين الابواغ المتحركة وغير متحركة، او تكاثر جنسي والذي يحدث بأنواعه الثلاثة هي: متماثل الامشاج Isogamy ومختلف الامشاج Anisogamy والنوع البيضي Oogamy.

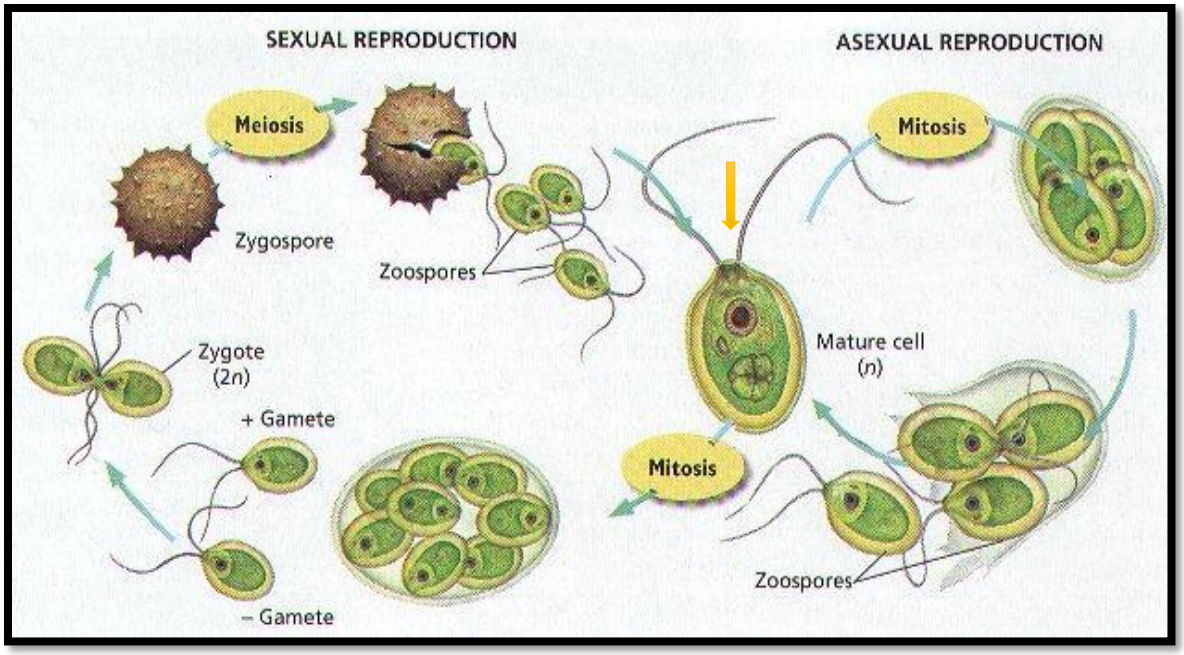
- **Family: Chlamydomonaceae**

  Genus : *Chlamydomonas*

(صفات الطحلب وتركيبه الخلوي تم شرحه سابقاً)

<u>التكاثر Reproduction:</u>

1. الانقسام البسيط: ينتج عنه 8 -2 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) وتنطلق عند تحسن الظروف.
2. التكاثر الجنسي: ويكون عن طريق جميع انواع التكاثر الجنسي من نوع متماثل الامشاج Isogamy ومختلف الامشاج Anisogamy والبيضي Oogamy والطحلب يكون أما أن يكون متشابه الثالوس Homothallic أو مختلف الثالوس Heterothallic

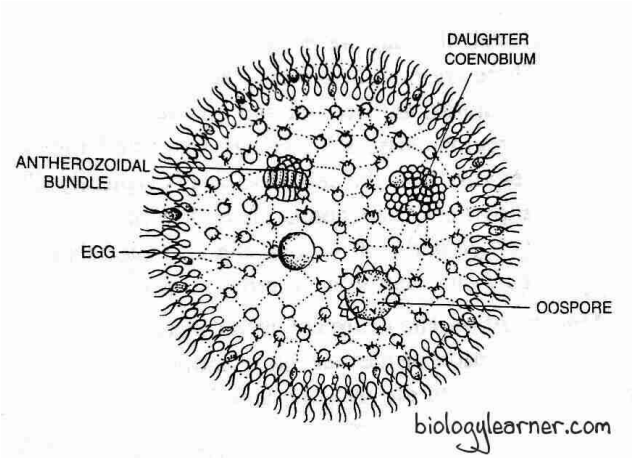


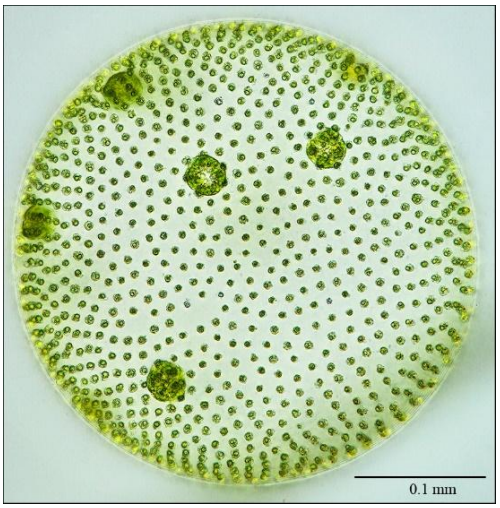
التكاثر الجنسي واللا جنسي في الكاميدوموناس *Chlamydomonas*

- **Family: Volvocaceae**

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 الخلايا بداخلها على تجمعات بنوية Daughter Colony. ومن الممكن ملاحظة خلايا التكاثر اللا جنسي Conidia (الخلايا المولدة) داكنة اللون متخصصة تنقسم وتنتج تجمعات بنوية، والبيضة المخصبة Zygote تتميز بوجود جدار مثخن غامق اللون.

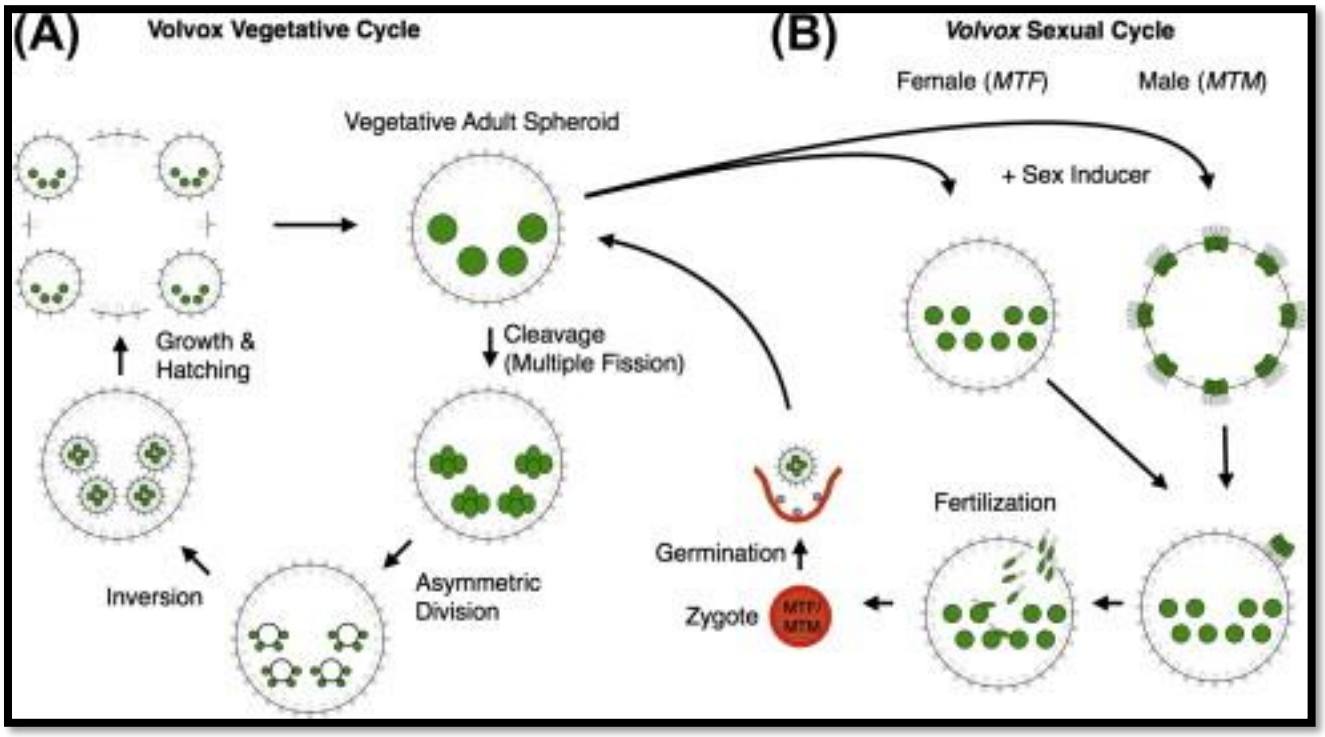




طحلب الفولفوكس *Volvox*

التكاثر Reproduction:

1) التكاثر اللا جنسي: عن طريق خلايا التكاثر اللا جنسي Conidial Cells تعاني عدة انقسامات مكونه مستعمرات بنوية جديدة شبيها بخلايا المستعمرة الام.
2) التكاثر الجنسي: يحصل عن طريق تخصص بعض الخلايا الى خلايا تكاثرية ذكرية Antheridia مكونة الامشاج الذكرية وخلايا أخرى تمثل الخلية الجنسية الانثوية Oogonium، بعد الاخصاب يتكون البوغ اللاقحي Oospore والذي ينقسم اختزالياً ليكون مستعمرة جديدة.



التكاثر الجنسي واللا جنسي في طحلب الفولفوكس *Volvox*

3) Order: Ulotrichales

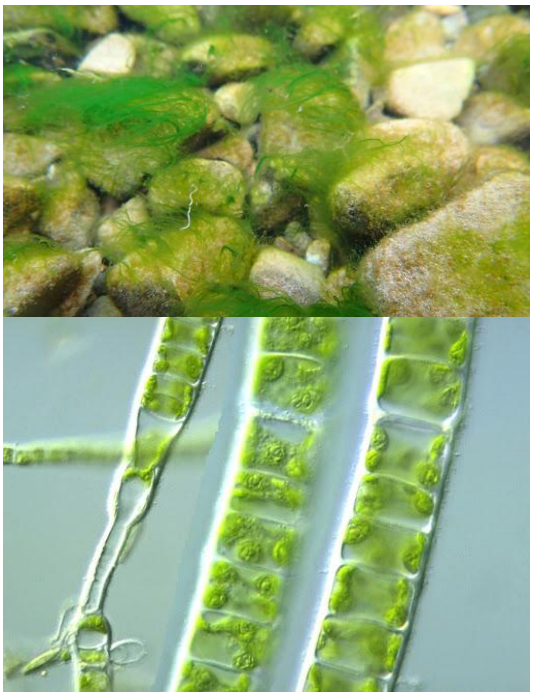
الصفات العامة لهذه الرتبة:

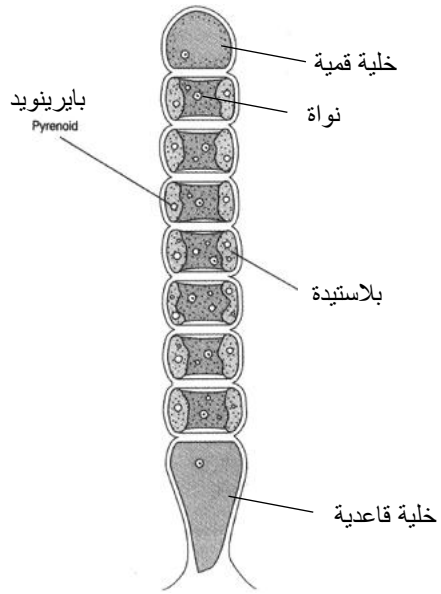
- معظم اجناس هذه الرتبة تتواجد في المياه العذبة والقليل منها في المياه المالحة أو على التربة الرطبة
- تضم أجناس خيطية بسيطة أو برنكيمية تنمو على الصخور وملتصقة بواسطة خلية قاعدية Hold Fast Cell.
- الخلايا أحادية النواة والبلاستيدة مفردة جدارية حزامية عادةً تحوي على مركز نشوي واحد أوأكثر.
- يتم التكاثر بطريقة التجزؤ او تتكاثر لا جنسياً بتكوين أبواغ متحركة Zoospores أو غير متحركة Hypnospores وتتكاثرجنسياً باتحاد الأمشاج المتشابهة المتحركة 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. ويحتوي الطحلب على خلية قاعدية Hold Fast Cell تستخدم لتثبيت الطحلب، ويتواجد في بيئة المياه العذبة والمالحة بالاضافة الى تواجده في بيئة اليابسة.



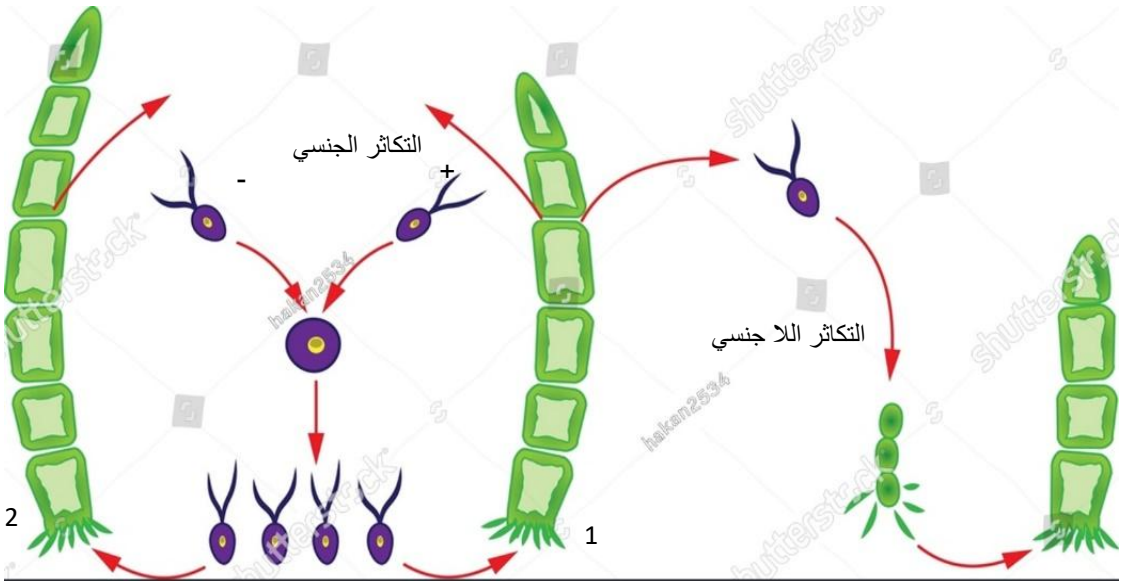


طحلب ***Ulothrix***

التكاثر Reproduction:

1) خضريا بالتجزؤ
2) لا جنسيا بتكوين الابواغ المتحركة الحاوية على عدد من الاسواط (1-4 اسواط) وتتكون هذه الابواغ داخل أي خلية خضرية عدا الخلية القاعدية، وتسبح لفترة قبل ان تستقر وتفقد الاسواط لتبدأ بتكوين طحلب جديد.
3) تتكاثر جنسيا بتكوين الامشاج المتشابهة Isogamy وتكون الأمشاج ثنائية الاسواط متساوية في الحجم كمثرية الشكل ولها بقعة عينية ويحدث الاندماج بين الامشاج الاتية من خيوط مختلفة، تتحد الأمشاج وتكون البيضة المخصبة التي تسبح لفترة قصيرة ثم تدخل طور راحة حيث تفرز حول نفسها جدار

سميك ، وبعد فترة راحة تمتد من ٩ – ٥ اشهر تبدأ محتوياتها بالانقسام ويكون اول انقسام اختزاليا ثم تتكون الابواغ رباعية الاسواط حيث تبدأ بالنمو وتكون احادية المجموعة الكروموسومية.



التكاثر الجنسي واللا جنسي في طحلب *Ulothrix*

4) Order: Oedogonales

الصفات العامة لهذه الرتبة:

- تتواجد افراد هذه الرتبة في المياه العذبة تنمو ملتصقة وقد تصبح الخيوط طافية بعد فترة
- تضم اجناس خيطية بسيطة او متفرعة.
- خلاياها احادية النواة، البلاستيدة جدارية شبكية متعددة المراكز النشوية والنواة مفردة جانبية الموقع
- النمو يكون من النوع البيني

- تتكاثر خضريا بالتجزؤ، وتتكاثر لا جنسيا بتكوين الابواغ المتحركة (لها خصلة من الاسواط في المقدمة) او تتكاثر بتكوين ابواغ غير متحركة او الخلايا الساكنة ، اما التكاثر الجنسي فيكون من النوع البيضي Oogamy .

