برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي كيميائي مياه

علم الأحياء المائية "بيولوجيا المياه" (Hydrobiology) – الدرجة الثالثة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفـهـرس

مقدمة ٢

علم الأحياء (البيولوجي Biology): ٣

المجهر (الميكروسكوب) ٤

أنواع المهاجر(الميكروسكوبات) ٤

أجزاء الميكروسكوب المركب ٨

كيفية استعمال المجهر المركب: ١١

العناية بالمجهر وطريقة تنظيفه ١٢

حساب قوة التكبير : ١٣

الهائمات النباتية (الطحالب) (Algae) Phytoplankton ١٣

أهمية الطحالب:- ١٦

تصنيف وتعريف الطحالب Algal Taxonomy and Algal Identification ١٦

العوامل المؤثرة على نمو الطحالب Factors Affecting Algal Growth ١٧

الطحالب كدلائل على جودة المياه Algae as Indicator for Water Quality ١٨

الأضرار الناتجة عن الطحالب Problems Created by Algae ١٩

أنواع الإختبارات البيولوجية ٢٣

أولا: الطرق المباشرة ٢٣

ثانيا: الطرق الغير مباشرة ٢٤

المشاكل التي تسببها الطحالب في المياه المعالجة Problems Created by Algae in Treated Water ٢٥

دور الطحالب في مشكلات معالجة المياه ٢٦

العوامل المؤثرة في ازدهار الطحالب Factors Affecting Blooming of Algea ٢٧

خطة مواجهة المخاطر Contingency Plans ٢٧

- مستوى الخطر الأول Alert Level 1 ..... ٢٧
- مستوى الخطر الثاني Alert Level 2 ..... ٢٧
- مستوى الخطر الثالث Alert Level 3 ..... ٢٨

تجميع عينات الهائمات النباتية Phytoplankton وطرق حساب المحتوى الحيوي للطحالب ٢٩

أولا: تجميع العينات ٢٩

ثانيا: تركيز العينات ٢٩

قياس المحتوى الحيوي للطحالب Algal Biomass Determination ٢٩

أهداف البرنامج التدريبى

<u>فى نهاية البرنامج التدريبى يكون المتدرب قادر على :-</u>

١ -إلمام المتدرب بمبادئ علم البيولوجى واكسابه المهارات الاساسيه فى استخدام الميكروسكوب .

٢ -تعريف المتدرب بأنواع الطحالب وعلاقتها بجودة المياه .

٣ -التعريف بانواع الاختبارات البيولوجيه للمياه .

٤ -الالمام بالمشاكل التى تسببها الطحالب فى المياه .

٥ -المام المتدرب بقياس المحتوى الحيوى للطحالب .

مقدمة

علم الأحياء (البيولوجي Biology**):**

هو علم طبيعي يُعنى بدراسةالحياة والكائنات الحية، بما في ذلك هياكلها ووظائفها ونموها وتطورها وتوزيعها وتصنيفها وتفاعلها مع وسطها الطبيعي.

و يُشتق مُصطلح علم الأحياء باللغة اللاتينية (Biologia) من الكلمة اليونانية (bios) و تعني حياة و (logia) و تعني دراسة أو علم. (وظهر هذا المُصطلح للمرة الأولى عام ١٧٣٦ عندما استخدمه كارلوس لينيوس في أحد كتبه).

و مع ترقي هذا العلم، منذ القرن التاسع عشر، صار ذو صلات وثيقة بعلوم أخرى، النظرية منها والتطبيقية، مثل الطب والصيدلة ومجالات تقنية أخرى تلبي إحتياجات الإنسان الضرورية والمستمرة.

هكذا صرنا اليوم لا نتحدث عن علم بل علوم الحياة (Life Sciences)

لذلك فإن علم الأحياء يحتضن داخله العديد من التخصصات والفروع العلمية المستقلة لكنها جميعا تجتمع في علاقتها بالكائنات الحية (ظاهرة الحياة) على مجال واسع من الأنواع والأحجام تبدأ بدراسة الفيروسات والجراثيم و ترتقى لدراسة النباتات والحيوانات ، في حين تختص فروع أخرى بدراسة العمليات الحيوية داخل الخلية مثل الكيمياء الحيوية إلى فروع دراسة العلاقات بين الحياة والبيئة في علم البيئة.

وأحد أهم فروع علم الحياة خاصة للقائمين على معالجة المياه وأجراء الأبحاث الخاصة بذلك هو **بيولوجيا المياه** "**Hydrobiology**".

وهو علم الحياة والعمليات الحياتية في الماء.

و يعتبر علم الأحياء المائية الحديثة نظام فرعي من البيئة ولكن مجال علم الأحياء المائية يتضمن التصنيف، البيولوجيا الأقتصادية، البيولوجيا الصناعية، الشكل الظاهري، علم وظائف الأعضاء وما إلى ذلك من الجوانب التي تتعلق بالكائنات الحية المائية.

و يعتبر المجهر من أهم الأدوات المستخدمة في علم الأحياء، نظراً لأستخدامه في دراسة الأجسام الصغيرة التي لا نستطيع أن نراها بواسطة العين المجردة.

المجهر (الميكروسكوب)

لا يمكننا الحديث عن تجهيزات المعمل البيولوجي دون أن نتطرق إلى أهم عنصر فيه وهو الميكروسكوب ، فهو يعد العين التي نرى من خلالها ذلك العالم المشوق المتناهي في الصغر.

وحدات القياس المجهري:

يستخدم النظام المتري Metric system في قياس الأبعاد المجهرية، ووحدة هذا النظام هي المتر . الديسمتر . السنتمتر . المليمتر، وكل وحده منها تنتسب إلى الأخرى بالمعامل ١٠، فمثلاً المتر= ١٠ديسم = ١٠٠سم = ١٠٠٠ملم.

و نظرًا لأن الأحياء الدقيقة ومكوناتها التي تدرس بالمجهر متناهية الصغر، فإن الوحدات المستعملة في قياسها هي وحدات دقيقه جدًا ومنها: الميكرومتر Micrometer، النانومتر Nanometer، و الأنجستروم Angestrom.

فمثلاً:

أ –الميكرومتر (µm) والذي كان يُعرف في السابق بإسم الميكرون (µ)= $١٠^{-٦}$ من المتر).

ب النانومتر (nm) والذي كان يُعرف في السابق بإسم المليميكرون (mµ)) وهو = $١٠^{-٩}$ من المتر.

ت الآنجستروم (Å) = $١٠^{-١٠}$ من المتر.

أنواع المهاجر(الميكروسكوبات)

يستعمل في الوقت الراهن نوعين رئيسيين من المجاهر هما:

١. المجهر الضوئي Light Microscope:

وهو أكثرها شيوعاً وأقدمها إكتشافاً والتي تعتمد علي أستخدام أشعة الضوء العادي أو أحد مشتقاته وعدسات زجاجية في تكبير الأجسام أو إظهار تفاصيلها الدقيقة ومكوناتها. ومن المجاهر الضوئية ما هو بسيط وما هو مركب.

٢. المجهر الإلكتروني Electronic Microscope:

فيه تُستخدم أشعة إلكترونية ذات موجات قصيرة بدلاً من أشعة الضوء العادي، وكذلك عدسات كهرومغناطيسية بدلاً من عدسات الزجاج، كما يعطي هذا النوع من المجاهر تكبيرات أكبر بكثير من المجهر الضوئي.

و يعتبر **المجهر الضوئي** من أكثر الأدوات إستخداما والتي لا غنى عنها في المعامل البيولوجية، وتوجد عدة أنواع منه، لكل نوع منها خصائص تمكنه من الوصول لتكبيرات معينة، ولدراسة أجزاء خاصة أو أنواع خاصة في الميكروبات، ومن هذه الأنواع:

١ مجهر المجال المضيء Bright Field Microscope

وفي هذا النوع من المجاهر الحقل الميكروسكوبي مضيئًا إضاءة كاملة، وبقية الأجسام المفحوصة تبدو داكنة أو مصبوغة. ويصل أقصى تكبير إلى ١٠٠٠ مرة، فمجهر الحقل المضيء هو عبارة عن مجهر مركب Compound ويتكون من نوعين من العدسات:

العدسة العينية Ocular Lens، والعدسة الشيئية Objective Lens

ويستخدم أشعة الضوء المرئي كمصدر لإضاءة الجسم المفحوص، ويمكننا بواسطة هذا النوع من المجاهر دراسة كائنات متناهية الصغر إضافة إلى دراسة بعض تفاصيلها الدقيقة أحيانًا. ونحصل على هذه التكبيرات عندما تمر أشعة الضوء (من مصدر الإضاءة) خلال المكثف Condenser الذي يوجهها بدوره لكي تسقط على الجسم المفحوص. وتمر الأشعة من خلال الجسم المفحوص لكي تدخل إلى العدسة الشيئية والتي تكبر العينة ثم تعمل العدسة العينية مرة أخرى على مضاعفة هذا التكبير لكي نصل إلى التكبير النهائي.

