جامعة الانبار

كلية العلوم

قسم علوم الحياة

المادة : المجاميع النباتية

المرحلة: الثانية 2nd

تسلسل المحاضرة: الثالثة

عنوان المحاضرة: الطحالب الخضراء المزرقة

استاذ المادة : د.هبة فؤاد عبد الفتاح

الشكل الخضري للطحالب الخضراء المزرقة :

تضم الطحالب الخضر المزرقة أشكال خضرية متعددة فالبعض منها أحادية الخلية أو متعددة الخلايا بشكل مستعمرات أو تجمعات منتظمة أو غير منتظمة أو تكون خيطية بسيطة أو متفرعة أو متفرعة تفرعاً كاذباً أو حقيقياً .

التركيب الخلوي :

تظهر خلية الطحلب الخضر المزرق تحت المجهر الضوئي وهي محاطة بجدار خلوي وطبقة خارجية من مادة جيلاتينية شفافة ورقيقة أو سميكة وملونة . أما البروتوبلاست فيتميز الى منطقتين هما :

1- منطقة خارجية ملونة تدعى Chromoplast

2- منطقة داخلية مركزية تكون حبيبية غير ملونه تدعى Centroplast وقد يلاحظ في البروتوبلاست في بعض الانواع الهائمة فجوات كاذبة أو غازية Vesicle Gas وهو سبب ظهور البقع الملونة في خلايا الطحالب الخضر المزرقة تحت المجهر الضوئي الاعتيادي لانكسار ضوء المجهر المار خلالها. وفي التركيب الخلوي الدقيق تحت المجهر الالكتروني حيث تحاط الخلية من الخارج بالغمد الجيلاتيني وقد يكون متعدد الطبقات وملون . يحاط البروتوبلاست من الداخل بالغشاء البلازمي Plasma membrane , والجزء المحيطي من البروتوبلاست يحوي على صفائح البناء الضوئي وتتركز عليها الحبيبات الصبغية وتحاط صفائح البناء الضوئي بغشاء كما في بقية الطحالب التي تحتوي بلاستيدات محددة . أما المادة النووية Centroplast فتظهر بشكل مادة حبيبية عديمة اللون وهي عبارة عن لوبيفات من ال DNA والذي قد يظهر بشكل شبكة . يحوي البروتوبلاست أيضا على :

(1)الرايبوسومات المنتشرة في السايتوبلازم لعدم وجود الشبكة الاندوبلازمية

(2) حبيبات Cyanophycean Starch

(3) Polyphosphate Bodies وهي عبارة عن مركبات فوسفاتية متعددة مرتبطة مع البروتين وتظهر بشكل تراكيب عصوية

3- Polyhedral Bodies وهي عبارة عن أجسام متعددة الاضلاع يعتقد أنها تحتوي أنزيمات البناء الضوئي ومن المحتويات الخلوية الاخرى هي الحبيبات الدهنية كما قد تحتوي الخلية في بعض الانواع

الهائمة على الفجوات الغازية أو الفجوات الكاذبة والتي تظهر تحت المجهر الالكتروني بشكل حويصلات أسطوانية .

الحركة :

بالرغم من عدم امتلاك الطحالب الخضر المزرقة لأعضاء الحركة سواء كانت الاسواط أو الاهداب الا أن بعض الانواع الطحلبية التابعة الى هذا القسم كما في طحلب *Nostoc* و*Oscillatoria* تستطيع ان تتحرك حركة تزحلقية أو دورانية Creeping or Glinding والسبب في هذه الحركة هو احتوائها على غلاف جيلاتيني تستطيع من خلاله الاحتكاك بينها وبين الوسط الذي تنمو عليه .

تحصل هذه الحركة نتيجة لتقلص الخيط الطحلبي من المنتصف نتيجة تثبيت نفسه في الوسط الذي يعيش فيه بحيث يثبت أحد الاطراف ويبقى الطرف الاخر سائب ثم يتحرك حركة تشبه البندول بندول الساعة الى الامام والى الخلف وهذه الحركة تعطيه قوة ليتحرك حركة تزحلقية بسيطة على الوسط الذي تعيش فيه , تزداد هذه الحركة بازدياد درجة الحرارة الى الحد المعقول .أن هذه الحركة غير معروفة ولكن هناك فرضيات لتفسير هذه الظاهرة ومنها :

1- ان الطحالب التي تستطيع الحركة تحتوي على ثقوب Pores موجودة في جدار الخلية يتم عن طريقها افراز بعض المواد الجيلاتينية الهلامية اللزجة الى خارج جسم الطحلب تساعده للقيام بهذه الحركة .

