سلسلة البيئة البحرية (٣)

المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

الطحالب البحرية

يوم البيئة الإقليمي - ٢٤ أبريل

د. محمد عبد القادر الفقي

٢٠١٣

بسم الله الرحمن الرحيم

الطحالب البحرية

إصدار خاص بمناسبة الاحتفال بيوم البيئة الإقليمي – ٢٤ أبريل ٢٠١٣

د.محمد عبد القادر الفقي

المقدمة

شَغَلَت الناس قديما وحديثا، واحتار أولو النهى في أمرها: أيّ خَلْق هي؟ نباتات أم حيوانات؟ بسيطة أم مركبة؟ نافعة أم ضارة؟ برية أم بحرية؟ ذاتية التغذية أم متنوعتها؟ هائمة أم متوطنة؟ وحيدة الخلية أم أنها متعددة الخلايا؟ دقيقة حتى لا تكاد ترى أم عملاقة يقاس طولها بالأمتار؟ تتكاثر جنسيا أم لا جنسيا؟

إنها الطحالب. وما أدراك ما الطحالب؟

لقد ذهب العلماء في أمرها وتصنيفها مذاهب شتى. فهي غير النباتات المألوفة، وغير الحيوانات المعروفة. ففي طور من حياتها تتحرك بالأسواط والأهداب. وفي طور آخر تثبت في مكانها فلا تتزحزح عنه إلا إذا تلاعبت بها الأمواج وحملتها معها الرياح. والحركة خاصية حيوانية. والثبات خاصية نباتية. ولما وقع هؤلاء العلماء في دائرة الاختلاف، آثروا السلامة باعتبارها غنيمة، فجعلوا الطحالب لونا مختلفا آخر من الأحياء.

ومع أن أغلبها لا جذور لها ولا سوق ولا أزهار، فإنهم أدرجوها ضمن المملكة النباتية، تقديرا لإسهاماتها المتميزة في رفد غلافنا الجوي بالأكسيجين. وهم محقون في ذلك، فأكثر من سبعين في المائة من الإنتاج العالمي من هذا الغاز إنما هو من مصانعها الحيوية، أعني من يخضورها (كلوروفيللها).

وتعيش الطحالب في كل مكان، فتراها على الصخور والجدران، كما تراها في الوحول والحقول، والمستنقعات والمحيطات، والمناطق الرطبة والغابات، بل إن بعض أنواعها يتطفل على غيره من أجناس الحيوان وسواه من النباتات!

ولأن أنواع الطحالب بالآلاف، فهي نموذج متميز للتنوع الأحيائي (البيولوجي)، ومعين لا ينضب من العطاء البيئي. وهي غذاء ودواء. ولهذا، جاء أطباء هذا العصر، فقالوا إن لها تأثيرات إيجابية على الجهاز المناعي لجسم الإنسان، وتفيد في معالجة الإيدز والسرطان، والعيون والأسنان، وتطرد ما في الأمعاء من ديدان، كما أنها مضادة للميكروبات، ومصدر غني بالبروتينات.

أما أهل الطب البديل، والشعوذة والتدجيل، فقد ملأوا الدنيا صياحا حول فوائدها المثيرة، وقدراتها الكبيرة، فهي نافعة من العلل الحارة، وأقوى من الزيوت الطيارة، إذ تزيل الدهون، وتنظف الصحون، وتفتح البشرة، وبها من المعادن والفيتامينات ما يفوق في العدد العشرة.

وفي المقابل، تنادى نفر من أهل البيئة إلى التصدي لبعض أنواعها، للتخلص من أضرارها، فهي تسبب المد الأحمر، وكذلك المدين البني والأخضر، فتنفق الأحياء المائية من الأسماك والثدييات، وتغلق مسام المرشحات، وتؤدي إلى تعطيل

التوربينات. وسمومها فتاكة في الإبادة الجماعية، ولا يمكن تكسيرها بالطرائق الطبيعية.

ومن جهة أخرى ذهب فريق آخر إلى أنها الحل المثالي، لما نعانيه في الوقت الحالي، من نقص غذائي، وتغير مناخي، فهي تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو، ومن ثم تحدّ من ظاهرة الاحتباس الحراري!

وخلاصة القول إن الطحالب والأسماك ضديدان يجتمعان ويفترقان. فالحيتان والأسماك ذوات الأحجام الضخمة تعتمد في غذائها على الطحالب. وأنواع عديدة من الأحياء البحرية لا تنمو يرقاتها وصغارها إلا في أحضان الطحالب، حيث توفر لها الملاذ الآمن، والطعام الشهي. وفي مقابل ذلك، ثمة أنواع من الطحالب تعدّ العدو اللدود للأسماك وغيرها من أحياء البحر. فهي تفرز مواد سامة، إذا انتشرت في مكان ما قضت على ما فيه. وما المآسي التي نسمعها عن المد الأحمر وأضراره إلا محصلة غير طبيعية لما تفعله بعض الطحالب البحرية من جرائم في حق البيئة البحرية.

ولهذا، فإن المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية اتخذت في عام ٢٠١٣ م شعارا ليوم البيئة الإقليمي هو (الطحالب والثروة السمكية)، حتى نسهم بذلك في التوعية البيئية بالدور الذي تقوم به الطحالب في منطقتنا البحرية، إيجابا وسلبا.

ومن الجدير بالذكر أن المنظمة لم تقتصر على التوعية بهذا الشعار، فطوال الأعوام الماضية كان رصد الطحالب الضارة في مقدمة اهتماماتها. وكم من ورش عمل نظمتها، واجتماعات للخبراء عقدتها، وكم من أعمال مسح للموائل والعينات أجرتها، للحد من مشكلة ازدهار الطحالب الضارة. وما زالت تمد الأيدي للتعاون مع الجميع لاحتواء هذه المشكلة، مستغلة في ذلك نظام الاستشعار عن بعد، وبرامج الرصد البيئي. وهي تأمل من الجميع دعم جهودها في هذا المجال حتى ننجح في التصدي لهذه الظاهرة، أينما حدثت، وحيثما وجدت.

ويمثل هذا الكتيب، الذي تصدره المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، إضاءة جديدة على طريق التوعية البيئية، للتعريف بهذه القضية الحيوية. وقد راعينا في إعداده أن يكون بسيطا وموجزا، فخير الكلام ما قل ودل. وما قل وكفى خير مما كثر وألهى. ومن رغب في المزيد، فمكتبة المنظمة حافلة بكل ما هو جديد ومفيد. والمكتبات أوعية المعارف والمعلومات. كما أن طرح الأسئلة هو أول آلات التعلّم.

وبالله التوفيق.

ما هي الطحالب؟

ثمة خلاف بين أهل العلم في المراد بمصطلح الطحالب algae.

فهناك من عرّفها بأنها نباتات بسيطة التركيب، ثالوسية thallus الشكل، أي أن جسم النبات الطحلبي لا يمكن تمييزه مثل النباتات الراقية إلى جذور وسيقان وأوراق.

وهناك من عرفها بأنها كائنات مجهرية microscopic صغيرة وحيدة الخلية، يكوِّن بعضها مستعمرات، ومن ثم فإنها تصل إلى أحجام يمكن روئيتها بالعين المجردة كجسيمات دقيقة خضراء.

والحقيقة أن كلا التعريفين صحيح، وإن كان أولهما يشير إلى الطحالب الراقية، والآخر يشير إلى الطحالب البدائية. ووفقا لنظام التقسيم الخماسي العام للكائنات الحية المختلفة الذي وضعه روبرت ويتكر Robert Whittaker عام ١٩٦٩، والذي تم تطويره في عام ١٩٨٨ بواسطة مارجولوس Margulus وشوارتز Schwartz، فإن الطحالب الراقية تقع في مملكة الطلائعيات (بروتيستا Protesta). أما الطحالب البدائية غير الراقية فقد كانت تسمى قديما بالطحالب الزرق المخضرة blue-

green algae، وهي الآن تدعى: البكتيريا الزرقاء Cyanobacteria، وهي تقع ضمن مملكة البدائيات (مونيرا Monera).

ويُصنِّف العلماء الطحالب البحرية ضمن العوالق النباتية phyto planktons.

الطحالب في اللغة

جاء في معجم (تاج العروس) للزبيدي: "الطُّحْلُب: خُضْرَةٌ تَعْلُو المَاءَ المُزْمِنَ. وقِيلَ: هُوَ الَّذِي يَكُونُ عَلَى المَاءِ كَأَنَّه نَسْجُ العَنْكَبُوت. والقِطْعَةُ مِنْهُ طُحْلُبَة. وقد طَحْلَبَ الماءُ: عَلاه الطُّحْلُبُ فهو مُطَحْلِب. ومَاءٌ مُطَحْلَبٌ: كَثُر طُحْلُبُه". وجاء في (المعجم الوسيط): "الطُّحْلُب": خضرة تعلو الماء الآسن. وهي نباتات بسيطة لا زهرية غير مُمَيّزة إلى سوق أو أوراق أو جذور، منها الأخضر والأصفر والبني والأحمر والأزرق، تعيش في الماء العذب والملح وفي الأرض الرطبة".

تعريف الطحالب

الطحالب هي فرع من المملكة النباتية، إذ إنها تحتوي على مادة اليخضور (الكلوروفيل)، وبذلك تكون ذاتية التغذية، أي أنها تستطيع أن تصنع غذاءها بنفسها. وقد يوجد الكلوروفيل مصحوبا بأصباغ أخرى قد تتسبب في حجب اللون الأخضر، وبذلك تأخذ الطحالب ألوانا أخرى. وعلى أساس هذه الألوان، وبالإضافة إلى صفات أخرى، قسمت إلى: خضراء، وذهبية، وصفراء، وبنية، وحمراء، إلى جانب ألوان أخرى.

وعادة ما تكون هذه الكائنات مشتتة ومنتشرة بشكل منتظم في جميع البيئات وبخاصة البيئة المائية كالمحيطات والبحار والأنهار والمياه الراكدة حيث يكون بعضها معلقاً ضمن الماء (عوالق نباتية Phytoplankton)، وبعضها مثبتاً في القاع قرب الشواطئ (أعشاب بحرية Phytobenthose)، ومنها ما يوجد في الينابيع الحارة وفي التربة الرطبة. وربما تسبب تعكرا كبيرا للمياه إذا كانت بكثافات عالية.

أماكن وجود الطحالب

تعيش الغالبية العظمى من الطحالب معيشة مائية سواء في المياه البحرية أو المياه العذبة. وقد تعيش بعض أنواع الطحالب في ظروف صعبة مثل البيئات الثلجية والبحيرات شديدة والملوحة. وهناك بعض الطحالب الخضر والصفروأنواع الدياتومات تعيش على سطح التربة وبين حبيباتها. وبعض الطحالب الخضر وحيدة الخلية توجد في مجموعات على قلف الأشجار في الأماكن الظليلة أو فوق الجدران المبتلة. وتوجد هناك بعض الأنواع المعينة من الطحالب التي لا تنمو إلا فوق العلبة العظمية للسلاحف المائية. وتعيش بعض الدياتومات البحرية في الشقوق الموجودة في جلد الحوت. وقد توجد أنواع أخرى من الدياتومات والطحالب الذهبية منتشرة في الهواء، ويمكن الحصول عليها بطرق خاصة.

وفي البيئات المائية تلتصق الطحالب بالأحجار في كتل هلامية، أو تثبت نفسها بتلك الأحجار. وقد توجد متشبثة بالأجزاء المغمورة من النباتات المائية. وتفضل بعض أنواع الطحالب الأماكن التي يغمرها الماء على فترات دورية. وفي هذا الصدد، ثمة مجموعتان من الطحالب البحرية:

الأولى: الطحالب التي تجرفها التيارات المائية، وهي تتسم بكونها صغيرة الحجم جدا، وأغلبها يتكون من خلية واحدة، غير أنها تستطيع أن تنمو مثل أي نبات آخر.

والثاني الطحالب الثابتة، وهي كبيرة الحجم، ولها ألوان متعددة.

