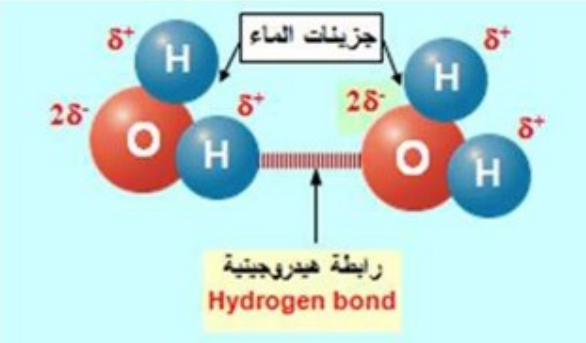
الماء

الماء مركب كيميائي مكون من ذرتي هيدروجين وذرة من الأكسجين. ينتشر على الأرض بأشكاله المختلفة، السائل والصلب والغاز. والشكل السائل يكون شفافا بلا لون، ولا طعم، ولا رائحة. كما أن 74% من سطح الأرض مغطى بالماء، ويعتبر العلماء الماء أساس الحياة على أي كوكب.

خصائص هامة للماء

الماء مذيب عام أي إن كثيراً من المواد تذوب في الماء، وتعد هذه من أهم الخواص التي يتميز بها الماء عن غيره من السوائل، لذلك من الصعوبة **تواجد الماء نقياً في الطبيعة.**

الروابط الهيدروجينية: إن الماء كباقي السوائل يتخذ شكل الإناء الذي يوضع فيه، فتتصل ذرة الهيدروجين الموجبة الشحنة مع ذرة الأكسجين السالبة الشحنة برابطة تساهمية قوية من الصعب تحللها، كما ينجذب كل جزيء ماء مع جزيئات الماء الأخرى برابطة كهربية هيدروجينية قوية تشبه قطبي المغناطيس؛ هذه الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء ينفرد الماء بفعلها بخواص مميزة عن باقي السوائل، لذلك يتميز الماء بشكله الكروي، بسبب انجذاب الماء حول نقطة واحدة.



شكل إ. يوضح الرابطة الهيدروجينية بين ذرة الأكسيجين والهيدروجين في جزيئات الماء.

شذوذ الماء من قدرة الخالق سبحانه وتعالى بأنه ميز الماء عن باقي السوائل بهذه الميزة الا وهي شذوذ الماء؛ فالسوائل بشكل عام عندما تتجمد تقل حجماً وتزداد كثافة، إلا الماء فإنه عندما تنخفض درجة حرارته تحت الصفر المئوي يزداد حجمه ويتمدد وتقل كثافته، فيطفو فوق سطح الماء وتتجمد الطبقة العلوية مسبب ارتفاع التوتر السطحي، وتحافظ على حرارة الماء التي تحتها، وتعزله عن التجمد بالتالي تحمي الكائنات الحية من الموت وتستمر الحياة في المناطق القطبية ولولا هذه الخاصية لتجمدت جميع الطبقات وأصبحت جليداً، وفنيت الكائنات الحية البحرية في البحار والمحيطات القطبية.

الخاصية الشعرية حيث ينتقل الماء من أسفل إلى أعلى، كما يحدث في جذور النباتات، فيمتص الأملاح والمواد المذابة فيه، وينتقل من التربة إلى جذور النباتات بفعل هذه الخاصية، بالإضافة إلى قوة التماسك والتلاصق للماء.

خاصية الشد السطحي هي خاصية تساعد الحشرات على السير فوق سطح الماء، ويتميز الماء بأن له شداً سطحياً أعلى من باقي السوائل.

للماء دور مهم في حياة الإنسان الحيوان والنبات وبدون الماء لا تكون حياة على سطح الكرة الأرضية الماء هو المادة الأكثر وجودًا في جميع الأجسام الحية، حيث يتواجد في الخلية بنسبة 50-60% من وزن الخلية، ويوجد بنسبة 70% من وزن الإنسان والخضراوات ويشكل 90% من وزن الفواكه. تأتي أهمية الماء للإنسان بعد الأكسجين مباشرة، فالإنسان يحتاج إلى بضعة لترات منه كل يوم. وعندما تسأل أنفسنا لماذا الماء ضروري للحيوان والنبات سيكون الجواب حتما لأنه يشكل بيئة حياتية للقيام بتفاعلات بيولوجية داخل الخلايا.

إن كل الكائنات الحية تحتاج إلى الماء للقيام بعمليات الحياة المختلفة، وهذه الكائنات بحاجة إلى مياه عذبة. 97.5 % من المياه الموجودة بالكرة الأرضية هي مياه مالحة وأغلبها موجود في المحيطات

ولذلك لا تستطيع استعمالها. فقط 2.5% من المياه هي كذبة وأغلبها موجود بكتل ثلجية أو بالهواء كبخار ماء أو بالمياه الجوفية العميقة، ولهذا هي غير متوفرة للاستعمال. فقط 0.75% من المياه العذبة ممكن استعمالها.

