الطحالب

مقدمة:

الطحالب هي مجموعة من الكائنات الحية ذاتية التغذية التي تقوم بعملية البناء الضوئي، وهي تعيش في المياه العذبة والبحار والمحيطات وهي مختلفة الأحجام و الألوان، أما الطحالب البحرية فأغلبها من الطحالب الكبيرة، وهي تتمثل في ثلاث مجموعات أساسية وهي الطحالب الخضراء والطحالب البنية والطحالب الحمراء، ويرجع هذا التقسيم إلى الأصباغ الموجودة في كل مجموعة، والتي يغطيها اللون المميز لها، ويمثل الأكسجين الناتج من عملية البناء الضوئي للطحالب حوالي ٩% من إجمالي الأكسجين الموجود في الهواء .

تتميز الطحالب بأنها ذاتية التغذية وذلك لاحتوائها على الكلوروفيل هي نباتات ثالوسية (أي لا تتميز أجسامها إلي جذور أو سيقان أو أوراق حقيقية كما هو الحال في النباتات الوعائية . ولها أحجام مختلفة وتحتوي على صبغة اليخضور وقد تحتوي على صبغات أخري مختلفة وتحتوي على مراكز خاصة لتخزن النشا (مراكز النشا) . وتتخذ الأنواع العديدة من الطحالب ألوانا شتى تتراوح بين الأخضر و الأخضر المصفر والأخضر المزرق و الأحمر و الأصفر والبرتقالي والأخضر الزيتوني والبني ، تتخذ الطحالب أشكالا متعددة منها الكروية أو الخيطية أو صفائح أو أشرطة وكذلك أنواعا تأخذ أشكالا متفرعة .

وتتفاوت الطحالب كثيرا في أحجامها فالكثير من أنواعها أحادى الخلية توجد عائمة أو طافية وهي مجهرية الحجم بينما يبلغ طول اكبر أنواع الطحالب حوالي ٦٠ مترا وهو من الطحالب البينة وتسمى الكليب (عشب البحر) ويعيش في مياه المحيط الباردة.

البيئة :

ومعظم الطحالب تعيش في البيئة العذبة أو المالحة . كما يعيش البعض منها على الصخور معيشة تكافلية مع الفطريات مشكلين معا ما يعرف بالأشنة الأماكن الرطبة الظليلة، طافية أو مثبتة في المياه العذبة أو المالحة، على سطوح التربة ويلاحظ أن غالبية الطحالب قادرة على المعيشة في مدى واسع من درجات الحرارة والملوحة فيستطيع بعضها أن يعيش حتى درجة ٨٠ْ م ، وحتى ٢,٥ % ملوحة .

التركيب :

١. الطحالب كائنات ثالوسية بسيطة التركيب (الثالوس لفظ يطلق على جسم نباتي بسيط التركيب لا تتميز فيه جذور ولا سيقان ولا أوراق).

٢. حقيقية النواة فيما عدا الطحالب الخضراء المزرقة أو ما يعرف حالياً في التقسيمات الحديثة بالبكتيريا الخضراء المزرقة.

٣. تحتوي على صبغ الكلوروفيل الذي بواسطته تستطيع أن تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية تشغلها في بناء المركبات العضوية المختلفة من المواد غير العضوية البسيطة ولذا توصف هذه الكائنات بأنها ذاتية التغذية .

٤. يختلف تركيب الثالوس في الطحالب باختلاف أجناسها ورتبها فقد يتكون من خلية واحدة (الكلاميدوموناس) ، أو من مجموعة من الخلايا المتشابهة على هيئة

مستعمرة (الفولفوكس) أو على شكل خيط مقسم إلى خلايا غير متفرع (السبيروجيرا) أو غير مقسم ومتفرع مثل (الفوشيريا) أو يكون على شكل معقد يتركب الثالوس فيه من أنسجة متميزة تؤدي وظائف مختلفة وتتشابه فيه الخيوط الطحلبية لتكوين تراكيب خلوية مقعدة مثل (الفيوكس).

٥. يختلف حجم الثالوس في الطحالب اختلافاً واضحاً ، فهناك أجناس مجهرية لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، في حين يبلغ الثالوس في بعض الأجناس المعقدة حجم الأشجار على اليابسة .

٦. فيها ظاهرة تبادل الأجيال حيث تقسم دورة حياة الطحلب إلى دور جاميتي جنسي ، وبوغي لا جنسي .

تصنيف الطحالب

يتوقف تصنيف الطحالب إلى مجموعاتها على المميزات الآتية :

١. نوع الأصباغ الموجودة .

٢. نوع الغذاء المخزن بخلاياها .

٣. تركيب الجدار الخلوي .

٤. طراز التراكيب التناسلية .

٥. الحركة ووجودها في بعض الأطوار أو انعدامها .

تعريف الطحالب الخضراء المزرقة:(Blue – green algae)

هي كائنات دقيقة، ويمكن رؤيتها تحت المجهر في صورة خلايا منفردة أو تجمعات من الخلايا تسمى المستعمرات (Colonies) أو في صورة خيوط .(Trichomes) بعض تجمعات الطحالب قد تكون كبيرة لدرجة أنها يمكن أن ترى بالعين المجردة.

وتعرف هذه الطحالب أيضا كـCyanophytes .

ومن الظواهر المعروفة في بعض أنواع هذه الطحالب أن لديها أوعية تحتوي غازا في خلاياها، تسمح لها بالطفو على سطح الماء أو الغوص لأسفل حتى القاع استجابة لتغيرات الضوء أو تيسر الغذاء. وبعض أصنافها لديها القدرة على إنتاج السموم. وهذا لا يمكن قياسه بالعين المجردة، فقط الفحص المخبري يمكن أن يحدد قدرتها على التسميم.

الازدهار المائي الطحلبي:

هذا المصطلح الشائع يستخدم لوصف الزيادة في أعداد خلايا الطحالب إلى الحد الذي يمكن أن تؤثر فيه على جودة المياه.

و التزهر هذا يمكن أن يغير لون المياه ، و أن تنتج عنه روائح سيئة من الزبد العائم على سطح الماء، ويتسبب في مشاكل للأحياء المائية .

ويتغير لون هذه الطحالب من الأخضر إلى الأزرق أو الأحمر أو البني أو الأخضر الغامق أو الأسود.وبعض هذه الطحالب يمكننا إدراك وجوده بسهولة، من الزبد الطافي على الماء بينما بعضها يكون أحيانا منتشرا في ا لماء أو متجمعا في العمق. وقد يكون التزهر مكونا من أصناف غير سامة، رغم هذا فمن الأفضل أن تؤخذ عينة من الطحالب ليتم تحليلها مخبريا للتأكد من وجود الطحالب الخضراء المزرقة والتأكد من أنها تنتج المواد السامة.

عموما فإن الطحالب الخضراء المزرقة تنتشر وتتزهر في المياه عندما تتوفر الظروف الآتية:

•توفر العناصر الغذائية، خاصة الفسفور و النيتروجين، لدرجة تكفي للنمو.
•عندما يكون الماء راكدا أو قليل الاضطراب لدرجة كبيرة.
•حالة الطقس مستقرة لفترة طويلة.

•أن يكون الطقس دافئا (رغم أن الطحالب يمكن أن ازدهار الطحالب يمكن أن يحدث أيضا في الطقس البارد أيضا).

وكلما استقر الطقس أكثر كلما ازدادت إمكانية تزهر الطحالب. مثل هذه الإمكانية تقع غالبا في الأنهر بطيئة الجريان أو البحيرات أو السدود المائية أو الخزانات. وقد يمكث التزهر لعدة أسابيع و أحيانا لعدة أشهر. وانخفاض الحرارة أو ازدياد سرعة الرياح أو سرعة التيار قد يقلل أو يوقف تزهرها وبسرعة.

عندما ينتهي التزهر أو تبدأ الطحالب في الموت، قد تزداد تركيزات المواد السامة. وقد يستمر تأثير بعض الأنواع من السموم لعدة أشهر قبل أن يتم تكسرها تحت تأثير أشعة الشمس و النشاط البكتيري، إلا أن الوقت اللازم لتكسرها قد يزداد إذا كان هناك عامل كيميائي مثل كبريتات النحاس قد أضيف لغرض تقليل الكائنات الدقيقة. وليست كل الطحالب الخضراء المزرقة سامة.

تأثيرها

المياه الملوثة بالطحالب هذه تشكل خطرا على مستخدمي المياه بالطرق الآتية: شرب الماء تبعا لأنواع السموم التي تنتجها الطحالب الخضراء المزرقة فإنها يمكن أن تؤثر في المستهلكين لمياه بطرق عدة،كالإصابة بالغثيان و الصداع و القيء و آلام البطن و الإسهال والالتهابات المعوية والتعب العضلي والتهاب الرئتين و الشلل. يرتبط حدوث الأعراض وشدتها بنوع السم و تركيزه في الماء الذي تم شربه.

الغلي يقتل الطحالب ولكن هذا العمل يؤدي إلى انطلاق السموم في الماء. و للحقيقة فإن بعض السموم تصبح أشد خطرا بعد غلي الماء.

وقد أوضحت الدراسات المخبرية على حيوانات التجارب أن الطحالب الخضراء المزرقة قد تسبب حدوث أورام سرطانية في كل من الجلد والكبد و الأحشاء. ولكن يلزم الكثير من البحث لتأكيد إن كان لها نفس الأثر على الإنسان أم لا.

إن ملامسة الطحالب الخضراء المزرقة سواء السامة منها أو غير السامة خلال استخدام المياه قد يتسبب في مشاكل عديدة مثل الطفح الجلدي أو انتفاخ الشفاه وتهيج العيون

واحمرارها وآلام الأذن والتهاب الحلق والحكة وأعراض حساسية القش وإمكانية تعزيز حدوث سرطان الجلد. وتزداد خطورة المشكلة تزداد تقريبا كلما ازداد وقت الملامسة. ويتراوح الخطر من صفر عند عدم حدوث الملامسة، إلى إمكانية مؤكدة للخطر عند الاتصال الفردي والمباشر بالطحالب. أي أنه كلما كانت عملية التلامس مباشرة و طويلة كلما تأكد الخطر.

فالسباحة والغطس والإبحار والتزلج على الماء تعتبر أكثر خطورة من رياضة التجديف والسفر بالمراكب مثلا على فرض أن التلامس مع الطحالب غير قائم ويأتي بعد ذلك الصيد والتنزه في المناطق المائية وعلى الشواطئ.

إن الشلل الناتج عن أكل محارات بحرية مسممة بنوع من الطحالب الخضراء المزرقة في أستراليا ألقى الضوء على المخاوف من إمكانية تراكم السموم العصبية في أنسجة وعضلات الأسماك والمحارات. لقد تسبب هذا النوع من التسمم في قتل العديد من البشر. لهذا فإن الأصداف البحرية (المحارات) والأسماك التي يتم اصطيادها في المياه التي تكثر بها الطحالب يجب أن لا يتم استهلاكها أو أكلها. كما أم كبد الأسماك التي تعيش في مناطق ازدهار الطحالب، مسممة ولا يجوز أكلها. إن المعلومات عن تركيز السم في الأسماك و الذي يمكن أن يسبب التسمم لا تزال محدودة، والإحساس السليم بالخطر يملي أن لا نأكل أسماكا تم اصطيادها في مياه تأكد وجود هذه السموم فيها. تجرى الدراسات حاليا على العلاقة بين امتصاص وتراكم السموم في مختلف النباتات، والسموم مثل الـ Microcystin يمكن أن تكون ضارة لكل من النبات والحيوان. وبناء على المعلومات والمعطيات الحالية، فإن المياه المتأثرة بالطحالب يجب عدم ري المحاصيل التي تؤكل ثمارها أو أجزاؤها الخضرية في حال توفر مصدر مياه بديل. وفي

حال عدم توفر مصدر مياه بديل يجب عدم رش الأجزاء التي تؤكل من هذه النباتات بالمياه الملوثة بالطحالب، هذا الأمر هام جدا خاصة مع نباتات كالخس و الملفوف و البندورة و الفراولة.

لهذا فإنه قبل استهلاك الخضار و الثمار المروية بهذه المياه يجب غسلها جيدا بمياه نقية ثم تجفيفها قبل تناولها ، والأبحاث الحديثة تظهر أن خلايا الطحالب الخضراء المزرقة الميتة والمجففة من الممكن أن تبقى سامة لعدة أشهر.

المراعي المروية بمياه ملوثة بالطحالب يمكن أن تتسبب بالضرر لقطعان الماشية بسبب إمكانية بقاء السموم عالقة على النباتات لفترات طويلة قد تبلغ أشهرا أو حتى سنوات .

إن أشعة الشمس يمكن أن تؤثر في تقليل مستوى بعض السموم، إلا أنه وبالرغم من هذا تبقى بعض السموم فاعلة لعدة أشهر كما سبق ذكره.

الخطر على صحة الحيوانات

لقد حدث موت لقطعان ماشية بعد شرب مياه ملوثة. كما أن الحيوانات الأليفة الأخرى قد تتأثر خاصة الكلاب التي تعتبر حساسة للسم كونها تلعق شعرها بعد خروجها من الماء بألسنتها مما يجعلها أكثر عرضة للتأثر بالسموم الناتجة من الطحالب. أحيانا تغسل الطحالب عن الحيوانات مباشرة على الشاطئ وتبقى على الشاطئ وتموت و تتكون قشرة من الطحالب الجافة الميتة على الشاطئ ، في هذه القشرة الجافة قد تبقى السموم فاعلة لعدة أشهر ، إن أكل هذه القشور الجافة من قبل الماشية قد يتسبب لها بالمرض وأحيانا الموت المباشر. فإذا كان هناك طحالب يشك الراعي أنها سامة فعليه أن يمنع ماشيته من شرب هذا الماء، و أن يوفر مصدر مياه بديل للماشية. ومن المهم

أن لا تحجز الماشية في مناطق ضيقة يكون فيها مصدر الشرب المتوفر يعلوها الزبد الناجم عن نشاط الطحالب في الماء. ويستطيع الطبيب البيطري ي أن يحدد الخطر وأن يتفادى حدوثه.

الآثار الجمالية

قد تلون مياه الطحالب المياه وتجعلها معتمة غير شفافة وأحيانا يعلوها زبد كريه الرائحة على طول الشاطئ. والعديد من الطحالب الخضراء المزرقة والكائنات الدقيقة الأخرى يمكن أن تفرز في المياه مواد لاذعة الطعم وروائح تشبه رائحة التراب. في حين أن هذه المواد قد لا تكون ذات خطر على الصحة لكنها قد تجعل المياه غير مقبولة وغير مستساغة.

الآثار البيئية

للطحالب الخضراء المزرقة تأثير سام على الحيوانات البرية من ضمنها القوارض ،الخفافيش ،البرمائيات، البجع،الطيور المائية، والكائنات الحية "العوالق" في المياه "Zooplankton"، إلا أن الطحالب التي تثبت النيتروجين تمثل مصدرا مهما للنيتروجين في البحيرات والأنهار في المناطق الاستوائية و شبه الجافة.
في بعض المناطق يتواجد التنوع الحيوي الكبير من الكائنات الحية المجهرية (من ضمنها الأنماط النادرة) فقط عندما تتزهر الطحالب.

الأهمية الإقتصادية للطحالب

١.الطحالب ذات أهمية في المزارع السمكية:

تُستعمل الطحالب كمادة غذائية لبعض المزارع السمكية مثل مزارع سمك التيلابيا.

