المحاضرة السادسة

الطحالب الخضر CHLOROPHYTA

٣ – الطحالب الخضر Division Chlorophyta :

تضم هذه الشعبة ٤٢٥ جنس ٦٥٠٠ نوع .

البيئة والتواجد :

١-تنتشر هذه الشعبة في البيئات المختلفة وغالبيتها تتواجد في المياه العذبة ١٠ % فقط في المياه البحرية .

٢- تنمو بصورة هائمة او ملتصقة على الصخور او التربة او على النباتات او الطحالب الاخرى وقد تنمو على اجسام بعض الاحياء اللافقرية المائية ، وتدخل بعض الانواع في تركيب الاشنات والبعض منها تتطفل داخل اجسام بعض النباتات البذرية او الحزازيات.

الصفات المميزة :

١- تكون افراد هذه الشعبة حقيقية النواة Eukaryote وتحوي على العضيات الخلوية المختلفة.

٢-البلاستيدات محددة ومتنوعة في الشكل فقد تكون كاسية او كوبية Cup-Shape او جداريه Paaraitalاو نجميه Stellate او حلزونية Spiral او شريطية Band shape او قرصية Discoid .

٣-تحوي البلاستيدات على الصبغات متمثلة بـ Chl.a,b و B-carotene وصبغات زانثوفيلية منها , Lutein Zeaxanthin , Neoxanathin بعض الاجناس السايفونية تحوي صبغة Siphonin والـ Siphonoxanthin

٤-الغذاء المخزون بشكل مركبات كاربوهيدراتية (النشا) والذي يشبه الغذاء المخزون في النباتات البذرية ، وقد يخزن الغذاء في السايتوبلازم او داخل المراكز النشوية Pyrenoids تواجد مفردة او متعددة داخل البلاستيدة .

٥-الجدار الخلوي سيليلوزي Cellulose وقد تحوي ايضا على البكتين Pectin والكايتين Chitin وقد يحاط بمادة هلامية ايضا او قد تدخل مركبات كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم في تركيب جدار بعض الانواع .

٦-تتواجد الاسواط في بعض الاجناس المتحركة او الاطوار التكاثرية المتحركة وتكون بشكل زوج او زوجين من النوع الاملس الكرباجي Acronemaatic المتساوية في الطول .

٧-تحوي الاجناس المتحركة عادة على بقعة عينية Eye spot وفجوات متقلصة Contractile vacuoles في مقدمة الجسم (البقعة العينية **تقع داخل البلاستيدة**) .

الشكل الخضري :

يلاحظ التنوع في الاشكال الخضرية فهي تضم اجناس باشكال خضرية مختلفة تتمثل بالاشكال التالية:

١-الشكل الاحادي الخلية Unicellular form

a- Motile احادي الخلية متحركة

b- Non Motile احادية الخلية غير متحركة

٢- شكل المستعمرات Colonial form

ا. مستعمرات بالميلية Palmelloid

ب. مستعمرات محددة Coenobium

١. مستعمرات محددة متحركة Motile

٢- مستعمرات محددة غير متحركة Non motile

٣- خيطية Filamentous

قد تكون خيطية بسيطة مثل *Ulothrix* او متفرعة بصورة منتظمة مثل *Cladophora* او متفرعة بصورة غير منتظمة مثل *Pithophora* او تكون مختلفة الشعيرات *Heterotrichous* .

٤- الشكل السيفوني Siphonous form

مثل طحلب *Siphonocladus* او انبوبي Tubular مثل طحلب *Entromorpha*

٥- الشكل الغشائي البرنكيمي Membranous form

مثل الـ *Ulva*

٦-الشكل الثالوسي Thallus form

مثل الـ *Chara*

التركيب الخلوي :

يدرس التركيب الخلوي في طحلب *Chlamydomonas* الاحادي الخلية المتحرك والذي يتصف بجميع صفات الطحالب الخضر من حيث التركيب الداخلي تحت المجهر الضوئي يظهر هذا الطحلب بشكل خلية كروية او كمثرية او بيضوية ، وله بلاستيدة كاسية عليها مركز نشوي واحد ،في مقدمة الجسم تقع البقعة العينية (داخل البلاستيدة) ويبرز من مقدمة الجسم زوج من الاسواط المتساوية في الطول الملساء (شكل ١٨)