ويحسب قوة التكبير النهائي للمجهر كالأتى:

قوة التكبير النهائي للمجهر = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية.

وتتكون أغلب المجاهر المستعملة في المختبرات الميكروبيولوجي من ثلاثة عدسات شيئيه هي ١٠، ٤٠، ١٠٠(العدسة الزيتية).

أما العدسة العينية فتبلغ قوتها ١٠ مرات. لذلك فللحصول على التكبير النهائي نضرب ١٠ أو ٤٠ أو ١٠٠ × (١٠ قوة تكبير العدسة العينية) فيكون تكبير العدسة الصغرى ١٠٠ والكبرى ٤٠٠ والزيتية ١٠٠٠.

٢ مجهر المجال المظلم Dark Field Microscope

يستخدم هذا النوع لدراسة العينات الحية غير المصبوغة، إما لأن الصبغ يؤثر في مكونات العينة ويفقدها وضوحها، أو بغرض دراسة الكائنات في صورتها الحية. ويتركب هذا المجهر من نفس الأجزاء الموجودة في مجهر المجال المضيء بإستثناء نوع المكثف ومن الحالات التي يستخدم فيها هذا المجهر فحص بكتريا Spirochetes الدقيقة جدًا، والنوع Treponema pallidum المسببة لمرض الـ Syphilis (مرض الزهرى و هو مرض جنسى معدى).

٣. المجهر الفلوريسينى Fluorescence Microscope

له القدرة على إمتصاص أشعة الضوء ذات الموجات القصيرة غير المرئية، ثم تطلق أشعة ضوئية ذات موجات أطول ولونًا مميزًا، وتسمى هذه الظاهرة الفلورسينية Fluorescence.

٤. مجهر الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Microscope

وهو مجهر تتكون أجزاؤه الرئيسية من نفس أجزاء المجهر الضوئي العادي بإستثناء بعض الإختلافات مثل:

١- يستعمل فيه أشعة الضوء فوق البنفسجية القصيرة غير المرئية لإضاءة الجسم المفحوص بدلا من أشعة الضوء العادي.

٢- يستعمل عدسات من الكوارتز بدلا من عدسات الزجاج العادي، لأن الكوارتز لا يمتص الأشعة فوق البنفسجية عكس العدسات الزجاجية.

٣- نظرا لأن هذه الأشعة غير مرئية فإن المجهر يزود بكاميرا للتصوير الفوتوغرافي تصور العينة، ومن ثم تتم دراستها.

ويستعمل هذا المجهر للحصول على تكبيرات عالية مقارنة بالمجهر العادي، نظرا لقصر طول موجات الضوء المستعمل.

٥. مجهر تباين الأطوار Phase Contrast Microscope

وهو مجهر ضوئي عادى مزود بمكثف خاص يعمل على التمييز بين مكونات الخلية الميكروبية المفحوصة غير المصبوغة) والتي لا يستطيع المجهر الضوئي تمييزها.

مقارنة بين الأنواع المختلفة من المجاهر

نوع المجهر	قوة التكبير	مظهر العينة	الإستخدام
الحقل المضيء	١٠٠٠ – ٢٠٠٠	مصبوغة أو غير مصبوغة ، يتم صبغ الخلايا البكتيرية ويظهر لون الصبغه.	مشاهدة الشكل المورفولوجي لكل من: البكتيريا، الفطريات، الأعفان، الطحالب، البروتوزوا.
الحقل المظلم	١٠٠٠ – ٢٠٠٠	عادة تكون العينة غير مصبوغة وتظهر مضيئة في حقل مظلم.	مشاهدة الكائنات الحية الدقيقة على سبيل المثال البكتيريا.
الفلورسينتي	١٠٠٠–٢٠٠٠	مناطق ملونة وساطعة للصبغة الفلوريسينية.	تقنيات تشخيصية تفيد في تعريف الكائنات الحية الدقيقة.
متابين الأطوار	١٠٠٠–٢٠٠٠	درجات مختلفة من المناطق الداكنة.	لفحص تراكيب خلايا الكائنات الحية.
الألكتروني	$١٠^{٥}$	مناطق ساطعة على الشاشة الفلورسينية.	فحص عينات صغيرة جداً ، مثل الفيروس ، والتراكيب الدقيقة للخلايا.

أجزاء الميكروسكوب المركب

يعتبر المجهر الضوئي المركب من الأدوات الحساسة التي يجب التعامل معها بحذر وهو يتكون من الأجزاء التالية (شكل ١):

١ –العدسة العينية:(Ocular eyepiece lens)

العدسة العينية: هي العدسة التي نرى من خلالها، وهي تقع في الجزء العلوي من الأسطوانة الصغيرة للمجهر، حيث أن قوة تكبير هذه العدسة مكتوب عليها وهي بالعادة عشر مرات (10X).

٢ –الأسطوانة:(Body tube)

وهي الجزء الأسطواني في المجهر التي تحمل في أعلاها العدسة العينية.

٣ –العدسات الشيئية:(Objective lenses)

العدسات الشيئية وهي مجموعة من ثلاث إلى أربع عدسات متصلة بالقرص، وتكون العدسة القصيرة منها في الغالب ذات القوة التكبيرية الصغرى (4x) والعدسة الشيئية المتوسطة ذات القوة التكبيرية الوسطي(10x) ، والعدسة الشيئية الكبرى ذات القوة التكبيرية العليا (40x) ويوجد أيضاً العدسة الزيتية التي تصل قوة تكبيرها إلى ١٠٠ مرة (100x).

ملاحظة: في حالة إستخدام العدسة الزيتية يتم إضافة مادة خاصة لرؤية أوضح تسمى(Oil immersion) أما بالنسبة لباقي العدسات تستخدم دون إضافة أية مواد.

٤ –المنصة أو المسرح أو المنضدة:(Stage)

وهي السطح الذي نضع عليه الأجسام المراد فحصها ويوجد في مركزها فتحة صغيرة تسمح بمرور الضوء خلال الشريحة.

٥ -المكثف:(Condenser)

يوجد المكثف تحت فتحة المنضدة، ووظيفته تجميع أشعة الضوء حيث نستطيع التحكم بتركيز الضوء الموجه إلى الشريحة وذلك بتحريكه إلى أعلى وإلى أسفل.

٦ -الحجاب الحدقي:(Iris diaphragm)

وهو جزء مثبت على السطح السفلي للمنضدة وبواسطته نستطيع تنظيم كمية الضوء الداخلة إلى العدسة الشيئية من خلال الشريحة.

٧ -القرص:(Revolving Nose Piece)

وهو جزء دائري متصل بالجزء السفلي من الأسطوانة وتستعمل لتغيير أوضاع العدسات الشيئية المتصلة به.

٨ -الضابط الكبير:(Coarse adjustment)

الضابط الكبير عبارة عن عجله كبيرة موجودة على جانبي المجهر، تستعمل لتنظيم المسافة بين المنضدة والعدسة الشيئية للحصول على رؤية واضحة.

٩- الضابط الصغير:(Fine adjustment)

الضابط الصغير عبارة عن عجلة صغيرة موجودة أيضاً على جانبي المجهر حيث تستخدم للمساعدة على رؤية الهدف بصورة أوضح.

10- المرآة أو المضيء:(Mirror or Illumination)

ووظيفة المرآة عكس وتوجيه الأشعة من مصدر خارجي إلى العدسة الشيئية مارة بالشريحة المراد تكبيرها، وللمرآة سطحان أحداهما مستو والآخر مقعر، وذلك للتحكم بكثافة الضوء المنعكس، وقد استعيض عن المرآة في المجهر الجديد بمصدر ضوئي ثابت يدعى المضيء.

