الجيولوجي هو السبب في انعدام أو ندرة وجود المياه على سطح الكواكب الأخرى، وإن اكتشاف البراكين ووجود الثلج على أقطاب المريخ دليل آخر على صحة هذه النظرية.

الخصائص الكيميائية للموارد المائية:

Chemical Properties of Water Resources

1- التركيب الكيميائي للمياه:

Chemical Composition of Water

تتكون المياه في الأصل من اتحاد ذرتين من الهيدروجين H^+ (*Hydrogen*) مع ذرة واحدة من الاوكسجين O^+ (*Oxygen*) ليتشكل التركيب الكيميائي للماء (H_2O) الذي يمثل أعلى درجات نقاوة المياه (*Highly Pure Water*)، وتمتاز المياه النقية بالشفافية وانتفاء اللون والطعم والرائحة. وفي الواقع لا توجد في الطبيعة مياه تقتصر على هذا المكون الكيميائي، فحتى مياه الأمطار والثلوج تضم بعض الأملاح والمعادن وبنسب متباينة. ومن المفارقة أن تكون تلك الأملاح والمعادن والمواد المذابة في المياه من المكونات الضرورية التي تعتمد أساساً لتحديد جودة المياه بسبب دورها الرئيس في ديمومة الصحة ونشاط الكائنات الحية.

إن التركيب الكيميائي للمياه في الطبيعة يضم العديد من الأيونات والمعادن والمواد العضوية وغير العضوية الطبيعية أو التي أضيفت إليها من خلال الفعاليات البشرية، غير أن جودة المياه ومدى صلاحيتها للاستخدامات والأحياء المائية غالباً ما تعتمد بصورة رئيسة على 8 أيونات وذلك لكونها تمثل نسبة تتباين ما بين 90- 98 % من مجموع المواد المكونة للتركيب الكيميائي للمياه الطبيعية. من هنا تسمى بالعناصر الرئيسة التي تتمثل بالايونات الموجبة (*Cations*) وتشمل الصوديوم (Na^+) والكالسيوم (Ca^+) والمغنيسوم (Mg^+)

والبوتاسيوم (K^+)، كما تتمثل العناصر الرئيسة بالايونات السالبة (*Anions*) وتشتمل الكاربونات (CO_3^-) أو البيكاربونات (HCO_3^-) والكلورايد (Cl^-) والكبريتات (SO_4^-) والنترات (NO_3^-).

إن العناصر الرئيسة المتواجدة في المياه تنشأ من مصادر متعددة (*Multisource*)، فبعضها يأتي من الغلاف الجوي جراء تفاعل قطرات المطر مع بعض الغازات المكونة للهواء كالأوكسجين والنيتروجين وثاني أوكسيد الكاربون، وأخرى تأتي من الغلاف الصخري جراء مقذوفات البراكين من مواد وأبخرة وكذلك بفعل تفاعل المياه الجارية مع بعض المعادن والأملاح المكونة للصخور والترب، وقد تأتي من الغلاف البيولوجي جراء نشاط الأحياء المائية داخل الوسط المائي أو بفعل النشاط البشري (المجاري المنزلية والزراعية والصناعية)، فضلاً على تأثير الغلاف المائي على نوعية المياه من خلال تقدم مياه البحار والمحيطات نحو مصبات الأنهار وخزانات المياه الجوفية.