- **Family: Oedogoniaceae**
- **Genus: *Oedogonium***

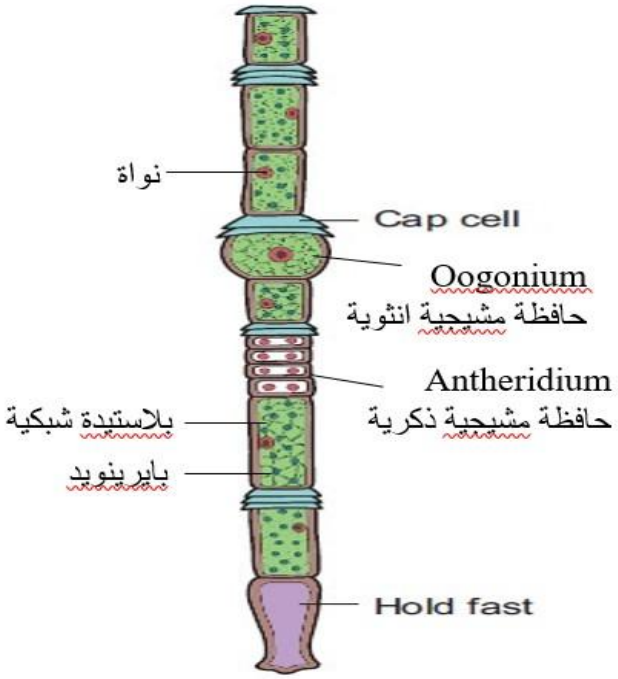
يتواجد هذا الطحلب بكثرة في مياه البرك والاحواض مع غيره من الطحالب وقد تنفصل الخيوط وتصبح طافية في الماء او ينمو مثبتا جسمه بواسطة خلية قاعدية مثبتة، وهو طحلب خيطي غير متفرع يتكون من خاليا خضرية مستطيلة الى برميلية، البلاستيدة الخضراء شبكية متعددة البايرينويد والنواة غالباً ما تكون جانبية الموقع. يمكن 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.



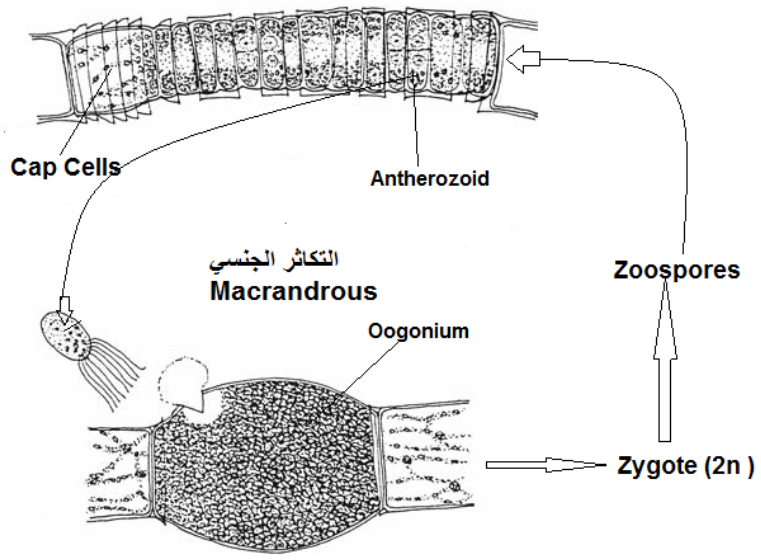
طحلب *Oedogonium*

التكاثر Reproduction:

1. التكاثر الخضري: بطريقة التجزؤ
2. التكاثر اللا جنسي: 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 الذكر:

A. Macrandrous Forms:

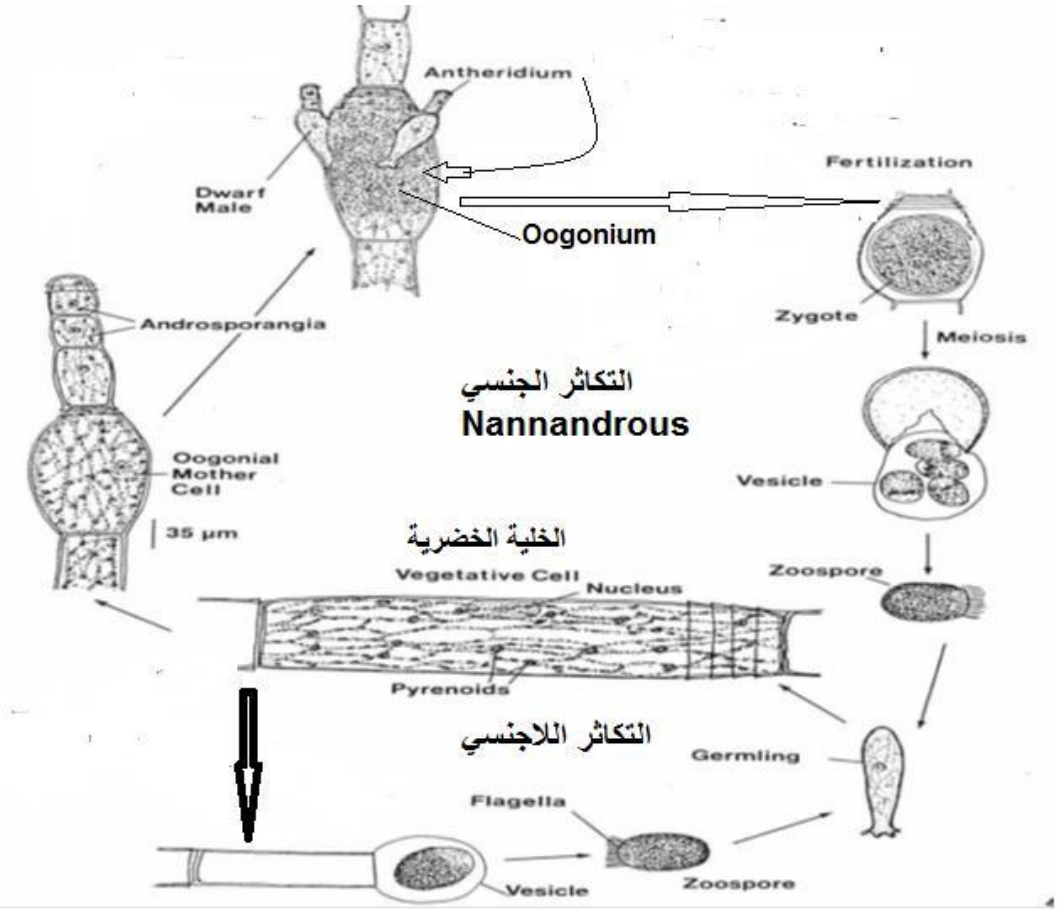
تتكون الحوافظ المشيجية الانثوية ف هذه النوع نتيجة تضخم احدى الخلايا الخضرية فتصبح كروية الشكل. وتتكون الانثريدات نتيجة للانقسام السريع لأحدى الخلايا الخضرية حيث تتكون سلسلة من الانثريدات وفي كل انثريدوم يتكون 1و 2 مشيج ذكري ويسبح المشيج الذكري حتى يصل الى الحافظة المشيجية الانثوية Oogonium ويدخل من خلال فتحة موجودة في جدار الحافظة لتلقيح البويضة.



تكاثر جنسي من نوع Macrandrous في طحلب ***Oedogonium***

B. Nannandrous Forms:

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



التكاثر اللا جنسي و الجنسي من نوع Nannandrous في طحلب ***Oedogonium***

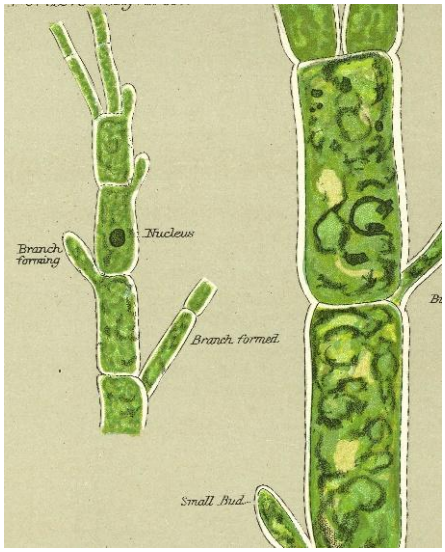
5) Order: Cladophorales

الصفات العامة لهذه الرتبة:

- تواجد في المياه العذبة وقليلة الملوحة والمالحة.
- تضم أجناس خيطية متفرعة أو غير متفرعة.
- الخلايا أسطوانية متعددة الانوية، البلاستيدة شبكية تحوي على عدة مراكز نشوية.
- النمو من النوع القمي.
- تتكاثر خضرياً بالتجزؤ، ولا جنساً بتكوين أبواغ متحركة أو غير متحركة أو تكوين خاليا ساكنة، والتكاثر الجنسي أما متشابه الامشاج Isogamy أو مختلف الامشاج Anisogamy
- بعض الاجناس لها دورة حياة معقدة كما في جنس Cladophora وتظهر فيها ظاهرة فيها ظاهرة تعاقب الأجيال Isomorphic Alternation of Generation

- Family: Cladophoraceae
  Genus: *Cladophora*

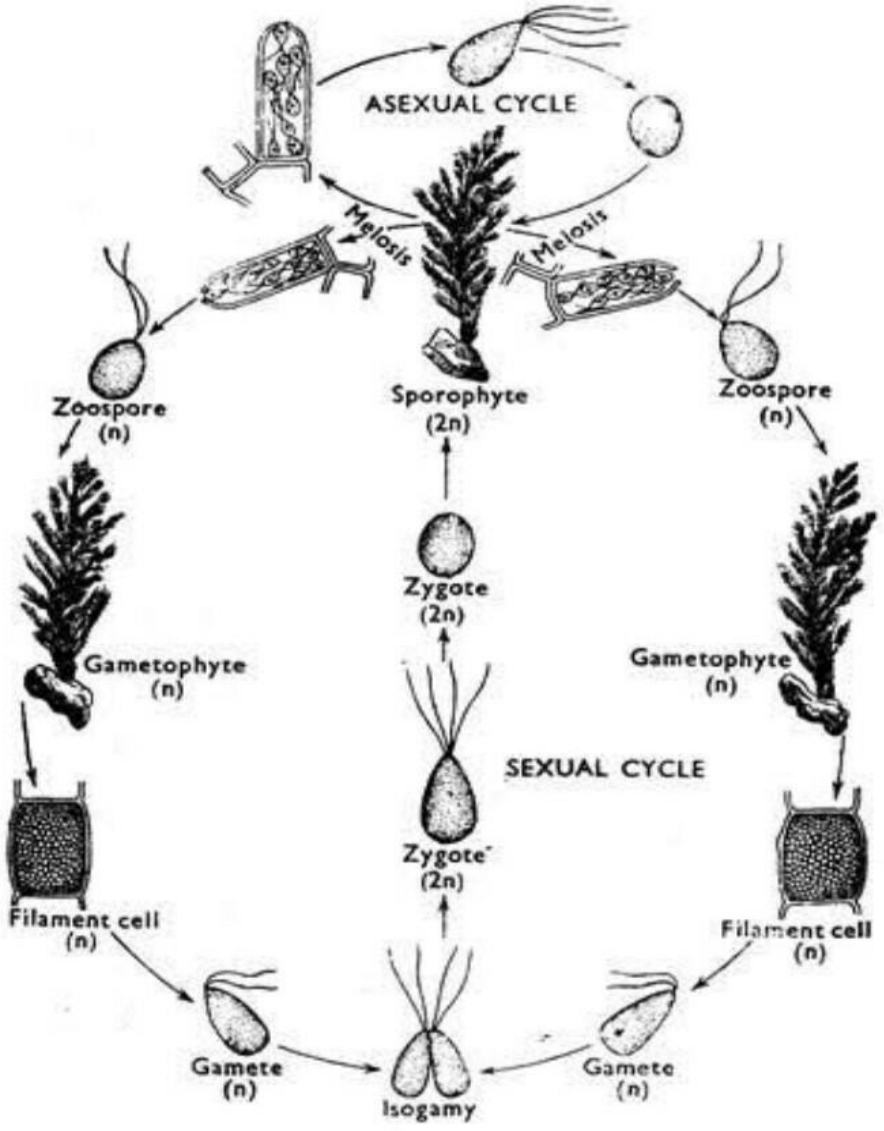
طحلب خيطي متفرع تفرعاً حقيقياً، تكون خلاياه الخضرية أسطوانية أو مستطيلة الشكل ذات نواة واضحة والبلاستيدة خضراء شبكية أو جدارية في الخلايا الفتية وقرصية او حبيبية في الخلايا المسنة ومتعددة البايرينويد والانوية. تتميز دورة الحياة في هذا الطحلب بوجود ظاهرة تعاقب الاجيال من النوع المتشابه، يتواجد في بيئة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



طحلب الكلادوفورا *Cladophora*

التكاثر Reproduction:

- التكاثر الخضري: بالتجزؤ.
- التكاثر اللا جنسي: 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.
- التكاثر الجنسي: النبات المشيجي متباين الثالوس Heterothalic يكون أمشاج والتي تتحد لتكون البيضة المخصبة لتنمو الى نبات جديد. وفي بعض الاحيان الامشاج قد تنمو مباشرة الى طور بوغي جديد قبل أتحادها يسمى بالتكاثر العذري Parthenogenesisi



التكاثر الجنسي واللا جنسي في الكلادوفورا *Cladophora*

6) Order: Zygmentales

الصفات العامة لهذه الرتبة:

- تضم عدد كبير من الاجناس وتتواجد في المياه العذبة أو على الطين أو التربة الرطبة.
- تضم أجناس لها أشكال خضرية مختلفة فقد تكون أحادية الخلية أو خيطية بسيطة أو متفرعة أو قد تكون شريطية الشكل. ولا تضم أشكال خضرية متحركة أو تراكيب تكاثرية مسوطة أي ليس لها أطوار ذات أسواط أطلاقاً.

- الخلايا تحوي على نواة مفردة وبلاستيدات ذات أشكال مختلفة جدارية، حلزونية، ملتوية، نجمية، وتحتوي البلاستيدة على عدد من المراكز النشوية.
- تتكاثر أفرادها خضريا بالتجزؤ، ولا جنسياً بتكوين خلايا ساكنة، أو جنسياً فيتم بطريقة الاقتران Conjugation وذلك بتكوين أمشاج ذات حركة أميبية. ويكون الاقتران أما بين الخلايا المتجاورة في نفس الخيط يسمى الاقتران الجانبي Lateral Conjugation. او بين خليتين مختلفين Scalari form Conjugation.

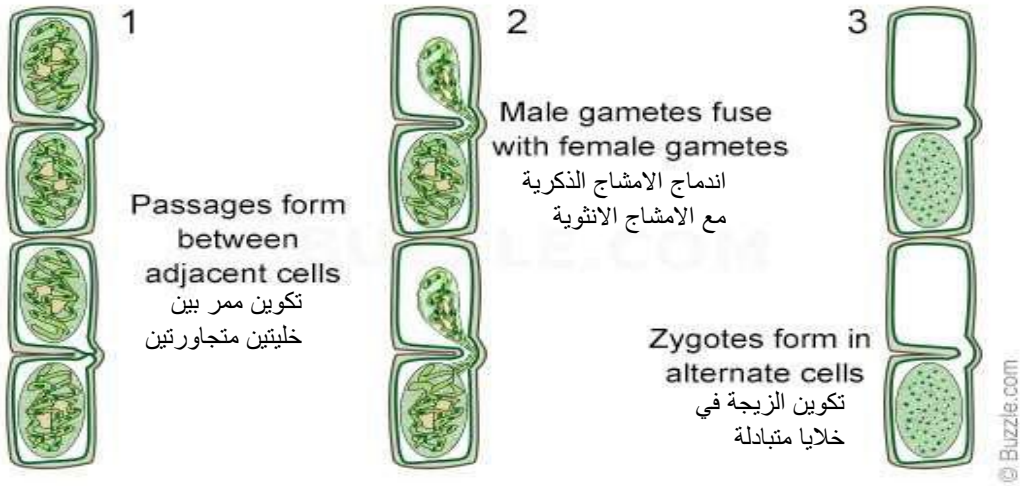
- Family : Zygnemataceae
  Genus : *Zygnema*

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

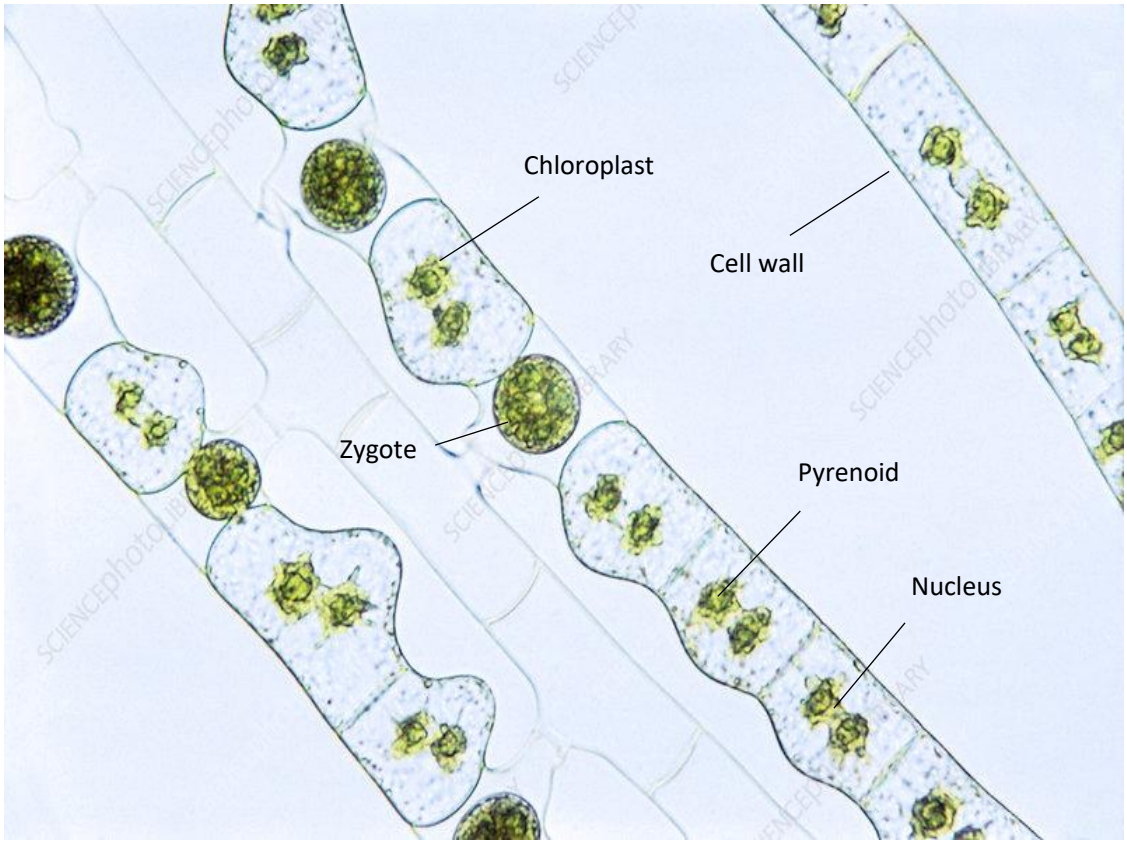
طحلب *Zygnema*

التكاثر Reproduction:

1. التكاثر اللا جنسي: يتم عن طريق السبورات المتحركة.
2. التكاثر الجنسي: يحدث فيه عن طريق الاقتران الجانبي (بين خليتين متجاورتين لنفس الخيط) والسلمي ويتم عن طريق اتحاد امشاج غير متحركة لخيطين مختلفين.



