



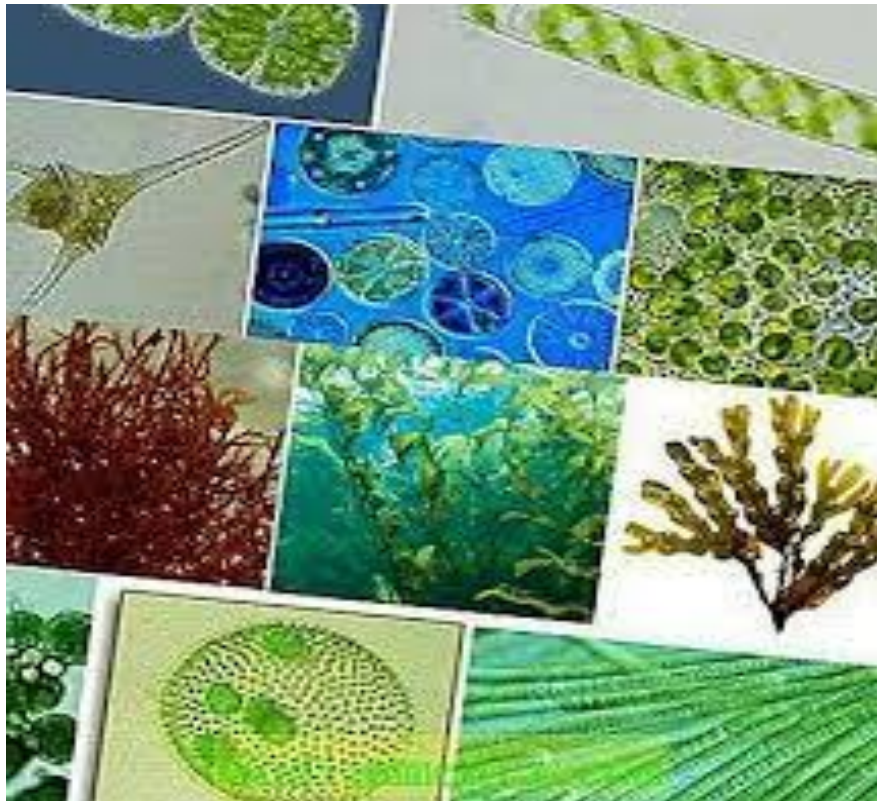
جامعة الفرات
كلية العلوم الثانية
قسم علم الحياة

بيولوجيا الطحالب

(المحاضرة النظرية الأولى)

إعداد

الدكتور سلطان عصمت شخموس



الصفات العامة للطحالب

1- مفهوم الطحالب **Algae** : هي كائنات حية شبيهة بالنبات، وتنتمي إلى مملكة الطلائعيات Protista ، معظم أنواع الطحالب أحادية الخلية، لكن بعضها كبيرة الحجم وعديدة الخلايا، وتختلف الطحالب عن الأوليات بأنها ذاتية التغذية. وتشكل الشعب السبع للطحالب مثلاً واضحاً عن التنوع.

وهي عبارة عن نباتات لازهرية، مشرية، ذاتية التغذية لديها بلاستيدات خضراء، معظم الطحالب كائنات حية مائية مزودة بأسواط في مرحلة معينة من دورة حياتها وغالباً تحتوي خلاياها على عضيات تسمى بيرينويدات Pyrenoids وهذه تقوم ببناء النشاء وتخزينه.

الطحالب اسم يدل على مجموعة من النباتات المتنوعة والمنتمية إلى أكثر من 20000 نوع، وتوجد هذه الطحالب في أشكال مختلفة من حيث الشكل والحجم وطريقة عيشها. وقد أجمع علماء النبات على أن كلمة طحالب قد تدل على مجموعات نباتية تشترك في عدد من الخصائص أهمها:

1- الطحالب ليس لها جذور ولا سيقان ولا أزهار ولا أوراق حقيقية، فهي مجموعة من الخلايا تقوم الواحدة منها إلى جانب الأخرى.

2- تعيش بمعظمها في الماء (البحر والمياه العذبة).

3- تحتوي على الكلوروفيل أو ما يسمى باليخضور وهي المادة الضرورية لغذاء النبتة وبقائها حية، تقوم الطحالب أيضاً بعملية التركيب الضوئي.

وتختلف الطحالب كنباتات مشرية عن النباتات الوعائية بما يلي:

- 1- عدم تمايز الجملة الإعاشية عندها إلى جذور وسوق وأوراق.
- 2- عدم تمايز الأوعية الناقلة.
- 3- عدم تمايز بنية أعضائها التكاثرية، إذ تتمايز الأبواغ والأعراس عندها ضمن أكياس بوغية أو عروسية.
- 2- أشكال و أحجام الطحالب: إن أبسط أنواع الطحالب هي التي لها خلية واحدة. وهي أجسام صغيرة جدا بحجم الجراثيم، لا يتجاوز قطر بعضها ميكرومتر واحد. ونستطيع ان نجد الملايين منها في قطرة ماء من مستنقعات غنية بالطحالب، اما من حيث الشكل يمكن أن تكون بيضوية أو دائرية، ويمكن أن تتخذ شكل أقراص أو غلافات أو شعريات أو قضبان. بعضها له شعيرات صغيرة متحركة تسمح لها بالتنقل في الماء تسمى السياط، وبعضها الآخر تكسوه دروع مثقوبة تتألف من أملاح معدنية. أما الأنواع المعقدة فمنها طحالب عملاقة يصل طول بعضها إلى 100 متر ووزنها إلى مئات الكيلوغرامات.
- 3- طبيعة وخصائص الأصبغة عند الطحالب: تعد الأصبغة من الخصائص الهامة في التصنيف، وتحتوي الطحالب على ثلاثة أنواع رئيسية من الأصبغة هي: أصبغة الكلوروفيل Chlorophylls، أصبغة البيلوبروتين Biloprotein، أصبغة الكاروتين Carotenoids. لقد بين الكلوروفيل خصائص طيفية مختلفة، وقد قسمت إلى الأنواع أ، ب، ج، د. ويوجد نوعان من أصبغة البيلوبروتين هما الفيكوسيانين Phycocyanin والفيكوإرثرين Phycoerythrin. جميع الطحالب تحتوي على الكلوروفيل أ كصبغة أولية، وكلوروفيل ب أو ج، فالطحالب الحمراء مثلاً تحتوي على الكلوروفيل أ وصبغة بيلوبروتين، ويوجد عدد كبير من الكاروتينات موزعة في جميع أقسام الطحالب.

4-التواجد والانتشار: تتواجد الطحالب في مختلف البيئات في العالم، إذ يلاحظ نموها في البيئات المائية وتعرف بـ Aquatic Algae والبيئات اليابسة Terrestrial Algae وأيضاً ينتشر البعض منها في الهواء وتعرف بـ Aerial Algae والتي تتمثل بالوحدات التكاثرية للطحالب وأيضاً تلك التي تلتصق على أوراق النباتات العليا.

أما بالنسبة للطحالب المائية فتشمل أنواع متعددة تستطيع أن تنمو في مختلف أنواع المياه ومنها المياه العذبة وتعرف بـ Fresh water algae والمالحة وتعرف بـ Marine algae وأيضاً المويحلة Brackish water algae . وتضم هذه الطحالب أنواعاً يظهر البعض منها بصورة طافية على سطح الماء Planktonic كما في أغلب الأنواع الأحادية الخلية Unicellular ، بينما تتواجد الأنواع الأخرى في القاع وتعرف بالطحالب القاعية Benthic algae وهذه الأنواع تأخذ تسميات متعددة حسب الأوساط التي تلتصق عليها، حيث تعرف الأنواع التي تلتصق بالطين بـ Epipellic algae ، أما التي تتواجد ملتصقة على الصخور فتعرف بـ Epilithic algae ، و تعرف التي تلتصق على الرمال بـ Epipsamic algae. كما يلاحظ وجود أنواع تنمو ملتصقة على أجسام بعض الحيوانات وتسمى بـ Epizoic algae كما في طحلب الـ Hyella الذي ينمو ملتصقاً على درع السلحفاة، بينما تتواجد أنواع أخرى داخل أجسام بعض الحيوانات داخل المياه مثل طحلب Zoochlorella الذي يتواجد داخل جسم الهايدرا أو داخل خلية براميسيوم وتعرف تلك الطحالب بـ Endozoic algae. وتظهر أنواعاً أخرى من الطحالب ملتصقة على نباتات أو طحالب أخرى عملاقة وتعرف بـ Epiphytic algae . في حين يتواجد البعض الآخر داخل الجسم النباتي وتعرف بـ Endophytic algae .

أما بالنسبة للطحالب الطافية على سطح الماء والتي تعرف أيضاً بالهائمات النباتية Phytoplankton تضم نوعين من الهائمات وهي:

1- الهائمات الحقيقية **Euphytoplankton**: وهي الطحالب التي تقضي طيلة فترة حياتها هائمة أو عالقة خلال عمود الماء.

2- الهائمات الغير حقيقية **Tychophytoplankton**: وتشمل الطحالب التي هي في الأصل ملتصقة بأحد السطوح ولكنها تصبح هائمة بفعل الظروف المحيطة بها ومنها الرياح والتيارات وحركة المد والجزر ولكنها تعود إلى أصلها وتلتصق عند زوال المؤثر.

وكما أوضحنا سابقاً بأن هناك أنواع من الطحالب تتواجد في بيئة اليابسة **Terrestrial algae** وهذه تتواجد أيضاً في أماكن متعددة، حيث يلاحظ تواجد البعض منها على سطوح التربة أو الصخور الرطبة وتعرف بـ **Lithophytes** كما في طحلب *Prasiola* ، بينما يتواجد البعض الآخر داخل الحفر والشقوق لتلك التربة والصخور الرطبة وتعرف بـ **Chasmolithic** . وتظهر أنواع أخرى من الطحالب على سطوح التربة الجافة وتعرف بـ **Epidaphic** ، أما تلك التي تتواجد داخل الشقوق والثقوب لتلك التربة الجافة فتعرف بـ **Endodaphic** . وقد تنمو بعض الأنواع على جذوع وقلف الأشجار وتعرف بـ **Epiphylliphytes** .

تنمو بعض الأنواع الطحلبية بصورة تعايشية مع كائنات أخرى **Symbiotic algae**، كما هو الحال في الاشنيات **Lichens** وهي عبارة عن علاقة تعايشية بين طحلب وفطر. وأيضاً نمو طحلب *Nostoc* داخل جسم الحزاز *Anthroceros* ، ووجود طحلب *Anabaena* داخل جسم الخنشار *Azolla* .

كما توجد بعض الأنواع الطحلبية تنمو متطفلة على بعض الحيوانات والنباتات الأخرى وتعرف بـ **Parasitic algae** .

تتحمل الطحالب مدى واسع من الظروف البيئية، حيث تستطيع البعض منها العيش في الثلوج وتعرف بـ الطحالب الثلجية **Cryophytes** ، كما في طحلب *Chlamydomonas nivalis* ، بينما يعيش البعض الآخر في

مياه ترتفع فيها درجات الحرارة، حيث تتراوح ما بين (35-85) °م وتعرف بـ Thermophytes ، كما في أنواع طحلب *Chamaesiphon* ، وتعيش عادة غالبية الطحالب في درجات الحرارة المعتدلة التي تتراوح ما بين (15 - 35) °م وتسمى هذه الطحالب بـ Mesophilic algae ، كما أن هناك أنواع من الطحالب تنمو في بيئات يتراوح فيها قيمة الـ PH ما بين (8 - 10) أي في البيئات القاعدية (ذات وسط قاعدي) وتعرف بـ Alkaliphilic algae كما في طحلب *Spirulina* ، بينما تفضل الأنواع الأخرى البيئات الحامضية التي يتراوح فيها الـ PH ما بين (4.6 - 6) وتسمى Acidophilic algae ، كما في طحلب *Calothrix* . كما تمتاز أنواع أخرى من الطحالب بإمكانية نموها في بيئات ذات تراكيز ملحية عالية وتعرف بـ Halophytes إذ تلعب ظاهرة الأسموزية (Osmosis) دوراً هاماً في قدرة الطحلب على تحمل مدى واسع من الملوحة، حيث تستخدم الطحالب عدة آليات للحفاظ على ضغطها الاسموزي بين داخل الخلية وخارجها.

5- **التغذية عند الطحالب:** الطحالب كسائر النباتات الخضراء، تنتج مواد عضوية بواسطة عملية التركيب الضوئي، وبما أنه لا أوراق لها ولا جذور حقيقية، فإنها تمتص المواد التي لا تستطيع الاستغناء عنها (ماء، أملاح معدنية) من خلال كامل مساحة جسمها، إلا أنه هناك أنواعاً نادرة من الطحالب محرومة من اليخضور وهي بالتالي غير قادرة على صنع المادة الحية، لذا فإنها تمتص مباشرة مواد عضوية ذائبة في الماء.

