الفصل الأول

الصفات الطبيعية والكيميائية للماء

(هذا عذب فرات سائغ شرابه وهذا ملح أجاج)
صدق الله العظيم

لما كان الماء على أكبر جانب من الأهمية فى حياة كل من الإنسان والحيوان والنبات على حد سواء ، وعليه يتوقف استمرار الحياة على ظهر هذه الأرض أو اختفاؤها منها ، فإننا سنناقش فى هذا الفصل من الكتاب بعض الصفات الطبيعية والكيميائية لتلك المادة الهامة ، والواقع أنه من وجهة النظر الكيميائية لا يوجد الماء النقى فى الطبيعة على الإطلاق ، بل توجد منه كميات هائلة تحتوى على قليل أو كثير من الشوائب أو الأملاح المعدنية فى مختلف المصادر الطبيعية للماء ، ومن أهم هذه المصادر :

١ - ماء المطر :

وهو أنقى أنواع الماء الطبيعى وأقلها احتواءً للشوائب ففى المناطق الريفية لا يحتوى ماء المطر إلا على بعض الغازات الذائبة مثل ثانى أكسيد الكربون والأكسجين والأزوت حيث يتم امتصاصها داخل الماء أثناء هبوطه من طبقات الجو المختلفة ، أما فى المدن فيكون ماء المطر أقل من ذلك نقاءً ويحتوى دائمًا على ذرات من التراب ومركبات الكبريت وغيرها من أبخرة المصانع والشوائب الأخرى التى تنتشر فى سماء المدن بدرجة كبيرة أو قليلة .

٢ - ماء الأنهار والينابيع :

وهو يحتوى على كميات متفاوتة من المواد الصلبة الموجودة فى التربة التى تجرى فيها تلك الأنهار أو تتدفق منها الينابيع ، ومن أهم هذه المواد أملاح لكالسيوم التى يؤدى وجودها إلى « عسر الماء » ، إذ أن مثل هذا الماء لا يتفاعل مع الصابون ، فإذا استخدمه الإنسان فى الاغتسال فلا تتكون للصابون أية رغوة .

٣ - المياه المعدنية :

وهو تحتوى عادة على بعض الشوائب أو الأملاح المعدنية التى يعرف أو يظن أنها « ذات صفات علاجية » ومنها على سبيل المثال « المياه الحديدية » التى تحتوى على عنصر الحديد الموجود فى صورة بيكربونات الحديد ، ومنها أيضًا « مياه إبسوم ، وإبسوم (Epsom) هى إحدى المدن فى مقاطعة سارى بإنجلترا ، وتحتوى مياهها المعدنية على سلفات المغنسيوم أو الملح الإنجليزى وهو أحد الملينات المعروفة .

٤ - ماء البحر :

وهو الماء الملح الذى يملأ بحار العالم ، ويحتوى على ما يقرب من ٣٥ فى الألف من المواد الصلبة الذائبة فيه ، وأهمها كلوريدات

وسلفات وكربونات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم ، ونسبة هذه الأملاح المعدنية الذائبة مرتفعة تمامًا ، وهى تعنى أننا إذا أخذنا لترًا واحدًا من ماء البحر فإننا نستطيع أن نحصل منه - عن طريق التبخير - على ما يقرب من ٣٥ جرامًا من تلك الأملاح .

والواقع أن المصدر الرابع من هذه المصادر الطبيعية - وهو ماء البحر - هو أهم هذه المصادر على الإطلاق ، إذ تستمد منه جميع المصادر الأخرى كل محتوياتها من الماء ، فعندما يتبخر ماء البحار والمحيطات - التى تكون منها مساحات شاسعة تغطى أجزاءً كبيرة من سطح الأرض - عندما يتبخر هذا الماء بفعل حرارة الشمس تتكون منه السحب المحملة ببخار الماء ، ومن هذه السحب تتكون الأمطار التى تسقط على أماكن متفرقة من سطح الأرض ، فتمتلئ الأنهار العديدة بهذا الخير العميم الذى يتدفق فوق سطح الأرض فى مختلف الاتجاهات ، أو يتسرب إلى باطن الأرض خلال الأغوار أو الشقوق الأرضية ، حيث تتكون منه خزانات الماء تحت الأرضية ، ومن هذه الخزانات تتفجر الينابيع الطبيعية أو الآبار الصناعية على حد سواء .

