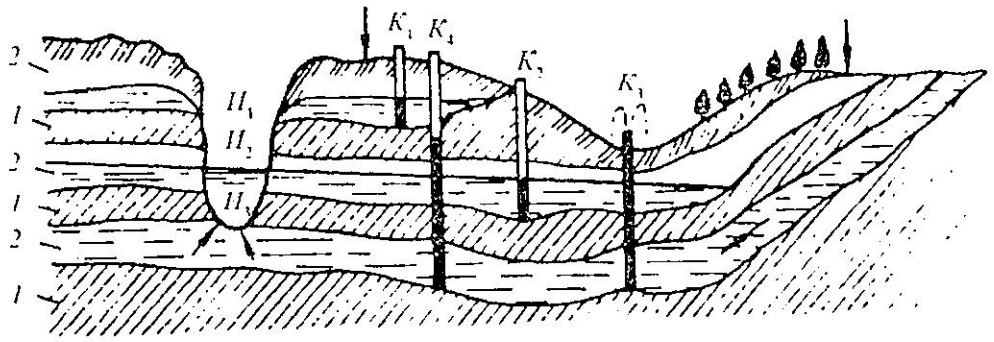
الفصل الأول

مواصفات مياه الشرب:

1 - 1 - معلومات عن المياه الجوفية والسطحية:

من المواضيع التي يجب أن تؤخذ عند اختيار مصدر مياه الشرب مواصفات مياه المصدر ، وغزارتها، ومواصفات المياه المطلوبة، والعمليات التكنولوجية اللازمة لتنقية المياه وكلفها.

المياه الجوفية هي المياه المتجمعة في باطن الأرض نتيجة تسرب المياه السطحية ومياه الأمطار . وإما أن تكون المياه الجوفية مضغوطة أو غير مضغوطة . لا تملأ المياه غير المضغوطة الأبار بشكل كامل، حيث يظهر البئر K_1, K_2 في الشكل (1-1) مثالا على هذا النوع من الآبار، إذ ينطبق منسوب المياه في هذه الأبار مع منسوبها في طبقات الأرض .



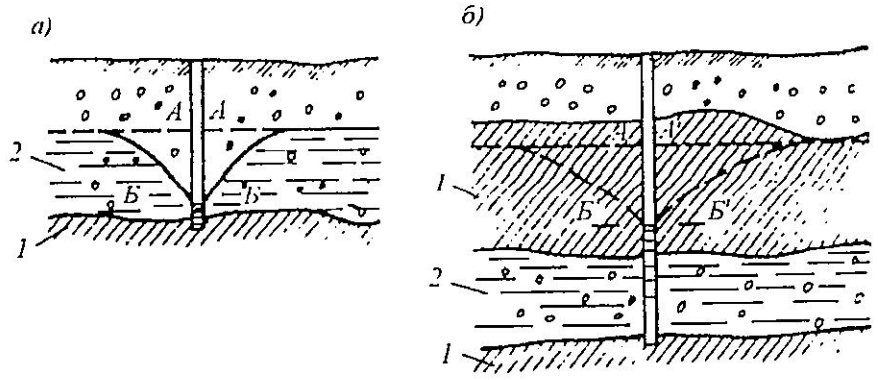
الشكل (1-1)

1- طبقة مياه معرضة للضغط ضغط 2- طبقات تحوي مصادر الينابيع Hوالآبار K

أما المياه المضغوطة (الأرتوازي) فتملأ البئر تماما كما هو موضح في الشكل (1-1) بالبئرين K4 ، K3وتمتاز المياه في هذه الآبار عادة بمواصفات فيزيائية وكيميائية جيدة.

ترتفع المياه في البئر الأرتوازي حتى الخط البيرومتري، بحيث ترتفع وتنساب من البئر عندما يكون الخط البيزو متري أعلى من منسوب الارض الطبيعية كما هو مبين في البئر K3 وتدعى هذه الآبار ذاتية الجريان ومن الممكن صعود المياه إلى السطح على شكل نبع.

يدعى المنسوب الذي تثبت عنده المياه في البئر بالمنسوب الستاتيكي، وينطبق المنسوب الستاتيكي في الآبار غير المضغوطة مع منسوب المياه الجوفية، أما في الآبار المضغوطة فينطبق مع الخط البيزو متري الشكل (١-٢).



الشكل (1-2)

a- مياه غير مضغوطة،

b- مياه مضغوطةA – A

A-A المنسوب الستاتيكي

A'-A' الخط البيزومتري

B-B المنسوب الديناميكي

عند ضخ المياه من البئر ينخفض منسوبها إلى منسوب يدعى المنسوب الديناميكي، كما تنخفض الخطوط البيزومترية المتشكلة حول البئر لتأخذ شكلا مقعرا إلى الأعلى في المقطع الأفقي كما هو مبين في الشكل السابق.

أما مصادر مياه الشرب السطحية فهي الأنهار والبحيرات، ويمكن استخدام مياه البحر لأغراض صناعية، وتعالج مياه البحر لتستخدم في المنازل والأغراض الشرب.

1 - 2تأثير مختلف العناصر الموجودة في المياه الطبيعية في مواصفاتها:

لتحديد نوعية المياه يجب إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والجرثومية لها وذلك خلال فترات محددة تحددها الأنظمة المختلفة . ويمكن تقسيم نوعية المياه الطبيعية من خلال التحليل الكامل لها، ويمكن أن نحدد درجة المعدنية الكلية M بمعرفة تركيز شوارد (الأملاح في المياه وذلك بالعلاقة):

$$M=\Sigma c+\Sigma A$$

حيث:

Σc : مجموع الكاتيونات mg/l

ΣA : مجموع الأنيونات mg/l

بما أن صحة تحديد مواصفات المياه تتم من خلال المساواة التقريبية بين مجموع الأنيونات السالبة والكاتيونات الموجبة الأساسية مقدرة ب ملغ -- مكافئ \ الليتر وذلك حسب المعادلة:

$$\frac{Na^{+}}{23}+\frac{K^{+}}{39.1}+\frac{Ca^{+2}}{20.05}+\frac{Mg^{2+}}{12.16}=\frac{Cl^{-}}{35.5}+\frac{HCO3^{-}}{61.03}+\frac{SO4^{2-}}{48.03}+\frac{SiO2^{2-}}{38.03}$$

الخطأ بين الطرفين يجب ألا يتجاوز 5%.