انتهت المحاضرة



جامعة الفرات
كلية العلوم الثانية
قسم علم الحياة

بيولوجيا الطحالب

(المحاضرة النظرية الثانية)

إعداد

الدكتور سلطان عصمت شخيموس



النمو والتركيب العام عند للطحالب

الصفات المورفولوجية للطحالب حقيقية النوى: تبدي الطحالب أشكالاً وأنماطاً مختلفة من حيث تعضيها وطريقة حياتها لدرجة يصعب وضعها في مجموعة محددة شكلياً، لذلك يجب التمييز أولاً بين مشرة وحيدة الخلية ومشرة متعددة الخلايا ومن ثم نميز الأنماط المختلفة لهذين الشكلين:

1- **طحالب (مشرة) وحيدة الخلية:** تتألف من خلية واحدة وقد تكون سباحة لأحتوائها على السياط كما في أنواع الجنس Chlamydomonas (كلاميدوموناس) من الطحالب الخضراء أو قد لاتحمل السياط وبالتالي غير قادرة على السباحة كما في أنواع الجنس Chlorella (كلوريلا) من الطحالب الخضراء.

2- **طحالب متعددة الخلايا:** وتتألف مشرتها من عدة في الحالة الإعاشية وتتكون من الأنماط التالية:

أ- **مشرة بدائية متكتلة أو أركيتال:** هي مؤلفة من مجموعة من الخلايا متجمعة عن طريق مادة مخاطية تفرزها هذه الخلايا وتكون بالعادة مؤلفة من عدد قليل من الخلايا كما في أنواع الجنس Pandorina (باندورينا) من الطحالب الخضراء أو مؤلفة من عدد كبير من الخلايا كما في أنواع الجنس Volvox (فولفوكس)، أفراد هذا النمط قد تكون متحركة أو غير متحركة حسب كونها مجهزة بساط أو عديمة السياط.

ب- **مشرة خيطية قليلة التمايز أو نيماتوتال:** وهي أكثر تطوراً من النمط بدائية متكتلة أو أركيتال، حيث تبدو المشرة مؤلفة من جزأين: الجزء الأول قائم منتصب والجزء الثاني منبطح يلتصق بالسطوح الصلبة وتكون وظيفته تثبيت الطحلب.

ت- مشرة متفرعة متطورة أو كلابيوم: تبدي هذه المشرة تمايزاً واضحاً بين محور أو مجموعة محاور مركزية ذات نمو مستمر وغصينات جانبية محدودة النمو وتتكون هذه المشرة من

الأنماط التالية:

1- الكلاديوم وحيد المحور: عندما تكون المشرة مؤلفة من خيط واحد غير محدود النمو، يتوافر في أغلب أفراد رتبة Ceramiales من الطحالب الحمراء، كما أنه موجود عند بعض أفراد الطحالب الخضراء والسمراء، وبعض الطحالب الأنبوبية كما في الجنس Bryopsis.

1- الكلاديوم متعدد المحاور: المشرة مؤلفة من مجموعة من الخيوط المركزية ذات النمو المستمر، كما في الكثير من الطحالب الحمراء مثل الجنس Nemalion وبعض الطحالب الخضراء كما في أفراد الجنس Codium (كوديوم).

النمو عند الطحالب: يمكن تمييز ثلاثة أنماط من النمو عند الطحالب كما يلي:

1- النمو الهامشي: يتحقق على كافة المستويات وتشترك فيها كل الخلايا المكونة للمشرة. يشاهد هذا النمط من النمو عند المشرات البدائية وبعض المشرات الخيطية ذات البنية البسيطة كما عند السبيروجيرا.

2- النمو القمي: يتحقق عن طريق خلية قمية واحدة تقوم بدور الخلية الأصلية في حالة الكلابيوم وحيد المحور أو عن طريق مجموعة خلايا قمية في حالة الكلابيوم متعدد المحاور، ويخص الطحالب الأكثر تطوراً (الطحالب ذات البنية الكلاميدية) كما في طحلب الكارا والطحالب السمراء.

3- النمو البيني: يتحقق نتيجة مجموعة من الخلايا البينية المتوزعة في مناطق معينة من المشرة كما في الجنس Giffordia (جيفورديا).

البنية الخلوية للطحالب: تحتوي خلايا الطحالب باستثناء الطحالب الزرقاء والخضراء البدائية على نواة حقيقية وصانعات يخضورية وجسيمات كوندرية وفجوات وجهاز كولجي بالإضافة إلى بعض المدخرات والمكتنفات الخاصة، وفيما يلي بعض مكونات الطحالب:

1- **الغلاف الخلوي:** تمتلك بعض الطحالب وحيدة الخلية غشاء بلاسماً بسيطاً، تتوضع عليه أحياناً حراشف ذات طبيعة سيليسية كما في الجنس Mallmonas من الطحالب الذهبية، أو ذات طبيعة كلسية تسمى بالكوكوليت Cocolithes (الحبة الحجرية) كما في الجنس Cocolithus من الطحالب النارية المنتشرة في بلانكتون البحار الحارة. أو يحيط بالخلية غلاف خارجي من طبيعة سيليسية يسمى بالدرع يشبه الصندوق كما في المشطورات Diatoms المنتشرة في الأوساط المائية.

أما في حالة الطحالب متعددة الخلايا فإنها تحاط بغلاف صلب تختلف ثخانتها باختلاف الأنواع، وهو من طبيعة بكتوسللوذية، ويستعاض عنه بالكزيلان عند بعض الطحالب كما في رتبة Caullerpales من الطحالب الخضراء الأنبوبية، ويبدو أن تركيب الغلاف النووي يتغير حتى في النوع الواحد من جيل إلى آخر، فمثلاً عند طحالب Derbesia و Bryopsis تحتوي أغلفة المشرات البوغية على الكزيلان، بينما تحتوي على المانان في أغلفة المشرات العروسية.

2- **النواة:** تتميز الطحالب الزرقاء المخضرة عن باقي الطحالب بعدم إحتوائها على نواة حقيقية وغياب الغلاف الغشائي الذي يحيط بالحمض النووي DNA، كما أنه لا يرتبط ببروتينات لتشكيل الصبغيات وغياب الميتاكوندريا والأعضاء الأخرى المميزة للخلايا حقيقية النوى Euocaryotic Cells، ولذلك فقد ظهر هذا النوع من الطحالب من التقسيمات الحديثة كنوع

من البكتيريا. أما النواة عند الطحالب الحقيقية الأخرى فيرتبط الحمض النووي DNA مع

البروتين في الصبغيات التي توجد في نواة محاطة بغشائين يطلق عليها اسم الغلاف النووي.

3- **الصانعات:** تعد الصانعات في الطحالب من المكونات المميزة للخلايا، وتصنف عادة الصانعات

المكتملة النمو على أساس الصبغات الموجودة فيها. فالصانعات الخضراء تحتوي على صبغة

الكلوروفيل الخضراء كما في الطحالب الخضراء وتمتلك بعض الطحالب الأخرى على

صانعات ملونة تتفاوت ألوانها بحسب نسبة الأصبغة التي تحملها. ونميز نوعين من الطحالب

بحسب نوع الصانعات التي تحتويها:

أ- طحالب متجانسة الصانعات وتحتوي نمطاً واحداً من الصانعات.

ب- طحالب متغايرة الصانعات وتحتوي على أكثر من نمط من الصانعات.

أشكال الصانعات: يمكن أن نميز عدة أشكال من الصانعات:

1- **الصانعات المركزية:** تأخذ شكلاً نجمياً وهو أكثر الأشكال بدائية.

2- **الصانعات الجدارية:** تكون هذه الصانعات ملتصقة إما جزئياً أو كلياً بالجدار الخلوي وتكون بأشكال

مختلفة إما على شكل صفيحة حلقيّة أو لولبية أو شبكية أو بشكل جداري مثقب.

3- **الصانعات الصغيرة:** هي موجودة عند الكثير من الطحالب وتأخذ الصانعة شكلاً قرصياً أو بيضوياً

صغير الحجم ويعد من أكثر الأنماط تطوراً.

✓ هناك عنصر هام موجود داخل الصانعة يسمى **بيرنويد Pyrenoid** حيث يتجمع النشاء حوله ضمن

الصانعة في الطحالب الخضراء، بينما يكون عارياً من النشاء في الطحالب الأخرى.

✓ يتألف البيرنويد Pyrenoid من مادة بروتينية ويكون له دور هام في تجميع السكريات الناتجة عن

التركيب الضوئي لغناه بالأنزيمات اللازمة لهذه الوظيفة.

4- المدخرات والمكتنفات الخاصة بخلايا الطحالب: توجد عند الطحالب مدخرات ومكتنفات خاصة

بها غير موجودة عند بقية الكائنات وأهمها:

1- السكريات المركبة الناتجة عن الاستقلاب والموجودة في السيتوبلازما مثل: الباراميلون Paramylon

القريب من النشاء والموجود في الطحالب اليوجلينية، الروداميلون Rhodamylon يتألف بشكل

أساسي من الغالاكتوز والموجود عند الطحالب الحمراء. وهناك سكريات مركبة توجد في فجوات

الطحالب الذهبية والسمراء مثل: اللامينارين ويتألف من الغليكوز وكمية قليلة من المانيتول

Manitol، ويشكل 22-34% من الوزن الجاف للكثير من الطحالب السمراء، أما الكريزولامينارين

ويتألف من الغليكوز واللاميناريبوز كما في الطحالب الذهبية والمشطورات، وهناك الفلوريدوزيد

Floridoside ويتألف من الغالاكتوز والغليسيرين كما في الطحالب الحمراء.

الآغار: هو من أكثر السكاكر المركبة عند الطحالب الحمراء ويعثر عليه من طحلب Gelidium و الـ

Gracilaria ويتألف بشكل أساسي من الأغاروز Agarose والآغاروبكتين Agaropectine، كما يحتوي

على كمية بسيطة من الكبريتات.

الكاراغينين Carragheenine: هي سكاكر مركبة تخص الطحالب الحمراء ولها عدة أنماط حسب انحلالها

بمحلول كلور البوتاسيوم وبوجود الكبريتات ومكانها في الجزيئة المؤلفة من وحدات الغالاكتوز Galactos.

2- حمض الألجين وأملاحه: يشكل حوالي 14-40% من الوزن الجاف عند الطحالب السمراء وخاصة

في طحالب Cystoseria, Laminaria, Macrocytis ويستخرج منها سنوياً حوالي 11 ألف طن

في أمريكا وبريطانيا واليابان وفرنسا، ويعثر على هذا الحمض في الغلاف الخلوي لهذه الطحالب

وفي المنطقة بين الخلوية، وله دور حيوي في عمليات التبادل الشاردي وخاصة إصطفاء بعض

الشوارد، حيث تتعشق الألبينات بقوة شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم والكبريت.

3- المركبات اليودية والبرومية التي تتكدس في فجوات خلايا متخصصة تسمى الخلايا المفرزة أو

الخلايا الغدية، حيث توجد عند الطحالب الحمراء، مثل الخلايا المفرزة اليودية عند Asparagopsis

والخلايا المفرزة البرومية عند Antithamnion.

#انتهت المحاضرة#



جامعة الفرات

كلية العلوم الثانية

قسم علم الحياة

بيولوجيا الطحالب

(المحاضرة النظرية الثالثة و الرابعة)

إعداد

الدكتور سلطان عصمت شخموس



تصنيف الطحالب

قبل التعرض لنظام تقسيم الطحالب إلى مجموعات مختلفة، يجب التطرق إلى وضع الطحالب بين الكائنات الحية، حيث اقترح العالم H. Wittaker عام 1969، التقسيم العام للكائنات الحية المختلفة وصنفها ضمن خمس ممالك:

1- المملكة النباتية.

2- المملكة الحيوانية.

3- مملكة الفطريات.

4- مملكة البروتيستا (الطحالب).

5- مملكة المونيرا (بدائيات النوى) وتشمل البكتيريا الحقيقية Eubacteria والبكتيريا الخضراء المزرقمة Cyanobacteria التي كانت تعرف سابقاً بالطحالب الخضراء المزرقمة.

أما بالنسبة إلى تصنيف الطحالب فهناك عدة تصانيف ونظم أعدت لتصنيف وتحديد موقع الطحالب بالنسبة للكائنات الحية، وأشهر هذه النظم: نظام Gangulee و Asok ونظام Bold و Wynne ونظام Barker ويعتمد تصنيف الطحالب على أسس معينة نذكر منها لون الطحالب والأصبغة الموجودة بخلاياها، وطبيعة المواد الغذائية المخزنة بخلاياها، ومكونات مواد جدار الخلية، وطبيعة الأسواط وتوزيعها على جسم الطحلب إن وجدت والتراكيب الداخلية والخارجية لجسم الطحلب وأنماط التكاثر التي يمتاز بها الطحلب.

❖ العالم Robert Edward Lee في عام 2008 م صنف الطحالب إلى أربع مجموعات؟

1- **طلائعية النوى Prokaryotes**: وتضم طحالب بدائية النوى مثل الطحالب الخضراء المزرقمة (Cyanobacteria) أو Cyanophyta.