2- ان هذه الطحالب تمتلك في جدار الجسم المكون لها عدد كبير من الليبفات التي لها القابلية على التقلص والانبساط والتي تساعد الطحلب على هذه الحركة .

ظاهرة التكييف اللونى ظاهرة جايدكوف (Pigment Adaptation (Giadkoff Phenomenon

تتميز أفراد هذه الرتبة بقابليتها على الظهور بأكثر من لون فقد تلاحظ باللون الاخضر المزرق أو الاحمر أو البني أو الاسود , وقد يعود السبب الى وجود صبغات البيلوبروتين الخضراء المزرقة أو الحمراء بكميات كبيرة داخل الخلايا . وقد لاحظ العالم جايدكوف ان لعامل الاضاءة أثر كبير في ظهور

او عدم ظهور هذه الصبغات حيث تزداد كمية الصبغة الحمراء وتقل الصبغة الخضراء المزرقة عندما تكون الاضاءة قليلة , وتقل الصبغة الحمراء أو تختفي وتزداد الصبغة الخضراء المزرقة عندما تكون الاضاءة شديدة .ويعتقد أن هناك عوامل بيئية أخرى مؤثرة منها قلة أو نفاذ النتروجين من أماكن تواجد الطحلب أن وجود طحلب *Trichodesmium* الاخضر المزرق على أعماق كبيرة وبكميات كبيرة تحت سطح الماء في مياه البحر الاحمر يعطي اللون الاحمر لمياه السواحل لهذا البحر.

التكاثر Reproduction

تتكاثر الطحالب الخضر المزرقة تكاثر خضري واللاجنسي فقط , أما التكاثر الجنسي فلم يلاحظ في أفراد هذه الشعبة .

1- التكاثر الخضري Vegetative Reproduction

يحدث هذا النوع من التكاثر عن طريق :

a- الانقسام الخلوي البسيط Binary Fission: في الانواع الاحادية الخلية تتكاثر بالانقسام البسيط للخلية كما في طحلب *Gleocapsa* و *chroococcus* اذ يبدا انقسام الخلية بتكوين حاجز في وسط الخلية من الجانبين ثم تنقسم جميع المحتويات في السايتوبلازم والمادة النووية الى قسمين متماثلين مكونة خليتين بنويتين بدائيتين جديدتين واحيانا تبقى الخلايا المنقسمة داخل غلاف الخلية الام لفترة جيل او جيلين.

b - التجزؤ Fragmentation:في الانواع التي تكون بشكل مستعمرات قد تتجزأ بعض الخلايا من المستعمرة لتبدأ بتكوين مستعمرات جديدة ويحصل ذلك عندما تصل حجم المستعمرة الى حد معين ثم تنفصل او تتجزأ او عندما تكون الظروف غير ملائمة او نتيجة لظروف فيزيائية معينة. أما في الانواع الخيطية فقد تقوم بعض الخلايا الخضرية بالانفصال بسبب عامل بيئي او فيزيائي مثل الرياح او بواسطة الحيوانات .

c -Hormogonia: يحدث في بعض الانواع الخيطية بانفصال او تجزؤ الخيط الى مجموعة من الخلايا الخضرية قد تكون خليتين او ثلاثة او اكثر وتنفصل نتيجة لموت بعض الخلايا وتمزقها وتسمى قطع او اقراص الانفصال Seperating Discs ثم تبدأ هذه الخلايا المنفصلة بالتكاثر بواسطة الانقسام البسيط

مكونة نبات جديد كما في طحلب *Oscillatoria*.عندما تتغلض الخلايا الموجودة في نهاية التفرع للخيط الطحلبي تكون ما يشبه السبور ويدعى Hormospores

2- التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction

يحدث هذا النوع من التكاثر بتكوين خلايا أو أبواغ غير متحركة تكون من عدة أنواع هي:

a- **<u>الخلية الساكنة Akinete:</u>** وهي عبارة عن خلية خضرية تكبر في الحجم وتمتلئ بحبيبات الغذاء المخزون وتحتوي على كمية كبيرة من DNA وتحيط نفسها بجدار سميك ولها القابلية على البقاء لفترة طويلة محتفظة بحيويتها قبل الانبات وتكوين طحلب جديد أو قد تنقسم محتوياتها لتكون مجموعة من الأبواغ ينمو كل منها الى طحلب جديد , تلاحظ في طحلب ال *Anabaena* وبعض الأنواع الخيطية الأخرى .