يمكن تقسيم المياه الطبيعية إلى عذبة، ومعدنية، معدنية مع ملوحة بحرية، ومحلول ملحي بتركيز الأملاح فيها على الترتيب: حتى 1 g/l , 1-25 g/l , 25-50 g/l، أكثر من 50 g/l.

1 - 3 المواصفات الفيزيائية للمياه:

تشتمل المواصفات الفيزيائية للمياه على الحرارة واللون والعكارة والرائحة والطعم والناقلية والبقايا الجافة.

1 - 3 - 1حرارة الماء :

تتصف مياه المصادر الجوفية بحرارة ثابتة تقريبا إذ تتراوح ما بين (12 -5) °C أما حرارة مياه المصادر السطحية فمتقلبة خلال فصول السنة وتتراوح ما بين (1 . 0 - 30)°C أما الحرارة المثالية لمياه الشرب فهي من(11-7) °C .

1-3-2 الشفافية العكارة - المواد العالقة:

تحدد بوجود بعض الجزيئات المعلقة للرمل والغضار والطمي والبلانكتون في الماء وذلك بسبب تفتت جدران وأرضيات المجاري وصب السيول وغيرها. فعكارة الماء (عكسها الشفافية) تقاس على أجهزة قياس العكارة التي تعتمد في عملها على مقارنة المياه العكرة مع ماء صاف بأجهزة سبكتروفوتومتر (SpectropHotometr).

تقاس عكارة الماء بواحدات mg / L أو NTU (NepHelometric Turbidity Unit) وهي مكافئة لمعلق 1 مغ من السيليكا (SiO2) في ليتر من الماء ويجب ألا تتجاوز عكارة ماء الشرب mg\l 1 . 5أو 5 NTU .

يتم إيجاد محتوى المياه من العناصر المعلقة غير المنحلة بالطريقة التالية. يمرر حجم معروف و محدد من الماء عبر ورقة أو غشاء فلتر جاف وبمواصفات محددة ومعلوم الوزن، وبعد تمرير المياه يتم بتجفيف الورقة أو الفلتر في فرن حرارته 105 درجة منوية وبعد ذلك توزن. فيكون الفرق في الوزن قبل الترشيح وبعده هو عبارة عن المواد المعلقة وتقدير ب mg / L -كما يمكن قياس كمية الأجسام الصلبة الإجمالية (T.S) بتبخير عينة من الماء ووزن ما تبقى منها.

1 - 3 - 3اللون:

ينتج اللون بسبب وجود بعض المواد المسببة لتلوين الماء مثل المواد الدبالية والدباغية والدهون ومركبات الحديد وغيرها. ويقاس لون المياه بواحدات Hazen على مقياس البلاتين - كوبالت.

1 - 3 - 4الطعم والرائحة:

تختلف المياه الطبيعية فيما بينها بالطعم والرائحة فقد تكون مرة المذاق أو مالحة أو حامضة أو حلوة وقد يكون مصدر رائحة الماء طبيعية أو اصطناعية. الرائحة الطبيعية للمياه (العشبية- الغضارية- الكبريتية وغيرها) تنتج عن وجود الأحياء الدقيقة والأعشاب والرسوبيات أما الرائحة الاصطناعية (الكلورية، النفطية، الفينولية ...) فتنتج عن صب مياه المجاري في المسطحات المائية أو أثناء معالجة المياه في محطات التنقية.

تقسم الرائحة والطعم إلى خمس درجات:

1- غير ملاحظ وتكون درجته صفر.
2- -خفيف جدا (يلاحظه ذوو الخبرة وتكون درجته واحد).
3- (ملاحظ) يلاحظه المستهلكون بشكل خفيف ودرجته اثنان.
4- بسهولة يمكن ملاحظته ودرجته ثلاث.
5- واضح و يجعل المياه غير مستساغة ودرجته أربع.
6- قوي جدا ويجعل المياه غير صالحة للشرب ودرجته خمس.

1-3 - 5 - الناقلية الكهربائية :

إن الناقلية الكهربائية للماء عبارة عن مقدار المقاومة بالأوم لعمود من الماء طوله 1cm ومقطعه 1 2^cm بدرجة حرارة 25C وتقدر الناقلية الكهربائية بالميكروسيمنس سم.

1 - 3 - 6 - البقايا الكلية - الجافة - بقايا التحميص:

وتعطينا كمية الأملاح وتركيز الشوائب في المياه الطبيعية البقايا الكلية تنتج عن وجود الشوائب ذات الأصل اللاعضوي ويتم الحصول عليها نتيجة التبخير بدرجة حرارة 110 Cحتى الحصول على كتلة ثابتة لها.

1-3-6-1 البقايا الجافة أو المنحلة:

تنتج عن وجود الأملاح المعدنية والمركبات العضوية غير المتبخرة ونحصل على قيمتها بتبخير كمية من الماء المعلومة الحجم التي تم تمريرها عبر ورق الترشيح.