اما التركيب الداخلي للطحلب وكما يظهر تحت المجهر الالكتروني فيمكن تمييز محتويات الخلية من الخارج والى الداخل كما ياتي :-

يحاط جسم الطحلب بالجدار الخلوي الرقيق والمؤلف من طبقتين ، الخارجية من البكتين Pectin والداخلية من السليلوز Cellulose ، في بعض الانواع قد يكون الجدار الخلوي مؤلف من (٧) طبقات بعضها يتالف من الكلايكوبروتين الى الداخل من الجدار الخلوي يوجد الغشاء البلازمي Plasma-membrane الذي يمتد الى مقدمة الجسم ليكون الغلاف المحيط بالاسواط .

البلاستيدة تكون مفردة وغالبا تكون كاسية الشكل ، تحاط بغشاء ثنائي الطبقات يضم صفائح البناء الضوئي Lamella والتي تترتب بشكل ازواج لتكون الاقراص والتي يتراوح عددها في كل حزمة Thylakoid من

(٢_٢٠ قرص) تتواجد حزم البناء الضوئي داخل مادة بينية شبه سائلة تدعى الحشوة Stroma ويحتوي البلاستيدة على نسبة عالية من DNA .

تحوي البلاستيدة على مركز نشوي Pyrenoid واحد يظهر بشكل مركز تتجمع حوله حبيبات النشاء بشكل صفائح مظغوطة .

وظيفة المركز النشوي :

(١) يعد المركز النشوي بمثابة مخزن وقتي للمواد الغذائية النشوية الفائضة عن حاجة الخلية والناتجة من عملية البناء الضوئي .
(٢) يعتقد بعض العلماء بان المركز النشوي هو مركز او موقع لتصنيع النشأ وذلك لاحتوائه على انزيم تصنيع او بناء النشأ Starch synthatase .

وتقع البقعة العينية Eye spot(Stigma) على البلاستيدة وفي مقدمتها بين الطبقة الداخلية لغشاء البلاستيدة والغشاء الخارجي لصفائح البناء الضوئي والبقعة العينية (عبارة عن طبقة او اكثر من القطيرات الدهنية ذات حجم وعدد محدد وتحتوي هذه القطيرات على صبغة الكاروتين التي تكسب القطيرات الدهنية اللون البرتقالي المحمر وتكون البقعة العينية حساسة للضوء وتشارك في التوجه الضوئي للطحلب) .

النواة واضحة ومحاطة بالغلاف النووي وتحتوي على النوية ، هناك عضيات اخرى في السايتوبلازم منها الفجوات الحقيقية واجسام كولجي والمايتوكوندريا والشبكة الاندوبلازمية .

الاسواط تمتد من مقدمة الجسم وتحاط بامتداد الغشاء البلازمي ويكون تركيبها الداخلي لها من (٩) ازواج من اللوبيفيات المحيطة ولوبيفيتين مركزية (٢+٩) وتكون الاسواط متساوية في الطول ملساء Acronematic .

توجد عند قاعدة الاسواط زوج من الفجوات المتقلصة Contractile vacuoles وظيفتها العمل على تنظيم المحتوى المائي للخلية .

الحركة في الطحالب الخضر

ظاهرة التوجه او الانتحاء الضوئي Phototaxis :

في الاجناس التي تحتوي على البقعة العينية والتي تكون حساسة للضوء يكون لهذه الاجناس القابلية على التوجه او الانتحاء الضوئي والذي يحدث بطريقتين :-

١- بواسطة حركة الاسواط
٢- بواسطة افراز مواد جيلاتينية عبر جدار الخلية وقد درست هذه الظاهرة من قبل عدد من العلماء وقد وجدو ان :

(١)للطحلب انتحاء ضوئي موجب لشدة اضاءة ودرجة حرارة معينة يسمى الانتحاء الضوئي الايجابي

(٢) ويكون له انتحاء ضوئي سالب في شدة اضاءة ودرجة حرارة مختلفة يسمى الانتحاء السلبي

*وفي الاجناس التي تحتوي على الاسواط يتم التوجه او الانتحاء الضوئي للطحلب (الموجب او السالب) بحركة الاسواط والتي تتم فيها الحركة اما نتيجة:

١ ـ حدوث مايشبه الموجه او الصعقة الكهربائية التي تحدث عند قاعدة السوط وتمتد الى مقدمته فتساعد حركته التموجية في حركة جسم الطحلب

٢ – او قد تحدث حركة الاسواط نتيجة لتقلص وانبساط اللوييفات الموجودة داخل تركيب السوط فتسبب حدوث ضربات متتالية للسوط تساعد في حركة جسم الطحلب .

