الباب الاول

طبيعة وصفات الماء

١-١. تكوين الماء

١-٢. طبيعة و صفات الماء

١-٣.حالات المـــــاء فى الطبيعة

١-٤. طاقة الماء الداخلية

١-٥. الماء السائل الفزيائى الفريد

١-٥-١.صفات الماء الطبيعية (الفيزيقية)

١-٥-١-١. درجتا التجمد والغليان

١-٥-١-٢. لزوجة الماء وجريانه

١-٥-١-٣. الخاصية الشعرية والتوتر السطحي

١-٥-١-٤. قطبيته التى جعلته يعمل كمغناطيس

١-٥-١-٥. أشد السوائل تماسكا وتلاصقا

١-٥-١-٦. ثباته و استقراره الحرارى المثالي

١-٥-١-٧. كثافة الماء العجيبة

١-٦. الماء السائل الكيميائى العجيب

١-٦-١.صفات الماء الكيميائية

١-٦-١-١. الماء مذيب قوى للمواد

١-٦-١-٢. التأين وحامضية وقلوية الماء

١-٧.الماء السائل البيولوجى

١-٧-١. اهمية الماء للخلق والحياة (الاهمية الحيوية والبيولوجية للماء)

١- ١ تكوين الماء

يتكون الماء من اجسام متناهية الصغر تسمى جزيئات، وقطرة الماء الواحد تحتوى على ملايين من هذه الجزيئات وهذه الجزيئات متلاصقة متماسكة. كل جزيء من هذه الجزيئات يتكون من جسيمات أصغر تسمى ذرات.

ويحتوى جزيء الماء الواحد على ثلاث ذرات مرتبطة ببعضها ذرتى هيدروجين وذرة اكسجين، ويتم هذا الارتباط وفق رابطة تساهمية قوية قيمتها ٣٠ - ١٠٠ كيلو وحدة طاقة حرارية / مول.

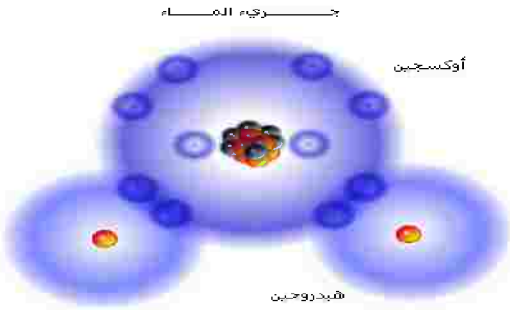
والهيدروجين من اخف عناصر الكون، واكثرها وجودا به حيث تصل نسبته الى اكثرمن ٩٠ ٪، والهيدروجين عنصر قابل للاشتعال. والرقم الذرى للهيدروجين هو ١، والوزن الذرى له ١.٠٠٨. كما يوجد الهيدروجين بنسبة ضئيلة فى الفراغ الفسيح بين المجرات والنجوم.

اما الاكسجين، فهو ثالث اكثر العناصر وجودا فى الكون، حيث يوجد بنسبة ٠.٠٥ ٪، وهو غاز نشط يساعد على الاشتعال، ورقمه الذرى ٨ ووزنه ١٦. كما يكون الاكسجين حوالى ٢٠ ٪ من مكونات الهواء الجوى، وهو ضرورى لتنفس الكائتات الحية، ويدخل فى التركيب العضوى لجميع الاحياء مع الكربون والهيدروجين. وعلى الرغم من ان الهيدروجين غاز مشتعل والاكسجين يساعد على الاشتعال، الى انه عند اتحاد ذرتى هيدروجين مع ذرة اكسجين، ينتج الماء الذى يطفيء النار وهذا من معجزات الخالق سبحانه وتعالى.

والماء النقى لا يحتوى على الاكسجين والهيدروجين فقط، بل يحتوى على مواد وعناصر اخرى ذائبة، ولكن بنسب صغيرة جدا، لذا فانه يمكن القول ان الماء يحتوى على عديد من العناصر الذائبة، الا ان اغلب عنصرين فيه، هما الهيدروجين والاكسجين.

والماء فى صورته النقية سائل عديم اللون والرائحة يستوى فى ذلك الماء العذب والماء المالح، الا ان طعم الماء يختلف فى الماء العذب عنه فى الماء المالح. فبينما يكون الماء العذب عديم الطعم فان الماء المالح يكتسب طعما مالحا، نتيجة ذوبان العديد من الاملاح به.

والشكل التالى شكل رقم١-١ يبين تكوين وتركيب الماء وفيه يظهر جزيء الماء وهو مكون من ذرة الاكسجين مرتبطة بذرتى هيدروجين



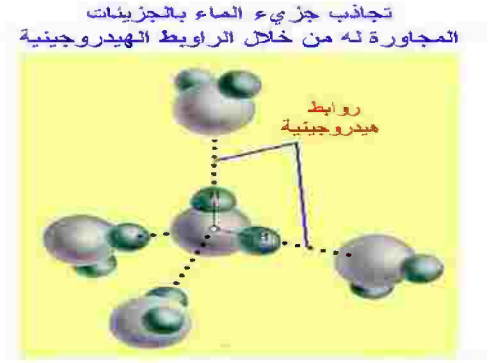
شكل رقم١- ١

١- ٢. طبيعة وصفات الماء

الماء النقى سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له، يستوى فى ذلك الماء المالح والماء العذب. إلاّ أن الماء العذب عديم الطعم، بينما الماء المالح له طعم مالحا؛ نتيجة ذوبان أملاح به. و الماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه فى البحار والمحيطات و المياه النقية تغلى عند درجة ١٠٠ مئوية فى مستوى سطح البحر حيث يكون الضغط الجوى العادى ٧٦سم زئبقى. أما فوق المرتفعات حيث يقل الضغط الجوى نجد أن الماء يغلى عند درجة أقل من ١٠٠ درجة مئوية. وهذا ما يجعل بيضة مسلوقة تأخذ وقتا حتى تسوى فوق جبل، ولو أذيبت مادة فى الماء، فإن درجة التجمد تنخفض. ولهذا يرش الملح أثناء فصل الشتاء فوق الشوارع لمنع تكون الجليد. وللماء خاصية مميزة لبعض انواعه وهى خاصية العسر،و عسر الماء الطبيعى Hardness of natural waterسببه أملاح الكالسيوم والماغنسيوم. ولوكان العسر

للمياه سببه بيكربونات وكربونات الكالسيوم والماغنيسوم فيعتبر عسرا مؤقتا temporary hardnessويمكن ازالته بالغليان.

أما عسر المياه الدائم فيمكن ازالته بطرق كيماوية. والماء كأى سائل يأخذ شكل الإناء الذى يوضع فيه. ويمكن تحويله إلى الحالة الغازية عندما يتبخر بتأثير الحرارة، كما بمكن تحويله إلى حالة صلبة عندما يصبح ثلجا عند درجة الصفر المئوى. ويرتبط الهيدروجين الموجب الشحنة الكهربائية بالأكسجين السالب الشحنة الكهربائية داخل جزيء الماء، برابطة تساهمية (Covalent Bond) تشترك فيها كل ذرة بجزء منها مع ذرة أخرى، لتكون جزيئاً قوياً للغاية يصعب تحلله.و كل جزيء ماء يتجاذب بالجزيئات المجاورة له، من خلال تجاذب كهربى بشكل يشبه قطبى المغناطيس. فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة، وطرفا ذرتى الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة. ونتيجة لهذا الاختلاف فى الشحنات الكهربية، تتجاذب كل ذرة هيدروجين فى جزئ الماء، مع ذرة أكسجين فى الجزيء المجاور، بنوع من التجاذب الكهربى، يطلق عليه "الروابط الهيدروجينية" (Hydrogen Bonds) كما يوضح الشكل التالى شكل ٢-١



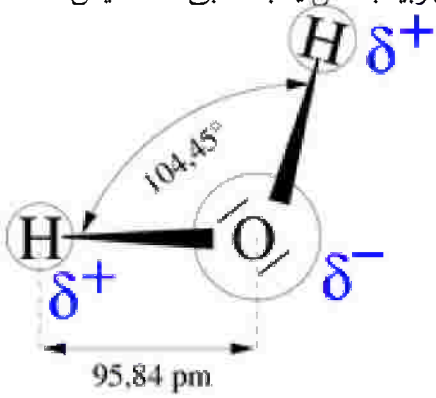
شكل١- ٢ الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء

وتُعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء، مسؤولة عن الخواص الفريدة للماء. لأن الجزيئات فى حركة دائمة. فسرعة حركة هذه الجزيئات تولد الحالة التى يكون عليها الماء سواء أكانت غازية (بخار) أو سائلة (ماء) أو صلبة (جليد). و كل جزيئات الماء تجذب بعضها البعض وهذا ما جعلها تتجمع معا وهذا ما

يجعل نقطة الماء كروية الشكل. والماء النقى ليس حامضيا ولا قلويا بل متعادل الرقم الهيدروجينى = ٧ ويذيب معظم المواد ولاسيما فى التربة أو فى النبات أوفى أجسامنا.

وعندما تنخفض درجة حرارة الماء إلى درجة الصفر المئوى، تفقد جزيئات الماء طاقتها، وتقل حركتها، ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية، بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء كما فى حالة الجليد. حقيقة المواد تنكمش بالبرودة.والماء حينما يبرد، ينكمش أيضا حتى يصل إلى ٤ درجات مئوية، ثم يبدأ بعدها فى التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة. فالماء عندما يتجمد يتمدد فى الحجم وتقل كثافته، ويطفو كقشرة من الجليد فوق سطح الماء. و لولا هذه الخاصية الشاذة والعلاقة بين انخفاض الكثافة وانخفاض درجة الحرارة للماء، لازدادت كثافة الثلج المتكون على السطح عن بقية الماء، وهبط إلى القاع، معرضاً سطح الماء، الذى تحته، إلى درجة حرارة منخفضة. فتتجمد كل طبقات الماء، فى مياه المناطق القطبية، أوالمتجمدة بسبب شدة البرودة. ويستحيل معها الحياة. لكن الحقيقة نجدها مع انخفاض درجة حرارة الجو، تتجمد طبقات الماء العليا فقط، وتقل كثافتها وتتمدد، فتطفو على سطح الماء، وتعزل بقية الماء تحتها، عن برودة الجو، فيبقى الماء سائلاً ويسمح باستمرار الحياة. والماء فوق الأرض ينظم حرارتها.

ويتجاذب كل جزيء ماء بالجزيئات المجاورة، من خلال تجاذب كهربى ناتج عن اختلاف الشحنات الكهربية، فذرتا الهيدروجين تلتقيان مع ذرة الاكسجين فى نقطتين بزاوية قدرها ١٠٤.٤٥ درجة فى شكل هندسى عجيب (شكل رقم ١-٣)، بما ينتج عنه توزيع للشحنات الكهربية بشكل يشبه قطبى المغناطيس.



شكل رقم١- ٣ ترابط الاكسجين والهيدروجين فى جزيء الماء

١- ٣. حالات المـــاء فى الطبيعة

يوجد الماء فى الطبيعة فى ثلاث حالات معروفة:

الحالة الصلبة: يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج، يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوى.

الحالة السائلة: يكون فيها الماء سائلاً شفافًا، وهى الحالة الأكثر شيوعًا للماء. ويوجد الماء على صورته السائلة فى درجات الحرارة ما بين الصفر المئوى، ودرجة الغليان، وهى ١٠٠ درجة مئوية فى الظروف المثالية عند ضغط ١ جوى.

الحالة الغازية: يكون فيها الماء فى شكل بخار، ويكون الماء بالحالة الغازية بدرجات حرارة مختلفة تبعًا للضغط الجوى.

ويبين الشكل التالى شكل ١-٤ حالات الماء الثلاثة الموجودة فى الطبيعة

شكل رقم١- ٤ حالات الماء

وقد يتحول الماء من حالة الى اخرى عندما تؤثر عليه عمليات فيزيائية معينة فمثلا يتحول الماء من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة بفعل الانصهار، ويعود الى الحالة الصلبة بفعل التجمد، اما تحوله من الحالة السائلة الى الغازية فيكون باثر التبخير ويرجع مرة اخرى من الحالة الغازية الى السائلة عن طريق التكثيف.اذ فعمليات التكثيف والانصهار والتجمد والتبخير هى العمليات المسئولة عن تحول الماء من حالة الى أخرى.

حالات المادة الثلاثة وتحول الماء من حالة إلى أخرى

شكل ١- ٥ تحول الماء من حالة لاخري

١- ٤. طاقة الماء الداخلية

وللماء تفاعل كهربائى كمذيب لجميع الجُزيئات الأخرى فى الخليَّة، كما يدخلُ فى عِدَّة تفاعلات كيميائية تجرى فى مُحيط الخلايا، وتتكسر الجزيئات العُضويَّة بالإضافة الإنزيميَّة للمَاء التى تعرَفُ بالتحليل المائى، وهُناك تفاعلات كيميائية بإزالة الماء من الجُزيئات العُضويَّة؛ لتكوين مُرَكَّب عُضوى أكبر، تسمَّى تفاعلات تكثيف إزالة المَاء Dehydration Condensation Reactions،

ومثال على ذلك تكوين روابط ببتيديَّة بين الأحماض الأمينيَّة فى تصنيع البروتينات.

وما زال الماءُ محل جدل الباحثين؛ لأنهُ يختلف عن كل السوائل الأخرى فى الوجود، ويمتاز بخصائص لاتتوفر لسائل غيره قط، فهو يتفاعل فى نفس الوقت كحامض وكقاعدة، وبذلك يُمكن أن يتفاعل مع نفسه فى ظروف خاصة، وهو مادة ضعيفة التركيب، هشة البنيان، قابلة للتغيير تحت أقل المؤثرات، فهو يتأثربالصَّوت، والمغناطيسيَّة، والحرارة، والبرودة،والضوء، والطاقة الحيويَّة، وخضع لتجارب كثيرة تبيَّن منها أنه يحتفظ بالمعلومات المُرسلة من قبل الأجسام البيولوجيَّة، ويتكوَّن جزيء الماء على شكل يشبه المغناطيس الذى له قطبٌ سالبٌ وآخر مُوجب، يدور حول نفسه بسرعة كبيرة، وحول الجزيئات الأخرى على مسافة ثابتة، مِمَّا يَجعل للماء فيهذه الحالة نوعًا من التماسك.

والماء لديه القدرة على التغير والتبدُّل والتكيف الذاتى عند أى تأثير يجرى عليه فى مُحيطه، وتبلغ أعلى قدرة له على ذلك بين درجتى ٣٥ و ٤٠ درجةمئويَّة، وهى

درجة حرارة الجسم عند الكائنات الحيَّة النشيطة منها الأنسان.

وتعمل ذبذبات الصوت أثناء القراءة أو الترتيل على الماء على تغير مواصفاته وإعادة تنظيم جُزيئاته فيوضع سلس يجعل له قوة انسياب خاصة للمرور فى سيتوبلازم الخلايا الحيَّة، مِمَّا يرفع منطاقتها ويُصلحُ سلوكها، وتتفكك جُزيئات الماء المُتَماسكة تحت تأثير ذبذبات الصوت والطاقة الحيويَّة التى يعالج بها، وفى هذه الحالة تنساب بحُريَّة أكبر إلى سيتوبلازم الخلايا حاملة معهاالطاقة التى تحفز الخليَّة على العمل والنشاط بشكل أفضل.

وقام العلماء بدراسة خواص الماء فى مختلف الظروف،فوجدوا أنه يكتسب صفات جديدة مُختلفة بمجرد وضع الفم على كوب من الماء والقراءة عليه، أو وضع الإصبع فيه، فيحمل ما يُسمَّى "بالدُّهن الأنسانى"وهو مادة تحمل صفات صاحبها الحيوية، والأمثلة على ذلك كثير، ولعل أبلغ دليل على أن الماء يحتفظ بالطاقة الحيويَّة مهما كان مقدارها هو: ماء زمزم الواقع فى أحضان بيت الله الحرام بمكة المُكرَّمة.

روى أحمد وابن ماجة، عَن جَابِرَ بْنَ عَبْدِ الله قالَ: سَمِعْتُ رَسُولَ الله ﷺ يَقُولُ: **"مَاءُ زَمْزَمَ لِمَا شُرِبَ لَهُ"** (مُسند الإمام أحمد، حدَيث رقم ١٤٣٢٠).

فهو الماء الوحيد فى الأرض الذى يحمل طاقة لا حدود لها، ويرجع السبب إلى ذلك أنَّ الملاك جبريل هو أوَّلُ من حفر بئر زمزم بضربة من جناحه منذ ٣٨٠٠سنة، فاحتفظ الماء المُتدفق بذبذبات طاقته العالية ونورانيَّة تركيبه، ثمَّ توالى على هذا المكان صفوة الأنبياء ابتداءً من إبراهيم عليه السلام،حتى مُحمَّد، ثمَّ صفوة البشر المختارين لحج بيتالله، ثمَّ إنَّ مَكة المُكرَّمَة البلد الحرام هيَ: مهبط الملائكة، أى أنها بوَّابة أهل السَّماء إلى الأرض، ويصبُّ فى ذلك المكان كل ساعة أرتالٌ غفيرة من الملائكة لا يعلمُ عددها إلاَّ الله، فالبئر يعيش حالة من النورانيَّة والطاقة المُتجدِّدَة الدائمَة، التى تجعل لماء زمزم خصوصيَّة لا تتوفر لغيره على وجه الكرة الأرضيَّة.

١- ٥. الماء السائل الفيزيائى الفريد [١]

يمتاز الماء بكثير من الخواص الطبيعية الفيزيقية الفريدة والتى اعطته واكسبته صفات فريدة بين السوائل الاخرى. فاللزوجة والخاصية الشعرية والقطبية والتماسك والتلاصق و ثباته و استقراره الحرارى وكثافته العجيبة كل هذه الصفات الطبيعية

جعلته مناسبا للحياه ومتوافقا مع الخصائص الطبيعية والفيزيائية للكائنات الحية والعناصر والمواد غير الحية.

١- ٥- ١. صفات الماء الطبيعية (الفيزيقية)

١-٥-١-١. أولا درجتا التجمد والغليان.

١-٥-١-٢. ثانيا لزوجة الماء وجريانه.

١-٥-١-٣. ثالثا الخاصية الشعرية والتوتر السطحى.

١-٥-١-٤. رابعا قطبيته التى جعلته يعمل كمغناطيس.

١-٥-١-٥. خامسا أشد السوائل تماسكا وتلاصقا.

١-٥-١-٦. سادسا ثباته و استقراره الحرارى المثالى.

١-٥-١-٧. سابعا كثافة الماء العجيبة.

١-٥-١-١. أولا درجتا التجمد والغليان

من خصائص الماء الفريدة، وجوده فى حالات المادة الثلاثة، الغازية والسائلة والصلبة وذلك تحت الظروف العادية من الحرارة والضغط الجوى. ومن اللافت للنظر، أنه ليس هناك مادة أخرى على سطح الأرض، يمكن أن توجد فى هذه الأشكال الثلاثة، تحت ظروف درجة الحرارة الموجودة طبيعياً على سطح الأرض. والماء سائل عند درجة الحرارة، الموجودة فى معظم مناطق الكرة الأرضية. وتُعدّ درجة الحرارة التى يوجد عندها الماء فى الصورة السائلة، إحدى الصفات

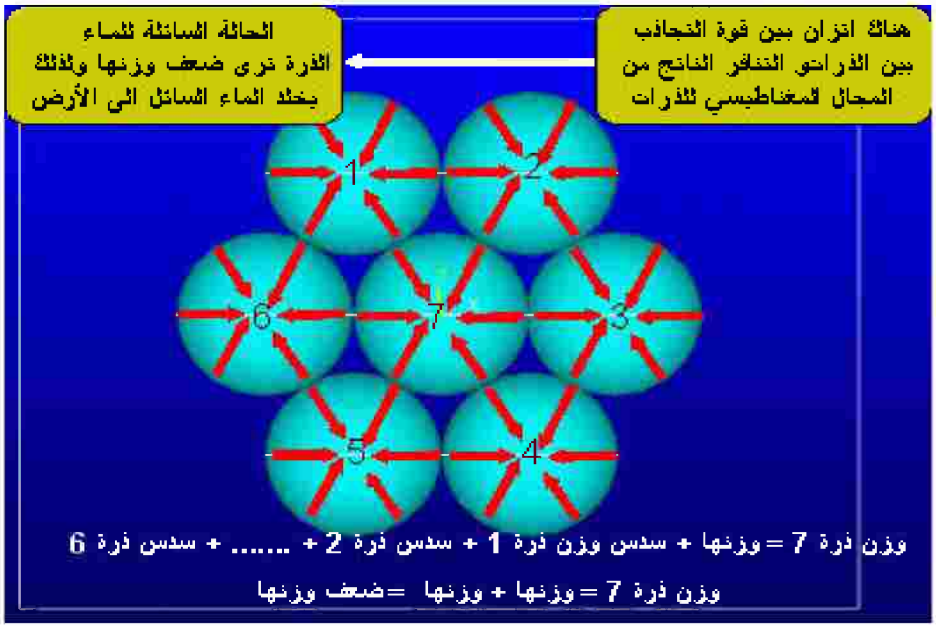
---

(١) د. هالة عبد العزيز الجوهرى بقسم الفيزياء - جامعة الملك عبد العزيز موسوعة الاعجاز العلمى فى القران والسنة.

الفريدة والمميزة للماء. فعند درجة الضغط الجوى العادى، يكون الماء سائلاً بين درجتى التجمد "صفر مئوى" ودرجة الغليان ١٠٠ د.م. فيما لا توجد المواد الأخرى، ذات التركيب المشابه للماء،بصورة سائلة عند هذا النطاق الحرارى الواسع.

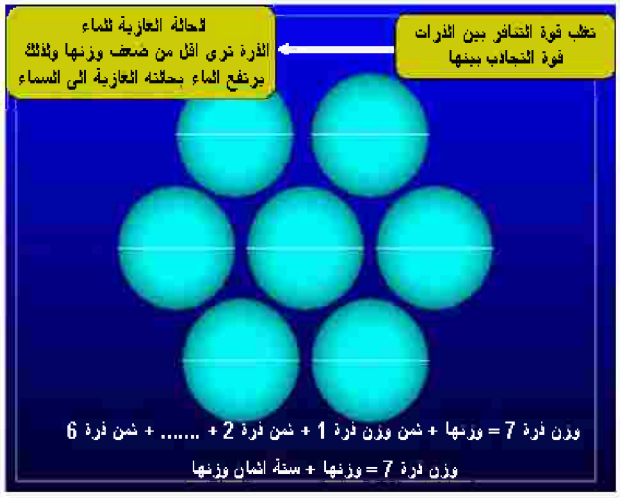
فمثلاً توجد مركبات أخرى مكونة من ذرتى هيدروجين وذرة من عنصر آخر، مثل: السيلينوم أو الكبريت. وهذه المركبات لا توجد فى حالة سائلة، إلاّ فى حرارة منخفضة للغاية (-١٠٠ ٥م إلى -٩٠ ٥م). فلو استبدلت ذرة للأكسجين فى جزئ الماء بأى مركب آخر، فلن يكون هناك ماءً سائلاً على وجه الأرض، حيث إن درجة حرارة سطح الأرض أعلى دائماً من) -٩٠ ٥م. (وبالنظر إلى الفرق بين درجتى الحرارة اللازمتَيْن للتجمد والغليان، فإن الماء يبقى سائلاً فى مدى واسع من درجات الحرارة، يُعدّ أكبر نطاق حرارى بين الأوساط السائلة. وتُعدّ هذه الخاصية من النعم العظيمة، إذ يوجد الماء سائلاً عند درجات الحرارة التى تعيش فيها الكائنات الحية، بما يساعد على استمرار حياتها. وتحول الماء إلى بخار، يتطلب قدراً هائلاً من الحرارة. فالماء يغلى، عادة، عند درجة حرارة (١٠٠ د.م). ولكن بوصول الماء إلى درجة الغليان، فإنه لا يتحول مباشرة إلى بخار، إنما هناك فترة يمتص الماء خلالها قدراً إضافياً من الحرارة، من دون حدوث أى زيادة فى درجة حرارته، قبل تحوله إلى بخار ماء. لذا، فإن بخار الماء يحتوى على قدر هائل من الطاقة الحرارية، وهى الطاقة التى اكتشفت منذ القرن الثامن عشر، ولما كان بخار الماء يحتوى على قدر كبير من الطاقة الحرارية، فإنه يتكثف عند انخفاض درجة الحرارة، مع انبعاث طاقته الحرارية، ويصير الماء سائلاً،ويسقط على هيئة أمطار.

والشكل التالى شكل ١-٦ يصف الحالة السائلة للماء من حيث اتزان بين قوى التنافر والتجاذب بين الذرات وهذا الاتزان هو ما يكسب الماء حالته السائلة.



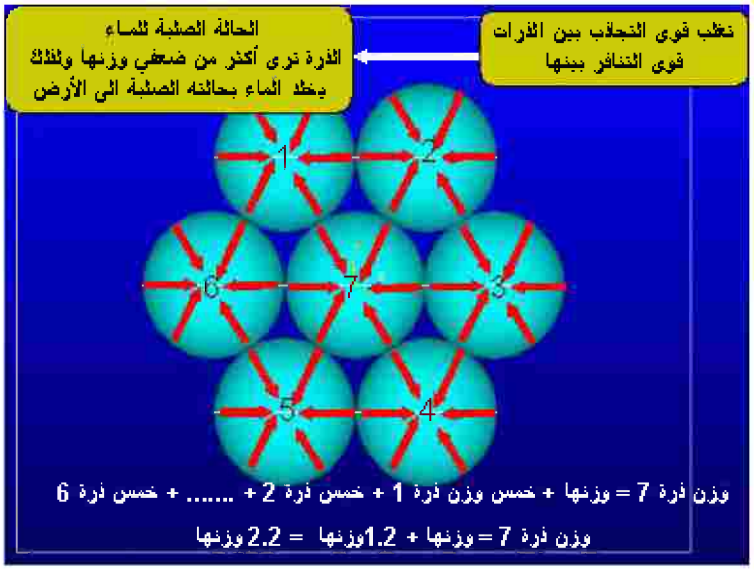
شكل ١- ٦ الحالة السائلة للماء

ويصف شكل ١-٧ يصف الحالة الغازية للماء والتى يتضح فيها تغلب قوى التنافر بين الذرات على قوى التجاذب من يباعد بين الذرات وتصبح الحالة الغازية هى السائدة لتباعد الذرات عن بعضها البعض.



شكل ١- ٧ الحالة الغازية للماء

ويصف شكل ١-٨ يصف الحالة الصلبة للماء والتى يتضح فيها تغلب قوى التجاذب بين الذرات على قوى التنافر من يقارب بين الذرات وتصبح الحالة الصلبة هى السائدة.



شكل١- ٨ الحالة الصلبة للماء

١-٥-١-٢. ثانيا لزوجة الماء وجريانه

اللزوجة هى "مقاومة السائل للحركة "

إذا فكرنا فى السائل الذى يملئ مخنا نجده مادة قوامها مائع تماماً، وفى الحقيقة أن لتلك السوائل درجات عالية من الاختلاف فى لزوجتها، فلزوجة القطران والجليسرين وزيت الزيتون وحمض الكبريت هى أمثلة تختلف عن بعضها بشكل كبير ومعتبر، وعندما نقارن مثل تلك السوائل بالماء يصبح هذا الفرق أكثر بشكل كبير، فالماء أكثر سيولة بعشرة ملايين مرة من القطران وبألف مرة من الجليسرين، ومئة مرة من زيت الزيتون وعشرين مرة من حمض الكبريت. من هذه المقارنة نكتشف أن للماء أقل لزوجة ممكنة عن سواه من المواد السائلة. لأنه فى الحقيقة إذا استبعدنا قليلاً من المواد مثل الأثير والهيدروجين السائل نجد أن للماء لزوجة هى

أقل من أية مادة ما عدا الغازات.

هل لانخفاض لزوجة الماء أية أهمية لنا ؟ هى ستكون الأشياء مختلفة إذا كان ذلك السائل الحيوى أكثر قليلاً أو أقل قليلاً فى لزوجته، وقد أجاب (ميشيل دينتون) على هذا السؤال وقال: "سيكون تلاؤم الماء أقل إذا كانت لزوجته منخفضة جداً، وستتعرض النظم الحية لحركات عنيفة بتأثير قوى قصية غاية فى الشدة إذا كانت اللزوجة منخفضة جداً مثل لزوجة الهيدروجين السائل.. وإذا كانت لزوجة الماء أقل من ذلك أيضاً فالتركيبات اللطيفة (الرقيقة) سوف تتمزق بسهولة، وعندئذ لن يكون الماء قادراً على دعم أى تركيبات مجهرية معقدة دائمة، وهكذا لا يعد التركيب الضوئى الدقيق الجزيئى للخلية موجوداً عندئذ. فإذا كانت اللزوجة أعلى فالحركات المجُبرة للجزيئات الكبيرة المنفردة مثل الميتوكونديريات أو العضيات الصغيرة ستكون غير ممكنة، ويصبح ذلك أيضاً فى عمليات انقسام الخلية، وستكون عندئذ كل النشاطات الحيوية للخلية مجمدة بشكل فعال، وستكون الحياة الخليوية لأى نوع منعزلة يشابه ذلك الذى نحن معتادون عليه غير ممكن، وكذلك فإن تطور العضويات العليا والتى يعتمد بشك جدى على قدرة الخلايا على الحركة والدوران خلال مراحل تكون الجنين سيكون ذلك بالتأكيد غير ممكن إذا كانت لزوجة الماء أكبر حتى بقليل مما هى عليه فى الواقع".

إن انخفاض لزوجة الماء هو شيء أساسى ليس فقط من أجل الحركة الخليوية ولكن أيضاً من أجل نظام الدوران الدموى، فلكل مخلوق حى حجم جسمه أكبر من ربع ميليمتر واحد نظام دورة دموية مركزى والسبب فى ذلك هو أن كل كائن حى له حجم خلف ذلك ليس من الممكن على الغذاء والأوكسجين أن ينتشرا عبر عضويته ببساطة، لأنه لا يمكن إدخالهم مباشرة للخلية كما لا يمكن تفريغ منتجاتهم الأخرى. كما أنه يوجد فى جسم العضوية العديد من الخلايا ومن الضرورى أن يصل لها الأوكسجين والطاقة، ويتم ذلك بدخولها وتوزعها بالضخ عبر أقنية (أنابيب) من نوع ما، كما توجد أقنية أخرى ضرورية لتحمل الفضلات بعيداً، وتلك الأقنية بنوعيها الأوردة والشرايين، ويشكلان النظام الدورى الدموى

فى العضوية الحسية، والقلب هو المضخة التى تحفظ حركة هذا النظام بينما يحمل المادة عبر هذه الأقنية سائل يدعى الدم ومعظمه ماء، الذى يشكل ٩٥٪ من بلازما الدم ـ وهى المادة المتبقية بعد إزالة خلايا الدم، والبروتينات والهرمونات من الدم.

هذا هو السبب فى أن للزوجة الماء أهمية كبيرة جداً، فهى هامة لأنها تسهل وظيفة النظام الدورى الدموى فى العضوية الحية، فإذا كانت لزوجة الماء كبيرة مثل تلك التى للقطران فبالتأكيد لا يستطيع أى قلب أن يضخ، أما إذا كانت لزوجة الماء مثل لزوجة زيت الزيتون والتى هى أقل بمئة مليون مرة منها للقطران فالقلب قد يتمكن من الضخ لكنها ستكون عملية صعبة جداً والدم سوف لن يتمكن من الوصول إلى كل البلايين من الأنابيب الشعرية والملتفة طرقها عبر أجسامنا.

لنأخذ نظرة أقرب للأنابيب الشعرية، والتى هدفها هو حمل الأوكسجين والغذاء والهرمونات.. الخ..

وهى ضرورية لحياة كل خلية وفى كل أنحاء الجسم، فإذا كان بُعد الخلية عن الأنبوب الشعرى أكثر من خمسين ميكروناً (الميلمتر هو ألف ميكرون) عندئذ لا يمكنها أن تستفيد من الخدمات الشعرية، وبالتالى فالخلايا التى بعدها عن الشعريات الدموية أكثر من خمسين ميكروناً سوف تجف حتى الموت، ويجب أن نتذكر أن الميكرون هو جزء واحد من ألف جزء من الميلمتر الواحد.

ولهذا السبب خلق جسم الأنسان بحيث تشكل الشعيرات الدقيقة شبكة تنتشر فى كل دقيقة من دقائق جسده، وفى الجسم البشرى العلوى يوجد حوالى خمسة بلايين أنبوب شعرى يبلغ طولها الإجمالى إذا مددت طولياً حوالى (٩٥٠كيلومتر اً).

وفى بعض الثديات ربما بلغ عدد تلك الشعيرات حوالى (٣٠٠٠) فى كل سانتيمتر مربع من نسيجها العضلى، وإذا جمعت عشرة آلاف من أدق الشعيرات فى جسم الأنسان معاً كان الناتج هو حزمة سمكها مثل سمك قلم الرصاص، وأقطار تلك الشعيرات يترواح بين ٣.٥ميكرون، أى من ثلاثة إلى خمسة أجزاء من ألف من

الميلمتر الواحد.

وإذا كان الدم سيخترق الممرات الضيقة دونما إعاقة أو إبطاء فبالتأكيد سوف تسيح أو تنغمر، ولكن يعود الفضل فى عدم حدوث ذلك إلى لزوجة الماء، وطبقاً لكتاب (دينتون) إذا كانت لزوجة الماء أكثر بقليل مما هى عليه فعلاً عندئذ سيكون النظام الدورى غير مجد بتاتاً، كما يقول: يعمل النظام الشعرى إذا كان للسائل (الذى يضخ عبر أنابيب) لزوجة منخفضة جداً.

وانخفاض لزوجة السائل أساسية بسبب أن الجريان يتناسب عكسياً مع اللزوجة.. لهذا من السهل أن نرى، لو كان للزوجة الماء قيمة أكبر بعدة مرات مما هى عليه، فإن ضخ الدم عبر النظام الشعيرى سيتطلب ضغطاً كبيراً وبالتالى فإن أى نوع من هذا النظام الدورى سوف لن يعمل.. لكن لو صارت لزوجة الماء أكبر بقليل وإزداد قطر أصغر الأنابيب الشعيرية العاملة من (٣) ميكرون إلى (١٠) ميكرون عندئذ ستحتل الشعيرات نظرياً كل النسيج العضلى ليقدم الأوكسجين والغلوكوز، وطبعاً سيكون من الواضح أن أشكال الحياة فى هذه الحالة غير ممكنة أو سوف تعانى صعوبات جمة فى أداء عملها.

ولهذا يجب أن تكون لزوجة الماء قريبة جداً لما هى عليه فعلاً عندئذ يكون الماء وسطاً ملائماً للحياة.

فى الخاتمة نعلم أن هذا السائل العجيب الذى هو الماء قد أعده الله سبحانه ليكون ملائماً لحياة الكائنات الحية فتبارك الله أحسن الخالقين وصدق الله سبحانه فى قوه

﴿ أَوَلَمْ يَرَ ٱلَّذِينَ كَفَرُوٓاْ أَنَّ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَٰهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾ (الانبياء:٣٠)

١-٥-١-٣. ثالثا الخاصية الشعرية والتوتر السطحي

يتميز الماء بالخاصية الشعرية Capillary action التى لها أهميتها حيث ينتقل الماء والمواد المذابة فيه خلال فراغات المواد المسامية بفعل قوة الشد السطحي Surface

tension و التصاق وتماسك الماء. فلو وضعت ورقة تواليت (نشاف) فى كوب ماء. فلإنها مسامية سوف تتبلل من أسفل لأعلى. وهذه الخاصية الشعرية نجدها فى جذور النباتات حيث يمتص الماء من التربة مذابا فيه المواد المغذية، لينتقل بفعلها من اسفل لأعلى ضد الجاذبية ويظل يرؤتفع حتى تتغلب الجاذبية عليه وتوقف صعوده. ولنتصور هذا لو وضعنا أنبوبة شعرية زجاجية فى كوب ماء سنجد أن مستوى الماء بها أعلى من مستوى الماء فى الكوب. و الشد السطحى للماءخاصية ثانية تمكن بعض الحشرات المائية بالسيرأو الإنزلاق فوق سطحه والماء له خاصية شد سطحى أعلى من السوائل العادية ولايفوقه سوى الزئبق فى هذه الخاصية. لهذا تكون قطرات الماء متماسكة. وهذا الشد يفيد فى الخاصية الشعرية فى النباتات لتغذينها.

اهمية الخاصية الشعرية للنبات

النبات يأخذ غذاءه من التربة عن طريق ما بها من عناصر ومركبات ذائبة فى الماء، وهذه العصارة الغذائية يمتصها النبات بواسطة شعيراته الجذرية، فترتفع فى الأوعية الخشبية للنبات بقدرة خاصة أعطاها الله(تعالي) للماء تعرف باسم الخاصية الشعرية، تعين العصارة الغذائية على الارتفاع إلى أعلى فى داخل النبتة حتى تصل إلى قمتها مهما كان ارتفاعها، وخاصية ثانية تعرف باسم التوتر السطحى تعين الماء على التماسك فى أسطح أفقية فلا ينهار منها بسهولة.

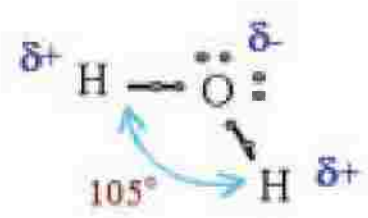
وبعد الاستفادة بالقدر اللازم من الماء، يطلق النبات الزائد عن حاجته إلى الجو بالبخر بعدد من العمليات الحيوية التى أهمها النتج. وبالمثل فإن كلا من الأنسان والحيوان يأخذ القدر اللازم له من الماء عن طريق الطعام والشراب، ويطرد الزائد عن حاجته بواسطة عدد من العمليات الحيوية التى أهمها التنفس، العرق، الدموع، الإخراج، وغيرها.

١-٥-١-٤. رابعا قطبيته التى جعلته يعمل كمغناطيس

الماء عنصر قطبى جزئيًّا. فجزيء الماء يتكون من اتحاد ذرة أوكسجين (تحتوى

على ست إلكترونات فى مدارها الأخير) مع ذرتين هيدروجين (تمتلك كل منهما إلكترونا واحدا) برابطة تسمى الرابطة التساهمية. تعتبر هذه الرابطة من أقوى الروابط على الإطلاق، لذا فليس من السهل كسرها واستعادة الأوكسجين والهيدروجين من الماء.

يعود السبب فى كثير من خصائص الماء إلى قطبيته. فقدرة الماء الفائقة على الإذابة (التى لا تقدر بثمن للكائنات الحية) تعود إلى هذه القطبية. فبها أصبح الماء من أقوى المذيبات حيث يسهم بفعالية فى إتمام عمليات الهضم وتجديد الدم والتخلص من المواد السامة (الفضلات) فى أجسام الكائنات العضوية وغير العضوية على حد سواء. وبفضل هذه القدرة على الإذابة تستطيع الأنهار والمحيطات نقل الأملاح والمعادن من مكان لآخر على سطح الأرض.



شكل رقم ١- ٥ جزيء الماء

لآن وقد رأينا مما يتكون جزيء الماء الواحد لننظر كيف ترتبط هذه الجزيئات معًا لتكون عنصر الماء؟ وفقًا لقانون كولوم (الذى ينص على أن الشحنات الكهربية المختلفة تتجاذب) تنجذب ذرة الأوكسجين (السالبة) فى جزيء نحو ذرتى الهيدروجين (الموجبة) فى الجزيء المجاور، و بتكرار هذه العملية يتكون الماء.ويطلق على هذا النوع من الروابط الرابطة الهيدروجينية كما ذكرنا من قبل.

ولنا أن نتخيل عنصر الماء كسلسلة من المغناطيسات المتلاصقة، إذا حاولنا إخراج أحد تلك المغناطيسات من مكان ما فإنه سرعان ما يلتصق فى مكان آخر. وهنا يكمن فى سر قوة تلاصق الماء وتماسكه.

١-٥-١-٥. خامسا أشد السوائل تماسكا وتلاصقا

عند وضع سائل ما فى إناء فإن الرابطة التى تربط جزيئاته بعضها ببعض تنقطع عند السطح، ونتيجة لذلك تبدو جزيئات سطح السائل مجذوبة نحو الداخل. وبمصطلح الفيزيائيين تسمى ظاهرة شد جزيئات سطح سائل ما بعضها لبعض بالتوتر السطحى وتقاس بالقوة المؤثرة على وحدة الأطوال (Dyne/cm). ووفقا لهذه القوة يبدو سطح السائل كقطعة جلد مشدودة على إطار. وباستثناء الزئبق فإن عنصر الماء يمتلك أعلى قيمة توتر سطحى بين جميع السوائل. تبدو هذه الظاهرة جلية عندما نملأ كوبا بالماء إلى حافته ولا ينسكب.. وعندما نرى العناكب تسير على سطح المياه الراكدة دون أن تبتل أقدامها وكأنها تسير على سطح صلب.. وفى ميل الماء إلى التكور على هيئة قطرات بدل الانتشار على السطح الذى يسكب عليه... وفى تكوين ذلك الحاجز غير المرئى بين المياه العذبة والمالحة عند مصاب الأنهار فى البحار والتى جاءت الإشارة إليها فى قوله سبحانه: ﴿ **وَهُوَ ٱلَّذِى مَرَجَ ٱلْبَحْرَيْنِ هَـٰذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَـٰذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّحْجُورًا** ﴾ الفرقان (٥٣) وفى الآية الكريمة إشارة واضحة إلى شدة تلك القوة الحاجزة والتى تؤكد عظم التوتر السطحى للماء.

ولعل من أهم خصائص الماء الناتجة عن التوتر السطحى هى قدرة الماء الفائقة على تسلق جدران الوعاء الذى يوضع فيه، وكلما كان قطر الجدار الذى يتسلقه صغير كلما أرتفع فيه مسافة أعلى. هذه الخاصية الحيوية للماء والمعروفة باسم الخاصية الشعرية هى التى تتيح للماء - والأملاح المذابة فيه- فرصة الحركة من جذور النباتات إلى أعلى أغصانها، كما أنها المسؤولة عن سريان الدم فى الأوعية الدموية الدقيقة فى أجسامنا.

١-٥-١-٦. سادسا ثباته و استقراره الحرارى المثالي

لعل خواص الماء الحرارية من أكثر خصائصه شذوذا وغرابة. يبدو ذلك جليًّا عند مقارنة درجة غليان الماء بدرجات غليان العناصر الهيدروجينية الأخرى المشابهة له فى التركيب الكيميائى مثل كبريتات الهيدروجين أو الميثانول أو

الإيثانول. فكما يتضح من جدول تمتلك تلك العناصر درجات غليان منخفضة جدًا رغم كبر وزنها الجزيء، ولو أن الماء يتبع نفس سلوك تلك العناصر لكانت درجة غليانه وفقًا لوزنه الجزيء الصغير عند درجة (-٧٠مْ) وليس عند (١٠٠مْ) كما هو معروف (عند الضغط الجوى النظامي). أى لولا هذا الشذوذ لوجد الماء على الأرض وعند درجات الحرارة الاعتيادية فى حالة بخار فقط !!

ومن مظاهر استقرار الماء الحرارى أيضا ارتفاع معامل الحرارة النوعية له. مما يعنى أن الماء يحتاج إلى كمية كبيرة جدًا من الحرارة حتى يسخن مقارنة مع العناصر الأخرى. فإذا وضعنا قدرا فارغا على النار، فسرعان ما يسخن حتى الاحمرار. بينما لو سكبنا فيه بعض الماء ووضعناه من جديد لاستغرق الماء وقتا كبيرا حتى يسخن. ذلك أن الحرارة النوعية للماء أكبر عشر مرات من الحرارة النوعية للحديد. ولو ذهبنا إلى شاطئ البحر فى وقت الظهيرة لوجدنا الرمل أشد حرارة من البحر بينما الوضع ينعكس تماما فى الليل. والسبب أن الحرارة النوعية للماء أكبر بحوالى خمس مرات من الحرارة النوعية للرمل. فالماء يسخن ببطء ويفقد حرارته أثناء تبريده أيضا ببطء. بينما الرمل يسخن بسرعة ويبرد بسرعة كذلك. وبقى أن نذكر أن الحرارة النوعية للماء تساوى (١ كالورى / جم)، بمعنى أنه لرفع حرارة واحد جرام من الماء درجة مؤوية واحدة فإننا نحتاج إلى واحد كالورى. وكما أن معامل الحرارة النوعية للماء مرتفع فكذلك معاملى الحرارة الكامنة للتبخر وللإنصهار فإنه لتحويل جرام واحد من الماء عند درجة (١٠٠مْ) إلى بخار عند نفس الدرجة نحتاج إلى (٥٤٠) كالورى !! ولإذابة جرام واحد من الجليد عند درجة (٠مْ) إلى ماء عند نفس الدرجة نحتاج إلى (٨٠) كالورى. ومن فوائد الاستقرار الحرارى للماء أن درجة غليان الماء ودرجة تجمده تستخدمان كنقطتين مرجعيتين لمعظم الترمومترات. كما أن حرارته النوعية العالية جعلته يستخدم كمبرد فى راديتر السيارات وفى كثير من المصانع. وبفضل الحرارة العالية اللازمة لتبخر الماء أو لتجمده نتج فصلا الربيع والخريف كمرحلتين انتقاليتين بين الشتاء والصيف.

١-٥-١-٧. سابعا كثافة الماء العجيبة

تسمى الكتلة الحجمية هى صفة فيزيائية للأجسام تعبر عن علاقة وحدة الحجم لمادةٍ أو جسمٍ ما بوحدة الكتلة خاصته، فكلما ازدادت الكثافة ازدادت الكتلة لوحدة الحجوم. والكثافة لجسم تساوى كتلته الكلّية مقسومة على حجمه الكلى ورياضيا يعبر عن الكثافة بالعلاقة : كثافة = كتلة \ حجم

إذا أخـذنا حجـماً معيناً من الماء وقمنا بتبريده فإن حجمـه ينكمـش وبالتـالى كثـافته تزداد مثله مثل أى سـائل آخر. غير أن المـدهش فى الماء أن هذه الخـاصية تتوقف عندما تصل درجة حرارة الماء إلى (٤مْ). إذا قمنا بتبريد الماء أكثر فإن حجمه بدلا من أن ينكمش يتمدد وتقل كثافته تبعا لذلك. حتى أنه حين يتجمد - أى تصبح درجة حرارته صفرا مؤويا- فإن كثافته تكون قد انخفضت بمقدار (١٠٪) عنها عند درجة حرارة (٤مْ)

ولكن اذا انخفضت درجة الحرارة دون ذلك فإن حجم الماء يتمدد وتقل كثافته، وهذا يفسر طفو الجليد على سطح الماء فى البحار والمحيطاتوهذا يفسر لماذا تنفجر أنابيب المياه عند التجمد. ولماذا يطفو الجليد على سطح الماء ولا تتجمد البحيرات من الأسفل إلى الأعلى. أنها لخاصية فريدة تعكس بعض تجليات اسم الحفيظ ـــ سبحانه ـــ الذى حفظ للكائنات البحرية فى المناطق المتجمدة حقها فى الحياة.

١- ٦. الماء السائل الكيميائى العجيب

الماء مركب كيميائى يتكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة اكسجين ذو ارتباط كيميائى فريد من نوعه،و الماء مذيبا رئيسيا لكثير من المواد الكيميائية ووسطا جيدا للكثير من التفاعلات الكيميائية، وللماء كثير من الصفات الكيميائية الفريدة والتى اعطته كثير من المميزات الجيدة كسائل بين السوائل الاخرى، فالاذابة والتأين والحامضية والقلوية من ابرز صفات الماء الكيميائية.

١- ٦- ١. صفات الماء الكيميائية

١-٦-١-١. أولا الماء مذيب قوى للمواد

١-٦-١-٢. ثانيا التأين وحامضية وقلوية الماء

١-٦-١-١. أولا الماء مذيب قوى للمواد

عدّ الماء أقرب من أى مركب غيره يطلق عليه وصف "المذيب العام"، ذلك أن أغلب المواد تذوب فى الماء، ولكن بدرجات متفاوتة. وترجع سبب قوة إذابة الماء للمواد الأخرى، إلى قطبية جزيئات الماء الناتجة عن الشكل الهندسى المائل للروابط التساهمية. فكثير من ذرات المواد الذائبة، ترتبط بعضها ببعض، من خلال قوى جذب إلكتروستاتيكى بسيط، ناتجة عن احتوائها على شحنات مختلفة. وهذه الأنواع من الروابط تُعدّ أضعف بكثير من الروابط التساهمية الموجودة داخل جزئ الماء، والروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء. ونتيجة لوجود ذرات تلك المواد فى الماء، فإنها تحاط بجزيئات الماء، وتعزلها فيزيقياً بعضها عن بعض، وتتأين وتصبح ذائبة فى الماء. وعلى الجانب الآخر، يظل الماء محتفظاً بتركيبه الأساسى، بسبب قوة الروابط التساهمية والهيدروجينية.

لذا، تُعدّ مقدرة الماء على إذابة العديد من المواد العضوية وغير العضوية، من دون التفاعل معها، أو تغيير خصائصه الكيميائية الأساسية، من الخصائص الفريدة التى يتميز بها الماء. وهذا على عكس المذيبات العضوية(Organic Solvents)، التى لا تقدر على إذابة أى مادة،دون التفاعل معها.

فعلى سبيل المثال، يذوب السكر فى الماء عن طريق تداخل جزيئات الماء داخل جزيئات السكر، حيث تقوم بعزلها فيزيائياً، والاحتفاظ بها داخل الفراغات الموجودة بين جزيئات الماء(Inter Molecular Space)، وبالتالى يذوب السكر عن طريق انتشار جزيئاته بين جزيئات الماء دون التفاعل معها. وهذا الذوبان هو عكس ذوبان ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) فى الماء، حيث تتم الإذابة عن طريق تأين (Ionization) كلوريد الصوديوم،إلى أيونات الكلوريد السالبة وأيونات الصوديوم الموجبة.

ذوبان ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) في الماء

شكل رقم١- ١٠

ولهذا السبب، نجد أن محلول السكر فى الماء المقطر، يكون غير قابل للتوصيل الكهربائى (Electrical Conductivity) نتيجة عدم تكون أيونات حرة من عملية الذوبان الفيزيائى للسكر، حيث تعمل هذه الأيونات الحرة (Free Ions) على حمل إلكترونات التيار الكهربائى فى الماء. فيما يكون محلول الملح (كلوريد الصوديوم)، الذائب فى الماء المقطر، موصلاً جيداً للكهرباء، نتيجة ازدياد أيونات الكلوريد وأيونات الصوديوم اللازمة لحمل إلكترونات التيار الكهربائى فى الماء. وكلما ازداد تركيز هذه الأيونات، ازدادت مقدرة هذا المحلول على التوصيل الكهربائى (Electrical Conductivity).

ولصفة الإذابة هذه أهمية خاصة فى تغذية الكائنات الحية، وذلك لأن تغذية الكائنات الحية واستفادتها من الغذاء، تعتمد بصورة رئيسية، على إذابة المواد الغذائية فى الماء، سواء تم ذلك قبل امتصاص المواد الغذائية، أو بعد امتصاصها وانتقالها فى جسم الكائن الحى.وتسبب هذه الخاصية بعض المشكلات فى كثير من الأحيان، حيث يصعب الحفاظ على الماء بحالة نقية، لأن نقائه يبدأ فى التناقص تدريجياً، بسبب ذوبان الإناء المحتوى عليه، فى كثير من الأحيان، ولا يمكن استبعاد مياه الأمطار من هذه الخاصية كذلك. فأثناء هطولها، تذيب كثير من العوالق والشوائب الموجودة فى الجو، وبذلك تهبط إلى الأرض محملة بالكثير من المواد الكيميائية والأتربة.

نواع عمليات إذابة مواد بواسطة الماء

الماء هو المذيب المنتشر وهو أيضا المثال الكلاسيكى لمذيب قطبى، نميز بين ثلاثة أنواع عمليات إذابة مواد بواسطة الماء:

١- إذابة مواد أيونية (أملاح):

٢- -إذابة مواد قطبيّة (جزيئية)

١. اولا إذابة مواد أيونية (أملاح):

عمليّة يتم بها تفكيك مبنى كبير لمركبات أيونيّة، عملية الإذابة هذه كما فى كل عمليّة تتم ثلاثة مراحل: بداية تفكيك الروابط الأيونية بداخل البلورات (الروابط بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة، بعد ذلك يتم تفكيك الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء. وفى النهايّة تتكون روابط جديدة بين جزيئات الماء وبين الأيونات المتفككة التى تفككت من البلورات. فى عملية إذابة الملح فى الماء نحصل على محلول فيه الأيونات محاطة بجزيئات ما (الأيونات الموجبة والسالبة للماء، اليونية) نتيجة لذلك تنتج أيونات حرة الحركة فى المحلول، هذا السبب فى أن المحلول الذى يحتوى على أيونات موصلة للتيار الكهربائى.

ليس كل الأنسجة الأيونية تذوب فى الماء، عندما يكون التجاذب بين كل الأيونات فى داخل النسيج الأيونى كبير من جاذبيتها بواسطة جزيئات الماء، يتكون ملح صعب الذوبان مثل أملاح الفضة $AgCl, AgBr, AgI, CaCO_3$.

٢- إذابة مواد قطبيّة (جزيئية)

المواد الجزيئية هى مواد التى عند إذابتها لا تتحول الى أيونات، الجزيئات المذابة تنتشر بين جزيئات المذيب لكن لا تخسر أو تربح شحنة أخرى. اذاً ما الذى يؤدى الى إذابة هذه المواد فى الماء؟ الشحنات فى هذه المواد غير موزعة بشكل متساوى على الجزيئات هنالك مناطق موجبة أكثر أو سالبة أكثر فى جزيئات الماء، القطب السالب فى جزيء الماء (بجانب ذرة الأوكسجين) يجذب القطب الموجب فى جزيء المذاب،

بينما القطب الموجب (بجانب ذرة الهيدروجين) يجذب القطب السالب.

جزيئات الماء "تسحب" جزيئات المذاب وتحيطها "بغطاء من الماء" لكن لا تحولها الى أيونات. الجزيئات تبقى متعادلة من ناحية كهربائية. للتيار الكهربائى (محلول السكر مثلاً).سبب آخر الذى يؤدى الى إذابة مواد جزيئية هو الأربطة الهيدروجينية، جزيئات الماء مرتبطة مع بعضها بأربطة مع بعضها بأربطة هيدروجينية لذلك الماء يستطيع إذابة مواد جزيئيّة التى توجد بين جزيئاتها روابط هيدروجينية أيضاً، أمثلة لمواد كهذه: جلوكوز وسكريات أحاديّة، كتحولات ذات سلاسل قصيرة مثل CH_3OH ميثانول، CH_3CH_2OH إيثانول، $H_3CH_2CH_2OH$ بروبانول.

١. إذابة من خلال تفاعل كيميائى بين المذيب والمذاب:

فى غالب الأحيان التفاعل بين الحامض والقاعدة أو تفاعلات التأكسد والإختزال.

مذيبات غير مائية:

مذيبات غير مائية مثالية، أى مذيبات التى لا تذوب فى الماء ولا تذيب الماء، مكونة من جزيئات غير قطبيّة، الجزيئات متعادلة الشحنة ولا توجد بها مناطق موجبة أو سالبة. هذه المذيبات لا تذيب أنسجة أيونية ومواد قطبيّة، السبب لذلك بسيط: الجزيئات القطبيّة مرتبطة مع بعضها بروابط كهربائية قويّة التى تعمل بين القطب الموجب لجزيء واحد والقطب السالب لجزيء آخر مجاور له.

الجزيئات الغير قطبيّة التى تحيطها لا تستطيع كسر هذه الروابط وانتاج روابط جديدة، لذلك النسيج الأيونى يبقى فى حالته الأصليّة.

إذابة سائل فى سائل:

كلمة إذابة تعنى لنا بشكل عام أن كميّة قليلة من المادة الصلبة (ملح، سكر،--) التى تتلامس مع كمية كبيرة نسبياً من السائل (كأس شاى مثلاً).

لكن عملية الإذابة هى عمليّة عامّة أكثر التى تعرف تصرف سائلين مختلفين، هل كل سائل يحافظ على روابطه ويبقى فى وضعه الأصلى قبل الخلط؟

أو أنّ الروابط البين جزيئيّة بين السائلين تتفكك وتنتج روابط جديدة بين أنواع السائلين؟

الإجابة على هذه الأسئلة مشابهة لتلك التى ذكرت فى النقاش على اذابة الصلب فى السائل: اذا فصلت الروابط البين جزيئيه للسائلين وتكون روابط بين الجزيئات للسائلين وتكون روابط بين الجزيئات للسائلين، يختلط السائلين فى مخلوط متجانس (محلول)، بينما إذا كانت الروابط فى السائل قوية أكثر من الروابط بين البين جزيئية للسائلين المختلفين منفصلين بسبب الفرق فى الكثافات. السائل صاحب الكثافة الأقل يطفو على سطح السائل الآخر. ويتكون من طبقتين نستطيع رؤيتها بسهولة بالعين المجردة (الزيت الذى يطفو على الماء هو مثال على ذلك).

التلخيص الذى رأينا أنّ المذيبات القطبيّة وعلى رأسها الماء، تذيب المواد القطبية، صلب وسائل على حد سواء. مواد غير قطبيّة لا تذوب فى مذيبات قطبيّة، لان الجزيئات لا تستطيع تفكيك الروابط القويّة بين جزيئات المذيب والانخراط بداخلها، النتيجة هى أنّ المذيب القطبى بشكل جزيئات قطبيّة، لكن لا يذيب جزيئات غير قطبيّة.

مذيبات غير مائية (عضوية) لا تستطيع إذابة مواد التى ترتبط بواسطة أربطة كهربائية قطبيّة. بالمقابل لان جزيئات المذيبات العضوية مرتبطة بواسطة أربطة ضعيفة، تستطيع جزيئات عضويّة أخرى الانخراط بداخلها بسهولة والذوبان(هذه الروابط تدعى "روابط فان ديرفالسى").

النتيجة أنّ المذيبات الغير قطبيّة يذيب بسهولة جزيئات غير قطبيّة، لكن لا يذيب جزيئات قطبيّة.

التصنيف بين المذيبات العضوية والغير عضويّة مهمة جداً فى الكيمياء

(البيوكيمياء). بالرغم من ذلك ليس كل المذيبات يمكن تعريفها بشكل بسيط، مثال لذلك الكحولات، جزيئات الكحول تتميز بوجود منطقتين ذوات صفات تختلف فى نفس الجزيء، "الرأس" قطبى الذى يستطيع عمل روابط هيدروجينية و"ذنب" المكون من سلسلة غير قطبية من ذرات الكرون، لذلك للكحولات قابلية للذوبان فى المذيبات القطبية وغير القطبية، فهى تستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع مذيبات مائية بفضل الرأس القطبى، ولكن أيضاً اذابة مواد غير مائيّة الذنب الغير قطبى. هذه هى صفاتها المزدوجة لجزيئات الكحولات.

ذائبية الكحولات فى الماء تقل كلما كان عدد ذرات الكربون فى الجزيء عالى. السبب فى ذلك أنّ السلسلة الكربونية لا تستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء لذلك فهى تصّعب على جزيئات المذاب من الارتباط بالروابط الهيدروجينية للماء، السلسلة الكربونية تدعى أيضاً ذنب هيدروجينى أى يكره الماء، بالمقابل القسم الذى يستطيع الارتباط بروابط هيدروجينية مع الماء يدعى "الرأس الهيروفيلى" أى محب للماء.

القطبية فى جزيئات الماء تنبع من حقيقتين أساسيتين:

١. مبنى ذرة الأوكسجين يقرر الزاويّة التى تختلف عن ١٨٠° بين الذرات الهيدروجين المرتبطة معه لذلك الجزئ يكون غير متماثل.

٢. ذرة الأوكسجين تجذب إليها إلكترونات الرباط مع الهيدروجين وبذلك يتكون قطبين، موجب حول نواة ذرة الهيدروجين وسالب جزئى (دلتا) حول ذرة الأوكسجين.

هذه القطبية تسبب فى جاذبيّة قويّة بين قطب سالب (على ذرة الأوكسجين) فى جزيء الماء وبين القطب الموجب (على ذرة الهيدروجين) فى جزيء ماء مجاور له. أى تكون رابط بين ذرات الماء المتجاورة، هذه الروابط تسمى روابط هيدروجينية، الأربطة الهيدروجينية قويّة، بالنسبة لروابط بين جزيئية أخرى ولكن ضعيفة بالنسبة للرباط الكوفيلتى أو الأيونى.

هذه الروابط مسؤولة عن الصفات الفيزيائية الغريبة للماء التى ذكرت (درجات غليان وتجمد عالية نسبيا، حرارة نوعيّة عالية وكثافة منخفضة فى حالة تبريده، أى عدد قليل من جزيئات الماء تتواجد فى نفس الحجم).

١-٦-١-٢. ثانيا التأين وحامضية وقلوية الماء

تعرف عملية التأين بأنها: "عملية تحول جزيئات مركب ما، إلى أيونات". وبالنسبة إلى الماء، فإن معدل تأينه يُعدّ ضعيفاً جداً، إذا ما قورن بمعدلات التأين فى المركبات الأخرى. إلاّ أنه قد يحدث تحلل لبعض جزيئات الماء، إلى أيونى الهيدروجين الموجب (H+) والهيدروكسيل السالب (OH^-). وقد وجد أن زيادة تركيز أيون الهيدروجين، تعنى زيادة الحموضة لهذا السائل، فى حين تعنى الزيادة فى تركيز أيون الهيدروكسيل، زيادة القلوية. وفى حالة الماء النقى، يكون عدد أيونات الهيدروجين، مساوياً لعدد أيونات الهيدروكسيل، أى أنه متعادل.

وتُقاس الحموضة (تركيز أيونات الهيدروجين) فى المواد المختلفة، عن طريق مقياس الأس الهيدروجين (pH Scale) ويراوح مقياس الأس الهيدروجينى بين صفر و١٤. فالمواد المتعادلة الحموضة، مثل الماء النقى، قيمة الأس الهيدروجينى لها = ٧. أمّا الأحماض، فإن قيمة الأس الهيدروجينى لها تراوح بين صفر و٦.٩. أمّا المواد القاعدية، فإن قيمة الأس الهيدروجينى لها تراوح بين ٧ و١٤.

ومعظم العمليات الحيوية تتم فى مجال محدود من الأس الهيدروجينى، فإذا ما زادت أو قلت درجة الأس الهيدروجينى عن هذا المجال، فإن العمليات الحيوية أو الوظائف الطبيعية للجسم تختل. فعلى سبيل المثال، تبلغ قيمة الأس الهيدروجينى لدم الأنسان ٧.٤، فإذا ما انخفضت هذه القيمة، اختلت وظائف الجسم، وقد تحدث الوفاة.

كذلك، قد تكون مياه الأمطار حَمْضية بعض الشيء (قيمة الرقم الهيدروجينى حوالى ٦)؛ نتيجة ذوبان ثانى أكسيد الكربون فى قطرات المطر، إلاّ أن ذوبان بعض

أكاسيد الغازات الأخرى الملوثة للجو فى مياه الأمطار، قد تسبب زيادة الحموضة فى مياه الأمطار، كما هو حادث فى الأمطار الحمضية. ويجب ملاحظة أن التغيير فى قيمة الأس الهيدروجينى درجة واحدة، يعنى تغيير درجة الحموضة بمقدار ١٠ أضعاف. فالمحلول الذى له قيمة أس هيدروجينى = ٣، هو حَمْضى ١٠ أضعاف المحلول الذى له قيمة أس هيدروجينى = ٤.

١- ٧. الماء السائل البيولوجى العجيب

أثبت علم الخلية أن الماء هو المكون المهم فى تركيب مادة الخلية، وهى وحدة البناء فى كل كائن حى نباتا كان أو حيوانا، وأثبت علم وظائف الأعضاء أن الماء ضرورى لقيام كل عضو بوظائفه التى بدونها لا تتوافر له مظاهر الحياة ومقوماتها. خلال دوره الرئيسى فى العمليات الحيوية التى تتم داخل جسم الكائن الحى.

والماء هو السائل الوحيد الذى يمكن ان يعيش فيه اعداد هائلة من الكائنات الحية، فالبيئة المائية البحرية تحتوى على الالاف من الكائنات الحية الكبيرة والصغيرة والدقيقة التى لا ترى الا بالميكرسكوب فى تنوع يشهد بعظمة الخالق سبحانه وتعالى.

١- ٧- ١. اهمية الماء للخلق والحياه (الاهمية البيولوجية والحيوية للماء)

فى بحث هام للدكتور سلام محمد الشبراوى عن التحديد القرآنى لدور الماء فى عالم الأحياء

قال تعالى: ﴿ أَوَلَمْ يَرَ ٱلَّذِينَ كَفَرُوٓاْ أَنَّ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَٰهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾ (الأنبياء: ٣٠).

وقال تعالى: ﴿ وَٱللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَآبَّةٍ مِّن مَّآءٍ ۖ فَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ بَطْنِهِۦ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰٓ أَرْبَعٍ ۚ يَخْلُقُ ٱللَّهُ مَا يَشَآءُ ۚ إِنَّ ٱللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴾ (النور: ٤٥).

وقال تعالى: ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ مِنَ ٱلْمَآءِ بَشَرًا فَجَعَلَهُۥ نَسَبًا وَصِهْرًا ۗ وَكَانَ رَبُّكَ قَدِيرًا ﴾ (الفرقان: ٥٤).

بمراجعة تلك الآيات الكريمات السابقة، نستطيع أن نرى أن الله ـ عز وجل ـ عنى بحقيقة معينة وكررها فى مواقع قرآنية متعددة، وتلك الحقيقة هى عن أهمية الماء فى الخلق، ونص ـ سبحانه وتعالى ـ فى القرآن الكريم على أن الماء هو أهم مكونات الخلق، ولا يخفى حاليًّا على المهتمين بالعلوم الأهمية الفائقة التى اكتشفها العلم الحديث لدور الماء فى الخلق والحياة، بحيث صار البحث عن أدلة على وجود الماء فى الكواكب والأجرام السماوية الأخرى قرينة هامّة جدًّا لإمكانية تواجد الحياة.

أودُّ أولاً أن أوضّح الدور الذى يلعبه الماء فى كل الخلايا الحية بتحديد علمى.. أى لماذا نشرب نحن، وتشرب كل الكائنات الأخرى الماء؟ ولماذا لو امتنع هذا الماء عن الكائنات الحية تموت جميعها؟

وقد يرد متسرّع أننا نشرب لنرتوى، ونقول: إن الارتواء هو فعلاً لتخفيف الألم الناتج عن نقص الماء والمسمى العطش، وقد يردّ البعض بعمق أكثر: إننا نشرب لنحافظ على أحجام وكميات السوائل فى أجسامنا والتى إن اختلّت لفسدت الحياة ومات الكائن، ونرد ـ أيضًا ـ بأن الاحتفاظ بكميات الماءونسبتها ثابتة.. فلماذا إِذَن كان لتلك النسبة والكمية أهمية للكائن الحي؟ وهنا نضيف ـ وبدون الدخول فى التفاصيل المعقدة جدًّا والمتخصصة لعلم الكيمياء الحيوية ـ أن هذا السائل الذى يكون من ٧٠ـ٩٠٪ من أوزان معظم أنماط الحياة، ليس سائلاً خاملاً الغرض منه هو ملء الفراغ وحسب، بل هو سائل شديد التفاعلية، له خواص كيماوية تختلف عن كل السوائل الأخرى، ولجزئيات الماء نفسها أو مركباتها المتأينة (الكهربية) مثل الهيدرونيوم أو الهيدروكسيدوالتى تنتج عن التفاعل السريع جدًّا والدائم التبدل والعامل فى الاتجاهين كالتالى:

(يحتوى اللتر الواحد من الماء الصافى عند درجة حرارة ٢٥مئوية على عشرة ملايين جزيء من الهيدرونيوم ومثلها من الهيدروكسيد)، نعود فنقول: إن للماء ولمركباته الكهربية وجزيئاته التى ذكرناها أهمية ضخمة فى كل التفاعلات الحيوية

التى تحدث داخل الخلية، وتلك الخواص هى التى تحدد كل الخواص البيولوجية للمواد العضوية الكيماوية الأخرى مثل البروتينات والأحماض النووية وأغشية الخلايا والريبوسومات Ribosomes وغيرها من التراكيب.. وعلى ذلك فتغير نسب الماء قد يدمر كل التفاعلات الكيماوية، وبالتالى الوظائف الحيوية للخلية.والآن أرجو أن نحتفظ بتلك النقطة فى الذاكرة، وهى أن الماء مركب هام جدًّا لكل وظائف الخلايا الحية، وأن ما سبق أن أوردته ينطبق بالكامل على كل الخلايا الحيوانية والغالبية الساحقة من الخلايا النباتية.

ويتميز الحيوان عن النبات بخاصية الحركة والتنقل)، ووصولاً إلى تلك النقطة نجد هناك عدة إشكالات علمية تستحق المناقشة منها:

١ ـ ظهر هناك استثناء فى عالم النبات، لا يحتاج لاستعمال الماء فى عملياته الحيوية هو (بكتيريا الكبريت القرمزية) Bacteria Purple Sulphur، وهذا النوع من البكتيريا (بكتيريا خلايا نباتية بدائية)اكتشف قرب الحمم البركانية على البَرّ وفى أعماق المحيط، وهو لا يستعمل الماء مثل كل الكائنات الأخرى نباتية أو حيوانية لإنتاج مواده العضوية التى يتغذى عليها، بل إنه يستعمل (كبريتيد الهيدروجين) مع ثانى أكسيد الكربون ولا يدخل الماء فى التفاعل الكيماوى مطلقًا.. والسؤال هو: هل يتعارض ذلك مع قوله تعالى: }وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَيٍ{ (الأنبياء: ٣٠)؟.

٢ ـ قلنا: إن الحياة ـ وبالذات الحيوانية والبشرية ـ تعتمد على عاملين ـ حسب النظرية العلمية لنشوء الحياة ـ التى يرتعد منها الكثيرون بلا داعٍ (رغم وجود شواهد علمية قوية عليها إلا فى موضوع النشوء التلقائى للحياة والطفرة وخلق الأنسان)، هذان العاملان هما: الماء والأوكسجين.. وببساطة تقول تلك النظرية:

أ ـ إن كل أنماط الحياة بدءًا بالنباتية ثم تلتها الحيوانية نشأت من الماء وفى الماء أولاً ثم خرجت لاحقًا للبابسة.

ب ـ إن جو الأرض أولاً لم يكن به أوكسجين على الإطلاق، ونشأ هذا الأوكسجين وتراكم تدريجيًّا فى الغلاف الجوى للأرض بعد نشوء الحياة نتيجة

لعملية (التمثيل الضوئي) للنباتات البدائية الموجودة فى مياه المحيطات التى كانت تغمر الأرض حينذاك، أى أن غاز الأوكسجين الهام جدًّا فى (كل شيء حي) هو نتائج لعمليات بيولوجية تمت فى الماء وبواسطة الكائنات المائية البدائية. (وجود الأوكسجين أو قريبه الكيماوى الأوزون فى أى منطقة كونية يثبت فورًا وقطعيًّا ـ حسب النظريات العلمية ـ وجودالحياة، أما وجود الماء فهو قرينة على إمكانية نشوء حياة وليست دليلاً قاطعًا على وجودها بالفعل).

وحتى الكائنات التى لا تعتمد على الماء للحصول على ذرات الهيدروجين اللازمة لإنتاج الكربوهيدرات التى تتغذى عليها مثل (بكتيريا الكبريت القرمزية) والقليل من الكائنات الشبيهة بها، نرى أن تلك البكتيريا لا تعتمد على الماء للحصول على ذرات الهيدروجين اللازمة لإنتاج الكربوهيدرات التى تتغذى عليها ـ مثلما يحدث فى كل الأحياء الأخرى ـ بل هى تعتمد على مركب آخر هو كبريتيد الهيدروجين ونلاحظ أن هذا هو النمط الحى الوحيد الذى تم اكتشافه ولا يعتمد على الماء، وجد ان للماء دور هام جدا فى حياه هذه الكائنات وذلك للاسباب التالية:-

أنهم اكتشفوا أنه فى تلك البكتيريا يحدث التالي:

أ ـ معادلة التمثيل الضوئى فى هذه البكتيريا وهنا نرى على الرغم من أن الماء لا يدخل فى التفاعل، إلا أنه ينتج عنه، كمنتج أساسى لا غنى عنه لإتمام العملية الحيوية، وهكذا فالماء لا يزال له علاقة شديدة بخاصية الحياة لدى تلك البكتيريا الحية، ورغم أنها لا تستهلكه، إلا أنها لو توقفت عن إنتاجه لفسدت العملية كلها وانتهت حياة هذا المخلوق.

ب ـ الكثير جدًّا من تلك البكتيريا والأنماط المشابهة لها، وجدت واكتشفت فى أعماق المحيط بجوار فوهات البراكين الموجودة فيها، وتلك البكتيريا الموجودة فى الأعماق لا تعتمد على الضوء لإنتاج الغذاء واستمرار الحياة، حيث إن تلك البكتيريا تقوم بالتمثيل الكيمائى Chemo ` synthesis بدلاً من التمثيل الضوئى

Photo synthesis (لعدم وجود الضوء فى الأعماق)، وتعتمد على شيء واحد هام لاستمرار تلك لتفاعلات الجوهرية لحياتها والتى لا يدخل فيها الماء أحيانًا، وهذا الشيء الواحد هو الماء أيضًا وللغرابة، وتفسير ذلك هو أن البحوث العلمية اكتشفت أن مياه المحيط تندفع فى الشقوق الموجودة فى الصخور البركانية بين صفائح القشرة الأرضية (التاكتونية) الحارة جدًّا، والتى تخالف درجات حرارة الماء فى تلك الأعماق بالمحيط والتى تقترب من درجة التجمّد على بعد ٢.٥كم تحت السطح، وعلى هذا فالماء المتواجد هناك حارٌّ جدًّا، والأهم من ذلك أن هذا الماء الساخن يتفاعل كيماويًّا مع الصخور الموجودة تحت القشرة الأرضية فى تلك الظروف من الضغط والحرارة المرتفعة جدًّا (٣٠٠ درجة للحرارة و٢٨٠ كيلوجرام على كل سنتيمتر مربع للضغط)، وهنا تحدث تفاعلات كيماوية أهمها هو اختزال مادة الكبريتات (السلفات) Sulfates الموجودة فى ماء البحر إلى كبريتيد الهيدروجين (الذى تعتمد عليه تلك البكتيريا كبديل للماء) وباستعمال الطاقة المستخلصة من الماء الحار بدلاً من الطاقة الضوئية، وهنا تقوم تلك البكتيريا بأكسدة الكبريتيدات لتأخذ طاقة تمكنها من مقام الغذاء.. إذَن فتلك الأنماط البكتيرية التى لا تستعمل الماء لا تزال تعيش فى الماء وعلى أعماق كبيرة منه.

يلعب الماء الدور الأساس والرئيس لاستمرار حياتها ـ رغم أنه لا يدخل فى التفاعلات ـ وذلك عن طريق التجهيز الحرارى والكيميائى اللازم للمواد المتفاعلة.

الماء منتج جانبى رئيس لتلك العمليات الحيوية ـ كما أسلفنا.

علـى ذلك فالدقة اللفظية القرآنية فى قوله تعالى: ﴿ **وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ** ﴾ ذات أهمية قصوى لفهم المعنى، حيث إن القرآن لا ولن يتصادم مطلقًا مع أية حقيقة علمية نراها أو نحسبها أو نكتشفها.. وسبحان الله العظيم.