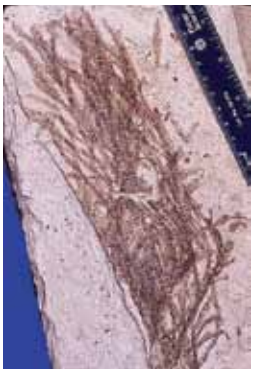
الاستدلال على وجود الطحالب

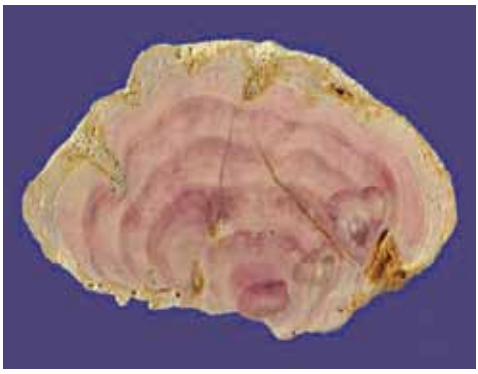
الطحالب على وجه العموم، كائنات حية موجودة في المحيطات بأعداد كبيرة جداً. ويمكن الاستدلال على مكانها بالنظر إلى لون الماء. فكلما مال لونه إلى الخضرة دل ذلك على وجود الطحالب بشكل أكبر. غير أن هذه الطحالب تتكاثر بشكل كبير خلال فصل الصيف في المحيطين الأطلسي والهادي لتوافر الغذاء وازدياد كثافة أشعة الشمس في مثل هذا الوقت من السنة.

وعندما يعتزم العلماء جمع عينة من الطحالب، فإنهم يقومون بقطر شبك معدني رفيع في البحر تتجمع عليه تلك الطحالب مشكلة طبقة خضراء، عندئذ يقوم العلماء بفصلها عن بعضها البعض بواسطة الماء تمهيداً لدراستها تحت المجهر.

تاريخ الطحالب

يعتقد العلماء أن عمر هذه الطحالب موغل في القدم كعمر مياه البحر، فقد وجدت على الأرض منذ أكثر من ملياري سنة، ولهذا فإنها تعدّ من أوائل الأحياء التي وجدت في كوكب الأرض. ويرجع الجيولوجيون فترة ظهورها إلى حقبة ما





قبل الكمبري. وخلال تتابع العصور الجيولوجية، حافظت الطحالب على عددها الضخم دون أن تصاب بأدنى نقص يذكر منذ ذلك الزمن السحيق.

وقد وجدنا في الكتب السابقة ما يدل على معرفة القدماء لأنواع مختلفة من الطحالب حيث استخدموها في مجالات شتى. وأولى الإشارات التاريخية عن الطحالب في العالم القديم نجدها في الكتابات الصينية المبكرة، حيث وردت كلمة الطحالب في كتاب (إر يا Er Ya)، أي: المفسر الأدبي، وهو عبارة عن معجم يعود تاريخ تصنيفه إلى القرن الثالث قبل ميلاد المسيح عليه السلام. كذلك نعثر على كلمة (نيكوس) في الأدبين الإغريقي والروماني بالمعنى نفسه. وكان علية القوم يستعملون الطحالب في مواد التجميل.

وقد ميّز ديسقوريدوس بين النوعين النهري والبحري منه، فقال: "الطحلب النهري هو الخضرة المشبهة بالعدس في شكلها، الموجودة في الآجام على المياه القائمة. وأما الطحلب البحري فشيء يتكون على الحجارة والخزف الذي يقرب من البحر. وهو دقيق شبيه في دقته بالشعر، وليس له ساق".

وفي القرن الثاني عشر الميلادي استعملت الطحالب في تسميد الأراضي الزراعية الواقعة على طول الساحل الشمالي لفرنسا. وفي عام ١٧٧٩م نشر جوزيف بريستلي Joseph Priestley (١٣ مارس ١٧٣٣ - ٦ فبراير ١٨٠٤) مقالة عن طحالب خضر نمت بالمصادفة بداخل أجهزة التقطير في أثناء قيامه بتجارب على ظاهرة تبادل الغازات

التي تصاحب عملية التمثيل الضوئي. وعلى امتداد القرن التاسع عشر الميلادي تركزت دراسة العلماء على النواحي المورفولوجية والتصنيفية وبعض المكونات الكيميائية للطحالب البحرية. وقد شهدت السنوات الأخيرة من القرن التاسع عشر جهودا موفقة من جانب علماء المورفولوجيا لإعادة تنظيم تقسيم الطحالب في ضوء ما تكدس بالمراجع العلمية وقتذاك من دراسات متعلقة بالتشريح وبتكاثر مئات من الأنواع الطحلبية. ومنذ بداية القرن العشرين والدراسات مطردة على الطحالب البحرية من حيث سماتها البيولوجية وتغيراتها الموسمية المورفولوجية والفسيولوجية. وفي أثناء الحرب العالمية الثانية، وفي أعقابها شهدت دراسة الطحالب تحولات جذرية، حيث تركزت الأنظار على الطحالب المجهرية كمصدر لإنتاج البروتينات والدهون والفيتامينات في مزارع الإنتاج الكبير، وانعقدت عليها الآمال للإسهام الفعال في حل مشكلة الغذاء بالعالم، وفي إمداد كثير من الصناعات بمتطلباتها من المواد العضوية الخام.

الطحالب والطب الشعبي

استخدمت الطحالب في مجالات الطب الشعبي منذ القدم. فقد قال ديسقوريدوس فيدانيوس Pedanius Dioscorides عن الطحلب البحري: "هو قابض جدا، ويصلح للأورام الحارة المحتاجة إلى التبريد من النقرس". وقال أيضا: "إذا تضمد به وحده أو مع السويق وافق الحمرة والأورام الحارة والنقرس. وإذا ضمدت به قيلة الأمعاء العارضة للصبيان أضمرها".

وقال جالينوس: "هذا النبات قوته مركبة من جوهر أرضي، وجوهر مائي، وكلاهما بارد، وذلك أن طعمه قابض، وهو قابض، وهو يبرد. ومزاجه رطب، وإذا عمل منه ضماد نفع من جميع العلل الحارة نفعا بينا".

وفي القرن السادس الميلادي، كانت كمادات الطحالب توضع على بطون الحوامل تجنبا للولادة المبكرة غير الطبيعية نظراً لفعول الطحالب في تقوية البطن و تليينها.

وفي القرن الثامن الميلادي، كان الأطباء يستعملون الطحالب لعلاج الأمراض المعدية

ولتعزيز جهاز المناعة الدفاعي في الجسم. وفي عالمنا الإسلامي، قال ابن سينا عن الطحلب: "يحبس الدم من أي عضو كان إذا طلي به، وخاصة البحري والنهري. وإذا غلي في الزيت ليّن العصب جدا".

وقد استخدم الطبيب المسلم المشهور أبو بكر محمد بن زكريا الرازي الطحالب في علاج مرضاه.

استخدام الطحالب في الغذاء

أولا: كغذاء للإنسان:

قام السكان الأصليون على طول الشواطئ البحرية بتجارب كثيرة على بعض أنواع الطحالب البحرية كغذاء. وأظهرت النتائج أن ثمة أنواعا كثيرة منها تصلح للاستهلاك. ولهذا، فإن هذه الطحالب استغلت منذ مئات السنين في بعض البلدان كغذاء. ففي اليابان – على سبيل المثال - يمكن إرجاع استخدام تلك الطحالب إلى القرن الرابع الميلادي، حيث استخدم قدماؤهم طحلب بروفيرا Porphyra كإضافات غذائية صحية بجانب وجبة الأرز. واستخدموا أيضا في غذائهم نوعين من الطحالب بشكل واسع، هما طحلب لامينياريا Laminaria وطحلب أندياريا Undaria. ويوجد النوعان الأخيران في المياه الباردة بجزيرة هوكايدو Hokkaido. أما في الصين فيعود استعمالهم للطحالب في الغذاء إلى القرن السادس الميلادي، حيث أُستخدِم طحلب لامينياريا Laminaria وطحلب جراسيلاريا Gracilaria وطحلب نوستك Nostoc (والأخير يعدّ من البكتيريا الزرقاء)، وأصبح استخدام بروفيرا Porphyra منتشرا في الصين أيضا، حيث بدأوا زراعته في وقت مبكر لتوفير مصدر

للغذاء. ولما كان هذا الطحلب منتشرا في شمال المحيط الأطلنطي، حيث ينمو من شمال شرق خليج ألاسكا حتى كاليفورنيا، فقد تبين لعلماء الأنثروبولوجيا والسلالات أنه تم استخدامه قديما بواسطة الهنود الحمر لكي يمدوا أجسامهم بالأملاح التي يحتاجون إليها. وفي تشاد، يستخدم طحلب (أرثروسبيرا) كغذاء مستمد من التراث الشعبي القديم. وكان أكثر استخدام للطحالب كغذاء في جزر بولينيزيا في جنوب شرق آسيا، ووصل استهلاك الطحالب إلى قمته في جزر هاواي. وفي القرن التاسع عشر الميلادي تم استخدام ٧٥ نوعا من الطحالب على الأقل كغذاء. وفي غرب أوروبا تم استخدام طحلب Chondrus crispus، حيث كان يطبخ مع اللبن والفاكهة، ويقدم كطبق شهي ولذيذ. أما اليوم فإن اليابان والصين وجمهورية كوريا هم أكبر مستهلك للطحالب البحرية كغذاء.

ثانيا: كغذاء للحيوان:

في أثناء الحرب العالمية الأولى اضطرت بعض دول أوروبا إلى استخدام الطحالب كغذاء للحيوانات بسب قلة الحبوب. وتم إنشاء مصانع في فرنسا وألمانيا والدنمارك لصناعة وجبات غذائية من الطحالب للحيوانات.

وفي لوس أنجلوس بالولايات المتحدة الأمريكية استخدم طحلب ماكروسيتيس Macrocystis لصناعة وجبات غذائية للماشية وغيرها، حيث إن هذا الطحلب غني بالمعادن وفيتامين ج.

ويتم حاليا في كل من أيسلاندا وإسكاندينافيا وبريطانيا وفرنسا وأسكتلاندا وأيرلاندا عمل غذاء للحيوانات من بعض أنواع الطحالب مثل: روديمينيا بالاماتا Rhodymenia palmata وألاريا إسيولينتا Alaria esculenta. فهذان النوعان غذاء مفضل للماعز والماشية.

كما تستخدم الطحالب في الكثير من بلدان العالم الأخرى كغذاء للحيوانات والطيور الداجنة والأسماك؛ نظرا لاحتوائها على البروتين بنسبة تتراوح من ٤٥ إلى ٦٠ ٪ من وزنها، وهي نسبة مهمة لتغذيتها.

الخصائص العامة للطحالب

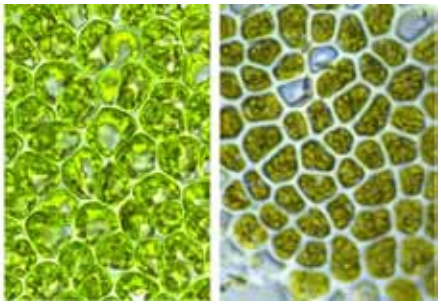
١. تُعَدُّ الطحالب نباتات ثالوسية Thallophyta حقيقية النوى، لا تمتلك جذوراً أو سيقاناً أو أوراقاً، بعضها وحيد الخلية ساكن أو متحرك بواسطة الأسواط، وبعضها الآخر عديد الخلايا تترتب فيه الخلايا على هيئة خيط مقسم أو غير مقسم أو على هيئة تراكيب معقدة كما هي الحال عند الأعشاب البحرية التي يصل طول بعضها لأكثر من ٦٠ متراً.

٢. يحيط بالخلية الطحلبية جدار يدخل السليلوز Cellulose والبكتين Pectin وسكريات معقدة أخرى في تركيبه الكيميائي. ويكون البكتين عند بعض الأنواع مشبعاً بمادة السيليكا كما هي الحال في الدياتومات Diatomae، أو يبكربونات الكالسيوم في الطحالب الكارية Charophyta مما يعطي للجدار قساوة عالية.