٢. الطحالب ذات أهمية في معالجة مياه الصرف الصحي:

تقوم الطحالب بعملية البناء الضوئي ، والذي يتمخض عنه إطلاق الأكسجين . والأكسجين يُعد من الأهمية بمكان لتحلل مكونات الصرف الصحي بالبكتيريا. ومن أشهر الأنواع الطحلبية المستخدمة بكثرة والمتواجدة طبيعياً فى مياه الصرف الصحى والزراعى *Scenedesmus & Chlorella, Pediastrum* من الطحالب الخضراء وتستخدم كذلك *Euglena* & *Phacus* من الطحالب اليوجلينية.

٣. الطحالب كمصدر لتكوين البترول والغاز:

من المعروف أن الطحالب وغيرها من الكائنات النباتية تُحول الطاقة الشمسية إلى مادة

عضوية ، وعندما تتراكم المواد العضوية في طمي قاع المسطحات المائية فإنها تصبح في معزل عن الأكسجين الطلق وبذلك تكون معرضة للتحلل بفعل البكتيريا اللاهوائية مما ينتج عنه غاز الميثان وزيت البترول.

٤. الطحالب وتكوين الحجر الجيري:

كثيرٌ من الأنواع الطحلبية ، تسحب الكالسيوم من الماء الذي تعيش فيه ، وترسبه على صورة كربونات الكالسيوم في جدرها وفي المواد المخاطية المحيطة بها. وتكون مثل هذه الترسبات نواة تكوين الحجر الجيري.

٥. الطحالب كمخصبات:

استخدمت الطحالب البحرية كمخصبات للتربة ، وذلك لمحتواها من العناصر الغذائية ، بجانب قدرتها على زيادة السعة المائية للتربة . وإضافة الطحالب للتربة تتيح استمرارية تواجد الماء في المنطقة المحيطة بجذور النباتات ، علاوة على أن تحللها في التربة يزيد من محتوى الأخيرة من المواد العضوية و الدوبال – تثبيت النيتروجين الجوى خاصة الطحالب الخضراء المزرقة مثل طحلب *Nostoc* ومعظم طحالب رتبة Nostocales التى تحتوى على حويصلات مغايرة (heterocystes) حيث يزيد المحتوى الأزوتى فى التربة وتفيد جداً فى تسميد محصول الأرز حيث يمكن الإستفادة منها بإضافتها أثناء زراعة نبات الأرز مع تربية بعض أنواع الأسماك مثل البلطى إضافة لبعض الطيور المائية مثل البط للحصول على إنتاجية عالية من الأرز كماً ونوعاً مع الحصول على كمية جيدة من بروتين تلك الأسماك و/أو البط دون تكلفة إضافية تذكرعلى المزارع. وتوجد تجارب رائدة للعديد من الدول فى هذا المجال خاصة الفلبين واليابان ومصر. – زيادة خصوبة التربة وتماسك حبيباتها حيث تثبت النيتروجين الجوى وتحفظ رطوبة الطبقة السطحية إضافة إلى زيادة نسبة المادة الهلامية المخاطية بالتربة مما يحسن من صفات التربة وقدرتها على الإحتفاظ بالمياه وتقلل نسبة البخر. كما تقوم الطحالب بعملية ضبط لدرجة الحموضة والقلوية لدرجة قريبة من المتعادلة أو شبه القلوية. ومن أمثلة هذه الطحالب *Anabaena, Nostoc* & *Scytonema* من رتبة Nostocales وكذلك طحلب *Lyngbia* وكلها من الطحالب الزرقاء المخضرة.

٦. الطحالب والدراسات الأكاديمية:

استخدمت الطحالب في كثير من الدراسات الأكاديمية ، خصوصاً تلك المتعلقة بالبناء الضوئي ، وغيرها من التفاعلات البيوكيميائية ، وتلك المعنية بانتقال الصفات الوراثية. فهي مادة خصبة للدراسات والأبحاث الفسيولوجية والوراثية والبيئية مثل التمثيل الضوئى والتكاثر وتخزين الأكسجين وتثبيت النيتروجين الجوى وحركة السيتوبلازم ونقل الجينات وتراكم العناصر والنفاذية وغير ذلك من العمليات الحيوية داخل جسم الكائن الحى. وذلك لصغرها، تحملها ولسهولة تنميتها معملياً والحصول عليها وقصر فترات تحضينها ومن أشهرها استخداماً وأوسعها إنتشاراً فى هذا المجال الطحالب الخضراء ,*Chlorella* *Nitella & Chlamydomonas Mougeotia* كأمثلة للمئات من الطحالب التى يمكن الحصول عليها من العديد من المراكز الدولية لتجميع الكائنات بالعديد من دول العالم.

٧. الطحالب كمصدر غذاء للإنسان:

غذاء للبشر حيث يوجد أكثر من ٥٠٠ نوعاً بحرياً يؤكل مباشرة وبكثافة بواسطة الإنسان خاصة فى دول جنوب وشرق قارة أسيا. معظم هذه الطحالب بحرية وكبيرة الحجم (يرى بالعين المجردة) وغالباً ما يتبع مجموعات الطحالب البحرية الخضراء، البنية والحمراء مثل *Ulva, Fucus* and *Porphyra* لإحتواء كثير من تلك الطحالب على نسبة بروتين عالية والتى تتراوح بين ٢٥:٦٥% إضافة إلى ألياف السيليولوز، الكربوهيدرات، الفيتامينات، العناصر والمعادن النادرة التى لا تتوفر فى البيئات الأرضية.

طحالب المياه العذبة الميكروسكوبية (صغيرة الحجم) كذلك يمكن إستخدامها فى الغذاء مثل طحلب*Chlorella* وهو من الطحالب الخضراء وحيدة الخلية غير المتحركة ويعتبر الآن الأمل الغذائي في العالم وهو مؤهل ليحل أزمة الغذاء أو البروتين بالدول الفقيرة

النامية حيث يحتوى على حوالى ٣٠% من وزنة الجاف بروتين (١٧ حمض أمينى) إضافة إلى ١٥% ليبيدات،٣٠% كربوهيدرات والعديد من الفيتامينات مثل فيتامين ب المركب وكثير من الأملاح المعدنية. وتتم زراعته حديثاً بالمزارع المستمرة المفتوحة للحصول على إنتاج يومى وبكميات إقتصادية جداً، تستخدم كثير من الطحالب كإضافات تدخل في تكوين غذاء الإنسان ، حيث تعد مصدراً للمواد الكربوهيدراتية ، والفيتامينات ، والمواد غير العضوية (مثل اليود) . وفي اليابان يضاف مسحوق طحلب *Chlorella ellipsoids* إلى الشاي الأخضر . كما تستخدم مزرعة طحالب جنس *Chlorella* كمادة غذائية في كل من ألمانيا والولايات المتحدة . وفي اليابان أيضاً يضاف مسحوق طحالب جنس *Oscillatoria* إلى مكونات الخبز لزيادة محتواه البروتيني.

أما طحلب *Spirulina* التابع للطحالب الخضراء المزرقة فيعتبر حديثاً الغذاء السوبر حيث يحتوى على أكثر من ٦٠% وقد تصل أحياناً ٧٢% من وزنه الجاف بروتين (أحماض أمينية أساسية) متفوقاً على فول الصويا إضافةً إلى السيليولوز، الدهون، الكربوهيدرات، البيتاكاروتين، الفيتامينات والمواد غير العضوية مثل اليود. طحلب *Spirulina* له مستقبل واعد فى عالم الغذاء والدواء أيضاً وأمن جداً للإستهلاك حتى للأطفال حديثى الولادة حيث يفيد فى خفض نسب الكولسترول وبالتالى تقليل ضغط الدم المرتفع وعلاج السمنة (بأخذ جرعة واحدة عبارة عن ٨,٤ جرام من الطحلب الجاف بكمية كبيرة من الماء قبل وجبة الإفطار وهذه الجرعة نفسها لو وزعت على الوجبات طوال اليوم تعالج النحافة) وكذلك هشاشة العظام والأورام والإيدز والفشل الكلوى والكبدى والفيروسات الكبدية خاصةً C والشيخوخة والإحساس بالإعياء والعمى والعشى الليلى

ومقوى عام ناهيك عن تقويته وتنشيطه للجهاز المناعى لجسم الإنسان مما يجعله أكثر قدرة على مقاومة العديد من الأمراض.

٨. الطحالب كمصدر لعلف الحيوانات:

تستخدم بعض أنواع الطحالب كمصدرٍ للعلف للبقر والأغنام. هذا وتدخل الطحالب غير السامة في السلسلة الغذائية الأولية حيث يتغذى عليها معظم الكائنات الحيوانية المائية والبحرية سواء كانت ميكروسكوبية أو كبيرة الحجم بإضافتها في مزارع وأحواض الأسماك والجمبرى مثل *Scenedesmus*، *Chlorella, Spirogyra, Cladophora, Diatoms & Lyngbia* وبالتالي تدخل في غذاء الإنسان بطريقة غير مباشرة.

٩.الطحالب كنباتات طبية:

استخدمت الطحالب في علاج الغدة الدرقية ، والاضطرابات الغدية، اضطرابات المعدة، والأمراض الناجمة عن ارتفاع درجة الحرارة. فبعض الطحالب خاصة البنية تنتج اليود اللازم لعلاج الغدة الدرقية، فيوكوأيودين واللامينارين تستخدم كمضادات لتجلط الدم بينما الكاراجينين يستخدم لسرعة تجلط الدم. وتستخدم بعض أنواع الطحالب فى علاج الكلى والمثانة والرئة والمعدة والغدد. كما تستخرج مادة الآجار (Agar)من بعض الطحالب البحرية، والذى يستخدم فى تصلب الأوساط الغذائية للكائنات الدقيقة وفى المراهم والكريمات والمعاجين لإعطاء القوام المميز الخاص بها. المانيتول الذى يستخدم لمرضى السكر لأنه مسحوق عديم الرائحة ويحتوى على نصف كمية حلاوة السكر ولا يسبب ضرر للمرضى بداء السكرى.

– مصدر للمضادات الحيوية والمواد الضد إحيائية فبعض الطحالب الخضراء مثل Chlorella تفرز مضادات حيوية (كلوريللين) مثبطة لنمو البكتريا والطحالب الأخرى من حولها كنوع من الدفاع عن نفسها وللسيطرة على البيئة. كما لوحظ أيضا أن تواجد طحلب palea Nitzschia من الدياتومات العصوية الشهيرة يثبط نمو بكتريا E. coli المنتشرة بكثرة فى مياه الصرف الصحى والمسببة للعديد من الأمراض. كذلك الطحلب الأخضر المزرق Microcystisيثبط العديد من الأنواع البكتيرية خاصة السبحية وكذلك بعض الهائمات الحيوانية الدقيقة مثل الدافنيا. كما توجد أبحاث ودراسات حديثة تثبت الحصول على مستخلصات طحلبية عديدة لها تأثير ضد إحيائى لكلٍ من الفيروسات والفطريات أيضاً.

١٠.استخدام الطحالب في الصناعة:

أ– صناعة رماد الطحالب:

وتتضمن احتراق أجسام بعض الطحالب عند درجات حرارة عالية للحصول منها على الرماد المحتوي على الصوديوم والبوتاسيوم واليود ، حيث تُعد هذه العناصر من الأهمية بمكان في تغذية الإنسان والماشية.

ب– صناعة الألجين : وهي مادة محبة للماء . إن منتجات الألجين تذوب في الماء مكونة محاليل لزجة تدخل في عمل معلقات أو مستحلبات أو غرويات . وتدخل هذه المادة في صناعة اللآيس كريم ، ومواد تلميع السيارات ، والبويات والأصباغ ، وبعض الأدوية والمضادات الحيوية ، وفي بعض صناعات المطاط.

ج– صناعة الآجار : وهو عبارة عن مستخلص غروي جيلاتيني الملمس . ويستخدم في الطب كمادة ملينة ، وفي تعليب اللحوم والأسماك ، كما يدخل في صناعة قوالب

الأسنان ، وفي صناعة صابون الحلاقة ، وغسول اليدين ، وفي صناعة اللمبات الكهربائية

– بعض الإستخدامات الصناعية حيث يستخدم العديد من الطحالب صناعياً على مدى واسع فى الحصول على عدة مواد لها أهمية إقتصادية كبيرة منها: الألجينات– الأجار– الكاراجينين– اليود– الدياتومين – الأصباغ الطبيعية – المضادات الحيوية – البروتينات – الأحماض الدهنية – الكربوهيدرات – الفيتامينات – العناصر – المعادن وغيرها الكثير من المواد الخام المستخدمة فى العديد من الصناعات الغذائية والدوائية والنسيجية.

– إزالة ثانى أكسيد الكربون وزيادة الأوكسيجين بالأوساط أو البيئات المائية التى تنمو بها الطحالب حيث تقوم بعملية البناء الضوئى Photothynsis مستهلكةCO2 ومنتجة لنسبة من الأكسجين O2 اللازم لتنفس الأحياء المائية الأخرى.هذا إضافة إلى استهلاك فضلات الأسماك من البيئة والتى تعتبر من المسمدات العضوية الغنية بالعناصر المناسبة لتغذية الطحالب. وكثير من الهائمات النباتية الميكروسكوبية والخيطية من الطحالب الخضراء المزرقةأو الخضراء أو الدياتومات وجدت فى أمعاء الأسماك مما يؤكد تواجدها الكثيف فى هذه البيئات.

– تجميع العناصر الثقيلة والمخلفات المشعة مما يساعد على تنقية البيئات المائية وتخليصها من هذه المواد الضارة والملوثة للبيئة رغم أن معظمها من الفلورا الطحلبية المصاحبة لهذه البيئات الملوثة. ومن أهم وأوسع الطحالب الخضراء استخداما لهذا الغرض معملياً وحقلياً *Chlorella vulgaris, Cladophora glomerata,*

Spirogyra & quadricauda Scenedesmus والطحلب البحرى الأحمر *Porphyra lucinata* وكذلك الطحالب اليوجلينية مثل *Phacus & Euglena*. ويمكن إعادة إستخدامها أو التغذية عليها أو ادخالها فى عليقة الحيوانات ولكن بحرص وبنسب محسوبة ومقننة.

– إنتاج أوراق لتنظيف عدسات العيون باليابان من الطحلب الأخضر الشهير والمنتشر جداً *Spirogyra* على نطاق واسع.

– تفتيت وتذويب الصخور الأرضية لإنتاج التربة الزراعية: خاصةً عندما يتكون إتحاد تكافلي ثابت (Stable symbiotic relationship) بين مجموعة من الخيوط الفطرية الدقيقة الرقيقة (Mycobionts) مع مجموعة من الطحالب الخضراء البسيطة أو الطحالب الخضراء المزرقة (Phycobionts or Photobionts) التي لا ترى إلا بالمجاهر الضوئية لتكوين ما يعرف باسم الأشنات (Lichens) التي تقدر بحوالى ١٧،٠٠٠ نوعاً. الأشنات الصخرية أو القشرية (Crustose Lichens) تفرز العديد من المواد السكرية الكحولية أو الحمضية مثل حمض الكربونيك تمتد حول قشرة الأشنات خاصة أثناء المطر لذا فلها القدرة ولو ببطء على تفتيت الصخور على مدار مئات السنوات لتحويلها لأراضى زراعية دبالية خصبة قابلة للاستزراع إضافةً لتثبيتها للنيتروجين والكربون الجوى ولكنها أحيانا تصبح مدمرة للتراث التاريخي بتفتيتها للتماثيل الأثرية مما يمحى معالمها ويغير من طبيعتها وجمالها.

