الآثار السلبية لبعض الطحالب فى البيئة المائية

الدكتور / أحمد محمد العطيفى
كلية العلوم – قسم النبات – جامعة أسوان

الملخص :

ترتبط حياة البشر ارتباطاً وثيقاً بالموارد المائية ويعد تدهور البيئة المائية تهديداً حقيقياً ويعتبر من أهم التحديات التى تواجه الملايين من البشر على سطح الكرة الأرضية مع تفاقم أزمة المياه فى عالم اليوم بعد ظهور مشكلة التغيرات المناخية خلال العقود القليلة الماضية وما قد يصاحب ذلك من موجات الجفاف وخاصة فى الدول النامية التى يعيش فيها ما يقرب من نصف سكان العالم. تمثل الطحالب قاعدة الهرم الغذائى وتعتبر المنتجات الأولية لسلاسل الغذاء فى مختلف البيئات المائية ويشتمل الموضوع على مقدمة عن الموارد المائية ويلقى الضوء على وجود بعض الطحالب الضارة فى مختلف البيئات المائية و قدرة بعض هذه الطحالب على الازدهار وإنتاج بعض الأنواع من السموم. ويخلص الموضوع إلى عدد من الاقتراحات للاهتمام بظاهرة ازدهار الطحالب الضارة والبحث عن كيفية الحد منها و تقييم الأثر البيئى لها والحد من التغيرات السلبية التى تؤثر على نوعية المياه .

قال تعالى في كتابه العزيز " وجعلنا من الماء كل شئ حى " (سورة الأنبياء آية ٣٠) .

يعتبر الماء أهم عناصر البيئة فهو أساس الحياة والمورد الحيوى الذى ترتكز عليه التنمية المتواصلة بكافة جوانبها. ويروى التاريخ أن معظم الحضارات القديمة ارتبطت بالموارد المائية فى وديان الأنهار فقد نشأت حضارة السومريين ومن بعدها حضارة بابل وآشور بين نهرى دجلة والفرات والحضارة المصرية القديمة فى وادى النيل وحضارة الهند بجوار نهر السند وحضارة الصين القديمة فى وادى نهر الهوانج فهى . تحتوي الأرض وما يحيط بها من غلاف جوي على كمية هائلة من المياه وتمثل المياه حوالى ٧٪ من كتلة الأرض وتغطى ٧١٪ تقريباً من سطح الأرض ، أى أنها تحتل ما يقرب من ثلاثة أرباع مساحة سطح الكرة الأرضية والغالبية العظمى من هذه المياه (حوالى٩٦,٥٪) مياه مالحة ممثلة فى بحار ومحيطات ،

(٣,٥% تقريباً) ماء عذب على شكل ثلوج وجليد فى قطبى الكرة الأرضية ، والمياه العذبة الصالحة للشرب تمثل حوالى ٠,٧% فقط من مجمل هذه المياه متمثلة في المياه السطحية والجوفية. والماء العذب يكتسب أهمية خاصة نظراً لندرته ومحدوديته وعدم انتظام توزيعه في كل من الزمان والمكان. وإذا افترضنا جدلاً توزيع المياه العذبة الصالحة للاستخدام الآدمى حسب توزيع الكثافة السكانية على الأرض، فإنها ستغطي احتياجات البشر، ولكن في الواقع يوجد هناك تبايناً كبيراً في توزيع الموارد المائية في الطبيعة بشكل عام، فمثلاً نجد أن كمية الأمطار في المناطق الاستوائية تصل إلى نحو عدة أمتار في حين أنها تكون شبة معدومة في بعض المناطق الصحراوية، ويظهر عدم التوازن بصورة واضحة في حوض نهر الأمازون الذي يستأثر على حوالى ٢٠٪ من المياه العذبة على سطح الأرض في حين توجد بها نسبة ضئيلة جداً من سكان العالم , وحتى داخل القارات نفسها هناك تبايناً ملحوظاً بين كمية الأمطار والكثافة السكانية, بشكل عام فإن كثافة الأمطار تتركز على المناطق الجبلية والتي عادة ما تكون ذات كثافة سكانية منخفضة في حين أن المناطق المنبسطة ملائمة للسكن والزراعة تحصل على نسبة قليلة من الأمطار، وتعتبر المملكة المتحدة أفضل مثال على هذا ، حيث أن المرتفعات الاسكتلندية ذات الكثافة السكانية المتدنية، وتصل نسبة تساقط الأمطار فيها إلى ما يقرب من ثلاثة أمتار في السنة وكثافتها السكانية تبلغ شخصين فقط لكل كيلومتر مربع في حين جنوب شرق المملكة المتحدة ذات الكثافة السكانية البالغة حوالى ٥٠٠ شخص لكل كيلومتر مربع تتدنى نسبة تساقط الأمطار إلى ٦,٠ متر في السنة على المستوى المحلي أو الإقليمي يمكن أن يكون هناك فرق كبير في توزيع المياه وتوفرها للسكان. وتوجد دول لديها وفرة من الماء مثل : أيسلندا وكندا والكونغو والجابون ، كما يظهر الاختلاف فى وفرة المياه واضحاً بين أرجاء الوطن العربى, فبعض الدول العربية فقيرة فى مواردها المائية وعلى سبيل المثال نصيب الفرد من المياه في الكويت عشرة أمتار مكعبة في السنة وفى قطر ٩٤ متر مكعب وفى السعودية ١١٨ متر مكعب وفى الإمارات ٥٨ متر مكعب.(٣) ، أما الدول العربية التى لا تشكو نقص الماء مثل : مصر والسودان ولبنان فهى تعانى من التحديات التى تواجه الإدارة البيئية السليمة والتنمية المتواصلة للموارد المائية وقد تكون مشكلة تلوث المياه أحد أكبر وأهم هذه التحديات. ونظراً للتزايد المستمر فى الاستخدام الآدمى للمياه والذي يتواكب مع معدل النمو السكاني بل ويفوقه في كثير من الأحيان، فقد تضاعف استهلاك المياه على كوكب

الأرض مرتين على الأقل خلال القرن العشرين وقد أدى التزايد المستمر في استهلاك المياه منذ عام ١٩٥٠، فى كثير من دول العالم إلى وجود ضغطاً متسارعاً على الموارد المائية، ففي أوروبا تدل بعض الوثائق على ارتفاع معدلات استهلاك المياه من ١٠٠كم٣ في عام ١٩٥٠ إلى ٥٥٠ كم^{3} في عام ١٩٩٠(٢) .

