الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة حماة
كلية الزراعة

علم الأحياء الدقيقة

MICROBIOLOGY

(الجزء النظري)

المحاضرة السادسة

إعداد

الدكتور عبد الواحد الطحلي

دكتوراه باختصاص الأحياء الدقيقة

جامعة حماة 2019 - 2020

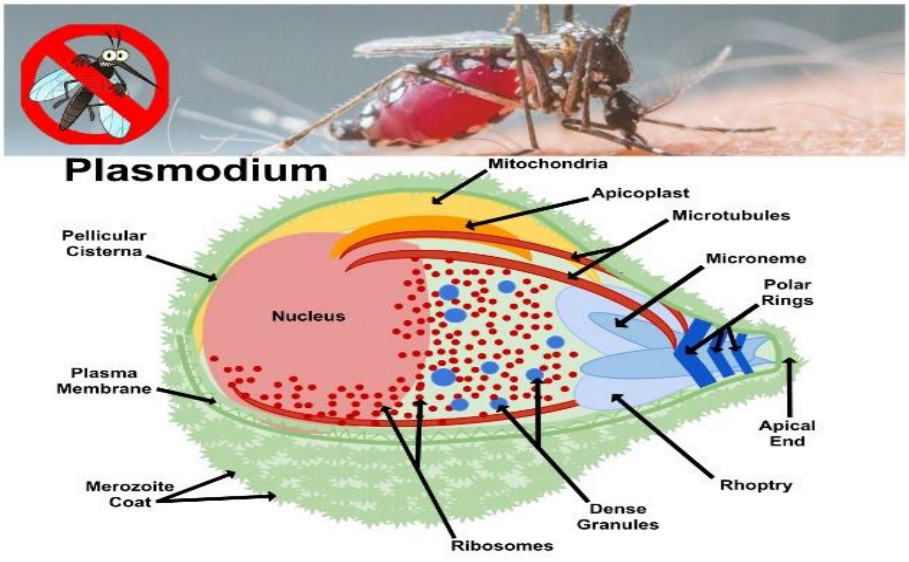
علم الطفيليات (الأوليات)

The Parasitology (Protozoa)

- **مقدمة Introduction:**

الأوليات Protozoa هي الحيوانات الأولية أو الابتدائية وهي كائنات وحيدة الخلية حقيقية النواة تتبع مملكة الطلائعيات Protista تعيش حرة في البحار والأنهار وفي المياه العذبة والتربة الرطبة، وتوجد كخلايا منفردة في المناطق الرطبة وفي مستعمرات أيضاً فهي مختلفة في أشكالها وأحجامها وأكثر أنواعها المعروفة تسبب أمراضاً للإنسان وبعضها تعيش متطفلة على الكائنات الأخرى ويلاحظ بأن الأوليات المتطفلة ترتبط بعلاقة مع معظم المجموعات الحيوانية. تتميز الأوليات بعدم وجود جدار خلوي، وبقدرتها على الحركة في مرحلة من دورة حياتها حيث لها أعضاء تساعدها على الحركة مثل: السوط لدى التريبانوسوما، والأهداب لدى البراميسيوم، والأرجل الكاذبة لدى الأميبا.

تتحمل الأوليات الأحوال الجافة بتكوين حويصل Cyst أو طور ساكن Dormant stage يساعدها على الانتشار، ويمكن أن تغير شكلها لتواكب انتقالها من عائل إلى آخر مثال طفيل البلازموديوم Plasmodium الذي يُسبب مرض الملاريا أو البرداء (الشكل 6-1) حيث ينتج أمشاجاً ذكرية Male gametes استجابة للتغيير في درجة الحرارة عندما ينتقل من عائل من ذوات الدم الحار إلى البعوض.