*اما الحركة في الاجناس التي تفتقر الى وجود الاسواط كما في الدزميدات فيتم انزلاق جسم الطحلب وحركته على الطين او على سطح صلب بواسطة افراز مواد جيلاتينية عبر ثقوب موجودة على سطح الخلية

النمو Growth :

يحدث النمو في الطحالب الخضر اما بطريقة النمو الغير محدود او المنتشر Generalized growth or Diffuse growth كما في طحلب الـ *Ulva* .

او قد يكون من النوع المحدود Localized ويحدث بانواعه الثلاث Apical ، Basal ، Intercalary .

او يكون من النوع الخيطي Trichothallic .

التكاثر Reproduction :

تتكاثر الطحالب الخضر بالطرق التالية :

١ – التكاثر الخضري .Vegetativ R : يحدث بالتجزؤ او الانقسام البسيط .

٢ – التكاثر اللاجنسي .Asexual R : يحدث بتكوين انواع مختلفة من الابواغ (متحركة وغير متحركة)

٣ – التكاثر الجنسي .Sexual R : يحدث بانواعه المختلفة :

١ ـ متشابهة الامشاج Isogamy : اتحاد امشاج متشابهة متحركة .
٢ ـ مختلف الامشاج Anisogamy : اتحاد امشاج مختلفة متحركة .
٣ ـ البيضي Oogamy : اتحاد خلية بيضة ساكنة كبيرة مع خلية ذكرية صغيرة مسوطة.
٤ ـ بعض الاجناس من رتبة الـ Zygnematales يحدث التكاثر الجنسي فيها بطريقة الاقتران Conjugation ويكون اما :

أ – سلمي Scalariform .

ب – جانبي Lateral .

دورات الحياة Life cycle :

تكون اما احادية Haploid او ثنائية Diploid او معقدة من نوع Isomorphic او معقدة بطور بوغي مختلف عن الطور المشيجي Heteromorphic وتتوضح فيها ظاهرة ترادف الاجيال Alternation of generation (شكل ١٩) .

تصنيف الطحالب الخضر :

وضعت عدة نظم تصنيفية لافراد شعبة الطحالب الخضر وقد وضعت تحت صفين هما :

١- صف الطحالب الخضر Class: Chlorophyceae

٢- صف الطحالب الكارية Class: Charophyceae

ووضعت افراد الصف الاول ضمن (١٤) رتبة من قبل العالم Fristch عام (١٩٤٥) ووضعها علماء اخرون منهم Smith عام (١٩٥٠) واتفق معه العالم Bold عام (١٩٨٥)ضمن (١٥)رتبة وقد اعتمد في التصنيف على :

١- الشكل الخضري .
٢- التركيب الخلوي .
٣- طرائق التكاثر .
٤- دورات الحياة .

ومن هذه الرتب (سندرس البعض منها):

١- Order: Volvocales

من صفات هذه الرتبة :

١-تضم اجناس تتواجد في المياه العذبة والبعض منها تتواجد في المياه المالحة .

٢-تضم اشكال احادية الخلية متحركة ومستعمرات محددة متحركة ، وقد يمر البعض منها بالطور البالميللي الساكن (حيث تنطمر الخلايا المتحركة داخل كتلة جيلاتينية) وذلك في الظروف البيئية الغير ملائمة .

٣-جدار الخلية عادة سيليلوزي وبعض الاجناس تكون عارية او تحاط بالدرع Lorica .

٤-تحوي الخلايا على اسواط عددها من (٢-٨) ملساء متساوية في الطول .