وبالإضافة إلى هذا الاستنزاف، تعاني الموارد المائية من مختلف أشكال التلوث، وإذا استمر تلوث المياه على المعدل الحالي، مع زيادة كميات المياه المستغلة، فإن ذلك سيؤدي إلى استنزاف المياه العذبة في وقت قريب، وتعانى ٨٨ دولة نامية (تشكل ٤٠٪) من سكان العالم من نقص المياه حيث يعتبر معوقاً جدياً للتنمية الاجتماعية والاقتصادية .

أدى النمو السكاني المعاصر وارتفاع وتيرة التنمية الاجتماعية والاقتصادية منذ بداية القرن العشرين في كافة أرجاء الوطن العربي، إلى تغيرات أساسية، كمية ونوعية في الأحواض المائية. وقد أدى تجاوز الطلب على الماء وطرح كميات متزايدة من الملوثات تتعدى قدرة استيعاب البيئة فى الجزء الأعظم من المنطقة العربية إلى ظهور بوادر العجز المائى وخاصةً أثناء السنوات شحيحة الفيضان مثل : ما حدث في مصر خلال العقد التاسع من القرن الماضي حيث سجلت أقل كمية لإيراد نهر النيل عند أسوان بحوالى ٤٢ بليون متر مكعب عام ١٩٨٤ وتعتبر أقل كمية سجلت فى التاريخ الحديث للنهر، ولا شك أن السد العالي له دوراً بارزاً فى حماية مصر من أخطار الجفاف من خلال المياه المخزونة أمامه فى بحيرة ناصر. وتشير بعض الدراسات المعنية بالأهمية الإستراتيجية للمياه في الوطن العربى إلى أن مصر تعتبر من الدول التي تقع تحت خط الفقر المائي. وتشير التوقعات الحالية فى حالة استكمال تشييد سد النهضة الأثيوبي إلى حدوث انخفاض كبير فى حصة مصر المائية لتصل إلى حوالى ٢٠ بليون متر مكعب سنوياً ويقدر بذلك العجز المائي فى حصة مصر من مياه النيل بما يقرب من ٣٠ بليون متر مكعب سنوياً هذا بجانب التراجع الكبير فى توليد الكهرباء من السد العالى . وذلك فى مقابل الزيادة المطردة فى أعداد السكان بمصر طبقاً لما تشير إليه إحصائيات التعداد السكانى فقد كان أول إحصاء لعدد السكان فى مصر٦,٧ مليون نسمة عام ١٨٨٢ وتدل الاحصائيات الحديثة فى عام ٢٠١٤ على أن عدد المصريين المقيمين فى مصر قد بلغ ٨٦ مليون نسمة

ومن الجدير بالذكر هنا أن الحق في المياه كان وما زال يشكل أحد الأسباب الرئيسية للكثير من الخلافات في بعض الأحيان بين الدول ومن المؤكد أن مثل : هذه الخلافات تؤدى إلى التأثير بشكل سلبي على مصادر المياه وكيفية استغلالها وبالتالي تراجع التنمية والتطور ومن هنا تظهر أهمية المياه والحاجة إلى الإدارة السليمة لها والتي تتطلب جهوداً دولية للعمل على تنظيم عملية استغلالها وإدارتها والمحافظة عليها(٣) .

والتأثيرات السلبية على الموارد المائية كانت محدودة في الماضى وكانت البيئات المائية لديها القدرة على استيعاب التلوث وتنقية الماء ذاتياً. ولقد أشار أحد تقارير البنك الدولى بخصوص تلوث المياه إلى أن ٩٠٪ من المياه المستخدمة لا يتم معالجتها وأن ٨٠٪ من المياه المستخدمة في الصناعة يتم تصريفها دون معالجة . وتحذر تقارير الأمم المتحدة العالم من أنه بعد خمسين عاما سوف يشكو العطش سبعة بليون من البشر. وللأسف لا يفكر الإنسان فى يوم يكون الماء فيه عزيز المنال سواء بالجفاف أو بالسفاهة في الاستهلاك وأما بتلوث المياه أو وكل ذلك يثير قلق العلماء وخبراء المياه على صحة البشر مما قد يحدث قريباً فى حالة استمرار الزيادة المطردة فى أعداد السكان بدون وعى الاقتصاد في الماء والحرص على نقائه. ويتوقف ظهور أو تفاقم واحد أو أكثر من الآثار السلبية في الموارد المائية على عدة عوامل بعضها يتعلق بحالة التوازن في معادلة السكان والموارد، أو ما بين التلوث والتدابير المتخذة لمكافحته. أما البعض الآخر فيرتبط بتحسين الإدارة للموارد المتاحة والإجراءات المنطقية للحد من التلوث والإهدار ورفع كفاءة استخدام المياه .

أصبحت البيئة حالياً وفي دول العالم المتطورة تستحوذ على درجة كبيرة من العناية والاهتمام سواء على الصعيد الفردي أو الجماعي وأصبح لها تأثير حتى على القرارات السياسية للدول. وعلى الرغم من أن النمو في الطلب على المياه ضئيل نتيجة للنمو السكاني المنخفض في بعض الدول، إلا أن هناك العديد من التحديات التي تستدعي اهتماماً أكبر لرفع مستوى العناية بجودة ونوعية المياه. وقد كشفت طرق التحليل المتطورة عن وجود العديد من المواد الكيميائية الناتجة عن العمليات الصناعية أو الناتجة عن عمليات معالجة المياه العادية والعوادم, ومن الواضح أن العديد من المشكلات البيئية التي ظهرت سابقاً في الدول المتطورة من العالم كانت نتيجة للإهمال أو لعدم القدرة على إدراك وتحديد أسباب التلوث والتدهور

البيئي، ومن أجل منع استمرار وتكرار مثل هذه القضايا، كانت هناك مشاورات ومحادثات دولية عديدة أدت في النهاية إلى الخروج بمفهوم التنمية المستدامة. ويمكن تعريف التنمية المستدامة على أنها "التنمية التي تلبي المتطلبات الحالية مع الأخذ بعين الاعتبار إمكانية الأجيال القادمة على تلبية متطلباتهم". بالنسبة للمصادر المائية .

