د. بثينة عبد العزيز حسن

د. ثائر محمد ابراهيم

المحاضرةالخامسة

التصنيف العام للطحالب :

هناك عدة نظم تصنفيفة للطحالب قديمة وحديثة ولكن التصنيف المتبع من قبل كثير من الباحثين هو وضع الطحالب ضمن (8 شعب) هي :-

1 – شعبة: الطحالب الخضر المزرقة	**Division: Cyanophyta**
2- شعبة: الطحالب الخضر	**Division: Chlorophyta**
3 – شعبة :الطحالب اليوغلينية	**Division: Euglenophyta**
4 – شعبة: الطحالب البيروفاتية (البروات)	**Division: Pyrrophyta**
5– شعبة: الطحالب الذهبية	**Division: Chrysophyta**
6 – شعبة: الطحالب الكربتية (الكربتات)	**Division:Cryptophyta**
7– شعبة :الطحالب البنية	**Division: Phaeophyta**
8 – شعبة الطحالب الحمر	**Division Rhodophyta**

Classification Scheme of the Different Algal Groups

Kingdom	Division	Class
Prokaryota eubacteria	**Cyanophyta**	Cyanophyceae
	Prochlorophyta	Prochlorophyceae
	Glaucophyta	Glaucophyceae
	Rhodophyta	Bangiophyceae Florideophyceae
	Heterokontophyta	Chrysophyceae Xanthophyceae Eustigmatophyceae Bacillariophyceae Raphidophyceae Dictyochophyceae Phaeophyceae
	Haptophyta	Haptophyceae
	Cryptophyta	Cryptophyceae
Eukaryota	**Dinophyta**	Dinophyceae
	Euglenophyta	Euglenophyceae
	Chlorarachniophyta	Chlorarachniophyceae
	Chllorophyta	Prasinophyceae Chlorophyceae Ulvophyceae Cladophorophyceae Bryopsidophyceae Zygnematophyceae Trentepohliophyceae Klebsormidiophyceae Charophyceae Dasycladophyceae

1 – **الطحالب الخضر المزرقة Division Cyanophyta**

تسمى ايضا Cyanochlorena والطحالب الهلامية Myxophyta وذلك لكونها محاطة بغمد جيلاتيني , وتدعى من قبل بعض العلماء بالبكتريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria , وذلك لوجود بعض اوجه التشابه بين افراد هذه الشعبة وبين البكتريا ومنها :-

1 – تكون افراد كلتا المجموعتين بدائية النواة

2 – تكون فاقدة الاسواط

3 – لا تحوي على اعضاء تكاثر جنسية ولا يحدث فيها التكاثر الجنسي

لذا وضعت في التصنيف الحديث للممالك الحياتية مع البكتريا في مملكة الابتدائيات .

س/تعليل (وضعت الطحالب الخضر المزرقة مع البكتريا في مملكة (Monera) او تدعى الطحالب الخضر المزرقة من قبل بعض العلماء بالبكتريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria؟

الجواب:- للتشابه بينها وبين البكتريا وتذكر النقاط الثلاثة

البيئة والتواجد :

تنتشر افراد هذه الشعبة في مختلف البيئات المائية واليابسة :

1 – تتواجد بعضها في المياه البحرية بصورة هائمة او ملتصقة

2 – قد تعطي بعض الانواع الصفة المميزة لاماكن تواجدها كما في حالة البحر الاحمر والذي يعود سبب تسميته الى وجود الطحلب الاخضر المزرق *Trichodesmium* باعداد كبيرة وظهوره بلون الاحمر لتواجده بعيدا عن السطح .

3 – يتواجد البعض منها في المياه الملوثة بالمواد العضوية وبذلك تعتبر دلائل على تلوث المياه بالمواد العضوية منها انواع من طحلب *Oscillatoria* وطحلب *Spirulina* وطحلب *Merismopedia*.