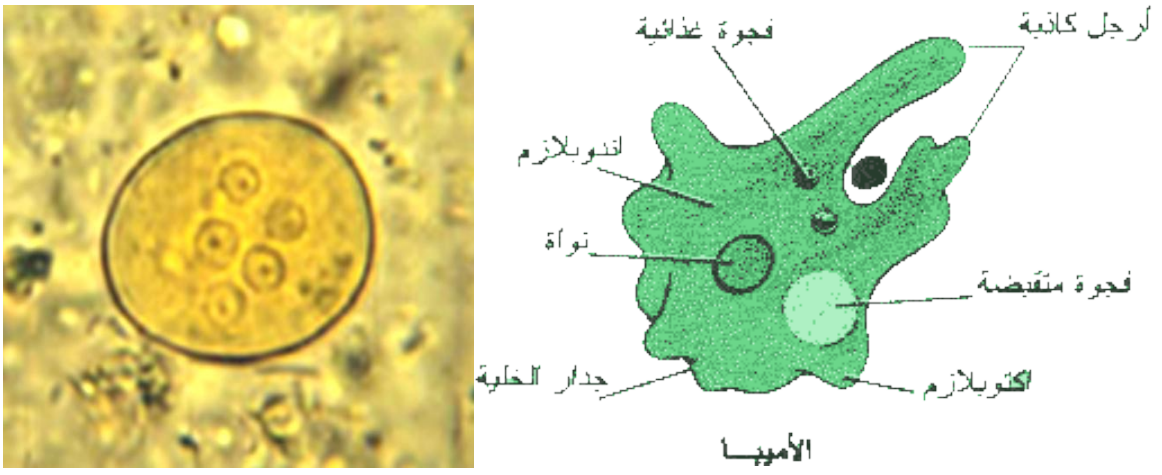


الشكل (6-1): طفيل الملاريا (البلازموديوم Plasmodium)

- **أهميَّة الأوليات:**

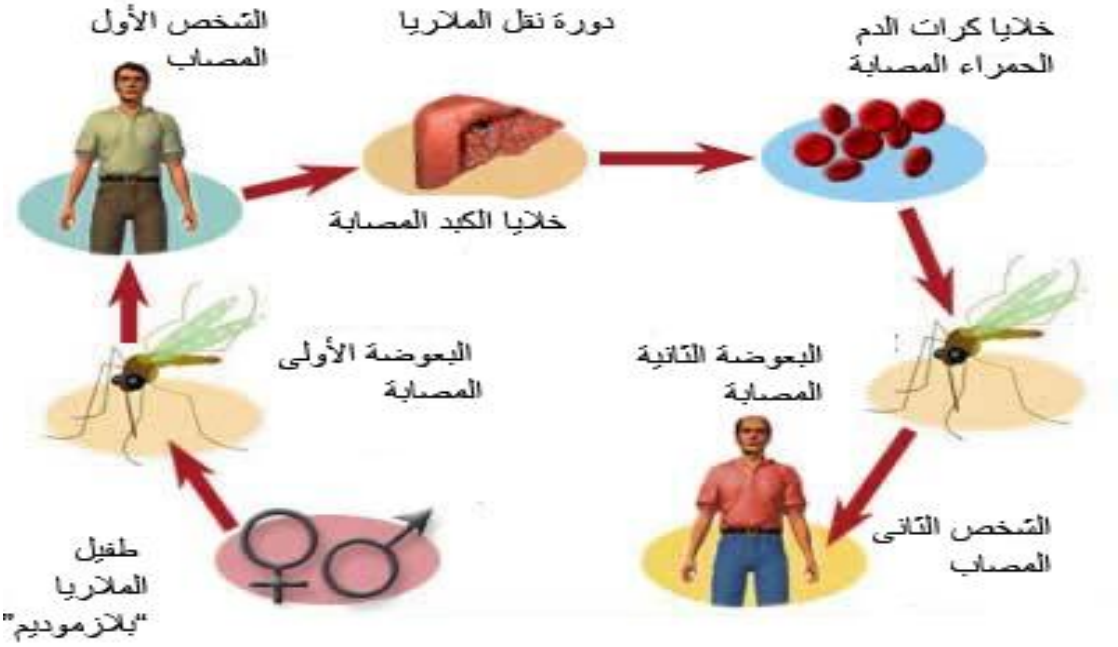
تمثل الأوليات حلقة ربط في سلسلة الغذاء بالنسبة للكائنات التي تعيش في المياه مثال تتغذى الأوليات على الكائنات التي تشبه النباتات كالطحالب Phytoplankton وفي الوقت نفسه تتغذى الكائنات البحرية الكبيرة على الأوليات. وتجدر الإشارة إلى أنّ الأوليات الرميّة التي تتغذى على الجراثيم وعلى تحلل المواد العضوية لها دور مهم في حفظ التوازن البيئي في التربة الرطبة والأجواء المائية فقد تبيّن أنّ للأوليات دور مهم في تحليل فضلات المجاري في الظروف الهوائية واللاهوائية ويُستفاد من الطحالب والأوليات في معالجة المخلفات الصناعية التي تتراكم فيها النترات والفوسفات حيث تقوم هذه الكائنات باستخدام المواد غير العضوية في بناء الخلايا وبالتالي تتحسن نوعية المياه، وتُزال هذه الكائنات وتُجفف وتُستعمل كسماد.