الاقتران الجانبي Lateral Conjugation



التكاثر الجنسي بطريقة الاقتران السلمي Scalari form Conjugation في طحلب *Zygnema*

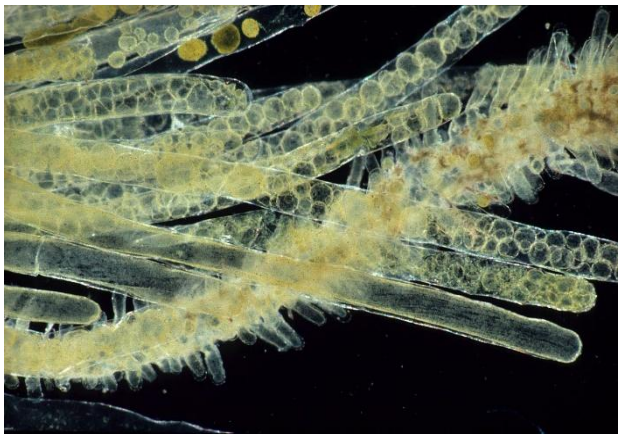
7) Order: Siphonocladales

الصفات العامة لهذه الرتبة:

- تتواجد في المياه البحرية.
- أشكالها خيطية، أنبوبية أو بشكل حويصلات متعددة الانوية.
- البلاستيدات شبكية تحوي على صبغة Siphonoxanthin بالاضافة الى الاصباغ الاخرى.
- التكاثر عادة فيها من النوع البسيط (الخضري) يسمى بالانقسام الانعزالي 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. وقد تتكاثر جنسيا بتكوين أمشاج متشابهة متحركة.

➢ Family: Siphonocladaceae
Genus: *Siphonocladus*

طحلب بحري شكله الخضري سايفوني الشكل يشبه البالون او الكيس المنتفخ يثبت نفسه في الوسط الذي يعش فيه بواسطة ساق قصيرة، التكاثر في هذا الطحلب يكون من النوع الخضري البسيط بطريقة الانقسام الانعزالي وتتضمن هذه العملية انقسام المادة البروتوبلازمية متعددة الانوية الى كرات وكل كرة تحتوي على نواة ثم تنمو هذه الكرات وتتطور الى خلايا مستقلة وتنمو داخل الخلية الام وتبدأ بتكوين جدرانها الخاصة، وتبدأ هذه الخلايا بتكوين تفرعات وامتدادات وتخترق هذه الفروع جدار الخلية الام وتخرج منه لتتابع نموها وبالتالي تنفصل هذه الخلايا كليا او جزئيا عن الخلية الام وتبدأ بالنمو الى طحلب جديد.



طحلب *Siphonocladus*

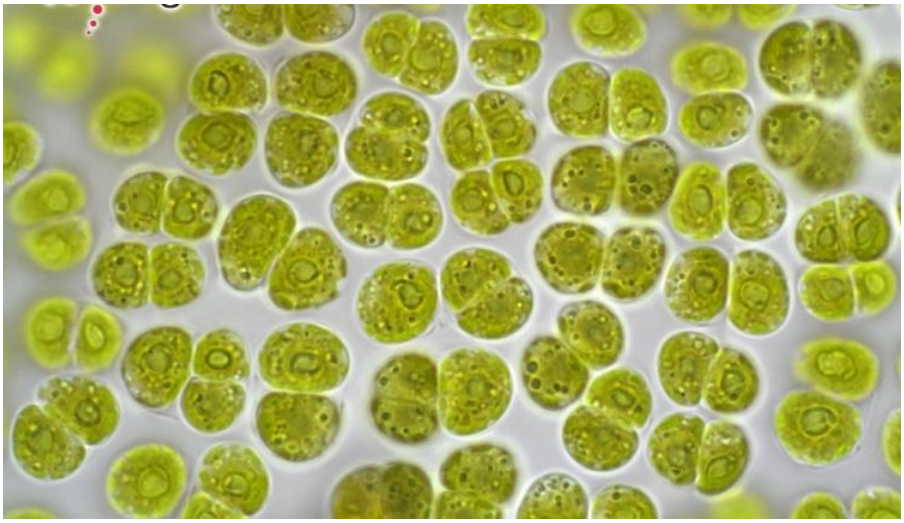
8) Order: Tetrasporales

الصفات العامة لهذه الرتبة:

- تنتشر افراد هذه الرتبة في المياه العذبة
- تضم اجناس تتشابه خلاياها مع خلايا افراد رتبة Volvocales الاحادية الخلية عندما تمر بالطور البالميلي وتصبح الخلايا الساكنة، وتشابه خلية الكلاميدوموناس باحتوائها على البقعة العينية والفجوات المتقلصة وما يشبه الاسواط او الاهداب الا انها تكون غيرمتحركة.
- تتجمع الخلايا داخل كتل جيلاتينية ذات اشكال منتظمة او غير منتظمة وتكون انبوبية او شجيرية في بعض الاجناس وفي بعض الاحيان يكون من الصعب تمييز الطحلب او تصنيفه ضمن هذه الرتبة او رتبة الـ Volvocales.
- تتكاثر افراد هذه الرتبة اما بانقسام الخلايا البسيط، او بالتكاثر اللا جنسي بتكوين ابواغ متحركة او ابواغ خلايا ساكنة في حالة كون الظروف غير ملائمة لنمو الطحلب اما التكاثر الجنسي فيكون من نوع متشابه الامشاج Isogamy

- Family: Tetrasporaceae
  Genus: *Tetraspora*

تعيش غالبًا في المياه العذبة و يعيش بشكل مستعمرات Colonial، حيث تتجمع خلاياه بشكل مجاميع ثنائية او رباعية ضمن كتلة من المادة الجيلاتينية الشفافة، وتعيش هذه الخلايا بشكل مترابط دون أن تكون متصلة بواسطة جدران مشتركة، بل تكون مغمورة في هلام مشترك. عادةً ما تكون الخلايا كروية أو بيضوية الشكل، تحتوي كل منها على نواة مركزية، وبلاستيدة كأسية الشكل تحتوي على بيرونويد. خلايا الطحلب لا تمتلك أسواط، وبالتالي فإن المستعمرة غير قادرة على الحركة الذاتية. على عكس بعض الطحالب القريبة مثل *Chlamydomonas*، فإن خلايا *Tetraspora* تبقى ثابتة داخل المادة الهلامية.



طحلب *Tetraspora*

التكاثر Reproduction:

1. لا جنسياً: عن طريق تكوين الابواغ او الخلايا الساكنة.
2. جنسياً: وهو نادر الحدوث ويتم عن طريق اتحاد الامشاج المتشابهة Isogamy

٢- صنف الطحالب الكارية Class: Charophyceae

الحشائس 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 والمتمثلة بما يأتي:**

١- الجدار الخلوي سليلوزي.

٢- الصبغات متمثلة بالدرجة الاساس بكلوروفيل a وb بالإضافة الى β- Carotene وبقية الصبغات الزانثوفيلية المتواجدة في بقية الطحالب الخضر.

٣- الغذاء المخزون يكون بشكل نشأ.

٤- تتواجد عادةً في المياه.

- **الصفات العامة لأفراد هذا الصنف والتي تختلف بها عن الطحالب الخضر وتعتبر أرقى منها:**

١- يتكون جسم النبات من محور قائم يتميز الى مناطق عقد وسلاميات ومزود بأفرع جانبية عند العقد ويكون ذات نمو محدود وتعرف بالأوراق.

٢- تختلف الامشاج الذكرية Antherozoids في الشكل عن الامشاج الذكرية في بقية الطحالب الخضر اذ تكون ذات شكل لولبي مستطيل ثنائي الاسواط.

٣- ينمو الزايكوت (البيضة المخصبة) ليعطي طور الخيط الاولي Protonema الذي ينمو ليعطي النبات الناضج.

٤- الأعضاء التكاثرية معقدة وتحاط بخلايا محيطية عقيمة.

٥- 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:**

١- الشكل الخضري المتمثل بالمحور القائم والتفرعات السوارية الشبيه بالأوراق وأشباه الجذور البسيطة.

٢- الأعضاء التكاثرية متعدد الخلايا ومحاطة بغلاف من الخلايا العقيمة.

٣- الأمشاج الذكرية متطاولة وثنائية الأسواط المتساوية الملساء.

٤- تنمو البيضة الى طور الخيط الاولي Protonema قبل ان ينمو الى طحلب جديد.

٥- لا تتكاثر تكاثراً لاجنسيا بتكوين الأبواغ.

٦- تتكاثر تكاثر خضري بتكوين تراكيب خضرية تنمو الى أفراد جديدة بعد انفصالها عن الطحلب الام.

٧- التكاثر الجنسي من النوع البيضيOogamy .

- **<u>البيئة والتواجد</u>:**

تتواجد الأجناس العائدة لهذا الصف في المياه الراكدة (البرك والمستنقعات والاحواض) وفي المياه المويلحة وعلى عمق يتراوح بين (١-١١) متر والتي تحتوي قيعانها على الرمال حيث يمتص النبات مركبات الكالسيوم والمغنيسيوم (Marl)ويرسبها على جسمه لذا يطلق على افراد هذا الصف بالحشائش الصخرية او الحجرية Stone wor

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

- **<u>الشكل الخضري</u>:**

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.

- **<u>التركيب الخلوي الدقيق</u>:**

منطقة العقدة تتألف من خلية واحدة أو خليتين مركزيتين ويحيط بها (٦-٢٠) خلية صغيرة. وتكون الخلايا أحادية النواة، كثيفة السيتوبلازم وتحوي على عدد من البلاستيدات القرصية الشكل، منطقة السلامية في جنس الكار ***Chara*** تتألف من خلية مركزية كبيرة ومتطاولة تحوي على فجوة مركزية كبيرة، يحتوي السيتوبلازم على نواة مفردة وعدد من البلاستيدات القرصية الشكل.

ويضم هذا الصنف **Class: Charophyceae** رتبة واحدة فقط هي:

Order:Charales(Genus : Chara)

Division :Charophyta

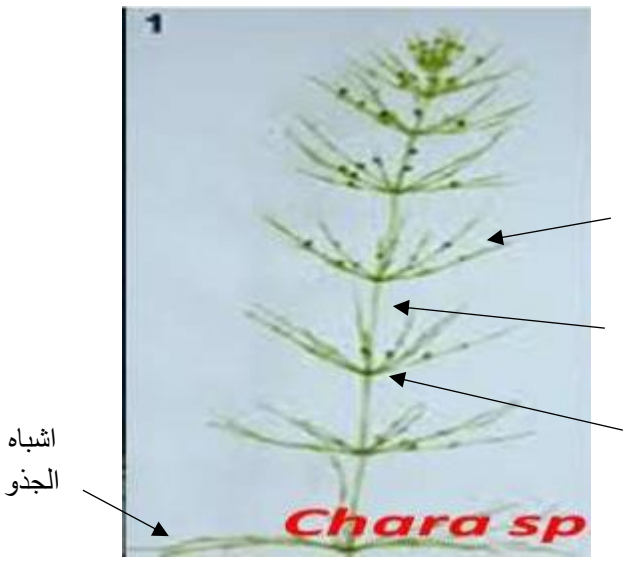
Class : Charophyceae

Order : Charales

Family : Characeae

Genus : *Chara*

هذا الجنس واسع الانتشار في العالم وذو رائحة غير مرغوبة تشبه رائحة البصل بسبب احتوائه على مركبات الكبريت. ويتكون الثالوس من محور قائم متفرع يتراوح طوله من (٥-١١٠) سم ويثبت النبات بالمكان الذي يعيش فيه بواسطة تراكيب معقدة من أشباه الجذور عديدة الخلايا ويقسم الجزء القائم الى عقد وسلاميات واضحة. وينشأ من كل عقدة سوار من أفرع جانبية قصيرة (اشباه الأوراق) تنمو الى مدى ثابت. كما تنمو في اباط اشباه الأوراق أفرع غير محدودة النمو. ويقتصر النمو الطولي في ال ***Chara*** على خلية واحدة كبيرة موجودة في قمة المحور.



شكل يوضح طحلب

Chara

- **التكاثر Reproduction :**

تتكاثر الطحالب الكارية خضريا وجنسيا فقط ولا تتكاثر لا جنسيا بتكوين الأبواغ او الخلايا الساكنة.

١- التكاثر الخضري Vegetative Reproduction

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

أ- تراكيب نجمية الشكل: وهي مملوءة بالغذاء المخزون بشكل نشأ تسمى Amylum stars (تراكيب نجمية الشكل تشبه درنات البطاطا بالقرب من أشباه الجذور ناتجة عن انقسام الخلايا) تنفصل من العقد السفلية للطحلب وتبدأ بالنمو مكونه طحلب جديد.

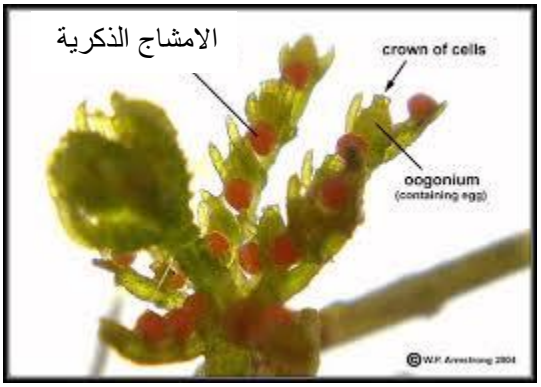
ب-تراكيب بصيلية الشكل تنشأ على أشباه الجذور وتكون بشكل براعم تكبر بالحجم ثم تنفصل لتنمو الى طحلب جديد.

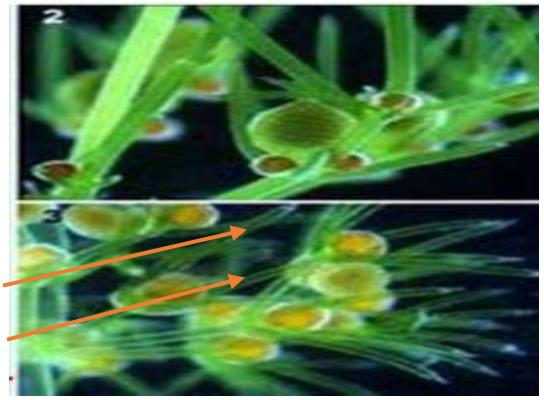
ت-تكوين خيوط من خلايا خضراء تنشأ من العقد السفلية للطحلب الأم تنفصل بعد ذلك لتنمو الى طحلب جديد.

٢- التكاثر الجنسي Sexual Reproduction

تتكاثر الطحالب الكارية بتكوين البيوض الساكنة Ovum والامشاج 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 يسمى العضو الانثوي Nucule والعضو الذكري Globule. يظهر ال Globule الناضج بشكل تركيب كروي محمول على خلية الحامل Pedicel Cell من منطقة القاعدة 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 تماما بالبيضة.

