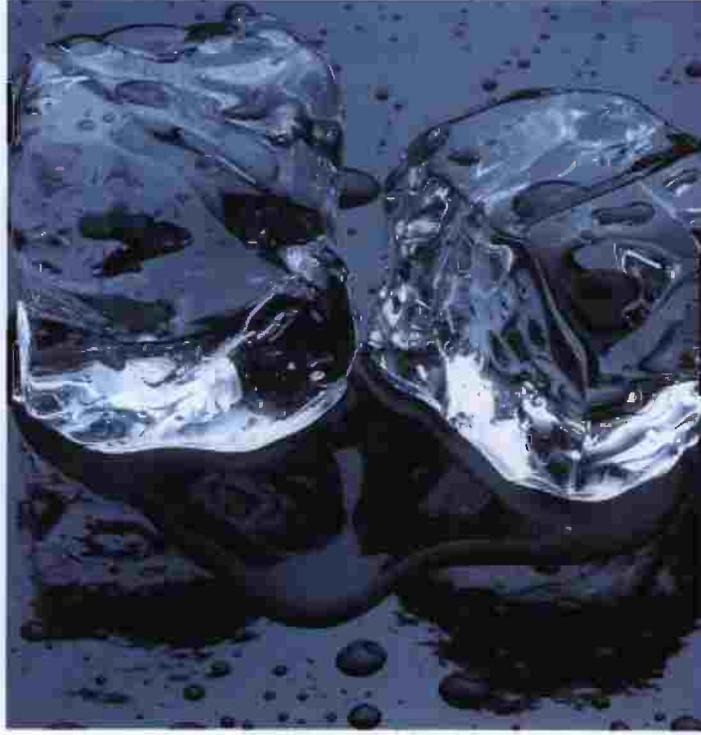


سلسلة ألفا العلمية

# الماء



تأليف

سالي وأدريان مورغان

تعريب

د. بشير العيسوي

مكتبة العبيكان

ح مكتبة العبيكان، ١٤٢٣هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

مورغان، سالي

الماء / سالي مورغان؛ ترجمة بشير العيسوي . - الرياض .

٤٥ ص، ٢٩×٢٢ سم. - (سلسلة ألفا العلمية؛ ٥)

ردمك: ٦-٢١٢-٤٠-٩٩٦٠

أ- العيسوي، بشير (مترجم)

١- علم المياه

ج- السلسلة

ب- العنوان

٢٣/٢٧٣٤

ديوي ٤٨، ٥٥١

ردمك: ٦-٢١٢-٤٠-٩٩٦٠ رقم الإيداع: ٢٣/٢٧٣٤

Evans Brothers Limited

2A Portman Mansions

Chiltern Street

London W1M 1LE

ISBN 0 237 51426 5

حقوق الطباعة محفوظة لمكتبة العبيكان بموجب اتفاق رسمي مع الناشر الأصلي

الطبعة الأولى ١٤٢٤هـ / ٢٠٠٣م

الناشر

**مكتبة العبيكان**

الرياض . العليا . تقاطع طريق الملك فهد مع العروبة .

ص.ب: ٦٢٨٠٧ الرياض ١١٥٩٥

هاتف: ٤٦٥٤٤٢٤، فاكس: ٤٦٥٠١٢٩

## المحتويات

الصفحة	الموضوع
٤	المقدمة
٤	الماء والحياة
٦	جزء الماء
٦	حالات الماء
٨	دورة الماء في الكون
٩	ما الذي يجعل الماء مهماً إلى هذا الحد؟
١١	كيفية منع تكوين الجليد
١٢	المطر الحامض
١٤	الماء كمنزيب
١٦	الماء الثقيل والماء الخفيف
١٨	الماء كوسيلة نقل وإمداد
١٨	المياه كوسيلة نقل
٢٠	نظم الوسائل الصناعية لنقل الماء
٢٢	الماء كإمداد - الماء كوسيلة دعم
٢٤	المياه العذبة والمياه المالحة
٢٤	الانتشار والتناضح (الأسموزية)
٢٦	المعيشة في الماء العذب
٢٦	المعيشة في الماء المالح
٢٧	استخدام المياه المالحة
٣٠	استخدام الماء في التبريد
٣٠	التبريد الطبيعي
٣١	محركات التبريد ومحطات القوى
٣٣	استخدام الماء لتخزين طاقة السخونة
٣٤	تخزين المياه وحفظها
٣٤	التكيف مع الصحراء
٣٦	تخزين الماء
٣٨	تنقية الماء
٣٨	الماء ومعالجة مياه المجاري
٤٠	الماء فلتر طبيعي
٤٢	المستقبل
٤٤	المسرد



## المقدمة



إذا ما نظرت إلى صورة مأخوذة لكوكبنا من الفضاء الخارجي، سيكون بمقدورك أن ترى أن مساحة كبيرة منه تغطيها البحار والمحيطات، وفي الحقيقة، فإن أكثر من ٧٠٪ من سطح كوكبنا تغمره المياه. وعمق الماء يختلف من مكان إلى آخر، ولكنه في المتوسط ثلاثة كيلومترات ونصف الكيلومتر من أعلى قمة للأموج على سطح البحر إلى قاعه. وفي بعض المحيطات، فإن الأخاديد التي في القاع تصل إلى ما يقارب ١١ (أحد عشر) كيلو متراً في باطن الأرض. إن كمية الماء التي لا يمكن تصديقها الموجودة في المحيطات وفي أغطية الجليد القطبية (التي يمكن رؤيتها بوضوح من الفضاء) يجعل الماء واحداً من أهم المواد الوفيرة على الأرض.

وصحيح أن مياه المحيطات مياه مالحة، بمعنى أنها تحتوي على كثير من الأملاح، مثل كلوريد الصوديوم. إلا أن المياه التي تسقط على شكل أمطار أو جليد وتتجمع في الأنهار والبحيرات توصف بأنها مياه عذبة، والفارق الرئيس بين المياه العذبة والمالحة يكمن في كمية الأملاح الموجودة في أي منهما. وحتى الماء العذب فيه كمية قليلة من الأملاح، وجميع الكائنات الحية -كالإنسان- تحتاج المياه العذبة، لا المالحة، كي تحيا. وهناك مخزون محدود جداً من المياه العذبة على الأرض. فقط هناك واحد بالمائة من المياه التي على سطح الأرض هي مياه عذبة بالفعل، وأكثر من ٧٠٪ من تلك المياه محتبسة في الجليد الذي يغطي القارة القطبية.

تغطي المياه معظم أجزاء كوكب الأرض. وهناك قدر كبير من بخار الماء موجود في الجو وفي قطرات الماء الموجودة في السحب.

إذا ما قدر للجليد الموجود في العالم أن يذوب في وقت واحد، فإن مستوى البحر سيرتفع ما يزيد على ستمائة متراً، وسيغرق جميع المناطق المنخفضة.

## الماء والحياة

لم يكن للحياة أن توجد بالصورة التي نعرفه دون الماء؛ ذلك أن الكميات الكبيرة من المياه تجعل البيئة مستقرة، حيث إن الماء يستطيع أن يخزن كثيراً من الطاقة الحرارية دون أن ترتفع درجة حرارته (انظر ص ٩).

يُعد الماء منزلاً للكثير من الكائنات، وهو يكون جزءاً جوهرياً من الخلايا الحية، ففي حين أن جسم الإنسان يتكون من مواد كثيرة، تشمل الكربوهيدرات، والدهون والبروتينات، فإن أكثر من ٦٨٪ من وزن أجسامنا قوامه الماء، وفي بعض الكائنات مثل شقائق النعمان البحرية وقناديل البحر فإن هذه النسبة ترتفع إلى أعلى من ذلك بكثير.

يستطيع الإنسان أن يحيا ستمين يوماً أو أكثر دون طعام، ولكنه لا يستطيع أن يحيا ستمين ساعة أو أقل دون ماء.

الثلج هو ماء مجمد،  
يظهر فقط جزء بسيط  
من جبل الثلج فوق سطح  
الماء، أما معظمه فمغمور  
تحت الماء.



يحتوي جسم الولد أو  
البنث في سن المراهقة  
على حوالي ٢٥ (خمس  
وثلاثين) لترًا من الماء

### وحدات قياس

هذه الاختصارات سوف تستخدم في

هذا الكتاب

وحدات الطول:

كم = كيلو متر

م = متر

سم = سنتيمتر

وحدات الكتلة:

كج = كيلو جرام

ج = جرام

وحدات الحرارة:

د° = درجة حرارة مئوية

وحدات المساحة:

سم² = سنتيمتر مربع

وحدات الحجم:

ل = لتر

سم³ = سنتيمتر مكعب



تستعمر أسطح  
المحيطات حيوانات  
دقيقة تسمى العوالق  
الحيوانية، وكثير منها  
عبارة عن يرقات  
لحيوانات أكبر.

سوف تكتشف في هذا الكتاب الأسباب الكثيرة التي تجعل المياه بموجيها أساسية  
لبقاءنا على قيد الحياة، وكذا ستري كيفية استخدامها في أجسامنا، وسوف تستكشف  
بعضاً من استخداماتها الكثيرة في الصناعة، ونحن نستخدم الماء يومياً في الشرب،  
والغسيل، والطهي والترفيه، والماء يستخدم في عمليات صناعية كثيرة مثل: صناعة  
الصلب، والإسمنت، والورق والكهرباء، وفي الفصول الأخيرة من هذا الكتاب، ستعرف أن  
المياه العذبة هي مصدر محدود يجب الحفاظ عليه، وكذا تنظيفه حتى يمكن استخدامه  
مرات ومرات مستقبلاً.

وسيتم شرح الكلمات الهامة في نهاية كل قسم تحت العنوان (كلمات ذات دلالة) وكذا  
في المفردات الموجودة في الصفحة ٤٤، وسوف تكتشف بعضاً من الحقائق المدهشة في كل  
قسم، سوياً مع بعض التجارب والأسئلة التي تطرح عليك لتفكر فيها.

● الماء: هو سائل لا لون ولا رائحة له

يتركب من الهيدروجين  
والأكسجين.

## جزء الماء

الماء النقي سائل لا لون له ولا رائحة، يتشكل كلية من نوع واحد من الجزيئات. ولجزيء الماء تركيب بسيط، فهو يتكون من ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين واحدة ترتبط ببعضها. وهذه الروابط يصعب تفكيكها إذا ما تكونت. والرمز الكيميائي للماء هو  $H_2O$ .

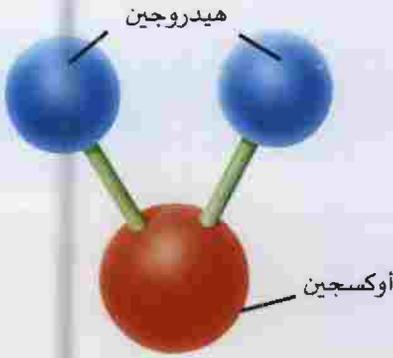
### داخل الذرة

تتكون جميع المواد من ذرات، والذرة مركب دقيق، بل متناه في الدقة حتى إنه لا يرى بالعين المجردة. وهي تتكون من نواة ثقيلة في الوسط، تحاط بكهارب (الإلكترونات) متحركة. والنواة عادةً ما تحتوي على نوعين من الأجزاء: البروتونات والنيوترونات.

البروتون موجب الشحنة، في حين أن النيوترون متعادل (هذا يعني أنه لا يحمل أي شحنة كهربائية). أما الإلكترونات فهي أصغر بكثير من البروتونات وهي تحمل شحنة سالبة.

وهي تتحرك باستمرار، مكونة سحباً مدارية حول النواة، وعادة ما يوجد عدد متساو من الإلكترونات والبروتونات في الذرة الواحدة بقصد أن تتوازن الشحنة السالبة مع الشحنة الموجبة.

يتكون الماء من ذرات الهيدروجين والأكسجين: ذرة الهيدروجين هي أصغر الذرات المعروفة لنا، فهي تحوي فقط بروتوناً واحداً وإلكتروناً واحداً، وهي لا تحوي أية نيوترونات. أما ذرة الأكسجين فهي أكبر بكثير من ذرة الهيدروجين وفيها ثمانية بروتونات، وثمانية إلكترونات وثمانية نيوترونات.



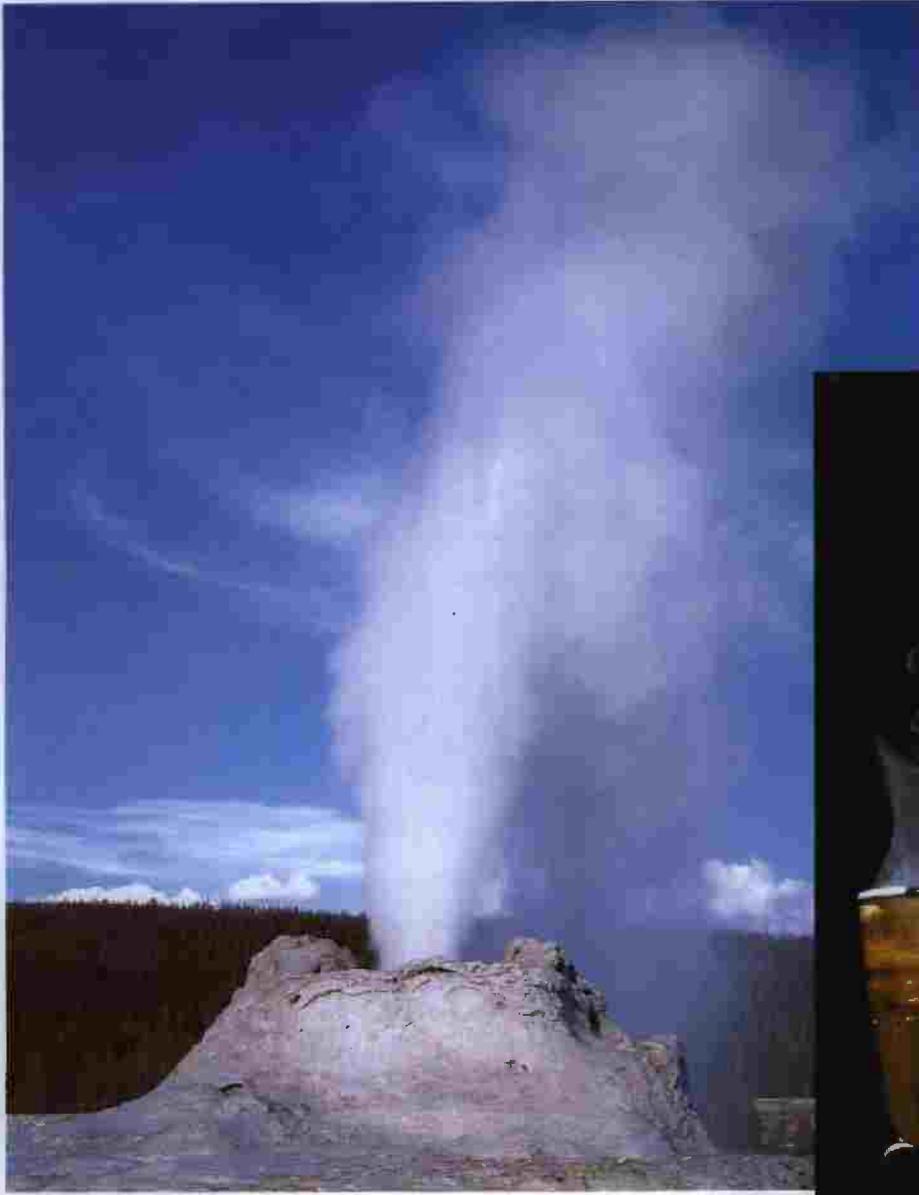
يتكون جزيء الماء من ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين واحدة، وذرة الأكسجين أكبر كثيراً من ذرة الهيدروجين.

## حالات الماء

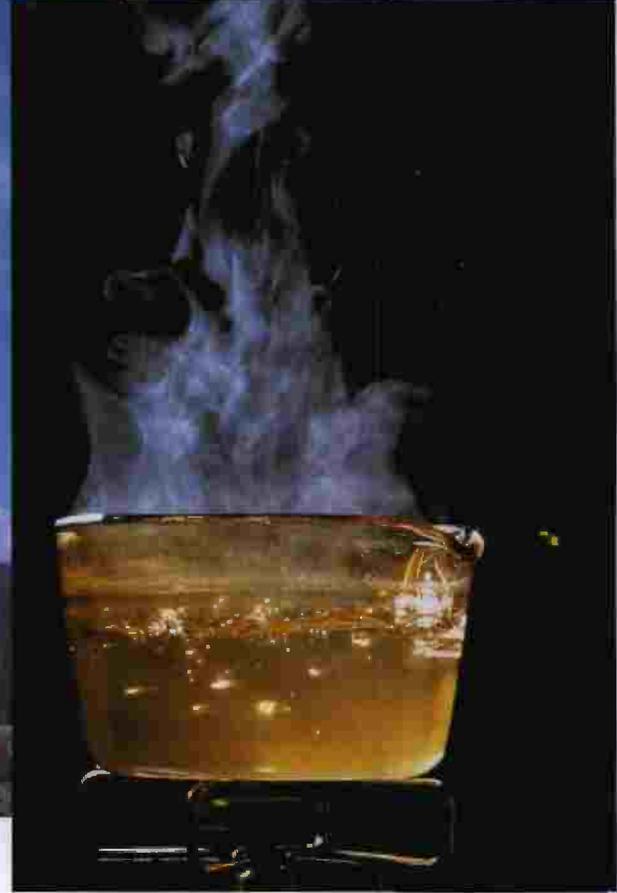
في درجة الصفر المتوي يتحول الماء إلى حالته الصلبة فيصبح ثلجاً. وهو يتكون من بلورات.



يمكن لأي مادة أن توجد في أي من الحالات الثلاث: الغازية، السائلة أو الصلبة. والأرض فقط هي الكوكب الوحيد بين المجموعة الشمسية التي تتوافر فيها الشروط الصحيحة للماء كي يتواجد في حالاته الثلاث. على أي حال؛ فإن الماء يتواجد بصورته الأكثر شيوعاً وهي الحالة السائلة. وفي هذه الحالة، تكون الجزيئات حرة في حركتها، لكنها تظل مشدودة إلى بعضها وتتماسك سوياً. وهذا يسمح للشكل السائل أن يتغير بسهولة وأن يسيل. في درجة الصفر المتوي  $0^{\circ}C$ ، وهي درجة تجمد الماء، يتحول الماء من سائل إلى صلب، الذي يُعرف باسم الثلج، في داخل جزيئات بلورة الثلج نرى الجزيئات تتراكم مع بعضها ولا تستطيع الحركة حول نفسها. وهذا يعطي بلورات الثلج شكلاً ثابتاً. على أي حال؛ إذا قربت ساخناً من الثلج، فإن الجزيئات داخل بلورة الثلج تبدأ في الاهتزاز، وتدرجياً تتحرر من الروابط الثابتة لتصبح ماءً مرة ثانية. وإذا ما زيد مقدار طاقة السخونة في الماء، فإن جزيئاته ستتهز بسرعة لدرجة أن بعض جزيئاته ستتحلل من قوة جذب السائل لها، وبذا تتبخر الجزيئات من سطح السائل مكونة غازاً، يعرف باسم بخار الماء، وهذه التغيرات في حالات الماء معكوسة (أي تتحول من الغاز إلى السائل إلى الصلب).



هذا النبع هو ماء طبيعي وهو ينفث عموداً من الماء الذي يغلي والبخار، ويجب علينا أن نقوم بتسخين الماء إلى درجة غليان ١٠٠ أم للحصول على الغاز أو بخار الماء.



ج

ما هي أفضل الظروف لتجفيف الملابس على حبل الغسيل؟

ويستطيع بخار الماء أن يتحول ثانية إلى الحالة السائلة من خلال عملية تسمى التكثيف، بينما يستطيع الماء السائل أن يتجمد مكوناً الثلج.

والماء -كأي سائل- يمكن أن يتبخر في أي درجة حرارة فوق درجة تجمده. فمثلاً يمكن تعليق الغسيل بالخارج في الأيام الباردة ومع ذلك فإن الماء سوف يتبخر من سطح الملابس المفسولة. نقطة الغليان لسائل ما هي أعلى درجة حرارة يصلها السائل دون أن يتبخر كاملاً، ودرجة غليان الماء هي ١٠٠ أم، وجزئيات الماء في بخار الماء تكتسب كثيراً من الطاقة وبالتالي تتحرك بسهولة مائئة أي مكان موجود. إذا ما برد بخار الماء فإنه يفقد حرارة سخونة، وبالتالي فإن جزئيات بخار الماء تتحرك أبطأ وسوف تتكثف وتصبح سائلاً مرة أخرى.

!

في فترة ما أثناء عصر الجليد البلاستوسين كان أكثر من ٣٠٪ من سطح الأرض مغطى بالجليد.

في الفصول التالية، سوف نستخدم مصطلح الماء لتشير إلى المياه في حالتها السائلة.

## دورة الماء في الكون



كيف يتدخل الناس في سير دورة الماء الطبيعية في الكون؟ وما هي نتائج هذا التدخل؟

رغم أن إمدادات الماء العذب على سطح الأرض محدودة مقارنة بحجم المياه المالحة، فإنه لا يبدو بتاتاً أن الماء العذب سينفد؛ وسبب ذلك أن الماء يتم تدويره بشكل طبيعي، والعملية الكاملة تسمى دورة الماء في الكون.

١- تتسبب طاقة السخونة الآتية من الشمس في تبخر جزيئات الماء من أسطح المحيطات، والبحار، والأنهار، والبحيرات وسطح الأرض. كما أن الماء يتبخر من السطح الخارجي للحيوانات عندما تعرق أو تلهث، وكذا من الأسطح الخارجية للنباتات في عملية تسمى التعرق (انظر ص ١٩).

٢- يتصاعد بخار الماء، وفي تصاعده ذلك يبرد ويتكثف مكوناً قطرات من الماء. وهذه القطيرات تكون سحبا في طبقات الجو العليا تحركها تيارات الهواء.

٣- تبرد قطيرات الماء هذه فيما بعد وتتحد مكونة قطيرات أكبر، فتسقط عندئذ في شكل المطر، وإذا كان الهواء بارداً فإن هذه القطيرات تسقط في شكل برد، أو مطر متجمد (القطقط). أو حتى ثلج، ويكون المطر كثيفاً على الأراضي المرتفعة.

٤- تسال مياه الأمطار في جداول ماء صغيرة، سرعان ما تتحد مكونة أنهاراً. وهذه بدورها تفرغ في البحيرات أو المحيطات. بعض المياه سوف تمتصها الأرض ليستفيد منها النبات، أو تتسرب إلى أعماق الأرض حتى تصل إلى النطاق المائي (انظر ص ٢٢). قد تتحرك المياه تحت الأرض بمحاذاة صخور حاملة للمياه تسمى بالطبقات الصخرية المائية (انظر صفحة ٢١) وتدرجياً تظهر ثانية من أحد الينابيع. أما المياه التي تتجه إلى الأنهار، والبحيرات والبحار سوف تتبخر عندئذ وتكرر دورة الماء.

الصور من أعلى إلى أسفل توضح المراحل المختلفة لدورة الماء في الكون:

- ١- التبخر.
- ٢- التكثيف.
- ٣- سقوط الأمطار.
- ٤- تكوين الأنهار وما يتبعه من التبخر.

## ما الذي يجعل الماء مهماً إلى هذا الحد؟



تمتص المحيطات كثيراً من طاقة السخونة. وهذا يعني أن الماء يمثل بيئة مثالية للحيوانات مثل السمك الذي لا يستطيع تنظيم درجة حرارة جسمه.

