ما خفى من أحياء الماء

للماء فى أرضنا دورات ودورات ... ظهر أول ما ظهر فى صورة بخار مختلطا بالغازات والأبخرة المحيطة بالقشرة الأرضية ... ومع برودة القشرة الأرضية وما أحاط بها من غلاف جوى سالت الأبخرة المائية ، متحولة إلى قطرات ماء تساقطت أمطارا غزيرة فياضة ملأت المنخفضات وأصبحت محيطات وبحارا وبحيرات ، وجرت سيولا بين الجبال فى شعب ووديان ، إلتحم بعضها بغيره فكانت جداولا وأنهارا تجرى بإذن الله على سطح الأرض ، ويغوص بعضها فى باطنها ، وتتفجر منها عيونا وينابيعا ... وقد ينتهى المطاف بتلك الأنهار الجارية إلى بحر أو محيط أو يتجمع ماء النهر عند منخفضات بالأرض مكونا بحيرات ومستنقعات .

هذا الماء ... سواء فى المحيطات والبحار ... أو الشعاب والأنهار ... أو العيون والينابيع ... أو البحيرات والمستنقعات ، معرض للبخر بفعل الحرارة فيتحول إلى بخار يتطاير فى الجو وقد يعلو فى السماء ، عائدا إلى وضعه الأول مكونا سحبا من بخار الماء ، قد تتحول إلى قطرات ماء أو نتفا ثلجية متوقفة فى ذلك على العوامل الجوية ... تتحرك السحب بفعل الرياح ... وتتراكم وتتكاثر ثم تتساقط أمطارا أو ثلوجا معيدة دورة الماء سيرتها الأولى ... وهكذا دواليك .

الماء فى السحاب فى صوره المختلفة ... غازية أو سائلة أو متجمدة ... هو ماء نقى خال من الأملاح ويكاد يكون خاليا من الميكروبات ، إلا من القليل النادر الذى تحمله تيارات الهواء الصاعدة حتى تصل به إلى طبقات السحاب .

أثناء نزول الماء أمطارا أو ثلوجا يغسل معه الهواء بما يحمل من أتربة وغازات دخيلة وميكروبات عالقة بالجو ، وتكون نسبة تلك الميكروبات والملوثات الأخرى فى ماء المطر قليلة فى المبدأ ثم تكاد تتلاشى وتختفى بعد فترة من إستمرار تساقط الأمطار .

المياه العذبة وأحيائها الدقيقة

تنشأ مياه الأنهار من الأمطار التى تتساقط بغزارة فى أماكن معينة متحولة إلى سيول تجرى فى مجارى طبيعة ثم تتجمع مكونة المنابع التى قد يتقابل أعداد منها مكونة الأنهار .

أثناء جريان السيول والأنهار تجرف المياه معها بعض أجزاء من التربة ، ومع إرتفاع منسوب مياه الأنهار يتسرب بعض مياهها إلى التربة المجاورة ، ومع إنخفاض منسوب المياه تتسرب من التربة بعض تلك المياه ومعها مياه أخرى تنتج عن رى الأراضى الزراعية وعن مجارى صرف المدن والقرى عائدة إلى المصارف والأنهار .

تحتوى مياه الأمطار فى منابعها على القليل من الميكروبات الناتج عن ما تغسله مياه الأمطار من ميكروبات الهواء ... وتذيب مياه الأمطار أثناء سريانها بعض الأملاح من التربة الجارية بها ، كما تنقل معها من الميكروبات ما تجده فى طريقها محمولا على ذرات التراب المعرضة للمياه الجارية والمجروفة بها ... ويزداد تلوث المياه بالميكروبات تلوثا كبيرا نتيجة تسرب مياه صرف الأراضى الزراعية ومجارى صرف المساكن والمصانع ... ولا ننسى أيضا ما ينقل إلى

الماء من ميكروبات الإنسان نتيجة للاستعمال المباشر لتلك الأنهار عند الاستحمام وغسيل الملابس وقضاء الحاجات ٠

تزداد أعداد الميكروبات الواصلة إلى مياه الأنهار من جميع المصادر السابقة حيث تتكاثر فى الماء تكاثرا كبيرا واضحا وخاصة عندما تقل سرعة تلك المياه ، أو إذا تسربت بعض تلك المياه وإنحصرت فى بقع محدودة من الأرض مكونة البحيرات أو المستنقعات ، فالميكروبات غالبا كائنات مائية تعيش فى الماء وتنمو وتتكاثر به ، والقليل مثل بعض الفطريات الخيطية يتطلب جوا يميل للجفاف ٠

تقل أعداد الميكروبات فى المياه الجارية والبعيدة عن المناطق السكنية ، وتزداد معدلاتها فى تلك المياه قريبا من شواطىء الأنهار وقيعانها حيث تبطؤ حركة المياه وتزداد كميات الأتربة العالقة بها ٠٠٠وقد قدر متوسط أعداد البكتيريا فى المياه الجارية بحوالى عشرة لكل سنتيمتر مكعب من الماء ، معظمها من بكتيريات التربة ، مقابل ما يزيد عن مائة ألف وقد تصل إلى مليون ميكروب لكل سنتيمتر مكعب واحد من المياه الراكدة المحتوية على مواد عضوية ناتجة عن تساقط بعض أجزاء النباتات أو موت الحيوانات ٠

ويتحكم فى نوع وأعداد الميكروبات بالماء ، كمية الأكسوجين الذائب ووجود الطمى العالق بالمياه وكمية المادة العضوية التى تصل إلى تلك المياه ٠

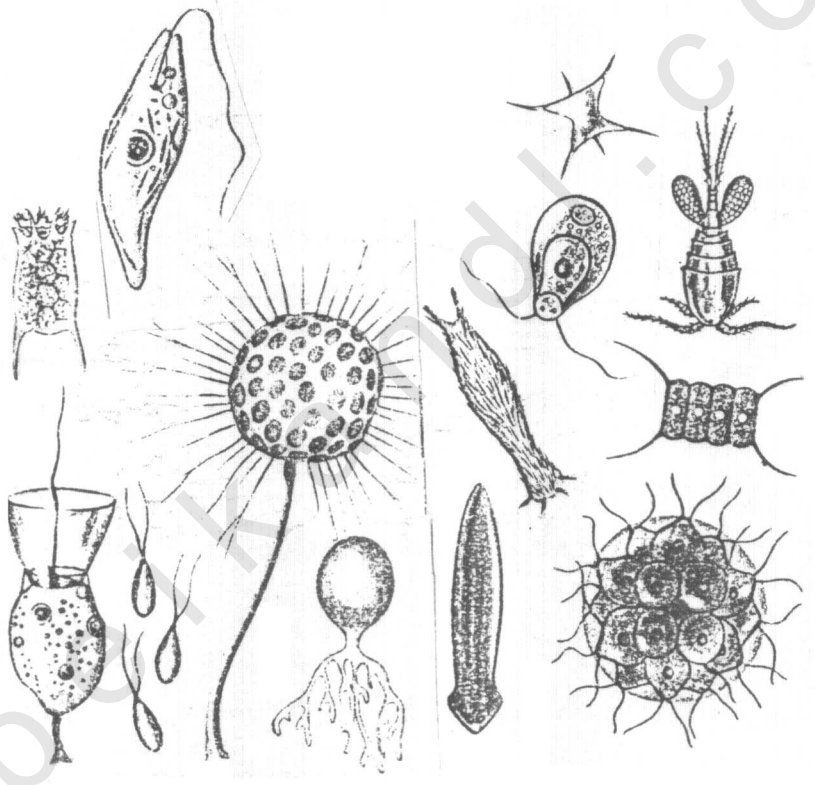
وجود المادة العضوية التى تنتج عن النشاط الحيوى لأحياء المـــاء أو عن تساقط أوراق الأشجار أوعن صرف مياه المجارى السكنية وخلافـه ، ينبه البكتيريا المؤكسدة للمادة العضوية فتزداد أعداد الميكروبـــات التـــى تنشط مؤدية إلى إستهلاك كثير من الأكسوجين وخاصة إذا كـــانت نســبة المادة العضوية مرتفعة ٠ ويؤدى نقص الأكسوجين الذائب بالماء إلى قلــة أعداد الميكروبات المؤكسدة ٠٠٠وعقب إستنفاد هذا الأكســـوجين يقــف نشاط البكتيريات المؤكسدة السابقة ويبدأ عمل الميكروبات اللاهوائية ، أى التى لا تحتاج إلى الأكسوجين الذائب فى الماء ٠٠٠ ويصحب ذلك تعطن الماء وظهور رائحة كريهة ، وقد يؤدى ذلك إلى حدوث إختناق للأســماك وكثير من النباتات المائية التى تحتاج إلى الأكسوجين الذائب ٠