ومن الناحية البيولوجية وجد العلماء ببرنامج الأمم المتحدة للبيئة " UNEP " أن عدد الأنواع من الكائنات الحية التى تعيش على كوكب الأرض تقدر بحوالى ثمانية ملايين وسبعمائة ألف نوع منها حوالى ستة ونصف مليون نوع تعيش على اليابسة وحوالى ٢,٢ مليون نوع (٢٥٪ تقريباً من هذا المجموع) تعيش فى الماء ومنها الطحالب التى تتألف من مجموعة تضم حوالى ٢٢ ألف نوع من الكائنات الحية (١). وتتسم الموارد المائية بإحتوائها على العديد من الكائنات الحية النباتية ومنها الطحالب التى تعتبر الغالبية العظمى منها مكونات غير ضارة بالنظم البيئية للمسطحات المائية ومع ذلك فقد يتسبب البعض من تلك الكائنات غير الضارة فى العديد من المضايقات للإنسان حيث تؤدى الكثافة العالية بسبب النمو المتزايد لها (الإزدهار الطحلبى) من هذه الكائنات إلى انسداد مرشحات مياه الشرب. وتحتل الطحالب مركزاً مرموقاً فى تلك النظم البيئية وتؤدى دوراً بارزاً فى المحيط الحيوى فهذه الكائنات ذاتية التغذية تقوم بعملية التمثيل الضوئى والتى من خلالها يتحول الكربون غير العضوى الموجود فى صورة ثانى أكسيد الكربون إلى مواد عضوية وينتج الأكسجين فى عملية تبادلية أرادها الخالق لاستمرار الحياة فى الماء، وتقوم الطحالب التى تعيش فى مختلف البيئات المائية بإنتاج ما يقرب من ٩٠٪ من الكربون العضوى الذى يتم إنتاجه على كوكب الأرض (تقدر كمية هذا الكربون العضوى بحوالى ٢٠٠ – ٢٧٠ بليون طن سنوياً). والطحالب لها أهمية كبيرة تتمثل فى قيمتها الاقتصادية كغذاء إلى جانب أهميتها بالنسبة للزراعة والصناعة والطب كما أنها تعتبر القاعدة الرئيسية فى سلسلة الغذاء بالبيئات المائية. ولكن كثيراً ما يتسبب ازدهار الطحالب ونموها بغزارة فى تغيير خواص المياه (٢٢) ، لقد ظل معروفاً لفترات طويلة من الزمن أن بعض الأنواع من الازدهار الطحلبى تكون مصحوبة ببعض الأضرار التى تنجم عن وجود الهلام الذى يؤدى إلى تغير كل من الصفات الطبيعية والكيميائية للمياه كما يؤدى موتها إلى انبعاث الروائح الكريهة نتيجة لتحرر الغازات السامة مثل : كبريتيد الهيدروجين مما يؤدى إلى تغير طبيعة المياه وطعمها لتصبح غير سائغة للشرب (١٩) .

وترجع أعراض التسمم فى الإنسان والحيوان فى بعض الأحيان إلى نمو وازدهار أنواع معينة من الطحالب فهناك أعداداً كبيرة وأنواعاً مختلفة من الأسماك والمحارات والقشريات التى تقطن طبقات المياه المختلفة وتعتمد على الطحالب كغذاء لها يتسبب عنها تسمم الإنسان عند تناولها والتغذية عليها . ومن بين العديد من الآلاف من الأنواع من الطحالب المجهرية التى تعيش فى البيئات المائية بأنواعها فإن عدداً قليلاً منها لا يتجاوز المائة نوع هى القادرة على إنتاج أنواع من السموم تعرف بسموم الطحالب " phytotoxins " ويوجد العديد من هذه الطحالب التى تنتمى الى مجموعة الفيتوبلانكتون وهى الطحالب المجهرية التى تعيش فى صورة عوالق (هائمات) نباتية تسبب الإصابة بالأمراض ومنها ما قد تؤدى إلى موت (نفوق) الأسماك التى تتغذى عليها والماشية والإنسان عند استعمال هذه المياه للشرب وعموماً تنتمى معظم الأنواع من الطحالب التي تنتج المواد السامة غالباً إلى مجموعات الطحالب الخضراء المزرقة (السيانوبكتيريا " Cyanobacteria ") أو السوطيات الدوارة والتى يطلق عليها البعض دوامى السياط " Dinoflagellates " (٦).

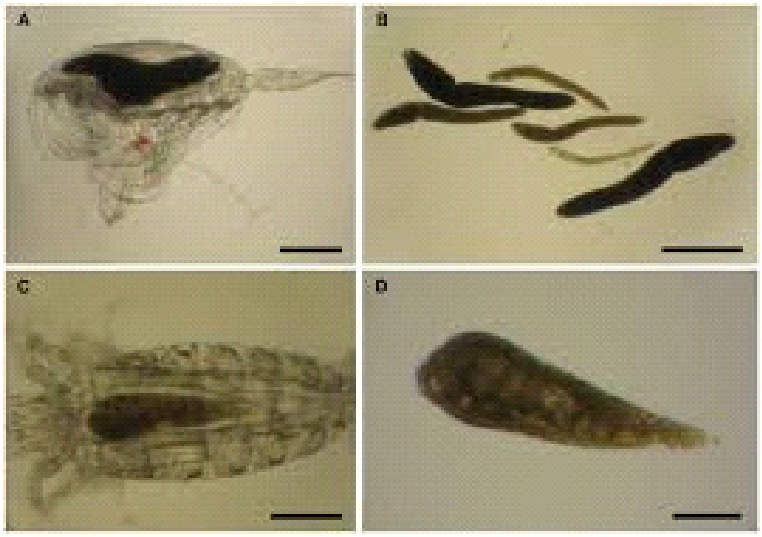
وفى تدقيق للتاريخ نجد أنه عندما كتب فيرجيل (٧٠ – ١٩ قبل الميلاد) كبير شعراء الرومان عبارة : " Nihil vilior alga " والتى تعنى بالعربية " لا شئ سوى الطحالب" كان من المفترض أنه أخذ فى اعتباره رائحة الأعشاب البحرية المتحللة أو الزبد الكريه الناتج من بعض الطحالب المجهرية. وبطبيعة الحال لم يكن فيرجيل ليعرف هذه الطحالب ولكن لا شك أنه كان يدرك تماماً الأوحال والزبد التى تنتجه والتى أشار إليها فى تلك العبارة . ومن المعروف أن الطحالب الماكروسكوبية كبيرة الحجم تعد مصدراً للإزعاج واضطراب الملاحة فى المسطحات المائية عندما تلتف خيوطها حول مراوح محركات المراكب أو عندما تغزو هذه الأعشاب البحرية المناطق الساحلية فتساهم فى تدمير الحياة البرية على سواحل البحار والمحيطات .

