الصفات الفيزياوية والكيمياوية للماء :

قبل تناول دراسة العوامل البيئية المائية لابد من التطرق إلى صفات الماء الفيزياوية والكيمياوية والتي تلعب دورا مهما وأساسيا في تفهم تأثير العوامل البيئية في توزيع الأحياء المائية وسلوكها ونموها .

أولاً: الصفات والخواص الفيزياوية

1. خواص الماء الحرارية Water thermal properties

يمتاز الماء بدرجات انصهار وغليان وحرارة نوعية وحرارة تبخر اعلى من السوائل الاخرى مما يدل على ان القوى التي تربط جزيئاته تسبب تماسكا نسبيا عاليا في داخله .مثلا نجد ان الماءذو حرارة تبخر 540 سعرة / غرام اعلى بكثير من الميثانول 263 سعرة / غرام والايثانول 204 سعرة/غرام ةالاسيتون 125 سعرة / غرام والبنزين 94 سعرة / غرام والكلوروفورم 59 سعرة / غرام . وتعد حرارة التبخر مقياسا مباشرة لمقدرا الطاقة اللازمة لفصل قوة الجاذبية الموجودة بين الجزيئات المتجاورة بحيث تستطيع الجزيئات ان تبتعد عن بعضها البعض وتصبح غازاً .

ويعتبر الماء ذا سعة حرارة عالية مقارنة بالسوائل الاخرى . حيث تعرف السعة الحرارية بكمية الحراة اللازمة لرفع حرارة غرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة. فان زيادة كبيرة للحرارة ينتج عنها ارتفاع بسيط نسبيا في درجة حرارة الماء . لذا يعتبر الماء ذا قابلية جيدة في الاحتفاظ بحرارته رغم تذبذب درجة حرارة المحيط . ويعمل الماء بذلك كمحلول واق Buffer ضد المتغيرات الواسعة في درجة الحرارة حيث يلاحظ ان المسطحات المائية تتغير درجة ببطء نسبيا .

ولهذه الخاصية للماء اهمية حياتية كبيرة حيث ان معظم الاحياء المائية لاتتحمل التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة وبذلك تساهم في تضييق مدى التغير في درجة الحرارة حيث تعمل السعة الحرارية للماء الى اثبات وزن جزيئي قليل . ولولا هذه الصفة لكان احتمال انعدام الماء كسائل من سطح المعمورة وتسربه الى الفضاء الخارجي .

وتتأثر عدد من انواع الاحياء المائية بحرارة المياه التي تعيش فيها من خلال تأثر فعاليات خلاياها التي تتم في مديات معينة من درجة الحرارة .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

ويعد الماء الحار اقل كثافة من الماء البارد ويكون اعلى كثافة في درجة حرارة 4 درجة مئوية . ففي ايام الخريف على سبيل المثال يكون سطح البحيرات باردة نسبيا لذا فان الطبقات العليا تغطس وتحل محلها المياه الاعلى حرارة والاقل كثافة والتي تحتها وتستمر هذه العملية لغاية تجانس الحرارة بين القاع والطبقات العليا .

ويتقلص حجم معظم السوائل وتزداد كثافتهاعند هبوط درجة الحرارة حيث عند انجمادها تقترب جزيئتها من بعضها ويغوص الجليد الناتج . اما في حالة الماء فبالعكس من ذلك اذ يزداد حجمه وتقل كثافته عند انخفاض درجة حرارته الى برودة معينة . ويعنيهذا بان الجليد يميل الى الطوفان بدلا من الغوص . لذا فان الاحياء التي تعيش في قاع البحيرات تكون محمية من الانجماد مما يدعم بقاءها ولولاطفو الجليد على السطح لتحول المحيط الى منطقة مجمدة صلبة مما يحدد نمو الاحياء المائية وانتشارها .

2. **الضوء** Light

ان الماء عاكس جيد للضوء مقارنة باليابسة . وتتعرض الحزم الضوئية الى امتصاصات مختلفة عند نفاذها في الماء فان قسما منها تمتصه الصبغات المختلفة الموجودة في النباتات ومنها الطحالب . وبذلك ينتج تغير في نوعية الضوء تبعا للعمق. ويمتص الماء سريعا اقصر الموجات الضوئية من الضوء المرئي Light والذي مصدره من الشمس. وكذلك يمتص الماء موجات ضوئية اطول وتكون اكثر تاثيرا من الموجات القصيرة. فالضوء الذي ينفذ لبحيرة ما الى اجزاء عميقة منها فقيرا من الحزم الحمراء والبرتقالية التي تعتبر اساسا لعملية البناء الضوئي، الا انه يكون غنيا بالحزم الخضراء ولحد ما بالحزم الزرقاء اذا ماقورن مع الضوء الساقط عند سطح البحيرة نفسها. ولهذا فان الطحالب المتواجدة في الاجزاء العميقة من المنطقة المضيئة Photic zone سوف لاتحصل على نفس نوعية الضوء التي تحصل عليها في الطبقات العليا من نفس المسطح المائي .

3. **الضغط** Pressure

من صفات الماء الفيزياوية هي عدم قابليته للانضغاط لذلك لاتوجد زيادة كبيرة في كثافته بزيادة العمق مما يعني بان اية مادة ذات كثافة نوعية اعلى من الماء سوف تغطس الى ان تصل الى القعر لذلك المسطح المائي . ان اية مادة تغطس تحت سطح

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الماء بضغط اضافي يعادل ضغط جوي واحد لكل (10) امتار . وغالبا مايكون الضغط داخل الحيوان المائي معادلا للضغط الخارجي .