٣. تشترك الطحالب مع بعضها بأنها نباتات خضراء حاوية على أصباغ اليخضور Chorophylls، إضافة إلى أصباغ الزانتوفيلات Xanthophylls والكاروتينات Carotenes والبيليبروتينات Biliproteins، مما يمكنها من اقتناص الطاقة الضوئية للشمس، والقيام بالبناء الضوئي، وتوفير احتياجاتها الغذائية من المواد الكربوهيدراتية اعتباراً من الماء والغاز وغاز ثاني أكسيد الكربون.

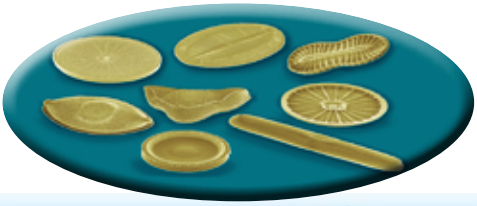
٤. بالرغم من أن معظم الطحالب كائنات ذاتية التغذية Autotrophs، إلا أن بعض أجناسها يمكن أن تسلك مسلك الكائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophs عند توافر المادة العضوية المناسبة لها في الوسط.

الأشكال المختلفة للطحالب

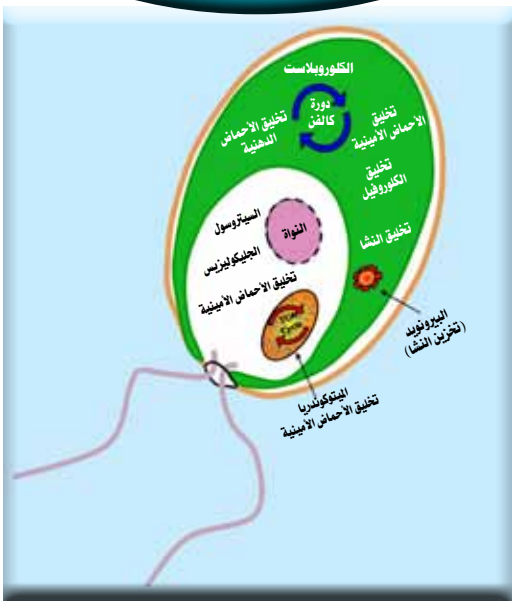


تتميز الطحالب بوضوح ظاهرة الانتقال التدريجي من الطحالب الوحيدة الخلية إلى المستعمرات بأنواعها إلى الخيط البسيط إلى الخيط المتفرع إلى الثالوث الورقي ثم إلى الثالوث الورقي الأسطواني وغيره من الأشكال المتقدمة الأرقى.

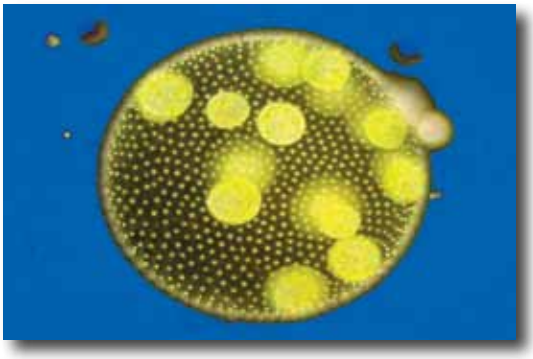
١- الطحالب وحيدة الخلية



في هذه الأنواع من الطحالب يتكون الجسم الطحلبي من خلية واحدة لها القدرة على القيام بجميع الوظائف الحيوية من تغذية ونمو وتكاثر... إلخ. وتأخذ الخلية أشكالا كروية أو بيضاوية أو كمثرية. وعادة ما تتحرك الطحالب وحيدة الخلية بواسطة أسواط ذات تراكيب داخلية معقدة، وبذلك تختلف عن الأسواط الخاصة بالكائنات بدائية النواة البسيطة التركيب. وتكوّن هذه الأنواع الطحلبية قسما رئيسيا من البلانكتون النباتي. ومن أمثلة الطحلب وحيد الخلية: طحلب كلاميدوموناس، وهو من الطحالب الخضر، ويعيش عادة في البرك والمستنقعات.



٢- المستعمرات الطحلبية



تطورت المستعمرات الطحلبية في تكوينها من الشكل اللامنتظم إلى الشكل المنتظم، ومن العدد اللامحدد إلى العدد المحدود، ثم تطورت إلى أشكال مميزة لكل نوع من المستعمرات، ثم بعد ذلك إلى التخصص في العمل بين خلايا المستعمرة.

٣- الأشكال الراقية في الطحالب

هناك أنواع من الطحالب، مثل الحمراء والبنية، بلغت حدا من التطور المورفولوجي والتشريحي. فطحلب لامينياريا الذي يوجد في البحار الشمالية

يصل طوله إلى ثلاثة أمتار، في حين يصل طول طحالب أخرى مثل طحلب ماكروسيتس إلى نحو ٦٠ مترا. أما طحلب سارجاسم فإنه يتسم بدرجة من التعقيد المورفولوجي تتضح في أفرعه المفلطحة التي تحمل مجاميع مختلفة من التفرعات الجانبية بعضها يشبه الورقة، وبعضها يتحور إلى مثانات هوائية أو إلى حوامل تحمل أعضاء التكاثر الجنسي.

٤- الطحالب الخيطية والورقية

في هذه الأنواع من الطحالب توجد الخيوط فرادى أو في مجاميع تضمها أغشية مخاطية، وقد تكون الخيوط متفرعة أو غير متفرعة. والتفرع ينتج عن انقسام إحدى الخلايا انقسامات عديدة بمستوى انقسام واحد ليعطي فرعا جديدا. وقد تكون الأفرع متقابلة إذا انقسمت الخلية في اتجاهين متقابلين، أو تكون الأفرع محيطية إذا انقسمت الخلية في أكثر من اتجاهين. أما التفرع المتبادل فإنه يكون نتيجة لانقسامات خلايا الخيط بمستويات متبادلة بعضها مع بعض.

أما في حالة استمرار تضاعف الخلايا على امتداد مستويين متعامدين فإن ذلك ينتج عنه ثالوث طحلبي منبسط غشائي أو شبه ورقي كما في طحلب خس البحر. وفي بعض أنواع الطحالب ينمو الجسم الطحلبي دون تكوين حواجز مستعرضة تفصل الخلايا بعضها عن بعض، وتعرف هذه الأشكال بالدمج الخلوي، ومثال ذلك طحلب فوشيريا.

تقسيم الطحالب Algal classification

قبل التعرض لنظام تقسيم الطحالب إلى مجموعات مختلفة سوف نلقي الضوء على وضع الطحالب في المملكة النباتية أو في التقسيم العام للكائنات ككل.

يضع بعض العلماء الطحالب وحيدة الخلية ذات الأسواط مع مجموعة الحيوانات السوطية

وحيدة الخلية ضمن مملكة الطلائعيات (بروتيستا Protista)، في حين توضع الطحالب عديدة الخلايا في مملكة النباتات. وتؤدي طريقة التقسيم هذه إلى تشتيت الطحالب في مملكتين، لذا ومن أجل أن تكون الطحالب مجتمعة مع بعضها البعض يعتمد مبدأ التقسيم الذي اقترحه مارجولوس Margulus وآخرون، والذي يستند إلى التقسيم الخماسي للممالك المقترح من قبل فيتكر Whittaker.

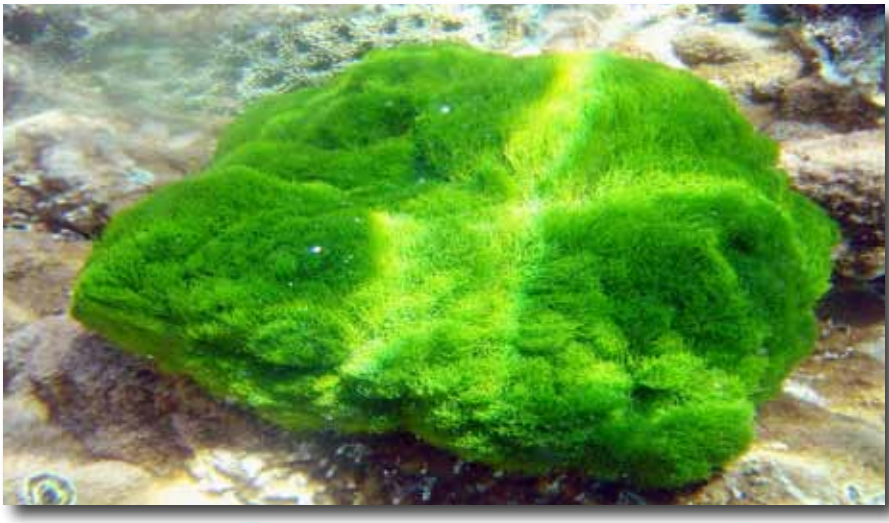
وكان فيتكر Whittaker قد قام بإجراء تقسيم عام للكائنات الحية المختلفة، حيث صنفها ضمن ما يلي:

١. المملكة النباتية
٢. المملكة الحيوانية
٣. مملكة الفطريات
٤. مملكة الطلائعيات (بروتيستا Protista) وتضم الطحالب حقيقية الأنوية.
٥. مملكة المونيرا Monera وتضم الطحالب بدائية الأنوية والبكتيريا.

وحسب التقسيم السابق تتوزع الطحالب في مملكتين هما: المونيرا (مثل الطحالب الخضر المزرقة Cyanobacteria or Cyanophyta)، والطلائعيات (بروتيستا Protista).

ويندرج تحت مملكة الطلائعيات (بروتيستا Protista) الأقسام التالية:

الطحالب اليوجلينية Euglenophyta، والطحالب الخضر Chlorophyta، والطحالب العصوية Bacillariophyta، والطحالب الصفر Xanthophyta، والطحالب



الخضر المصفرة Chrysophyta، والطحالب الكارية Charophyta، والطحالب البنية Phaeophyta، والطحالب الحمر Rhodophyta، والطحالب البيرية Pyrrophyta.

وقد اقترح مارجوليس Margulis أن تتضمن مملكة الطلائعيات (بروتيستا Protista) أيضاً الطحالب وحيدة الخلية، إضافة إلى مجموعة كبيرة من الكائنات النباتية والحيوانية التي تحتوي على نوى حقيقية محددة بأغشية نووية وحاوية بداخلها على سائل نووي ونويات وأحماض نووية. وقد تم اعتماد هذا التصنيف، وجرى وضع الطحالب ضمن مملكة الطلائعيات Protista أيضاً في بعض المراجع العلمية العربية الحديثة.

وتمثل الطحالب الدنيا نباتات بدائية النوى، أي أن النواة تكون فيها غير محددة بغشاء نووي. كما أن هذه الطحالب لا تتكاثر جنسياً، وتفتقر إلى بلاستيدات خضراء Chloroplasts ذات شكل محدد. ويشار إلى الطحالب الدنيا أحياناً باسم الطحالب الزرق المخضرة Cyanophyta، إلا أنها تسمى حديثاً بالبكتيريا الزرقاء Cyanobacteria. وتوضع الآن البكتيريا الزرقاء مع مملكة المونيرا (التي تضم البكتيريا)، وذلك لغياب الغشاء النووي عندها. ويطلق على الطحالب بدائية الأنوية والبكتيريا: اسم بدائيات النوى Prokaryotae، تمييزاً لهما عن الكائنات حقيقيات النوى Eukaryotae.