4 – البعض منها يعتبر مسبب لظاهرة (ازدهار الماء water bloom) : وتتمثل هذه الظاهرة بالزيادة السريعة والمفاجئة في اعداد نوع او اكثر من هذه الطحالب في المياه وقد تحدث هذه الظاهرة فصليا او في فترات متقطعة ومن مسببات حدوث هذه الظاهرة هو توفر المغذيات وعوامل بيئية اخرى ومن الانواع المسببة لهذه الظاهرة *Anabaena , Microcystis*.

5 – شخصت بعض الانواع في مياه الينابيع الكبريتية الساخنة والتي تتراوح درجة حرارتها بين (50-73) (وقد تقوم هذه الطحالب بترسب املاح الكالسيوم والمغنيسيوم بشكل طبقات ملونة فوق اجسامها وتدعى Travertine)

6 – شخصت بعض الانواع في المناطق القطبية على الثلوج .

7 – تتواجد بعض الانواع في حقول النفط .

8 – تتواجد بعض الانواع على اليابسة بشكل كتل جيلاتينية على التربة الرطبة او على جذوع او قلف الاشجار .

9 – بعضها يتواجد في حالة تعايشية داخل اجسام بعض النباتات كما في طحلب *Nostoc* الذي يتواجد في حالة تعايشية داخل جسم النبات الحزاز *Anthoceros*.

10 – تعد هذه الطحالب من اقدم المجاميع الطحلبية التي وجدت على سطح الكرة الارضية ويقدر عمرها باكثر من (2500) مليون سنة .

الصفات المميزة:

1 – تكون بدائية النواة Prokaryote.

2 – تفتقر الى وجود العضيات الخلوية.

3 – الصبغات المتواجدة على صفائح البناء الضوئي تتمثل بالصبغات التالية:

Zeaxanthin , Myxoxanthin , β-Carotine , Chl.a بالاضافة الى صبغات البيلوبروتينات والمتمثلة بالصبغة الخضراء المزرقة C-phycocyanin والصبغة الخضراء المزرقة المساعدة C-Allophycocyanin والصبغة الحمراء C-phycoerthrin و C-Allophycoerthrin.

4 – يخزن الغذاء بشكل نشأ من نوع Cyanophycean starch وهو عبارة عن مركبات كاربوهيدراتية شبيهة بالكلايكوجين الحيواني بالاضافة الى بروتينات ودهون .

5 – يحاط الجدار الخلوي في غالبية الاجناس بمادة جيلاتينية بشكل غلاف خارجي وقد يكون شفاف ورقيق او ملون او سميك .

6 – تفتقر الى وجود الاسواط او الاهداب .

7 – تفتقر الى وجود الاعضاء التكاثرية الجنسية ولم يلاحظ فيها التكاثر الجنسي.

الشكل الخضري:

تضم الطحالب الخضر المزرقة اشكال خضرية متعددة فالبعض منها احادية الخلية او متعددة الخلايا بشكل مستعمرات او تجمعات منتظمة وغير منتظمة او تكون خيطية بسيطة او متفرعة تفرع كاذب او تفرع حقيقي (شكل 13 , 14).

التركيب الخلوي :

تظهر خلية الطحلب الاخضر المزرق تحت المجهر الضوئي وهي محاطة بجدار خلوي وطبقة خارجية من مادة جيلاتينية شفافة ورقيقة او سميكة وملونة .اما البروتوبلاست فيتميز الى منطقتين :

(1)منطقة خارجية ملونة تدعى Chromoplast.

(2)منطقة داخلية مركزية تكون حبيبية غير ملونة تدعى Centroplast وقد يلاحظ في البروتوبلاست في بعض الانواع الهائمة فجوات كاذبة او غازية Gas vacuole تظهر بلون اسود تحت المجهر الضوئي . (شكل رقم 15 أ) في التركيب الخلوي الدقيق وكما يظهر تحت المجهر الالكتروني (شكل 15ب) حيث تحاط الخلية من الخارج بالغمد الجيلاتيني وقد يكون متعدد الطبقات وملون .

