- **التكاثر في الطحالب Reproduction in algae**

هناك انواع من التكاثر في الطحالب منها :

١- التكاثر الخضري Vegetative reproduction : يشمل هذا النوع من التكاثر جميع الحالات التي ينفصل فيها اجزاء من الطحلب الاصلي معطيا افراد جديدة، كما في الانقسام الخلوي البسيط cell devision الذي يحدث في الطحالب الاحادية الخلايا، اما في الطحالب الخيطية البسيطة والمستعمرات المتجمعة والثالوسيه فقد تتكاثر بطريقة التجزء fragmentation اذ تنفصل اجزاء من الطحلب الام لتنمو الى طحلب جديد، في بعض الاجناس الخيطية من الطحالب الخضر المزرقة تنفصل من جسم الطحلب خلية خضرية او مجموعة من الخلايا الخضرية ذات قابلية على الحركة لتنمو مكونه طحلب جديد ويطلق على هذه الخلايا Hormogonia والتي تعتبر ظاهرة شائعة في الطحالب الخضر المزرقة.

٢- التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction : الخلايا التكاثرية التي تنمو الى طحلب جديد دون ان تتحد مع غيرها من الخلايا الاخرى ويطلق عليها spores وهي عبارة عن خلايا مفردة وتعتبر وسيلة للتكاثر اللاجنسي وتتكون في الغالبية العظمى من الطحالب وتكون على انواع منها ما يكون متحرك يطلق علية zoospores او غير متحركة aplanospores والتي عادة ما تكون في الطحالب التي تنمو على الترب الطينية وهذا النوع من السبورات غير المتحركة عندما تكون محاطة بجدار سميك يطلق عليها Hypnospores وهنك انواع مختلفة من الابواغ غير المتحركة التي تتكون في المجاميع الطحلبية منها , Tetraspores, Monospores Carpospores Paraspores, Auxospores ، اما في بعض الطحالب الخضر المزرقة والخضراء تتكون خلايا خضرية شبيهة بالابواغ تكون محاطة بجدار سميك متعدد الطبقات ومقاومة للظروف البيئية غير الملائمة تسمى الخلية الساكنة Akinete.

٣- التكاثر الجنسي Sexual reproduction : وهو التكاثر الذي يحدث باتحاد خليتين تكاثريتين، اذ يتحد البروتوبلاست يعقبه اتحاد للانوية ويطلق على الخلايا التكاثرية بالأمشاج Gametes ويكون على ثلاث انواع:

أ- تكاثر جنسي متشابه الامشاج المتحركة Isogamous : التكاثر الذي يحدث باتحاد امشاج متشابه مظهريا وفسلجيا ومتحركة بواسطة زوج من الاسواط.

ب-تكاثر جنسي مختلف الامشاج المتحركة Anisogamous : التكاثر الذي يحدث باتحاد مشيجين متحركين مختلفين احدهما صغير الحجم يمثل المشيج الذكري والاخر كبير الحجم يمثل المشيج الانثوي.

ت-تكاثر جنسي بيضي Oogamous : التكاثر الذي يتم باتحاد مشيج ذكري صغير ومتحرك sperm مع خلية انثوية كبيرة ساكنة تمثل البيضة ovum، وتكون هذه الخلايا التكاثرية داخل خلايا متخصصة الى اعضاء تكاثرية ذكرية تسمى Antheridia واعضاء تكاثرية انثوية تسمى Oogonia.

يعد التكاثر الجنسي البيضي من اكثر الانواع تطورا ويمكن ملاحظته في طحلب *Ulva* و*Cladophora*.

وهناك نوع من التكاثر يتم فيه نمو الامشاج بدون اتحاد الى افراد جديدة بالتكاثر العذري Parthenogenesis.

الاسس المعتمدة في تصنيف الطحالب :

يلاحظ في الطحالب نوعين من الخلايا، خلايا تكون بدائية النواة prokaryotic وفيها تفتقر المادة النووية الى الغشاء النووي وفاقدة للعضيات مثل البلاستيدات والميتوكوندريا واجسام كولجي والفجوات الحقيقية والاسواط، ويتمثل هذا النوع من الخلايا بالطحالب الخضر المزرقة. اما النوع الاخر حقيقية النواة eukaryotic وتتمثل ببقية المجاميع الطحلبية والتي تحتوي خلاياها على نواة حقيقية وبقية العضيات. وهناك صفات عديدة تختلف فيها الطحالب من مجموعة الى اخرى، واعتمدت خمس اسس في تصنيف الطحالب الى المجاميع الرئيسية وهي :

