

ما خفى من أحياء الماء

للماء فى أرضنا دورات ودورات ٠٠٠ ظهر أول ما ظهر فى صورة بخار مختلطا بالغازات والأبخرة المحيطة بالقشرة الأرضية ٠٠٠ ومع برودة القشرة الأرضية وما أحاط بها من غلاف جوى سالت الأبخرة المائية ، متحولة إلى قطرات ماء تساقطت أمطارا غزيرة فياضة مالت المنخفضات وأصبحت محيطات وبحارا وبحيرات ، وجزت سيولا بين الجبال فى شعب ووديان ، إلتحم بعضها بغيره فكانت جداولاً وأنهاراً تجرى بإذن الله على سطح الأرض ، ويغوص بعضها فى باطنها ، وتتفجر منها عيوناً وينابيعاً ٠٠٠ وقد ينتهى المطاف بتلك الأنهار الجارية إلى بحر أو محيط أو يتجمع ماء النهر عند منخفضات بالأرض مكوناً بحيرات ومستنقعات .

هذا الماء ٠٠٠ سواء فى المحيطات والبحار ٠٠٠ أو الشعاب والأنهار ٠٠٠ أو العيون والينابيع ٠٠٠ أو البحيرات والمستنقعات ، معرض للبخار بفعل الحرارة فيتحول إلى بخار يتطاير فى الجو وقد يعلو فى السماء ، عائداً إلى وضعه الأول مكوناً سحباً من بخار الماء ، قد تتحول إلى قطرات ماء أو نتفاً ثلجية متوقفة فى ذلك على العوامل الجوية ٠٠٠ تتحرك السحب بفعل الرياح ٠٠٠ وتتراكم وتتكاثر ثم تتساقط أمطاراً أو ثلوجاً معيدة دورة الماء سيرتها الأولى ٠٠٠ وهكذا دواليك .

الماء فى السحاب فى صورته المختلفة ٠٠٠ غازية أو سائلة أو متجمدة ٠٠٠ هو ماء نقى خال من الأملاح ويكاد يكون خالياً من الميكروبات ، إلا من القليل النادر الذى تحمله تيارات الهواء الصاعدة حتى تصل به إلى طبقات السحاب .

أثناء نزول الماء أمطاراً أو ثلوجاً 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 تتقل معها من الميكروبات ما تجده فى طريقها محمولاً على ذرات التراب المعرضة للمياه الجارية والمجروفة بها . . . ويزداد تلوث المياه بالميكروبات تلوثاً كبيراً نتيجة تسرب مياه صرف الأراضى الزراعية ومجارى صرف المساكن والمصانع . . . ولا ننسى أيضاً ما ينقل إلى

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

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

تقل أعداد الميكروبات في المياه الجارية والبعيدة عن المناطق السكنية ، وتزداد معدلاتها في تلك المياه قريبا من شواطئ الأنهار وقيعانها حيث تبطؤ حركة المياه وتزداد كميات الأتربة العالقة بها . . . وقد قدر متوسط أعداد البكتيريا في المياه الجارية بحوالي عشرة لكل سنتيمتر مكعب من الماء ، معظمها من بكتيريا 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 .

ويتحكم في نوع وأعداد الميكروبات بالماء ، كمية الأكسجين الذائب ووجود الطمي العالق بالمياه وكمية المادة العضوية التي تصل إلى تلك المياه .

