

الطحالب الخضراء المرقة 2

Prepared by , Prof. Dr. Ahmed M. Athbi

University of Basrah

College of Education for Pure Science

Department of Biology

تصنيف الطحالب الخضراء - المزرقّة : Classification of blue-green algae

تصنف الطحالب الخضراء - المزرقّة عادة الى خمس رتب أساسية وهي كالآتي :

1- رتبة *Chroococcales* :

تضم هذه الرتبة أجناس تتواجد في المياه العذبة والموئحة والمالحة وتنمو بصورة هائمة . بعض الأنواع الهائمة قد تسبب ظاهرة الازدهار **blooming** كما ان بعض انواع جنس الطحلب *Merismopedia* اعتبر كدليل لتلوث المياه العراقية بالمواد العضوية وتضم افراد هذه الرتبة أجناس أحادية الخلية أو مستعمرات منتظمة أو غير منتظمة أو تجمعات للخلايا وتحاط اجسامها بغلاف جيلاتيني شفاف او سميك وملون وتتكاثر بالانقسام الخلوي البسيط او التجزؤ او بتكوين الحويصلات الصغيرة **Nannospores** . ومن الأجناس التابعة لهذه الرتبة *Gleocapsa* ، *Merismopedia* و *Microcystis* والجنس الأخير بعض أنواعه تسبب ظاهرة الازدهار وقد تفرز بعض السموم التي تؤدي الى موت بعض الأحياء المائية .

2 - رتبة Chamaesiphonales :

تضم الرتبة عدد من الأجناس غالبيتها بحرية والبعض منها تعيش في بيئة المياه العذبة ملتصقة على الصخور أو النباتات أو على غيرها من الطحالب الخيطية وبعضها متطفل وتضم اجناس أحادية الخلية مثل طحلب *Chamaesiphon* أو بشكل تجمعات خلوية مثل طحلب *Dermocarpa* . تتكاثر بالسبورات الخارجية *Exospores* مثالها الطحلب *Chamaesiphon* وهو طحلب أحادي الخلية محاط بغمد جيلاتيني شفاف ينمو بصورة ملتصقة على النباتات البذرية المائية أو على بعض الطحالب الخيطية مثل الطحلب الأخضر *Cladophora* وقد ينمو ملتصق على الصخور بعض انواعه بحرية والبعض الآخر يقطن المياه العذبة .

3- رتبة Pleurocapsales :

تضم هذه الرتبة عدد قليل من الأجناس ملتصقة على الصخور او الطين او النباتات المائية وقد ينمو البعض منها داخل الشقوق الصخرية ، الأشكال الخضرية خيطية متفرعة تفرعا حقيقيا متباينا **Heterotrichous** او تتكون بشكل كتل من الخلايا ناتجة من الأنقسام الخلوي باتجاه واحد أو باتجاهين ، تتكاثر عن طريق تكوين اعداد كبيرة من السبورات الداخلية **Endospores** داخل بعض الخلايا الخضرية مثالها الطحلب **Hyella sp.** وهو طحلب خيطي متفرع خالي من الهرموكونيا قد تتميز الخيوط القاعدية الى صفوف متعددة الخلايا ويعيش ملتصق على غيره من الطحالب .



Hyella sp.

4- رتبة Nostocales :

تتواجد انواع هذه الرتبة في المياه العذبة والمالحة والمويوحة اما بصورة هائمة وقد تسبب الأزدهار للمياه او تكون ملتصقة على الطين او الصخور او الرمال كما يوجد البعض منها على اليابسة والصخور الرطبة وجدران الابار والكهوف . اشكالها الخضرية مختلفة قد تكون خيطية مستقيمة او حلزونية او ذات تفرع كاذب وقد تتجمع الخيوط داخل غمد جيلاتيني فتكون مستعمرات منتظمة او غير منتظمة وهي اكبر رتبة في هذا القسم من الطحالب . تتكاثر بتكوين الهرموكونيا او بتكوين الحويصلات المغايرة **Heterocyst** أو الخلايا السكنة **Akinete** او بتكوين **Homospores** . وتضم هذه الرتبة أربعة عوائل هي :