١١- الضاغط:(Clip)

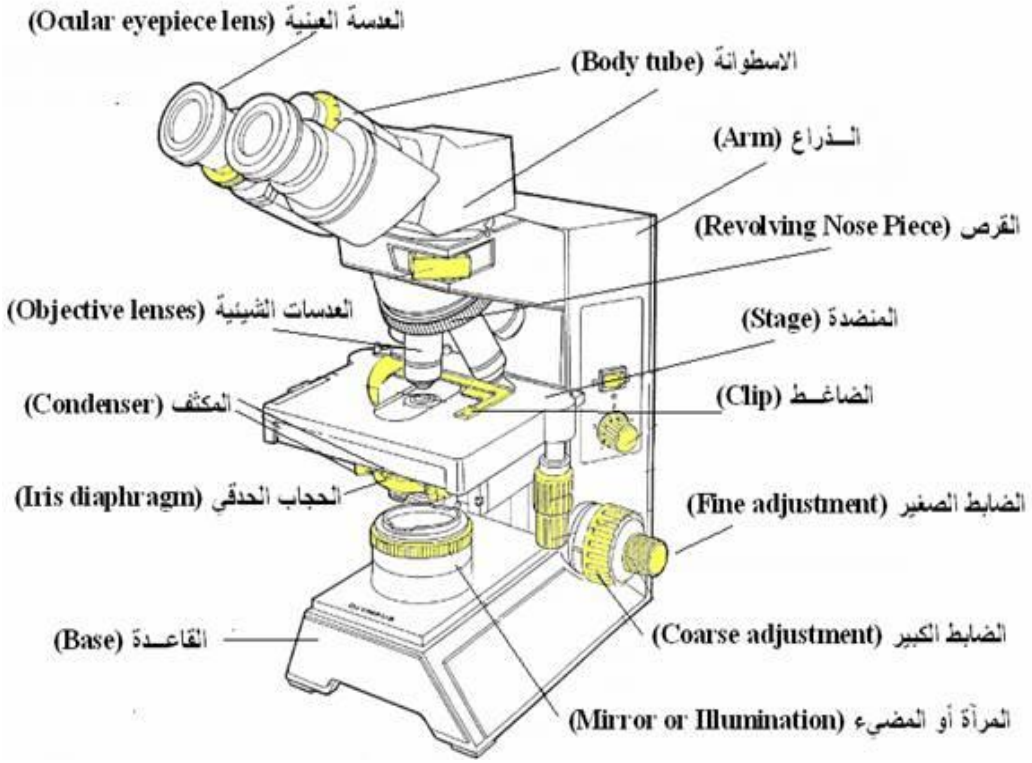
وهناك ضاغطان على المنضدة يستعملان لتثبيت الشرائح عليها.

١٢- الذراع:(Arm)

وهي الدعامة التي تستعمل لحمل المجهر والتي تحمل أيضاً الأسطوانة.

13= القاعدة:(Base)

وهي الجزء السفلي الذي يرتكز عليه المجهر.



شكل (١): المجهر المركب

كيفية استعمال المجهر المركب:

بما أن المجهر هو النافذة التي نطل بواسطتها على الكائنات الحية التي لا نستطيع رؤيتها بالعين المجردة، لذا يعتبر المجهر المركب الأداة التي ترمز إلى علم الحياة إذاً علينا أن نفهم كيف نستعمل هذا المجهر أستعمالاً صحيحاً وكيف نستطيع العناية بهذه الأداة الحساسة.

أ. عند حمل الميكروسكوب وتحريكه من مكانه، أمسكه من الذراع بيدك اليمنى ومن القاعدة باليد اليسرى وأبقه بوضع عمودي موازياً لجسمك وضعه برفق على الطاولة بحيث يبقى بعيداً عن حافة الطاولة.

ب. عند استعمال المجهر اتبع الخطوات التالية:

١- نظف العدسات العينية والشيئية بورق عدسات خاص (وتجنب استعمال القماش أو القطن أو ورق التنشيف، إذ أنه قد يخدش العدسات كما أنه قد يترك عليها وبرا.).

٢- تأكد من أن العدسة الشيئية الصغرى في مركزها الصحيح فوق ثقب المنضدة.

٣- افتح الحجاب الحدقي إلى النهاية.

٤- ضع شريحة على المنضدة وثبت الشريحة بواسطة الضاغط، بحيث تكون العينة المراد فحصها فوق الثقب مباشرة وتحت العدسة الشيئية الأخرى.

٥- انظر خلال العدسة العينية بكلتا عينيك، وحرك الضابط الكبير إلى أعلى حتى تتضح صورة الجسم المراد فحصه، وهذا قد يتطلب تحريك الشريحة قليلاً ليصبح الجسم فوق الثقب مباشرة.

٦- افتح وأغلق الحجاب الحدقي، وأرفع وأنزل المكثف حتى تحصل على كمية من الضوء تظهر معها الشريحة بوضوح.

٧- إذا أردت الحصول على تكبير أفضل، بدل العدسة الشيئية الصغرى بالعدسة الشيئية الوسطي بواسطة القرص، وذلك بوضع العدسة الشيئية الوسطي في مكانها فوق الثقب مباشرة وهنا تشعر بضربة خفيفة، ثم حرك الضابط الكبير لتظهر الصورة بوضوح.

٨- لرؤية أكبر وأوضح بإمكانك استخدام العدسة الشيئية الكبرى، ثم حرك الضابط الصغير لتظهر الصورة بوضوح.

٩- بعد الانتهاء من فحص الجسم، أدر القرص حتى تصبح العدسة الشيئية الصغرى فوق ثقب المنضدة، وأزل الشريحة، وأعد المجهر إلى خزانته بعد وضع غطائه عليه بنفس الطريقة التي وردت في (أ) من هذه الخطوات.

العناية بالمجهر وطريقة تنظيفه

المجهر جهاز حساس وثمين يجب العناية به، لذا أتبع الخطوات التالية:

١. أطفئ المجهر.
٢. استخدم الضابط الكبير لإنزال المنضدة إلى الأسفل للحصول على مسافة أكبر للعمل، ثم قم بإزالة الشريحة عن المنضدة
٣. تأكد من أن الشرائح المستعملة نظيفة ليس عليها غبار، وتجنب مسك الشريحة من الوسط، وأمسكها دائماً من الأطراف.
٤. يجب تنظيف العدسات العينية والشيئية قبل استعمال المجهر وبعده، ومن آن لآخر، ترفع العدسة العينية من مكانها بحذر وتفك أجزاؤها وتنظف من الداخل والخارج (يفضل بواسطة فنى مختص عن طريق المورد) أما العدسات الشيئية فتنظف من الخارج إذا أنها محكمة الإغلاق لا يتسرب الغبار إلى داخلها، كما لا يجب عدم العبث بها لأن أي خدش لها سيتلفها.
٥. يجب أن يستعمل في تنظيف العدسات دائماً ورق تنظيف العدسات الخاص وتجنب استعمال القماش أو القطن أو ورق التنشيف، إذ أنه قد يخدش العدسات كما أنه قد يترك عليها وبراً مما يسبب عدم وضوح رؤيتها بالمجهر.
٦. بعد الانتهاء من تنظيف المجهر أعد العدسة الشيئية الصغرى إلى مكانها.
٧. ضع غطاء مانع الأتربة على الميكروسكوب.

حساب قوة التكبير:

ولحساب التكبير الكلي للجسم المراد فحصه تحت المجهر اتبع الطريقة التالية:

*لاحظ قوة تكبير العدسة العينية بقراءة الرقم المكتوب عليها وهو عادة (x 10).

*لاحظ قوة تكبير العدسة الشيئية بقراءة الرقم المكتوب عليها وهو يختلف بإختلاف العدسات الشيئية، ولنفرض أنك استعملت العدسة الشيئية الكبرى التي قوة تكبيرها عادة (40x) فإن:

قوة التكبير الكلية للجسم= قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية

Total magnification power of the object = (10x)×(40x)=(400x)

الهائمات النباتية (الطحالب) Phytoplankton (Algae)

ما هي الهائمات النباتية (Phytoplankton)؟

- تعرف الطحالب على أنها مجموعة من الكائنات الحية ذاتية التغذية محولة المواد غير العضوية (غالبا ماء+ ثنائي أكسيد الكربون) إلى مواد عضوية (سكريات) تختزن بداخلها الطاقة ويسمى العلم الذي يتناول هذا الموضوع بـPhycology حيث إن كلمة "phyto " تعني النباتات في اللغة اليونانية وأصلها "phytos" أما "plankton" فهي مشتقة من كلمة يونانية آخرى هي wanderer وتعني العالقة أيضاً وlogy معناها العلم.
- ومن الممكن تعريف الطحالب بأنها نباتات بدائية ذاتية التغذية Autotrophic بسيطة التركيب، تفتقر إلى وجود الأنسجة الوعائية وتحتوي على صبغة الكلوروفيل–أ كصبغة رئيسية ولها تراكيب تكاثرية بسيطة.
- كما يمكن تعريفها أيضًا بأنها نباتات ثالوسية تفتقر إلى وجود الأوراق والسيقان والجذور الحقيقة وتحتوي على صبغة الكلوروفيل–أ كصبغة رئيسية وتكون أعضائها التكاثرية بسيطة التركيب وغير محاطة بجدار عقيم ويمكن أن توضح من خلال الصفات الآتية:

أ –بساطة تركيب أجسامها والتي تكون أما آحادية الخلية أو متعددة الخلايا لكنها تفتقر إلى وجود الأوراق والسيقان والجذور الحقيقية فضلا عن فقدانها الأنسجة الوعائية الناقلة.

