ثانياً : البلاستيدات والصبغات التمثيلية Plastids and Synthetic Pigments

تعد البلاستيدات من العناصر الاساسية في تصنيف الطحالب ويمكن تقسيمها وفق عدة اسس هي:

1-أشكال البلاستيدات : تعد أشكال البلاستيدات من الصفات الاساسية للطحالب ومن أشكالها الشبكية Reticulateوالكأسية Cup – Shapeوالقرصية Discoidوالنجمية Spiral .

والحلزونية Band – Like والشريطية Stellate

٢- موقع البلاستيدة : قد تكون مركزية Central

او تكون جدارية Parietal

3- تركيب البلاستيدة : تحاط البلاستيدة بغشاء ثنائي الطبقات وقد يحاط هذا الغشاء من الخارج بغشاء أو غشائين من الشبكة الاندوبلازمية والتي تلتصق الرايبوسومات على سطحها الخارجي المواجهة للسايتوبلازم ، وقد تحيط الشبكة الاندوبلازمية المحيطة بالبلاستيدة بغشاء النواة . تحتوي البلاستيدة على أكياس غشائية بشكل صفائح تركيبها من الدهون والبروتينات ، وتتركب هذه الصفائح فوق بعضها لتكون صفائح البناء الضوئي Thylakoid Bandsأو الاقراص Discsوتحاط بحشوة تدعى Stromaوتحوي حزم البناء الضوئي على الحبيبات الصبغية والتي تمثل موقع التفاعلات الكيمياوية الضوئية

يعد تركيب البلاستيدة من الصفات التصنيفية في الطحالب:

1-في الطحالب الخضر المزرقة : لا توجد بلاستيدات ولكن تنتشر صفائح البناء الضوئي المفردة في السايتوبلازم المحيطي وتلتصق حبيبات صبغات البيلوبروتين والتي تسمى Phycobilosomعلى حزم الثايلوكويد.

2-في الطحالب الحمر والخضر والكارية : تحاط البلاستيدة فقط بالغشاء الثنائي الطبقات.

3-في الطحالب اليوغلينية والدولابية : يحاط غشاء البلاستيدة من الخارج بغشاء واحد من الشبكة الاندوبلازمية.

4-في الطحالب البنية والذهبية والكربتات : يحاط غشاء البلاستيدة من الخارج بغشائين من الشبكة الاندوبلازمية والتي تحيط غشاء النواة ، أيضاً كما يلاحظ من الفراغ الواقع بين غشاء البلاستيدة وغشاء الشبكة الاندوبلازمية أنيبيبات ورايبوسومات.

5-في الطحالب الكربتات : يتجمع الغذاء المخزون في هذا الفراغ أيضاً.

يختلف عدد صفائح البناء الضوئي بأختلاف المجاميع الطحلبية وكذلك غالبية البلاستيدات تحتوي على ال DNA.

الصبغات التمثيلية : The Pigments

تظهر الطحالب الوان مختلفة فقد تكون ذات لون أخضر ، أخضر مزرق ، اصفر ، بني ، ذهبي ، أحمر ..... الخ . وأن السبب في ذلك هو أحتواء الطحالب على صبغات البناء الضوئي الاساسية باللاضافة الى الصبغات المساعدة وعليه فأن هناك أربعة أنواع من الصبغات الاساسية التي توجد في الطحالب وهي

الكلوروفيلات Chlorophylls

جميع الكلوروفيلات لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في الكحول والاسيتون والايثر وتشمل:

Chlorophyll a يوجد في جميع انواع الطحالب

Chlorophyll b يوجد في الطحالب الخضر والكارية واليوغلينية كصبغة مساعدة فقط ويكون مع Chl . a بنسبة 3 Chl a : 1 Chl. b أو 2 Chl A : 1 Chl b

Chlorophyll c ويوجد في الطحالب التي تعيش في بيئة المياه المالحة والمتمثلة بالطحالب الحمر والكربتات والدوارة.

Chlorophyll d يتواجد في بعض الاجناس المتطورة من الطحالب الحمر.