ومن الجدير بالذكر هنا أن العديد من الطحالب ذات قيمة اقتصادية ، كما أن العديد منها يتسم بالجمال وروعة المنظر مما دعى الشاعر الانجليزى وليم شكسبير (١٥٦٤ – ١٦١٦ ميلادية) أن يتغنى بالأشكال الجميلة والمناظر الخلابة للطحالب والتى توحى بأن الطبيعة كانت ومازالت هى الكتاب والمرجع الأصيل الذى يستمد منه الإنسان كل ما هو متقن و رائع و جميل (١٧).

إن النمو الكثيف للطحالب المجهرية وازدهار بعضها فى المياه العذبة أو فى مياه البحار والمحيطات قد تكون ضارة . ويؤدى ازدهار هذه الطحالب إلى ظاهرة تعرف باسم: الفيضان الأحمر (٢٠) أو المد الأحمر (red tide) وقد أثبت العلماء فى العصر الحديث أن ازدهار أنواع معينة من هذه الطحالب يؤدى إلى تلوث المياه بالسموم التى قد تنتجها بعض الأنواع من هذه الطحالب والتى تؤدى بدورها إلى نفوق الأسماك ويصبح الماء غير صالحاً للشرب (١٦) .

ويرجع ظهور السوطيات الدوارة وهى من حقيقيات النواة التى تتميز باحتواء خلاياها على ذلك النوع الفريد من الأنوية التى تجمع بين صفات كل من حقيقيات وبدائيات النواة إلى حوالى ٦٠٠ مليون سنة مضت وتشير الحفريات إلى أن بعض السوطيات الدوارة والتى انقرضت الآن كانت تعيش بمياه المناطق الشمالية من قارة أوروبا فى الدول الاسكندنافية مثل السويد والنرويج والدنمارك ، كما يبدو أن القبائل الهندية في شمال غرب المحيط الهادئ كان لديها الوعي الراسخ لارتباط ظهور التلألؤ البيولوجي أو الوميض الحيوى (bioluminescence) وهو انبعاث الوميض من خلايا الكائنات الحية في البحر أثناء الطقس الدافئ بالتسمم الذى يحدث للأسماك فى هذه الفترة علما بأن خلايا الطحالب السوطية الدوارة والتى قد تزدهر مع ارتفاع درجة حرارة المياه تتميز بأن لها خاصية الوميض الحيوى وقدرتها على إنتاج السموم (١٥).

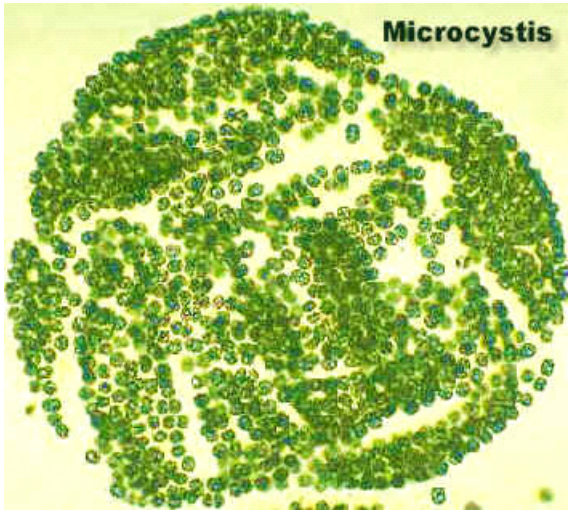
وهناك حوالى اثنى عشر جنساً من السوطيات الدوارة التى لديها القدرة على تكوين بعض نواتج الأيض الثانوية مثل : المركبات العضوية غير البروتينية ذات الوزن الجزيئى المنخفض التى لها نشاط سام على الجهاز العصبى لبعض الكائنات الحية. وهناك بعض الأمراض التى تصيب الجهاز العصبى للأسماك فى المناطق الاستوائية نتيجة لسموم السوطيات الدوارة التى قد تصيب أيضاً كلاً من سرطانات البحر والطيور والإنسان. ويعتبر بلاستوديديوم "Blastodinium" من السوطيات الدوارة (شكل ١) التى تعيش بمصاحبة الهائمات الحيوانية من مجدافيات الأرجل فى كل من المياه العذبة ومياه البحار والمحيطات (٢٣, ٢٤).



شكل (١) : بلاستوديتيوم **Blastodinium**

جاء خلال النصف الثانى من القرن التاسع عشر بالتقارير التى قام بنشرها العالم هالد سنة ١٨٨٣ أن بعض البحيرات فى غرب الدنمارك تتعرض فى فصل الصيف ومع الارتفاع فى درجة حرارة المياه إلى النمو الكثيف وازدهار الطحالب الخضراء المزرقة (السيانوبكتيريا) وتصاب المواشى التى تشرب من مياه تلك البحيرات بالإعياء وتظهر عليها أعراض المرض كما أن العديد من الأسماك التى تعيش فى مياهها تتعرض للنفوق وتلقى بها أمواج البحيرة ميتة على الشاطئ والسبب فى ذلك وجود السموم مثل : الميكروسيستين التى تنتجها بعض الأنواع من الطحالب الخضراء المزرقة مثل : طحالب الميكروسيستس " **Microcystis** " (شكل ٢) أثناء ازدهارها مع ارتفاع درجة حرارة المياه فى فصل الصيف ويتلاشى أثر هذه السموم بعد أن تتغير ظروف الطقس بحلول الفصول المطيرة فى الخريف والشتاء نتيجة لتخفيف مياه البحيرات بماء المطر(١٠). ويرجع تاريخ الحفريات التى تم تسجيلها للطحالب الخضراء المزرقة (السيانوبكتيريا) الى أكثر من ثلاثة ونصف بليون سنة مضت فهى أول الكائنات الحية ذاتية التغذية الضوئية والمنتجة للأكسجين التى ظهرت على كوكب الأرض حيث تكونت السيانوبكتيريا التى تحتوى خلاياها على اليخضور (الكلوروفيل) واستطاعت بواسطته ممارسة نشاط التمثيل الضوئى . ويعتبر هذا بداية ظهور الطحالب على

كوكب الأرض. وتشتمل هذه المجموعة على عدد كبير من الأنواع و بالرغم من ذلك فإن عدداً قليلاً جداً منها قد يتجاوز العشرين . نوعاً فقط لديها القدرة على إنتاج السموم (١٧).