وتصنف الطحالب الحقيقية وفقاً لتقسيم فان دنهوك Van den hoek إلى تسعة أقسام وعدد من الفصائل، كما في الجدول الآتي:

أقسام الطحالب الحقيقية وفصائلها مع بعض الأمثلة عن كل فصيلة

القسم	الفصيلة	أمثلة لبعض الأجناس
1 . Glaucophyta	Giaucophyceae	*Cyanophora sp.*
2 . Rhodophyta	1 . Bangiophyceae	*Porphyra, Porphyridium*
	2 . Florideophyceae	*Potysiphonia , Nemalion*
3 . Heterokontophyta	1 . Chrysophyceae	*Ochromonas , Chrysosphaera*
	2 . Xanthophyceae	*Tribonema, Vaucheria*
	3 . Eustigmatophyceae	*Potyedriella , Nannochloropsis*
	4 . Bacillariophyceae	*Navicula, Pinnularia, Nitzschia*
	5 . Raphidophyceae	*Goniostomum , Fibrocapsa*
	6 . Dictyochophyceae	*Dictyocha*
	7 . Phaeophyceae	*Ectocarpus*
	8 . Parmophyceae	*Laminaria*
	9 . arcinochrysidophyceae	*Fucus*
4 . Haptophyta	Haptophyceae	*Pteurochrysis , Corymbettus*
5 . Cryptophyta	Cryptophyceae	*Cryptomonas , Chroomonas*
6 . Dinophyta	Dmophyceae	*Ceratium , Peridinium*
7 . Euglenophyta	Euglenophyceae	*Euglena*
8 .Chlorarachniophyta	Chloraracnniophyceae	
9 . Chlorophyta	1 . Parsinophyceae	*Nephroselmis , Tetrasetmis*
	2 . Chlorophyceae	*Chlamydomonas , Chlorella*
	3 . Ulvophyceae	*Utva, MonosTroma, Utothrix*
	4 . Cladophorophyceae	*Cladophora , cnaetomorpha*
	5 . Bryopsidophyceae	*Bryopsis , Derbesia , Coaium*
	6 . Dasycladophyceae	*Acetabutaria, Neomeris*
	7 . Trentepohliophyceae	*Trentepohtia*
	8 . Pleurastrophyceae	*Trebouxia , Friedmannia*
	9 . Klebsormidiophyceae	*Chlorokybus , Coleochaete*
	10 . Zygnematophyceae	*Spirogyra ,Zygnema*
	11 . Charophyceae	*Chara , Nitella*

ومن الملاحظ في الوقت الحاضر تعدد طرق تقسيم الطحالب أيضاً ضمن مجموعاتها بين الباحثين والمراجع المختلفة، وذلك بسبب التنوع الهائل لدى هذه النباتات، إضافة إلى اختلاف وتعدد المعايير التي يستند إليها كل باحث في عملية التصنيف، ونذكر من هذه المعايير ما يأتي:

١. بحسب اللون الذي تحمله الأنواع الطحلبية، فهناك قسم الطحالب الحمر Rhodophyta، وقسم الطحالب الخضر Chlorophyta، وفصيلة الطحالب البنية Phaeophyceae، وفصيلة الطحالب الصفر Xanthophyceae، وفصيلة الطحالب الذهبية Chrysophyceae.

٢. بحسب نوعية وتركيب أصباغ البناء الضوئي التي تفيد في امتصاص الضوء ضمن الخلايا الطحلبية.

٣. بحسب طبيعة المواد الغذائية المدخرة المخزنة ضمن الخلية والناجمة عن عملية البناء الضوئي، وكذلك طرق التغذية.

٤. بحسب التركيب الكيميائي للمواد الداخلة في تركيب الجدار الخلوي إن وجد.

٥. بحسب طريقة التكاثر ودورة الحياة.

٦. بحسب المظهر الخارجي والتركيب الخلوي الداخلي.

٧. بحسب مجموعة من الحقائق التركيبية والتشريحية للخلية الطحلبية مثل: وجود أو غياب الأسواط، وتركيب السوط وقاعدته، وطريقة ترتيب الثايلاكويدات Thylakoids ضمن البلاستيدات الخضراء، ووجود أو غياب غشاء يحيط بالبلاستيدات.... إلخ.

ويبين الجدول التالي مقارنة بسيطة بين أقسام وفصائل طحلبية مختلفة وذلك وفقاً لبعض المعايير المذكورة آنفاً.

خصائص بعض المجموعات الطحلبية

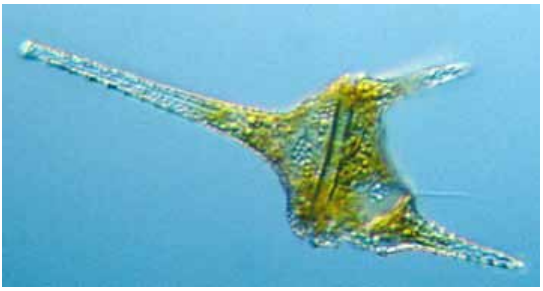
القسم أو الفصيلة	أصباغ البناء الضوئي *	المادة المدخرة	المكونات الرئيسية للجدار الخلوي	الأسواط **	الوسط البيئي
الكريبتية Cryptophyta	كلوروفيل أ، ج فيكوسياتين فيكواريثرين	نشاء	لا يوجد جدار	٢ أمامية	مياه مالحة مياه عذبة مياه عذبة
الدينوية Dinophyta	كلوروفيل أ، ج بيريدينين	نشاء	سليلوز، يغيب الجدار أحياناً	٢ (أمامي وجانبي)	مياه مالحة
اليوجلينية Euglenophyta	كلوروفيل أ، ب	باراميلون	لا يوجد جدار	٢ أمامية	مياه عذبة مياه مالحة أرضية
المتغايرة/ الذهبية Chrysophyceae	كلوروفيل أ، ج	كرزولام يناربن	سليلوز، بكتين سيليكات	٢ أمامية	مياه عذبة مياه مالحة أرضية
المتغايرة/ الصفراء Xanthophyceae	كلوروفيل أ، ج	كريزولام يناربن	سليلوز	٢ أمامية	مياه عذبة مياه مالحة أرضية
المتغايرة / الدياتومات Bacillariophyceae	كلوروفيل أ، ج	كريزولام يناربن	لا يوجد جدار ترسبات سيليكا	١ أمامي	مياه عذبة مياه مالحة
المتغايرة / البنية Phaeophyceae	كلوروفيل أ ، ج	كريزولام يناربن	سليلوز، ألجين	٢ أمامية أو جانبية	مياه عذبة مياه مالحة
الحمراء Rhodophyta	كلوروفيل أ، ج فيكوسياتين فيكواريثرين	نشاء فلورايدي	سليلوز، بكتين ، كالسيوم ، كاراجين	لا يوجد	مياه مالحة مياه عذبة
الخضراء/ الخضراء Chlorophyceae	كلوروفيل أ، ب	نشاء	سليلوز، بكتين	٢-٨ أمامية أو جانبية	مياه عذبة مياه مالحة مياه أرضية
الخضراء/ الأولفية Ulvophyceae	كلوروفيل أ، ب	نشاء	سكريات متعددة	٢-٤ أمامية	مياه مالحة
الخضراء/ الكارية Charophyceae	كلوروفيل أ، ب	نشاء	سليلوز، كالسيوم	٢ أمامية	مياه عذبة

* إضافة إلى الأصباغ البخضورية والأصباغ الفيكوبيليبروتينية المسجلة في هذا الجدول تحتوي الطحالب على أصباغ كاروتينية وأخرى زانتوفيلية.

** عدد الأسواط عند الخلايا الجسمية أو الجنسية (الأمشاج - الجاميتات).

وفيما يلي عرض مختصر للصفات الرئيسية لبعض أقسام الطحالب:

١- الطحالب الدينوية (البيرية) Dinophyta



يحتوي هذا القسم على نحو ٤٠٠٠ نوع موزعة ضمن ١٣٠ جنساً، ولكن أقل من نصف عدد هذه الأنواع يعدّ معاصراً، في حين تم العثور على هياكل لبقية الأنواع على هيئة أحافير (مستحاثات) في الصخور الرسوبية التي تعود إلى العصر الترياسي (قبل ٢٣٠ مليون سنة)، وأحياناً إلى العصر ما قبل الكامبري (قبل ٦٠٠ مليون سنة). ويعيش نحو ٩٠ ٪ من الطحالب الدينوية في البحار على هيئة عوالق نباتية Phytoplankton، والقليل منها يعيش في المياه العذبة. كما أن أنواعاً قليلة من هذه الطحالب تعيش متطفلة على بعض الحيوانات اللافقارية.

وتتمثل أهم الخصائص العامة للطحالب الدينوية (البيرية) فيما يلي:

- تعد هذه الطحالب كائنات وحيدة الخلية، وقد يغيب الجدار الخلوي لدى بعضها، إلا أن معظمها يكون محاطاً بجدار خلوي ذي طبيعة سليلوزية – كلسية على هيئة درع قاس مقسم إلى صفائح صغيرة. والدرع القاسي ذو أهمية بالغة ليس فقط للخلايا الطحلبية بل أيضا لحيوانات المرجان (من الحيوانات الجوفمعوية) التي يمكن أن تعيش مع الطحالب الدينوية معيشة تكافلية مستفيدة من الدرع في بناء هيكلها الكلسي وتشكيل الشعاب والجزر المرجانية.

- تتحرك الخلايا الطحلبية بواسطة سوطين يمتد أحدهما بشكل طولي إلى الخلف، ويفيد في دفع الخلية إلى الأمام، في حين يوضع الآخر بشكل عرضي، ويفيد في دوران الخلية حول نفسها.

- يمثل نحو ٥٠ ٪ من هذه الطحالب كائنات ذاتية التغذية تقوم بالبناء الضوئي.

- تحتوي بلاستيدات الخلايا الطحلبية التي تقوم بالبناء الضوئي على صبغ زانتوفيلي هو البيريدينين Peridinin، إلى جوار كل من الكلوروفيل أ، ج Chlorophylls a , c والكاروتين B - Caroten إلا أن لون البيريدينين والكاروتين يطغيان في معظم الأحيان على ألوان بقية الأصباغ، لذا تأخذ هذه الطحالب لوناً بنياً ذهبياً.

- تترافق عملية البناء الضوئي مع إنتاج النشاء كمادة مدخرة توجد في سيتوبلازم الخلية.

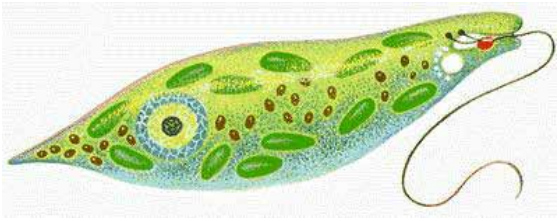
- تتكاثر بعض أبواغ الطحالب الدينوية عند توافر الظروف المناسبة بشكل كبير (تكاثر انفجاري)، مسببة ظاهرة المد الأحمر Red tide حيث تبدو مياه البحر ذات لون أحمر متألق ناجم عن تمتع الخلايا الطحلبية بخاصية التفسفر Phosphorecent، إذ تشع وميضاً أحمر يجعلها مميزة بوضوح في الليل في مياه البحر.

وتمثل ظاهرة المد الأحمر خطرا كبيراً على البيئة البحرية؛ لأن هذه الطحالب، ومنها طحلب Protogonyalax catenella، تفرز ذيفانات (مثل Neosaxitoxin , Saxitoxin) تؤدي إلى تسمم أكباد الأسماك التي تتغذى على هذه الطحالب، وكذلك تسمم بعض الرخويات الحيوانية كالمحار مما يؤدي إلى موتها. لذا لا ينصح بصيد وتناول المحار أو الأسماك أو بقية الكائنات التي تتغذى على العوالق النباتية الدينوية من المناطق البحرية التي تنتشر فيها هذه الظاهرة.

- تتكاثر معظم الطحالب الدينوية لا جنسياً عن طريق الانشطار الثنائي البسيط.

- يحدث التكاثر الجنسي عند بعض أنواع الطحالب الدينوية - Dinophyta Pyrrophyta عن طريق الاندماج بين الأمشاج.