1- **Nostocaceae** ----- example : **Nostoc , Anabaena**

2- **Oscillatoriaceae** ----- = : **Oscillatoria**

3- **Rivulariaceae** ----- **Rivularia , Calothrix**

4- **Scytonemataceae** ----- **Scytonema**

5-رتبة Stigonematales :

تتواجد افراد هذه الرتبة ملتصقة عل الصخور أو الرمال ، تضم هذه الرتبة عدد قليل من الأجناس ذات الشكل الخيطي الحقيقي التفرع وقد تكون خيوط منبطحة واخرى قائمة وقد يكون الخيط مؤلف من اكثر من صف واحد من الخلايا وتحوي الخيوط على الحويصلة المغايرة وتتكاثر بتكوين الهرموكونيا مثالها الطحلب *Stigonema sp.* الذي يعود الى عائلة **Stigomemataceae** وهو طحلب خيطي متفرع حقيقي ، تحاط الخيوط بغلاف جيلاتيني سميك وملون ويكون النمو في هذا الطحلب من النوع القمي ويتكاثر بواسطة الهرموكونيا.



التكاثر في الطحالب الخضراء - المزرقة Reproduction

تتكاثر الطحالب الخضراء - المزرقة خضرياً ولا جنسياً أما التكاثر الجنسي فلم يلاحظ في أفراد

هذه الشعبة :



1- التكاثر الخضري Vegetative reproduction

يحدث هذا النوع من التكاثر بطريقتين :

1 - الانقسام الخلوي البسيط **Binary fission** : و يحدث في الأنواع الوحيدة الخلية مثل طحلب

Gleocapsa و **Chroococcus** إذ تنقسم الخلية الأم إلى خليتين جديدتين أو تبقى الخلايا المنقسمة داخل

الغشاء الجيلاتيني مكونة تجمعات من الخلايا.



2- التجزؤ Fragmentation

ويحدث في بعض الأنواع الخيطية والمستعمرات إذ تموت بعض الخلايا الخضرية البينية في بعض الأنواع

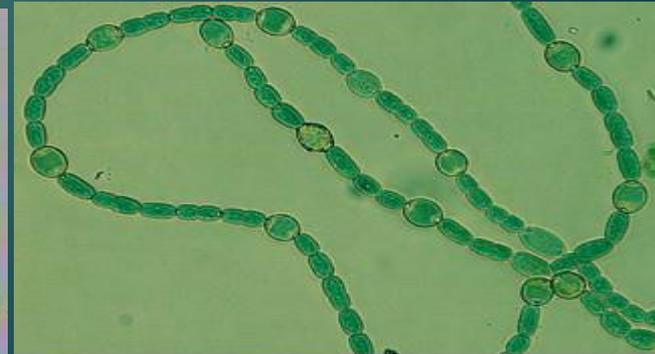
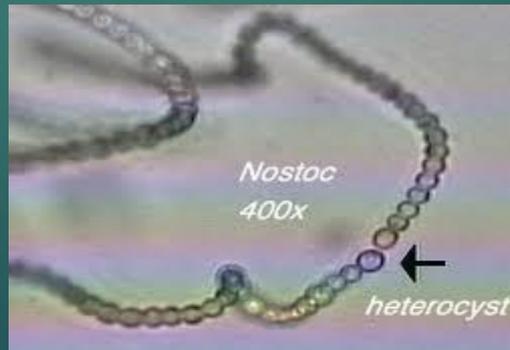
الطحلبية الخيطية بسبب العمر أو بسبب عامل بيئي فتصبح بشكل أقراص منفصلة **Separating**

