«وجعلنا من الماء كل شيء حي»

إعداد:
د. زين العابدين متولى
الأستاذ بكلية العلوم
جامعة القاهرة

الظواهر العجيبة للماء

كان الفيزيائيون قد تنبأوا قبل عصر غزو الفضاء بكثير بأن أى سائل بما فى ذلك الماء طبعاً يأخذ الشكل الكروى عندما يكون قائماً بذاته، أى عندما يقع خارج تأثير الجاذبية الأرضية وغير محصور فى إناء معين.. والسبب فى ذلك أن السطح الكروى هو أصغر سطح بين سطوح الأجسام ذات الأشكال المختلفة والحجم الواحد وتعزى محاولة السائل فى جعل سطحه أصغر ما يمكن إلى خاصية معينة له تدعى بالتوتر السطحى.

والتوتر السطحى هو الذى يجعل صفيحة رقيقة جداً من معدن كثافته أكبر من كثافة السائل تطفو على سطح هذا السائل وإذا تكلمنا عن التوتر السطحى فالتوتر السطحى للماء يأتى فى مقدمة جميع السوائل.. ولو استعرضنا الجدول المتضمن قيم التوتر السطحى للسوائل لوجدنا أن هذه القيمة تتراوح عند غالبية السوائل بين ٢٠ . ٣٠ داين/ السنتيمتر «الداين هو مقدار القوة التى إذا أثرت على جسم كتلته واحد جرام أكسبته عجلة مقدارها واحد سنتيمتر على الثانية٢» ولكنها عند الماء تساوى ٧٢ داين/سم.

وهكذا يستقل هذا الشذوذ الواضح عند الماء فى رفع الماء من جذور الأشجار إلى أعلى نقطة فيها، فالمعروف من قوانين الميكانيكا أنه من المستحيل أن يرتفع الماء تلقائياً نتيجة اختلاف الضغط أكثر من عشر أمتار، ولحسن الحظ فإن طبيعة الماء فى النباتات تشذ عن هذه القاعدة وتعتمد على الخاصية الشعرية كما سنوضح هذه الخاصية فيما يلى:

لو وضعنا أنبوباً زجاجياً رفيعاً جداً «يبلغ قطره عدة أجزاء من المليمتر الواحد» فى الماء فإن الماء سيصعد فيه بسرعة إلى أعلى ويصبح مستوى سطح الماء فيه أعلى مما هو عليه فى الوعاء الواسع بصورة ملحوظة، يحدث هذا بما يسمى «قوى تلاصق الماء مع زجاج الأنبوب».

وتظهر قوى التلاصق السطحى بوضوح تام فقط عند صعود السائل فى داخل الأنابيب الرفيعة جداً، وكلما كان الأنبوب أكثر دقة زاد ارتفاع الماء فيه وتجلت الظاهرة بوضوح أكبر. إن اسم هذه الظواهر السطحية يرتبط باسم الأنابيب الدقيقة.. ويطلق على الأنبوب الشعرى «بالنسبة للشعرة الرقيقة» وبالتالى يطلق عليها اسم الخاصية الشعرية، يمكن للماء أن يرتفع إلى مسافة ١,٥ ملليمتر فى الأنبوب الشعرى الذى يبلغ قطره واحد ملليمتر أما عندما يبلغ قطر الأنبوب الشعرى ٠,٠١ ملليمتر فإن ارتفاع الماء يزداد فيه بعدد من المرات يساوى عدد المرات التى يقل فيها قطر الأنبوب عن الملليمتر الواحد، وفى مثالنا هذا فقطر الأنبوب قل بعدد من المرات يقدر بـ١٠٠ وبالتالى سوف يرتفع الماء فى الأنبوب أكثر ١٠٠ مرة أى ١,٥ × ١٠٠ = ١٥٠ ملليمتراً.

تحتوى الأشجار والنباتات مثلاً على نظام متكامل من القنوات والمسامات الدقيقة وتقل أقطار هذه القنوات عن عدة أجزاء من مائة جزء من الملليمتر الواحد فقط وبفضل ذلك كله، نجد أن القوى الشعرية تقوم برفع ماء التربة إلى ارتفاع كبير جداً وتوزع الماء المرفوع على كافة أقسام النبات، وهذه الميزة ليست متوفرة فى جميع السوائل، ولذلك يقول المولى عز وجل

﴿وجعلنا من الماء كل شيء حي﴾

(الأنبياء ٣٠)

هذا وسوف نتطرق إلى ظاهرة مهمة جداً عند الماء ألا وهى «ثابت العزل الكهربائى» ويعرف هذا الثابت بأنه قيمة تدل على مدى كون طاقة التأثير المتبادل بين الشحنات أقل منها فى الفراغ.

ونجد قيم ثوابت العزل الكهربائى عند السوائل، فهذا الثابت يساوى ٢,٢٧ عند البنزول وهذا يعنى أن التأثير المتبادل بين أى شحنتين فى البنزول يكون أضعف بـ ٢,٢٧ مرة فى الفراغ، ونلاحظ أيضاً أن قيم ثوابت العزل الكهربائى عند معظم السوائل تتراوح بين ٢ . ١٠ ولكن هنا عدد قليل من السوائل يبلغ ثابت العزل الكهربائى عندها ٣٥ مرة ومهما حاولنا أن نوسع قائمة هذه السوائل فلن نجد بينها سوى عدد قليل يبلغ ثابت العزل الكهربائى عنده ٤٠ - ٦٠.. وهنا يشذ الماء عن غيره من السوائل، فثابت العزل الكهربائى عنده

يساوى ٧٨ وهو أكبر بكثير من ثابت العزل الكهربائى عند غالبية السوائل الأخرى، وهذا ما يفسر لماذا تذوب مختلف المواد فى الماء بشكل أفضل بكثير من ذوبانها فى المذيبات الأخرى.

ومن الخواص التى تميز الماء «الرطوبة النسبية» فعند سماعنا للنشرة الجوية التى تذاع عدة مرات من محطة الإذاعة والتليفزيون وبشكل خاص العبارة التالية:

الرطوبة النسبية فى الجو ٩٠٪ أو ٧٠٪ أو ٥٠٪.... إلخ.

ولنفرض الآن وجود كأس يحوى ماء ومغطى بغطاء من الزجاج، فماذا يوجد تحت الغطاء؟!.. قد تقول «الهواء» نعم الهواء ولكن ليس وحده، وإنما توجد معه أبخرة الماء، فإذا تركنا الكأس مغطى لفترة طويلة لاحظنا فى نهاية الأمر أن ثمة توازن يحل بين الماء الموجود فى الكأس والماء الكائن فى الطور الغازى.

وتعنى كلمة «التوازن» هنا أن الماء فى الكأس سيتحول إلى بخار وفى الوقت نفسه تعود جزئيات الماء من البخار لتغوص مرة أخرى فى الماء من جديد وهنا يحدث «التوازن» أى أن كمية الماء المتحول من سائل إلى بخار متساوية مع كميته المتحولة من بخار إلى سائل.

وفى حالة التوازن هذه تكون كمية الماء فى البخار أعظم ما يمكن فى درجة الحرارة المعينة، ويسمى مثل هذا البخار ببخار الماء المشبع.

وكلما ارتفعت درجة الحرارة ازدادت كمية الماء الموجود فى البخار وازداد ضغط البخار المشبع ولهذا السبب يكون من السهل جداً اعتماد قيم الضغط للتعبير عن تشبع الطور الغازى بالبخار.

والعبارة السابقة «الرطوبة النسبية ٧٠٪ مثلاً» لا تعنى أبداً أن بخار الماء يشكل اليوم ٧٠٪ من الهواء، فهذه نسبة كبيرة ولكنها تعنى أن ضغط بخار الماء فى الهواء يعادل ٧٠٪ من ذلك الضغط الموافق للضغط المشبع فى درجات الحرارة المعينة.

