الهائمات النباتية (الطحالب)

Phytoplankton (Algae)

- تنتمى الطحالب إلى المملكة النباتية حيث تحتوى على كلوروفيل "أ" الذى يقوم بعملية التمثيل الضوئى وبالتالى تستطيع تكوين وحدتها الغذائية.

- تعيش الطحالب على سطح الماء وفى أعماقه، حيث توجد فى كل مصادر المياه التى تتعرض لأشعة الشمس. بينما توجد كميات قليلة من الطحالب فى التربة وعلى الأسطح المعرضة للهواء.

- تنتشر الكائنات المجهرية الطافية فى الماء فرادى أو فى مستعمرات ويطلق عليها مجتمعة بلانكتون **Plankton** وتشكل الطحالب المجهرية الطافية نسبة كبيرة من النباتات المجهرية الطافية **Phytoplankton** والحيوانات المجهرية الطافية **Zooplankton**

- للفصائل المختلفة للطحالب درجات حرارة صغرى ومثلى وعظمى تنمو فيها، كذلك يؤثر الرقم الهيدروجينى للمياه تأثيراً كبيراً على تنوع أعداد وأجناس الطحالب

- تتفاوت أجناس الطحالب فى حجمها وشكلها تفاوتاً كبيراً ما بين أجناس دقيقة الحجم لاترى بالعين المجردة وأجناس أخرى يصل أمتداد خلاياها إلى عدة أمتار.

- لأهمية وجود الصبغات فى خلايا الطحالب وخاصة الكلوروفيل بأنواعة **(Chlorophyll a, b, &c)** يتم تقسيم الطحالب إلى مجاميع أعتماداً على نوع الصبغات أو الصبغات المساعدة **Pigments and Pigment accessories** المميزة لكل مجموعة. هذا بالأضافة إلى التقسيم المبدئى من حيث أحتواء خلاياها على نواة حقيقية وبذلك تسمى **Eukaryotic cells** أو عدم أحتوائها على نواة حقيقة حيث تنتشر المادة الوراثية لها فى سيتوبلازم الخلية وتسمى هذه المجموعة **Prokaryotic cells** (والتى تضم أجناس مجموعة الطحالب الخضراء المزرقة فقط).

- وتمثل الطحالب الحلقة الأولى فى السلسلة الغذائية المائية حيث تتغذى جميع الكائنات المائية بداية من الهائمات الحيوانية **Zooplankton** وحتى الأسماك بجميع أحجامها على الطحالب. كما أن الطحالب لها القدرة على التعايش فى بيئات مختلفة وتحت ظروف بيئية مختلفة ولكنها تسود فى البيئة المائية سواء البحرية أو المياه العذبة.

- لقد زادت فى الآونة الأخيرة أهمية دراسة الطحالب وخاصة تلك التى تنتج المواد السامة والتى تؤدى إلى موت أعداد من الحيوانات. كما أن هناك دراسات تؤكد أن بعض أنواع الطحالب تؤدى إلى تسمم الإنسان وتسبب اضطرابات معدية-معوية لبعض الناس الذين يستعملون المياه الخام من الأنهار وغيرها من المصادر بشكل مباشر، وهذه المشاكل التى تسببها الطحالب أستدعت العاملين فى معالجة المياه إلى دراسة هذه الكائنات بصورة كثيفة لمعرفة البيئات التى تعيش فيها ودورات حياتها وطرق نموها وتغذيتها.

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

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

- من العوامل المهمة التى تؤثر على الطحالب الت تعيش فى مياه الأنهار، سرعة التيار، طبيعة قاع النهر، والتغيرات الموقعية البسيطة كالآختلاف فى سرعة التيار بين ضفاف ووسط النهر وتعتبر الأكثر أهمية فى 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 العضوى واحداً من أهم الدلائل التى يمكن أستخدامها لتحديد درجة التلوث ونوع الملوثات ولقياس درجة تخلص النهر من هذه الملوثات.

تقسيم وتعريف الطحالب

Algal Taxonomy and Algal Identification

أولا : طحالب كاذبة النواة Prokaryotic Algae

وتضم مجموعة واحدة هى مجموعة الطحالب الخضراء المزرقة **Blue-green Algae- Cyanobacteria - Cyanophyta** ويرجع تسميتها بهذا الأسم نتيجة وجود صبغات ثانوية تسمى **Phycocyanin** وهى التى تعطيها اللون الأخضر المزرق المميز لهذه المجموعة. وتندرج تحت هذه المجموعة العديد من الأجناس والتى تتفاوت فى الشكل الخارجى وفى بعض الصفات الفسيولوجية فيما بينها تفاوتاً كبيراً. مثال ذلك تضم هذه المجموعة مجموعة من الأجناس تتميز بقدرتها على تثبيت النيتروجين الجوى وذلك عن طريق خلية بين خلاياها (ولكنها تختلف فى شكلها عن بقية الخلايا الأخرى) تسمى **Heterocystis cell**.

