**( المحاضرة الثالثة )**

**شعبة الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta**

تعرف شعبة الطحالب الخضر المزرقة ايضا ً باسم الطحالب الهلامية Myxophyta وذلك لكونها محاطة بغمد جيلاتيني وتعرف ايضاً باسم البكتريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria وذلك لوجود تشابه بينها وبين البكتريا من عدة اوجه

* تكون افرادها بدائية النواة
* تكون فاقدة للاسواط
* لايحدث فيها تكاثر جنسي ولا تحوي اعضاء تكاثرية جنسية

لذلك وضعت هذه الطحالب مع البكتريا في مملكة الابتدائيات Moneraوفقاً للتصنيف الحديث .

**الصفات العامة لشعبة الطحالب الخضر المزرقة :-**

**اولاً : البيئة و التواجد**

تنتشر هذه الطحالب في مختلف البيئات المائية و اليابسة بصورة هائمة او ملتصقة , إذ تتواجد بعض افرادها في الينابيع الكبريتية الساخنة التي تتراوح درجة حرارتها مابين- 50 73م ◦ , بينما يلاحظ تواجد بعض انواعها في المناطق القطبية على الثلوج كما في طحلب *Phormidium*  , كما تتواجد بعض الانواع في حقول النفط والبرك النفطية ، كما تنمو بعض الانواع داخل اجسام بعض النباتات وبصورة تعايشية كما في طحلب *Nostoc*  الذي ينمو داخل جسم الحزاز *Anthroceros* وتعايش طحلب *Scytonema* مع بعض انواع الفطريات مكونة الاشنات .

**ثانيا ً : التركيب الخلوي**

كما ذكر سابقا ً بان شعبة الطحالب الخضر المزرقة تعتبر كائنات بدائية النواة Prokaryotic اي ان المادة النووية تكون فاقدة للغشاء النووي المحيط بها اذ تكون منتشرة في السايتوبلازم . كما تفتقد افراد هذه الشعبة الى وجود العضيات الخلوية الموجودة في الطحالب و الكائنات الحقيقية النواة كأجسام كولجي والمايتوكوندريا والشبكة الاندوبلازمية وقد تحتوي بعض الانواع على الفجوات الغازية Gas vacuole

وتحاط خلية الطحلب الاخضر المزرق عادة بجدار خلوي وطبقة خارجية من مادة جيلاتينية تكون شفافة رقيقة او سميكة متعددة الطبقات اما البروتوبلاست فيتميز الى منطقتين:-

1. منطقة خارجية ملونة تدعى Chromoplast
2. منطقة داخلية مركزية حبيبية غير ملونة تدعى Centroplasm

ويحتوي الجزء الجزء المحيطي من البروتوبلاست على صفائح البناء الضــــوئـــــــــي Thylakoids المفردة و المؤلفة من غشائين سميكين وتكون غير محاطة بغشاء وتتركز على هذه الصفائح الحبيبات الصبغية phycobilisomes الحاوية على صبغات البيلوبروتينات Biliproteins .

ومن المركبات الخلوية الاخرى انتشار الرايبوسومات بصورة حرة في السايتوبلازم بالإضافة الى وجود مركبات فوسفاتية متعددة مرتبطة مع البروتين وتظهر بشكل تراكيب عصوية وتعرف ب Polyphosphate bodies

كما يلاحظ وجود اجسام متعددة الاضلاع يعتقد انها تحوي انزيمات البناء الضوئي وتعرف بـ Polyhederal bodies .