ومن المعلوم أن الحر الشديد لا يطاق عندما تكون الرطوبة النسبية عالية فى الجو، وبالفعل فجسم الإنسان يبرد فى الصيف نتيجة تبخر ماء العرق منه، فإذا كان الجو مشبعاً تقريباً ببخار الماء كان تبخر ماء العرق من الجسم بطيئاً وقل احتمال شعور الإنسان بالبرودة ولهذا يختلف تحمل الإنسان لدرجة الحرارة ٣٣ درجة مئوية فى مدينة ما ذات مناخ رطب عن تحمله لها فى مدينة أخرى تتميز بمناخها الجاف.. أم هذا «الماء» يعمل عمل أجهزة التكييف لجسم الإنسان؟!.. نعم فهو كذلك بخلاف حمله للسموم وخروجه من مسام الجلد، أى أنه يخلص الجسم أيضاً من السموم.. وهذه صورة من صور الاتزان العجيب الذى يعمل بقوى سخرها المولى سبحانه وتعالى لجعل المناخات صالحة لاستقرار الحياة فيها وصدق سبحانه وتعالى بقوله:

﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ﴾

(الأنبياء ٣٠)

وهناك ظواهر أخرى كثيرة يتميز بها الماء عن سائر السوائل الأخرى مثل حرارتى التبخر والتكاثف وسوف نقدم للقارئ نبذة مختصرة عن هذا بالتدريب العملى الآتى:

خُذ سائلاً ما واغمس فيه ترمومتراً زئبقياً مئوياً ثم ابدأ بتسخينه، فتلاحظ أن الترمومتر يبدأ بتسجيل ارتفاع درجة حرارة السائل، ولكن ما أن تظهر الفقاعات الأولى من البخار التى تدل على بدء الغليان حتى تلاحظ أن عامود الزئبق فى الترمومتر يثبت فى مكانه ويبقى على هذا الحال إلى أن تتبخر آخر قطرة من السائل.. وبعد ذلك تبدأ درجة الحرارة بالارتفاع ولكن ما يسخن الآن هو البخار فقط.

ومن السهل أن نفهم سبب بقاء درجة حرارة السائل ثابتة أثناء الغليان بالرغم من أن السائل تلقى الحرارة من جراء تسخينه باستمرار، فالحرارة المكتسبة عندئذ تصرف لإعطاء الجزئيات الطاقة اللازمة لفصلها عن السائل وتحولها إلى بخار فهذه الكمية من الحرارة اللازمة لتحويل جرام واحد من السائل إلى بخار عند درجة الغليان تدعى حرارة التبخر «تشكل البخار» الكامنة.

وأظن أنك الآن لا تتعجب إذا قلنا بأن الماء يحتل المرتبة الأولى فى قيمة حرارة التبخر الكامنة.. وكيف لا؟!.. فلكى نجعل جراماً واحداً من الماء يتبخر وهو تحت الضغط الجوى العادى ينبغى أن نصف ٢٢٦٠ جولاً للمقارنة نذكر أن تحويل جرام واحد من الزئبق إلى بخار يحتاج إلى ٢٩٠ جولاً فقط وأن هذه القيمة تبلغ ٣٩٠ جولاً فى حالة البنزول، وحوالى ٨٥٠ فى حالة الكحول الإيثيلى.. وأود أن أشير إلى أن هذه الظاهرة التى وهبها الله للماء تفيد الأحياء دون شك فى ذلك، فلو لم تكن حرارة التبخر عند الماء كبيرة لما كانت هناك على الأرض أنهار وبحيرات ولكان وضع المحيطات شيئاً آخر، ولتحول الجزء الأكبر من الماء وربما الماء كله إلى بخار فى الجو وربما كان منظر سطح الأرض جميلاً، فهو يظهر خالياً من الماء ومغطى بطبقة كثيفة من بخار الماء.. وبهذه الطريقة السهلة يُبخِّر المولى سبحانه وتعالى الماء على الأرض، وصدق قوله سبحانه وتعالى فى كتابه العزيز فى سورة الحجر:

﴿ وَأَرْسَلْنَا الرِّيَاحَ لَوَاقِحَ فَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ ﴾

(الحجر ٢٢)

ولو كانت مياه المحيطات عذبة.. وهذا أسهل ما يكون على المولى سبحانه وتعالى.. لتعفنت وتعذرت بعد ذلك الحياة على الأرض، حيث إن الملح الذى يمنع حصول التعفن والفساد ولولا أن الكلور يتحد مع الصوديوم لما تكون الملح، وبالتالى ما كانت هناك حياة.

وجريان الماء العذب من أهم أسباب منع فساده وتجديد طهارته نظراً لقلة أو ندرة المواد الحافظة به يقول المولى عز وجل فى كتابه العزيز:

﴿ فَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ ﴾

(الحجر ٢٢)

هذا ولا شك إعجاز فى هندسة الكون، والماء العذب مثله مثل الهواء الطلق لابد أن يتحرك لكى يتجدد وينقى، والحبس يفسده.

دأب الإنسان على تخزين الماء لفترة ليست طويلة ويمارس هذا المنطق فى

تخزين المياه العذبة مكشوفة فى الأنهار أمام السدود، ورغم أهمية السدود والخزانات فى ظل اقتصاد عالمى متين وبشر يتزايد إلا أنها منعت النهر من أن يجرى على طبيعته وحريته.. وأصبح يجرى طبقاً لحسابات البشر.. والفرق كبير بين الجريان الطبيعى الإلهى، وبين ما هو بشرى لاستغلال ما سخر الله، وبعد أن خفّض الإنسان سرعة جريان المياه العذبة أصبحت مهددة مع الأيام بالتلوث، فالقاعدة العلمية أن المياه العذبة مثلها مثل أى كائن حى يصعب تخزينها على حالتها وإلا فسدت خواصها وأبسط طرق حفظها وأرخصها هو الملح.

والماء إذا اختزن فى الأرض آماداً طويلة يذيب أملاح قشرتها ويصير مالحاً كالبحار والمحيطات، وصدق المولى عز وجل فى قوله:

﴿أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ (٦٨) أَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنْزِلُونَ (٦٩) لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا﴾

(الواقعة: ٦٨ - ٧٠)

ونفهم من هذه الآية الكريمة أن المولى قادر على إيجاد الماء وإنزاله وأنه يحفظه فى أمكنة ينابيعه من سهول وجبال وعيون وآبار وبحار ومحيطات وهو وحده لا إله إلا هو الذى حفظه «الماء» وسلكه ينابيع فى الأرض، وهو الذى جعله عذباً وهو الذى رحم العباد بسُقياه.

ومساحة الغلاف المائى للأرض أكبر من مساحة اليابسة، كما تبين لنا من تكرار كلمة البحار واليابسة ومشتقاتها فى القرآن الكريم وذلك لحكمة إلهية حتى يتم تلطيف مناخ الأرض بتوزيع درجات الحرارة على سطحها توزيعاً عادلاً ولولا هذا لأصبحت فروق درجات الحرارة على الأرض هائلة لدرجة لا تسمح بقيام الحياة تماماً.

ويطلق على هذه الغلالة المائية أيضاً «الهيدروسفير» ولو أن الأرض كانت كرة ملساء لا تعاريج فى سطحها لغطاها ذلك الماء بغلاف سمكه نحو ثلاثة كيلومترات أما وسطح الأرض بين منخفض ومرتفع، فقد تجمع الماء منذ النشأة الأولى فى مناطق هبوط القشرة الأرضية مكوناً البحار والمحيطات.

وهناك تبادل غازى مستمر بين الغلاف والهواء وأهم الغازات التى يتم تبادلها هو بخار الماء الذى هو من مكونات الغلاف الجوى المتغيرة النسبة ومن أعظمها أثراً فى النشاط الجوى ويتم تبخير الماء من المحيطات والبحار ونحوها بواسطة الإشعاع الشمسى والرياح. وعندما يصل الإشعاع الشمسى إلى سطح الأرض يتم امتصاص جانب منه وتتحول هذه الطاقة الممتصة إلى حرارة تدخر فى سطح الأرض وفى العادة لا يمتص السطح كل الإشعاع الساقط عليه، بل إن بعض هذه الإشعاعات ترتد وترجع إلى الفضاء أو تنعكس وصدق المولى بقوله فى كتابه العزيز:

﴿والسماء ذات الرجع﴾.