من الطبيعي أن تشهد معدلات تركيز هذه الأيونات تبايناً مكانياً وزمنياً جراء تباين مكونات تلك المصادر الأربعة وتباين شدة التفاعل (*Interaction Intensity*) بين المياه وتلك المكونات. فقد تشهد المناطق الساحلية تأثيراً بارزاً للبحار على نوعية المياه الجوفية والأنهار في المصبات من خلال زيادة تركيز المواد الذائبة الكلية كما هي حال نهر الميسيسيبي في أمريكا، في حين الأحواض المائية التي تشهد كثافة عالية للتركز المدني والصناعي والزراعي يكون للعامل البشري الدور الأساس في تحديد نوعية المياه حتى في مناطق مصبات الأنهار كما هي حال نهر هانك في الصين إذ يقل تركيز المواد الذائبة الكلية بالابتعاد عن مناطق تركز الأنشطة البشرية ليصل إلى أدنى تركيز في منطقة المصب. وفي أغلب الأحيان يكون للمناخ السيادة على التأثير في نوعية المياه إذ تشهد المناطق الجافة وشبه الجافة ارتفاع تركيز المواد الذائبة الكلية

وتركيز الصوديوم والكلوريد جراء سيطرة التبخر والتبلور (*Crystallization*) وزيادة كمية مياه الري ونشاط عمليات التجوية وتعرية الترب.

2- وحدة قياس الملوحة: *Unites Measurement of Salinity*

الملوحة (*Salinity*) هي مصطلح عام يستخدم لوصف مستويات الأملاح المختلفة جميعها، ويقصد به محتوى الملح الذائب في المياه، كما يمكن أن يشير مصطلح الملوحة إلى محتوى التربة من الأملاح أيضاً . إن درجة ملوحة المياه تقاس في المختبرات من خلال تحليل نماذج مختارة من المياه، وفي الغالب يعبر عن ملوحة المياه بمجموع الأملاح الذائبة في المياه التي تعني المواد الصلبة الذائبة الكلية (*Total Dissolved Solids*) ويرمز لها بالأحرف (*TDS*)، كما يمكن التعبير عن الملوحة بقياس التوصيلية الكهربائية (*Electric Conductivity*) ويرمز لها (*EC*) التي تعني قابلية المياه على إيصال التيار الكهربائي، إذ أن المياه النقية رديئة التوصيل للكهربائية وأن زيادة تركيز الأملاح الذائبة في المياه يعمل على زيادة التوصيل الكهربائي، وعلى الرغم من سرعة قياس التوصيلية الكهربائية للمياه إلا أنها تعبر عن تركيز الأملاح الذائبة في المياه بشكل تقريبي.

يعبر عن مقدار تركيز المواد الصلبة الذائبة في المياه بالعديد من الوحدات القياسية، ومن أبرز الوحدات المعتمدة ما يأتي:

1- تعد وحدة الملي غرام في ألتر (ملغم/لتر) (*mg/l*) التي تعني عدد ملي غرامات الملح الذائب في لتر من المياه. ووحدة الجزء في المليون (*Part Per Million*) (*ppm*) التي تعني عدد أجزاء الملح الموجود في مليون جزء من

المحلول المائي. من أبرز الوحدات المعتمدة في مختبرات تحليل المياه وأكثرها شيوعاً .

2- كما يمكن أن تتمثل مجموع الأملاح الذائبة في المياه بوحدة الملي مكافئ في ألتر (ملي مكافئ/لتر) (*meq/l*) التي تعني عدد مكافئات الملح الموجود في لتر من المياه، وتحسب عدد المكافئات من النسبة بين عدد ملي غرامات الأملاح إلى وزنها المكافئ (*Equivalent weight*) (*Ew*). ويوضح (الجدول 6) الوزن المكافئ لأهم الأملاح الموجودة في المياه. وبناءاً على ذلك يمكن أن تتمثل وحدة الملي مكافئ/لتر في المعادلة الآتية:

$$Meq/l = \frac{mg/l}{Ew}$$

مثال:

يبلغ تركيز ايون البيكاربونات (HCO_3) 58.4 ملغم/لتر. احسب تركيز هذا الايون بوحدة الملي مكافئ/لتر إذا علمت أن وزنه المكافئ يبلغ 61.017 ؟

الحل:

$$Meq/l = \frac{mg/l}{Ew}$$

إذ أن:

Meq/l = ملي مكافئ/لتر.

mg/l = ملغم/لتر.