وبالنسبة للماء الجارى فإنه رغم نشاط الميكروبات الهوائيـــة التـــى تستهلك كميات كبيرة من الأكسوجين فى أكسدة المواد العضويـــة ، إلا أن الماء أثناء جريانه يضم إليه بعض أكسوجين الهواء الجوى معوضا ما فقد من الأكسوجين الذائب ٠

إن نظرة فاحصة إلى مستنقع حيث المياه ساكنة راكدة ٠٠٠ توصـف بالجماد ٠٠٠ إلا أنها بمنظار المدقق الفاحص الذى يرى ما لا تراه العيـن المجردة نجد أن تلك المياه تعج بالحياة ٠

هذه المياه ظاهرها هدوء ٠٠٠ وباطنها حركة ، صغـــيرة بمقيـــاس البشر ٠٠٠ كبيرة ضخمة بمقياس سكانها من الأحياء ٠

فى الريف ، حيث الراحة والسكينة ، والأشجار اليافعة الظليلة ، والجداول والأنهار ينساب منها الماء فى خرير موسيقى مريح الأعصاب ومجدد للنشاط ، لا تخلو بعض منخفضاته من قليل من المياه محصورة بمرتفعات من الأرض ... لا هى بالبحار ولا بالبحيرات ، ولكنها مستنقعات بسيطة ، ماؤها ليس كماء الأنهار ... رائق جارى ، ترتاح لرؤيته النفوس ... ، ولكنه عكر ساكن ، تعلوه خضرة قذرة ، وتفوح منه رائحة منفرة .



شكل ١٢ : بعض الكائنات الحية الدقيقة التى توجد فى مستنقع

تلك المستنقعات التى قد لا يتعدى أقطار بعضها قامة إنسان والتى نراها ساكنة ٠٠ فى نظرة عاجلة ، كلها حركة وكلها حياة ٠٠ بنظرة فاحصة مدققة بإستخدام العدسات المكبرة والمجسمة للأشياء الدقيقة ، نجد فى مياهها سباق ومنافسة ٠٠٠ ونضال وإستغلال ٠٠٠ وتوحش وإفتراس٠ هى فى نظر بعض سكانها من الميكروبات محيطات ضخمة ٠٠٠ بل قد تكون دنياها ٠٠٠ تتعاقب أجيال منها حتى تتمكن من الرحيل من أولها للوصول إلى آخرها ٠ تعداد أحياء أحد هذه المستنقعات التى لا تزيد فى قطرها عن المتر ولا تزيد فى عمق أغوارها عن القدم ، يزيد كثيرا عن تعداد سكان مجموع الدول العربية ٠٠ بل ويزيد عن سكان العالم سنة ألفين بعد الميلاد ٠

إن تلك الأعداد الضخمة من سكان المستنقعات ، تتنوع فى أجناسها وأنواعها ٠٠٠ ويختلف سكان مستنقع عن سكان مستنقع آخر ، ولو أن الكثير منها فى مستنقع يشبه مثيله فى مستنقع آخر مجاور ٠

مياه صرف المنازل (المجارى) وأحيائها الدقيقة

تختلف طرق تجميع وصرف مياه المجارى تبعا لدرجة رقى وكبر المدينة ومدى العمران بها ٠ فى الطرق البدائية تجمع تلك المياه فى حجرات خاصة بكل مسكن ٠٠٠ وغالبا ما تكون تلك الحجرات ذات جدران مسامية تسمح بتصريف المياه بالرشح فى الأراضى المجاورة ٠٠٠ بعد ذلك تجمع المواد المترسبة كلما امتلأت الحجرات أو قاربت على الامتلاء ٠ أما فى المدن الحديثة فتنقل مياه المجارى خلال شبكة كبيرة من مواسير غير مسامية وتصرف فى أماكن خارج المدينة بعيدة عن المناطق السكنية ٠

يختلف تركيب مياه المجارى كثيرا من مكان إلى آخر ... ومن وقت إلى آخر ، إلا أنه يمكن القول إجمالا أنها تحتوى على ٩٩% تقريبا من الماء ، والباقى مواد أخرى ، توجد فى حالة ذائبة أو مترسبة أو معلقة أو غروية ، ومما تحتويه تلك المواد ، اليوريا ومركبات بروتينية وكربوأيدراتية ودهنية ، كما تشتمل على الصابون والمنظفات الكيماوية ونواتج المصانع السائلة المنصرفة فى شبكة المجارى .

نظرا لأن مياه المجارى تحتوى على بول وبراز الإنسان ، بجانب مياه الغسيل والاستحمام ، فإن هذه المياه تكون غنية بمحتواها من الكائنات الدقيقة للقناة الهضمية وكثير من كائنات التربة والماء . يؤدى نشاط هذه الكائنات الحية إلى تحليل الأجزاء الصلبة الكبيرة الموجودة فى مياه المجارى وخاصة المواد العضوية منها . وعادة ما تهاجم تلك المكونات أولا بميكروبات لا هوائية تعيش بعيدا عن أكسوجين الهواء الجوى ، فتقوم بتحليلها تحليلا جزئيا ويصحب ذلك التحليل الجزئى إنطلاق غازات ذات روائح كريهة يعقب ذلك نشاط كائنات هوائية تكمل عملية التحليل الأولى مكونة مركبات أبسط عديمة الرائحة عادة .