1 - 3 - 6 - 2بقايا التحميص:

تنتج عن وجود الشوائب اللاعضوية وتحدد بطريقة التبخير لحجم معروف من الماء بدرجة 800° C ووزن الباقي ويمكن التفريق بين بقايا التحميص المنحلة وبقايا التحميص الكلية حيث يتم في الحالة الأولى تمرير الماء عبر ورق الترشيح قبل تبخيره وفي الحالة الثانية لا يتم ذاك. مما سبق نرى أن بقايا التحميص المنحلة ناتجة عن وجود الأملاح في الماء يجب ألا يزيد تركيزها في مياه الشرب عن 1 g/ L.

4-1 المواصفات الكيميانية للمياه : تشتمل المواصفات الكيميانية للمياه على عدد كبير ومنها:

1 - 4 - 1الكلوريدات والكبريتاتSulpHates and chlorides :

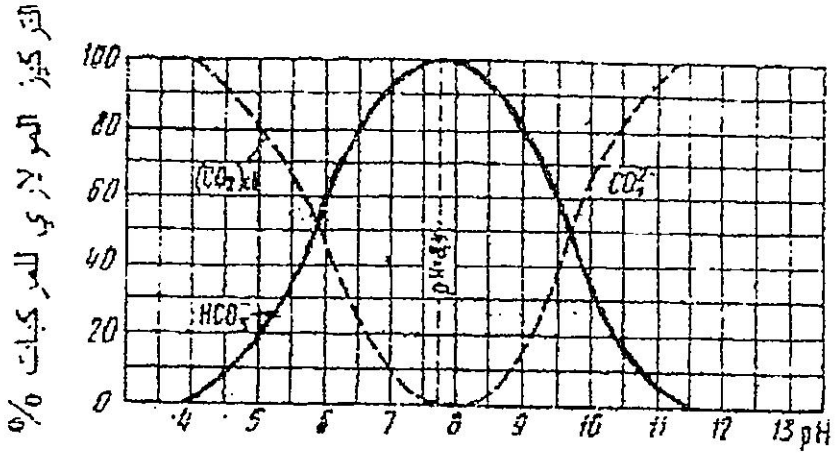
توجد في جميع المياه الطبيعية بسبب قابليتها الشديدة للانحلال بشكل أملاح الصوديوم والكالسيوم والمغنيزيوم. حيث ينحل ملح الطعام بالماء حتى نسبة 360 g/ L وكلور المغنيزيوم g/l 545 ويتراوح تركيز شوارد الكبريتات في المياه الطبيعية من (60 - 100) g / L و عند وجود الكبريتات والكلوريدات في الماء بنسب كبيرة تؤديان إلى تخريب البيتون نتيجة تشكل الجبس (بسبب التفاعل بين الكبريتات وكلس الإسمنت) الذي ينتج حيث يؤدي إلى ظهور الشقوق في البيتون، ويؤدي وجود كمية كبيرة من الكلوريدات في الماء إلى زيادة قلوية الماء وتخريب الحصيات البيتونية نتيجة تشكيله مع الكلس كلوريدات الكالسيوم أو المغنيزيوم المنحلة. وكذلك يؤدي وجود تراكيز عالية من الكبريتات والكلوريدات في الماء إلى زيادة البقايا المنحلة للماء ويقلل من مجال استعمالها للشرب والصناعة. إن الكميات الكبيرة للكبريتات في مياه الشرب تؤدي إلى تخريب المجاري بين المعدة والأمعاء بالإضافة إلى ذلك إن كبريتات وكلوريدات الكالسيوم والمغنيزيوم تؤديان إلى ظهور العسارة الكربونية.

2-4-1 قلوية الماءAlkalinity :

تحدد قلوية الماء بمجموع وجود شوارد الهيدروكسيل (OH) في الماء وأنيونات الحموض الضعيفة- الكربونية والعضوية ويمكن التفريق بين القلوية الكربونية والبيكربونية والمائية ويحدد مجموعها القلوية الكلية مع العلم أن معظم المياه الطبيعية تحتوي على أيونات البيكربونات المسببة للقلوية وذلك عندما لا تتجاوز قيمة pH = 4 . 8 انظر الشكل (1-3).

أما عندما تتراوح قيمة الى 12-8 . 4 = pH فإن القلوية البيكربونية تتناقص بالتدريج في الوقت الذي تتزايد فيه القلوية الكربونية وعندما 12> pH فإن القلوية البيكربونية تصبح مساوية للصفر ويوجد فقط في هذا المجال القلوية الكربونية .

ومن هنا يجب الانتباه إلى أنه عندما تكون قيم ال 9 > pH، من الممكن أن توجد أيونات الماءات التي تدخل أيضا في حساب القلوية الكلية.



الشكل (1-3) العلاقة بين أشكال وجود حمض الكربون في المياه عند قيم مختلفة للpH

1 - 4 - 3عسر (قساوة) الماءHardness :

تنتج عسارة المياه عن وجود أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم و تقدر ب ملغ – مكافئ/ليتر أو بالدرجات حيث تختلف طريقة قياسها ودرجة تقديرها باختلاف الدول:

الدرجة الألمانية تساوي .(10 mg/ L as Ca0)

الدرجة الإنكليزية تساوي (10 mg/ 0 . 7L as CaCO3)

الدرجة الفرنسية تساوي (10 mg/ L as CaCO3)

الدرجة الامريكية تساوي (1 mg/0.7 L as CaCO3)

ويمكن التفريق بين عسارة الماء الكربونية واللاكربونية والكلية. تنتج العسارة الكربونية (CH) عن وجود الأملاح الكربونية والبيكربونية للكالسيوم والمغنيزيوم في الماء ويمكن التخلص منها بسهولة عند غليان الماء حيث تتحلل البيكربونات مشكلة الحموض الكربونية ورواسب من كربونات الكالسيوم و

هيدروكسيدات المغنيزيوم. تنتج العسارة اللاكربونية (NCH) عن وجود الأملاح الكبريتية والكلورية والأزوتية للكالسيوم والمغنيزيوم في الماء ويعطي مجموع العسارة الكربونية واللاكربونية العسارة الكلية(T.H):

$$T.H = \frac{Ca^{2+}}{20.04} + \frac{Mg^{2+}}{12.16}$$

عسارة المياه الطبيعية لا تعد ضارة لصحة الإنسان بل على العكس يساعد الكالسيوم على إخراج الكادميوم Cd من الخلايا الحية والذي يؤثر سلبا في نظام عمل الأوعية القلبية مع العلم أن زيادة عسارة المياه يعطيها طعم غير مستساغة لكن في المجال الصناعي تحدد عسارة المياه لعمل المراجل البخارية لئلا تترسب على جدرانها مؤدية إلى إنقاص فعاليتها وإلى حدوث الحرائق أحيانا.