٢- الطحالب اليوجلينية Euglenophyta



يضم هذا القسم نحو ٤٠ جنساً وأكثر من ٨٠٠ نوع تعيش في المياه العذبة وخاصة تلك الغنية بالمواد العضوية أو على الترب الرطبة جداً المحتوية على مخلفات عضوية، كما هي الحال في حقول الأرز المشبعة بالماء، أو في البرك. ونادراً ما توجد في المستنقعات الملحية.

وتتمثل أهم الخصائص العامة للطحالب اليوجلينية فيما يلي:

- يشتمل هذا القسم على كائنات وحيدة الخلية عديمة الجدار الخلوي، تتحرك بواسطة الأسواط.

- تعد معظم الطحالب اليوجلينية كائنات ذاتية التغذية، حيث تحتوي الخلية على بلاستيدات خضراء.
- تحتوي الخلية الطحلبية على أصباغ البناء الضوئي التالية: كلوروفيل أ ، ب Chlorophylls a, b، وكاروتينات Carotens، وزانتوفيلات Xanthophylls. ويطغى لون الكلوروفيل على ألوان بقية الأصباغ، لذا تبدو الخلية خضراء اللون.
- تترافق عملية البناء الضوئي مع إنتاج سكريات متعددة تتجمع على هيئة حبيبات ادخارية.

ومن الأمثلة على هذه الطحالب:

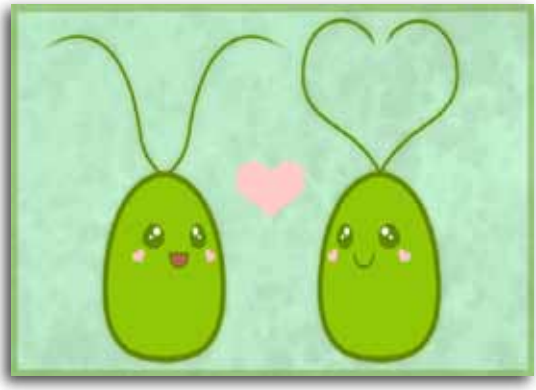
٣- الطحالب متغايرة الأسواط Heterokontophyta

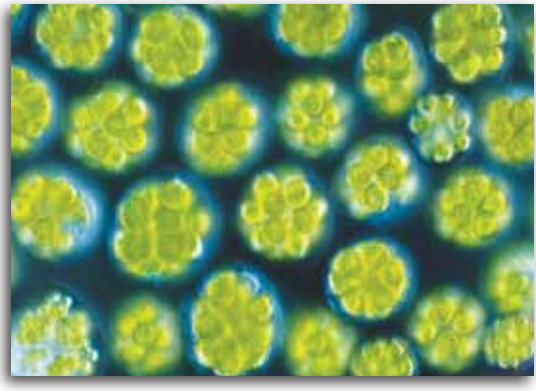
يشتمل هذا القسم على عدد كبير من الأجناس التي تتوزع ضمن تسع فصائل هي:

- الطحالب الذهبية Crysophyceae
- طحالب Parmophyceae
- طحالب Sarcinophyceae
- الطحالب الصفر Xanthophyceae
- طحالب Eustigmatophyceae
- الطحالب الدياتومية Bacillariophyceae (Diatomae)
- طحالب Raphidophyceae
- الطحالب البنية Phaeophyceae
- طحالب Pedinellophyceae

وعلى الرغم من تنوعها الهائل تشكل الطحالب متغايرة الأسواط قسماً مستقلاً ضمن مملكة بروتيستا Protista. وتشترك جميع هذا الطحالب في أن خلاياها المتحركة (جسمية أو جنسية) تتحرك بواسطة سوط وحيد أو بواسطة سوطين متغايرين شكلياً وتركيبياً، ينبثقان من مقدمة الخلية. ويكون أحد السوطين طويلاً متجهاً إلى الأمام، ويأخذ شكلاً رئيسياً (مزوداً بصفين من الأوبار الصغيرة)، في حين يكون الآخر قصيراً أملس يتجه نحو الخلف.

وتمثل الطحالب متغايرة الأسواط كائنات وحيدة خلية (عدا الطحالب البنية Phaeophyceae فهي عديدة الخلايا)، وهي تعيش في بيئات مختلفة، فمنها أنواع توجد في المياه العذبة وأخرى في البحار، ومنها أنواع تعيش فوق التربة الرطبة. وتعد معظم الطحالب متغايرة الأسواط كائنات ذاتية التغذية، حاوية على بلاستيدات خضراء. وتميز لدى الطحالب متغايرة الأسواط أنماطاً مختلفة من الأصباغ اليخضورية (كلوروفيل أ، ب) والكاروتينية والزانتوفيلية.





٣- الطحالب الخضر

تحتوي الطحالب الخضر على بلاستيدات خضر بها الكلوروفيل، وهو المادة الخضراء نفسها التي توجد في النباتات الراقية. وهي طحالب واسعة الانتشار، حيث توجد في المياه العذبة، والمياه المالحة، وعلى التربة الرطبة، ويعيش بعضها متصلا أو متعلقا بغيره من النباتات أو داخل الكائنات الحية مثل الإسفنج وبعض الشعاب المرجانية. والطحالب الخضر إما أن تكون من خلية واحدة مثل طحلب كلاميدوموناس Chlamydomonos، أو من عدة خلايا على هيئة مستعمرة كروية مصمتة مثل طحلب بندورينا Pondorina، أو تكون مستعمرة مجوفة مثل طحلب فولفكس، أو يكون الجسم الطحلبي على هيئة خيوط غير متفرعة مثل طحلب سبيروجيرا Spyrogyra، أو على شكل خيوط متفرعة مثل طحلب فوشيريا. وقد يكون الطحلب على هيئة شريط ورقي الشكل مثل خس البحر Ulua أو غير ذلك من الأشكال المختلفة. ويحدث التكاثر في هذه المجموعة بواسطة خلايا متحركة ذات سوطين أو أربعة أسواط طرفية متساوية الطول. وفي بعض الأنواع من طحلب Oedogomium توجد حلقة، أما في طحلب سبيروجيرا وطحلب زجينما فإن أعضاء هذه الحركة لا توجد.

٤- الطحالب الدياتومية

وهي عبارة عن عوالق نباتية، منها ما هو دقيق جداً لا يرى إلا تحت المجهر، ومنها ما يرى بالعين المجردة.

ويكون اللون في هذه المجموعة بين الأخضر المصفر والبني، وذلك لوجود صبغ الفيكوسيانين Phycocyanin، بالإضافة إلى الكلوروفيل (أ) و(ب). ومادة التخزين الرئيسية في هذه الأنواع الطحلبية عبارة عن مواد زيتية. والطحالب الدياتومية Diatoms قد تكون وحيدة الخلية أو على هيئة مستعمرات، وهي واسعة الانتشار في المياه العذبة والمياه المالحة. وتوجد أيضا في التربة الرطبة، كما أنها تعيش هائمة Phanktonic في المياه أو عالقة بغيرها. وهذه الهوائم تقوم بدور كبير في تغذية الأسماك والحيتان. وتعدّ الدياتومات من أقدم النباتات المعروفة، حيث تكونت من جدر خلاياها الميتة كميات كبيرة تراكمت على مر السنين وكوّنت ما يسمي بالتربة الدياتومية. ويرجع عدم تحلل جدر الخلايا الميتة من هذه الطحالب إلى وجود مادة السيليكا بها. والتربة الدياتومية لها أهمية اقتصادية كبيرة، إذ يمكن استخدامها في ترشيح السوائل، وكمادة عازلة للحرارة وصاقلة للمعادن. كما أنها تدخل في صناعة مساحيق الوجه ومعاجين الأسنان وغير ذلك. وتعد الطحالب الدياتومية المصدر الرئيسي لغذاء الأحياء البحرية، إذ تشكل تسعة أعشار الطعام في المحيطات. وتفيد التقارير أن نحو ٣٠ ألف طن من "الرواسب الدياتومية – Diatomaceous"، كانت تستخرج كل عام من باطن الأرض، وذلك قبل الحرب العالمية الثانية لاستعمالها في أغراض مختلفة.

٦- الطحالب البنية

يكون اللون في هذه المجموعة من الطحالب بين البني العاتم والأخضر الزيتوني. ويرجع هذا اللون إلى وجود صبغة فيوكوزانسين fucoxanthin بكثرة، حيث تخفي اللون الأخضر لمادة الكلوروفيل أ و ب.

وتعيش معظم الطحالب البنية معيشة بحرية، وهي تشمل أنواعا عديدة تختلف في الشكل والحجم والتركيب وطرق التكاثر. وفي هذه الأنواع من الطحالب لا يتكون النشا كناتج لعملية البناء الضوئي، ولكن تتكون بدلا منه سكاكر أخرى مثل المانيتول mannitol واللامينارين Laminarin.

وللطحالب البنية قيمة اقتصادية مهمة، إذ إنها تعدُّ المورد الطبيعي لاستخلاص مادة اليود ومادة الألجين. وتأخذ هذه الطحالب شكل الشرائط أو الخيوط، مثل طحلب إكتوكاربس Ectocarpus، أو تكون على درجة كبيرة من التعقيد شكلا وتركيبا مثل طحلب سارجاسم Sargassum وطحلب فيوكس.

٧- الطحالب الحمر

سميت هذه الطحالب بهذا الاسم لأن جميع أنواعها تحتوي على الصبغ الأحمر فيكوإرثيرين phycoerthrine، بالإضافة إلى الفيكوسيانين، حيث يحجب هذان الصبغان اللون الأخضر الذي يتكون من كلوروفيل أ و د.

ولبعض أنواع تلك الطحالب لون أحمر ناصع، أو أرجواني، إلا أن اللون لا يمكن الاعتماد عليه بصورة دائمة كصفة تشخيصية، وذلك لأن الصبغ الأحمر في بعض الأنواع يكون محتجباً بوجود كميات وفيرة من أصباغ أخرى، بحيث يظهر الطحلب باللون الأخضر الناصع أو باللون البني كما في الطحالب البنية.

والطحالب الحمر واسعة الانتشار في البحار، وتكون في صورتها النموذجية على هيئة خيوط دقيقة متفرعة، أو على هيئة أشكال غشائية أو ورقية متشحمة. وهي أكثر دقة وأصغر حجماً من الطحالب الخضر أو البنية، إذ يندر أن يصل حجم الطحلب الأحمر إلى ٦٠ أو ٩٠ سنتيمترا في اتجاه. وهي تنمو متصلة إما بصخر أو بطحلب آخر، أو بنباتات بحرية غيرها.

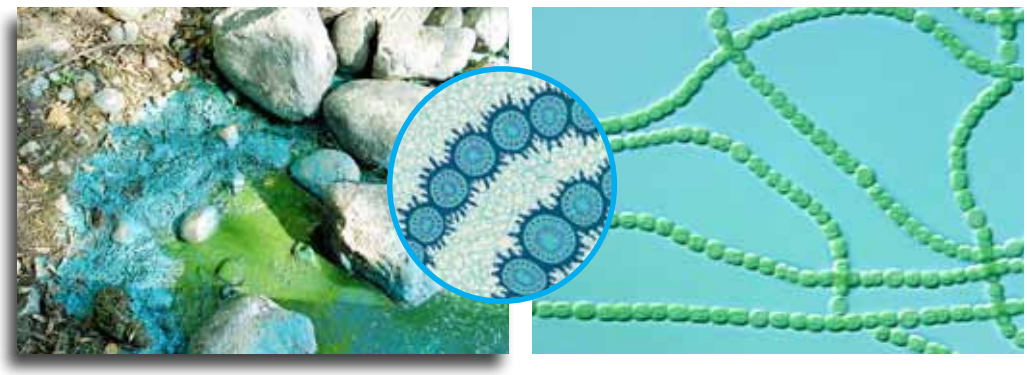
وتوجد الطحالب الحمر بكثرة في المياه البحرية الأكثر هدوءاً والأكثر عمقاً تحت مناطق المد والجزر في المناطق المعتدلة والاستوائية حيث تزيد في عددها على الطحالب الخضر والطحالب البنية. على أن بعضها يعيش على أعماق أقل. ونظراً لوجود الصبغ الأحمر بها فإنها تستطيع أن تنمو على أبعاد عميقة في البحر حيث تقل الإضاءة، ففي مياه المناطق الاستوائية وجدت الطحالب الحمر على أعماق تصل في مداها إلى ٣٠٠ متر والتي لا تصلها غير الموجات الزرق من ضوء الشمس.

