**الاسس المعتمدة في تصنيف الطحالب**

هناك صفات عديدة تختلف فيها مجاميع الطحالب عن بعضها ومن هذه الصفات او الاسس انه يلاحظ في الطحالب نوعين من الخلايا ، خلايا بدائية النواة Prokaryotic تفتقر الى الغشاء النووي وكذلك فاقدة للعضيات كالبلاستيدات والمايتوكوندريا واجسام كولجي والفجوات الحقيقية والاسواط ويتمثل هذا النوع من الخلايا في الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta ، اما النوع الاخر من الخلايا فهي حقيقية النواة Eukaryotic وتتمثل ببقية المجاميع الطحلبية والتي تحوي خلاياها على النواة الحقيقية وبقية العضيات (كما مبين بالشكل ادناه ).

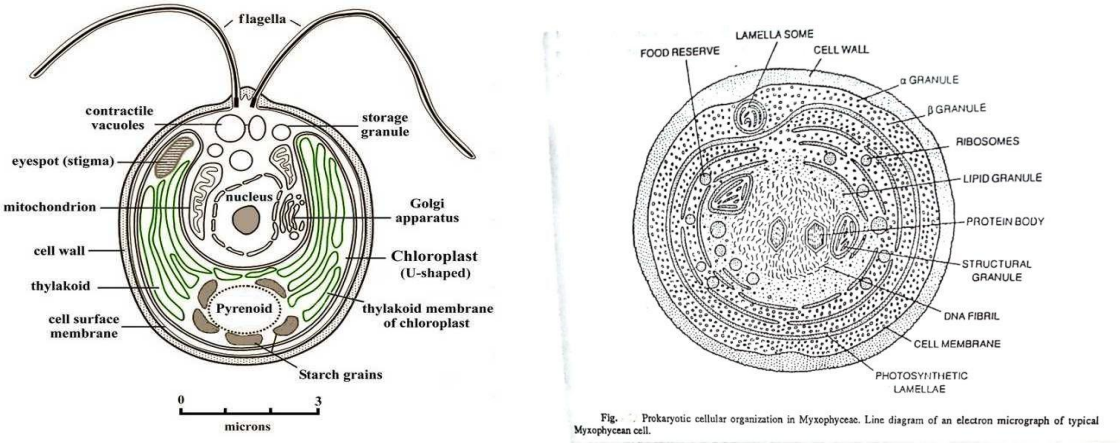



Fig. Prokaryotic cellular organization in Myxophyceae. Line diagram of an electron micrograph of typical Myxophycean cell.

**شكل يوضح المكونات الخلوية Prokaryoteو Eukaryote للخلية الطحلبية**

**وهناك ايضاً سبعة اسس اعتمدت في تصنيف الطحالب الى المجاميع الرئيسية وهي:**

**اولاً: الشكل الخارجي Morphology**

ان الشكل الخارجي من الصفات الاساسية التي اعتمدت في تصنيف الطحالب ، لقد تطرقنا سابقاً الى احجام واشكال الطحالب التي تختلف اختلافاً كبيراً فمنها احادي الخلية متحركة وغير متحركة او الخيطي المتفرع وغير المتفرع ومنها بشكل مستعمرات متحركة او غير متحركة او بشكل تجمعات طحلبية.

**ثانياً: تركيب الجدار الخلوي Cell wall structure**

يعد تركيب الجدار الخلوي من الصفات الاساسية في تصنيف المجاميع الطحلبية حيث تختلف الطحالب في التركيب الكيميائي لجدراها، فقد يكون تركيب جدارها من مركبات Mucopeptide component او السليلوز وانصاف السليلوزاو سليكا او كاربونات كالسيوم أو غشاء بلازمي وغيرها .