b- **<u>الحويصلة المغايرة Heterocystis :</u>**

وهي عبارة عن خلية ذات تركيب خاص تختلف عن بقية الخلايا الخضرية اذ تكون اكبر حجما وذات جدران مثخنة وتمتاز بوجود عقدة او عقدتين طرفيتين تربطها بالخلية الخضرية وتلاحظ في كثير من افراد هذه المجموعة وتكون اما طرفية او طرفية في الفرع الجانبي او تكون قميه .اما عن وظيفة الحويصلة المغايرة فهناك نظريات كثيرة حول ذلك ، النظرية الاولى تشير ان لهذه الخلية علاقة بتثبيت النتروجين اذ وجد ان جميع الطحالب الخضراء المزرقة التي تحوي هذه الخلية لها القدرة على تثبيت النتروجين وذلك بواسطة انزيم خاص Nitrogenase كما يمكن تثبيت النتروجين بالخلايا الخضرية ايضا.اما النظرية الثانية فتعتبر الحويصلة المغايرة وسيلة للتكاثر الخضري وذلك لسهولة انفصال الخلايا الخضرية الملتصقة بها ومن ثم تبدأ بتكوين خيط جديد. النظرية الثالثة تشير الى ان الحويصلة المغايرة شبيه بالبوغ اذ لها القدرة على الانبات وتكوين نبات جديد، ويعتقد ايضا ان لها علاقة بتكوين الخلايا الساكنة Akinete اذ غالبا ما تلاحظ الحويصلة المغايرة خلفها وقد استخدمت الحويصلة المغايرة كصفة في تقسيم الطحالب الخضراء المزرقة.

C- **الابواغ الخارجية Exospores** في بعض الاجناس وأحدى طرق التكاثر اللاجنسي تتكون الابواغ الخارجية حيث تنشأ من تخصر في الخلية في الجزء البعيد عن البروتوبلاست ويحاط بجزء من جدار الخلية الام مكونة السبور وقد تتكون سلسلة من الابواغ الخارجية والتي بانفصاله تنمو لتكون طحلب جديد.

d - **الابواغ الداخلية Endospores** : في بعض انواع الطحالب الخضراء المزرقة ومنها *Dermocarpa* تكبر احدى الخلايا الخضرية في الحجم وتكون ما يشبه العلبة السبورية ثم تبدأ محتوياتها بالانقسام مكونة مجموعة من الابواغ الكروية الصغيرة والتي تسمى الابواغ الداخلية.

- **تصنيف الطحالب الخضر المزرقة :**

صنفت أفراد هذه الشعبة Cyanophyta الى صنف واحد Class : Cyanophyceae ويضم هذا الصف خمسة رتب صنفت على أساس التركيب و الشكل الخضري والبيئة والتواجد وطرق التكاثر وهذا التصنيف متبع من قبل كثير من العلماء، نتطرق بها لثلاث رتب .

تصنيف قسم الطحالب الخضر – المزرقة

Division: Cyanophyta

Class: Cyanophyceae

1. Order: Chroococcales

2. Order: Oscillatoriales

3. Order: Nostocales

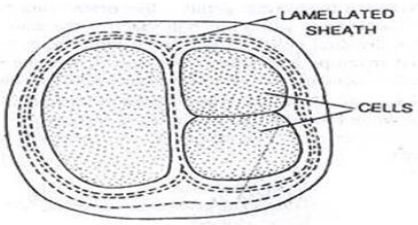
1- Order: Chroococcales

Family : Chroococcaceae

الصفات العامة لهذه الرتبة ما يأتي :

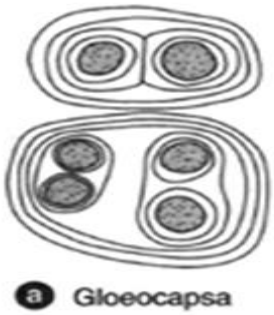
طحالب وحيدة الخلية مجهريه يصل حجمها تقريبا 0.5 مايكرومتر وغالبا ما تكون بشكل مستعمرات غير منتظمة بالميلية, وقد تكون منتظمة ومحاطة بغلاف جيلاتيني هلامي تتميز جميعها بانها غير خيطية ولايمكنها تكوين الابواغ الداخلية او الخارجية ,الخلايا الخضرية او الطحلب العائد لهذه المجموعة اما احادي الخلية او مكون من مجموعة من الخلايا. اغلب الأنواع الطحلبية التابعة الى هذه الرتبة متشابهة مظهريا وهناك بعض الاختلافات البسيطة جدا ويمكن تمييزها من خلال طبيعة المستعمرات.الطريقة المعروفة للتكاثر في افراد هذه الرتبة هي الانشطار البسيط او التجزؤ , تتواجد هذه الطحالب غالبا في البيئات المائية الملوثة الراكدة و توجد في المياه الجارية. هنالك عدة أجناس تابعة إلى هذه الرتبة تتمثل *Chroococcus*و *Gleocapsa* و *Merismopedia* و *Microcystis*.