تُسبِّب بعض الأوليات أضرارًا جسيمة للإنسان مثلاً أحد أنواع الأميبا (المتحولة المذيبة للأنسجة) Entamoeba histolytica (الشكل 6-5) التي تكون إحدى مراحل تكاثرها في أمعاء الإنسان وتُسبب مرض الزحار الأميبي (الدوسنتاريا الأميبية) حيث تُفرز إنزيمات تحلل غشاء الأمعاء الغليظة وتتلف الخلايا مكونة قروحاً وتخرج مع البراز على شكل حويصلات، ويرافق هذا المرض إسهال وأوجاع في البطن وقد تسبب الموت لدى الأطفال. يوجد مسبب آخر للأمراض هو الطفيلي تريبانوسوما (المثقبات) Trypanosoma الذي يسبب مرض النوم الأفريقي، إذ ينتقل هذا الطفيلي من جسم لآخر بواسطة ذبابة التسي تسي (Tse Tse)، وتتكاثر في دم الإنسان والغدد الليمفاوية وتتركز في المخ مما يؤدي إلى غيبوبة جزئية يُعرف بمرض النوم.



الشكل (6-5): المتحولة مذيبة الأنسجة مع الحويصل المسببة لمرض الزحار الأميبي

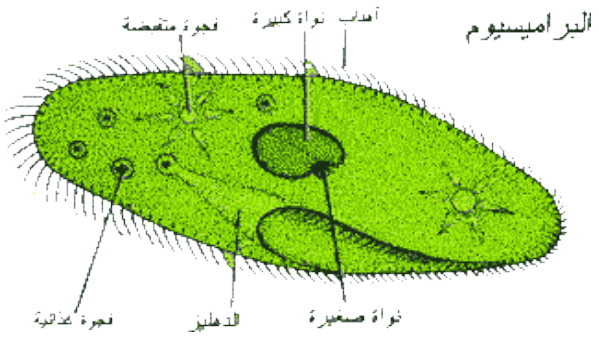
يُسبِّب طفيلي البلازموديوم Plasmodium (المصورة) الإصابة بمرض الملاريا Malaria وهو من أكثر الحيوانات الأولية شهرة يمضي جزءاً من حياته داخل جسم الإنسان في خلايا الدم والكبد والجزء الآخر داخل أنثى بعوض الأنوفيليس Anopheles في جدار القناة الهضمية للبعوض، وتتمّ العدوى عن طريق لعاب الحشرة أثناء اللدغ مسببة الحمى والقشعريرة المميزة للملاريا (الشكل 6-6).



الشكل (6-6): دورة حياة البلازموديوم Plasmodium التي تُسبب مرض الملاريا للإنسان

- **التغذية والتكاثر عند الأوليات:**

الأوليات غير ذاتية التغذية ولديها جميع العمليات الحيوية التي تحتاجها لمعيشتها فالهدبيات تمتلك فتحات (فم) تلتهم الغذاء التي تدفعه باتجاهها الأهداب وتقوم الخلية بالتهام الغذاء الصلب بطريقة البلعمة ويقوم غشاء الخلية بإحاطة الغذاء ويُشكل كيسًا يسمى فجوة غذائية، ويتم تحليل الغذاء في الفجوة بواسطة إفراز عصارات هضمية وأنزيمات محللة (الشكل 6-3). تستعمل الأميبا الأقدام الكاذبة لاصطياد الغذاء وتهضمه بالفجوات الغذائية، أما الأوليات المتطفلة فتحصل على غذائها من خلايا العائل التي تدمرها أثناء هذه العملية.