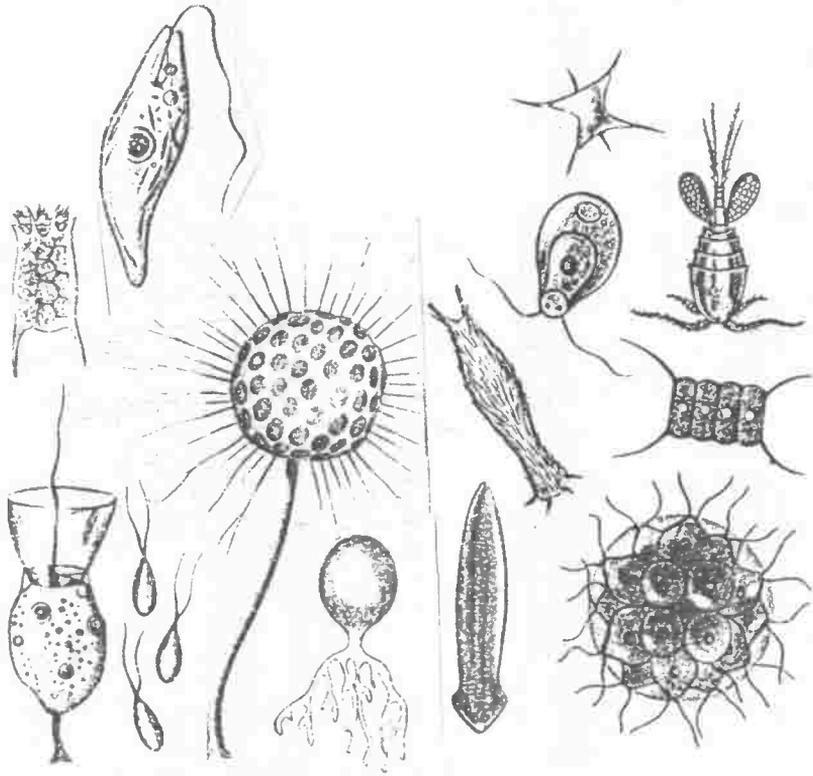
وجود المادة العضوية التي تنتج عن النشاط الحيوى لأحياء الماء أو عن تساقط أوراق الأشجار أو عن صرف مياه المجارى السكنية وخلافه ، ينبه البكتيريا المؤكسدة للمادة العضوية فتزداد أعداد الميكروبات التي تنشط مؤدية إلى إستهلاك كثير من الأكسوجين وخاصة إذا كانت نسبة المادة العضوية مرتفعة . ويؤدى نقص الأكسوجين الذائب بالماء إلى قلة أعداد الميكروبات المؤكسدة وعقب إستنفاد هذا الأكسوجين يقف نشاط البكتيريات المؤكسدة السابقة ويبدأ عمل الميكروبات اللاهوائية ، أى التي لا تحتاج إلى الأكسوجين الذائب فى الماء ويصحب ذلك تعطن الماء وظهور رائحة كريهة ، وقد يؤدى ذلك إلى حدوث إختناق للأسماك وكثير من النباتات المائية التي تحتاج إلى الأكسوجين الذائب .

وبالنسبة للماء الجارى فإنه رغم نشاط الميكروبات الهوائية التي تستهلك كميات كبيرة من الأكسوجين فى أكسدة المواد العضوية ، إلا أن الماء أثناء جريانه يضم إليه بعض أكسوجين الهواء الجوى معوضا ما فقد من الأكسوجين الذائب .

إن نظرة فاحصة إلى مستنقع حيث المياه ساكنة راکدة توصف بالجماد إلا أنها بمنظار المدقق الفاحص الذى يرى ما لا تراه العين المجردة نجد أن تلك المياه تعج بالحياة .

هذه المياه ظاهرها هدوء وباطنها حركة ، صغيرة بمقياس البشر كبيرة ضخمة بمقياس سكانها من الأحياء .

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



شكل ١٢ : بعض الكائنات الحية الدقيقة التي توجد في مستنقع

تلك المستنقعات التي قد لا يتعدى أقطار بعضها قامة إنسان والتي نراها ساكنة ٠٠ في نظرة عاجلة ، كلها حركة وكلها حياة ٠٠ بنظرة فاحصة مدققة باستخدام العدسات المكبرة والمجسمة للأشياء الدقيقة ، نجد في مياهها سباق ومنافسة ٠٠٠ ونضال وإستغلال ٠٠٠ وتوحش وإفتراس ٠ هي في 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 التي لا تزيد في قطرها عن المتر ولا تزيد في 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 في أجناسها وأنواعها ٠٠٠ ويختلف سكان مستنقع عن سكان مستنقع آخر ، ولو أن الكثير منها في مستنقع يشبه مثيله في 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 في 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 فتنتقل 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 إجمالاً أنها تحتوى على ٩٩% تقريباً من الماء ، والباقي مواد أخرى ، توجد فى حالة ذائبة أو مترسبة أو معلقة أو غروية ، ومما تحتويه تلك المواد ، اليوريا ومركبات بروتينية وكربوايدراتية ودهنية ، كما تشتمل على الصابون والمنظفات الكيماوية ونواتج المصانع السائلة المنصرفة فى شبكة المجارى .

نظراً 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 . يؤدي نشاط هذه الكائنات الحية إلى تحليل الأجزاء الصلبة الكبيرة الموجودة فى مياه المجارى وخاصة المواد العضوية منها . وعادة ما تهاجم تلك المكونات أولاً بميكروبات لا هوائية تعيش بعيداً عن أكسوجين الهواء الجوى ، فنقوم بتحليلها تحليلًا جزئياً ويصح 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 اليومي للإنسان البالغ تشير إلى أنه يفرز حوالى ٣٨ جراماً من ملح اليوريا urea وعشرين جراماً 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 مصدراً لتلوث مياه الأنهار أو البحيرات إذا صبت فيها مباشرة دون إجراء عمليات التطهير عليها . ويمكن تطهير مثل هذه المياه باستخدام الكلور بمعدل ٥ ملليجرام لكل لتر من تلك المياه ، على أن يحافظ على هذا المستوى من