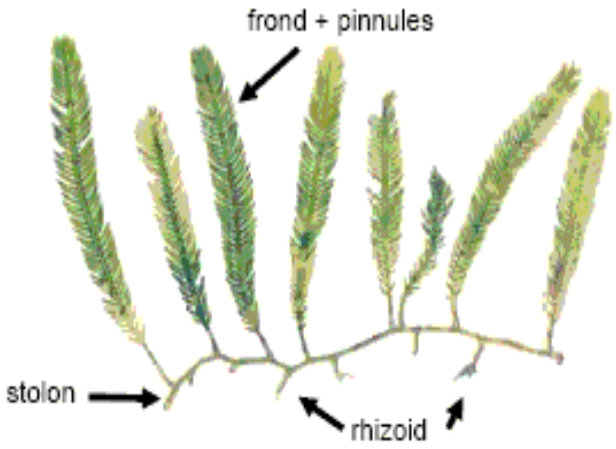


شكل (٢) : الليكروسيستس Microcystis

وفى معظم الأحيان تؤدى هذه السموم إلى إصابات حادة تؤثر على الجهاز العصبى لبعض الفقاريات وتتضمن هذه السموم غالباً أنواعاً من أشباه القلويات وبعض المركبات العضوية التى تصيب الكبد ، كما تشتمل على مجموعة أخرى من المركبات العضوية الأقل سمية والتى تؤثر على النشاط البيوكيميائى داخل الخلايا الحية. وتعتبر الطحالب الخضراء المزرقة (السيانوبكتيريا) من بدائيات النواة التى تفتقر إلى وجود الغلاف النووى الذى يحيط بمكونات النواة داخل الخلية الحية، ويبدو أن الخلايا بدائية النواة تقوم ببناء بعض الأنواع من البروتينات التى ليس لها وظيفة محددة أو غرض واضح البيولوجية نتيجة لعدم إحكام السيطرة على تخليق البروتين بهذه الخلايا .

ونتيجة للمزيد من الاهتمام من جانب العلماء ووسائل الإعلام بالمشاكل والتحديات البيئية فقد أصبحت التقارير التى تشير إلى ازدهار الطحالب السامة سواء في المياه العذبة أو

المالحة أكثر تواتراً على مدى القرن العشرين فعلى سبيل المثال أشارت إحدى وثائق اليونيب UNEP (برنامج الأمم المتحدة للبيئة) عام ١٩٩٥ أن الأعشاب البحرية من طحالب كالربا تكسيفوليا " Caulerpa taxifolia " (شكل٣)



شكل (٣) : كالربا تكسيفوليا Caulerpataxifolia

وهو نوع من الطحالب الخضراء وينتمى إلى الأعشاب البحرية السامة التى تعيش فى المناطق الاستوائية استطاع هذا النوع من الطحالب الازدهار فى مياه البحر المتوسط على سواحل دول أوروبا حيث تأقلم مع درجات الحرارة المنخفضة وارتفعت كثافته بسرعة فائقة حيث كانت هذه الأعشاب تغطى مساحة قدرها واحد متر مربع من سطح البحر عام ١٩٨٤ وارتفعت كثافتها لتغطى ما يقرب من ثلاثة آلاف هكتار (الهكتار يساوى ١٠ آلاف متر مربع) عام ١٩٩٦. كما لوحظ انتشار مرض التواء العنق (نوع من الشلل) بين آلاف الطيور فى إحدى البحيرات بأمريكا وتبين أن السبب فى ذلك نوع من السموم التى تقوم بإنتاجها أنواع من الطحالب التى تنمو بغزارة على قاع البحيرة. وقد أعلنت البرازيل فى عام ١٩٩٦عن وفاة ٤٣ شخصاً ماتوا مسممين نتيجة لتلوث المياه فى إحدى وحدات الغسيل الكلوى بسبب استخدام مياه ملوثة بسموم أنواع معينة من الطحالب كانت تعيش بها(١٢).

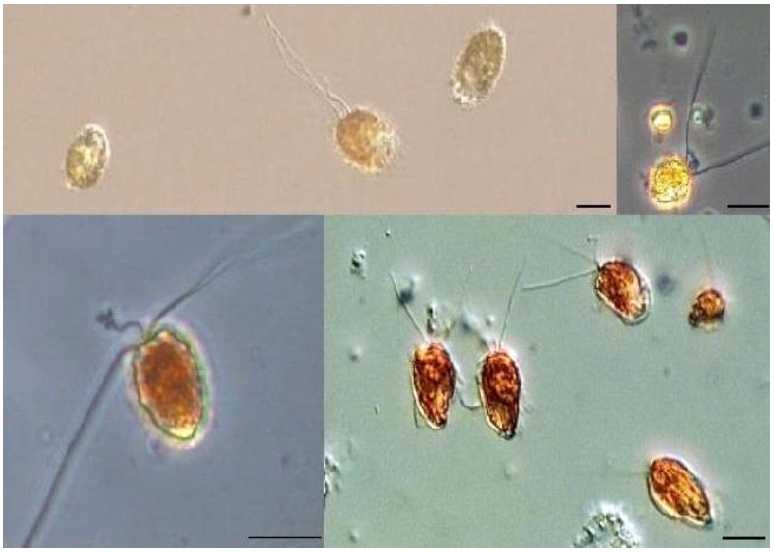
وبالإضافة إلى ما سبق فان هناك بعض الأنواع الأخرى المنتجة للسموم والتى تناولتها العديد من البحوث والدراسات فى مختلف أنحاء العالم ومنها بعض الطحالب الذهبية مثل : بريمنسيوم بارفيوم " Prymnesium parvum " (شكل ٤) وهو واحد من الطحالب المجهرية وحيدة الخلية التى تستطيع الحركة بواسطة الأسواط ويعيش هذا النوع من الطحالب فى المياه قليلة الملوحة (brackish water) بمصبات الأنهار فى مختلف أنحاء العالم ، وقد كان البيولوجيون بولاية تكساس فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٨٥ هم أول من لاحظ وجود هذه الطحالب بالمياه العذبة فى النصف الغربى من الكرة الأرضية ويقوم بإنتاج السموم بسبب الإجهاد الناتج عن الظروف البيئية القاسية وتؤدى هذه الأنواع من السموم إلى قتل العديد من الأسماك (١٣). وقد ظهر أيضاً تأثير هذه الأنواع من السموم فى بعض الأنهار الأخرى فى الولايات المتحدة الأمريكية و البرازيل .