إن كمية المياه المستغلة غير متساوية في الدول المختلفة، حيث يقرر المناخ في كل دولة كمية المياه التي تتبخر أو التي تهطل على شكل أمطار. لهذا السبب نجد بعض الدول غنية جدا بالمياه ودول أخرى فقيرة بالمياه.

وظيفة الماء في جسم الحيوان متنوعة منها:

1- بناء مركبات الجسم.
2- نقل جهاز الدم والجهاز الليمفاوي.
3- إذابة مركبات داخل الخلايا وفي أجهزة الجسم.
4- تحليل مواد بالجسم. إفراز مواد وفضلات
5- عرق تنظيم درجة حرارة الجسم.

دورة المياه تدخل الإنسان في مراحل مختلفة من الدورة تعتبر المياه موردا متجددا. أغلب المياه المستهلكة من قبل الكائنات الحية والمياه الضرورية لاحتياجات أخرى تعود مجددًا إلى البيئة، أحيانًا مع انخفاض في الجودة لتجديد المياه هنالك عمليتان أساسيتان الأولى هي عملية التبخر من المجمعات المائية المختلفة من التربة ومن النباتات. أما العملية الثانية فهي التنقية الذاتية الطبيعية في البحيرات والأنهار والبحار بواسطة عمل المحللات. هذه المحللات تقوم بتحليل المواد العضوية التي تشكل غذاءها إلى ماء وثاني أكسيد الكربون بشكل خاص، إضافة إلى مواد أخرى. إن كمية المياه ثابتة بالعالم وذلك بسبب دورة المياه بالطبيعة، والتي تتم بواسطة تبخر المياه وتجمع هذا البخار على شكل غيوم، التي تعود مجددا إلى الأرض. يقوم الإنسان بإعاقة هذه الدورة عن طريق زيادة الملوثات المنطلقة إلى المجمعات المائية مما يؤثر على عملية التبخر. يقوم الإنسان بعدة عمليات يعيق بها هذه الدورة مثل:

أ. أن إلقاء مياه المجاري في المجمعات المائية.

ب تلوث الهواء وتكوين المطر الحامضي.

ت .قطع الغابات مما يؤدي إلى انجراف بالتربة وعدم تغلغل المياه إلى المياه الجوفية.

ث. رش الأسمدة الكيماوية والمبيدات التي تنجرف في نهاية الأمر إلى المجمعات المائية.

ج. تغطية مساحة الأرض بالبنايات والشوارع مما يقلل من تغلغل المياه في التربة.

جميع هذه الأعمال تؤدي بالطبع إلى تقليل كمية المياه الصالحة للاستعمال وتؤثر على دورة المياه في الطبيعة.

مقاييس ومعايير الجودة مياه الشرب طرق قياس جودة الماء هنالك عدة استعمالات للماء مثل مياه للشرب للإنسان والحيوان مياه للري للبيوت تنمية للكائنات وأيضا في الصناعة لتبريد المحركات والتوربينات وكمادة متفاعلة في الصناعة.

إن المصطلح جودة المياه يختلف ويتعلق باستعمال الماء المذكور أعلاه. مثلا المياه التي تناسب استعمال معين لا تناسب استعمالا آخر. مثلا: إذا كان تركيز الأملاح في الماء 300 ملغم / لتر، فإنها تصلح للشرب ولكنها لا تصلح لري أشجار الأفوكادو. إذا كانت المياه تحتوي على عدد قليل من البكتيريا فلا تصلح للشرب ولكنها تصلح لاستعمالات في الصناعة. هنالك عدة ملوثات موجودة في المياه الطبيعية، ولا يوجد لدينا مياه نقية تماما، حتى مياه الأمطار تذيب في طريقها الغبار والغازات الموجودة في الجو.

جزء من هذه الملوثات قابل للذوبان في الماء حيث معروف أن الماء مذيب جيد لأغلب المواد. جزء آخر من الملوثات غير قابل للذوبان في الماء، وهذه الملوثات تدعى بالمواد العائمة وتقسم إلى قسمين: الملوثات التي ترسب بالماء وبعد ذلك تبقي الماء شفافا، وقسم آخر تبقى الجزيئات عائمة في الماء لفترة طويلة وتغير من شكل الماء حيث يكون غير شفاف، مثل الطين والعوالق.

هنالك عدة مقاييس لقياس جودة المياه، منها الفيزيائية الكيماوية البيولوجية والإشعاعية.

هنالك عدة مقاييس لقياس جودة المياه، منها الفيزيائية الكيماوية البيولوجية والإشعاعية.