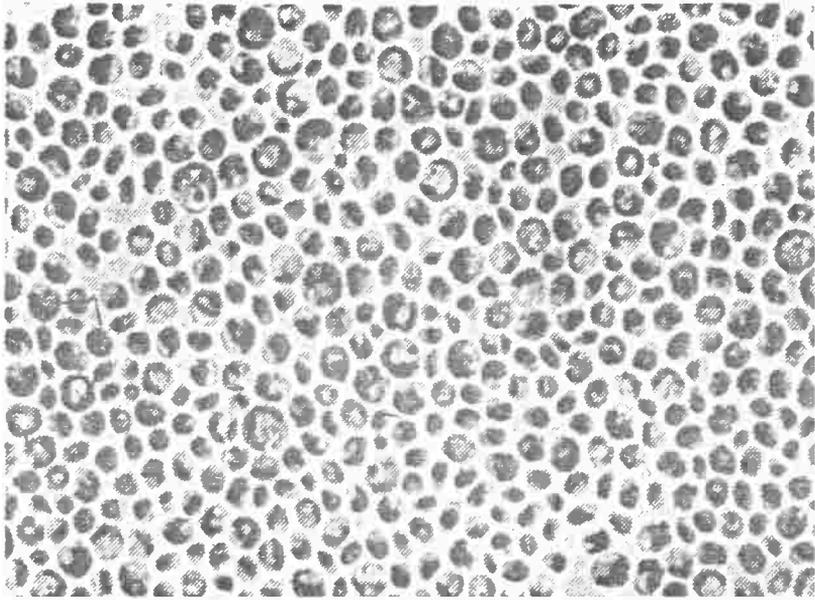
الكلور لمدة ساعتين على الأقل • ويفيد هذا الإجراء فى القضاء على جميع الميكروبات المرضية للجهاز الهضمى عدا القليل منها ، مثل فيروس مرض الكبد الوبائى Hepatitis •

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 المطبول الرائق لرى الأراضى المسامية الجافة بواسطة قنوات سطحية أو أنابيب رى تحت التربة • ولا يخشى من هذه الطريقة فى بعض الأمراض مثل التيفود والدوسنتاريا والكوليرا 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 سالمونيلا *Salmonella* السامة وفيروس شلل الأطفال •

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 السكان • كذلك فإن قرب المساكن من موارد المياه يزيد من تعرض تلك الموارد للتلوث بمياه المجارى • لذلك يتجه الاهتمام فى كثير من أنحاء العالم إلى الحصول على مصادر جديدة للمياه ، ومن ذلك إزالة ملوحة المياه المالحة وكذلك إعادة استخدام المياه الملوثة السابق استخدامها •

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 • 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 الأوكسجين 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 أعلى جزء فى عليقة الماشية ، وفى نفس الوقت تتحلل المادة العضوية الموجودة بمياه المجارى وتتقى مما بها من ميكروبات ضارة تدريجيا .



شكل ١٣ : صورة فوتوغرافية لطحلب كلوريللا منمى على مياه عذبة

ويمكن الاستفادة من الطحالب فى تنقية إفرزات الإنسان المتجمعة فى الغواصات وسفن الفضاء وذلك بتميتها عليها مع استخدام إضاءة صناعية بدلا من أشعة الشمس . وتفيد هذه الطحالب أيضا فى تجديد الأوكسجين بهواء السفينة أو الغواصة مع إستهلاكها لجزء كبير من ثنائى أكسيد الكربون الناتج عن زفير تنفس ركاب تلك السفن . كذلك فإن الطحلب الناتج يعتبر غذاءا بروتينيا .

حمامات السباحة والميكروبات

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

البحيرات الطبيعية ، ليست حمامات خاصة بالإنسان ، بل يرد إليها الكثير من الحيوانات البرية مثل الجرذان وبعض الحيوانات الصغيرة والكبيرة التى تعيش على شواطئ تلك البحيرات أو قريبا منها والتى ترد إليها للشرب ، وقد تسبح أحيانا فى مياه هذه البحيرات . بعض الحيوانات قد يحتوى فمه أو جلده أو بوله أو برازه على عديد من الميكروبات الممرضة للإنسان ومنها أنواع من البكتيريا العسوية 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 . كذلك فإن

بعض الأمراض الخطيرة تتسبب عن البكتيريا الحلزونية ليبوتوسبيريا *Leptospira* التي تنتقل من بعض الحيوانات التي ترد مياه البحيرات إلى الإنسان ، ومن هذه الأمراض حمى المستنقعات الذي تنقله فئران الغيط ومرض حمى الخريف الذي تنقله الجرذان .

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

ويراعى في الحمامات الحديثة أن لا يسمح لأى شخص بالاستحمام في 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 . 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 والتي تسبب أيضاً التهابات فى الأعين وفى الأذن الوسطى .

دور الكائنات الدقيقة فى إستمرار الحياة فى البحار والمحيطات

المحيطات والبحار بأفاقها الواسعة ، والتي 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 التي 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 فإن 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 ، وبالتالي عدم توفر الغذاء لباقي الأحياء ٠

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

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

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

الكائنات الدقيقة التى تسود فى البحار والمحيطات تنتمى لمجموعة الأحياء المعروفة باسم البلانكتون plankton وهو اصطلاح مشتق من اللغة اليونانية القديمة ويقصد به المتجولون . 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 .