ثانيا : طحالب حقيقية النواة Eukaryotic Algae

تندرج تحت هذه المجموعة بقية مجاميع الطحالب الأخرى والتى 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 فى مياه الأنهار والبحيرات ولكن الضوء فى الأنهار قد يقل غالباً بسبب العكارة التى تصاحب مياه الأنهار والتى 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 التى 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 18-30م° أما الطحالب الخضراء فتنمو عند درجات حرارة تتراوح ما بين 30-35م° والطحالب الخضراء المزرقة فتنمو عند درجات حرارة تتراوح ما بين 35-40م°.

رابعا : العناصر المغذية الصغرى Micronutrient

تنمو معظم الطحالب بشكل أفضل عندما يكون تركيز عنصر الحديد فى الماء يتراوح ما بين 0.2إلى 2ملجم/لتر بينما لوحظت سمية الحديد عندما يزيد تركيزة على 5ملجم/لتر.

خـامسا : العوامل البيولوجية Biological Factors مثل:

أ- التنافس بين الكائنات المائية على العناصر الغذائية

ب- معدل تغذية الكائنات الأخرى على الطحالب

الطحالب كدلائل لنوعية المياه

Algae as Indicator for Water Quality

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

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 أعتبرت الدلائل (أو المؤشرات) الكيميائية والفيزيائية والبكتريولوجية فى الماضى أسهل من حيث التقييم والأستعمال من الدلائل البيولوجية.

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

ومما سبق فقد تم وضع نوعان من الأختبارات البيولوجية وهما:

اولا : الطرق المباشرة

وفيها يتم تعريف جميع الكائنات الموجودة فى العينات وكذلك تكرارها النسبى، وهذه الأختبارات 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 الحيوى للكائنات الحية حيث تعتبر بعض التفاعلات المختارة كدليل أو مؤشر لنوعية المياه.

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

من خلال أعداد وأنواع الدياتومات يمكن تقييم نوعية المياه وملوثاتها حيث أن وجود سلالات من الجومفونيما Gomphonema تدل على وجود الملوثات الصناعية وملوثات الصرف الصحى، كما أن وجود طحلب نفيكيولا أككومودا Navicula accomoda دليلاً أو مؤشراً على التلوث بمياه الصرف الصحى

تم أختيار خمسة أجناس من الطحالب كمؤشر لكمية التلوث فى مياه الأنهار وهى طحلب ستيجوكلونيوم تينو Stigeoclonium tenue حيث يكون موجوداً على حافة نهاية النهر فى الجزء الملوث منه، بينما يظهر كل من طحلب نيتشيا باليا Nitzschia palea وجومفونيما بارفولوم Gomphonema purvulum سائدة فى منطقة التلوث المعتدل، أما طحلب كوككونيس شاميسيفون Cocconeis chamaesiphon فتكون دائماً موجودة فى الأنهار غير الملوثة أو فى المناطق التى أستعادت نظافتها، كما أن أنواعاً محددة من الطحالب يعتقد أنها دالة على تلوث مياه مصبات الأنهار، فعندما يكون التلوث عالياً فأنه يرتبط بوجود طحلب بيريدنيوم تريكوتوم Peridinium triquetum فى هذه المياه الملوثة.

- **الطحالب كدليل لمصدر الماء**

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

الأضرار الناتجة عن الطحالب

Problems Created by Algae

تؤدى الزيادة المفرطة فى معدل نمو الطحالب إلى حدوث تغيرات فى الصفات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية فى المسطحات المائية. حيث تؤدى هذه الزيادة إلى حوث ظاهرة ال **Eutrophication** والتى تتميز بوجود تركيزات عالية من عنصرى الفوسفات والنترات والتى تؤدى بدورها إلى حدوث زيادة كبيرة فى معدل نمو بعض أجناس الطحالب وسيادتها على بعض الأجناس الأخرى وعادة ما تسود الأجناس الغير مرغوب فى تواجدها فى المسطحات المائية لما لها من تأثير ضار على بقية الكائنات التى 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

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

ثانيا : متوسطة التغذية Mesotrophic Water

وهى المياه التى تحتوى على تركيزات متوسطة من المغذيات الكبرى والذى يسمح بزيادة معدل نمو الطحالب بصورة طفيفة