اولا: تركيب الجدار الخلوي cell wall structure: يعد تركيب الجدار الخلوي من الصفات الاساسية في تصنيف المجاميع الطحلبية حيث تختلف الطحالب في التركيب الكيمياوي لجدرانها، ففي الطحالب الخضر المزرقة تكون مركبات mucopeptid هي المكون الرئيسي لجدران الخلايا، في المقابل تعد

لوبيفات السليلوز وانصاف السليلوز المكونات الاساسية للجدران، في حين تكون الطحالب البنية جدرانها تحتوي مكونات alginic acid ومركبات كبريتية متعددة السكريات بالاضافة الى السليلوز اما الطحالب الذهبية تدخل السليكا المكون الرئيس لجدران الخلايا.

ثانيا : البلاستيدات وصبغات البناء الضوئي plastids and synthetic pigments :

تعد اشكال البلاستيدات وتركيبها الداخلي من الصفات التصنيفية للطحالب ومن اشكالها الكأسية cup shape والقرصية discoid والنجمية stellate والشبكية والشريطية، بالإضافة الى الشكل الاختلاف يكون في الموقع فقد تكون مركزية central او جدارية partial.

وتحتوي البلاستيدات على الصبغات الضوئية مختلفة والتي تتمثل بالانواع التالية:

أ- الكلوروفيلات chlorophylls جميع الكلورفيلات لاتذوب في الماء ولكن تذوب في الكحول والايثر والبنزين والاسيتون، وتشمل كلوروفيل a والتي يتواجد في جميع انواع الطحالب لذلك يسمى بالصبغة العامة وهذه الصبغة تتواجد في النباتات الواطئة والعليا، اما كلوروفيل b يوجد في الطحالب الخضر والكارية واليوغلينية فقط وله نفس مواصفات كلوروفيل a، اما كلوروفيل c يوجد بنوعين c1 وc2 اذ يتواجد كلوروفيل c2 في الطحالب الدولابية والذهبية والخضر المصفرة والبنية في حين كلوروفيل c1 يكون مفقود في الطحالب الدولابية ويتواجد كلوروفيل d في بعض الاجناس المتطورة من الطحالب الحمر ويتواجد كلوروفيل e في الطحالب الخضر المصفرة فقط.

ب-الكاروتينات carotenoids : وهي الحبيبات التي تعطي اللون الاحمر والبرتقالي والاصفر وتذوب هذه الصبغات في الماء والكحول والايثر والاسيتون وتوجد بنوعين:

a- الكاروتين carotene (البرتقالية) : وهي هيدروكاربونات خالية من الاوكسجين ويكون البيتا كاروتين هو الاكثر تواجد في المجاميع الطحلبية المختلفة اما الالفا كاروتين تكون متواجدة مع البيتا كاروتين في الطحالب الخضر والكارية والذهبية اما الطحالب الحمراء يوجد فقط بيتا كاروتين.

b- الزانثوفيلات xanthophylls : هي هيدروكاربونات مؤكسدة تتواجد في الطحالب الخضر تشابه الموجودة في النباتات الراقية.

ت–البيلوبروتينات phycobiliproteins : وهي صبغات ذائبة في الماء وتكون اما حمر او خضر مزرقة تتواجد في الطحالب الخضر المزرقة والحمراء وهذه الصبغة مرتبطة بالبروتين.

ثالثا: الغذاء المخزون storage products: يعد الغذاء المخزون احد الاسس المعتمدة في التصنيف، مثلا يخزن الطحالب بشكل نشأ من نوع cyanophycean starch في الطحالب الخضر المزرقة والذي له تركيب مشابة لتركيب الكلايكوجين الحيواني، اما في الطحالب الحمراء يخزن الغذاء بشكل نشأ فلوريدي والذي يشابة النباتات المخزونة، اما في الطحالب الخضراء يخزن بشكل نشأ نباتي الموجود في النباتات الراقية، في حين يكون في الطحالب اليوغلينية من نوع paramylum.

رابعا: الاسواط flagella : تعد الاسواط احدى اسس التصنيف من حيث وجودها وعدم وجودها وعددها ومكان تواجدها، فأن جميع المجاميع الطحلبية تكون مزودة بالاسواط ماعدا الطحالب الخضر المزرقة والطحالب الحمراء، وتختلف الاسواط في الطحالب من حيث الموقع والعدد والطول، فقد تتصل الاسواط بالقمة الطحلبية او تحت القمة او السطح الجانبي، وفي بعض الانواع يوجد سوط واحد وفي انواع اخرى سوطين وفي حاله وجود اثنان من الاسواط قد يكونان متساوين في الطول وملساء كما في الطحالب الخضراء او يحتوي سطحه الخارجي على شعيرات.