**ثالثاً: البلاستيدات والصبغات التمثيلية Plastids and Pigments**

تعتبر اشكال البلاستيدات وتركيبها الداخلي من الصفات التصنيفية الاساسية للطحالب :

a- **من حيث الشكل** : تختلف اشكال البلاستيدات فمنها الكأسي cup shape والقرصي Discoid والنجمي Stellate والشبكي Reticulate والشريطي band-like والحلزوني Spiral .

b- **من حيث الموقع**: فقد تكون البلاستيدة مركزية Central او تكون جدارية Paratial.

c- **عدد طبقات غشاء البلاستيدة**: تحاط البلاستيدة بغشاء ثنائي الطبقات وقد يحاط البلاستيدة من الخارج بغشاء او غشائين من الشبكة الاندوبلازمية وقد تلتصق الرايبوسومات على سطحها الخارجي المواجه للسايتوبلازم.

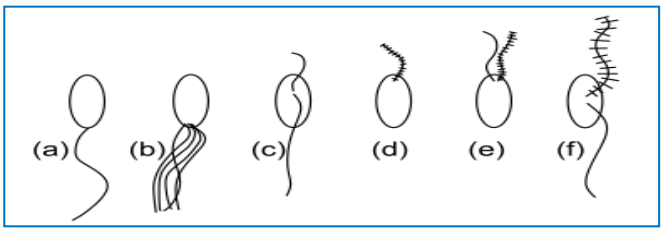
تحتوي البلاستيدة على الصبغات التمثيلية والتي تتمثل **بالكلوروفيلات Chlorophylls** و**الكاروتينات Carotenoids** و**صبغات البيلوبوتينات Phycobiliproteins** **وتختلف الطحالب باحتواءها على انواع هذه الصبغات.**

**رابعاً: الغذاء المخزون Storage products**

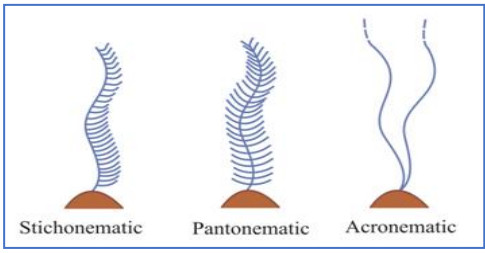
يعتبر الغذاء المخزون كذلك من احدى الطرق او الاسس المعتمدة في تصنيف المجاميع الطحلبية قد يكون بشكل نشأ غير حقيقي Myxophycean starch أو نشأ حقيقي يشبه النشأ النباتي starch الموجودة في النباتات الراقية او بشكل النشأ الفلوريدي Floridean starch او بشكل حويصلات زيتية خارج البلاستيدة او يخزن الغذاء بشكل Laminain و Mannitol وغيرها.

**خامساً: الاسواط Flagella**

تعد الاسواط احدى الاسس المهمة في تصنيف الطحالب في وجودها او عدمه وفي طبيعة هذه الاسواط وموقع اتصالها وعددها وطولها والزوائد التي قد تحتويها. ان جميع شعب الطحالب مزودة باسواط ماعدا شعبتي الطحالب الخضر المزرقة والطحالب الحمر، تحتوي الكثير من الخلايا الطحلبية على الاسواط التي تساعدها في الحركة او تحوي الاطوال التكاثرية ( الامشاج والابواغ) على الاسواط للاشكال الخضرية غير المتحركة.




في المقطع المستعرض لغالبية الاسواط يكون تركيبها الداخلي مؤلف من 2+9 من اللوبيفات التي تتركب بشكل 9 ازواج من اللوبيفات المحيطية ولوبيفتين مركزية




**سادساً: تركيب الخلية Cell Structure**

يختلف تركيب الخلية حسب اقسام الطحالب في بعض الاشكال ، فمثلاً ان الطحالب الخضر المزرقة بدائية النواة Prokaryotic حيث لاتوجد نواة حقيقة وبلاستيدات وان العضيات الخلوية غير محاطة باغشية محددة. كما يلاحظ هناك بعض اختلافات في التركيب الخلوي للطحالب الحقيقية.

كما ان هنالك اختلافات واسعة بين مجاميع الطحالب المختلفة من ناحية تركيب المايتوكوندريا Mitochondria و اجسام كولجي Golgi apparatus و الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum (تكون على نوعين Rough E.R. و Smooth E.R. ) والبلاستيدات والفجوات المتقلصة Contractile vacuoles حيث غالبية الطحالب المتحركة تحوي على فجوتين متقلصتين في مقدمة الخلية.