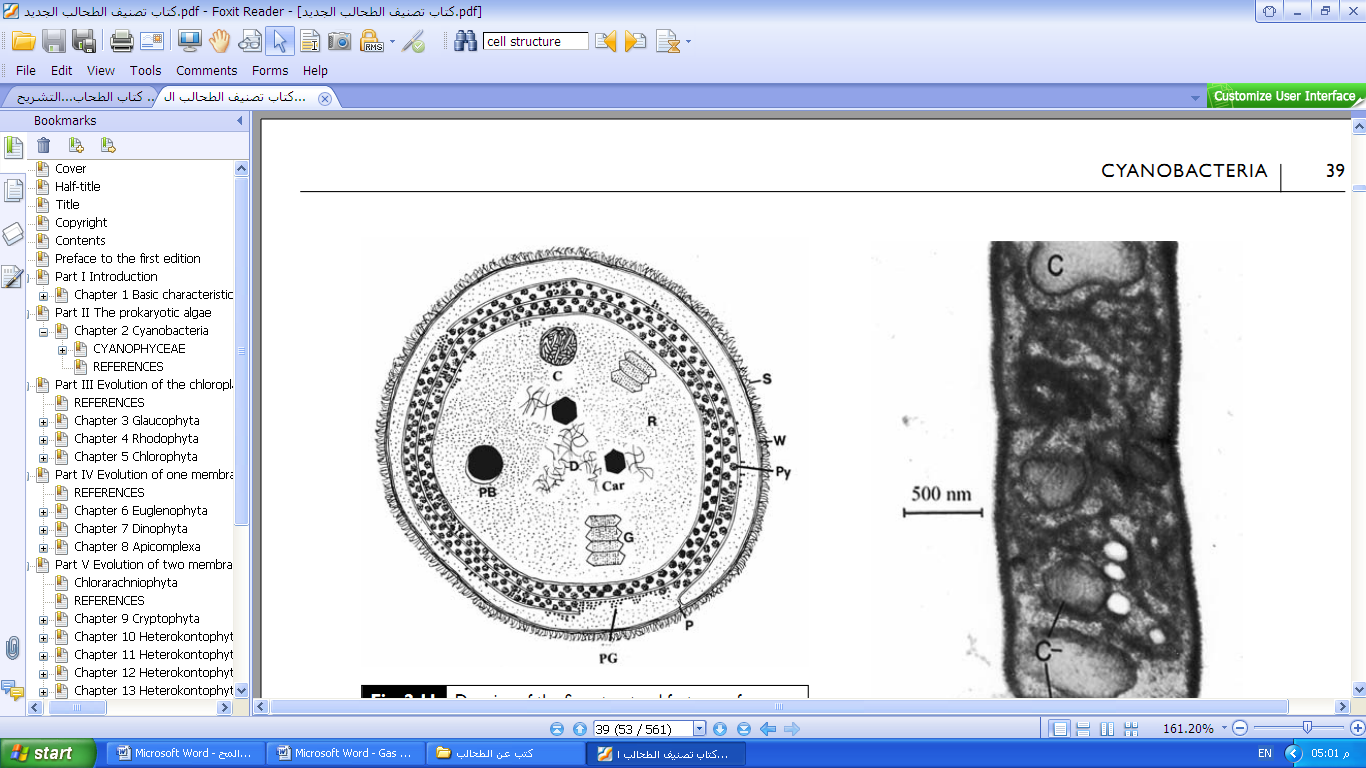
**ثانيا ً : البلاستيدات و الصبغات التمثيلية**

ينعدم وجود البلاستيدات وتحل الصبغات على صفائح البناء الضوئي المنتشرة في البروتوبلاست المحيطي . وتتمثل الصبغات بصبغات كلوروفيل , a وصبغة β- carotene وصبغات زانثوفيلية منها Myxophycean و Zeazanthin بالإضافة الى صبغات Biliproteins وهي صبغات مرتبطة مع البروتين ذائبة في الماء و المتمثلة بالصبغة الخضراء المزرقة Phycocyanin و الصبغة الحمراء Phycoerythrin الصبغة الخضراء المزرقة المساعدة Allophycocyanin .

**Carotenoids :-**

هي الحبيبات التي تعطي اللون الاحمر او البرتقالي او الاصفر ولاتذوب في الماء وتذوب في الكحول و الايثر و البنزين والاسيتون وتتواجد عادة داخل البلاستيدات وتقسم الى مجموعتين :-

1. الكاروتين Carotene ( البرتقالية )
2. الزانثوفيلات ( الصفراء )



وتتواجد هذه الصبغات بانواع مختلفة حسب المجاميع الطحلبية التي تتواجد فيها .

(C) Cyanophycin body (structure granule); (Car) carboxysome (polyhedral body); (D) DNA ﬁbrils; (G) gas vesicles; (P) plasmalemma; (PB) polyphosphate body; (PG) polyglucan granules; (Py) phycobilisomes; (R) ribosomes; (S) sheath; (W) wall.

**رابعا ً :- الغذاء المخزون**

الغذاء المخزون في الطحالب الخضر المزرقة يكون بشكل نشا من نوع Cyanophycin starch وهي عبارة عن مركبات كاربوهيدراتية شبيهة بالكلايكوجين الحيواني .

**خامسا ً :- الجدار الخلوي Cell Wall**

يقع الى الداخل من الغمد الجيلاتيني ويتكون من اربع طبقات مؤلفة من مركبات Mucopeptide components التي تعتبر المكون الرئيسي للجدار في الطحالب الخضر المزرقة ويعمل الغلاف الخارجي الهلامي على حماية الخلية من الجفاف والحرارة .