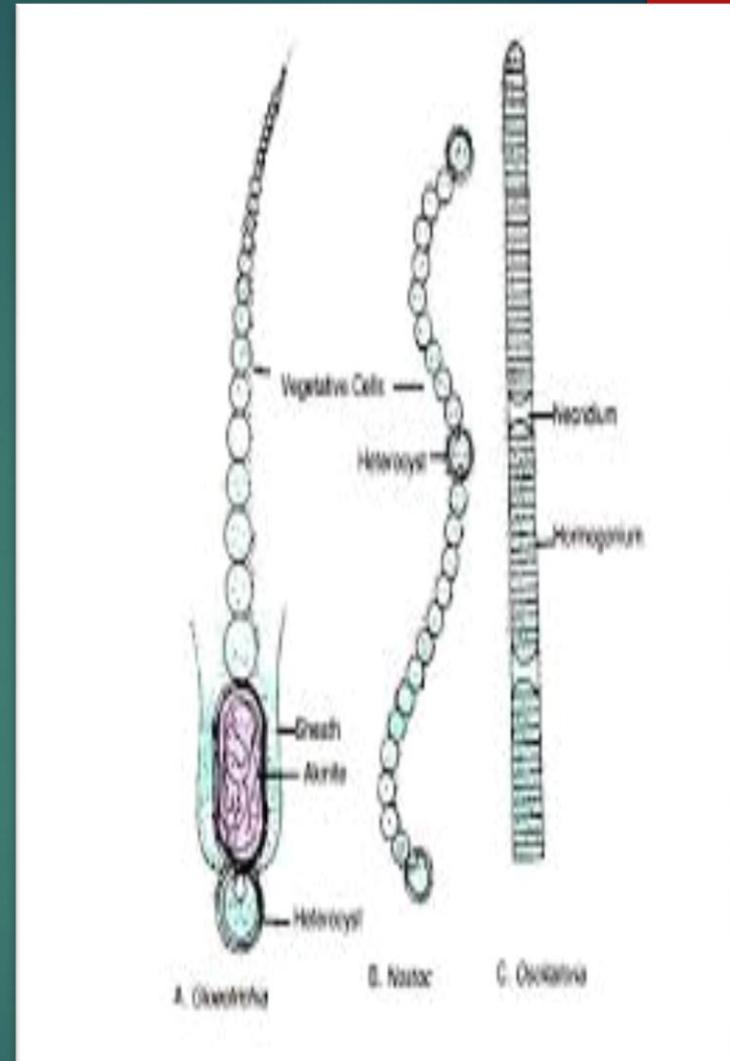
discs، أو يحصل انفصال لمجموعة من الخلايا المحصورة بين حويصلتين مغايرتين ويطلق على هذه

الخلايا بالهورموكونيا **Hormogonia** كما هو الحال في طحلب **Nostoc sp.** و **Anabaena sp.**

و **Oscillatoria sp.**، أما في أنواع الطحالب التي هي بشكل مستعمرات فقد تتجزأ بعض خلايا المستعمرة

لتبدأ بتكوين مستعمرة جديدة مثل طحلب **Microcystis sp.**





***Aphanizomenon* sp.**

التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

يحصل هذا النوع من التكاثر بإنتاج أنواع مختلفة من الأبواغ تتمثل بما يلي :

1- **الخلايا الساكنة Akinete** : وينتشر هذا النوع في عائلة **Nostocaceae** و **Rivulariaceae** اذ تتكون خلية واحدة او عدد من الخلايا بشكل سلاسل طويلة من الخلايا الساكنة والتي تتكون من خلايا كبيرة ذات جدار سميك وتحتوي على تجمعات من حبيبات السيانوفايسين .

2- **الأبواغ الداخلية Endospores** : يحصل التكاثر بهذا النوع من السبورات في الأنواع التي لاتكون الهورموكونيا اذ تزداد بعض الخلايا الخضرية في الحجم عند تكوين هذا النوع من السبورات بعدها تنقسم محتوياتها الداخلية الى عدد كبير من السبورات الداخلية تنمو بصورة مباشرة دون أن تمر بمرحلة السبات كما هو الحال في طحلب **Aphanizomenon sp.** و **sp.**

.Dermocarpa

3- الحويصلات الدقيقة او السبورات الدقيقة: *Nannocystes* or *Nannospores*

وهي عبارة عن أبواع داخلية متحورة وتتكون من جسيمات بروتوبلازمية صغيرة الحجم عارية تنتج من انقسام محتويات الخلية دون حدوث أي ازدياد ملحوظ في حجم الخلية الخضرية وتتكون هذه السبورات في أجناس عدة منها *Gleocapsa sp.* و *Aphanotheca sp.* و *Microcystis*.