– أبحاث الفضاء: وهو اتجاه حديث جداً فى الرحلات الفضائيه التي تبقى بعيداً عن الأرض لفترات طويلة لأكثر من ٣٠ يوم لاستهلاك غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2

وإطلاق غاز الأوكسيجين O2 لرواد الفضاء وتدوير المخلفات البيولوجية والنباتية وبقايا الغذاء المتبقي وحتى فضلاتهم حيث ستقوم بعض الميكروبات بتحليلها الى جسيمات صغيرة بتكسيرها الي أحماض أمينيه ومعادن وأمونيا "التى تحولها البكتيريا الي سماد نيتروجينى" لتغذية بعض الطحالب مثل *Spirulina* بمساعدة ضوء الهالوجين لإتمام عملية التمثيل الغذائي لأن السماد الذي سيتوفر منها سيكون كافياً لإمداد رواد الفضاء بخضروات طازجة كالقمح والسلطة الخضراء والطحالب كمصدر غذائي وكمخزون إستراتيجي لرواد الفضاء بالمركبات الفضائية وذلك في حالة حدوث أي مشكلة أو نفاذ الأكسيجين أو الغذاء لحين وصول الدعم. كما أنها الآن مصدر حديث وآمن لإنتاج الطاقة التي يمكن استخدامها كوقود للمركبات أو إضاءة.

أولاً : الطحالب الخضراء المزرقة

Cyanobacteria (Blue green bacteria or blue green algae)

كانت تعرف هذه المجموعة سابقا باسم الطحالب الخضراء المزرقة ولكن أعيد تقسيمها حديثاً لتصبح أحد أقسام البكتيريا ضوئية التغذية الذاتية وذلك للأسباب الآتية :

١ . احتواء خلاياها على أنوية بدائية تتكون من الحامض النووي الحلقي (DNA) غير محاط بغلاف نووي وليس لها سائل نووي وهي صفة بكتيرية .

٢ . تنقسم خلاياها انقساماً ثنائياً بسيطاً (بالإنشطار) مثلها مثل البكتريا .

٣ . خلاياها سالبه لصبغ الجرام مثل بعض أنواع البكتيريا .

٤ . تتحرك الأنواع المتحركة منها بواسطة الانزلاق وهي تشبه في ذلك أنواع البكتيريا المنثنية .

- مميزات البكتيريا الخضراء المزرقة :

من أهم مميزات البكتيريا الخضراء المزرقة الصفات الآتية :

١ . تعتبر أكبر مجموعة متنوعة الأشكال من البكتيريا ذاتية التغذية الضوئية وهي ذات انتشار واسع في الطبيعة .

٢ . للكثير من أنواعها القدرة على تثبيت نيتروجين الهواء الجوي .

٣ . توجد منها أنواع متحركة وأخرى غير متحركة .

٤ . يرجع لون هذه البكتيريا إلى وجود صبغ الكلوروفيل الأخضر (Chlorophyll II) وصبغ الفيكوسيانين الأزرق (Phycocyanin) ويوجد في بعض أنواعها صبغ الفيكوارثرين الأحمر (Phycoerythrin) وتتخذ هذه البكتيريا اللون الأحمر هذا بالإضافة إلى وجود الأصباغ الصفراء الكاروتين (Carotene) والزانثوفيل(Xanthophyll II) .

٥ . المادة الغذائية المختزنة هي الجليكوجين .

- الصفات العامـة:

تشبه الخلية في تركيبها الخلية البكتيرية من حيث الجدار الخلوي وتنظيم الخلية فهي بدائيات تخلو من نواة محاطة بغشاء من العضيات وتفتقر لوجود أهداب .

- أماكن معيشتهـا:

تعيش معظم أنواعها وهي حوالي (٥٠٠) نوعاً في المياه المالحة أما بقية الأنواع فتعيش في المياه العذبة أو في المناطق الرطبة وخزانات المياه المفتوحة وتنتشر في معظم

المناطق الجغرافية سواء كانت مناطق استوائية أو قطبية وحتى على قمم الجبال وفي الصحاري .

- طريقة التغذيــة:

الطحالب الخضراء المزرقة ذاتية التغذية حيث تقوم بعملية البناء الضوئي .

شكل مستعمراتهــا:

هذه الكائنات أساساً وحيدة الخلية ، إلا أنه في كثير من الأحيان لا تنفصل الخلايا بعد الانقسام لذلك تبدو في شكل مستعمرات (منتظمة أو خيطيه) ومن هنا نجد في هذا القسم كائنات منفردة الخلية وأخرى خيطية وثالثة في صورة مستعمرة. ونجد أن البكتيريا الخضراء المزرقة منها أشكال متعددة ومختلفة فمنها ما هو وحيد الخلية ويتخذ شكلاً كروياً أو عصوياً أو مغزلياً. وتستطيع هذه الخلية أن تنقسم بواسطة الانقسام الثنائي البسيط أو التبرعم ومن أمثلتها بكتيريا الكروكوكس (*Chroococcus*) ومن هذه البكتيريا ما يتجمع في شكل مستعمرات لها أشكال مختلفة وتتكاثر مثل هذه المستعمرات بواسطة الانقسامات المتعددة لتكون وحدات صغيرة تتحرر عندما يتمزق جدار الخلية الأم لتنمو كل وحدة منها إلى خلية جديدة ومن أمثلتها الجليوكابسا (*Gleococapsa*).

التكاثـر:

التكاثر لا جنسي بالانقسام الثنائي البسيط أما في الكائنات الخيطية فيكون التكاثر بالتجزئة .

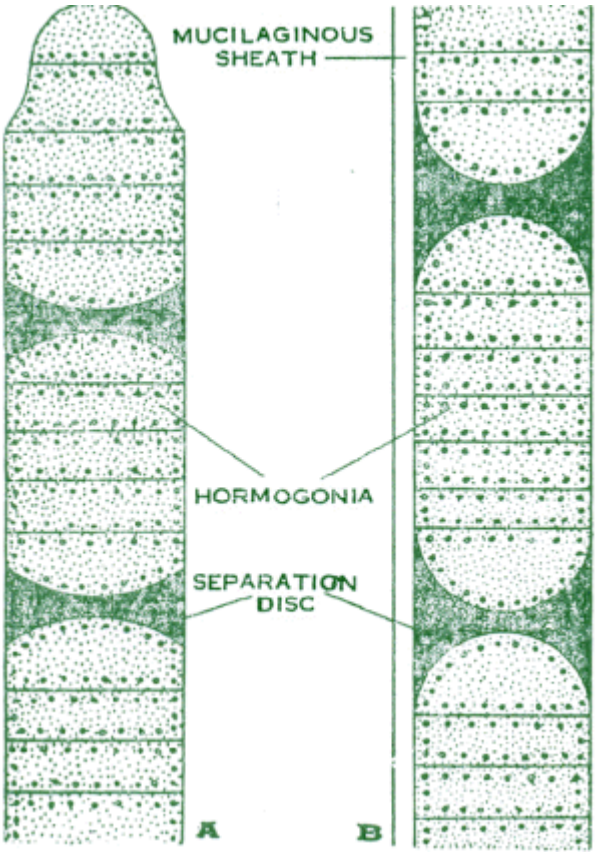
- الأهمية الاقتصادية:

١ . تعتبر الطحالب الخضراء المزرقة مصدراً لغذاء الأسماك والكائنات البحرية الحيوانية الأخرى .

٢. تعمل بعض الأنواع على خصوبة التربة عن طريق إمدادها بالنيتروجين مما يضاعف من الإنتاج الزراعي .

٣ . تفرز الكثير من الطحالب الخضراء المزرقة مركبات كريهة الرائحة قد تكون سامة للإنسان .

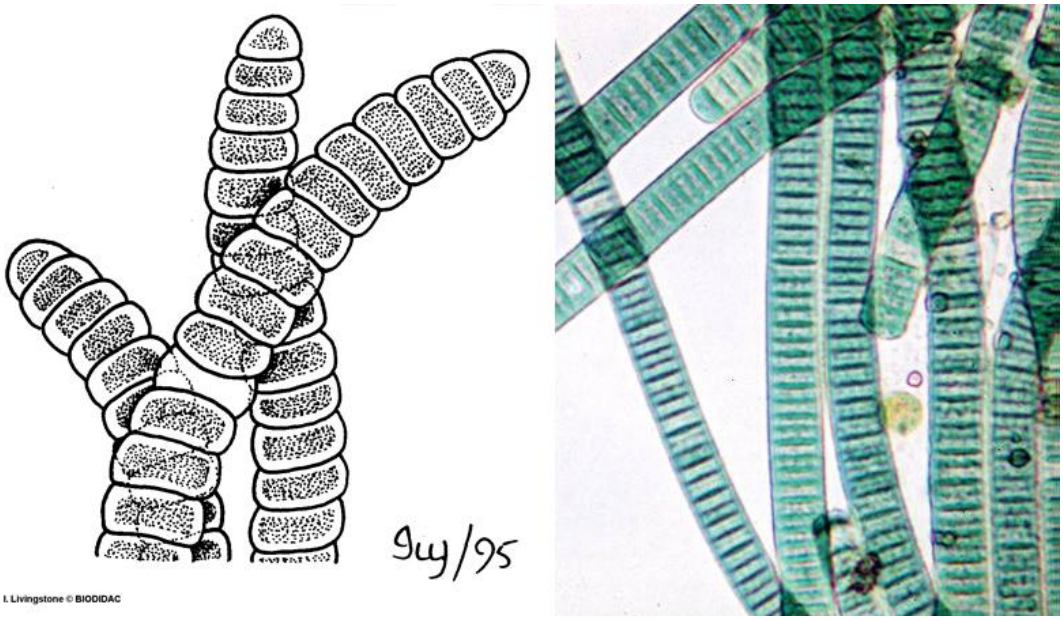
بعض أجناس الطحالب الخضراء المزرقة



أسيلاتوريا *Oscillatoria*

طحلب أخضر مزرق آخر ، شريطي ، كثير الشيوع ، شكل الخلايا فيه، ما عدا الطرفيه منها، أسطواني قصير. وتكون الخلايا الطرفية، بوجه عام، مستديرة عند الطرف الطليق، وذلك لأن انتفاخ هذه الخلايا، لا يتعادل مع انتفاخ الخلايا المجاورة، كما هو الحال في الخلايا الموجودة في داخل الشريط. واهم صفة ظاهرة في أسيللاتوريا ، هو أن الشريط قادر على الحركة المتذبذبة، التي يرجع إليها تسمية النبات ، وعلى تحرك متعرج دائري حول مركز، كما أنه يمكن للأشرطة أن تتحرك

من مكان إلى أخر، لذلك فإنه ، إذا وضعت كتلة من أسيللاتوريا على سطح مبلل، أي رطب ، تنتشر الأشرطة ، في الحال، إلى غشاء منتظم ومتناسق. ولا يتكون في الأسيللاتوريا جراثيم ولا حويصلات، بينما تتكون الهورموجونات بموت خلية، أو بموت مجموعة من الخلايا ، هنا وهناك ، في الشريط. عبارة عن خيط بسيط غير متفرع مقسم، تتميز الخلية بقصر المحور الطولى عن العرضى فتبدو الخلايا متراصة فوق بعضها كأقراص العملات المعدنية، والخلية الطرفية محدبة والمادة المخاطية قليلة حول الجدار ولا توجد حويصلات مغايرة وإنما توجد خلايا ميتة Dead cells ينفصل عندها الخيط وتتميز الخيط بوجود حركة تذبذبية بطيئة اشتق منها اسم الطحلب.



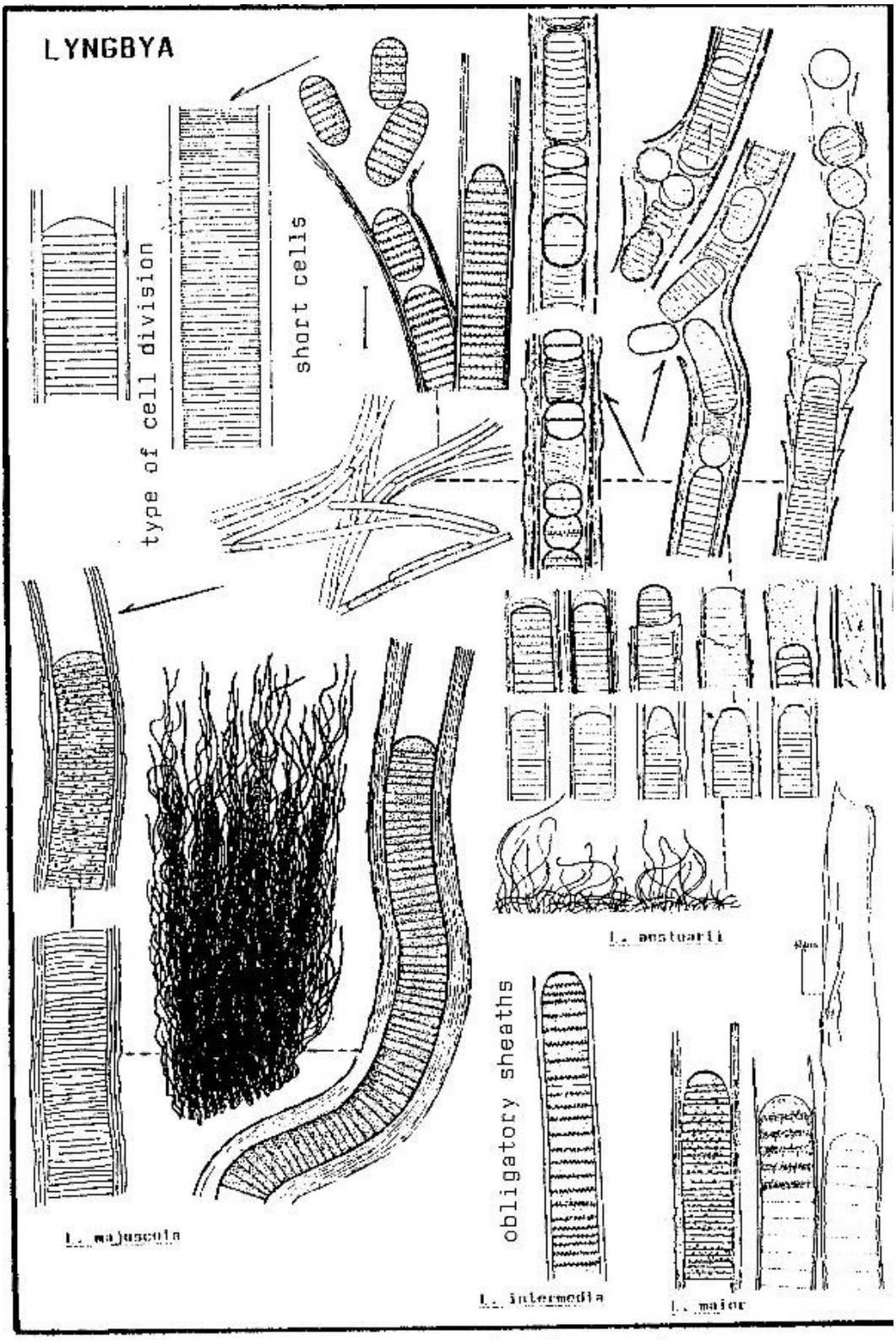
اللنبيا *Lyngbya*:

يتميز الطحلب بأنه خيطي مكون من خلايا خضرية منفصلة وللخيط خلية قمية وخلية قاعدية ولا يكون حويصلات مغايرة.

يشبه طحلب الاوسيلاتوريا حيث يوجد بالخيط أماكن فارغة وعادة تكون واسعة وهو محاط بغمد هلامي كثيف.

يعيش بالمياه العذبة والمالحة كما يوج في التربة الرطبة.

All after Entwisle et al. (1997)



from different authors ex Kondrateva (1968), Kondrateva (1975), Komárek (1975).