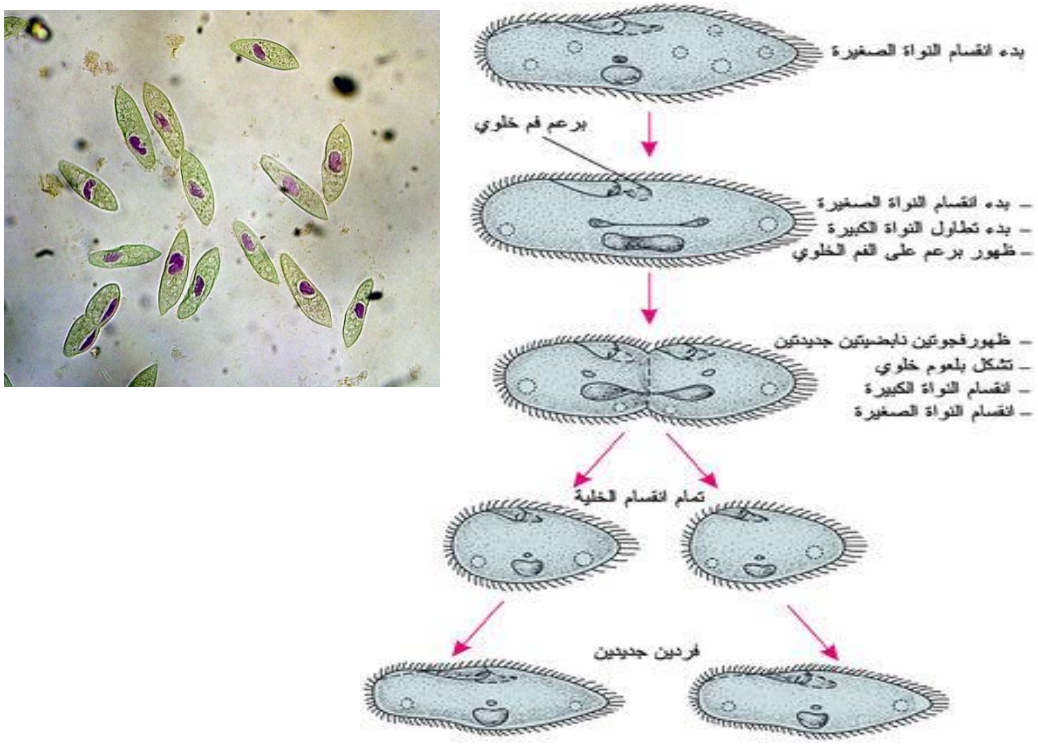


الشكل (6-3): الفجوات الغذائية لدى الباراميسيوم

تحتوي خلايا الأوليات على نواة حقيقية واحدة على الأقل، ويلاحظ وجود نوى عديدة عند عدد كبير من الأوليات مثل الهدبيات حيث يلاحظ وجود نواتان مختلفتان إحداهما كبيرة الحجم والأخرى صغيرة الحجم، وتتحكم النواة الكبيرة بعمليات الاستقلاب وتجديد الأجزاء المتهالكة بينما تكون النواة الصغيرة مسؤولة عن التكاثر.

تتكاثر الأوليات بطريقة التكاثر اللاجنسي أو الجنسي وكثير من الأنواع بالطريقتين معًا.

طريقة التكاثر اللاجنسي الشائعة هي الانقسام الانشطاري (الشكل 6-4)، وفيه تنشطر الخلية إلى خليتين، وفي حالات أخرى يكون التكاثر اللاجنسي بطريقة التبرعم، أي تطور نتوء من جسم الكائن الحي بعدها ينفصل البرعم وإذا أصبحت البيئة مناسبة يتطور البرعم إلى كائن جديد.



الشكل (6-4): التكاثر الانشطاري عند الأوليات

تقي بعض الأوليات نفسها من الظروف القاسية بتكوين حويصل Cyst وهي عبارة عن أشكال خضرية يحيط بها جدار سميك وفي حالة سكون قادرة على تحمل الجفاف وقلة الغذاء والأكسجين، وعندما تتحسن الظروف تفقس وتتغذى وتتكاثر لا جنسياً. إنّ الأوليات التي تعيش في الأمعاء تُشكل حويصلات Cysts كجزء من حياتها حيث تخرج هذه الحويصلات مع فضلات الحيوان وتبدأ دورة الحياة مرة أخرى عندما يبتلع حيوان آخر الحويصلات.

تقسم الأوليات إلى عدة مجاميع، ويمكن تقسيم الأوليات إلى نوعين من الناحية البيئية هي:

1- الأوليات ذات المعيشة الحرة:

توجد في بيئات مختلفة وتتحكم في ذلك عوامل عديدة مثل الرطوبة، والحرارة، والضوء، ووفرة المواد الغذائية وغيرها. تحتوي بعض أنواعها على الأصبغة، وتقوم بالتمثيل الضوئي، وبعضها لا تحتاج للضوء.

2- الأوليات التي تعتمد على كائنات أخرى:

هذا النوع من الأوليات إما أن يكون متعايشاً مع الكائن الآخر، أو يكون في علاقة منفعة متبادلة، أما الأوليات المتطفلة فإنها تستفيد على حساب العائل وهي مسؤولة عن العديد من الأمراض.