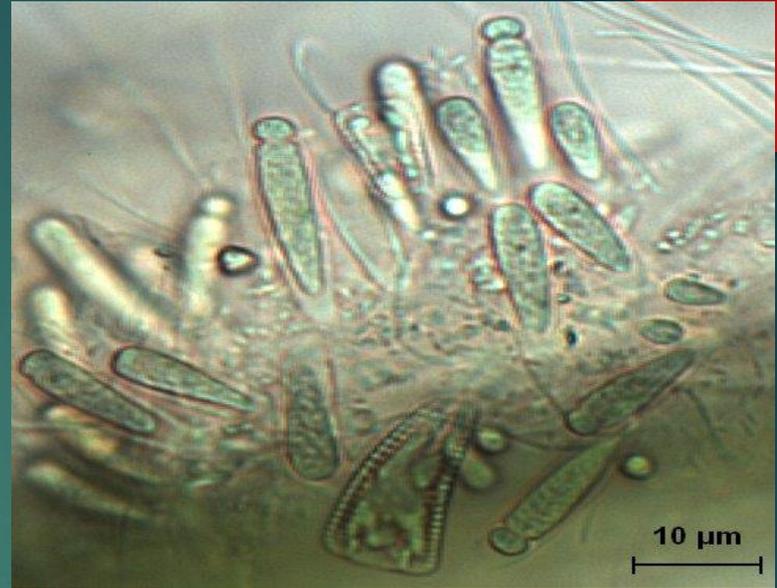
4- الأبواع الخارجية *Exospores* : يحصل هذا النوع من التكاثر في جنسين فقط هما *Stichosiphon sp.* و *Chamaesiphon sp.* إذ تتكون هذه السبورات عن طريق تمزق جدار الخلية عند نقطة معينة ثم يبرز إلى الخارج جزء من البروتوبلازم والذي يتقطع بشكل سلسلة مكونا مجموعة من السبورات الخارجية .

5- السبورات أو الأكياس المتشابهة *Homospores* or *Homocysts* : ويحدث في بعض الأجناس إذ تحيط مجموعة من الخلايا الخضرية الطرفية نفسها بجدار سميك في الظروف البيئية غير ملائمة للطحلب لحين توفر الظروف الملائمة للإنبات والنمو من جديد كما في طحلب *sp. Westiella*.

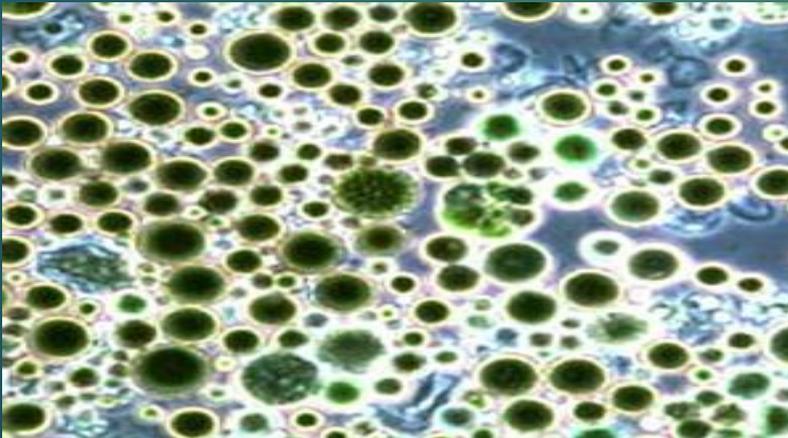
Homospores



***Westiella* sp. (homocyst or homospores)**



***Chamaesiphon* sp.
(Exospores)**



***Dermocarpa* sp.
(Endospores)**



***Stichaosiphon* sp.**

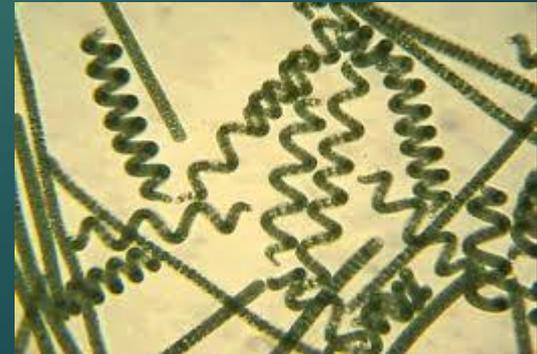
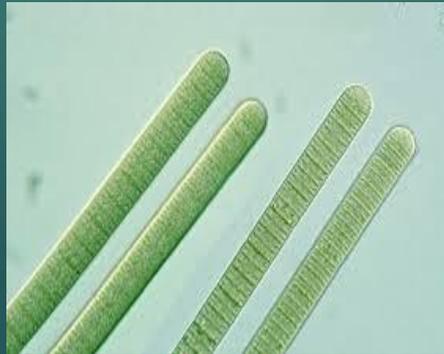
6- الحويصلات المغايرة Heterocyst :