السبيرولينا (*Spirulina*)

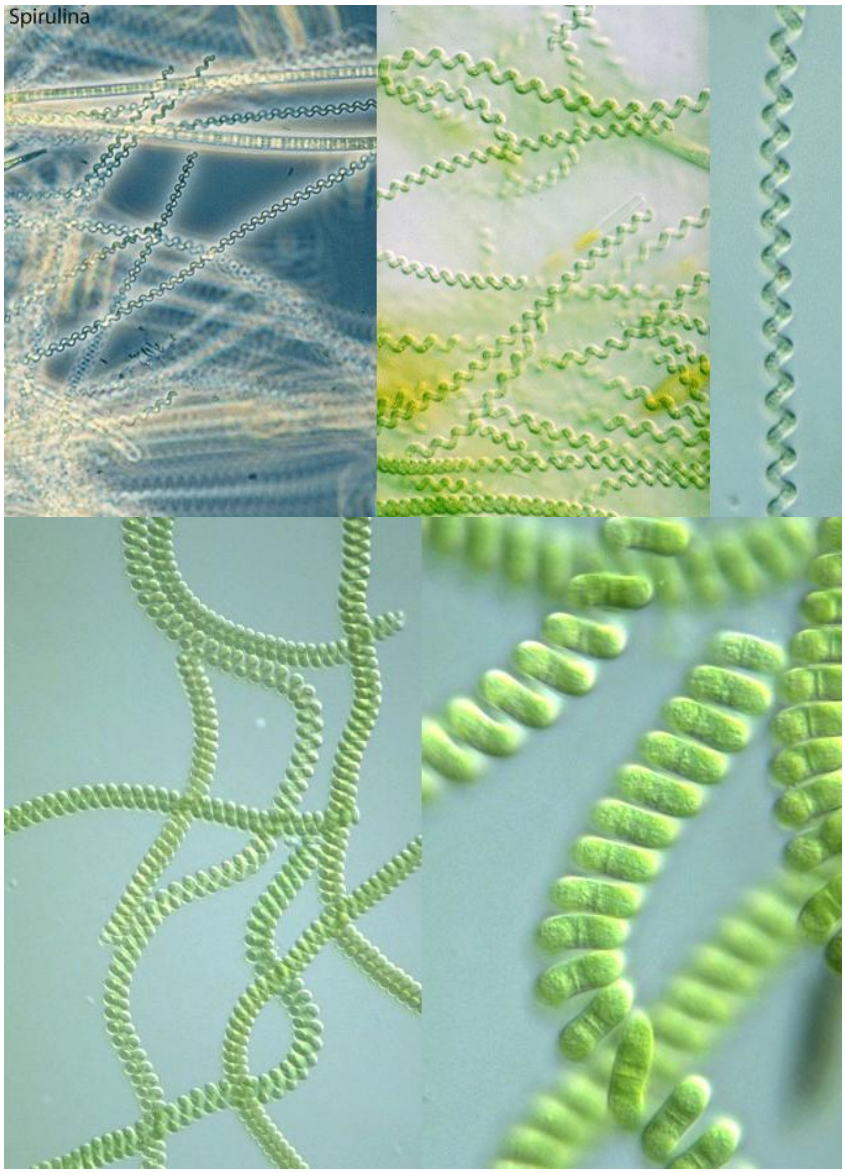
سبيرولينا" *Spirulina* مشتقة من كلمة لاتينية تعني"اللولب"و تدل على التكوين للكائن اللولبي الشكل و يبلغ طولة نصف ملمتر تقريبا.

يعتبر السبيرولينا من الطحالب الخضراء المزرقة الوحيدة الخلية نظرا لوجود كل من صبغة الكلوروفيل (الخضراء) والفايكوسيانين (الأزرق) في خلاياه.

الخيط الطحلبي يتكون من خلايا ذات جدر رقيقة ومرنة. ويتكاثر بتكوين الهرموجونة.

يزدهر في المياه العذبة القلوية في مدى من ٨ إلى ١١ درجة الحموضة و المياه الدافئة من ٣٢ إلى ٤٥ مْ ويمكنه البقاء على قيد الحياة حتى في درجة حرارة ٦٠ مْ و بعض الأنواع قد تتحمل الجفاف عندما تتبخر مياه البرك التي تعيش بها ،وبطبيعة الحال الطحالب الخضراء المزرقة يتحول لونها إلى اللون الأبيض البلوري و يصبح ذو نكهة حلوة نتيجة تحول السكاريد بفعل الحرارة. يعتبر السبيرولينا منجم للمواد الغذائية العالية الجودة حيث يحتوي هذا الطحلب المتناهي في الصغر على البروتينات بنسبة ٦٥% مقارنة بلحوم الأبقار التي تشكل نسبة البروتين بها ٢٢ % . كما أنه يُمتصّ بسرعة داخل الجسم ويحتوي على كمية كبيرة من المعادن مثل البوتاسيوم، الماغنيسيوم و الحديد و الفوسفور. كما يحتوي السبيرولينا أيضا على تركيزات عالية من المغذيات الأخرى والصبغات ، والسكريات المعقدة والعناصر النادرة، والإنزيمات وهو بروتين كامل حيث يحتوي على معظم الأحماض الأمينية الأساسية ، مع نسبة من الأحماض الأمينية الكبريتية و فيتامينات عديدة مثل B1 (الثيامين) ، B2 (ريبوفلافين) ، B3 (نيكوتيناميد)

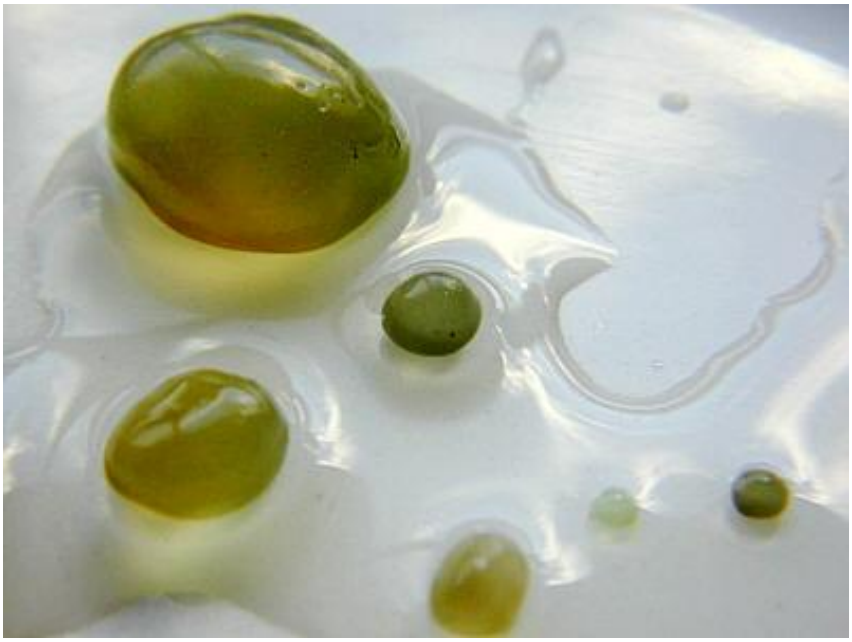
، B6 (بيريدوكسين) ، B9 (حمض الفوليك) ، وفيتامين ج ، فيتامين د ، وفيتامين (هـ) ، و يصف بعض علماء التغذية السبيرولينا بالغذاء الخارق لما يحتويه من فوائد .أحماض الأمينية الكبريتية و فيتامينات عديدة مثل B1 (الثيامين) ، B2 (ريبوفلافين) ، B3 (نيكوتيناميد) ، B6 (بيريدوكسين) ، B9 (حمض الفوليك) ، وفيتامين ج ، فيتامين د ، وفيتامين (هـ) ، و يصف بعض علماء التغذية السبيرولينا بالغذاء الخارق لما يحتويه من فوائد.



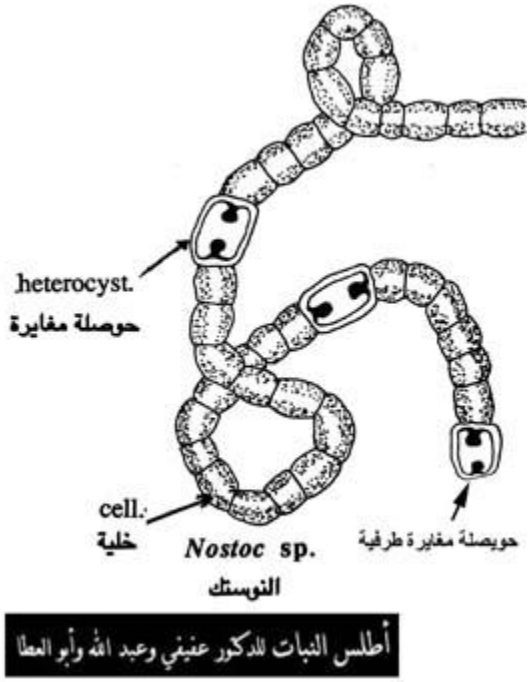
النوستوك (Nostoc)

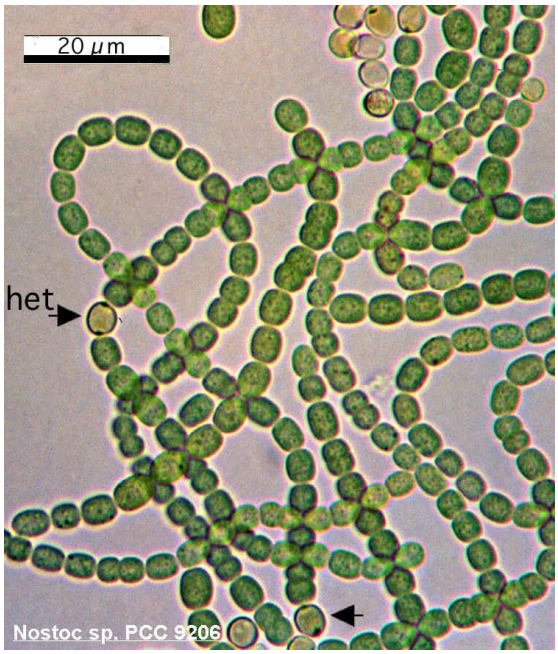
- تركيبـه:

عبارة عن خيوط تتكون من خلايا متراصة تشبه المسبحة وتعرف بالخلايا الخضرية وتتوسطها خلايا أكبر حجماً عديمة اللون محاطة بجدار سميك تسمى بالحويصلة المغايرة (Heterocyst) وتتم عملية تثبيت نيتروجين الهواء الجوي في هذه الحويصلات



.





- التكاثر في النوستوك :

يتكاثر النوستوك بإحدى الطرق الآتية :

١ . تقطع الخيوط :

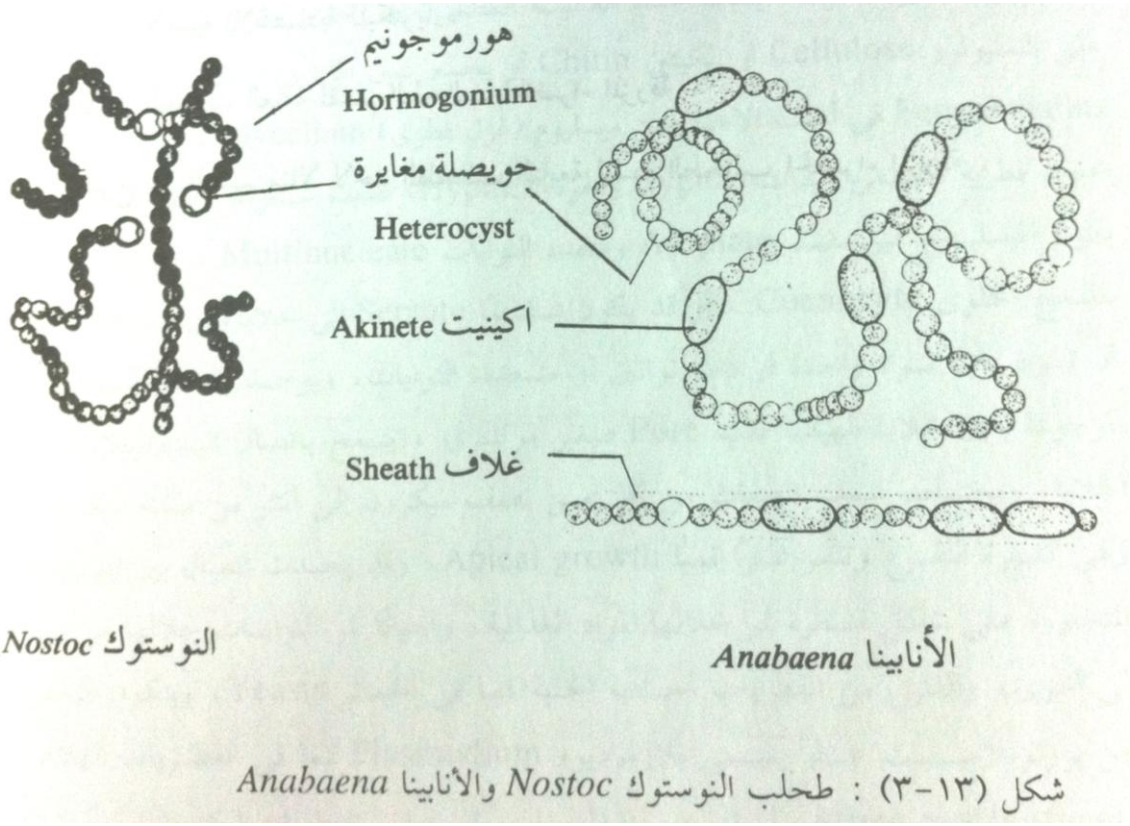
وذلك بتقطيع الخيوط إلى أجزاء صغيرة حيث يحدث الانفصال عادة بين خليتين متتاليتين من الحويصلات المغايرة ويستطيع كل جزء النمو إلى خيط جديد .

٢ . الانقسام الثنائي البسيط :

وذلك بانقسام الخلايا الخضرية انقساماً ثنائياً بسيطاً لتكون خليتين وبذلك يزداد طول الخيط

٣ . التكاثر بتكوين الجراثيم :

تستطيع بعض الخلايا الخضرية في هذه الطريقة من التكاثر أن تغلف نفسها بجدر سميكة لتكون جراثيماً ساكنة في مقدورها مقاومة الظروف غير الملائمة مثل الجفاف، وتنمو عند تحسن الظروف كل جرثومة ساكنة لتكون خيطاً جديداً .