- **الحركة عند الأوليات:**

يوجد أربعة عضيات تشارك في حركة الأوليات هي: الأهداب، والسياط، والأغشية، والأقدام الكاذبة. تمثل السياط أعضاء الحركة عند السوطيات Flagellates سواء كانت سوطاً واحداً أو أكثر تنتظم حول الخلية بأوضاع مختلفة يمكن ملاحظتها في التريبانوسوما Trypanosomes، أما الأهداب فهي تشبه السياط في تركيبها لكنها تتحرك حركة متناسقة وتوجد في صفوف. يلاحظ أنّ الأميبا قادرة على تشكيل أقدام كاذبة وهي عبارة عن امتدادات بروتوبلاسمية مؤقتة تبرز من جسمها في أي اتجاه، وبتعاقب تكوين الأقدام الكاذبة واختفائها تتحرك الأميبا من مكان لآخر تساعدها على الحركة والتقاط الغذاء بطريقة البلعمة. تتحرك بعض الأوليات عن طريق حركة تموجية مثل المثقبات التريبانوسوما Trypanosoma المسببة لمرض النوم (الشكل 6-2).

الشكل (6-2): الحركة التموجية عند التريبانوسوما

الطحالب
The Algae

- **مقدمة Introduction:**

الطحالب هي مجموعة متباينة من الكائنات الحية حقيقية النواة بعض أفرادها وحيدة الخلية لها أحجام مختلفة تقوم كلها بالتمثيل الضوئي وإطلاق الأكسجين ويحيط بجدار الخلية مادة جيلاتينية مرنة تُسمى الطبقة الخارجية. تشترك الطحالب مع النباتات الراقية باحتوائهما على صبغات التركيب الضوئي، وكذلك بتخزين غذائها على شكل نشاء. توجد في الطبيعة الآلاف من أنواع الطحالب تعيش في البيئات المائية العذبة والمالحة وفي التربة الرطبة وملتصقة على النباتات والحيوانات.

تُسمى الطحالب وحيدة الخلية التي توجد عادة طافية بالقرب من سطح المحيطات والمسطحات المائية بالعوالق النباتية Phytoplankton، وتعد مصدراً مهماً للأوكسجين وأساساً للعديد من الشبكات الغذائية. لقد تكيفت معظم الطحالب عديدة الخلايا للعيش في المياه الضحلة وعلى امتداد الشواطئ، وقد تكون على هيئة خلايا منفردة أو تتجمع مع بعضها على هيئة مستعمرات (الشكل 6-7).

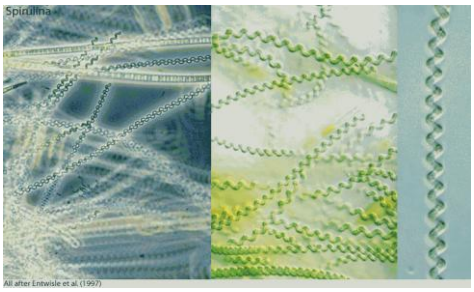
الشكل (6-7): الطحالب الخضراء Chlorophyta

تُعدّ الأصبغة من الخصائص المهمة في التصنيف، وتحتوي الطحالب على ثلاثة أنواع رئيسية من الأصبغة هي: أصبغة الكلوروفيل Chlorophylls، وأصبغة البيلوبروتين Biloprotein، وأصبغة الكاروتين Carotenoids. لقد تبيّن أنّ أصبغة الكلوروفيل ذات خصائص طيفية مختلفة، وقسمت إلى الأنواع أ، ب، ج، د. ويوجد نوعان من أصبغة البيلوبروتين هما الفيكوسيانين Phycocyanin والفيكوارثرين Phycoerythrin. جميع الطحالب تحتوي على الكلوروفيل أ كصبغة

أولية، وكلوروفيل ب، أو ج، فالطحالب الحمراء مثلاً تحتوي على كلوروفيل أ وبيلوبروتين، ويوجد عدد كبير من الكاروتينات موزعة في جميع أقسام الطحالب.

يجري تصنيف الطحالب ضمن ستة أقسام استناداً إلى بنية جدرها الخلوية، وصبغات التركيب الضوئي، وطبيعة غذائها. تتألف ثلاثة من أقسام الطحالب من كائنات وحيدة الخلية هي الطحالب اليوغلينية *Euglenphyta*، والنارية *Chrysophyta*، والدينوية *Dinophyta*، وتشتمل الأقسام الثلاثة الأخرى على مجموعات من الكائنات عديدة الخلايا في معظمها لأنّ بعضها وحيد الخلية منها الطحالب الخضراء *Chlorophyta*، والحمراء *Rhodophyta*، والبنيّة *Phaeophyta*.

تجدر الإشارة إلى أنّ الطحالب الخضراء المزرقة كانت تُشكل أحد أقسام الطحالب، ولكنها الآن تُصنف ضمن الكائنات بدائية النواة على أساس أنها جراثيم وتسمى حالياً *Cyanobacteria*. تنتج الطحالب الخضراء المزرقة نواتج استقلابية كثيرة تدخل في العديد من الصناعات والمجالات الحيوية كالصيدلة والطاقة والاقتصاد مما شجع على زراعتها وإنتاج الكتلة الحيوية منها مثل طحلب السبيرولينا *Spirulina* الذي يحتوي على مواد غذائية ذات طاقة عالية متمثلة في السكريات والبروتينات والدهون فضلاً عن المواد الصيدلانية والطبية (الشكل 6-6).