**سابعاً: التصنيف على المستوى الجزيئي Molecular level**

ان التصنيف على المستوى النوع بتحديد التسلسل الجيني للطحلب على مستوى النوع species يجهز الدقة بالتشخيص و كدليل دقيق الذي ينشأ من بيئة الفرد autoecology ضمن الاجناس. ان الطحالب عموماً صغيرة الحجم ومتشابهة بالصفات ضمن الجنس ، لذا تحديد الانواع على اساس التسلسل الجيني او تسلسل القواعد النايتروجينية ، نوع الجين وطول السلسلة وغيرها من العوامل الجينية يحدد بشكل دقيق الجنس والنوع للطحلب.

**التكاثر في الطحالب الخضراء Reproduction of Algae**

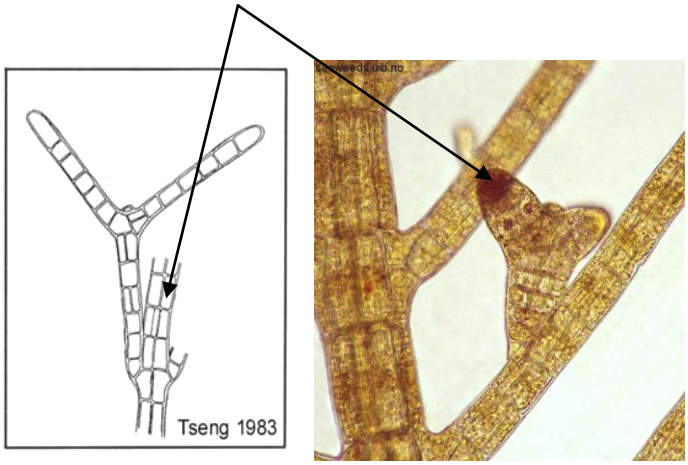
1- **التكاثر الخضري Vegetative reproduction:**

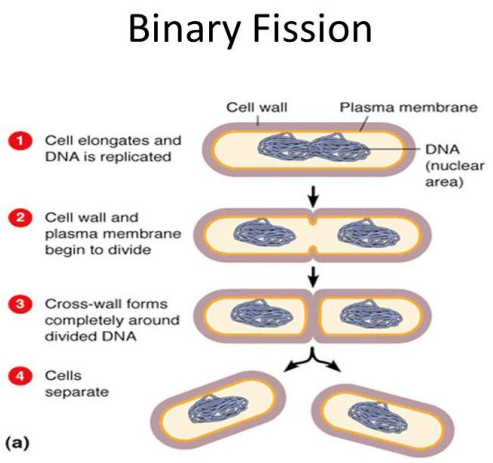
يحدث هذا النوع من التكاثر في الطحالب الاحادية الخلية بطريقة الانقسام الخلوي البسيط Cell division (Binary fission) ويتكرر انقسام الخلية بصورة متعاقبة .

اما الاجناس الخيطية البسيطة والمستعمرات المتجمعة وبعض الاجناس متعددة الخلايا تتكاثر بطريقة التجزؤ fragmentation حيث يتجزأ الخيط لتنمو الاجزاء المنفصلة الى افراد جديدة. بعض الاجناس من الطحالب الخضر المزرقة الخيطية تتكاثر بطريقة Homogonia وهي مجموعة من الخلايا الحية التي تنحصر بين خليتين ميتين والتي تنفصل وتتحرك حركة زاحفة لتنمو مكونة طحلب جديد.

اما في الطحالب البنية تتكاثر بطريقة Propagules عبارة عن تراكيب خضرية متعددة الخلايا تنفصل من جسم الطحلب الام لتنمو الى طحالب جديدة تشابه الطحلب الام.

Propagules



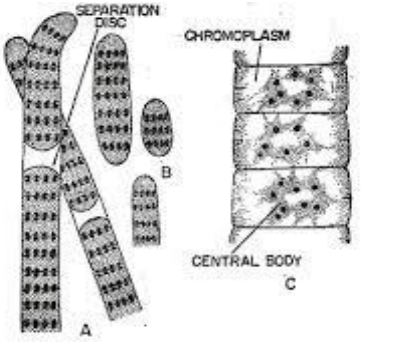




Fig. 185A. *Oscillation.* A—filaments, B—hormogonia, C—cells magnified to show nature of protoplast.