ب – بساطة التراكيب التكاثرية فقد تتمثل بخلايا خضرية إعتيادية وتصبح تكاثرية فيما بعد

ج – دورة حياتها قصيرة.

د- نظراً لأحتوائها على الصبغة الخضراء (الكلوروفيل) وهي صبغة مميزة للنباتات فإنها تقوم بعملية البناء الضوئي photosynthesis وبذلك فهي تقوم كبقية النباتات بتصنيع غذائها العضوي بنفسها وتدعى ذاتية التغذية.Autotrophic

- تتواجد الطحالب وتنتشر في مختلف البيئات في بقاع العالم فهي تتواجد في البيئة المائية ويطلق عليها Aquatic Algae أو على اليابسة وتسمى Terrestrial Algae أو محمولة في الهواء وتسمى طحالب هوائية Aerial Algae (Aerophytes).
- قد يتواجد قسمًا منها بشكل ملتصق Attached على سطح ما وتسمى Periphyton أو متحركة أو على سطح القاع وتسمى بالطحالب القاعية Benthic Algae أو تتواجد بصورة عالقة أو هائمة Plankton والتي تتحرك مع تيارات المياه والرياح وحركة المد وتسمى Phytoplankton وهي التي تبقى عالقة ضمن عمود الماء. ولهذه الأنواع تسميات مختلفة أيضًا على أساس الحجم أو التوزيع البيئي أو على أساس المنشأ أو المحتوى أو دورة الحياة ومن أنواعها:

أ - هائمات حقيقية Euphytoplankton وهي التي تقضي طيلة فترة حياتها هائمة أو عالقة خلال عمود الماء.

ب – هائمات غير حقيقية Tychophytoplankton تكون ملتصقة ومثبتة على أحد السطوح لكنها تصبح هائمة بسبب بعض الظروف البيئية ولمدة محدودة، ومن هذه الظروف هي الرياح وحركة التيارات المائية وغيرها وبزوال المسبب تعود هذه الطحالب الي أصلها الملتصق.

- تتواجد الهائمات النباتية في بيئات مائية متنوعة تختلف فيها المغذيات النباتية والملوحة ودرجة الحرارة وظروف بيئية آخرى .فعلى سبيل المثال تدعى الهائمات النباتية التي تتواجد في مياه ذات تركيز ملوحة مرتفعة بالهائمات النباتية الملحية Halophytoplankton (Halophytes).
- أما الطحالب التي تتواجد في مياه ذات حرارة بمدى يتراوح بين 53–85 °م فتسمى Thermophytes كما في الينابيع الحارة وتختلف الطحالب أو الهائمات النباتية في أحجامها اختلافا كبيرًا فبعضها لا تزيد عن 1.5 ميكرون أو 5 ميكرون.
- أما الطحالب التي تدعى الأعشاب البحرية Seaweeds فإن أطوالها قد تصل إلى 60 متراً كما في الطحالب البنية، ويصل طول الطحلب البني Macrocytispurifera إلى ٢٠٠ متر وبذلك يعد من أكبر الطحالب بل أكبر النباتات في العالم.

- للفصائل المختلفة للطحالب درجات حرارة صغرى ومثلى وعظمى تنمو فيها، كذلك يؤثر الرقم الهيدروجيني للمياه تأثيراً كبيراً على تنوع أعداد وأجناس الطحالب.
- لأهمية وجود الصبغات في خلايا الطحالب وخاصة الكلوروفيل بأنواعه

(Chlorophyll a, b, &c) يتم تقسيم الطحالب إلى مجاميع أعتمادا على نوع الصبغات أو الصبغات المساعدة المميزة لكل مجموعة. هذا بالإضافة إلى التقسيم المبدئي من حيث احتواء خلاياها على نواة حقيقية وبذلك تسمى **Eukaryotic cells** أو عدم احتوائها على نواة حقيقة حيث تنتشر المادة الوراثية لها في سيتوبلازم الخلية وتسمى هذه المجموعة **Prokaryotic cells** (والتي تضم أجناس مجموعة الطحالب الخضراء المزرقة فقط).

- وتمثل الطحالب الحلقة الأولى في السلسلة الغذائية المائية حيث تتغذى جميع الكائنات المائية بداية من الهائمات الحيوانية **Zooplankton** وحتى الأسماك بجميع أحجامها على الطحالب.

- يؤثر طبيعة النهر على الطحالب التي تعيش فيه بعدة طرق تختلف عن تأثير البحيرات عليها حيث يؤدى جريان الماء في النهر إلى أعادة تجهيز المناطق التي يمر بها بجميع العناصر الضرورية. والإضطرابات التي تحدث في النهر تمنع تكوين ترسبات ذات طبقات متعددة مثل تلك التي نجدها في البحيرات وهذه تعتبر من أهم الإختلافات بين النهر والبحيرة وتنطبق هذه الحالة على الأنهار العميقة.

- تحتوى الأنهار على عناصر مغذية طبيعية وعلى نسبة ضئيلة من ثانى أكسيد الكربون وهو من العوامل المؤثرة في نمو الطحالب.

- من العوامل المهمة التي تؤثر على الطحالب التى تعيش في مياه الأنهار، سرعة التيار، طبيعة قاع النهر، والتغيرات الموقعية البسيطة كالأختلاف في سرعة التيار بين ضفاف ووسط النهر وتعتبر الأكثر أهمية في التأثير على معظم الأحياء المائية.

- تتأثر الطحالب بالتلوث بعدة طرق حيث يؤدى التلوث إلى عرقلة نموها كنتيجة لحرمانها من ضوء الشمس، أو قد تكون المواد الملوثة سامة أو قد تؤدى الملوثات إلى تغيير العوامل أو الظروف الفيزيائية والكيميائية بشكل كاف لتعيق النمو والتكاثر. وقد تحفز المواد الملوثة طحالب معينة على النمو فيزداد نموها وتتضاعف، وربما أيضاً تتغير أنواع خاصة أو مجموعات من الكائنات السائدة فتؤدى هذه إلى زيادة أو نقصان المجاميع الكلية للطحالب. وعلى ذلك يعتبر تغير مجاميع الطحالب تحت ظروف مختلفة

من التلوث العضوي واحداً من أهم الدلائل التي يمكن استخدامها لتحديد درجة التلوث ونوع الملوثات ولقياس درجة تخلص النهر من هذه الملوثات.

أهمية الطحالب:

- تستخدم كغذاء بشكل مباشر:

أ – يتغذى عليها الإنسان في بعض المناطق الساحلية.

ب –غذاء للكائنات البحرية.

ج –أعلاف للماشية والدواجن.

- تعد الطحالب البنية مصدر للأسمدة بعد تجفيفها وذلك لأحتوائها على نسبة كبيرة من المواد النيتروجينية.
- يستخرج منها اليود والأجار.
- تعد من أهم مصادر الأكسجين على الأرض ٥٠–٧٠ % من عمليات البناء الضوئي تتم في الطحالب
- لها دور في معالجة مياه الصرف الصحي حيث توفر الطحالب الأكسجين للبكتيريا التي تعمل على أكسدة المواد العضوية في تلك المياه.
- تدخل في بعض الصناعات مثل صناعة الآيس كريم ومعاجين الأسنان ومنظفات البشرة ومزيلات الرائحة.
- يستخرج من بعضها مواد كيميائية تدخل في تراكيب الأدوية.
- ساهمت في تطور علوم الحياة حيث استخدمت بعض أنواعها مثل طحلب الكلاميديومونس – الكوريلا في أبحاث البناء الضوئي والوراثة.

تصنيف وتعريف الطحالب Algal Taxonomy and Algal Identification

أولا: طحالب كاذبة النواة Prokaryotic Algae

وتضم مجموعة واحدة هي مجموعة الطحالب الخضراء المزرقة –**Blue–green Algae** **Cyanophyta** –**Cyanobacteria** ويرجع تسميتها بهذا الأسم نتيجة وجود صبغات ثانوية تسمى **Phycocyanin** وهي التي تعطيها اللون الأخضر المزرق المميز لهذه المجموعة. وتندرج تحت هذه المجموعة العديد من الأجناس والتي تتفاوت في الشكل الخارجي وفي بعض

الصفات الفسيولوجية فيما بينها تفاوتاً كبيراً. مثال ذلك تضم هذه المجموعة مجموعة من الأجناس تتميز بقدرتها على تثبيت النيتروجين الجوي وذلك عن طريق خلية بين خلاياها (ولكنها تختلف في شكلها عن بقية الخلايا الأخرى) تسمى **Heterocystis cell**.