(الطارق: ١١)

وتختلف قوة سطح الأرض على ما يفد إليها من الإشعاع الشمسى باختلاف طبيعة هذا السطح ويستفاد بجزء كبير من طاقة الإشعاع عند الأسطح المائية أثناء اليوم وعلى مدار العام، كما يستفاد من هذه الطاقة فى عمليات التبخير وتحويل بعض ماء البحار إلى بخار يصعد إلى السماء ولقد وجد أن متوسط قيمة الطاقة المستنفدة فى عمليات التبخير هذه يبلغ نحو ٣٣٪ من الإشعاع الوافد إلى سطح الماء.

وقدر العلماء بالحساب أن متوسط كميات البخر من سطح المحيطات يصل فى العام الواحد إلى نحو ٩٣ سنتيمتراً على كل سنتيمتر مربع.. وتبلغ كمية البخر من المحيطات كلها نحو ٣٣٤ ألف كيلومتر مكعب فى العام يعود منها نحو ٢٩٧ ألف كيلومتر مكعب عن طريق التكاثف إلى أمطار فوق المحيطات، أما الباقى إنما تجلبه الأنهار فى مصباتها، وتقدر كمية الأمطار التى تسقط فوق اليابس نحو ٩٩ ألف كيلومتر مكعب فقط منها ٣٧ من الكيلومترات المكعبة أصلها أبخرة مياه المحيطات، أما الباقى ٦٢ كيلومتر مكعب عبارة عن أبخرة تتصاعد من الأسطح المائية التى فى داخل القارات ومن الأراضى الرطبة والمزروعة وعلى سبيل المثال فإن البحر الأبيض المتوسط يتبخر الماء من سطحه بحرارة الشمس بمعدل يصل إلى ١٠٠ ألف طن فى الثانية الواحدة ورغم هذا فكمية المياه فيه ثابتة منذ أن نشأ، وعلى مدى الدهور والأزمان.. نظراً لعودة المياه إليه بنفس المعدل، وهذا يفسر قوله سبحانه وتعالى فى سورة الحجر:

﴿فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنْتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ﴾

(الحجر ٢٢)

إن المحيطات وما يرتبط بها من بحار ومضايق وخلجان ومداخل تؤثر على الإنسان بطرق كثيرة ابتداء من المناخ الذى يعايشه والأكسجين الذى يتنفسه والطعام الذى يأكله، حتى الأحوال الاقتصادية والاجتماعية والسياحية والعسكرية التى نعيش فى ظلها.

إن أربعة أخماس الكائنات الحية على كوكب الأرض تتخذ إقامتها وموطنها فى هذه المساحة المتداخلة من المياه المالحة والتى تحيط بالكرة الأرضية، وفى الحقيقة فإنه يمكن التعرف فى وقتنا الحاضر على نحو ٢٠٠ ألف نوع من الكائنات الحية وفى المحيطات يتم اكتشافها سنوياً.

إن الشىء المثير هو من ناحية الحجم، فضلاً عن المساحة، فالمحيطات تحتوى على ٣٣٠ مليون كيلومتر مكعب من الماء التى يبلغ عمقها فى المتوسط ما يقرب من ٤ كيلومترات ويقابلها ارتفاع القارات الذى لا يتعدى ٠,٤ كيلومتر فقط وتنتشر هذه المياه فوق مساحة قدرها ٣٥٨ مليون كيلومتر مربع.

توجد بذلك ثلاث صناعات أساسية تعتبر المنتفعة الرئيسية هى: صناعة «صيد الأسماك» وصناعة «شحن السفن» ومجموعة المشروعات التى يمكن تسميتها بـ«الصناعات الساحلية».

ويعزى دور الماء فى تنظيم المناخ على الأرض إلى القيمة الكبيرة لحرارة تبخره الكامنة، فالماء يبرد الجو عند تبخره ويسخنه عندما يتساقط على شكل أمطار وأود أن نذكر كل من يشك فى تأثير الغيوم والأمطار على المناخ على الكرة الأرضية وأنه يتبخر كل ساعة على الأرض ٥٠ كيلومتراً مكعباً من الماء وهذه الكمية تحتاج إلى صرف طاقة مقدارها:

٥٠×٢٢٦٠×١٠^١٥ - ١١٣×١٠^١٨ جـــول فى الساعة.

وهذه طاقة هائلة جداً جداً يمكن لها أن تسخن الهواء عندما تتكثف هذه الكمية إلى ماء أو تبرده عندما تتبخر إلى بخار الماء ولكى يتصور القارئ مدى جسامة قيمة الطاقة المذكورة نستطيع القول بأن الطاقة التى تنتجها محطات الكهرباء فى العالم برمته فى السنة الواحدة تتراوح بين ١٠×١٠^١٥ - ١٠^١٦ جـول أى أصـغـر من القيمة السابقة بمقدار:

١١٣×١٠^١٨ ×٢٤×٣٦٥
= ـــــــــــــــــــ
٤,٢×١٠^٣ ×١٠^١٥

١١٣×٢٤^٣ ×٦٥٠^٣
= ـــــــــــــ ٢١٠×٢٣٥٧ مرة
٤٢

والماء يسلك سلوكاً شاذاً آخر، فحرارة الانصهار الكامنة عنده ٣٣٥ جولاً أكبر بثلاثين مرة عنها عند الزئبق وأكبر بثلاث مرات من حرارة الانصهار الكامنة للبترول والكحل الإيثيلى وهذا بدوره يؤثر تأثيراً شديداً على المناخ فى الكرة الأرضية، ولعل سكان المناطق الشمالية يشعرون دون شك الدفء النسبى أثناء سقوط الثلج والسبب واضح، فكل جرام من الماء يعيد إلى الهواء عند تحوله ثلجاً تلك الكمية من الحرارة ٣٣٥ جولاً التى افترضها سابقاً منه، وإذا تذكرنا أن الثلج يتكون فى معظم الأحيان من أبخرة الماء مباشرة وجب علينا أن نضيف هنا إلى الحرارة السابقة حرارة تبخر الماء الكامنة والتى تبلغ ٢٢٦٠ جولاً.

إن ربات البيوت فى المناطق الشمالية من الكرة الأرضية أو فى المناطق الجنوبية يعرفن جيداً أن الجليد يتبخر، حيث يقمن بنشر الغسيل على الحبال فى أيام الصقيع الباردة جداً، فيجف بسرعة، لأن الماء يجمد فى بداية الأمر، ثم يتبخر الجليد بعد ذلك وهذه الحقائق والظواهر الكونية ممثلة فى الماء نحن نقف أمامها مبهورين لأن ما نعلمه عن ظواهر الماء ضئيل بالنسبة إلى ما لا نعلمه أولا نستطيع تعليله أو تعريفه وعموماً فالمؤمنون هم الذين يعلمون علم اليقين أن هناك أشياء تخفى على علمهم وصدق تعالى بقوله:

﴿ وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلاَّ قَلِيلاً ﴾

(الإسراء: ٨٥)

وعموماً فلمياه البحار والمحيطات مشاركة أصيلة فى الحياة، فهى لأشعة الشمس لاقط، وللسحاب مكون، وللكربون قانص، وللأسماك مستقر، ولجوف الأرض مبرد، ولقشرتها وقاء، وللسفن طريق، وللتجارة والنقل شريان، وللمعادن والطاقة حامل، وللحياة بأكملها مشارك فعال وأصيل فى كل أنشطة الحياة المختلفة، وذلك للوصول إلى كشف التوازن الإلهى الدقيق لدوام الحياة على سطح الأرض.

سنتحدث الآن عن بعض خصائص ذرات الهيدروجين، فالهيدروجين يشكل ثلثى الذرات فى الماء، جميع العناصر الكيميائية التى تمنع الإلكترونات أثناء التفاعل «وهى الفلزات فى أغلب الأحيان» تبقى محتفظة بعدد منها بعد ذلك باستثناء الهيدرجين الذى لا يملك سوى إلكتروناً واحداً.. فهو يبقى دون طبقة إلكترونية بعد تخليه عن إلكترونه الوحيد وبعبارة أخرى فإن ما نسميه بكاتيون الهيدروجين (يد) ما هو إلا نواة عارية، أى جسيم عنصرى هو «البروتون» وشدة الحقل الناشىء عن البروتون أقوى بمرات عديدة من شدة الحقل الناشىء عن الكاتيونات الأخرى.