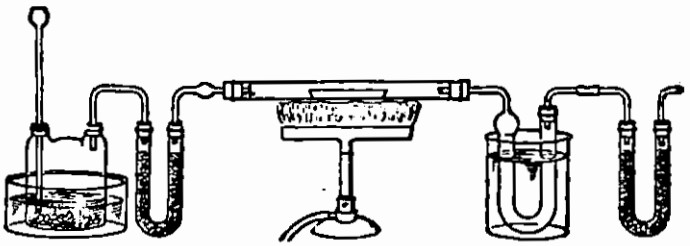
تركيب الماء :

كان العالم الكيميائى كافنديش (Cavendish) أول من أشار إلى تركيب الماء من غازى الأكسيجين والإيدروجين عام ١٧٨١ ، وهما

متحدان معًا بنسبة ٢ : ١ ، ولذلك كانت المعادلة الكيميائية للماء هى يد٢ ا (يد هى الرمز الكيميائى للإيدروجين و ا الرمز الكيميائى للأكسيجين) ، ومعنى ذلك أنه فى التجارب المعملية الخاصة بإنتاج الماء من هذين العنصرين يتحد حجمان من الإيدروجين مع حجم واحد من الأكسيجين .

ومن أوائل التجارب التى أجريت فى هذا المجال التجارب التى قام بإجرائها دوماس (Dumas) وآخرون عام ١٨٢٠ ، وهى تتلخص فى إمرار تيار من غاز الإيدروجين على أكسيد النحاس الساخن كما فى شكل (١) ، ويتم عندئذ اتحاد الإيدروجين مع الأكسيجين الموجود فى أكسيد النحاس طبقًا للمعادلة التالية :

أكسيد النحاس + إيدروجين ← ماء + نحاس



(شكل ١) جهاز تحضير الماء من الأكسجين والأيدروجين .

خواص الماء :

الماء سائل عديم اللون والطعم والرائحة ، وذلك عندما يكون كامل النقاء ، وهو ما يندر وجوده فى الطبيعة ، فغالبًا ما يؤدى وجود بعض الشوائب الذائبة فى الماء أو المعلقة فيه – ولو بنسبة ضئيلة – إلى تغيير اللون أو الطعم أو الرائحة تبعًا لطبيعة هذه الشوائب .

ويعتبر الماء من أهم المواد التى يستطيع الإنسان عن طريقها التعرف على الحالات الثلاث للمادة (وهى حالات الصلابة والسيولة والغازية) إذ أننا إذا بدأنا فى تبريد الماء تدريجيًّا فإنه يتحول – عند الوصول إلى درجة معينة – إلى حالة الصلابة وهى الثلج بمختلف أنواعه ، وقد اتخذت هذه الدرجة على أنها درجة الصفر فى الترمومتر المئوى .

كما أننا إذا أخذنا فى تسخين الماء تدريجيًّا حتى نصل إلى درجة الغليان فإنه يبدأ فى التحول إلى الحالة الغازية وهى بخار الماء الذى سرعان ما يندفع من إناء التسخين إلى الجو ، وقد اعتبرت هذه الدرجة درجة المائة فى الترمومتر المئوى . وقد استُخدمت هاتان الدرجتان فى عمل التقسيمات اللازمة للترمومتر المئوى .

ولم يقتصر الأمر عند هذا الحد بل استخدم الماء أيضًا كأساس لقياسات الأوزان ، واتفق على أن يكون الجرام هو ما يعادل وزن

سنتيمتر مكعب من الماء وأن يكون الكيلو جرام هو ما يعادل وزن لتر واحد من الماء (والمعروف أن الكيلو جرام يساوى ألف جرام ، واللتر يساوى ألف سنتيمتر مكعب من الماء) .