دراسة معدلات الإفراز اليومى للإنسان البالغ تشير إلى أنه يفرز حوالى ٣٨ جراما من ملح اليوريا urea وعشرين جراما من مواد صلبة فى البراز بجانب عدة بلايين من الميكروبات .. تذهب جميعها إلى مياه المجارى . وتشتمل تلك الميكروبات على البكتيريات والخمائر والحيوانات الدنيئة والفيروسات . قد تشتمل تلك الأعداد الهائلة من الميكروبات على ميكروبات مرضية ، قد تكون مصدرا لتلوث مياه الأنهار أو البحيرات إذا صبت فيها مباشرة دون إجراء عمليات التطهير عليها . ويمكن تطهير مثل هذه المياه بإستخدام الكلور بمعدل ٥, ملليجرام لكل لتر من تلك المياه ، على أن يحافظ على هذا المستوى من

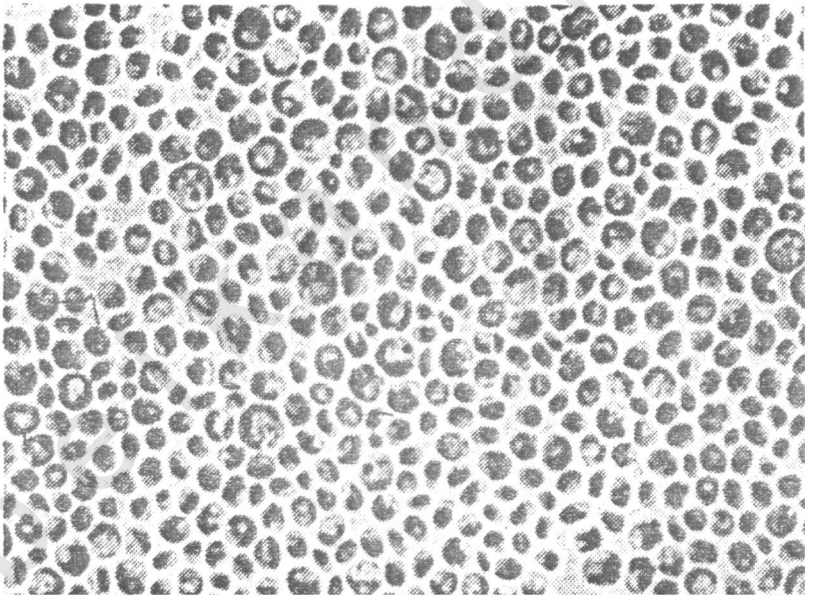
الكلور لمدة ساعتين على الأقل ٠ ويفيد هذا الإجراء فى القضاء على جميع الميكروبات المرضية للجهاز الهضمى عدا القليل منها ، مثل فيروس مرض الكبد الوبائى Hepatitis ٠

وعادة تستخدم مياه المجارى فى عمل سماد ذو قيمة سمادية مرتفعة ، فتوضع مياه المجارى فى أحواض خاصة لترسيب المواد الصلبة مع التهوية المستمرة لمدة ٢-١٠ ساعات ، ثم يستخدم المحلول الرائق لرى الأراضى المسامية الجافة بواسطة قنوات سطحية أو أنابيب رى تحت التربة ٠ ولا يخشى من هذه الطريقة فى بعض الأمراض مثل التيفود والدوسنتاريا والكولٰيرا التى قد توجد ميكروباتها فى مياه المجارى، وذلك لموت هذه الميكروبات عادة بفعل تغذية الحيوانات الدقيقة عليها إما فى أحواض الترسيب أو فى التربة ، إلا أن بعض الميكروبات المرضية قد وجد بعد تلك المعاملات ، ومن ذلك بكتيريا مرض السل وبكتيريا سالمونيللا *Salmonella* السامة وفيروس شلل الأطفال ٠

ونظرة للزيادة المطردة فى أعداد السكان فى العالم فإن الطلب على الماء يزداد إلحاحا ، سواء للأعمال المنزلية أو الزراعية ، مما أصبحت معه الموارد الطبيعية للمياه مهددة بالعجز عن الإيفاء باحتياجات السكان٠ كذلك فان قرب المساكن من موارد المياه يزيد من تعرض تلك الموارد للتلوث بمياه المجارى ٠ لذلك يتجه الاهتمام فى كثير من أنحاء العالم إلى الحصول على مصادر جديدة للمياه ، ومن ذلك إزالة ملوحة المياه المالحة وكذلك إعادة إستخدام المياه الملوثة السابق استخدامها ٠

ومن المحاولات التى جرت لإعادة استخدام مياه المجارى ، تنمية بعض الطحالب السريعة النمو وذات القيم الغذائية المرتفعة ، مثل طحلب كلوريللا *Chlorella* ، على سطح تلك المياه ٠ ينمى الطحلب على سطح

مياه المجارى ، مستفيدا أثناء نموه من غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج عن النشاط الميكروبى بالمياه وكذلك من بعض الأملاح الذائبة فى تلك المياه فى تكوين إحتياجاته العضوية • وأثناء نشاط الطحلب الغذائى ينتج عنه غاز الأكسجين الذى يعود إلى المياه فى صور ذائبة ، مساعدا على تهوية تلك المياه • وتؤدى تهوية مياه المجارى إلى نشاط البكتيريا الهوائية والميكروبات الهوائية الأخرى التى تقوم بتحليل بقايا المواد العضوية إلى مكوناتها البسيطة التى يستخدمها الطحلب ثانية ••• وهكذا • يجمع الطحلب الناتج باستمرار ويجفف ويستعمل كغذاء للمواشى • وبذلك نحصل على الغذاء البروتينى الذى يمثل أغلى جزء فى عليقة الماشية ، وفى نفس الوقت تتحلل المادة العضوية الموجودة بمياه المجارى وتنقى مما بها من ميكروبات ضارة تدريجيا •



شكل ١٣ : صورة فوتوغرافية لطحلب كلوريللا منمى على مياه عذبة

ويمكن الاستفادة من الطحالب فى تنقية إفرازات الإنسان المتجمعة فى الغواصات وسفن الفضاء وذلك بتنميتها عليها مع استخدام إضاءة صناعية بدلا من أشعة الشمس ٠ وتفيد هذه الطحالب أيضا فى تجديد الأكسجين بهواء السفينة أو الغواصة مع إستهلاكها لجزء كبير من ثانى أكسيد الكربون الناتج عن زفير تنفس ركاب تلك السفن ٠ كذلك فان الطحلب الناتج يعتبر غذاءا بروتينيا ٠

حمامات السباحة والميكروبات

أماكن السباحة سواء أكانت طبيعية أم صناعية ، قد تكون أماكن للرياضة الصحية وقد تكون مصدرا من مصادر العدوى بالميكروبات المسببة للأمراض ٠٠٠ ويجب دائما النظر إلى المياه الساكنة بعين الارتياب ٠

البحيرات الطبيعية ، ليست حمامات خاصة بالإنسان ، بل يرد إليها الكثير من الحيوانات البرية مثل الجرذان وبعض الحيوانات الصغيرة والكبيرة التى تعيش على شواطىء تلك البحيرات أو قريبا منها والتى ترد إليها للشرب ، وقد تسبح أحيانا فى مياه هذه البحيرات ٠ بعض الحيوانات قد يحتوى فمه أو جلده أو بوله أو برازه على عديد من الميكروبات الممرضة للإنسان ومنها أنواع من البكتيريا العصوية بسيدوموناس *Pseudomonas* التى تهاجم الأذن الداخلية محدثة جيوبا متقيحة بقيح أخضر يصعب تطهيرها منه ، وقد تؤدى الإصابة المزمنة بهذه البكتيريات إلى ضعف فى السمع وأحيانا إلى الصمم الكلى ٠ كذلك فإن