يبين الجدول التالي (1-1) تصنيف نوعية المياه حسب درجات العسارة :

الجدول (1-1) : تصنيف نوعية المياه حسب درجات العسارة

نوعية الماء	العسرة بواحدات ملغ/ل مثل CaCo3	العسرة بواحدات ملغ مكافئ/ل
ماء يسير	0-50	0-1
ماء متوسط اليسيرة	50-100	1-2
ماء خفيف العسرة	100-150	2-3
ماء متوسط العسرة	150-200	3-4
ماء عسير	200-300	4-6
ماء عسير جدا	اكثر من 300	اكثر من 6

1 - 4 -4الحديد المنغنيز Iron and Manganese :

يوجد الحديد والمنغنيز في المياه الطبيعية بصيغ متعلقة بدرجة ال pH ووجود الأكسجين وهكذا فإن الحديد يمكن أن يوجد بصيغ ثنائية أو ثلاثية التكافؤ فقد يوجد متحدا مع بعض المركبات العضوية واللاعضوية أو بشكل شوارد أو غير ذلك أما في المياه الجوفية وبغياب الأوكسجين يوجد الحديد والمنغنيز

بشكل أملاح ثنائية التكافئ بينما في المياه السطحية يوجد الحديد والمنغنيز بشكل مركبات عضوية معقدة غروانية أو ضعيفة الانتشار. لذلك فإن الاستخدام الطويل للمياه المحتوية على تراكيز عالية للحديد من قبل الأشخاص يمكن أن تؤدي إلى أمراض في الكبد وتكون هذه المياه غير مستساغة للشرب، كما أن وجود الحديد والمنغنيز في الماء يمكن أن يساعد على نمو البكتريا الحديدية والمنغنيزية ومع نشاطها وتزايدها تؤدي إلى إنقاص أقطار الأنابيب والمبادلات الحرارية وأحيانا إلى إغلاقها لذلك حدد تراكيزها في المياه المستخدمة الإنتاج البلاستيك والورق والنسيج...

5-4-1 قيمة pH :

تعبر قيمة ال pH عن قلوية أو حموضة الماء وهي مؤشر لتركيز أيونات الهيدروجين. في الحياة العملية يعبر عن قيمة الى pH باللوغاريتم العشري السالب التركيز أيونات الهيدروجين [H+] pH = -1 g وبالتالي عندما pH = 7 تكون المياه معتدلة و عندما pH < 7 تكون المياه حامضية و عندما pH > 7 تكون المياه قلوية. تتراوح قيمة ال pH عادة للمياه الطبيعية (6.5 – 8.5) ويفسر عدم تغير درجة ال pH للمياه الطبيعية لوجود مزيج من الحموض أو الأسس وأملاحهما الضعيفة وهي عادة حمض الكربون و أيونات البيكربونات.

٦ - ٤ - ١ -الأكسجين المستهلك في عملية الأكسدة الكيميائية Chemical Oxygen Demand

يقصد بالأكسجين المستهلك في عملية الأكسدة الكيميائية (كمية الأكسجين ب mg/ L -اللازمة لأكسدة الشوائب في حجم معين من المياه) ويستهلك الأكسجين لأكسدة المواد العضوية وبعض المواد اللا عضوية السهلة الأكسدة مثل الحديد(II) ، H2S يمكن التمييز بين المؤكسدات حسب نوعها فهي إما أكسدة بالبرمنغنات أو أكدة بثاني كرومات البوتاسيوم ويقابل أكسدة 1 mgO/ L ب 0.253 mg/l من مؤكسد KMnO4 كما أن الارتفاع المفاجئ للأكسجين المستهلك في عملية الأكسدة يدل على تلوث المياه بمياه المجاري، ولا تحدد عادة درجة الأكسدة لمياه الشرب ولكن تحدد لمياه تغذية المراجل لأنها تسبب الرغوة وتحدد أيضا لمياه التبريد بسبب إمكانية حصول الترسبات البيولوجية للأنابيب والمعدات و تبلغ كمية الأكسجين المستهلك لأكسدة المياه الأرتوازية حوالي 2 mg/l O2 وللمياه النهرية حوالي 60 mg/l O2 ولمياه المستنقعات حوالي 400 mg/l O2.

7-4-1 العناصر المحتوية على الأزوتNitrite and Nitrate :

تتشكل المركبات المحتوية على الأزوت (أيونات الأمونيوم - النتريت - النترات) في الماء نتيجة إرجاع نتريت ونترات الحديد (II) ، H2s والعناصر الدبالية أو بنتيجة تفكك البروتينات المحمولة إلى المسطحات المائية مع مياه المجاري. لذا فإن صيغ وجود مركبات الأزوت وشكلها في المياه تسمح بمعرفة زمن إلقاء مياه المجاري في المسطحات المائية فعلى سبيل المثال يدل وجود شوارد النشادر وغياب النتريت على تلوث حديث للمياه. عندما يزيد تركيز النترات في مياه الشرب عن (50 mg/ L) فإن ذلك يؤدي إلى تخريب وظيفة الدم المؤكسدة (مرض.(Methaemoglobinaemia)

8-4-1 الفلورايدFluoride :

يوجد في المياه الطبيعية بتراكيز حتى 12 mg/l ويعطي فعالية كافية للقضاء على تسوس الأسنان والحدود المسموح بها 1.5 mg/l – 0.7 وعند زيادتها عن 1.5 mg/l تعد ضارة بالصحة ويجب إزالتها في محطة التنقية وعند نقص التركيز عن النسبة المذكورة يجب إضافة الفلور.