ويزداد الضغط في المحيطات بمعدل ضغط جوي واحد لكل عشرة امتار عمقا. ويصل اعلى قيمة له والي(1000) ضغط جوي في اعمق منطقة في المحيطات . ومع ذلك تتطبع الاسماك لمثل هذه الظروف حيث تؤدي المثانة الهوائية دورا في التعادل مع تغيرات الضغط الخارجي . وعند زيادة الضغط الخارجي سوف تتقلص المثانة الهوائية وعند نقصانه سوف تتمدد . وبالسيطرة على كمية الغاز في المثانة يكون الوزن النوعي Specific gravity للأسماك في نفس المستوى مع المياه المحيطة .

وغالباً ما تكون التغيرات في الضغط حاجزاً للحركة العمودية للحيوانات. وتكون الغازات اكثر ذوباناً في الماء في الضغط العالي منه في الضغط الواطئ . لكن الغازات الجوية لا تتواجد في أعماق المياه.

ولو أن الضغط عالٍ جداً في أعماق المياه فأن الغازات المذابة تكون مفقودة والأوكسجين المذاب أقل تجهيزاً لأسماك المياه العميقة .

كما أن للضغط تأثيراً على درجة حرارة الماء . وتكون درجة الحرارة في أعماق المياه أكثر منها في حالة الضغط القليل . ونظرياً لابد من أن التغيرات البسيطة في درجات الحرارة لها بعض التأثيرات على أنواع الأحياء التي تعيش في المحيط ولكن التأثيرات الحقيقية لجميع الحالات لا تزال غير معروفة .

4. **اللزوجة والكثافة** Viscosity and Density

تختلف لزوجة الماء باختلاف درجة حرارته . واللزوجة عبارة عن قابلية السائل على الانسياب. وقد تعادل لزوجة الماء عند نقطة الانجماد الضعف مقارنة مع الماء في درجة حرارة 25 درجة مئوية. وتؤثر هذه الصفة على غطس الأجسام الصغيرة وقابلية الأحياء الصغيرة في تثبيت موقعها في عمود الماء . كما تتأثر لزوجة الماء بدرجة قليلة بملوحته . وتشكل لزوجة الماء حوالي مئة مرة لجزء من المقاومة لحركة الكائن الحي أو أية جزيئة مقارنة بالهواء . وتعتمد على السطح المعرض والسرعة ودرجة الحرارة والتركيب الكيمياوي للسائل . كما أن الأحياء المائية المتحركة عليها إعطاء طاقة كبيرة للسيطرة على التغيرات في لزوجة الماء . وتتأثر نسب الغطس وتوزيع الأحياء المائية كالهائمات والجزئيات المترسبة بوساطة التغيرات ذات العلاقة باللزوجة والكثافة .

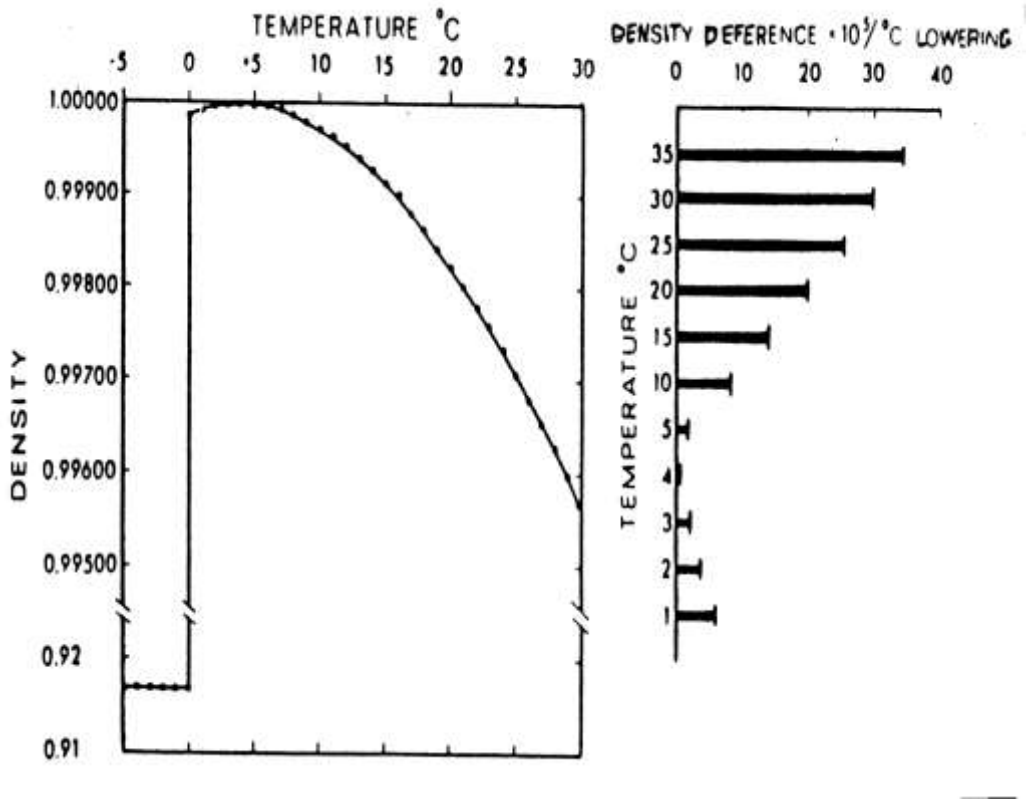
مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

في درجة الحرارة والضغط القياسيين (الصفر المئوي و760 مليمتر زئبق على التوالي)، تكون كثافة الماء أكثر بحوالي 775 مرة أكثر من الهواء . وهذه الكثافة العالية للماء تدعم صفة التعويمية للأحياء المائية ضد شد الجاذبية الأرضية وبذلك سوف تقلل من كمية الطاقة التي يجب أن يوفرها الكائن الحي لدعم إبقاءه في موقعه . وهذه الصفة تلاحظ في العديد من الحيوانات التي تعيش في المياه العذبة خاصة اللافقريات الواطئة .