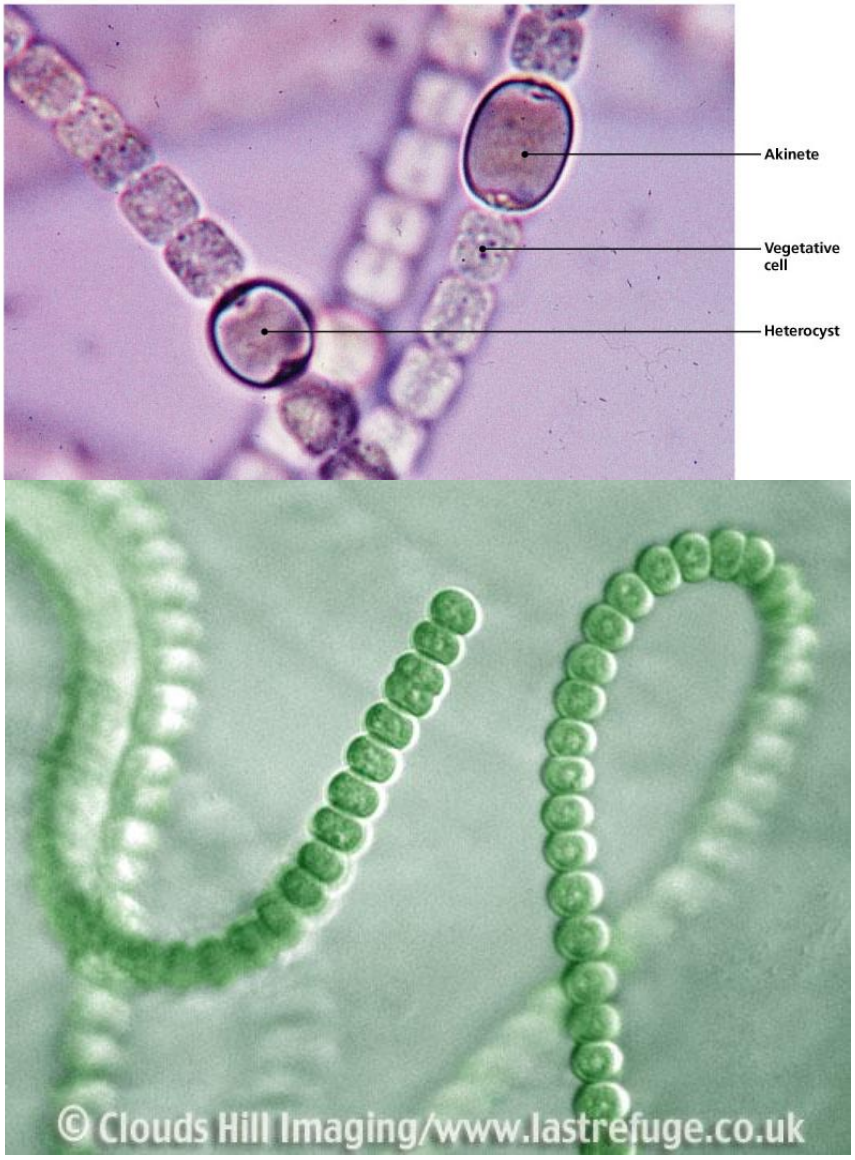


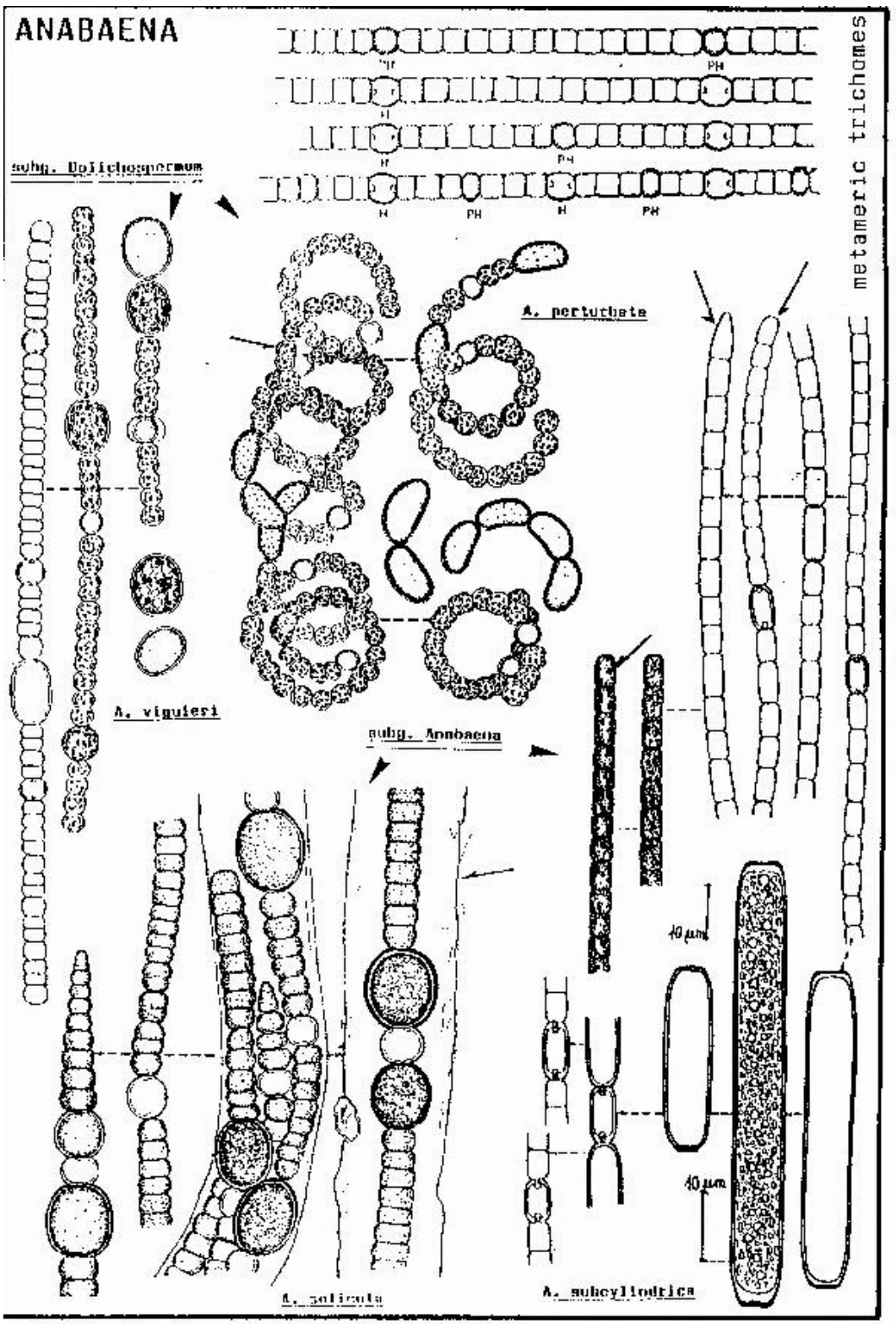
شكل (١٣-٣) : طحلب النوستوك *Nostoc* والأنابينا *Anabaena*

الأنابينا Anabaena

وتعتبر من الطحالب الخيطية التي تكون على هيئة شرائط من الخلايا البكتيرية الخضراء المزرقة، ويحيط بها غلاف هلامي سميك، وتعتبر من الطحالب المتحركة وتحتوي على

حويصلات مغايرة Heterocytes ، وهي خلايا أكبر حجما من الخلايا الاعتيادية، وهي من الطحالب الشائعة في الأنهار والمياه العذبة، ولها تأثير سام على الحيوانات.





From: Nygaard (1949), Koudraleva (1968), Komárek (1975).

جدول (١٣-٥) : تصنيف الطحالب إلى سبعة أقسام ومميزاتها العامة .

القسم	Division	عدد الأنواع	الصبغات الأساسية	المادة المختزنة	الجدار الخلوى	الأسواط	البيئة
(١) الطحالب الخضراء	Chlorophyta	٧,٠٠٠	كلوروفيل أ ، ب	نشا	سليولوز وهيميسليولوز.	أمامية ٢ متساويان.	ماء عذب ماء مالح
(٢) الطحالب الكلسية	Charophyta	٢٥٠	كلوروفيل أ ، ب	نشا	سليولوز وهيميسليولوز.	أمامية ٢ متساويان.	ماء عذب ماء مالح.
(٣) الطحالب اليوجلينات	Euglenophyta	٤٥٠	كلوروفيل أ ، ب	Paramylon	لا يوجد.	أمامية ١-٣ متساوية.	ماء عذب ماء مالح.
(٤) الطحالب البنية	Phaeophyta	١,٥٠٠	كلوروفيل أ وأحيانًا جـ +	Laminarin و Mannitol	سليولوز وهيميسليولوز و Algin.	جانبية ٢ غير متساويان.	ماء مالح.
(٥) الطحالب الذهبية	Chrysophyta	٩,٠٠٠	كلوروفيل أ ، جـ Fucoxanthin +	Leucosin وزيوت ودهون	سليولوز وبكتين وسيليكا.	لا توجد أو أمامية ٢ غير متساويان.	ماء عذب ماء مالح تربة.
(٦) الطحالب الدوارة	Pyrrophyta	١,٠٠٠	كلوروفيل أ ، جـ Peridinin +	نشا	سليولوز وهيميسليولوز أو غائب.	جانبية ٢ غير متساويان.	ماء مالح ماء عذب تربة.
(٧) الطحالب الحمراء	Rhodophyta	٤,٠٠٠	كلوروفيل أ ، د Phycobilins +	Floridean starch	سليولوز وأحيانًا Agar أو Carrageenan	لا توجد.	ماء مالح ماء عذب أحيانا

ثانياً : الطحالب الحقيقيةEuophycophyta

قسم الطحالب الخضراءChlorophyta (The green algae)

تعتبر الطحالب الخضراء أكبر أقسام الطحالب وتحتوي على حوالي ٧٥٠٠ نوعاً وتتنوع هذه الطحالب في شكلها فمنها ما هو مجهري وحيد الخلية ومنها ما يكون في شكل خيطي أو على هيئة شبكة من الأنابيب على سطح الماء وبعضها يكون على شكل مستعمرات.

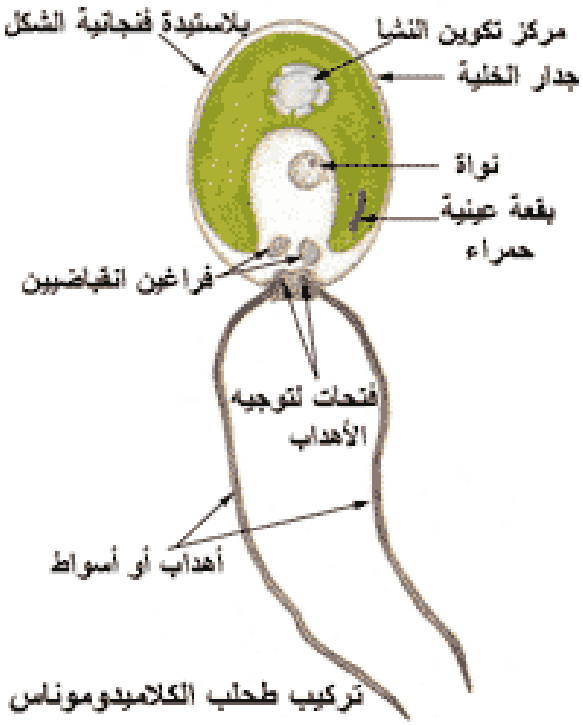
كما توجد أنواع من الطحالب الخضراء وحيدة الخلية تنمو على هيئة بقع خضراء على قلف الأشجار أو على ظهور السلاحف أو تنمو بغزارة على فرو بعض حيوانات الغابة وتحتوي جميعها على حاملات أصباغ بها مادة الكلورفيل الخضراء الهامة لعملية البناء الضوئي وتكوين الغذاء ، والمادة الغذائية المختزنة هي النشا وتترسب علي هيئة طبقات مكونة المراكز النشوية (Pyrenoids) ومن أمثلتها طحالب الكلاميدوموناس وفولفكس وسبيروجيرا.

- تصنيف الطحالب الخضراء :

يمكن تصنيف الطحالب الخضراء حسب التركيب الخضري إلى :

١- طحالب وحيدة الخلية متحركة أو غير متحركة :

تقوم بجميع الوظائف الحيوية المختلفة من اخراج وتكاثر وحركة وتغذية مثل الكلاميدوموناس (Chlamydomonas) والكلوريلا.



١. وحيد الخلية

٢. بيضي الشكل طرفه الامامى مدبب وطرفه الخلفى مستدير

٣. به سوطان

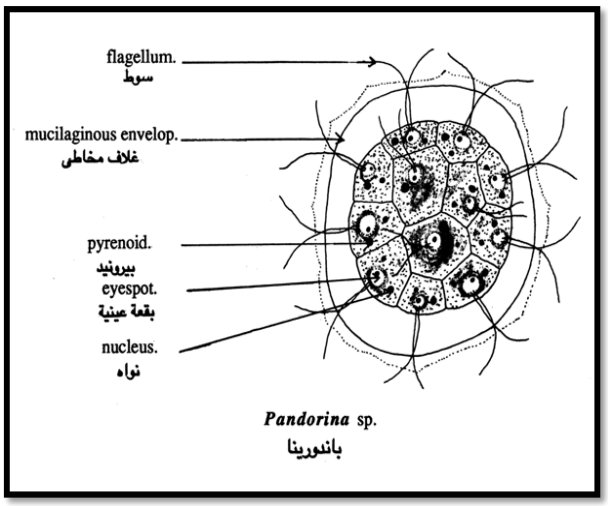
٤. به مركز لتخزين النشا Pyrenoid

٢ – مستعمرة طحلبية غير راقية :

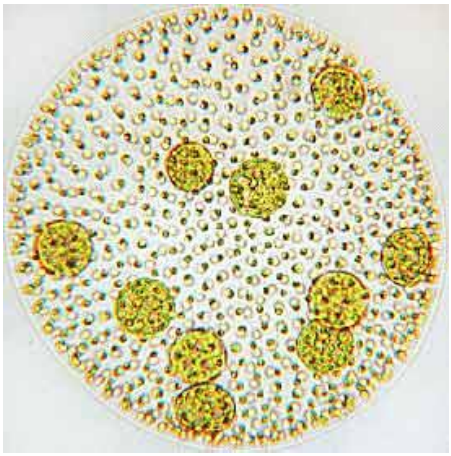
تتكون من عدة خلايا متجمعة، ولا يوجد تقسيم عمل بين خلايا المستعمرة بل تقوم كل خلية بجميع الوظائف الحيوية مثل مستعمرة الباندورينا (Pandorina)

ضم جنس الباندورينا أربعة أنواع وهي واسعة الإنتشار في الماء العذب ، ويتكون من مستعمرة كروية وهي عبارة عن كرة مصمتة محاطة بغلاف هلامي تتكون من ١٦ أو ٣٢ خلية متشابهة ، كل واحدة منها شبيهة بالكلاميدوموناس

ومن الملاحظ عدم وجود أي تخصص فسيولوجى فى خلايا المستعمرة حيث تقوم كل خلية على حدة بوظائفها الحيوية من تغذية واخراج وتكاثر



٣ – مستعمرة طحلبية راقية :



تتكون من عدة خلايا متجمعة تختلف في أشكالها فمنها ما هو متخصص في عملية التمثيل الضوئي ومنها متخصص للتكاثر أو متخصص فسيولوجي أي يوجد تقسيم في العمل وهذه صورة من صور الإرتقاء مثل مستعمرة الفولفوكس (Volvox)

٤ – طحالب خيطية :

يبدو الخيط الطحلبي على شكل اسطوانة مستطيلة مقسمة إلى عديد من الخلايا تحتوى على عديد من الأنوية موزعة في سيتوبلازم الخلية .

أ- خيط غير متفرع مثل السبيروجيرا .

ب-خيط متفرع مثل الكلادوفرا .