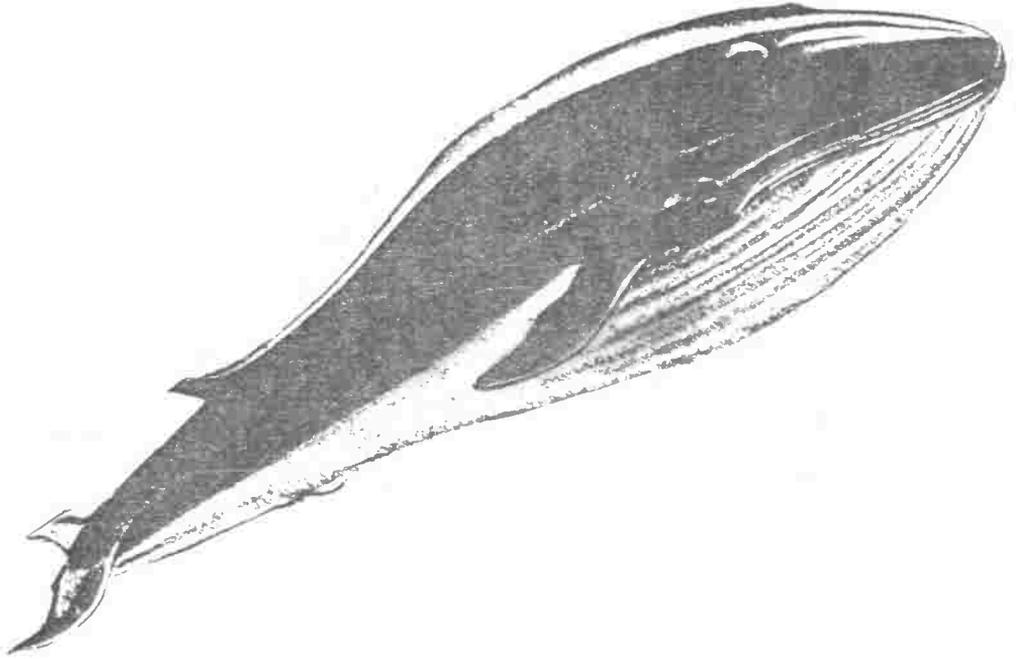
معظم كائنات البلانكتون ، كائنات دقيقة ميكروسكوبية مثل طحلب كلوريللا والدياتومات ، ولو أن بعضها كبير الحجم مثل الأسماك الهلامية وطحالب السارجسم Sargassum . كائنات البلانكتون قد تكون نباتية phytoplanktons وقد تكون حيوانية zooplanktons .

تتكون معظم نباتات البلاكتون 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 البلاكتون على صبغات الكلورفيل فإنها تتمكن من الاستفادة من طاقة الشمس تخزينها فى مواد تصنيعها وتحفظها بأجسامها . فالكلوروفيل بمساعدة الطاقة المستمدة من ضوء الشمس يحلل الماء إلى عنصريه ؛ الأيدروجين والأكسجين ، 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 البلاكتون أساس جميع الحياة الراقية فى البحار ، فهى تلعب نفس الدور الذى تلعبه النباتات الأرضية بالنسبة للحياة على الأرض ولهذا فتسمى بمراعى البحار . تتغذى نباتات البلاكتون 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 البلاكتون لدرجة قد تتضاعف معها أعدادها يوميا ويتغير لون سطح الماء ويصبح مخضرا ذا رائحة مميزة . تستهلك نباتات البلاكتون أثناء نموها وتكاثرها كميات كبيرة من الأملاح المعدنية الموجودة بالطبقات العليا من مياه البحار والمحيطات ، فهى تحتاج لاستمرار نموها إلى أملاح تحتوى على عناصر الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم والمنجنيز والبورون وبعض العناصر الأخرى الأساسية لاستمرار نموها وتكاثرها .

تتغذى حيوانات البلانكتون على نباتات البلانكتون ٠٠٠ وتتغذى كثير من الأسماك الصغيرة والحيوانات البحرية الأخرى الصغيرة على كائنات البلانكتون نباتية وحيوانية ٠٠٠ وتتغذى أيضا بعض الأسماك الكبيرة مثل سمك القرش الحوتى *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 قتلهم منها كميات وفيرة قد تبلغ طنين فى اليوم الواحد .



