صفات المياه الطبيعية والمعايير العالمية

لمياه الشرب والمياه الصناعية

المجموعة الهندسية للأبحاث البيئية

env-gro.com

صفات المياه الطبيعية والمعايير العالمية

لمياه الشرب والمياه الصناعية

الدكتورة المهندسة

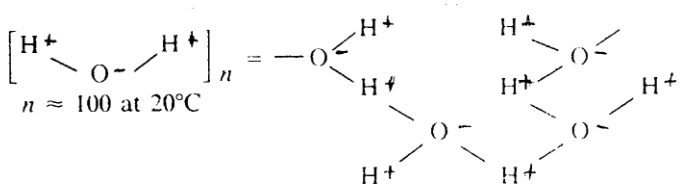
سلوى حجار

أستاذة الهندسة الصحية في قسم البيئة

المجموعة الهندسية للأبحاث البيئية Environmental Engineering Group ENV-GRO.COM

الماء وملوثاته :

يبدو الماء بسبب شيوع وجوده في الطبيعية وكأنه مادة بسيطة ، ولكنه على كل حال معقد بالشكل الكيميائي له . وإن جزيء الماء ليس متناسباً ، وإن طبيعته غير المتوازنة تضفي عليه صفة قطبية تسمح للجزيئات الإفرادية أن تلتصق مع بعضها بروابط هيدروجينية مشكلة صفوفاً هي في حالة ثابتة من السيلان ويبين الشكل عرضاً مبسطاً لهذه الصفوف :



إن الصفة القطبية للماء والرابطة الهيدروجينية يشرحان فعله كمحل عام تقريباً. حيث أن بعض المركبات كالكحولات والسكريات تنحل بالرابطة الهيدروجينية ومركبات أخرى مثل الأملاح القابلة للتأين تنحل عبر معادلة الشوارد ذات الشحنة المعاكسة في عناقيد من جزئيات الماء .

وبشكل عام تصنف مياه الطبيعة إلى مياه أمطار ومياه بحار ومياه سطحية (بحيرات ، مستنقعات ، أنهار ، ...) ومياه جوفية . ولكي يكون الماء قابلاً للتقديم إلى الإمداد العام لأغراض الشرب فإنه يجب أن يكون نقياً إلى حد ما ومعقماً وذا طعم سائغ . ولكن لا يجب أن يكون نقياً تماماً من الناحية الكيميائية لأن الماء الخالي من بعض المواد المنحلة والعالقة غير مستساغ وغير صحي .

ولكل نوع من أنواع مياه المصادر المائية خواص تختلف عن غيرها فمثلاً تحوي مياه الأمطار الكثير من الغازات المنحلة . وتحوي المياه السطحية على نسبة عالية من المواد العالقة . وقد تحوي المياه الجوفية على نسبة كبيرة من مركبات العسرة أو ثاني أكسيد الكربون .

إن بعض الملوثات التي يحملها الماء يمكن أن تزال منه أثناء مروره عبر التربة كنتيجة لعمليات الرشح والتبادل والامتزاز . ملوثات أخرى يمكن أن تزال من المياه السطحية بالترسيب والفعاليات البيولوجية . أما باقي الملوثات فإننا نزيلها عادة في محطات معالجة المياه ، وفي نفس الوقت فإن شوائب جديدة يمكن أن تنتج بالإنحلال وبتفاعلات التبادل في التربة . وأيضاً يمكن أن تنتج ملونات جديدة عن تراكم وعدم تحلل الفضلات المصرفة في المياه السطحية . وأخيراً فإن ملوثات أخرى قد تنتج عن عمليات معالجة المياه أو عن تفاعل الماء مع أنابيب توزيع المياه . وليست كل هذه المواد مؤذية بل إن بعضها يمكن أن يكون نافعاً لصحة الإنسان .

تستعمل مياه الأمطار كمصدر للإمداد بمياه الشرب وخاصة في الجزر المحيطية حيث لا يتوفر مصدر آخر للشرب . ويتم استعمال مياه الأمطار هذه بمعالجة بسيطة ، شريطة أن تكون منطقة تجميع الأمطار ومرافق التخزين محمية بشكل صحيح .