التكاثر الجنسى فى هذا النوع من الطحالب أكثر رقياً من أنواع الطحالب الأخرى الخضراء وفيه تتميز الأمشاج الجنسية إلى أنثريدات Antheridium وأووجونات Oogonium أو عن طريق التزاوج باتحاد الكتل البروتوبلازمية بين الخلايا كما فى الاسبيروجيرا

٥- الطحالب الثالوسية :

تشتمل على الأفراد الثالوسية مثل خس الماء Ulva والتكاثر الجنسى فى بعض الأنواع من الطحالب يتم بواسطة الأمشاج الذكرية والأنثوية

- أماكن معيشتها :

تنتشر الطحالب الخضراء في المستنقعات وبرك الماء العذب والأنهار ومنها ما يوجد في البحار والمحيطات وهناك أنواع من الطحالب الخضراء تتكيف للعيش على التربة الرطبة أو ملتصقة بالصخور أو على بقايا الأخشاب المحللة

سوف نقوم بعرض نماذج توضح أشكالاً مختلفة من الطحالب الخضراء :

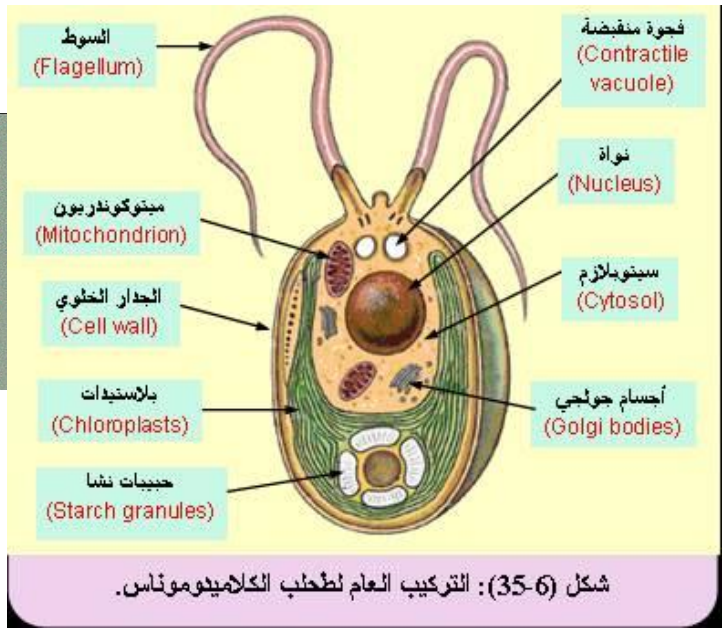
أ: طائفة الطحالب الخضراء Class: Chlorophyceae

الطحالب الخضراء وحيدة الخلية

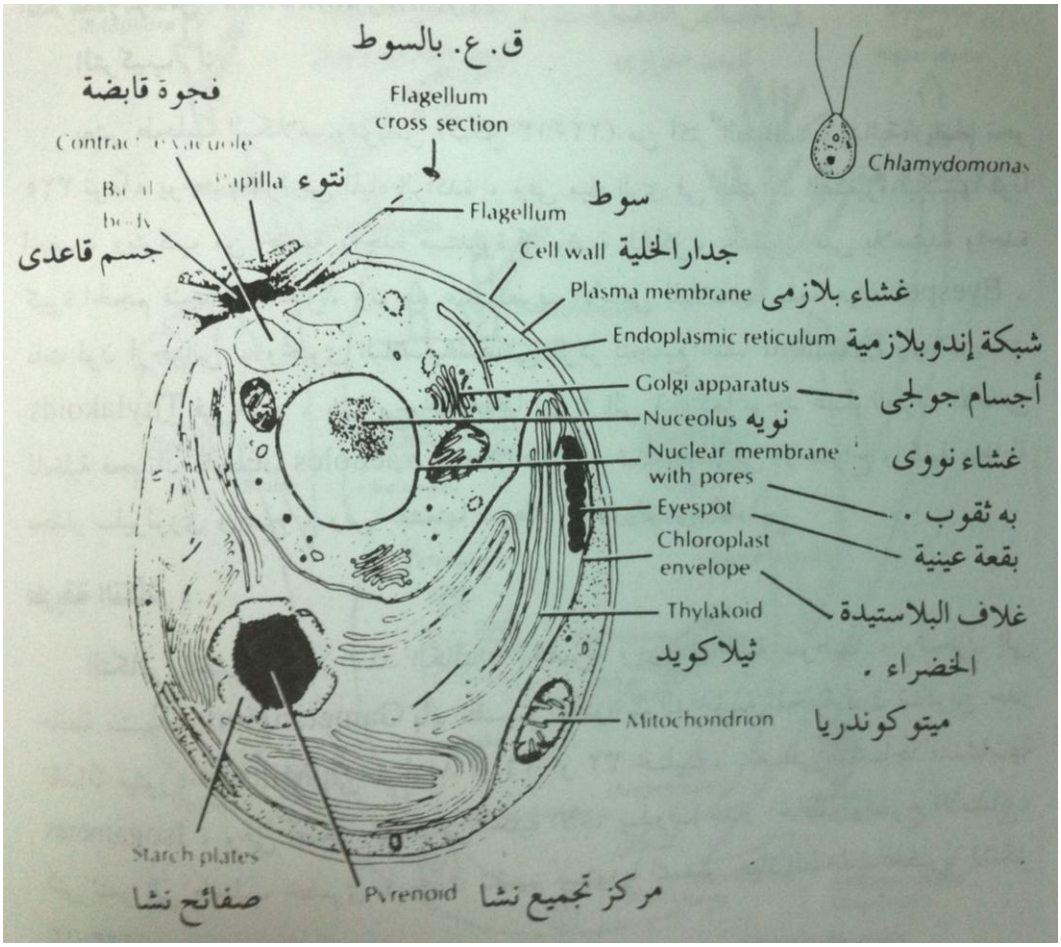
كلاميدوموناس (*Chlamydomonas*)

هو طحلب بدائي وحيد الخلية

- أماكن معيشته :



شكل (6-35): التركيب العام لطحلب الكلاميدوموناس.



يعيش في المياه العذبة خاصة الراكدة الغنية بالمواد العضوية والأمونيا

- تركيب الطحلب :

يتركب الطحلب من خلية واحدة مستديرة أو بيضيه الشكل تتحرك بواسطة هدبان أماميان والطحلب محاط بجدار سليلوزي بداخله سيتوبلازم محاط بغشاء بلازمي وتوجد بقعة عينية حساسة للضوء كما تحتوي الخلية على فجوتين منقبضتين تقومان بعملية الإخراج ومعادلة الضغط الأسموزي في الخلية أما النواة فتوجد في منتصف الخلية كما يحتوي الطحلب على بلاستيدة خضراء واحدة كأسية الشكل مفلطحة من الخلف تحتوي

بداخلها على مركز نشوي تترسب عليه طبقات النشا المتكون خلال عملية البناء الضوئي

١- تكاثر خضرى بالانقسام الثنائى البسيط .

٢- تكاثر لا جنسياً Asexual reproduction عن طريق تكوين جراثيم سابحة Zoospores .

ويتكاثر جنسياً reproduction Sexual باندماج مشيجين إما يكونان متساويين في الحجم Isogametes أو مختلفين في الحجم Anisogametes وقد يحدث الاندماج بين أمشاج ناتجة من نفس الخلية الأصلية ويعرف الطحلب في هذه الحالة بأنه أحادي المسكن Monoecious أو يحدث الاندماج بين مشيجين أبوين مختلفين جنسياً أو فسيولوجياً ويعرف الطحلب في هذه الحالة بأنه ثنائي المسكن Dioecious.

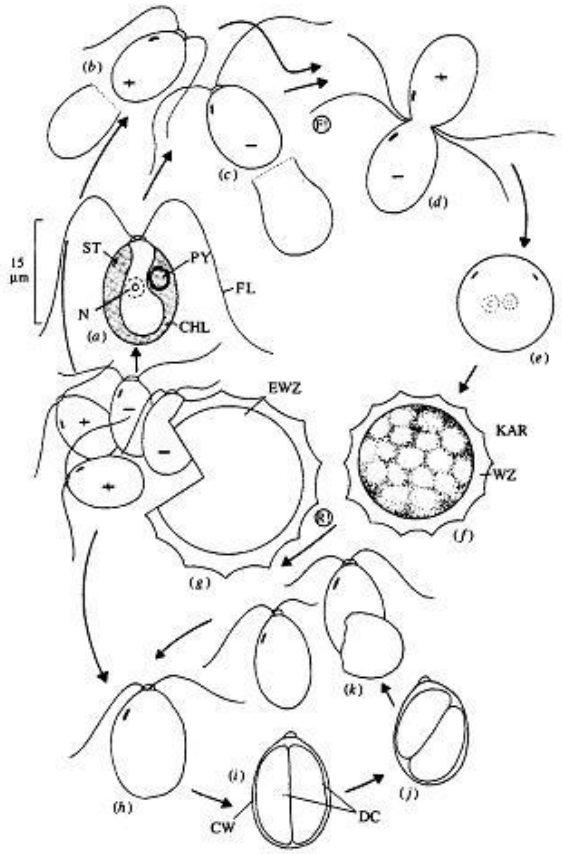


Figure 21.1. The life cycle of *Chlamydomonas eugametos*. (*a*) Vegetative cell. (*b, c*) (+) and (–) gametes. (*d*) Plasmogamy. (*e*) Young zygote containing two unfused gametic nuclei. (*f*) Thick-walled hypnozygote. (*g*) Germinating hypnozygote, undergoing meiosis to form four haploid zoids. (*h*) Vegetative cell. (*i, j*) Dividing cell. (*k*) Release of two daughter cells, following breakdown of the parent cell envelope. For further explanation, see text. CHL = chloroplast; CW = wall-like envelope of (parent) cell; DC = daughter cells; EWZ = empty wall of hypnozygote; F! = fertilization; FL = flagellum; KAR = karyogamy; N = nucleus; PY = pyrenoid; R! = reduction division (meiosis); ST = stigma; WZ = thick spiny wall of the hypnozygote.

- التكاثر :

يتكاثر الطحلب :

- الطور الباليللى Palmella stage :

طور ساكن يساعد الطحلب أن يتحمل ظروف الجفاف الجزئي التي يتعرض لها . تبدأ خطوات هذا الطور مثل التكاثر اللاجنسي غير أنه لا تتكون أسواطاً للجراثيم الناتجة وهي داخل الخلية الأصلية كما تأخذ جدر هذه الخلايا في التغلظ تغلظاً مخاطياً (

mucilaginous) وتحيط نفسها بغلاف هلامي ثم تنقسم كل وحدة داخليا" إلى ٢-٤-٨ وحدات غير متحركة وإذا ما تحسنت الظروف تكونت للجراثيم أسواط من جديد وتحررت من الغلاف الهلامي لتنمو كل واحدة وتكون طحلب جديد .

- **الطحالب الخضراء التي توجد في شكل مستعمرات بسيطة**

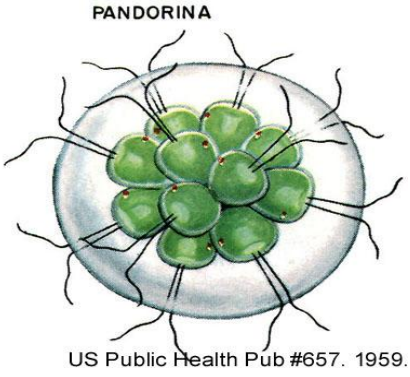
مستعمرة باندروينا (*Pandorina*)

- أماكن وجودها:

توجد في المياة العذبة والبرك والمستنقعات .

- التركيب :

تأخذ المستعمرة شكل كروياً أو اهليجى وتتكون من ١٦أو٣٢ خلية متلاصقة مكونة كرة مصمتة ومحاطة بغلاف هلامى تشبه كل خلية فيها طحلب كلاميدوموناس من حيث التركيب ولكن الفجوات المنقبضة والنقط العينية والأهداب موجودة على الجانب العريض للخلية، ومن الملاحظ عدم وجود أي تخصص فسيولوجى فى خلايا المستعمرة حيث تقوم كل خلية على حدة بوظائفها الحيوية من تغذية واخراج وتكاثر .



- الحركة :

تتحرك المستعمرة حركة جماعية نتيجة تحرك أهداب الخلية.

- التكاثر:

التكاثر اللاجنسى asexual reproduction:

يحدث تحت الظروف الملائمة وفيه تبدأ كل خلية فى الانقسام الداخلي انقساما بسيطا لتعطى ١٦خلية وعندما يتمزق جدار الخلية الأصلية تتحرر مستعمرات بنوية تنمو كل منها لتعطى مستعمرة جديدة .

التكاثر الجنسى Sexual reproduction :

الطحلب ثنائي المسكن حيث تتكون الامشاج المذكرة والمؤنثة فى مستعمرات مختلفة وعند تحرر الامشاج فى الماء تتحد فى أزواج لتكون لاقحة رباعية الأهداب التي سرعان ما تفقد أهدابها وتفرز حول نفسها جدارا سميكا لمقاومة الظروف غير الملائمة وعند تحسن الظروف يتمزق الجدار السميك وتخرج منة جرثومة سابحة ثنائية الأهداب وثنائية المجموعة الصبغية تسبح لفترة قصيرة ثم تستقر وتفقد أهدابها وتفرز حول نفسها غلافا ثم تبدأ في الانقسام أربعة انقسامات متتالية أولها اختزالي لتعطى ١٦ خلية تترتب بنفس ترتيب المستعمرة الأصلية وتنمو إلى مستعمرة جديدة .

▪ الطحالب الخضراء التي توجد في شكل مستعمرات راقية

مستعمرة الفولفوكس (Volvox)

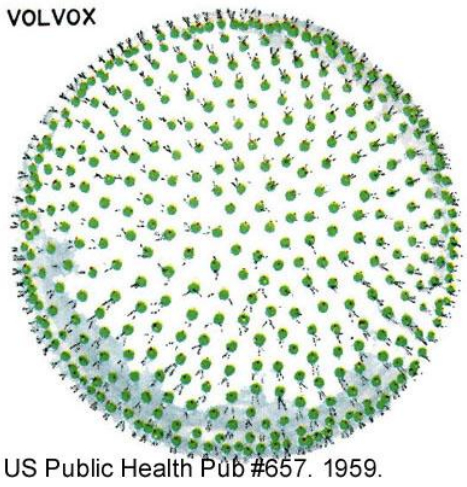
- أماكن وجودها :

تتواجد فى المياه العذبة كما توجد فى البرك والمستنقعات الدائمة والمؤقتة .

- التركيب :

المستعمرة اكبر حجما من مستعمرة باندورينا كما أنها مستعمرة متطورة تتخصص خلاياها تخصصا فسيولوجيا ويتراوح عدد خلايا المستعمرة من ٥٠٠ الى ٦٠,٠٠٠خلية تترتب خلايا المستعمرة فى شكل كرة مجوفة محاطة بغلاف هلامى تنغمس فيه الخلايا ويملأ تجويف المستعمرة محلول مائى وتتصل خلايا المستعمرة ببعضها عن طريق خيوط بروتوبلازمية .

المستعمرات البنوية فى طحلب الفولفوكس



US Public Health Pub #657. 1959.

الخلايا المتخصصة فى مستعمرة فولفوكس:

هناك أربعة أنواع من الخلايا المتخصصة

الخلايا الجسدية (somatic cells) :

تكون معظم خلايا المستعمرة وتختص بوظائف التغذية والحركة والإخراج.