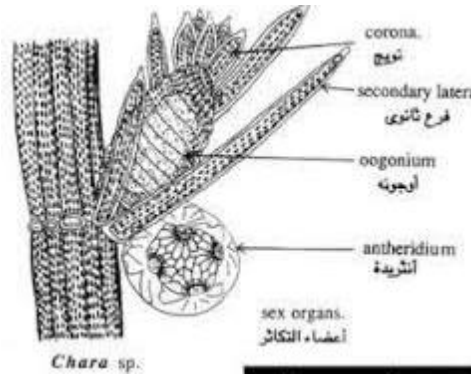




خلايا تاجية

الامشاج الانثوية

الامشاج الذكرية



الامشاج الانثوية

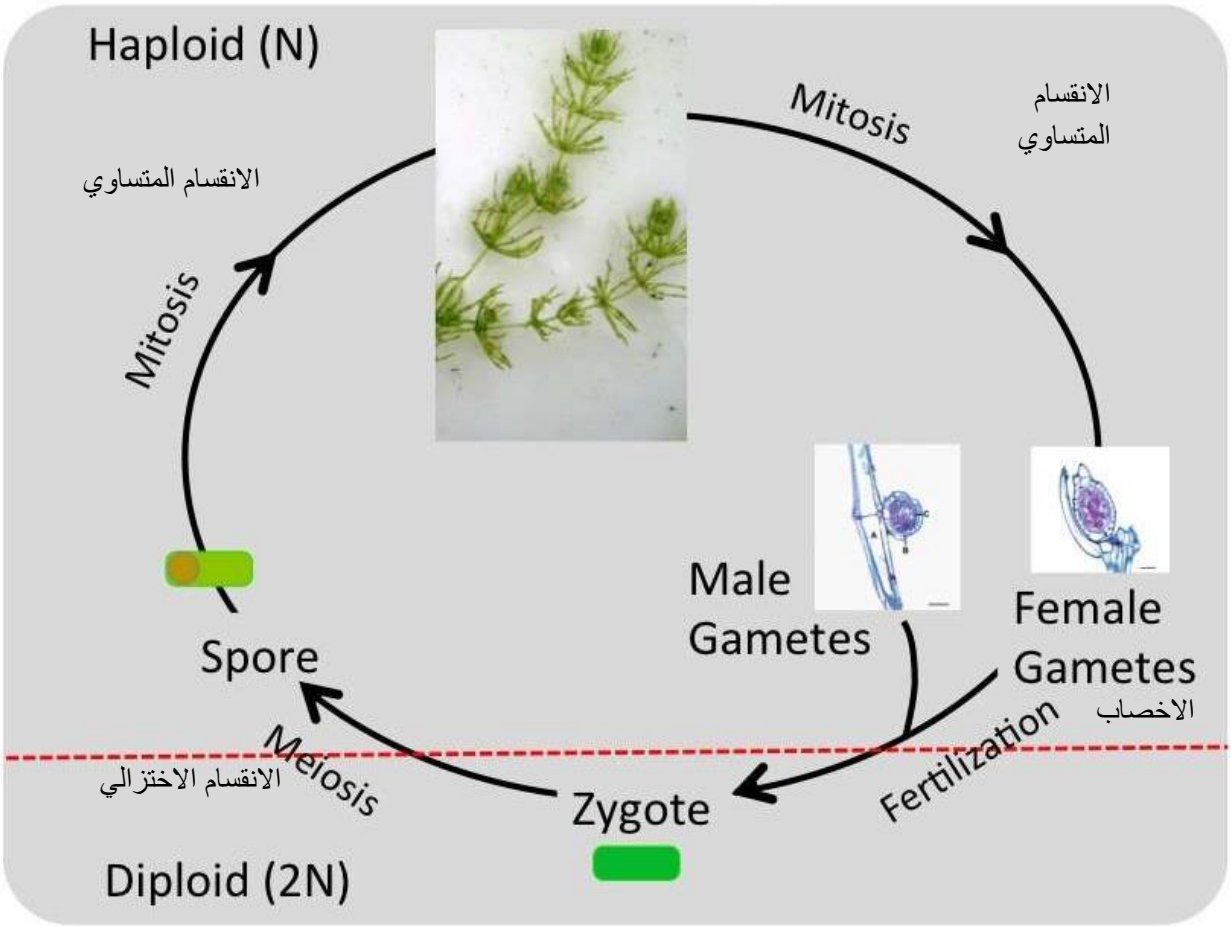
الامشاج الذكرية

Chara

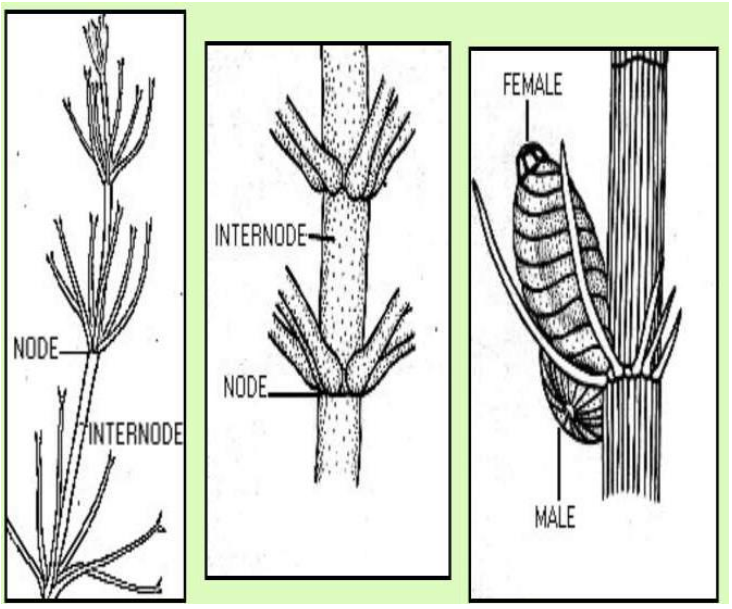
الأعضاء الذكرية Antheridia تكون كروية الشكل برتقالية اللون او حمراء. اما الأعضاء الانثوية Oogonium تكون بيضوية الشكل محاطة ب(٥)خلايا من الأعلى مكونة حلقة قميه واحدة (تعرف بالخلايا التاجية.

الاخصاب 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 جدرانها سميكا وتظهر بلون أسود وتسقط لتستقر في الماء وتدعى Oospore. ثم تبدأ بالنمو بعد فترة (١-٤) أسابيع حيث تنقسم النواة اختزاليا فتتكون خليتين أحدهما طرفية تنمو الى تركيب خيطي قائم ينمو الى طحلب جديد وخلية قاعدية صغيرة بانقسامها تكون أشباه الجذور.



دورة حياة طحلب الكارا***Chara***



شكل تخطيطي يوضح
الطحالب الكارية

Chara

(المحاضرة التاسعة)

شعبة الطحالب اليوغلينية Division : Euglenophyta

❖ الصفات العامة لهذه الشعبة:

- غالبية الأجناس أحادية الخلية متحركة والبعض منها غير متحركة أو تكون بشكل تجمعات غير المتحركة والقليل تكون بشكل مستعمرات تمثل الطور البالميلي Palmella Stage
- البلاستيدات تكون ذات أشكال مختلفة، قرصية، صفائحية، شريطية، نجمية، أوعدسية حسب الأجناس المختلفة، الصبغات تتمثل بكلوروفيل a وb بالإضافة الى كاروتينات وصبغات زانثوفيلية متعددة.
- 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 البكتيني Lorica .
- الغذاء المخزون عبارة عن مركب عديد السكريات تخزن في حبيبات تسمى حبيبات البراماليوم وتكون بشكل تجمعات مستقيمة من الكلوكوز وتخزن في السايتوبلازم او البلاستيدات.
- تحوي الخلايا على سوط واحد أو أثنين أو ثلاثة من النوع الريشي وتبرز من قاعدة المستودع في مقدمة الجسم .
- توجد فجوة متقلصة كبيرة في المقدمة قريبة من المستودع .
- البقعة العينية تقع في السايتوبلازم عكس الطحالب الخضر تقع داخل البلاستيدة .
- تتكاثر خضريا بالانشطار الطولي وبالتحوصل Cyst ولا يحدث فيها تكاثر جنسي.
- تتحرك افراد هذه المجموعة حركة تسمى الحركة اليوغلينية Euglenoid movement وهي حركة تقلص وانبساط.

❖ **البيئة والتواجد:**

تنتشر في المياه العذبة والمويلحة والقليل منها في المياه المالحة، وفي المياه الغنية بالمياه العضوية وبصورة وقد يتواجد البعض منها على الطين الرطب او على بقايا Water bloom هائمة قد تسبب ظاهرة ازدهار الماء النباتات او قد يعيش البعض منها داخل امعاء بعض البرمائيات.

❖ **تصنيف الطحالب اليوغلينية:**

تضم هذه الشعبة صف واحد وهو Class: Euglenophyceae ويضم هذا الصف ستة رتب أهمها رتبة Order: Euglenales والتي تضم اكبرعدد من الاجناس منها ***Astasia*** ***Euglena*** ***Phacus*** ***Trachelomonas***

❖ **التركيب الخلوي:**

- تحت المجهر الألكتروني تظهر الخلية وهي محاطة من الخارج بالغشاء البلازمي ويلاحظ تحته أشرطة ذات حافات وأخاديد متراكبة فوق بعضها تسمى بالبريبلاست 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
- تظهر في السايتوبلازم حبيبات الغذاء المخزون وهي عبارة عن مواد كاربوهيدراتية غير ذائبة تسمى حبيبات البراميليوم Paramylum.
- يوجد في مقدمة الخلية انتفاخ قاروري الشكل يسمى المستودع Reservoir والذي تقع عند قاعدته البقعة العينية Eye Spot.
- تحتوي الخلية على عدد من المايتوكوندريا وأجسام كولجي والنواة في الغالب تكون مركزية الموقع.
- يبرز من المستودع في مقدمة الخلية سوط طويل يساعد في حركة الطحلب ويكون من النوع الريشي Pantonematic.

❖ **التكاثر**:

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

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

من ابرز الاجناس التابعة لهذه الشعبة هو طحلب اليوغلينا ***Euglena*** **و** ***Phacus***

Class: Euglenophyceae

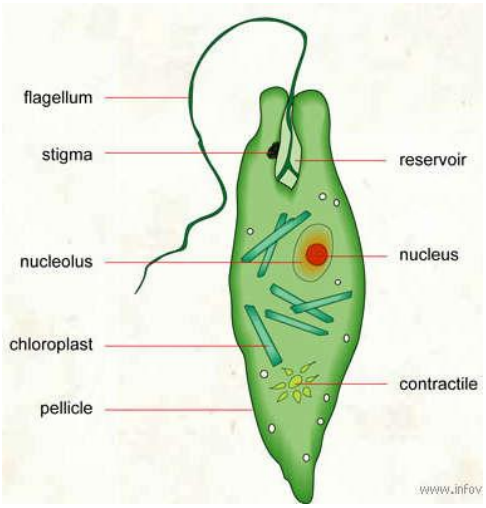
Order: Euglenales

Family:Euglenaceae

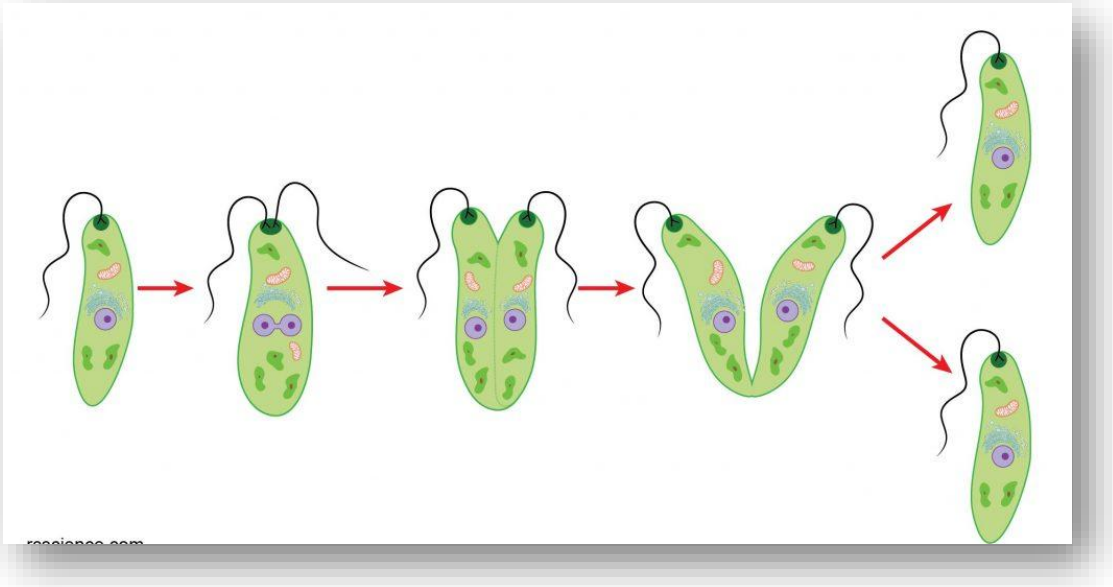
Genus: *Euglena*

الصفات المميزة لهذا الطحلب:

1. طحلب مغزلي الشكل له نهاية مدببة ونهاية دائرية ويمتلك سوط طويل في مقدمة الجسم .
2. يكثر في المياه العذبة والمويلحة وفي المياه الغنية بالمواد العضوية ويعيش سابحا بصورة حرة.
3. ينشا السوط من قاعدة المستودع وتوجد فجوة متقلصة عند قاعدة المستودع .
4. البقعة العينية تقع في مقدمة الجسم.
5. البلاستيدة قرصية او نجمية او صفائحية ، الغذاء المخزون يتكون من مواد كاربوهيدراتية (براماليوم Paramylum) والذي يكون بشكل صفائح قرصية او حلقية تنتشر في السايتوبلازم.
6. تتكاثر خضريا بالانشطار الثنائي البسيط.



طحلب اليوغلينا *Euglena*

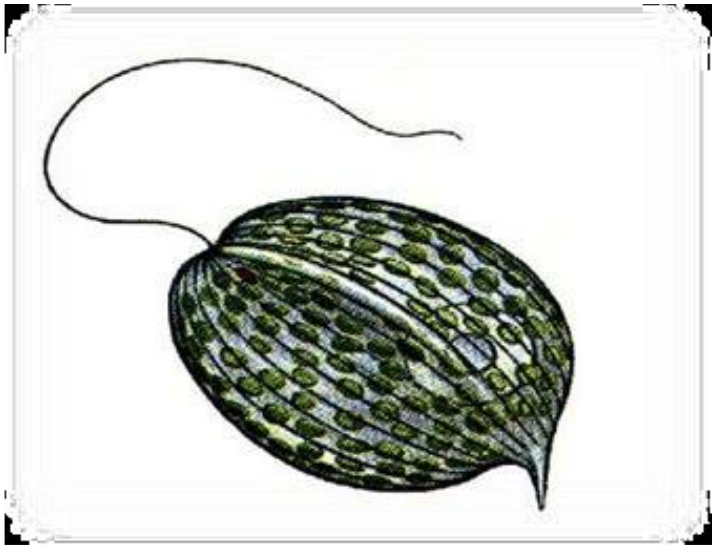


الانشطار الثنائي البسيط في طحلب اليوغلينا *Euglena*

Division: Euglenophyta
Class: Euglenophyceae
Order: Euglenales
Family: Euglenaceae
Genus: *Phacus*

يتواجد هذا الطحلب في بيئة المياه العذبة، ويشبه في تركيبه طحلب اليوغلينا ويتكون من خلية واحدة ويكون جسم الطحلي مسطحاً وملتوياً قليلاً ويحتوي على بروتوبلاست مزخرف بشكل ثقوب او خطوط تمتد اما بصورة طولية او بشكل خطوط عرضية بين الخطوط الطولية ويمكن ملاحظة هذه الخطوط بعد إضافة القليل من الحبر الصيني.

.



Phacus

❖ شعبة الطحالب الذهبية (Golden Algae) Divition : Chrysophyta

يضم هذا القسم عدداً كبيراً من الاجناس تتبعها أنواع متباينة من حيث الشكل والحجم ولكنها متشابهة من حيث الخصائص الخلوية، ولاسيما الصبغات والمادة التي تخزنها هذه الطحالب حيث انها لا تخزن النشا اطلاقاً ويستعاض عنة بمركبات مختلفة.

- **الصفات العامة لهذه الطحالب هي:**

١- تضم أجناس أحادية الخلية أو خيطية أو غير متفرعة أو تكون ذات أشكال سيفونيه.

٢- البلاستيدات بأشكال مختلفة قرصية، عدسية، بيضوية، جدارية.

٣- الصبغات التمثيلية في البلاستيدات هي كلوروفيل B،A وβCarotene , α وبعض الصبغات الزانثوفيلية.

٤- الغذاء المخزون يكون بشكل دهون وزيوت ولا يخزن بشكل نشا.

٥- يلاحظ في الأجناس المتحركة والأطوار التكاثرية المتحركة التنوع في النظم السوطية فقد تحتوي على:

أ- سوط واحد أمامي الموقع من النوع الأملس Acronematic.

ب-سوطان غير متساويان في الطول من النوع الأملس.

ت-سوطان غير متساويان في الطول أحدهما أملس Acronematic والأخر ريشي Pantonematic.

ث-سوطان متساويان في الطول أحدهما أملس والآخر ريشي . ويوجد بينهما زائدة تسمى Haptonema وقد تكون هذه الزائدة مستقيمة اوحلزونية.

٦- **التكاثر الخضري** يحدث بواسطة الانقسام او الانشطار الطولي اويحدث بواسطة التجزؤ.

التكاثراللاجنسي يحدث بتكوين ابواغ متحركة او غير متحركة او بواسطة حويصلات او أكياس او ابواغ ساكنة (ابواغ التوازن)

اما **التكاثر الجنسي** فيكون اما متشابه الامشاج او مختلف الامشاج المتحركة او من النوع البيضي

- **<u>البيئة والتواجد</u>:**

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

- **تصنيف شعبة الطحالب الذهبية Classification Of Golden Algae**

صنفت أفراد هذه الشعبة الى ثلاثة صفوف هي:

١- صنف الطحالب الخضر المصفرة Class : Xanthophyceae

٢- صنف الطحالب البنية الذهبية Class : Chrysophyceae

٣- صنف الطحالب العصوية (الدايتومات) (Diatoms) Class : Bacillariophyceae

صنف الطحالب الخضر المصفرة Class: Xanthophyceae

كانت افراد هذا الصف تصنف ضمن الطحالب الخضر كصف (Class: Heterokonete) وهي الطحالب المتباينة الاسواط،اما بقية الطحالب الخضر فكانت تصنف تحت صف الطحالب المتشابهة الاسواط (Class: Isokonate) ولكن اثبتت الدراسات الحديثة ان افراد هذا الصف تختلف عن افراد صنف الطحالب الخضر بالصفات الاتية:

١- تكون صبغات الزانثوفيلات والكاروتينات بنسبة أكبر من الصبغات الكلوروفيلية ولذلك تظهر البلاستيدات بلون اخضر مصفر وعدم احتوائها على كلوروفيل B.

٢- الغذاء المخزون يكون بشكل دهون وزيوت ولا يخزن بشكل نشا.