وهي عبارة عن خلايا خضرية محاطة بجدار سميك ثلاثي الطبقات ولها محتويات متجانسة ومتكاثفة من حبيبات السيانوفايسين وتحتوي على كلوروفيل a وتحتوي على عقدة واحدة اذا كانت طرفية و عقدتين قطبيتين إذا كانت وسطية الموقع، تمتاز باحتوائها على أنزيم النايتروجينيز **Nitrogenase** وتفتقر هذه الخلايا الى النظام الضوئي الثاني **Photosystem II** المنتج للاوكسجن لأنه يبطل عمل الأنزيم . وتعد الحويصلات المغايرة طريق للتكاثر اللاجنسي في الطحالب الخضر المزرقه لأسباب التالية :

- تعد المناطق التي تتكسر عندها خلايا الشعيرة وتتكون عندها الهرموكونيا .
- يعتقد أنها أعضاء تكاثر مختزلة وأثبتت الدراسات أن لهذه الخلايا القدرة على الإنبات تحت ظروف مختبريه .
- وجود الخلايا الساكنة **Akinete** بالقرب منها جعل البعض يعتقد أن للحويصلة المغيرة علاقة بحدوث هذا النوع من الخلايا .

1- ظاهرة الحركة Motility

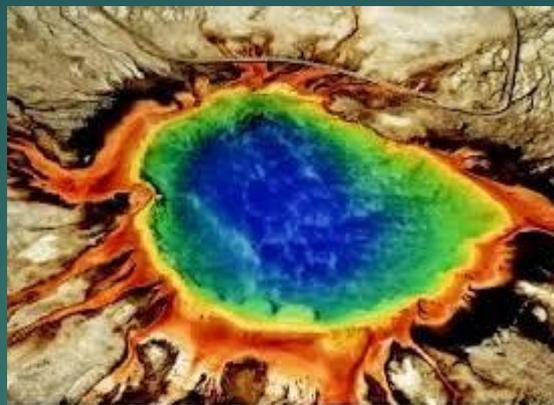
بالرغم من عدم احتواء أفراد هذا الصنف على الأسواط أو الأهداب إلا أنه لوحظت نوع من الحركة التزحلقية **Gliding** أو الحركة الزاحفة **Creeping** لبعض الأنواع الخيطية خاصة طحلي *Oscillatoria sp.* و *Spirulina sp.* وقد تكون هذه الحركة للأمام أو للخلف وهي ناتجة عن حركة نهاية الخيط حركة دورانية أو شبيه بحركة البندول . وفسرت هذه الحركة على أساس بعض الافتراضات منها أن جدار الخلايا يحتوي على ثقب يفرز عبرها مواد جيلاتينية تساعد في انزلاق جسم الطحلب وهناك افتراض آخر يقول باحتواء جدار الجسم على ليفات دقيقة إذ تتم حركة الطحلب التزحلقية بتقلصها وانبساطها .



ظاهرة التبدل اللوني (ظاهرة جايدكوف)

Pigment adaptation (Gaidkoff phenomenon)

إن لأفراد هذا القسم من الطحالب لها قابلية الظهور بأكثر من لون واحد منها الأخضر-المزرق أو الأحمر أو البني أو الأسود وقد يعود السبب إلى الغلاف الجيلاتيني المحيط بجسم الطحلب أو إلى وجود الصبغات البيلوبروتينية المزرقه والحمراء بكميات كبيرة داخل الخلايا. وقد لاحظ العالم جايدكوف أن للإضاءة دور كبير في اختفاء وظهور نوع من الصبغات على حساب الآخر ، فلاحظ أن الإضاءة القليلة تسبب اختفاء الصبغة الخضراء - المزرقه وظهور الصبغة الحمراء وبالعكس عند الإضاءة الشديدة .