ويعتبر السليلوز المكون الرئيسي للجزء الداخلي منه وتظهر لوييفات السليلوز بشكل شبكي اما الجزء الخارجي فيحوي مواد بكتينية

اما الجدار الخلوي الذي يقع الى داخل الغمد فيتكون عادة من اربع طبقات وتكون مكوناته من مركبات ميوكوببتيدية Mucopeptide component ومكونة من عدة احماض امينية منها Muramic acid و Alanine يحاط البروتوبلاست من الداخل بالغشاء البلازمي Plasma membrane , الجزء المحيطي من البروتوبلاست يحوي على صفائح البناء الضوئي المفردة والمؤلفة من غشائيين يفصل بينهما مسافة صغيرة وتتركز عليها الحبيبات الصبغية Phycobilosoms (وهي عبارة عن صبغات البليوبروتينات الخضراء المزرقة والحمراء والتي هي عبارة عن صبغة + بروتين)ولا تحاط صفائح البناء الضوئي بغشاء كما في بقية الطحالب التي تحوي بلاستيدات محددة اما المادة النووية Centroplast فتظهر بشكل مادة حبيبية عديمة اللون وهي عبارة عن لوييفات من مادة الـDNA وقد يظهر بشكل شبكة ويفتقر الـ DNA الى وجود بروتين الهيستون .

يحوي البروتوبلاست ايضا على :

1- الرايبوسومات المنتشرة في السايتوبلازم لعدم وجود الشبكة الاندوبلازمية .
2- حبيبات النشأ السيانوفايسيني **Cyanophycean starch** وهو عبارة عن بوليمرات من الـ Arginine والـ Asparatic acid . **(تعريف)**
3- **Polyphosphate bodies** وهي عبارة عن مركبات فوسفاتية متعددة مرتبطة مع البروتين وتظهر بشكل تراكيب عصوية **.(تعريف)**
4- **Polyhedral bodies** وهي عبارة عن اجسام متعددة الاضلاع يعتقد انها تحوي انزيمات البناء الضوئي الخلية في بعض الانواع الهائمة تحوي الخلية على الفجوات الغازية او الفجوات الكاذبة والتي تظهر تحت القوة الصغرى للمجهر باللون الاسود وتحت القوة الكبرى باللون الاحمر وتظهر تحت المجهر الالكتروني بشكل حويصلات اسطوانية مجوفة ولها نهايات قمعية ومحاطة بغشاء مفرد وتتكون من البروتين .**(تعريف)**

س/يعتقد ان ظهور واختفاء هذه الفجوات يعود الى:

1- الضغط او الفراغ الجزئي .
2- كما يعزى ظهورها الى نقصان الاوكسجين في الخلية مما يساعد الطحلب على الطفو قريب من السطح.
3- ويعتقد ايضا انها تراكيب مظللة لحبيبات البناء الضوئي.

الحركة Motility :

بالرغم من عدم احتواء افراد الشعبة على الاسواط او الاهداب الا انه لوحظت نوع من الحركة التزحلقية Glinding او الحركة الزاحفة Creeping لبعض الانواع الخيطية خاصة في طحلب *Oscillatoria* وطحلب *Spirulina* وفي بعض الانواع المتجمعة الكروية , وذلك عند تواجدها على اي سطح صلب وتكون الحركة اما الى الامام او الى الخلف.

تحدث الحركة اما بحركة نهاية الخيط حركة دورانية او حركة شبيهة بحركة بندول الساعة ,وفي الحالتين يندفع جسم الطحلب اما الى الامام او الى الخلف ,ولقد فسرت هذه الحركة على اساس بعض الافتراضات وهي :

1- **الافتراض الاول** : جدار الخلية يحوي على ثقوب يفرز عبر هذه الثقوب مواد جلاتينية من داخل الخلية والى السطح الخارجي للجسم فتساعد في انزلاق جسم الطحلب
2- **الافتراض الثاني** : ان جدار الخلية يحوي على لييفات دقيقة بتقلص وانبساط الييفات تتم حركة الطحلب .