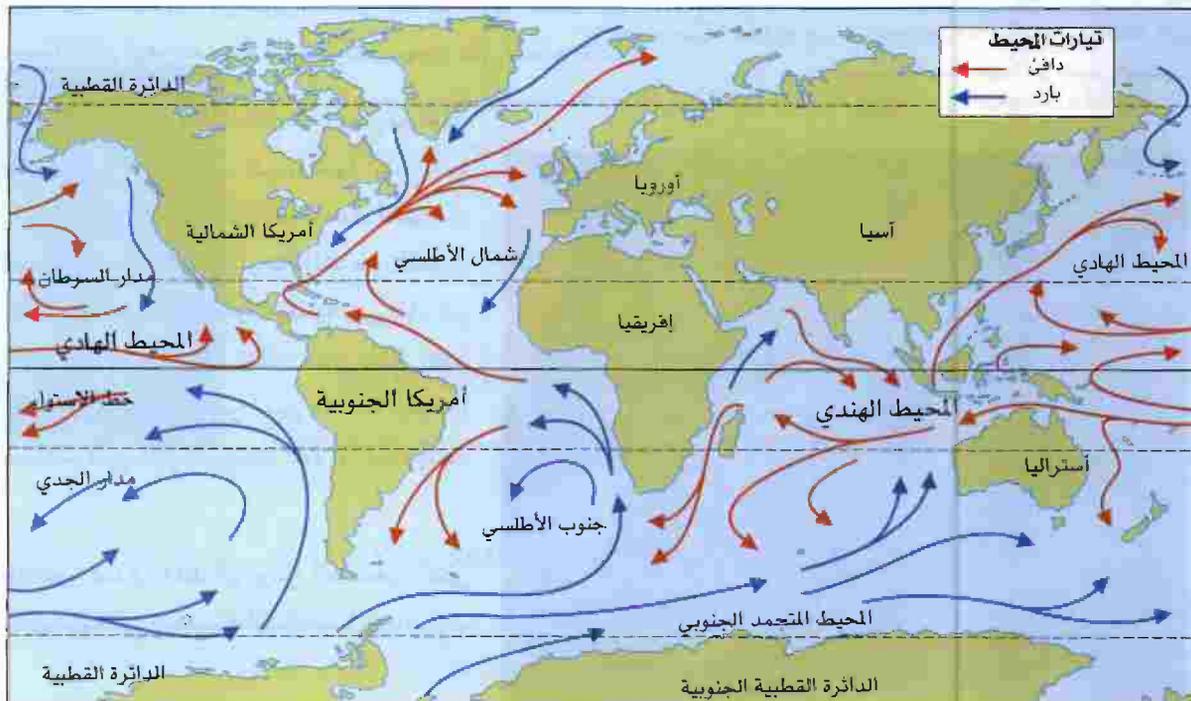
الماء مادة غير عادية ومفيدة إلى أبعد حد. وبداية فإن لها قدرة تسخين عالية، وهذا يعني أن الماء قادر على أن يستوعب كثيراً من طاقة السخونة دون أن يصبح دافئاً بشكل أكبر، أي أن الحرارة فقط سترتفع تدريجياً. وإذا ما أصبح الماء دافئاً لمرة، فإنه على أي حال سيفقد السخونة ببطء، وفي المحيطات العميقة تظل درجة الحرارة ثابتة نسبياً عند ٤م، موفرة بذلك بيئة مستقرة جداً للحيوانات والنباتات البحرية.

قدرة سخونة الماء تعني أنه أيضاً يأخذ قدرًا من طاقة السخونة ليسبب تبخر جزيئات الماء. معظم البحيرات نادراً ما تجف في الأجواء الحارة جداً؛ لأن الماء يستطيع أن يمتص قدرًا كبيرًا من طاقة السخونة دون أن يصبح ساخنًا بقدر يكفي لفقد الكثير من الماء بالتبخر.

ومن المعروف أن امتصاص كميات كبيرة من الطاقة الحرارية يؤدي إلى تكوين التيارات في البحار والمحيطات، فالمياه حول خط الاستواء تستوعب كثيراً من طاقة السخونة الآتية من الشمس. والمياه الأكثر دفئًا أقل كثافة من المياه الباردة. وسبب هذا أن الجزيئات في المياه الدافئة تتحرك بسرعة وتنتشر إلى الخارج حتى يتواجد عدد أقل منها في حجم معين مقارنة بالماء الأبرد؛ لهذا فإن الماء البارد يرتفع إلى السطح كما أنه (كما في نصف الكرة الشمالي) يكون تياراً يتحرك شمالاً باتجاه المياه الأكثر برودة. والمياه الأبرد في أقصى الأجزاء من القطب الشمالي لنصف الكرة الأرضية تقوص؛ لأنها كثيفة ثم تطفو ثانية باتجاه خط الاستواء. إن هذه التحركات للمياه الباردة والساخنة تؤدي إلى تكوين تيارات دوارة ضخمة في داخل المحيط تكون مسؤولة عن مناخ الكون.

تساب المياه في تيار الخليج بسرعات تصل إلى ٢٢٥ كم في اليوم الواحد.

تظهر الخريطة تيارات الماء في دورانها حول العالم. التيارات الدافئة توفر شتاءً أقل قساوة لمناطق مثل اليابان وبريطانيا العظمى وآلاسكا من فصول الشتاء التي تصيب المناطق الشمالية التي تخلو من التيارات الدافئة، تتيح للسكان الفرصة لأن يعيشوا في راحة أكثر في خطوط العرض الشمالية.





طبقة من الجليد تطفو فوق سطح بركة

من الخصائص الأكثر إثارة للماء أنه أقل كثافة في حالته الصلبة منه في حالته السائلة. وهذا واضح عندما نرى مكعبات الثلج تطفو على سطح الماء، أو طبقة من الثلج تطفو على سطح بركة، أو جبلاً من الجليد يطفو على سطح ماء البحر. وعندما يتجمد الماء فإن كثيراً من الهواء يدخل في تكوينه الصلب، مؤدياً إلى زيادة حجمه. والزيادة في الحجم تؤدي إلى تقليل كثافته، مما يسمح له أن يطفو. هذا التمدد في الحجم عندما يتجمد الماء يمكن أن يكون خطيراً إذا ما وضع الماء في داخل حاوية، مثل الأنبوب أو جدار الخلية النباتية، حيث إن التمدد قد يكون سبباً في أن يتشقق

الأنبوب أو يتشقق جدار الخلية منفتحاً. وعندما ترتفع درجة الحرارة عن درجة التجمد ينصهر الثلج ويتسرب الماء من الأنبوب المتكسر أو من جدار الخلية الذي أصابه الدمار.

إن غلاف الثلج يوفر في بعض الأحيان حاجزاً واقياً، فبعض النباتات والحيوانات التي تعيش في البرك تنجو من الشتاء القارس، ذلك أنه عندما تتجمد الطبقة العليا للماء فإن طبقة من الثلج تتكون. وهذه تمثل عازلاً حتى ضد الأجواء الأكثر برودة، وبذا تنجو الحيوانات التي في قاع البركة؛ لأن درجة حرارة الماء تبقى ثابتة عند ٤م.

وكثير من حيوانات البرك أيضاً تستفيد من خاصية أخرى للماء، ألا وهي التوتر السطحي فإذا لمست بيدك -حذراً- سطح الماء في مكان ما سيظهر لك غشاء رقيقاً على سطح الماء. هذا الغشاء ينتج عن التوتر السطحي للماء، إنه قوي بدرجة ما، وقوي بدرجة كافية للحيوانات الصغيرة، مثل الخيتور (بق طويل الأرجل يستند عليها طافياً فوق سطح ماء البركة الراكد - المترجم)، التي توفر له دعامة ويتحرك بسهولة على سطح الماء.

يحدث التوتر السطحي لأن جزيئات الماء تتجاذب ومن ثم تميل لأن تتحد مع بعضها. وعلى سطح الماء تتجذب إلى بعضها أكثر بقوة أكبر من جزيئات الهواء، وهذا يعني أن أي جزيئات تصعد أعلى من مثيلاتها فإنها تسحب إلى أسفل مرة ثانية. ونتيجة ذلك هو الغشاء الظاهر فوق سطح الماء، على أي حال؛ إذا نظرت بعناية إلى الماء في كأس من الزجاج النقي، فقد تلاحظ، أنه في المكان الذي يلتقي فيه الزجاج بالماء، فإن الماء يحاول أن (يزحف) إلى أعلى متسلقاً جوانب الكأس. وهذا ناتج عن تجاذب قوي بين جزيئات الماء أو الجزيئات الموجودة في الزجاج.

ويبقى القول أن الماء غير عادي؛ ذلك أن توتره السطحي أعلى بكثير مما نتوقعه في سائل ما، وفي الحقيقة أنه أعلى ثلاث مرات مما نتوقع.

ب

إذا كانت إحدى البرك مغطاة بالجليد فأين يمكن أن تجد ادفاً غلاف فيها؟

ب

لماذا يطفو خمس جبل الجليد فقط على سطح الماء؟

الخيتور هنا يرتكز على دعامة على سطح الماء مستفيداً من التوتر السطحي للماء.



## كيفية منع تكوين الجليد

يمكن منع الماء من التجمد بإضافة كيماويات متعددة، الملح، مثلاً، يخفض درجة الحرارة التي يتجمد عندها الماء عدة درجات تحت الصفر المتوي. وعادة ما ينثر الملح على الطرق في الأجواء الباردة لمنع تكون الجليد. ثمة مادة كيميائية ضد التجمد تدعى جليكول الإثيلين، توضع في أجهزة تبريد السيارات لتمنع تجمد الماء في الرادياتير. فالمحلول المكون من ٢٣٪ من جليكول الإثيلين و٦٦٪ من الماء ستكون نقطة تجمده -٢٠م (عشرين تحت الصفر المتوي).

بعض النباتات والحيوانات تستخدم كيماويات لتمنع بها تدمير خلاياها إذا ما تعرضت لدرجات حرارة تحت الصفر. فالسمندر السيبيري (وهو حيوان يشبه السمندل المائي) يمكن أن ينجو من درجات حرارة منخفضة إلى غاية -٥٠م (خمسین تحت الصفر المتوي). والصيف في سيبيريا يستمر لثلاثة أو أربعة أشهر، لذا فإن السمندر ينجو بأن يعيش متجمداً في التربة أو بين النباتات، وفي أواخر الصيف يبدأ في التكيف مع درجات الحرارة المنخفضة بإنتاج مواد كيماوية تمنع التجمد التي تحل محل الماء في دمها وتحمي خلاياها من بلورات الثلج. هناك حيوانات أخرى تستطيع أن تتجو من التجمد أيضاً. فمعظم الضفادع يمكن أن تدخل في سبات تحت الصخور، أو في الماء تحت الجليد مع وجود ما تصل نسبته إلى ٦٥٪ من الماء من جسمها في شكل ثلج.

يمكن لضفادع السمندر السيبيرية أن تبقى مجمدة في الأرض لسنوات طويلة، وعندما يذوب عنها الثلج، تستأنف حياتها كأن شيئاً لم يكن.

كثير من الحيوانات التي تعيش في مياه جليدية -مثلاً الأسماك التي تعيش في المنطقة القطبية- لديها جزيئات بروتينية في سوائل جسمها ودمها، تسمى بروتينات مانعة التجمد. على أي حال؛ فإن هذه البروتينات لا تعمل مثل مانع التجمد في السيارة، وذلك بخفض درجة تجمد الماء. بدلاً من ذلك، هي تقوم بتغطية أي بلورة ثلج فور تكوينها وتمنعها من النمو في الجسم مما قد يدمر خلاياها، وقد كشفت الفحوصات الأخيرة أن بروتينات منع التجمد قد تكون

## تجربة

### درجات التجمد



في هذه التجربة البسيطة ستكتشف تأثير الملح العادي على درجة تجمد الماء، ستحتاج إلى صينيتين مصنوعتين من البلاستيك، لعمل مكعبات الثلج، ملح، سكر، ملعقة شاي، وعاء صغير، ساعة إيقاف أو ساعة حائط وبعض الماء البارد.

١- املا إحدى الصينيتين بماء الصنبور (الحنفية)، ضع الصينية في مكان صنع الثلج (الفریزر) بالثلاجة.

٢- سجل الوقت المستغرق حتى يتجمد الماء في تلك الصينية عن آخره ويصبح ثلجاً.

٣- املا الوعاء إلى منتصفه بالماء وأضف إليه ملعقة شاي مملوءة ملحاً، حرك الماء بدقة حتى يذوب الملح. املا الصينية الثانية بالماء المالح.

٤- سجل الوقت المستغرق حتى يتجمد الماء المالح. هل يتجمد الماء المالح أصلاً؟

٥- كرر التجربة، ولكن هذه المرة أذب السكر بدلاً من الملح في الماء. كم من الوقت يستغرق حتى يتجمد؟ هل للسكر أي تأثير على درجة

تجمد الماء؟

هامة جداً في المستقبل، فقد تستخدم في صناعة الغذاء، مثلاً لتنظيم تكوين بلورات الثلج في الآيس كريم؛ وقد يمكن استخدامها لحفظ الأنسجة البشرية. ويقوم مهندسو الجينات بإجراء تجاربهم على النبات، خصوصاً المحاصيل، لتمكينها من تكوين بروتينات عدم التجمد الخاصة بها حتى تصبح أكثر مقاومة للصقيع.

## المطر الحامض

من الناحية المعيارية، الماء لا هو حامضي ولا هو قلوي كذلك؛ فهو ذا أس هيدروجيني قيمته ٧.

ومقياس الأس الهيدروجيني هو قياس للحامضية أو القلوية للمواد، وهو يتدرج من (حامض جداً) إلى ١٤ (قلوي جداً)، وعلى أي حال؛ فإن المواد الكيميائية يمكن أن تذوب في الماء لتجعله إما حامضياً أو قلوياً، فمثلاً؛ ثاني أكسيد الكبريت، هو غاز ينتج في الجو الطبيعي، ينحل بالكامل في الماء ليحوله حامضياً، ويمكن أن يصبح الماء أيضاً حامضياً إذا انساب عبر صخور حامضية مثل الجرانيت، أو أنه يمكن أن يصبح قلوياً إذا انساب عبر صخور غنية بالكالسيوم مثل الطباشير أو الحجر الجيري.

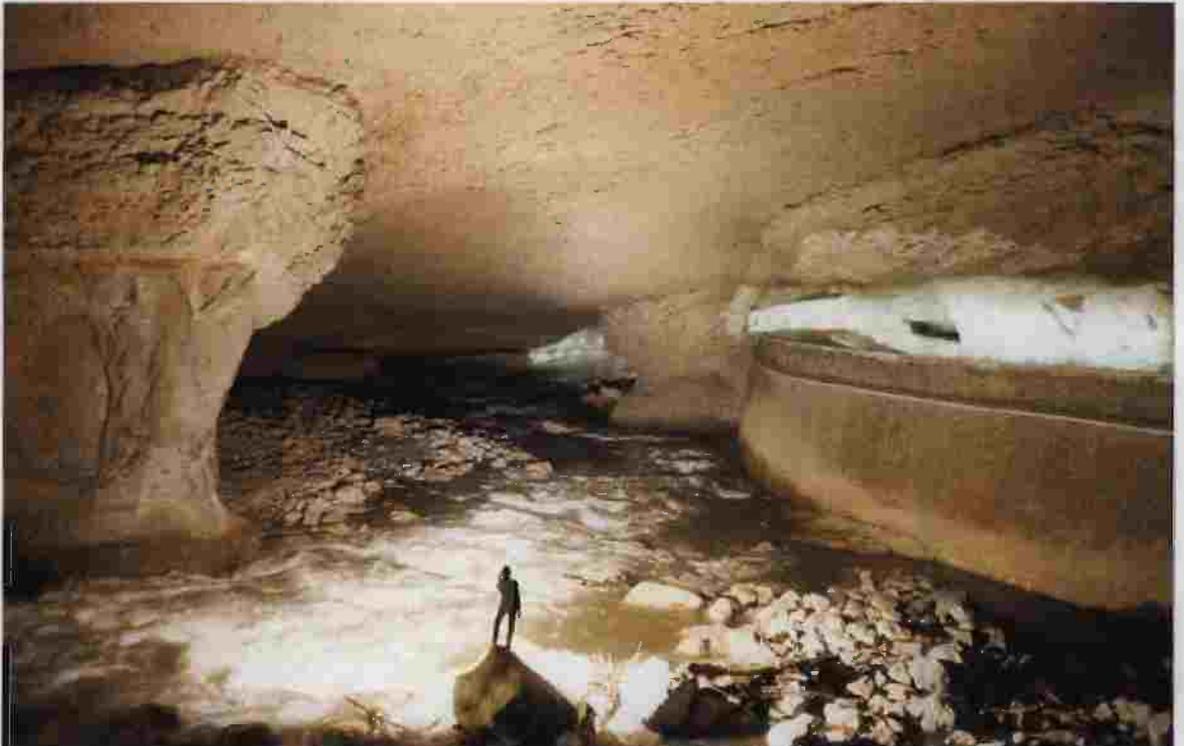
الماء الحامضي هو المسؤول عن وجود الكهوف الضخمة تحت الأرض الموجودة في الكثير من المناطق الجيرية، فبينما تتخلل المياه الحامضية الصخور في الحجر الجيري، يقوم التفاعل الكيميائي الحادث بتكسير الصخور. فالحجر الجيري غني بكاربونات الكالسيوم، وهو بهذا يتفاعل مع الحامض، وبينما هو يفعل ذلك، يصبح الحجر أكثر ضعفاً ويتفتت، وعبر آلاف السنين، يتكون هذا النوع من التعرية، وما يزال يتسبب في تكوين كهوف هائلة ومنظومات أنفاق تحت الأرض.

ونفس العملية تحدث الآن بسبب التلوث البيئي. فاحتراق الوقود العضوي في محطات الطاقة وفي السيارات ينتج عنه تكوين غاز ثاني أكسيد الكبريت، وهذا الغاز يتصاعد إلى طبقات الجو العليا حيث ينحل في بخار الماء مكوناً حامض الكبريتيك المخفف.

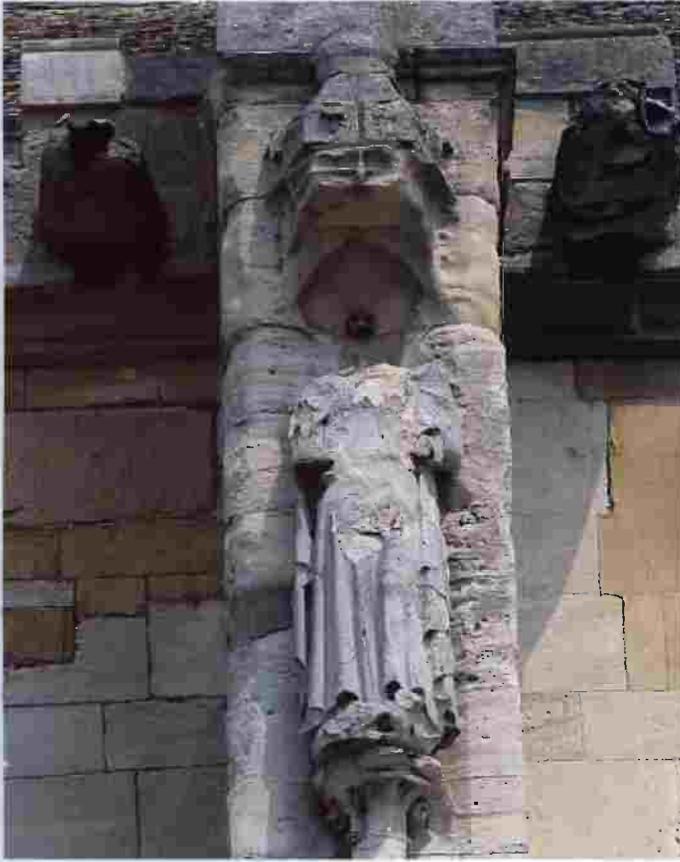
ما هي الكيفية التي يستطيع بها الثلج المتكون في الخلايا أن يدمر الكائنات الحية؟

ثمة حلزون يعرف باسم صدف البلع يستطيع أن يحفر ثقباً في حجر الجير مذيئاً الصخر بحامض يفرزه جسمه.

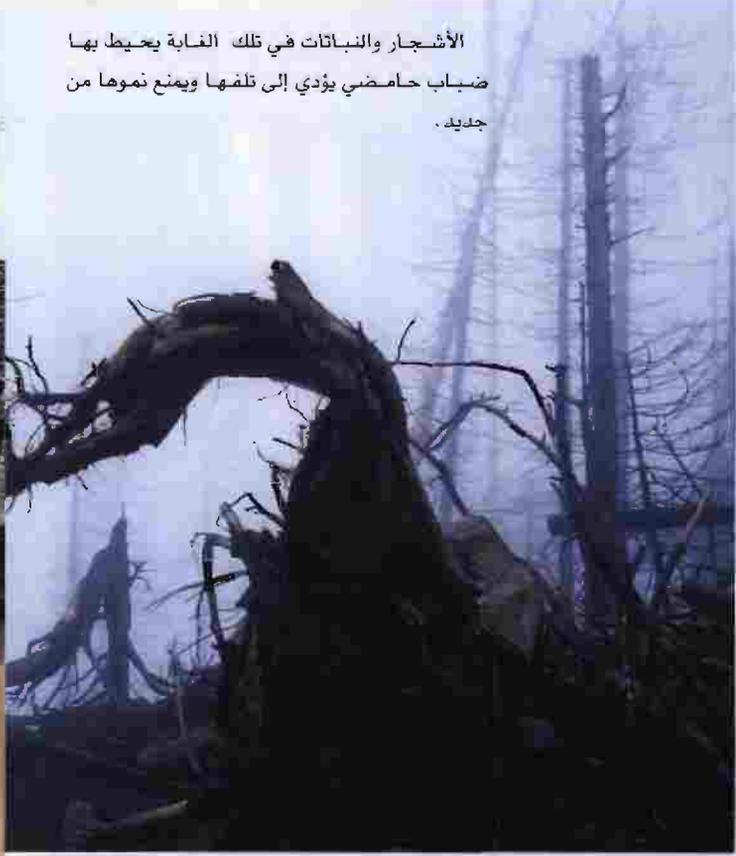
تتكون منظومات الكهوف تحت الأرضية عندما تتخلل المياه صخور الحجر الجيري.



الأشجار والنباتات في تلك الغابة يحيط بها  
ضباب حامضي يؤدي إلى تلفها ويمنع نموها من  
جديد.



قامت الأمطار الحامضية بتعمرية قدر كبير من  
هذا التمثال الحجري لدرجة أن أجزاء كبيرة منه قد  
تفتت.



وعندما يتكثف بخار الماء الحامضي هذا ويسقط إلى الأرض،  
فإنه يعرف بالمطر الحامضي. والمطر الحامضي يمكن أن يكون له أثر  
مدمر على الأشجار والبحيرات، وخصوصاً المناطق المرتفعة التي  
اعتادت على سقوط الأمطار. فالمطر الحامضي الذي يسقط على  
الغابات تدريجياً، يحول الأس الهيدروجيني لمستوى التربة، وبدوره  
يؤثر ذلك على صحة الأشجار، وأشجار الصنوبر بصفة خاصة لديها  
حساسية للأمطار الحامضية، وخلال فترة زمنية معينة، نجد أشواكها تتحول إلى اللون  
الأصفر ثم تسقط. وفي خلال سنوات قليلة يكون الدمار الذي أصاب الأشواك كافياً لأن  
تموت الأشجار نفسها.