9-4-1 اليود Iodine :

يوجد في المياه بنسب غير كبيرة وينعدم وجوده في بعض المصادر المائية وتحدد نسبة وجوده في مياه الشرب ب $10^{-8} mg/l$.

10-4-1 البروميدBromide :

يزيد تركيز البروميد في مياه البحار عن 60 mg/ L وقد يبلغ تركيزه في المياه الجوفية العميقة حتى (10 mg/ L)يحدد وجود البروميد في المياه المعدة للشرب ب0.2 mg / L وتؤدي زيادة تركيزه عن هذه النسبة إلى ضعف عمل الأوعية الدموية وخلل في وظائف الكبد والكليتين.

11-4-1 السيليكاSilica :

توجد في المياه الطبيعية بشكل أيونات وجزئيات وغروانيات ويتعلق شكل وجود حمض السيليكا في المياه بعوامل كثيرة أولها تركيبها الأيوني وقيم الpH يتراوح تركيز السيليكا مقدرة ل $SiO3^{-2}$ وذلك في المياه الطبيعية 0.6 – 40 mg/l وفي حالات نادرة الى 65 mg/l

إن حمض السيليكا غير مؤذ للصحة لكن التركيز العالي به في المياه يجعلها غير صالحة لتغذية المراجل البخارية بسبب تشكل الترسبات السيليكاتية.

1-4-12 مركبات الفوسفور | PHospHates Compounds :

توجد مركبات الفوسفور في المياه الطبيعية بكميات قليلة على شكل أيونات أو مركبات عضوية لحمض الفوسفور أو بشكل جزئيات معلقة ذات منشأ عضوي أو معدني.

1-4-13 الرصاصLead :

يؤدي وجود الرصاص في الماء إلى التسمم نتيجة تراكمه في جسم الإنسان وليس من المعتاد أن يوجد الرصاص في المياه الطبيعية لكن يمكن أن يوجد في مصادر المياه المتصلة بأوعية رصاصية مثل الأنابيب أو الخزانات المطلية بالرصاص.

1-4-14 القصدير والفضةTin and Silver :

يهمل عادة تركيز مركبات القصدير في المياه الطبيعية لأنها لا تضر بالصحة ولا يعيق وجودها العمليات الصناعية.

1-4-15 التوتياءZinc :

يُ للزنك تأثيرا مبيدة للجراثيم وهو نادر الوجود في المياه الطبيعية لكنه قد يوجد في المياه القادمة من صنابير المستهلكين بسبب استعمال الخزانات الحديدية المطلية بالزنك.

1-4-16 الزرنيخArsenic :

إن الزرنيخ معروف بسميته ويأتي وجوده عن مقالب القمامة وبعض أحواض المياه الجوفية ونتيجة استخدامه للتخلص من الأعشاب الضارة.

1-4-17 السيانيدCyanide :

يمكن أن يظير السيانيد في الماء بسبب طرح المياه الصناعية في مياه النهر.

1-4-18 الفينولPHenol :

يدل وجود الفينول في الماء على التلوث بالفضلات الصناعية ويعطي وجوده بنسب ضئيلة طعما غير مستساغ للمياه عند إضافة الكلور.

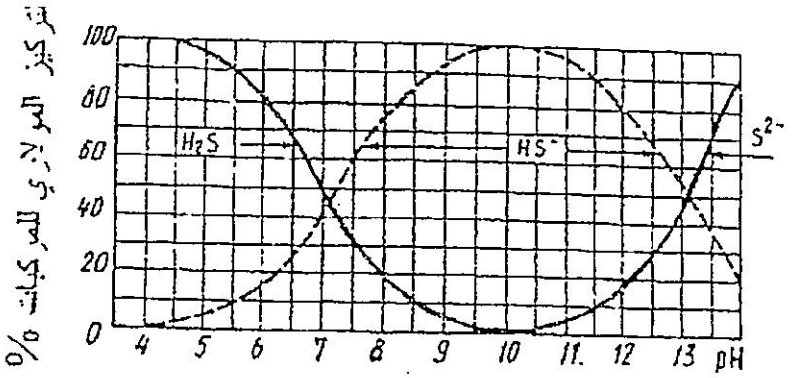
1-4-19 الصوديومSodium :

تحتوي غالبية المياه العذبة الطبيعية على تركيز كلور الصوديوم حتى50 mg/l ويسمح بوجود الصوديوم في مياه الشرب حسب المواصفات شريطة ألا يكون هذا التركيز الزائد ناتج عن التلوث مياه المجاري أو مياه البحر.

1-4-20 غاز كبريت الهيدروجينHydrogen SulpHide :

يوجد غاز كبريت الهيدروجين في المياه الطبيعية نتيجة تفكك المركبات العضوية أو انحلال الأملاح المعدنية مثل بيريت الحديد ويكون تركيزه في المياه السطحية قليلا ويبلغ تركيزه في بعض أنواع المياه الجوفية عشرات الملغ/ل. يعطي وجود H2S رائحة كريهة للماء ويؤدي إلى صدأ المعادن كما يمكن أن يسد أنابيب المياه بسبب النشاط الفعال للبكتريا الكبريتية.