وهذه الظاهرة تسمى بـ«الرابطة الهيدروجينية» وتكون مؤثرة على صفات الماء ككبر الحرارة النوعية للماء بالنسبة لليابس (١ إلى ٠,٢) - الحرارة النوعية لأى مادة هى مقدار الحرارة اللازمة لرفع أو خفض درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية».

جزىء الماء ليس له شحنة نهائية موجبة أو سالبة ولذا فإن جزيئات الماء تميل للترابط مع الجزيئات الأخرى بالروابط الهيدروجينية وبذلك فالماء يعتبر مذيباً مهماً وعام للجزئيات الأخرى. وعند إذابة الأملاح فى الماء يظهر تغير فى وجهة الجزىء، ومثال ذلك فإنه بإذابة ملح الطعام «كلوريد الصوديوم» فيه يحدث التأين وتجذب جزيئات الماء أيونات الصوديوم وأيونات الكلور وبصورة مرئية حول كل منها، وتبعاً للشحنات وتظهر أيونات الصوديوم مثل كرة متميئة.. مثل هذا الوضع يكون مساعداً على تعليق الجزيئات الكيميائية الكبيرة فى الماء مثل «البروتينات» وكثير من الأملاح تذوب فى الماء بطريقة مثل ما سبق من ذوبان كلوريد الصوديوم فى الماء.

وننتقل إلى السعة الحرارية للماء، وهنا تعتبر الرابطة الهيدروجينية المذنب الرئيسى لذلك، فارتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى سرعة حركة الجزيئات، وطبيعى تسريع أو تعجيل حركة جزيئات الماء المثبتة بروابط هيدروجينية يتطلب حرارة أكثر بكثير من الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة سائل آخر تكون جزيئاته أقل ارتباطاً فيما بينها.

ولتوضيح الشذوذ فى حرارة التبخر الكامنة «وحرارة الانصهار الكامنة» عند الماء فنحن نعرف جيداً أين تصرف هذه الكيلوجولات الزائدة، فبالإضافة إلى الروابط العادية التى تربط الجزيئات فى أى سائل توجد فى الماء، بالإضافة إلى الرابطة الهيدروجينية التى يتطلب قطعها صرف طاقة إضافية.

والقيمة الكبيرة للتوتر السطحى للماء إنما تعود إلى التجاذب الشديد الذى ينشأ بين جزيئات الماء نتيجة تشكيل الروابط الهيدروجينية بينها.

ومن الظواهر الطبيعية يلاحظ أن الماء الصلب «الثلج - البرد - الجليد» يطفو على سطح الماء بسبب صغر كثافته مقارنة بالماء السائل.

الوزن الجزيئى للماء متغير، وذلك تبعاً لتغير حالة مادته من صلبة إلى سائلة إلى غازية، وهذا يعنى وجود أكثر من وزن جزيئى للماء وهو يتوقف على الظروف الطبيعية فى حالة الماء الغازية فعند درجة حرارة ١٠٠° درجة مئوية وتحت الضغط الجوى العادى ٧٦ سنتيمتر/ زئبق، يكون الوزن الجزيئى للماء ١٨,٠٣ على أنه عند نفس الدرجة من الحرارة ولكن تحت ضغط يساوى أربعة أمثال الضغط الجوى العادى ١٩,٠٦.

ما هو شكل جزىء الماء؟

الماء كما هو معروف يتكون من ذرة الأكسجين وذرتين من الهيدروجين،

ويتكون جزىء الماء على شكل يشبه القضيب المغناطيسى يكون له قطب سالب وقطب موجب، ويدور جزىء الماء حول نفسه بسرعة كبيرة، كما أنه يدور حول الجزيئات الأخرى على مسافات ثابتة عند درجات الحرارة الواحدة، وينشأ عن ذلك أنه فى أى لحظة نرى مثلاً كوباً من الماء ملىء بجزيئات الماء فى مواضع مختلفة من حيث اتجاه الأقطاب السالبة والموجبة، وهذه الحالة تجعل للماء مقاومة ما للدخول إلى الخلايا والانسياب مع السيتوبلازم.

ليس فى بناء جزىء الماء أى شىء غير طبيعى من الوجهة الهندسية، فذرة الأكسجين ترتبط بذرتين من ذرات الهيدروجين وجميعها يقع فى مستوى واحد، وثمة قضية مهمة هنا وهى أن الزاوية بين الروابط أ - يد تساوى ١٠٩,٥ درجة «ويرمز لذرة الأكسجين بالرمز (أ) ولذرة الهيدروجين بالرمز (يد)» وينجم الكثير من هذا الوضع فهو يؤدى قبل كل شىء إلى أن الشحنة السالبة «الأكسجين» والشحنة الموجبة «الهيدروجين» تقعان على طرفين من الجزىء، ولهذا فإن جزىء الماء الذى يعتبر بالطبع متعادلاً كهربائياً.. قطب موجب وقطب سالب.

عندما تكون الشحنات الموجبة منفصلة عن الشحنات السالبة يسمى الجزىء بـ«ثنائى القطب» ويعبر عن درجة انفصال الشحنات بعزم ثنائى القطب، وهو يساوى ناتج ضرب قيمة إحدى الشحنتين، وهما متساويتان بالقيمة منعكستان بالإشارة.. بالمسافة بينهما. ويكون عزم ثنائى القطب عند جزىء صغير وبسيط لجزىء الماء (يد٢أ) كبيراً فهو أكبر بمرتين تقريباً منه عند أقرب جزىء وهو كبريتيد الهيدروجين (يد٢كب) وأكبر بسبع مرات من عزم ثنائى القطب عند ثانى أكسيد النيتروجين (يد٢أ).

إن كون عزم ثنائى القطب عند الماء كبيراً يجعل جزيئاته المغناطيسية تجذب بعضها بعضاً، فبإمكانها أن تتحد مع بعضها مثنى وثلاث ورباع كما هو واضح على الشكل، وهذا وحده يدفع على الاستنتاج بأن الماء السائل ليس مجموعة من الجزيئات (يد٢أ) والوحيدة وإنما هو مزيج من جزيئات على درجة مختلفة من التعقيد.

ما هى النواة العارية؟

والآن سنتحدث عن بعض خصائص ذرات الهيدروجين وليس هذا القرار من قبيل الصدفة فذرات الهيدروجين تشكل ثلثى الذرات فى الماء، والهيدروجين له خاصية غير موجودة فى أى عنصر آخر، فكل عنصر كيميائى يبقى بعد اشتراكه فى تشكيل الرابطة الكيميائية محتفظاً بعدد ما من الإلكترونات باستثناء الهيدروجين الذى لا يملك سوى إلكتروناً واحداً فيتبرع به أثناء التفاعل ويبقى هو بدون طبقة إلكترونية بعد تخليه عن إلكترونه الوحيد.. وبعبارة أخرى فإن ما نسميه بكاتيون الهيدروجين (يد+) ما هو إلا نواة عارية، أى جسيم (يد+) عنصرى هو البروتون.

إن قطر نواة الذرة أصغر بكثير بـ ١٠٠ ألف مرة من قطر الذرة نفسها، ولهذا فإن قطر الكاتيون (يد+) لا يقارن أبداً بأقطار الكاتيونات الأخرى وحيدة الشحنة مثل الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم وغيرها.. وبناء عليه فالقانون المعروف فى الفيزياء فإن الأجسام ذات الشحنة الواحدة تنشأ حولها مجالاً «حقلاً» تتناسب شدته عكسياً مع مربع نصف قطرها ولهذا فإن شدة الحقل الناشئ عن البروتون أقوى بمرات عديدة من شدة الحقل الناشئ عن الكاتيونات الأخرى، وهذا الوضع هو الذى يضفى الغرابة على سلوك كاتيون الهيدروجين، فقد كان من المفروض على الكاتيونين (يد١) أن يعادلاً الشحنة عند تفاعلهما مع كاتيون الأكسجين (أ-٢) وهذا ما كان يحدث فعلاً لو انضمت إلى (أ)-٢ كاتيونات طبيعية مثل ص١٢ أكسيد الصوديوم أو أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ).. ولكن المجال الناتج عن البروتون فى مركب الماء (يد٢أ) لا يتشبع بشحنات الأكسجين السالبة، وتبقى كاتيونات الهيدروجين قادرة على التفاعل أيضاً، فهذه الرابطة الإضافية التى يشكلها الهيدروجين نتيجة لذلك هى التى تسمى بـ«الرابطة الهيدروجينية» هذه الرابطة هى السبب فى جعل جزيئات الماء ترتبط ارتباطاً وثيقاً مع بعضها البعض، وتعبير الارتباط الوثيق فى محله تماماً هنا، إذ تبلغ الطاقة الكلية للروابط الهيدروجينية لكل ١٨ جرام من الماء ٢٥ كيلوجول.. ولهذا السبب بالذات تتعرض الجزيئات فى الماء السائل إلى تجاذب شديد من قبل بعضها بعضاً، وهذه الحالة هى التى تجعل الماء غير قابل للانضغاط.. وأيضاً هذه الرابطة هى التى تجعل درجتى الغليان والانصهار عاليتان، وهذا أمر واضح جداً، فالروابط الهيدروجينية تجعل جزيئات الماء ترتبط ارتباطاً وثيقاً جداً ببعضها البعض، بحيث يحتاج فصل هذا الارتباط إلى طاقة كبيرة جداً.