٣- جدار الخلية يحتوي على نسبة من المواد البكتينية أكبر من نسبتها في جدران خلايا افراد صف الطحالب الخضر، بالإضافة الى ترسب مادة السليكا على جدران الخلايا بحيث يبدو جدار الخلية وكأنه مكون من نصفين.

٤- الأطوار المتحركة تحوي على زوج من الاسواط الأمامية الموقع والتي تكون غير متساوية في الطول، الطويل ريشي والقصير أملس.

- **الصفات العامة لهذا الصف:**

١- تضم اجناس احادية الخلية أو مستعمرات خيطية متفرعة أو غير متفرعة قد تكون بالميلية او شجيريه أو اشكال سيفونيه.

٢- تضم اجناس عارية او تحاط بجدار ذو جزئين متساويين أو غير متساويين يكون حاوي على نسبة من المواد البكتينية والسليلوزية والسيلكية.

٣- الصبغات التمثيلية في البلاستيدات هي كلوروفيل B،A وβCarotene , α وبعض الصبغات الزانثوفيلية.

٤- الغذاء المخزون يكون بشكل دهون وزيوت ولا يخزن بشكل نشا.

٥- الأسواط تكون عادة ثنائية أمامية الموقع أحدهما ريشي طويل Pantonematic والأخر أملس قصير Acronematic.

٦- الخلايا وحيدة النواة. وفي الأجناس السايفونية تتعدد الأنوية في السايتوبلازم Coenocytic.

٧- **التكاثر الخضري** يحدث بواسطة الانقسام او الانشطار الطولي اويحدث بواسطة التجزؤ.

التكاثراللاجنسي يحدث بتكوين ابواغ متحركةZoospores او غير متحركةAplanospores او ابواغ التوازنStatospores .

اما **التكاثر الجنسي** فلوحظ في بعض الاجناس قد يكون بيضي او متشابه او مختلف الامشاج .

يضم هذا الصف (٦) رتب منها:

١- Order : Heterochridales (ex*: **Heterochloris sp.**)*

٢- Order : Tribonematales (ex: ***Tribonema sp.)***

٣- Order : Vaucheriales (ex: ***Vaucheria sp.)***

١- Order:- Heterochloridales

من ميزات هذه الرتبة:

١- تضم اجناس احادية الخلية متحركة.

٢- معظم الاجناس عارية محاطة بغشاء بلازمي غير صلب.

Family: Heterochloridaceae

Genus : ***Heterochloris sp.***

يتميز بانه:

١- طحلب احادي الخلية متحرك له زوج من الاسواط تبرز من مقدمة الجسم أحدها ريشي طويل والأخر أملس قصير.

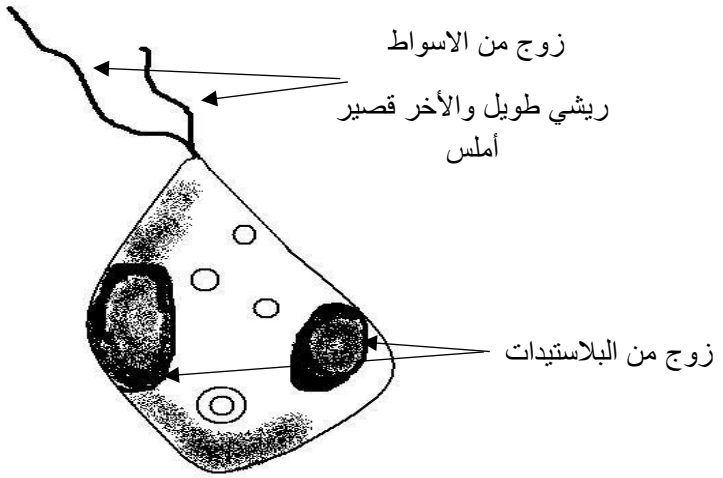
٢- وجود فجوة متقلصة ولكن تنعدم البقعة العينية.

٣- يمتلك بلاستيدتين تقعان على جانبي الخلية.

٤- يتكاثر بالانشطار وقد تبقى الخلايا المنشطرة متصلة مع بعضها وتحاط بمادة جيلاتينية وتصبح ذات شكل بالميلي.

٥- شكل الخلية اميبية الشكل او تمتلك زوائد سايتوبلازمية بفقدان او عدم فقدان الاسواط.

٢- Order :- Tribonematales



شكل يوضح طحلب ***Heterochloris***

من ميزات هذه الرتبة:

١- تضم اجناس خيطية متفرعة او غير متفرعة.

٢- تحاط خلايا الخيط بجدار سليكي.

٣- التكاثر اللاجنسي بتكوين Zoospores اوAplanospores او بتكوين ابواغ التوازن Statospores اما التكاثر الجنسي فهو من نوع Isogamy.

Family: Tribonemataceae

Genus :- ***Tribonema sp.***

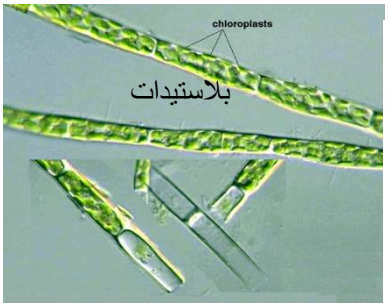
يتميز بانه:

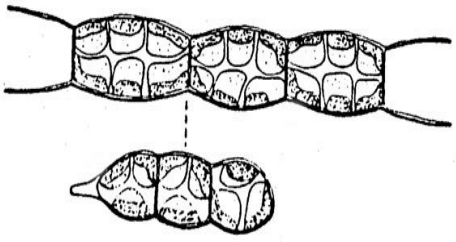
١- يتواجد هذا الطحلب في المياه العذبة الجارية ومياه البرك النظيفة.

٢- الطحلب خيطي غير متفرع خلاياه اسطوانية طولها أكثر من عرضها.

٣- تحتوي الخلية عدد من البلاستيدات القرصية وتنعدم المراكز النشوية.

٤- التكاثر اللاجنسي بتكوين Zoospores اوAplanospores او بتكوين ابواغ التوازن Statospores اما التكاثر الجنسي فهو من نوع Isogamy.





شكل يوضح طحلب
Tribonema

٣- Order : Vaucheriales

من ميزات هذه الرتبة:

١- تتواجد افرادها في المياه العذبة وبعضها يتواجد في المياه المالحة او تنمو على الطين.

٢- تضم اجناس سيفونية متعددة الانوية لها فجوة متقلصة كبيرة مركزية والبروتوبلاست محيطي.

٣- البلاستيدات متعددة قرصية.

٤- التكاثرالخضري بواسطة التجزؤ.

اما التكاثراللاجنسي بتكوين الابواغ المتحركة Zoospores اوبتكوين الاكياس، حيث بكوين حوافظ بوغية طرفية وذألك بانتفاخ طرف أحد الفروع. في كل حافظة يتكون بوغ واحد متحرك ومتعدد الانوية. يتحرر البوغ من الحافظة البوغية Sporangiumويسبح لفترة قصيرة ثم يفقد السوط ويبدأ بالنمو الى طحلب جديد.

اما التكاثر الجنسي فيكون من النوع البيضي Oogamy وتحمل الأعضاء التكاثرية اما على نفس النبات Homothallicاو على نباتين مختلفين Heterothallic.

Family: Vaucheriaceae

Genus :- ***Vaucheria sp.***

كان المعتقد ان هذا الطحلب يعود الى صف الطحالب الخضر ولكن اثبتت الدراسات ان هناك اختلافات بين هذا الجنس وبقية الطحالب الخضر هي:

١- الصبغات الزانثوفيلية تتواجد بنسبة أكبر من الكلوروفيليات كما لا تحتوي على كلوروفيل B وتم حديثاً التعرف على وجود كلوروفيلE في الابواغ السابحة فقط.

٢- لايخزن الغذاء بشكل نشا ولكنه يتواجد بشكل زيوت او كربوهيدرات بشكل Leucosin.

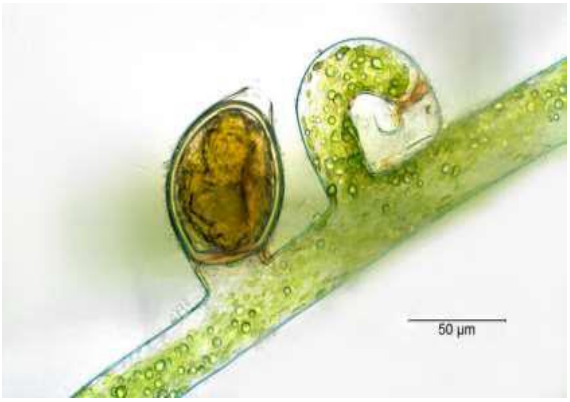
٣- الاسواط في الامشاج الذكرية تكون غير متساوية في الطول، أحدهما يكون ريشي طويل والأخر أملس قصير، اما في الطحالب الخضر فتكون الاسواط متساوية في الطول ملساء.

ويتميز هذا الطحلب ايضاً بانه:

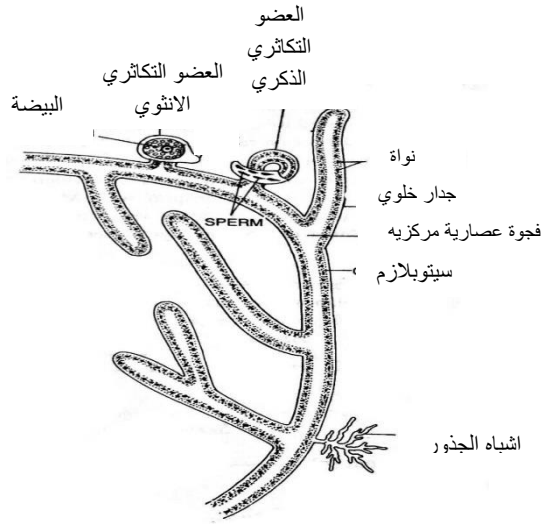
١- يتواجد في المياه العذبة الراكدة والجارية وأحيانا في المياه المالحة، ينمو على الطين لشواطئ الأنهار.

٢- جسم الطحلب أنبوبي قليل التفرع، متعدد الأنوية، له فجوة مركزية كبيرة والسيتوبلازم محيطي ويحوي عدد كبير من الأنوية.

٣- والبلاستيدات تكون الحوامل الصبغية Chromatophores القرصية الشكل وتكون فاقدة للمراكز النشوية.



شكل يوضح طحلب
Vaucheria

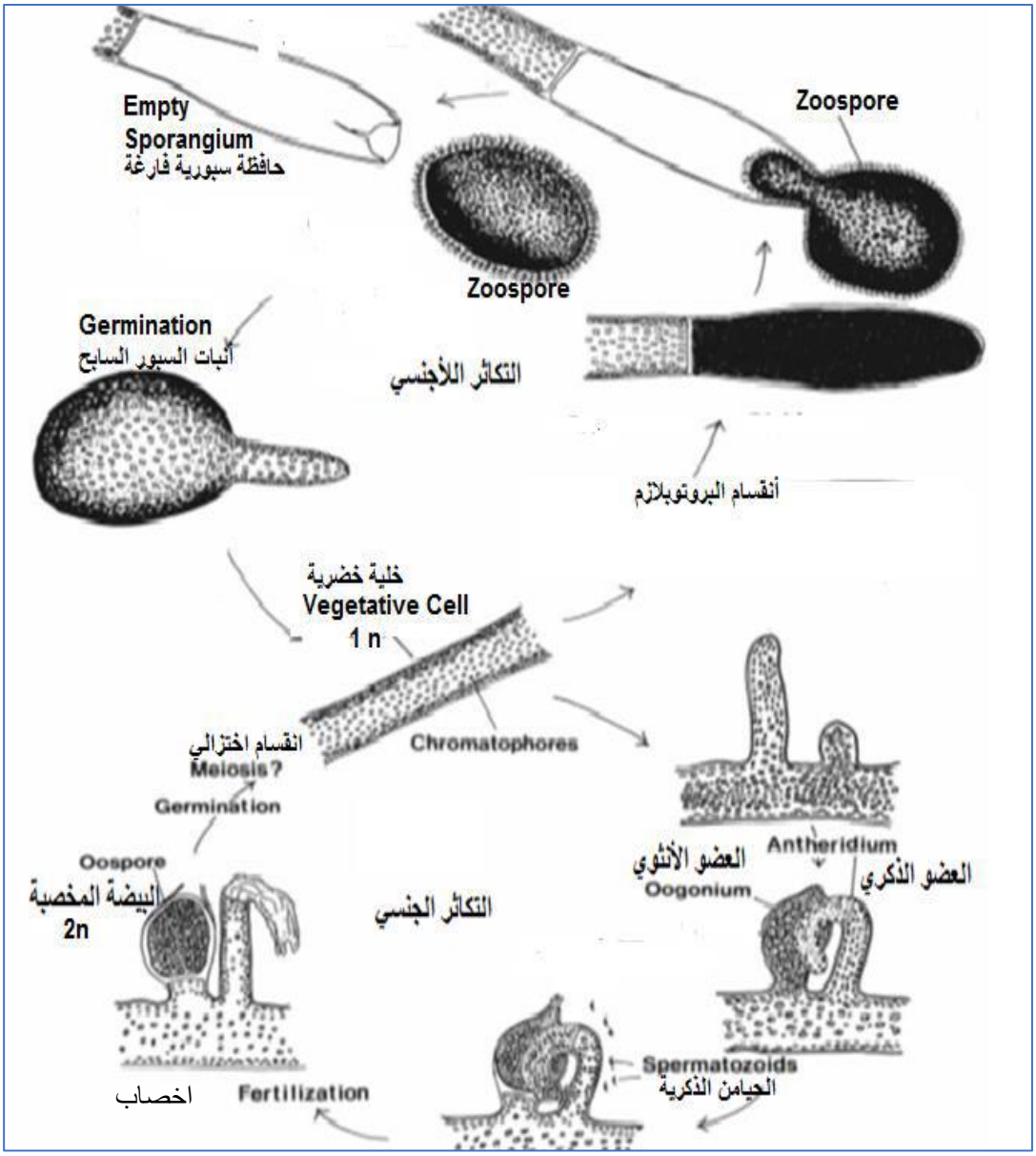


- **<u>التكاثر Reproduction:</u>**

١- لاجنسيا: عن طريق تكوين أبواغ متحركة تتكون في حوافظ طرفية تتكون بانتفاخ 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 قبل ان يفقد اسواطه ويبدأ بالنمو الى طحلب جديد.

٢- جنسيا: يكون من النوع البيضي وتحمل الأعضاء التكاثرية أما على نفس النبات Homothallic **أو** على نباتين مختلفينHeterothallic وتكون الأعضاء التكاثرية اما جالسة او محمولة على حامل.
تنشأ الأعضاء التكاثرية الأنثوية Oogonium بشكل انتفاخ 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 اختزالياً.



دورة حياة طحلب ال***Vaucheria***

(محاضرة 11)

صف الطحالب الذهبية Class : Chrysophyceae (Golden Brown Algae)

❖ **الصفات العامة لهذا الصف:**

- معظم أفرادها احادية الخلية متحركة أو بشكل مستعمرات أو أحادية الخلية أميبية او تجمعات اميبية او شجيرية او بالميلية، والقليل منها بشكل خيوط .
- غالبيتها خلاياها عارية اي تفتقر الى الجدار السليلوزي والكثير منها تحاط بالحراشف Scales او الدروع Lorica
- تحتوي على الصبغات التمثيلية تتمثل ب Chlorophyll a , b و Carotene -β وصبغات زانثوفيلية Xanthophyll متعددة ويعود اللون البني الذهبي الى تغلب صبغات الكاروتين والزانثوفيل .
- الغذاء المخزون من الزيوت من نوع Leucosin وكاربوهيدرات من نوع Chrysolaminarin
- الأسواط متعددة الأنواع وقد يوجد بين السوطين زائدة Haptonema
- تحوي على فجوة متقلصة واحدة أو أكثر عند قاعدة السوط.
- الخلايا احادية النواة، وتغذيتها أما ذاتية أو مختلفة.

❖ **التكاثر:**

1. **الخضري**: عن طريق الأنشطار الطولي للخلية الأحادية، والتجزؤ في المتعددة الخلايا. ففي الاجناس احادية الخلية المتحركة يتم انقسام الخلية الام الى خليتين بنويتين سرعان ما تنفصلان بعد الانقسام مكونة كل منهما خلية جديدة. اما الاشكال التي تكون مستعمرات فانها يمكن ان تكون مستعمرة جديدة بانفصال خلية مفردة من المستعمرة ونموها الى مستعمرة جديدة او بواسطة تجزؤ المستعمرة الى جزيئتين او اكثر.
2. **اللا جنسي:** ويحدث بالاشكال الاتية:

أ. بتكوين الابواغ المتحركة : يحدث تكوين الابواغ المتحركة في الانواع الغير متحركة، حيث ينقسم البروتوبلاست ليكون بوغ واحد او عدة ابواغ متحركة وهذه الابواغ تكون عارية وحاملة لبلاستيدة واحدة او اثنين، احادية او ثنائية السوط المتساوية او الغير متساوية في الطول.

ب. بتكوين الابواغ الساكنة Statospores او الحويصلات الداخلية Endogenous Cycts ، وهي صفة مميزة لهذا الصف تتكون في الظروف غير الملائمة حيث تنسحب الاسواط داخل الخلية ويظهر غلاف جيلاتيني , بعد تحسن الظروف يتحرر البروتوبلاست بشكل اميبي ينمو الى طحلب جديد ، أو يتقسم البروتوبلاست الى 2-4 ابواغ عارية تنمو الى طحلب جديد .

3. التكاثر الجنسي: نادر الحدوث من نوع متشابه الكميتات Isogamy.