ظاهرة التكيف اللوني (ظاهرة جايد كوف)Pigment adaptation

(Giadkoff phenomenon)

تتميز افراد هذه الشعبة بقابليتها على الظهور باكثر من لون فقد تلاحظ باللون الاخضر المزرق او البني او الاسود , وقد يعود السبب احيانا الى ان لون الغلاف الجيلاتيني المحيط بجسم الطحلب , او الى وجود صبغات البيليوبرتينات الخضراء المزرقة او الحمراء بكميات كبيرة داخل الخلايا .

فقد تزداد كمية الصبغة الخضراء المزرقة فيظهر الطحلب بلون اخضر مزرق او تزداد كمية الصبغة الحمراء فيظهر الطحلب باللون الاحمر .

وقد لاحظ العالم جايدكوف ان لعامل الاضاءة اثر كبير في ظهور او اختفاء هذه الصبغات حيث تزداد كمية الصبغة الحمراء وتقل الصبغة الخضراء المزرقة عندما تكون الاضاءة قليلة وتقل الصبغة الحمراء او تختفي وتزداد الصبغة الخضراء المزرقة عندما تكون الاضاءة شديدة .

التكاثر Reproduction :

تتكاثر الطحالب الخضر المزرقة تكاثرا خضريا وتكاثرا لا جنسيا , اما التكاثر الجنسي فلم يلاحظ في افراد هذه الشعبة .

1- **التكاثر الخضري Vegetative reproduction** :

يحدث هذا النوع من التكاثر بطريقتين :

أ- الانقسام الخلوي البسيط Binaryfission :

في الانواع الاحادية الخلية تتكاثر بالانقسام البسيط للخلية وتتكون خليتين جديدتين وفي بعض الانواع قد تبقى الخلية المنقسمة داخل نفس الغشاء الجيلاتيني للخلية الام , وقد تعاود هذه الانقسام مكونة تجمعات من الخلايا داخل نفس الغشاء الجيلاتيني كما في طحلب الـ *Chroococcus* وطحلب *Gleoecapsa*.

ب- التجزؤ Fragmentation :

في الانواع الخيطية قد تموت بعض الخلايا الخضرية البينية بسبب العمر او اي عامل بيني اخر فتصبح اقراص انفصال Separating لمجموعة الخلايا الخضرية التي تنحصر بين هذه الخلايا الميتة وتبتعد هذه الخلايا الحية عن جسم الطحلب الام وتتحرك حركة تزحلقية واضحة ثم تبدأ بتكوين طحلب جديد , ويطلق على هذه الخلايا بالهرموكونيا Hormogonia .

اما في الانواع التي تتكون بشكل مستعمرات فقد تتجزأ بعض خلايا المستعمرة لتبدأ بتكوين مستعمرات جديدة .

2- **التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction** :

يحدث هذا النوع من التكاثر بتكوين خلايا او ابواغ غير متحركة وكما ياتي :

اولا :الخلية الساكنة Akinete :

هي عبارة عن خلية خضرية تكبر في الحجم وتمتلئ بحبيبات الغذاء المخزون Cyanophycean granules وتحتوي على كمية كبيرة من DNA وتحيط نفسها بجدار سميك وقد يكون ملون ولها القابلية على البقاء لفترة طويلة محتفظة بحيويتها قبل الانبات وتكوين طحلب جديد او قد تنقسم محتوياتها لتكون مجموعة من الابواغ ينمو كل منها الى طحلب جديد (شكل 16ب) تلاحظ في طحلب *Mabaena* وبعض الانواع الخيطية الاخرى .