ثانيا : طحالب حقيقية النواة Eukaryotic Algae

تندرج تحت هذه المجموعة بقية مجاميع الطحالب الأخرى والتي يتم تقسيمها تبعاً لنوع الصبغات الموجودة بها مثل:

أ- مجموعة الطحالب الخضراء **Green Algae (Chlorophyta)**

ب- مجموعة الطحالب البنية **Diatoms (Bacillariophyta)**

ج- مجموعة الطحالب البنية ثنائية الأهداب **Din flagellates (Pyrrhophyta)**

د- مجموعة الطحالب البنية المذهبة **Golden-brown Algae (Chrysophyta)**

هـ- مجموعة الطحالب الخضراء وحيدة الأهداب **Cryptomonads (Cryptophyta)**

و- مجموعة الطحالب الخضراء السوطية **Euglenoids (Euglenophyta)**

ى- مجموعة الطحالب الحمراء **Red Algae (Rhodophyta)**

العوامل المؤثرة على نمو الطحالب Factors Affecting Algal Growth

أولا: الضوء Light

يعتبر الضوء من العوامل المؤثرة والهامة على نمو الطحالب في مياه الأنهار والبحيرات ولكن الضوء في الأنهار قد يقل غالباً بسبب العكارة التي تصاحب مياه الأنهار والتي تؤدى إلى حجب ضوء الشمس عدا طبقة رقيقة سطحية من الماء.

ثانيا: العناصر المغذية الكبرى الغير عضوية Macronutrient

مثل:

أ- الفوسفات ب- النترات

تعتبر العناصر المغذية الكبرى من العوامل الرئيسية التي تحدد أعداد وأنواع الطحالب خصوصاً النترات والفوسفات ويضاف إلى ذلك عنصر السيليكا بالنسبة للدياتومات.

ثالثا: درجة الحرارة

للفصائل المختلفة للطحالب درجات حرارة صغرى ومثلى وعظمى تنمو فيها، فمثلا درجات الحرارة المثلى لنمو الدياتومات Diatoms تتراوح ما بين ١٨- ٣٠°م أما الطحالب الخضراء فتنمو عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٣٠-٣٥°م والطحالب الخضراء المزرقة فتنمو عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٣٥-٤٠°م.

رابعا: العناصر المغذية الصغرى Micronutrient

تنمو معظم الطحالب بشكل أفضل عندما يكون تركيز عنصر الحديد في الماء يتراوح ما بين ٠,٢ إلى ٢ ملجم/لتر بينما لوحظت سمية الحديد عندما يزيد تركيزة على ٥ ملجم/لتر.

خـامسا: العوامل البيولوجية Biological Factors مثل:

أ- التنافس بين الكائنات المائية على العناصر الغذائية.

ب- معدل تغذية الكائنات الأخرى على الطحالب.

الطحالب كدلائل على جودة المياه Algae as Indicator for Water Quality

تؤثر التغيرات في أعداد وأنواع الكائنات النباتية والحيوانية على نوعية وجودة مياه المسطح المائي الذى تعيش فيه، وهذا التأثير يمكن أن يستغل لتكوين دلائل بيولوجية لنوعية المياه، ومن تلك التغيرات التغير في تركيز الأكسجين الذائب أو التغير في تركيز العناصر المغذية أو أن تؤدى إلى تواجد بعض الأجناس واختفاء بعض الأجناس الأخرى.

و لدراسة وملاحظة أى نوع من أنواع المياه يستعمل البيولوجيين أنواعاً محددة من القياسات مثل دلائل أو تعريفات بيولوجية للحصول على معلومات حول ظروف المياه، هذا وقد اعتبرت الدلائل

(أو المؤشرات) الكيميائية والفيزيائية والبكتريولوجية في الماضي أسهل من حيث التقييم والأستعمال من الدلائل البيولوجية.

وتستعمل القياسات الكيميائية والفيزيائية فقط لقياس التغير في نوعية المياه، بينما الأختبارات البيولوجية تتعامل بشكل رئيسي مع تأثيرات التغير. وعلى ذلك فقد تم تطوير طرق بسيطة وسريعة ومقبولة لتقييم درجة نقاوة أو تلوث المياه، بحيث أن بعضاً منها يمكن اعتباره طرقاً قياسية وتستخدم عبر مجال واسع.

الأضرار الناتجة عن الطحالب Problems Created by Algae

تؤدى الزيادة المفرطة في معدل نمو الطحالب إلى حدوث تغيرات في الصفات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية في المسطحات المائية. حيث تؤدى هذه الزيادة إلى حوث ظاهرة الـ **Eutrophication** والتي تتميز بوجود تركيزات عالية من عنصري الفوسفات والنترات والتي تؤدى بدورها إلى حدوث زيادة كبيرة في معدل نمو بعض أجناس الطحالب وسيادتها على بعض الأجناس الأخرى وعادة ما تسود الأجناس الغير مرغوب في تواجدها في المسطحات المائية لما لها من تأثير ضار على بقية الكائنات التي تتعايش معها وعلى نوعية المياه.

ويتم تقسيم نوعية مياه المسطح المائى تبعا لوفرة العناصر الغذائية وتبعاً لمعدل نمو الطحالب كما يلى:

أولا: شحيحة التغذية Oligotrophic Water

وهي المياه التي تتميز بأن تركيز المغذيات الكبرى تكون شحيحة بحيث لا تؤدى إلى زيادة في أعداد وأنواع الطحالب. وتتميز هذه المنطقة بأن الماء فيها نقى وشفاف وقاع النهر نسبياً خالي من الترسبات، أما المواد الغير عضوية مثل الكالسيوم والماغنسيوم والحديد والكبريت والكربونات نصف المذابة فتوجد بكميات قليلة.

ثانيا: متوسطة التغذية Mesotrophic Water

وهي المياه التي تحتوى على تركيزات متوسطة من المغذيات الكبرى والتى تسمح بزيادة معدل نمو الطحالب بصورة طفيفة.

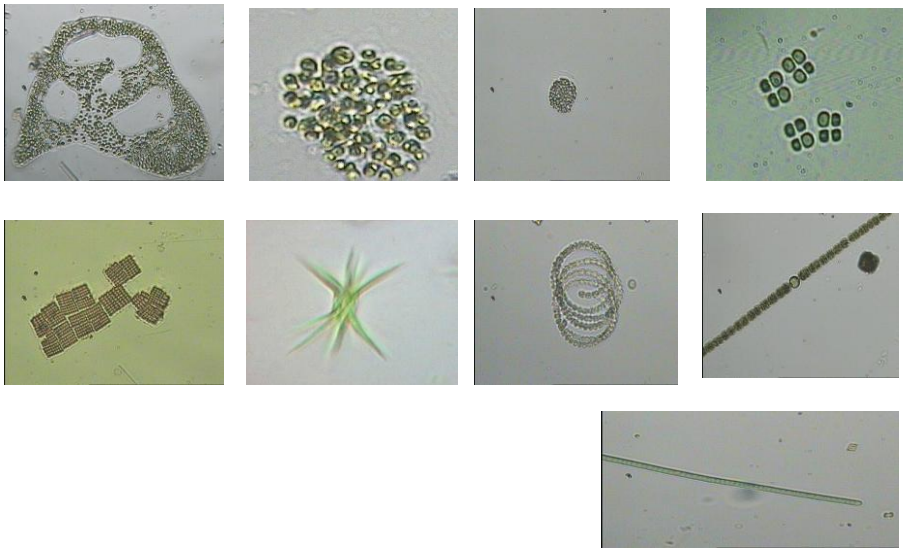
ثالثا: عالية التغذية Eutrophic Water

وهي المياه التي تتميز بإرتفاع تركيز العناصر المغذية الكبرى مما يؤدى إلى زيادة معدل نمو الطحالب بصورة كبيرة والتي تؤدى بدورها إلى حدوث ظاهرة الـ **Euotrophication** والتي عادة ما يصاحبها حدوث ظاهرة وجود نموات طحلبية كثيفة Algal Bloom والتي تتميز بسيادة **Domin** بعض الأنواع الضارة من الطحالب وخاصة التي تفرز السموم الطحلبية **Phycotoxins** أو التي تفرز بعض المواد الكيميائية التي تحدث تغير في طعم ورائحة المياه مثل مركبات **Geosmin & 2-methylisoborneol** حيث تعتبر بعض أجناس من الدياتومات وبعض أجناس من الطحالب الخضراء المزرقة وبعض أجناس من الطحالب السوطية من أهم الأنواع المفرزة للمواد التي تؤدى إلى التغير في طعم ورائحة المياه وجعلها غير مستساغة وغير صالحة للإستخدام الآدمي.

