3- المزارع شبه المستمرة : Semi-continous cultures

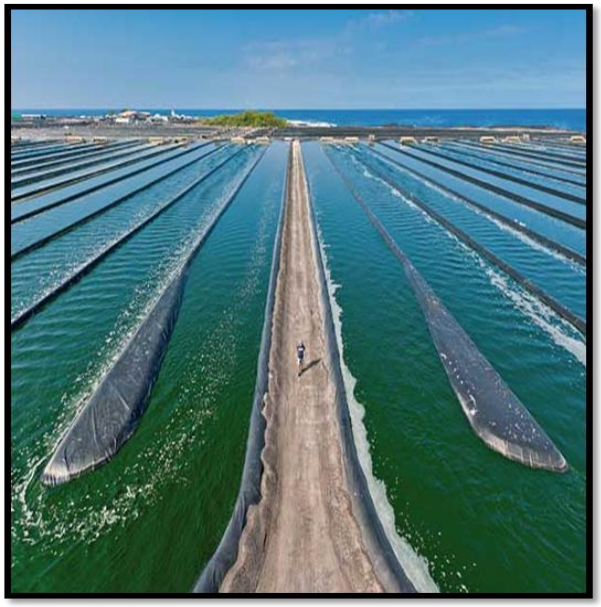
في هذا النوع من المزارع ينقل الوسط الزرعي الجديد إلى المزرعة ولمرة واحدة من خلال صمام بسيط مفتوح عند خط نقل الوسط إذ يمر الوسط الجديد في وعاء المزرعة و بالوقت نفسه تطرح المزرعة خلال الأوعية الجامعة.

4- المزارع الكتلوية : Mass cultures

لجأ الباحثون إلى تطوير نظام مزارع الوجبات وذلك بسبب عدم إعطائه صورة واضحة على ما يحدث في ببيئة الكائن الحي، وكذلك قلة الكتلة الحية Biomass التي يتم الحصول عليها ،فقد استعملت طريقة جديدة لحل تلك المشكلات وهي طريقة المزارع الكتلوية والتي تسمى أحيانا Large-Scale cultures syste أو big-bag إذ يتم في هذه الطريقة تنمية الطحالب في مزارع وأحواض كبيرة مجهزة بجميع المغذيات ، وقد تزرع الطحالب في البيئة الطبيعية لها وذلك بإنشاء برك صناعية مخصصة لهذا الغرض مع متابعة كل الظروف المحيطة بها ودعمها بالمغذيات لانتاج اكبر كمية من الكتلة الطحلبية ، ويمكن بواسطة هذه الطريقة أن ننتج مزارع مكونة من نوع طحلبي واحد Unialgal cultures بعد إكثارها في أحواض كبيرة في المختبر مجهزة بكل الظروف الجيدة للنمو . ويمكن الاستفادة من هذه الطريقة لإنتاج كتلة طحلبية كبيرة تستعمل كغذاء للإنسان وكعلف للحيوانات و بواسطتها يتم التعرف على الأضرار الناتجة عن تأثير التلوث بالطحالب أو غيرها من الأحياء (شكل-3).

مقدمة في الطحالب :

تضم الطحالب مجاميع مختلفة من الكائنات الحية القادرة على البناء الضوئي ، وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا وتختلف هذه الكائنات في أحجامها اختلافا كبيرا من دقيقة جدا لاترى بالعين المجردة (1مايكرومتر) إلى كبيرة جدا تصل في أطوالها إلى أكثر من 200 م كما في الطحلب *Macrocystis pyrifira* . تقع الطحالب ضمن مملكتين الطحالب الخضر المز رقة algae blue -green المعروفة بالسابنوبكتريا Cyanobacteria ضمن مملكة الأوليات Monera وتضم كائنات بدائية النواة Prokaryota أما القسم الآخر ضمن مملكة الطليعيات Protista وهي كائنات حقيقية النواة Eukaryota . الطحالب من الكائنات المختلفة بشكل كبير في ألوانها مما تعد وسيلة مهمة في تصنيفها غير أنها كثير ما تتغير بتغير الظروف البيئية و إن التصنيف الصحيح لابد من أن يعتمد على المعايير الصحيحة ومنها التحليل الكيمائي للصبغات التمثيلية التي تتمثل بالكلوروفيلات (a وb وc وd وe) والكاروتينات (α وβ وγ) والبليبروتينات ومنها Phycoerythrine و Phycocyanin والزانثوفيلات التي تضم Anthraxanthin و Taraxanthinو Myxoxanthin .