❖ **تصنيف الطحالب البنية الذهبية:**

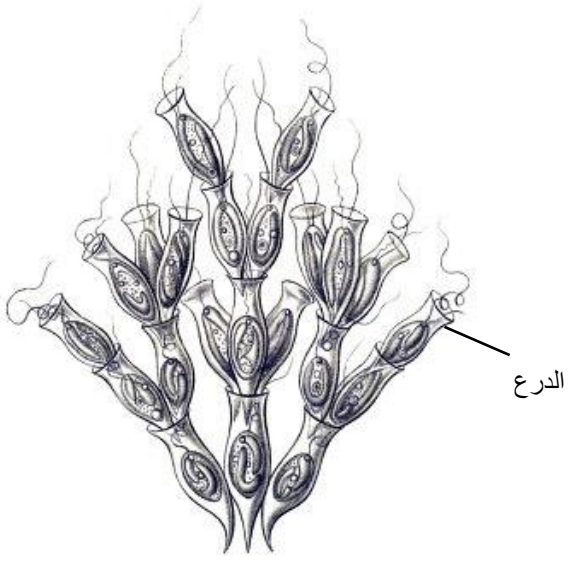
يضم هذا الصف على 7 رتب اعتمد في تصنيفها على الشكل الخضري وطبيعة الحراشف الكلسية Coccoliths المحيطة بالخلية وعدد وطبيعة الأسواط. ومن اهم هذه الرتب رتبة Dinophyciales

Order : Dinophyciales

Family: Dinobryaceae

Genus: *Dinobryon*

- ❖ يوجد هذا الطحلب بشكل مستعمرات متجمعة بشكل شجيري متكونة من خلايا محاطة بدروع مفتوحة من القمة تسمى Lorica.
- ❖ كل خلية حاوية على زوج من البلاستيدات الجدارية وفجوة واحدة او اثنتان متقلصة والغذاء المخزون بشكل حبيبة في مؤخرة الخلية.
- ❖ توجد بقعة عينية في النهاية الامامية للجسم مع وجود زوج من الاسواط غير المتساوية في الطول.
- ❖ تعيش في المياه العذبة وبشكل هائم وهناك انواع تعيش متصلة بالقاع مع وجود انواع تعيش في المياه المويلحة.
- ❖ وجودها بكثرة يؤدي الى تعفن المياه وانبعاث روائح كريهة منها.
- ❖ التكاثر الجنسي من نوع Isogametes



طحلب *Dinobryon*

صف الطحالب العصوية(الدايتومية) Class : Bacillariophyceae (Diatoms)

❖ **الصفات المميزة لهذا الصف:**

- تتواجد في مختلف البيئات حيث ان نسبة 47% منها تتواجد في المياه البحرية والباقي يتواجد في بقية انواع المياه بصورة هائمة او ملتصقة وقد تزدهر في فصلي الربيع والخريف.
- تضم أجناس غالبيتها أحادية الخلية أو بشكل مستعمرات متجمعة أو خيطية.
- جدار الخلية الدايتومية يتكون من نصفين متراكبين فوق بعضها أي من مصراعين Valvesويكون المصراعين مرتبطين مع بعضهما بحزام يطلق عليه Girdle
- جدران الخلايا مشبعة بمادة السليكا وبشكل هندسي وتثخنات مختلفة ومتعددة وتعد من الصفات التصنيفية المهمة لهذه المجموعة.
- الصبغات التمثيلية هي Chlorophyll a , c و Carotene – α - β بالإضافة الى الى بعض الصبغات الزانثوفيلية الأخرى .
- الغذاء المخزون بشكل مواد دهنية أو بشكل Chrysolaminarine
- الحركة تعتمد على حركة السايتوبلازم أو على الجهاز الليفي (له القابلية على التقلص والأنبساط) أو المواد الجيلاتينية الموجودة على السطح الخارجي

❖ **تصنيف الطحالب الدايتومية**

صنفت الى رتبتين على أساس تناظرها الى:

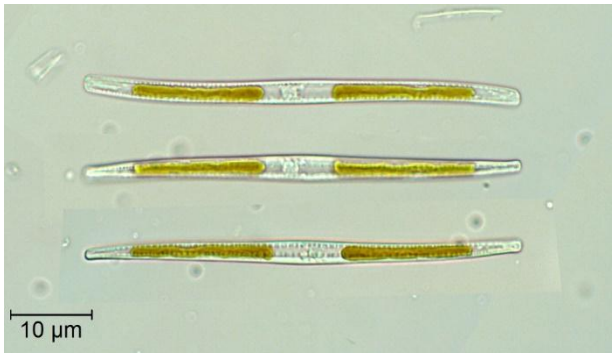
1. Order: Pennales رتبة الريشيات (جانبية التناظر)

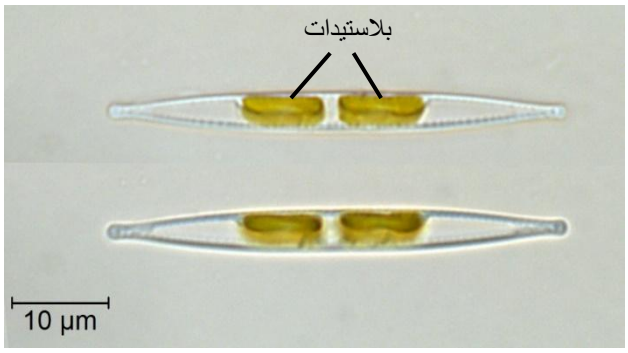
مميزات الرتبة:

- تكون النقوش أو التثخنات ريشية أو شعرية.
- تحوي الخلية على بلاستيدة واحدة أو أثنين غالبا يكون جدارية.
- 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
- تتحرك الخلايا حركة تزحلقية.
- التكاثر الجنسي من نوع متشابه الأمشاج Isogamy
- غالبية أجناس هذه الرتبة تتواجد في المياه العذبة.

- **Genus : *Nitzschia***

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

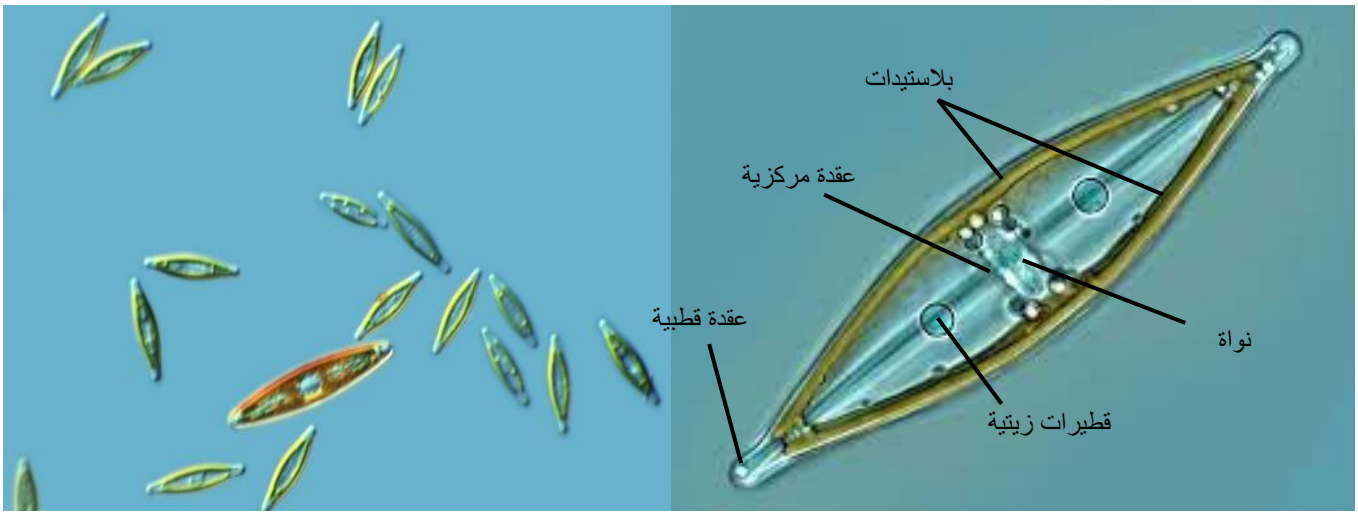




طحلب *Nitzschia*

- **Genus : *Navicula***

طحلب مفلطح ذات نهايات ضعيفة وزخارف جانبية يحتوي على عقدتين وعقدة مركزية. يمكن ملاحظة الاخدود 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.

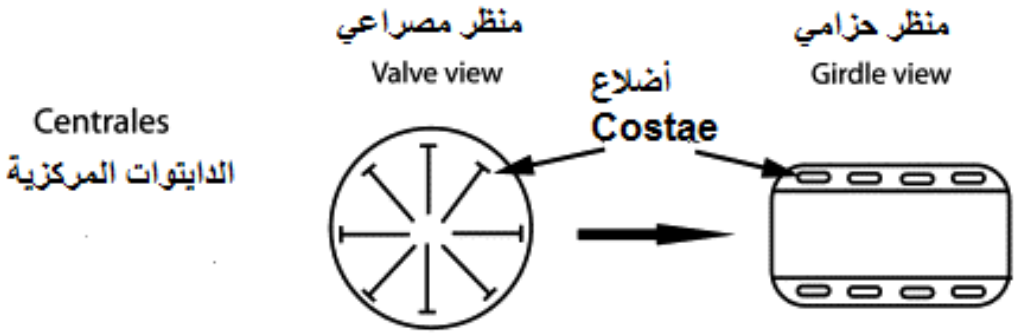


طحلب *Navicula*

2. Order: Centrales رتبة المركزيات (شعاعية التناظر)

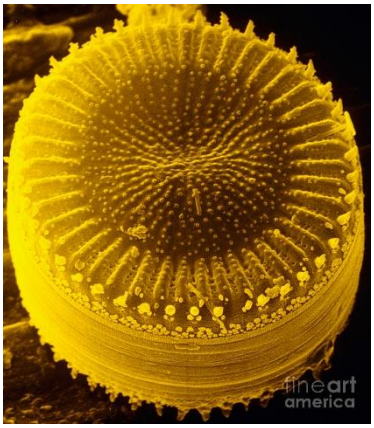
مميزات الرتبة:

- تكون النقوش أو التثخنات ذات أشكال شعاعية.
- تحوي الخلية على بلاستيدات متعددة غالبا قرصية الشكل.
- لا تحتوي الخلية على الأخدود Raphe
- أفراد هذه الرتبة غير متحركة.
- غالبية الأجناس بحرية المعيشة هائمة مثال عليها *Cyclotella*



➢ Genus : *Cyclotella*

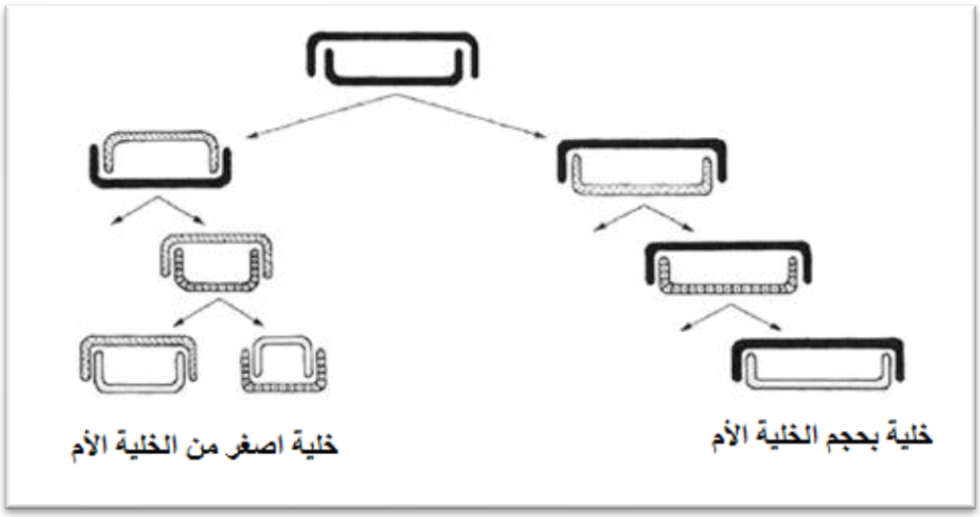
طحلب قرصي الشكل ذو زخرفة دائرية تبدأ من مركز الخلية الى الجوانب. يوجد بشكل مفرد واحيانا تتحد مع بعضها بمادة جيلاتينية لتشكل سلسلة متطاولة. يحتوي على عدد من البلاستيدات القرصية، ويحوي على عدد من الاشواك الجانبية، واسع الأنتشار في المياه العذبة والمويلحة والمالحة، يسبب مشاكل بيئية تتمثل بغلق مرشحات تصفية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



طحلب ***Cyclotella***

❖ **التكاثر في الدايتومات:**

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 الجدار 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 حجما من الخلية الأم.



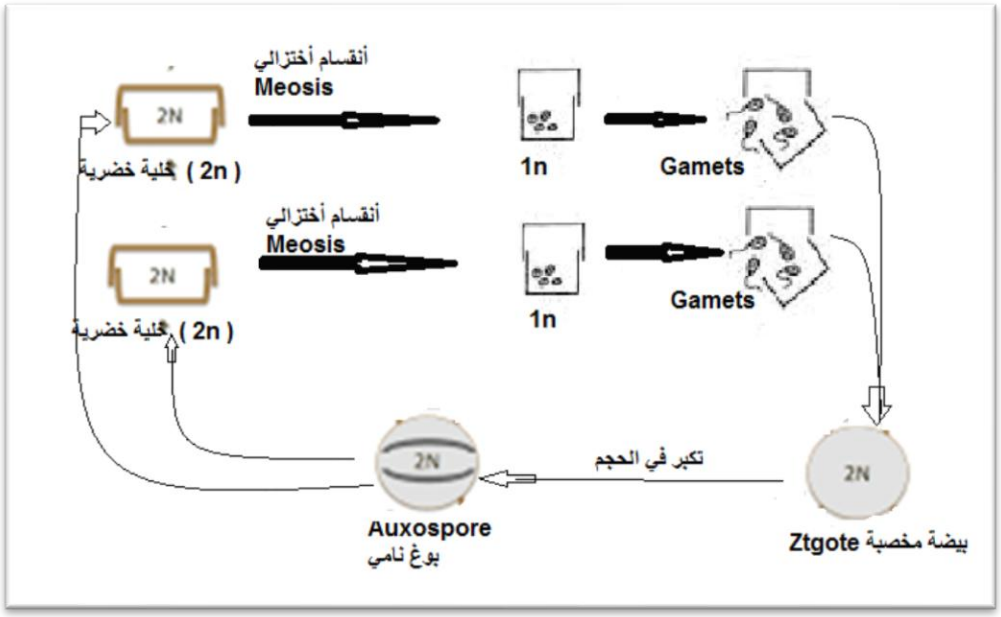
التكاثر الخضري في الدايتومات الريشية

2. التكاثر اللأجنسي:

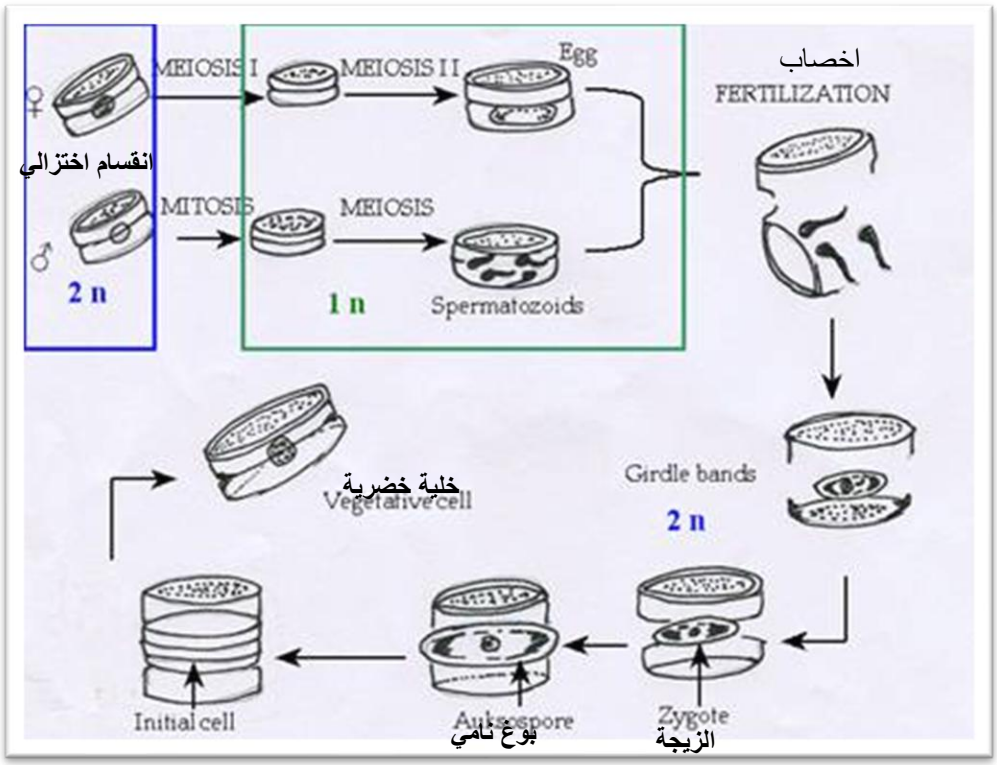
يحدث هذا النوع من التكاثر بتكوين الابواغ الساكنة Resting Spores او الخلايا الساكنة Resting Cells، بعض الخلايا الدايتومية تتحول في أوقات مختلفة من حياتها الى خلايا ذات جدار سميك (أبواغ ساكنة) تسقط هذه الأبواغ من المنطقة الهائمة الى المنطقة القاعية وعند توفر الظروف الملائمة تنبت الى طحلب جديد، ويكون حجم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

3. التكاثر الجنسي:

- في الدايتومات الريشية: ويكون من نوع Isogamy ، يتم بأتحاد أمشاج متحركة حركة أميبية ، مع بعضها وتكوين البيضة المخصبة، والتي تكبر بالحجم وتدعى Auxospores والتي تنمو الى طحلب جديد ، بهذه الطريقة تستعيد الخلايا الصغيرة الناتجة من التكاثر الخضري الى حجم الخلية الأم (الأصلية).
- في الدايتومات المركزية Centrales: من النوع البيضي Oogamy أي بأتحاد أمشاج ذكرية صغيرة أحادية السوط مع خلية البيضة الكبيرة الساكنة وتتكون البيضة المخصبة ثم Auxospore والتي تنمو الى نبات جديد.