1. مقاييس فيزيائية

أ. **درجة الحرارة**: تؤثر درجة الحرارة بشكل خاص على العمليات البيولوجية التي تحدث بالماء مثل عمليتي التنفس والتمثيل الضوئي. كما هو معروف كلما ارتفعت درجة الحرارة ينخفض تركيز الأكسجين المذاب بالماء، ومن جهة أخرى يرتفع معدل عمليات الأيض للكائنات الحية مما يزيد من كميتها. أحد الأسباب لتغيير درجة الحرارة هو الارتفاع العام في درجة الحرارة الناتج من الاحتباس الحراري، ولكن أيضا نتيجة ما يسمى بالتلوث الحراري. ينتج التلوث الحراري من محطات توليد الطاقة والمصانع حيث يقومون بسحب المياه من المجمعات المائية (البحار، البحيرات والأنهار) لتبريد التوربينات والمحركات وإرجاع هذه المياه بعد ارتفاع درجة حرارتها مرة أخرى إلى المجمعات المائية. هذا يؤدي إلى رفع درجة حرارة الماء في هذه المجمعات. وبما أن بعض الكائنات تتأقلم مع درجة حرارة معينة، فإن ارتفاع درجة حرارة الماء يؤثر سلبيًا على هذه الكائنات مما يقلل من تكاثرها أو يؤدي إلى هجرتها أو إلى موتها وبالتالي يقل عددها في هذه المجمعات.

ب **تعكر**: إن الأجسام الصلبة غير القابلة للذوبان في الماء مثل ذرات الرمل الطحالب البكتيريا وغيرها تؤدي إلى تعكر الماء. هذا التعكر يقلل من دخول أشعة الشمس إلى المجمع المائي وبالتالي تقل عملية التمثيل الضوئي. تقليل عملية التمثيل الضوئي يقلل من تركيز الأكسجين ويزيد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الماء وهذا يؤثر على الكائنات التي تعيش بالماء.

ممكن قياس التعكر بجهاز يقيس أشعة الضوء التي تمر من المياه أو بواسطة استعمال صفيحة سكي. هذه الصفيحة مدهونة بمثلثات سوداء وأخرى بيضاء. يتم إدخال الصفيحة إلى الماء حتى لا نستطيع

رؤية الألوان، ثم نقيس عمق الماء عند اختفاء الألوان. كلما اختفى اللون بعمق أقل معناه أن التعكر مرتفع جدا. يعبر عن التعكر بوحدات NTU-Turbidity.

ج اللون والطعم والرائحة: كما ذكرنا لا لون ولا طعم ولا رائحة للماء، ولذلك وجود أي صفة من هذه الصفات تدل على وجود مواد مختلفة تلوث الماء. مثلا وجود معادن مثل الحديد يغير من لون الماء، ووجود مواد عضوية تتحلل لاهوائيا في الماء تعطي رائحة كريهة.

2 مقاييس كيميائية : يعبر عن هذه المقاييس بتركيز للمواد المختلفة الموجودة في الماء مثل تركيز الأملاح ، تركيز النيترات والفوسفات وتركيز الأكسجين بوحدات ملغم لتر .

ا. الملوحة هنالك أملاح ذائبة بالماء وعند ذوبانها تتأين إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة. إن الملح الأكثر انتشارًا في الماء هو ملح الطعام أو كلوريد الصوديوم (NaCl) ، ولذلك يعبر عادةً عن تركيز الملوحة بتركيز الكلور إن مصدر الأملاح الموجودة في الماء هو إما بشكل طبيعي من إذابة الصخور أو الأملاح الموجودة في التربة، وإما بتدخل الإنسان حيث يزيد هذه الأملاح عن طريق استعمال الأسمدة الكيماوية أو سكب مياه المجاري في المجمعات المائية. هنالك قدرة معينة لتأقلم الكائنات الحية لتركيز معين من الأملاح ولكن زيادة هذا التركيز تؤدي إلى موتها.

ب النيترات والفوسفات كما هو معروف تحتوي النيترات على النيتروجين والفوسفات على فسفور، وتصل هذه المواد إلى المجمع المائي عن طريق جرف المواد العضوية وتحليلها بالماء. كذلك تتواجد الفوسفات بشكل خاص في مياه المجاري البيتية حيث تشكل مركبا من مواد التنظيف في البيت. تحتوي المواد العضوية الزلالية على النيتروجين وتحتوي الحوامض النووية (DNA،RNA) على النيتروجين والفوسفات، لذلك أي زيادة بتركيز هذه المواد يؤدي إلى زيادة تكاثر الكائنات الحية النباتية في الماء خاصة الطحالب وهذا يسمى بازدهار الطحالب. هذه الظاهرة تحجب أشعة الشمس عن الماء، مما يقلل من عملية التمثيل الضوئي للنباتات والطحالب في الماء، يقل تركيز الأكسجين وتموت اغلب الكائنات حيث تحلل تحليلا لاهوائيا وتنتج غازات سامة وروائح كريهة. ضرر آخر للنيطرات في مياه الشرب أنها تتصل مع مادة الهيموغلوبين الموجودة في خلايا الدم الحمراء وتعيق عملية نقل الأكسجين وتؤدي إلى مرض الازرقاق وهذا المرض يصيب بشكل خاص الأطفال.