Green

Diatoms

Blue green



رابعا: وفيرة التغذية Hypereutrophic Water

وهي المياه التي تتميز بوفرة شديدة في العناصر المغذية الكبرى والتي تؤدى بدورها إلى حدوث النمو المفاجئ والزيادة الكبيرة في أعداد وأنواع الطحالب.

ومن المشاكل الأخرى التي تحدثها الطحالب داخل محطات مياه الشرب أو في شبكات التوزيع مثل:

الإنسداد المبكر للمرشحات الرملية Filter and Screen Clogging Problem

معظم الكائنات المجهرية الموجودة في الماء، التي يتم ترشيحها بالرمل حيث تحجز في قمة طبقة الترشيح، خصوصاً حينما تكون الكائنات سائدة في الماء والقليل منها سوف ينفذ إلى أرضية المرشح، وكلما طالت مدة عمل المرشح فإن نسبة مئوية أكبر من الكائنات سوف ينفذ من قمة السنتيمتر الأول لطبقة الترشيح. كما لوحظ أن وجود بعض أجناس من الطحالب وخاصة مجموعة الدياتومات يؤدى إلى الإنسداد المبكر للمرشحات الرملية حيث يعمل جدار السليكا المكون لخلاياها كطبقة سميكة عازلة على سطح المرشح.

وتعتمد سهولة نفاذ الطحالب، على عدة عوامل منها سرعة التيار حجم الرمل المستخدم و مقاسه ونوعية الطحالب الموجودة في المياه الداخلة إلى خطوات المعالجة، كما تنفذ الطحالب الصغيرة جداً والسوطيات بسهولة أكبر من الأنواع الأخرى، ولذلك فإن الغسيل المتكرر وحتى عندما يكون المرشح غير مغلق يؤدى إلى إزالة الطحالب وتقليل أعدادها التي تصل إلى المياه الخارجة من المرشح الرملي.

تكون طبقة هلاميه Slime Layer

تتميز بعض أجناس الطحالب بوجود جدار جيلاتينى **Mucilaginous Sheath** ووجود مثل هذه الأجناس في خزانات أو شبكات التوزيع يؤدى إلى حدوث هذه الظاهرة والتي تؤدى بدورها إلى حدوث الروائح العطنه للمياه. ومن الطحالب التي تنتج المادة اللزجة الطحالب الخضراء المزرقة كذلك تنتج العديد من الدياتومات والطحالب الخضراء والحمراء وبعض السوطيات مثل هذه المادة اللزجة.

التأكل Corrosion

يشكل تآكل الخرسانة (Concretes) والمعادن في الأنابيب والسخانات مشكلة دائمة، حيث تساهم الطحالب في بعض الأحيان في عملية التآكل بشكل مباشر في مناطق موضعية محددة، حينما تكون في حالة نمو أو خلال التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث في المياه التي تحتوى على الطحالب.

حيث يؤدى نمو الطحالب الخضراء والخضراء المزرقة على سطح الخرسانة المغطاة بالماء إلى تآكلها بحيث تصبح الخرسانة محفورة وهشة. فقد لوحظ نمو طحلب أوسيلاتوريا Oscillatoria بكثافة في مياه الأحواض الفولاذية ويسبب حفراً خطيرة في معدن الأحواض وتؤثر الطحالب بشكل غير مباشر على سرعة التآكل وبعدة طرق منها:

أ -زيادة ترسبات المواد العضوية في الأنابيب

ب زيادة الأكسجين المذاب في الماء خلال عملية التمثيل الضوئي لها.

ج -تغيير الرقم الهيدروجيني للمادة الموجودة في الأحواض أو الأنابيب.

د -تغير الطحالب أيضاً كمية ثاني أكسيد الكربون وكمية كربونات الكالسيوم في الماء.

يمكن لهذه التغيرات مجتمعة أو بالتناوب أن تكون لها علاقة مباشرة بالتآكل أو الصدأ وقد تكون ذات أهمية خاصة على السطوح الخارجية لأنابيب المياه المدفونة.

أنواع الإختبارات البيولوجية

ومما سبق فقد تم وضع نوعان من الإختبارات البيولوجية وهما:

أولا: الطرق المباشرة

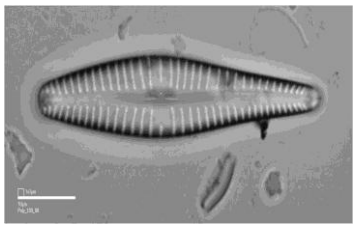
وفيها يتم تعريف جميع الكائنات الموجودة في العينات وكذلك تكرارها النسبي، وهذه الإختبارات تكون بيئية وتستطيع التعامل مع جميع الأحياء الموجودة أو المحددة بمجموعات قليلة أو مجموعة واحدة أو نوع واحد أو أنواع قليلة من الكائنات.

ثانيا: الطرق الغير مباشرة

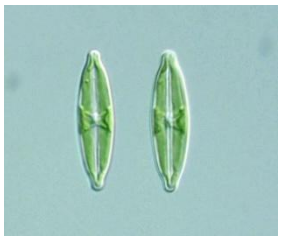
- أو تسمى بالطرق الفسيولوجية وتستخدم لحساب النشاط الحيوي للكائنات الحية حيث تعتبر بعض التفاعلات المختارة كدليل أو مؤشر لنوعية المياه.

و تستعمل مجموعات معينة من الطحالب للدلالة على نوعية المياه فمثلاً يتواجد العديد من أنواع الديزميدات بشكل متكرر في المياه النظيفة وأعداد قليلة منها تعيش في المياه الغنية بالعناصر المغذية، بينما تنشأ الطحالب الخضراء المزرقة في المياه الفقيرة بالمواد المغذية، أو بقية الطحالب الأخرى فتكون مقاومة للتلوث العضوي العالي.

من خلال أعداد وأنواع الدياتومات يمكن تقييم نوعية المياه وملوثاتها حيث أن وجود سلالات من الجومفونيما Gomphonema تدل على وجود الملوثات الصناعية وملوثات الصرف الصحي، كما أن وجود طحلب نفيكيولاأككومودا Navicula Accomoda دليلاً أو مؤشراً على التلوث بمياه الصرف الصحي.



Gomphonema



Navicula Accomoda

ومن ثم تم إختيار خمسة أجناس من الطحالب كمؤشر لكمية التلوث في مياه الأنهار وهي طحلب ستيجوكلونيومتينو Stigeocloniumtenue حيث يكون موجوداً على نهاية حافة النهر في الجزء الملوث منه، بينما يظهر كل من طحلب نيتشيا باليا Nitzschiapalea وجومفونيمابارفولوم Gomphonemapurvulum سائد في منطقة التلوث المعتدل، أما طحلب كوككونيسشاميسيفون Cocconeischamaesiphon فيكون دائماً موجودة في الأنهار غير الملوثة أو في المناطق التي استعادت نظافتها، كما أن أنواعاً محددة من الطحالب يعتقد أنها دالة على تلوث مياه مصبات الأنهار، فعندما يكون التلوث عالياً فإنه يرتبط بوجود طحلب بيريدنيوم تريكوتوم Peridinium triquetum في هذه المياه الملوثة.

- **الطحالب كدليل لنوع مصدر الماء**

يمكن التعرف على مصدر الماء المحتمل من عينة مياه سطحية، من خلال تحديد أعداد وأنواع الطحالب والكائنات المرتبطة به الموجودة في هذه العينة، ويكون هذا ممكناً وذلك لأن أعداد وأنواع الكائنات المجهرية التي تنشأ تكون مرتبطة بنوعية مصادر المياه التي تعيش فيها. مثال ذلك تكون الطحالب الخضراء هي السائدة في البحيرات المفتوحة ذات المياه العذبة بينما تتواجد الطحالب الخضراء المزرقة في البحيرات المغلقة.

المشاكل التي تسببها الطحالب في المياه المعالجة Problems Created by Algae in Treated Water

معظم الطحالب لا تستطيع النمو والتضاعف بدون وجود الضوء، لذلك فإن الطحالب الوحيدة التي نجدها في أنابيب شبكات التوزيع هي:

أ –الطحالب التي لم تتم إزالتها في عملية التنقية.

ب عدد قليل من الطحالب التي لها قابلية غير إعتيادية على النمو في الظلام.

ج –الطحالب التي نشأت في الخزانات المكشوفة التي تحتوى على مياه بعد عملية المعالجة.