**سادسا ً : الحويصلة المغايرة Heterocysts**  وهي خلية خضرية متحورة محاطة بجدار ثلاثي الطبقات وخالية من حبيبات Cyanophycin granules وتحتوي على كلوروفيل a وتفتقر الى وجود صبغات البيلوبروتين ولها عقدة او عقدتين قطبية تمثل مناطق اتصالها بالخلايا الخضرية المجاورة ان لهذه الخلية القدرة على تثبيت النتروجين الجوي لاحتوائها على انزيم Nitrogenase .

**سابعا ً :- الاسواط Flagella**

تفتقر الطحالب الخضر المزرقة الى وجود الاسواط او الاهداب في الاشكال الخضرية و التكاثرية .

الا انه لوحظ نوع من الحركة التزحلقية gliding او الزاحفة Creeping لبعض الانواع الخيطية مثل طحلب *Oscillatoria* وتحدث الحركة اما بحركة نهاية الخيط حركة دورانية او حركة شبيهة بحركة بندول الساعة وفي كلا الحالتين يتحرك الطحلب الى الامام او الخلف وقد فسرت هذه الحركة على اساس عدة افتراضات منها

* ان جدار الخلية يحتوي على ثقوب تفرز عن طريق هذه الثقوب مواد جيلاتينية من داخل الخلية الى الخارج تساعد في انزلاق الطحلب .
* الافتراض الآخرهو ان جدار الجسم يحتوي لييفات بتقلص و انبساط هذه اللييفات تتم حركة الطحلب .

**ظاهرة التكيف اللوني ( ظاهرة جايدكوف )**

**Giadkoff phenomenon ) )pigment adaptation**

ان افراد شعبة الطحالب الخضر المزرقة لها القابلية على الظهور باكثر من لون كاللون الاخضر المزرق او الاحمر او البني او الاسود وهذا قد يعود الى لون الغلاف الجيلاتيني المحيط بجسم الطحلب اوالى وجود الصبغات البيلوبروتينية الخضراء المزرقة او الحمراء بكميات كبيرة داخل الخلايا . لاحظ العالم جايدكوف ان لعامل الاضاءة اثر كبير في ظهور او اختفاء الصبغات اذ لاحظ ان الصبغة الحمراء تزداد كميتها وتختفي الصبغة الخضراء المزرقة كلما كانت الاضاءة قليلة ويحدث العكس تحت الاضاءة الشديدة . ويعتقد البعض ان ظهور و اختفاء هذه الصبغات يعود الى عوامل اخرى مثل قلة او نفاذ النتروجين من اماكن تواجد الطحلب او يعود الى عوامل بيئية اخرى . ومن الامثلة على ذلك وجود طحلب *Trichodesmium* الاخضر المزرق بكميات كبيرة وعلى عمق كبير تحت سطح الماء في مياه البحر الاحمر يعطي اللون الاحمر لمياه السواحل في هذا البحر .

**سابعا ً : - التكاثر**

ينعدم التكاثر الجنسي في الطحالب الخضر المزرقة لذلك فهي تتكاثر تكاثرا ً خضريا ً و لا جنسيا ً فقط

**التكاثر الخضري Vegetative Reproduction**

ويحدث بطريقتين :-

1. **الانقسام الخلوي البسيط Binary fission**

يحدث في الانواع احادية الخلية وقد تبقى الخلية المنقسمة داخل نفس الغلاف الجيلاتيني للخلية الام وقد تتكرر الانقسامات مكونة تجمعات داخل نفس الغلاف الجيلاتيني كما في طحلب  *Chrococcus*

1. **التجزؤ Fragmentation**

ويحدث في الانواع الخيطية اذ تموت بعض الخلايا الخضرية البينية بسبب العمر او اي عامل بيئي اخر فتصبح اقراص انفصال Separating discs لمجموعة الخلايا الخضرية التي تنحصر بين هذه الخلايا الميتة التي تنفصل وتبدأ بتكوين طحلب جديد تعرف بـ Hormogonia , اما بالنسبة للمستعمرات فقد تتجزأ بعض خلايا المستعمرة وتنفصل لتبدأ بتكوين مستعمرات جديدة .

**التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction**

ويحدث بتكوين الخلايا او الابواغ التالية :-

1. **الخلية الساكنة Akinete /** وهي عبارة عن خلية خضرية تكبر بالحجم وتمتلئ بحبيبات الغذاء المخزون Cyanophycin granules كما تحتوي على DNA وتحيط نفسها بجدار سميك وتبقى هذه الخلية بفترة سكون لفترة ثم تنمو الى طحلب جديد او قد تنقسم محتوياتها الى ابواغ ينمو كل منها بعد تحرره الى طحلب جديد .