ثالثا : عالية التغذية Eutrophic Water

وهى المياه التى تتميز بأرتفاع تركيز العناصر المغذية الكبرى مما يؤدى إلى زيادة معدل نمو الطحالب بصورة كبيرة والتى تؤدى بدورها إلى حدوث ظاهرة ال **Euotrophication** والتى عادة ما يصاحبها حدوث ظاهرة وجود نموات طحلبية كثيفة Algal Bloom والتى تتميز بسيادة **Dominancy** بعض الأنواع الضارة من الطحالب وخاصة التى تفرز السموم الطحلبية **Phycotoxins** أو التى تفرز بعض المواد الكيميائية التى تحدث تغير فى 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 التى تؤدى إلى التغير فى طعم ورائحة المياه وجعلها غير مستساغة وغير صالحة للأستخدام الآدمى.

رابعا : وفيرة التغذية Hypereutrophic Water

وهى المياه التى تتميز بوفرة شديدة فى العناصر المغذية الكبرى والتى تؤدى بدورها إلى حدوث النمو المفاجئ والزيادة الكبيرة فى أعداد وأنواع الطحالب.

ومن المشاكل الأخرى التى تحدثها الطحالب داخل محطات مياه الشرب أو فى شبكات التوزيع مثل:

- **الأنسداد المبكر للمرشحات الرملية Filter and Screen Clogging Problem**

معظم الكائنات المجهرية الموجودة فى الماء، التى يتم ترشيحها بالحصى حيث تمسك فى قمة السنتيمتر الأول من طبقة الحصى، خصوصاً حينما تكون الكائنات سائدة فى الماء والقليل منها سوف ينفذ إلى أرضية المرشح، بينما الكائنات الأخرى ستتحطم بسرعة عند ملامستها للحصى، وكلما طالت مدة عمل المرشح فإن نسبة مئوية أكبر من الكائنات سوف ينفذ من قمة السنتيمتر الأول لطبقة حصى الترشيح. كما لوحظ أن وجود بعض أجناس من الطحالب وخاصة مجموعة الدياتومات يؤدى إلى الأنسداد 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 ودرجة الحصى المستخدم ونوعية الطحالب الموجودة فى 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 التى تصل المياه الخارجة من المرشح الرملى

- **تكون طبقة هلاميه Slime Layer**

تتميز بعض أجناس الطحالب بوجود جدار جيلاتينى **Mucilaginous Sheath** ووجود مثل هذه الأجناس فى خزانات أو شبكات التوزيع يؤدى إلى حدوث هذه الظاهرة والتى تؤدى بدورها إلى حدوث الروائح العطنه للمياه. ومن الطحالب التى 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 (الكونكريت) والمعادن فى الأنابيب والمسخانات مشكلة دائمة، حيث تساهم الطحالب فى بعض الأحيان فى عملية التآكل بشكل مباشر فى مناطق موضعية محددة، حينما تكون فى حالة نمو أو خلال التغيرات الفيزيائية والكيميائية التى تحدث فى المياه التى 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 فى مياه الأحواض الفولاذية ويسبب حفراً خطيرة فى معدن هذه الأحواض وتؤثر الطحالب بشكل غير مباشر على سرعة التآكل وبعدة طرق منها:

أ- زيادة ترسبات المواد العضوية فى الأنابيب
ب- زيادة الأوكسجين المذاب فى الماء خلال عملية التمثيل الضوئى لها.
ج- تغيير الرقم الهيدروجينى للمادة الموجودة فى الأحواض أو الأنابيب.
د- تغير الطحالب أيضاً كمية ثانى أوكسيد الكربون وكمية كربونات الكالسيوم فى 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.

المشاكل التى تسببها الطحالب فى المياه المعالجة
Problems Created by Algae in Treated Water

معظم الطحالب لا تستطيع النمو والتضاعف بدون وجود الضوء، لذلك فإن الطحالب الوحيدة التى نجدها فى أنابيب شبكات التوزيع هى:

أ- الطحالب التى لم تتم إزالتها فى عملية التصفية
ب- عدد قليل من الطحالب التى لها قابلية غير اعتيادية على النمو فى الظلام
ج- الطحالب التى نشأت فى الخزانات المكشوفة التى تحتوى على مياه بعد المعالجة