وعندما يتم صرف المطر الحامض في البحيرات، فإنه يؤثر على الأس الهيدروجيني  
لماء البحيرة. فالماء الحامضي يدمر خياشيم السمك مثل السلمون المرقط بأنواعه، كما أن  
الحيوانات غير الفقارية الصغيرة في البحيرات ستموت أيضاً، وبمرور الوقت ستصبح  
البحيرات بلا حياة.

وأضرار الأمطار الحامضية معروفة جداً في أسكندنافيا: (النرويج والسويد والدنمارك،  
وأحياناً أيسلندا، وجزر فادو) (المترجم). وأوروبا الشرقية وأجزاء من أمريكا الشمالية، وكثير  
من المطر الحامضي يأتي من الدول الصناعية البعيدة عن هذه المناطق، ولكن الرياح المنتشرة  
تحمل المطر الحامضي إلى مسافات بعيدة، كما أن المطر الحامضي يؤثر أيضاً على المباني  
المصنوعة من الحجر الجيري، ويدمر المطر الحامضي واجهات الأعمال الحجرية المعقدة، وفي  
النهاية تختفي جميع التفاصيل التي على تلك الأعمال، والمشكلة يصعب حلها بشكل كامل،  
ولكن الاستخدام المتزايد للفلاتر التي تثبت فوق فوهات أنابيب تصريف عوادم المنشآت  
الصناعية تساعد في التقليل من كمية غاز ثاني أكسيد الكبريت التي تفتت في الغلاف  
الجوي.

### كلمات أساسية

- **التبخّر:** هو تحول من الحالة السائلة إلى الغازية.
- **الطاقة الحرارية:** هي كمية الطاقة الحرارية المطلوبة لرفع درجة الحرارة لقدر معين من الماء درجة واحدة مئوية (أ م).
- **التوتر السطحي:** هو القوة الجزيئية التي تشد سطح السائل إلى أصغر مساحة ممكنة.

## الماء كمذيب

كثير من المواد تذوب في الماء، والمادة التي تذوب في سائل تسمى مادة مذابة، فالسكر مثلاً؛ يذوب في الماء، والماء هو المذيب والسكر يعرف كمادة مذابة، فالمذيب والمذاب سوياً يكونان المحلول، وعندما يكون الماء هو المادة المذيبة يقال: إن المحلول مائي، وحيث إنه يوجد الكثير من الماء في أجسام الكائنات الحية (انظر صفحة ٤)، فإن الماء مذيب هام، والمواد مثل الجلوكوز تذوب في الماء الموجود بالدم، الذي يسمح للجلوكوز أن ينتقل في الدورة الدموية في جسم الإنسان (انظر صفحة ١٨) وفي النباتات فإن أهم مادة يتم نقلها وأكثرها شيوعاً هي السكروز، الذي يذوب في الماء أيضاً.

هناك حد لكمية المذاب التي يمكن إذابتها في مذيب. فمثلاً؛ إذا أضيفت كميات متزايدة من السكر إلى الماء سنصل نقطة عندها لن يذاب مزيد من السكر في الماء. يقال عندها إن المحلول قد تشبع، والنقطة التي يكون عندها التشبع تعتمد على درجة حرارة المذيب؛ لأن الماء الدافئ سيذيب كمية من السكر أكثر من الماء البارد. هناك استثناء هام لهذه القاعدة العامة، ذلك أن الغازات تذوب في السوائل، وعلى أي حال؛ فإن الغازات تصبح فعلياً أقل انحلالاً مع ارتفاع درجة الحرارة. فالماء سيحتفظ بكمية من الأوكسجين المذاب في درجة منخفضة أكبر من تلك التي يحتفظ بها في درجة حرارة مرتفعة، وهذا له تأثيره على الكائنات الحية الموجودة في الماء، فالأسماك مثل السلمون والتروتة (نوع من السلمون) تحتاج إلى كمية من الأوكسجين وهي حساسة جداً لكمية الأوكسجين المذاب في الماء.



الكثير من السكروز ينتقل أسفل جذع قصب السكر حيث يمثل مصدراً رئيساً للسكر بالنسبة للناس، والسائل المأخوذ من قصب السكر يسخن حتى يتبخر منه الماء. مخلفاً وراءه بلورات من السكر.

يحتاج السمك كثيراً من الأوكسجين، ولذا فإنه من أول الحيوانات التي تموت إذا نقصت مستويات الأوكسجين من الماء.

هل يمكنك أن تفكر في خمس مواد في منزلك يمكن أن تذاب في

الماء



يمكن زيادة كمية الأوكسجين في مياه أحواض السمك عن طريق ضخ الهواء مباشرة في الماء.

هناك نوع خاص من أنواع تلوث الماء، ألا وهو التلوث الحراري الذي يمكن أن يؤثر بشكل درامي على هذه الأسماك. فمحطات القوى تستخدم المياه من الأنهار والبحار كمبردات (انظر صفحة ٣٢) وتعيدها إلى مصدرها كماء أكثر دفئاً. وعلى أي حال؛ فإن الماء الأكثر دفئاً يحتوي على أوكسجين أقل؛ ولذا فإن السلمون والتروتة غالباً ما تموت عندما تضخ المياه الساخنة في الأنهار التي تسكنها.

والشيء نفسه يمكن أن يحدث أثناء المناخ الحار عندما تصبح درجة حرارة النهر عالية بشكل غير عادي. وهناك القليل الذي يمكن عمله لتخفيض درجة حرارة المياه، لكنه من الممكن رفع مستوى الأوكسجين صناعياً، في أجزاء من نهر التايمز، وفي أنهار أخرى قليلة، كانت هناك سفينة تدعى (الفوارة) تنتقل إلى المناطق التي بها مثل تلك المشاكل وتقوم بنفث فقاعات من الأوكسجين مباشرة في الماء، على أي حال؛ فإن هذا يوفر حلاً قصير الأجل.

في بعض الأحيان من الممكن أن نجعل المادة أكثر ذوباناً في الماء دون رفع درجة الحرارة، وأحد الوسائل لتحقيق ذلك هي زيادة الضغط المبذول على السوائل، فإذا ما بذلت قوة على سائل، فإن مزيداً من جزيئات الغاز سوف تذوب في

## تجربة

### السوائل المشبعة

في هذه التجربة البسيطة سوف تكتشف مقدار المادة المذابة التي يمكن إذابتها في حجم محدد من الماء.

سوف تقارن بين تحلل مادتين في درجتين حرارة مختلفتين، ستحتاج إلى مخبر كبير أو وعاء، ترمومتر، مخبر مدرج، ميزان، ملعقة، قليل من الماء البارد، قليل من ملح الصوديوم العادي (كلوريد الصوديوم) وبعض السكر.

١- صب ١٠٠ سم<sup>٣</sup> من الماء البارد في المخبر. قس درجة حرارة الماء، زن ١٠ جم من الملح وأضفها إلى الماء، قلب المحلول لتساعد في ذوبان الملح.

٢- أضف ١٠ جم أخرى إلى الماء، هل تذوب الكمية كلها؟ استمر في إضافة ١٠ جم أخرى واستمر في التقليب حتى تصل إلى نقطة لا يذوب عندها الملح إطلاقاً. الآن لديك محلول مشبع.

٣- كرر هذه التجربة باستخدام ماء ساخن من الصنبور. مثاليًا يجب أن تكون درجة حرارة الماء قرابة ٤٠م، لاحظ مقدار الملح الذي يجب أن تضيفه حتى تصل إلى أنه لا يمكن ذوبان المزيد، هل يمكنك تذويب المزيد في الماء الدافئ.

٤- كرر هذه التجربة ثانية مستخدماً الماء البارد أولاً ثم الماء الساخن، ولكن مستخدماً السكر محل الملح.

أيهما أكثر تحلاً، الملح أم السكر؟ ما هو تأثير درجة حرارة الماء على ذوبان المادة؟ يمكنك أن تجرب هذه التجربة باستخدام مواد أخرى من المطبخ مثل القهوة سريعة الذوبان.



كثير من المياه المعدنية الغازية طبيعياً ينزع منها الغاز قبل تعبئتها في قوارير. بعدئذ يحقن الغاز ثانية تحت ضغط أكبر. مما هو عليه في الوضع الطبيعي. جاعلاً الماء أكثر غازية.

السائل، والمشروبات الفوارة والمياه الغازية مثال على هذا الأسلوب في التفاعل. ذلك أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو المسؤول عن الفقاعات التي نراها في المشروبات، التي تتحلل فيها تحت الضغط، وعندما تفتح العلبه أو القارورة، فإن الضغط يزول كما أن الغاز الزائد يكون قادراً على أن يتطلق في شكل فقاعات. وبينما يتحرك الغاز في شكل فقاعات باتجاه السطح فإن المشروب يفقد غازيته، ويصبح في النهاية متعادلاً. في بعض الأماكن في العالم تخرج المياه من الأرض غازية لتوها، فالماء في الأرض يكون واقعاً تحت ضغط ومحتويًا على غازات ذائبة فيه، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون. وعند خروج الماء من الأرض فإن الضغط يقل سامحاً لفقاعات الغاز أن تتطلق في الهواء الجوي.

### الماء الثقيل والماء الخفيف

في أجزاء كثيرة من العالم تتكون تدريجياً رواسب بيضاء صلبة داخل الغلايات، والمواسير والحاويات الأخرى للمياه. يقال: إن الماء في هذه المناطق ثقيل، ثمة علاقة أخرى للماء الثقيل، إنه من الصعب الحصول على رغوة للصابون كما أن كثيراً من الزيد يظهر على السطح، أما في المناطق التي بها المياه الخفيفة، فقط تحتاج لكمية بسيطة من الصابون أو الشامبو للحصول على الرغوة، فالمياه الثقيلة تحتوي على كالسيوم ذائب وأملاح ماغنيسيوم مثل هيدروكربونات الكالسيوم (الأكثر انتشاراً) وكذلك كبريتات الماغنيسيوم.

عادة ما توجد المياه الثقيلة في المناطق التي توجد فيها الصخور الجيرية أو الطباشيرية، وهذه الصخور غنية بالمعادن التي لا تذوب في الماء. على أي حال؛ إذا كان الماء فقط حامضياً بشكل مخفف (راجع صفحة ١٢)، فإن كربونات الكالسيوم التي في الصخور تتفاعل مع الحامض الموجود في الماء وتتحول بالتالي إلى هيدروكربونات الكالسيوم. وعندما يغلي الماء الثقيل، فإن هيدروكربونات الكالسيوم تتحول إلى كربونات الكالسيوم، وحيث إن كربونات الكالسيوم غير قابلة للذوبان فإنها تخرج من المحلول وتتجمع

على جانبي الغلاية مكونة طبقة أو غلافاً رقيقاً من الكالسيوم، وتعرف هذه بالطبقة الجيرية، أما الماء المتبقي في الغلاية فقد أصبح الآن ماءً خفيفاً! فالماء الثقيل المحتوي فقط على هيدروكربونات الكالسيوم يوصف بكونه ثقيلًا مؤقتًا، ذلك أن غليه كفيلاً بأن يزول سبب كونه ثقيلًا، على أي حال؛ إذا حوى الماء أملاحاً أخرى من الكالسيوم والماغنيسيوم، فليس بالمستطاع إزالة ثقله بالغلي ومن ثم يوصف بأنه ماء ثقيل بصفة دائمة.

في الماضي، كانت هناك مشكلة رئيسة في استخدام الصابون في مناطق الماء الثقيل تتمثل في كمية الزيد الملوث الذي يتكون على سطح الأنهار.

مكونات هذه الغلاية الكهربائية مغطاة بطبقة من ماء النجير الأبيض الثقيل.



## اختبار الماء الثقيل



في هذه التجربة ستقوم باختبار ثقل عدد من عينات مختلفة من الماء، وستحتاج أولاً أن تقوم بجمع بعض من عينات الماء، حاول جمع عينات من ماء الصنبور، ومن الماء الذي تم غليه ثم تم تبريده، المياه المحلاة، المياه المعدنية وكذا مياه الأمطار، وستحتاج أيضاً بعض الصابون السائل، وخمس برطمانات مربي مع أغطيتها، ومرود (قطارة) عيون، المياه المحلاة لن يكون فيها أي أملاح، ولذا فلن تكون ثقيلة، يمكنك أن تقارن جميع نتائجك بتلك التي أجريت على الماء المحلى، فالماء المحلى هنا يشار إليه على أنه عنصر تحكم.

١- املاً برطماناً إلى نصفه بالماء المحلى، أضف عشر نَقَط من الصابون السائل، ضع غطاء البرطمان ورج جيداً، ما كمية الرغوة الناتجة؟ دون كمية الرغوة.

٢- أعد هذا الاختبار مع العينات المختلفة للمياه. تأكد أنك تستخدم نفس الكمية من الماء في كل برطمان، لاحظ الآن، أي عينة أعطت القدر الأكبر من الرغوة؟ كيف يمكنك تطوير عمل هذه التجربة؟ كيف يمكنك تعديلها لاختبار الشامبوهات.

ن.

ما تأثير الغلي على بعض أنواع الماء الثقيل؟

فقد تكوّن الزبد عندما أضيف المحتوى على الصابون إلى الماء الثقيل. ويتجمع على سطح بعض الأنهار طبقة كثيفة من غُسالة الصابون. على أي حال تم حل تلك المشكلة على مستوى كبير باستخدام المنظفات الخالية من الصابون، بغية ألا تكوّن معظم سوائل الفسيل، والمساحيق والشامبوهات تلك الطبقة عند استخدام الماء الثقيل.

بعض المنظفات تتفاعل مع الكيماويات الموجودة في الماء مكونة زبداً بغيض الشكل يطفو على السطح.

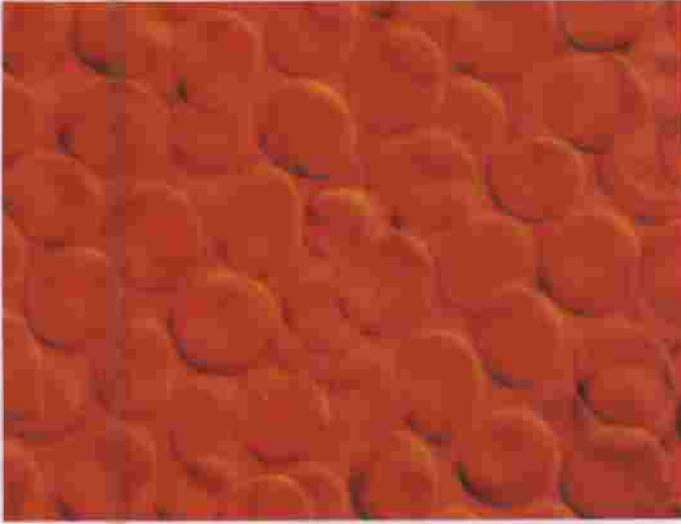


- **التشيع:** هو الدرجة التي عندها لا تستطيع كمية أكبر من المادة أن تذوب في مذيب ما.
- **المذاب:** هو المادة التي سوف تذاب في مذيب.
- **المذيب:** هو مادة مثل الماء التي سيداب فيها مادة أخرى.

## الماء كوسيلة نقل وإمداد

جميع الكائنات الحية تحتاج مخزوناً من الماء كي تعيش، وللماء وظائف مختلفة، ولكن اثنين منها هما الأكثر شيوعاً وهما: نقل المواد حول جسم الكائن الحي وفعلياً الحفاظ على حياته، إما داخلياً أو خارجياً، واليوم تنقل كميات كبيرة من المياه عبر مسافات بعيدة حتى يتم توصيلها إلى الأفراد في مواطنهم، وتنقل المياه من الأنهار والبحيرات وأماكن التخزين الأخرى إلى المدن.

### المياه كوسيلة نقل



يشكل الماء نصف حجم دم الإنسان تقريباً، والإنسان يحمل خمسة لترات من الدم في جسمه، وهذا الدم يتكون من جزأين أساسيين، هما: البلازما والخلايا، والبلازما سائل لزج مائل للصفرة يتكون معظمه من الماء، ثمة مواد كثيرة مذابة في الماء، فغذاء، مثل الجلوكوز، والأحماض الأمينية تمتص من الأمعاء وتنقل عن طريق الدم حول الجسم وصولاً إلى الخلايا كلاً على حده. كما أن الدم أيضاً ينقل الفضلات مثل اليوريا. وهذه تنطلق من الخلايا وتذوب في ماء البلازما. ثم تنقل اليوريا إلى الكليتين (انظر صفحة ٤١) حيث يتم التخلص منها. ثم نوع آخر من الفضلات، وهو غاز ثاني أكسيد الكربون. وهو ينقل عن طريق الدم من الخلايا إلى الرئتين، ويوجد في جسم الإنسان رسل كيميائية، التي تسمى هرمونات، وهي تنقل أيضاً عن طريق الدم. والهرمونات لها أدوار محددة في جسم الإنسان، فمثلاً: يوفر هورمون الأدرينالين استعداد الجسم الإنساني لأن يقاوم أو يهرب. فإذا ما شعرت بالخوف فإن هذا الهرمون ينطلق من غدة دقيقة بالقرب من إحدى الكليتين وينقل إلى أعضاء الجسم عن طريق الدم. وهذا ما يجعل قلبك ينبض أسرع من المعتاد ويجعلك أيضاً تتنفس أسرع.

يوجد ما يزيد على خمسة الاف مليون خلية دم حمراء في كل لتر من الدم، ووظيفتها هي نقل الأكسجين إلى الخلايا. وهي تنقل عبر سائل يسمى البلازما يتكون أساساً من الماء.

يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا معلقة في البلازما وهي: خلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء والصفائح. وخلايا الدم الحمراء مسؤولة عن نقل الأوكسجين. فهي تحمل الأوكسجين من الرئتين وتنقله إلى كل خلية في جسم الإنسان. أما خلايا الدم البيضاء فلها دور مهم في جهاز المناعة في الجسم، فهي تقوم بتدمير البكتيريا والكائنات الأخرى المسببة للأمراض التي تجد طريقها إلى أجسامنا. والنوع الثالث من الخلايا، وهو الصفائح، فهي أجزاء صغيرة من الخلايا، ووظيفتها تتلخص في مساعدة الدم على التجلط عندما يتعرض أحد الشرايين أو الأوردة للإصابة.

والنباتات تعتمد أيضاً على الماء في نظام نقلها الداخلي للغذاء. ففيها نوعان من الأنسجة مسؤولان عن حركة المواد الغذائية في النبات، إحداهما نسيج يسمى زيلام (الجزء الخشبي من النبات) وهو مسؤول عن نقل الماء والمعادن المذابة من الجذور إلى أجزاء النبات فوق سطح الأرض.

قد يبدو الدم أحمر اللون لكن الجزء السائل من الدم، وهو البلازما عديم اللون، أما اللون فيأتي من صبغ أحمر يسمى الهيموجلوبين.

ما نوع العنصر الغذائي الموجود في درنة البطاطس؟

يقوم الكرفس بامتصاص الماء عبر الزيلام تماماً كما نشطف السوائل باستخدام القشبة (يلاحظ أن قنوات النقل الموجودة في زيلام الكرفس تكون حمراء اللون في الجزء السفلي العصوي منها).



ما هي الشروط التي تسبب أكبر كمية من النتج في أوراق النباتات؟



يصعد الماء إلى أعلى النبات عبر أنابيب تسمى قنوات الزيلام التي تشبه إلى حد كبير حزمة من القشبات المستخدمة في الشرب؛ لأنك تقوم بامتصاصه عند قمة القشبة، والنباتات تسحب الماء من الأرض بطريقة مشابهة، وفي حين يُسحب إلى أعلى من الجذور مروراً بالساق ليعوض الماء المفقود. وينتج عن هذا انسياب مستمر للماء من الجذور إلى الأوراق، ويسمى تبخر الماء من الأوراق بعملية النتج.

والأوراق لها مسام دقيقة تسمى الثغور، ومعظمها موجود تحت سطح الأوراق، وقد صنع الخالق هذه الثغور لتسمح للغازات بأن تدخل وتخرج إلى ومن النبات من أجل عملية التمثيل الضوئي (وهي عملية تكوين الغذاء من ثاني أكسيد

الكربون والماء باستخدام الطاقة الضوئية)، والتنفس (وهو العملية التي يتم فيها تكسير الجلوكوز والمواد الغذائية الأخرى لتتطلق فيها الطاقة اللازمة للنبات). كما أنه عندما تفتح تلك الثغور يكون بمقدور بخار الماء أن ينطلق أيضاً، ويكون فقدان الماء ليلاً أقل منه نهاراً؛ لأن الثغور تكون مغلقة، وكثير من الأوراق لها غطاء لامع شمعي ضد الماء على أسطحها العليا، وتعرف تلك الأغشية باسم البشرة، وهذه الأغشية تساعد في التقليل من فقد الماء؛ ذلك أن النباتات التي لها بشرة شمعية يمكنها أن تفقد الماء عبر الثغور التي على الأسطح السفلية للأوراق.

أما النظام الثاني للنقل في النبات فيعرف باسم اللحاء، وهذا النسيج

مسؤول عن نقل مواد الطعام مثل السكر من الأوراق إلى أي مكان يحتاجه النبات. وقد يحدث ذلك في البراعم أو الأغصان الجديدة أو الجذور من أجل نموها، أو في مناطق التخزين مثل جذور الجزر أو درنات البطاطس حيث يحفظ الغذاء لاستخدامه لاحقاً.

الجزء السفلي من ورقة الزنبقة هذه تحتوي على عدد كبير من المسام تسمى ثغوراً. وعندما تكون هذه الثغور مفتوحة يمكن لبخار الماء المخزون أن ينطلق إلى الهواء.

## تجربة

## التحقق من عملية النتح في النبات

تهدف هذه التجربة إلى التحقق من معدل فقد نبات الإصيص للماء. وكل ما تحتاجه لإجراء هذه التجربة هو نبات إصيص صغير مثل الفرنوقي (إبرة الراعي)، كيسان من البلاستيك، ورباطان من المطاط وميزان.

١- أروِ النبتة وتخلص من الماء الزائد.

٢- ضع كيساً من البلاستيك حول الإصيص وأمن وضع الكيس بربطه إلى الساق بالرباط المطاطي (انظر الصورة). هذا الإجراء سيمنع تبخر الماء من تربة الإصيص مما يؤثر على نتائج التجربة.

٣- زن تلك النبتة ثم ضعها بعد ذلك على إفريز شبك في يوم مشمس. اترك النبتة هناك لساعات عدة وبعدها أعد وزنها. دَوِّن الوزن الجديد، واحسب مقدار الفاقد من كتلة النبات والإصيص بطرح الوزن الجديد من الوزن الأصلي.

٤- ستكون بحاجة لأن تعوض فاقد الماء قبل بداية الخطوة التالية. خذ إناءً وضع فيه مقداراً من الماء يساوي المقدار الذي فقده النبات.

فك الرباط المطاطي وأضف الماء إلى التربة. أعد وضع الرباط المطاطي، ثم ضع النبتة في خزانة مغلقة حتى لا يصلها أي ضوء، اتركها مثل المدة التي تركتها معرضة للشمس وبعد ذلك أعد وزن النبتة والإصيص، دَوِّن الوزن الجديد واحسب ثانية الفاقد في الوزن، هل فقد النبات القدر من الماء نفسه في المكانين.