2- **حقيقية النوى Eucaryotes**: ذات الصانعات الخضراء المحاطة بغشائين من غلاف الصانعة الخضراء وتضم صفوف الطحالب التالية: Chlorophyta- Rhodophyta - Glaucophyta

3- **حقيقية النوى Eucaryotes**: ذات الصانعات الخضراء المحاطة بغشاء واحد من الشبكة الأندوبلازمية الخضراء وتضم صفوف الطحالب التالية: Euglenophyta- Dinophyta-Apicomplexa

4- حقيقية النوى Eucaryotes: ذات الصانعات الخضراء المحاطة بغشائين من الشبكة الأندوبلاسمية وتضم قسمين هما: أ- قسم Cryptophyta ب- قسم Heterokonphyta

أما العالم Blod عام 1956 ، قسم الطحالب إلى ثمانية أقسام مستقلة مستنداً في ذلك على: نوع الصبغات ونوع الغذاء المخزون في خلاياها بالإضافة إلى تركيب الجدار الخلوي وفق الجدول التالي:

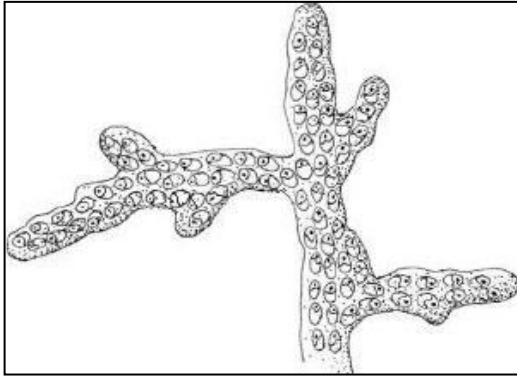
القسم	أهم الصبغات	الغذاء المخزون	تركيب الجدار
الطحالب الزرقاء المخضرة	كلوروفيل A - كاروتين B - فيكوسيانين - فيكو أرثرين.	نشاء الطحالب الزرقاء المخضرة	سيليلوز + بكتين
الطحالب الخضراء	كلوروفيل A و B - كاروتين B	نشاء	سيليلوز + بكتين
الطحالب السوطية	كلوروفيل A و B - كاروتين B	باراميلون	لا يوجد
الطحالب الكارية	كلوروفيل A و B - كاروتين B	نشاء	سيليلوز + بكتين
الطحالب البنية	كلوروفيل A و C - كاروتين B - فيكوكزاننتين	مانيتول - لامينارين	سيليلوز + ألجين
الطحالب الحمراء	كلوروفيل A و D - كاروتين B - فيكوكزاننتين - فيكو أرثرين	النشاء الفلوريدي	سيليلوز
الطحالب الذهبية	كلوروفيل A - كاروتين B كلوروفيل A و C - كاروتين B	زيت - ليكوزين	بكتين + ثاني أكسيد السيليكون ونادراً سيليلوزي
الطحالب البيرية	كاروتين B	نشاء	سيليلوزي أن وجد

❖ تقسم الطحالب، تبعاً لقاعدة تراكيبها الجسمية إلى ستة أنواع هي:

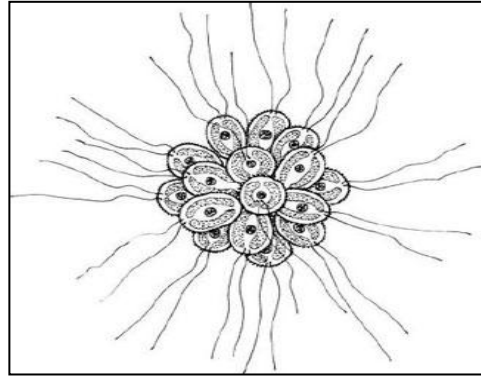
1- الطحالب الأحادية الخلية **Unicellular algae** : وهي مكونة من خلية وحيدة تقوم بجميع الوظائف الحيوية، تعيش معظم هذه الطحالب في الماء، وتكون العوالق النباتية **Phytoplankton** التي تقوم بالتمثيل الضوئي، فتشكل مصدراً للمواد الغذائية للكائنات الحية المائية وتطلق الأكسجين الجوي وهي نوعان: 1- ذاتية الحركة مسوطة 2- عديمة الحركة غير مسوطة.

2- الطحالب المستعمرية **Colonial algae**: مثل طحلب فولفوكس *Volvox* وتتكون من مجموعات من الخلايا المتشابهة تعمل بطريقة تناسقية ويمكن أن تكون: 1- ذاتية الحركة مسوطة: حيث تكون كل خلايا المستعمرة مسوطة وتتحرك المستعمرة بواسطة الحركة المتجمعة التي تحدثها الحركة متجمعة، كما في طحلب *Hydrurus* إذ تتوزع الخلايا بانتظام داخل كتلة جيلاتينية.

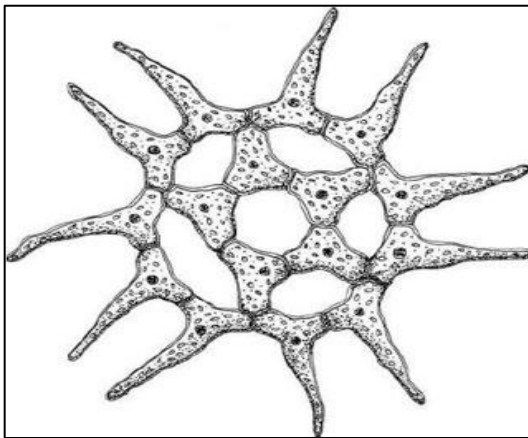
2- عديمة الحركة غير مسوطة: تكون الخلايا غير مسوطة، كما في طحلب *Synura* إذ ترتبط الخلايا مع بعضها بواسطة نهاياتها الخلفية المتطولة



طحلب *Hydrurus*

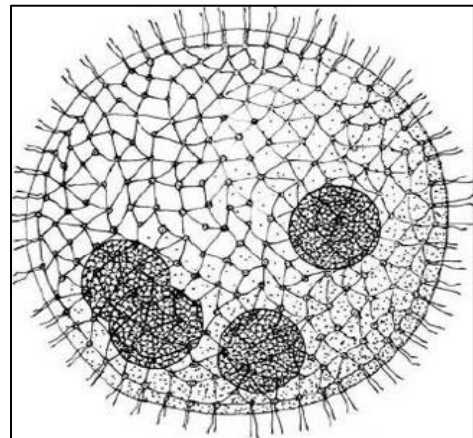


طحلب *Synura*



مستعمرة غير متحركة

طحلب *Pediatrum*



مستعمرة متحركة

طحلب *Volvox*

3- الطحالب الخيطية **Filamentous algae**: مثل طحلب السبيروجيرا والتي تتكون أجسامها من صفوف من الخلايا المتشابهة وهذه الخلايا تنقسم في اتجاه واحد مكونة الخيط. وتنقسم إلى نوعين: 1- خيط بسيط (غير متفرع). 2- خيط متفرع.

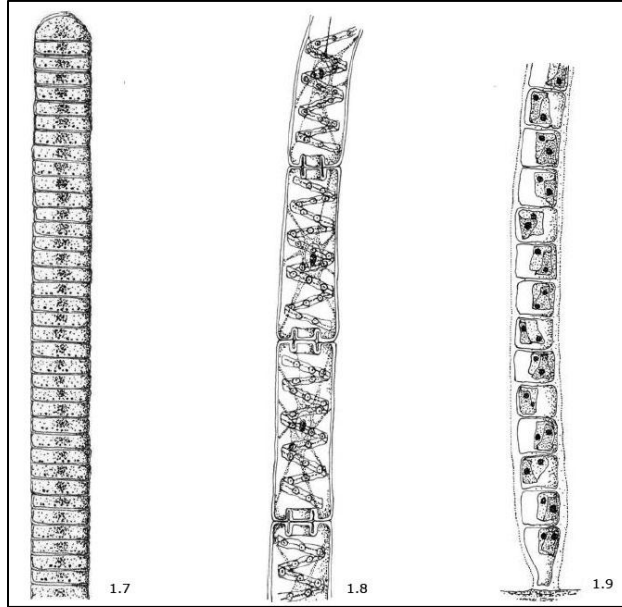
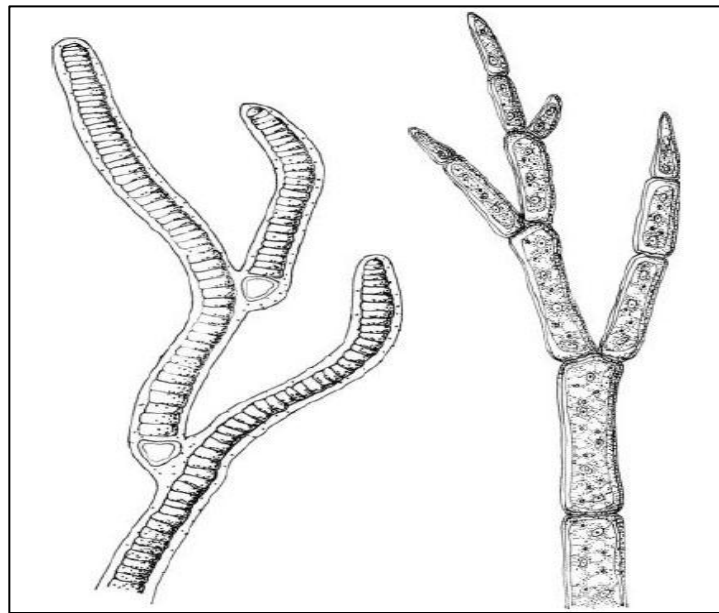


FIGURE 1.7 Simple filament of *Oscillatoria* sp.

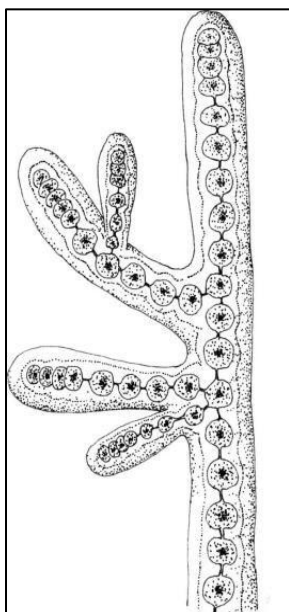
FIGURE 1.8 Simple filament of *Spirogyra* sp.

FIGURE 1.9 Simple filament of *Ulothrix variabilis*



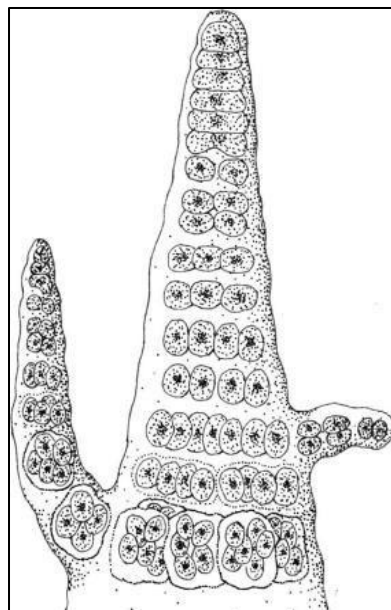
1 - False branched filament of *Tolypothrix byssoidea*.

2- True branched filament of *Cladophora glomerata*



3

3-Uniseriate filament *Stigonema ocellatum*

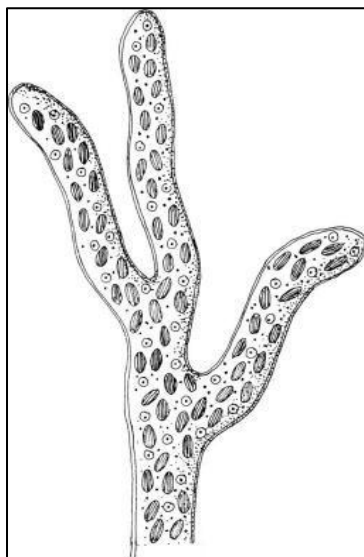


4

4-Multiseriate filament *Stigonema mamillosum*

1- الطحالب الأنبوبية (مدمج خلوي) *Coenocytic algae*: وهي تشبه الطحالب الخيطية لكنها تفتقر إلى

الحواجز المستعرضة.

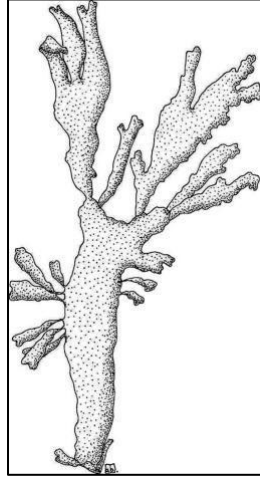


2- الطحالب غشائية التركيب **Membraneous algae**: تتكون من مجموعة من الخلايا، يتكون التركيب

الغشائي نتيجة انقسام الخلايا في اتجاهين، مثال جنس *Ulva*.

3- الطحالب البرانكيميية التركيب **Parenchymatous algae**: يتكون التركيب البرانكيميي نتيجة انقسام

الخلايا في ثلاثة اتجاهات، مثال جنس *Sargassum* المسماة بالأعشاب البحرية.