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

على الرغم من أن المياه المنتجة بعد المعالجة فى معظم شبكات التوزيع يوجد بها بقايا من الكلور الحر فإن بعض الطحالب التى تتحمل أو تقاوم الكلور من المحتمل أن تبقى فى خطوط الأنابيب، وقد يكون لهذه الطحالب قابلية البكتريا الحية للعيش فى مختلف الظروف، أو أنها تكون محمية من التأثير القاتل للكلور لكونها راقدة فى الأغطية الهلامية المحيطة بخلاياها. ومن الطحالب التى تقاوم تأثير الكلور والموجودة فى شبكات التوزيع مثل Ulothrix, Gomphospherium, Coelastrum and Cosmarium كما أن الطحالب التى تبقى فى شبكات توزيع المياه قادرة على زيادة حجم المواد العضوية فى الماء، وكمية المادة العضوية هذه كافية لاستنفاد الكلور المتبقى فى الماء، إضافة إلى أن وجود المةاد العضوية فى المياه المعالجة ربما يغذى البكتريا والديدان الخيطية وعدداً أخر من الأحياء غير المرغوب فيها.

دور الطحالب فى مشكلات معالجة المياه

عرقلة الطحالب للمعالجة الكيمياوية للماء يمكن أن تكون بسبب:

أ- التغيرات التى تسببها الطحالب فى الرقم الهيدروجينى والقلوية والعسر الكلى وكمية الأوكسجين المطلوب فى المياه الخام
ب- أو نتيجة لزيادة كميات المواد العضوية التى تضيفها الطحالب إلى المياه

قد يكون ضرورياً تغير جرعات الكلور المضافة للتصفية بنسب مباشرة تتناسب وكميات الطحالب الموجودة فى الماء لغرض الحصول على كمية ثابتة من بقايا الكلور فى الماء. كما أن أستعمال مرسب مساعد بالأضافة إلى المرسب الأساسى ربما يكون ضرورياً فى معالجة المياه الخام التى تحتوى على كائنات مجهرية طافية قليلة.

رصد التغير فى أعداد وأنواع الطحالب
Monitoring of Phytoplanlton Species Successions

من أهم الأهداف التى تتحقق من المتابعة المستمرة للمسطحات المائية وخاصة تلك التى تستخدم كمصدر لمياه الشرب والأستخدامات الآدمية الأخرى:

أ- رصد التغير فى أعداد وأنواع الطحالب حيث يعتبر هذا التغير أحد المؤشرات المبكرة لطبيعة المشاكل التى يمكن أن يتعرض لها هذا المسطح

ب- رصد العوامل (الطبيعية والكيميائية) التى تؤثر فى معدل نمو الطحالب مما يتيح إيجاد علاقة بين الوضع الحالى للمسطح المائى والوضع المستقبلى الذى يمكن أن يتعرض له هذا المسطح المائى

ج- الرصد المستمر لنوعية المياه يعتبر مؤشر مبكر للتنبؤ بحوث التراكمات الطحلبية **Bloom Formation**

د- يعتبر رصد التغير فى تركيزات كل من الفوسفات والنترات من أهم المؤشرات التى تؤدى إلى التحذير المبكر من ظاهرة أرتفاع معدل المغذيات وحدوث ظاهره **Eutrophication** فى الأنهار.

العوامل المؤثرة فى تكوين التجمعات الطحلبية
Factors Affecting Algal Bloom

أ- أرتفاع درجات الحرارة

ب- زيادة تركيزات العناصر المغذية (خاصة الفوسفات والنترات)

ج- إنخفاض معدل ثانى أكسيد الكربون الذائب وأنخفاض شفافية المياه **Transparency**

د- عدم وجود العناصر المغذية الصغرى
ه- زيادة معدل تغذية بعض الكائنات المائية على الطحالب مما يؤدى إلى أختفاء بعض أجناس وسيادة بعض أجناس طحلبية أخرى
و- أنخفاض سرعة جريان المياه والطبيعة الطوبوجرافية و الجيولوجيه للمسطح المائى

خطة مواجهة المخاطرDeveloping Contingency Plans

- **مستوى الخطر الأول Alert Level 1**

وفيها يحدث ما يلى:
أ- يتراوح العد الطحلبى لخلايا الطحالب الخضراء المزرقة ما بين 500 إلى 2000خلية/مللى
ب- ظهور رائحة كريهة للمياه فى المسطح المائى
وذلك أثناء الرصد الدورى لمياه (تجميع عينة كل شهر على الأقل) المسطح المائى

- **مستوى الخطر الثانى Alert Level 2**

أ- يتراوح العد الطحلبى لخلايا الطحالب الخضراء المزرقة ما بين 2000 إلى 15000خلية/مللى
ب- وجود أى من الأجناس الطحلبية والتى تنتمى لمجموعة الطحالب الخضراء المزرقة والتى تم تحديد والتعرف على قدرتها على أفراز السموم الطحلبية مثل

Microcystis aeruginosa, Anabaena circinalis, Nodularia spumigena, Cylindrospermopsis raciborskii.