شكل -3- يوضح المزارع الطحلبية الكتلوية Mass cultures

يعتمد التصنيف كذلك على نوعية المواد الغذائية المخزونة وطبيعتها الكيمائية وعلى الاسواط التي تعد صفة تصنيفية مهمة من حيث عددها وموقعها ومظهرها الخارجي ولاسيما في الوحدات التكاثرية (السبورات والأمشاج) ، ويعد التركيب الكيمائي لجدار الخلية من الأسس المهمة في عملية التصنيف .تتكاثر الطحالب بطرق متعددة منها التكاثر الخضري Vagetative reproduction الذي يتمثل بالانشطار البسيط Binary fission والتجزؤ الخيطي Fragmentation وتكوين الهرموكونيا Hormogonial formation والتكاثر اللاجنسي Asexual reproduction الذي يتمثل بتكوين السبورات المتحركة Zoospores وغير المتحركة Aplanospores والساكنة Akinetes وتتكاثر جنسيا Sexual reproduction بطرق مختلفة منها اتحاد الأمشاج المتشابهة Isogamy واتحاد الأمشاج الغير متشابهة Anisogamy وتكوين البويضات Oogamy .

أهمية الطحالب :

تودي الطحالب دورا مهما في اقتصاديات بعض الدول كونها تستعمل في جوانب متعددة منها الغذائية والصناعية والطبية والصيدلانية والزراعية فضلا عن الجانب البيئي ، إذ استعملت كغذاء للإنسان في مناطق متعددة من دول العالم لاسيما دول شرق آسيا وسواحل المحيط الهادي و إن هناك أكثر من 70 نوعا تعود لأقسام متعددة منها الطحالب الخضر-المزرقة والخضر والبنية والحمر استعملت لهذا الغرض ، و تتميز بعض الأنواع الطحلبية بأنها غنية بالمواد البروتينية والكاربوهيدراتيه بالإضافة إلى المواد الدهنية ومن الطحالب الغنية بالمواد البروتينية طحلب *Spirulina platensis* إذ تصل نسبة البروتين فيه إلى حوالي 70 % أما في طحلب *Chlorella vulgaris* فيتراوح نسبته من 50-60 % من الوزن الجاف للطحلب و يحتوي طحلب *Scenedesmus obligus* على 45% من وزنه الجاف أما الأجناس التابعة إلى الطحالب البنية ومنها *Laminaria* و *Undaria* والطحالب الحمر ومنها *Porphyra* و *Gracilaria* و *Gelidium* فتحتوي على نسبة تتراوح من 17-40% من المواد الكاربوهيدراتية وتحتوي بعض الأجناس ومنها *Spirulina* و *Chlorella* و *Cladophora* على نسبة عالية من الدهون تصل إلى 20 % من وزنها الجاف ،وفي الجانب الصناعي تحتوي مستخلصات بعض الطحالب البنية والحمر على مواد كيمائية مهمة في هذا الجانب منها إنتاج مادة الاكار Agar التي تعتبر من المواد المهمة في استعمالاتها المتمثلة بتصلب الأوساط الزرعية وتنتج هذه المادة من بعض الطحالب الحمر التابعة إلى جنسي *Gelidium* و *Gracilaria* وتعتبر مادة Carrageenans من المواد الصناعية المهمة التي تدخل في صناعة معاجين الأسنان وصناعة الأختام بالإضافة إلى تثخين المثلجات كونها مواد غروية وتنتج من بعض الطحالب الحمر التابعة إلى أجناس *Kappaphycus* و *Euchema* و *Furcelleria* إضافة إلى ذلك فان بعض الطحالب ومنها *Laminaria Japonica* و *Laminaria byperboria* تنتج مادة Alginates وهي عبارة عن سكر متعدد تؤدي دورا صناعيا مهما كونها مادة شديدة اللزوجة تستعمل في صناعة المطاط والأنسجة الاصطناعية.