وتقدر كثافة الثلج في درجة الصفر المئوي بحدود (0.9168) ويعتبر تقريباً (8.5%) أخف من الماء السائل في درجة حرارة الصفر المئوي . وتزداد كثافة الماء إلى أعلى قيمة (1) في درجة حرارة (3.89) درجة مئوية . ويوضح الشكل (1–12) علاقة درجة الحرارة وكثافة الماء . ويوضح الجدول (1–3) علاقة الملوحة وكثافة الماء حيث تزداد الكثافة بزيادة تركيز الأملاح الذائبة .



مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الشكل رقم (1–12) : يمثل الكثافة (غرام بالملليتر) كدالة لدرجة حرارة الماء المقطر تحت ضغط جوي واحد . ويظهر على الجانب الايمن من الشكل الفرق في كثافة الماء لكل درجة مئوية انخفاض ولدرجات حرارية مختلفة .(Wetzel 1983)

الجدول رقم (1–3) : التغيرات التقديرية في كثافة الماء عند درجة حرارة 4 درجة مئوية مع المحتوى الملحي (Wetzel 1983)

الملوحة (جزء بالالف)	الكثافة (غرام لكل مليمتر)
صفر	1
1	1.00085
2	1.00169
3	1.00251
10	1.00818
35 (معدل كماء البحر)	1.02822

5. **التوصيل الكهربائي** Electrical conductivity

كما هو معروف فأن التوصيل الكهربائي للماء يعتمد على المواد المذابة به (الالكترولايت Electrolytes) بشكل رئيسي . لذا فأنه يتناسب طردياً مع المواد المذابة. ويعبر عن التوصيل الكهربائي بكمية المايكروموز بالسنتمتر (µmhos/cm). ولما كانت الحرارة مؤثرة في التوصيل الكهربائي فأن المعايرة أو التعديل Standarization تعمل عادة إلى درجة الحرارة 20 درجة مئوية للمقارنة بين القراءات المختلفة. ومن الناحية العملية تكون قيمة التوصيل الكهربائي للماء المقطر مساوية إلى الصفر بينما للمياه الجارية على صخور غنية بالأملاح الذائبة ذات قيمة توصيلية عالية .

6. **التعويمية** Buoyancy

يعتبر الماء ذا وسط تعويمي أو طوفي كبير باعتباره أكثف من الهواء . وهذه الصفة تساعد الأحياء المائية للوصول إلى المياه السطحية مما يقلل وزنها الحقيقي ويؤثر في تركيبها كما تستفيد الحيوانات في معيشتها في أعماق مختلفة مما يسهل عليها الحصول على غذائها والمحافظة على حياتها .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

أن كثافة البروتوبلازم والجدار الخلوي والاصداف والهيكل العظمي أكثر كثافة من ماء البحر لذلك تميل الأحياء المائية إلى الغطس. لذا فأن هذه الأحياء تجابه صعوبة للمحافظة على نفسها بشكل يطفو في المستوى المطلوب لدعم معيشتها. فالهائمات النباتية على سبيل المثال يجب أن تبقى قريبة من السطح لكي تحصل على إضاءة كافية لعملية البناء الضوئي ، لذا فأنها تموت عندما تغطس تحت المنطقة المضيئة Euphotic zone عندما تستهلك الغذاء المخزون في أجسامها. وفي الحيوانات التي لاتعتمد بشكل مباشر على الضوء لكنها معظمها من الحيوانات السطحية Pelagic fauna ضمن العواشب الهائمة الصغيرة Herbivorous plankters تتغذى على الهائمات النباتية لذلك عليها البقاء قريبة من السطح لكي تحصل بسهولة على غذائها . ورغم عدداً من العواشب لاتبقى بصورة مستمرة في الطبقة المضيئة فأنها تتحرك خلال عمود الماء صعوداً ونزولاً . كما يتحرك كذلك عدداً من الحيوانات أكلات اللحوم Carnivores إلى الأعلى وإلى الأسفل في مديات مختلفة من الحرارة والضغط بحثاً عن الغذاء.

وهناك طريقتان بشكل عام لكي تحافظ الأحياء السطحية Pelagic organisms على نفسها طافية وهما السباحة والسيطرة على التعويمية . ويوجد مدى واسع من الأحياء البحرية الصغيرة منها والكبيرة التي تسبح وتسيطر على مستويات اجسامها بوساطة هذه الخاصية . فمثلاً تحافظ طحالب السوطيات الدوارة Dinoflagellates على تواجدها قرب السطح وباندفاعات متكررة خلال السباحة إلى أعلى بالتبادل مع فترات قصيرة من الراحة تغطس خلالها ببطء . وتبدو حيوانات مجذافية الأرجل Copepods من القشريات سابحة بصورة عامة وغالباً بشكل مستمر في حركة ثابتة مع حركات مفاجئة أحياناً . كما أن عدداً من الهائمات الحيوانية القشرية Crustacean تسبح غالباً بصورة متواصلة وقد تغطس بسرعة حال توقفها في السباحة. وبعض الأنواع الأكثر تغلباً من الأسماك السطحية تكون طافية بوساطة السباحة وعلى سبيل المثال فأن معظم أنواع الأسماك الغضروفية Cartilaginous وبعض الأسماك العظمية Teleosts المتضمنة السمك البحري من نوع الاسقمري Mackerel وبعض أنواع أسماك التونة Tunnies . وقد تحوي بعض الحيوانات السطحية على غازات في أجسامها تساعدها على الطوفان وحالات أخرى تكون الحيوانات كبيرة نسبياً ولكنها خفيفة الوزن أو قرصية الشكل تطفو كذلك على السطح .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