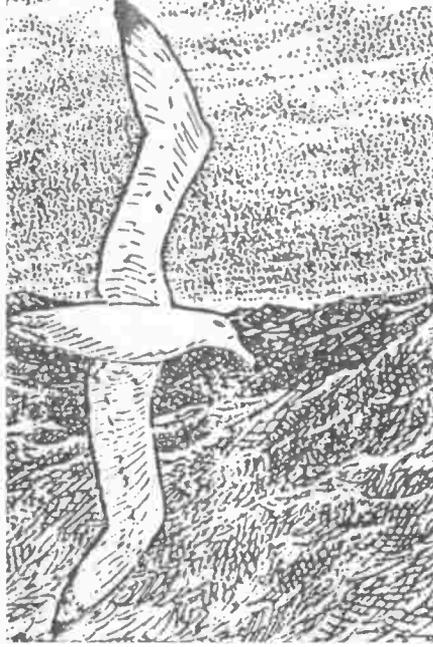
شكل ١٤ : الحوت الأزرق ، أكبر الكائنات الحية حاليًا ، تعيش بالتغذية على كائنات البلانكتون باستخلصها من الماء بالترشيح .

تستمر عملية رعى نباتات البحار وبخاصة نباتات البلاكتون بواسطة الحيوانات البحرية آكلة الأعشاب . ومعظم تلك الحيوانات وبخاصة تلك التي تتغذى على نباتات البلاكتون 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 للافتراض بواسطة حيوانات بحرية أخرى حيوانية التغذية ، أى أن الغذاء ينتقل من نباتات البلاكتون إلى حيوانات البلاكتون ثم إلى حيوانات بحرية تعيش على البلاكتونات ثم إلى حيوانات بحرية تعيش بالافتراض 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 البلاكتون 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 والتي منها أنواع من الجمبرى وعلى هذه الحيوانات تعيش كثير من الأسماك وكلات 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 خلال هذه الفترة يعتمد في غذائه اعتمادا كليا على القنص مما تنتجه البحار .



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

مما سبق يتضح لنا كيف تتم دورة الغذاء بين مختلف الأحياء البحرية التي تعيش في الطبقات العليا من مياه البحار والمحيطات والطيور التي تعتمد عليها ، والدور الكبير الذي تلعبه نباتات البلاكتون في ذلك . أما في 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 . كيف إذن تحدث التغذية ؟ . . . وبخاصة أن معظم ساكني الأعماق لا يمكنهم الصعود من المناطق العميقة الخالية من ضوء الشمس إلى المناطق الأعلى حيث يتوفر ضوء الشمس والغذاء الأخضر . من المعروف أن الضوء أثناء مروره في طبقات الماء يمتص تدريجيا ويبدأ ذلك بالأشعة الحمراء ثم البرتقالية فالصفراء فالخضراء فالزرقاء وأخيرا البنفسجية . فكلما قصر طول الموجة الضوئية كلما ازداد تعميقها في الماء . . . وكمية الضوء التي تصل إلى أعماق تزيد عن مائة وعشرة من الأمتار ضئيلة جدا للدرجة لا تكفي لحياة النباتات .

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

الكمال الذي نشاهده في كل نظم الكون ، لم يكن ليشذ عن طبيعته في مثل تلك الحالة ! . . . ونحن في بسطنا لهذا الموضوع . . . حياة الأعماق . . . لا ننشد حلا لمشكلة كونية إنما ننشد تفسيراً لظاهرة كونية ، فالحياة في الأسطح مستمرة . . . وكذلك الحياة في الأعماق مستمرة . . . والسر في استمرار حياة سكان الأعماق يكمن في تلك الكائنات النباتية الدقيقة التي تسكن الأسطح البحرية والتي عرفناها باسم نباتات البلاكتون .

نباتات البلانكتون هي المصدر الغذائي الرئيسي لسكان البحار والمحيطات ، سواء في الأسطح أو في الأعماق ، وهي كما أوضحنا مصدر الطاقة لكثير من الحيوانات البحرية .

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

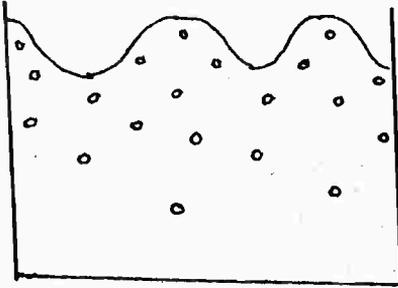
نتيجة لنمو نباتات البلانكتون وإستهلاكها ، أثناء نموها وتكاثرها ، لكميات كبيرة من أملاح الطبقات السطحية من البحار والمحيطات ، ثم تغذية الكائنات البحرية المختلفة على نباتات البلانكتون مباشرة أو بطريقة غير مباشرة ، ثم بسقوط تلك الكائنات البحرية بعد موتها إلى قاع البحار ، نجد أن أملاح الطبقات السطحية من البحار الضرورية لنمو نباتات البلانكتون قد انتقلت للنباتات ومنها إلى حيوانات الأسطح ، ثم إنتهى بها المطاف في صور عضوية إلى قاع البحار والمحيطات . وأصبحت بذلك طبقات الماء السطحية تعاني نقصا في الأملاح الضرورية لحياة نباتات البلانكتون ، ومن ثم تظهر صعوبة في إتمام دورة حياة سكان الأسطح فيقل نمو نباتات البلانكتون لقلة الغذاء غير العضوي ويعقب ذلك قلة في نمو حيوانات الأسطح فيقل الموتى المتجهون إلى مقابرهم في الأعماق وتقل بالتالي حيوانات الأعماق فتختفى حياة الأسطح والأعماق ! وتعود البحار بلا حياة كما بدأت بلا حياة ! لكن - كما قلنا - فان حياة الأسطح مستمرة ، كما أن حياة الأعماق مستمرة . ولكي 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 .