ثبتت أهمية الطحالب من الناحية الطبية والصيدلانية من خلال إنتاجها مركبات كيميائية فعالة ضد البكتيريا Antibacterial والفطريات Antifungal والفايروسات Antiviral متمثلة بالمركبات القلويدية والفينولية والببتيدية والكلايكوسيدية والتربينية والتانينية ... الخ ،إذ تنتج الطحالب أكثر من ثلاثة ألاف نوع من هذه المركبات ينتج أكثر من 1500 مركب منها من الطحالب الحمر وإن 57% منها تنتج من الأجناس التابعة إلى عائلة Rhodomalaceae ولاسيما جنس *Laurencta* كما تنتج الطحالب الخضر أكثر من 200 نوع من المركبات الكيميائية الفعالة وتعد الأجناس التابعة إلى رتبة Bryopsidales ورتبة Cladophorales من أكثر الرتب المنتجة لهذه المركبات ومن الطحالب الخضر المهمة في إنتاج هذه المركبات هو طحلب *Cladophora crispata* وطحلب *Cladophora glomiri* فضلا عن طحلب *Chlorella vulgaris* الذي عزل منه المضاد الحيوي Chlorellin ، وتعد الطحالب الخضر –المزرقة من الطحالب المهمة في هذا الجانب ،إذ تنتج أكثر من 400 نوع من المركبات الكيميائية الفعالة ويعتبر جنس *Lyngbya* من أكثر الأجناس المنتجة لهذه المركبات إذ ينتج أكثر من 200 مركب فعال و تعتبر الأجناس الطحلبية *Spirulina* و *Nostoc* و *Calothrix* من الأجناس المهمة جدا في إنتاج المركبات الفعالة، إذ تم تشخيص المضاد الحيوي Calothrixin من احد الأنواع التابعة إلى جنس *Calothrix*.

وفي الجانب البيئي تكمن أهمية الطحالب في الجانب الزراعي من خلال بعض الأنواع التابعة إلى الطحالب الخضر-المزرقة التي تقوم بتثبيت النتروجين الجوي وتحوله إلى نترات تستطيع النباتات امتصاصه بسهولة ولاسيما في مزارع الرز ومن الأجناس الطحلبية التي تودي هذا الدور *Nostoc* و *Anabaena* والتي تحتوي على خلايا مثبتة للنتروجين تدعى بالحويصلات المغايرة Heterocysts و تستعمل بعض الطحالب الحمر كسماد للترب الزراعية لما تحتويه من عناصر معدنية مهمة كما في الأنواع التابعة إلى جنس *Pachymenia* و *Lithothamniom* و *Phymatalitonh* وان وجود الطحالب في الترب ولاسيما الرملية منها تودي دورا مهما في تماسك دقائق التربة والمحافظة على رطوبتها . تعد الطحالب القاعدة العريضة للهرم الغذائي إذ تقوم بعملية التركيب الضوئي وإنتاج السكريات وهي بذلك تلعب دورا مهما في إنتاج الغذاء والمحافظة على التوازن الغازي في البيئة من خلال طرح غاز الأوكسجين واخذ ثنائي اوكسيد الكاربون من الجو والمياه، كما تلعب الطحالب دورا في عملية الإزالة الحيوية Bioremediation وخاصة في البيئات المائية من خلال سحب الفضلات العضوية و الصناعية ولاسيما الثقيلة منها من البيئة المائية إذ تركز الطحالب هذه المركبات في داخل أجسامها لتحولها إلى مركبات مفيدة للخلية الطحلبية والبيئة المتواجدة فيها.

تواجد الطحالب وانتشارها:

تتـــواجد الطحالـــب فـــي بيئـــات مختلفة من بقاع العالم فهي تتواجد في البيئة المائية Aquatic algae و التي إما أن تكون في بيئة المياه العذبة Fresh water algae أو في بيئة المياه المالحة Marine algae أو