فجزيئات الماء التى تتجاذب بشدة مع بعضها البعض تخلق فى السائل ضغطاً داخلياً هائلاً يبلغ حوالى ٢٠ ألف ضغط جوى.. وأن القيمة الكبيرة للتوتر السطحى عند الماء تعود إلى التجاذب الشديد الذى ينشأ بين جزيئات الماء نتيجة تشكيل الروابط الهيدروجينية بينها، وفى كل هذه الظواهر التى تميز الماء عن سائر السوائل الأخرى فوائد جمة وكثيرة ومتعددة الأغراض لجميع المخلوقات ولجميع أمة لا إله إلا الله.. الله الذى قال فى كتابه العزيز:

﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾

(الأنبياء ٣٠)

الماء من أشهر السوائل تماسكاً وتلاصقاً، فعند وضع سائل ما فى إناء فإن الرابطة التى تربط جزيئاته بعضها ببعض تنقطع عن السطح، ونتيجة لذلك تبدو جزيئات سطح السائل مجذوبة نحو الداخل وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة «التوتر السطحى» وعنصر الماء يمتلك أعلى قيمة توتر سطحى بين جميع السوائل، وتبدو هذه الظاهرة جلية عندما نرى العناكب تسير على سطح المياه الراكدة دون أن تبتل أقدامها، وكأنها تسير على سطح صلب، وتكوين الحاجز غير المرئى بين المياه العذبة والمالحة عند مصب الأنهار فى البحار، والتى جاءت الإشارة إليه فى قوله سبحانه وتعالى:

﴿ وهو الذي مرج البحرين هذا عذب فرات وهذا ملح أجاج وجعل بينهما برزخا وحجرا محجورا ﴾

(الفرقان : آية ٥٣).

ولعل من اهم خصائص الماء الناتجة عن التوتر السطحى هى قدرة الماء الفائقة على تسلق جدران الوعاء الذى يوضع فيه، وكلما كان قطر الجدار الذى يتسلقه صغيراً ارتفع فيه مسافة إلى أعلى، وهذه الخاصية الحيوية للماء والمعروفة باسم «الخاصية الشعرية» هى التى تتيح للماء والأملاح المعدنية المذابة فيه فرصة الحركة من جذور النباتات إلى أعلى أغصانها، كما أنها المسئولة عن سريان الدم فى الأوعية الدموية الدقيقة فى أجسامنا.

أليس فى كل هذا داع لنا أن نتأمل ونتساءل عما أودع الله فى الماء من عظيم حكمته ومظاهر عظمته وقدرته، وبهذا فالآيات القرآنية التى يذكر فيها الماء تشير إلى حقائق علمية لم تكن معروفة عند العرب ولا عند النبى الأمى (صلى الله عليه وسلم) إلاّ بعلم من ربه.. بل إن هذه الحقائق كلها لم تعرف إلا بعد نزول القرآن بأكثر من ألف عام وكذلك يبين الله الآيات لكل من يتفكر ويتدبر فى معانيها وتتضح عظمة القرآن وينكشف إعجازه العلمى.

ما هى الظواهر العجيبة للماء؟

إن عدم تبلل الأجسام قد يؤدى إلى ظواهر طريفة فى الحياة.. لنأخذ إبرة على سبيل المثال وندهنها بالشحم ثم نطرحها بعناية على سطح الماء بصورة منبسطة، ماذا تلاحظ؟

نلاحظ أن الإبرة سوف لا تغطس فى الماء، وعند تأملنا فى هذه الوضعية يمكننا أن نلاحظ أن الإبرة قد ضغطت سطح الماء واستقرت بهدوء فى داخل تجويف صغير على قدر حجمها تقريباً.

وتستفيد من هذه الخاصية الهامة، بعض الحشرات التى تسير بسرعة على سطح الماء دون ان تبلل أرجلها.

كما يستخدم التبليل فى عملية تركيز الخامات بالتعويم.. إن جوهر هذه الظاهرة يتلخص فيما يلى: يغطس الخام فى إناء مملوء بالماء بعد أن يسحق ناعماً جداً، ثم تضاف إلى الماء كمية قليلة من زيت خاص يتميز بقابليته لتبليل حبات الخام النافع مثل المعدن - وعدم تبليل حبات الصخور عديمة الجدوى - وهذا هو الاسم الذى يطلق على ذلك الجزء غير النافع من الخام المستخرج - وعند تحريك المزيج نجد أن حبات المعدن تحيط نفسها بغلاف من ذلك الزيت الخاص.

ونفخ تيار من الهواء فى داخل المزيج الأسود المكون من الخام والماء والزيت تتكون نتيجة لذلك فقاعات هوائية كثيرة جداً من الحجم الصغير «رغوة».. وهنا نجد أن الفقاعات الهوائية تطفو تماماً على سطح المزيج.. وتستند عملية التقويم إلى أن حبات الخام المغلفة بالزيت تتعلق بأذيال الفقاعات الهوائية الطافية، فالفقاعات الكبيرة تسحب معها حبة الخام إلى السطح، تماماً مثلما يفعل المنطاد.

وهكذا يتحول المعدن إلى رغوة تطفو على السطح، أما الصخور عديمة الجدوى فتستقر فى قاع الإناء.. وبعد ذلك تجمع الرغوة من سطح المزيج، ثم تؤخذ إلى أماكن أخرى، حيث تتم معاملتها للحصول على ما يسمى بمادة المعدن المركزة التى تحتوى على نسبة من الصخور عديمة الجدوى ولكنها فى هذه المرة تقل بعشرات المرات عن المرة السابقة.

لماذا يصعد الماء إلى أعلى فى الأنابيب الشعرية رغم أنف الجاذبية الأرضية؟

ومن الظواهر العجيبة للماء أن ذرات الهيدروجين الموجود بجزيئاته تلتصق بسهولة مع ذرات أكسجين السيلكا «ثانى أكسيد السليكون» التى يتكون الزجاج منها بصورة أساسية، وإذا علمنا أن القوى الجزيئية من الماء - الماء أصغر من القوى الجزيئية بين الماء - الزجاج فلهذا السبب يجرى الماء على سطح الزجاج ويصعد إلى أعلى فى الأنابيب الشعرية الزجاجية.

أثناء إضافة الماء كمذيب لجزيئات كلوريد الصوديوم «ملح الطعام» فإنه يتفكك إلى أيونات وكاتيونات، والماء هو المصدر الوحيد للحصول على الطاقة اللازمة للتغلب على التجاذب بين الأيونات والكاتيونات.. ومن الواضح أن طاقة الحركة الحرارية لجزيئات المذيب تنتقل بطريقة ما إلى كلوريد الصوديوم وتساعده على التفكك إلى أيونات ويجب أن يؤدى ذلك حتماً إلى خفض طاقة حركة جزيئات الماء.. أى أن سرعة حركة هذه الجزيئات يجب أن تنخفض عندئذ، ويتبع ذلك انخفاض درجة حرارة المحلول.

قام أحد العلماء باستخدام هذه النظرية وصمم لنفسه «مدفأة كيميائية» وذلك باستخدام وعاء به «صودا كاوية» حبيبات صلبة، تلقى الصودا الكاوية فى الماء فتسخن المحلول بشدة وأخيراً يمزج المحلولان فيحدث عندئذ تفاعل التعادل وتنطلق كمية كبيرة من الحرارة، ومن الطبيعى أن هذه المدفأة لا تصلح لتحضير وجبة الغذاء، ولكنها تؤمن تدفئة جيدة للبدن على الأقل خلال عدة ساعات متواصلة.