Pseudoparenchymatous thallus of *Palmaria palmate*

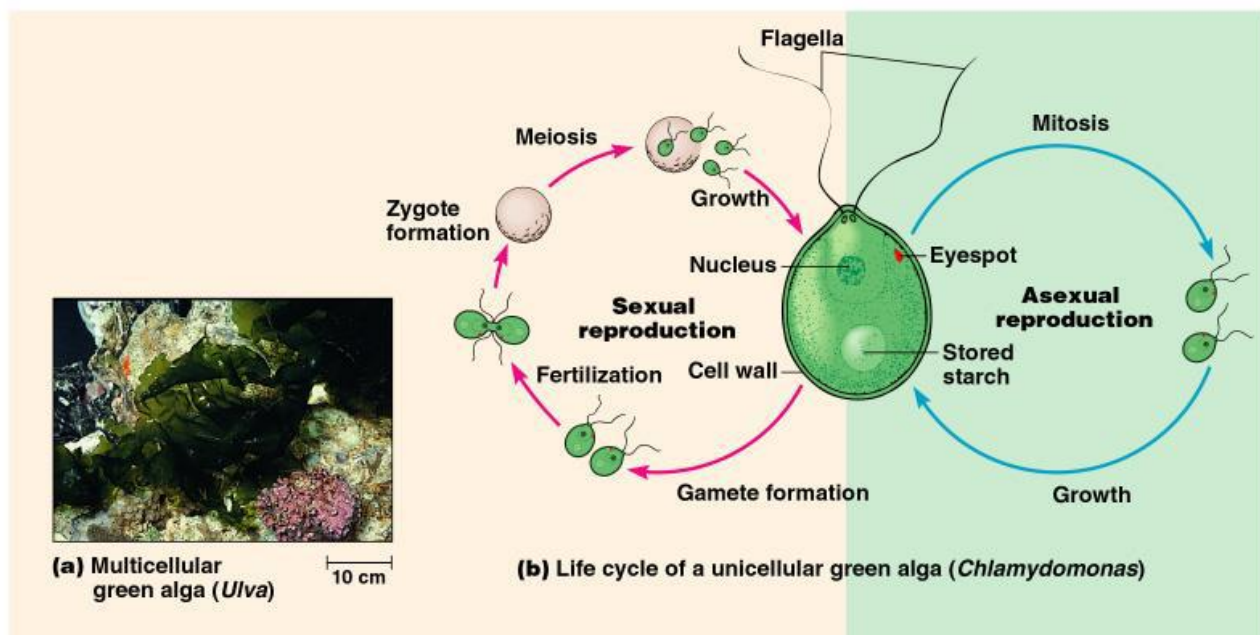
❖ يمكن تقسيم الطحالب بطريقة أخرى حسب نوع الصبغة الموجودة بالجسم (اللون) إلى:

1- طحالب حمراء تحتوي على صبغة الفيكوارثرين مثل البوليسيفونيا.

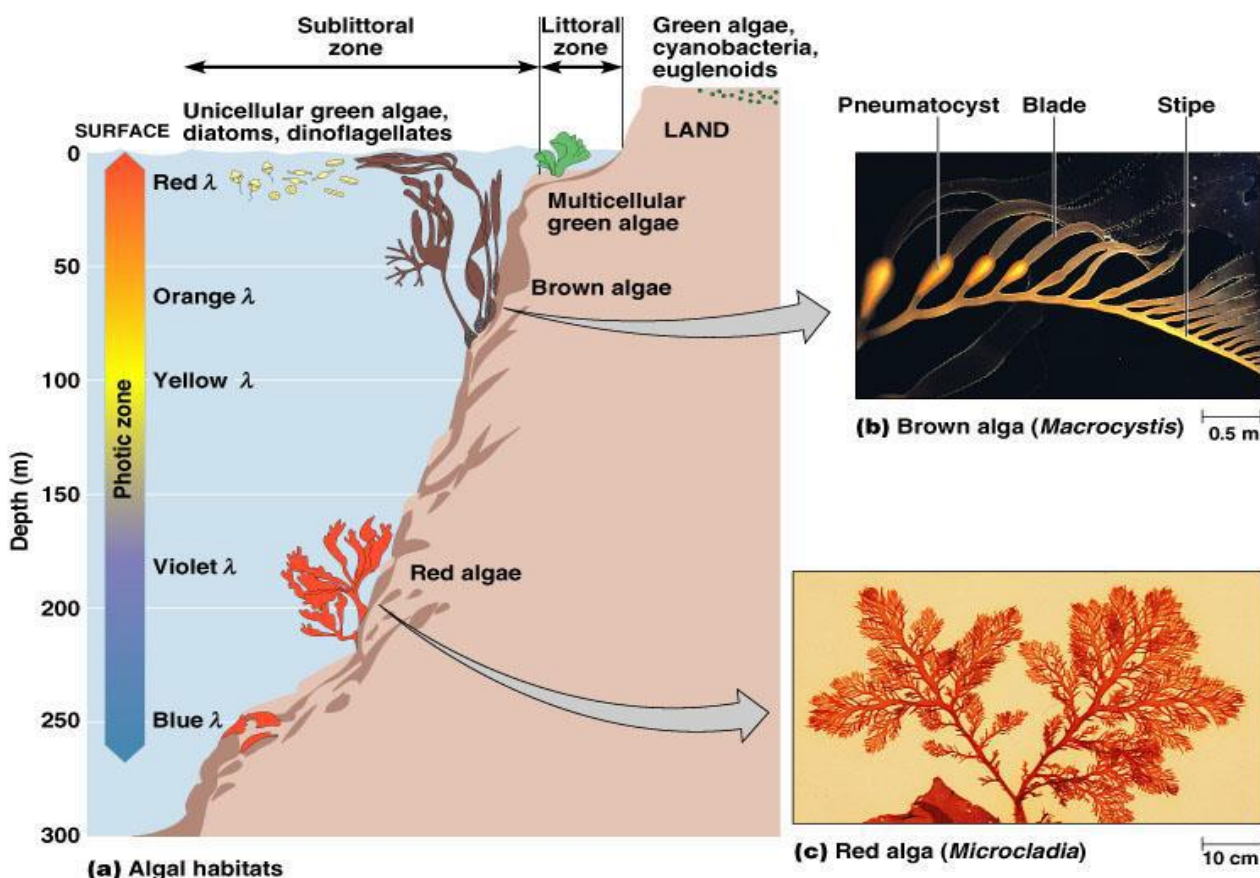
2- طحالب بنية تحتوي على صبغة الفيكوزانثيل مثل الفيكوكس والسرjasم.

3- طحالب خضراء تحتوي على اليخضور مثل الاسبيروجيرا والكلاميدوموناس.

والتي تتواجد في البحار والمحيطات والمياه حسب أعماقها وذلك اعتمادا على ما يصلها من نوع الطول الموجي للضوء.



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

❖ معظم النظم تشترك وتتشابه في القواعد الأساسية للمراتب التصنيفية لتسمية الطحالب:

مستوى القسم Division تنتهي بالمقطع -phycota

مستوى الصف Class تنتهي بالمقطع -phyceae

مستوى الرتبة Order تنتهي بالمقطع -ales

مستوى فصيلة Family تنتهي بالمقطع -aceae

مستوى الجنس Genus ويبدأ اسم الجنس بحرف كبير

مستوى النوع Species ويتكون من مقطعين الاسم الأول (نفس اسم الجنس أول حرف كبير) والاسم الثاني (يبدأ الاسم بحرف صغير) ويقسم البعض الطحالب تبعاً لنوع الخلية إلى مملكتين وهي المملكة ذات النواة البدائية Prokaryota، والمملكة ذات النواة الحقيقية (eukaryota). ومن أقسام الطحالب:

1 - قسم الطحالب الخضراء المزرققة.

2 - قسم الطحالب الخضراء.

3 - قسم الطحالب الصفراء (الدياتومات).

4 - قسم الطحالب البنية.

5 - قسم الطحالب الحمراء.

6 - قسم الطحالب اليوجلينية.

7 - قسم الطحالب الكارية.

أولاً- الطحالب الزرقاء المخضرة (Cyanophyta) Blue green algae

1- الصفات العامة:

- 1- تعرف بالطحالب اللزجة وتعد من طلائعية النوى، بدائية النواة، عدم وجود نواة حقيقية، المادة النووية منتشرة في السيتوبلازم وهي ذاتية التغذية.
 - 2- تختلف في ألوانها من الأخضر إلى الأخضر الزيتوني المزرق وذلك لاحتوائها على الصباغ الأساسي الفيكوسيانين (صباغ أزرق) والفيكوأرثرين (صباغ أحمر) والكلوروفيل (أخضر اللون) والكاروتين (برتقالي اللون) والكزانثوفيل (أصفر اللون).
 - 3- لا تحتوي على الأسواط طيلة فترة حياتها وتتحرك حركة أنزلاقية أو زاحفة أو أنحنائية.
 - 4- تتكاثر بطريقة التجزئة والتكاثر من النوع الخضري فقط أو بتكوين الأبواغ ويغيب عندها التكاثر الجنسي.
 - 5- كائنات متباينة الشكل، حيث تضم أشكال وحيدة الخلية، مستعمرات أو خيطية.
 - 6- واسعة الانتشار ولها القدرة على العيش في بيئات مختلفة وتحمل الظروف البيئية من حرارة وجفاف وبرودة.
 - 7- جدار الخلية يكون على شكل مادة جيلاتينية هلامية وتشكل الغلاف الخارجي.
 - 8- لا تحتوي على العضيات المتواجدة في خلايا الطحالب الأخرى الحقيقية النواة كأجسام كولجي والميتاكوندريا والفجوات الحقيقية.
 - 9- الغذاء المخزون بشكل نشاء، والبلاستيدات تأخذ أشكالاً مختلفة.
 - 10- درجات الحرارة المثلى لنموها تتراوح ما بين 35-40 درجة مئوية.
- ❖ كانت تعرف سابقاً باسم الطحالب الخضراء المزرققة ولكن أعيد تقسيمها حديثاً لتصبح أحد أقسام البكتيريا الضوئية الذاتية التغذية وذلك للأسباب التالية:

- 1- إحتواء خلاياها على أنوية بدائية تتكون من الحمض النووي DNA غير محاط بغلاف نووي وليس لها سائل نووي وهي صفة بكتيرية.
- 2- تنقسم خلاياها إنقساماً ثنائياً بسيطاً (بالانقسام) مثلها مثل البكتيريا.
- 3- خلاياها سالبة لصبغة الغرام مثل بعض أنواع البكتيريا.

4- تتحرك الأنواع المتحركة منها بواسطة الانزلاق وهي تشبه في ذلك أنواع البكتريا المنتنبة.

البروتوبلازم عند الطحالب الخضراء المزرققة عادة خال من الفجوات العصارية وهذا من الأسباب التي تجعل الخلية مقاومة للجفاف والبلزمة والضغط الحلولى العالية.

2- أشكال الطحالب الخضراء المزرققة:

1- وحيدة الخلية، إما أن تكون مفردة (كروية، عصوية، حلزونية)، كما في طحلب *Gloeocapsa*.

2- خلايا متجمعة في شكل مستعمرات.

3- خيطية الشكل وقد تكون متفرعة أو غير متفرعة.

3- تكاثر الطحالب الخضراء المزرققة: تتكاثر إما خضرياً أو تكاثراً لاجنسياً، ولا يعرف عندها التكاثر الجنسي.

3-1- التكاثر الخضري: ويتم عن طريق:

أ- الانقسام الثنائي البسيط: فيه تنقسم الخلية بواسطة جدار شبه حلقي يمتد للداخل، حيث يبدأ الانقسام أولاً بتقسيم النواة إلى نواتين ثم يزداد تخنصر الجدار للداخل فيقسم محتويات السيتوبلازم ثم الغشاء حتى يفصل الخلية إلى خليتين متماثلتين تشبهان الخلية الأم تماماً. كما في طحلب *Chroococcus*.

ب- التفتيت (التجزئة): يكون عن طريق انفصال أجزاء من الخيط الطحلي نتيجة موت أحد الخلايا الخضرية أو تحلل الجدر الفاصلة بين الخلايا. يسمى الصف من خلايا المستعمرة الخيطي بالتركوم *Trichum* ويحدث انكسار مفاجئ لغلاف المستعمرة وتتجزأ لأجزاء صغيرة ويرجع تجزأ المستعمرة إلى:

1- موت بعض الخلايا في صف التركوم.

2- ضعف الاتصال بين بعض الخلايا لوجود حويصلة مغايرة بين خليتين خضريتين.

3- وجود أقراص فصل وهي عبارة عن أقراص مقعرة جيلاتينية بين خليتين خضريتين.

خلايا الطحلب الخضرية الموجودة بين كل حويصلتين متباينتين تعرف بالهرمونغية *Hormogonium*.

3-2- التكاثر اللاجنسي: ويتم إما عن طريق:

أ- الأبواغ الساكنة Akinetes: يعرف الأكينيت بأنها عبارة عن خلية خضرية تحولت إلى بوغة ساكنة نتيجة الظروف البيئية غير الملائمة. تزداد هذه الخلية في الحجم نتيجة لتخزين المواد الغذائية فيها وتحيط نفسها بغلاف خارجي سميك ليحميها من الظروف الخارجية غير الملائمة، عند تحسن الظروف البيئية يمكن أن تستخدم المواد المخزنة للإنبات لتعطي طحلباً جديداً كما في الطحلب *Anabaena*.