وتتواجد هذه الخلية في الانواع الخيطية كما في طحلب  *Anabaena*.

1. **الابواغ الخارجية / Exospores** تنشأ هذه الابواغ بتخصر قمة الجدار الخلوي للخلية وانفصاله بشكل تركيب كروي مع جزء من محتويات الخلية الام وقد تبقى هذه الابواغ متصلة بالخلية الام لتكون سلسلة متلاصقة تسقط بعدها وينمو كل منها الى طحلب جديد ويمكن ملاحظتها في طحلب  *.Chamaesiphon*

**3 - الابواغ الداخلية Endospores /**  تتكون هذه الابواغ بانقسام بروتوبلاست الخلية

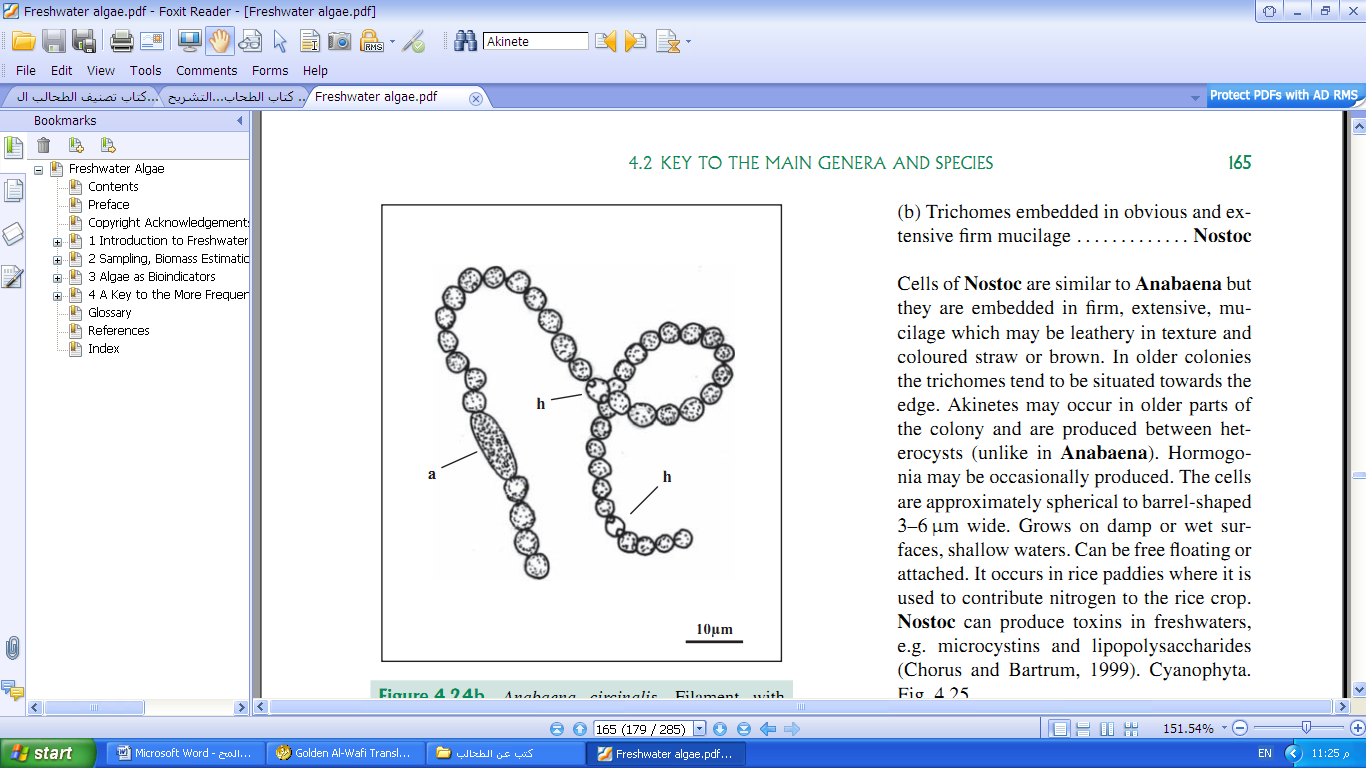
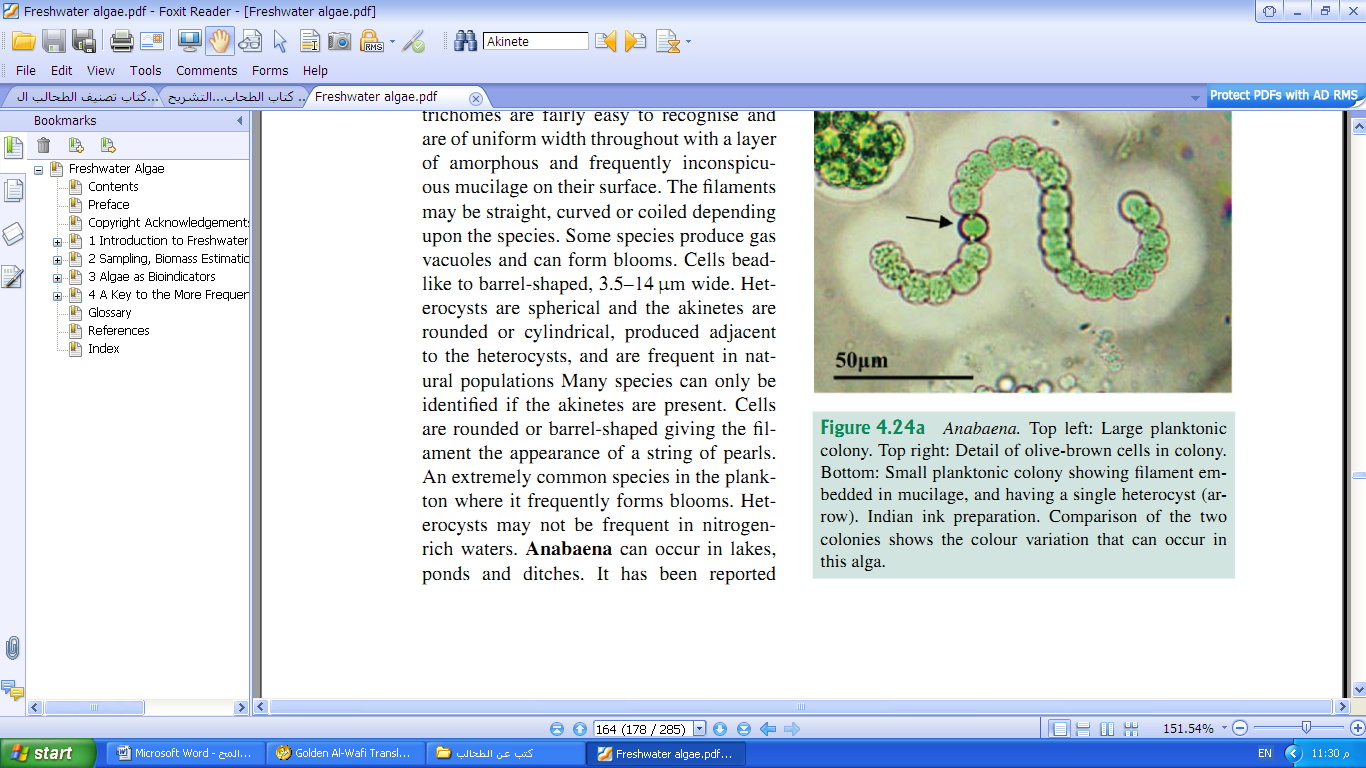
مع المادة النووية الى جزئين او اكثر تتحررمن الخلية الام لتنمو الى طحالب جديدة