خامسا: تركيب الخلية cell structure : يختلف تركيب الخلية حسب اقسام الطحالب من حيث النواه اذ تكون الطحالب الخضراء المزرقة بدائية النواه في المقابل تكون بقية المجاميع حقيقية النواة، بالإضافة الى الاختلاف في العضيات اذ تكون المايتوكندريا اما كروية او اسطوانية والمسؤولة عن الفعاليات التنفسية في الخلية، اما اجسام كولجي هي عبارة عن تراكيب غشائية او حويصلات مختلفة الاحجام موجودة في جميع الطحالب حقيقية النواه، ووجود الشبكة الاندوبلازمية والتي تكون على نوعين الخشنة والملساء فضلا عن وجود الفجوات اذ تحتوي غالبية الطحالب المتحركة على فجوتين متقلصة لها دور مهم في الحفاظ على التوازن المائي داخل الخلية وتتميز بتواجدها غالبا في طحالب المياه العذبة في حين يقل تواجدها في طحالب المياة المالحة.

الأهمية الاقتصادية للطحالب Economic Importance of Algae

تفيد الطحالب الانسان بمقدار حاجته لغذائه ولحيواناته الأليفة وأرضه الزراعية وحاجته لصناعاته الطبية المختلفة كما يمكن للإنسان بعد استيفاء حاجاته الأساسية من النباتات أن يستخدمها للزينة، ولا تختلف الطحالب عن كثير من النباتات في علاقاتها بالإنسان الا في كون معظمها نباتات مائية فهي لا تعيش معه مباشرة في وسطه الطبيعي وعليه أن يتعامل معها بطرائق تختلف عن بقية النباتات الأخرى، وأن استخدام الطحالب كأعلاف للحيوانات مثل الدجاج والأرانب وغيرها منفردة أو مخلوطة بالغذاء هو نظام معتاد مستخدم في معظم المزارع، كما تستخدم الطحالب كمخصبات زراعية في التجارب التي تجرى على بعض النباتات الاقتصادية مثل البقوليات أو الحبوب وذلك في الحديقة النباتية باستخدام مختلف الأنواع من التربة بوساطة الأقسام المعنية والمراكز البحثية المتقدمة.

- **أهم الاستخدامات الرئيسة للطحالب The Main Used of Algae**

١/ اعلاف ومحسنات غذائية

٢/ مستصلحات تربة ومخصبات .

٣/ مستخلصات طبية مثل الأكار والكلسرول واليود وبعض الأدوية .

٤/ التربة الدياتومية كمرشحات جيدة ومواد خام الصناعة الزجاج .

٥/ تحديد أعمار الصخور والرواسب في أعمال التنقيب والكشف عن البترول .

٦/ امتصاص ثاني أوكسيد الكربون و اطلاق الاوكسجين في مركبات الفضاء .

٧/ساهمت كوسائط لفهم الكثير من العمليات الحيوية في التجارب العلمية في البر والبحر والجو

٨/مضادات للتسمم الاشعاعي و التسمم بالمعادن الثقيلة .

- **استخدامات الطحالب في المعالجة الحيوية**

١/ خفض تراكيز بعض العناصر الثقيلة

٢/ خفض الفوسفات والنترات الناتجة من مخلفات الصرف الصحي

٣/ معالجة مياه الصرف الصحي من التلوث البكتيري

٤/ استخدام الطحالب كأدلة احيائية لتلوث المياه

٥/ استخدام الطحالب كمصادر للطاقة البديلة

٦/ استخدام الطحالب في إزالة الاصباغ (نواتج القطاع الصناعي)

٧/ استعمالات أخرى للطحالب متضمنة: غذاء للإنسان والحيوانات، مصدر للأسمدة ومخصبات التربة، مصدر للأوكسجين على الأرض وخاصة الطحالب المجهرية، انتاج العقاقير الطبية واستخداماتها في الأبحاث البيولوجية وغيرها.

- **التوجهات الأساسية في دراسة الطحالب: من التوجهات المهمة في دراسة الطحالب هي كما يأتي:**

١/ دراسة المكونات الطحلبية: أي دراسة مكونات الطحالب في البيئة، وهي تشخيص الأنواع المتواجدة ومعرفتها وتنظيم قائمة بها إعتمادًا على مفاتيح تشخيص خاصة في التصنيف.