ب- الأبواغ الداخلية: انقسام متعدد للسيتوبلازم إلى عدد من الوحدات الصغيرة في داخل الخلية من الممكن أن تحيط نفسها بغلاف أو أن تكون عارية بداخل الخلية الأم ولا تكون جدارها حتى تتحرر من الخلية الأم وتنمو لتكون فرداً جديداً كما في الطحلب *Dermocarpa*.

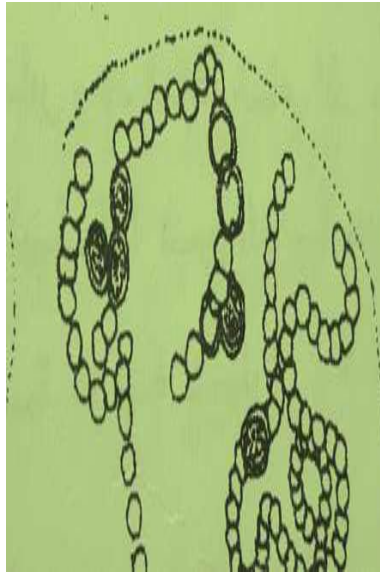
ت- الأبواغ الخارجية: تنشأ عن طريق تمزق جزء من الجدار العلوي للخلية ومن ثم يبرز جزء من السيتوبلازم للخارج وبعدها تتجزأ وحدات السيتوبلازم وتتفصل للخارج فتكون فرداً جديداً كما في طحلب *Chamasiphon*.

ث- الأبواغ الصغيرة (الانقسام المتعدد): تنقسم فيها الخلايا انقساماً سريعاً لتعطي خلايا صغيرة في شكل تجمعات وعند نموها تعطي مستعمرات طحلبية كما في طحلب *Microcystis*.

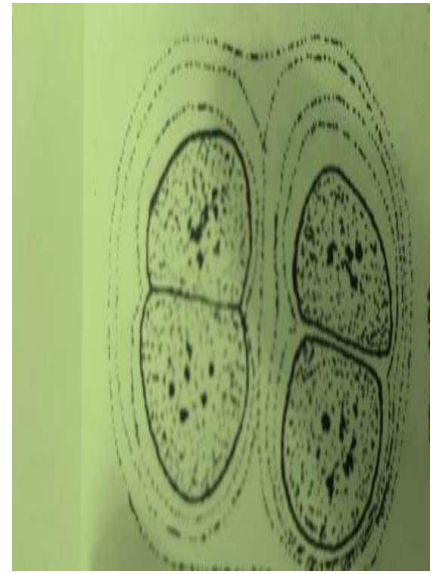
4- أمثلة على الطحالب الخضراء المزرققة: النوستك، الجلوكابسا، اوسيلاتوريا، أرثوروسبير، ستيجونيميا.



طحلب Oscillatoria



طحلب Nostoc



طحلب Chroococcus

5- الأهمية الاقتصادية للطحالب الزرقاء المخضرة:

- 1- تعد مصدر غذاء للأسماك والكائنات البحرية الحيوانية الأخرى.
- 2- بعضها تزيد من خصوبة التربة عن طريق تثبيت الأزوت الجوي.
- 3- الكثير منها تفرز مواد ذات رائحة كريهة قد تكون سامة للإنسان.
- 4- النوع *Microcoleus* (ميكروكوليوس) يعد من أحد المكونات الرئيسية للصفائح القاعية الرقيقة الموجودة في المسطحات المتبخرة في خطوط العرض الجافة.

ثانياً- قسم الطحالب الخضراء: Division Chlorophyta :

تعتبر الطحالب الخضراء أكبر وأكثر المجاميع انتشاراً، وتعيش في المياه العذبة والمالحة ومعظمها يعيش مغموراً في المياه العذبة، ومعظم الأنواع البحرية تعيش على الشواطئ وبعض الأنواع تعيش في التربة وعلى الصخور، وتختلف هذه الطحالب كثيراً في الشكل والحجم، فبعض أنواعها وحيدة الخلية مثل طحلب الكلاميدوموناس *Chlamydomonas* والبعض يكون شريطياً مثل طحلب الألفا *Ulva* والبعض على شكل مستعمرات.

1- الصفات العامة: تختلف الطحالب الخضراء كثيراً في الشكل والحجم. بعض أنواعها وحيد الخلية مثل طحلب كلاميدوموناس والبعض يكون مستعمرات قد تتكون من خلايا متشابهة، تقوم كل خلية منها بجميع وظائف الحياة كما في طحلب باندورينا، وقد تكون بالمستعمرة خلايا متخصصة كما في طحلب فولفوكس، البعض الآخر من الطحالب قد يكون خيطي مقسم مثل السبيروجيرا، أو قد يكون شريطي أو ورق مثل طحلب ألفا، أو قد يكون مظلي الشكل مثل طحلب اسيتابيلولاريا.

تتكون خلايا الطحالب الخضراء من بروتوبلاست وجدار خلوي، ولو أن القليل من الأنواع ليس له جدار خلوي، يتكون الجدار الخلوي من طبقتين الداخلي سليلوزي والخارجي بكتيني.

جميع خلايا الطحالب الخضراء لها نواة مميزة تحاط بغلاف نووي، ويوجد بها نوية أو أكثر، كما توجد شبكة كروماتينية، تحتوي خلايا الطحالب الخضراء على صبغتي الكلوروفيل أ ، ب و كاروتينات وزانثوفيلات، وأكثرها وجوداً هو الكلوروفيل، توجد هذه الصبغات داخل بلاستيدات خضراء، قد تحتوي خلية الطحلب على

بلاستيدة واحدة كبيرة وقد يوجد بها العديد من البلاستيدات الصغيرة، والبلاستيدات الخضراء للطحالب الخضراء تختلف عن بلاستيدات النباتات الزهرية في أن بلاستيدات الطحالب الخضراء تغلف بغشاء منفرد في بعض الأحوال، في حين أن بلاستيدات النباتات الزهرية تغلف بغلاف يتكون من غشائين، كذلك فإن الصفائح الموجودة داخل البلاستيدة والحاملة للصبغات في الطحالب الخضراء بعضها متوازية ولا تتميز بها بذيرات grana أو بها بذيرات مسطحة. تختلف البلاستيدات في الشكل فقد تكون كأسية أو نجمية مسطحة أو مثقوبة أو قرصية. تحتوي أغلب البلاستيدات الخضراء على أجسام كروية بروتينية تحيط بها صفائح نشوية وتعرف بمراكز تكوين النشاء أي البيرينويدات pyrenoids، ويوجد عادة بيرينويد واحد في كل البلاستيدات الصغيرة، ويوجد عديد منها في كل من البلاستيدات الكبيرة. في بعض الحالات لا توجد بيرينويدات، ورغم ذلك تقوم البلاستيدات العديمة اللون بتجميع النشاء. وتختزن الطحالب الخضراء الغذاء في صورة نشاء، كما قد تخزن زيت بكميات قليلة عادة في الخلايا الخضرية الكبيرة السن وفي الزيغوت.

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

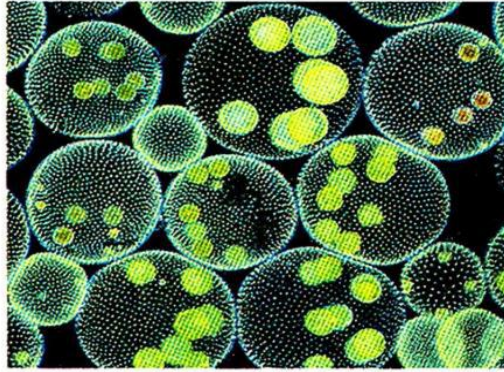
توجد في بعض الطحالب المتحركة في الناحية الأمامية عادة قرب قواعد الأسواط بقعة عينية stigma حساسة للضوء، وتوجه حركة الأسواط نحو الضوء، ويختلف تركيبها في الطحالب المختلفة.

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

يوجد في بعض الطحالب الخضراء أسواطاً من النوع الكرباجي، مسؤولة عن حركة هذه الطحالب، وقد يكون لكل خلية سوطان أماميان، كما في طحلب كلاميدوموناس والباندورينا والفولفوكس، وقد تكون الأسواط في وضع سوارى كما في طحلب ديربيسيا Derbesia.

وفي بعض الطحالب مثل كلاميدوموناس وفولفوكس تتصل الأسواط بجهاز حركة Neuromotor apparatus يتكون من حبيبة تعرف بالبليفاروبلاست Blepharoplast توجد تحت كل سوط وتتصل بحبيبي

كل خلية معاً بخيط عرضي يخرج منه خيط آخر يتصل بالجسم المركزي centrosome المجاور للنواة أو الموجود بداخلها.

*Volvox sp**Chara sp*

بعض أنواع الطحالب الخضراء وحيدة الخلية ومتعددة الخلايا

*Ulva sp**Spirgyra sp*

خيوط وتجمع طحالب السبيروجيرا والاولفا

التكاثر اللاجنسي: يحدث التكاثر خضرياً بانفصال أجزاء من الطحلب ثم ينمو كل منها على حدى، وقد يحدث ذلك نتيجة لتيارات الماء القوية وقد يحدث ذلك طبيعياً كما في طحلب سبيروجيرا. ويعتقد أن كثيراً من الطحالب التي تتكاثر خضرياً بانفصال أجزاء منها طبيعياً يوجد بين خلاياها صفائح بكتينية، وقد يرجع حدوث التجزؤ إلى حدوث تغيرات في تركيب الصفائح الوسطى في منطقة الاتصال.

ويحدث التكاثر اللاجنسي عادة بتكوين أبواغ، قد تكون سوطية متحركة zoospores كما في طحلب كلاميدوموناس، وقد تكون غير سوطية غير متحركة aplanospores كما في طحلب كلوريللا Cblorrella وتكوين الأبواغ المتحركة صفة بدائية، وتتكون ذلك الأبواغ داخل خلايا خضرية عادية، وأحياناً داخل خلايا متخصصة تعرف بأكياس الأبواغ السوطية zoosporangium ، الأبواغ غير المتحركة يكون لها جدار مميز عن جدار الخلية الأم، وقد يكون جدار البوغة سميكاً فتصبح البوغة في هذه الحالة ساكنة. وقد تتحول بعض الخلايا الخضرية إلى أطوار مشابهة للأبواغ، فتسبك جدرها، ويزداد محتواها الغذائي وتعرف بالاكينيتات akinetes. وتعتبر الاكينيتات أبواغ ساكنة تتحمل الظروف البيئية غير الملائمة . قد تنبت الاكينيتات أنباتاً مباشراً فتعطي طحالب جديدة وقد ينقسم بروتوبلاستها معطياً أبواغاً متحركة.

التكاثر الجنسي: يحدث التكاثر الجنسي في الأنواع البدائية بين جاميطات متحركة متشابهة لا تتميز إلى جاميط مذكر وآخر مؤنث، ويسمى بالتزاوج المتماثل isogamy ، في الحالات الأرقى يحدث التزاوج بين جاميطات متحركة مختلفة حجماً، تعتبر الجاميطه الصغرى جاميطه مذكرة وتعتبر الجاميطه الكبرى جاميطه مؤنثه ويسمى التزاوج في هذه الحالة بالتزاوج غير المتماثل Anisogamy. وقد يحدث التزاوج بين جاميطه مذكرة صغيرة متحركة وجاميطه كبيرة غير متحركة تسمى بالببيضة Ovum ويسمى هذا التزاوج بالتزاوج البيضي Oogam . وقد يتم التزاوج بين جاميطات تنتج من طحلب واحد ويعرف هذا النوع من الطحالب بأنه متماثل الثالوس Homothallic وقد لا يحدث التزاوج إلا بين جاميطتين ناتجتين من طحلبين مختلفين ويعرف هذا النوع من الطحالب بأنه متباين الثالوس Heterothallic ويرجع تباين الثالوس إلى عدم التوافق الوراثي بين جاميطات نفس الطحلب . ويتم الإخصاب باندماج الأنوية الناتجة من كل من الجاميطتين المتحدتين في أزواج. الزيوجوت الناتج عن جاميطتين متحركتين يكون متحركاً لفترة ما ثم يفقد أسواطه ويفرز جدار . أما في التزاوج البيضي حيث الجاميط المؤنث غير متحرك فإن الزيوجوت الناتج لا يتحرك مطلقاً .

الزيجوت قد يكون رقيق الجدار فينبت بعد فترة قصيرة من الإخصاب، وقد يكون سميك الجدار فيسكن لفترة قبل الإنبات . يقوم الزيجوت الناضج بعملية التمثيل الضوئي، فيسبب تجمع كثير من الغذاء الذي يخزن به . ويكون الغذاء المخزن في صورة نشاء في الزيجوت الصغير السن ، ثم يتحول الغذاء المخزن إلى زيت ، وعادة يكون نضج الزيجوت مصحوباً بتكوين صبغات كاروتينية بكميات كافية تجعل لون البروتوبلاست أحمر أو برتقالي محمر . ويسبق إنبات الزيجوت حدوث انقسام اختزالي.