التكاثر الجنسي في الدايتومات الريشية



التكاثر الجنسي في الدايتومات المركزية

❖ **الدايتومات المتحجرة Fossil Diatoms**

عند موت الخلايا الدايتومية تترسب في قاع البحار والمحيطات وتتحلل الخلايا وتبقى جدران الخلايا المتكونة من مادة السليكا 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: Cryptoph yta

تضم هذه الشعبة حوالي ١٠٠ نوع، تمتاز بالصفات الاتية:

- **الصفات العامة لهذه الطحالب هي:**

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

٢- الخلايا صغيرة وذات تسطح ظهري وبطني.

٣- الخلايا تكون عارية وتحاط بالبريبلاست Periplast وبعض الأجناس قد تحوي على جدار سليلوزي. **(البريبلاست Periplast:** هو مصطلح يشير إلى غطاء الخلية أو جدار الخلية في بعض الكائنات الحية الدقيقة، خاصة في الطحالب .يوجد البيريبلات كطبقة صلبة تحت الغشاء البلازمي للخلايا، ويوفر الدعم الهيكلي والحماية للكائن الحي ويوفر لها أيضا هيكلاً صلباً وحماية، قد يشارك البيريبلات في تنظيم حركة الخلية والنمو والانقسام) .

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

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

٦- الصبغات التمثيلية تتمثل بالكلوروفيل Cو A وتفتقر الى وجود ا ل Carotene – β ولكنها تحوي على Carotene – α بالأضافة الى بعض الصبغات الزانثوفيلية وصبغات البايلوبروتين.

٧- 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.

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

٩- التكاثر يحدث بالانقسام البسيط وفي بعض الأجناس بتكوين أبواغ، والتكاثر الجنسي نادر الحدوث في هذه الشعبة.

- **البيئة والتواجد:**

ينتشر افراد هذه الطحالب في المياه العذبة والمالحة بصورة هائمة او ملتصقة على الطين او التربة الرطبة.

- **التركيب الخلوي الدقيق للطحالب الكربتية:**

١- يحاط الدسم بالبريبلاست Periplast حيث يوجد تحت الغشاء البلازمي صفائح بروتينية ثلاثية الطبقات وفي اجناس عارية أخرى قد يوجد الى الخارج من الغشاء البلازمي طبقة من الليفات الدقيقة تترتب بشكل مفكك خارج الغشاء البلازمي.

٢- البلاستيدة تتالف من فصين ترتبط مع بعضها بواسطة المراكز النشوية وتحاط بغشاء ثنائي الطبقات وطبقتين من الشبكة الاندوبلاومية التي تحيط الخارجية متها بالنواه وان بعض الأنواع تكون فاقدة للبلاستيدات والصبغات أيضا.

٣- النواه كبيرة الحجم تقع في الجزء الخلفي من الخلية وتحتوي على نواة واضحة كما تحتوي الخلية على فجوة متقلصة واحدة قرب المستودع.

٤- تحتوي بعض الأنواع على بقعة عينية مؤلفة من حبيبات دهنية وتوجد الى الداخل من البلاستيدة او الى الخلف من المركز النشوي Pyrenoid. وقد وجد في بعض الأنواع اجسام مضلعة ملساء لها تركيب معقد تعرف بالحويصلات الشعرية او الجسيمات القاذفة Ejectosomes تتشابه مع الحويصلات الموجودة في الطحالب البرواتية والبراميسيوم وقد يكون انطلاق هذه الجسيمات وسيلة للهروب.

- **تصنيف شعبة الطحالب الكربتية Classification Of Cryptophyta**

صنفت الى صنف واحد هو: Class: Cryptophyceae ورتبتين هما:

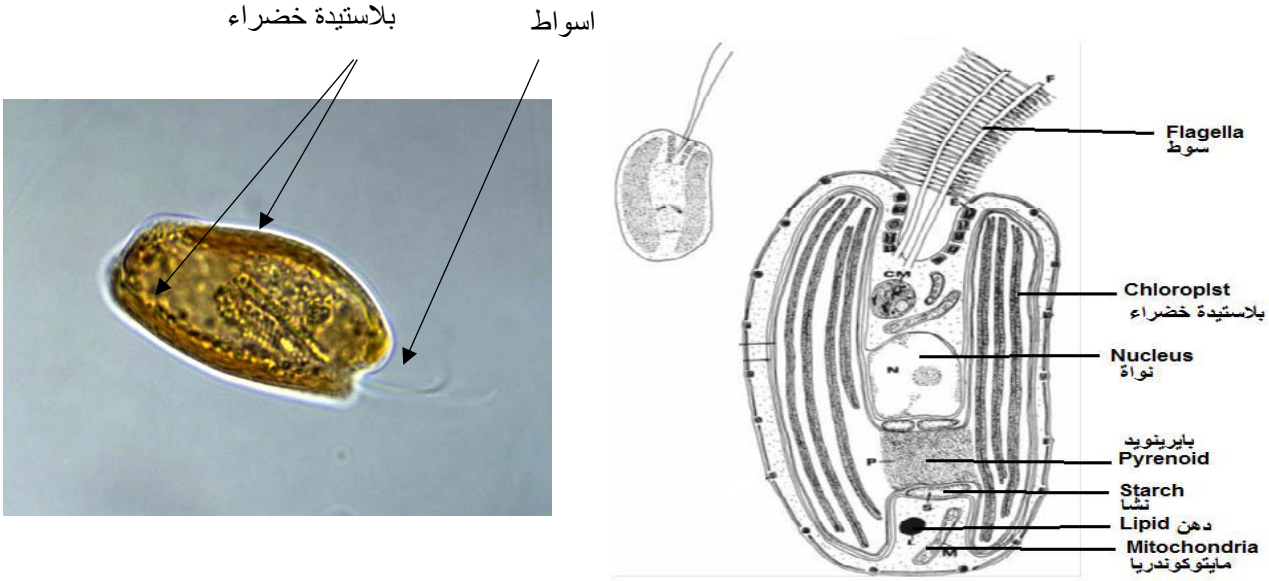
١- Order: Cryptomonales (ex: ***Crtyptomonas sp.***)

٢- Order: Cryptococcales (ex: ***Tetragonidium sp.***)

Family: Cryptomonadaceae

Genus: ***Crtyptomonas sp.***

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



شكل يوضح طحلب ***Crtyptomonas***

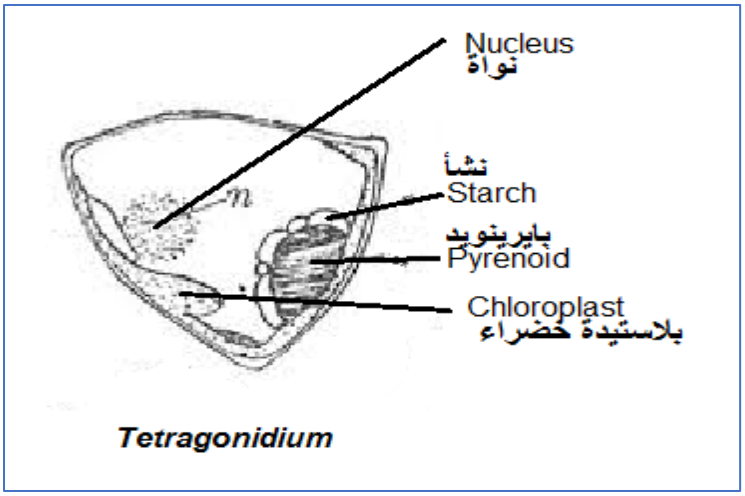
التكاثر:

يتكاثر هذا الطحلب بالانقسام الخلوي البسيط حيث تصبح الخلية عديمة الحركة وتحاط بغلاف جيلاتيني وتنقسم الخلية طوليا.

Family:Tetragonidiaceae

Genus: ***Tetragonidium sp.***

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



Tetragonidium شكل يوضح طحلب

التكاثر:

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

❖ شعبة الطحالب البنية (Brown Algae) Division : Phaeophyta

تعتبر من أرقى الطحالب وأكثرها تعقيدا من حيث تركيبها الداخلي والخارجي، يوجد تقسيم وتخصص واضح في عمل ووظيفة الخلايا، تبلغ اعداد اجناسها بحدود ٥٢ جنس و٥٢٢ نوع.

- **الصفات العامة لهذه الطحالب هي:**

١- الطحالب البنية طحالب بحرية غالبيتها تعيش في البحار والمحيطات بعكس الطحالب الخضراء المزرقة والخضراء والتي معظمها تعيش في المياه العذبة.

٢- الاشكال الخضرية اما خيطية متفرعة او عادة تكون من جزئين قائم ومنبطح وجزء قاعدي حيث تضم أجناس ذات أشكال مختلفة ومتباينة في الحجم فقد يصل طول بعضها الى ٧٠ متر وتسمى بالأدغال البحرية Kelps، وينعدم وجود الأشكال وحيدة الخلية أو المستعمرات، ويكون جسم الطحلب مثبت في الوسط الذي يعيش عليه بواسطة خلية قاعدية تدعى Hold fast او اشباه جذور Rhizoids.

٣- الثالوس كبير الحجم ذات ملمس جلدي او مطاطي ويتكون من ماسك او قدم، حامل او عنق، ونصل عريض مفلطح وظيفته بناء المادة العضوية في عملية البناء الضوئي وكذلك إنتاج الجراثيم اثناء عملية التكاثر.

٤- تمثل هذه المجموعة الأعشاب البحرية مثلKelps والأعشاب الصخرية مثلRock weeds .

٥- الجدار الخلوي يتكون من طبقتين الداخلية سيلولوزية والخارجية جيلاتينية وتحتوي نسبة عالية من الألجين.

٦- الأصباغ الشائعة هي صبغ الفيوكوزانثينFucoxanthin والذي يفوق كمية الكلورفيل (Aو C) والكاروتين β- carotene ولذلك يأخذ الطحلب في هذه المجموعة اللون البني.

٧- المواد الغذائية المدخرة هي عبارة عن مواد كربوهيدراتية تسمى لامينارين Laminarin starch (النشا الفلوريدي) بالإضافة الى سكر المانيتولMannitol والكليسيرولGlycerool.

٨- التكاثر يتم بعدة طرق منها:

أ- التكاثر الخضري (تفتيت جسم الطحلب الى عدة اجزاء) .

ب- التكاثر اللاجنسي (إنتاج الجراثيم ثنائية المجموعة الكروموسومية متحركة والتي تتكون من جسم كمثري الشكل ويحتوي على سوطين جانبين أحدهما طويل ويتجه الى الأمام والأخر قصير ومتجه الى الخلف) حيث تتكاثر لاجنسيا بتكوين حوافظ سبورية بنوعين وحيدة الغرفة Unilocular sporangia او متعددة الغرف Multilocular sporangia.و السبورات السابحة Zoospores المتكون داخل الحوافظ السبورية عديدة الغرف تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (٢n) بينما المتكونة داخل الحوافظ السبورية أحادية الغرفة فتكون أحادية المجموعة الكروموسومية (١n).

ج- التكاثر الجنسي من نوع متشابة الامشاج Isogamy حيث تمتاز بظاهرة تبادل الأجيال (الطور المشيجي مع الطور الجرثومي)

٩- تحوي الاطوار التكاثرية المتحركة (لأبواغ والامشاج) عادة:

أ- على زوج من الاسواط الجانبية الموقع او التي تقع تحت القمة بقليل أحدهما يتجه الى الامام ويكون من النوع الريشي Pantanematic ويكون طويل والاخر يتجه الى الخلف ويكون قصير وأملس Acronematic.

ب-او قد تحوي الامشاج في بعض الاجناس على سوط واحد جانبي الموقع ريشيPantanematic .

ت-او قد تحوي على سوطين جانبية الموقع المتجه الى الامام يكون ريشي Pantanematic قصير والمتجه الى الخلف يكون أملس طويل.

١٠- تتميز الطحالب البنية بوجود ثلاث أنواع من دورات الحياة هي:

أ- دورة حياة من نوع تعاقب الأجيال متشابهة Isomorphic alternation of generation وفي هذا النوع من دورات الحياة يتماثل الطوران السبوري (٢n) والكميتي (١n) من حيث المظهر الخارجي ومختلفان في الصفات الوراثية يتبدلان خلال دورة الحياة.

ب-دورة حياة من نوع تعاقب الأجيال مختلفة Heteromorphic alternation of generation وفية يختلف الطور السبوروفايتي عن الكميتي من حيث المظهر الخارجي والصفات الوراثية ويتعاقبان خلال دورة الحياة.

ت-هناك نوع اخرمن دورات الحياة في هذه الطحالب حيث يكون الطور الخضري حاوي خلايا ثنائية العدد الكروموسومي(٢n) بينما الطور التكاثري فتكون خلاياه أحادية العدد الكروموسومي (١n) ويطلق على هذا النوع من دورات الحياة Cyclosporeae.

- **البيئة والتواجد:**

هناك ٦ اجناس فقط تعيش في المياه العذبة اما الاجناس الاخرى فتكون بحرية المعيشة وتوجد هناك ٦ اجناس فقط تعيش في المياه العذبة اما الاجناس الاخرى فتكون بحرية المعيشة وتوجد الدافئة. هناك بعض الانواع تعيش في المياه المويلحة وتكون فاقدة للجزء المثبت وتكون مطمورة في الطين. وتكون الانواع البحرية مثبتة نفسها على الصخور وبعض انواعها تنمو مصاحبة لغيرها من الطحالب اما عالقة على سطحها Epiphyta او بداخلها Endophyta بعض انواعها لا تنمو الا في مناطق المد والجزر، اذ تنحصر اعشاب الصخور في المناطق الساحلية العليا. اما اعشاب البحر فتنمو في المنطقة الساحلية السفلى وهناك انوع تنمو في المناطق الساحلية الوسطى (١٠-٢٠) متر وبعض الأنواع لاتظهر على سطح الماء اطلاقاً.

- **التكاثر Reproduction :**

١- التكاثر الخضري:

تتكاثر الطحالب البنية خضريا بواسطة التجزؤ حيث ينشطر الثالوس بصورة عمودية الى جزئي او أكثر وتبقى الأجزاء متصلة بالطبقة التحتية او قد يحدث التكاثر عن طريق انفصال أجزاء تطفو بعيدا ثم تنمو الى نبات جديد. وقد يحدث التكاثر الخضري عن طريق تكوين وانفصال أفرع تكاثرية خاصة تسمىPropagula تنمو هذه الأفرع مكونة نبات جديد كما في جنس *Sphacelaria*.

٢- التكاثراللاجنسي:

تنتج جميع الطحالب البنية ما عدا رتبة Fucales سبورات متحركة ثنائية الاسواط عارية او سبورات غير متحركة عارية. تحدث عملية تكوين السبورات في الثالوس ثنائي المجموعة الكروموسومية، وهناك نوعين من الحوافظ البوغية:- حوافظ بوغية أحادية الغرفةUnilocular sporangia وحافظة سبورية متعددة الغرف Pleurilocular sporangia.

حوافظ بوغية احادية الغرفة	حوافظ بوغية متعددة الغرف
تنتج ابواغ احادية المجموعة الكروموسومية (نتيجة لحصول انقسام اختزالي)	تنتج ابوغ ثنائية المجموعة الكروموسومية
يتحول كل بوغ الى نبات مشيجي	يتحول البوغ مباشرا الى نبات سبوروفايتي

٣- التكاثر الجنسي:

يكون التكاثر الجنسي في شعبة الطحالب البنية من نوع:

أ- متشابه الامشاج Isogametes

ب-متباين الامشاج Anisogametes

ت-التزاوج البيضي Oogametes

يتم إنتاج الأمشاج في حوافظ أمشاج متخصصة وتكون هذه الحوافظ مشابهة للحوافظ البوغية متعددة الغرف، قد تبقى الأمشاج المتشابهة او البيوض في النباتات ذات التكاثر ألبيضي دون اخصاب والتي تتحول الى نباتات جديدة بواسطة التكاثر العذري.

في معظم رتب الطحالب البنية هناك تعاقب اجيال بين طور بوغي (نبات سبوروفايتي) ثنائي المجموعة الكروموسومية وطور مشيجي (نبات كميتوفايتي) احادي المجموعة الكروموسومية.

- **دورة الحياة:**

تكون اما من النوع الاحادي البسيط Haploid life او تكون ثنائية بسيطة Diploid cycle او تكون معقدة بطورين متعاقبين وطور مشيجي ويكون النبات البوغي مشابه للنبات المشيجي وتدعى دورة الحياة في هذه الحالةIsomorphic diplobiontic او قد يكون النبات المشيجي مختلف تماما عن النبات البوغي وتدعى دورة الحياة في هذه الحالة Heteromorphic diplobiontic L.C.

- **النمو Growth :**

تختلف طريقة النمو في الطحالب البنية باختلاف الشكل الخضري للطحلب فالبعض يكون:

١- النمو فيها من النوع المنتشر وفيه لكل خلية القابلية على الانقسام واضافة خلايا جديدة له.