الشكل (6-6): طحلب السبيرولينا *Spirulina*

- **الأهمية الاقتصادية للطحالب:**

تُشكل الطحالب بداية كل السلاسل الغذائية وتعتمد حياة جميع المخلوقات البحرية على الطحالب، وبنمو الطحالب تتوفر المادة العضوية فيصبح الوسط مناسباً لنمو الجراثيم الرمّية ثم تصبحا غذاء للأحياء الأخرى وعندما ترسب إلى القاع تصبح غذاء للجراثيم اللاهوائية. تنتج الطحالب عن طريق عملية التركيب الضوئي حوالي 30 إلى 50 % من الأوكسجين الجوي المتوفر لتنفس كل الكائنات على الأرض. ونظراً للطلب المتزايد على إنتاج مصادر جديدة للغذاء كان للطحالب دور فعال من خلال استخدامها مصدراً لإنتاج البروتين أحادي الخلية وإضافات غذائية لأعلاف الأغنام والدواجن.

يأكل الإنسان أنواع عديدة من الطحالب مثلاً يُعدّ طحلب البورفيرا الأحمر طعاماً رائجاً تجارياً في العالم حيث يزرع هذا الطحلب في حوالي 100000 هيكتار من الشواطئ اليابانية، ويشبه الطحلب الأخضر ulva إلى حد ما ورق الخس (اسمها الشائع هو خس البحر يؤكل على شكل سلطة). تُعدّ بعض مستخلصات الطحالب مثل الألجينات والآغار والكاراجينان مهمة في الصناعات الدوائية والغذائية حيث تُستخدم الألجينات Alginates (المستخلصة من الطحالب البنية مثل الماكروسيستس *Macrocystis* واللامينياريا *Laminaria*) في صناعة البوظة آيس كريم لتقليل تشكل بللورات الثلج، ويستخدم الآغار Agar (المستخلص من الطحالب الحمراء مثل جيليديوم *Gelidium* (الشكل 6-8) وغراسيلاريا *Gracilaria*) في المختبرات كركيزة لتنمية الجراثيم والفطريات كما يُستخدم في صناعة الكبسولات الدوائية ويدخل في صناعة تعليب اللحوم والأسماك. يُستخلص من الطحالب الحمراء الكاراجينان Carrageenans الذي يضاف إلى معاجين الاسنان ويستخدم كمادة مثبتة للعديد من منتجات الألبان والعصائر وطعام الحيوانات المعلب كما يُستخدم في صناعة الشامبو والأدوية.

الشكل (6-8): طحلب *Gelidium spinosum* الذي يستخدم في تحضير الآغار Agar

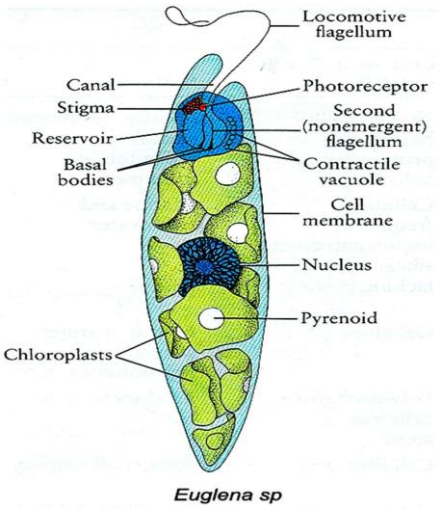
تُستخدم الطحالب البنية أو عشب البحر في تخصيب التربة حيث يجمع المزارعون هذه الطحالب التي جُرفت إلى الشاطئ بفعل الأمواج العاتية ويقومون بفرشها فوق التربة حيث تحتوي هذه الطحالب المجففة على كميات كبيرة من المواد العضوية النيتروجينية والمواد المعدنية. يمكن أن تكون بعض الطحالب مضرة بالإنسان مثلاً تقوم بعض أنواع طحالب الدينوفيتا *Dinophyta* بإنتاج مواد سامة تنتشر في مياه البحر وتُخزن ضمن حيوان المحار، ويُعدّ سمّ الساكسيتوكسين Saxitoxins المفرز من قبل هذه الطحالب سماً عصبياً يشلّ العضلات لذلك يمكن اعتبار بعض أنواع المحار غير صالحة للاستهلاك البشري. تُسبب الطحالب مشاكل في إمدادات المياه لأنها تنتج طعماً ورائحة غير مرغوب فيهما، والنمو الكثيف للطحالب يُشكل طبقة سطحية فوق الماء كحاجز يمنع تغلغل الأكسجين

في المياه(الشكل 6-9)، كما تحجب الضوء من الوصول للمياه العميقة مما يمنع التمثيل الضوئي وربما يتسبب ذلك في اختناق الأسماك والحيوانات المائية.

- **الطحالب اليوغلينية Euglenophyta:**

هي عبارة عن مجموعة صغيرة من الطحالب وحيدة الخلية تتحرك بوساطة السياط، ويبلغ عدد أنواعها حوالي 1000 نوع توجد في أغلب الأحيان في المياه العذبة، وتحتوي الخلايا على صانعات خضراء (الشكل 6-9).

طحلب اليوغلينا *Euglena*:



يبدو هذا الطحلب على هيئة خلية متطاولة الشكل، تحتوي على نواة وسوطين أحدهما قصير، والعديد من الصانعات الخضراء الزمردية التي تعطي الخلية لونها اللامع. تفتقر الخلايا اليوجلينية للجدار الخلوي لذلك تستطيع تغيير شكلها والسباحة في الماء باتجاه الضوء كونها تحتوي على بنية خاصة تدعى بالبقعة العينية Stigma وهي مجموع من الصبغات. تتكاثر الطحالب اليوجلينية بطريقة لا جنسية وذلك بالانقسام بشكل طولي لتشكل خليتين متطابقتين.

الشكل (6-9): طحلب اليوغلينا *Euglena*

- **الطحالب النارية Chrysophyta:**

يتضمن هذا القسم مجموعتين رئيستين هما الطحالب العصوية (الدياتومات) والطحالب الذهبية، وتتميز الطحالب النارية بمجموعة من الخصائص:

1- تتمثل صبغات التركيب الضوئي بالكلوروفيل a وc.

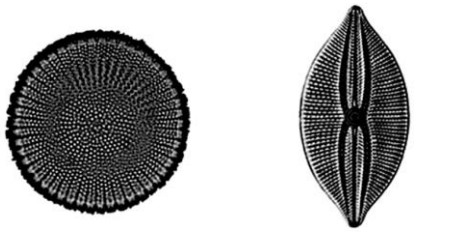
2- تحتوي جميع الأنواع على صبغة بنية صفراء تدعى بالكاروتين، إضافة إلى صبغة الفيكوزانتين التي توجد ضمن الخلايا بغزارة، وهي تشكل صبغة مساعدة تعطي الخلايا لونها الذهبي المميز.

3- يكون جدارها الخلوي قاسياً مشبعاً بمركبات السيليكا.

4- تخزن الغذاء ضمن خلاياها على شكل زيوت.

- **الطحالب العصوية (الدياتومات) Bacillariophyta:**

تعد الدياتومات عوالق نباتية مجهرية Plankton وهي مصدر مهم للغذاء بالنسبة للحيوانات البحرية الصغيرة توجد بكثافة في المياه الباردة، وتتكاثر عن طريق الانقسام الخلوي البسيط تحتوي جدرها على السيليكا وتكون محاطة بصدفة مزدوجة تشكل الهياكل الدياتومية التي تتجمع في قيعان البحار والمحيطات على مدى ملايين السنين لتكوين ما يسمى بالتربة الدياتومية، وتستخدم هذه التربة في صناعة معاجين الأسنان وفي صناعة مواد الترشيح والعزل، ونذكر من الاجناس الدياتومية *Stephanodiscus*، *Triceratium*، *Tabelaria*، *Navicula* (الشكل 6-10).

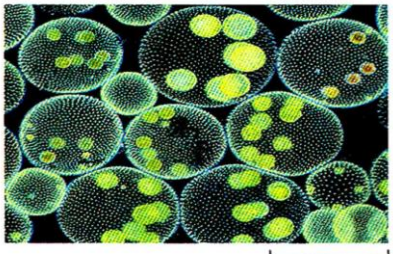


The shells of two diatoms: Stephanodiscus sp.(left), Navicula sp. (right)

الشكل (6-10): شكل الصدفة عند الطحالب العصوية (الدياتومات)

- **الطحالب الخضراء Chlorophyta:**

تعيش أغلب الطحالب الخضراء أساساً في المياه العذبة وتُستخدم بعض أنواعها في تغذية الحيوانات، وتُعد الأكثر انتشاراً بين أنواع الطحالب حيث تضم حوالي 9000 نوع، وتقسم إلى ثلاث فصائل مائية رئيسية هي فصيلة الطحالب الخضراء، وفصيلة الطحالب الكارية، وفصيلة الطحالب الاولفية. تكون بعض أنواع الطحالب الخضراء وحيدة الخلية ومجهرية كالكلاميدوموناس *Chlamydomonas*، والكلوريلا *Chlorella*، والفولفكس *Volvox*، ويكون بعضها الآخر عديد الخلايا كالكارا *Chara*، والفالونيا *Valonia*، والسبيروجيرا *Spirogyra* sp.، والأولفا *Ulva* sp.