كما في طحلب *Dermocarpa*

1. **الابواغ او الاكياس الصغيرة Nannospores or Nannocysts/**

وتتكون بانقسام الخلية البسيط بشكل متكرر وسريع فتتكون خلايا اصغر من الخلايا الام وتكبربعدها بالحجم مكونة طحلب يشابه الطحلب الام كما في طحلب *Gloeocapsa*

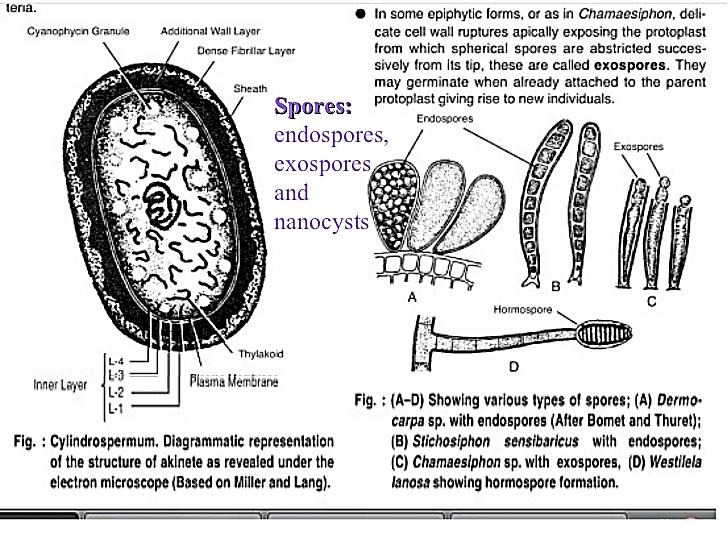
**5- ابواغ او اكياس Hormospores or Hormocysts**/