٥- الآن أعد التجربة، ولكن هذه المرة ضع كيساً ثانياً حول النبتة بأكملها. أبق على الكيس الأول حول الإصيص. ما هو تأثير كيس البلاستيك الثاني على نتائج التجربة؟ كيف يمكنك أن تثبت أن الفاقد في الوزن هو بسبب تبخر الماء؟ هل يفقد النبات كمية أكبر أو أقل من الماء إذا ما وضع في مكان تهب عليه الريح ويرى الشمس؟ (انظر صفحة ٢٠).

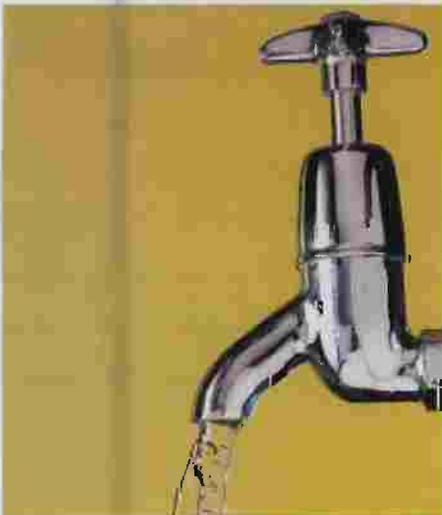


## النظم الصناعية لنقل الماء

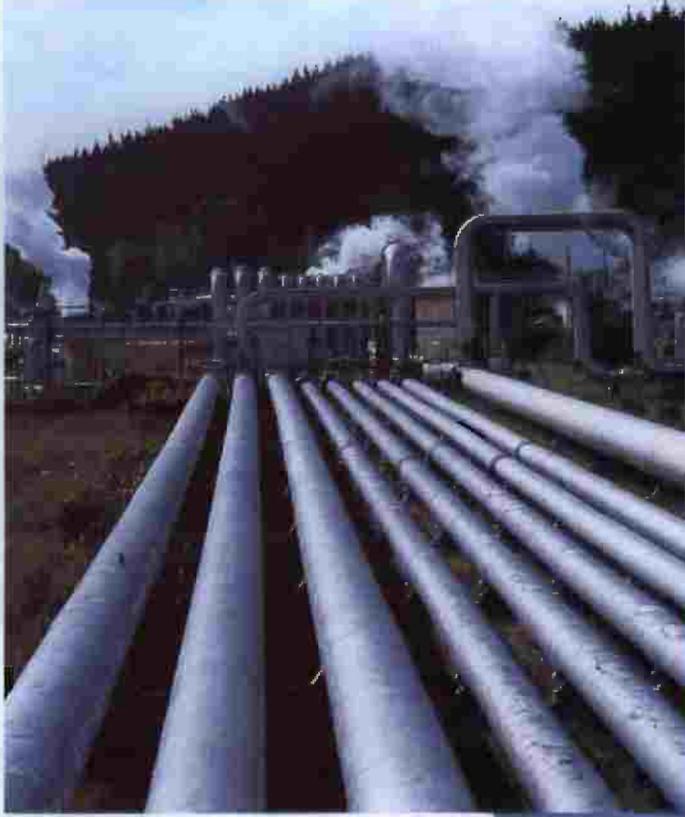
يتوقع أغلب الناس في الجزء الغربي من أمريكا أن يروا الماء ينهمر عند فتح الصنبور. لكن كيف تصل المياه إلى هناك؟ معظم المدن الحديثة قد أقيمت وبها شبكة عمل من الأنابيب تحت الأرض تنقل الماء والغاز والزيت وتتخلص من مياه المجاري والفضلات الأخرى.

يمكن نقل الماء إلى مسافات هائلة البعد من أماكن تتوافر فيها بكميات كبيرة إلى مناطق يكون الماء فيها أقل، والمجرى الذي يصنع لنقل الماء عبر الوادي يسمى قناة، وقد بنيت أول القنوات على يد قدماء الإغريق منذ ما يزيد على ألفين وخمسة مئة عام خلت، وما يزال السعي لتطوير طرق نقل المياه قائماً، فمثلاً: مشروع مياه ولاية كاليفورنيا يقتضي نقل المياه من بحيرة أورفيل، في شمال الولاية، من مسافة تقارب مئة وسبعة وسبعين كيلومتراً، عبر جبال تيكاتشاباي إلى المناطق الحضرية في جنوب كاليفورنيا.

ويمكن أن ينتقل الماء بشكل طبيعي إلى مسافات هائلة داخل الصخور الحاملة للمياه. فالطبقات التي تحت الأرض الحاملة للماء هي صخور تحتفظ بقدر كبير من الماء بين ثناياها، وهي بذلك تمثل مخازن للمياه تحت الأرض.



الماء المنقول صناعياً غالباً ما ينتهي به المطاف بالخروج من الصنبور



أنابيب الماء الضخمة واحدة من الطرق لنقل الماء لمسافات هائلة، إما لاستخدامها في المدن أو لتوليد الكهرباء.

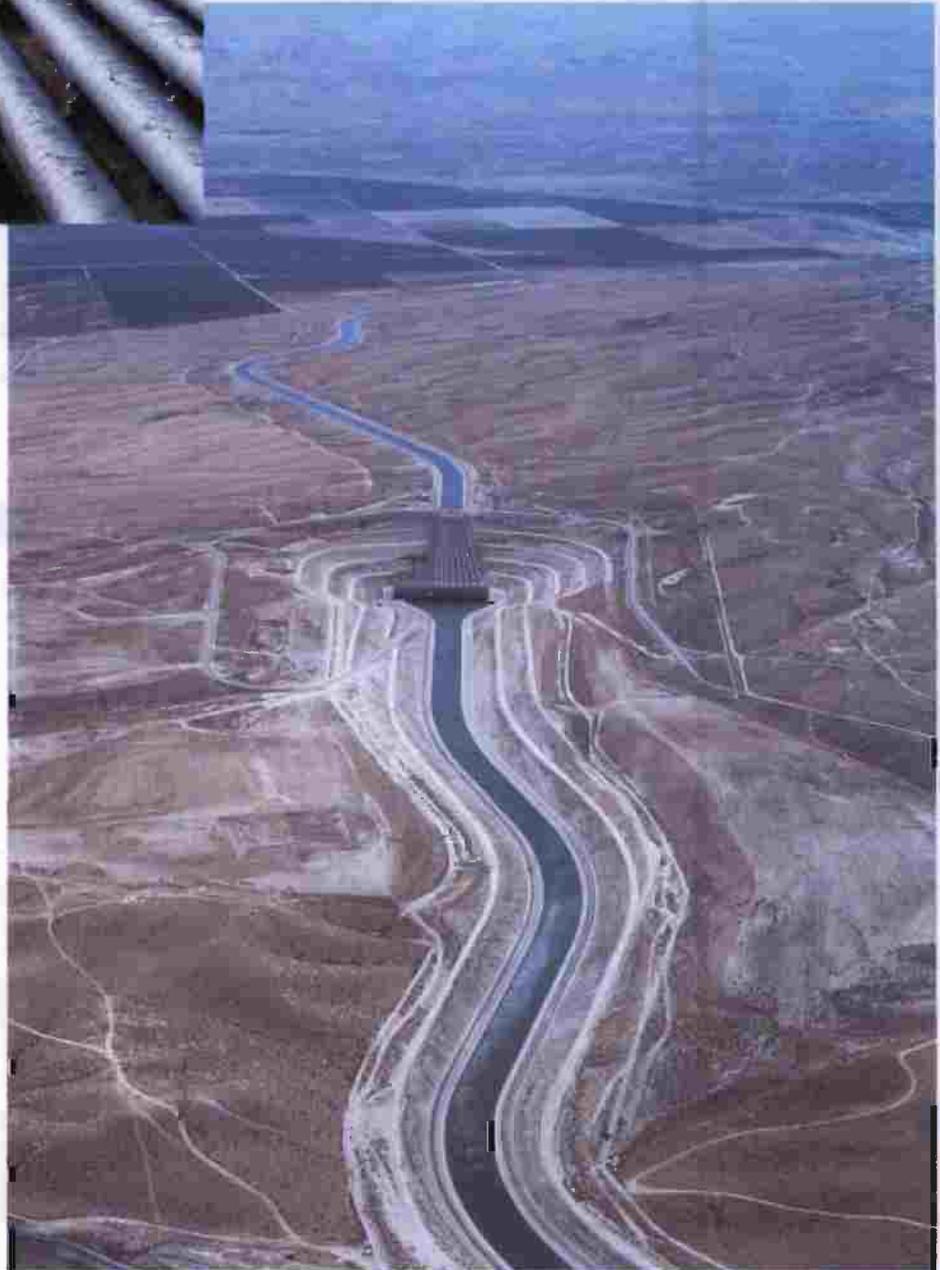
**!** الحَمّة (نبع الماء الحار) نبع طبيعي ينفث عموداً انفجاريّاً من البخار والماء الحار. ومن المعروف أن حَمّة أولد فيث في الحديقة الوطنية في يلوستون بالولايات المتحدة الأمريكية تفتت ماءها كل ٣٣ (ثلاثاً وثلاثين) إلى ٩٦ (ست وتسعين) دقيقة.

**!** تشتهر بون دي جاز بأنها قناة مياه رومانية بالقرب من نيس في فرنسا، وفي زمن الرومان كانت تتقل ٢٠.٠٠٠ (عشرين ألف) متر مكعب من الماء إلى نيس يومياً.

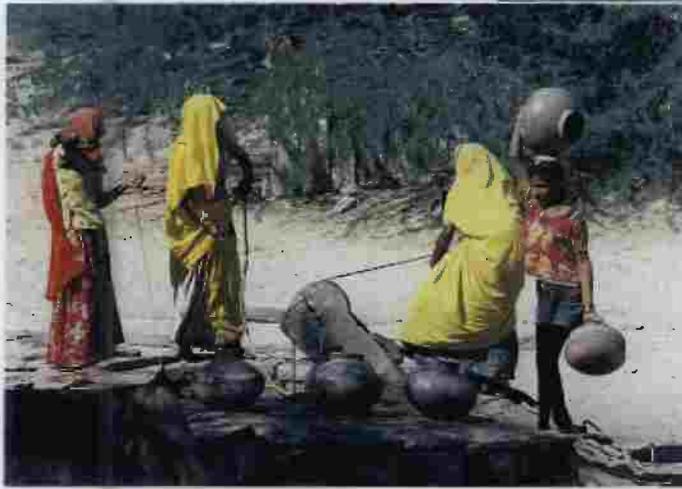
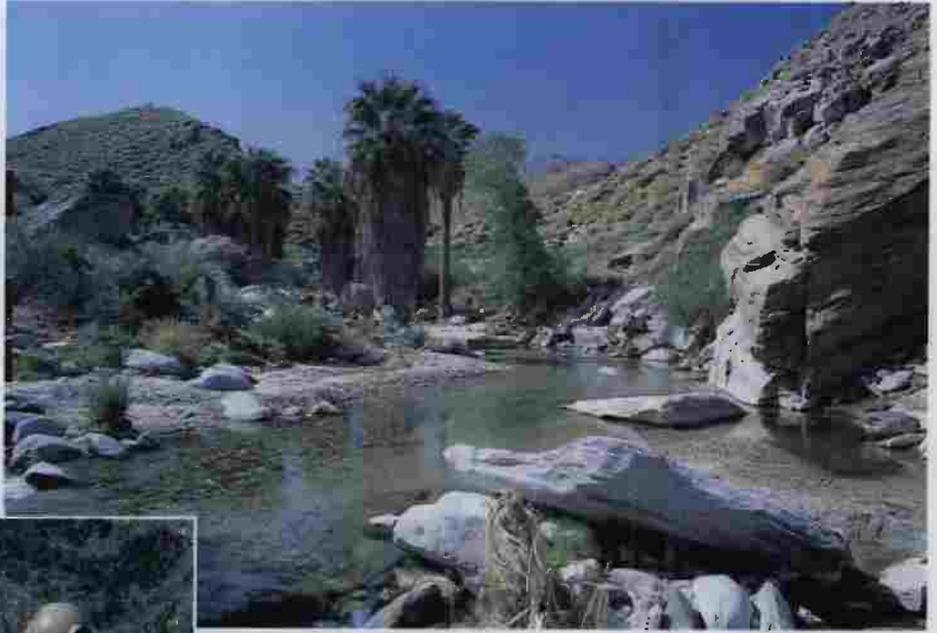
نظم القنوات مثل هذه الموجودة في كاليفورنيا تحمل الماء إلى مسافات هائلة.

وهذه الطبقات تحمل الماء تحت الأرض لآلاف الكيلو مترات، رغم أن الماء ينساب عبر الصخور بمعدل بطيء جداً، هناك عدد كبير من تلك الطبقات الكبرى في شمال إفريقيا، ومثال ذلك التي في مصر، وفي هذا الجزء من العالم قد تصل الفترة الزمنية إلى ما يقارب ٤٠.٠٠٠ (أربعين ألف عام) ما بين سقوط الأمطار والوقت الذي يصل فيه الماء إلى سطح الأرض! وفي الحقيقة أنه يوجد مخزون من المياه لا يُستهان به تحت أرض الصحراء (الغربية).

وعندما تقترب تلك القناة من سطح الأرض يمكن أن تتسرب منها المياه مكونة ينبوعاً، وكثير من المستوطنات نشأت حول الينابيع الطبيعية التي توفر مصدراً لمياه الشرب العذبة، يوجد في الصحراء عيون مياه تسمى واحات، والواحة هي



كثير من النباتات والحيوانات تستفيد من المياه التي تأتي من الينابيع الطبيعية، مثل تلك التي على اليمين. وقد استطاع الإنسان أن يصل إلى الماء الموجود في الطبقات الصخرية بالحفر في باطن الأرض حتى الوصول إلى الماء. وغالباً ما تكون الآبار فتحات عميقة في الأرض تتطلب مضخات لرفع مياهها إلى سطح الأرض.



مكان في الصحراء حيث يلتقي سطح الأرض بطبقة صخرية تحفظ تحتها الماء، ومثال ذلك ما نراه في الوديان. وكثير من المدن تعتمد على الماء الذي يأتي من جوف الأرض من تلك الطبقات الصخرية، حيث يتم سحب الماء بالحفر في الصخر المغطى مكوناً بذلك نبعاً اصطناعياً، أو بئراً.

ويمكن للآبار أن تصل إلى سهول المياه، وسهل الماء هو المستوى الذي يتم ترشيح المياه عنده من الأرض وبعدها تتجمع في تلك النقطة.

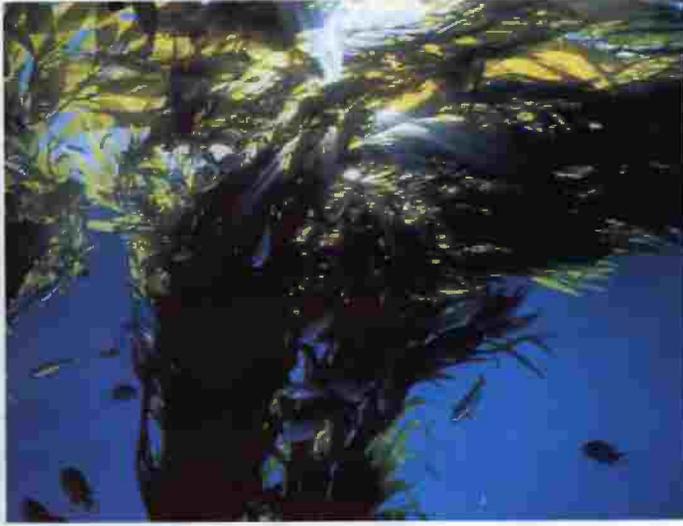
### الماء كإمداد - الماء كوسيلة دعم

من المستحيل تقريباً أن يتم ضغط الماء (أي أن يضغط إلى حجم أصغر)، وهذه الظاهرة تسمح باستخدام الماء كشكل من أشكال الدعم للنباتات الصغرى، ورغم أن تلك النباتات ليس لها هيكل خشبي دائم، إلا أنها تحتوي على خلايا بجدر مقواة، وتمتلئ الخلية بمادة تشبه الجيلاتين تسمى السيتوبلازم، وهذه المادة تحتوي كثيراً من الماء، كما أن خلايا النبات تحتوي على تجويف كبير (وهو تركيب ممتلئ بالسائل محاط بغشاء)، وهذا التجويف يحوي كمية من الماء، وإذا امتصت خلية النبات مزيداً من الماء فإن السيتوبلازم والتجويف يمتلئان بالماء وينفخان، وينتج عن ذلك أن محتويات الخلية تضغط على جدار الخلية، وتوصف هذه الخلايا بأنها متورمة، والخلايا المتورمة تجعل النبات أشد صلابة وأفضل قدرة على مقاومة القوى الخارجية مثل الرياح.

وتتضح أهمية الماء بوضوح عند ملاحظتنا لنبات لم يصله الماء بقدر كاف، حيث إنه سرعان ما يبدأ في الذبول، وبينما تفقد الخلايا الماء فكذلك يفقد النبات دعائمه وتبدأ الأوراق في التساقط، وإذا ما أعطي بعض الماء بسرعة فإن الخلايا يمكن أن تسترد عافيتها، على أي حال؛ إذا ظل النبات فترة طويلة دون ماء فإن الخلايا ستدمر بشكل نهائي وسيموت النبات.

تستطيع أكبر الحيوانات في العالم، وهي الحيتان، أن تكبر إلى هذا الحجم، فقط لأن المياه توفر دعامة طبيعية لها.





هذا عشب بحر ضخّم تدعّمه المياه، وعندما تدفعه المياه إلى الشاطئ فإنه يتحول إلى كومة لا حراك لها.

الحيوانات والنباتات التي تعيش في الماء تعتمد على الماء في توفير دعامة لها، فالحيوانات مثل قناديل البحر ليس لها هيكل عظمي لكنها تعتمد على الماء لدعم أعضائها جسمها. وهناك أيضاً نباتات ضخمة تعيش في الماء، في حين أن النباتات التي تنمو على اليابسة مثل الأشجار عليها أن تنتج الخشب لدعم جذوعها. بعض أكبر الطحالب البحرية يبلغ طولها مئات الأمتار، ويوفر الماء جميع احتياجاتها الداعمة لأنسجتها، وعندما تدفعها مياه البحر إلى الشاطئ تقع على الأرض بلا حراك حيث تكون قد فقدت وسائل دعمها الوحيدة.

كثير من الحيوانات تعتمد على الماء لدعمها داخلياً، فالديدان مثل سراج الليل البحري، لديها تجويف مركزي يحتوي على الماء.

وتقوم عضلات الدودة بالضغط على السائل ولكن السائل لا ينضغط، ولهذا فإن السائل يندفع بقوة ناحية طرف من أطراف الدودة. وبالتالي يتحكم في الضغط على السائل والمكان المراد عمله فيه، فإن العضلات تجعل جسم الدودة يغير شكله، باستخدام مجموعة من العضلات، فإن الطرف الأمامي لجسمها يتمدد إلى الأمام، بينما مجموعة أخرى تتسبب في حركة الجزء الخلفي من جسمها إلى الأمام وذلك بإحداث تقلصات فيه. وبتكرار هذه العملية، تستطيع الدودة تحريك كل جسمها إلى الأمام.



الدودة الشعاعية (سراج الليل - أعلى) والذراع الهيدروليكي (يسار) كلاهما يستفيد من ضغط السوائل.

وقد استفاد الإنسان من حقيقة استحالة ضغط الماء، فكثير من الآلات تحتوي على نظام هيدروليكي، أي منظومة من الأنابيب تمتلئ بالسائل (وغالباً ما يكون الماء) وحيث إن السوائل لا تستطيع أن تنضغط، فإن قوة الضغط المستخدمة تسري خلال السائل وتتحول إلى شيء آخر. فالمكابح (الفرامل) الهيدروليكية للسيارة تعمل؛ لأن السائل الموجود داخل نظام الفرامل لا يمكن أن ينضغط.



#### ● أكسوفير: طبقة صخرية قادرة

على حمل ونقل الماء.

#### ● الدم: سائل ثخين لزج يجري في

الشرايين الدموية يتكون من خلايا معلقة في البلازما.

#### ● النتح: عملية تبخر الماء من

النبات، وأكثر ما تكون في الأوراق.

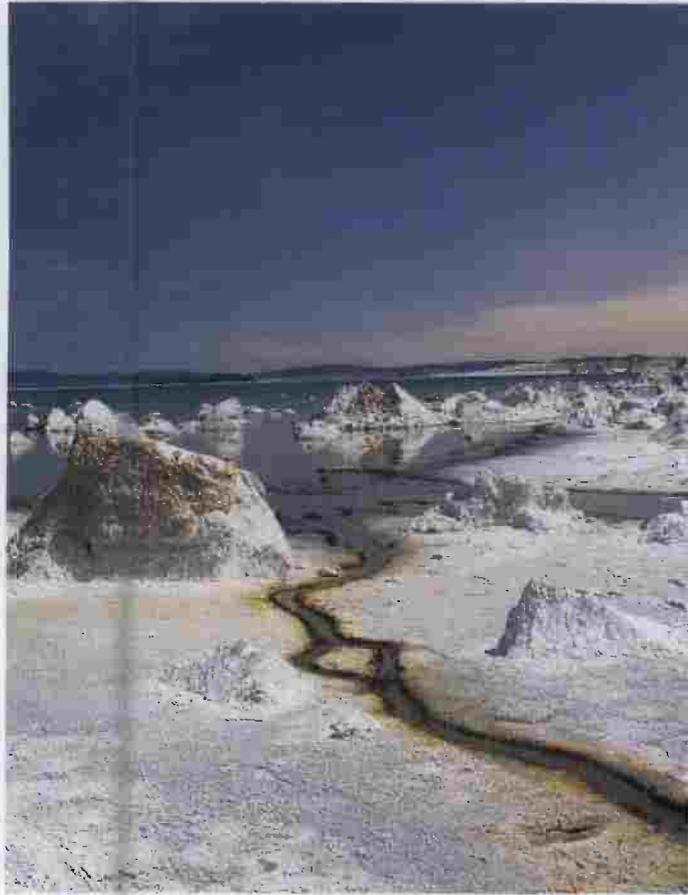
## المياه العذبة والمياه المالحة

منذ فجر تاريخ الأرض، أي منذ ما يزيد على ٤.٦٠٠ (أربعة آلاف وست مئة عام خلت)، لم تكن هناك محيطات، كما أنه لم يكن هناك غلاف جوي، فالحرارة المنبعثة من داخل الكوكب جعلت بعض المواد تتبخّر مكونة طبقة من الغاز حول الأرض، وهكذا تكون الغلاف الجوي. وكان بخار الماء واحداً من هذه الغازات، وهو الشكل الغازي للماء، ومع انخفاض درجة حرارة الغلاف الجوي تواجد المزيد من الماء الذي لم يستطع الغلاف الجوي أن يستحوذ عليه، كما أن كمية بالغة الكبر من بخار الماء تكثفت متحوّلة إلى سائل، سقطت في النهاية في شكل أمطار مكونة المحيطات. وهذه المياه لم تكن نقية: لأنها حوت عناصر مثل الكلورين، والبرومين، والأبديين والنيتروجين، وحيث إن المحيطات قد تكونت أولاً، فإن موادّ أخرى كالمعادن من الصخور المتعرية، قد دفعتها الأنهار إلى المحيطات. وهذه المعادن، وخصوصاً كلوريد الصوديوم، هي التي تجعل مياه المحيطات مالحة.