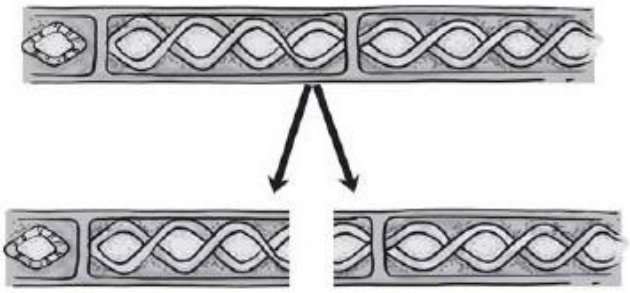
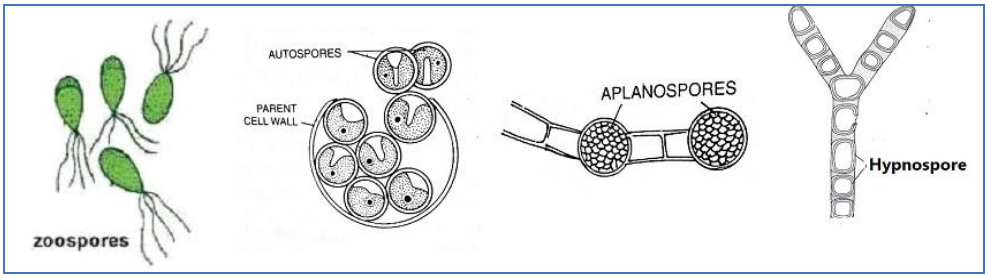


***Fig. 12.6*** *Fragmentation in spirogyra (an alga)*

2-**التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction:** من الخلايا التكاثرية التي تنمو الى طحالب جديدة دون ان تتحد مع غيرها من الخلايا الابواغ spores وهي خلايا مفردة تعتبر وسيلة للتكاثر اللاجنسي وتتكون في الغالبية العظمى من اللطحالب وتكون الابواغ بانواع مختلفة من وهي:

a- Zoospore ابواغ متحركة عارية وتتكون في غالبية الطحالب.
b- Aplanospore ابواغ غير متحركة عارية تتكون عادة في الطحالب الطينية.
c- Hypnospore ابواغ غير متحركة ومحاطة بجدار سميك.
d- Autospore ابواغ تشابه في شكلها خلايا الام الا انها اصغر حجماً.

وتتكون الابواغ داخل خلايا او تراكيب متخصصة تدعى الحوافظ البوغية sporangium وتشابه تسمية الحوافظ البوغية باسماء الابواغ التي تحتويها ( Zoosporangium, Aplanosporangium). وفي بعض طحالب Cyanophyta والطحالب الخضر تتكون خلايا خضرية شبيهة بالابواغ محاطة بجدار سميك متعددة الطبقات لها القدرة على مقاومة الظروف البيئية غير الملائمة تدعى بـ Akinete الخلية الساكنة.




**شكل يوضح أنواع السبورات اللاجنسية في الطحالب**

### 3-التكاثر الجنسي Sexual reproduction :

يحدث التكاثر الجنسي في غالبية الطحالب. ويتم باتحاد خليتين ، حيث يتحد البروتوبلاست بعملية plasmogamy يعقبه اتحاد الانوية karyogamy ويطلق على الخلايا التكاثرية الجنسية بالامشاج gametes ، وقد تتكون خلايا خضرية اعتيادية او داخل خلايا متخصصة gametangia وهناك ثلاثة انواع من التكاثر الجنسي التي تحدث في الطحالب ( الشكل ).

1- **Isogamous** : اتحاد الامشاج المتشابهة مظهرياً وفسلجياً وتكون متحركة.

2- **Anisogamous** : اتحاد امشاج مختلفة مظهريا احدهما صغير والاخر كبير وتكون متحركة .