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 المترمة . 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 يودى 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 .

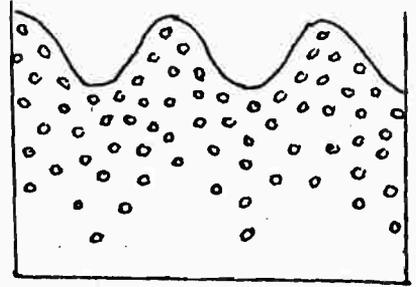
فى كثير من المناطق تحدث بقرب السواحل تيارات هوائية تعمل على تحريك سطح المياه بعيدا ، مؤدية إلى سحب ماء من الأعماق ، فيأتى مع هذا الماء الأملاح ، الناتجة عن التحلل الميكروبى لأموات البحار والمحيطات ، من الأعماق إلى الأسطح . يحدث ذلك بصفة منتظمة فى بعض المناطق وموسميا فى مناطق أخرى مؤديا إلى إعادة تسميد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

قد لا يعلم الكثير عن وجود دورات موسمية لنشاط الأحياء فى المحيطات والبحار فى المناطق المعتدلة ، متوقفة على عدة عوامل منها الإشعاعات الشمسية ودرجة حرارة سطح الماء وتوزيع الأملاح .

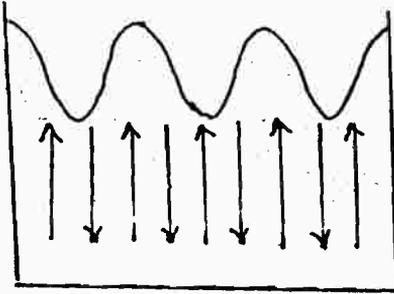
فى الربيع يبدأ الجو فى الدفء ويطول النهار وتتكاثر نباتات البلاكتون مستهلكة أملاح البحر النافعة لها ، وخاصة النترات والفوسفات التى تجمعت فى الشتاء .



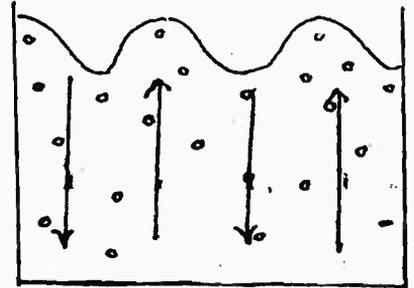
صيف



ربيع (تكاثر نباتات البلاكتون)



شتاء (توقف نمو نباتات البلاكتون)



خريف (تقليب الماء)

شكل ١٦ : نشاط نباتات البلاكتون والتيارات المياه الرأسية فى فصول السنة المختلفة

في الصيف يقل نمو نباتات البلاكتون تدريجيا نتيجة لاستهلاك كميات كبيرة من أملاح البحر النافعة بواسطة النمو الربيعي الغزير .

يأتي الخريف فتنخفض درجة حرارة سطح البحار ، وتحدث تيارات مائية رأسية ، هابطة صاعدة ، فينزل ماء السطح البارد إلى أسفل ويعلو ماء الأعماق الدافئ مقلبا مياه البحر ومعيدا توزيع أملاح البحر . أثناء ذلك تستعيد نباتات البلاكتون نشاطها لعودة تسميد المياه السطحية من البحار ، ومع ذلك يبقى النمو الخريفي أقل من النمو الربيعي لانخفاض درجة الحرارة .