ج- أستمرار وزيادة الرائحة الكريهة فى المسطح المائى
د- بداية ظهور بعض التجمعات الطحلبية فى صورة خطوط طولية على سطح المسطح المائى

- **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 أختبار السمية على فئران التجارب المعملية (أو أى من الكائنات الأخرى) وظهور مؤشرات السمية على الفئران
ج- زيادة كثافة وأستمرار ظهور التجمعات الطحلبية

سمية الطحالب

Algal Toxins, Phycotoxins

تعزى بعض أمراض الإنسان والحيوان إلى كل من طحالب المياه العذبة والمالحة، فمثلاً ينتج الطحلب السوطى **Gonyaulax** مواد سامة تعادل فى سميتها عشر أضعاف سموم أخرى. هذا ويساهم العديد من الطحالب البحرية الاخرى فى تسميم الاسماك ، وعند فحص الغالبية العظمى من الاسماك السامة ،وجد الطحلب الاخضر المزرق لينبيا **Lyngbya** فى الجهاز الهضمى لهذه الاسماك. كما أن ملامسة بعض الطحالب الخضراء تسبب أمراضا جلدية واعراض حساسية ، ومن الطحالب المسجلة التى تسبب أنواعا من الاصابة الجلدية طحلب **Anabaena** بينما طحالب **lyngbya contora** و **Microcystis** تسبب الحساسية للانسان ويسبب الطحلب الاخضر Chlorella الى جانب الفطريات تخدشات أو جروحا فى الاغشية المخاطية للانسان ولكن أهميتها لم يتم تحديدها .

يعتقد أن الانتشار الواسع وغير المتوقع لآلام معدية ،التى تشمل ألوف الناس ، له علاقة بمصادر المياه المستعملة ، وقد تم تسجيل هذه الظاهرة فى المناطق التى يوجد فيها نمو كثيف وواسع للطحالب.

ومع ذلك ، فان العلاقة المباشرة بين النمو الكثيف للطحالب والاضطرابات المعوية للانسان لم يتم تأكيدها .

وهناك رأى يقول بأن احتمال تحطم كميات كبيرة من الطحالب الخضراء المزرقة على مرشحات الحصى فى منشآت تصفية الماء ومرور المنتجات السامة الى شبكات التوزيع الرئيسية ربما هو السبب فى الاضطرابات المعدية ـالمعوية .

تم تسجيل حالات تسمم حادة وغالبا مميتة للمواشى والدجاج بعد أن تشرب الماء من برك تحتوى على كمية كبيرة من الطحالب . ومن ضمن الحيوانات المتأثرة الاغنام والابقار والكلاب والارانب والدجاج ، وفى كل الحالات .

كانت الطحالب الخضراء المزرقة أكثر مساهمة فى تسمم الحيوانات المذكورة وخاصة الطحلب **Microcystis** ويعتبر الطحلب **Nodularia spumigena** ،من الطحالب السامة المعروفة .

لوحظ نمو غزير للطحالب فى المناطق التى سجلت فيها حالات تسمم الحيوانات فى عدد كبير من الدول ومنها كولارادو واشنطن فى أمريكا ونيوزيلاندا وأفريقيا الجنوبية والمغرب .

تحدث حالات التسمم المسجلة عادة ، خلال شهور الصيف فقط. حينما تنمو الطحالب فى هذة الفترة بكثافة. والاعراض المسجلة والمرتبطة بحالات التسمم التى تسببها الطحالب الخضراء المزرقة هى عموما انهاك وتشنجات متبوعة بالوفاة. وهناك أدلة، تفيد بأن الطحالب

الخضراء المزرقة السامة يمكنها التأثير على الانسان كما هو الحال فى الحيوان حيث تسبب صداعا حادا وحمى عالية وغثيانا مع تقيء واضطرابات معوية ـ معدية وآلاما فى العضلات والمفاصل وانهاكا شديدا، وقد سجلت هذة الاعراض فى احدى الولايات الاميريكية.
ظهر أن التسمم مرتبط بعدد من العوامل منها التركيز العالى لخلايا الطحالب المتواجدة فى المياة ودرجة حرارة الماء (حوالى 16م°) والرقم الهيدروجينى العالى وطول مدة تعرض المياة لاشعة الشمس. ومن ناحية أخرى، فان سقوط كميات ضوء اعتيادية على طبقة سميكة جدا من الطحالب بأمكانها أن تسبب موت الاسماك حيث أن هذه الطبقة السميكة ستمنع مرور الضوء الى الطحالب الجهرية تحت سطح الماء وبالتالى ستقوم الطحالب تحت سطح الماء بأستخدام الأوكسجين الموجود فى الماء أكثر مما تنتجه مما يؤدى الى نفاذ الأوكسجين حيث سيؤثر على الاسماك بشكل مباشر. ولهذا يجب أن يوجد توازن بين كميات الطحالب وضوء الشمس وبين احتياجات الأسماك للأوكسجين الكلى والأحياء المائية الاخرى.