Genus : *Chroococcus*



Chroococcus

وهو من الطحالب الاحادية الخلية وقد يكون بشكل مستعمرات من الخلايا من 2-8 او 16 خلية وذلك نتيجة بقاء الخلايا المنقسمة داخل الغلاف الام ,اما الخلايا الحديثة الانقسام فتكون نصف دائرية ، محتويات الخلية اما متجانسة او محببة . يحاط جسم الطحلب بغلاف جيلاتيني عديم اللون سميك ويوجد هذا الطحلب في المياه وعلى الترب الرطبة. يحاط جسم الطحلب بغلاف جيلاتيني سميك او صفائحي عديم اللون يوجد عادة في المياه وعلى الترب الرطبة.



Genus: *Gleocapsa*

وهو طحلب يشابه طحلب *Chroococcus* بالصفات والخلايا حديثة الانقسام تكون دائرية الشكل او دائرية الاقطاب وبذلك يمكن تميزها عن طحلب *Chroococcus* والغلاف المحيط بجسم الطحلب قد يكون سميك ومحبب ويكون عادة ملون اصفر, احمر, ازرق او بنفسجي.

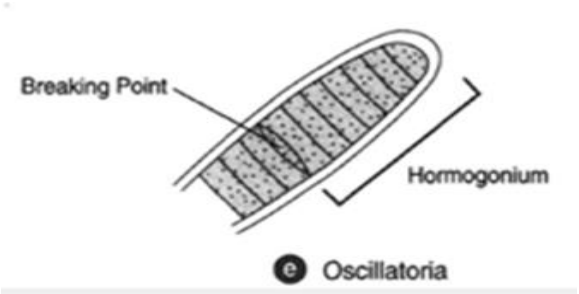
2- Order: Oscillatoriales

Family: Oscillatoriaceae

تتميز أفراد هذه الرتبة بالصفات الآتية:

يتواجد في المياه بشكل كتل طافية ويكثر في المياه الملوثة تتواجد طحالب هذه المجموعة في البيئات المائية العذبة الجارية و الراكدة كما تتواجد في بيئات المياه المالحة ويتواجد على سطح الترب بشكل كتل لامعة وهذه الطحالب يكون جسمها اما مستقيم او مدبب في احدى النهايتين او باتجاه الطرفين ,قد يكون شريط واحد غير متفرع في داخل غلاف Sheathاو عدة خيوط داخل الغلاف الواحد وقد يلاحظ التفرع الكاذب في بعض افراد هذه المجموعة وقد تكون ملتوية او حلزونية. ,الأنواع التابعة لها غير قادرة على تثبيت النيتروجين لأنها خالية من الحويصلات المغايرة Heterocysts كما تخلو من الخلية الساكنة Akinetes ، تتكاثر خضريا و عن طريق تقطيع الخيط الطحلبي إلى قطع صغيرة تسمى الهورموكونيا.Hormogonia من الأجناس التابعة إلى هذه الرتبة هي *Oscillatoria* و *Phormidium*و *Lyngbya* و. *Spirulina*

Genus *: Oscillatoria*

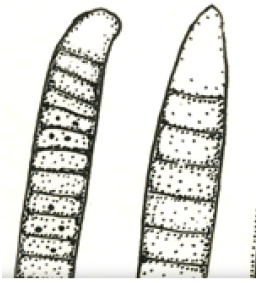


طحلب خيطي يتألف من خلايا خضرية ذات شكل مستطيل أي أن طول الخلية أقصر من عرضها وتكون

الخلايا الخضرية متراصة، محتويات الخلية قد تكون متجانسة او محببة وقد تحتوي على الفجوات

الغازيةGas vacuole ويمكن تمييز الخلية القمية التي عادة ما تكون مدورة أو مدببة أو تتثخن قمة الخلية مكونة تركيب يشبه القبعة Calyptra , أما الخلية القاعدية فتكون مستوية وهناك خلايا مقعرة الوجهين هي الخلايا الميتة Dead Cells وتسمى المنطقة المحصورة بين خليتين ميتتين بالHormogonium جمعها Hormogonia والتي عند انفصالها تنمو لتعطي خيط طحلبي جديد، يعد استطالة الغلاف الجيلاتيني في مقدمة الطحلب صفة تصنيفية مهمة.