بعض الأمراض الخطيرة تتسبب عن البكتيريا الحلزونية ليبوتوسبيرا *Leptospira* التى تنتقل من بعض الحيوانات التى ترد مياه البحيرات إلى الإنسان ، ومن هذه الأمراض حمى المستنقعات الذى تنقله فئران الغيط ومرض حمى الخريف الذى تنقله الجرذان ٠

فى حمامات السباحة الصناعية ، حيث يتزاحم المستحمون ، تتهيأ فرص كبيرة لتلوث المياه ونقل الميكروبات من أجسام المرضى إلى الأصحاء ، وهنا تتضح أهمية اتخاذ الإجراءات الوقائية لضمان عدم إنتقال الأمراض خلال تلك المياه ، ومن ذلك تطهير المياه بالكلور الذى يجب أن يكون تركيزه ستة أجزاء فى كل عشرة ملايين جزء من الماء ، وكذلك يجب أن لا يزيد التركيز عن ذلك ، إذ أن زيادة الكلور تحدث التهابات فى العين ٠

ويراعى فى الحمامات الحديثة أن لا يسمح لأى شخص بالاستحمام فى الحوض إلا بعد أن يأخذ دشا ليزيل من جسمه الأتربة وبعض ما يعلق بالجسم من ميكروبات ، ثم يمر قبل دخوله إلى حوض السباحة على حوض صغير به محلول مائى مطهر لتطهير الأقدام ٠ كما يجب إبعاد الأشخاص المرضى بأمراض جلدية معدية عن حمامات السباحة ، ومن ذلك المرضى بمرض قدم الرياضى Athlete's foot والالتهابات الجلدية مثل المتسببة عن البكتيريا العنقودية والتى تسبب أيضا التهابات فى الأعين وفى الأذن الوسطى ٠

دور الكائنات الدقيقة فى إستمرار الحياة فى البحار والمحيطات

المحيطات والبحار بآفاقها الواسعة ، والتى تغطى ما يزيد على ثلثى مساحة سطح الكرة الأرضية متمثلة فى مساحة ٣٦١ مليون كيلومتر مربع من سطح الأرض ٠٠٠ وبما تحتويه من كميات ضخمة من الماء تزيد عن ألف مليون كيلومتر مكعب ٠٠٠ وبأغوارها السحيقة التى تصل إلى أعماق تزيد عن تسعة كيلومترات ، قد تصل الضغوط فيها إلى ما يزيد عن ألف مرة قدر الضغط الجوى ٠٠٠ هذه المحيطات تزخر بأحيائها من السكان ٠ وقد كان يعتقد فى الماضى باستحالة الحياة تحت أعماق تزيد عن ٥٥٠ مترا نظرا للضغط العالى للماء فى تلك الأعماق ٠٠٠ ولكن ثبت حديثا أن العمق لا يشكل عقبة للحياة ولكنه يحدد تنوع الأحياء ٠ وعموما فان الحياة تقل فى الأعماق السحيقة من المياه ، وليس ذلك راجعا إلى ضغوط الماء ولكنه راجع إلى انعدام الحياة النباتية فى الأعماق السحيقة لانعدام وصول ضوء الشمس إليها ، وبالتالى عدم توفر الغذاء لباقى الأحياء ٠

تحتوى المحيطات والبحار على تشكيلة كبيرة من الكائنات الحية لتشمل أصغر وأكبر كائنات العالم ٠ فمن سكان تلك البحار الفيروسات الدقيقة التى تعرف بالباكتريوفاج bacteriophage السابق الحديث عنها (شكل ٦) ٠ تهاجم هذه الأحياء المتناهية الصغر الخلايا البكتيرية التى تعيش فى البحار والمحيطات فتمرضها وتميتها٠ ومن سكان المحيطات والبحار المتناهية الكبر الحيتان الزرقاء التى يصل طول الواحد منها إلى ٣٤ مترا ويصل وزن الواحد منها إلى مائة وثلاثين طنا ، والتى تعتبر أكبر وأضخم الكائنات الحية التى تعيش حاليا على وجه الأرض٠ (شكل ١٤)

يختلف سكان البحار والمحيطات من مكان إلى آخر ، ومن عمق إلى آخر ، ومن وقت إلى آخر ٠٠٠ فلكل بحر سكانه ٠٠٠ ولكل عمق أهله وروّاده ٠٠٠ ولكل زمان ، حسب ضوء النهار ، أحياؤه ٠ هذا والحياة فى البحار والمحيطات مرتبطة ببعضها ، فلا حياة لسكان الأعماق بدون سكان الأسطح ، ولا استمرار لحياة سكان الأسطح بدون حياة سكان الأعماق ٠

السيادة فى البحار والمحيطات لكائنات دقيقة غير مرئية للعين المجردة ، بخلاف سكان اليابسة حيث السيادة فيها لكائنات كبيرة راقية ٠

الكائنات الدقيقة التى تسود فى البحار والمحيطات تنتمى لمجموعة الأحياء المعروفة باسم البلانكتون plankton وهو اصطلاح مشتق من اللغة اليونانية القديمة ويقصد به المتجولون ٠ والبلانكتون هى مجموعة الأحياء البحرية التى تتحرك بفعل التيارات المائية وهى قد تكون غير متحركة حركة ذاتية أو تتحرك حركة ذاتية ضعيفة لا تمكنها من مقاومة تيارات الماء ، وذلك تمييزا لها عن مجموعة الأحياء البحرية الأخرى التى تعرف بالنكتون nekton ذات الحركة الذاتية التى تمكنها من التحرك ضد التيارات المائية ، ومجموعة البنثوس benthos وهى الأحياء المائية المثبتة فى قيعان البحار والمحيطات أو التى تزحف عليها ٠

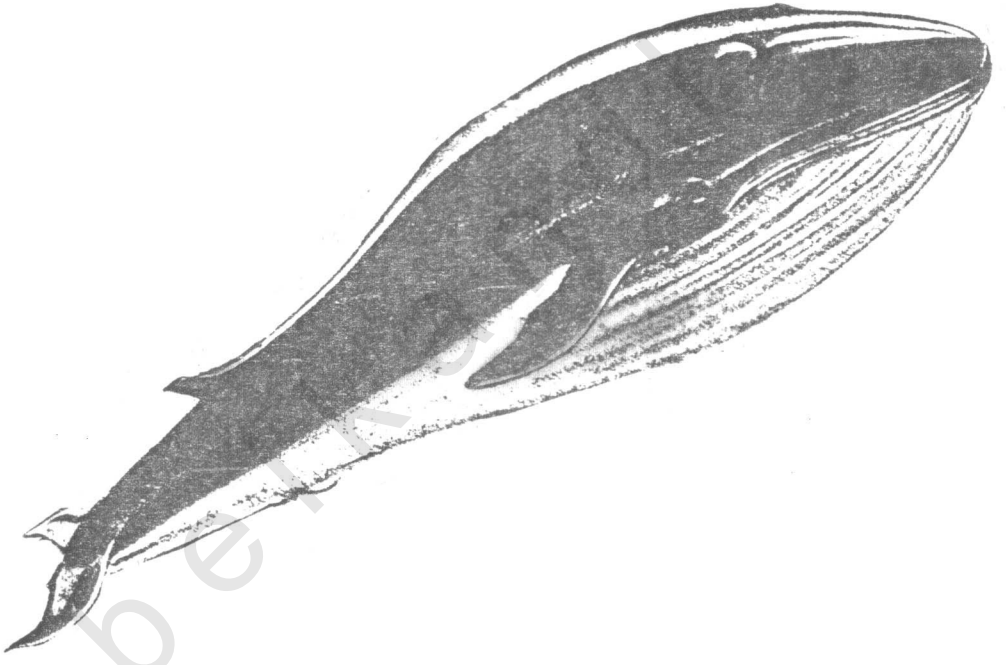
معظم كائنات البلانكتون ، كائنات دقيقة ميكروسكوبية مثل طحلب كلوريللا والدياتومات ، ولو أن بعضها كبير الحجم مثل الأسماك الهلامية وطحالب السارجسم *Sargassum* ٠ كائنات البلانكتون قد تكون نباتية phytoplanktons وقد تكون حيوانية zooplanktons ٠