7. **الشد السطحي** Surface tension

تُعد صفة الشد السطحي من الصفات الفيزياوية المهمة خاصة للإحياء المائية الصغيرة. حيث تتمكن الحشرات المائية من خلال الشد السطحي من إسناد أجسامها على سطح الماء . وتستطيع الديدان السطحية والقواقع الزحف داخل الغلاف السطحي للماء . وعند سقوط الحشرات على سطح الماء نراها غالباً ما تقع على الغلاف السطحي بسبب قوة الشد السطحي للماء .

والشد السطحي هو القوة التي تؤدي إلى تقلص سطح السائل ليحتل أقل مساحة ممكنة ويحصل نتيجة لقوى التماسك الداخلية Cohesive forces بين جزيئاته عند السطح والناتجة من استقطاب جزيئات الماء . ويكون الشد السطحي للماء أعلى مما هو عليه للسوائل الأخرى وهذا له أهمية بايولوجية كبيرة حيث أن الجزيئات المذابة في الماء تؤدي إلى خفض الشد السطحي وتتجمع على الحد الفاصل بين سطح الماء والسطوح الأخرى . كما تلعب هذه الصفة دوراً في ظهور الغشاء البلازمي وحركة الجزيئات عبر هذا الغشاء . كما له دور مهم أيضاً في قوة التماسك بين جزيئاته في صعود الماء والأملاح المذابة خلال الأوعية الخشبية في النباتات الوعائية Vascular plants .

ويكون الشد السطحي (للسطح البيني هواء – ماء) للماء النقي Pure water أكثر من أي سائل آخر عدا الزئبق. ويقل بزيادة درجة الحرارة ويزداد قليلاً بوجود الأملاح الذائبة كما موضح في الجدول (1–4).

كما أنه أقل بصورة ملحوظة عند إضافة المواد العضوية وتنعكس هذه الظاهرة في البرك وأجزاء من المياه العذبة عندما تتركز المادة العضوية فيها كما في الجدول أعلاه . فالشد السطحي للمياه النقية التي تحتوي نسبياً على طحالب قليلة مختلفاً قليلاً عن الماء المقطر . وفي مياه المستنقعات الحاوية على مركبات عضوية ذائبة كثيرة فيظهر انخفاضاً في الشد السطحي من 6–7 داين بالسنتمتر الواحد كمعدل بينما يكون نمو الطحالب الطافية أو النباتات المائية العليا كبيراً .

أن تركيز المادة العضوية في المياه الأكثر حماية يكون عالياً ، فضلاً عن أن الجماعات الطبيعية للطحالب والنباتات المائية المغمورة Submerged تفرز مركبات عضوية بكميات كبيرة خلال عملية البناء الضوئي النشطة وكذلك خلال فترة شيخوختها

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

Senescence وبعد موتها وتحللها كما أن الإضافات الاصطناعية للملوثات العضوية إلى المياه العذبة تأثيرات واضحة على الشد السطحي .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الجدول رقم (1–4) : الشد السطحي للماء مع التغيرات في درجة الحرارة، ويبين كذلك انخفاضه في المياه الطبيعية تحت ظروف مختلفة (Wetzel 1983)

درجة الحرارة (مئوية)	الشد السطحي للماء (داين للسنتمتر)	الظروف	مدى الانخفاض في الشد السطحي (داين للسنتمتر)
المياه النقية	(Pure water)		
صفر	75.6	البحيرات المتوسطة المحتوى بالمواد المغذية (Oligotrophic lakes)	صفر –2
5	74.9	البحيرات الغنية بالمواد المغذية (Eutrophic lakes)	صفر – 20
10	74.4	المستنقعات (Bog lakes)	صفر – 20
15	73.5	مياه بحيرة مع وجود الرغوة	9–2
20	72.7	قرب النباتات المائية ذات الاوراق الطافية	20–5
25	72.0	قرب النباتات الغاطسة	2–1
30	71.2	خلال ازدهار الطحالب الخضراء المزقة	20–5
35	70.4	اعالي البحار (open sea)	اقل من 1
40	96.6	ميناء ذو الحركة الكثيفة بالقوارب	15–اكثر من 20
مياه البحر	(Sea water)	قرب الساحل الطيني	20–6
O	75.0		

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

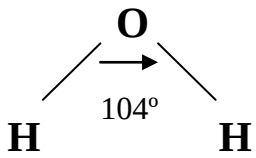
Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

ثانياً : الصفات والخواص الكيمياوية

1. الماء كمذيب Solvent

تعتمد خاصية الماء كمذيب كونه جزيئاً مستقطباً Polar molecule . ويعني هذا بأن توزيع الشحنة الكهربائية فيه ثابتة بوضعية تجعل مركزي الشحنة السالبة والموجبة مفصولين بمسافة قصيرة. إذ أن تشكيلة جزيء الماء تترتب فيها ذرات الهايدروجين والأوكسجين بصورة غير متناظرة وليست باستقامة واحدة .