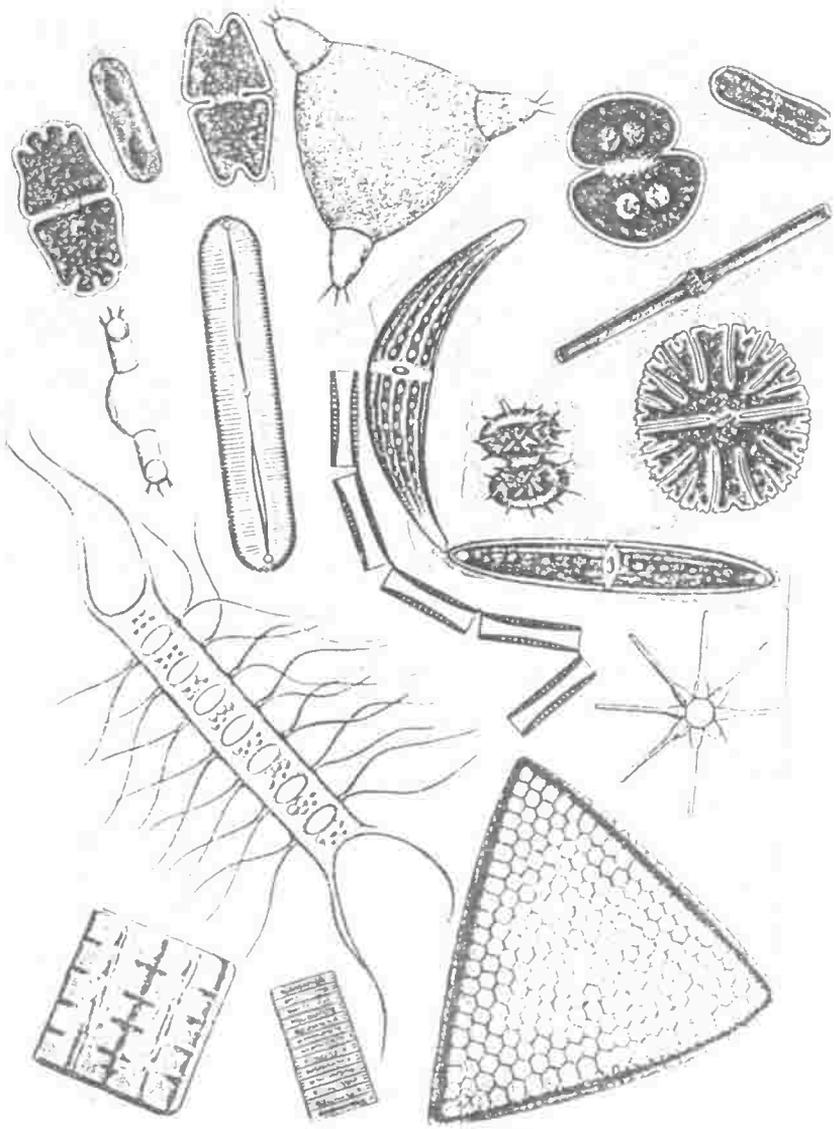
يأتي الشتاء ويستمر تقلب مياه البحر ، ويساعد على ذلك الرياح الشديدة التي تحرك المياه السطحية ، وتقف نمو نباتات البلاكتون لشدة البرودة وضعف الإضاءة .

يعود الربيع التالي بجوه الدافئ وبنهاره الطويل وبغذائه الوفير فتنشط نباتات البلاكتون وتتكاثر وتكثر ، إلا أنه بزيادة دفء الجو يصبح ماء الأجزاء السفلى أبرد من ماء الأجزاء العليا فيقف تقلب الماء ويقل الغذاء العلوي فيقل نمو نباتات البلاكتون مع دخول الصيف .

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

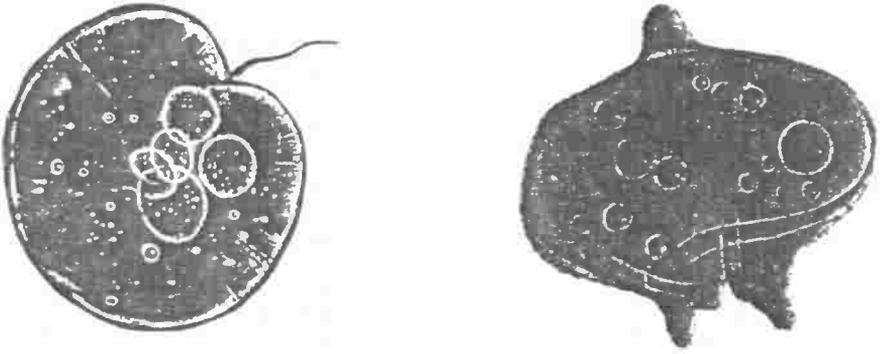
عاش في عصور جيولوجية سابقة ويشاهد حاليا بحالة متحجرة .
والدياتومات رغم صغرها إلا أنها ذات أهمية خاصة في تغذية الحيوانات
البحرية نظرا لكثرتها ولسرعة تكاثرها وكذلك لقيمتها الغذائية المرتفعة ،
فهي غنية بالزيوت والبروتينات زيادة عن المواد الكربوهيدراتية .

تفوق الدياتومات في إنتاجها السنوي أكثر من ألف مرة إنتاج البحار
والمحيطات من باقى النباتات المائية ، ولذلك فهي تعتبر حلقة الوصل
في نقل الطاقة من الشمس إلى عالم البحار والمحيطات ، بما فى ذلك
طيور البحار .