Genus : *Phormidium*



طحلب خيطي غير متفرع يشبه طحلب *Os cillatoria* ألا أن خلاياه الخضرية أقل عرضا منه و الغلاف الجيلاتيني يمتد إلى الأمام بشكل واضح ويتكون من أكثر من طبقة واحدة .يتواجد هذا الطحلب في المياه الجارية و في العيون المائية و يوجد منه أكثر من 27 نوعا في المياه العراقية.

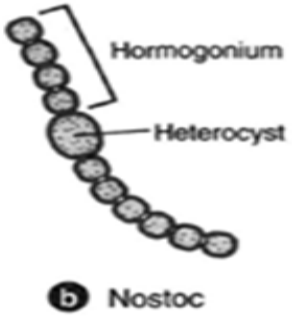
3- Order: Nostocales

a- Family: Nostocaceae

تتميز أفراد هذه الرتبة بالصفات الآتية:

طحالب خيطية متفرعة و غيز متفرعة و يكون تفرعها حقيقي True branchedأو كاذب False branched . ،أغلب الأنواع التابعة إلى هذه الرتبة تتميز بتثبيت النيتروجين كونها تحتوي على الحويصلات المغايرة,وتحتوي الخيوط الطحلبية على خلايا تكاثرية تسمى Akinetes و هي عبارة عن خلايا خضرية متحورة وتحيط نفسها بغلاف جيلاتيني سميك جدا و تكون مزودة بالمواد الغذائية المخزونة و غالبا ما تكون في نهاية الخيط الطحلبي تتقدمها خلية الحويصلة المغايرة. تحاط الخيوط الطحلبية بغلاف جيلاتيني بسيط مقارنة برتبة Oscillatoriales ، تتكاثر خضريا بواسطة Hormogonia تتواجد في البيئات المائية العذبة و المالحة , كما تتواجد في البيئات اليابسة و أن بعض أجناسها تلاحظ طافية على سطح الماء مثل *Calothrix* و بعضها مثبت على الصخور مثل‘ طحلب *Rivularia*

Genus: *Nostoc*



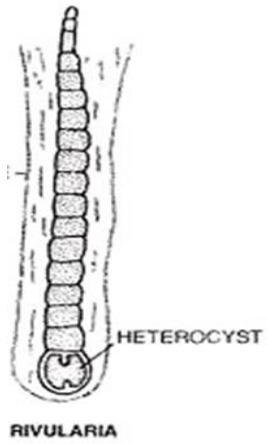
طحلب خيطي يتألف من سلسلة من الخلايا الخضرية الكروية أو القرصية الشكل تشبه المسبحة تتخللها خاليا اكبر حجماً وكروية الشكل ذات عقدتين قطبيتين أذا كانت وسطية الموقع وعقدة واحدة أذا كانت طرفية وهي الحويصلات المغايرة Heterocysts, كما تلاحظ الخلايا التكاثرية Akinetes , ويتواجد بشكل مستعمرات خيطية في المياه وعلى التربة اومتعلقا ببعض انواع النباتات بعضها يتواجد بشكل تعايشي مع نبات *Anthocerose* حزازيات وبعض انواعه مهمه من الناحية الزراعية كونها تثبت النايتروجين الجوي كما في حقول الرز والبقوليات وبعضها سامة وأخرى تنتج مضادات حيوية

Genus : *Anabaena*

يشابه طحلب *Nostoc* من حيث شكله خيطي واحتواءه على حويصلة مغايرة والخلية الساكنة في نهاية الخيط اما شكل الخلايا فيكون برميلي او اسطواني ، ويكون بشكل مفرد او تجمعات تكون ملتفة بشكل حلزوني لولبي .

b- Family : Rivulariaceae

Genus : *Rivularia*



طحلب خيطي بسيط مستدق النهاية ويوجد عند قاعدة كل خيط حويصلة مغايرة Basal Heterocyst ،خلاياه الخضرية فتكون صغيرة الحجم دائرية الشكل او كروية تقريبا وتستدق هذه الخلايا تدريجيا في نهاية الجسم لتصبح بشكل الشعرة , ويحاط الخيط بغلاف جيلاتيني واضح ويصبح اقل وضوحاً عند قاعدة الخيط , تترتب الخيوط بشكل مستعمرة شعاعية أو متوازية

Reference:

1- الطحالب والاركيكيونات .1990. بهرام خضر مولود ؛ نضال ادريس سليمان؛ ابراهيم توفيق البصام.

2- Freshwater Algae of North America (Second Edition) Ecology and Classification Aquatic Ecology 2015, Pages 459-483

3-https://algaefungiblog.wordpress.com/2017/11/04/phacus/

4- Edward, G. B. and David, c. s. (2010). Fresh water algae. The Atrium, South Gate. Chichester. West Sussex. PO1985O2.UK.