٢/ دراسة العلاقات ما بين الطحالب، والعوامل الفيزيائية الكيميائية البايولوجية، التي تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في تواجدها، والتي تشمل التغاير الفصلي والوفرة والانواع السائدة وغيرها

٣/ دراسة الأنواع المهمة والعوامل المسيطرة على تواجدها، سواء كانت ضمن التجمعات نفسها، أو بدراسة مختبرية وفي ظروف مسيطر عليها.

٤/ دراسة الكتلة الحية للطحالب في بيئاتها المختلفة، والتي تتضمن دراسة العدد الكلي للخلايا أو كمية الكلوروفيل أو الإنتاجية الأولية.

٥/ تحديد العوامل المحددة للإنتاجية الأولية وكيفية معالجتها.

- **الاثار الجانبية للطحالب :**

أولا: انتاج المواد السامة: تنتج بعض الطحالب مواد سامة تؤدي إلى موت الأحياء المائية الأخرى خاصة الأسماك وتسمى بظاهرة المد الأحمر بسبب ازدهار طحلب *Gymondinium* وهو من الطحالب الدوارة، كما ينتج الطحلب الأخضر المزرق *Anabeana* مركب سام نتروجيني Anatoxin وينتج الطحلب التابع للجنس *Microcystis* مركب سام Microcystin وهو متعدد البيبتايد Polypeptide متكون من ١٠ أحماض أمينية حيث أن ٠.٥ ملغم لكل كغم من الجسم يسبب الموت.

ثانيا/ الإثراء الغذائي Eutrophication إن ازدهار الطحالب في المسطحات المائية كالبحيرات وخزانات المياه والجداول المرتبطة بالأنهار بسبب توفر كميات من المغذيات خاصة النترات والفوسفات سوف تؤدي إلى ظاهرة الإثراء الغذائي والتي قد تسبب مظهرا من مظاهر التلوث حيث تؤدي إلى طعم ورائحة غير مرغوب بها للمياه بسبب زيادة الكتلة الحية من الطحالب وعند موتها سوف تستهلك كميات كبيرة من الأوكسجين.

ثالثا/ نمو الطحالب القاعية Growth of benthic algae تنمو الطحالب القاعية على السطوح الخارجية للزوارق والبواخر والسفن مما تؤدي إلى تلف الصبغ وإعاقة سرعتها وبذلك يتطلب تنظيفها وقتا طويلا وتسبب خسائر اقتصادية.

رابعاً/ إعاقة الملاحة إن النمو الغزير للأعشاب البحرية في الخلجان والموانئ وبعض الأنهار يعيق من العمليات الملاحية في بعض الأحيان.

خامساً/ صحة الإنسان تسبب بعض الطحالب ضررا في صحة الإنسان عند تناول الأسماك التي سبق وأن تغذت على الطحالب الضارة كالتي تفرز بعض السموم مما تؤدي إلى أضرار في الجهاز الهضمي. كما إن كميات قليلة من الطحالب الخضر المزرقة في مياه الشرب سوف تسبب الإسهال. ويسبب الطحلب *Lyngbya majuscula* إصابة لجلد السابحين بأضرار كبيرة وانتفاخات في الأغشية المحيطة بالعين والأنف واحمرار واحتقان الجلد

التصنيف العام للطحالب

تقسم الطحالب وفق الاسس المعتمدة والتي سبق التطرق اليها سابقا الى العديد من الشعب Phyllam او اقسام Division الرئيسة وهي:

شعبة الطحالب الخضر المزرقة	1- Cyanophyta
صف الطحالب الخضر المزرقة	Class: Cyanophyceae
شعبة الطحالب الخضر	2- Chlorophyta
صف الطحالب الخضر	Class: Chlorophyceae
صف الطحالب الكارية	Class: Charophyceae
شعبة الطحالب اليوغلينية	3- Euglenophyta
صف الطحالب اليوغلينية	Class: Euglenophyceae
شعبة الطحالب الذهبية	4- Chrysophyta
صف الطحالب الخضر المصفرة	Class: Xanthophyceae
صف الطحالب البنية الذهبية	Class: Chrysophyceae
صف الطحالب العصوية (الدايتومات)	Class: Bacillariophyceae
شعبة الطحالب الكربتية (الكربتات)	5- Chryptophyta
صف الطحالب الكربتية (الكربتات)	Class: Cryptophyceae
شعبة الطحالب البروفاتية (البروات)	6- Pyrrophyta
صف الطحالب الدوارة	Class:Desmophyceae

شعبة الطحالب البنية 7- Phaeophyta

Class: Isogenerate

Class:Heterogenerate

Class:Cyclosporeae

شعبة الطحالب الحمر 8-Rhodophyta

Subclass: Bangiodae

SubClass: Floridoidae