ثانيا :الحويصلة المغايرة Heterocysts :

هي خلية خضرية محورة محاطة بجدار ثلاثي الطبقات ومحتوياتها متجانسة وخالية من حبيبات الغذاء المخزون وتحتوي كلوروفيل a وتفتقر الى وجود صبغات البليوبروتينات ولها عقدة او عقدتين

قطبية تمثل مناطق اتصالها بالخلايا المجاورة وقد تكون هذه الخلية اما طرفية Terminal او قاعدية Basale او قد تكون قمية Apical او تكون بينية Intercalary . (شكل 16 ب)

وظائف خلية الحويصلة المغايرة :

يعتقد ان لهذه الخلية اكثر من وظيفة :

1 – تمثل هذه الخلية وسيلة للتكاثر حيث تمثل مناطق انفصال للخلايا الخضرية (الهرموكونات) والتي تنفصل عن الطحلب الام لتكون طحلب جديد .

2 – يعتقد البعض انها تمثل اعضاء تكاثرية مختزلة حيث اثبتت الدراسات ان لهذه الخلية القدرة على الانبات وتكوين طحلب جديد (تحت ظروف مختبريه)

3 – ان احتواء الحويصلة المغايرة على انزيم Nitrogenase يثبت ان لهذه الخلية القدرة على تثبيت النيتروجين الجوي .

4 – وجود **الخلايا الساكنة Akinete** قريبة من هذه الخلية يجعل البعض يعتقد ان الحويصلة المغايرة تحث على تكوين الخلايا الساكنة .

5 – وجود هذه الخلية في منطقة التفرعات الكاذبة في بعض الاجناس يجعل البعض يعتقد ان للحويصلة المغايرة علاقة بحدوث هذا النوع من التفرع .

ثالثا: الابواغ الخارجية Exospores :

في بعض انواع الطحالب مثل طحلب *Chamaesiphon* يتكون نوع من الابواغ اللاجنسية الخارجية والتي تنشا بتخصر قمة الجدار الخلوي للخلية الام 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 (شكل 16 جـ)

رابعا : الابواغ الداخلية Endospores :

تتكون هذه الابواغ بانقسام بروتوبلاست الخلية مع المادة النووية الى جزئين او اكثر تتحرر بعدها لتنمو الى طحالب جديدة مثل طحلب *Dermocarpa* (شكل 16 د)

خامسا : الابواغ او الاكياس الصغيرة Nannocystes or Nannospores :

في بعض الاجناس مثل طحلب *Gleoecapsa* او طحلب *Microcystis* ونتيجة لتوفر الظروف البيئية الملائمة يحدث انقسام الخلية البسيط بشكل سريع ومتكرر فتتكون خلايا اصغر من الخلايا الام تدعى Nannospores او Nannocystes تكبر بعدها بالحجم لتكوين طحلب يشابه الطحلب الام .

سادسا: ابواغ او اكياس Hormocystes او Hormospores :

في بعض الاجناس قد تحيط مجموعة من الخلايا الخضرية الطرفية نفسها بجدار سميك لكون الظروف البيئية غير ملائمة للطحلب وتبقى محتفظة بحيويتها لحين توفر الظروف الملائمة لتنمو الى طحلب جديد يطلق على هذه الخلايا بالـ Hormocysts او Hormospores .

س/ عدد طرق التكاثر الخضري في الطحالب الخضر المزرقة ؟

س/ عدد طرق التكاثر اللاجنسي في الطحالب الخضر المزرقة واشرح اثنين منها ؟

س/ قارن بين الخلية الساكنة Akinete وخلية الحويصلة المغايرة Heterocystes ؟

س/عدد وظائف خلية الحويصلة المغايرة ؟

س/ قارن بين Endospores و Exospores ؟

س/ قارن بين Nannospores و Hormospores ؟

تصنيف الطحالب الخضر المزرقة :

صنفت افراد هذه الشعبة تحت صف واحد (Class Cyanophyceae) ويضم هذا الصف 5 رتب وصنفت على اساس التركيب والشكل الخضري والبيئة والتواجد وطرق التكاثر وهذا التصنيف من قبل كثير من العلماء

1 – Order Chamaesiphonales

تضم اجناس :

1- تتواجد غالبيتها في المياه المالحة والبعض منها في المياه العذبة .
2- تنمو ملتصقة على الصخور او على النباتات او على طحالب خيطية او متطفلة .
3- تضم اجناس احادية الخلية مثل *Chamaesiphon* او بشكل تجمعات خلوية مثل طحلب *Dermocarpa*.
4- تتكاثر بتكوين ابواغ خارجية Exospores وابواغ داخلية Endospores .