ورغم أننا نصف مياه البحار والمحيطات على أنها مالحة، فإن جميع أشكال المياه تحوي أملاحاً مذابة، تماماً كما تحوي غازات ومواد عضوية. (وكثيراً ماؤخراً احتواء الماء على ملوثات). ويمكن التفريق بين المياه المالحة والمياه العذبة بالنظر إلى كمية الأملاح الموجودة في كل ليتر واحد من مياه البحر يحوي تقريباً ٣٥ (خمسة وثلاثين) جراماً من الملح، رغم أن ذلك قد يختلف من مكان إلى آخر حول العالم. والملح الأكثر شيوعاً هو كلوريد الصوديوم أو الملح العادي، ولكن يوجد أيضاً أملاح الماغنيسيوم والكالسيوم (انظر صفحة ١٦).

وفي الحقيقة أن المياه المالحة تحوي كميات صغيرة فعلياً من جميع العناصر الموجودة على كوكب الأرض.

المياه العذبة هي مياه مالحة اختلطت بماء عذب. ويحدث هذا غالباً عند مصبات الأنهار، حيث تلتقي بالبحار، وصولاً إلى المناطق التي تتحرك فيها مياه الأنهار عكس التيار، حيث تتأثر بعمليات المد البحري. وتتأثر المياه العذبة بالصخور والترية التي تجري عليها، فالحبيبات الدقيقة من الملح الموجودة في الماء تحدد ما إذا كان الماء عذباً أم مالحاً (انظر صفحة ١٦).

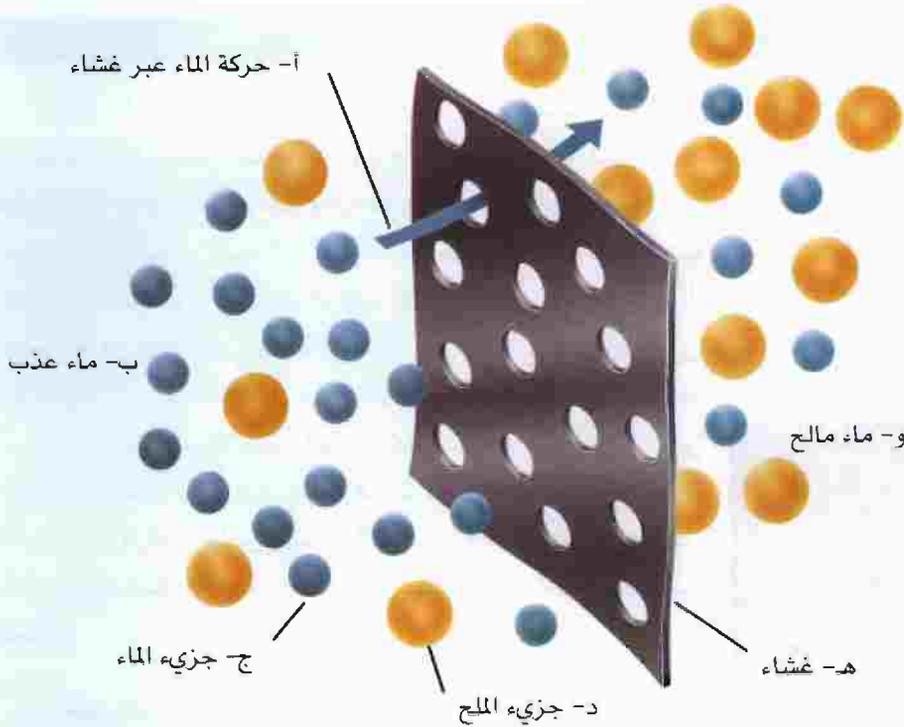


يستمر مستوى الماء في الانخفاض في بحيرة مونو في كاليفورنيا، مخلّفاً وراءه قشوراً من مادة ملحية تعرف باسم الكالسيت (وهي كربونات الكالسيوم المتبلورة).

بحيرة الملح العظيم في يوتا، بالولايات المتحدة الأمريكية والبحر الميت في الأردن بهما أملاح كثيرة لدرجة أنها تتحول إلى بلورات على الشاطئ.

### الانتشار والتناضح (الأسموزية)

إذا ألقيت كمية صغيرة من الحبر الملون في قليل من الماء المقطر، فإن الحبر ينتشر في الماء ببطء حتى يتلون الماء كله بشكل متساو. ذلك أن جزيئات الحبر قد وزعت بشكل متساوٍ في الماء، وحركة الجزيئات من نقطة تكون فيها ذات تركيز عالٍ إلى أخرى يكون التركيز فيها منخفضاً تسمى بظاهرة الانتشار.



تحاطب جميع الخلايا بجدار خلوي به ثقوب دقيقة، وهذه الثقوب تسمح للجزيئات الأصغر أن تمر جيئةً وذهاباً من وإلى الخلية، بينما هي تمنع مرور الجزيئات الأكبر، وهذا يعني أن الخلية تستطيع أن تتحكم في المواد التي تدخل إليها أو تغادرها، وذلك الجدار يوصف بأنه منفذ جزئي، وبما أن جزيء الماء صغير جداً فإنه يستطيع عبور جدار الخلية؛ لهذا إذا كان هناك كثير من الماء حول الخلية وكمية أقل من الماء بداخلها، فإن الماء يتحرك عبر الجدار إلى داخل الخلية. وهذه الحركة شكل من أشكال الانتشار تسمى التناضح، وبينما تحصل الخلية على حاجتها من الماء من خلايا التناضح، فإنها تنتفخ. في مواقف معينة نجد أيضاً أن

عندما تفصل الماء العذب عن الماء المالح بواسطة غشاء نفاذ جزئياً، فإن الماء الموجود في جانب الماء العذب سيتحرك باتجاه الماء الموجود في جانب الماء المالح.

الخلايا تفقد الماء؛ فمثلاً إذا أحيطت الخلايا بمحلول محلي مركز، فإن الأسموزية (التناضح) سوف تجعل الماء يترك الخلية، التي بدورها ستتقلص ويمكن أن تموت.

## تجربة

### الأسموزية (التناضح) في نبات البطاطس

في هذه التجربة سوف تتحقق من تأثير الأسموزية على نبات البطاطس. ستحتاج بعض حبات البطاطس، ساعة، ملعقة شاي، سكين، وكمية قليلة من السكر، كمية قليلة من الملح.

١- اقسام حبة البطاطس بعناية إلى نصفين. بعد ذلك أحدث حفرة غائرة على سطح كل من النصفين (انظر الصورة). أيضاً اقطع جزءاً من قاع كل من النصفين حتى يصبحا مستويين ولا يهتزا عند إجراء التجربة في الحفرتين الغائرتين في أعلى النصفين.

٢- املاً ملعقة الشاي حتى منتصفها ملحاً ثم ضع الملح في الحفرة الغائرة في النصف الأول من البطاطس.

٣- املاً ملعقة الشاي ملحاً وضع الملح في الحفرة الغائرة في نصف حبة البطاطس الثاني. واترك النصفين مدة ساعة.

٤- راقب الحفرتين بعد ساعة، هل تستطيع أن ترى تكوّن أي سائل؟

٥- كرر هذه التجربة مع حبة بطاطس أخرى، مستخدماً السكر بدلاً من الملح.

٦- كرر التجربة، لكن في هذه المرة أضف ملعقة شاي مليئة ماءً بدلاً من السكر أو الملح، يجب أن تلاحظ أن وجود الملح أو السكر في الحفرتين يتسبب في سحب الماء من البطاطس بتأثير الأسموزية. فإثناء ينتقل بالأسموزية، من مكان به كثير من الماء (خلايا البطاطس) إلى حيث يوجد ماء أقل (السكر أو الملح). أما عندما وضعت الماء في الحفرتين، فإنك لاحظت أن حجم الماء هناك بعد ساعة لا بد أنه قد انخفض.

لماذا؟

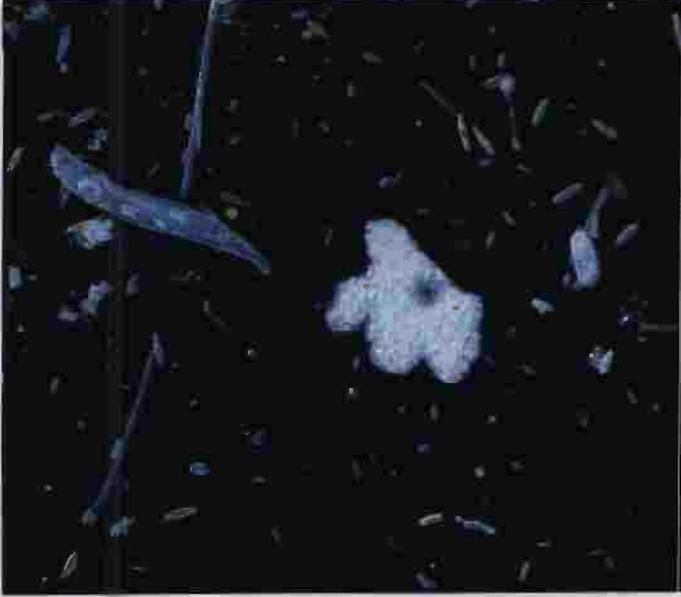


## المعيشة في الماء العذب

ماذا يحدث للكائنات الحية التي تعيش في الماء العذب إذا لم تتمكن من التخلص من الماء الزائد؟

ن.

تواجه الحيوانات التي تعيش في المياه العذبة مشكلة، ذلك أنها محاطة بالكثير من الماء، وخلايا أجسام تلك الحيوانات مليئة بالأملاح، ولهذا يوجد ماء أقل في خلاياها مقارنة بالماء خارج أجسامها، وحيث إن الأسموزية تحدث عبر جدران الخلايا، فإن الماء سيحاول دوماً أن ينفذ إلى أجسامها من الخارج، وهذه الحيوانات يجب عليها أن تتخلص باستمرار من الماء الزائد، الأميبا واحدة من أبسط الكائنات الحية الممكنة تواجدتها في الماء. فهي وحيدة الخلية (أي أن جسمها يتكون من خلية واحدة)، وحيث إنها تعيش في المياه العذبة، فإن الماء ينفذ دائماً من جدار خليتها إلى الخلية نفسها، والأميبا عليها أن تضخ الزائد من هذا الماء إلى الخارج، وكأنها تطرد الماء خارج قارب يتسرب إليه الماء، خشية الغرق! ولها تركيب خاص يسمى بالتجويف الانتقاضي الذي يمتلئ بالماء بشكل متكرر، ويتحرك باتجاه سطح الخلية طارداً الماء إلى الخارج.



وكثير من الحيوانات الأكبر وهبها الله أسطحاً لإنفاذه حتى تقلل كمية الماء التي تدخل إلى أجسامها، وعلى سبيل المثال، فإن الأسماك مغطاة بقشور لا تسمح بنفاذ الماء، حتى إن جلد الإنسان هو نسبياً ضد الماء، وهذا يعني أنه إذا جلست في المغطس وقتاً طويلاً، فإنه بفضل الله لن ينتفخ جسمك بالماء!

تعتمد الأميبا على تجويفها الانتقاضي لتطرد الماء الزائد خارج جسمها، ويمكنك رؤية التجويف الدائري الأسود في منتصف جسم الأميبا.

## المعيشة في الماء المالح



الحيوانات التي تعيش في الماء المالح لها خلايا تحوي سائلاً ذا ملحية أقل من الملحية في ماء البحر المحيط بها. ووفق عملية الأسموزية الطبيعية فإن الماء يميل إلى الخروج من خلاياها، وإذا ما خرج كثير من الماء من جسمها، فإنها تصاب بالجفاف وتدرجياً ستموت، وتلك الحيوانات تواجه مشكلة أخرى تتصل بالمياه المالحة. ذلك أنها إذا شربت من ماء البحر، فإنها ستستهلك كثيراً من الأملاح التي لا تكون أجسامها بحاجة إليها وتكون ذا أثر مدمر بالنسبة لها.

لدى السلحفاة البحرية غدة ملحية بالقرب من عينها هي التي تمكنها من طرد الملح الزائد في جسمها.



أسماك السلمون هذه تعود إلى النهر الذي ولدت فيه، وعند عودتها إلى ذلك المكان تتناسل وتكمل دورة حياتها.

تستطيع سمكة السلمون أن تشم رائحة مياه نهر موطنها حتى لو خففت تلك المياه بنسبة واحد إلى عدة ملايين من الأجزاء في مياه أخرى.

كثير من الكائنات البحرية تعيش في البحر بتبادل تركيز ملحية السوائل في خلاياها بغية أن يكون تركيز الملح في جسمها مساوياً لتركيز الملح في الماء المحيط بها، وهذا يعني أنه لن يكون هناك فقد أو اكتساب للماء، وبعض المخلوقات البحرية تتخلص من الأملاح غير المرغوب فيها من أجسامها وذلك بطردها منها عبر غدة تكيف خصيصاً لتأدية هذه المهمة.

سمكة السلمون سمكة غير عادية، بمعنى أن صغارها تنفقس من البيض الذي وضع في المياه العذبة، لكنها بعد أشهر قليلة تسبح باتجاه مجرى النهر خارجة إلى البحر،

حيث يكتمل نموها وتكبر. وعندما تكون سمكة السلمون البالغة جاهزة للإنجاب (أي التزاوج ووضع البيض)، فإنها تستطيع دائماً أن تجد طريقها عائدة إلى ذات النهر الذي ولدت فيه، ويبدو أن أسماك السلمون لديها قدرة فائقة لتحديد موطن أنهارها التي نشأت فيها، وذلك بتقصي وجود المعادن والمواد الأخرى في مياهها، فهي تعود إلى موطنها معاكسة اتجاه مياه البحر والنهر، وبهذا تكمل دورة حياتها، وأنواع كثيرة من السلمون تموت بعد أن تضع ويفقس بيضها، ولكن أسماكاً أخرى تعود إلى البحر وتكرر تلك العملية لسنوات عدة، ولكي تكون قادرة على العيش في المياه العذبة والمالحة في مختلف مراحل حياتها، فإن الله قد وهب أسماك السلمون قدرة فائقة لتغيير كيميائية جسمها لتستطيع

## استخدام المياه المالحة



يمكن استخلاص الملح من المياه المالحة وذلك بأن نسمح بتبخير المياه في الشمس، بعد ذلك يمكن تجميع الملح المتخلف عن تلك العملية.

يستطيع الناس شرب الماء العذب، لكنهم لا يقدرّون على شرب الماء المالح، وإذا ما شربنا الماء المالح فإننا نصاب بالإعياء؛ لأن أجسامنا لا تستطيع التعامل مع الأملاح، في الأماكن التي تنقص فيها المياه العذبة، مثل الصحاري قرب خط الاستواء، فإن عمليات تحلية المياه توفر مصدراً مهماً للمياه العذبة، والتحلية هي عملية ينزع فيها الملح من مياه البحر، ويمكن بعد ذلك استخدام المياه العذبة للشرب أو لري المحاصيل، في الماضي، كانت معظم محطات التحلية تعتمد على التقطير لفصل الملح، وكانت المياه المالحة توضع في إناء وتسخن حتى الغليان، كما كان بخار الماء يسحب ثم يبرد، وبسبب ذلك يتكثف بخار الماء سامحاً بتجميع المياه النقية، أما المواد التي تقسد نقاوة الماء، مثل الأملاح، فتبقى في الإناء. والمياه الناتجة من تلك العملية تكون أنقى حتى من المياه العذبة العادية. إلا أن هذه الطريقة كانت مكلفة إلى حد ما؛ لأنها تطلبت كميات

لماذا يقوم العلماء بتقطير الماء قبل استخدامه في التجارب المعملية؟



كبيرة من الطاقة لغلي المياه، ولكن في سبعينيات القرن الماضي طورت عملية عرفت باسم التناضح العكسي، في هذه العملية، تم استخدام جدار خلوي صناعي بهدف عزل جزيئات الملح من الماء.

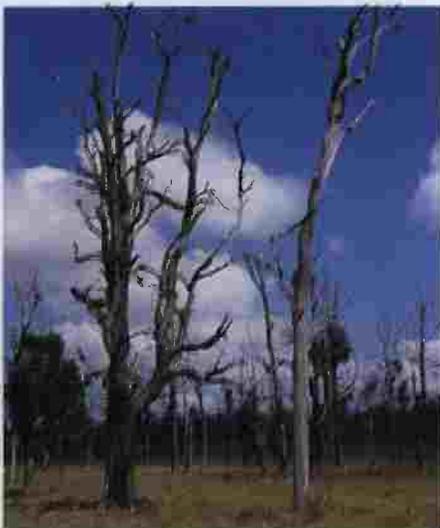
هناك أماكن قاحلة (جافة) كثيرة في العالم لا تحصل على حاجتها من مياه الأمطار لقيام الزراعات فيها، مثال ذلك منطقة الشرق الأوسط والبحر المتوسط والمناطق الجنوبية من الولايات المتحدة الأمريكية. على أي حال؛ يمكن في أغلب الأحوال توفير الحاجة من المياه الطبيعية عن طريق أساليب الري، ويشمل ذلك نقل المياه من الأماكن التي تتوافر فيها بكثرة عبر قنوات إلى أماكن تكون فيها الحاجة إلى الماء ضرورية، وكبديل، تحضر الآبار العميقة في بعض الأحيان لسحب المياه من النطاق المائي لأمتار تحت السطح (انظر صفحة ٢٢).

يستخدم ثلاثة أرباع المياه العذبة تقريباً في أعمال الري، على أي حال؛ يعد استخدام الري غير كفاء للمياه، ذلك أن ثلث الماء المستخدم في الري يصل فعلياً إلى المحاصيل، والباقي إما أن يتسرب إلى باطن التربة، أو يصل إلى النطاق المائي في باطن الأرض أو ببساطة يتبخر في الشمس. يكتشف كثير من المزارعين في الولايات المتحدة وأستراليا أن الري المفرط يمكن أن يسبب مشاكل غير متوقعة. فإذا ما تم ري الأرض بكمية مفرطة من الماء، فإن الماء الزائد يتبخر بسرعة من السطح في المناخ

الحار. ومع تبخر الماء من السطح فإنه يسحب مزيداً من الماء من أسفل، وهذا الماء يحمل معه الأملاح إلى الطبقات العليا من التربة، تتراكم ترسبات الملح فوق بعضها ويمكن مشاهدتها تدريجياً في شكل عروق مائلة للبياض على سطح التربة، وهذه العملية تسمى تملح التربة. بعد عدة سنوات يتدهور حال التربة بشكل كبير (أي تفسد التربة) لدرجة أنها تصبح غير صالحة للزراعة.

تنتشر نظم الري في أنحاء العالم، ويوجد ما يقارب ٢٧٠ (مئتين وسبعين) مليون هكتار (الهكتار ١٠,٠٠٠ م<sup>2</sup>) - (المترجم) من الأرض المزروعة تروى يومياً، وهذه المساحة تساوي مساحة الهند. واليوم يتأثر ثلث هذه المساحة بسبب ملوحة التربة، وحتى في الولايات المتحدة، حيث يتم التحكم في الري بعناية أكثر، فإن ما يقارب عشرين بالمئة من الأرض المزروعة تتأثر الآن بتلك المشكلة بدرجة ما. يدرس العلماء الآن مشكلة تملح الأرض بعناية، خصوصاً في أستراليا، حيث آلاف الهكتارات من الأرض قد تحولت إلى أراض بور بسبب ملوحة التربة.

سيمتص النبات فقط ثلث الماء الذي يتم رشه (في شكل رذاذ) في أحد الحقول في كاليفورنيا.



تسببت زيادة كمية الملح في التربة في موت هذه الأشجار في أستراليا.



يقدر أن ٢٥-٢٠ مليون هكتار من الأراضي الزراعية التي تروى حاليًا قد تضررت بشكل خطير بسبب ملوحة الأرض لدرجة أنها لن تصلح ثانية للزراعة.

يستطيع نبات خزامي البحر أن يعيش على حافة المستنقعات المالحة.



يزرع الأرز في أحواض المياه العذبة، في المستقبل سيتم زراعة بدائل أخرى عن الأرز في المياه المالحة.



كثير من النباتات على اليابسة قد تموت بسبب تركيزات الملح، حتى لو كانت عشر التركيز الموجود في المياه المالحة، ومع ذلك فالنباتات التي تعيش في المستنقعات المالحة والصحاري المالحة يمكن أن تتحمل تركيزات الملح العالية. والمستنقع المالح ما هو إلا مجمع من مناهة القنوات الطينية، وهي توجد عادة عند مصبات الأنهار بالقرب من الساحل. والنباتات التي تنمو في هذا الوسط المالح قد تحاط بالماء، لكن أغلب الماء مالح ومن ثم يكون عديم الفائدة بالنسبة لتلك النباتات. قد يتوجب عليها أن تعيش لعدة أسابيع قبل أن يوافيها المطر أو مياه الفيضان بماء عذب، وهذا يعني أن تلك النباتات عليها أن تكون قادرة على اختزان الماء، وذلك مثل نباتات الصبار التي تعيش في الصحاري (انظر صفحة ٣٤).

كثير من نباتات المستنقعات المالحة لها رائحة، وأوراق مكنتزة مع بشرة سميكة شمعية لتقلل من فقدان الماء بالتبخر. وبعضها تحاط جذوره بغشاء يغطيها مما يمنع دخول الأملاح إليها. وبعض النباتات الأخرى تتخلص من الأملاح بواسطة غدد موجودة على أوراقها.

الأرز هو محصول الحبوب الوحيد الذي ينمو فعليًا في الماء العذب. تنقل الشتلات نبات الأرز إلى حقول مغمورة بالمياه، تسمى الأحواض، وتحفظ الحواجز الطينية الصغيرة التي يقيمها الفلاحون الماء أثناء فترة زراعة المحصول، ويعكف الباحثون على دراسة تطوير قدرة الأرز على التعايش مع الملح حتى يمكن زراعته على أرض خربتها المياه المالحة بعد الفيضان، أو على مستنقع طبيعي مالح بمحاذاة الشاطئ. وقد يصبح هذا الأمر مهمًا بصفة خاصة إذا استمرت موجة الاحتباس الحراري الكوني، وأحد تأثيرات الاحتباس الحراري يمكن أن تكون ارتفاع مستويات مياه البحر التي قد تفرق الأراضي المنخفضة عند فيضان البحر. ويكون مهمًا أن يُبقي على هذه الأراضي قدرة على الإنتاجية، وذلك لزراعة محاصيل توفر الطعام للناس.

● **التحلية:** هي نزع الملح من ماء البحر.

● **الانتشار:** هو حركة الجزيئات من منطقة تكون فيها عالية التركيز إلى أخرى يكون التركيز فيها أقل.

● **الري:** هو سقي المحاصيل بطرق صناعية.

● **الأسموزية (التناضح):** هي حركة الجزيئات من منطقة تكون فيها عالية التركيز إلى أخرى يكون التركيز فيها أقل عبر غشاء يسمح بنفاذية السوائل.

## استخدام الماء في التبريد

نحتاج الكثير من طاقة التسخين لتحويل الماء من حالته السائلة إلى بخار ماء، وهذه الحقيقة الفيزيائية استغلت بشكل واسع في نظم التبريد، فالمحركات مثلاً؛ تولد كمية زائدة من الطاقة الساخنة، ولنمنع زيادة سخونة المحرك، فإنه يجب إزالة هذه السخونة بالتبريد، والماء واحد من أكثر أشكال سوائل التبريد شيوعاً، لأنه متوافر بكثرة ويستهلك كمية هائلة من طاقة التسخين حتى يتبخر.