تتكون معظم نباتات البلانكتون من خلية واحدة تحتوى على صبغة الكلورفيل ضمن صبغات أخرى • والكلورفيل هو أحد نعم الله على مخلوقاته فمنها ما تستفيد منه مباشرة ، ومنها ما تستفيد منها بطريق غير مباشر • ونظرا لاحتواء نباتات البلانكتون على صبغات الكلورفيل فإنها تتمكن من الاستفادة من طاقة الشمس ••• تخزنها فى مواد تصنعها وتحفظها بأجسامها • فالكلوروفيل بمساعدة الطاقة المستمدة من ضوء الشمس يحلل الماء إلى عنصريه ؛ الأيدروجين والأكسوجين ، ثم يفاعل أولهما مع غاز ثانى أكسيد الكربون الذائب فى الماء لتصنيع السكريات والنشويات التى يخزن بها كمية من الطاقة المستمدة من ضوء الشمس •

تعتبر نباتات البلانكوتون أساس جميع الحياة الراقية فى البحار ، فهى تلعب نفس الدور الذى تلعبه النباتات الأرضية بالنسبة للحياة على الأرض ولهذا فتسمى بمراعى البحار • تتغذى نباتات البلانكتون على المعادن الذائبة فى المياه مستفيدة فى ذلك من قدرتها على القيام بعملية التمثيل الضوئى •

فى الربيع حيث يطول النهار ويدفأ سطح الماء ، يزداد تكاثر نباتات البلانكتون لدرجة قد تتضاعف معها أعدادها يوميا ويتغير لون سطح الماء ويصبح مخضرا ذا رائحة مميزة • تستهلك نباتات البلانكتون أثناء نموها وتكاثرها كميات كبيرة من الأملاح المعدنية الموجودة بالطبقات العليا من مياه البحار والمحيطات ، فهى تحتاج لاستمرار نموها إلى أملاح تحتوى على عناصر الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم والمنجنيز والبورون وبعض العناصر الأخرى الأساسية لاستمرار نموها وتكاثرها •

تتغذى حيوانات البلانكتون على نباتات البلانكتون ... وتتغذى كثير من الأسماك الصغيرة والحيوانات البحرية الأخرى الصغيرة على كائنات البلانكتون نباتية وحيوانية ... وتتغذى أيضا بعض الأسماك الكبيرة مثل سمك القرش الحوت *Rhincodon typus* وبعض الحيتان الضخمة مثل الحوت الأزرق *Balaenoptera* فى أعمارها المختلفة كلية على البلانكتون ،وتستهلك الحيوانات البحرية التى تتغذى على كائنات البلانكتون الميكروسكوبية على كميات هائلة منها ، من ذلك الحوت الأزرق الذى يعتمد فى غذائه على تلك الكائنات الدقيقة فتلتهم منها كميات وفيرة قد تبلغ طنين فى اليوم الواحد .



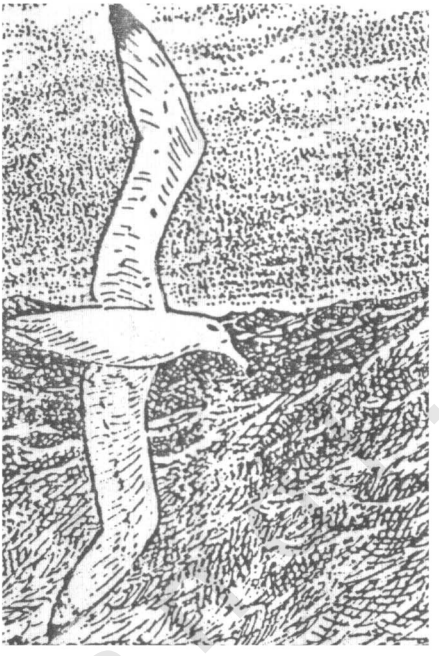
شكل ١٤ : الحوت الأزرق ، أكبر الكائنات الحية حاليا ، تعيش بالتغذية على كائنات البلانكتون يستخلصها من الماء بالترشيح .

تستمر عملية رعى نباتات البحار وبخاصة نباتات البلانكتون بواسطة الحيوانات البحرية آكلة الأعشاب. ومعظم تلك الحيوانات وبخاصة تلك التى تتغذى على نباتات البلانكتون تتغذى عليها بطريقة الترشيح ، فلها من التركيبات الخاصة ما يساعدها على استخلاص تلك الكائنات الدقيقة من المياه ، وكثير منها يستعين بالخياشيم فى عملية الترشيح ، وبعضها يستخدم شبكات هلامية لهذا الغرض .

كثير من الحيوانات البحرية النباتية التغذية تكون عادة معرضة للافتراس بواسطة حيوانات بحرية أخرى حيوانية التغذية ، أى أن الغذاء إنتقل من نباتات البلانكتون إلى حيوانات البلانكتون ثم إلى حيوانات بحرية تعيش على البلانكتونات ثم إلى حيوانات بحرية تعيش بالافتراس على حيوانات أخرى .

إذا رحلنا جنوبا من الساحل الشمالى الأفريقى لمسافة سبعة آلاف كيلومتر ، حيث المحيط الهندى ، نصل إلى منطقة تعتبر من أغنى المناطق البحرية بأنواع البلانكتون النباتية الدياتومية (شكل ١٧) . تنتشر تلك النباتات ، الوحيدة الخلية ، الميكروسكوبية ، من سطح الماء إلى أغوار بعيدة عن السطح يصلها ضوء الشمس ، مكونة مراعى غنية ... عليها ترعى البلايين من الحيوانات القشرية الصغيرة والتى منها أنواع من الجمبرى ... وعلى هذه الحيوانات تعيش كثير من الأسماك وكلاب البحر وبعض الحيتان وبعض الطيور . ففى هذه المياه يعيش ملك البحار ... طائر الألباتروس Albatross الكبير ، الذى تصل المسافة بين طرفى جناحيه عند الطيران ثلاثة أمتار ونصف ... طائر الألباتروس طائر متجول ، له قدرة كبيرة على الطيران وقطع المسافات الطويلة ... فهو يتمكن من الدوران حول العالم عدة مرات فى العام ويعيش عدة

أشهر قد تصل إلى العام دون أن تلمس قدماه سطح الأرض ٠٠٠ خـــلال هذه الفترة يعتمد فى غذائه إعتمادا كليا على القنص مما تنتجه البحار ٠



شكل ١٥ : طائر الباتروس ، من أكبر الطيور قدرة على الطيران لمسافات طويلة ولأزمنة كبيرة ، يعيش على القنص البحرى ٠