٨- الطحالب الزرق

يرجع سبب زرقة لون هذا النوع من الطحالب إلى التأثيرات الحاجبة من صبغة الفيكوسيانين، حيث توجد فيها بنسبة مرتفعة. وفي بعض الأحيان يميل اللون إلى الحمرة بسبب صبغة الفيكوارثيرين.

ويتم التكاثر بانقسام الخيوط أو المستعمرات إلى أجزاء، أو بواسطة أبواغ عديمة الحركة في بعض الأجناس. وتعيش أغلب أجناس هذه الطحالب في المياه العذبة، وتتصف بوجود الكلوروفيل فيها.

وتعرف الطحالب الزرق المخضرة أيضا باسم الطحالب اللزجة Myxophyta، وهي تعد أبسط أنواع الطحالب وأقلها رقيا وأقدمها وجودا على ظهر الأرض. فقد شوهد بعضها في حفريات قديمة.



وهي تعيش في بيئات مختلفة، ويوجد كثير من أفرادها في المياه العذبة والمالحة. ويعيش بعضها في التربة الرطبة، إما على سطحها أو بداخلها لعمق قد يصل إلى متر.

وتعيش الغالبية العظمى من الطحالب الزرق المخضرة معيشة ذاتية التغذية، والقليل منها يعيش رميا أو متطفلا جزئيا على بعض الأنواع الأخرى من الطحالب.

ويوجد بعضها في ظروف حرارية قاسية، فتشاهد أنواع منها في الينابيع الحارة، ويشاهد بعضها في درجات حرارة منخفضة. ويعيش بعض أنواعها معيشة تعاونية مع بعض الفطريات مكونة أشنات lichens.

٩- الطحالب الصفر

يميل لون هذا النوع من الطحالب إلى الأصفر المخضر بسبب ارتفاع نسبة الكلوروفيل أ و هـ به. وتدخر هذه الطحالب المواد الغذائية على هيئة قطرات زيتية. وخلايا التكاثر في هذه الطحالب مزودة بسوطين أماميين غير متساويين في الطول. وتعيش أغلب أجناسها في المياه العذبة.

زراعة الطحالب

تعود فكرة زراعة الطحالب واستغلالها كمصدر مهم للمواد الغذائية إلى مئات السنين؛ حيث تمت زراعتها أولا في الصين واليابان على ضفاف الأنهار والبحيرات الداخلية والبحار. ويبلغ إنتاج الصين من الطحالب نحو ٧٠ ٪ من الإنتاج العالمي. وتتم زراعة الطحالب عن طريق ربطها على الأفرع المرجانية الميتة أو الصخور، أو قد تعلق على عوامات موضوعة داخل الماء، كما قد تثبت على شباك داخل الأنهار والبحيرات، ويتم تسميدها باليوريا؛ حيث يوضع هذا السماد في أوعية مثقبة، وتدفن بالقرب من الطحالب المزروعة.

وقد أدت هجرة بعض الأفراد من الصين واليابان إلى أجزاء أخرى من العالم إلى طلب هؤلاء المهاجرين للطحالب البحرية كغذاء، ومن ثم تأثر بعض المواطنين

بذلك، وطلبهم أيضا لهذه الطحالب، كما حدث – مثلا - في بعض أجزاء من الولايات المتحدة وأمريكا الجنوبية. وقد أدى ذلك إلى زيادة الطلب على تلك الطحالب، حتى أنه - خلال السنوات الخمسين الأخيرة – قد فاق قدرة العرض على تلبيته من المصادر الطبيعية (البرية). وأدت البحوث التي أجريت على دورة حياة الطحالب البحرية إلى تطوير زراعتها، حتى أصبحت توفر الآن أكثر من ٩٠ في المائة من طلبات الأسواق. كما أن في أيسلندا وأيرلندا ونوفا سكوتيا (بكندا) نوعا مختلفا من الطحالب البحرية أصبح يؤكل بصورة تقليدية، بل إن أسواقه تنمو باستمرار. وهناك بعض المنظمات التجارية والحكومية في فرنسا تروج الآن لاستهلاك الطحالب البحرية في المطاعم والمنازل، محققة بعض النجاح بالفعل. وهناك أيضا أسواق غير رسمية بين سكان السواحل في بعض البلدان النامية، ممن اعتادوا استخدام الطحالب البحرية الطازجة كخضروات أو في عمل السلطات.

كما تم استخدام خزانات المياه في المناطق الصحراوية، التي تعتمد على مياه الأمطار المتجمعة فيها لإنتاج واستغلال بعض أنواع الطحالب غير الضارة بصحة الإنسان كمواد أولية للصناعات الغذائية البشرية. وقد ظهر العديد من التطبيقات - مع مرور الوقت - مرورا بمجالات تغذية البشر وأعلاف الحيوانات إلى تطبيقات في مجالات أخرى مثل مجال مستحضرات التجميل وإنتاج العديد من المواد ذات القيم العالية مثل الأحماض الدهنية والأصباغ والنظائر البيوكيمائية الثابتة.

الأهمية الاقتصادية للطحالب

١. تعدُّ الطحالب من أهم المنتجين الأولين للمادة العضوية على سطح الأرض، وحلقة مهمة في السلسلة الغذائية، فالفيتوبلانكتون Phytoplankton (الطحالب العالقة ضمن الماء) تشكل المصدر الغذائي الرئيسي للأسماك والأحياء المائية الأخرى. وتسهم الطحالب البحرية بدور أساسي في السلاسل الغذائية البحرية. فهي – بوجه عام – تمثل الغذاء الرئيسي لكثيرٍ من الأسماك والأحياء المائية. ومما يثير الدهشة أن الطحالب تعد غذاء مفضلاً لحيتان المحيطات الضخمة التي يصل طول بعضها إلى ثمانين متراً. والسبب في ذلك هو أن هذه الحيوانات الضخمة ليس لها أسنان تقضم بها، بل هي تفتح فكوكها في أثناء سيرها في الماء، فيندفع بداخلها الماء حاملاً معه أعداداً هائلة من العوالق البحرية (التي تشكل الطحالب أهم مكوناتها) حتى تمتلئ الفكوك، وعندئذ يقوم لسان الحوت بالعمل لتصفية تلك العوالق من الماء، وذلك من خلال فتحات في الفكين، فإذا تم له ذلك، ولم يتبق إلا العوالق ازدردها وجبة سائغة.

٢. تعدّ الطحالب ذات أهمية كبرى في إنتاج غاز الأكسيجين اللازم لتنفس الكائنات الحية، حيث تقوم بعملية البناء الضوئي، التي يتمخض عنها إطلاق هذا الغاز في مياه البحار والأنهار والبحيرات. ويمثل الأكسيجين الناتج من عملية البناء الضوئي للطحالب نحو ٩ ٪ من إجمالي الأكسيجين الموجود في الهواء.

٣. يمكن استخدام الطحالب كمخصب حيوي للتربة الزراعية مما يساعد على زيادة إنتاجيتها.

٤. تُعَدُّ بعض الطحالب الراقية كالطحالب الحمر مصدراً غذائياً مهماً بالنسبة للإنسان، غنياً بالبروتين والفيتامينات والكربوهيدرات والدهون والأملاح وبعض المركبات العضوية والعناصر المهمة التي يحتاج إليها الجسم كاليود والحديد والكالسيوم والفوسفور. وكشفت التحاليل العلمية عن احتواء الطحالب على نسبة كبيرة من المعادن والألياف مع وجود بعض الدهون بكميات قليلة جدا. ويقوم سكان شرق آسيا بتحضير ما يزيد عن ٧٠ نوعاً من الأطعمة (مثل نوري Nori، وكومبو Kombu، وسوشي Souchi وغيرها..) اعتباراً من الطحالب البحرية. ويضاف في اليابان مسحوق طحلب الكلوريللا *Chlorella ellipsioides* إلى مشروب الشاي الأخضر. كما يضاف مسحوق طحالب جنس الأوسيلاتوريا Oscillatoria إلى الخبز من أجل زيادة محتواه البروتيني. وتستخدم الطحالب البحرية في الحمية الغذائية لافتقادها للسعرات الحرارية. ويعد "خس البحر" أكثر أنواع الطحالب استهلاكا في أوروبا. وهو يحتوي على مقدار من فيتامين "ج" يساوي خمسة أضعاف الموجود في البرتقال، ومقدار من الكالسيوم يتراوح بين ١٠ و٢٠ مرة من الموجود في اللبن، إلى جانب احتوائه على كميات جيدة من عنصري الحديد والماغنيسيوم، وثرائه بفيتامين "أ" والبوتاسيوم مما يسهم في تقوية الجهاز المناعي. ويعد "الخس الأحمر" أو "النوري" الأكثر استهلاكا عالميا، وهو يحتوي على نسبة من ٣٤ ٪ إلى ٤٧ ٪ من البروتينات، وكميات جيدة من الزنك والزيوت الحمضية. والطحلب المعروف باسم "واكام" يعدّ مضادا للأكسدة، وهو يطهر الجهاز الهضمي من المعادن الثقيلة، ويخفض نسبة الجلوكوز في الدم، ويكافح سرطان القولون. أما الطحلب "كومبو" فغني بفيتامينات "أ" و"بي" و"بي٢" و"بي٦" و"بي١٢" وعناصر الماغنيسيوم والبوتاسيوم واليود، كما يحتوي على البروتينات والأحماض الأمينية التي تحمي من الضغط المرتفع وتطهر الأمعاء.

٥. تحتوي بعض أنواع الطحالب على مضادات للفطريات والبكتيريا، مما مكّن من استخراج بعض العقاقير والأدوية المهمة منها. وتستخدم بعض الطحالب كنباتات طبية لمعالجة بعض الأمراض. فعلى سبيل المثال، يستخدم طحلب الجنس سارجاسم Sargassum في معالجة اضطرابات الغدة الدرقية Goiter، وطحالب الجنس جيليديوم Gelidium في علاج الاضطرابات الهضمية. ويؤدي استهلاك بعض أنواع الطحالب بصفة منتظمة إلى الوقاية من سرطان الثدي والقولون والبروستاتا وبعض أمراض القلب.

٦. يصنع الإنسان من مسحوق الطحالب المجففة عدداً من المواد الصناعية، نذكر من هذه المواد:

- الألجينات Algins: وهي ذات أهمية اقتصادية، حيث تدخل في كثير من الصناعات الغذائية (المربيات، والسمن، والمايونيز...) والتجميلية (كريمات ومساحيق التجميل، ومعاجين الأسنان، ومرطبات البشرة والشعر)، والدوائية (العقاقير والمضادات الحيوية، وتغليف الكابسولات باستخدام حمض الألجينيك بدلا من الألومينيوم)، بالإضافة إلى استخدامات صناعية أخرى (مواد الطلاء، الصمغ، مواد الدباغة). وهي تدخل أيضا في صناعة النسيج، وذلك عن طريق استبدال النشا المستخدم في هذه الصناعة بحمض الألجينيك.

- الأجار Agar والكاراجين Carrageen: مادتان كربوهيدراتيتان غرويتان تستخرجان من الطحالب الحمر، وبالأخص طحلب الجليديوم، وتستغلان في تحضير الأوساط المخبرية للكشف عن البكتيريا والفطريات واستنباتهما، وتدخلان في صناعة المواد المثبتة للمستحلبات Emulsions والمعلقات Suspensions. كما تستخدمان في إعداد الأطعمة اللينة كالآيس كريم والمربيات، وفي تحضير بعض العقاقير الطبية ومواد التجميل ومعاجين الأسنان، وفي بعض الصناعات كصناعة النسيج والطباعة.

- تستخدم بعض المركبات الموجودة في الطحالب في صناعة الأصباغ.