شكل(٤) : بريمنسيوم بارفيوم Prymnesiumparvum

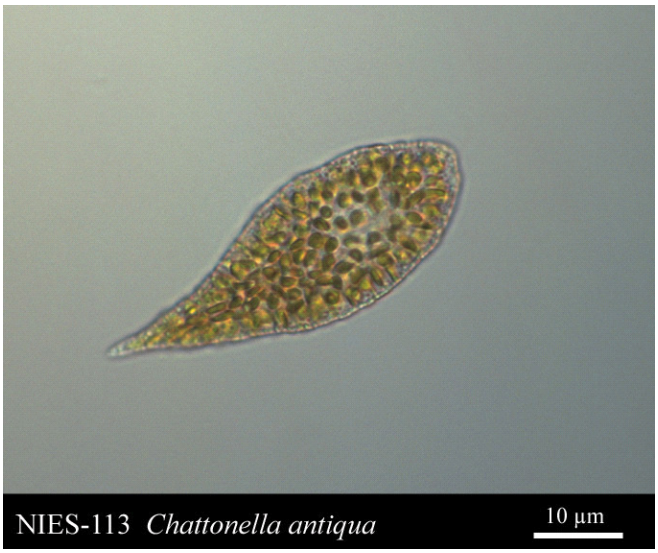
كما أن الطحلب الذهبى كريزوكروميولينا بوليلبسChrysochromulina polylepis (شكل ٥) يعتبر أحد الطحالب السامة التى تسبب العديد من نفوق الأسماك فى المياه المالحة على نطاق واسع (٩ , ١١). وتنتمى هذه الطحالب الذهبية إلى حقيقيات النواة التى يعتقد

العلماء أن بداية ظهورها كان مواكباً لظهور السوطيات الدوارة بالرغم من عدم تسجيل حفريات لها أقدم من ٣٠٠ مليون سنة مضت. ويوجد أعداد قليلة جداً من الأنواع السامة التى تنتمى إلى مجموعة الدياتومات وهى مجموعة من أصل حديث نسبياً يمتد إلى نحو ١٥٠ مليون سنة مضت. وتتبع هذه المجموعة حقيقيات النواة والتى تتشابه فسيولوجيا إلى حد كبير مع خلايا النباتات الراقية.هذا فضلاً عن القليل من المجموعات التى تشتمل على واحد أو اثنين من الأنواع السامة مثل : طحالب كاتونيللا " Chattonella " (شكل ٦) التى تنتمى إلى مجموعة (Rhaphydophyceae) وهى من الطحالب وحيدة الخلية المتحركة بواسطة الأسواط والتى تزدهر لتسبب نوعاً من المد الأحمر بالمياه ، كما يحدث فى اليابان، علاوة على بعض الدياتومات مثل : سيدونتشيا " Pseudonitzschia " (شكل ٧) والتى تقوم بإنتاج بعض الأحماض الأمينية ذات الوزن الجزيئى المنخفض وتؤدى الى تسمم المحارات البحرية وقد تسبب فقدان الذاكرة حينما تصل للإنسان (٨).

ويبدو أيضاً أن النمو الكثيف لبعض الطحالب المجهرية متناهية الصغر والتى يصل فيها حجم الخلية إلى أقل من نصف ميكرون وتعرف بالبيكوبلانكتون (picoplankton) قد يكون مزعجاً دون أن تكون لها أية آثار سامة على المياه مثل : بعض الطحالب التى يؤدى نموها بكثافة إلى ظاهرة تعرف بالمد أو الفيضان البنى (brown tide)، ومنها ما ينتمى إلى مجموعة الطحالب الذهبية مثل ايروكوكاس أنوفاجيفيرنس" Aureococcus anophagefferens " (شكل ٨) حيث من الممكن أن تصل كثافته فى المياه إلى بليون خلية فى اللتر. وطحالب فيوسيستس "Phaeocystis " (شكل ٩) وهى من الطحالب واسعة الانتشار فى البيئات البحرية والمعروفة لدى الصيادين بازدهارها فى مناطق صيد أسماك الرنجة والسردين وتقوم بإنتاج الأحماض العضوية المبيدة للبكتيريا (١٨).