قد تكون في بيئة المياه المويلحة Brackish water algae، وهي في هذه البيئات إما أن تكون طافية على سطح الماء وتسمى بالهائمات النباتية Phytoplankton أو ملتصقة Benthic algae ، إذا كانت ملتصقة على الطين تسمى Epipelic وعندما تكون ملتصقة على الرمال تدعى Epipsamic وتسمى Epilithic عندما تكون ملتصقة على الصخور وعلى النباتات Epiphytic وتسمى Epizoic عندما تكون ملتصقة على الحيوانات و قد تتواجد الطحالب على اليابسة Terrestrial algae وهي إما إن تكون نامية على سطح التربة أو الصخور الرطبة وتسمى Lithophytes وفي حالة نموها في الشقوق والثقوب للتربة والصخور الرطبة تدعى Chasmolithic أما في حالة نموها على سطح الترب الجافة فتسمى Epidaphic وتسمى Endodaphic عندما تنمو في داخل الشقوق والثقوب للترب الجافة، وقد تتواجد نامية على جذوع الأشجار وقلفها وتسمى عندئذ Epiphyllophyts وتسمى Epiphloephyts عندما تنمو في شقوق الأشجار وثقوبها وفي داخل القلف، وقد تتواجد الطحالب في الهواء وتدعى Arial algae والتي تتمثل بالوحدات التكاثرية للطحالب فضلا عن الطحالب التي تتواجد على أسطح أوراق النباتات ذات الارتفاعات الشاهقة.

تتواجد بعض الطحالب متعايشة مع بعض الكائنات الحية وتسمى Symbiotic algae إذ يتواجد بعضها في أجسام الحيوانات المائية مثل طحلب *Zoochlorella* الذي يتواجد داخل حيوان الهايدرا و يسمى Endozoic algae وهناك بعض أنواع الطحالب تتواجد داخل الجسم النباتي و تدعى Endophytic algae مثل طحلب *Nostoc sp.* الذي يتواجد متعايشا داخل أنسجة النبات الحزازي *Anthoceros* وطحلب *Anabaena* داخل جسم الخنشار *Azolla* وتنمو بعض الأنواع الطحلبية متعايشة مع بعض الفطريات (الاشنات) ، و تتطفل بعض الأنواع الطحلبية على بعض الحيوانات والنباتات وتسمى بالطحالب الطفيلية parasitic algae كما في جنس *Cephalouros*.

تتحمل الطحالب مدى واسع من الظروف البيئية فقسم منها يعيش في البيئات المتجمدة algae Caryophilic كما في طحلب *Chlamydomonas nivalis* والقسم الآخر يعيش في بيئات ذات درجات حرارة مرتفعة تتراوح من (35-85) م وتتمثل في طحالب الينابيع الحارة وتسمى Thermophilic algae كما في طحلب *Aphanocapsa thermalis* وان اغلب الطحالب تعيش في بيئات ذات درجات حرارة معتدلة من (15-35) م وتسمى هذه الطحالب Mesophilic algae ، و إن هناك طحالب تعيش في بيئات ذات دالة حامضية (pH) عالية تتراوح من (8-10) Alkophilic algae كما في جنس *Spirulina* وبعضها يتواجد في بيئات ذات دالة حامضية منخفضة (4.6-6) Acidophilic algae كما في طحلب *Calothrix* و توجد بعض الأنواع الطحلبية في بيئات ذات تراكيز عالية من الملوحة وتدعى Halophytic algae والتي تستعمل عدة ميكانيكيات للمحافظة على ضغطها الازموزي منها خزن الأملاح في الفجوات أو طرحها إلى الخارج عن

طريق الغدد الملحية Salt glands أو تقوم بإنتاج بعض المركبات الكيمائية متمثلة بالكاربوهيدرات والبروتينات للمحافظة على الضغط الازموزي بين داخل الخلية وخارجها.

أشكال الطحالب:

أولا: طحالب وحيدة الخلية Unicellular – form

جسم الطحلب يتكون من خلية واحدة وهي إما أن تكون متحركة مثل طحلب *Chlamydomonas* أو غير متحركة مثل طحلب *Chlorella*.

ثانيا: طحالب متعددة الخلايا Multicellular – form

وتكون بعدة أشكال :

أ- السينوبيوم **Ceonobium**: وهي تجمعات ذات عدد ثابت من الخلايا وشكل ثابت . الخلايا الخضرية المحيطة بالمستعمرة لا تتكاثر لذا تحافظ على شكلها الثابت وهي إما أن تكون متحركة كما في طحلب *Volvox*أو غير متحركة كما في طحلب *Pediastrium*.

ب- المستعمرات **Colonies** : هي عبارة عن تجمع عدد كبير من الخلايا الخضرية الطحلبية التي لها القدرة على التكاثر الخضري بما فيها الخلايا المحيطة بالتجمع لذا فان هذه التجمعات يكون شكلها وحجمها غير ثابتين وهي على عدة أشكال :

1- الشكل البالميلي Pallmiloid form

تكون الخلايا الخضرية الطحلبية مطمورة في كتل غير منتظمة من المادة الهلامية مثل طحلب *Microcystis*.