3- **Oogamous**: ويتمثل باتحاد امشاج مختلفة احدهما صغير و متحرك او Anthrozoid والاخر كبير غير متحرك تمثل البيضة Ovum. وتتكون هذه الخلايا التكاثرية داخل خلايا متخصصة الى اعضاء تكاثرية تدعى عضو التكاثر الذكري Antherdiaو عضو التكاثر الانثوي Oogonium.

ويحدث التكاثر الجنسي في بعض الاجناس كما في افراد رتبة Zygnematales بطريقة الاقتران Conjugation والذي يحدث اما بين خلايا خيطين طحلبين مختلفين ويكون من النوع السلمي Scalariform او يحدث بين خلايا نفس الخيط ويكون من النوع الجانبي Lateral .

في بعض الانواع قد يحدث ان تنمو الامشاج بدون اتحاد الى افراد جديدة تسمى التكاثر العذري Parthenogenesis.

قد تتكون الامشاج المتحدة على نفس النبات يسمى Homothallic او احادي المسكن Monoecious او تتكون على نباتين مختلفين يسمى Heterothallic او ثنائي المسكن Diecious ، وينتج من اتحاد الامشاج في الانواع الثلاثة من التكثر الجنسي بالبيضة المخصبة Zygote والتي تحاط بجدار سميك وتسمى Zygospore او Oospore وتقاوم الظروف البيئة غير الملائمة.

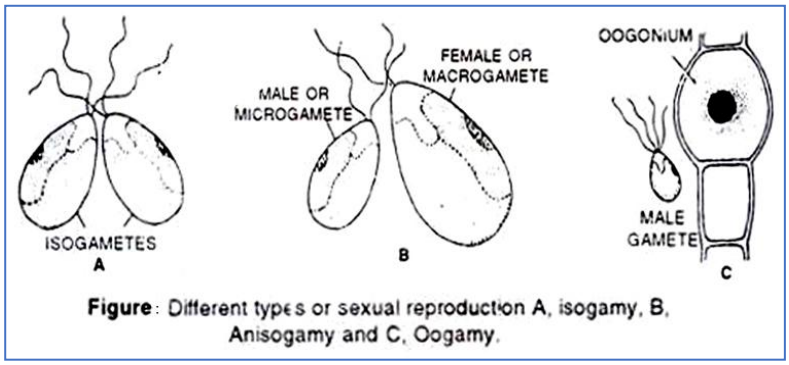



**Figure**: Different types or sexual reproduction A, isogamy, B, Anisogamy and C, Oogamy.

## دورات الحياة Life cycle

هناك اربعة دورات حياة في الطحالب وهي: ( كما مبين بالمخطط )

### 1-دورة الحياة الاحادية Haploid life cycle

في هذا النوع من دورات الحية يكون النبات الام (1n) وكذلك جميع مراحل دورة الحياة ماعدا مرحلة البيضة المخصبة حيث تكون النواه حاوية (2n) من الكرموسومات ولذلك تعاني انقسام اختزالي وينتج منه طحلب جديد او او انواع متحركة او ساكنة (1n) تنمو الى طحالب جديدة تشابه الطحلب الام.

