علم الطحالب Phycology

يختص علم الطحالب بدراسة مجموعة من الكائنات الحية ذاتية التغذية وهي الطحالب Algae كما يسمى هذا العلم Phycology حيث أن Phykos هي كلمة إغريقية (يونانية) معناها الأعشاب البحرية أو الحشائش Seaweeds و Logy معناها العلم. وقد أطلق الرومان عليها قديماً بمصطلح Fucus وكانت الطحالب تستخدم في تحضير مواد التجميل أنذاك. كما ذكرت الطحالب في الكتابات الصينية القديمة وقد أطلقوا عليها بمصطلح Tsao. أما جزر هاواي فقد استخدمت الطحالب كغذاء وأطلقوا عليها مصطلح Limu.

ويعود تاريخ ظهور الطحالب إلى العصر ما قبل الكمبري. كما إن أقدم الطحالب التي ظهرت على سطح الكرة الأرضية تعود إلى الطحالب بدائية النواة Prokaryotes وهي الطحالب الخضر المزرقة الأحادية الخلية.

وتعرف الطحالب بأنها نباتات بدائية ذاتية التغذية Autotrophic بسيطة التركيب، تفتقر إلى وجود الأنسجة الوعائية وتحتوي على صبغة الكلوروفيل (أ) ولها تراكيب تكاثرية بسيطة. كما يمكن تعريفها أيضاً بأنها نباتات ثالوسية تفتقر إلى وجود الأوراق والسيقان والجذور الحقيقية وتحتوي على صبغة الكلوروفيل (أ) كصبغة رئيسة وتكون أعضائها التكاثرية بسيطة التركيب وغير محاطة بجدار عقيم. وقد عرف العالم Fritsch بأن الطحالب عبارة عن نباتات ذاتية التغذية لاترتقي إلى مستوى التباين الخاص بالنباتات الراقية. وهذا يعني أن الطحالب تختلف عن بقية النباتات الراقية. وبعبارة أخرى لا ترتقي إلى مستوى التباين الخاص بالنباتات.

معظم أنواع الطحالب تقريبا أحادية الخلية لكن بعضها كبير الحجم وعديد الخلايا الكلوروفيل فيها يكون من النوع الأكثر تعقيدا مثل الحزازيات Mosses وهي كائنات ثالوسية Thallus تحتوي على كلوروفيل حقيقي وعلى الرغم من أن جميع الأنواع المنتمية لهذه المجموعة تظهر هذه الصفات الأساسية الا أنها متباينة تبايناً واسعاً في صفات أخرى. إذ أنها تعيش في بيئات متفاوتة في نسب الرطوبة ما بين المياه ورمال الصحراء الجافة، وفي نسب الملوحة ما بين مياه الأمطار والبحار، وفي درجات الحرارة ما بين الجليد والينابيع الحارة. أن الطحالب تأخذ أحجاما وأشكالا شتى بدأ من وحيدة الخلية التي لا تكاد أطوالها تتعدى الجزء من المليمتر الى أطول النباتات في غابات مغمورة تحت المحيط حيث يصل طول الطحلب

١٨٠ م كما في الطحالب الحمراء. أن الطحالب وان وضح الفرق بينها وبين جميع الكائنات الحية الأخرى فإنها تتقارب مع عدد غير قليل، فمنها ما يقترب من المعيشة الحيوانية في تغذيته من بعض وحيدة الخلية في فترة من الظروف البيئية التي يمر بها ومنها ما يقترب قليلا من الحزازيات Mosses في شكل أعضائها التكاثرية مثل طحلب .*Chara* sp التي يعدها كثير من العلماء منفصلة تماما عن الطحالب، والمجموعة المهمة التي اخذت قدرا كبير من الجدل من ناحية انتمائها هي مجموعة الطحالب الخضراء المزرقة فهي وان كانت بدائية النواة الا انها تقترب من الطحالب من جميع النواحي اكثر من أي مجموعة أخرى من الكائنات الحية.