**** يحدث في بعض الاجناس ان تحيط مجموعةمن الخلايا الخضرية الطرفية نفسها بجدارسميك لكون الظروف البيئية غير ملائمة وتبقى محتفظة بحيويتها لحين توفر الظروف الملائمة لتنمو الى طحلب جديد .

h- heterocyst

heterocyst

a - Akinete



**الشكل الخضري للطحالب الخضر المزرقة :-**

تضم الطحالب اشكال خضرية متعددة البعض منها تكون احادية الخلية او متعددة الخلايا بشكل مستعمرات او تجمعات او تكون خيطية الشكل كما يأتي :-

1. الشكل الخضري الاحادي Unicellular form

هذا الشكل نادر الحدوث لان الخلية الاحادية عند انقسامها لاتنفصل الخلايا المنقسمة عن بعضها بل تبقى داخل الغمد الجيلاتيني للخلية الاصلية المنقسمة وقد تتكرر هذه الانقسامات لتتكون تجمعات من الخلايا وكل خلية من هذه الخلايا هي عبارة عن طحلب مستقل كما في  *Chroococcus*  و *Gloeocapsa*

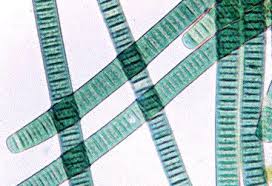
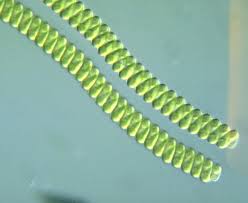
**

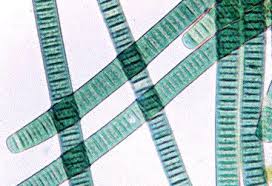
*Chroococcus*

*Gloeocapsa*

1. الشكل الخضري المتعدد الخلايا Multicellular form

عند انقسام الخلايا باتجاه واحد تكون صف من الخلايا تدعى شعيرات Trichomes وعندما تحاط هذه الشعيرات بغمد جيلاتيني تكون مايعرف بالخيوط Filaments كما في *Oscillatoria*  و *Spirulina* و غيرها .





*Oscillatoria*

*Spirulina*

**تصنيف الطحالب الخضر المزرقة :-**

**Class:- Cyanophyta**

ويضم هذا الصف الرتب التالية :-

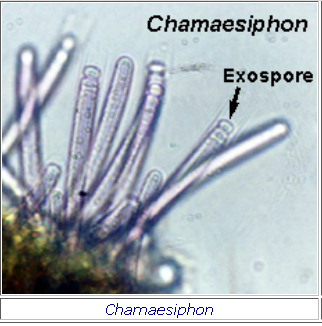
1. **Order:- Chamaesiphonales**

تتصف افراد هذه الرتبة بالصفات الاتية :

1. تنتشر افرادها في المياه العذبة و المالحة وتنمو ملتصقة على الصخور او النباتات وينمو البعض منها بصورة متطفلة .
2. تضم اجناس احادية الخلية كما في *Chamaesiphon* او بشكل تجمعات خلوية كما في طحلب *Dermocarpa* .
3. تتكاثر بواسطة تكوين الابواغ الخارجية Exospores

**Genus :-*Chamaesiphon***

عبارة عن خلية واحده مثبته بقاعدة مستديرة او مدببه او اسطوانية وتستطيل لأعلى. محاط بغمد جيلاتيني تنتشر بعض انواعه في المياه البحرية بينما تنتشر الانواع الاخرى في المياه العذبة ينمو بصورة ملتصقة على النباتات المائية او على بعض الطحالب الخيطية وقد ينمو ملتصقا على الصخور . يتكاثر هذا الطحلب بتكوين الابواغ الخارجية Exospores .



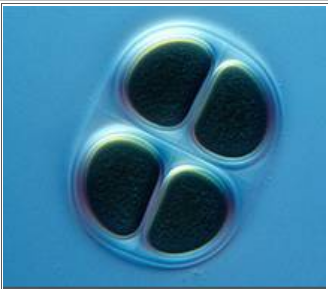
1. **Order :- Chroococcales :-**

وتتصف بما يأتي :-

1. تنتشر افرادها في المياه العذبة والمالحة و المويلحة وتنمو بصورة هائمة او ملتصقة على الصخور وتسبب بعض انواعها ظاهرة ازدهار الماء Water bloom كما في بعض انواع طحلب *Merismopedia* التي اعتبرت كدليل لتلوث المياه العراقية بالمواد العضوية .
2. تضم اجناس احادية الخلية او مستعمرات تحاط اجسامها بغلاف جيلاتيني شفاف او سميك و ملون .
3. تتكاثر بالانقسام الخلوي البسيط او بالتجزؤ او بتكوين Nannospores .