مما سبق يتضح لنا كيف تتم دورة الغذاء بين مختلف الأحياء البحرية التى تعيش فى الطبقات العليا من مياه البحار والمحيطات والطيور التـــى تعتمد عليها ، والدور الكبير الذى تلعبه نباتات البلانكتون فى ذلك ٠أمـــا فى أعماق البحار والمحيطات حيث لا يصل ضوء الشمس وحيث الظلام

دامس ، فإننا نصل إلى حياة حيوانية صرفه حيث لا وجود للنباتات الخضراء بعيدا عن الضوء ٠ كيف إذن تحدث التغذية ؟ ٠٠٠ وبخاصة أن معظم ساكنى الأعماق لا يمكنهم الصعود من المناطق العميقة الخالية من ضوء الشمس إلى المناطق الأعلى حيث يتوفر ضوء الشمس والغذاء الأخضر ٠من المعروف أن الضوء أثناء مروره فى طبقات الماء يمتص تدريجيا ويبدأ ذلك بالأشعة الحمراء ثم البرتقالية فالصفراء فالخضراء فالزرقاء وأخيرا البنفسجية ٠ فكلما قصر طول الموجة الضوئية كلما ازداد تعميقها فى الماء ٠٠٠ وكمية الضوء التى تصل إلى أعماق تزيد عن مائة وعشرة من الأمتار ضئيلة جدا لدرجة لا تكفى لحياة النباتات ٠

هناك ، فى الأعماق ، توجد مشكلة الغذاء ! جميع السكان حيوانات٠٠٠ تتغذى تغذية حيوانية بحتة ، فلا تستطيع الحصول على مصادر طاقتها ، اللهم إلا بالافتراس ٠٠٠ يتغذى بعضها على بعض ، فيفنى بعضه بعضا ٠٠٠ القوى يتغذى على الضعيف ، وفى هذا فناء للضعيف ٠٠٠ وما تبقى بعد ذلك من الأقوياء فلا بد لهم من الفناء أيضا ! ٠٠٠ جوعا ٠

الكمال الذى نشاهده فى كل نظم الكون ، لم يكن ليشذ عن طبيعته فى مثل تلك الحالة ! ٠٠٠ ونحن فى بسطنا لهذا الموضوع ٠٠٠ حياة الأعماق ٠٠٠ لا ننشد حلا لمشكلة كونية إنما ننشد تفسيرا لظاهرة كونية، فالحياة فى الأسطح مستمرة ٠٠٠ وكذلك الحياة فى الأعماق مستمرة ٠ والسر فى إستمرار حياة سكان الأعماق يكمن فى تلك الكائنات النباتية الدقيقة التى تسكن الأسطح البحرية والتى عرفناها باسم نباتات البلانكتون٠

نباتات البلانكتون هى المصدر الغذائى الرئيسى لسكان البحار والمحيطات ، سواء فى الأسطح أو فى الأعماق ، وهى كما أوضحنا مصدر الطاقة لكثير من الحيوانات البحرية ٠

كثير من نباتات البلانكتون التى تنجو من تغذية حيوانات الأسطح ، تسقط إلى القاع بعد أن تنتهى حياتها فتتلقفها كثير من حيوانات الأعماق متغذية عليها ٠ كذلك فان كثير من الحيوانات البحرية التى تسكن الطبقات العليا من البحار تسقط إلى الأعماق بعد موتها ، حيث تصبح مصدرا هاما لغذاء سكان الأعماق ٠

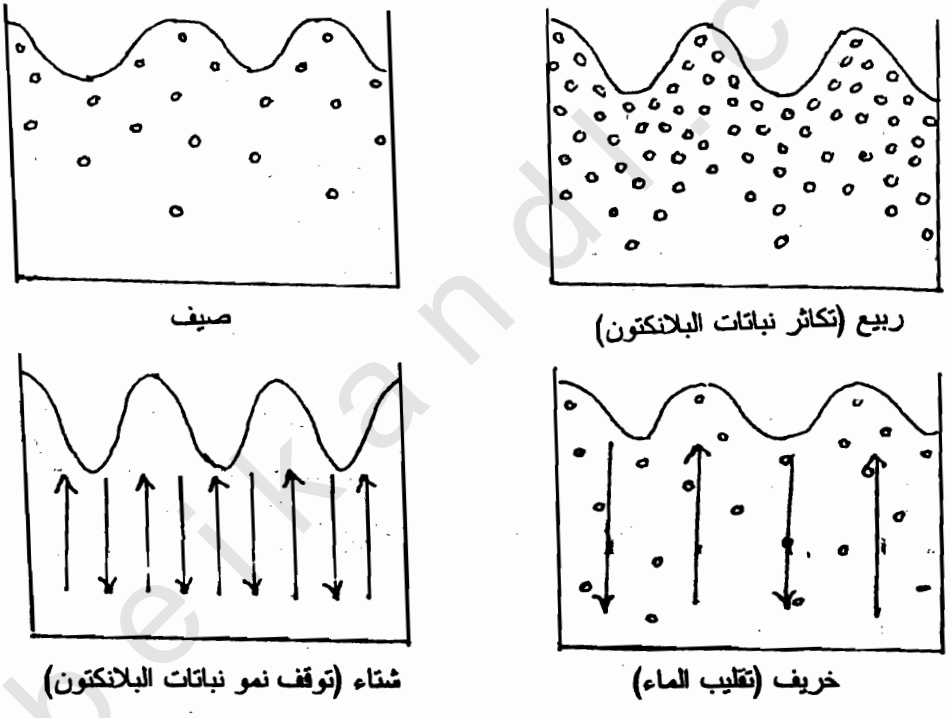
نتيجة لنمو نباتات البلانكتون وإستهلاكها ، أثناء نموها وتكاثرها ، لكميات كبيرة من أملاح الطبقات السطحية من البحار والمحيطات ، ثم تغذية الكائنات البحرية المختلفة على نباتات البلانكتون مباشرة أو بطريقة غير مباشرة ، ثم بسقوط تلك الكائنات البحرية بعد موتها إلى قاع البحار، نجد أن أملاح الطبقات السطحية من البحار الضرورية لنمو نباتات البلانكتون قد انتقلت للنباتات ومنها إلى حيوانات الأسطح ، ثم إنتهى بها المطاف فى صور عضوية إلى قاع البحار والمحيطات ٠ وأصبحت بذلك طبقات الماء السطحية تعانى نقصا فى الأملاح الضرورية لحياة نباتات البلانكتون ، ومن ثم تظهر صعوبة فى إتمام دورة حياة سكان الأسطح ٠٠٠ فيقل نمو نباتات البلانكتون لقلة الغذاء غير العضوى ويعقب ذلك قلة فى نمو حيوانات الأسطح ٠٠٠ فيقل الموتى المتجهون إلى مقابرهم فى الأعماق ٠٠٠ وتقل بالتالى حيوانات الأعماق٠٠٠ فتختفى حياة الأسطح والأعماق! ٠٠٠ وتعود البحار بلا حياة كما بدأت بلا حياة !٠٠٠ لكن- كما قلنا - فان حياة الأسطح مستمرة ، كما أن حياة الأعماق مستمرة ٠ ولكى تستمر الحياة على الأسطح لابد من إعادة تغذية مياهها بما فقدته من أملاح نتجت عن تغذية نباتات الأسطح ثم سقوط كائنات الأسطح إلى الأعماق بعد موتها ٠