الحد من انتشار الطحالب فى المياه

تتضمن السيطرة على الطحالب فى تجهيزات المياه، بأستخدام المضادات الطحلبية والتنظيف الميكانيكى للأحواض المستقرة وقنوات أخذ المياه وحافات الخزانات وكذلك الترشيح. وتشمل أيضا تطوير طرق التخثير والترشيح والمعالجة الكيماوية وأختيار مواقع مصادر المياه الخام. كما تتضمن تطوير طرق خزن المياه لتخفيض فرص النمو الكثيف والسيطرة على الطعم والرائحة ومنتجات طحلبية أخرى، بالأضافة إلى أستخدام المنشطات مثل الفحم النشط وإزالة الترسبات العضوية من الاحواض المستقرة وخطوط التوزيع . وتعتمد السيطرة الفعالة على الطحالب، من خلال معرفة الطرق الكاملة لاكتشاف وجودها وتفسير أهمية أى تغيير فى أعدادها وأنواعها .

أختبار السمية Toxicity Bioassay

أولا : يتم أجراء أختبار السمية بأستخدام أى من المؤشرات البيولوجية الأتية:

أ- فئران التجارب المعملية
ب- حيوان الدافنيا (أو أحد سلالات القشريات والتى تسمى **Prime Shrimp**)
ج- بعض سلالات البكتريا وهو ما يعرف بال **Ames Test**
د- بيض السمك

ثانيا : لأجراء أختبار السمية لمستخلصات الطحالب بأستخدام فئران التجارب المعملية تتبع الخطوات التالية:

أ- يتم تجميع التجمعات الطحلبية من المسطح المائى

ب- يتم تركيز العينات وفصل المواد العالقة عن التجمعات الطحلبية

ج- يتم تجفيف التجمعات الطحلبية لأستخلاص المحتويات الداخلية للخلايا وذلك أما بعملية **Lypholization** أو بعملية **Freeze/ Thawing**

د- يؤخذ وزنات مختلفة من هذه التجمعات الطحلبية بحيث تمثل تركيزات مختلفة من المستخلص الطحلبى

ه- يتم أستخلاص محتوى الخلايا الطحلبية أما بطحن الخلايا الطحلبية فى المياه القطرة أو بأستخدام محلول ملحى 0.9%

و- تفصل الخلايا الطحلبية عن المستخلص بأستخدام جهاز الطرد المركزى **Centrifuge**

ز- تحقن فئران التجارب المعملية بهذا المستخلص فى الغشاء البلورى **intrapretioneally** ثم يلاحظ الأعراض التى تظهر على الفئران والتى منها يمكن بصورة مبدئية الحكم على سمية التجمعات الطحلبية أو عدم سميتها كما هو موضح فى الجدول التالى:

Neurotoxic	Hepatotoxic
Mice will die by respiratory arrest within 2-20 minutes	Mice will die due to hemorrhagic shock within 40 minutes to 3 hr.
Signs: muscular tremors convulsions gasping respiration Salivation tearing	**Signs :**animal will appear pale as the blood hemorrhages into the liver. upon autopsy the liver swollen and dark red & increased in weight

مجموعة الطحالب الخضراء المزرقة

Blue-green Algae- Cyanobacteria- Cyanophyta

هى من أقدم مجموعات الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية (3.5 بليون سنة) ، تعتبر المصدر الرئيسى للأكسجين الجوى

من أهم مميزات هذه المجموعة قدرتها على التأقلم مع جميع الظروف البيئية وذلك يرجع إلى وجود نظامين للتمثيل الضوئى وهما Photosystem I &II بحيث تستطيع فى غياب الضوء أن تعيش مثل البكتريا وفى وجود الضوء تعيش مثل الطحالب ولذلك أعتبرها علماء التقسيم Limnologistsأنها تمثل حلقة الربط (فى سلم التطور) بين البكتريا والطحالب