نرى من الشكل (1-4) أن غاز كبريت الهيدروجين وبحسب درجة PH الماء يمكن أن يوجد بشكل حمض ضعيف التفكك H2S أو بشكل كبريتيت الهيدروجين المائي HS- أو بشكل شوارد الكبريتيت و ويكون لهذا المنحني أهمية كبيرة وخاصة عند حل مشكلة إقصاء هذا الغاز من المياه.



الشكل (1-4) العلاقة بين أشكال وجود H2S في المياه عند قيم مختلفة لل pH

21-4-1 الأكسجين Oxygen :

يوجد في المياه نتيجة تماسها مع الهواء ويوضح الجدول (١-٢) تركيز الأكسجين المنحل في المياه النقية بحسب درجة حرارتهما وذلك عند الضغط الجوي النظامي:

الجدول (١-٢) علاقة انحلال الأكسجين في مياه المصادر السطحية النقية تبعا للحرارة

الحرارة درجة مئوية	انحلالية mg/l O2	الحرارة درجة مئوية	انحلالية O2 mg/l
0	14.6	35	7.0
5	12.8	40	6.5
10	11.3	50	5.6
15	10.1	60	4.8
18	9.5	70	3.9
20	9.1	80	2.9
25	8.3	90	1.6
30	7.5	100	0.0

ينعدم وجود الأكسجين في المياه الجوفية العميقة ويكون تركيزه مرتفعة في المياه السطحية وأقل من القيمة النظرية بسبب استهلاكه لتنفس مختلف الأحياء وتفكك المخلفات العضوية ويدل الانخفاض الحاد لتركيز الأكسجين في المياه على تلوثها. ويساعد وجود الأكسجين المنحل في المياه على صدأ المعادن لذلك يحدد وبشكل صارم في المياه المغذية للمراجل وفي منشآت توليد الطاقة.

22-4-1 الميتان: Methane

يوجد في المياه الطبيعية المستخدمة للتزويد بكميات لا تذكر لكن تركيزه يكون مرتفعا في مياه المستنقعات حيث تجري عمليات التفكك للكائنات الحية والنباتية ويبلغ 30 mg\l وأكثر احيانا.

1 - 5 - الأحياء والنباتات المائية:

تؤثر الأحياء المائية الموجودة في المياه الطبيعية أثناء نشاطها على تركيب الوسط المائي المحيط وبالتالي على نوعية المياه ويمكن تقسيمها إلى :

- البلانكتون :(Plankton) عوالق حية تعيش في المياه من أسفل القاع إلى السطح ولها بقايا عضوية ولا عضوية عالقة في الماء.

- بنتوس :(benthos) تعيش في قاع المسطحات المائية وتكون مغلفة بدرع ويوجد منها ما هو متحرك وما هو ساكن.

- نيوستن :(Neuston) كائنات دقيقة تعيش على الغشاء السطحي للماء.

- باكون : Pagen) كائنات دقيقة تدخل ضمن الجليد شتاء وتتكاثر ربيع .

تظهر الكائنات المائية دورا بارزا في التنقية الذاتية للمسطحات المائية بسبب استهلاكها للعناصر العضوية المنحلة في تغذيتها أما النباتات المائية (الطحالب بكافة أشكالها) وعند موتها تتفكك وتتحلل وتسيء لخواص وصفات المياه.

1 - 6البكتريا والفيروسات:

يمكن أن تسبب الطفيليات الحية التي تعيش وتتكاثر عبر المياه أمراض التيفونيد والباراتيفونيد والديزنطاريا والكوليرا ويوجد ثلاثة أشكال رئيسية للبكتريا:

- (المكورات) بقياس $(1-2) * 10^{-3}mm$

- (العصيات) بأبعاد $(1-4) * 10^{-3}mm$

- (الحلزونيات) بأبعاد $(1-20) * 10^{-3}mm$

تكون البكتريا عادة بدون لون وشفافة وبعد تلوينها يمكن رويتها ولها قشرة رقيقة ونفوذة تحافظ على شكل خارجي ثابت.. تختلف الفيروسات عن البكتريا بأنها عبارة عن كائنات دقيقة بأبعاد $(16-30) * 10^{-3}mm$ ترى فقط بالمجهر الإلكتروني ولا تملك بناء خلوي لكن تتكون من حمض النيوكلين ومغطاة

بقشرة زلالية ولها شكل كروي فأحيانا تأخذ شكل قشريات منحنية أو مستقيمة ولا تتكاثر الفيروسات في أوساط اصطناعية مغذية. يمكن أن تعيش الفيروسات في الوسط البارد وتحافظ على نشاطها وذلك لسنوات عديدة لكنها تموت عند بلوغ درجة حرارة الماء 90c° وما فوق ويمكن لمختثرات شوائب المياه القضاء على 40% من الفيروسات و على % 85 من العصيات المعوية.

توجد ظروف ملائمة من درجة ال pH لكل نوع من الميكروبات لكن الانحراف عن هذه القيم يؤدي إلى تخثر البروتوبلاسما الغروانية ويخرب الوظائف الخلوية. إن التحليل البيولوجي للمياه لتحديد البكتريا الممرضة صعب جدا لذلك نعمل عند التحليل البكتر بيولوجي إلى تعيين العدد الكلي للبكتريا في (1 mL)ماء والتي تنمو بحرارة ° 37 C والعصيات المعوية - بكتريا كولي. يدل وجود بكتريا - كولي في المياه على تلوثها بمياه المجاري المنزلية. يسمى الحجم الأصغري من المياه ب (mL1) -الذي يوجد فيه عصية معوية واحدة ب (معايرة -كولي) أما كمية العصيات المعوية الموجودة ب (1 L) من المياه فتسمى ب (مؤشر - كولي).

1 - 7استقرار المياه :

يجب أن تكون المياه التي تستخدم في أعمال الإنشاء للبيتون محققة لمواصفات الكود العربي السوري من حيث الملوحة وال pH والمواد العضوية ... الخ، ويمكن عادة استخدام المياه الصالحة للشرب، في كافة أعمال البيتون.

تسمى المياه مستقرة عندما تكون خواصها لا تؤدي لحل كربونات الكالسيوم ولاتؤدي إلى ترسبها. يرتبط استقرار المياه بالتوازن الديناميكي بين مختلف أشكال حمض الكربون.

$$2Hco3 \leftrightarrow Co3^{-2} + CO2 + H2O$$

يسمى ثاني أكسيد الكربون الحر CO2 اللازم لمساندة البيكربونات في المحلول بحمض الكربون التوازني.

إذا زاد تركيز حمض الكربون المنحل في الماء عن الحد التوازني عند ذلك يدخل فائض CO2 بتفاعل مع كربونات الكالسيوم ويحلها.

$$CaCO3^{-2} + CO2 + H2o \rightarrow CaCHCo3 \qquad 1\text{-}1$$

يسمى الماء الذي يكون فيه تركيز حمض الكربون الحر أكبر من الحد التوازني عداونيا او مسببا للصدأ.

تنخر المياه المسببة للصدأ البيتون وتحل كربونات الكالسيوم الداخلة في تركيبه بالإضافة لذلك تنفي إمكانية تشكيل ترسبات كربونية على جدران الأنابيب. يؤدي غياب الطبقة المقاومة (المانعة) إلى تماس الماء مع المعدن الذي وعند وجود الأكسجين المنحل في المياه الطبيعية يؤدي إلى صدأ المعدن.

عند نقصان وجود CO2 عن حده التوازني يؤدي إلى حركة توازن المعادلة (1-1) باتجاه اليمين و عند ذلك تشكل كمية إضافية من CO2 مع زيادة في الوقت نفسه لتركيز أيونات CO3 التي تدخل بتفاعل مع كاتيونات الكالسيوم الموجودة عادة في المياه مشكلة كربونات الكالسيوم التي تترسب.

$$Ca + Co3^{-2} \rightarrow CaCo3 \qquad 1\text{-}2$$

المياه التي تحتوي على كمية من حمض الكربون الحر بكمية أقل من التركيز التوازي تسمى غير أكاله ، مع العلم أنها تؤدي إلى ترسب كربونات الكالسيوم.

يحدد استقرار المياه بالنسبة للبيتون بطريقتين:

- (الاختبارات الكربونية الطريقة التجريبية):

بالطريقة الحسابية حسب معطيات تحليل المياه لمؤشر إشباع المحلول بكربونات الكالسيوم (طريقة حسابية تقريبية). يحدد مؤشر الاستقرار بالطريقة الأولى من العلاقة:

$$C = \frac{A1}{A2}$$

حيث :

A1 : قلوية المياه الخامية mg – eq \L

A2 : قلوية المياه بعد خلطها وهزها مع كربونات الكالسيوم mg –eq \L

إذا كان:

C 1<C تكون المياه أكاله (عدوانية)

C > 1 تميل المياه الى ترسيب كربونات الكالسيوم

C =1 تكون المياه مستقرة

بالطريقة الثانية (الحسابية) : يحسب مؤشر إشباع الماء بكربونات الكالسيوم j بالعلاقة

$$j = pH0 - pHs$$

حيث pH0 : هي قيمة المياه المختبرة

pHs : هي قيمة pH المياه الموازنة المشبعة بكربونات الكالسيوم وتحدد قيمة pHs بالعلاقة :

$$pHs = f1(t) - f2(Ca^{2+}) - f3(A1) + f4(P)$$

حيث :

$f1(t), f2(Ca^{2+}), f3(A1), f4(P)$: قيم تتعلق بحرارة المياه وتركيز الكالسيوم فيها وبالقلوية وبالملوحة الكلية وتحدد قيمة pHs بمنحنيات خاصة:

إذا كان : 0.25- > j تكون المياه عدوانية

0.25+ < J تؤدي المياه الى ترسيب كربونات الكالسيوم

0.25 -+ = J تكون المياه مستقرة

1 - 8مواصفات المياه المستخدمة في المجال الزراعي:

تصف المياه المستخدمة لشرب الحيوانات والطيور بنفس مواصفات مياه الشرب المستخدمة للإنسان تقريبا مع بعض السماح بتدني مواصفات الرائحة واللون والشفافية والحرارة والملوحة أما بالنسبة للمياه المستخدمة لإرواء الأراضي فيجب ألا تزيد الملوحة فيها عن 1.5 g/l .

وإن وجود كبريتات وكلورايد الصوديوم في مياه الري وبشكل خاص كربونات الصوديوم تجعل من هذه المياه غير صالحة لأغراض الزراعة لأنها تسبب ملوحة التربة أما وجود كبريتات الكالسيوم و كربونات المغنيزيوم بالحدود المسموح بها غير ضار بالزراعة.

1 - 9مواصفات مياه التبريد ومياه المراجل البخارية:

يجب أن تتصف مياه تبريد الأجهزة والمحركات والعنفات بعدم تشكيل ترسبات بيولوجية وكيميائية تسبب سدة وتشكل صدأ سطوح المبردات لذلك تحدد كمية المعلقات اللاعضوية المسموح بها (رمل، غضار، طين) والتي تزيد من سماكة الترسبات

كما تحدد كمية المركبات العضوية التي تعمل على نمو الطحالب والأشنيات على جدران السطوح ويحدد أيضا تركيز الملوحة التي تسبب الترسبات لذلك يجب ألا يزيد تركيز الحديد عن 0.1 mg/l و الكربونات عن 2-7 mg-eq /l

تحدد مواصفات مياه تغذية المراجل البخارية بحسب نوعية المراجل والضغط المطبق عليها وعادة تكون هذه المياه خالية من المعلقات والأملاح المسببة للعسارة وأيضا خالية من الأكسجين المنحل لأن وجود هذه العناصر تسبب الترسبات وتؤدي إلى انتقال الأملاح مع البخار وكذلك صدأ المعادن.