ج. الأكسجين: إن الكائنات التي تعيش في الماء بحاجة إلى تركيز معين من الأكسجين والتركيز الأدنى لوجود حياة في الماء هو 4 ملغم / لتر، أي بأقل من هذا التركيز أغلب الكائنات لا تستطيع أن تعيش بعض الكائنات بحاجة إلى تركيز أكسجين أعلى من ذلك. يعتبر الأكسجين عاملا محددًا في الماء وهو يقرر نوع وعدد الكائنات التي تستطيع العيش في الماء. يصل الأكسجين إلى الماء بطريقتين أساسيتين بواسطة الانتشار من الهواء، وبواسطة عملية التمثيل الضوئي. يتأثر ذوبان الأكسجين بالماء بعدة عوامل يبينها الجدول التالي:

العوامل التي تؤثر على ذوبان الأكسجين في الماء وطريقة تأثيرها :

العامل	نوع التأثير
مواد عضوية	علاقة عكسية
درجة الحرارة	علاقة عكسية
عمق الماء	علاقة عكسية
كثرة الكائنات	علاقة عكسية
سرعة الجريان	علاقة طردية
الضغط الجوي	علاقة طردية
سطح التلامس	علاقة طردية
كائنات منتجة	علاقة طردية
ساعات اليوم	علاقة طردية

ملاحظة: علاقة عكسية أي كلما زاد العامل قل تركيز الأكسجين وينما علاقة طرديه أي كلما زاد العامل زاد تركيز الأكسجين.

الجدول التالي يبين العلاقة بين الارتفاع في درجة الحرارة وذوبان الأكسجين في الماء.

درجة الحرارة (Co)	ذوبان الأكسجين (ملغم/لتر)
0	14.6
5	12.7
10	11.3
15	10.1
20	9.1
25	8.3
30	7.5

د. **درجة الحموضة** (pH) وهو مقياس لدرجة حامضية أو قاعدية الماء. إن مقياس الـ pH هو من مجال 14-04 حيث = 7 هو متعادل وأقل من 7 حامضي أما أكثر من 7 فهو قاعدي. يتعلق pH الماء بعوامل مختلفة أهمها ثاني أكسيد الكربون CO2. يذوب ثاني أكسيد الكربون بالماء مكونا حامض الكربونيك حسب المعادلة التالية:

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

يتعلق تركيز ثاني أكسيد الكربون بساعات اليوم، فمثلا خلال النهار تحدث عملية التمثيل الضوئي فيُستغل ثاني أكسيد الكربون ويقل تركيزه، مما يؤدي إلى ارتفاع نسبي لقيمة ال pH، أما في الليل حيث لا تتم عملية التمثيل الضوئي فينتج ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التنفس الذي يذوب في الماء مكونا الحامض مما يقلل من قيمة الـ pH نسبيًا.

هـ. عسر الماء يبين عسر الماء مجموع تركيز أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم في الماء. كلما احتوى الماء على تركيز أعلى لهذه الأيونات كلما ارتفع عسر الماء، وهذا يؤدي إلى ترسبات في الأملاح المتكونة خاصة في أنابيب الماء وأوعية مختلفة تستعمل في البيوت وفي الصناعة (مثل الغسالة والمسخن الكهربائي).

و معادن ثقيلة: إن مصدر هذه المعادن ممكن أن يكون طبيعيا عن طريق ذوبان الصخور أو صناعيا بواسطة المجاري الصناعية. هذه المعادن تؤثر على الصحة وعلى البيئة. تتراكم هذه المعادن في الجسم حيث تنتقل بواسطة السلسلة الغذائية وهذا يسمى بالتضخم البيولوجي الأضرار الناتجة من تراكم المعادن الثقيلة تؤثر على أجهزة مختلفة في الجسم أهمها جهاز الأعصاب. مثال على التضخم البيولوجي تركيز معدن معين في الماء هو 0.000003 جزء المليون (ppm)، تركيزه بالعائمات النباتية يصبح 0.04 جزء بالمليون (ppm)، أما بالعائمات الحيوانية يصل إلى 0.2 جزء بالمليون (ppm) وفي الأسماك والعصافير يصل إلى 20 جزء بالمليون (ppm) وهذا التركيز يصبح أعلى في الإنسان .