الجونيدات (gonidia) :

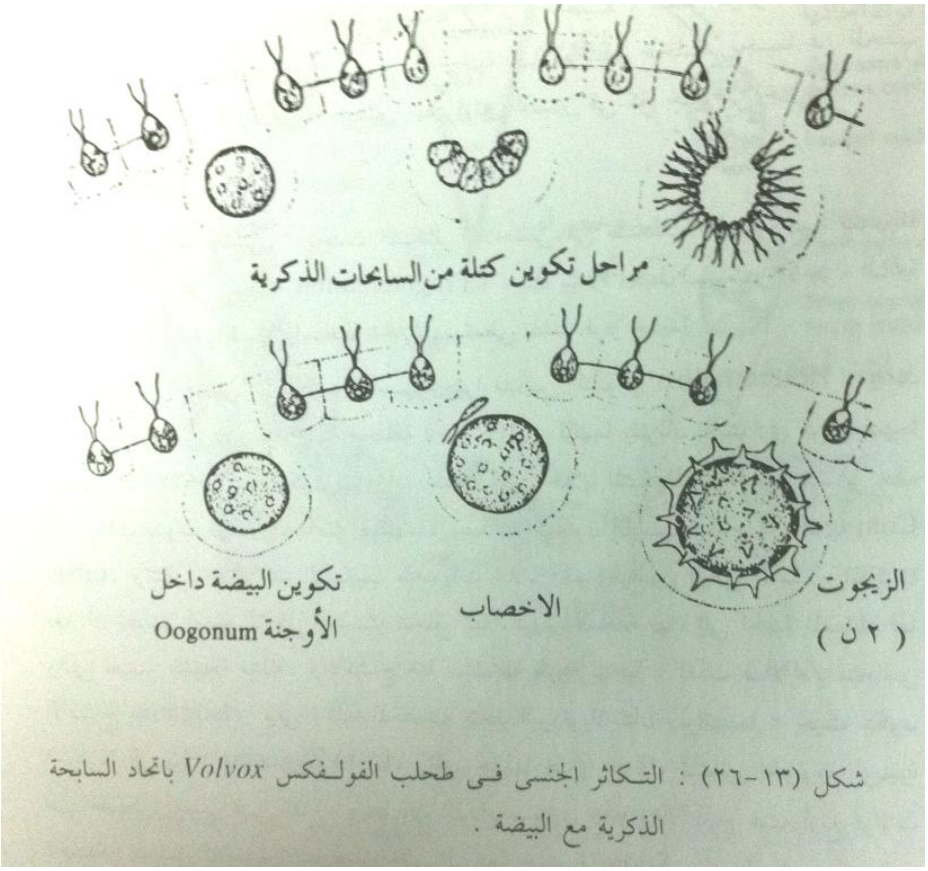
خلايا أكبر حجماً من الخلايا الجسدية ولكنها قليلة العدد يتراوح عددها من ٢٠ –٥٠ خلية تتخصص فى التكاثر اللاجنسى وانتاج المستعمرات البنوية .

الأنثريدات (antheridia) :

خلايا متخصصة في تكوين السابحات الذكرية ولكل سابح ذكري سوطان متصلان به جانبياً.

الأوجونات (oogonia) :

خلايا متخصصة فى تكوين البيضات وهي قليلة العدد وأكبر حجماً من الخلايا الذكرية وليس لها أسواط ولكل خلية بيضة (ovum) منغمسه داخل غلاف مخاطي غليظ . وتنتج هذه الخلايا الأمشاج الأنثوية أو البيضات .



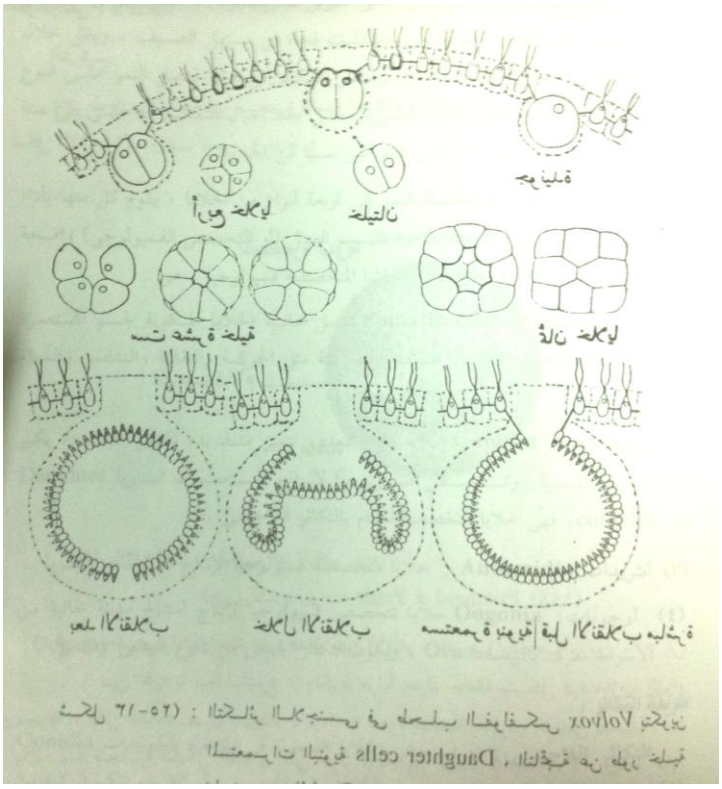
شكل (١٣-٢٦) : التكاثر الجنسى فى طحلب الفولفكس *Volvox* باتحاد السابحة الذكرية مع البيضة .

التكاثر

التكاثر اللاجنسى : Asexual reproduction

يحدث بتكوين المستعمرات البنوية وتقوم الجونيدات بهذا النوع من التكاثر وتنقسم محتويات الجونيده انقسامات بسيطة متتالية لتكون عدد من الخلايا تشبه خلايا المستعمرة الأصلية وتترتب الخلايا فى طبقة واحدة مكونة كرة مجوفة تشبه المستعمرة الأصلية وهى تعرف بالمستعمرة البنوية daughter colony التي تسقط في تجويف

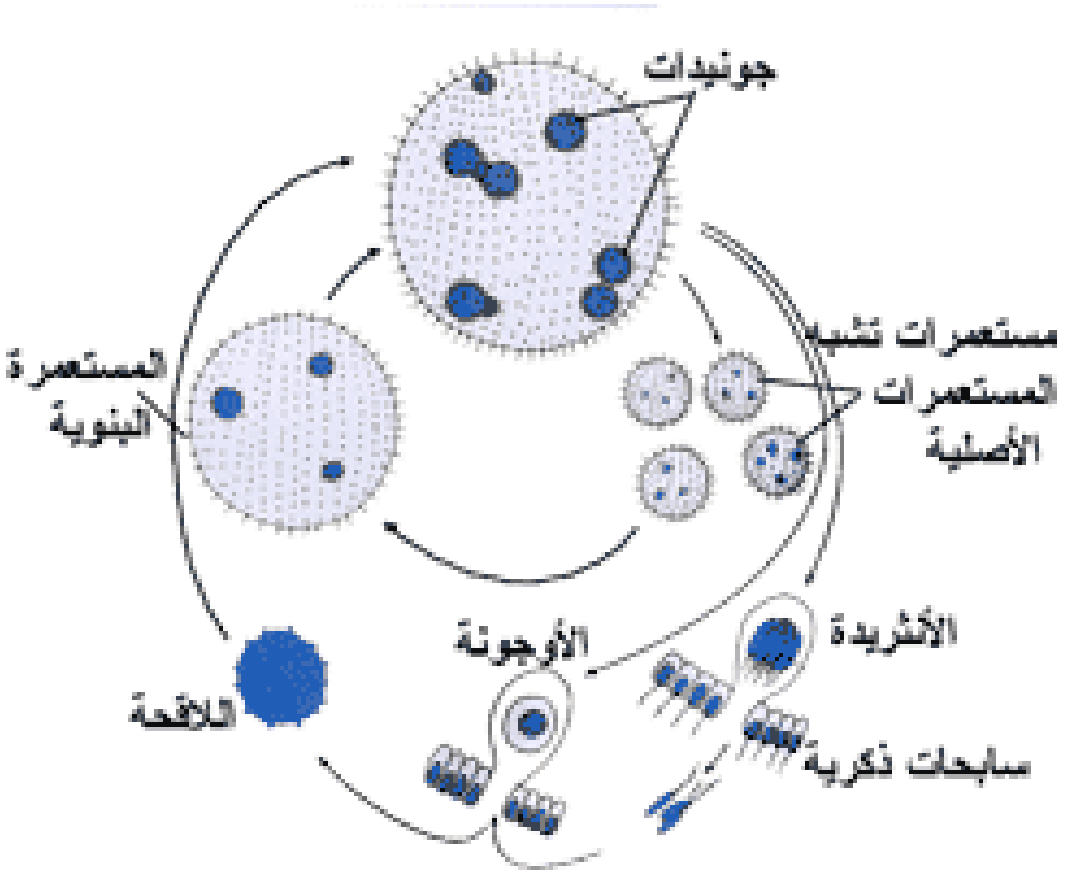
المستعمرة الأصلية وتسكن المستعمرة البنوية حتى يتمزق جدار المستعمرة الأم وتنمو إلى مستعمرة جديدة .



التكاثر الجنسي Sexual reproduction :

تكون الأنثريده أي الوعاء الذكرى السابحات الذكرية وتكون الأوجونة أي الوعاء الأنثوي البويضة ثم تنقسم محتويات الأنثريدة الى عدد كبير من السابحات الذكرية ٦٤–١٢٨ سابحة ذكريه تترتب في شكل صفائح رقيقة متلاصقة أو تتخذ شكل كرة مجوفة . وتتحرر السابحات الذكرية من الأنثريدات وتسبح فى الماء حتى تصل الى البيضة

فتقوم سابحة ذكرية واحدة بتلقيحها لتتكون اللاقحة تفرز اللاقحة حول نفسها غلافاً سميكاً لمقاومة الظروف غير الملائمة وعندما تتحسن الظروف تبدأ فى الانقسام ويكون أولا انقساما اختزاليا يليه عدة انقسامات بسيطة لتكون مستعمرة جديدة لها نفس العدد والترتيب الموجود فى المستعمرة الأم .



قد تكون مستعمرة فولفكس وحيدة المسكن (monoecious) أي تحتوي على الأنثريدات والأوجونات معاً وفي بعض انواع فولفكس تكون ثنائية المسكن (diocious) تتميز فيها مستعمرات ذكرية بها أنثريدات وأخرى انثوية تحتوي على اوجونات .

- الطحالب ذات الشكل الخيطي (غير متفرع)

طحلب سبيروجيرا (Spirogyra)

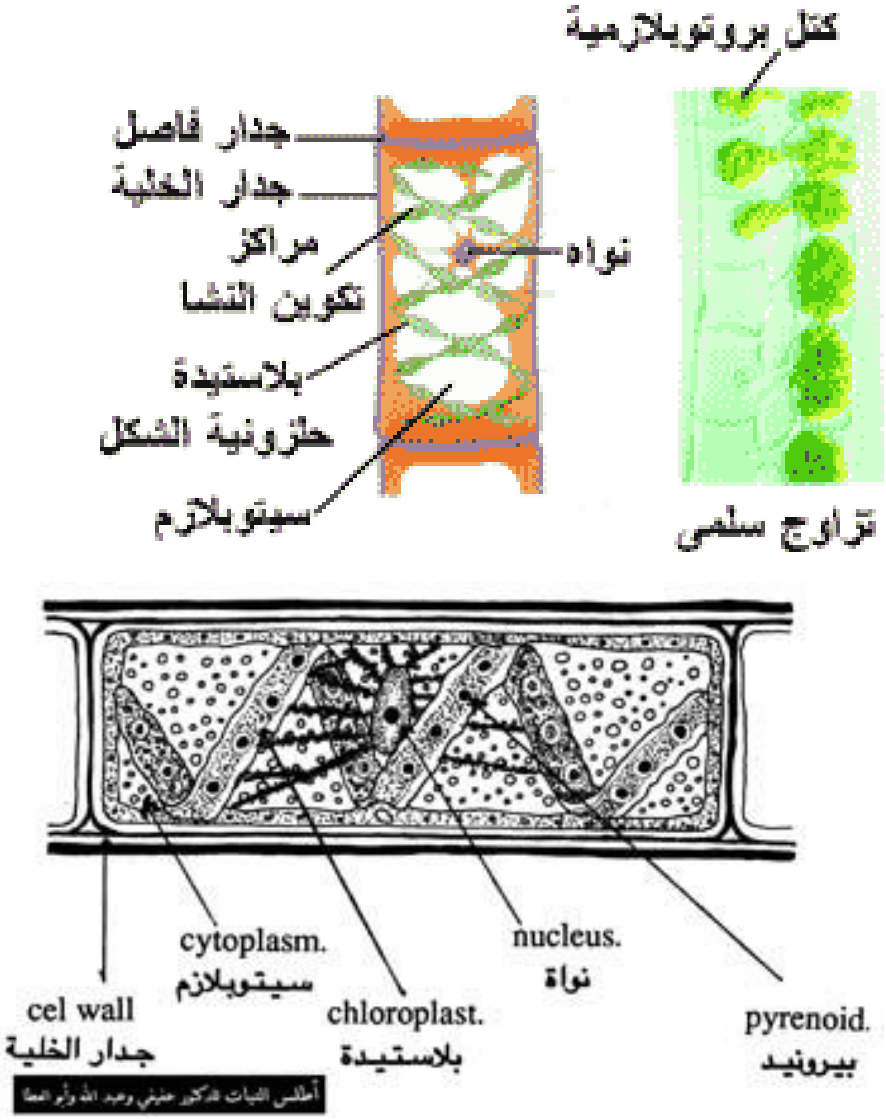
- وجوده :

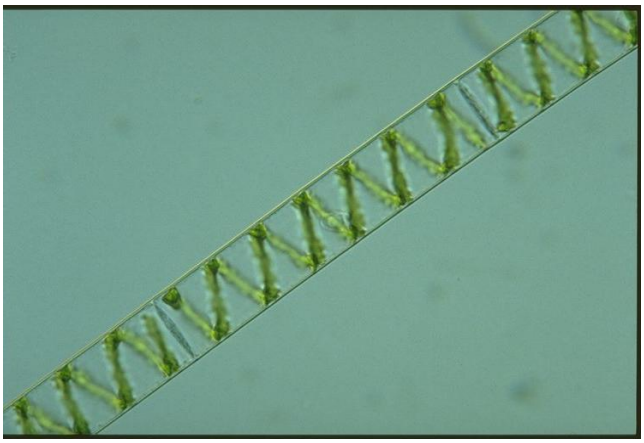
هو طحلب واسع الانتشار ينمو فوق سطح المياه العذبة الجارية أو الراكدة مكونا ريما أخضر فوق سطح الماء وتعرف خيوطه باسم حرير البرك (Pond silk) .

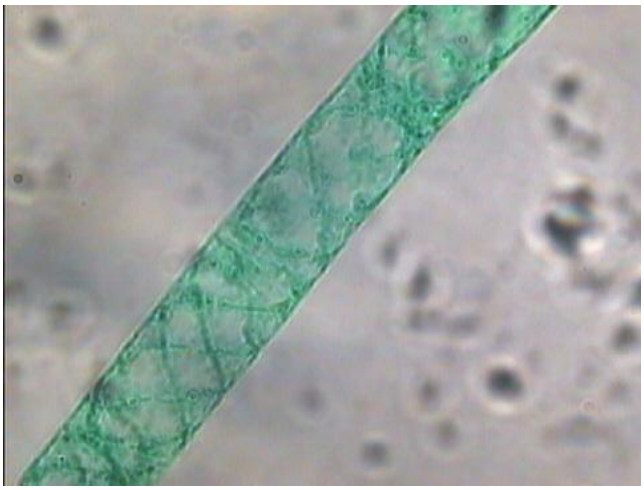
- التركيب :

طحلب سبيروجيرا طحلب خيطي غير متفرع يتكون من صف واحد من الخلايا متشابهة الشكل والوظيفة ويحاط الطحلب بجدار يتكون من طبقتين طبقة داخلية تتكون من مادة السليلوز وطبقة خارجية تتكون من مادة البكتين التي يذوب سطحها في الماء مكونا غلافا هلاميا يعطى الملمس اللزج لهذه الخيوط والجدار من الداخل مبطن بالسيتوبلازم كما توجد فجوة عصارية داخلية تتعلق فيها النواة وتتصل بالسيتوبلازم عن طريق خيوط سيتوبلازمية كما تحتوى كل خلية على بلاستيدة واحدة أو اكثر شريطية

الشكل لها جدار متعرج وينغمس في البلاستيدة سلسلة من المراكز النشوية الكروية الشكل .