وفى هذا المجال ، تلعب الأحياء الدقيقة دورا هاما ، فالقاع فى المحيطات والبحار هو مقبرة البحار ... تتجمع عليه جثث وبقايا أحياء البحار ، مكونة وسطا غذائيا ملائما لنشاط أنواع خاصة من الميكروبات المترممة . تعيش تلك الميكروبات على جثث وبقايا أحياء البحار المتساقطة فى القاع محللة موادها العضوية المعقدة التركيب إلى مواد أخرى بسيطة ، الكثير منها يذوب فى ماء البحر فيزداد تركيز الأملاح قريبا من القاع . يحدث ذلك فى الوقت الذى يقل فيه تركيز الأملاح فى المياه السطحية . وفى الأعماق حيث تكثر الأملاح التى تحتاجها النباتات فى تغذيتها لا توجد نباتات ... وفى الأسطح حيث تعيش النباتات تقل الأملاح التى تحتاجها تلك النباتات . ولو سارت الأمور على هذا المنوال فإننا نكون فى طريق نهائى للتحول الغذائى يؤدى إلى إستهلاك غذاء الأسطح وتخزينه فى الأعماق ... ولو صح لقلت الحياة تدريجيا فى المحيطات والبحار العميقة ، حتى تنعدم الحياة ، ولكن إستمرار الحياة فى الأسطح والأعماق لهو دليل أكيد على وجود دورات مستكملة لأسباب الحياة فى المحيطات والبحار .

فى كثير من المناطق تحدث بقرب السواحل تيارات هوائية تعمل على تحريك سطح المياه بعيدا ، مؤدية إلى سحب ماء من الأعماق ، فيأتى مع هذا الماء الأملاح ، الناتجة عن التحلل الميكروبى لأموات البحار والمحيطات ، من الأعماق إلى الأسطح .يحدث ذلك بصفة منتظمة فى بعض المناطق وموسميا فى مناطق أخرى مؤديا إلى إعادة تسميد ماء الطبقات العلوية من البحار والمحيطات وعودة نمو ونشاط نباتات البلانكتون الخضراء فى الطبقات العلوية ثم باقى الأحياء المائية سواء فى الأسطح أو فى الأعماق .

قد لا يعلم الكثير عن وجود دورات موسمية لنشـــاط الأحيـــاء فـــى المحيطات والبحار فى المناطق المعتدلة ، متوقفة على عدة عوامل منـــها الإشعاعات الشمسية ودرجة حرارة سطح الماء وتوزيع الأملاح ٠

فى الربيع يبدأ الجو فى الدفء ويطول النهار وتتكاثر نباتات البلانكتـون مستهلكة أملاح البحر النافعة لها ، وخاصة النتراتات والفوسفاتات التـــى تجمعت فى الشتاء ٠



شكل ١٦ : نشاط نباتات البلانكتون وتيارات المياه الرأسية فى فصول السنة المختلفة

obeikandi.com

فى الصيف يقل نمو نباتات البلانكتون تدريجيا نتيجة لاستهلاك كميات كبيرة من أملاح البحر النافعة بواسطة النمو الربيعى الغزير ٠

يأتى الخريف فتنخفض درجة حرارة سطح البحار ، وتحدث تيارات مائية رأسية ، هابطة صاعدة ، فينزل ماء السطح البارد إلى أسفل ويعلو ماء الأعماق الدافىء مقلبا مياه البحر ومعيدا توزيع أملاح البحر ٠ أثناء ذلك تستعيد نباتات البلانكتون نشاطها لعودة تسميد المياه السطحية من البحار ، ومع ذلك يبقى النمو الخريفى أقل من النمو الربيعى لانخفاض درجة الحرارة ٠

يأتى الشتاء ويستمر تقليب مياه البحر ، ويساعد على ذلك الرياح الشديدة التى تحرك المياه السطحية ، وتقف نمو نباتات البلانكتون لشدة البرودة وضعف الإضاءة ٠

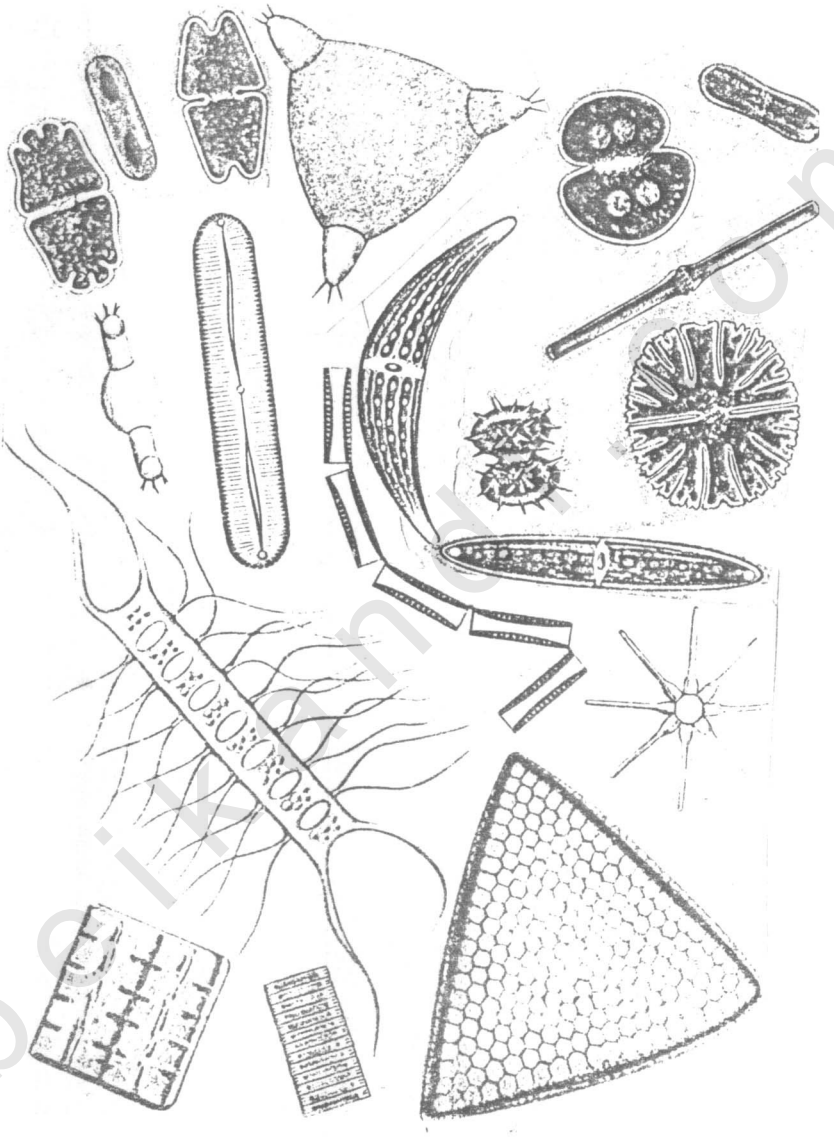
يعود الربيع التالى بجوه الدافىء وبنهاره الطويل وبغذائه الوفير فتنشط نباتات البلانكتون وتتكاثر وتكثر ، إلا أنه بزيادة دفء الجو يصبح ماء الأجزاء السفلى أبرد من ماء الأجزاء العليا فيقف تقليب الماء ويقل الغذاء العلوى فيقل نمو نباتات البلانكتون مع دخول الصيف ٠