### 2- دورة الحياة الثنائية Diploid life cycle

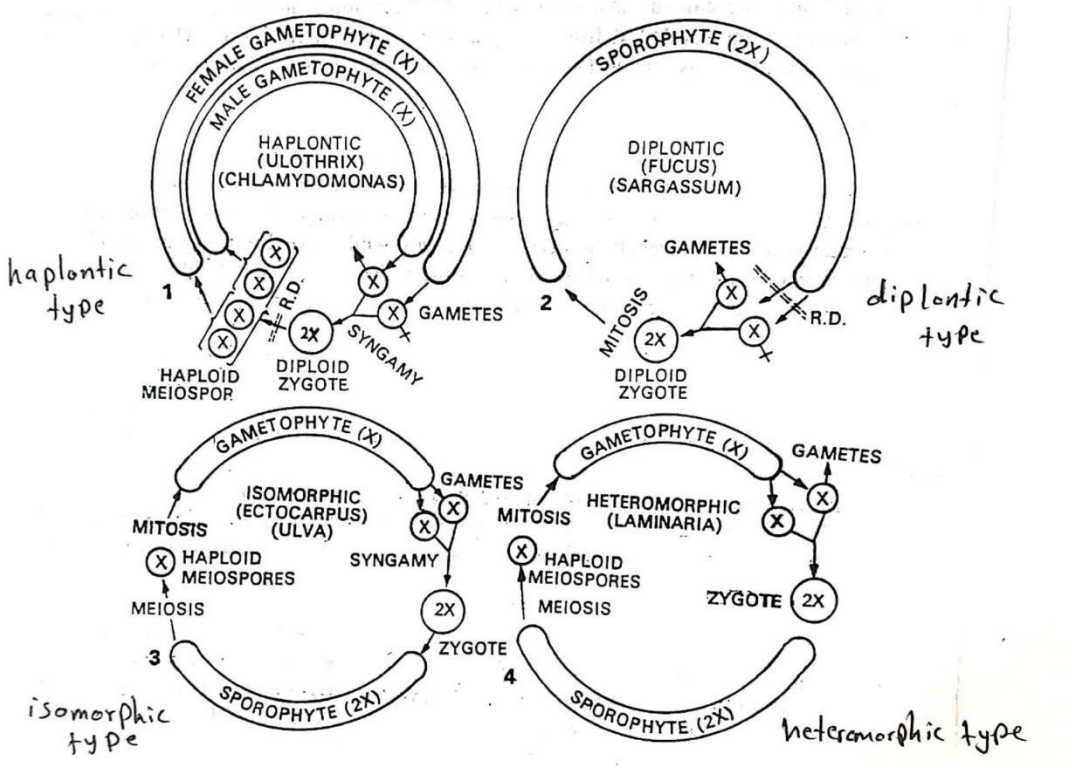
هي دورة الحياة التي يكون فيها نبات الام (2n) وكذلك بقية المراحل في دورة الحياة ماعدا مرحلة تكوين الامشاج حيث تكون النواه حاوية (n1) من الكرموسومات ويتحد ويتكون الزايكوت وينتج منه طحلب جديد.

### 3- دورة الحياة المتشابهة مظهرياً Isomorphic diplobiontic life cycle

وهي دورة الحياة التي تتميز بتعاقب طورين احدهما الطور البوغي sporophyte (اللاجنسي) يتعاقب مع الطور المشيجي Gametophyte (الجنسي). يكون النبات البوغي مشابه مظهريا للنبات المشيجي .

### 4- دورة الحياة المتباينة مظهرياً Heteromorphic diplobiontic life cycle

ويكون الطور البوغي مختلف تماماً او متباين عن النبات المشيجي ،يحدث الانقسام الاختزالي في النبات البوغي ليكون ابواغ متحركة نواتها (1n).




شكل او مخطط (1): انواع دورات الحياة في الطحالب

**الاهمية البيئية و الاقتصادية للطحالب :**

للطحالب فوائد ومضار للبيئة منها استخدامات وتأثيرات على البيئة تشمل الجوانب الايجابية والسلبية.

**الفوائد Advantage :**

1- **غذاء للانسان**:تحتوي الكثير من الطحالب تقريباً 70 نوعاً من الطحالب الحمر والخضر والبنية والطحالب الخضر المزرقة على نسبة عالية من البروتين لذا استخدمها الانسان في كثير من الدول كغذاء حيث تصل نسبة البروتين (36-62)% من الوزن الجاف للطحلب، مثل *Chorella* والبعض منها تحوي على الفيتامينات والاملاح بالاضافة الى البروتين.

2- **يمكن استخدامها كعلف للحيوانات** حيث في بعض الدول تستخدم انواع من الطحالب الحمر كغذاء للماشية والدواجن لقيمتها الغذائية بماتحتويه من فيتامينات واملاح كالبوتاسيوم واليود. وكذلك يستخدم كسماد عضوي للنباتات وخاصة الانواع التي تثبت النايتروجين الجوي والذي يزيد من خصوبة التربة كالـ *Anabaena* و *Nostoc* وانواع اخرى.