قد عرف العالم Fritsch بأن الطحالب عبارة عن نباتات ذاتية التغذية لا ترتقي إلى مستوى التباين الخاص بالنباتات الراقية وهذا يعني أن الطحالب تختلف عن بقية النباتات الراقية من خلال الصفات الآتية:

١. بساطة تركيب أجسامها والتي تكون إما أحادية الخلية أو متعددة الخلايا لكنها تفتقر إلى وجود الأوراق والسيقان والجذور الحقيقية، فضلا عن فقدانها الأنسجة الوعائية الناقلة.

٢. بساطة التراكيب التكاثرية فقد تتمثل بخلايا خضرية اعتيادية وتصبح تكاثرية، وهناك عدد من الحالات منها:

أ- في حالة الطحلب الأحادي الخلية فإن جسم الطحلب الخضري يتحول إلى خلية تكاثرية يتكون في داخلها مشيج واحد Gamet أو أكثر كما في طحلب *Chlamydomonas* اما في الطحالب الخيطية كما في طحلب *Ulothix* فإن محتويات إحدى الخلايا الخضرية تنقسم لتكون أمشاجا في مرحلة التكاثر الخضري للطحلب.

ب- يحدث في بعض الطحالب أن تتخصص بعض الخلايا إلى خلايا تكاثرية وتكون هذه الخلايا مميزة عن الخلايا الخضرية في الشكل والحجم. بعضها يتكون بانقسام محتوياتها إلى أمشاج ذكرية صغيرة ذات اسواط Anthrozoids وتمثل هذه الخلايا الأعضاء التكاثرية الذكرية أما الخلايا التكاثرية الأخرى فتكون محتوياتها خلية البيضة Ovum، والتي تكون كبيرة الحجم ساكنة وتمثل هذه الخلية الأعضاء التكاثرية الأنثوية Oogonium.

- الصفات التي تتميز بها الطحالب:

اولا: تتميز من حيث الكيمياء الحيوية ووظائف الأعضاء مع باقي المجاميع النباتية. اذ تمتلك نفس التفاعلات الأيضية، وأصباغ الكلوروفيل، ونواتج المركبات المتكونة، مثل الكربوهيدرات والبروتينات، مثل تلك الموجودة في النباتات الراقية الأخرى.

ثانيا: من ناحية التركيب الخلوي نلاحظ في الطحالب وجود نوعين من التركيب الخلوي وهما بدائية النواة Prokaryotic كما في الانواع التي تعود الى الطحالب الخضر المزرقة وحقيقية النواة Eukaryotic كما في بقية المجاميع الطحلبية.

وفي التصنيف الحديث للكائنات الحية لوحظ ان الطحالب تقع في مملكتين هما:

اولا: مملكة بدائية النواة Prokaryotae: التي تشمل البكتريا والطحالب الخضر المزرقة وهي من اقدم الكائنات الحية حيث ظهرت قبل حوالي ٣٥٠٠ مليون سنة، كما انها اصغر الكائنات الحية التي يبلغ معدل قطر خلاياها بين ٠.٥ – ١٠ مايكرون.

ثانيا: مملكة الطلائعيات Protista: وهي كائنات حقيقية النوى وعددا منها يكون احادية الخلية، وان الطحالب تدرس كمجموعة اولية من النباتات كونها تعد نباتات واطئة للعديد من الاسباب وتشمل:

١- تعد الطحالب من اقدم النباتات التي تحوي صبغه الكلوروفيل أ والتي تم تشخيصها من المتحجرات ويعود تاريخها الى ٣.١ بليون سنة وبالتالي تلتقي مع بقية النباتات الواطئة والراقية بوجود هذه الصبغة الخضراء وقيامها بعملية البناء الضوئي.
٢- بساطة تركيب اجسامها فهي احادية الخلية او متعددة الخلايا ثالوسية.
٣- بساطة التراكيب التكاثرية.
٤- بساطة طرائق التكاثر مما سهل على المختصين دراسة فسلجه التراكيب الخضرية وفسلجه تكاثرها.
٥- دورة حياتها قصيرة لا يتجاوز قسما منها بضعة ايام.

التواجد والانتشار Occurrence and Distribution

تتواجد الطحالب في مختلف البيئات العالمية، فهي تتواجد في البيئية المائية واليابسة او محمولة على الهواء على حد سواء، ففي البيئة المائية قد تتواجد قسم من الطحالب بشكل ملتصق وتسمى Periphyton او متحركة على سطح القاع وتسمى القاعية Benthic algae او تتواجد بصورة هائمة Plannktonic التي تتحرك محمولة مع تيارات المياه والرياح وحركة المد والجزر.

- يمكن تقسيم الطحالب القاعية الملتصقة حسب الوسط الذي تلتصق عليها وهي:

١- ملتصقة على الطين في القاع Epipelic algae

٢- ملتصقة على الرمل Epipzamic algae

٣- ملتصقة على الصخور Epilithic algae

٤- ملتصقة على النباتات او طحالب اخرى Epiphytic algae

٥- ملتصقة على اجسام بعض الحيوانات Epizoic algae

٦- الطحالب المتواجدة داخل اجسام بعض الحيوانات داخل المياه Endoozoic algae مثل طحلب *Zoochlorella* الذي يتواجد داخل جسم الهايدرا او البراميسيوم.

- الطحالب التي توجد هائمة في المياه والتي تبقى عالقة ضمن عمود المياه وتقسم الى:

١- هائمات حقيقية Euphytoplankton: هي التي تقضي طيلة فترة حياتها هائمة او عالقة خلال عمود المياه

٢- هائمات غير حقيقية Tychophytoplankton: تكون هذه الطحالب ملتصقة ومثبتة على السطوح ولكنها تصبح هائمة بسبب بعض الظروف البيئية ولفترة محدودة.

- وتقسم الطحالب المائية أيضا اعتمادا على الاختلاف في كمية الاوكسجين المذاب والاس الهيدروجيني والملوحة ودرجات الحرارة على سبيل المثال تتواجد بعض الطحالب في المياه ذات الملوحة المرتفعة ويطلق عليها Halphytes اما الطحالب التي تتواجد في مياه ذات درجات

حرارة مرتفعة تتراوح من ٣٥-٨٥ م° يطلق عليها Thermophytes كما في الطحالب التي تعيش في الينابيع الحارة في المقابل هناك بعض الانواع تعيش في درجات حرارة تحت الصفر المئوي يطلق عليها الطحالب الثلجية Crypphytes.

- طحالب اليابسة Terrestrial algae: وهي الطحالب التي تتواجد في بيئة اليابسة وتكون عادة ملتصقة فقد تكون ملتصقة على سطح التربة الرطبة او الصخور الرطبة او تنمو على الرمال او داخل الرمال او تتواجد داخل الحفر والشقوق الصخرية وقد وجدت بعض الانواع ملتصقة على اوراق وجذوع واغصان الاشجار ويطلق عليها Epiphyllophytes او تنمو داخل قلف الاشجار وتسمى Epiphlopytes، كما تنمو بعض الطحالب داخل اجسام بعض الفطريات وتكون في حالة تعايشيه معها Symbiotic algae كم هو الحال في الاشنات Lichens.

وقد تتطفل بعض انواع الطحالب داخل اجسام بعض الحيوانات او على اوراق بعض النباتات وتسمى الطحالب الطفيلية Algae Parasitic.

وهناك العديد من التسميات الاخرى التي تطلق على الطحالب المتواجدة في المياه البحرية اعتمادا على مناطق المصبات او المياه الملوثة بالمواد الكيماوية والعضوية او المشتقات النفطية وغيرها.

- العوامل البيئية المؤثرة في تواجد الطحالب Environmental Factors affecting Algal Presence

١- درجة الحرارة Temperature: تتواجد الطحالب في درجات حرارية متباينة تتراوح عادة بين الصفر أو أقل من الصفر الى نحو٧٥ م° للهواء والماء؛ ولدرجة الحرارة دور مهم في التواجد الفصلي والتوزيع الجغرافي للطحالب سواء كان في المياه العذبة أو المالحة، إذ يحدث النمو الجيد للطحالب في درجة حرارة تتراوح بين ٢٢-٣٠ م° كما يعد وجود أنواع معينة من الطحالب في بعض الأنهار والبحيرات مؤشراً لدرجات حرارة المياه التي تتواجد فيها، ونلاحظ أهمية درجة الحرارة في نمو الطحالب من خلال تأثيرها في معدل إنقسام الخلايا وتصنيع الصبغات في أثناء عملية البناء الضوئي؛ إذ تزداد معدلات النمو عند زيادة درجة الحرارة من ١٠ - ٢٠ م° وتختلف درجة الحرارة المثلى للنمو بين أنواع الطحالب للديتومات تتراوح بين ١٨ - ٣٠م° و ٢٠ - ٢٥ م للطحالب الخضراء و ٣٥- ٤٠ م° للطحالب الخضر المزرقة.

٢- الضوء Light: من العوامل الفيزيائية المهمة التي تؤثر في توزيع الطحالب ووفرتها من خلال تأثيره في عملية البناء الضوئي وتراكيبها الكيميائية الداخلية، فضلاً عن قابلية الطحالب على اخذ المغذيات النباتية من الوسط الذي تعيش فيه، وتكون مصادره مختلفة مثل أشعة الشمس أو المصابيح الضوئية التي تعطي أشعة تمتص بوساطة الأصباغ التي توجد داخل الطحالب، وتؤدي شدة الإضاءة دوراً مهماً في نمو الطحالب يختلف ذلك تبعا لحجم وكثافة الطحالب.

٣- الاس الهيدروجيني pH: تؤثر الآيونات الذائبة في قيمة الأس الهيدروجيني في المياه ما يجعل القيم تكون اما بالاتجاه القاعدي أو الحامضي وهذه القيم تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في وجود أنواع معينة من الطحالب دون غيرها، فعلى سبيل المثال تتواجد أنواع مجموعة Desmids في قيمة الاس الهيدروجيني منخفضة الحامضية، بينما في المياه القاعدية تتواجد الأجناس مثل *Caloneis* وهناك بعض الأنواع تتواجد في نوعي المياه الحامضي والقاعدي، إن تغيير الأس الهيدروجيني للمياه بسبب الفضلات الصناعية أو لأسباب طبيعية يغير في بيئة المجاميع الطحلبية النامية فيه إلى حد كبير، ويؤدي وجود الفضلات في المياه إلى خفض الأس الهيدروجيني بشكل كبير، وهذا سيخفض كثافة العوالق النباتية إلى عدد أقل من الأنواع التي تتحمل العيش في وسط حامضي ومن أمثلة ذلك *Euglena mutaabilis* و *Ulothrix Zonata*. وتنمو غالبية الطحالب بشكل أفضل في مياه ذات اس هيدروجيني متعادل ٧ pH، وتنمو بعض الطحالب الخضر المزرقة بأعداد كبيرة في مياه أسها الهيدروجيني المتقارب عن ٤ ، وكذلك في مياه قاعدية تصل الى نحو ٩.٦ كما في مياه الفضلات والمجاري، فمثلاً وجد بأن أفضل نمو لطحلبي *Microcystis* و *Glocothece* في الاوساط المغذية التي يكون رقمها الهيدروجيني pH10 بينما لوحظ نمو قليل أو عدم نمو هذه الطحالب على الاطلاق في مياه اسها الهيدروجيني أقل من ٨ pH، أما أدغال البحار الطحالب البنية والحمراء فتتمركز في البحار والمحيطات التي تتصف بكونها قاعدية بصورة عامة

٤- الملوحة Salinity: تعد الملوحة أهم العوامل البيئية لنمو الطحالب، إذ تنمو الطحالب في بيئات مختلفة الملوحة حسب نوع الطحلب المستزرع سواء أكان طحلب مياه عذبة أم طحلب بحري، وغالبا تنمو طحالب المياه المالحة بصورة أفضل في درجة ملوحة أقل من تلك التي كانت تنمو فيها في مياه البحر، ولذلك نقوم بتخفيف ملوحة المياه البحرية بالمياه العذبة العادية حتى نصل

إلى تراكيز من الملوحة تتراوح بين ٢٠ – ٣٥ % بالنسبة للطحالب البحرية، بينما طحالب المياه العذبة تنمو في المياه العادية أي مياه الشرب الخالية من الكلور، وتؤثر الأملاح غير العضوية المذابة في المياه العذبة أو المالحة على نمو العوالق النباتية ويكون تأثير هذه الأملاح ناتجا عن تركيبها الكيماوي، أو عن نشاطها الاسموزي.

٥- سرعة تيارات المياه Currents Water Speed إن أنواع العوالق الطحلبية تختلف باختلاف سرعة التيار فوجود التيارات المائية في أعماق البحار والمحيطات لها تأثير واضح في الهائمات النباتية كماً ونوعاً، إن تأثير التيار وسرعة المياه تنعكس في الاختلاف الموجود بين طحالب البحيرات والبرك والمستنقعات بالمقارنة مع طحالب الانهار والشواطئ والقنوات المائية، كما تؤثر نوعية القاع وسرعة تيارات الماء في العوالق النباتية فبعضها تفضل النمو في التيار السريع و البعض الآخر يفضل المياه الأكثر إستقراراً.

٦- ثاني أوكسيد الكاربون Carbon Dioxide CO_2 تختلف الطحالب عن بقية الكائنات المجهرية الأخرى في وجود صبغات خضراء تسمى الكلوروفيل وصبغات أخرى، وهذه الصبغات تقوم بعملية التمثيل الضوئي وتكوين السكريات من إتحاد ثاني أوكسيد الكربون والماء وانطلاق الأوكسجين وتعرف هذه العملية بالتمثيل الضوئي، لا تجري هذه العملية عادة في معظم أنواع البكتريا وجميع الفطريات والعوالق الحيوانية والقشريات.

٧- المغذيات Nutrients : يعد النيتروجين والفسفور والسليكا من العناصر الأساسية الكبرى لنمو الطحالب وتؤثر في الفعاليات الأيضية للأحماض الدهنية والبروتين في تركيز النيتروجين، أن نقص النيتروجين يقلل من تصنيع الدهون ويتوقف أنقسام الخلايا ويزداد إنتاج الكاربوهيدرات، إذ يتراوح النيتروجين بين ٥.٣- ٨.٣ % من الوزن الجاف في الحالات الاعتيادية ويكون اقل في حالة نقص النيتروجين. ويعد الفسفور من العناصر الأساسية الكبرى التي تحتاجها الطحالب في بناء الاحماض النووية وموارد الطاقة.

٨- التعويمية Flipping معظم الأوساط الغذائية للطحالب تميل للترسيب، لذلك لابد من تقليب أو تعويم مستمر للطحالب داخل وسطه الغذائي حتى لا يترسب لأن الترسيب، قد يؤدي إلى موت الطحلب لذلك لابد من تحريك حاويات الطحالب الزجاجية يوميا يدويا او ضمن الأجهزة الخاصة بذلك (شيكر هزاز Sheker) وذلك في حالة الكميات الصغيرة مثل الفلاسكات ولكن في

الكميات الكبيرة يزود الوسط الغذائي بهوائيات تساعد على تقليب الوسط الغذائي حتى يصبح الوسط الذي تنمو فيه الطحالب متجانس وتمده بـ CO_2 اللازم لأستكمال عملية البناء الضوئي.

- **<u>احجام واشكال الطحالب :</u>**

تختلف احجام واشكال الطحالب اختلافا كبيرا بعضها لا تزيد حجمها عن ١.٥ ميكرون كما في طحلب *Micromonas pusilla* او قد تزيد عن ٥ ميكرون كما في طحلب *Chlorella*، اما الادغال البحرية Seaweeds قد تصل اطوالها الى ٦٠ متر كما في الطحالب البنية.

اما اشكال الطحالب فهي الاخرى تختلف وتشمل العديد من الصور منها:

اولا: وحيدة الخلية unicellular form

يتواجد هذا النوع في معظم الطحالب عدا الطحالب الحمراء والبنية التي تتواجد فيها هذا الشكل في مرحلة معينة من دورة حياتها، وقد تكون الطحالب الوحيدة الخلية متحركة motil كما في *Euglena* او تكون غير متحركة اي لا تمتلك الاسواط مثل *Chlorella*.

ثانيا: متعددة الخلايا multicellular

يمكن ملاحظة العديد من الاشكال الرئيسية للجسم الخضري في الطحالب المتكونة من خلايا عديدة وهي:

١- مستعمرات colonial forms: وهي عبارة عن تجمعات لعدد محدد وثابت من الخلايا وذات ترتيب محدد، ولا يمكن تعويض الخلايا التالفة وتكون هذه المستعمرات متحركة كما في طحلب *Volvox* او غير متحركة كما في *Scendesmus*.

٢- تجمعات Aggregations: هي عبارة عن تجمعات من الخلايا ليس لها عدد وشكل محدد ويمكن تعويض الخلايا التالفة، ولها اشكال مختلفة مثل:

أ- النوع البالميليpalemlloid form

ب-النوع الشجيري dendroid form

ت-النوع الاميبي ameoboid form.

٣- اشكال خيطية Filamentous تنتظم خلايا الثالوس على هيئة خيوط ويمكن للخلايا ان تنقسم وتنتظم في صف واحد او مستوى واحد.

٤- اشكال انبوبية Siphoneous يتكون الثالوس من عدة خلايا تنعدم فيها الحواجز الخلوية وتستوضح فيها ظاهرة المدمج الخلوي coenocyte.

النمو في الطحالب Growth in algae

هناك العديد من اشكال النمو في الطحالب وهي :

١- النمو العام Generalized growth : في هذا النوع من النمو تنقسم جميع الخلايا في جسم الطحلب ومما يساهم في زيادة حجم الطحلب، كما في طحلب *Ulva*

٢- النمو المحدد Localized growth : وهو النمو الاكثر انتشارا في الطحالب حيث ان هنالك خلايا متخصصة تقع في اماكن محددة من جسم الطحلب لها القدرة على الانقسام لتضيف خلايا جديدة الى جسم الطحلب مما تساهم في النمو، وهناك انواع من هذا النمو:

أ- النمو القمي Apical growth : في هذا النوع توجد خلايا في قمة جسم الطحلب تنقسم لتزيد من الحجم مثل *Chara*

ب-النمو القاعدي Basal growth : تقع خلايا النمو في قاعدة جسم الطحلب وهذا النوع من النمو قليل جدا كما في طحلب *Bulbochaete*

ت-النمو الخيطي Trichothallic growth : وهو النمو الذي يلاحظ في بعض الاجناس التابعة للطحالب البنية حيث ينمو الخيط الطحلبي من خلال الانقسام لعدد من الخلايا المكونه لذلك الخيط كما في طحلب *Ectocarpus*