**Genus :-*Chroococcus***

وهو طحلب احادي الخلية يتواجد اما ملتصق على الطين او بصورة هائمة وقد يتواجد بشكل تجمعات من خليتين او اكثر محاطة بالغلاف الجيلاتيني للخلية الام الذي يكون شفاف وعديم اللون وتظهر الخلايا المنقسمة بشكل انصاف الخلايا .

****

*Chroococcus*

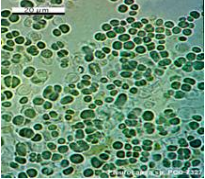
**3 – Order :- Pleurocapsales :-**

وتتصف أفرادها بما يأتي :-

1. تنمو أفرادها بصورة ملتصقة على الصخور او الطين او النباتات المائية وقد ينمو البعض منها داخل الشقوق الصخرية .
2. تضم أجناس ذات شكل مختلف الشعيرات Heterotrichous حيث تتكون بشكل كتل من الخلايا وتنتج من الانقسام الخلوي باتجاه واحد او باتجاهين .
3. تتكاثر بتكوين أعداد كبيرة من الابواغ الداخلية Endospores .

**Genus :- *Pleurocapsa***

يتواجد هذا الطحلب بشكل مستعمرات غير منتظمة من الخلايا مرتبة في عدة صفوف داخل الغمد مكونة مايعرف بالخيوط الكاذبة يتواجد هذا الطحلب في المياه العذبة و المالحة ملتصقا ً على الصخور غالبا ً حجر الجير وتعرف الخلايا المتميزة الناتجة عن الانقسام الخلوي المتعدد بـ Endospores او Baeocytes.



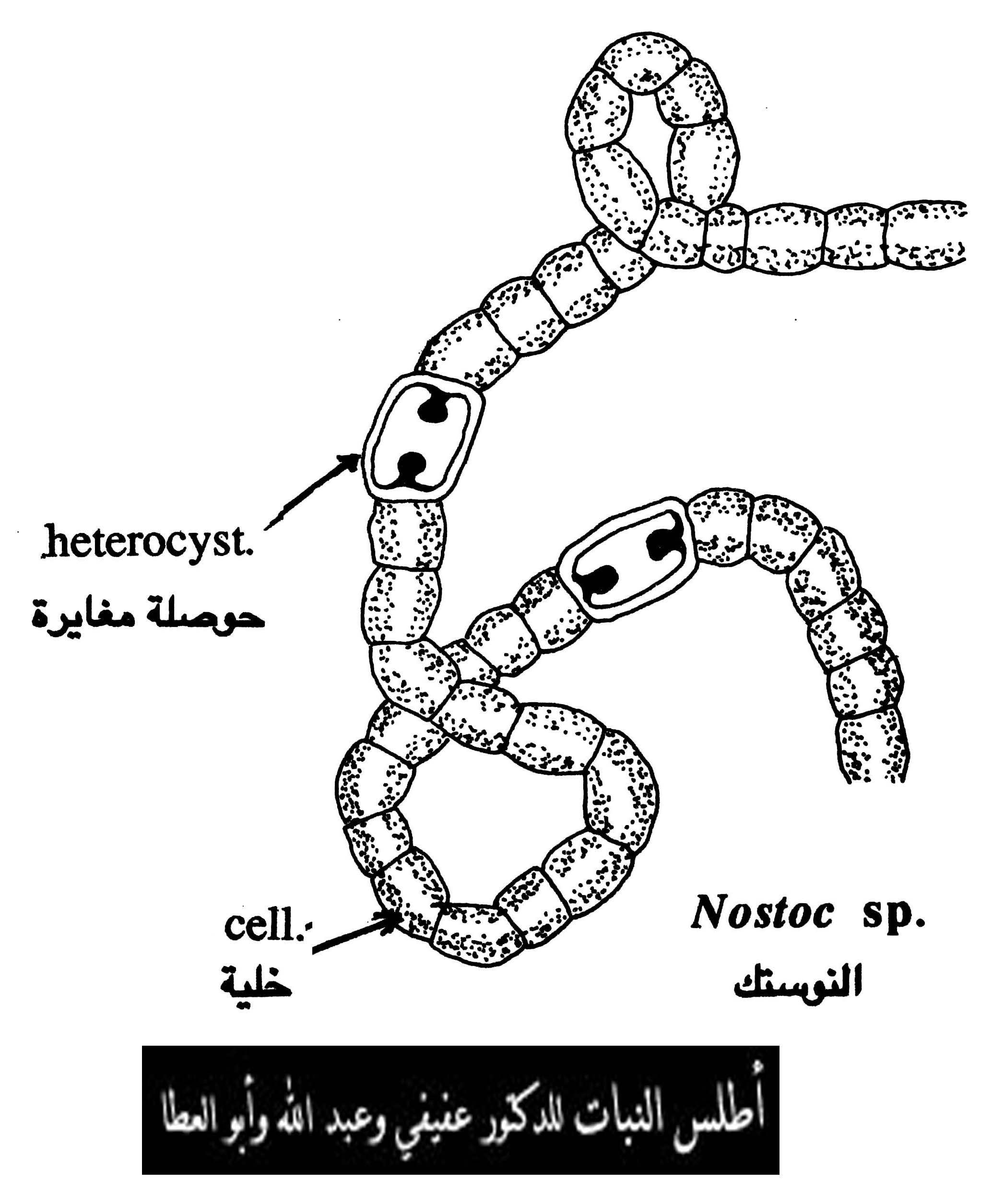
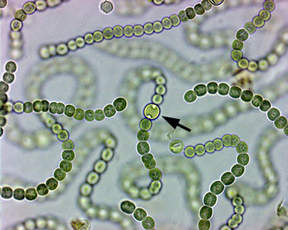
***Pleurocapsa***