نباتات البلانكتون ، ذات الأهمية الكبيرة فى تغذية الكائنات المختلفة ينتمى معظمها إلى مجموعة الطحالب ٠ ومن أهم تلك النباتات إنتشارا مجموعة منها تعرف بالدياتومات diatoms ، وهى نباتات دقيقة وحيدة الخلية ذات جدر صلبة صخرية مرسب عليها مادة السليكا معطية إياها أشكالا جميلة متناظرة ٠ ويمكن عن طريق الزخرفات تمييز أنواعها عن بعضها ٠ ويعرف منها حاليا ما يزيد عن خمسة آلاف نوع ، بعضها

عاش فى عصور جيولوجية سابقة ويشـــاهد حاليـــا بحالـــة متحجـــرة ٠ والدياتومات رغم صغرها إلا أنها ذات أهمية خاصة فى تغذية الحيوانـــات البحرية نظرا لكثرتها ولسرعة تكاثرها وكذلك لقيمتها الغذائية المرتفعـــة ، فهى غنية بالزيوت والبروتينات زيادة عن المواد الكربوايدراتية ٠

تفوق الدياتومات فى إنتاجها السنوى أكثر من ألف مرة إنتاج البحـــار والمحيطات من باقى النباتات المائية ، ولذلك فهى تعتبر حلقـــة الوصـــل فىنقل الطاقة من الشمس إلى عالم البحار والمحيطات ، بمـــا فـــى ذلـــك طيور البحار ٠

obeikandl.com



شكل ١٧ : أنواع مختلفة من الدياتومات

من نباتات البلانكتون أنواع تتحرك حركات محدودة بواسطة أسواط وتعرف هذه المجموعة بالسوطيات Flagellates وكثير منها له خواص حيوانية بجانب خواصه النباتية ٠ من هذه الأنواع يوجلينا (شكل ٥) ، كما أن منها أنواع مضيئة تجلو ظلمة الليل منها النوعين بيريدينيم *Peridinium* الذى يضىء الأشياء الملامسة له بلون أزرق مخضر بديع ، والنوع نوكتيلوكا *Noctiluca* الذى يعطى إضاءة واضحة فى البحار فى أواخر الصيف والخريف ٠

شكل ١٨ : أنواع من نباتات البلانكتون السوطية المضيئة
يمين : بيريدينم يسار : نوكتيلوكا

obeikandl.com

الأحياء الدقيقة والتكوينات الصخرية فى المحيطات والبحار

كثير من أحياء البحار الدقيقة قد تدخل على مر العصور فى تكوين ترسيبات خاصة على سواحل القارات والجزر ٠ من تلك الأحياء نباتات الدياتومات وحيوانات الثقبيات *Foraminifera* (شكل ١٩) وهى من الكائنات الدقيقة الوحيدة الخلية التى تفرز حول أجسامها ترسيبات صلبة تتراكم فى القاع بعد موتها ، وتكون بتجمعها على ملايين السنين تشكيلات صخرية كبيرة جذابة ذات ألوان مختلفة ٠

الجدر الصلبة للدياتومات (شكل ١٧) تتركب أساسا من مادة السليكا، وقد شكلت تلك الدياتومات على مر السنين ترسيبات ضخمة فى أرضية المحيطات ٠ وقد قدرت الترسيبات الدياتومية فى المحيطات بحوالى ٣١ مليون كيلومتر مربع من أرضية المحيطات موزعة أساسا بين المحيط الهادى وجنوب المحيطين الهندى والأطلسى ، ومتوسط سمك الطبقة الدياتومية حوالى ٢٠٠ متر ٠

والترسيبات الدياتومية غنية فى أكسيد السليكون وذات لون أبيض إلى كريمى ٠ تستخدم الأراضى الدياتومية حاليا فى صناعات مختلفة ٠ تستخدم فى صناعة الديناميت حيث تشبع قطع من تلك الأراضى بمادة النيتروجليسرين ٠ كما تستخدم فى ترشيح السوائل وخاصة فى مصانع تكرير السكر حيث يضاف قليل من مطحون تلك الأراضى إلى المحلول السكرى ثم ترشح لفصل التربة الدياتومية ومعها المواد العالقة من المحلول السكرى ٠ كذلك فان هذه الأرض تستخدم كمادة عازلة فى الغلايات والأفران المرتفعة الحرارة والتى تزيد درجات حرارتها عن ٥٥٠ درجة مئوية ، وتكون فى تلك الحالات أفضل من الأسبستوس حيث

أنها أكثر مقاومة للانكماش ٠ كذلك تستخدم الأرض الدياتومية لزيادة القوى الميكانيكية للأسمنت بإضافتها إليه بمعدل ١ إلى ٢% ٠ ومن أقدم الاستخدامات التجارية للترسيبات الدياتومية إدخالها فى ورنيش تلميع المعادن كمادة إحتكاك خفيفة ، وقد زادت إستخداماتها أخيرا فى التلميع بدخولها كقاعدة أساسية فى ورنيش تلميع السيارات ٠ كذلك فإنها تستخدم فى تركيب معاجين الأسنان ٠

تختلف التكوينات الصخرية لحيوانات الثقبيات عن تكوينات نباتات الدياتومات فى أن التكوينات الأولى جيرية فى حين تكوينات الثانية سيليكية٠

حيوانات الثقبيات حيوانات وحيدة الخلية تشبه لحد كبير حيوانات الأميبا ،أى أنها تتحرك وتتغذى بأقدام كاذبة خيطية متفرعة وذات أشكال غير منتظمة ولا مميزة إلا أنها تفرز حول نفسها هياكل جيرية صغيرة ذات أشكال ومناظر جميلة خلابة تميز أنواعها المختلفة ٠ الهيكل الجيرى له ثقب يعتبر فتحة المسكن تبرز منه الأقدام الكاذبة وباستمرار نمو الحيوان يفرز مسكن آخر يلتصق بالأول وكثيرا ما تنتظم حجرات المسكن فى شكل حلزونى ٠ بعد موت هذه الحيوانات تسقط أصدافها إلى القاع وتتراكب مكونة ترسيبات جيرية تحتوى على ما يزيد على ٩٣% من كربونات الكالسيوم ٠ تغطى تلك الترسيبات الجيرية حوالى ١٢٨ مليون كيلومتر مربع أى حوالى ٣٥% من المساحة الكلية للمحيطات ،ومتوسط سمك الترسيبات حوالى ٤٠٠متر ٠ يكثر وجود هذه الترسيبات الجيرية على سواحل إنجلترا وفرنسا وأسبانيا واليونان ،كما تنتشر فى المحيطين الأطلسى والهندى ٠

شكل ١٩ : بعض أنواع الثقبيات

ومن أهم كائنات الثقبيات أثرا فى حدوث الترسيبات الجيريـــة نـــوع معروف باسم جلوبيجرينا *Globigreina* وتعرف الترسيبات الناتجة عن هذا النوع بالترسيبات الجلوبيجرينية ٠

ومن أهم استخدام هذه الترسيبات الجيرية تجاريا ، إستخدامها كبديـل للحجر الجيرى فى صناعة الأسمنت ٠