الكاروتينات Carotenoids

وهي الحبيبات التي تعطي اللون الاحمر أو البرتقالي أو الاصفر ، وهي أيضاً لا تذوب في الماء وتذوب في الكحول والاسيتون والايثر وتتواجد عادة داخل البلاستيدة ويمكن تقسيم هذه الصبغات الى مجموعتين:

أ – الكاروتين Carotenes (البرتقالية) وهي هيدروكاربونات خالية من الاوكسجين وتكون أما بهيئة Carotene β هو الاكثر شيوعاً وتواحداً في المجاميع الطحلبية المختلفة . أما α و γكاروتين فتكون متواجدة مع Carotene β في الطحالب الخضر والكارية والذهبية والكربتات وفي الطحالب الحمر يوجد فقط α and β Carotene

.

ب - الزانثوفيل Xanthophylls (الصفراء) وهي هيدروكاربونات مؤكسدة ، وتتواجد بأنواع كثيرة ومختلفة وهي في الطحالب الخضر متشابه انواعها تقريباً مع النباتات الراقية.

صبغة ال Fucoxanthin من الصبغات الرئيسة المتواجدة في الطحالب الذهبية والبنية.

Phycobiliproteins (صبغات البيلوبروتين)

هي صبغات تذوب في الماء وتكون أما حمراء Phycoerthrin أو خضراء مزرقة

Phycocyaninوتتواجد هذه الصبغات في الطحالب الخضر المزرقة والحمر والكربتات.
وهي عبارة عن صبغة مرتبطة مع البروتين.
المركز النشوي Pyrenoid :

في معظم الطحالب يقع المركز النشوي داخل البلاستيدة وفي بعض الطحالب يقع خارج البلاستيدة . ويعرف بأنه مركز تحويل نواتج البناء الضوئي الى مواد مخزونة كالنشا في الطحالب الخضر وبشكل حبيبة أو اكثر من الحبيبات النشوية وتكون هذه الحبيبات مضغوطة على سطح المركز النشوي. وهناك أعتقاد آخر على أن المركز النشوي هو مركز أو موقع لبناء النشا وذلك ببلمرة جزيئات الكلوكوز من البلاستيدة الى نشا على سطح المركز النشوي . بعض الطحالب تفتقر الى وجود المركز النشوي.

- البقعة العينية Eye Spot :

هي تركيب قضيبي الشكل يتكون من حبيبات دهنية متجمعة وتكون حاوية على صبغات الكاروتين التي تعطي اللون الاحمر البرتقالي وتقع في الغالب عند قاعدة السوط . وهي عضو التوجه الضوئي أو الانتحاء الضوئي للطحلب

ثالثا ً: الغذاء المخزونStorage Products :
يعد الغذاء المخزون من أحد الطرق أو الاسس المعتمدة في تصنيف المجاميع الطحلبية ويمكن التعرف على بعض الامثلة وهي:
1- في الطحالب الخضر المزرقة : يخزن الغذاء بشكل نشأ من نوع Myxophycean Starchأو Cyanophycean Starch وله تركيب مشابه لتركيب الكلايكوجين الحيواني ويظهر أما بشكل حبيبات أو أجسام متطاولة.
2-في الطحالب الحمر : يخزن الغذاء بشكل نشأ يسمى النشأ الفلوريدي Floridean Starch .
3-في الطحالب الخضر والكارية : يخزن الغذاء بشكل حبيبات توجد داخل البلاستيدة ويكون النشأ هو النشأ النباتي الموجود في النباتات الراقية.
4-في الطحالب الكربتات : يحوي النشأ على نسبة عالية من Amyloseويخزن بشكل حبيبات تقع بين البلاستيدة والشبكة الاندوبلازمية للبلاستيدة.
5-الطحالب الدولابية (الدوارة) : النشأ المخزون خارج البلاستيدة ولم يعرف تركيبه.
6-في الطحالب الذهبية والدايتومات : يخزن الغذاء بشكل Leucosin و

Chrysolaminarin وبشكل حويصلات خارج البلاستيدة علماً بأن هذه المجموعة من الطحالب تخزن كميات كبيرة من الزيوت.