ماء عسر وماء يسر :

قد يكون الماء عسرًا فى بعض الأحيان ويسرًا فى أحيان أخرى ، فالماء اليسر (soft water) طبقًا للتعريفات الكيميائية هو الماء الذى يتفاعل جيدًا مع الصابون عند استخدامهما فى عمليات الغسل ، فتنتج عنهما « رغوة الصابون » المعروفة جيدًا لكل إنسان ، أما الماء العسر (hard water) فلا تنتج عنه هذه الرغوة على الإطلاق ، أو ينتج القليل منها بصعوبة كبيرة ، ويرجع ذلك إلى وجود نسبة عالية من الأملاح المعدنية فى الماء ، ومن أهم هذه الأملاح التى تسبب عسر الماء مركبات الكالسيوم والمغنسيوم وخصوصًا بيكاربونات وسلفات هذين العنصرين .

فالمعروف أن الصابون هو مادة كيميائية تتركب أساسًا من ستيريت الصوديوم (sodium stearate) وهو أحد أملاح الصوديوم من الحامض العضوى المعروف « بحامض الستيريك » ، فإذا وُجدت أملاح الكالسيوم والمغنسيوم بنسبة كبيرة فى الماء فإنها تتفاعل مع الصابون وتنتج عنها بعض الرواسب الكيميائية بدلاً من الرغوة ، ولما كانت هذه الرغوة هى التى تزيل الأقذار من جسم

الإنسان أو من الملابس أو الأدوت المنزلية الأخرى التى يراد تنظيفها بالماء والصابون فإن عدم تكوينها يجعل الصابون غير قادر على القيام بهذا العمل ، ولذلك فإن سكان المناطق التى تحتوى مواردها الطبيعية من الماء على نسبة مرتفعة من الأملاح المعدنية السابق ذكرها يجدون مشقة كبيرة فى الاستعمالات اليومية المتعلقة بالنظافة المنزلية ، وهو ما لا يشعر به سكان المناطق التى يتوفر فيها الماء اليسر .

وغالبًا ما ينتشر الماء العسر فى المناطق التى تحتوى تربتها على سلفات الكالسيوم أو سلفات لمغنسيوم ، وخصوصًا النوع الأول منها حيث إنه ينتشر على نطاق واسع فى كثير من الأراضى ، ويؤدى إلى عسر الماء فيها ، ومن المستطاع تحويل الماء العسر إلى ماء يسر عن طريق إزالة أملاح الكالسيوم والمغنسيوم منه . أما فى حالة العسر الناتج عن وجود البيكربونات فيكفى غَلْيُ الماء لإزالة هذا العسر ، إذ تتحول البيكربونات بالتسخين إلى الكربونات العادية التى تترسب داخل الماء طبقًا للمعادلة التالية :

بيكربونات + حرارة ← كربونات + ثانى أكسيد الكربون + ماء

ولذلك يطلق على مثل هذا العسر بأنه عسر مؤقت ، وذلك بالمقارنة إلى العسر الدائم الناتج عن وجود السلفات التى لا تتحلل بالحرارة .

وإذا كان غَلْيُ كمية قليلة من الماء العسر لتحويله إلى ماء يسر داخل المنازل أو المعامل الكيميائية عملية ميسورة بطريقة التسخين السابق ذكرها ، فإن تحويل جميع كميات الماء الخاص بإحدى المدن الكبرى بهذه الطريقة هى ضرب من المستحيل . ولما كانت هناك ضرورة قصوى لحصول مثل هذه المدن الكبيرة على الماء اليسر ليس فقط للأغراض المنزلية بل أيضًا للأغراض الصناعية فقد ابتكرت وسائل أخرى تفى بهذا الغرض ، ومن أقدم هذه الوسائل « طريقة كلارك » (Clark.s method) وتتلخص هذه الطريقة فى إضافة كمية محسوبة بدقة من الجير (وهو الاسم العام لأكسيد الكالسيوم) تكفى لتحويل جميع البيكربونات الموجودة فى الماء العسر إلى كربونات طبقًا للمعادلة التالية :

بيكربونات الكالسيوم + الجير ← كربونات الكالسيوم + ماء

وهناك عدة طرق أخرى لا داعى لذكرها فى هذا المجال ، إذ لا يهتم بها سوى القائمين بالدراسات الكيميائية على اختلاف أنواعها .