Ew = الوزن المكافئ.

$$Meq/l = \frac{58.4}{61.017}$$

$HCO_3 = 0.957\ meq/l.$

جدول 6 الوزن المكافئ لأهم الايونات المذابة في المياه.

الايونات الموجبة	الوزن المكافئ	الايونات السالبة	الوزن المكافئ
كالسيوم Ca	20.04	كاربونات CO_3	30.005
صوديوم Na	22.9898	بيكاربونات HCO_3	61.017
مغنيسيوم Mg	12.156	كلوريد Cl	35.453
بوتاسيوم K	39.102	كبريتات SO_4	48.031
		النترات No_3	62.005

المصدر:

Matthess, G. 1982. The Properties of Groundwater, (translated by John Harvey), A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, 406 p.

3- كذلك يمكن التعبير عن مجموع الأملاح الذائبة في المياه بقياس التوصيلية الكهربائية (EC) بوحدة المايكرو موز/سم (*µmohs/cm*) أو الملي موز/سم أو الديسيمنز/متر (*Des/m*)، على وفق المعادلة الآتية [10]:

$$TDS\ (mg/l) = EC\ (\mu mohs/cm) \times (0.55 - 0.7)$$

$$TDS\ (mg/l) = EC\ (Des/m) \times (550 - 700)$$

$$Des/m = \frac{mg/l}{550-700}.$$

وفي الغالب تعتمد القيمة (0.64) أو (640) في المياه ذات الملوحة المنخفضة كما هي حال مياه الأنهار في العراق.

4- فضلاً عن ذلك يمكن التعبير عن مجموع الأملاح الذائبة في المياه وزنياً باستخدام وحدة الملي غرام في الكيلو غرام (ملغم/كغم) (*mg/kg*)، من خلال تحويل الحجم إلى وزن وذلك بالاعتماد على مقدار الكثافة (*Density*) (ρ). إن كثافة المياه تتباين بين 0.995- 0.999 غم/سم^3 في المياه العذبة في حين تتباين كثافة المياه البحرية بين 1.021- 1.028 غم/سم^3 (جدول 7)، وبما أن كثافة المياه تقترب كثيراً من العدد واحد وعليه فإن قيمة الأملاح بوحدة الملغم/كغم تتماثل تقريباً مع قيمة الأملاح بوحدة الملغم/لتر. إن وحدة الملغم/كغم يمكن أن تتمثل في المعادلة الآتية:

$$mg/kg = \frac{mg/l}{\rho}$$

مثال:

أظهرت نتائج التحليلات المختبرية لنموذج من المياه أن مجموع الأملاح الذائبة (TDS) بلغت 200 ملغم/لتر. جد وزن الأملاح الذائبة في كغم من الماء إذا علمت أن مقدار كثافة الماء تبلغ 0.995 ؟

الحل:

$$mg/kg = \frac{mg/l}{\rho}$$

$$mg/kg = \frac{200}{0.995}$$

$$TDS = 201\ mg/kg$$

جدول 7 تباين كثافة المياه مع تركيز الأملاح ودرجات الحرارة.

الملوحة / الحرارة	مياه نقية	20 غم/لتر	25 غم/لتر	30 غم/لتر	35 غم/لتر
1-	0.917	1.01606	1.02010	1.02413	1.02817
0	0.99984	1.01607	1.02008	1.02410	1.02813
3.98	0.99997	1.01593	1.01988	1.02384	1.02781
10	0.99970	1.01532	1.01920	1.02308	1.02697
15	0.99910	1.01450	1.01832	1.02215	1.02599
20	0.99820	1.01342	1.01720	1.02098	1.02478
25	0.99704	1.01210	1.01585	1.01960	1.02336
30	0.99565	1.01057	1.01428	1.01801	1.02175

المصدر:

Duxbury, A.C. and Duxbury, A. B. 1997. An introduction to the world's ocean, 5th edition, Mc Graw Hill Higher Education, New York. 504 P.