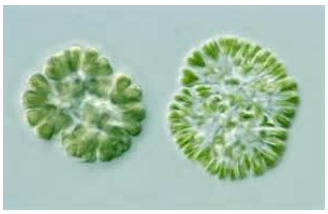
وتشمل الطحالب القادرة على النمو في الظلام أنواعاً عديدة ومنها Scendesmus, Euglena, Microcystis and Coelastrum.

على الرغم من أن المياه المنتجة بعد عمليات التنقية في معظم شبكات التوزيع يوجد بها بقايا من الكلور الحر فإن بعض الطحالب التي تتحمل أو تقاوم الكلور من المحتمل أن تبقى في خطوط الأنابيب، وقد يكون لهذه الطحالب قابلية كالبكتريا الحية للعيش في مختلف الظروف، أو أنها تكون محمية من التأثير القاتل للكلور لكونها راقدة في الأغطية الهلامية المحيطة بخلاياها.

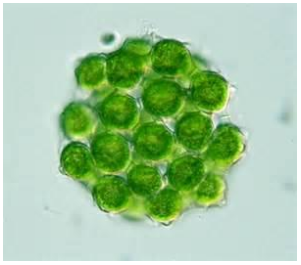
ومن الطحالب التي تقاوم تأثير الكلور والموجودة في شبكات التوزيع مثل:

Ulothrix, Gomphospherium, Coelastrum and Cosmarium

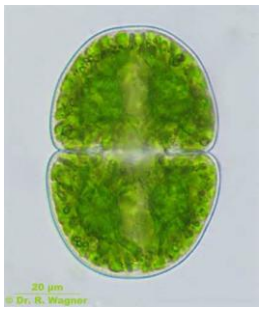
Ulothrix



Gomphospherium



Coelastrum



Cosmarium

كما أن الطحالب التي تبقى في شبكات توزيع المياه قادرة على زيادة حجم المواد العضوية في الماء، وكمية المادة العضوية هذه كافية لإستنفاذ الكلور المتبقي في الماء، إضافة إلى أن وجود المواد العضوية في المياه المعالجة ربما يغذى البكتريا والديدان الخيطية وعدداً أخر من الأحياء غير المرغوب فيها.

دور الطحالب في مشكلات معالجة المياه

عرقلة الطحالب للمعالجة الكيمياوية للماء يمكن أن تكون بسبب:

أ –التغيرات التي تسببها الطحالب في الآس الهيدروجيني والقلوية والعسر الكلى وكمية الأكسجين المطلوب في المياه الخام.

ب أو نتيجة لزيادة كميات المواد العضوية التي تضيفها الطحالب إلى المياه.

قد يكون ضرورياً تغير جرعات الكلور المضافة بنسب مباشرة تتناسب وكميات الطحالب الموجودة في الماء لغرض الحصول على كمية ثابتة من الكلور المتبقى في الماء. كما أن

إستعمال مساعد مروب بالإضافة إلى المروب الأساسي ربما يكون ضرورياً في معالجة المياه الخام التي تحتوى على كائنات مجهرية طافية.

العوامل المؤثرة في ازدهار الطحالب Factors Affecting Blooming of Algea

أ -ارتفاع درجات الحرارة.

ب زيادة تركيزات العناصر المغذية (خاصة الفوسفات والنترات)

ج إنخفاض معدل ثاني أكسيد الكربون الذائب وإنخفاض شفافية المياه **Transparency**

د -عدم وجود العناصر المغذية الصغرى.

هـ زيادة معدل تغذية بعض الكائنات المائية على الطحالب مما يؤدى إلى أختفاء بعض أجناس وسيادة بعض أجناس طحلبية أخرى.

و -إنخفاض سرعة جريان المياه والطبيعة الطوبوغرافية (تمثيل دقيق لسطح الأرض بعناصره الطبيعية والبشريه) والجيولوجية للمسطح المائي.

خطة مواجهة المخاطر Contingency Plans

- **مستوى الخطر الأول** Alert Level 1

وفيها يحدث ما يلى:

أ- يتراوح العد الطحلبي لخلايا الطحالب الخضراء المزرقة ما بين ٥٠٠ إلى ٢٠٠٠ خلية/مل

ب- ظهور رائحة كريهة للمياه في المسطح المائي.

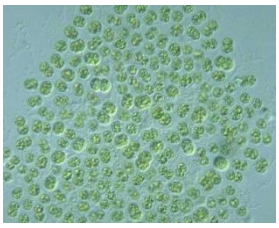
وذلك أثناء الرصد الدوري لمياه المسطح المائي(تجميع عينة كل شهر على الأقل).

- **مستوى الخطر الثاني** Alert Level 2

أ- يتراوح العد الطحلبي لخلايا الطحالب الخضراء المزرقة ما بين ٢٠٠٠ إلى ١٥٠٠٠ خلية/مل.

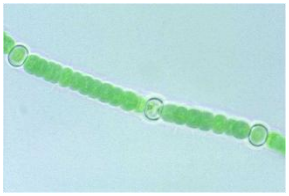
ب- وجود أي من الأجناس الطحلبية والتي تنتمى لمجموعة الطحالب الخضراء المزرقة والتي تم تحديد والتعرف على قدرتها على أفراز السموم الطحلبية مثل:

Microcystisaeruginosa, Anabaena Circinalis, Nodularia spumigena, Cylindrospermopsis raciborskii.

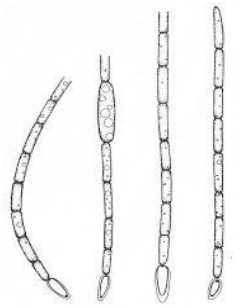


Microcystis aeruginosa

Anabaena crcinalis



Nodularia



Cylindrospermopsis raciborskii

ج- أستمرار وزيادة الرائحة الكريهة في المسطح المائي.

د- بداية ظهور بعض المستعمرات الطحلبية في صورة خطوط طولية على سطح المسطح المائي

- **مستوى الخطر الثالث** Alert Level 3

أ- وجود أعداد هائلة من خلايا الطحالب الخضراء المزرقة لا يمكن عدها وذلك عند تجميع ثلاث عينات متتالية.

ب- أجراء إختبار السمية على فئران التجارب المعملية (أو أي من الكائنات الأخرى) وظهور مؤشرات السمية على الفئران.

ج- زيادة كثافة وإستمرار ظهور التجمعات الطحلبية.

تجميع عينات الهائمات النباتية Phytoplankton وطرق حساب المحتوى الحيوي للطحالب

أولا: تجميع العينات

أ- تحديد مواقع لتجميع العينات.

ب- تجهز زجاجات مناسبة لكل صفة تحليلية بكتابة بيانات تفصيلية للعينة المراد تجميعها من حيث تاريخ التجميع، مكان التجميع ونوعه والعمق، نوع العينة، نوع التحليل.

ج- أضافة مواد التثبيت المناسبة لكل نوع تحليل.

د- تؤخذ عينة ممثلة للمكان المحدد لتجميع العينات ثم يتم توزيعها على الزجاجات الخاصة بكل تحليل بما يوازى الحجم المناسب لكل تحليل.

ثانيا: تركيز العينات

عادة ما يتم أجراء تركيز للكائنات الموجودة وخاصة الطحالب في عينات المياه بأحدى الطرق التالية:

أ- الترسيب

ب- جهاز الطرد المركزى **Centrifuge**

ج- الترشيح بأستخدام أغشية الترشيح **Membrane Filter**

د- بأستخدام شبك الترشيح **Phytoplankton Net**

قياس المحتوى الحيوي للطحالب Algal Biomass Determination

من الضروري معرفة الهدف من القيام بأية بحوث لدراسة الطحالب قبل أن يتم إختيار تحليل معين. فقد يكون الهدف في بعض الأحيان تسمية مجاميع محددة فقط أو أجناس أو أنواع معينة من الطحالب، فعلى سبيل المثال معرفة التغيرات الحاصلة في الأحواض المؤكسدة أو لدراسة رائحة وطعم بعض الطحالب في المياه العذبة، لذا يجب تحديد الغاية من التحليل وطريقة العمل، بينما نحتاج في حالات أخرى إلى معرفة الأعداد الموجودة في المياه ومجاميع الطحالب الرئيسية، وقد يكون من الأفضل تحديد الوقت الأكثر فعالية لمعالجة الخزان بمضادات الطحالب،

وكذلك تحديد المساحة الكلية والحجمية وخصوصا للدياتومات، حيث أن من المفيد ضبط العلاقة بين الكائنات المجهرية الطافية وطول عمر المرشح.