تتميز الأجناس التى تنتمى لهذه المجموعة بالتنوع الشديد فى الشكل الخارجى وفى بعض الخصائص الفسيولوجية حيث تنفرد بعض من الأجناس التى تنتمى لهذه المجموعة بأن لها القدرة على تثبيت النيتروجين الجوى

- تتميز أجناس هذه المجموعة بقدرتها على أفراز بعض المركبات العضوية والتى لها نشاط حيوى فى مجالات عديدة إلى جانب أن بعض من هذه المركبات له تأثير سام وهو ما يعرف بالسموم الطحلبية Phycotoxins – Cyanotoxins- Cyanobacterial Toxins
- يتم تعريف وتقسيم السموم الطحلبية تبعاً للجزء الذى تحدث به الضرر على سبيل المثال:

أ- سموم كبدية **Hepatotoxins** حيث تؤثر على الكبد

ب- سموم عصبية **Neurotoxins** حيث تؤثر مباشرة على الجهاز العصبى

ج- سموم **Alkaloids** حيث تسبب بعض المشاكل فى الجهاز الهضمى والكلية

د- سموم لها تركيب كيميائى عديد السكريات **Lipopolysaccharides**

- **من أهم الحقائق التى يجب الأهتمام بها هى أنه ليس كل الأجناس التى تنتمى لمجموعة الطحالب الخضراء المزرقة لها القدرة على أفراز مثل هذه السموم. بالأضافة إلى أن معدل وأفراز أو عدم أفراز مثل هذه السموم يتأثر تأثراً شديداً بالعوامل البيئية المختلفة.**

- **كما أنه ليس كل التجمعات الطحلبيه تكون أجناسها مفرزه للسموم ولكن يمكن أن تكون من الأنواع التى تحدث تغير فى طعم و رائحه المياه. ولذلك لابد عند حدوث أى تجمع طحلبى أن يتم فحص و تعريف سلالات الطحالب المكونه لهذه التجمعات ثم إجراء أختبار السميه حتى نستطيع الحكم على قدرتها على أفراز أو عدم إفراز السموم .**

تجميع عينات الهائمات النباتية Phytoplankton
وطرق حساب المحتوى الحيوى 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، الصفة التحليلية

ج- أضافة مواد التثبيت المناسبة لكل صفة تحليلية

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

ثانيا : تركيز العينات

عادة ما يتم أجراء تركيز للكائنات الموجودة وخاصة الطحالب فى 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**

Algal Biomass Determination قياس المحتوى الحيوى للطحالب

من الضرورى معرفة الهدف من القيام بأية بحوث لدراسة الطحالب قبل أن يتم اختيار تحليل معين. فقد يكون الهدف فى بعض الاحيان تسمية مجاميع محددة فقط أو أجناس أو أنواع معينة من الطحالب، فعلى سبيل المثال معرفة التغيرات الحاصلة فى الاحواض الؤكسدة او لدراسة رائحة وطعم بعض الطحالب فى المياه العذبة، لذا يجب تحديد الغاية من التحليل وطريقة العمل، بينما نحتاج فى حالات أخرى الى معرفة الاعداد الموجودة فى المياه ومجاميع الطحالب الرئيسية، وقد يكون من الافضل تحديد الوقت الاكثر 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 فى منشآت تصفية المياه التى تستخدم المياه السطحية لملاحظة نمو الكائنات الملتصقة التى تكون الأزهارات فى هذه المنشآت. بالاضافة إلى وجوب القيام بفحوصات مختبرية وتسجيل الكائنات السائدة الموجودة فى طبقات الطحالب النامية، مع تحليل للكائنات الطافية فى عينات من الماء، على أن يتم عمل هذة الفحوصات بفترات منتظمة لنفس المناطق التى تم فحصها سابقاً.

وعندما تؤخذ معلومات من هذا النوع عبر فترة زمنية وتكون مدعومة بقراءات للصفات الفيزيائية ـالكيماوية لعينات الماء، فإنها ستكون ذات أهمية كبيرة فى تحديد نوع وزمن تطبيق الأجراءات الضرورية لمنع المشاكل التى تسببها الطحالب وللسيطرة عليها. ويمكن تسجيل هذه المعلومات وأعتبارها مؤشرات لتحديد مواقع ودرجة نمو الطحالب فى المناطق المختلفة، مع مراقبة أى تغيير فى مواقع وكميات نمو الطحالب وتدوين جميع البيانات المتعلقة بذلك. ويتم تشخيص الطحالب فى الماء بمساعدة المجهر وأستخدام 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 مادة الفورمالديهايد **(Formaldehyde)** ويتم تركيز الكائنات الطافية فى العينة بواسطة قوة الطرد المركزى.