2- الشكل الشجيري Dendroid form

تكون الخلايا الخضرية طحلبية متجمعة بشكل أشبه بالشجرة تحيطها من الخارج المادة الهلامية كما في طحلب *Hydrurus*.

3- الشكل الأميبي Amoeboidal form

تتجمع الخلايا الخضرية الطحلبية بشكل تجمعات غير منتظمة تشبه الاميبيا .

ثالثا – الطحالب خيطية الشكل Filamentous form

تنتظم الخلايا الطحلبية على شكل خيوط ، في صف واحد أو على هيئة صفوف مستقيمة وهي على نوعين :

أ- خيوط بسيطة Simple filamentous

الخيوط الطحلبية تكون غير متفرعة وهي إما مستدقة النهاية مثل طحلب *Rivularia* أو أن تكون غير مستدقة النهاية مثل طحلب *Oscillatoria*.

ب- خيوط متفرعة Branched filamentous

وتقسم إلى قسمين :

1- متفرعة تفرعا حقيقيا :

الخلايا المكونة للأفرع مستمرة مع الخلايا المكونة للمحور الرئيس وتكون متشابهة أو مختلفة معها في الحجم كما في طحلب *Cladophora* .

2- متفرعة تفرعا كاذبا :

يحدث هذا النوع من التفرع عن انبعاج الخيط الطحلبي إذ يتراءى للناظر أن الطحلب متفرع ويحصل ذلك نتيجة لموت احد الخلايا الطحلبية أو نتيجة لاصطدام الخيط الطحلبي بجسم صلب أو تعرضه لتيارات مائية قوية كما في طحلب *Tolipothrix* .

رابعا – الطحالب الأنبوبية الشكل Siphonous form

يكون الطحلب على هيئة خيط تنعدم فيه الحواجز الخلوية ويحتوي على عدد كبير من الانوية كما في طحلب *Vaucheria* .

خامسا – الطحالب البرنكيمية الشكل Paranchymatous form

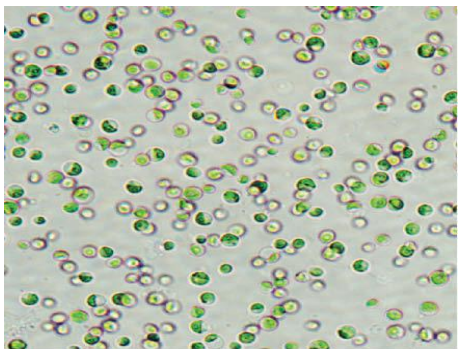
ويكون على نوعين :

1- الشكل البرنكيمي الحقيقي True Paranchymatous form

ينشأ من انقسام الخلايا الخضرية المرتبة في صف واحد وفي مستوى معين ومن ثم انقسامها في مستوى آخر وهكذا كما في طحلب *Ulva*.

2- الشكل البرنكيمي الكاذب False Paranchymatous form

ينتج عن انتظام الخيوط الطحلبية وبشكل صفوف من دون انقسامها بحيث تعطي شكل يشبه النسيج البرنكيمي لكنه كاذب كونه لم ينتج عن انقسام الخلايا كما في طحلب *Nemalion*.