7-في الطحالب البنية : يخزن الغذاء بشكل Mannitolأو Laminarin وتكون بشكل محتويات سائلة شبيهة بالزيوت وبشكل حويصلات خارج البلاستيدة محيطة بالمركز النشوي.

8-في الطحالب اليوغلينية : يخزن الغذاء بشكل حبيبات تقع خارج البلاستيدة وتسمى Paramylum

رابعا : الاسواط Flagella

تعد الاسواط وحدات الحركة بالنسبة الى الطحالب سواء الشكل الخضري له أو الوحدات التكاثرية (السبورات والكميتات) حيث تختلف الاسواط من حيث الموقع والشكل والعدد والطول .... الخ.

وعليه فهي تعد صفة تصنيفية مهمة بالنسبة للطحالب وهي كما يلي:

- من ناحية الموقع:
  - -أذا كانت في المقدمة Anterior
  - -أذا كانت في المؤخرة Posterior
  - -أذا كانت في الجانب Lateral

كما وتختلف في اطوالها وهي كما يلي:

- -متساوية في الطول Isokont
- -غير متساوية في الطول Anisokont

أحدهما يكون من النوع الاملس والآخر من النوع الشعيري Heterokonot

عندما يكون السوط أملس يدعى Achronematic وعندما يكون شعيري يدعى Pantonematic

كما تختلف الطحالب في عدد الاسواط فقسم يحتوي على سوط واحد أو سوطين أو ثلاثة وفي بعض الحالات النادرة تحتوي على أربعة أسواط.

- كما توجد حالات نادرة بوجود خصلة من الاسواط في مقدمة الطحلب أو نهايته وغالباً ما تكون في الوحدات التكاثرية لأكثر من عشرين سوط.

خامسا : تركيب الخلية Cell Structure

قد تلاحظ أختلافات أخرى في الخلايا الطحلبية بالنسبة للنواة البدائية والحقيقية أو قد تختلف في التركيب الخلوي فالطحالب العصوية (الدايتومات) مثلاً تكون خلاياها مؤلفة من نصفين) مصراعين) يحتويان على نقوش مختلفة من مادة السليكا ، كما أن أشكال البلاستيدات الخضراء ومواقعها تختلف من نوع من الطحالب لأخر وهكذا

ومن محتويات الخلية الاخرى التراكيب الاتية:

1.المايتوكوندريا Mitochondria :تكون أما كروية أو أسطوانية محاطة بغشاء ثنائي الطبقات . والمايتوكوندريا هي العضو المسؤول عن التنفس في الخلية ويتراوح عددها من 50الى بضعة آلاف.

2.أجسام كولجي Golgi Apparatus :وهي عبارة عن تراكيب كيسية غشائية أو حويصلات مختلفة الاحجام مترابطة مع بعضها وهي مسؤولة عن تكوين الحراشف في بعض الطحالب أو اضافة مكونات جدارية أخرى في الطحالب.

النمو في الطحالب Growth in Algae

هناك عدة أشكال للنمو في الطحالب وكما يلي:

١- النمو العام او المنتشر : Diffuse or Generalized Growth

يحدث هذا النوع من النمو في الطحالب متعددة الخلايا بأن تنقسم جميع الخلايا من جسم الطحلب فيزداد حجم الطحلب كما في طحلب *Ulva* .

٢- النمو المحدد: . : Localized Growth

وهو الاكثر شيوعاً في الطحالب حيث ان خلايا النمو تقع في مواقع محددة من جسم الطحلب ويكون بعدة انواع هي:

أ- النمو القمي : : Apical Growth

وفيه يتحدد موقع خلايا النمو في قمة الجسم وهذا النوع من النمو يلاحظ في غالبية الطحالب مثل *Cladophora* .و *Chara*

ب – النمو القاعدي: Basal Growth

وفيه يتحدد موقع خلايا النمو في قاعدة جسم الطحلب وهذا النوع قليل الحدوث في الطحالب *Bulbechaete* .

ج- النمو البيني: Lateral growth

وفيه يتحدد موقع النمو بأنقسام خلية أو خلايا بينية في جسم الطحلب كما في طحلب *Oedogonium* .