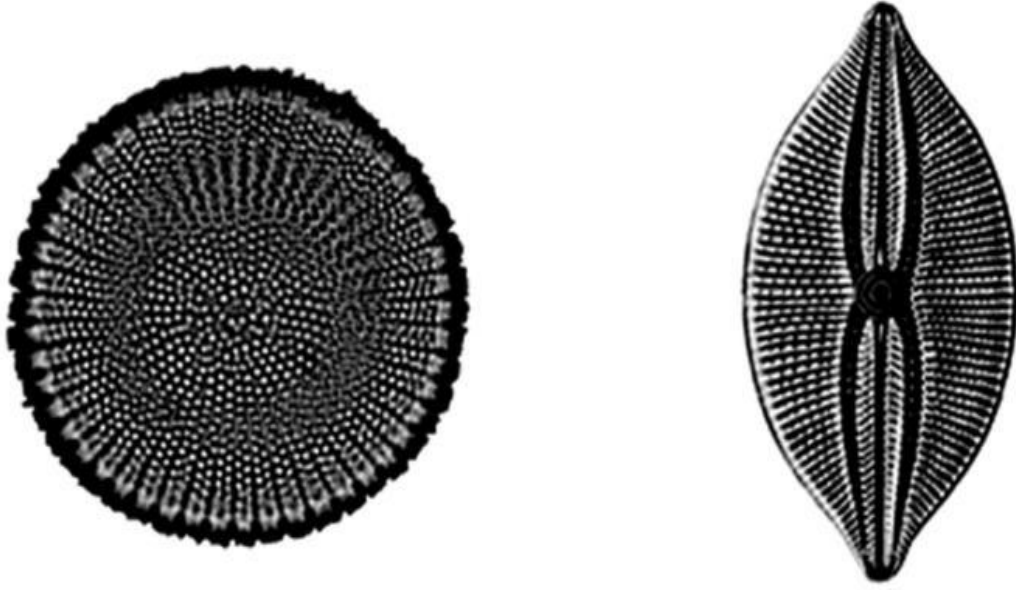
ثالثاً - قسم الطحالب الذهبية Chrysophyta:

الصفات العامة:

- 1- اللون الاخضر المصفر الذي تتميز به أفراد هذه المجموعة يعود الى صبغات الكاروتين والاكزانثوفيل تسود نسبياً على صبغات الكلوروفيل.
- 2- تمتاز البلاستيدات بشكلها القرصي أو العدسي.
- 3- تخزن المواد الغذائية على شكل زيوت أو لبيدات.
- 4- الأسواط في حالة وجودها تكون غالباً اثنين مختلفين أحدهما ريشي pinnate والثاني كرباجي .whiplash
- 5- يضم هذا القسم ثلاثة صفوف هي الطحالب الصفراء الذهبية والطحالب الصفراوية والطحالب الدياتومية.

الطحالب العصوية (الدياتومات) Bacillariophyta

تعد الدياتومات عوالق نباتية مجهرية وهي مصدر مهم للغذاء بالنسبة للحيوانات البحرية الصغيرة، توجد بكثافة في المياه الباردة، تتكاثر عن طريق الانقسام الخلوي البسيط، تحتوي جدرها على السيليكا وتكون محاطة بصدف مزدوجة تشكل الهياكل الدياتومية التي تتجمع في قاع البحار والمحيطات على مدار ملايين السنين لتكوين ما يسمى التربة الدياتومية، وتستخدم هذه التربة في صناعة معاجين الأسنان وفي صناعة مواد العزل والترشيح، ونذكر من الأجناس الدياتومية Stephanodiscus، Triceratium، Tabelaria، Navicula.



The shells of two diatoms: *Stephanodiscus* sp.(left), *Navicula* sp. (right)

شكل الصدفة عند الطحالب العصوية (الدياتومات)

رابعاً- قسم الطحالب البنية **Phaeophyta**:

الصفات العامة:

- 1- أغلبها ترى بالعين المجردة وتعيش بالأعماق.
- 2- تتميز نمواتها الخضرية بعدد من المناطق الميريستيمية البينية والتي تعطي تراكيب على درجة عالية من التمييز، ويعتبر الكشف الخضري أكثر وضوحاً عن ما هو عليه في النباتات اللاوعائية الأخرى.
- 3- تشمل الطحالب البنية على بعض النباتات الضخمة مثل الأعشاب البحرية العملاقة Giant Kelps كالإكتوكاريس.
- 4- تتحمل ظروف بيئية قاسية كالتي توجد في مناطق المد والجزر ودرجات متفاوتة بين إضاءة وظلام هذا إلى جانب الاهتزاز الناتج عن ارتطام الأمواج المنكسرة على الشاطئ.
- 5- تعيش بعض الطحالب البنية في المياه البحرية الضحلة في المناطق الباردة ، كما تحتل شريطاً ضيقاً من الأرض المحاذية للمياه، وتكون أحياناً غابات كثيفة تحت الماء. وتمثل هذه الطحالب المنتجات الهامة بالمحيطات.

التركيب الخلوي Cell Structure: يتمثل الجدار الخلوي بطبقتين داخلية صلبة وخارجية جيلاتينية ويمثل السليلوز المكون الرئيسي للجزء الداخلي الصلب من الجدار ويعتقد إنه مماثل كيميائياً للسليلوز الموجود في النباتات الراقية. السيتوبلازم في هذه الطحالب لا يظهر للزوجة الملاحظة في العديد من الطحالب الحمراء وقد تستعمل للتمييز بينها وبين الطحالب الأخرى. الميتوكوندريا توجد بأشكال دائرية أو خيطية. تمتلك العديد من الفجوات الصغيرة المفصولة بواسطة صفائح سيتوبلازمية رقيقة.

خامساً- قسم الطحالب الحمراء Rhodophyta: تعتبر الطحالب الحمراء أكثر الأعشاب البحرية وفرة ويطلق عليها طحالب البحر وتنفوق انتشار الطحالب البنية وإن كانت أنواعها ليست بضخامة الطحالب البنية، تعيش غالبيتها في البحار وقليل منها في المياه العذبة والغالبية مثبتة على الصخور والأحجار بواسطة مواسك قوية.



- 1- الصبغ السائدة هي الفيكوأثرين الأحمر ونسبة ضئيلة من الفيكوسيانين الأزرق وكلوروفيل أ و ب. والكاروتين. وبناء على هذا التركيب الصبغي تتمكن من العيش تحت أعماق 600 قدم.
- 2- يتكون الجدار من طبقتين الداخلية من السليلوز والخارجية بكتينية.
- 3- الغذاء المخزون على شكل نشاء.
- 4- تتصل الخلايا مع بعضها بجدر فاصلة مزودة بنقر تسمح بالاتصال السيتوبلازمي كما يحدث في النباتات الراقية.

5- دورة الحياة أكثر تعقيداً، حيث تتميز بوجود طور مشيجي وطور بوغي ويعيش كلاً مستقلاً إلا في حالات نادرة.

6- يوجد التكاثر بأنواعه الثلاث، الخضري والجنسي و اللاجنسي.

أوجه التشابه بين الطحالب الحمراء والطحالب الخضراء المزرقّة:

- 1- غياب الأطوار المتحركة.
- 2- وجود صبغة الفيكوارثرين والفيكوسيانين.
- 3- وجود مادة هلامية متشابهة كيميائياً في الجدر الخلوية للمجموعتين.

أوجه الاختلاف بين الطحالب الحمراء والطحالب الخضراء المزرقّة:

- 1- في الطحالب الحمراء يوجد كلوروفيل أ و ب، أما في الطحالب الخضراء المزرقّة يوجد كلوروفيل أ فقط.
- 2- التكاثر الجنسي يوجد في الطحالب الحمراء ولا يوجد في الخضراء المزرقّة.
- 3- خلايا الطحالب الحمراء حقيقية النواة بينما الخضراء المزرقّة بدائية النواة.

سادساً - قسم الطحالب السوطية Euglenophyt :

- 1- تنتشر في المياه العذبة والمالحة وفي مياه البحار وكذلك في التربة الرطبة والطينية.
- 2- تسبب ازدهار الماء في البرك والأحواض.
- 3- تشابه الطحالب الخضراء والكارية وذلك بأحتوائها على كلوروفيل أ و ب في بلاستيداتها وتختلف عنها في صفات أخرى.
- 4- البلاستيدة الخضراء تكون قرصية الشكل أو صفيحية كبيرة ولها حافات مشرّشة أو تكون بشكل شريط مرتبة بشكل قرصي وتحتوي على كلوروفيل تتميز ويكون الغذاء المخزون على شكل باراميلون Paramylum.
- 5- تتحرك حركة يوغلينية لبعض أنواعها تسمى Euglenoid movement وفي حالة عدم السباحة تسمى metaboly.
- 6- تحتوي أفراد هذه المجموعة على أسواط عدا المرحلة المتكيسة أو الطور السباتي Palmelloid phase وقد يكون لها سوطين أو أكثر.

7- يوجد في مقدمة جسم الطحالب اليوجلينية الخضراء البقعة العينية Stigma إذ تتواجد في السيتوبلازم العديم اللون وتقع البقعة العينية بالقرب من انتفاخ السوط . وهناك اعتقادين سائدين حول قاعدة استلام الضوء:

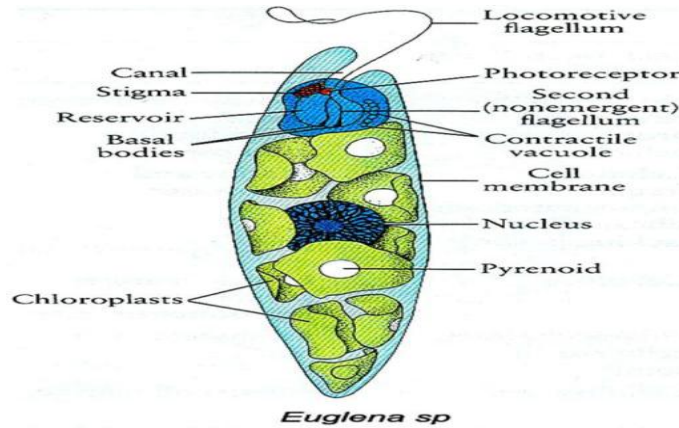
الاعتقاد الاول: تشترك البقعة العينية في استلام الحوافز الضوئية والسيطرة على حركة الخلية إذ ان لهذه الاحياء قابلية انتحائية موجبة للضياء المعتدل وقابلية انتحائية سالبة تجاه الضياء الشديد الظلام.

الاعتقاد الثاني: هو إن الموقع الحقيقي لاستلام الضوء هو في الانتفاخ السوطي وتعمل البقعة العينية مساعد بالنسبة لها.

8- النواة ثابتة وغالباً ما تتميز بسهولة في المركز أو في مؤخرة الخلية.

9- التكاثر خضري، وذلك بانقسام الخلية.

10- تكوين الحويصلات Cyst formation: يلجأ الطحلب في الظروف البيئية غير الملائمة ويبدأ بأن يفقد الطحلب السوط ويفرز حول نفسه غلاف هلامي سميك فيستطيع مقاومة الظروف غير الملائمة وعند تحسن الظروف تنقسم المحتويات الداخلية إلى عدة وحدات 2 أو 4 أو 8 وتستطيع كل وحدة عند تحررها أن تنمو إلى طحلب جديد. والتكاثر الجنسي غير معروف بالتحديد في هذا الطحلب.



طحلب *Euglena*

سابعاً- قسم الطحالب البيرية Pyrrophyta

- 1- تعيش الطحالب البيرية في البحار والمياه العذبة، والقليل منها يعيش عالقاً على الطحالب الخضراء أو متطفلاً على الحيوانات.
- 2- معظم أفراد الطحالب البيرية وحيدة الخلية.
- 3- تتحرك عادة بسوطين غير متماثلين في الشكل والموضع. ويكون خالياً من الجدار عادة وقد يكون له جدار خلوي سليلوزي، ويوجد انخفاض في جسم الطحلب يقسمه إلى جزئين أمامي وخلفي ويوجد أحد السوطين في هذا التجويف والثاني طويل ريشي pinnate ويتجه للخلف.
- 4- لون الخلايا أخضر مصفر إلى بني ذهبي يحتوي بروتوبلاست الخلايا على بلاستيدات يميل لونها إلى البني، وتحتوي على صبغات كلوروفيل أ ، ج، وكاروتينات وزانثوفيلات. وتوجد من الزانثوفيلات ثلاثة أنواع خاصة توجد في أفراد هذا القسم فقط . معظم الأجناس لها بقعة عينية وفجوات صغيرة غير منقبضة.
- 5- مواد التخزين تكون عادة في صورة نشاء، وقد توجد زيوت.
- 6- التكاثر اللاجنسي يتم بواسطة انقسام الخلايا أو بتكوين أبواغ متحركة أو غير متحركة.
- 7- التكاثر الجنسي غير معروف في معظم الأجناس.