**4 – Order : - Nostocales**

وتتميز بالاتي :-

1. تتواجد افرادها في المياه العذبة والمالحة والمويلحة اما بصورة هائمة او ملتصقة على الطين او الرمال او الصخور . كما تتواجد انواع منها على اليابسة والصخور الرطبة وجدران الكهوف الرطبة .
2. تتميز افرادها بانها ذات اشكال خيطية مستقيمة او حلزونية الشكل او ذات تفرع كاذب او قد تتجمع الخيوط داخل الغمد الجيلاتيني مكونة مستعمرات منتظمة او غير منتظمة وتحتوي افرادها على الحويصلة المغايرة Heterocyst .
3. تتكاثر بتكوين Hormogonia او الخلايا الساكنة Akineteاوبتكوين Hormospores .

**Genus :-*Nostoc***

**** يتواجد هذا الطحلب في المياه او على الترب الرطبة وتتواجد بعض انواعه في حالة تعايش مع الحزاز *Anthroceros* او قد تدخل بعض انواعه في تكوين الاشنات مع الفطريات . طحلب *Nostoc* هو طحلب خيطي تنطمر خيوطه داخل كتلة جيلاتينية لتكون مستعمرات منتظمة او غير منتظمة ويتصف بان خلايا الخيوط الخضرية تكون كروية الشكل وتتصل مع بعضها بشكل سلسلة شبيهة بالقلادة او السبحة وتكون خلية الحويصلة المغايرة تكون اما قمية او بينية وهي مهمة في عملية تثبيت النتروجين وتختلف عن الخلية الخضرية بأنها باهتة اللون لأن محتوياتها عديمة اللون وتكون مستديرة الشكل ولها جدر سميكهة واكبر في الحجم وتوجد بها عقدتين عند الطرفين , بينما تلاحظ الخلية الساكنة Akineteفقط في خيوط المستعمرات الناضجة .

**طحلب *Nostoc***

**5 – Order :- Stigonematales**

وتتصف بما يأتي :-

1. تتواجد افرادها ملتصقة على الصخور او الرمال .
2. تمتاز بوجود التفرع الحقيقي حيث لا يوجد مثل هذا التفرع في غيرها من عائلات الطحالب الخضراء المزرقة ، وهذا التفرع على عكس التفرع الكاذب لأنه ينبثق عن انقسام الخلية في اتجاهات عديدة تكون شبه عمودية على الخيط الأصلي ومحصورة داخل الأغلفة الجيلاتينية وقد يكون الخيط مؤلف من اكثر من صف من الخلايا كما تحتوي الخيوط على الحويصلة المغايرة .
3. تتكاثر افراد هذه الرتبة بتكوين الهرموكونيا Hormogonia.

**Genus :-*****Stigonema***

وهو طحلب خيطي متفرع تفرعات حقيقية وتكون الخلايا في الخيوط بصف واحد او اكثر من صف , وتحاط بغلاف جيلاتيني سميك و ملون . يكون النمو في هذا الطحلب من النوع القمي , ويتكاثر بتكوين الهرموكونيا Hormogonia .