يستخدم 1 ملم من العينة المركزة ويوضع فى شريحة تعداد الخلايا المسماه **(Sedgwick –Rafter)** ، حيث يتم أحصاء الكائنات بمساعدة مجهر مركب مثبت عليه ميكرومتر ويبل العينة (**whipple ocular micrometer**) وهى وحدة قياس لتعداد الكائنات المجهرية الطافية وتثبت عادة فى العدسة العينية للمجهر المركب.

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

إن تسجيل الكائنات المجهرية الطافية للسنوات السابقة، ربما تعطى حلولا جيدة فى أوقات معينة فى كل فصل، حينما نتوقع نشوء أعداد كبيرة وأنواع معينة من الكائنات التى تعرقل التصفية أو المعالجة.

إن مجاميع الطحالب التى لا تشكل نموا غزيرا ولا يصل تعدادها الى أقصى حد سوف تظهر تغيرات معينة فى شكلها، وعندما يمكن تمييز هذة التغيرات ، فانها تقدم دلائل مفيدة لنهاية فترة نمو الطحالب، فمثلا اذا سقطت أسواط الطحالب أو أصبحت ألوانها شاحبة فهذا يعنى أن فترة النمو الغزير للطحالب قد انتهت وأنها فى طريقها إلى الاختفاء.

يرتبط تعداد الكائنات المجهرية الطافية فى المياه الخام فى بعض المناطق مع بداية ظهور الرائحة، لأنها تدل على وجود أعداد كبيرة من الطحالب فى المياه والتى يجب معالجتها للتخلص منها، وأعتبرت أعدادها الكبيرة والقليلة التى تتواجد فى أحدى محطات التصفية طريقة للتنبؤ بأعداد الكائنات المحتملة فى المياه المصفاه عقب عمليات التخثر وترشيح الحصى السريع، لأن وجود أعداد كبيرة منها سيزيد من نسبة تسربها الى المياه المصفاه عبر حصى الترشيح والعكس بالعكس.

يستخدم عدد الكائنات وعدد الوحدات القياسية لمساحة الكائنات الموجودة لتحديد كمية المشاكل المتوقعة والزمن الذى يجب أن تبدأ به التصفية أو المعالجة.

- **العد الطحلبى**

بأستخدام خلية العد الطحلبى **Sedgwick Rafter Cell**

بعد تركيز العينات سواء بأستخدام الترسيب أو بأستخدام جهاز الطرد المركزى يتم ملأ خلية العد الطحلبى وتترك لمدة خمسة دقائق ثم توضع للفحص والعد الطحلبى بأستخدام الميكروسكوب.

يجرى عد حوالى 50 حقل Field من خلية العد الطحلبى.

No. of Phytoplankton =

$$\frac{\text{No. of fields in cell} \quad X \quad \text{ml of concentrated sample}}{\text{No. of fields counted} \quad X \quad \text{ml of original sample}}$$

Where No. of fields in cell =

$$\frac{\text{Area of Sedgwick Rafter cell}}{}$$

$$\frac{(50mmX20mm)}{\text{Area of small square in Sedgwick cell}}$$

يتم أضافة أى من محاليل التثبيت التالية للعينات المراد أجراء العد الطحلبى لها وذلك عند تجميع العينات فى الموقع:

أ- محلول اليود **Lugol's Iodine Solution**

ب- محلول الفورمالين

- **تقدير المحتوى الكلوروفيلى للطحالب Chlorophyll "a" Content**

وذلك بأستخدام جهاز قياس شدة الألوان Spectrophotometer وقياس الطول الموجى لصبغات الكلوروفيل "أ" بعد أستخلاصها بأستخدام أحد المذيبات العضوية

Chl. "a" = 11.85(OD664) – 1.54(OD647) – 0.08(OD630)

- **تقدير الحجم الحيوى للطحالب Algal Biovolume**

وذلك بتحويل الشكل الخارجى للطحالب لأقرب شكل هندسى (دائرة- مربع- مستطيل) ثم حساب مساحة الشكل الهندسى

مساحة سطح الخلية Surface area

- **قياس تركيز الأدونيزين ثلاثى الفوسفات Adenosine triphosphate ATP**

- **قياس النشاط الحيوى للطحالب**

وذلك بأستخدام الطرق التالية:

أ- تثبيت النيتروجين Nitrogen fixation

ب- أنتاج الأكسجين Oxygen production

ج- التمثيل الضوئى فى وجود C14