والماء الشديد اليسر غير مناسب للاستعمال العام ، أولًا لأن طعمه غير مناسب (لخلوه من ثانى أكسيد الكربون) ، وثانيًا لأنه يذيب الرصاص من الأنابيب المصنوعة من هذا المعدن والتى يندفع الماء خلالها فى مرحلة أو أخرى من مراحل انتقاله من المصدر الرئيسى إلى المنازل ، ويكون تأثير الماء على الرصاص (مع وجود

الهواء) هو تكوين إيدروكسيد الرصاص (lead hydroxide) ، وهو قابل للذوبان فى الماء ، ولما كانت أملاح الرصاص من المواد السامة التى تترسب داخل جسم الإنسان ، فإن الاستعمال المستمر للماء المحتوى على مثل هذه الأملاح يؤدى إلى التسمم بالرصاص (lead-poisoning) . وهو يسرى حفية فى أجسام من يشربون مثل هذا الماء المحتوى على أملاح الرصاص ، ويكون من الصعب جدًّا تشخيص هدا النوع من التسمم إكلينيكيًّا ، كما ينوه بذلك الدكتور جون درو (John Drew) فى كتابه « الإنسان والميكروب والمرض » .

ومن أهم الصفات الكيميائية للماء أنه مذيب جيد لمعظم المواد الكيميائية الموجودة على سطح الأرض ، ولذلك نجد أن ماء البحر مثلاً يحتوى على مركبات كيميائية لجميع المعادن على اختلاف أنواعها ، وقد توجد هذه المركبات بنسبة مرتفعة مثل أملاح الصوديوم (ومنها ملح الطعام) ، أو أنها موجودة بكميات ضئيلة للغاية مثل أملاح الذهب والفضة ، ولكنها موجودة على أية حال .

ولهذه الصفة أهمية كبيرة فى فسيولوجيا جسم الإنسان ، إذ أن الماء يعمل على نقل المركبات النهائية فى عمليات هضم الطعام من الأمعاء إلى تيار الدم مثلاً على شكل محاليل مائية ، كما أنه أيضًا يعمل على نقل المواد الإخراجية من أنسجة الجسم إلى مختلف أعضاء الإخراج فى صورة محاليل مائية أيضًا ، وهو ما يحدث أيضًا

فى مختلف أنواع الحياة الحيوانية .

أما فى دنيا النبات فالمعروف بصفة عامة أن الماء الذى تمتصه جذور النباتات المختلفة من التربة يحتوى على الأملاح المعدنية الموجودة فى تلك التربة ، ويكون انتقال هذه الأملاح الضرورية لنمو النبات فى صورة محاليل مائية أيضًا تمتصها الجذور من الأرض . ويتم بعد ذلك توزيعها على مختلف الأجزاء النباتية التى تعمل على الاستفادة منها لتنشيط الحياة النباتية وازدهارها ، كما أن جميع الأسمدة الطبيعية أو الكيميائية تنتقل إلى داخل النبات بهذه الوسيلة أيضًا .

تلك نبذة موجزة عن أهم الصفات الطبيعية والكيميائية للماء ، وهى المادة البسيطة التى لولاها لما كانت هناك حياة على ظهر الأرض ، وهى فى الواقع من أهم النعم التى أفاضها الله سبحانه وتعالى على جميع مخلوقاته ، ولعل الآية الكريمة : « وجَعَلْنَا مِنَ الماءِ كُلَّ شيءٍ حَيٍّ » (صدق الله العظيم) هى خير دليل وأسطع برهان على علاقة الماء بالحياة وأهميتها لمختلف الكائنات الحية .