- تستخدم الطحالب الخضراء كمورد طبيعي لاستخلاص اليود.

♦ تستخدم الطحالب في صناعة الكاروتونيدات كمادة مضادة للأكسدة والفيتامينات والأحماض الأمينية.

٧. بعد موت الدياتومات Diatomae (معظمها طحالب بحرية) فإن هياكلها تترسب في القاع، وتعرف بالتربة الدياتومية. وهي تستخدم كمادة ماصة في كثير من الصناعات مثل صناعة الديناميت والمتفجرات. ويستخدم مسحوق الطحالب الدياتومية في عمليات الترشيح لما يتمتع به من خواص (مادة صلبة ناعمة خفيفة، ومسامية عالية، وعدم الذوبان في الماء) تمكنه من التحول إلى مادة خاملة لا تتأثر بالحرارة، وذات كفاءة عالية في امتصاص المواد المصاحبة لعمليات تنقية كل من عصير الفواكه والسكر والنفط. كما يستخدم لقساوته ومساميته العالية في تحضير دهانات المعادن المختلفة ومعاجين الحشو والمواد العازلة الصناعية. وتستخدم الطحالب الدياتومية أيضا كعوازل للحرارة والصوت في المراجل وأفران صهر المعادن. وهي تعدّ عنصراً أساسياً في صناعة الخزف والكماليات، وبعض مواد تلميع السيارات والقوارب. وبالإضافة إلى ذلك فإنها تستخدم على نطاق تجاري واسع في صناعة معاجين الأسنان.

٨. تستخدم الطحالب الخضراء كأعلاف للمواشي. ويستخدم الدياتوميت كمغذٍّ للأسماك.

٩. يتم خلط مسحوق الطحالب المجففة مع أعلاف الحيوانات، حيث تبين أن العلف المجهز بهذه الطريقة يزيد من معدلات إنتاج البيض واللحم لدى الدجاج بنسبة ٧ ٪، كما يزيد من إدرار الحليب لدى الماشية.

١٠. يستفاد من الطحالب البحرية في صناعة وتحضير الورق، حيث تم في مدينة البندقية الإيطالية عام ١٩٩٢م تحقيق إنجاز كبير تجسّد في تحويل الطحالب البحرية إلى ورق شبيه بالورق المصنوع من السليلوز، ولكنه ذو لون أخضر باهت ومبقع.

١١. هناك بعض أنواع الطحالب التي تستخدم في معالجة مياه الصرف الصحي وامتصاص المعادن الثقيلة منها ثم يجري معالجتها ببعض أنواع الحوامض للتخلص من هذه السموم الخطرة.

أضرار الطحالب

على الرغم من الأهمية الكبرى للطحالب البحرية، فإن تراكمها على الشواطئ بكميات كبيرة يمثل مشكلة بالنسبة للمصطافين، لأنها تسبب مشكلات لهم في

بعض الأحيان، كما أنهم يعدونها مظهرا غير جمالي على الشواطئ. وتتسبب زيادة أعداد بعض الطحالب بشكل كبير في الوسط المائي (ظاهرة الازهرار المائي Water blooms) في هلاك الأسماك وبقية الكائنات المائية لسببين:

أ – نقص الأكسيجين المنحل ضمن الماء بسبب تناقص معدلات البناء الضوئي لدى الطحالب ذاتها نتيجة حجبها للضوء بفعل تزاحمها الشديد، إضافة إلى استهلاكها لهذا الغاز في أثناء تنفسها.

ب – إفراز بعض الطحالب كطحلب جونياولاكس *Gonyaulax sp.* (من الطحالب البيرية *Pyrrophyta Dinophyta*) لذيفانات ومواد سامة (ظاهرة المد الأحمر Red Tide) تؤدي إلى نفوق الأسماك وغيرها من الكائنات المائية.

وسوف نناقش مشكلة ازهرار الطحالب وعلاقتها بنفوق الأسماك بشيء من التفصيل في الفقرات التالية.

ازهرار الطحالب الضارة ونفوق الأسماك

تتسبب الأنشطة البشرية التي يقوم بها الإنسان بالقرب من البحر (مثل: تصريف مياه الصرف الزراعي، وعدم كفاءة معالجة مياه الصرف الصحي، والجريان السطحي لمياه الأمطار) في التسميد المفرط بالمغذيات للعديد من المسطحات المائية، وهو ما يعرف بالإثراء الغذائي eutrophication. ويؤدي ذلك إلى الانتشار المفرط للطحالب في المياه، مما يؤثر بشكل كبير في جودة المياه.

وقد تتسبب بعض أنواع الطحالب البحرية في إلحاق أضرار كبيرة بالأحياء البحرية، بل إنها تتسبب في نفوقها، لا سيما إذا تكاثرت هذه الطحالب بأعداد كبيرة، ووصلت إلى ما يسمى بالازهرار blooming.

ما هو ازهرار الطحالب؟

يعرف ازهرار الطحالب algal bloom بأنه الزيادة السريعة في أعداد الطحالب في أية بيئة مائية. ويشير هذا المصطلح إلى بقعة مرئية أو غير مرئية من الطحالب الدقيقة أو العوالق (الهوائم) النباتية؛ نتيجة ازهرار نوع أو أكثر من الطحالب الضارة بأعداد قد تصل إلى أكثر من عشرة ملايين خلية في اللتر، وتكون - في الوقت نفسه - مصحوبة بتلون واضح للمياه الطبيعية بدرجات من ألوان الأخضر الزيتوني، أو الأصفر، أو البني، أو الأحمر الطوبي. ويعرف ازهرار الطحالب الذي ينجم عن العوالق (الهوائم) النباتية المنتجة للتوكسينات الحيوية biotoxins باسم ازهرار الطحالب الضارة Harmful Algal Blooms الذي يرمز إليه بالاختصار HABs في المراجع الأجنبية.

وقد يكون الازهرار الضار للطحالب في المياه نتيجة تركيز متزايد للمغذيات. وقد يحدث هذا الازهرار في المياه العذبة فضلا عن البيئات البحرية. ويمكن له أن يتسبب في وقوع بعض المشكلات للنظم البيئية (الإيكولوجية) وللمجتمعات البشرية. وعادة، ما يكون سبب هذه الظاهرة هو نوع واحد فقط أو بضعة أنواع من العوالق (الهوائم) النباتية phytoplanktons. ويمكن تمييز بعض أنواع

الازهرار عن طريق ملاحظة تغير لون المياه، ويكون هذا التغير ناتجا عن ارتفاع كثافة الخلايا الصبغية pigmented cells للطحالب. ورغم أنه لا يوجد حد أدنى threshold level معترف به رسميا لتوصيف تكاثر الطحالب بأنه قد بلغ مستوى الازهرار، فإنه يمكن اعتبار أن الطحالب قد وصلت إلى هذا المستوى عندما يصل تركيزها إلى عدة مئات أو آلاف من الخلايا في كل ملي لتر من المياه، ويتوقف ذلك على شدة الازهرار ودرجة التغير في لون المياه. وفي بعض الأحيان، قد يزداد تكاثر الطحالب حتى يبلغ تركيزها إلى ملايين الخلايا في كل ملي لتر من المياه. وكثيرا ما يكون ازهرار الطحالب متسما باللون الأخضر، ولكنه يمكن أيضا أن يكون باللون البني أو الأصفر أو الأحمر أو الأسود، ويتوقف ذلك على نوع الطحلب السائد في منطقة حدوث تلك الظاهرة.

ويحدث الازهرار الطحلبي ذو اللون الأخضر اللامع Bright green blooms نتيجة لتكاثر الطحالب الخضراء المائلة للزرقة blue-green algae، التي هي في الواقع بكتيريا زرقاء cyanobacteria. وقد يحدث الازهرار أيضا من جراء نمو بعض أنواع الطحالب الكبيرة الحجم macroalgal التي لا تنتمي إلى العوالق (الهوائم) النباتية. ويمكن تمييز هذا النوع من الازهرار من خلال ملاحظة وجود أوراق كبيرة من الطحالب قد ألقت بها الأمواج على ساحل البحر. ويحدث الازهرار الطحلبي ذو اللون الأسود نتيجة لتكاثر الطحالب السوداء، حيث يحدث تغير شديد في لون مياه البحر بحيث تبدو غامقة جدا، مما جعل بعض الباحثين يطلق على هذه الظاهرة اسم: "الماء الأسود" black water . وقد حدثت تلك الظاهرة في خليج فلوريدا في يناير ٢٠٠٢. وتنمو الطحالب السوداء black algae في مياه البحار والمحيطات، وهي

تبدو في شكل نقط سوداء (كل منها بحجم سن القلم الرصاص) أو بقع خضراء مائلة للزرقة. وهذا النوع من الطحالب له جذور قوية، وتتسم قمة ذلك الطحلب النباتي بوجود طبقات واقية protective layers عليها تمنع المواد الكيميائية من تدميرها. وإذا أزيل رأس الطحلب نما مكانه رأس جديد، ولهذا فإن التخلص من هذا الطحلب لا يمكن أن يتم بصورة نهائية إلا بخلع جذوره من القاع.

قياس معدل ازهرار الطحالب

يتم قياس معدل ازهرار الطحالب عن طريق قياس كتلتها الحيوية biomass، بالإضافة إلى فحص الأنواع species الموجودة منها في المياه. وأحد أكثر طرق القياس شيوعا هي قياس تركيز الكلوروفيل في الكتلة الحيوية للطحالب بما فيها الطحالب الزرقاء. ويمكن أن يصل تركيز الكلوروفيل في مياه البحر إلى ٣٠٠٠ ميكروجرام/ لتر. وفي الصور التي يتم التقاطها بالأقمار الصناعية، تظهر المياه المحتوية على الطحالب على شكل بقع سوداء. ويرجع ذلك إلى احتواء تلك البقع على كميات كبيرة من الأحياء النباتية والمواد المذابة التي تمتص نسبة عالية من أشعة الشمس مما يؤدي إلى انخفاض معدل الإضاءة، ولذا تظهر مثل تلك المواقع على شكل بقع سوداء في الصور الجوية .

ازدهار الطحالب الضارة في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

لوحظ في السنوات الأخيرة زيادة معدلات حدوث ظاهرة المد الأحمر، الناجمة عن ازدهار الطحالب الضارة في المنطقة البحرية للمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، حيث سجلت عدة حالات للنفوق الجماعي للأسماك والأحياء البحرية من جراء حدوث هذه الظاهرة.

ما الذي يسبب ازهرار الطحالب؟

يحدث ازهرار الطحالب نتيجة لوجود وفرة من المواد المغذية nutrients المذابة في مياه البحر. وتتمثل هذه المواد في: الفوسفور، والنترات، والسليكا، والحديد، وغيرها. وتنتقل تلك المواد إلى المسطحات المائية بفعل عوامل التعرية والتآكل والترسيب. ويساعد وجودها على نمو وانتشار الطحالب بسرعة، التي تظهر غالبا على شكل حلقات دائرية سوداء اللون، تتوسع وتنتشر بواسطة الأمواج وبفعل عمليات المد والجزر التي تسهم في نقل وانتشار الطحالب. وقد أوضحت نتائج الدراسات العلمية التي أجريت على العديد من البحيرات والبحار أن نحو ٧٠ ٪ من الطحالب تنتشر في

المناطق الساحلية الضحلة والغنية بالصخور المرجانية أو التراكيب المشابهة لها. كما تبين أن أحد أهم عوامل انتشار ظاهرة الازهرار الضار للطحالب هو حدوث خلل في العوامل البيئية، ومنها اختلاف نسبة الفوسفور إلى النيتروجين. فكلما زاد معدل الفوسفور في الكتلة المائية ازداد معدل ظهور الطحالب الضارة، لاسيما مع توافر الظروف البيئية الأخرى.

وقد كان هناك اعتقاد في أن وفرة الكربون والنيتروجين ربما قد تكون أحد أسباب حدوث ظاهرة ازهرار الطحالب، ولكن الأبحاث العلمية لم تثبت صحة ذلك.