جامعة الفرات
كلية العلوم الثانية
قسم علم الحياة

المكافحة الحيوية

(الماضرة النظرية الخامسة)

إعداد

الدكتور سلطان عصمت شخموس



التكاثر والتغذية عند الطحالب

1- التكاثر Reproduction: يشمل ثلاثة أنواع وهي:

1- التكاثر الخضري Vegetative R.

2- التكاثر اللاجنسي Asexual R.

3- التكاثر الجنسي Sexual R.

أولاً: - التكاثر الخضري: ويشمل:

1- الانقسام الخلوي البسيط Cell division : وهو المعروف بانشطار الخلية (Binary fission)

المتعاقب، خاصة في الطحالب وحيدة الخلية، حيث تنقسم الخلايا ثم تنفصل عن بعضها مثل طحلب

Chroococcus.

2- التجزؤ Fragmentation : ويحدث في الطحالب الخيطية و non –coenobium colony وبعض

الاجناس المتعددة الخلايا و الثالوسية وذلك لنمو الاجزاء المنفصلة.

3- Hormogonia: وتحدث في بعض الأجناس الخيطية من الطحالب الخضراء المزرقه، حيث تنفصل من

جسم الطحلب الخيطي خلية أو مجموعة خلايا خضرية، حيث تنحصر بين خليتين ميتين وتتحرك لتنمو مكونة

طحلب جديد.

4- Autocolony formation: وتعني تكوين مستعمرات ذاتية، حيث تحدث في coenobium colony

وتتكون ذلك عندما تدخل المستعمرة مرحلة التكاثر، حيث تستطيع كل خلية في داخل المستعمرة أن تنتج مستعمرة

جديدة مشابهة للمستعمرة التي نشأت منها، حيث تنقسم الخلية لتعطي مجموعة من الخلايا مكونة مستعمرة بنوية

تختلف عن المستعمرة الأم في الحجم ولكن ليس في عدد الخلايا ويمكن ملاحظة ذلك في طحلب *Volvox* و *Pediastrum*.

ثانياً: التكاثر اللاجنسي . **Asexual R**: تتواجد عدة طرق للتكاثر اللاجنسي في الطحالب، إذ قد يحدث بواسطة خلايا متخصصة أو بواسطة تكوين أبواغ Spores والتي تنمو إلى طحالب جديدة دون أن تتحد مع غيرها من الخلايا أو الأبواغ وسوف يتم التطرق إلى قسم من طرق التكاثر اللاجنسي في الطحالب:

- **Zoospores**: وهي أبواغ متحركة، حيث تمتلك أسواط للحركة تنتج بداخل الخلايا الخضرية للخلية الأم، كما في طحلب *Chlamydomonas*.

- **Aplanospores**: وهي أبواغ غير مسوطة تتطور داخل جدار الخلية الأم وقبل أن تتحرر هذه الخلايا يمكن أن تتطور الى Zoospores.

- **Autospores**: هي خلايا بنوية غير مسوطة تتحرر بعد تمزق جدار الخلية الأم وتفتقد القدرة للتطور إلى Zoospores، كما في طحلب *Chlorella*.

- **Hypnospores and Hypnozygotes**: وهي عبارة عن خلايا ساكنة سميكة الجدران تنتج تحت الظروف غير الملائمة وتتكون بواسطة مراحل سابقة لانفصال البروتوبلاست من جدار الخلية الأم ويمكن ملاحظة Hypnospores في طحلب *Ulothrix spp* ويمكن ملاحظة Hypnozygotes في طحلب *Spirogyra spp*.

- **Akinete**: وهي خلية خضرية كبيرة نوعاً سميكة الجدار مفردة أو متكررة في سلاسل ومقاومة للظروف البيئية الغير مناسبة وتتحمل وتبقى ساكنة فترات طويلة خازنة كميات كبيرة من المواد المدخرة حتى تتحسن الأحوال المحيطة لتنمو وتعطى كائناً جديداً كما في طحلب *Anabeana* والعديد من أفراد رتبة *Nostocales* من الطحالب الخضراء المزرققة. وهناك العديد من الأبواغ الغير متحركة والتي تتكون في المجاميع الطحلبية ومنها Auxospores , Tetraspores, Monospores , Neutralspores , Statospores , Carpospores

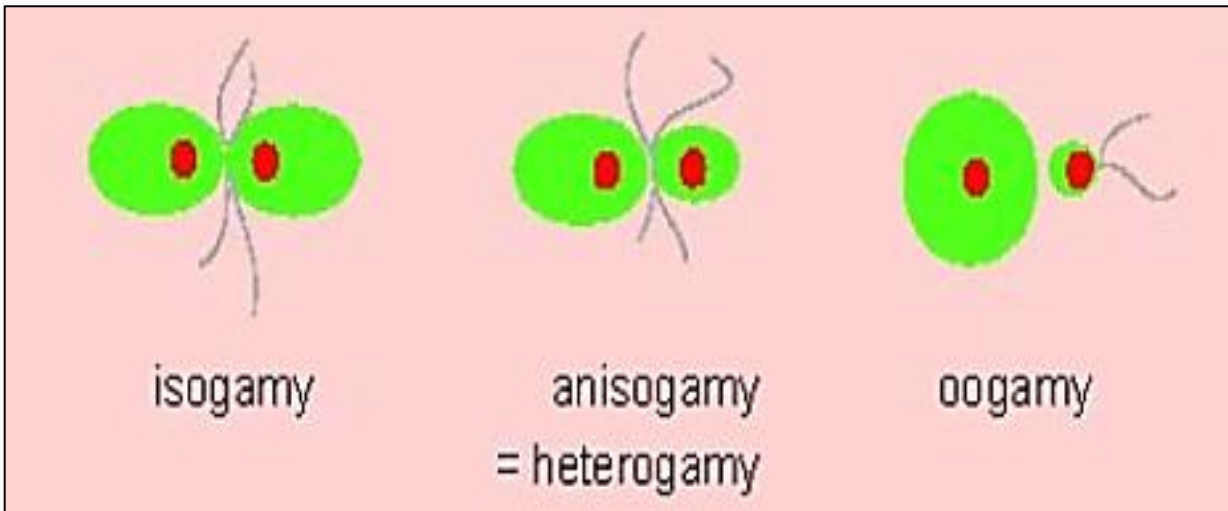
وغيرها. وقد تنتج الأبواغ، إما بداخل خلايا خضرية اعتيادية أو بداخل خلايا متخصصة أو تراكيب تدعى بالحوافظ Sporangia .

ثالثاً: التكاثر الجنسي Sexual R: ويحدث في غالبية الطحالب ويتم باتحاد خليتين، حيث يتحد البروتوبلاست بعملية الـ Plasmogamy يعقبه اتحاد الأنوية Karyogamy ويطلق على الخلايا التكاثرية الجنسية بالأمشاج Gametes وقد تتكون داخل خلايا خضرية اعتيادية أو داخل خلايا متخصصة Gametangia وهناك ثلاثة أنواع من طرق التكاثر الجنسي:

1- Isogamous: ويحدث باتحاد أمشاج متشابهة مظهرياً وفيزيولوجياً ومتحركة بواسطة زوج أو زوجين من الأسواط.

2- Anisogamous: ويحدث باتحاد مشيجين متحركين مختلفين أحدهما صغير الحجم وهو المشيج الذكري و الآخر كبير الحجم ويمثل المشيج الانثوي.

3- Oogamous: يتم باتحاد مشيج ذكري متحرك صغير الحجم Anthrozoid مع خلية أنثوية ساكنة تمثل البويضة Ovum وتتكون هذه الخلايا التكاثرية داخل خلايا متخصصة إلى أعضاء تكاثرية ذكرية تدعى Antheridia وأعضاء تكاثرية أنثوية تسمى Oogonia.



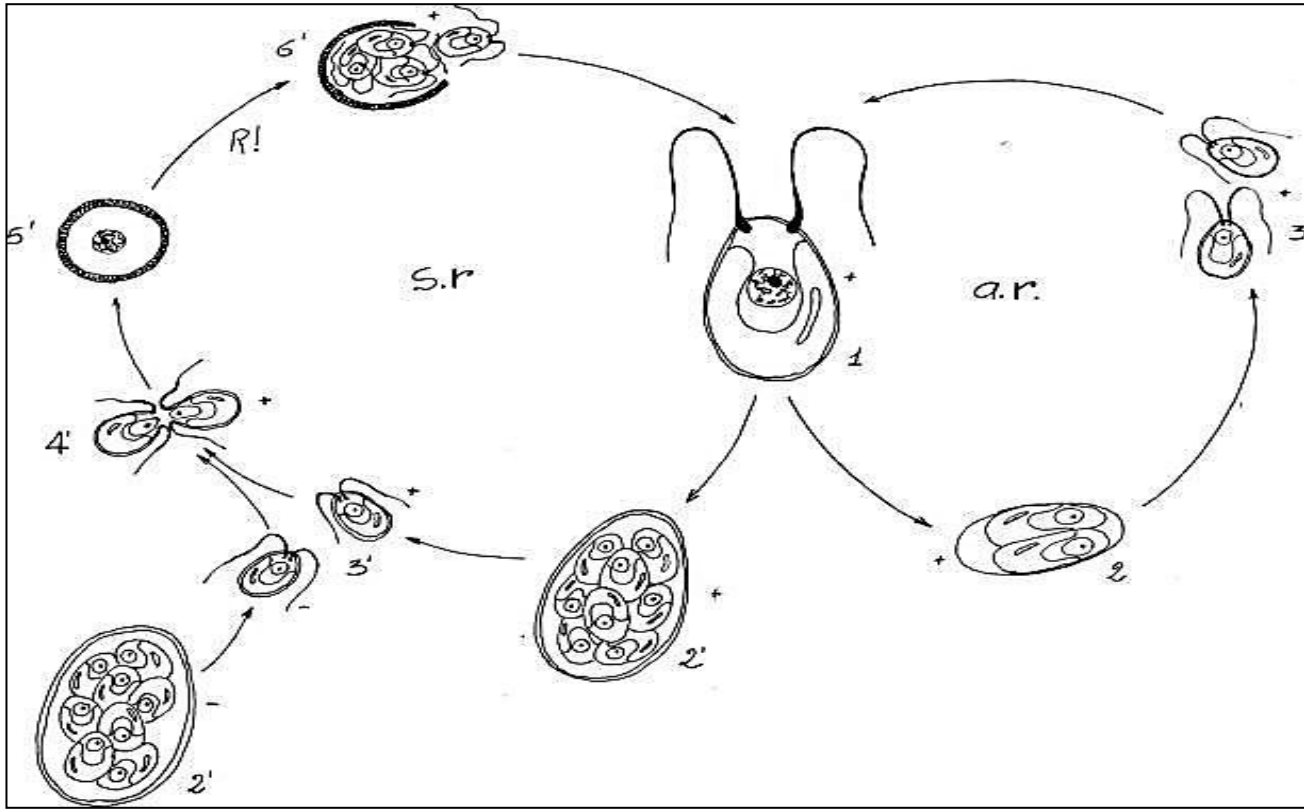
2- دورات الحياة Life cycle:

1- دورة الحياة الاحادية **Haplontic life cycle**: في هذا النوع من الدورات يكون النبات الأم أحادي

المجموعة الكروموسومية في جميع مراحل دورات الحياة ماعدا مرحلة البيضة المخصبة حيث تكون النواة ($2n$)

من الكروموسومات لذلك فهي تعاني انقسام اختزالي وتعرف دورة الحياة هذه أيضاً باسم **Zygotic life cycle**