آلية التفكك الإلكتروليتى: فجزىء الماء تكون فيه الشحنتان الموجبة والسالبة منفصلتين فيه ولهذا فإنه عندما تتلامس بلورات كلوريد الصوديوم مع الماء تقوم جزيئات هذا الأخير بهجوم عنيف على جزيئات الملح، حيث تحيط النهايات الموجبة لجزيئات الماء بالأيونات السالبة (كل-) وتحاصرها من جميع الجوانب، وكذلك تفعل النهايات السالبة بالكاتيونات الصوديومية (ص+) ونتيجة لهذا التأثير المتبادل وكما هو الحال عند أى تأثير متبادل آخر يتم بين الشحنات المتعاكسة تنطلق كمية من الطاقة وهذه الكمية من الطاقة بالذات هى التى تصرف على قطع الرابطة بين الكاتيون والأنيون.

إن درجة حرارة غليان الماء تساوى ١٠٠° درجة مئوية ولكن الأمر ليس بتاتاً وسكان الجبال العالية يعرفون ذلك تماماً وقد تدهش لصعوبة سلق البيض فى الماء المغلى، أو قد تدهش لكون الماء المغلى لا يحرق اليد، وذلك لأن الماء فى هذه الظروف يغلى عند ٨٢° درجة مئوية لأن هناك عامل فيزيائى يؤثر على عملية غليان الماء هو الضغط المؤثر على سطح السائل... ويمكننا التأكد من أن درجة حرارة الغليان للماء ترتفع بارتفاع الضغط وتنخفض بانخفاضه.. والجدول التالى يوضح ذلك:

الضغط بالمليمتر (زئبق)	درجة الغليان بالدرجات المئوية
٧٦٠ (ضغط جوى واحد)	١٠٠°
٣٨٠	٨٢°
١٥	١٥°
١٠	١٠°

لذلك نستطيع أن نحصل حتى على «الماء المغلى» الذى درجة حرارة غليانه تساوى درجة حرارة الماء المتجمد.. ولأجل

ذلك يتوجب علينا تخفيض الضغط المؤثر على سطح الماء إلى حد ٤,٦ ملليمتر من عامود الزئبق فقط.

ويمكننا ملاحظة ظاهرة طريفة فعند تشغيل مروحة السفينة الرفاصة يهبط الضغط بشدة فى طبقة الماء المتحركة بسرعة كبيرة قرب السطح المعدنى للمروحة ويبدأ الماء فى هذه الطبقة بالغليان أى تظهر فيه فقاعات كثيرة جدا مملوءة بالبخار وتسمى هذه الظاهرة بـ «التجويف المسامى».. ولقد أشار القرآن الكريم إلى هذا منذ أكثر من أربعة عشر قرنا من الزمان - يقول المولى عز وجل:

﴿ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْأَنْهَارَ ﴾

(إبراهيم: ٣٢)

ولقد أمكن فى العصر الحديث إثبات أنه لو عولج الماء «بطاقة» تبعث من مجال مغناطيسى مثلا لأمكن انتظام جزيئاته فى اتجاه واحد بالنسبة للقطبين السالب والموجب ويجعل الماء ذو قوة إنسيابية خاصة للمرور فى بروتوبلازم الخلايا الحية.. مما يحسن من طاقة الحياة بها ويصلح سلوكها الحيوى.. وفى هذه الحالة يبدى الماء ظواهر غاية فى الغرابة بالمقارنة قبل التعديل - فقد أمكن استخدام هذه المياه فى علاج العديد من الأمراض فى الإنسان والحيوانات كما أدت إلى زيادة نمو الدجاج وزيادة إنتاجه من البيض وأدت إلى تقصير مدة إنبات عدد كبير من بذور الخضراوات والفاكهة والمحاصيل، كما زاد معدل النمو فى النباتات وكذلك المجموع الخضرى لها وصدق سبحانه وتعالى فى قوله:

﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ﴾

(الانبياء ٣٠)

لنتخيل أن الماء غير معروف والأكثر من ذلك أنه لم يخلق بعد ونريد أن نحصل على مركب من الهيدروجين والأكسجين (الماء يد٢أ) ولهذا يجب علينا أن نتنبأ بأهم خواص هذه المادة العجيبة الغريبة السحرية.. ثم نعرف هذه الخواص على أساس التشابه ففى الفيزياء والكيمياء عدد لا يحصى من القواعد والقوانين الموضوعة على أساس التشابه.

وإنه لمن المعروف لدارس الكيمياء جيدا أن الأكسجين يقع فى الفصيلة أو فى المجموعة السادسة فى الجدول الدورى لمنديليف ويوجد معه فى هذه الفصيلة الكبريت والسلنيوم والتلوريوم وعلينا الآن أ نعرف كيفية تغير درجتى الغليان والتجمد لمركبات هذه العناصر مع الهيدروجين وبناء على ذلك يمكن أن نستنتج درجتى الغليان والتجمد لمركب (الماء يد٢أ) التى لم نحصل عليه بعد والجدول التالى يبين العلاقة بين الكتل الجزيئية ودرجتى الغليان والتجمد لمركبات شبيهة بمركب الماء والشكل رقم (١) يبين الرسم البيانى لهذه العلاقة.

المركب	الصيغة الكيميائية	الكتل الجزيئية	درجة الغليان	درجة التجمد
تيلوريد الهيدروجين	H2 Te	١٢٩	-١٤	-٥١
سلينيد الهيدروجين	H2 Se	٨٠	-٤٢	-٦١
كبريتيد الهيدروجين	H2 S	٣٤	-٦١	-٨٢
أكسجين الهيدروجين الماء	H2 O	١٨	؟	؟

جدول يبين العلاقة بين الكتل الجزيئية ودرجتى الغليان والتجمد:

ومن الرسم يمكن استنتاج درجتى غليان وتجمد الماء وهى -٧٠ درجة مئوية بالنسبة لدرجة الغليان، -٩٠ درجة مئوية بالنسبة لدرجة التجمد ومن هنا نرى أن الماء كان المفروض أن يغلى ويتجمد عند درجتين أقل بكثير مما يجرى فى الواقع.. ولكن الماء يتميز بالشذوذ عن فصيلته وشذوذه هذا مكنه من أن يغلى عند درجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية أى بفرق ١٧٠ درجة مئوية عما كان يجب ويتجمد عند صفر درجة مئوية بدلا من سالب ٩٠ درجة مئوية هل تعرف ماذا كان سوف يحدث لو لم يشذ الماء؟ بالطبع إن لم يشذ فلن يتساقط الماء نقطة نقطة من صنبور غير مغلق تماما وإنما يسيل على شكل تيار رفيع.. وكان المفروض أن يذوب السكر فى الماء قليلا جدا وببطء شديد ففى أفضل الحالات يمكن أن تذوب عدة حبيبات منه فقط فى كأس من الماء، فالعسل إذا لا يوجد فى الطبيعة وأيضا من المستحيل تحضير كوب أو فنجان من الشاى الحلو سوف نضرب أيضا مثالا آخر على الماء وعجائبه الكثيرة.. هناك بعض الأنسجة الحية وبعض الأغشية الفريدة فى نوعها.. التى تتميز بقابلية إمرار الماء من خلالها بينما لا تمرر غيرها جزيئات المواد المذابة فى الماء.

لنفرض أن مثل هذا الغشاء الحاجز شبه المنفذ قد وضع فى منصف أنبوبة على شكل (U) تصب فى أحد فرعى الأنبوبة محلولا معينا ثم نصب فى الفرع الآخر كمية من الماء وبعد أن نصب كميتين متساويتين من المحلول والماء فى كلا فرعى الأنبوبة المذكورين.. سنجد بدهشة بعد فترة قصيرة من الزمن سيتوقف الماء والمحلول عند مستويين مختلفين تماما وهنا سيرتفع مستوى المحلول فى ذلك الفرع الذى يوجد فيه المحلول.. والفرق بين ارتفاعى المحلول والماء يسمى بـ «الضغط الإسموزى».