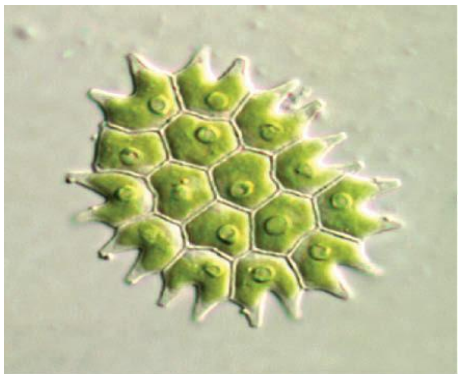


Chlorella

طحلب وحيد الخلية غير متحرك

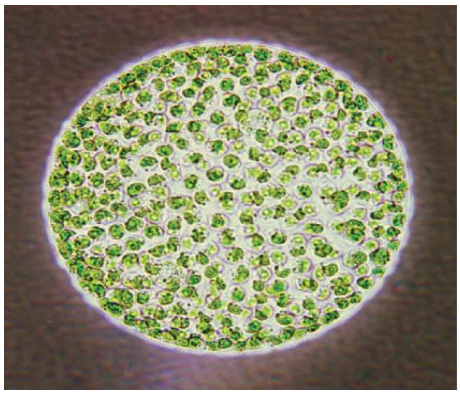
Chlamydomonas

طحلب وحيد الخلية متحرك



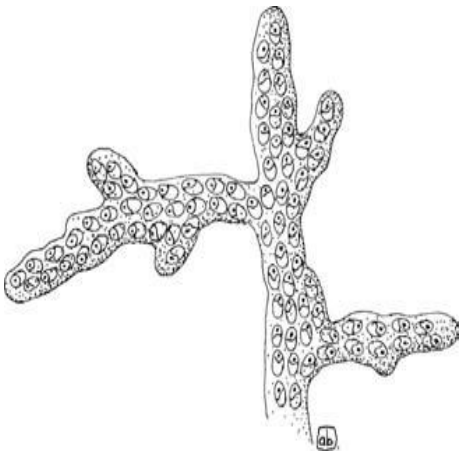
Pediastrium

سينوبيوم غير متحرك



Volvox

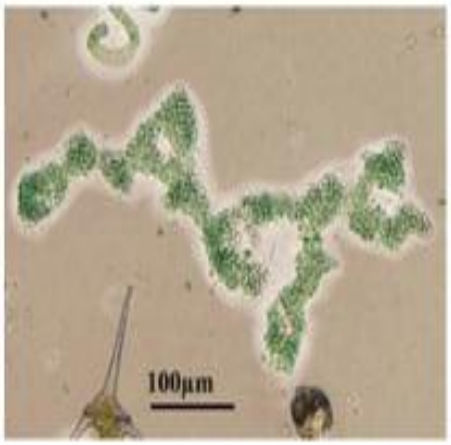
سينوبيوم متحرك



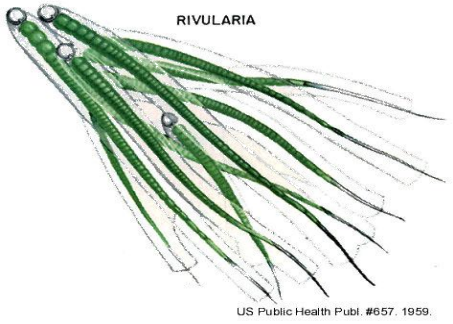
Hydrurus

Microcystis

مستعمرات ذات شكل شجيري



مستعمرات ذات شكل بالميلي



Rivularia

طحلب خيطي مستدق النهاية

Oscillatoria

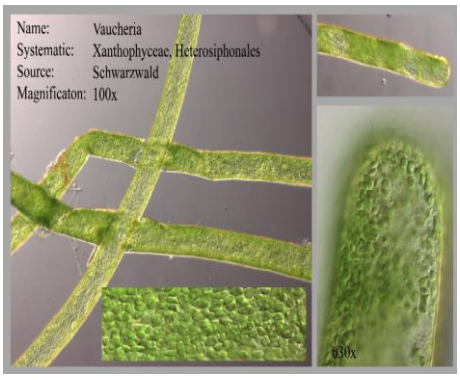
طحلب خيطي غير مستدق النهاية

Tolypothrix

طحلب خيطي متفرع تفرعا كاذبا

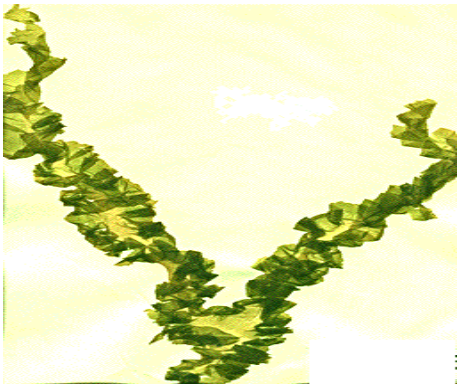
Cladophora

طحلب خيطي متفرع تفرعا حقيقيا



Vaucheria

طحلب سايفوني



Ulva

طحلب برنكيمي حقيقي

الفـــــــــصل الثاني

تصنيف الطحالب

Algal Classification