وحينما يتم إدخال الفوسفات في البيئة المائية، فإن التراكيز العالية منه تؤدي إلى زيادة نمو الطحالب والنباتات المائية. وفي ظل هذه الظروف فإن الطحالب تنافس النباتات الأخرى، وتفوز بنصيب الأسد من المواد المغذية، وتكون النتيجة هي حرمان النباتات المائية الأخرى من قوتها، مما يعجل بموت العديد منها. وسرعان ما تصبح النباتات الميتة غذاء مفضلا للطحالب البكتيرية، حيث تقوم بتحليلها واستخلاص المواد المغذية منها. ومع وفرة الغذاء، يزداد عدد تلك البكتيريا، ومن ثم يزيد معدل استهلاك الأكسيجين الذائب في المياه. وعندما ينخفض تركيز الأكسيجين الذائب في الماء لا يمكن لكثير من الأسماك والأحياء المائية أن تبقى على قيد الحياة، ومن ثم فإنها تتعرض للنفوق.

العوامل المؤثرة في ظاهرة ازهرار الطحالب الضارة

تؤثر حركة المياه والطقس في ازهرار الطحالب. فحينما تكون حركة المياه شبة ساكنة تزدهر الطحالب. وحينما يكون الطقس مستقرا ودافئا لفترة طويلة تزدهر أيضا. وكلما طالت فترة هدوء الأحوال الجوية ازدادت احتمالية حدوث الازهرار. وقد تقلل برودة الطقس من حدوث تلك الظاهرة أو تمنعها. وعندما تبدأ تجمعات الطحالب الضارة في الموت أو الانهيار، قد تزيد تراكيز السموم في المياه. كما يمكن لبعض السموم أن تبقى لأكثر من ثلاثة أشهر قبل أن يتم تكسيرها بفعل ضوء الشمس والنشاط الميكروبي.

الآثار الصحية لازهرار الطحالب

قد تكون ظاهرة ازهرار الطحالب ذات مخاطر صحية، وبخاصة إذا كان سببها هو بعض أنواع الطحالب التي تنتج تراكيز عالية من السموم العصبية (التوكسينات neurotoxins). وهذه التراكيز العالية للتوكسينات لها آثار حيوية (بيولوجية) ضارة على الأحياء البحرية بما فيها الأسماك. كما أن بعض

الأحياء البحرية - كالمحار والقواقع - تتغذى على الطحالب عن طريق ترشيحها من المياه. فإذا كانت هذه الطحالب ضارة فإن سمومها تتركز في جهازها الهضمي. ولهذا، فإنه عند تناول الإنسان هذا المحار يصاب بالمرض، وفي بعض الحالات قد يؤدي التسمم إلى الموت. وتتضرر الأسماك أيضا بانسداد خياشيمها بالطحالب مما يترتب عليه عدم تمكّنها من استخلاص الأكسيجين الذائب في الماء؛ مما يؤدي إلى نفوقها. وعندما تقوم الطحالب باستنفاد المغذيات (النترات والفوسفات) الموجودة في البيئة المائية، فإنها تتسبب – بشكل غير مباشر - في موت الأحياء المائية، لعدم توافر الغذاء المناسب لها. والازهرار الضار للطحالب ظاهرة تتعرض لها بعض المزارع السمكية. وتبقى هذه الظاهرة في العادة لمدة ثلاثة أيام كحد أقصى، ولكن إذا ما وجدت بيئة مناسبة لها فإنها تبقى نشطة، وتزداد أخطارها تفاقماً. ولهذا، فإن من تأثيرات الازهرار الضار للطحالب: نفوق أسماك المزارع السمكية الاقتصادية إذا ما انتشرت تلك الظاهرة بتلك المزارع.

ولازهرار الطحالب آثار سلبية على حياة الإنسان، إذ يتعرض السباحون في المياه - التي تحدث فيها هذه الظاهرة - إلى ضيق في التنفس. كما أن تناول الأسماك التي تضررت من سموم هذه الطحالب يسبب مشكلات صحية لمن يتناول لحوم تلك الأسماك. وفضلا عن ذلك، فإن مياه الشرب التي تستخدم في معامل التحلية قد تكون غير مأمونة عند استخدامها.

وقد سجل تاريخيا حدوث حالات نفوق للمواشي والطيور في عدد من المناطق بسبب الشرب من مياه تزدهر فيها أنواع من الطحالب الخضراء المزرقة، وخاصة الأنواع: ميكروسستس Microcystis، وأنابينا Annabena، وأفانيزومينون Aphanizomenon. ووجد أن هذه الطحالب تفرز سموما خطيرة قاتلة تعجل بنفوق الحيوانات في أقل من ثلاث ساعات من شرب المياه الملوثة المحتوية على نوع أو أكثر من هذه الطحالب. وعندما استخلص سم (أناتوكسين Anatoxin) من الطحالب وجد أنه يقتل فئران التجارب في أقل من دقيقتين، ويكون الموت دائما بالاختناق وتوقف التنفس. وقد أمكن التعرف حتى الآن على ما يقرب من ٣٠٠ نوع من الطحالب تسبب تلون مياه البحر في أوقات وظروف معينة. كما أمكن تحديد ما يقرب من ٧٥ نوعا تنتج سموما مختلفة التأثيرات على الأحياء وعلى الإنسان.

الآثار الاقتصادية لازهرار الطحالب

يؤثر انتشار الطحالب، وبخاصة الأنواع السامة منها، على الاقتصاد الوطني من خلال تأثيرها على عمليات صيد الأسماك، والسياحة، والصناعة. وتتوقع معاهد

الدراسات العلمية التي تهتم بدراسة البيئات المائية بأن الخسائر المادية للولايات المتحدة الأمريكية فقط ستزيد خلال العقود القادمة على أكثر من مليار دولار نتيجة الانتشار السريع للطحالب الضارة والسامة في الكثير من المناطق السياحية للبحار والخلجان والبحيرات الموجودة في الولايات المتحدة الأمريكية.

معالجة المياه

في بعض الأحيان، قد تحدث ظاهرة ازهرار الطحالب في مصادر مياه الشرب. وفي مثل هذه الحالات، يتطلب الأمر إجراء بعض عمليات المعالجة والتنقية للتخلص من سموم تلك الطحالب. وقد قام باحثون في جامعة فلوريدا الدولية Florida International University في ميامي بالولايات المتحدة الأمريكية بإجراء تجارب لمعالجة المياه المحتوية على تلك السموم، وهي تتلخص في استخدام موجات فوق صوتية ذات تردد قدره ٦٤٠ كيلوهيرتز، بحيث تتسبب هذه الموجات في تكوين مناطق صغيرة ساخنة تبلغ حرارتها ٣٧٠٠° مئوية. ويؤدي ذلك إلى تكسير بعض جزيئات الماء إلى شقوق فعالة reactive fragments يمكنها أن تقتل الطحالب.

أهم المراجع:

١- عبد الله بن مساعد الفالح، علم الأحياء الدقيقة، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٤٣١ هـ/ ٢٠١٠ م.

٢- محمود محمد عمر وآخرون، أساسيات علم النبات العام، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٤٢١ هـ/ ٢٠٠١م.

٣- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، حالة الموارد السمكية وتربية الأحياء المائية في العالم، ٢٠٠٤.

٤- جميلة البكر، الطحالب من الألف إلى الياء، مجلة بيئتنا، الكويت، العدد ٤٠.

5- Fritsch, F. E., 1945. The Structure and Reproduction of the Algae, I. and II, Cambridge, England: Cambridge University Press.

6- Van den Hoek, C., D.G. Mann, and H. M. Jahns, 1995. Algae: An Introduction to Phycology, Cambridge University Press.

7- Lembi, C. A.; Waaland, J. R., 1988. Algae and Human Affairs, Cambridge: Cambridge University Press.

8- Mumford, T F; Miura, A., 1988. «Porphyra as Food: Cultivation and Economic», In Lembi, C A; Waaland, J R. Algae and Human Affairs, Cambridge University Press.

9- Round, F E., (1981). The Ecology of Algae, London: Cambridge University Press.

10- Tomas, C. R. (ed.), 1997. Identifying Marine Phytoplankton, Academic Press, San Diego.

11- Williams, D.M., 1991. Phylogenetic Relationships Among the Chromista: a Review and Preliminary Analysis, Cladistics 7:141156-, [a Cladistic Analysis Primarily of Morphological Data]

12 - Medlin, L. K., A. Cooper, C. Hill, S. Wrieden, and U. Wellbrock, 1995. Phylogenetic Position of the Chromista Plastids Based on Small Subunit rRNA Coding Regions, Curr. Genet., 28:560565-.

13- Reith, M., 1995. Molecular Biology of Rhodophyte and Chromophyte Plastids, Annu. Rev. Plant Physiol., Plant Mol. Biol., 46:549575-.

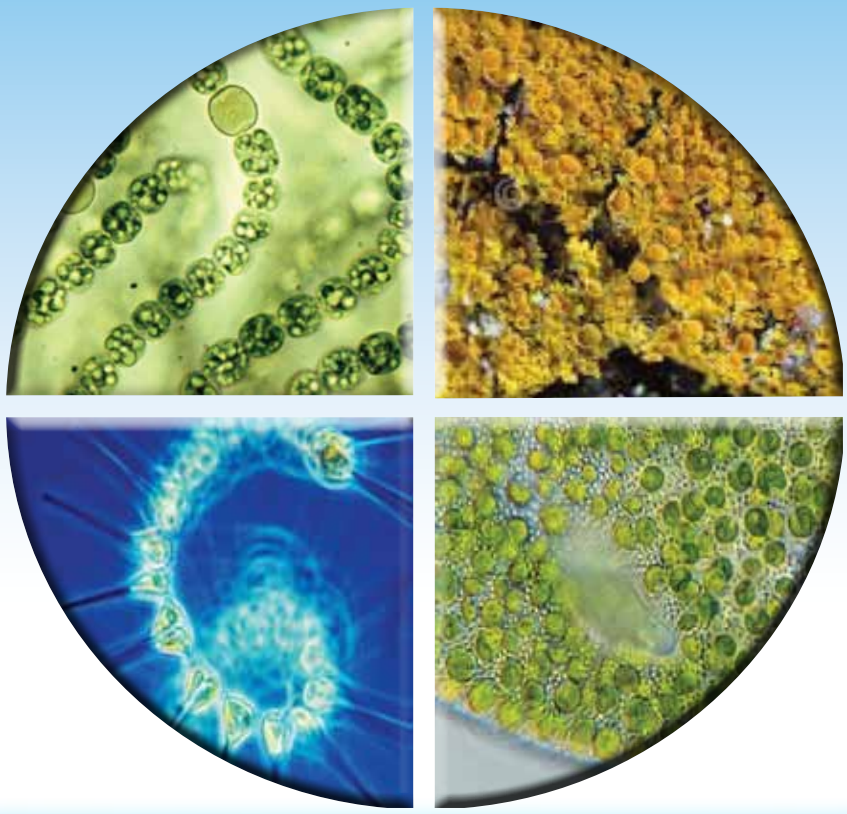
14- Chapman, V. J., 1950. Seaweeds and Their Uses, London: Methuen & Co. Ltd.

المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

ص.ب.: ٢٦٣٨٨ الصفاة ١٣١٢٤ دولة الكويت هاتف: ٢٥٣١٢١٤٠(٩٦٥)

فاكس: ٢٥٣٢٤١٧٢(٩٦٥)-٢٥٣٣٥٢٣٧ (٩٦٥)

البريد الإلكتروني : ropme@ropme.org - www.ropme.org



المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية

ص.ب.: ٢٦٣٨٨ الصفاة ١٣١٢٤ دولة الكويت هاتف: ٢٥٣١٢١٤٠(٩٦٥)

فاكس: ٢٥٣٣٤١٧٢(٩٦٥)-٢٥٣٣٥٢٣٧ (٩٦٥)

البريد الإلكتروني : ropme@ropme.org – www.ropme.org