وللأوكسجين شحنة سالبة بينما للجزئيان الآخران الحاويان الهايدروجين لهما محصلة شحنة موجبة. لذا فالجزيء ككل له ظاهرة الاستقطاب Polarization . فالماء يضعف جداً الجذب بين الأيونات ذات الشحنات المتضادة وذلك لأنه يجذب هذه الشحنات بسبب امتلاكه شحنات موجبة وسالبة . وكما يحدث عند وضع بلورة من ملح الطعام في الماء ، فالماء يقلل شدة الجذب بين أيونات الصوديوم وأيونات الكلور وتكون النتيجة انفصال هذه الأيونات وذوبانها في الماء . فضلاً عن انفصال الأيونات فأن جزئيات الماء يحيط بها أو تتجمع حولها تمنعها من الالتقاء أو الاتحاد مرة أخرى ولهذا يعتبر الماء مذيباً جيداً للجزئيات المستقطبة والبلورات المكونة من أيونات . ولهذه الخاصية أهمية بايولوجية مهمة جداً حيث أن جميع التفاعلات الحيوية الكيمياوية في الخلية تتم في وسط مائي .

وتفسر استقطابية جزيئات الماء تجمع هذه الجزئيات أو اتحادها مع بعضها بأن ذرة الهيدروجين الموجبة من جزيء الماء قد تنجذب إلى ذرة الأوكسجين السالبة بجزيء آخر مما يؤدي إلى تكوين مجاميع صغيرة من الماء . أن هذا الجذب بين ذرات الهيدروجين والأوكسجين لشد الجزئيات مع بعضها تدعى بالاصرة الهيدروجينية أو الربط الهيدروجيني H ydrogen bonding . ورغم ضعف هذه الأصرة إلاّ أنها تلعب دوراً هاماً في شد الجزئيات العضوية .

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

2. المواد الذائبة Dissolved substances

كما جاء في أعلاه فالماء مذيب جيد ، لذا فأن المواد الكيمياوية تذوب في الماء أكثر من أي سائل في الطبيعة . وتعتمد نوعية المواد المذابة وكميتها على الخواص الجيولوجية للمنطقة التي يتواجد فيها الماء. وتشكل الكلوريدات والكبريتات والكربونات والفوسفات والنترات من المواد الرئيسية المتواجدة في المحلول وعادة ترتبط مع الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم .

وتحتوي المياه اليسرة والحامضية على تراكيز قليلة من الكالسيوم والمغنيسيوم والكربونات والكبريتات في حين تحتوي المياه العسرة والقاعدية على تراكيز عالية من هذه المواد . وتتواجد المياه اليسرة في الأراضي المبزولة الحامضية بينما تتواجد المياه العسرة في الأراضي الحاوية على حجر الكلس أو الأراضي الطباشيرية . وتعرف المياه العسرة بأنها تلك التي تحتاج إلى كمية كبيرة من الصابون لتكوين الرغوة في حين أن المياه اليسرة تكون الرغوة بسهولة وبكمية أقل من الصابون .

وعادة تحتوي البحيرات والبرك القريبة من البحار على تركيز عالٍ من الكلور وذلك بسبب سقوط الأملاح من النسيم المحمل بمياه البحر. ويمكن اعتبار الزيادة في تركيز الكلور للمياه الداخلية Inland water كمؤشر من مؤشرات التلوث .

ويعُد النتروجين والفسفور من العناصر الأكثر أهمية لنمو الأحياء المائية ووجودهما في المياه العذبة عادة بتراكيز قليلة إلى درجة أن يكونا عوامل محددة Limiting factors في البيئة المائية خاصة لنمو الطحالب التي تحتاج لهما كمغذيات أساسية لنموها .