صور توضح انواع والوان ازدهارات الطحالب في البيئات المائية المختلفة

ميكانيكية الطفو في الطحالب الخضراء - المزرقّة : Mechanism of buoyancy in Cyanobacteria

أن غالبية الطحالب الخضراء - المزرقّة هي عبارة عن هائمات أو طافيات ، لذا يعد الطفو حالة مهمة جدا لهذه الطحالب وبما ان بروتوبلازم وجدار الخلية يجعل الخلية ذات ثقل اكبر من الماء مما يسبب صعوبة طفوها لذلك امتلكت وسائل أو اليات خاصة تساعد على الطفو وهذه الاليات قد تكون فسلجية او مظهرية ومنها مايلي :

- وجود الفجوات المتقلصة والغازية للتخلص من الماء الزائد او ملئها بالهواء لمساعدتها على الطفو .
- خزن الدهون في البروتوبلازم اذ يعد الزيت المخزون مصدر ثانوي للغذاء وان قطرات الزيت تقلل من السعة الوزنية وتساعد على الطفو .
- إفراز المواد الهلامية اذ تقوم بعض الأنواع الطحلبية بإفراز مادة هلامية تحيط بالخلايا وتساعد على ربط الخلايا مع بعضها فتتماسك اكثر وهذا يساعد على الطفو .
- تكوين المستعمرات وخاصة التي تكون على شكل سلاسل كي تحمي نفسها من المفترسات وفي نفس الوقت تعد الية للطفو .

أهمية الطحالب الخضراء - المزرقية : Economic important

A : الفوائد التي تنتج عن الطحالب الخضراء - المزرقية

- تلعب دوراً مهماً في السلسلة الغذائية **Food chain** فهي تعد منتجات أولية **Primary producer** وخاصة في البيئة المائية .
- تعد مصدراً مهم لتوفير الأوكسجين في البيئة المائية .
- لها أهمية اقتصادية تتمثل في قدرتها على تثبي النايروجين وتحويله الى أمونيا أذ تستعمل الأنواع القادرة على أتمام هذه العملية في زراعة المحاصيل الحقلية المهمة كالرز مثلاً .
- تستخدم كغذاء خاصة في الدول الأفريقية ودول شرق اسيا كالصين واليابان مثالها الأنواع **Spirulina** ، **Nostoc** ، **Porphyra** و **Laminaria** .
- تستخدم في معالجة مياه الصرف الصحي أذ ان معظم الطحالب الخضراء - المزرقية القابلة على تركيز العناصر الزرّة والسامة داخل خلاياها وبتركيز أكثر من الوسط الذي تتواجد فيه .
- تعد مصدراً للمضادات الحيوية **Antibiotics** بعد البكتريا والفطريات وكذلك مصدر مهم للصبغات منها **B-carotene** من الطحالب **Spirulina** والفيتامينات من طحالب أخرى كثيرة .



Laminaria sp.



Porphyra sp.

B : الأضرار التي تسببها الطحالب الخضراء - المزرقة :

- أزدهار بعض أنواعها في المياه العذبة خصوصاً طحلب *Microcystis aeruginosa* والذي يكون في معظم حالاته ساماً للأحياء في البيئة المائية وخصوصاً الثروة السمكية وكذلك للحيوانات التي تشرب من تلك المياه .
- تسبب تغير طعم ورائحة المياه عند تواجدها بشكل كثيف فيها .
- معظم أنواعها تنتج سموم لها تأثيرات مميتة لكثير من الأحياء منها السموم الكبدية **Hepatotoxins** مثل المايكروستينات **Microcystins** والتي تنتجها أنواع من الطحالب مثل *Microcystis* ، و *Oscillatoria* والسموم العصبية **Neurotoxins** التي تنتجها الأجناس *Anabaena* ، *Anabaenopsis* و *Nostoc* .
- تسبب عرقلة ميكانيكية تتمثل في غلق الأنابيب والمرشحات وخصوصاً أنابيب الترشيح في المعامل ومحطات مياه الشرب وفي محطات توليد الطاقة الكهربائية.