وهنا نشعر ونعرف هذه الظاهرة فعندما نشرب محاليل بعض الأملاح كعلاج للمعدة مثلا فإنها بالطبع تصل هذه المحاليل إلى أمعاء الإنسان أيضا.. وتعتبر جدران الأمعاء بمثابة جدران شبه منفذة بالنسبة لعدد من المحاليل المختلفة.. فإذا كان الملح لا يمر عبر جدران الأمعاء «وعلى سبيل المثال ملح جلوبر المسهل» تنشأ فى الأمعاء عندئذ ضغط اسموزى يؤدى إلى نضح الماء من الجسم إلى الأمعاء عن طريق الأنسجة المعوية وهذا الضغط الاسموزى هو الذى يسبب «الإسهال» عند الشخص الذى يشرب مثل هذه المحاليل.

إن السعة الحرارية لمعظم الأجسام تكون أقل من السعة الحرارية للماء والجدول الآتى يبين العلاقة بين المادة والسعات الحرارية عند درجة حرارة الفرق:

إن الاختلاف بين السعة الحرارية للماء

المادة	السعة الحرارية بالسعرات	المادة	السعة الحرارية بالسعرات
الدهون والكحول	+٠,٥	الهيدروجين	-٣,٤
الكوارتز والزجاج	+٠,٢	الهواء	-٠,٢٤
الحديد والنحاس	+٠,١	الماء	+١,٠٠

والتربة يعتبر أحد الأسباب التى تحدد الفرق بين المناخ القارى والبحرى.. والماء حقيقة تزيد سعته الحرارية عن السعة الحرارية للتربة خمسة أضعاف تقريبا أى أن الماء يسخن ببطء ويبرد ببطء أيضا.. فالماء عند المناطق الساحلية يسخن فى الصيف أبطأ مما تسخن اليابسة فيؤدى هذا إلى برودة الهواء بسبب حركة الهواء من البحر إلى البر.. أما فى الشتاء فيبرد البحر الدافئ ببطء مرسلا حرارته إلى الجو فيؤدى بذلك إلى كسر شوكة البرد القارص.. ويجب ملاحظة أن المتر المكعب الواحد من ماء البحر عندما يبرد بمقدار درجة مئوية واحدة فقط فإنه يسخن بذلك حجما من الهواء قدره ثلاثة آلاف متر مكعب بمقدار درجة مئوية واحدة.

ميزات الماء كثيرة ومتشعبة ومن الصعب علينا أن نحصيها ومن هذه الميزات أنه ردىء التوصيل للحرارة.. ثبت قطعة من الجليد فى قعر أنبوبة اختبار مملوءة بالماء ثم تسخن السطح العلوى للأنبوبة.. سيبدأ الماء فى الغليان بينما لا يأخذ الجليد بالذوبان ولو قليلا وعموما فالماء يوصل الحرارة أقل مما يوصلها النحاس بمائتى مرة.

ويعتبر الجليد من ضمن الأجسام التى تتميز بحرارة انصهار كبيرة إذ يحتاج انصهاره مثلا إلى كمية من الطاقة تزيد بعشرة أضعاف على كمية الطاقة اللازمة لصهر نفس الكتلة من الرصاص وبسبب حرارة انصهار الجليد الكبيرة تتأخر عملية ذوبان الثلج.. لكن ماذا لو كانت حرارة الانصهار المذكورة أقل مما هى عليه بعشر مرات.. عندئذ كانت الفيضانات ستؤدى كل يوم إلى كوارث لا يمكن تصورها.

وللماء خاصية مهمة جدا يستفيد منها جميع الأحياء البحرية وهى قابلية الماء لذوبان غاز الأكسجين فيه وإن كانت كمية الاكسجين التى يقبل الماء إذابتها فيه كمية قليلة تقدر بحوالى ٠,٠٧ جرام لكل لتر من الماء البارد لكن حتى هذه النسبة الضئيلة من الهواء فى الماء تلعب دورا كبيرا فى الحياة على وجه الأرض ذلك لأن الأسماك وجميع الأحياء البحرية تتنفس أكسجين الهواء المذاب فى الماء.

وهناك خاصية أخرى للماء المتجمد.. ما الذى يحدث لو نثرنا الملح على سطح متجمد؟.. ما إن يتلامس الملح مع السطح المجمد حتى يبدأ الجليد بالذوبان فى الحال ولأجل حدوث هذه الظاهرة بالفعل يجب بطبيعة الحال أن تكون درجة حرارة تجمد المحلول الملحى المشبع أقل من درجة حرارة الهواء فى الخارج وعند تحقق هذا الشرط سيقع مزيج الجليد والملح فى منطقة غريبة من مناطق الحالة الخاصة بذلك.. وهى بالذات منطقة التواجد المستقر للمحلول لهذا السبب بالذات سيتحول مزيج الجليد والملح إلى محلول أى أن الجليد سيذوب أما الملح فسيذوب بدوره فى الماء الناجم عن ذوبان الجليد وفى نهاية المطاف سيذوب الجليد برمته أو سيتكون محلول له تركيز معين، بحيث تكون درجة حرارة تجمده مساوية لدرجة حرارة المحيط الموجود فيه.

عند درجة حرارة سالب ثلاث درجات مئوية تحتاج إلى ٤٥ جراما من الملح لإذابة طن واحد من الجليد أما من الناحية العملية فسنستخدم كميات من الملح أقل من ذلك بكثير تستخدم هذه الظاهرة فى تنظيف شوارع المدن التى يتساقط عليها الجليد فى فصل الشتاء فعند مزج الجليد مع الملح، يذوب الجليد أما الملح فيذوب بدوره فى ماء الجليد الذائب لكن الذوبان يحتاج إلى حرارة والجليد يأخذ هذه الحرارة من الوسط المحيط به وهكذا نجد أن إضافة الملح إلى الجليد تؤدى إلى خفض درجة الحرارة ولتوضيح ذلك يجب معرفة أن ضغط بخار الماء المشبع يكون ١٧,٥ مليمتر من عمود الزئبق عند درجة ٢٠° مئوية فى الوقت الذى يبلغ فيه ضغط بخار محلول ملح الطعام المشبع عند نفس درجة الحرارة السابقة ١٣,٥ مليمتر من عمود الزئبق.

ولذلك يعتبر البخار الذى ضغطه ١٥ مليمترا من عمود الزئبق غير مشبع بالنسبة للماء فى الوقت الذى يعتبر فيه مشبعا لمحلول ملح الطعام.. وعند وجود مثل هذا المحلول يبدأ البخار بالتكاثف ثم يتحول إلى محلول يمتصه مرة أخرى المحلول الملحى.

ينتقل الصوت فى الماء بسرعة قدرها ١٤٥٠ مترا/ثانية أى أسرع من انتشاره فى الهواء بمقدار ٤,٥ مرة.. فى حالة وصول الصوت من الهواء مثلا إلى سطح صلب أو سائل أو بالعكس عند وصوله من الأوساط الكثيفة إلى الهواء نجد أن الصوت ينعكس بصورة كلية تقريبا.. وعندما يأتى الصوت من الهواء إلى الماء أو بالعكس عندئذ لا يصل إلى الوسط الثانى فى كلتا الحالتين سوى ٠,٠٠١ من شدة الصوت أما إذا كان كلا الوسطين كثيف إلى حد كاف قد تكون النسبة بين الصوت الداخل والصوت المنعكس غير كبيرة فى هذه الحالة وعلى سبيل المثال.. تدخل من الماء إلى الفولاذ أو من الفولاذ إلى الماء نسبة من الصوت قدرها ١٣٪ فى الوقت الذى تبلغ فيه نسبة ما ينعكس منه ٨٧٪.

إن ظاهرة انعكاس الصوت تستخدم على نطاق واسع فى علم الملاحة واستنادا إلى هذه الظاهرة اخترع جهاز لقياس الأعماق المائية.. يوضع هذا الجهاز تحت سطح الماء عند أحد جانبى السفينة أو الباخرة مصدر للصوت حيث إن الصوت المنقطع فى هذه الحالة سيولد أشعة صوتية تخترق طبقات الماء جميعها حتى تصل إلى قاع النهر أو البحر فتنعكس على القاع ويعود قسم من الصوت إلى الباخرة مرة أخرى حيث تلتقطه الأجهزة الحساسة الموضوعة هناك وباستخدام الساعة الدقيقة يمكن معرفة الزمن الذى استغرقه الصوت فى رحلته هذه.. وحيث إن سرعة الصوت فى الماء معروفة لذا يمكننا بأبسط الحسابات الرياضية استخراج القيم الدقيقة لأعماق النهر أو البحر.