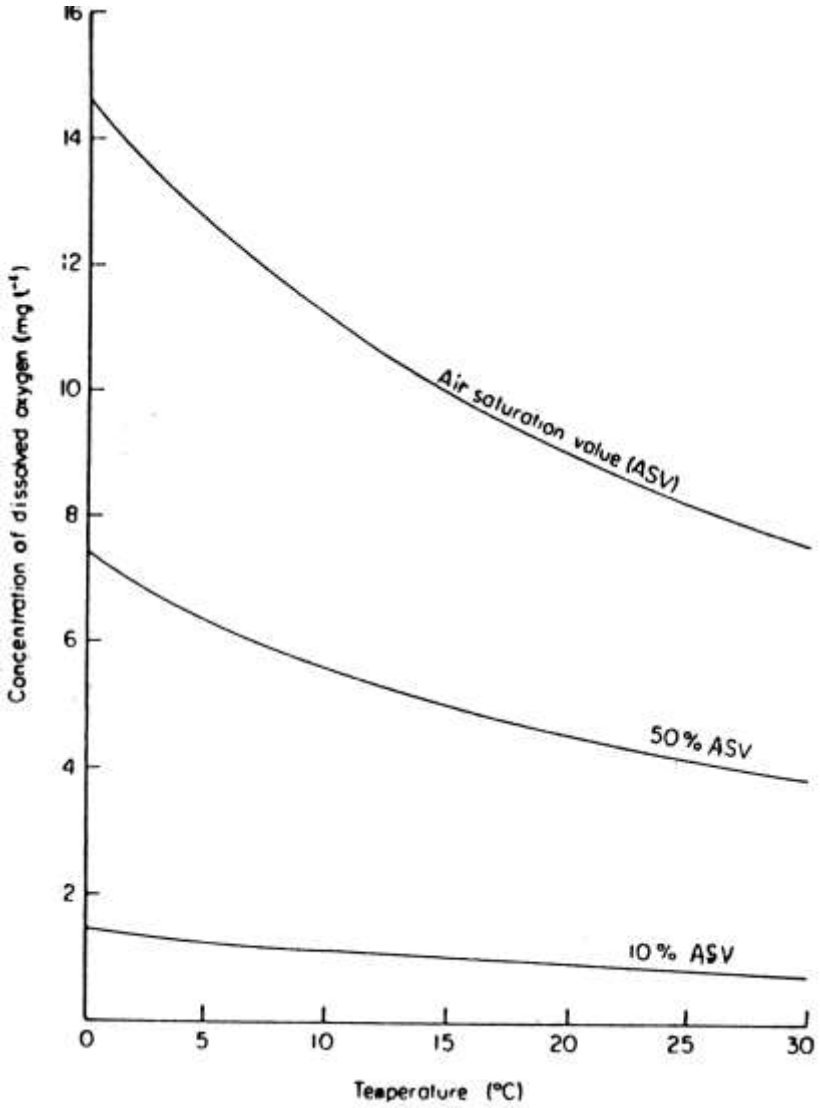
3. الأوكسجين Oxygen

أن كمية الأوكسجين المذاب في الماء تُعد من أحدى العوامل الكيمياوية المهمة حيث تحتاج إليه الأحياء المائية في عملية التنفس لإنتاج الطاقة اللازمة لدعم نموها وإدامة حياتها. وتتحكم درجة الحرارة بكمية الأوكسجين المذاب فكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما قلت كمية الأوكسجين المذاب وذلك بسبب قلة ذوبان الغازات عند ارتفاع درجة الحرارة (شكل 1-13).

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310



الشكل رقم (1-13) : يبين العلاقة بين درجة الحرارة وتركيز الاوكسجين الذائب في الماء (Brown 1975)

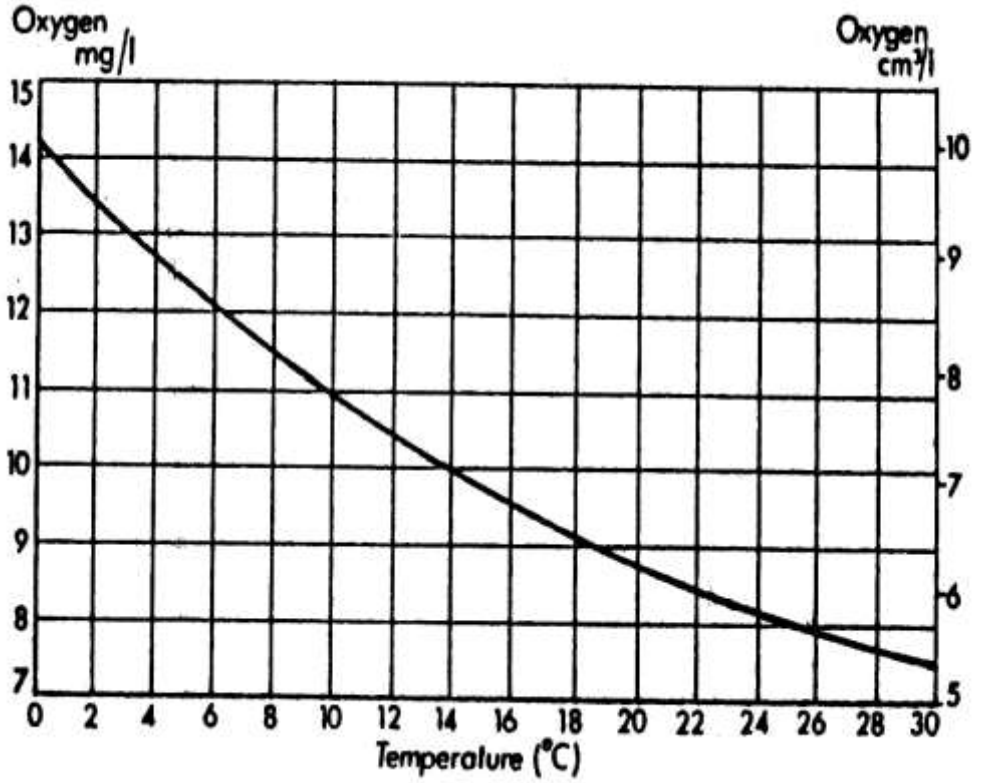
وقد وجد أن تركيز الأوكسجين المذاب في الماء للمناطق الاستوائية Tropical regions أقل منه للمناطق المعتدلة Temperate regions . كما أن سرعة استغلال

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الأوكسجين من قبل الأحياء المائية وكذلك تحلل المادة العضوية يكون أعلى بسبب الحرارة العالية. أي أن كمية الأوكسجين الممكن تواجدها في حجم معين من الماء في حالة التعادل تقل كلما ارتفعت درجة الحرارة . ويمكن التعبير على تركيز الأوكسجين كنسبة مئوية عند تشبع الماء تحت الضغط الاعتيادي وفي درجة حرارة معينة (الشكل



.(14-1)

الشكل (1-14) : كمية الأوكسجين للماء المشبع بالهواء تحت ضغط جوي اعتيادي 760 ميللتر زئبق (Mills 1972)

ويحتوي اللتر الواحد من الماء على 100 جزء من المليون من الأوكسجين تقريباً في درجة حرارة الصفر المئوي وتحت الظروف الاعتيادية . ويقل هذا التركيز مع الارتفاع في درجة الحرارة حيث يصل إلى 65 جزء من المليون في درجة حرارة 20 درجة مئوية . وعند وجود النباتات المائية بضمنها الطحالب بصورة غزيرة وتوفر ضوء الشمس لفترة من