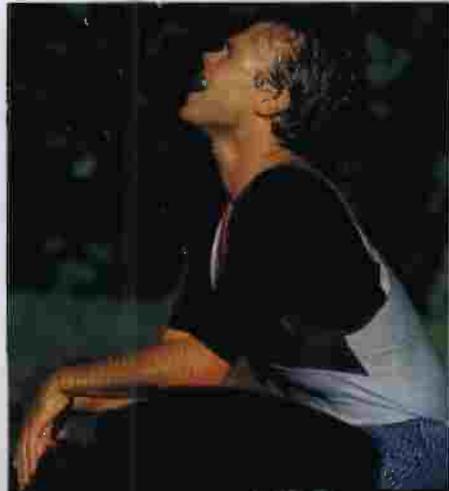
### التبريد الطبيعي

يوجد في جسم الإنسان البالغ ما يقارب خمسة ملايين غدة عرقية، وفي أحد الأيام الحارة، يستطيع جسم الإنسان أن يفقد ما يزيد على لترين من العرق.

يمكن التفكير في الجسم البشري على أنه محرك، فالطعام الذي نأكله يُهضم ويُمتص في داخل أجسامنا، ولحظة وصوله إلى الخلية، فإن الطاقة الكيميائية قد تنطلق من الغذاء، ويمكن استخدامها في عمليات تحدث في الخلية، هذه العملية تسمى عملية التنفس. على أي حال؛ فإن قدراً كبيراً من طاقة السخونة ينطلق أيضاً، وفي معظم الوقت يساعد هذا في بقاء أجسامنا في درجة الحرارة العادية وهي ٣٧م، لكن إذا قمنا بتمرين عنيف، أو إذا تواجدنا في بيئة حارة، فإن السخونة الزائدة يجب أن يتم التخلص منها، وإلا فإن الجسم ستزيد سخونته. والجسم يستخدم الماء لمساعدته في أن يبقى بارداً عن طريق إفراز العرق، فالجلد يحتوي على ملايين الغدد العرقية الدقيقة التي تفرز الماء مع قليل اليوريا (انظر صفحة ٤١) وبعض الأملاح الذائبة فيه. ويتحرك هذا السائل في أنبوب منطلقاً من الغدة العرقية، التي تقع فعلياً في مكان غائر قليلاً في الجلد، إلى سطح الجلد. وبينما يستقر العرق على السطح، يقوم الماء بامتصاص طاقة السخونة من الجلد ويبخرها، وبذلك يتم تبريد الجلد.

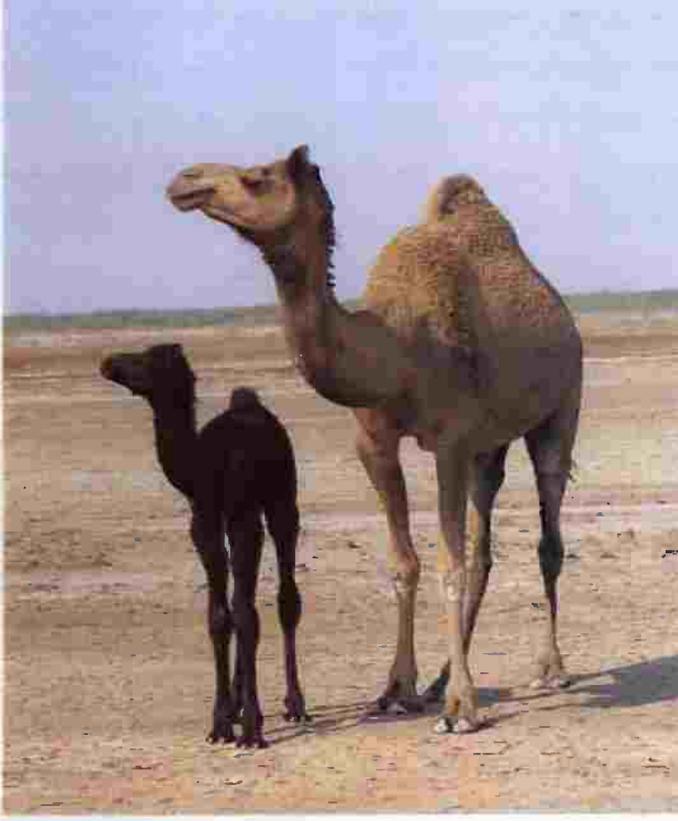
في بعض الأحيان، يكون من الصعب أن يتبخر العرق، مثلاً؛ في مناخ حار ورطب، يبقى العرق على سطح الجلد ولا يتبخر؛ وذلك لأن الماء في ذلك الحين قد حوى كثيراً من بخار الماء لدرجة يصبح معها تبخر مزيد من الماء أمراً غير وارد. وبدلاً من ذلك، يظل العرق على الجلد ما يجعل الإنسان يشعر وكأنه كُزجٌ وغير مرتاح. إلا أنه، في مناخ حار وجاف فإن الهواء يحوي قليلاً من بخار الماء؛ ولذا فإن أي كمية من العرق تتبخر بسرعة، مما يجعلنا نشعر ببرودة أجسامنا. كما أننا نحس بنفس الشعور في الأيام التي تنشط فيها الرياح، فالرياح يدفع بخار الماء الذي على الجلد بعيداً، ويستبدله بهواء جاف قادر على امتصاص مزيد من نداوة الجسم.

قليل جداً من الثدييات قادرة على إفراز العرق، فأغلب الثدييات حباها الله طرقاً أخرى للحفاظ على جسمها بارداً في الأجواء الحارة. فالكانجارو لديه شبكة من الأنابيب الشعرية القريبة جداً من سطح الجلد بمحاذاة الساعد. ويقوم الكانجارو بلعق الغراء الموجود فوق هذه المنطقة من الجلد، ومن ثم يبرد الدم بمجرد تبخر اللعاب.



حينما يعرق الرياح فإن جسمه يبرد طبيعياً، لكن أخذ حمام ماء بارد سوف يساعد في تبريد الجسم أيضاً!

يقوم الكانجارو بتبريد جسمه وذلك بلعق ساعده.



الجمال تحتفظ بالماء في جسمها لأنها لا تعرق أبداً.

٥

لماذا تشعر أنك أقل ارتياحاً في يوم بلا رياح ورطب من يوم حار تشط فيه الرياح؟

أما الكلاب فإنها تخرج لسانها وتلهث، وهذه الأنفاس السريعة الضحلة تأتي بالهواء الجاف والبارد معاً إلى داخل الجسم وتسمح بتبخر كثير من الماء من اللسان وبقعة الفم، وبذا يتم تبريد الدم، والقسط تلحق أجسادها بغية أن تشر طبقة رقيقة من اللعاب على فرائها، وعند تبخر اللعاب، فإن جسمها يبرد.

تعيش الجمال في المناطق الصحراوية حيث تقل إمدادات الماء، وهي لا تقدر على رفاهية فقد الماء بطريق العرق، مع ذلك تظل الجمال بحاجة إلى وسيلة لتبقى أجسامها باردة، وبينما تستطيع معظم الثدييات أن تحافظ على حرارة أجسامها في حدود مجال ضيق جداً طيلة الليل والنهار (ففي جسم الإنسان هي كسور "شُرطاً" بسيطة فوق أو أسفل درجة ٣٧م). فإن الجمال تسمح لدرجة حرارة أجسامها بالتقلب، ففي حرارة النهار تسمح لدرجة حرارة أجسامها أن ترتفع، ومع نهاية النهار قد تصل درجة حرارة أجسامها ما يماثل ٦م أعلى مما كانت عليه في الصباح، وفي الليل؛ فإن الصحارى أماكن باردة جداً حيث تقل

السحب التي تحفظ السخونة، ولهذا فإنه مع انخفاض درجة الحرارة ليلاً، تعود درجة حرارة جسم الجمل إلى أقل معدلاتها، وقد قدر أنه بالسماح لدرجة حرارة الجسم أن ترتفع وتنخفض بشكل طبيعي فإن الجمل لولا هذه الطريقة ما استطاع أن يوفر ما يقارب الستة ليترات من الماء التي كان من الممكن فقدها بالتعرق. ثمة تكيف آخر منحه الله لجسم الجمل لحفظ مزيد من الماء، ذلك أنه يطرد كميات قليلة ومركزة من البول.

## محركات التبريد ومحطات القوى

يستخدم الماء كمُبرِد في محرك السيارات، حيث يتم ضخ الماء البارد حول إسطوانات (بسطوانات) المحرك حيث يحترق الوقود، مزيلاً السخونة الزائدة، ومن هناك يتم دفع الماء إلى جهاز تبريد الماء (الراديياتير) حيث يتم التخلص من طاقة السخونة في الهواء، ويقال: إن راديياتير السيارة هو شكل من أشكال التبادل الحراري الساخن، فالماء الحار في أنابيب الراديياتير تلامس هواءً أكثر برودة يأتي من خارجه، وعليه فإن طاقة السخونة تنتقل إلى الهواء، ولهذا فإن الماء الذي في الراديياتير يكون أكثر برودة من الدرجة التي دخل فيها إلى الراديياتير. وعندما تتحرك السيارة؛ يدفع الهواء دفْعاً إلى الراديياتير، على أي حال؛ يمكن أن تزداد سخونة السيارة وهي واقفة في مكانها أو وهي تتحرك بسرعة منخفضة جداً، ولهذا زودت المحركات بمروحة لتدفع الهواء إلى الراديياتير إذا ما توقفت السيارة في مكانها، بينما المحرك يدور، وعندها فإن الماء البارد الآتي من الراديياتير يعاود الدوران حول الإسطوانات، كما أن بعضاً من الماء الساخن قد يمر عبر مبادل حراري أصغر من خلاله يمكن استخدام الهواء الساخن في تدفئة مكان الركاب بالسيارة وقت الشتاء، أما في الأجواء الباردة فإن سائلاً يتم صبه في جهاز التبريد ليمنع تجمد الماء، وكذا تصدع أنابيب الراديياتير (انظر صفحة ١١).



يستخدم الماء كمبرد في محطات القوى بشكل دائم. ومعظم محطات القوى تبني بجوار نهر أو بمحاذاة البحر حيث يتم ضخ كميات من المياه منهما بسهولة وبتكلفة قليلة. فمحطة القوى التي تعمل بالفحم الحجري تحرق الفحم داخل فرن، والسخونة الناتجة تستخدم لتحويل الماء إلى بخار عالي الضغط. هذا البخار يدير محركات ضخمة، تسمى توربينات البخار، التي توصل حركياً بمغناطيسات كهربية تسمى دوائر، هذه الدوائر تدور داخل ملف نحاسي سلكي ثابت مولدة الكهرباء. والعملية بكاملها تشمل شكلين من أشكال تحويل الطاقة. إن طاقة السخونة في البخار تحول إلى طاقة حركية في التوربينات الدوارة والدوائر، وعندما تتحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربية.

ورغم أن البخار يكون أبرد عندما يغادر التوربين، فهو ليس بارداً بقدر يكفي لأن يتكثف مرة ثانية ليصبح ماءً. ولتخفيض درجة حرارته وجعله يعود إلى حالته السائلة فإن البخار يمر على أبراج تبريد ضخمة حيث يلامس أنابيب تحوي ماءً بارداً من

## تجربة

في هذه التجربة سوف نتحقق من تأثير التبخر على معدل تبريد الماء، ستحتاج إلى أربعة برطمانات

مربى فارغة مع أغطيتها، مفك، ترمومتر، بعض القطن الطبي، إناءين صغيرين، وبعض الماء الدافئ وماء بارد من الصنبور.

١- اصنع فتحة في أغطية البرطمانات الأربعة باستخدام المفك، على أن تكون الفتحة كبيرة بقدر يسمح بمرور الترمومتر.

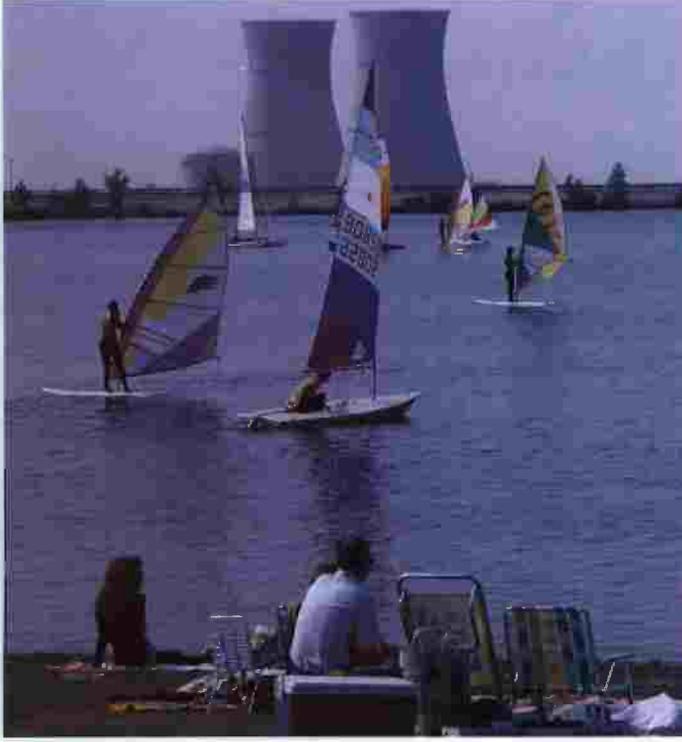
٢- املاً البرطمانات الأربعة بماء الصنبور ثم ضع الأغطية عليها، دُون درجة حرارة الماء.

٣- اغمس بعضاً من القطن الطبي في ماء الصنبور الدافئ مدة دقيقتين، وفي نفس الوقت اغمس قليلاً من القطن في ماء الصنبور البارد.



٤- المرحلة التالية لا بد من أن تتفد بسرعة حيث إن التجربة ستبدأ فور وضع القطن الطبي في مكانه، نُف أحد البرطمانات بالقطن الجاف، ثم نُف الثاني بالقطن الذي نُقِع في الماء الدافئ وُف الثالث بالقطن الذي نُقِع في الماء البارد. لا تضع أي قطن حول البرطمان الرابع ذلك أن هذا البرطمان سيكون حكماً على التجربة، وهنا يجب أن تقارن جميع نتائجك به.

٥- سجل قراءات درجة الحرارة كل بضع دقائق لقراءة عشرين دقيقة، أي برطمان برُد أسرع من غيره؟ سل نفسك كيف يمكنك تطوير هذه التجربة؟



النهر أو البحر. وبذا يبرد البخار وبعد ذلك يتكثف. وعندئذٍ يعاد إلى الفرن، ماء البحر أو النهر الموجود في الأنابيب، حيث هو أدنى بدرجات قليلة، سيضخ عائداً ثانية من حيث أتى، في بعض الأماكن، تكون المياه الخارجة من محطة القوى ساخنة لدرجة تكفي لإبقاء المياه القريبة دون درجة التجمد طوال فصل الشتاء، فمثلاً؛ في شمال كندا، نرى أن الطيور تنجذب إلى البحيرات التي لا تتجمد الواقعة بالقرب من محطات القوى حيث إنها توفر لها فرصة الحصول على الغذاء طوال الشتاء.

وفي بعض محطات القوى، حيث توجد مصانع ومبانٍ؛ فإن المياه الدافئة التي لا يُستفاد منها لا تصب في النهر، لكنها تستخدم كمصدر رخيص للطاقة الساخنة، يتم تدفئة المباني به أثناء الشتاء، وهذا يجعل محطة القوى أكثر كفاءة.

تستخدم المياه الدافئة التي تخرج من محطة القوى التي تعمل بالوقود النووي في توفير كمية من الماء سمحت بإنشاء هذه البحيرة الترفيهية.

## استخدام الماء لتخزين الطاقة الحرارية

ج

لماذا تحتاج محطة القوى التي تعمل بالفحم إلى كمية وافرة من الماء؟

وجود حوض مائي كبير سوف يستوعب طاقة السخونة ببطء إلى حد ما، كما أنه سيتخلص أيضاً من طاقة السخونة ببطء؛ ولذا فهو يستغرق وقتاً كبيراً كي يبرد (انظر صفحة ٩). وهناك استخدامات كثيرة لقدرة الماء على الاحتفاظ بالسخونة العالية، ومنذ العصور الأولى، استخدمت المياه في حفظ المنازل باردة في الصيف. فمثلاً؛ كان الناس يأخذون قوالب الثلج المتجمد من البحيرات ويضعونها تحت المنشار، الذي يقوم بدوره بتفتيت الثلج وتحويله إلى جزيئات صغيرة تحفظ الطعام من التلف في شهور الصيف، أما الآن وقد أصبحت طرق إنتاج الطاقة أكثر كلفة مما كانت عليه، فقد تم تطوير العديد من مشاريع التسخين والتبريد المحدودة النطاق حول العالم.

ويسعى العلماء لتطوير طرائق لتخزين الطاقة الحرارية في أيام الصيف المشمسة واستخدامها للتدفئة في الشتاء، ففي الولايات المتحدة الأمريكية، تقوم حالياً جامعة ماسا تشوستس في أمهرست ببناء محطة تسخين مركزية تعمل بالطاقة الشمسية صممت لتجميع الطاقة الحرارية الناتجة من الشمس ثم تخزينها في باطن الأرض لاستخدامها لاحقاً أثناء العام. في أثناء أشهر الصيف، تقوم مجمعات الحرارة الموجهة جنوباً بامتصاص طاقة السخونة ومن ثم تحويلها، بواسطة مبادل طاقة السخونة، إلى خليط من الماء والكحول (والكحول هنا يعمل كمانع للتجمد - انظر صفحة ١١). ثم يتم ضخ خليط الماء والكحول عبر آلاف الأنابيب البلاستيكية الغائرة في الأرض، مطلقة الطاقة الحرارية التي تدفئ التربة الطينية، وفي منتصف الصيف يصل الطين إلى درجة حرارة ٥٠م أو أكثر. في أثناء ذلك تتسرب بعض الطاقة الحرارية إلى خزان ماء احتياطي ليوفر الماء الحار أثناء الليل عندما تكون مجمعات الطاقة الشمسية معطلة لغياب الشمس، أما في أشهر الشتاء الباردة، فإن المياه الباردة التي تسري في الأنابيب المدفونة سوف تمتص الطاقة الحرارية المختزنة الموجودة في الطين. ومن ثم يتم دفع المياه الدافئة في الأنابيب الموجودة في مباني الجامعة لتبقى عليها دافئة أثناء الشتاء.

### كلمات أساسية

- **التبخّر:** هو تغير من الحالة السائلة إلى الغازية.
- **التعرق:** هو تبخر العرق من سطح الجلد.

## تخزين المياه وحفظها

تُعد المياه مصدراً نادراً في كثير من أجزاء العالم، والصحارى هي أماكن تتوافر فيها كمية قليلة جداً من الماء على مدار العام تقريباً، وعندما تمطر أخيراً فإن المطر ينهمر دفعة واحدة بكميات وافرة مسبباً الفيضانات في أغلب الأحوال، هناك مناطق مناخية أخرى من العالم فيها مواسم ممطرة ومواسم جافة، وفي تلك الأماكن، يجب استخدام المياه بعناية كما يجب تخزينها لتستخدم في مواسم الجفاف.

### التكيف مع الصحراء

النباتات الصحراوية قادرة على الحياة مدة أشهر، وأحياناً مدة سنوات، دون الحصول

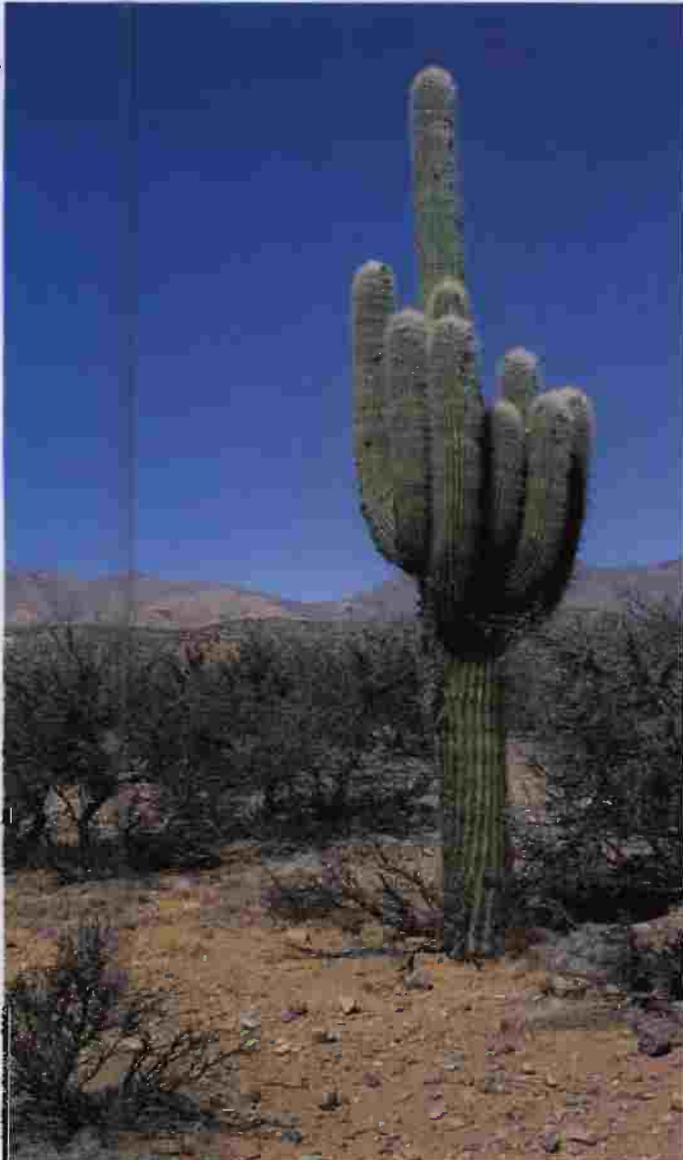
على أي كمية من الماء. والنباتات التي تظهر تكيفاً لحفظ وتخزين المياه تسمى نباتات صحراوية، ونباتات الصبار والريان من أكثر الأمثلة شيوعاً، لتلك النباتات أوراق صغيرة؛ ولذا فإن الماء الذي يتبخر من أسطحها قليل وفي بعض الأحيان، فإن الورقة تختزل إلى شوكة، أما الأوراق نفسها فتغطي عادة بطبقة أو بقشرة سميكة وشمعية لتقلل فقد الماء (انظر ص ١٩)، فكثير من أنواع الصبار مغطاة بطبقة من الشعر الأبيض، واللون الأبيض يعكس سخونة فيبعدها عن النبات، بينما الشعر يمتص طبقة رقيقة من الهواء حول النبات، تجعل من الصعب على الماء أن يتبخر. بعض النباتات، مثل أشجار التين العملاقة، وهبها الله جذوراً عميقة بشكل لا يصدق عقل كي تصل إلى النطاق المائي على بعد أمتار في باطن الأرض. وهناك نباتات أخرى لها مجموعة جذرية ضحلة إلا أنها واسعة، وقد خلقها الله هكذا، بغرض، أنه عندما يسقط المطر، فإن الجذور تستطيع امتصاص الماء من أكبر مساحة ممكنة قدر المستطاع. وكثير من نباتات الصبار تأخذ شكل اليرميل بغرض إمكانية تخزين السائل في الساق، وفي أغلب الأحيان يكون هذا السائل حامضي المذاق. لكن نوعاً أو نوعين من الصبار يحتويان على ماء حلو وعذب يمكن أن يشربها الإنسان.

الصبار والريان ليسا هما فقط النباتين اللذين يعيشان في الصحراء. فالنباتات الحولية (أي التي تعيش لسنة واحدة فقط) موجودة هناك، وفي بعض الأحيان تعيش مدة أسابيع فقط، وهي مدة طويلة بقدر كاف لإنتاج بذورها قبل أن تموت، فمعالم الأرض في الصحراء تتحول عقب سقوط المطر، ذلك أن النباتات الحولية عليها أن تكمل دورة حياتها سريعاً جداً، فبمجرد أن يسقط المطر، تنبت البذور وفي خلال أسابيع قليلة تزهر وتنتج البذور.