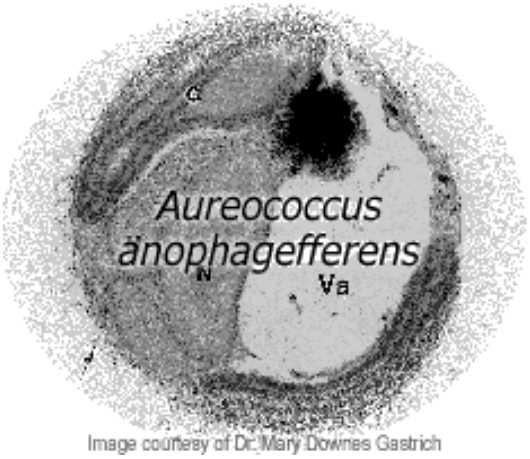


شكل (٥) : كريزوكروميولينا بوليلبس Chrysochromulinapolylepis

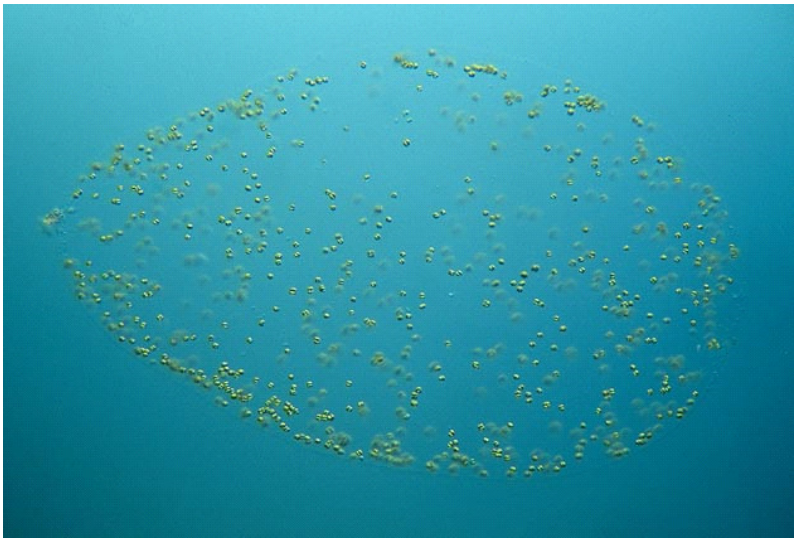


شكل (٦) : شكاتونيللا

شكل (٧) : سيدونتشيا Pseudonitzschia



شكل (٨) : ايروكوكاس أنوفاجيفيرنس Aureococcusanophagefferens



شكل (٩) : فيوسيستس Phaeocystis

ولقد لاحظ العلماء والباحثون ظهور الآثار الضارة للطحالب أثناء نموها بشكل مكثف فى المياه ويعتمد النمو الكثيف للطحالب بشكل رئيسى على عوامل بيئية متعددة مثل : بعض الظروف المناخية غير العادية التى يمكن أن تؤدى بدورها إلى ظهور أو اختفاء الازدهار الطحلبى . كما يعتمد إنتاج السموم على المرحلة العمرية للطحالب بالإضافة إلى الضوء ودرجة الحرارة وتوافر الأملاح المعدنية اللازمة لغذائها وتيارات المياه الأفقية والرأسية التى تساعد على انتقال الأملاح المعدنية وكذلك هجرة هذه الكائنات التى تؤدى إلى انتقالها من مكان إلى آخر وعلى سبيل المثال تتحرك الأحجام الكبيرة من الطحالب السوطية التى تنتمى إلى المجموعات المختلفة من الطحالب وحيدة الخلية المتحركة بسرعة تتراوح بين ١ ، ٢ متر فى الساعة بينما تصل معدلات السرعة التى تتحرك بها الطحالب الأصغر حجما والتى تقل عن ٢٠ ميكرومتر إلى حوالى ٥ سنتيمتر فى الساعة. كما تتحكم الفجوات الغازية التى توجد فى خلايا الهائمات النباتية من الطحالب الخضراء المزرقة (السيانوبكتيريا) فى الحركة الرأسية لتلك الكائنات عن طريق انقباض وانبساط هذه الفجوات حيث تتميز أفراد هذه المجموعة بعدم احتواء خلاياها على الأسواط وتسمح هذه الآلية بانتقال وتجمع الطحالب فى الطبقات السطحية وتحت

السطحية من المياه وفيما يتعلق بظاهرة المد أو الفيضان الأحمر فانه يعتمد فى معظم الأحيان على حركة الأمواج التى تقذف بخلايا السوطيات الدوارة إلى المناطق الساحلية. وتعتبر الصفات البيولوجية للمياه عوامل بالغة الأهمية فى حدوث الازدهار الطحلبى من خلال التنافس على الغذاء والضوء المتاح وكذلك وجود أو عدم وجود الحيوانات التى تتغذى على الطحالب أعداد كافية بالإضافة إلى وجود الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات التى قد تؤثر سلبيا على ازدهار الطحالب (٤, ٥).

وقد حققت الدراسات والبحوث نجاحا ملحوظاً من الناحية النظرية بالاعتماد على النماذج الرياضية إلى جانب الدراسات المعملية والقياسات الحقلية بالإضافة إلى استخدام الاستشعار عن بعد فى تحديد معدلات النمو التى تؤدى بدورها الى ازدهار هذه الطحالب. وذلك بالرغم من العديد من التحديات التى تواجه العلماء فى هذا المضمار فيجب ألا تعتمد المحاولات الجادة لحسن إدارة التحديات الناجمة عن ازدهار الطحالب الضارة على التجارب المعملية فقط بل يجب الأخذ فى الاعتبار أنها واحدة من مكونات النظم البيئية المعقدة فى الطبيعة.ومن الصعوبة بمكان تفهم كيفية الإدارة البيئية السليمة لمواجهة التحديات الناجمة عن ازدهار الطحالب الضارة. هذا بالإضافة إلى العديد من المتطلبات الفنية بالغة الدقة التى قد يفتقر إليها الباحثون أحياناً، فنجد أن معظم هذه الكائنات الحية المجهرية تقل فى حجمها عن ٢٠ ميكرومتر مما يحتاج إلى درجة عالية من التدريب لاكتساب المهارات المعملية على دقة عزل السلالات المختلفة من هذه الطحالب فى مزارع نقية خالية من أى كائنات أخرى (axenic culture) واستخدام الأنواع المختلفة من الميكروسكوبات مثل : الميكروسكوب الضوئى والالكترونى والفلورسنتى) ، كما يستلزم أيضاً الإلمام الكافى بالمراجع العلمية والطرق والمجموعات المرجعية التى تستخدم فى تصنيف وتعريف هذه الكائنات الدقيقة التى تبدو عديدة ومتناثرة إلى حد ما على مستوى العالم (١٤) .

يقود كل ما سبق إلى ما يلى :

<u>أولاً :</u> إن فعاليات النشاط الإنسانى وارتفاع معدلات التنمية فى مختلف المجالات والتجمعات البشرية قد يؤدى إلى العديد من التأثيرات السلبية التي تنعكس بصورة واضحة على الموارد المائية و مع زيادة النمو الصناعي وزيادة الملوثات التي تقذف بتركيزات عالية في البيئات

المائية فقد أصبح واضحا أنه لابد من توفر مصادر سليمة وكافية من المياه لسد احتياجات الإنسان اليومية من المياه وحتى يتمكن من الاستقرار والتطور والعيش بسلام لمواجهة الاستنزاف الكمي والنوعي للمياه إلى جانب الموارد الطبيعية الأخرى واستغلالها بكميات تفوق معدل تجددها الطبيعي .

ثانياً : يبدو أن قدرة الطحالب على إنتاج السموم تقتصر إلى حد كبير على ثلاثة أو أربعة فقط من مجموعات الطحالب ، كما أن هذه السموم في الغالب ذات تأثير بالغ الخطورة على أشكال الحياة الأخرى بالبيئة المائية مثل : بعض الفقاريات وعلى الإنسان. ومن ثم فإنه يجب إعطاء اهتمام أكبر لوحدات البحث العلمى وإيجاد الترابط المطلوب بين البحث العلمى واحتياجات وحدات الأعمال من إدخال التحسينات التكنولوجية والوسائل التى من شأنها رفع كفاءة أداء هذه الوحدات بصفة عامة. أيضاً وبنفس القدر من الأهمية يتعين وبدون إبطاء إيجاد نظام يتسم بالواقعية والفاعلية لمواجهة المشاكل المتعلقة بقضية تلوث المياه بسموم الطحالب. ويجب إيجاد نظم معلومات فعالة من شأنها جمع وتوزيع البيانات التى يمكن الوثوق بها والاعتماد عليها في إيجاد الحلول الملائمة للمشاكل المختلفة التى قد تواجه البيئة المائية.