وإذا تم توجيه الصوت ليس إلى أسفل بل إلى الأمام او إلى الجانب تتمكن

بواسطته من الكشف عن وجود صخور خطرة تحت الماء أو جبال جليدية مغمورة عميقا فى الماء بالقرب من موقع الباخرة.

وأخيراً نختم سلسلة وجعلنا من الماء كل شىء حى بأن نقول: على الرغم من أن الثورة الخضراء زادت غلة الحبوب العالمية بشكل ملموس فقد ظلت مشكلة الجوع والفقر عصية على الحل فى أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية والمزارعون الذين يستثمرون مزارع صغيرة فى أراضى هامشية لا يمكنهم إنتاج غذاء كاف لأسرهم فى الصحراء.. فعلى سبيل المثال فى الصحراء الأفريقية فقط يعيش ما يربو على ٣٠٠ مليون إنسان على دخل يومى يعادل دولارا أمريكيا واحدا أو أقل وفى الهند يعانى أكثر من ٢٠٠ مليون نسمة من سوء التغذية.

نظرا لكون الماء عنصرا حيويا فى الزراعة أضحى نقصه أحد أهم أسباب الفقر خاصة فى الدول النامية يؤثر شح المياه أو ندرتها بأقوى صورة له فى صغار المزارعين الذين يتحتم على معظمهم تحمل شظف العيش فى مناطق شبه جافة بعيدا عن الآبار أو خزانات المياه.. وعلى كل حال فإن نصف جياع العالم هم مزارعون يعملون فى حقول صغيرة من الأرض و٢٠٪ آخرون هم عمال زراعيون بلا أرض ويقطنون المناطق الريفية.

إن الصورة المخيفة التى يعيشها العالم بأسره فيما يتعلق بمصادر المياه العذبة النظيفة تجعلنا نطلق صرخة عالية من الأعماق ويجب علينا أن ننتبه قبل فوات الأوان فعلى الرغم من أن الحجم الكلى للماء على وجه الأرض يقدر برقم ضخم بحيث أنه لو وزع بالتساوى على وجه الكرة الأرضية لكون طبقة لا يقل سمكها عن ٣٧٠٠ متر ولما كان ٩٦,٥٪ من هذا الماء مالحا فى المحيطات كان الأقرب للمنطق أن تسمى الكوكب الذى نعيش عليه كوكب المحيطات بدلا من كوكب الأرض.

فى هذه الآونة أكدت الدراسات الدولية حول المياه فى بعض الدول الأوروبية والآسيوية والأفريقية اتخاذ إجراءات من أجل تطوير سياسات متكاملة من شأنها أن توفق ما بين احتياجات المياه بالنسبة للقطاع الزراعى والنظم الأيكلوجية ويمكن تلخيص الإجراءات فى النقاط التالية:

١ ـ يجب على الدول وضع خطط محكمة تعتمد على دراسات علمية للسياسة المائية.

٢ ـ تعظيم الاستفادة من كل قطرة ماء.

٣ ـ تعاون الدول مع بعضها للحفاظ على المياه وتنميتها.

٤ ـ القضاء على التلوث ومواجهة مشكلته.

٥ ـ استخدام نظم الرى الفردية القائمة على تجهيزات رخيصة كانابيب الرى بالتنقيط والخزانات يمكن أن يزيد بشكل كبير إنتاج المزارع الصغيرة فإذا ما قام المزارعون بزراعة محاصيل عالية القيمة مثل الطماطم والفلفل فإن بإمكانهم زيادة دخلهم.

٦ ـ يتعين على الدول المختلفة أن تتخذ إجراءاتها من أجل تطوير سياسات متكاملة من شأنها أن توفق ما بين احتياجات المياه بالنسبة للقطاع الزراعى والنظم الأيكلوجية.

٧ ـ يجب تبنى سلسلة من الإجراءات بهدف تحسين استغلال المياه بصورة فعالة لأغراض الإنتاج الغذائى وصيانة النظم الايكلوجية وحمايتها.

٨ ـ الالتزام السياسى بدراسة إدارة المواد المائية فى المناطق الريفية باعتبارها حجر الزاوية للتنمية الريفية فضلا عن دعمهم لتنفيذ البرامج والأنشطة ذات الصلة بالتنمية الريفية والإدارة المتكاملة للموارد المائية.

٩ ـ يجب على الدول بذل كل غال ونفيس لتوجيه الاستثمارات فى قطاع الموارد المائية نحو إنتاج الأغذية والنظم الايكلوجية بما يسهم فى ترشيد المياه كمورد نادر وتوعية الناس بمحدودية هذا المورد واستعمالاته والحاجة للتعاون من أجل المشاركة فيه.

١٠ ـ يجب عمل إدارة عالمية خاصة بالموارد المائية الريفية.

١١ ـ ينبغى أن يتحقق استغلال منصف ما بين قطاعى الزراعة والنظم الايكلوجية بما يضمن الفرص المتساوية للحصول على المياه وخاصة ما يتعلق بالفقراء.

١٢ ـ يجب على الدول أن تضع مصالح المجموعات من مختلف القطاعات: كالزراعة والصناعة والبيئة وتطوير خطة استراتيجية بشأن المياه بحيث تكون ذات قيمة واهمية بالنسبة للموارد المائية القطرية وتحدد المخصصات المرصودة للمياه.

١٣ ـ ضرورة التحرك لإدارة الموارد المائية بطريقة تعكس قيمتها على نحو أفضل حيث أن إعطاء قيمة للمياه يجب أن يأخذ بعين الاعتبار الهموم الاقتصادية والاجتماعية والبيئية وحقوق الإنسان الرئيسية فضلا عن العوامل الثقافية.

١٤ ـ يتعين على البلدان ان تطلق حملات توعية عامة عاجلة للتأكيد على أن المياه مصدر ثمين وسلعة نادرة وقد تم الاتفاق على أنه من الصعب أن تحظى بدعم الرأى العام ما لم تكن هناك حملات توعية عامة من أجل التحرك بخطوة جديدة لتقييم المياه واستغلالها بصورة أكثر فعالية.

١٦ ـ ضرورة قيام مؤسسات مائية إقليمية وقطرية ومحلية قوية تتولى نقل المعارف من التقنيات التقليدية والحديثة بشأن حصاد المياه من خلال الخطوط التوجيهية والتدريب والأبحاث.

تأكيدا لما ذكرناه أن العالم مقبل على أزمة مياه عذبة قد تجعل من الماء سببا للحرب أعلن الصندوق العالمى لحماية الطبيعة فى أحد تقاريره أن العديد من الأنهار الرئيسية فى العالم معرض للجفاف لأسباب طبيعية مثل تغير المناخ وأخرى من صنع البشر وحدد التقرير عشرة أنهار كبرى فى العالم مهددة بالجفاف منها نهر النيل فى أفريقيا الذى حذر التقرير من أن مياهه ستصبح نادرة بدءا من عام ٢٠٢٥ إلى جانب الدانوب فى أوروبا واليانجستى والميكونج والسالوين والجانج فى آسيا وريولانا فى أمريكا الجنوبية وموارى وارلينج فى استراليا.

وأكد التقرير خطورة العامل البشرى كسبب لجفاف الأنهار.. فقال.. إن الحكومات تكثر من بناء السدود لتخزين أكبر قدر من المياه وبناء المزيد من محطات الطاقة وهو ما يساعد على الاستنزاف المفرط للموارد المائية للأنهار.

وحذر صندوق حماية الطبيعة العالمى من نتائج مرعبة إذا ترك الموقف على ما هو عليه ولم تتخذ إجراءات فعالة وسريعة لحماية الأنهار مع العلم بأن التغيرات المناخية وارتفاع درجات الحرارة ستكون لها تأثيرات سلبية على الثروة السمكية وإمدادات المياه فى إفريقيا مما يهدد استقرارها السياسى.