في المتوسط: فإن حوالي ٧٣٪ من المياه العذبة في العالم تستخدم في ري المحاصيل، و٢٢٪ تستخدم في الصناعة و ٥٪ فقط تستخدم للأغراض المنزلية.

!

ينمو الصبار الشمعداني الشعبي في صحارى جنوب أمريكا.





هذا النبات الشوكي البري يعيش في صحارى وسط أستراليا، وهو يخزن الماء في النتوءات المنتمخة الموجودة على جسمه.



يُعد نبات ولويتشيا نباتاً صحراوياً كبيراً بشكل غير عادي، يستطيع أن يعيش على كميات قليلة من الماء مئات السنين.

روث الجمل جاف لدرجة أنه يمكن استخدامه كوقود تقريباً بمجرد أن يلامس الأرض.



هل تستطيع أن تفكر في خمس طرق يستطيع من خلالها نبات الصبار أن يتكيف مع الحياة في الصحراء؟



وهذه البذور قد تظل ساكنة في الأرض لسنوات عدة حتى ينزل المطر ثانية، ثم تثمر من جديد.

والحيوانات أيضاً تحتاج إلى الماء لتعيش، ولهذا فإن من يعيش منها في الصحراء يجب أن يتكيف بشكل خاص لحفظ الماء، فالجمل يخزن الماء بطرق منها أنه لا يفرز عرقاً وأنه يسمح لجسمه بارتفاع درجة حرارته (انظر ص ٣١). ففئران الكانجرو لا تحتاج إلى شرب الماء إطلاقاً حيث إنها تحصل على الماء الذي تحتاجه من الطعام الذي تتأوله، فينطلق الماء عند تمثيل أو تكسير الطعام داخل كل خلية. هذا الماء المسمى بالماء الأيضي، فقط يكفي لأن يجعل فأر الكانجرو قادراً على أن يعيش. كما أن وحوش الصحراء الضارية، مثل الفئك (الثعلب الأفريقي الصغير) وابن آوى، تحصل على ما تحتاجه من الماء من أجساد الحيوانات التي تفترسها وتأكلها.

وصحراء ناميبيا في غرب جنوبي إفريقيا تختلف عن بقية الصحارى. فبالرغم من أنها نادرة الأمطار، فإن الصحاري قريبة من الساحل، كما أنها تغطي في بعض الأحيان بالضباب. وفي ليالي عديدة من السنة يتحرك الضباب فوق الصحراء، وإبان ذلك، تتكثف نقاط دقيقة من الماء بفعل

الهواء البارد وتسقط إلى الأرض. وكثير من الحيوانات والنباتات حباها الله أنماطاً سلوكية لتستفيد من هذا المصدر المائي. فالخنافس السوداء، ذات الأرجل الطويلة جداً تجهد نفسها في تسلق قمم الكثبان الرملية ثم تصطف لتواجه الساحل، حيث تقوم الخنافس برفع بطنها إلى أعلى بينما يمر الضباب من حول جسمها، فتكثف قطرات الماء وتتدرج إلى فمها المفتوح، وصحراء ناميبيا، أيضاً، موطن لنبات غير عادي يسمى ولويتشيا، وهو لا يشبه نبات الصحراء التقليدي، لأنه بدلاً من أن يكون له أوراق صغيرة، فإن ولويتشيا لها أوراق كبيرة، وكل منها يصل إلى عدة أمتار. وتنتشر تحت السطح العلوي للورقة أنسجة ماصة، وهذه الأنسجة خلقها الله خصيصاً لتمتص أي ندى أو بلل مائي يتكثف على السطح العلوي.

## تجربة

## استخراج الماء من الأرض

في هذه التجربة ستحصل على الماء العذب من الأرض، وهذه التجربة توضح طريقة يمكن استخدامها للحصول على الماء، فأنت بالصحراء، ستحتاج إلى مسحاة وإناء صغير. تجمع فيه الماء، قطعة من الغطاء البلاستيكي، مسطرة وبعض الأحجار الجافة، يجب أن تنفذ هذه التجربة في يوم مشمس.

١- اصنع حفرة في الأرض بعمق الإناء أربع مرات تقريباً، والحفرة يجب أن تكون جوانبها منحدره ومنسابة إلى الداخل، ضع الإناء في قاع الحفرة.

٢- قم بفرده الغطاء البلاستيكي على الحفرة وثبتها في مكانها بوضع الحجارة على الحواف. ضع حجراً كبيراً وسط الغطاء البلاستيكي، بالضبط فوق الإناء، واسمح للغطاء أن يسقط قليلاً قليلاً إلى قاع الحفرة.

٣- اترك الإناء مدة ساعة ثم افحصه. قس مقدار الماء الذي تجمع لديك. انظر ثانية بعد مرور ساعة أخرى واستمر في ذلك طوال اليوم.

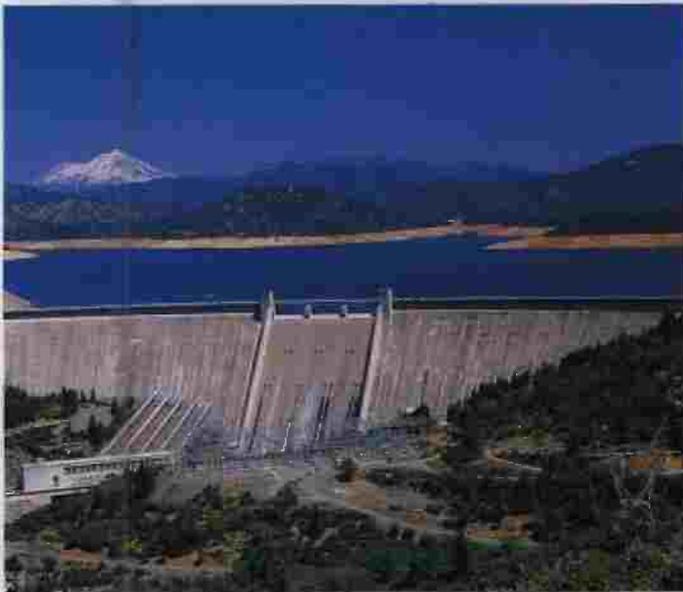
يلاحظ أن كمية الماء المتجمع تزداد مع تقدم ساعات النهار، فسخونة الشمس جعلت بخار الماء يتكثف داخل الغطاء البلاستيكي. وعندئذ ينساب الماء تجاه النقطة الأعمق في القاع، ومنها يتقطر الماء في الإناء.

هذه تجربة بسيطة يمكن تطويرها. والآن كيف يمكنك عمل تجربة للتحقق من تأثير عمق الحفرة أو لون الغطاء البلاستيكي على كمية الماء المتجمع؟



## تخزين الماء

من أجل توفير الماء على مدار العام طور المهندسون طرائق لتجميع المياه ومن ثم استخدامها مستقبلاً. والطريقة الشائعة لتخزين الماء هي إقامة حواجز تحفظ الماء خلفها، وهذه بدورها تمثل بحيرة كبيرة، وهي عادة ما تنشأ عند إقامة السدود على الأنهار، وهي التي تمنع انسياب الماء إلى قيعان الوديان، وبعد هطول الأمطار يلاحظ ارتفاع منسوب الماء في تلك الخزانات حتى يصل تقريباً إلى قمة السد. وبهذا يمكن استخدام الماء في أي وقت، وغالباً ما يتم ضخه في قناة أو خط أنابيب حيث ينقل إلى المدن المحلية أو إلى الأراضي الزراعية حيث يجب استخدام الماء. وقد أقيمت سدود كثيرة على نهر كلورادو بالولايات المتحدة، وتستخدم المياه لري الأراضي التي لولاها لأصابها الجفاف ولأصبحت زراعتها أمراً مستحيلاً (انظر صفحة ٢٨)، وكذا توفر تلك المياه مصدراً لمياه الشرب لمدن مثل فينيكس. كما أن وادي جلين الضيق وسدود هوفر وضعت عليها توربينات في قاع السد وهي تدور بفعل الماء الذي يسقط عليها وطاقة الحركة الناتجة من



تكون مخزون مائي كبير خلف سد شاستا في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية. وهذا السد لا يخزن الماء فقط، لكنه أيضاً يولد الكهرباء حينما تتساق المياه خلفه.

## ؟

هل تستطيع التفكير  
في بعض من مضار  
خزانات المياه؟

أغرقت الفيضانات  
آلاف الهكتارات من  
الغابات الاستوائية عندما  
أقيم سد كينير في الملايو،  
ومما يزال بالإمكان  
مشاهدة الأشجار الميتة  
على حواف المياه.



سقوط الماء تتحول إلى طاقة كهربية، تستهلكها المدن الصغيرة القريبة، بما فيها لاس فيجاس، والكهرباء المولدة بهذه الطريقة تسمى قوة كهرومائية ولا يتحتم أن يكون السد ضخماً ليولد القوة الكهرومائية.

فحتى السدود الصغيرة إلى حد ما المقامة على أنهار صغيرة في أقصى الجبال تستطيع إن تولد قوة كافية للاستخدام المحلي. على أي حال؛ هناك مشاكل متعلقة ببناء السدود، فحيث أن فيضان النهر قد منع؛ فإن الرواسب لا يمكن التخلص منها من الآن فصاعداً بفعل جريان الماء، ومن ثم تترسب في الأراضي الزراعية، وبهذا تكون الفائدة من هذا السماد الطبيعي قد ضاعت، وحيث إن مياهاً أقل تجري في طول النهر، فإن إكولوجيا النهر (العلاقة بين النهر والكائنات الحية التي تعيش فيه) (الترجم)، الموجودة عند بدء اندفاع الماء من السد تتأثر أيضاً، فعند أعلى السد نرى أن الخزان سوف يفيض على عدد من هكتارات الأراضي مدمراً بذلك جزءاً كبيراً من الموطن الطبيعي في وادي النهر، كما أن بعض السدود التي أقيمت في الدول الاستوائية قد أغرقت أصقاعاً شاسعة من الغابات البكر التي تنمو على مياه الأمطار.

خزان المياه خلف سد شلالات  
أوينفر في أوغندا يخزن كمية مذهلة  
من الماء تصل إلى ٢٠٤ بليون متر  
مكعب.

## كلمات أساسية

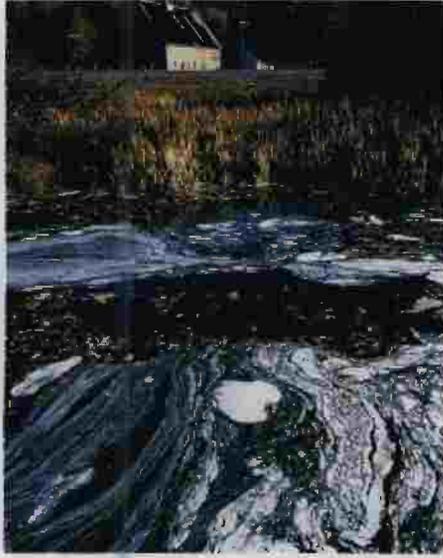
- **التكيف:** هو تغيير استجابة لظروف البيئة.
- **خزان المياه:** هو مخزون كبير من الماء يتكون غالباً بإقامة سدود على الأنهار.
- **الجافوف:** هو نبات صحراوي تكيف ليعيش في ظروف بيئة جافة.

بُني سد أسوان على نهر النيل في ستينيات القرن الماضي، وقد أنشئ ليحافظ على انسياب المياه في نهر النيل عند مستوى ثابت طوال العام وليمنع الفيضان، ولسوء الحظ؛ اعتادت الفيضانات السنوية أن تأتي بكثير من الطمي الذي كان يترسب على الأراضي الزراعية على ضفتي النيل عند أعالي صعيد مصر، وهذا ما جعل الأرض خصبة، والآن على الفلاحين أن يسمدوا أراضيهم لأن النهر لم يعد يفيض أبداً. وبدلاً من ذلك فإن الطمي الذي يحمله الماء بدأ يتجمع في البحيرة التي خلف السد، ومشكلة أخرى وهي تناقص كمية المياه التي تأتي للنيل من المرتفعات إلى جنوب مصر، كما أن مستوى الماء في البحيرة قد نقص عشرين متراً، مهدداً توليد الطاقة الكهرومائية.

ثبتت جدوى إنشاء نوع جديد من السدود في المناطق الصحراوية، وهي المسماة بالسدود تحت الأرضية، وحيث إنه يتم تخزين الماء تحت سطح الأرض فإن كمية المياه التي تضيع بفعل التبخر ستقل كثيراً.

## تنقية الماء

من الضروري أن يتوافر لنا إمدادات من المياه النظيفة العذبة للشرب، فالمياه المستخدمة من الآبار تحت الأرضية أو الخزانات أو الأنهار ليست نظيفة تماماً، ذلك أنها تحوي كائنات حية كثيرة بما فيها البكتيريا، صحيح أن أغلب هذه البكتيريا ليست ضارة، لكن بعضها يمكن أن يسبب أمراضاً خطيرة مثل: الكوليرا، والدوسنتاريا والتيفوئيد. كما أن هناك أيضاً غازات مذابة، مثل: الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون، وهي تحوي معادن مثل: الكالسيوم والمغنيسيوم التي تأتي من الصخور التي تمر عليها المياه (انظر صفحة ١٢). والأجزاء الصلبة من الرمل، والطين والصخور الرملية تحملها المياه وتظل عالقة فيها (أي يختلط السائل بجزيئات صغيرة صلبة). كما أن المواد العضوية ستكون موجودة أيضاً من مخلفات الأغصان والأوراق أو حتى الحيوانات الميتة، وقد يحوي الماء أيضاً كيماويات مذابة مثل النترات والفوسفات والكبريت. وهذه العناصر أكثر انتشاراً هذه الأيام؛ لأنها تستخدم بكثافة في رش المحاصيل وتسميد الأراضي الزراعية. وقد يتم الدفع بهذه العناصر إلى الماء في شكل مخلفات أو فضلات آدمية. وفي حالات حادة بعينها قد تلوث المياه بشكل خطير بمثل تلك المخلفات الصناعية والادمية. وبسبب هذا المدى الواسع من الملوثات، فإن المياه العامة يجب أن تنقى قبل أن تكون المياه صالحة للشرب، وفي بعض الدول يتم تنفيذ هذا في محطات معالجة مياه خاصة، على أي حال يجب أن نقدر أنه يندر توفير مصدر للمياه العذبة للناس في الدول المتقدمة.



كثير من البحيرات والأنهار في الدول الصناعية أصابها تلوث شديد من المخلفات الصناعية والمحلية.

السكان التقليدي في مدينة

نيويورك يستخدم أكثر من ثلاث مئة لتر من الماء يومياً، بينما متوسط ما يستهلكه المواطن الكيني لا يتعدى خمسة لترات.



## الماء ومعالجة مياه المجاري

يلقي كل بيت في دول العالم المتقدم كثيراً من الماء القذر الذي يأتي نتيجة استخدام المراحيض، والاعطسال، وغسل الأطباق، وأكثر من ذلك إلى جانب تلك المياه التي تصرف في المجاري، وهذه المياه يجب أن تنظف قبل إعادة استخدامها ثانية أو إعادتها إلى مياه النهر.

وتقوم محطات المجاري بتنظيف تلك المياه القذرة، فأولاً يتم التخلص من المخلفات ذات الأجزاء الكبيرة الموجودة في الماء، مثل الورق والخرق التي يتم فرزها والتخلص منها، بعد ذلك تدفع مياه المجاري إلى خزان لترسيب الثقل حيث يتم فصل المخلفات الأكبر حجماً، بعدها تدفع المخلفات القذرة السائلة إلى خزان ترسيب، حيث تفوق الأجزاء الصغرى العالقة فيه إلى القاع، والطبقة التي تتكون في القاع تسمى راسب طيني. وهي تحوي كثيراً من البكتيريا الضارة، ومواد أخرى، ربما من غير المدهش أنها تبعث رائحة كريهة. بعد ذلك يدفع السائل من خزان الترسيب إلى حوض في قاعه أحجار صغيرة تعمل كمصفاة حيث يتم رشه (إلى ارتفاع مترين) ثم يسمح بترسيب الأوساخ العالقة فيه في قاع الحوض، وجدير بالذكر أنه توجد بكتيريا على سطح الحجارة تستطيع أن تهضم أي مواد عضوية متبقية في المادة السائلة، وهي الحقيقة فإنه يوجد أحياء أخرى أيضاً، تتغذى على البكتيريا، وهذه تشمل الديدان، والخنافس، والحيوانات ذات الذيل الريشي الطويل والذباب، وهي تساعد على التحكم في عدد البكتيريا والتحكم فيه؛ لأن عددها دون ذلك سيتضاعف بشكل لا يمكن السيطرة عليه، كما أنها ستعيق حوض التنقية الذي نتحدث عنه.

يقدر أن أكثر من ٣,٥٠٠,٠٠٠ (ثلاثة ملايين وخمسة مئة ألف) طفل في العالم يموتون سنوياً من الجفاف الناتج عن الإسهال، وكذا التقلصات الناجمة عن شرب الماء الملوث.



لماذا يعد من المهم للماء أن يكون  
نقيًا قبل الاستهلاك؟



كل من محطة معالجة المياه (على اليمين) وهذا  
المستقع (إلى أعلى) في كينيا يستفيدان من قدرة  
البكتريا وكذا النباتات في تنقية الماء، فالبكتريا في  
حوض التنقية تهضم المواد العضوية الموجودة في ماء  
المجاري بينما تقوم النباتات في المستقع بالتهام جميع  
القاذورات.

بعض محطات معالجة مياه المجاري تستخدم نظام التشبيع بالهواء بدلاً من  
أحواض التنقية، رغم أن المبادئ الأساسية للتنقية متماثلة تماماً، وهذه الطريقة  
تسمى تنشيط الوحل، فبدلاً من تمرير السائل على حوض تعقيم، فإن سيلاً من  
الفقاعات يدفع في السائل، والبكتيريا بدورها تتغذى على المواد

## تجربة

### التنقية باستخدام الرمل

في هذه التجربة ستقوم باستخدام الرمل لتنقية المياه القذرة، ستحتاج إلى قارورة  
بلاستيكية قديمة وبعض الحصى الخشن وبعض الحصى الناعم وبعض الرمل ومفك  
ومقص.

١- اقطع عنق الزجاجاة، وباستخدام المفك أو أي أداة مدببة، اصنع بعناية ستة ثقوب في  
قاع القارورة.

٢- ضع طبقة من الحصى الخشن في القاع، ثم طبقة من الحصى الناعم، وأخيراً طبقة  
من الرمل، تأكد أنك قد تركت مسافة أعلى القارورة لتملأها ماءً.

٣- أضف بعض الماء القذر أعلى جهاز التنقية الذي صنعته لتوِّك. وهذا الماء قد يكون من  
بركة أو من ماء استخدم في غسيل الأطباق، واحتفظ بكمية من الماء القذر حتى  
النهاية لتقارنها بالماء الذي تمت تنقيته.

٤- اجمع الماء وهو ينزل من قاع القارورة، قارن هذا الماء بالماء القذر، هل يبدو هذا الماء  
أوضح من سابق حاله؟

ملاحظة هامة: لا تشرب هذا الماء على الإطلاق.

باعتمادك ما هو التأثير المحتمل على قوة التنظيف لهذا الفلتر إذا زيد طولها؟





العضوية في الماء، بعد ذلك يتم دفع المادة السائلة إلى حوض ترسيب ثانٍ حيث يتم التخلص من أي مواد عضوية متبقية. في كلا النظامين، تقوم البكتيريا بالتهام ما تبقى من مواد عضوية وبالتالي معادلة المواد السمية أو المعدية، هذه الطريقة تسمى الأكسدة الميكروبيولوجية، وهي جزء ضروري في عملية تطهير المياه، والمياه التي تعامل بهذه الطريقة تكون جاهزة لأن تعاد إلى البيئة.

وقد أنشئت المحطات أيضاً؛ لتكون قادرة على تنظيف المياه التي تحوي مخلفات المجاري أو المخلفات الصناعية، ونباتات مثل الأرز والقصب تستطيع فعلياً أن تخلص

المياه من القاذورات التي بها عند دورانها حول جذور تلك النباتات. فمعظم القاذورات الموجودة في مياه المجاري هي مواد نيتراية، مثل النترات والفوسفات التي تحتاجها النباتات فعلياً لنموها.

يتم ضخ المياه من محطات المعالجة في فلوريدا إلى مستنقعات زرعت خصيصاً لتتقية الفوسفات الزائد في الماء قبل وصوله لمستنقعات إفرجيدز.

## الماء فلتير طبيعي

كثير من التفاعلات الكيماوية التي تحدث في الخلايا الحية تخلف وراءها فضلات، هذه الفضلات يجب التخلص منها، وإلا فإنها ستصبح سامة وتؤدي الكائن الحي، والتخلص من هذه الفضلات الناتجة يسمى الإفراز. وأحد الفضلات التي ينتجها جسم الإنسان هي اليوريا، حيث تتكون عندما يقوم جسم الإنسان بتكسير البروتين، فإذا ما تناولنا كمية كبيرة من البروتين في وجباتنا، فإن الجسم لا يستطيع تخزين البروتين الزائد؛ ولذا فإنه مضطر لتكسيه بدلاً من امتصاصه، ويقوم الكبد بتكسير البروتين إلى يوريا التي تنتقل إلى الكليتين للتخلص منها.