1 - 10مناطق الحماية حول المصادر المائية :

لا داعي لترسيخ مناطق الحماية زيادة عن المناطق المحسوبة التأثير في حالة الضخ الأعظمي والتصريف الأدنى للطبقة الحاملة ويمكن اعتبار ما يلي :

1- منطقة حماية أولى :

غايتها حماية المنطقة والمياه من كل تلوث خارجي

ويجب السعي إلى استملاكيا لصالح المؤسسة المستفيدة ، والأنسب فرشها بطبقة من العشب (المرج) ومنع كل تلم أو ثغرة في الطبقة الحية ويمكن في حالة الضرورة تقوية الأماكن الضعيفة بوضع مواد نظيفة وكتيمة.

ويجب حماية المنطقة من عوامل التعرية والفيضان والمنجرات حتى لأغراض جيوفيزيائية والشيء نفسه ينطبق على المكافحات الكيميائية للحشرات ويجب تسوين المكان لمنع دخول من ليس له

عمل. ويمكن توسيع المحطة في مكان الضخ أو المأخذ في حالة نبع من جهة واحدة وهي جهة جريان الماء من (50 - 10) m وبعض الحالات الخاصة أقل من ذلك وبحيث لا يوجد تلوث في المنطقة الثانية من جراء فضلات الإنسان والحيوان. ٢

- منطقة الحماية الثانية:

غايتها الحماية ضد التلوث الجرثومي مهما كان منشأه والناجم عن التلوث بمياه المجارير أو الحيوانات أو وجود شق في طبقة الحماية. ولإمكانية إزالة كافة الأخطار يمكن اعتبار العوامل التالية مخففة للأخطار وهي:

أ- شبكة مجاري كتيمة، جور فنية كتيمة، حماية المنطقة من الفيضان .
ب- حماية الأقنية الحاملة للمياه القذرة ضد التسرب أو رفعها من المنطقة.
ت- إملاء الحفر بمواد نظيفة .
ث- تسوية الأماكن التي تجاوز فيها المياه الجوفية سطح الأرض.
ج- رفع المواد الضارة.
ح- تحويل سير المركبات عنها.

في حالة النبع تكون المنطقة بشكل مقطع دائري مركزها مكان أخذ المياه إلى الخط الذي يجعل حركة المياه فيه مدة خمسين يوما في الطبقة الحاملة.

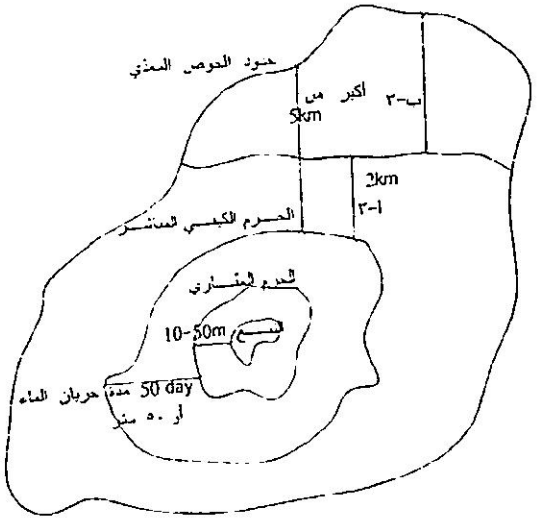
أو بطول خمسين مترا ويمكن عدم الأخذ بمنطقة الحماية الثانية هذه في حالة وجود المياه في عمق كافي. وفي طبقة كتيمة جدا.

٣ -منطقة الحماية الثالثة :

غايتها الحماية من المواد الكيمائية والمشعة وكل الملوثات التي تضر بالمياه الجوفية. فإذا كانت منطقة تغذية المصدر المائي أطول من 2 كم تقسم هذه المنطقة إلى قسمين:

أ- بطول ٢ كم.
ب- حتى نهاية منطقة التغذية

وفي حالة عدم تقسيم المنطقة الثالثة إلى (أ) و (ب) تعتبر المنطقة كلها (أ) (انظر الشكل 5-1)



الشكل 5-1

تعد المنشآت التالية خطرة بالنسبة للمياه الجوفية :

البطاريات - الأمونياك - طلاء المعادن - الكيميائية - مصافي البترول - خزانات وقود كبيرة مصابغ - منشآت تصوير - غاز - الفحم - مولدات الغاز - الكوتشوك . - المدرجة - استخراج المواد المشعة - البوتاس - المالح - البلاستيك - الجلود - المصابغ المعدنية - الزيوت المعدنية - حمض الكبريت - الكبريت - الصودا - المفرقعات - أصبغة بترولية - معامل نسيج - نسيج اصطناعي - غلفنة - مواد غسيل - مغاسل - تنك - سللوز - سكر - وكل معامل مشتقات ... هذه المواد.

حيث اتخذ الحرم المباشر هو الحرم العقاري حسب القوانين النافذة ويعتبر عرضه 10م من أعلى منسوب المياه النبع ويمكن توسيعه حسب وضع النبع كما تم ذلك في نبع عين التنور والبرهانية.

وتم أيضا اعتبار الحرم الكيفي المباشر حرمة لمنع التلوث المباشر والجرثومي وحددت النشاطات بداخله. أما الحرم الكيفي الهامشي وهو الذي يغطي الحوض المغذي للنبع وحددت أيضا الاشتراطات اللازمة لمنع تلوث المياه الجوفية.

وأخيرا بعد تحديد مناطق الحماية لكل نبع بناء على دراسات خاصة ب يجب تطبيق ومراقبة ذلك بدقة .