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الزمن سيؤدي إلى زيادة في الأوكسجين أكثر من الحالات الأخرى وفي درجة الحرارة السائدة ، حيث تضيف هذه النباتات كمية من الأوكسجين كناتج عن عملية البناء الضوئي . ويكون هذا التغير في تركيز الأوكسجين واضحاً في مياه البرك والبحيرات والأهوار ذات العمق القليل ويدعى هذا التغير بالنبض الأوكسجيني Oxygen pulse . وأثناء النهار تزيد عملية البناء الضوئي من تركيز الأوكسجين ويصل إلى الحد الأعلى قبل أن يحل الظلام . وخلال ساعات الليل تقلل عملية التنفس من تركيزه ويصل إلى الحد الأدنى قبل الفجر . بالإضافة إلى عمليتي البناء الضوئي والتنفس فالأوكسجين الذائب في الماء يتأثر كذلك بالاضطراب water turbulence الذي يحدث لطبقات الماء بتأثير من الرياح والأمواج وغيرها .

4. ثنائي أوكسيد الكربون Carbon dioxide

ينتج غاز ثنائي أوكسيد الكربون من خلال تحلل المادة العضوية وعملية التنفس للأحياء المائية والذي يتحد كيميائياً مع الماء لينتج حامض الكربونيك الذي له دور في التأثير على قيم الأس الهيدروجيني أو تركيز أيون الهيدروجين (pH)) في الماء. وعند تحلل حامض الكربونيك سوف يعطي أيون الهيدروجيني وأيون البيكربونات . كما أن تحلل أيونات البيكربونات ستعطي أيضاً أيون الهيدروجين وأيون الكاربونات .

$$H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$HCO_3^- \rightarrow H^+ + CO_3^=$$

أن كمية غاز ثنائي أوكسيد الكربون الطليق في الماء تعادل تقريباً (0.5) ميلمتر في كل لتر من الماء ويكون تركيزه أعلى بكثير على شكل متأين ضمن أيونات الكربونات والبيكربونات.

عند تحلل حامض الكربونيك سوف يزيح أيونات الهايرونيم H_3O التي تؤثر على قيمة تركيز ايون الهيدروجين للماء. وعندما يكون الـ pH حامضي للماء أي قيمته أقل من (7) فيكون معظم ثنائي أوكسيد الكربون بشكل طليق . وعند التعادل أو قريب منه (pH=7)فيكون معظم ثنائي أوكسيد الكربون على هيئة أيونات البيكربونات. وفي قيم pH العالية (القاعدية) أي أكثر من (7) يكون على شكل أيونات الكربونات . ومن ذلك يلاحظ بأن الأيونات السالبة (البيكربونات والكربونات) ستزداد في حالة القيم القاعدية

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

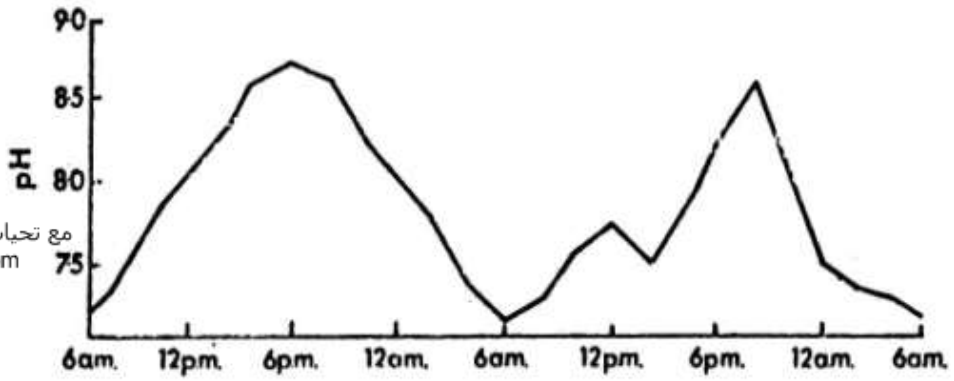
Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

للمحيط مما يجعله مقاوم للتغيرات في قيم تركيز أيون الهيدروجين وهذا يعني عمل واقي Buffer action أو Buffing الذي يعمل على تقليل التغاير في تراكيز أيون الهيدروجين في البرك والبحيرات والأنهار. ولذا تعرف القاعدية للماء بكمية البيكربونات والكربونات في المحلول وترتبط بوجود الكالسيوم والمغنيسيوم.

تتراوح تراكيز أيون الهيدروجين (pH) في المياه العذبة بين (2–12) لكنها معظمها ذا قيمة (5,5–10) . وفي المياه الحامضية أو المياه ذات العمل الواقي الضعيف Poorly buffered waters مع وجود كميات غزيرة من النباتات المائية بضمنها الطحالب فأن عملية البناء الضوئي سوف تعمل على تقليل كمية ثنائي أوكسيد الكربون أثناء النهار والعكس في الليل حيث تعمل عملية التنفس للأحياء المائية ستزيد من كمية ثنائي أوكسيد الكربون وهذه التغيرات لهذا الغاز تسبب تغيرات واضحة في قيم الأس الهيدروجين pH . كما موضح في الشكل (1–15) وهذه تسمى بالنبض للأس الهيدروجيني pH Pulse وهذا لا يحدث في المياه القلوية لوجود الفعل الوقائي Puffering action الذي يقلل من قيمة الـ pH .