٢- يكون النمو من النوع المحدود وقد يكون من النوع القمي او يكون بيني ويحدث بوجود مجموعة من الخلايا المرستيمية او يكون قاعدي في الاجناس المتباينة الشعيرات يكون النمو فيها من النوع الشعيري.

***يلاحظ في الطحالب البنية الكبيرة وجود نوع من التمايز بين الخلايا وتتميز الى:**

١- منطقة البشرة Epidermis:

تكون هذه الخلايا الخارجية الموقع في الغالب مرستيمية اي لها القابلية على الانقسام وتحتوي على البلاستيدات.

٢-منطقة القشرة Cortex:

هي خلايا اخرى تلي خلايا البشرة وتكون خازنة للمواد الغذائية عادة.

٣-متطقة النخاع Medulla:

وهي خلايا داخلية تكون متطاولة للبعض منها نهايات منتفخة تدعى Hyphae بالهايفات وتحوي صفائح مثقبة تشبه الصفائح المنخلية في انابيب اللحاء في النباتات الوعائية.

- **تصنيف الطحالب البنية Classification Of Phaeophyta:**

صنفت شعبة الطحالب البنية الى ثلاثة صنوف بالاعتماد على نوع دورات الحياة وهي:

١- صنف الطحالب البنية المتماثلة الأجيال Class: **Isogenerat**

وتتميز بوجود طورين متعاقبين ومتماثلين

٢- صنف الطحالب البنية المتباينة الأجيال Class: **Heterogenerat**

وفيها يتعاقب طورين غير متماثلين.

٣- صنف الطحالب البنية ذات دورة الحياة الثنائية(مستمرة الابواغ) Class: **Cyclosporeae**

وتتميز بعدم وجود ظاهرة تبادل الأجيال ويمثل الثالوس ثنائي المجموعة الصبغية طوال دورة حياته.

١- صنف الطحالب البنية المتماثلة الأجيال Class: Isogenerate

يمتاز هذا الصنف بـ:

١- تضم اجناس لها اشكال خضرية خيطية متفرعة او مختلفة الشعيرات.

٢- غالبية الاجناس لا تحوي على انسجة داخلية متخصصة.

٣- يكون النمو من النوع القمي او الشعري او البيني المنتشر.

٤- يحدث التكاثر اللاجنسي بتكوين ابواغ متحركة او غير متحركة.

٥- يكون التكاثر الجنسي اما من نوع Oogamy او Anisogamy او Isogamy .

٦- تحوي دورة الحياة ظاهرة تعاقب الأجيال المتماثلة Isomorphic Alternation of Generation

يضم هذا الصنف عدد من الرتب منها رتبة

Order : Ectocarpales (ex: ***Ectocarpus sp.***)

Order : Ectocarpales

الصفات العامة لهذه الرتبة:

١- طحالب خيطية مكونة من جزئين قائم ومنبطح.

٢- تتكاثر لاجنسيا بتكوين حوافظ سبورية من النوعين العديدة والوحيدة الغرفة.

٣- التكاثر الجنسي من نوع متشابه الامشاج Isogame.

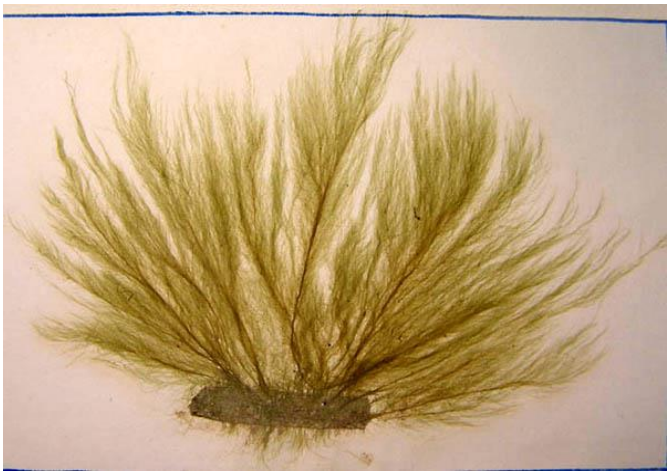
٤- بعض افراد هذه الرتبة يمتلك خيوط شعرية دقيقة يطلق عليها Tirchoithallic.

٥- السبورات السابحة المكونة داخل الغرف العديدة تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (٢n) بينما المكونة داخل الغرف الوحيدة تكون أحادية المجموعة الكروموسومية (١n).

Family : Ectocarpaceae

Genus : ***Ectocarpus sp.***

تعيش انواع هذا الطحلب في مياه البحر الأبيض المتوسط وفي المياه الباردة، ويتركب الطحلب من خيوط رفيعة كثيرة التفرع، لونها بني مصفر توجد على الصخور او عالقة على بعض انواع الطحالب الأخرى وتوجد تفرعات شبه جذرية من الخلايا القاعدية للمحور الرئيسي تساعد على تثبيت الطحلب. وفي الغالب يتميز الثالوس الى خيوط زاحفة وأخرى قائمة تنتهي بأطراف مدببة بعض الشيء. الخلية صغيرة الحجم دائرية او برميلية تحاط من الخارج بجدار سميك ويمثل مركز الخلية فراغ مركزي وتوجد النواة معلقة بواسطة اشرطة سيتوبلازمية، السيتوبلازم يحتوي على حاملات اصباغ تكون اما قرصية او شريطية غير منتظمة الشكل. الثالوس يكون اما احادي او ثنائي المجموعة الكروموسومية.



شكل يوضح طحلب
Ectocarpus sp.

تكاثر Reproduction:

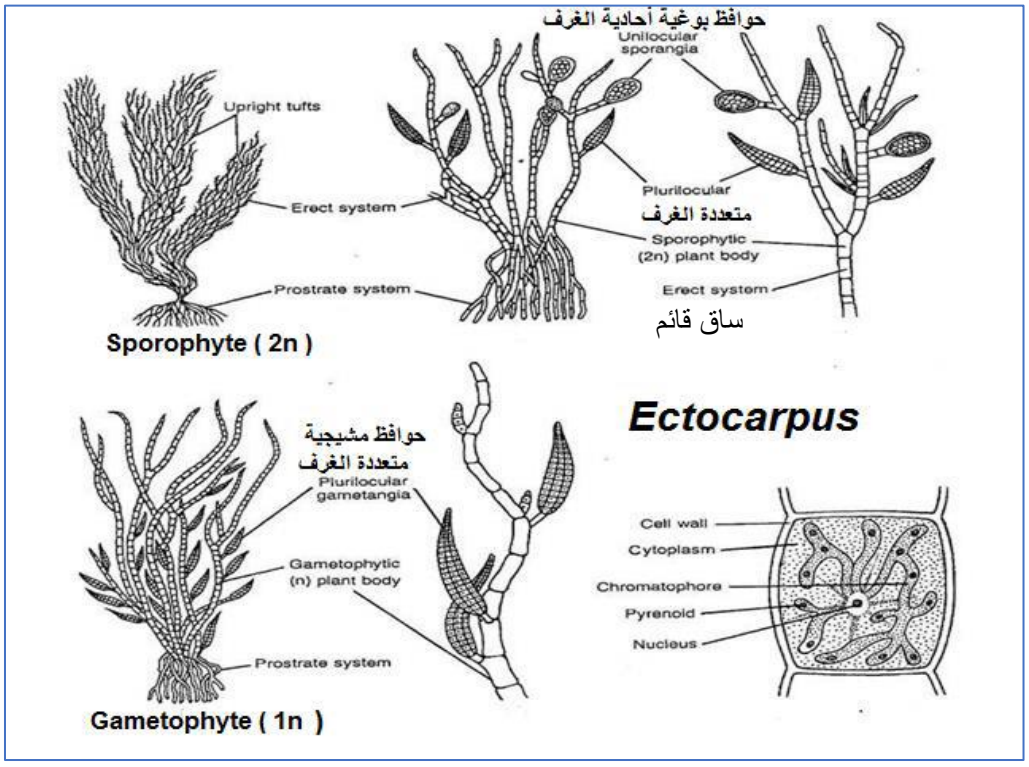
يكون التكاثرهذا الطحلب اما لاجنسي او جنسي

التكاثر اللاجنسي:

يحدث التكاثر اللاجنسي 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(٢n). تتحرر هذه الابواغ وتسبح لفتره قصيرة وتستقر على وسط صلب وتبدأ بالأنبات لتكون نبات بوغي جديد.

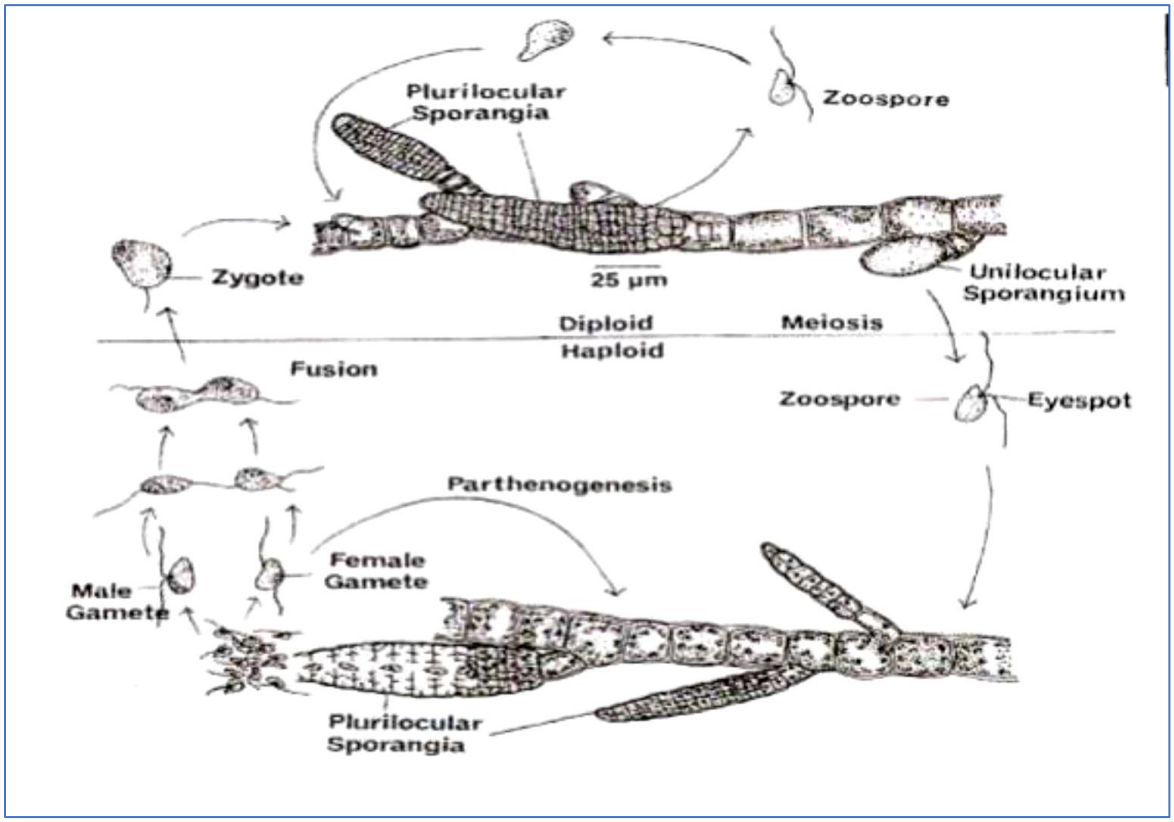
أما الحوافظ البوغية أحادية الغرفة فأنها تنشأ كذلك على أفرع جانبية في النبات البوغي، تحتوي الحافظة البوغية أحادية الغرفة على نواة واحدة (٢n) حيث تنقسم أنقساما أختزاليا يعقبه أنقسامات أعتيادية فتتكون أبواغ متحركة أحادية العدد الكروموسومي(١n) تتحرر هذه الأبواغ وتسبح لفترة ثم تستقر وتنمو الى نبات مشيجي(١n) جديد متشابه بالشكل الخارجي للنبات البوغي(٢n) لهذا الطحلب.



شكل تخطيطي يوضح الحوافظ البوغية والمشيجية في طحلب *Ectocarpus sp*.

التكاثر الجنسي:

يكون النبات المشيجي(١n) متشابه بالشكل الخارجي للنبات البوغي(٢n) 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 (٢n) 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 مظهريا وتكون دورة الحياة من النوع المتماثل(المتشابة) Isomorphic Alternation of Generation.



دورة حياة طحلب *Ectocarpus sp.*

(محاضرة 15)

شعبة الطحالب البنية Division: Phaeophyta (Brown algae)

صف الطحالب البنية متباينة الأجيال Class: Heterogenrate

الصفات المميزة لهذا الصف:

- تضم اشكال خيطية متباينة الشعيرات Heterotrichous او اشكال كاذبة او برنكيمية حقيقية
- يكون النمو من النوع الشعيري Trichothallic او يكون من النوع البيني (Intercalary Meristoderm)
- ويلاحظ التمايز النسيجي في غالبية الاجناس
- يحدث التكاثر اللا جنسي في النبات البوغي بتكوين ابواغ متحركة او غير متحركة (ساكنة) Neutral spores
- التكاثر الجنسي يكون اما من نوع متشابه الامشاج Isogamy او مختلف الامشاج Anisogamy او بيضي Oogamy.
- تمثل دورة الحياة بتعاقب طورين طور بوغي سائد كبير الحجم يرى بالعين المجردة والثاني مشيجي خيطي مجهري يختلف تماما عن الطور البوغي Heteromorphic diplobiontic L.C

يضم هذا الصف عدة رتب منها:

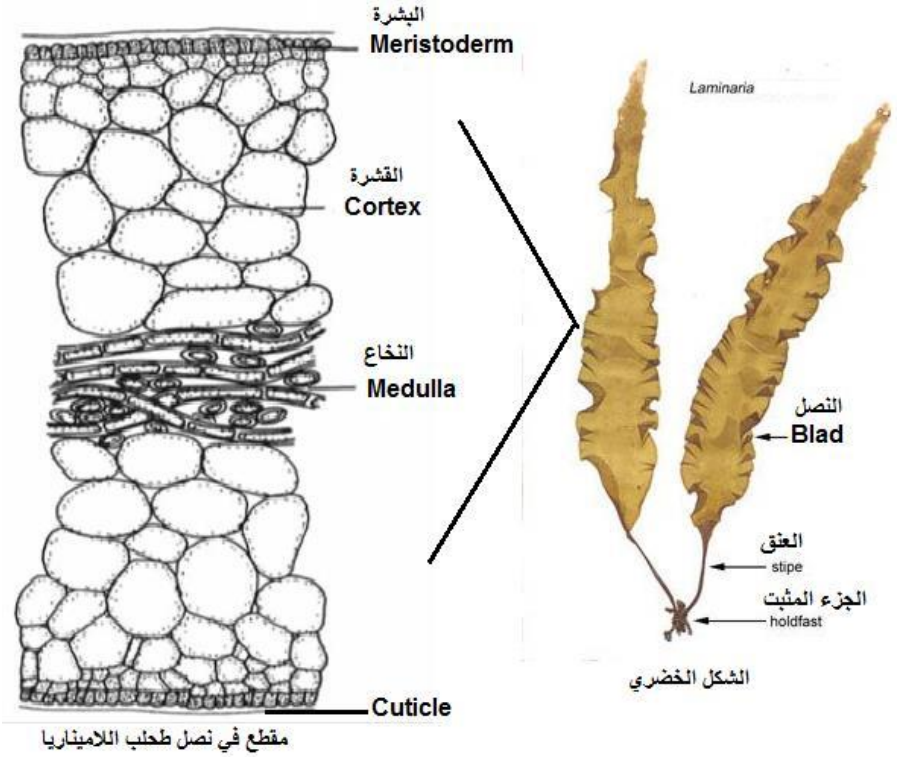
Order: Laminariales

الصفات المميزة لهذه الرتبة:

- تضم هذه الرتبة أجناساً كبيرة الحجم تمثل غالبيتها الادغال البحرية Kelps وتكون ذات أشكال برنكيمية، ويعد أحد أنواع جنس ال Macrocystis من أطول الطحالب حيث يبلغ طوله الى حوالي 200 متر.
- يلاحظ التمايز النسيجي في التركيب الداخلي للطحلب حيث تتميز الى ثلاث مناطق، خارجية تمثل البشرة ومتوسطة تمثل القشرة وداخلية تمثل النخاع.
- يحمل النبات البوغي الحوافظ البوغية أحادية الغرف.
- تتمثل في دورة الحياة ظاهرة تعاقب الاجيال 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 الادغال البحرية Kelps ينتشر على سواحل البحار والمحيطات ويتراوح طوله من 4 - 1 أمتار. الشكل الخضري يمثل الطور البوغي (n2) 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 ثالثة مناطق هي منطقة البشرة Epidermis المغطاة بطبقة جيلاتينية سميكة وتليها القشرة Cortex وفي المركز يوجد منطقة النخاع.



Laminaria

التكاثر Reproduction:

1. التكاثر الخضري: ويتم بتكوين مدادات Stolons التي تتكون في الجزء القاعدي المثبت.
2. التكاثر اللا جنسي: يتم 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 الابواغ وتستقر على سطح صلب وتبدأ بالنمو الى نبات مشيجي ذكري ونبات مشيجي أنثوي، الشكل الخضري للطور المشيجي خيطي صغير متفرع مجهري.
3. في النبات المشيجي الانثوي تتكون ال Oogonium التي تحتوي على البيضة Ovum وتتكون على النبات المشيجي الذكري ال Antheridia على شكل تجمعات وفي كل أنثريدة يتكون مشيج ذكري متحرك . بعد تحرره يسبح بأتجاه البيضة ويلتصق عليها ويتم الاخصاب وتتكون اللاقحة (2n)و) التي تنمو الى نبا ت بوغي جديد .