شكل ١٧ : أنواع مختلفة من الدياتومات

من نباتات البلاكتون أنواع تتحرك بحركات محدودة بواسطة أسواط وتعرف هذه المجموعة بالسوطيات Flagellates وكثير منها له خواص حيوانية بجانب خواصه النباتية . من هذه الأنواع يوجلينا (شكل ٥) ، كما أن منها أنواع مضيئة تجلو ظلمة الليل منها النوعين بيريدينيوم *Peridinium* الذي يضيء الأشياء الملامسة له بلون أزرق مخضر بديع ، والنوع نوكتيلوكا *Noctiluca* الذي يعطي إضاءة واضحة في البحار في أواخر الصيف والخريف .



شكل ١٨ : أنواع من نباتات البلاكتون السوطية المضيئة
يمين : بيريدينيوم يسار : نوكتيلوكا

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 . من تلك الأحياء نباتات الدياتومات وحيوانات الثقبينات *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 .

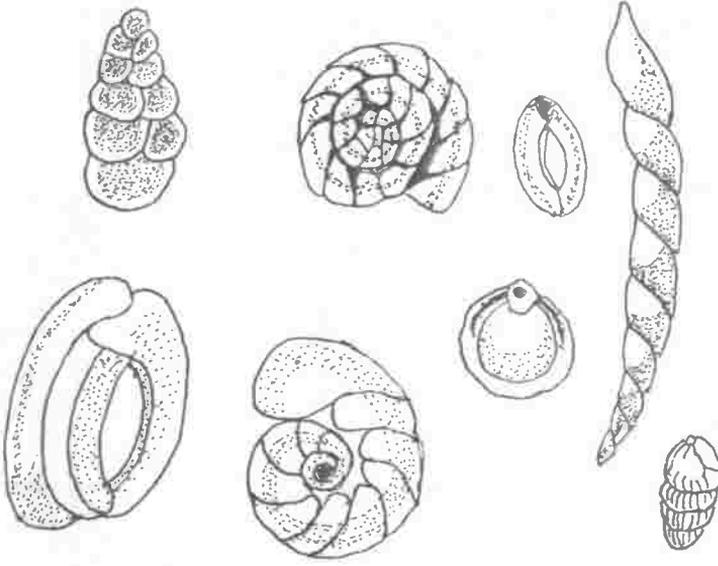
الجدر الصلبة للدياتومات (شكل ١٧) تتركب أساسا من مادة السليكا، وقد شكلت تلك الدياتومات على مر السنين ترسيبات ضخمة فى أرضية المحيطات . وقد قدرت الترسيبات الدياتومية فى المحيطات بحوالى ٣١ مليون كيلومتر مربع من أرضية المحيطات موزعة أساسا بين المحيط الهادى وجنوب المحيطين الهندى والأطلسى ، ومتوسط سمك الطبقة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

والترسيبات الدياتومية غنية فى أكسيد السليكون وذات لون أبيض إلى كريمى . تستخدم الأراضى الدياتومية حاليا فى صناعات مختلفة . تستخدم فى صناعة الديناميت حيث تشبع قطع من تلك الأراضى بمادة النيتروجليسرين . 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 . كذلك فإن هذه الأراضى تستخدم كمادة عازلة فى الغلايات والأفران المرتفعة الحرارة والتي تزيد درجات حرارتها عن ٥٥٠ درجة مئوية ، وتكون فى تلك الحالات أفضل من الأسبستوس حيث

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

تختلف التكوينات الصخرية لحيوانات الثقبيات عن تكوينات نباتات الدياتومات في أن التكوينات الأولى جيرية في حين تكوينات الثانية سيليكية .

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 . الهيكل الجيرى له ثقب يعتبر فتحة المسكن تبرز منه الأقدام الكاذبة وباستمرار نمو الحيوان يفرز مسكن آخر يلتصق بالأول وكثيرا ما تنتظم حبات المسكن فى شكل حلزوني . بعد موت هذه الحيوانات تسقط أصدافها إلى القاع وتتراكب مكونة ترسيبات جيرية تحتوى على ما يزيد على ٩٣% من كربونات الكالسيوم . تغطى تلك الترسبات الجيرية حوالى ١٢٨ مليون كيلومتر مربع أى حوالى ٣٥% من المساحة الكلية للمحيطات ، ومتوسط سمك الترسبات حوالى ٤٠٠ متر . يكثر وجود هذه الترسبات الجيرية على سواحل إنجلترا وفرنسا وأسبانيا واليونان ، كما تنتشر فى المحيطين الأطلسى والهندي .



شكل ١٩ : بعض أنواع التقيبيات

ومن أهم كائنات التقيبيات أثرا في حدوث الترسيبات الجيرية نوع معروف باسم جلوبيجرينا *Globigreina* وتعرف الترسيبات الناتجة عن هذا النوع بالترسيبات الجلوبيجرينية .

ومن أهم استخدام هذه الترسيبات الجيرية تجاريا ، إستخدامها كبديل للحجر الجيري في صناعة الأسمنت .