التكاثر

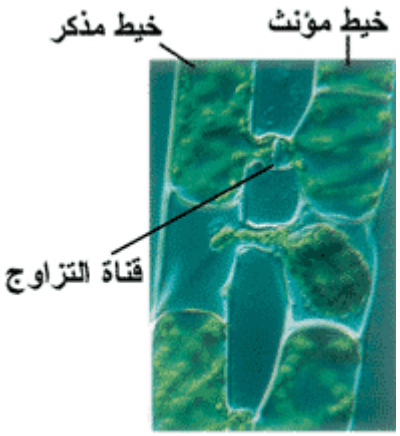
يتكاثر هذا الطحلب إما خضريا أو جنسيا بطريقة التزاوج .

التكاثر الخضري Vegetative reproduction:

يحدث بواسطة تقطع الخيط الى قطع صغيرة نتيجة تعرضه لضغط ميكانيكي أو موت بعض الخلايا في الخيط وتستطيع كل قطعة تحتوى على (٢ – ٣) خلية على الأقل آن تنمو لتعطى خيطا جديداً .

التكاثر الجنسى sexual reproduction :

ويحدث بين مشيجين متشابهين (isogametes) غير مهدبين ويكون التزاوج أما سلميا أو جانبيا .



تزاوج جنسى سلمى

التزاوج السلمى (Scalariform conjugation) :

خطوات التكاثر الجنسي السلمي :

١ . يتخذ الخيطان في أول الأمر وضعاً متوازياً بحيث يكاد كل منهما أن يكون ملاصقاً للأخر وتخرج من كل خلية متزاوجة أنبوبة صغيرة (نتوء صغير) ثم تستمر الأنبوبتان في النمو والتقدم حتى تتلاقيا .

٢ . يذوب الجدار المستعرض الفاصل بينهما وتتكون القناة التزاوجية (Conjugation canal)

٣ . تنكمش محتويات كل خلية مكونة مشيجاً و يمر مشيج أحد الخليتين خلال قناة التزاوج (ويعتبر الطحلب المذكر) ليندم٤ . أثناء عملية الإندماج تتلاشى البلاستيدة الخاصة بخلية الطحلب المذكر وتبقى بلاستيدة خلية الطحلب المؤنث ويتكون نتيجة للإندماج لاقحة .

٥ . عندما تنقسم اللاقحة تبدأ بالإنقسام الإختزالي وينشأ عن ذلك ٤ أنوية تتحلل ثلاث وتبقى الرابعة التي تنمو وتكون خيطاً جديداً تمر اللاقحة بفترة سكون ويتغلظ جدارها وتعرف بللاقحة الجرثومية وذلك في الظروف الغير ملائمة .

ج مع مشيج الخلية المقابلة (تعتبر الطحلب المؤنث) .

تعتمد حركة ومرور إحدى المشيجين إلى الخلية الأخرى على نوع الخيطين المتقابلين فإذا كان الخيطان مختلفان فسيولوجياً انتقل مشيج الخلية الذكرية إلى الخلية الأنثوية حيث تتكون اللاقحة وتبقى الخلية الذكرية فارغة أما إذا كان الخيطان المتزاوجان متشابهين فسيولوجياً فيتحرك كلا المشيجين ويتقابلان في قناة التزاوج وتتكون اللاقحة

التزاوج الجانبي (Lateral conjugation):

يحدث بين خليتين متجاورتين في نفس الخيط ، وفيه تمر محتويات الخلية المتزاوجة إلى الخلية الملاصقة لها عن طريق فتحة في الجدار المستعرض ، وتعتبر الخلية التي انتقلت محتوياتها إلى الخلية الأخرى كأنها مشيج ذكري ، وبما أن خلايا الخيوط ذاتها لا يمكن التمييز بينها من هذه الناحية فإنها تعتبر أمشاجاً متشابهة ولابد أن تكون مختلفة فيما بينها فسيولوجياً فتتبع نفس خطوات التزاوج السلمي

ب: طائفة الطحالب الكاريه Class: Charophyceae

يطلق على طحالب هذه المجموعة حشيشه الحجر وهي واسعة الانتشار في المياه العذبه او المالحه وهي طحالب متباينة الحجم تتراوح بين ١-١٠٠ سنتيميتر يمكن رؤيتها بالعين المجرده

تختلف الطحالب في هذه المجموعه عن باقي الطحالب الخضراء في عدة اوجه منها:

١- تتمايز تمايزاً واضحاً في الشكل الظاهري والتشريحي حيث ان طحالب هذه المجموعه قائمه تتكون من محور مركزي رفيع وطويل اخضر اللون ويتكون من عقد وسلاميات ومحور الطحلب متفرع حيث ينشأ عند كل عقده فروع جانبيه وتستطيع طحالب هذه المجموعه تثبيت نفسها بالوسط الذي تعيش عليه بواسطة أشباه جذور تشبه المجموع الجذري في النباتات الراقيه.

٢- أعضاء التكاثر بالغة التعقيد في تركيبها والتكاثر الذي تتبعه الطحالب في هذه المجموعه هو التكاثر الجنسي عن طريق التكاثر البيضي وتختلف الانثريدات والاوجونات في تراكيبها ونشأتها عن مثيلاتها في الطحالب الخضراء.

٣- يتواجد طور خيطي يسمى (بروتونيما) في دورة حياة طحالب هذه المجموعه حيث ينبت فيها الزيجوت مباشره ليعطي خيطاً اولياً.

وبناء على هذه النقاط تم وضع الطحالب الكاريه في مجموعة مستقله بذاتها منفصله عن باقي الطحالب الخضراء مع ذلك فهناك بعض أوجه الشبه بينها وبين الطحالب الخضراء منها:

١- الثالوس أو النبات احادي المجموعه الصبغيه (ن) كما في أغلب أفراد الطحالب الخضراء.

٢- الصبغ السائد هو الكلوروفيل والمسبب للون الأخضر.

٣- وجود النشاء كمادة غذائيه مدخره.

الرتبه الكاريه Order: Charales

يتكون الثالوس هنا من محور رفيع وطويل حيث يتكشف الى عقد وسلاميات ويتصل بالوسط الذي يعيش فيه بواسطة أشباه الجذور وعند كل عقده ينِشأ مجموعة من الفروع الجانبيه والتكاثر الجنسي يكون عن طريق التكاثر البيضي حيث يحدث الإخصاب بين سابحه ذكريه ثنائية الأسواط وبيضه تتواجد داخل الاوجونه وتكون محاطه بغلاف من الخلايا العقيمه وبعد الإخصاب ينقسم الزيجوت انقساماً اختزالياً وتتكشف فيما بعد الى طور خيطي ينكشف هو الأخر ليكون طحلب جديد.

وتضم هذه الرتبه بعض الفصائل منها :

الفصيله الكاريه Family: Characeae

طحالب مائيه جسم الثالوس يتكشف الى جزء شبه جذري وجزء هوائي والأخير يتكون من عقد وسلاميات والخليه في جسم الطحلب بها العديد من البلاستيدات الخضراء وعند اكتمال نضجها تصبح عديدة الأنوية. التكاثر يتم فيها عن طريق التكاثر الخيطي بواسطة التفتيت او عن طريق التكاثر الجنسي بواسطة التكاثر البيضي.

Chara طحلب كارا

يعيش الطحلب في المياه العذبه الراكده او مثبتاً في الطمي الناعم في قاع البرك. يتكون الثالوس الطحلبي من محور رئيسي قائم يتكشف الى تراكيب متتابعه ومتبادله من العُقد والسلاميات وينشأ على العقد مجموعه من الفروع الجانبيه ذات نمو محدود تترتب في وضع محيطي والفروع ذات النمو المحدود تُقسم هي الأخرى الى عُقد وسلاميات وبذلك

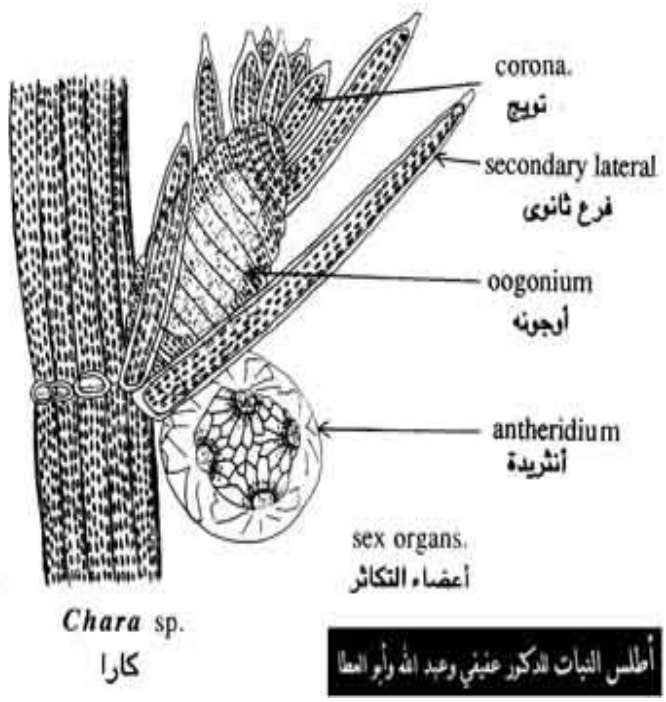
تكون مماثله في مظهرها للمحور الرئيسي لجسم الطحلب. وتتكون السلاميه من خليه مركزيه اسطوانية الشكل ذات طول يبلغ من ٢٠ – ٣٠ سم وتُغلف الخليه المركزيه هذه بخلايا طوليه تنشأ من العقد. العقده تتكون من مجموعة من الخلايا الصغيره وهي عباره عن خليتين مركزيتين محاطه بنحو ٦–١٢ خليه محيطية ومن العقد القاعديه تنشأ زوائد تشبه الأذينات وتتميز الخلايا القريبه من القمه او عند العقد بانها صغيرة الحجم ولا تحتوي على فجوات واضحه والنواة وحيدة تتركز وسط الخلية. واشباه الجذور تكون متعدده الخلايا وتنشأ من العقد السفلي لمحور الطحلب ولاتتكشف الى عقد وسلاميات. السيتوبلازم محبب وكثيف وبه بلاستيدات خضراء قرصيه او بيضاويه الشكل وينعدم وجود مراكزو نشويه وتحاط الخليه بجدار واضح والذي يكون محاط بطبقه جيلاتينيه. والنمو قمي بواسطة خلايا مستديره. وهي قائمة تتكون من سويقة رئيسية دقيقة خضراء بها عقد وسلاميات كما توجد تفرعات جانبية محيطية تسمى أوراق . كما تتكون بها أشباه جذور . وتعرف بحشية الحجر توجد بكثرة في المستنقعات.

التكاثر فيها يكون:

١– تكاثر خضري (التجزئه) عن طريق التجزئة فإذا انفصلت بعض الأجزاء تنمو كل منها لتعطى طحلب جديد .

٢– لايوجد تكاثر لاجنسي بجراثيم لا جنسية.

٣– تكاثر جنسي بطريقة التكاثر البيضي



تتكون أعضاء جنسية على درجة عالية من التطور فتكون أعضاء تذكير وأعضاء تأنيث والطحلب أحادي المسكن حيث يقع كل من عضوي التذكير والتأنيث على عقدة واحدة عضو التذكير عبارة عن خيط يحتوي على عدد من السابحات الذكرية قد يصل إلى ٢٠٠ خلية وعضو التأنيث بيضي الشكل بها بويضة كبيرة .

تنتقل نواة السابحة الذكرية إلى البويضة ويحدث إندماج لنواتي المشيجين وتكون غلاف سميك من كربونات الكالسيوم . وتنفصل اللاقحة وتستقر في قاع الماء وقبل إنبات اللاقحة يحدث إنقسام اختزالي وتكون طحلب جديد .

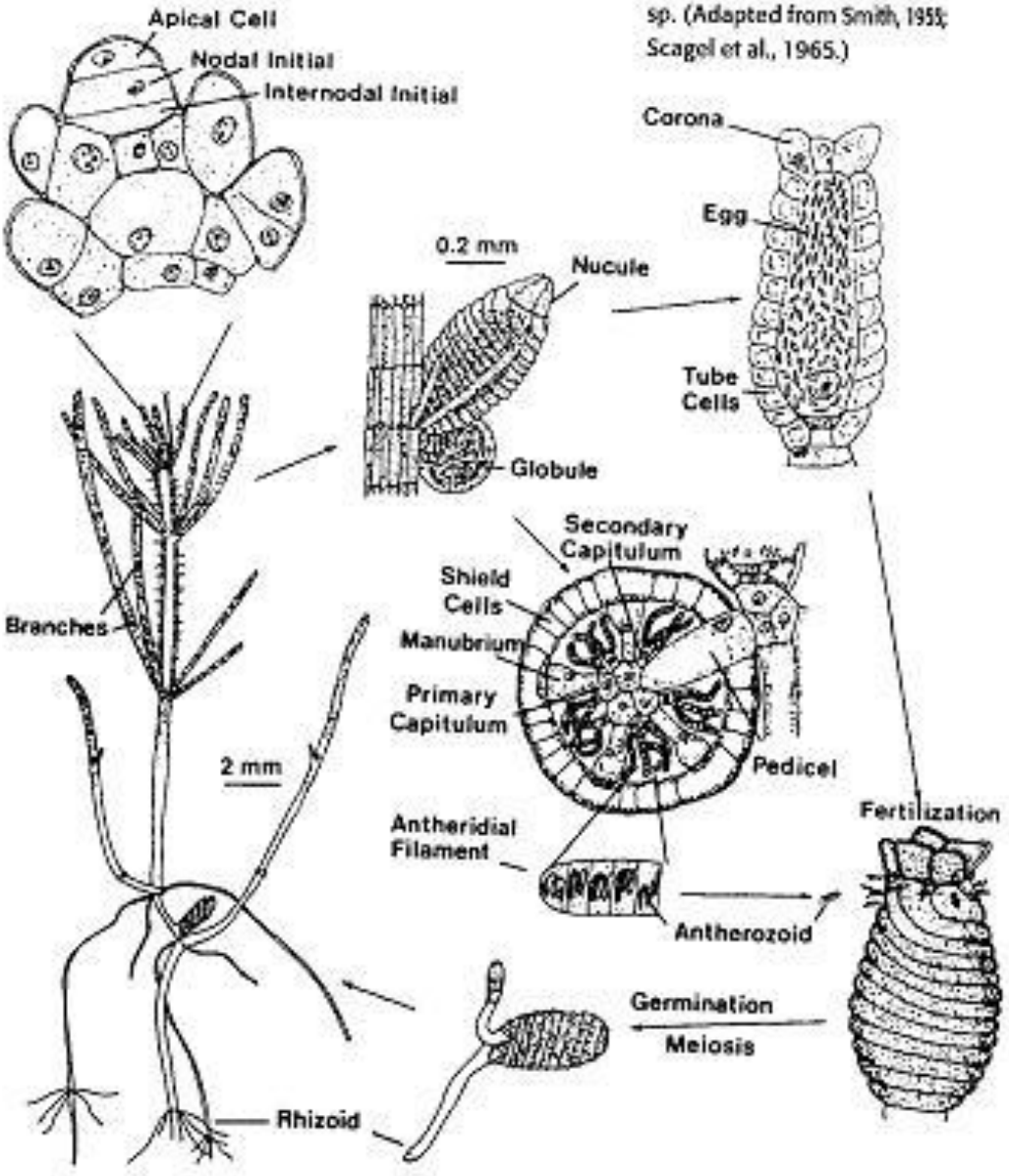


Fig. 5.23 The life cycle of *Chara* sp. (Adapted from Smith, 1955; Scagel et al., 1965.)