2 – Order Chroococcales

تضم اجناس :

1 – تتواجد في المياه العذبة والمويلحة والمالحة.

2 – تنمو بصورة هائمة وقد يسبب البعض ظاهرة ازدهار الماء Water bloom او تنمو ملتصقة على الصخور .

3 – بعض الانواع مثل *Merismopedia* تعتبر دليل تلوث للمياه العراقية بالمواد العضوية .

4 – تضم اجناس احادية الخلية او مستعمرات منتظمة او غير منتظمة او تجمعيات للخلايا ويحاط جسمها بغلاف جيلاتيني شفاف او سميك وملون .

5 – تتكاثر بالانقسام الخلوي البسيط او التجزؤ او بتكوين الـ Nannospores , مثال عليها *Gleoecapsa ,Chroococcus* و *Merismopedia*

ملاحظة :شرح الاجناس في العلمي .

3 – Order Pleurocapsales

تضم هذه الرتبة :

1 – عدد قليل من الاجناس

2 – تنمو ملتصقة على الصخور او الطين او على النباتات المائية وقد ينمو البعض منها داخل الشقوق الصخرية .

3 – تضم اجناس ذات شكل خضري مختلف الشعيرات Heterotrichous حيث تتكون بشكل كتل من الخلايا وتنتج عادة من الانقسام الخلوي باتجاه واحد او اتجاهين .

4 – تتكاثر بتكوين اعداد كبيرة من الابواغ الداخلية داخل بعض الخلايا الخضرية مثال عليها طحلب *Hyella* (شكل 17 (2))

4 – Order Nostocales

تضم اجناس :

1 – تتواجد في المياه العذبة والمويلحة والمالحة , اما بصورة هائمة وقد يتسبب بعض الانواع ظاهرة ازدهار الماء او تنمو ملتصقة على الطين او الصخور او الرمال , كما يتواجد البعض منها على اليابسة على الصخور الرطبة وجدران الابار والكهوف الرطبة .

2 – تضم هذه الرتبة اكبر عدد للاجناس العائدة لهذه الشعبة وتكون ذات اشكال خيطية مستقيمة او حلزونية الشكل او ذات تفرع كاذب او قد تتجمع بشكل خيوط داخل غمد جيلاتيني فتكون بشكل مستعمرات منتظمة او غير منتظمة

3 – تتكاثر اما بتكوين الهرموكونيا Hormogonia , او بتكوين الحويصلات المغايرة او الخلايا الساكنة ,

4 – من الامثلة على هذه , *Nostoc , Anabaena , Oscillatoria , Spirulina , Rivularia* *Scytonema*(شكل 17-1, 3)

ملاحظة : شرح الاجناس في العلمي .

5 – Order Stigonematales

تضم اجناس :

1 – تتواجد بصورة ملتصقة على الصخور او الرمال .

2 – تضم عدد قليل من الاجناس ذات الشكل الخيطي ذو التفرع الحقيقي وقد يكون خيوط منبطحة واخرى قائمة وقد يكون الخيط مؤلف من صف من الخلايا وتحوي الخيوط على الحويصلة المغايرة .

3 – تتكاثر بتكوين الهرموكونيا Hormogonia مثل طحلب الـ Stigonema (شكل 17-4)

س/ قارن بين رتبة Chamaesiphon ورتبة الـ Chroococcales .

س/ قارن بين Nostocales ورتبة Stigonematales .

س/ قارن بين رتبة Pleurococcales ورتبة Nostocales .

س/ قارن بين رتبة Pleurococcales ورتبة Stigonematales .