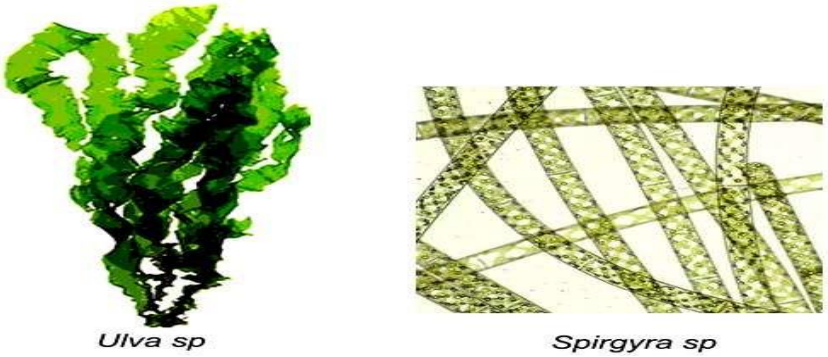


Volvox sp

Chara sp

الشكل (6-11): بعض أنواع الطحالب الخضراء وحيدة الخلية ومتعددة الخلايا

وتُعدّ طحالب السبيروجيرا والاولفا (الشكل 6-12) خضراء عديدة الخلايا لا تنفصل الخلايا الجديدة عن بعضها مما يؤدي إلى تشكل خيوط وصفائح أو أجسام ثلاثية الأبعاد على شكل تجمع أخضر في المياه العذبة.



الشكل (6-12): خيوط وتجمع طحالب السبيروجيرا والاولفا

- **الطحالب البنية Phaeophyta:**

كائنات عديدة الخلايا تحتوي خلاياها على صبغة الفيكوزانتين Fucoxanthin (الصبغة البنية التي تعطي للمجموعة اسمها) تتضمن أفراد هذه المجموعة أعشاب البحر العملاقة التي يمكن أن يصل طولها إلى 100م، وتسيطر هذه الطحالب على الشواطئ الصخرية في المناطق الباردة. تُستخدم الطحالب البنية كمخصبات للتربة ومصدر لليود وفي المستحضرات الطبية، ونذكر من الطحالب البنية ما يلي (الشكل 6-13):

Ectocarpus sp., *Sargassum* sp., *Laminaria* sp., *Macrocystis* sp. and *Ascophyllum* sp.

الشكل (6-13): الطحالب البنية Phaeophyta

- **الطحالب الحمراء Rhodophyta:**

تُعدّ معظم الطحالب الحمراء كائنات عديدة الخلايا تنتشر في مياه البحار الدافئة، ويمكن أن تنمو هذه الطحالب في أعماق أكبر من تلك التي تنمو فيها أنواع الطحالب الأخرى حيث وجدت بعض أنواع هذه الطحالب على عمق 175م تحت سطح البحر في المياه الاستوائية الصافية. يُعد النشاء الفلوريدي هو الغذاء المدخر لديها، وهو عبارة عن سكر متعدد يشبه الغليكوجين. تحتوي الطحالب الحمراء على كلوروفيل أ وصبغة الكاروتين وكميات كبيرة من صبغ الفيكواريترين Phycoerythrin ذات اللون الأحمر التي تُكسب هذه الطحالب لونها المميز. تتضمن الجدران الخلوية لمعظم الأنواع من طبقة داخلية سيللولوزية وطبقة خارجية من الكربوهيدرات الأخرى، ويُستخرج من الطبقة الخارجية مادتي الآجار والكاراجينان Agar and Carrageenan. تستطيع بعض أنواع هذه الطحالب تخزين كربونات الكالسيوم في جدرها الخلوية وتلعب دوراً في بناء الشعاب المرجانية، وتدعى بالطحالب المرجانية Coralline algae نذكر من الطحالب الحمراء ما يلي (الشكل 6-14):

Gelidium sp., *Porphyra* sp., *Audouinella* sp., and *Mastocarpus* sp.

الشكل (6-14): بعض أنواع الطحالب الحمراء Rhodophyta

انتهت المحاضرة