ثالثاً : إن وضع الخطط الملائمة لمواجهة الأخطار التى قد تسببها الطحالب الضارة وسمومها يتطلب التنبؤ بحدوث ازدهار هذه الطحالب فى البيئات المائية والتعرف على سلوكها وما قد يطرأ على العوامل البيئية الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية فى البيئة المحيطة بها والتى تتأثر غالباً بالنشاط البشرى وقد تؤدى إلى ازدهارها . وبالإضافة إلى ذلك فإن هناك حاجة إلى فهم شامل لتاريخ حياة هذه الكائنات .

را بعاً : يجب نشر الوعى البيئى بمفهوم التنمية المتواصلة بالنسبة للموارد المائية باعتبار أن الموارد المائية محدودة, ويجب التعامل معها على أنها موارد اقتصادية واجتماعية كما يجب أن تتم إدارة المياه بواسطة المستخدمين الأكثر لها, وكل من يملك حصة من الفوائد يجب أن يكون له دور في صناعة القرار كما يجب أن تتم إدارة المياه من خلال إطار واضح ونظام شامل مع الأخذ فى الاعتبار تأثيرها على كافة مظاهر التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

المراجع :

١- أحمد خضر الشربينى (٢٠١٢). لأول مرة فى التاريخ إحصاء شامل للأنواع على الأرض. الإنسان والبيئة العدد ٦٤٥.

٢- التربية البيئية. مرجع عن البيئة العالمية. برنامج التعليم البيئى. مركز علوم صحة البيئة والمهنة. جامعة بير زيت فلسطين. ١٢٢ صفحة .

٣- الاستراتيجيات المستقبلية لتنمية الموارد المائية فى الوطن العربى. الموقع المميز لجريدة البيان الإماراتية . www.albayan

4– Anderson, D.M. (Ed.) (1995). ECOHAB.The ecology and oceanography of harmful algal blooms.A national research agenda. Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, 66pp.

5- Anderson, D.M., Kaoru, Y., White, A.W. (Eds.) (2000). Estimated annual economic impacts from harmful algal blooms (HABs) in the United States, Woods Hole Oceanographic Institution technical report WHOI-2000-11. Woods Hole, MA, 97pp.

6- Avaria, S.P. (1979). Red tides of the coast of Chile. In Taylor, D.L., Seliger, H.H. (Eds.), Toxic Dinoflagellate Blooms. Elsevier/North Holland, New York, pp. 161- 164.

7- Bates, S.S., Garrison, D.L., Horner, R.A. (1998). Bloom dynamics and physiology of domoic acid producing Pseudonitzschia species. In: Anderson, D.M., Cambella, A., Hallegraef, G.M. (Eds.), Proceedings of the NATO ASI Series G on Ecological Sciences, Physiological Ecology of Harmful Algae, Vol. 41. Springer Berlin, pp. 267- 292.

8- Carlsson, P., Granéli, E., Olsson, P. (1990). Grazer elimination through poisoning: one of the mechanisms behind Chrysochromulinapolylepis blooms? In: Granéli, E., Sundström, B., Elder, L., Anderson, D.M. (Eds.), Toxic Marine Phytoplankton. Elsevier, New York, pp. 116- 122.

9- Carmichael W.W. (1994). The toxins of cyanobacteria.Scientific Am. Jan. 78-86.

10- Dahl, E., Lindahl, O., Paasche, E., Throndsen, J. (1989). The Chrysochromulinapolylepis bloom in Scandnavian waters during spring 1988. In: cosper, E.M., Bricelj, V.M., Carpenter,E.J. (Eds.), Novel Phytoplankton Blooms: Causes and Impacts of Recurent Brown Tides and Other Unusual Blooms. Springer Berlin, pp. 383- 405.

11- ECOHAB (1998). What is a HAB? www.fmri.usf.edu.

12- Edvardsen, B., Paasche, E. (1998). Bloom dynamics and physiology of Prymesium and Chrysochromulina. In: Anderson, D.M., Cambella, A., Hallegraef, G.M. (Eds.), Proceedings of the NATO ASI Series G on Ecological Sciences, Physiological Ecology of Harmful Algae, Vol. 41. Springer Berlin, pp. 193- 208.

13- Fleming LE, Easom J (March 1999). Harmful Algal Blooms Screening Pilot Study. Miami, FL: Report for the Florida Dept of Health.

14- Fogg, G. E. (2002). Harmful algae- a perspective.Harmful Algae 1: 1- 4.

15- Haddad, K., Carder, K.L. (1979). Oceanic intrusion: one possible initiation mechanism of red tide blooms on the west coast of Florida. In: Taylor, D.L., Seliger, H.H. (Eds), Toxic Dinoflagellate Blooms. Elsevier/North Holland, New York, pp. 269-274.

16- Hallegraef, G.M. (1993). A review of harmful algal blooms and their apparent global increase.Phycologia 32: 79- 99.

17- Lancelot, C., Mathot, S. (1987). Dynamics of a Phaeocystis dominated spring bloom in Belgian coastal waters: phytoplanktonic activities and related parameters. Marine Ecology Progress Series 37: 239- 248.

18- Mackenzie, L., Gillespie, P.A., Grant, W.D., Bradstock, M., Juniper, S.K. (1982). An ecological and biochemical investigation of a slime associated phytoplankton bloom in Tasman Bay, New Zealand, 1981. Cawthron Institute Report no. 63a.

19- Mote Marine Laboratory website (July 1998). About red Tide.www.mote.org/~mhenry/ REDTIDE.phtml.

20- Smayda, T.J. (2000). Ecological features of harmful algal blooms in coastal upwelling systems. South African Journal of Marine Sciences 22: 219- 253.

21- Steidinger KA, Landsberg JH, Tomas CR, Burns JW (March 1999). Harmful Algal Blooms in Florida. St Petersberg, FL: Florida Dept of Environmental Protection Harmful Algal Bloom Task Force.

22- Subramanian, A. (1985). Noxious dinoflagellates in Indian waters. In: Anderson, D.M., White, A.W., Baden, D.G. (Eds.), Toxic Dinoflagellates. Elsevier, Amsterdam, pp. 525- 528.

23- Tett, P. and Edwards, V. (2002). Review of harmful algal blooms in Scottish coastal waters. Report to SEPA. School of Life sciences, Napier University, Edinburgh EH 10 5DT. 120pp.