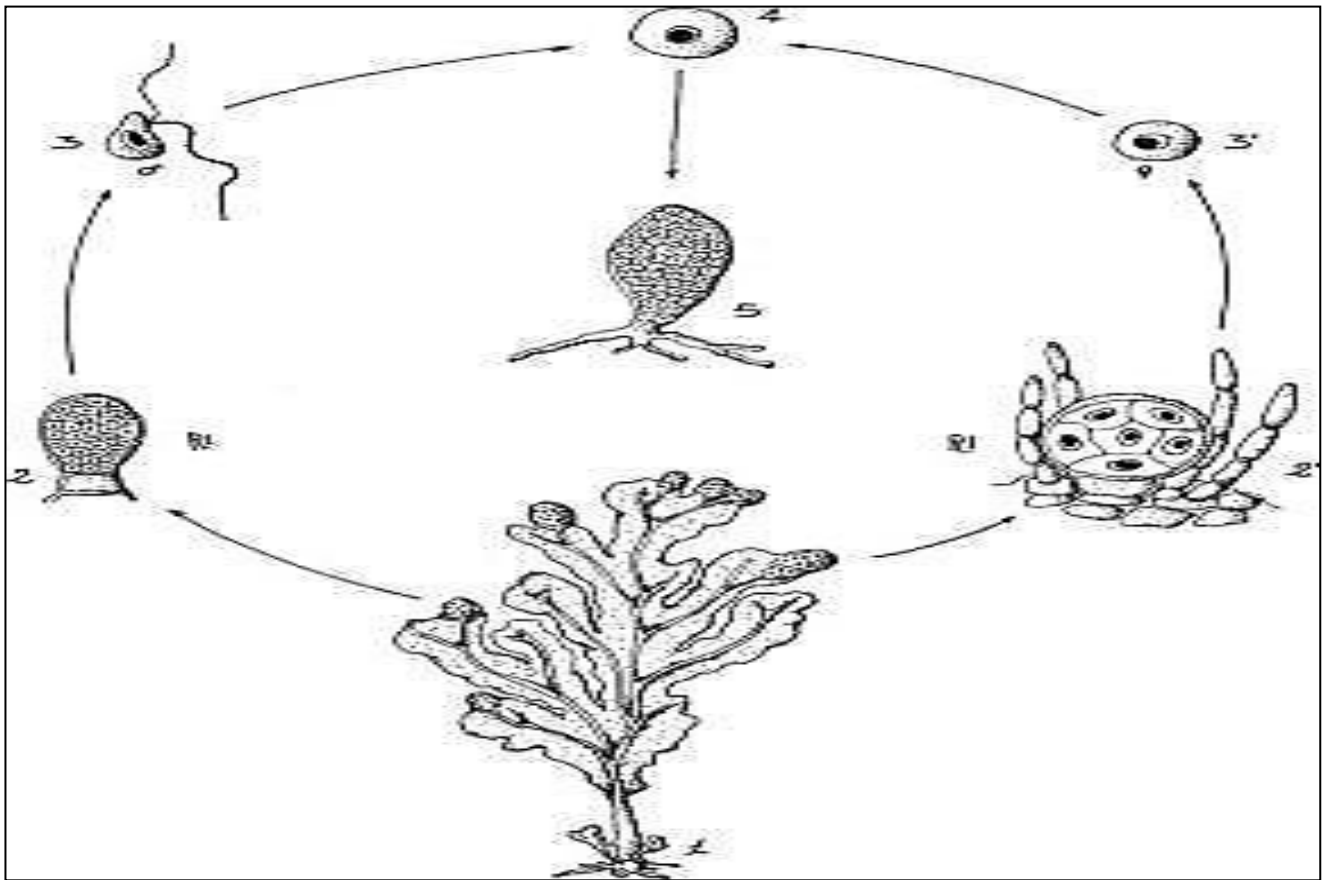
ويمكن ملاحظتها في طحلب *Chlamydomonas*.



zoospores; Life cycle of *Chlamydomonas* sp.: 1, mature cell; 2, cell producing
2', cell producing gametes (strain+ and strain-); 3, zoospores; 3', gametes; 4',
fertilization; 5', zygote; 6', release of daughter cells. R!, meiosis; a.r., asexual
reproduction; s.r., sexual reproduction.

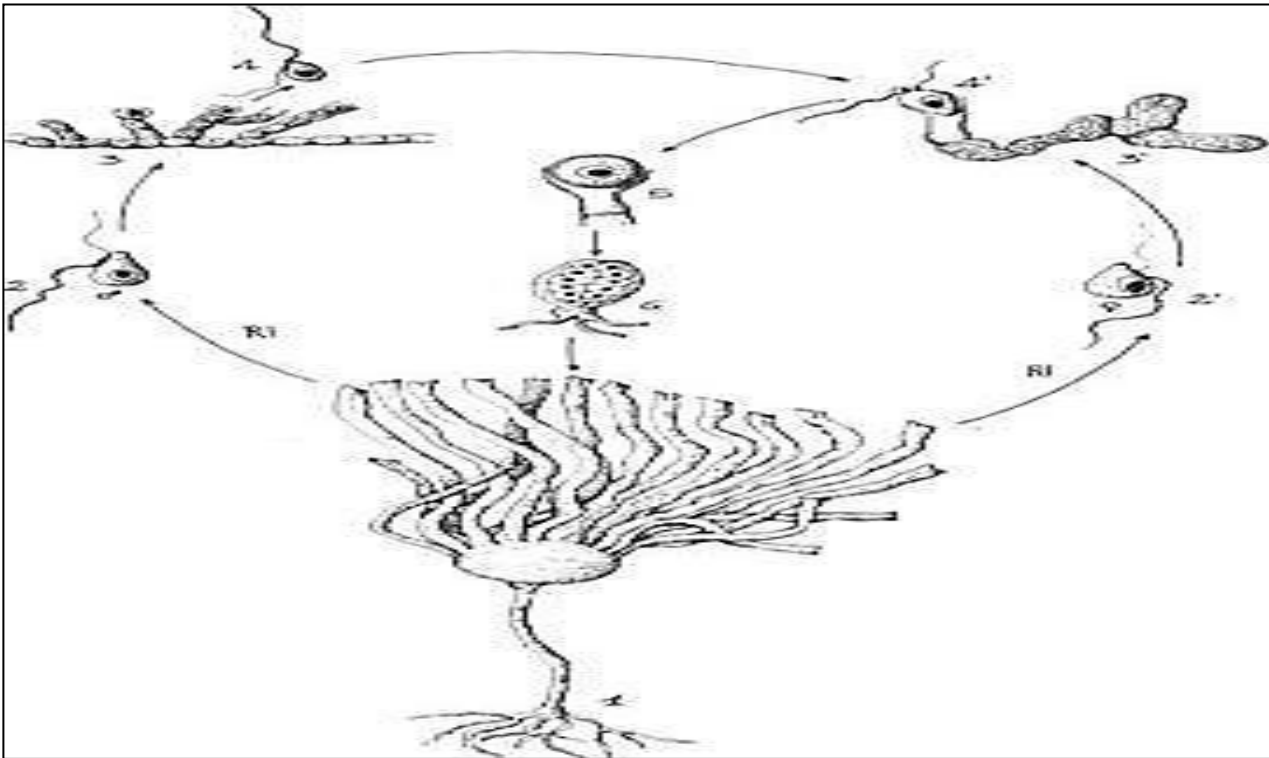
2- دورة الحياة الثنائية **Diplontic life cycle**: هي دورة الحياة التي يكون فيها النبات ثنائي المجموعة الكروموسومية في كافة المراحل عدا مرحلة الأمشاج التي تكون إحادية المجموعة الكروموسومية والتي تتكون بعد حدوث الانقسام الاختزالي لذلك تسمى أيضاً بـ **Gametic life cycle** ويمكن ملاحظتها في طحلب

Fucus.

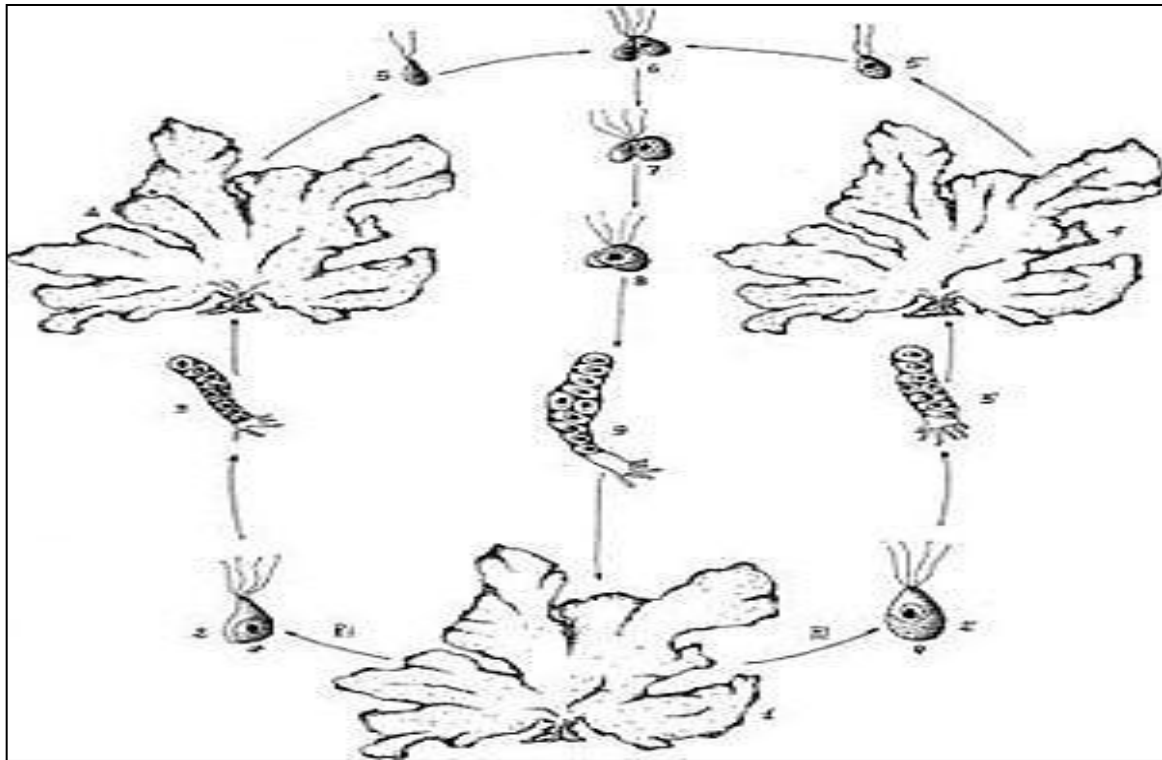


Life cycle of *Fucus* sp.: 1, sporophyte; 2, anteridium; 2', oogonium; 3, sperm; 3', egg; 4, zygote; 5, young sporophyte. R!, meiosis.

3- دورة الحياة المعقدة **Diplohaplontic or sporic life cycle**: يحدث في دورات الحياة هذه تبادل للأجيال بين طورين مختلفين هما الطور المشيجي الأحادي Haploid gametophyte الذي ينتج الجميتات بواسطة الانقسام الخيطي والطور البوغي الثنائي Diploid sporophyte الذي ينتج الأبواغ خلال الانقسام الاختزالي. ويمكن أن يكون تبادل الأجيال متماثل Isomorphic وذلك عندما يكون كلا الطورين متماثلًا مظهرياً كما في طحلب *Ulva* أو غير متماثل Heteromorphic مع سيادة الطور البوغي كما في طحلب *Laminaria* أو مع سيادة الطور المشيجي كما في طحلب *Porphyra*.



Life cycle of *Laminaria* sp.: 1, sporophyte; 2, male zoospore; 2', female zoospore; 3, male gametophyte; 3', female gametophyte; 4, sperm; 4', egg and fertilization; 5, zygote; 6, young sporophyte. R!, meiosis



Life cycle of *Ulva* sp.: 1, sporophyte; 2, male zoospore; 2', female zoospore; 3, young male gametophyte; 3', young female gametophyte; 4, male gametophyte; 4', female gametophyte; 5, male gamete; 5', female gamete; 6–8, syngamy; 9, young sporophyte. R!, meiosis.

3- التغذية في الطحالب Nutrition: تعتبر اغلب مجاميع الطحالب ذاتية التغذية الضوئية

Photoautotrophs تعتمد على عملية البناء الضوئي في تلبية احتياجاتها الأيضية مستخدمة ضوء الشمس كمصدر للطاقة وغاز CO_2 كمصدر للكربون لإنتاج الكربوهيدرات و ATP . كما تحتوي أغلبها أيضاً على أنواع متباينة التغذية Heterotrophic تحصل على الكربون العضوي من البيئة الخارجية إما بواسطة امتصاص المواد الذائبة (عملية الاسموزية) أو من خلال ابتلاعها لخلايا أخرى كالبكتيريا وغيرها (عملية

البلعمة)، وبالإضافة إلى ذلك فإن معظم أنواع الطحالب التي لا تستطيع أن تبني الفيتامينات الضرورية لها و الأحماض الدهنية تعمل على أخذها من الخارج أيضاً لذا تعرف هذه الطحالب بـ Auxotrophic. وعلى أي حال فإن الطحالب التي تعتمد استراتيجيات مختلفة للتغذية وتجمع بين التغذية الذاتية و التغذية المتباينة تعرف بـ Mixotrophic أي مختلطة التغذية لذا تقسم الطحالب بالاعتماد على استراتيجياتها الغذائية الى أربعة أقسام وهي:

1 - طحالب متباينة التغذية الاجبارية **Obligate heterotrophic algae**: وهي الطحالب التي تكون تغذيتها بالأساس متباينة ولكنها تعتمد التغذية الضوئية وذلك عندما يكون المصدر الخارجي محدداً لنموها المتباين مثل طحلب *Gymnodium gracilentum*.

2 - طحالب ضوئية التغذية الاجبارية **Obligate phototrophic algae**: وهي الطحالب التي تكون تغذيتها بالأساس ضوئية ولكنها تستطيع دعم نموها من خلال عملية البلعمة او الازموزية وذلك عندما يكون الضوء عاملاً محدداً مثل طحلب *Dinobryon divergins*.

3 - طحالب مختلطة التغذية اختيارية **Facultative mixotrophic algae**: وهي الطحالب التي يمكن ان تنمو كطحالب ضوئية التغذية وأيضاً كطحالب متباينة التغذية مثل طحلب *Fragilidium subglobosum*.

4 - طحالب مختلطة التغذية الاجبارية **Obligate mixotrophic algae**: وهي طحالب ضوئية التغذية بالأساس ولكنها تعتمد عمليات البلعمة أو الاسموزية في الحصول على بعض المواد الأساسية لنموها كما في طحلب *Euglena gracilis*.

#انتهت المحاضرة#