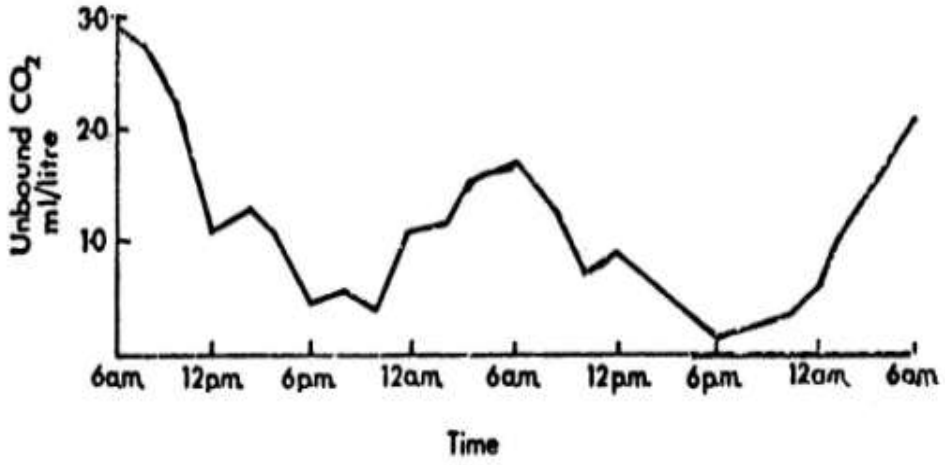
ويعتبر ثنائي أوكسيد الكربون الطليق (غير المتحد) في الماء ذات أهمية بيئية من خلال عمله في ترسيب الكالسيوم على هيئة كربونات الكالسيوم .وتعمل الحامضية على إعاقة دوران العناصر الغذائية في الطبيعة وذلك بإقلال سرعة الترسيب وتثبيط عملية تثبيت النتيروجين الجوي . كما أن المواد العضوية الغروية تترسب بوجود كربونات الكالسيوم ويزداد حجم حبيبات التربة وبذلك تتحسن التهوية والنفاذية . وفي نفس الوقت فأن قابلية هذه الغرويات تقل في إطلاق الهيدروجين وذلك بالتفاعل مع الأملاح المتعادلة ويكون ذلك ظروفاً أفضل لزيادة التحلل البكتيري للمادة العضوية التي تتجمع عند القاع .



مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310



الشكل رقم (1–15) : يبين التغيرات في تركيز ايون الهيدروجين للمياه السطحية في بركة من المياه العذبة لفترة يومين خلال او اخر فصل الصيف (الشكل العلوي) . ويبين الشكل السفلي التغيرات لتركيز ثنائي اوكسيد الكربون الذي يزداد خلال الظلام في فترة الثمانية والاربعين ساعة بسبب توقف نشاط عملية البناء الضوئي. (Mills 1972) .

5. المواد الذائبة الأخرى

وكما ذكر سابقاً فأن الماء من المذيبات الجيدة . لذا فأن المواد الكيمياوية تذوب في الماء أكثر من أي سائل في الطبيعة . وتعتمد نوعية المواد الذائبة وكميتها على الخواص الجيولوجية للمنطقة التي يتواجد فيها ذلك المسطح المائي. وتشكل الكلوريدات والكبريتات والكربونات والنترات والفوسفات من المواد الرئيسة المتواجدة والتي ترتبط عادة مع عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم.

وتحتوي المياه اليسرة Soft water والحامضية على تراكيز قليلة من الكالسيوم والمغنيسيوم والكربونات والكبريتات في حين تحتوي المياه العسرة Hard water أو القاعدية على تراكيز عالية من هذه المواد. وتتواجد المياه اليسرة في الأرضي المبزولة الحامضية بينما تتواجد المياه العسرة في الأراضي التي تحتوي على حجر الكلس أو الأراضي الطباشيرية. وتعرف المياه العسرة بأنها تلك التي تحتاج إلى كمية كبيرة من

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310

الصابون لتكوين الرغوة بينما تتكون الرغوة بسهولة وبكمية قليلة من الصابون في المياه اليسرة .

كما أن البحيرات والبرك القريبة من البحر تحتوي على تراكيز عالية أيضاً من الكلور وذلك بسبب سقوط الأملاح من النسيم المحمل بمياه البحر . ويمكن اعتبار الزيادة في تركيز الكلور في المياه الداخلية Inland water كمؤشر من مؤشرات التلوث .

ويعد كل النتروجين والفوسفور من المغذيات الأساسية إلى الأحياء المائية خاصة النباتات وتكون عادة بتراكيز واطئة في البيئة المائية وذلك لأخذها بشكل مستمر من قبل النباتات من ضمنها الطحالب بكميات كبيرة .

ويحتوي ماء البحر على ما يأتي :

المادة	التركيز (جزء بالمليون)
الصوديوم	10720
المغنيسيوم	1320
الكلوريدات	19320
الكاربونات	70
البوتاسيوم	380
الكالسيوم	420
الكبريتات	2700
ثنائي أوكسيد السليكون	1.4

استخدامات المياه

تضاعف الاستخدام البشري للمياه بحدود (35) ضعفاً خلال القرون الثلاثة الأخيرة. وزادت سحوبات المياه في العقود الأخيرة من (4–8) بالمائة سنوياً ، تركزت معظم الزيادات في الدول والبلدان المتقدمة ، فقد بلغ الاستهلاك السنوي لكل فرد في أمريكا (1692 م3) يقابله (726 م3) في أوربا و (526م3) في آسيا و(476م3) في أمريكا الجنوبية و (244م3) في أفريقيا .

من خلال الإحصائيات المتوفرة تبين أن (3240 كيلو متر مكعباً) من المياه يتم سحبها سنوياً وتستخدم لمختلف الأنشطة ، يحتل النشاط الزراعي حصة الأسد من هذه

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2008. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Arabic Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:51 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 948465 ; .;
Account: ns153310