٥-البلاستيدات باشكال مختلفة وتوجد بقعة عينية عند قاعدة الاسواط بالاضافة الى وجود فجوة او فجوتين متقلصة

٦-تتكاثر خضريا بالانقسام الخلوي البسيط او بتكوين ابواغ متحركة او خلايا غير متحركة او بواسطة المستعمرات البنوية وذلك بالتكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي يحدث بانواعه الثلاث , Isogamy Anisogamy , Oogamy .

٧-من الامثلة على هذه الرتبة , *Pandorina , volvox , Chlamydomonas , Gonium* *Eudorina*(شكل ٢٠)

٢-Order: Chlorococcales

صفات الرتبة :

١- تضم اجناس احادية الخلية او مستعمرات محددة غير متحركة .

٢- **لا تحوي** على فجوات متقلصة او بقعة عينية .
٣- البلاستيدات باشكال مختلفة مفردة او متعددة في الخلية .
٤- تتكاثر لا جنسيا بتكوين ابواغ متحركة Zoospores او غير متحركة ، التكاثر الجنسي يكون اما من نوع Isogamy او Anisogamy من الامثلة على هذه الرتبة : *Scendesmus* ، *Pediastrum* ، *Chlorella* ، *Hydrodictyon* .

٣-Order :Tetrasporales

صفات الرتبة :
١- تنتشر أفراد هذه التربة في المياه العذبة
٢- تضم أجناس تتشابه خلاياها مع خلايا أفراد رتبة الـVolvocales الأحادية الخلية عندما تمر بالطور البالميللي وتصبح خلايا ساكنة ، وتشابه خلية *الـChlamydomonas* باحتوائها على البقعة العينية والفجوات المتقلصة وما يشبه الاسواط او الاهداب الا انها تكون غير متحركة.
٣- تضم اشكال منتظمة او غير منتظمة لمجاميع من الخلايا التي تظهر داخل كتل جيلاتينية وقد تكون انبوبية او شجيرية .
٤- قد يكون من الصعب في بعض الاحيان تمييز الطحلب وتصنيفه ضمن هذه الرتبة او رتبة الـ Volvocales مما يجعل الكثير من العلماء يعتقد ان افراد هذه الرتبة تطورت من افراد رتبة الـ Volvocales
٥- تتكاثر افراد هذه الرتبة اما بانقسام الخلايا البسيط او بتكوين ابواغ متحركة Zoospores او ابواغ وخلايا ساكنة Hypnospores Akinete في حالة كون الظروف البيئية غير ملائمة لنمو الطحلب ، التكاثر الجنسي يكون من نوع Isogamy مثال طحلب الـ *Tetraspora* (شكل ٢٣)
س/ تعليل: يعتقد الكثير من العلماء ان افراد هذه الرتبة تطورت من افراد رتبة الـVolvocales ؟
ج/ لوجود التشابه الكبير بين الشكل الخضري لأفراد هذه الرتبة مع الطور التكاثري الساكن لبعض افراد رتبة الـ Volvocales وهو الطور البالميللي Palmella stage حيث تصبح الخلايا فيه ساكنة ومطمورة في كتلة جيلاتينية.

٤-Order Ulotrichales

صفات الرتبة:

١- تتواجد في المياه العذبة والقليل منها في المياه المالحة او على التربة الرطبة
٢- تضم اجناس خيطية او برنكيمية تنمو على الصخور ملتصقة بواسطة خلية قاعدية مثبتة Hold fast cell وقد ينفصل جسم الطحلب بعد فترة ليصبح طافيا على سطح الماء
٣- الخلايا احادية النواة والبلاستيدة مفردة ، جدارية ، شريطية ، حزامية ، تحوي على مركز نشوي واحد او اكثر

٤- يتكاثر بطريقة التجزؤ ولا جنسيا بتكوين ابواغ متحركة Zoospores او بتكوين خلايا او ابواغ ساكنة Hypnospores تتكاثر جنسيا اما بتكوين امشاج متشابهة متحركة Isogamy او تكاثر جنسي بيضي Oogamy مثل طحلب *Ulothrix* (شكل ٢٤)

٢- Class Charophyceae (Stone Worts)

صفات الطحالب الكارية (الحشائش الحجرية)

تعتبر افراد هذا الصف حلقة الوصل بين بقية الطحالب الخضر والحزازيات لذا فان افراد هذا الصف تحوي صفات تتشابه بها مع الطحالب الخضر:

١-الجدار الخلوي سيليلوزي

٢-الصبغات متمثلة بالدرجة الاساس بكلوروفيل a,b بالاضافة الى $\beta - carotene$ وبقية الصبغات الزانثوفيلية المتواجدة في بقية الطحالب الخضر

٣-الغذاء المخزون يكون بشكل نشا

٤-تتواجد عادة في المياه

الصفات العامة لأفراد هذا الصف والتي تتميز بها عن الطحالب الخضر وتعتبر ارقى منها :

١-يتكون جسم النبات من محور قائم يتميز الى مناطق عقد وسلاميات ومزود بأفرغ جانبية عند العقد وتكون ذات نمو محدود وتعرف بالأوراق Leaves

٢-الاعضاء التكاثرية معقدة ومحاطة بخلايا محيطية

٣-تختلف الامشاج الذكرية Anthrozoids في الشكل عن الامشاج الذكرية في بقية الطحالب الخضر اذ تكون ذات شكل لولبي مستطيل ثنائي الاسواط

٤-ينمو الزايكوت (البيضة المخصبة) ليعطي طور الخيط الاولي Protonema الذي ينمو ليعطي النبات الناضج

٥-يكون التكاثر الجنسي من النوع البيضي Oogamy وتكون الاووكونة محاطة بغمد من خلايا محيطية والانثريدات تكون احادية الخلية متحدة مع بعضها بشكل خيوط متفرعة تحاط من الخارج بغلاف مؤلف من ٨ خلايا

البيئة والتواجد :

١- تتواجد اجناس العائدة لهذا الصنف (الطحالب الكارية) في المياه الراكدة (البرك والمستنقعات والاحواض) وفي المياه المويلحة وعلى عمق يتراوح بين (١-١١) متر والتي تحوي قيعانها على الرمال حيث يمتص النبات مركبات كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم ويرسبها على جسمه ويطلق على هذه المركبات (Marl) **تعريف الـ(Marl)** : وهي عبارة عن مركبات كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم التي تمتصها الطحالب الكارية من القيعان الرملية التي تنمو عليها في المياه وترسبها على اجسامها

الشكل الخضري:
يتميز الطحلب الى محور قائم له مناطق عقد وسلاميات وتنشأ في مناطق العقد تفرعات محيطية بعضها محدودة النمو والبعض الاخر غير محدودة النمو تنشأ من قاعدة المحور اشباه جذور بسيطة تثبت جسم الطحلب في القاع الرملي في المياه (شكل٣٥)

التركيب الخلوي الدقيق :
تتألف منطقة العقدة من (٦-٢٠) خلية صغيرة ، الخليتين الوسطية تمثل خليتين مركزية وتحاط بقية الخلايا الصغيرة وتكون الخلايا كثيفة السايتوبلازم احادية النواة وتحوي على عدد من البلاستيدات القرصية . منطقة السلامية تتألف من خلية مركزية كبيرة ومتطاولة تحوي فجوة مركزية كبيرة يحوي السايتوبلازم على نواة مفردة وعدد من البلاستيدات القرصية ، السايتوبلازم المحيط بالفجوة المركزية ، السايتوبلازم الداخلي يتحرك حركة دورانية مستمرة في الخلية حيث يتحرك الى اعلى الخلية من جهة ويتحرك الى الاسفل من الجهة الثانية ، وقد وجد ان سبب الحركة في السايتوبلازم قد يعود الى وجود لوييفات بروتينية في السايتوبلازم مثبتة في جدار الخلية ، وان تقلص وانبساط هذه اللوييفات يسبب الحركة التموجية في جزء السايتوبلازم الداخلي Endoplasm اما الجزء الخارجي من السايتوبلازم Exoplasm يكون ساكن ويحوي على النواة المفردة وعدد من البلاستيدات القرصية ، من الامثلة على هذا الصف طحلب الـ*Chara* وطحلب *Nitella* .