ودور الكلية هو التخلص من جميع المواد غير المرغوب فيها في الجسم، وهذه المواد تشمل اليوريا، والأملاح الزائدة والماء التي انتقل إلى الكليتين عن طريق الدم (انظر صفحة ١٨)، والفضلات تكوّن اليوريا التي تدفع إلى المثانة لطردها، والتدبيبات لها كليتان بالقرب من ظهر البطن خلف الأمعاء، ورغم أن الكلية تبدو صلبة إلى حد ما إلا أنها تحوي ملايين الأنابيب الدقيقة التي تسمى أنابيب كلوية، والدم الآتي من الأورطي، حاملاً معه الفضلات، يمر إلى الكلية تحت ضغط عالٍ؛ لأنه يأتي مباشرة من القلب، وفي داخل الكلية ينقسم دم الأورطي إلى أوعية أصغر فأصغر، وأخيراً يدخل الدم إلى عقدة من الشعيرات الدموية، يكون ضغط الدم عند هذه النقطة عالياً لدرجة أن الجزء السائل منه (وهو البلازما) سويّاً مع الفضلات الذائبة فيه تعتمر من الدم متحوّلة إلى أنبوب كلوي، إن جدران خلايا الدم بها ثقوب دقيقة، وهي دقيقة لدرجة أن جزيئات الماء، واليوريا والجلوكوز وحدها يمكن أن تمر

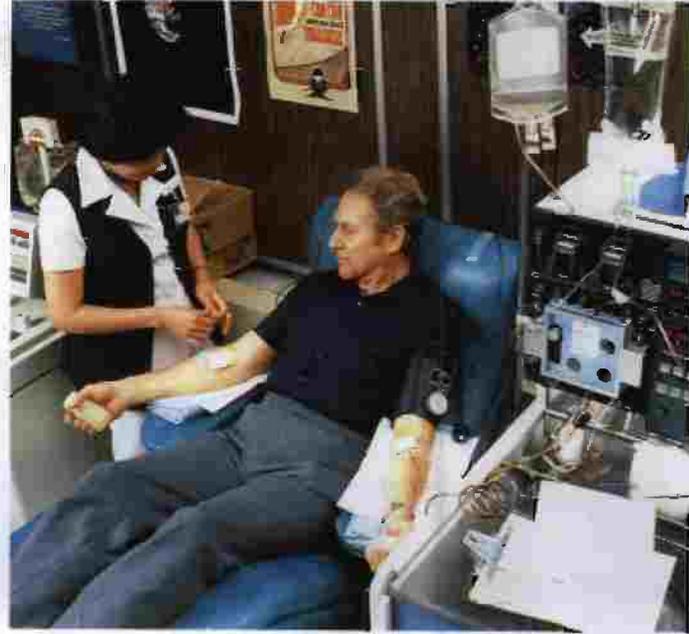
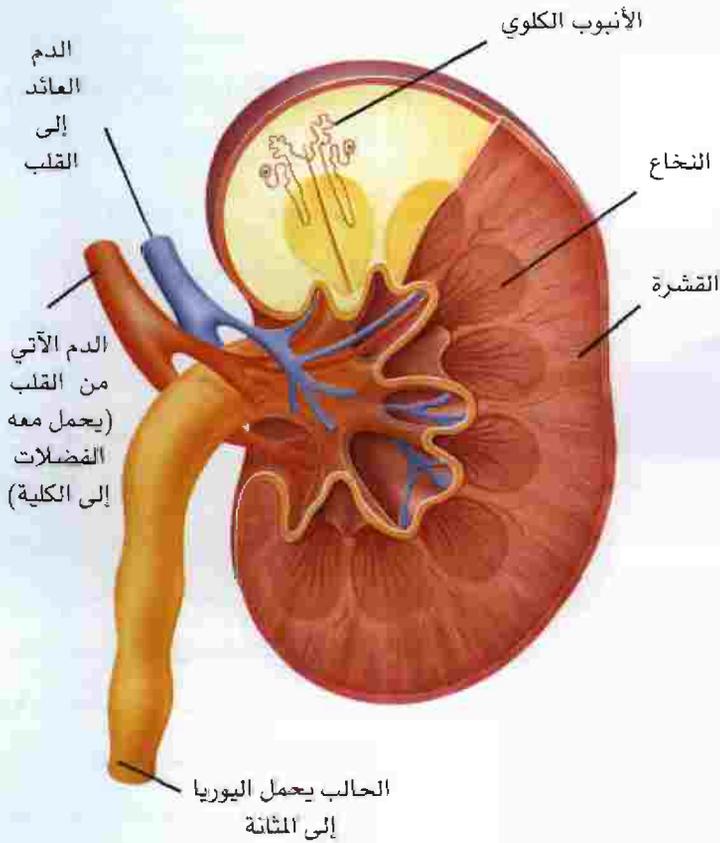
لماذا تشعر بالعطش بعد تناول أكل مالح؟

يقدر إجمالي الأوعية الدموية في الكليتين بأكثر من ١٦٠ (مئة وستين) كيلو متراً.

٥٠

!

الكُلية (أسفل) هي وسيلة الجسم المتاحة ليخلص نفسه من المواد الزائدة والضارة مستخدماً الماء كوسيلة نقل. والمرضى الذين يعانون من أمراض الكلى يوضعون على جهاز لغسيل الدم لساعات كثيرة أسبوعياً. (الصورة على اليمين).



من خلالها إلى الأنبوب الكلوي، والجدار يشبه المنخل، فخلايا الدم والجزيئات الكبرى مثل البروتينات لا تستطيع المرور عبر الجُدُر ومن ثم تظل في الدم، بعض الماء يعود إلى الدم لأن الجسم سيسعر بالجفاف فوراً إذا ما تخلص من مزيد من الماء، وأخيراً؛ فإن ما يتبقى في الأنبوب الكلوي هي اليوريا والماء الزائد والأملاح فقط، وهذه المواد تكوّن البول الذي ينتقل إلى المثانة، حيث يخترن ثم ينطلق فيما بعد.

لماذا يكون من الأفضل للإنسان أن تزرع له كلية بدل أن يتلقى علاجاً طويل الأجل على جهاز غسيل الكلية؟

والكلية مسؤولة أيضاً عن التحكم في كمية الماء التي يحتفظ بها الجسم، في كل يوم، نأكل طعاماً ونحصل على السوائل. ورغم هذا؛ فإن وزن أجسامنا يظل ثابتاً نسبياً، وعلى الجسم أن يوازن بين كمية السوائل التي يحصل عليها والكمية التي يفقدها في شكل بول وعرق، فإذا شربنا كثيراً من السوائل، عندئذ يتم إفراز مزيد من البول للتخلص من الماء الزائد. وتسمى عملية التحكم في كمية الماء التحكم الأوزموزي (التحكم التناضحي)، وتستطيع الكلية أن تزيد أو تنقص كمية الماء التي يطردها الجسم في شكل بول، ففي يوم حار، سوف تفرز عرقاً كثيراً ولن تفرز بولاً كثيراً. ويحدث الشيء نفسه عندما تتناول وجبة مالحة، فعلى الجسم أن يقوم بتخفيف الملح، ولهذا تفرز كمية قليلة جداً من البول، على أي حال؛ فإنه في يوم بارد إذا ما شربت كثيراً من السوائل، فإنك ستفرز كثيراً من العرق.

الأشخاص الذين يعانون من مرض في الكلية يواجهون مشاكل في تنقية دمهم، ومعروف أن الفضلات يمكن أن تتجمع في الجسم، وإذا لم يتم عمل شيء ما قد يموت الإنسان، فمعظم الأشخاص الذين لديهم أمراض في الكلى يتحتم عليهم أن يقضوا فترات من الوقت وقد وُصِّلت أجهزة غسيل الكلى بأجسامهم، التي تعمل ككلية صناعية، على أي؛ تلك عملية بطيئة، على المريض أن يمضي ما يصل إلى عشر ساعات في اليوم، ثلاث مرات أسبوعياً، على ذلك الجهاز، ويستطيع المريض أن يساعد في هذا المجال بتنظيم أكله، فمثلاً، إذا لم يتناول ذلك المريض -أو تلك المريضة- كمية كبيرة جداً من البروتين، فإن الجسم لن يتحتم عليه أن يفرز كمية كبيرة من البول والملح.

### كلمات أساسية

- **التنقية:** هي فصل جزيئات ذات حجم واحد عن جزيئات أكبر حجماً.
- **الإفراز:** هو التخلص من الفضلات السامة في جسم الكائن الحي.
- **التنظيم الأوزموزي:** هو التحكم في كمية الماء في جسم الكائن الحي.
- **التصفية:** هي تنقية مادة، مثل الماء، من الشوائب والقاذورات التي بها.

## المستقبل

تستخدم أنواع الوقود الحفري مثل الفحم والزيوت والغاز لتوليد كثير من الكهرباء التي نحتاجها ولتشغيل مركباتنا. وبينما تتضاءل كميات هذه المصادر الثمينة للطاقة يبدو معقولاً للعلماء أن يبحثوا عن الطاقة من واحدة من أكثر المصادر شيوعاً بالنسبة لنا، ألا وهي المياه.

فقوة الموج مصدر طاقة بديل وذو إمكانيات، وهناك العديد من تصاميم مولدات الطاقة الذي يعمل بقوة الأمواج، وبعضها بني على الساحل والبعض الآخر يطفو على



يطفو المولد كلام CLAM على سطح الماء، وتتولد الكهرباء عندما تدفع حركة الموج الهواء إلى داخل المولد.

سطح الماء، وتعتمد المولدات التي على الساحل على اندفاع الأمواج في قنوات قمعية إلى أخدود ضيق يؤدي بدوره إلى توربين، والماء المندفِع في هذا الأخدود يؤدي إلى ضغط الهواء أمامه. ونفث الهواء الناتج يدير شفرات التوربين ليولد الكهرباء. والبديل يعتمد نظام الماء المفتوح، وهو يستدعي استخدام أداة الطفو التي تصعد وتهبط مع حركة الموج، وبعض هذه المولدات تعتمد على دفع الماء للهواء الذي يدير توربيناً داخلياً عندئذٍ، ونظام كلام CIAM، الذي صمم في المملكة المتحدة يطفو على سطح الماء، لكنه أيضاً مثبت في قاع البحر، وحركة الموج تدفع الهواء إلى

جيوب موضوعة على جانب المولد، ويزداد ضغط الهواء، وعندما يتجمع بقدر كافٍ، يقوم بتحرك توربين داخل المولد منتجاً الطاقة الكهربائية، ويعدها تحمل الطاقة الكهربائية عائداً إلى الأرض بواسطة كابل تحت الماء.

آخر تصميم لمحطة قُوى تعمل بقوة الموج تشبه إلى حد كبير طبقاً طائراً يطفو على سطح البحر، وتحت الجسم الطافي توجد مضخة زبركية مشدودة وتثبت نهاية الزنبرك في قاع البحر. وعندما تنتهي الموجة إلى الجسم الطافي فإنه يرتفع إلى أعلى وبالتالي يشد الزنبرك فيتمدد، وعندما تهدأ الموجة يعود الزنبرك إلى حالته الأولى من الاسترخاء، وبينما يتم ذلك يندفع الماء إلى داخل توربين لتوليد الكهرباء، هذه الآلة قد لا تكون الأكفأ في توليد الطاقة، لكنها رخيصة من حيث الصنع وبسيطة من حيث التركيب والصيانة، ويمكن استخدام المولد الذي يعمل بقوة الموج في توفير الطاقة اللازمة لمحطة تحلية المياه الموجودة على الساحل وأيضاً للمجتمعات التي تقع في مناطق نائية.



أقيم هذا المركز التسوقي في وسط صحراء أريزونا في شمال أمريكا. وقد كتبت له الحياة لأن كميات حيوية من الماء نقلت إليه عبر الصحراء.

يعد توفير إمدادات المياه واحداً من أهم العوامل التي تحكم تدمير الصحاري، وقد أعاد العلماء مؤخراً اكتشاف طريقة قديمة للحصول على الماء باستخدام الصخور. وفي هذه الطريقة المميزة يتم وضع الصخور في شكل هرم، مكونة بناءً يعرف باسم البئر الهوائي. وهو يعمل على أحسن وجه في المناطق التي تشهد تقلبات في درجات الحرارة في الأيام الحارة والليالي الباردة، في النهار ترتفع درجة حرارة الحجارة ببطء، لكنها في الليل عندما تهبط درجة حرارة الجو، تفقد تلك الصخور الكثير من سخونتها وتصبح أبرد من الهواء المحيط بها، والصخور التي بالداخل تظل باردة حتى في الأيام الأشد حرارة، وحتى الهواء الجاف يحوي كمية صغيرة من بخار الماء، ومن ثم فإنه

عندما يمر الهواء البارد بالحجارة الأبرد فإن بخار الماء الذي في الهواء يتكثف، وعندئذ يمكن تجميع هذه المياه. باستخدام هذه الوسائل يمكن الحصول على رطوبة ونداوة من الهواء الجاف لتوفير الماء لمجتمع صغير، فالمدنية الإغريقية القديمة، فيوديسيا، الموجودة الآن في أوكرانيا كان لديها نظام لتوفير المياه، مكوناً من ١٣ (ثلاثة عشر) بئراً هوائياً كل واحدة منها بارتفاع ١٤م (أربعة عشر). ويقدر العلماء أن هذا النظام قد يعطينا ما مقداره ٢٠,٠٠٠ (عشرون ألف) ليتر من الماء يومياً.

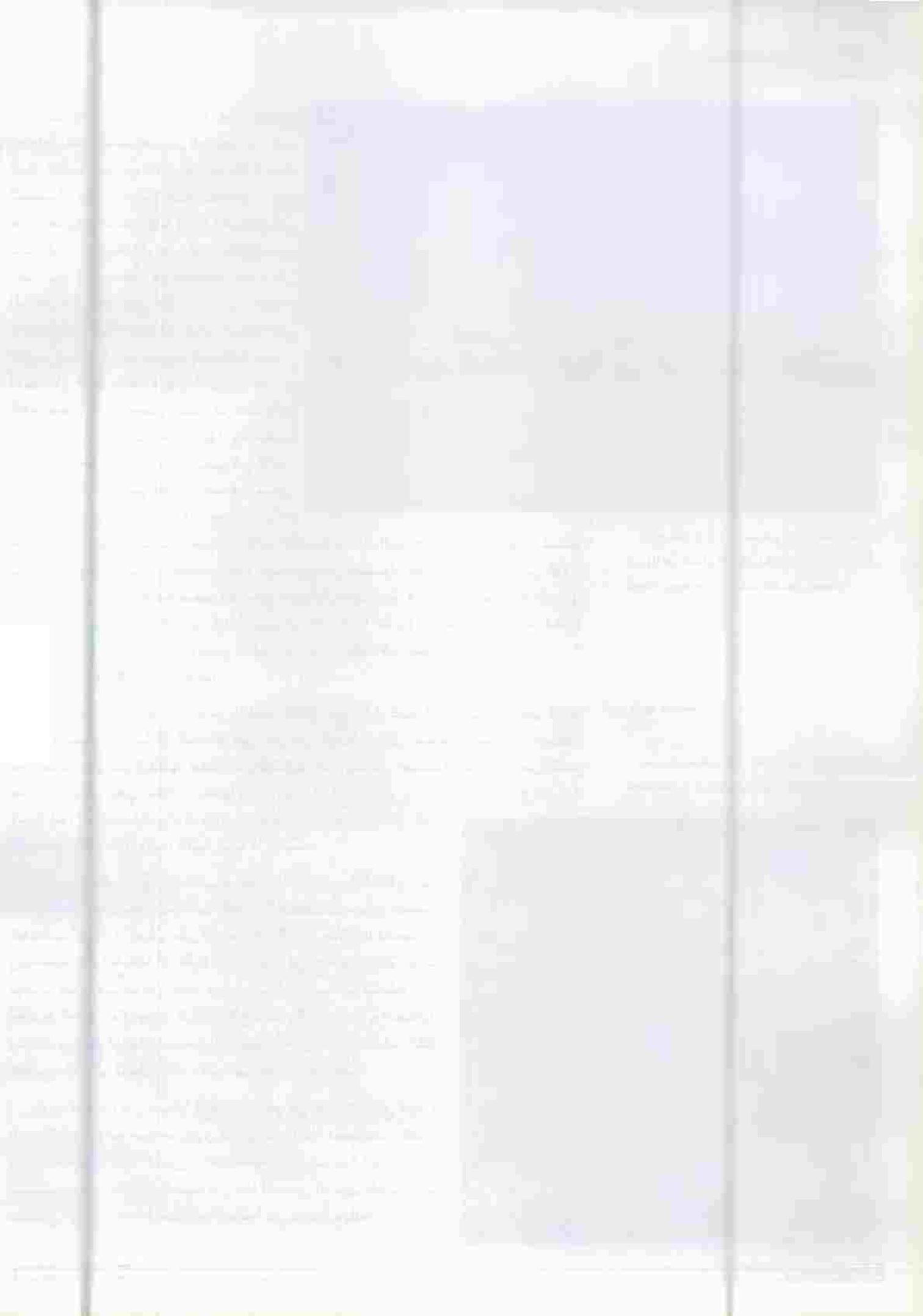
قد تساعد تشكيلة جديدة من العشب والكلأ في تقليل كمية المياه التي نحتاجها لنظف المروج خضراء في المناطق القاحلة، في مدن مثل فينيكس، التي تقع في الصحراء، تستهلك كمية هائلة من الماء لإبقائها خضراء. والتشكيلة الجديدة من العشب والكلأ تأتي من القمح طويل العيدان، وهي سلالة موطنها إيران وتركيا. وهذه الأنواع من العشب تحتاج إلى ثلث كمية الماء المطلوبة للأنواع الأخرى المماثلة من العشب والكلأ. كما أنها تنمو أكثر ببطناً، ولهذا فإنها غالباً لا تحصد.

بعض الطحالب مثل الاسفنجوم لديها جينات تجعلها قادرة أن تنجو بحياتها من الجفاف.



ويدرس علماء الأخبار الاستفادة من الطحالب (الأشنه)، التي تستطيع أن تنجو بحياتها تحت ظروف الجفاف القصوى، فبعض الطحالب تستطيع العيش حتى مع إصابة ٩٠% من خلاياها بالجفاف، وتستطيع تلك الخلايا أن تحيا مرة أخرى في غضون دقائق حالما توفرت لها كميات من المياه. ويأمل علماء الحياة أن يتمكنوا من تجديد الجين الذي يؤدي إلى إصلاح الخلل الذي يصيب الخلايا، وعندئذ يمكنهم أن ينقلوا الجين إلى نباتات أخرى، مثل أعشاب الكلأ كالقمح مثلاً، كي تجعلها قادرة أكثر على مقاومة الجفاف.

إن الماء جزء من حياتنا اليومية، فهو في طعامنا، وفي الهواء الذي نتنفسه وهو جزء ضروري من بيئتنا، والماء مهم بنفس القدر بالنسبة للحيوانات الأخرى، وكذا للنباتات. وبدراسة الطرق التي تستفيد بها الكائنات الحية من هذا المصدر الثمين للحياة قد يستطيع العلماء إحداث تطورات إضافية في نوعية حياتنا.



## المسرد

- التكيف:** التغير في الاستجابة للبيئة .
- الشريان:** وعاء دموي كبير ذو جدران عضلية سميكة يخرج من القلب .
- الذرة:** أصغر جزء من أي عنصر كيميائي يمكنه أن يوجد بمفرده .
- الدم:** سائل ثخين لزج يجري في الشرايين الدموية، يتكون من خلايا معلقة في البلازما .
- التحلية:** إزالة الملح من ماء البحر .
- الانتشار:** حركة الجزيئات من منطقة تكون فيها عالية التركيز إلى أخرى يكون التركيز فيها أقل .
- التبخّر:** التغير من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية .
- الإفراز:** التخلص من الفضلات السامة في جسم الكائن الحي .
- التنقيح:** فصل جزيئات ذات حجم واحد عن جزيئات أكبر حجماً .
- الطاقة الحرارية:** كمية الطاقة المطلوبة لرفع درجة حرارة قدر معين من الماء بنسبة درجة واحدة مئوية .
- الهرمون:** عنصر كيميائي يوجد في الكائنات الحية .
- النظام الهيدروليكي:** نظام نقل القوى من مكان لآخر بواسطة السائل .
- الري:** سقي المحاصيل بالوسائل الصناعية .
- الجزئي:** مجموعة ذرات مرتبطة معاً .
- التنظيم الأوزموزي:** التحكم في كمية المياه في جسم الكائن الحي .
- الأسموزية (التناضح):** حركة جزيئات الماء من منطقة تكون فيها عالية التركيز إلى أخرى يكون فيها التركيز أقل عبر غشاء يسمح بنفاذ السوائل .
- التصفية:** تنقيه مادة من الشوائب العالقة بها .
- خزان:** مخزون كبير من الماء يتكون بإقامة السدود على الأنهار .
- التشيع:** الدرجة التي عندها لا تستطع المادة أن تذوب في مذيب ما .
- المذاب:** المادة التي سوف تذاب في مذيب .
- المذيب:** مادة مثل الماء سيذاب فيها مادة أخرى .
- التوتر السطحي:** القوة الجزيئية التي تشد سطح السائل إلى أصغر مساحة ممكنة .
- التعرق:** تبخر العرق (الذي يتكون من الماء واليوريا والأملاح) من سطح الجلد .
- النسيج:** مجموعة من خلايا متماثلة لها وظيفة معينة مثل الكبد أو العضلات .
- النتح:** تبخر الماء من النبات وغالباً ما تكون في الأوراق .
- الماء:** سائل عديم اللون والرائحة يتكون من الهيدروجين والأكسجين .
- الجافوف:** نبات صحراوي تكيف ليعيش في ظروف بيئية جافة مثل الصبار .

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records. It states that records are essential for tracking progress and identifying areas for improvement. The text emphasizes the need for consistency and thoroughness in data collection.

In the second section, the author describes the methodology used for data collection. This involves a series of structured interviews and observations. The goal is to gather comprehensive information from various stakeholders to ensure a holistic view of the project.

The third section details the analysis of the collected data. The author uses a combination of qualitative and quantitative methods to interpret the findings. Key themes are identified, and their implications for the project are discussed.

Finally, the document concludes with a series of recommendations. These are based on the insights gained from the data analysis. The author suggests several strategies to address the identified challenges and optimize the project's performance.

The following table provides a summary of the key findings from the data analysis. It highlights the most significant issues and the corresponding recommendations.

Issue	Recommendation
Lack of communication between departments	Implement regular cross-departmental meetings
Inconsistent data reporting	Standardize reporting formats and schedules
Resource allocation challenges	Re-evaluate resource distribution and prioritize tasks
Unclear roles and responsibilities	Clarify job descriptions and establish accountability

The data indicates that while there are several challenges, they are manageable with the right approach. The recommendations provided are designed to be practical and actionable, ensuring that the project can move forward effectively.

## كلمات مستفادة

٢٢-٢١	واحة	١٢-١٢	المطر الحامضي
٤١	التنظيم الأوزموزي	١٢-١١	ضد التجمد
٢٩، ٢٧-٢٤	الاسموزية (التناضح)	٢٢-٢٠	قناة
١٩	اللحاء	٦	ذرة
١٧-١٦، ١٥، ١٢	تلوث	٢٤، ١٦، ١٢، ٤	جو
٢٢-٢٢، ١٢	محطة طاقة	٢٢، ١٨	دم
٢٨، ٢٧-٢٦	خزان	٢٥-٢٤	صبار
٢٩	أرز	٢٥، ٢١	جمل
٢٩-٢٨	تمليح	١٢	كهوف
٢٧	سالون	٢٢	خلية
٢٩	مستنقع ملحي	٢٢-٢٠	مبرد
٢٩-٢٤، ٤	ماء مالح	٢٦-٢٥، ٢٢-٢٢، ٩، ٨، ٧	تكثيف
٢٨	مياه المجاري	٩	تيارات
٢٩-٢٨	محطات معالجة مياه الصرف الصحي	٢٧، ٢٦	سد
٢١-٢٠	جلد	٢٩، ٢٧	تحلية
١٥-١٤	ذوبان	٤٢، ٢٧، ٢٥-٢٤	صحراء
١٧-١٤	مذيبيات	١٧-١٦	منظفات
١٩	ثغور	٢٩، ٢٤	انتشار
١٤	سكرورز	٢١	محرك
٢٢-٢٢	إمداد	٢٢، ٢٠، ١٩، ١٢، ٩، ٨، ٧، ٦	تيخر
١٢، ١٠	توتر سطحي	٤٢، ١٢	وقود حفري
٢٢، ٢١-٢٠	تعرق	٢١، ٧	جمه (نوع ماء ساخن)
٢٢، ٢٠-١٩	نح	١٧-١٦	ماء عسر (يحتوي على أملاح)
٤٠، ١٨	يوربا	١٢، ٩	طاقة حرارية
٨	دورة الماء	٢١	محول حراري
٢٧	اكسيروفيت (الجافون: نبات صحراوي)	١٨	هرمونات
١٩-١٨	الزيلام (الجزء الخشبي من النبات)	١٢، ١١، ١٠، ٧، ٦، ٥	ثلج
		١٠، ٥	جبل جليدي
		٢٩-٢٨	ري
		٤١-٤٠	كلية
		٢٥-٢٤، ١٩	أوراق شجر
		٢٥، ٢٢	غشاء

# Handwritten Title

Handwritten text in the upper right section of the page, possibly a list or notes.

Handwritten text in the lower right section of the page, possibly a list or notes.