٣- النموالخيطي: Tricothallic Growth

الذي يلاحظ في بعض أجناس الطحالب البنية مثل طحلب *Ectocarpus*حيث ينمو الخيط من خلال الانقسام لعدد من الخلايا المكونة لذلك الخيط.

التكاثر في الطحالب

أولاً : التكاثر الخضري: Vegetative Reproduction :

أ- الأنشطار البسيط Binary Fission or Cell Division :

هو أنقسام الخلايا الطحلبية الوحيدة الخلية الى نصفين متماثلين ثم الى أربعة ، ثمانية .... الخ الى أن تصل الى آلالاف وتصل الى ملايين الخلايا في حالة توفر الظروف البيئية للطحلب والتي تساعد في استمرار عملية الانشطار والوصول الى هذا العدد الهائل من الخلايا.

ب- التجزؤ Fragmentation :

يتم هذا النوع من الكاثر في الاجناس الخيطية أو المستعمرات المتجمعة حيث تتجزأ الخيوط أو تجمعات الخلايا لتنمو هذه الاجزاء الى طحالب جديدة.

ج- تكوين ال Hormogonium :

وهي مجموعة من الخلايا من الخيط الطحلبي التي تنحصر بين خليتين ميته والتي تنفصل وتتحرك حركة زاحفة وتنمو مكونة طحلب جديد مثل*Oscillatoria* .

د- تكوين ال Propagules :

يحصل في الطحالب العملاقة أو الكبيرة الحجم البحرية أذ تنقسم الخلية الطحلبية الى عدد من الخلايا مكونة كتلة خلوية تشبه درنات البطاطا تنفصل عن الخلية الام لتعطي فرد جديد شبيه بالخلية الام وهذا يعتبر من الحالات النادرة كما في طحلب ال *Sphacelaria* من الطحالب البنية.

ثانياً : التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

ويتم هذا النوع من التكاثر بأنتاج تراكيب تكاثرية تسمى السبورات Sporesوتكون من عدة انواع هي:

1- Zoospores

هي عبارة عن وحدات تكاثرية متحركة بواسطة الاسواط التى تختلف في عددها وموقعها وشكلها

. تنتج هذه السبورات عادة من أنقسام محتويات الخلية الخضرية الى عدد كبير من الخلايا ، كل خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية تسمى سبور Spores .وفي بعض الاحيان تنتج عن طريق تكون الاجسام الثمرية التي تعرف ب Sporangiaتنطلق الى الخارج بعد نضج الجسم الثمري . تكون السبورات في الطور الخضري للطحلب الذي يعرف بالطور السبوري أو . Sporophyte

: Aplano spores -2

تتكون هذه السبورات بنفس الطريقة التي ذكرت في السبورات المتحركة وهناك عدة أنواع منها:

Hypeno spores -a

هي عبارة عن سبورات متحركة في داخل الخلية الخضرية أو الحافظة السبورية تفقد أسواطها عند أنطلاقها الى البيئة المحيطة بها لتعرضها الى بيئة غير ملائمة حيث بعد فقد الاسواط تحاط بجدار سميك يقيها من المؤثرات الخارجية حيث تنبت الى خلية طحلبية جديدة في حالة عودة الظروف البيئية الى طبيعتها.

: Stato spores -b

هي عبارة عن سبورات ناتجة عن أنقسام الخلايا الخضرية لبعض الانواع الطحلبية التابعة الى صف الطحالب الذهبية Chrysophyceaeأذ تعمل هذه السبورات على أحاطة نفسها بجدار سميك من مادة السليكا وهي في داخل الخلية الخضرية وغالباً ما يتخلل الجدار السلكي المحيط بها فتحات غير مغطاة بمادة السليكا يستخدمها السبور لدخول الهواء والمواد الغذائية.

: Auto spores -c

هي عبارة عن سبورات تشبه الخلية الام في كل الصفات الا أنها أصغر حجماً منها.

: Endo spores -d

هي السبورات التي تتكون داخل حوافظ سبورية تحتوي في الجزء العلوي على فتحة تسمى Operculumأثناء عملية النضج تتحرر أو تنطلق السبورات الى محيطها الخارجي عن طريق أنحلال جدار الحافظة السبورية أي لا تخرج عن طريق فتحةOperculum .

Exo spores -e

هي السبورات التي تتكون داخل الحوافظ السبورية الحاوية على فتحة علوية تسمى Operculum وتكون مغطاة بغطاء أثناء عملية النضج لهذه السبورات يحصل ضغط عن طريق السبورات على الفتحة وتنطلق بعد ذلك من فتحةOperculum .

٣- الخلية الساكنة Akinetes

تتكون هذه السبورات نتيجة لتحور بعض الخلايا الخضرية في الخيط الطحلبي عند تعرض الطحلب الى ظروف بيئية قاسية جداً حيث تحاط هذه الخلايا بجدار سميك جداً بالاضافة الى أنها تكبر بالحجم نتيجة لزيادة المادة الحية فيها . وخزنها المواد الغذائية التي تحتاجها مثل هذه الخلايا لزمن طويل قد يصل الى سنوات تنبت عند توفر الظروف البيئية الملائمة وهو نوع من التكاثر تلجأ اليه الطحالب في الظروف البيئية القاسية فقط للحفاظ على النوع كون ان عدد الخلايا الناتجة من هذا النوع من التكاثر قليلة جداً.

ًثالثا:Sexual Reproduction

يحدث التكاثر الجنسي في غالبية الطحالب ويتم بأتحاد خليتين ويطلق على الخلايا التكاثرية الجنسية بالامشاج Gametsقد تكون الامشاج داخل خلايا خضرية أعتيادية أو داخل خلايا متخصصة تدعى Gametangiaوهناك ثلاثة أنواع من التكاثر الجنسي:

1-متشابه الامشاجIsogamy

هي عبارة عن أتحاد الكميتات الذكرية مع الانثوية والتي يكون الاثنان متشابهان بالمظهر الخارجي بالشكل والحجم ومختلفان بالمادة الوراثية ولأثنان متحركان أو غير متحركان.

2-مختلف الامشاج An isogamy

وهو أتحاد الكميتات الذكرية مع الانثوية المختلفة بالمظهر الخارجي والمادة الوراثية ، اي أن الكميت الانثوي اكبر من الكميت الذكري والاثنان متحركين أو غير متحركين.

ملاحظة : في حالة النوع الاول والثاني تتحرر الكميتات نتيجة لأنقسام الخلايا الخضرية الى عدد كبير من الكميتات او تتكون داخل حوافظ كميتية والأثنين متحركين أو غير متحركين.

٣- البيضي Oogamy

عبارة عن أتحاد الكميت الانثوي المتمثل بالبيضة التي تكون كبيرة الحجم وغير متحركة وينتج داخل الحوافظ الكميتية تسمى Oogonia مع الكميت الذكري الذي يكون أصغر حجماً ومتحرك ويتكون داخل حوافظ كميتية تسمى Antheredia.

قد تتكون الامشاج المتحدة على نفس النبات تسمى Homothallic أو أحادي المسكن Monoecious .أو قد تتكون الأمشاج على نباتين مختلفين ويسمى في هذه الحالة Heterothallic أو ثنائي المسكن Dioecious .ينتج عن أتحاد الامشاج في الانواع

الثلاثة من التكاثر الجنسي البيضة المخصبة Zygoteوالتي قد تحاط بجدار سميك وتسمى Zygospore أو Oosporeوتقاوم الظروف البيئية غير الملائمة

دورات الحياة Life cycle

1-دورة الحياة الاحاديةHaploid life cycle:

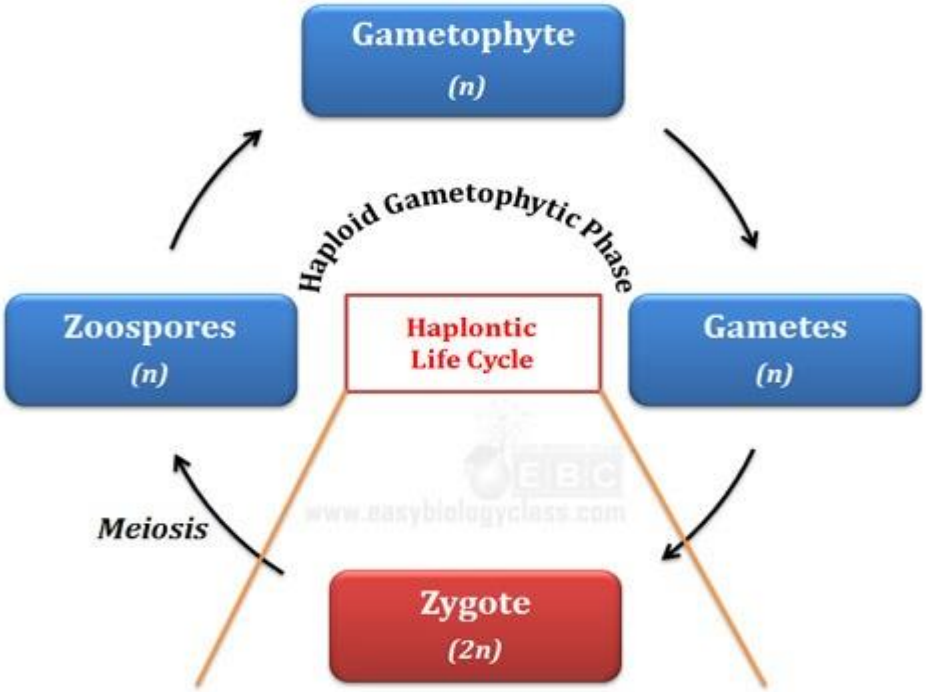
في هذا النوع من دورات الحياة يكون النبات الام (1n) وكذلك جميع مراحل دورة الحياة عدا مرحلة البيضة المخصبة حيث تكون النواة فيها حاوية 2n من الكروموسومات ولذلك تعاني انقسام اختزالي يطلق على هذا النوع من الانقسام Zygotic meiosis وينتج منه تكون طحلب جديد او انواع متحركة او ساكنة 1n تنمو الى طحالب جديدة تشابه الطحلب الام كما في طحلب *Chlamydomonas* , *Oedogonium* , *Chara*

2-دورة الحياة الثنائية Diploid life cycle :

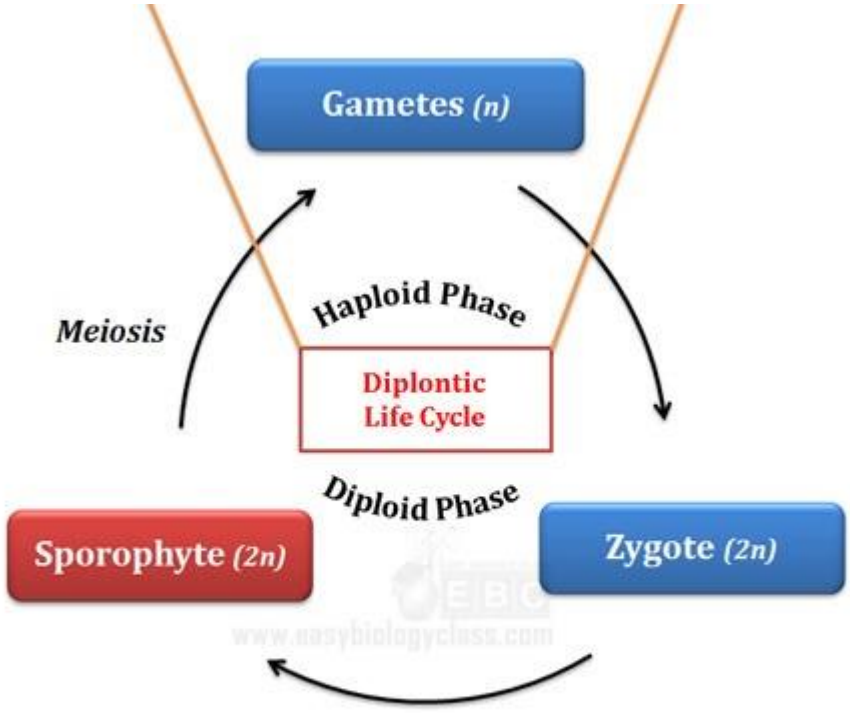
وهي دورة الحياة التي يكون فيها النبات الام 2n وكذلك بقية المراحل في دورة الحياة ما عدا مرحلة الامشاج والتي تتكون بعد حدوث الانقسام الاختزالي والذي يسمىGametic meiosis مثل طحلب*Fucus*

3- دورة الحياة المعقدة: Diplobiontic life cycle

وهي دورة الحياة التي تتميز بتعاقب طورين احداهما طور بوغي (لاجنسيSporophyte يتعاقب مع طور مشيجي جنسيGametophyte). وقد يكون النبات البوغي مشابه للنبات المشيجي (مظهريا) ويسمى هذا النوعIsomorphic diplobiontic) مثل طحلب (*Ectocarpus*او قد يكون النبات البوغي مختلف مظهريا عن النبات المشيجي ويسمى هذا النوع Heteromorphic diplobiontic life cycle مثل طحلب *Laminaria* وفي هذا النوع من دورات الحياة يحدث الانقسام الاختزالي في النبات البوغي ليكون ابواغ متحركة نواتها .



Haplontic Life Cycle



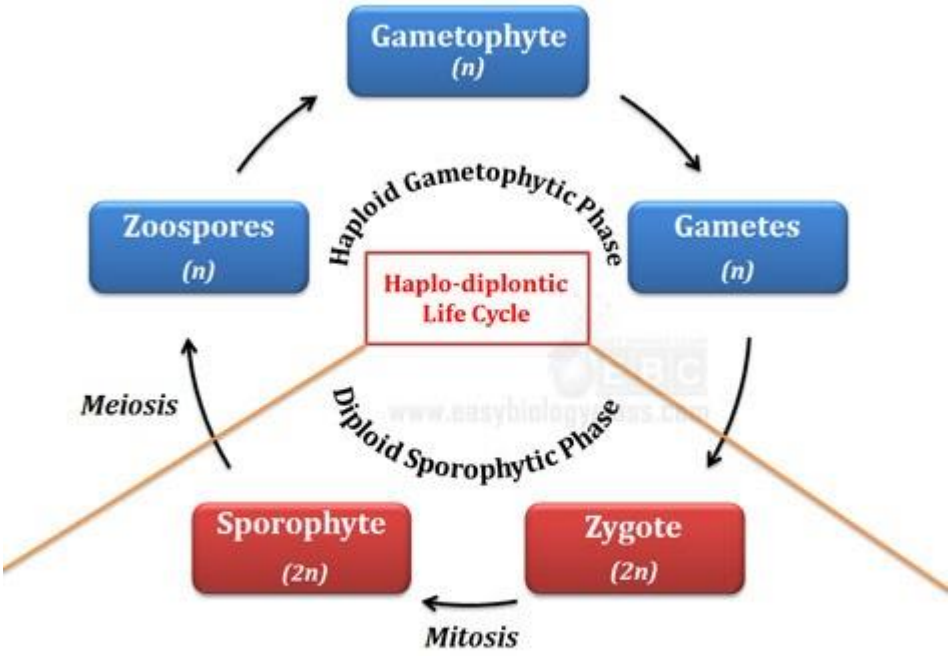
Diplontic Life Cycle

ظاهرة تعاقب الاجيال المتشابهةIsomorphic Alternation Of Generation

دورة حياة الطحالب فيها الطور الكميتي والسبوري متشابهان لا يمكن التمييز بينهما في المظهر الخارجي ولكنهما مختلفان في المادة الوراثية كما في طحلب *Ectocarpus* .

ظاهرة تعاقب الاجيال المتباينة Heteromorphic Alternation Of Generation

دورة حياة الطحالب يكون فيها الطور الكميتي أصغر من الطور السبوري ويمكن التمييز بينهما بالمظهر الخارجي والمادة الوراثية كما في طحلب *Laminaria*.



Haplo-Diplontic Life Cycle