النمو Growth :
يكون النمو في الطحالب الكارية من النوع القمي Apical ويتم بوجود خلية قمية مفردة كثيفة السايتوبلازم ، تنقسم هذه الخلية الى انقسام مستعرض فتتكون خليتين الخلية العلوية تمثل خلية العقد الاولية Primary node cell تنقسم هذه الخلية انقسامات عمودية ينتج عنها خليتين مركزية محاطة بخلايا محيطية ، الخلايا المحيطية تنشأ من انقساماتها التفرعات المحيطية في منطقة العقدة كما تنشأ منها الخلايا القشرية التي تحيط بالسلامية وبعض هذه الخلايا تنشأ منها الخلايا المنشئة للأعضاء التكاثرية ، الخلية السفلية الناتجة من انقسام الخلية القمية تمثل خلية السلامية التي لا تمر بأي انقسامات فقط تكبر في الحجم وتزداد في الطول لتكون خلية السلامية المفردة المركزية Central cell (شكل ٣٥ هـ) .

التكاثر Reproduction :
تكاثر الطحالب الكارية خضريا وجنسيا فقط ولا تتكاثر تكاثر لاجنسي بتكوين الابواغ او خلايا ساكنة .

التكاثر الخضري Vegetative reproduction :
يحدث هذا النوع من التكاثر بتكوين تراكيب خضرية تكاثرية على جسم الطحلب الام وغالبا تتكون هذه التراكيب على العقد السفلية لجسم الطحلب وهي :
١ –تراكيب نجمية الشكل Starch amylum :وهي عباره عن تراكيب نجمية الشكل مملوءة بالغذاء المخزون بشكل نشا تنفصل من العقد السفلية للطحلب الام لتبدا بالنمو مكونة طحلب جديد .(شكل ٣٥و)
٢ – تراكيب بصلية الشكل Bulbili: تنشا على اشباه الجذور وتكون وتكون بشكل براعم تكبر بالحجم ثم تنفصل لتنمو الى طحالب جديدة .(شكل ٣٥ و).
٣ – تكوين خيوط من خلايا خضراء Protonema :تنشا من العقد السفلية للطحلب الام بعد ذلك لتنمو الى طحلب جديد .(شكل ٣٥و)

التكاثر الجنسي Sexual reproduction :

تتكاثر الطحالب الكارية جنسيا بتكوين البيوض الساكنة Ovum والامشاج الذكرية المتحركة Anthrozoids اي ان التكاثر الجنسي يكون من النوع البيضي .

يكون النبات اما احادي المسكن وتحمل الاعضاء التكاثرية على نفس العقدة ويكون **موقع العضو الانثوي الى الاعلى من العضو الذكري** (في طحلب **الكارا**) **وبالعكس** في (طحلب ***Nitella***)، وقد يحمل اكثر من عضو ذكري واحد على نفس العقدة تحيط بعضو انثوي واحد كما في طحلب *Tolypella* ، ويطلق على العضو الانثوي (بالنكيلة) Nucule، وعلى العضو الذكري (بالكريه) Globule.

ويكون العضو التكاثري الذكري الناضج بشكل تركيب كروي وبلون برتقالي محمر (شكل ٣٦) اما العضو الانثوي فيكون تركيب بيضوي متطاول محاط من الاعلى ب٥ خلايا تاجية Coronal cells (في طحلب الكارا) و١٠ خلايا تاجية في طحلب الـ (Nitella) كما يحاط العضو الانثوي بـ (٥-١٠) خلايا محيطية غطائية ملتفة Cover cells والتي تحيط تماما بالخلية الانثوية Oogonium التي تحوي خلية البيضة Ovum. (شكل ٣٦)

الاخصاب Fertilization :

بعد نضج البيوض والامشاج تتفتح الاعضاء التكاثرية وتتحرر الامشاج وتسبح بالماء لتصل الى قمة العضو الانثوي حيث تحدث فتحة او شق بين الخلايا التاجية وقمة الخلايا الغطائية ويدخل احد الامشاج ليخصب البيضة وتتكون البيضة المخصبة Zygote التي تكبر في الحجم وتتسمك جدرانها وتظهر بلون اسود وتسقط لتستقر في الماء وتدعى Oospore ، ثم تبدا بالنمو بعد فترة من (١-٤) اسابيع ، حيث تنقسم النواة اختزاليا فتتكون خليتين احداهما طرفية تنمو الى تركيب خيطي قائم ينمو الى طحلب جديد وخلية قاعدية صغيرة تكون خلية شبه الجذر .(شكل ٣٦)