لذا يجب إجراء مراقبة دورية لشبكات التوزيع في منشآت تصفية المياه التي تستخدم المياه السطحية لملاحظة نمو الكائنات الملتصقة التي تكون هذه المنشآت. بالإضافة إلى وجوب القيام بفحوصات مختبرية وتسجيل الكائنات السائدة الموجودة في طبقات الطحالب النامية، مع تحليل للكائنات الطافية في عينات من الماء، على أن يتم عمل هذه الفحوصات بفترات منتظمة لنفس المناطق التي تم فحصها سابقاً.

وعندما تؤخذ معلومات من هذا النوع عبر فترة زمنية وتكون مدعومة بقراءات للصفات الفيزيائية والكيماوية لعينات الماء، فإنها ستكون ذات أهمية كبيرة في تحديد نوع وزمن تطبيق الإجراءات الضرورية لمنع المشاكل التي تسببها الطحالب وللسيطرة عليها. ويمكن تسجيل هذه المعلومات واعتبارها مؤشرات لتحديد مواقع ودرجة نمو الطحالب في المناطق المختلفة، مع مراقبة أى تغيير في مواقع وكميات نمو الطحالب وتدوين جميع البيانات المتعلقة بذلك. ويتم تشخيص الطحالب في الماء بمساعدة المجهر وإستخدام دليل التشخيص.

الطريقة العامة لتسجيل الطحالب الطافية، تبدأ بجمع عينات الماء من موقع وعمق معين، فإذا لم يتم أخذ العينة إلى المختبر مباشرة للتحليل، فيجب حفظها بإضافة محلول اليود

Lugol's Iodine Solution أو مادة الفورمالديهايد **(Formaldehyde)**

يستخدم ١ مل من العينة ويوضع في شريحة تعداد الخلايا المسماة

(Sedgwick–Rafter)، حيث يتم عد الطحالب بمساعدة ميكروسكوب مركب مثبت عليه ميكرومتر ويبل العينة **(whipple ocular micrometer)** وهي وحدة قياس لتعداد الكائنات المجهرية الطافية وتثبت عادة في العدسة العينية للميكروسكوب المركب.

يجب العناية الخاصة بهدف الحصول على تسجيلات دقيقة لبعض الطحالب السوطية التي تنتج الطعم والرائحة أو التي ربما تكون دلائل للمياه النظيفة، لأنها عندما تحفظ في الفورمالين فإن أشكالها تتغير إلى درجة بحيث يصعب تشخيصها، و من أمثلة ذلك تشوه أشكالها وتغير ألوانها وفقدانها للأسواط، لذلك يجب أستخدام عينات غير محفوظة.

إن تسجيل الكائنات المجهرية الطافية للسنوات السابقة، ربما تعطى حلولا جيدة في أوقات معينة في كل فصل، حينما نتوقع نشوء أعداد كبيرة وأنواع معينة من الكائنات التي تعرقل عملية الترشيح أو المعالجة.

إن مجاميع الطحالب التي لا تشكل نموا غزيرا ولا يصل تعدادها إلى أقصى حد سوف تظهر تغيرات معينة في شكلها، وعندها يمكن تمييز هذه التغيرات ، فأنها تقدم دلائل مفيدة لنهاية فترة نمو الطحالب، فمثلا إذا سقطت أسواط الطحالب أو أصبحت ألوانها شاحبة فهذا يعنى أن فترة النمو الغزير للطحالب قد انتهت وأنها في طريقها إلى الإختفاء.

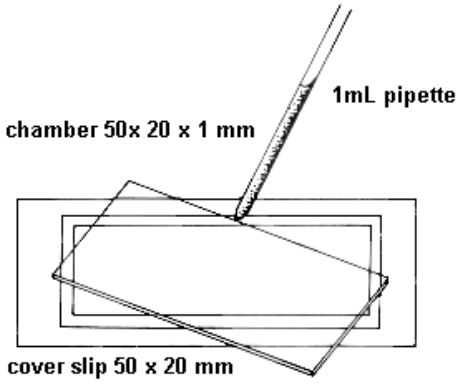
يرتبط تعداد الكائنات المجهرية الطافية في المياه الخام في بعض المناطق مع بداية ظهور الرائحة، لأنها تدل على وجود أعداد كبيرة من الطحالب في المياه والتي يجب معالجتها للتخلص منها، واعتبرت أعدادها الكبيرة والقليلة التي تتواجد في أحدى محطات التنقية طريقة للتنبؤ بأعداد الكائنات المحتملة في المياه المرشحة عقب عمليات الترويب والترشيح، لأن وجود أعداد كبيرة منها سيزيد من نسبتها في المياه المرشحة والعكس بالعكس.

و تستخدم أعداد الكائنات الموجودة و أنواعها فى المياه الخام لتحديد كمية المشاكل المتوقعة والزمن الذى يجب أن تبدأ به عملية التنقية أو المعالجة.

- **العد الطحلبى**

بإستخدام خلية العد الطحلبي **Sedgwick Rafter counting cell**

بعد رج العينة جيدا يتم ملأ خلية العد الطحلبي وتترك لعدة دقائق ثم توضع للعد الطحلبي بإستخدام الميكروسكوب.



Sedgwick-Rafter counting cell

وطريقة العد تنقسم إلى :

1. Strip counting (لعد مياه الطرد والخزانات والمرشحات والمروقات)

$$\text{No./ml} = \frac{C \times 1000/mm^3}{L \times D \times W \times S}$$

$$\text{العدد/مل} = \frac{\text{حجم الشريحة(مم٣)} \times \text{العدد}}{\text{عدد الشرائط التى تم عدها} \times \text{عرض الشريط الواحد (مم)} \times \text{عمق الشريحة (مم)} \times \text{طول الشريحة (مم)}}$$

حيث أن:

طول الشريحة = ٥٠ مم

عرض الشريحة = ٢٠ مم

عمق الشريحة = ١ مم

مساحة الشريحة = ١٠٠٠ مم^{٢}

حجم الشريحة = ١٠٠٠ مم^{٣}

مثال:

$$\text{عرض الشريط الواحد} = \frac{Area\ of\ view\ \text{(مساحة الرؤية)}}{\text{قوة تكبير العدسة}}$$

بفرض أن:

- قوة تكبير العدسة الشيئية: ١٠x
- قوة تكبير العدسة العينية: ٢٣x
- عرض الشريط الواحد $= \frac{23}{10} = 2.3$ مم ،
- تم عد شريط واحد.

$$\text{العدد/مل} = \frac{\text{العدد} \times 1000}{1 \times 2.3 \text{ (مم)} \times 1 \text{ (مم)} \times 50 \text{ (مم)}}$$

العدد / مل = العدد × (١٠٠٠ / ١١٥)

العدد / مل = العدد x ٨,٧

٢. Field counting (لعد مياه النيل)

$$No/ml = \frac{C \times 1}{A \times}$$

$$\text{العدد/مل} = \frac{\text{العدد} \times \text{حجم الشريحة (مم٣)}}{\text{عمق الشريحة (مم)} \times \text{مساحة الحقل الواحد (مم٢)} \times \text{عدد الحقول التى تم عدها}}$$

مثال:

مساحة الحقل الواحد (دائرة) = ط نق^{٢} = ٣,١٤ × (١,١٥) ٢ = ٤,١٥ مم^{٢}

$$\text{العدد/مل} = \frac{\text{العدد} \times 1000 \text{(مم٣)}}{5 \times 1 \text{ (مم)} \times 4.15 \text{ مم}^{٢}}$$

العدد/مل = العدد × (١٠٠٠ / ٢٠,٧٥)

العدد / مل = العدد x ٤٨,٢ (باستخدام الميكروسكوب)

العدد / مل = العدد x ٤٨,٧ (باستخدام الكاميرا).

إرشادات هامة للعد الطحلبى:

- معايرة ارتفاع الخلية عن طريق وضع ١ مل لملء الشريحة وقفل الـ cover و بذلك يكون الارتفاع صحيح.
- لا تملآ الشريحة اكثر من اللزوم لكى لايزيد الارتفاع عن ١ مم
- ترك العينة لمدة ١٠ دقائق قبل العد حتى تترسب.
- تعد الطبقة السفلى بالشريحة والطحالب التى لاتترسب يتم عدها وإضافتها للعد.
- عدم عد الخلايا الميتة والدياتومات المكسورة
- اختيار الحقول بشكل عشوائى وليس اختيارى.
- يتم أضافة أي من محاليل التثبيت التالية للعينات المراد أجراء العد الطحلبي لها وذلك عند تجميع العينات في الموقع:
  - محلول اليود Lugol's Iodine Solution
  - محلول الفورمالين

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ د/ سناء أحمد الإله	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
➢ د/ شعبان محمد على	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
➢ د/ حمدى عطيه مشالى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ د/ سعيد أحمد عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ د/ عبدالحفيظ السحيمى	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
➢ د/ مى صادق	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى