

الباب الاول

طبيعة وصفات الماء

- ١-١ . تكوين الماء
- ٢-١ . طبيعة و صفات الماء
- ٣-١ . حالات الماء في الطبيعة
- ٤-١ . طاقة الماء الداخلية
- ٥-١ . الماء السائل الفيزيائي الفريد
- ١-٥-١ . صفات الماء الطبيعية (الفيزيكية)
 - ١-٥-١-١ . درجتا التجمد والغليان
 - ١-٥-١-٢ . لزوجة الماء وجرثامه
 - ١-٥-١-٣ . الخاصية الشعرية والتوتر السطحي
 - ١-٥-١-٤ . قطبيته التي 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
- ٦-١ . الماء السائل الكيميائي العجيب
 - ١-٦-١ . صفات الماء الكيميائية
 - ١-٦-١-١ . الماء مذيب قوى للمواد
 - ١-٦-١-٢ . التأين وحامضية وقلوية الماء
- ٧-١ . الماء السائل البيولوجي
- ١-٧-١ . اهمية الماء للخلق والحياة (الالهية الحيوية والبيولوجية للماء)

obeikandi.com

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.

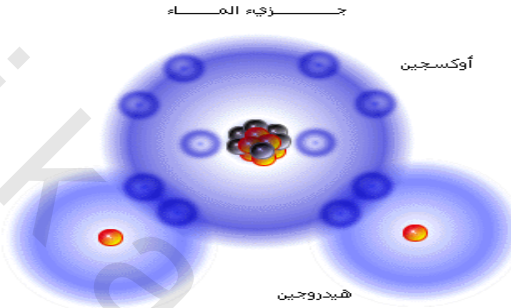
والهيدروجين من اخف عناصر الكون، واكثرها وجودا به حيث تصل نسبته الى اكثر من ٩٠ ٪، والهيدروجين عنصر قابل للاشتعال. والرقم الذرى للهيدروجين هو ١، والوزن الذرى له ١.٠٠٨. كما يوجد الهيدروجين بنسبة ضئيلة فى الفراغ الفسيح بين المجرات والنجوم.

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 الكائنات 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 يطفىء 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 في صورته النقية سائل عديم اللون والرائحة يستوى في ذلك الماء العذب والماء المالح، إلا أن طعم الماء يختلف في الماء العذب عنه في الماء المالح. فبينما يكون الماء العذب عديم الطعم فإن الماء المالح يكتسب طعماً مالحاً، نتيجة ذوبان العديد من الأملاح به.

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



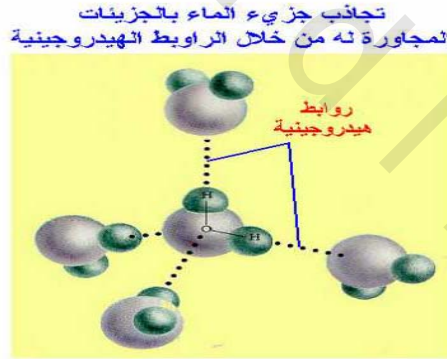
شكل رقم ١-١

١- ٢. طبيعة وصفات الماء

الماء النقى سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له، يستوى في ذلك الماء المالح والماء العذب. إلا أن الماء العذب عديم الطعم، بينما الماء المالح له طعم مالح؛ نتيجة ذوبان أملاح به. و الماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه في البحار والمحيطات و المياه النقية تغلى عند درجة ١٠٠ مئوية في 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 وقتاً حتى تسوى فوق جبل، ولو أذيت مادة في الماء، فإن درجة التجمد تنخفض. ولهذا يرش الملح أثناء فصل الشتاء فوق الشوارع لمنع تكون الجليد. وللماء خاصية مميزة لبعض انواعه وهى خاصية العسر، وعسر الماء الطبيعى Hardness of natural water سببه أملاح الكالسيوم والمغنسيوم. ولو كان العسر

للمياه سببه بيكربونات و كربونات الكالسيوم والمغنيسوم فيعتبر عسرا مؤقتا temporary hardness ويمكن ازالته بالغليان.

أما عسر المياه الدائم فيمكن ازالته بطرق كيمياوية. والماء كأى سائل يأخذ شكل الإناء الذى يوضع فيه. ويمكن تحويله إلى الحالة الغازية عندما يتبخر بتأثير الحرارة، كما يمكن 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. وكل جزيء ماء يتجاذب بالجزيئات المجاورة له، من خلال تجاذب كهربي بشكل يشبه قطبي المغناطيس. فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة، وطرفا ذرتي الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة. ونتيجة لهذا الاختلاف في الشحنات الكهربائية، تتجاذب كل ذرة هيدروجين في جزيء الماء، مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور، بنوع من التجاذب الكهربى، يطلق عليه "الروابط الهيدروجينية" (Hydrogen Bonds) كما يوضح الشكل التالى شكل ١-٢



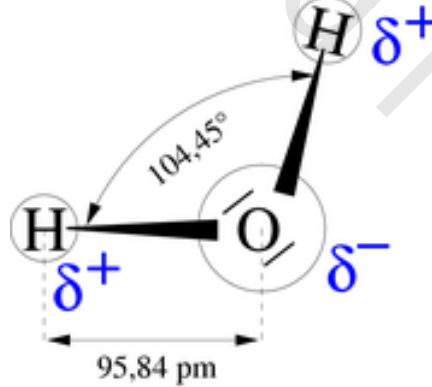
شكل ١- ٢ الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء

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 النقي ليس حامضيا ولا قلويا بل متعادل الرقم الهيدروجيني $V = 7$ ويذيب معظم المواد ولا سيما في التربة أو في النبات أو في أجسامنا.

وعندما تنخفض درجة حرارة الماء إلى درجة الصفر المئوي، تفقد جزيئات الماء طاقتها، وتقل حركتها، ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية، بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء كما في حالة الجليد. حقيقة المواد تنكمش بالبرودة، والماء حينما يبرد، ينكمش أيضا حتى يصل إلى ٤ درجات مئوية، ثم يبدأ بعدها في التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة. فالماء عندما يتجمد يتمدد في 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، الذي تحته، إلى درجة حرارة منخفضة. فتنجمد كل طبقات الماء، في مياه المناطق القطبية، أو المتجمدة 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، وتغزل 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 الكهربائية، فذرتا الهيدروجين تلتقيان مع ذرة الاكسجين في نقطتين بزاوية قدرها 104.45° درجة في شكل هندسى عجيب (شكل رقم ١-٣)، بما ينتج عنه توزيع للشحنات الكهربائية بشكل يشبه قطبي المغناطيس.



شكل رقم ١- ٣ ترابط الاكسجين والهيدروجين في جزيء الماء

١- ٣. حالات الماء في الطبيعة

يوجد الماء في الطبيعة في 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 المئوي.

الحالة السائلة: يكون فيها الماء سائلاً شفافاً، وهي الحالة الأكثر شيوعاً للماء. ويوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين الصفر المئوي، ودرجة الغليان، وهي ١٠٠ درجة مئوية في الظروف المثالية عند ضغط ١ جوى.

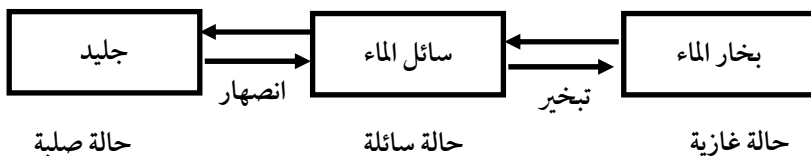
الحالة الغازية: يكون فيها الماء في شكل بخار، ويكون الماء بالحالة الغازية بدرجات حرارة مختلفة تبعاً للضغط الجوى.

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



شكل رقم ١-٤ 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 هي 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 كهربائي كمذيب لجميع الجزيئات الأخرى في الخلية، كما يدخل في عدّة تفاعلات كيميائية تجرى في محيط الخلايا، وتتكسر الجزيئات العضوية بالإضافة الإنزيمية للماء التي تعرفُ بالتحليل المائي، وهناك تفاعلات كيميائية بإزالة الماء من الجزيئات العضوية؛ لتكوين مركب عضوي أكبر، تسمى تفاعلات تكثيف إزالة الماء Dehydration Condensation Reactions،

ومثال على ذلك تكوين روابط ببتيدية بين الأحماض الأمينية في تصنيع البروتينات.

وما زال الماء محل جدل الباحثين؛ لأنه يختلف عن كل السوائل الأخرى في الوجود، ويمتاز بخصائص لا تتوفر لسائل غيره قط، فهو يتفاعل في نفس الوقت كحامض وكقاعدة، وبذلك يُمكن أن يتفاعل مع نفسه في ظروف خاصة، وهو مادة ضعيفة التركيب، هشة البنيان، قابلة للتغيير تحت أقل المؤثرات، فهو يتأثر بالصوت، والمغناطيسية، والحرارة، والبرودة، والضوء، والطاقة الحيوية، وخضع لتجارب كثيرة تبين منها أنه يحتفظ بالمعلومات المرسلة من قبل الأجسام البيولوجية، ويتكوّن جزيء الماء على شكل يشبه المغناطيس الذي له قطبٌ سالبٌ وآخر موجب، يدور حول نفسه بسرعة كبيرة، وحول الجزيئات الأخرى على مسافة ثابتة، ممّا يجعل للماء في هذه الحالة نوعاً من التماسك.

والماء لديه القدرة على التغيير والتبدّل والتكيف الذاتي عند أى تأثير يجرى عليه في محيطه، وتبلغ أعلى قدرة له على ذلك بين درجتى ٣٥ و ٤٠ درجة مئوية، وهى

درجة حرارة الجسم عند الكائنات الحيّة النشيطة منها الإنسان.

وتعمل ذبذبات الصوت أثناء القراءة أو الترتيل على الماء على تغير مواصفاته وإعادة تنظيم جزيئاته فيوضع سلس يجعل له قوة انسياب خاصة للمرور في سيتوبلازم الخلايا الحيّة، ممّا يرفع منطقتها ويصلح سلوكها، وتتفكك جزيئات الماء المتناسكة تحت تأثير ذبذبات الصوت والطاقة الحيويّة التي يعالج بها، وفي هذه الحالة تنساب بحريّة أكبر إلى سيتوبلازم الخلايا حاملة معها الطاقة التي تحفز الخليّة على العمل والنشاط بشكل أفضل.

وقام العلماء بدراسة خواص الماء في مختلف الظروف، فوجدوا أنه يكتسب صفات جديدة مختلفة بمجرد وضع الفم على كوب من الماء والقراءة عليه، أو وضع الإصبع فيه، فيحمل ما يُسمّى "بالدّهْن الأنساني" وهو مادة تحمل صفات صاحبها الحيويّة، والأمثلة على ذلك كثير، ولعلّ أبلغ دليل على أن الماء يحتفظ بالطاقة الحيويّة مهما كان مقدارها هو: ماء زمزم الواقع في أحضان بيت الله الحرام بمكة المكرّمة.

روى أحمد وابن ماجه، عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ قَالَ: سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ ﷺ يَقُولُ: "مَاءٌ زَمْزَمٌ لِمَا شَرِبَ لَهُ" (مسند الإمام أحمد، حديث رقم ١٤٣٢٠).

فهو الماء الوحيد في الأرض الذي يحمل طاقة لا حدود لها، ويرجع السبب إلى ذلك أن الملاك جبريل هو أوّل من حفر بئر زمزم بضربة من جناحه منذ ٣٨٠٠ سنة، فاحتفظ الماء المتدفق بذبذبات طاقته العالية ونورانيّة تركيبه، ثمّ توالى على هذا المكان صفوة الأنبياء ابتداءً من إبراهيم عليه السلام، حتى محمّد، ثمّ صفوة البشر المختارين لحج بيت الله، ثمّ إنّ مكة المكرّمة البلد الحرام هي: مهبط الملائكة، أى أنها بوابة أهل السّماء إلى الأرض، ويصبّ في ذلك المكان كل ساعة أرتالٌ غفيرة من الملائكة لا يعلم عددها إلا الله، فالبرّ يعيش حالة من النورانيّة والطاقة المتجدّدة الدائمة، التي تجعل ماء زمزم خصوصيّة لا تتوفر لغيره على وجه الكرة الأرضيّة.

١- ٥. الماء السائل الفيزيائي الفريد^(١)

يمتاز الماء بكثير من الخواص الطبيعية الفيزيائية الفريدة والتي 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 مناسباً للحياه ومتوافقاً مع الخصائص الطبيعية والفيزيائية للكائنات الحية والعناصر والمواد غير الحية.

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

١-٥-١-١. أولاً درجتا التجمد والغليان.

١-٥-١-٢. ثانياً لزوجة الماء وجريانه.

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

١-٥-١-٤. رابعاً قطبيته التي جعلته يعمل كمغناطيس.

١-٥-١-٥. خامساً أشد السوائل تماسكاً وتلاصقاً.

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

١-٥-١-٧. سابعاً كثافة الماء العجيبة.

١-٥-١-١. أولاً درجتا التجمد والغليان

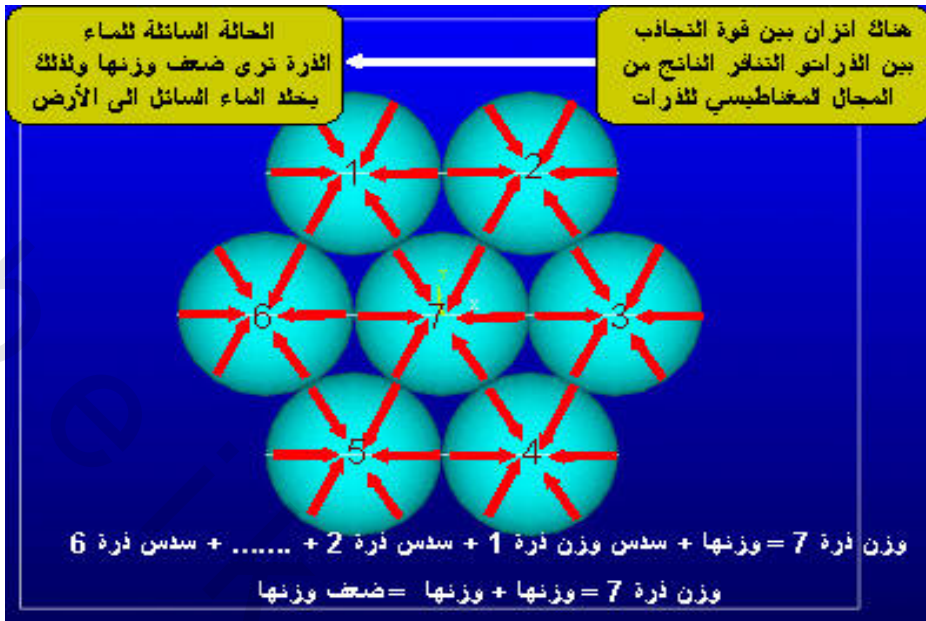
من خصائص الماء الفريدة، وجوده فى حالات المادة الثلاثة، الغازية والسائلة والصلبة وذلك تحت الظروف العادية من الحرارة والضغط الجوى. ومن اللافت للنظر، أنه ليس هناك مادة أخرى على سطح الأرض، يمكن أن توجد فى هذه الأشكال الثلاثة، تحت ظروف درجة الحرارة الموجودة طبيعياً على سطح الأرض. والماء سائل عند درجة الحرارة،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

(١) د. هالة عبد العزيز الجوهري بقسم الفيزياء - جامعة الملك عبد العزيز موسوعة الاعجاز العلمى فى القرآن 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.

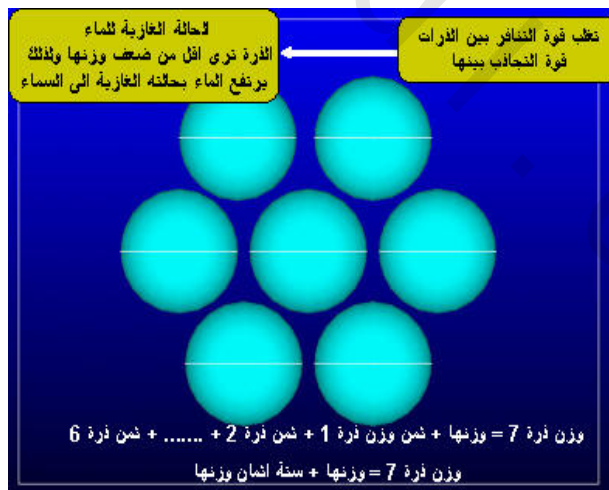
فمثلاً توجد مركبات أخرى مكونة من ذرتى هيدروجين وذرة من عنصر آخر، مثل: السيلينيوم أو الكبريت. وهذه المركبات لا توجد فى حالة سائلة، إلا فى حرارة منخفضة للغاية (-١٠٠ م إلى -٩٠ م). فلو استبدلت ذرة للأكسجين فى جزئى الماء بأى مركب آخر، فلن يكون هناك ماءً سائلاً على وجه الأرض، حيث إن درجة حرارة سطح الأرض أعلى دائماً من) -٩٠ م. (وبالنظر إلى الفرق بين درجتى الحرارة اللازمتين 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.



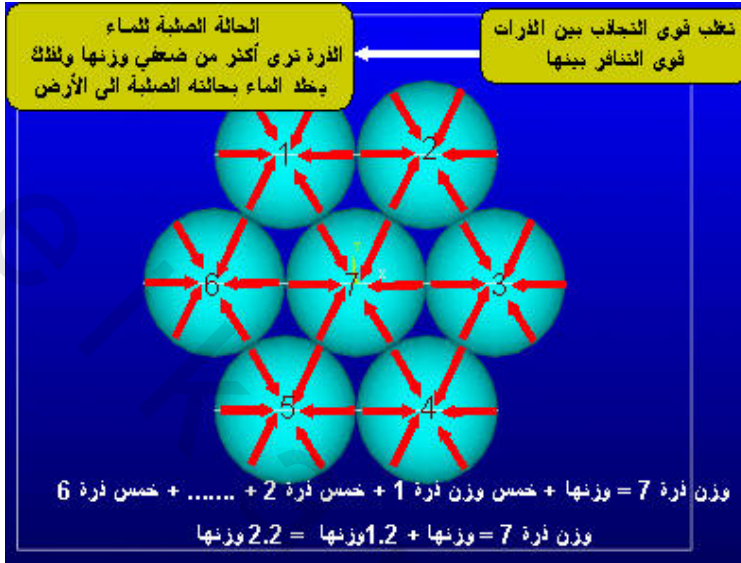
شكل ١- ٦ الحالة السائلة للماء

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



شكل ١- ٧ الحالة الغازية للماء

ويصف شكل ٨-١ وصف الحالة الصلبة للماء والتي يتضح فيها تغلب قوى التجاذب بين الذرات على قوى التنافر من يقارب بين الذرات وتصبح الحالة الصلبة هي السائدة.



شكل ٨-١ الحالة الصلبة للماء

١-٥-٢. ثانيا لزوجة الماء وجريانه

اللزوجة هي "مقاومة السائل للحركة"

إذا فكرنا في السائل الذي يملئ مخنا نجده مادة قوامها مائع تماماً، وفي الحقيقة أن لتلك السوائل درجات عالية من الاختلاف في لزوجتها، فلزوجة القطران والجليسرين وزيت الزيتون وحمض الكبريت هي 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 في الحقيقة إذا استبعدنا قليلاً من المواد مثل الأثير والهيدروجين السائل نجد أن للماء لزوجة هي

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 ديتون) 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 المجبرة للجزيئات الكبيرة المنفردة مثل الميتوكوندريات 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 والأكسجين 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 الأكسجين والطاقة، ويتم ذلك بدخولها وتوزيعها بالضخ عبر أوعية (أنابيب) من نوع ما، كما توجد أوعية أخرى ضرورية لتحمل الفضلات بعيداً، وتلك الأوعية بنوعها الأوردة والشرايين، ويشكلان النظام الدورى الدموى

فى العضوية الحسية؁ والقلب هو المضخة التى تحفظ حركة هذا النظام بينما يحمل المادة عبر هذه الأقية سائل يدعى الدم ومعظمه ماء؁ الذى يشكل ٩٥٪ من بلازما الدم - 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 فبالأكيد 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 ضرورة حياة كل خلية وفى كل أنحاء الجسم؁ فإذا كان بُعد الخلية عن الأنبوب الشعرى أكثر من خمسين ميكرونأ (الميلتر هو ألف ميكرون) عندئذ لا يمكنها أن تستفيد من الخدمات الشعرية؁ وبالتالي فالخلايا التى بعدها عن الشعريات الدموية أكثر من خمسين ميكرونأ سوف تجف حتى الموت؁ ويجب أن نتذكر أن الميكرون هو جزء واحد من ألف جزء من الميلتر الواحد.

ولهذا السبب خلق جسم الإنسان 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 (٩٥٠ كيلومتراً).

وفى بعض الثدييات ربما بلغ عدد تلك الشعيرات حوالى (٣٠٠٠) فى كل سانتيمتر مربع من نسيجها العضلى؁ وإذا جمعت عشرة آلاف من أدق الشعيرات فى جسم الإنسان معاً كان الناتج هو حزمة سمكها مثل سمك قلم الرصاص؁ وأقطار تلك الشعيرات يتراوح بين ٥.٣ ميكرون؁ أى من ثلاثة إلى خمسة أجزاء من ألف من

الميلتر الواحد.

وإذا كان الدم سيخترق الممرات الضيقة دونها إعاقة أو إبطاء فبال تأكيد سوف تسيح أو تنغمر، ولكن يعود الفضل في عدم حدوث ذلك إلى لزوجة الماء، وطبقاً لكتاب (دينتون) إذا كانت لزوجة الماء أكثر بقليل مما هي 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 هي عليه، فإن ضخ الدم عبر النظام الشعيرى سيتطلب ضغطاً كبيراً وبالتالي فإن أى نوع من هذا النظام الدورى سوف لن يعمل.. لكن لو صارت لزوجة الماء أكبر بقليل وازداد قطر أصغر الأنابيب الشعرية العاملة من (٣) ميكرون إلى (١٠) ميكرون عندئذ ستحتل الشعيرات نظرياً كل النسيج العضلى ليقدم الأوكسجين والغلو كوز، وطبعاً سيكون من الواضح أن أشكال الحياة فى هذه الحالة غير ممكنة أو سوف تعاني صعوبات جمة فى أداء عملها.

ولهذا يجب أن تكون لزوجة الماء قريبة جداً لما هي 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 يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا^ط وَجَعَلْنَا مِنْ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ (الانبياء: ٣٠)

١-٥-٣. ثالثاً 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) في كوب ماء. فلأنها مسامية سوف تتبلل من أسفل لأعلى. وهذه الخاصية الشعرية نجدها في جذور النباتات حيث يمتص الماء من التربة مذابا فيه المواد المغذية، ليتقل بفعلها من أسفل لأعلى ضد الجاذبية ويظل يروّثف حتى تغلب الجاذبية عليه وتوقف صعوده. ولنتصور هذا لو وضعنا أنبوبة شعرية زجاجية في كوب ماء سنجد أن مستوى الماء بها أعلى من مستوى الماء في الكوب. والشد السطحي للماء خاصية ثانية تمكن بعض الحشرات المائية بالسير أو الإنزلاق فوق سطحه والماء له خاصية شد سطحي أعلى من السوائل العادية ولا يفوقه سوى الزئبق في هذه الخاصية. لهذا تكون قطرات الماء متماسكة. وهذا الشد يفيد في الخاصية الشعرية في النباتات لتغذيتها.

اهمية الخاصية الشعرية للنبات

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

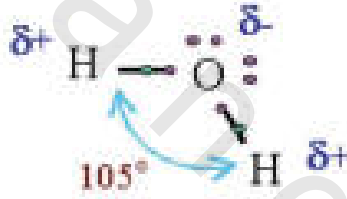
وبعد الاستفادة بالقدر اللازم من الماء، يطلق النبات الزائد عن حاجته إلى الجو بالبخار بعدد من العمليات الحيوية التي أهمها التبخّر. وبالمثل فإن كلا من الإنسان والحيوان يأخذ القدر اللازم له من الماء عن طريق الطعام والشراب، ويترد الزائد عن حاجته بواسطة عدد من العمليات الحيوية التي أهمها التنفس، العرق، الدموع، الإخراج، وغيرها.

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

الماء عنصر قطبي جزئياً. فجزء الماء يتكون من اتحاد ذرة أكسجين (تحتوى

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

يعود السبب في كثير من خصائص الماء إلى قطبيته. فقدرة الماء الفائقة على الإذابة (التي لا تقدر بثمن للكائنات الحية) تعود إلى هذه القطبية. فيها أصبح الماء من أقوى المذيبات حيث يسهم بفعالية في إتمام عمليات الهضم وتجديد الدم والتخلص من المواد السامة (الفضلات) في 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

لأن وقد رأينا مما يتكون جزيء الماء الواحد لننظر كيف ترتبط هذه الجزيئات معًا لتكون عنصر الماء؟ وفقًا لقانون كولوم (الذي ينص على أن الشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب) تنجذب ذرة الأوكسجين (السالبة) في جزيء نحو ذرتي الهيدروجين (الموجبة) في الجزيء المجاور، وبتكرار 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 في مكان آخر. وهنا يكمن في 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 سطحي بين جميع السوائل. تبدو هذه الظاهرة جلية عندما نملاً كوباً بالماء إلى حافته ولا ينسكب.. وعندما نرى العناكب تسير على سطح المياه الراكدة دون أن تبطل 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 الَّذِي مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّحْجُورًا﴾ الفرقان (٥٣) وفى الآية الكريمة إشارة واضحة إلى شدة تلك القوة الحاجزة والتى تؤكد عظم التوتر السطحي للماء.

ولعل من أهم خصائص الماء الناتجة عن التوتر السطحي 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 واستقراره الحرارى المثالى

لعل خواص الماء الحرارية من أكثر خصائصه شذوذاً وغرابة. يبدو ذلك جلياً 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 جداً رغم كبر وزنها الجزيء، ولو أن الماء يتبع نفس سلوك تلك العناصر لكانت درجة غليانه وفقاً لوزنه الجزيء الصغير عند درجة (-٧٠م) وليس عند (١٠٠م) كما هو معروف (عند الضغط الجوى النظامي). أى لولا هذا الشذوذ لوجد الماء على الأرض وعند درجات الحرارة الاعتيادية في حالة بخار فقط !!

ومن مظاهر استقرار الماء الحرارى أيضا ارتفاع معامل الحرارة النوعية له. مما يعنى أن الماء يحتاج إلى كمية كبيرة جداً 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 في وقت الظهيرة لوجدنا الرمل أشد حرارة من البحر بينما الوضع ينعكس تماما في 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. وبقي أن نذكر أن الحرارة النوعية للماء تساوى (١ كالورى / جم)، بمعنى أنه لرفع حرارة واحد جرام من الماء درجة مئوية واحدة فإننا نحتاج إلى واحد كالورى. وكما أن معامل الحرارة النوعية للماء مرتفع فكذلك معامل الحرارة الكامنة للتبخر وللإنصهار فإنه لتحويل جرام واحد من الماء عند درجة (١٠٠م) إلى بخار عند نفس الدرجة نحتاج إلى (٥٤٠) كالورى !! ولإذابة جرام واحد من الجليد عند درجة (٠م) 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 في راديتير السيارات وفي كثير من المصانع. وبفضل الحرارة العالية اللازمة لتبخر الماء أو لتجمده نتج فصلا الربيع والخريف كمرحلتين انتقاليتين بين الشتاء والصيف.

١-٥-٧. سابعا كثافة الماء العجيبة

تسمى الكتلة الحجمية هي صفة فيزيائية للأجسام تعبر عن علاقة وحدة الحجم لمادة أو جسم ما بوحدة الكتلة خاصته، فكلما ازدادت الكثافة ازدادت الكتلة لوحدة الحجم. والكثافة لجسم تساوي كتلته الكلية مقسومة على حجمه الكلي ورياضيا يعبر عن الكثافة بالعلاقة : كثافة = كتلة \ حجم

إذا أخذنا حجماً معيناً من الماء وقمنا بتبريده فإن حجمه ينكمش وبالتالي كثافته تزداد مثله مثل أى سائل آخر. غير أن المدهش في الماء أن هذه الخاصية تتوقف عندما تصل درجة حرارة الماء إلى (٤م). إذا قمنا بتبريد الماء أكثر فإن حجمه بدلا من أن ينكمش يتمدد وتقل كثافته تبعا لذلك. حتى أنه حين يتجمد - أى تصبح درجة حرارته صفراً مؤويا- فإن كثافته تكون قد انخفضت بمقدار (١٠٪) عنها عند درجة حرارة (٤م)

ولكن اذا انخفضت درجة الحرارة دون ذلك فإن حجم الماء يتمدد وتقل كثافته، وهذا يفسر طفو الجليد على سطح الماء في البحار والمحيطات وهذا 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 - سبحانه - الذي حفظ للكائنات البحرية في المناطق المتجمدة حقها في الحياة.

١- ٦. الماء السائل الكيميائي العجيب

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

١- ٦- ١. صفات الماء الكيميائية

١-٦-١- ١. أولا الماء مذيبي قوى للمواد

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

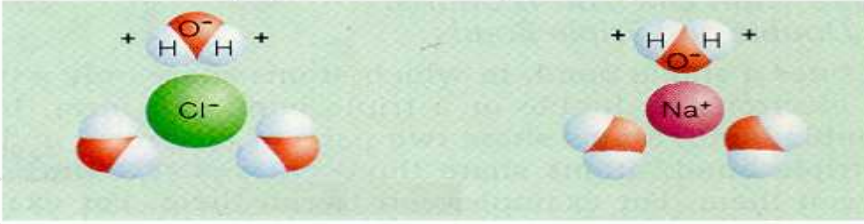
١-٦-١-١. أولاً الماء مذيب قوى للمواد

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 إلكتروستاتيكية بسيطة، ناتجة عن احتوائها على شحنات مختلفة. وهذه الأنواع من الروابط تُعدّ أضعف بكثير من الروابط التساهمية الموجودة داخل جزيئ 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)، وبالتالي 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 رقم ١٠ - ١٠

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

ولصفة الإذابة هذه أهمية خاصة في تغذية الكائنات الحية، وذلك لأن تغذية الكائنات الحية واستفادتها من الغذاء، تعتمد بصورة رئيسية، على إذابة المواد الغذائية في الماء، سواء تم ذلك قبل امتصاص المواد الغذائية، أو بعد امتصاصها وانتقالها في جسم الكائن الحي. وتسبب هذه الخاصية بعض المشكلات في كثير من الأحيان، حيث يصعب الحفاظ على الماء بحالة نقية، لأن نقائه يبدأ في التناقص تدريجياً، بسبب ذوبان الإناء المحتوى عليه، في كثير من الأحيان، ولا يمكن استبعاد مياه الأمطار من هذه الخاصية كذلك. فأثناء هطولها، تذيب كثير من العوالق والشوائب الموجودة في 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 قطبية (جزيئية)

١. أولا إذابة مواد أيونية (أملاح):

عملية يتم بها تفكيك مبنى كبير لمركبات أيونية، عملية الإذابة هذه كما فى كل عملية 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 النهاية 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، الـيونية) 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 قطبية (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. إذا 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 الكهربائي (محلول السكر مثلاً). سبب آخر الذى يؤدي الى إذابة مواد جزيئية هو الأربطة الهيدروجينية، جزيئات الماء مرتبطة مع بعضها بأربطة مع بعضها بأربطة هيدروجينية لذلك الماء يستطيع إذابة مواد جزيئية التي توجد بين جزيئاتها روابط هيدروجينية أيضاً، أمثلة لمواد كهذه: جلوكوز وسكريات أحادية، كتحويلات ذات سلاسل قصيرة مثل CH_3OH ميثانول، $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ إيثانول، $\text{H}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ بروبانول.

١. إذابة من خلال تفاعل كيميائي بين المذيب والمذاب:

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

مذيبات غير مائية:

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

الجزيئات الغير قطبية التي تحيطها لا تستطيع كسر هذه الروابط وانتاج روابط جديدة، لذلك النسيج الأيونى يبقى فى حالته الأصلية.

إذابة سائل فى سائل:

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

لكن عملية الإذابة هي عملية عامة أكثر التي تعرف تصرف سائلين مختلفين، هل كل سائل يحافظ على روابطه ويبقى في وضعه الأصلي قبل الخلط؟

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

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

التلخيص الذي رأينا أنّ المذيبات القطبية وعلى رأسها الماء، تذيب المواد القطبية، صلب وسائل على حد سواء. مواد غير قطبية لا تذوب في مذيبات قطبية، لان الجزيئات لا تستطيع تفكيك الروابط القوية بين جزيئات المذيب والانخراط بداخلها، النتيجة هي أنّ المذيب القطبي بشكل جزيئات قطبية، لكن لا يذيب جزيئات غير قطبية.

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

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

التصنيف بين المذيبات العضوية والغير عضوية مهمة جداً في الكيمياء

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

ذائبية الكحولات في الماء تقل كلما كان عدد ذرات الكربون في الجزيء على. السبب في ذلك أن السلسلة الكربونية لا تستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء لذلك فهي تصعب على جزيئات المذاب من الارتباط بالروابط الهيدروجينية للماء، السلسلة الكربونية تدعى أيضاً ذنب هيدروجيني أى يكره الماء، بالمقابل القسم الذى يستطيع الارتباط بروابط هيدروجينية مع الماء يدعى "الرأس الهيروفيل" أى محب للماء.

القطبية في جزيئات الماء تنبع من حقيقتين أساسيتين:

١. مبنى ذرة الأوكسجين يقرر الزاوية التى تختلف عن 180° بين الذرات الهيدروجين المرتبطة معه لذلك الجزيء 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 في جاذبية قوية بين قطب سالب (على ذرة الأوكسجين) في جزيء الماء وبين القطب الموجب (على ذرة الهيدروجين) في جزيء ماء مجاور له. أى تكون رابط بين ذرات الماء المتجاورة، هذه الروابط تسمى روابط هيدروجينية، الأربطة الهيدروجينية قوية، بالنسبة لروابط بين جزيئية أخرى ولكن ضعيفة بالنسبة للرباط الكوفيلتى أو الأيونى.

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

١-٦-٢. ثانياً التآين وحامضية وقلوية الماء

تعرف عملية التآين بأنها: "عملية تحول جزيئات مركب ما، إلى أيونات". وبالنسبة إلى الماء، فإن معدل تآينه يُعدّ ضعيفاً جداً، إذا ما قورن بمعدلات التآين في المركبات الأخرى. إلا 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، في حين تعنى الزيادة في تركيز أيون الهيدروكسيل، زيادة القلوية. وفي حالة الماء النقي، يكون عدد أيونات الهيدروجين، مساوياً لعدد أيونات الهيدروكسيل، أى أنه متعادل.

وتُقاس الحموضة (تركيز أيونات الهيدروجين) في المواد المختلفة، عن طريق مقياس الأس الهيدروجين (pH Scale) ويراوح مقياس الأس الهيدروجيني بين صفر و١٤. فالمواد المتعادلة الحموضة، مثل الماء النقي، قيمة الأس الهيدروجيني لها $= 7$. أمّا الأحماض، فإن قيمة الأس الهيدروجيني لها تراوح بين صفر و٦.٩. أمّا المواد القاعدية، فإن قيمة الأس الهيدروجيني لها تراوح بين ٧ و١٤.

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

كذلك، قد تكون مياه الأمطار حمضية بعض الشيء (قيمة الرقم الهيدروجيني حوالى ٦)؛ نتيجة ذوبان ثاني أكسيد الكربون في قطرات المطر، إلا أن ذوبان بعض

أكاسيد الغازات الأخرى الملوثة للجو في مياه الأمطار، قد تسبب زيادة الحموضة في مياه الأمطار، كما هو حادث في الأمطار الحمضية. ويجب ملاحظة أن التغير في قيمة الأس الهيدروجيني درجة واحدة، يعنى تغير درجة الحموضة بمقدار ١٠ أضعاف. فالمحلول الذى له قيمة أس هيدروجيني = ٣، هو حمضى ١٠ أضعاف المحلول الذى له قيمة أس هيدروجيني = ٤.

١- ٧. الماء السائل البيولوجى العجيب

أثبت علم الخلية أن الماء هو المكون المهم في تركيب مادة الخلية، وهى وحدة البناء في 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 في 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 بالميكروسكوب في تنوع يشهد بعظمة الخالق سبحانه وتعالى.

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

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

قال تعالى: ﴿أُولَٰئِكَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّا السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا^ط وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿ (الأنبياء: ٣٠).

وقال تعالى: ﴿وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ^ط فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿ (النور: ٤٥).

وقال تعالى: ﴿وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ مِنَ الْمَاءِ بَشَرًا فَجَعَلَهُ نَسَبًا وَصِهْرًا^ط وَكَانَ رَبُّكَ قَدِيرًا ﴿ (الفرقان: ٥٤).

بمراجعة تلك الآيات الكريمة السابقة، نستطيع أن نرى أن الله - عز وجل - عني بحقيقة معينة وكررها في مواقع قرآنية متعددة، وتلك الحقيقة هي عن أهمية الماء في الخلق، ونص - سبحانه وتعالى - في القرآن الكريم على أن الماء هو أهم مكونات الخلق، ولا يخفى حالياً على المهتمين بالعلوم الأهمية الفائقة التي اكتشفها العلم الحديث لدور الماء في الخلق والحياة، بحيث صار البحث عن أدلة على وجود الماء في الكواكب والأجرام السماوية الأخرى قرينة هامة جداً لإمكانية تواجد الحياة.

أودُّ أولاً أن أوضح الدور الذي يلعبه الماء في كل الخلايا الحية بتحديد علمي.. أى لماذا نشرب نحن، ونشرب كل الكائنات الأخرى الماء؟ ولماذا لو امتنع هذا الماء عن الكائنات الحية تموت جميعها؟

وقد يرد متسرع أننا نشرب لنرتوى، ونقول: إن الارتواء هو فعلاً لتخفيف الألم الناتج عن نقص الماء والمسمى العطش، وقد يرد البعض بعمق أكثر: إننا نشرب لنحافظ على أحجام وكميات السوائل في أجسامنا والتي إن اختلت لفست الحياة ومات الكائن، ونرد - أيضاً - بأن الاحتفاظ بكميات الماء ونسبتها ثابتة.. فلماذا إذن كان لتلك النسبة والكمية أهمية للكائن الحي؟ وهنا نضيف - وبدون الدخول في التفاصيل المعقدة جداً والمتخصصة لعلم الكيمياء الحيوية - أن هذا السائل الذي يكون من ٧٠-٩٠٪ من أوزان معظم أنماط الحياة، ليس سائلاً خاملاً الغرض منه هو ملء الفراغ وحسب، بل هو سائل شديد التفاعلية، له خواص كيميائية تختلف عن كل السوائل الأخرى، ولجزيئات الماء نفسها أو مركباتها المتأينة (الكهربية) مثل الهيدرونيوم أو الهيدروكسيد والتي تنتج عن التفاعل السريع جداً والدائم التبدل والعامل في الاتجاهين كالتالى:

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

التي تحدث داخل الخلية، وتلك الخواص هي التي 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، وبالتالي الوظائف الحيوية للخلية. والآن أرجو أن نحتفظ بتلك النقطة في الذاكرة، وهى أن الماء مركب هام جداً 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 - ظهر هناك استثناء في عالم النبات، لا يحتاج لاستعمال الماء في عملياته الحيوية هو (بكتيريا الكبريت القرمزية) Bacteria Purple Sulphur، وهذا النوع من البكتيريا (بكتيريا خلايا نباتية بدائية) اكتشف قرب الحمم البركانية على البرّ وفي أعماق المحيط، وهو لا يستعمل الماء مثل كل الكائنات الأخرى نباتية أو حيوانية لإنتاج مواد العضوية التي يتغذى عليها، بل إنه يستعمل (كبريتيد الهيدروجين) مع ثاني أكسيد الكربون ولا يدخل الماء في التفاعل الكيماوى مطلقاً.. والسؤال هو: هل يتعارض ذلك مع قوله تعالى: {وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ} (الأنبياء: ٣٠)؟.

٢ - قلنا: إن الحياة - وبالذات الحيوانية والبشرية - تعتمد على عاملين - حسب النظرية العلمية لنشوء الحياة - التي يرتعد منها الكثيرون بلا داع (رغم وجود شواهد علمية قوية عليها إلا في موضوع النشوء التلقائي للحياة والطفرة وخلق الإنسان)، هذان العاملان هما: الماء والأكسجين.. وببساطة تقول تلك النظرية:

أ- إن كل أنماط الحياة بدءاً بالنباتية ثم تلتها الحيوانية نشأت من الماء وفي الماء أولاً ثم خرجت لاحقاً لليابسة.

ب - إن جو الأرض أولاً لم يكن به أوكسجين على الإطلاق، ونشأ هذا الأوكسجين وتراكم تدريجياً في الغلاف الجوى للأرض بعد نشوء الحياة نتيجة

لعملية (التمثيل الضوئي) للنباتات البدائية الموجودة في مياه المحيطات التي كانت تغمر الأرض حينذاك، أى أن غاز الأوكسجين الهام جداً في (كل شيء حي) هو نتائج لعمليات بيولوجية تمت في الماء وبواسطة الكائنات المائية البدائية. (وجود الأوكسجين أو قربه الكيماوى الأوزون في أى منطقة كونية يثبت فوراً وقطعياً - حسب النظريات العلمية - وجود الحياة، أما وجود الماء فهو قرينة على إمكانية نشوء حياة وليست دليلاً قاطعاً 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 - مثلما يحدث فى كل الأحياء الأخرى - 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 للأسباب التالية:-

أنهم اكتشفوا أنه فى تلك البكتيريا يحدث التالي:

أ - 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 - الكثير جداً 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 الكيماوى Chemo ` synthesis بدلاً من التمثيل الضوئى

Photo synthesis (لعدم وجود الضوء في الأعماق)، وتعتمد على شيء واحد هام لاستمرار تلك لتفاعلات الجوهريّة لحياتها والتي لا يدخل فيها الماء أحياناً، وهذا الشيء الواحد هو الماء أيضاً وللغرابية، وتفسير ذلك هو أن البحوث العلميّة اكتشفت أن مياه المحيط تندفع في الشقوق الموجودة في الصخور البركانيّة بين صفائح القشرة الأرضيّة (التاكتونية) الحارة جدّاً، والتي تخالف درجات حرارة الماء في تلك الأعماق بالمحيط والتي تقترب من درجة التجمّد على بعد ٢.٥ كم تحت السطح، وعلى هذا فالماء المتواجد هناك حارٌّ جدّاً، والأهم من ذلك أن هذا الماء الساخن يتفاعل كيميائياً مع الصخور الموجودة تحت القشرة الأرضيّة في تلك الظروف من الضغط والحرارة المرتفعة جدّاً (٣٠٠ درجة للحرارة و ٢٨٠ كيلوجرام على كل سنتيمتر مربع للضغط)، وهنا تحدث تفاعلات كيميائيّة أهمّها هو اختزال مادة الكبريتات (السلفات) Sulfates الموجودة في ماء البحر إلى كبريتيد الهيدروجين (الذي تعتمد عليه تلك البكتيريا كبديل للماء) وباستعمال الطاقة المستخلصة من الماء الحار بدلاً من الطاقة الضوئيّة، وهنا تقوم تلك البكتيريا بأكسدة الكبريتيدات لتأخذ طاقة تمكّنها من مقام الغذاء.. إذن فتلك الأنماط البكتيريّة التي لا تستعمل الماء لا تزال تعيش في الماء وعلى أعماق كبيرة منه.

يلعب الماء الدور الأساس والرئيس لاستمرار حياتها - رغم أنه لا يدخل في التفاعلات - وذلك عن طريق التجهيز الحراري والكيميائي اللازم للمواد المتفاعلة.

الماء منتج جانبي رئيس لتلك العمليات الحيويّة - كما أسلفنا.

على ذلك فالدقة اللفظيّة القرآنيّة في قوله تعالى: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾ ذات أهميّة قصوى لفهم المعنى، حيث إن القرآن لا ولن يتصادم مطلقاً مع أية حقيقة علميّة نراها أو نحسبها أو نكتشفها.. وسبحان الله العظيم.