3- **منتجات اولية Primary producers:** تعد الطحالب الاساس في السلسلة الغذائية في البيئة المائية كمنتجات اولية للغذاء للاحياء المائية بصورة مباشرة او غير مباشرة.

4- **التنقية الذاتية Autopurification:** تقوم الطحالب بعملية التنقية الذاتية في بعض المسطحات المائية من خلال عملية البناء الضوئي وماتطلق من الاوكسجين في تلك المسطحات ومما يدعم كمية الاوكسجين المذاب فيها.

5- **تستخدم في الصناعة:** كثير من مشتقات الطحالب استخدمت في الصناعة مثل:
- يستعمل كوقود حيوي biofuels ووقود لانتاج الطاقة الكهربائية.
- يستعمل الطحالب مع البكتريا في تحليل الفضلات السائلة وشبه السائلة.
- استخلاص الاكار agar من بعض الطحالب لتنمية البكتريا والفطريات.
- كمثخنات الاغذية والايس الكريم والعصائر.
- مادة Carrageenin الذي يدخل في صناعة معاجين الاسنان ومساحيق التجميل والعطور والاصباغ وصناعة الانسجة والجلود وكذلك حامض الالجينك Alginic acid الذي يستخطم ايضاً في صناعة الانسجة الاصناعة والبلاستيك والمطاط.
- صناعة الزجاج والتحفيات والصابون من الطحالب الخضر ويتم استخلاص الغراء Glue من الطحالب الحمر.

**6- الاراضي الدايتومية Diatomaceous earth:**
- تستخدم كمرشحات لترشيح وتقية العصائر وقصب السكر والمشروبات الكحولية.
- تستخدم في صقل وتلميع الفضة .

- يستخدم ايضاً في صناعة مساحيق التجميل ومعاجين الاسنان.
- في صناعة الملابس الواقية للحرارة وصناعة الافران الحرارية.

7- **في صناعة الادوية:** حيث يستخدم بعض الاعشاب البحرية لانتاج العقاقير الطبية مثلاً:
- علاج بعض الامراض مثل سرطان المثانة والثدي.
- ويستعمل حامض الالجنين المستخلص من الطحالب الحمر في ايقاف النزيف.
- يستعمل كغطاء خارجي للحبوب والكبسولات.
- علاج امراض الكلية واضطرابات المثانة مثل طحلب *Ulva* وكذلك معالجة الآم الرئتين وامراض اخرى.
- علاج التهاب المفاصل.

8-ساهمت في تطور علوم الحياة حيث استخدمت بعض أنواعها مثل طحلب *Chlorella -Chlamydomonas* في أبحاث الفسلجية و البناء الضوئي والوراثة.

9- **كدلائل لتلوث المياه** وخاصة النفط او العناصر الثقيلة، اضافة الى فوائد اخرى..

**المضار Disadvantage**

1- **يسبب ظاهرة الاثراء الغذائي Eutrophication** الى حدوث تلوث في المياه بتغير الطعم والرائحة وكذلك في موت الاسماك والحيوانات المائية.
2- **انتاج مواد سامة Toxin** في المياه تؤدي الى موت الاحياء المائية وخاصة الاسماك (ظاهرة المد الاحمر Red tide) بسبب ازدهار بعض الطحالب Pyrrophyta وكذلك بعض الطحالب الخضر المزرقة (*Microcystis*).
3- **اعاقة الملاحة:** سد مرشحات السفن والبواخر والزوارق وتآكلها حيث تنمو بكثر على سطوحها الخارجية ويتطلب تنظيفها وقتاً طويلاً وخسائر اقتصادية.
4- **تسبب تلوث الماء وروائح كريهه** فتؤثر على الناحية الجمالية للماء وخاصة المناطق السياحية والاستجمام.
5- **صحة الانسان والحيوان:** تسبب بعض الطحالب ضرراً على صحة الانسان والحيوان عند تناول الاسماك التي سبق ان تناولت الطحالب الضارة والتي تفرز بعض السموم مما يؤدي الى اضرار الجهاز الهضمي وقد يسبب بعض الطحالب الخضر الاسهال عند تواجدها بكميات قليلة في مياه الشرب.