تكون المياه السطحية المصدر الأكثر شيوعاً للتزويدات البلدية الكبيرة . ولكن بسبب التلوث الواضح لسطح الأرض تعتبر المياه السطحية بشكل عام غير أمينة للاستعمال بدون معالجة .

أما المياه الجوفية فهي تمتص أثناء ارتشاحها عبر الأرض ثاني أكسيد الكربون والحموض العضوية مما يزيد في قابلية الماء لحل المواد الأخرى وخاصة المعدنية منها ، وهذا يجعل المياه الجوفية حاوية على كمية عالية من المواد المنحلة . أما الأكسجين المنحل في الماء قبل أن ينفذ عبر طبقات الأرض فإنه يستهلك في أكسدة المواد العضوية، لذا تفتقر المياه الجوفية إلى الأكسجين المنحل .

وإن الحكم على مدى صلاحية المياه للشرب يتوقف على نتائج تحاليل هذه المياه من الناحية الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية ، وعلى مطابقة هذه النتائج للشروط العالمية الواجب توفرها في مياه الشرب .

كذلك فإن الحكم على مدى صلاحية مياه مصدر ما للاستعمال في صناعة معينة يتوقف على مطابقة نتائج تحاليلها لمتطلبات مياه هذه الصناعية . فمثلاً قد يعتبر ماء الشرب ملوثاً بالنسبة إلى بعض الاستعمالات الصناعية أو الطبية.

تتضمن التحاليل الفيزيائية لمياه الشرب معرفة درجة حرارة مياه المأخذ ولونها ورائحتها وطعمها وكمية المواد العالقة فيها.

وتتضمن التحاليل الكيميائية لمياه المصدر المعد للشرب الحامضية والقلوية ومركبات النشادر ومركبات النتريت والنترات وكمية المعادن فيها وكمية المواد السامة وكمية الأكسجين وكمية الهالوجينات ومركبات العسرة والمواد ذات السطوح الفعالة ومبيدات الحشرات والفينول والفوسفات وغيرها 000000(PH)كالمنظفات ودرجة

وتتضمن التحاليل البكتريولوجية معرفة نوع الجراثيم الموجودة في الماء وكميتها وخاصة الكوليفورم والبكتريا الحديدية والكبريتية وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة.

أخذ العينات :- 1 – 1

يجب أخذ العينات بعدد كاف لإظهار التغيرات في المعطيات ، وإن الالتقاط الصحيح للعينة في الزمان والمكان الصحيحين هام جداً ، فقد يحكم على مصدر جيد للماء بأنه غير صالح للاستخدام بسبب إصبع ملوثة في فم زجاجة العينة ، أو بسبب جمع كمية من المادة الطافية على السطح أو جمع مواد مترسبة من القاع .
تؤخذ عادة عينة إجراء التجارب من آبار المياه الجوفية بعد أن يتم ضخ الماء من البئر مدة (12) ساعة متواصلة، تليها أخرى بعد (36) ساعة من بدء الضخ.
أما بالنسبة إلى المياه السطحية فتؤخذ عينات في فصل الربيع وقت الفيضان ، وأخرى في فصل الصيف في وقت هبوط مستوى الماء إلى حده الأدنى ، وفي وقت الأمطار الخريفية وفي منتصف الشتاء ، على أن لا يقل عدد العينات عن ثلاث لكل مرة . ويضاف إلى هذه العينات عينة بعد عاصفة مطرية كبيرة وذلك من أجل البحار والبحيرات الكبيرة .
ويرافق أخذ العينة تقرير عن مكانها ودرجة الحرارة وقت أخذها ولونها ورائحتها وحمض الكربون وأكاسيد الحديد على الواقع (PH)وعكارتها ، كما يفضل أن يحدد كل من . بحيث تجرى باقي الاختبارات خلال مدة (48) ساعة للمياه شديدة التلوث و (72) ساعة للمياه قليلة التلوث وفي هذه المدة تبقى العينة محفوظة في البراد .

1 – 2 – التحليل الفيزيائي:

Specific)يشمل اللون والعكارة والرائحة والطعم والناقلية النوعية Conductance):

الحرارة:- 1 – 2 – 1

إن المجال المرغوب لدرجة الحرارة من أجل الإمداد العام هو من 4 إلى 10) م ، أما إذا زادت ◦درجات مئوية ونادراً ما تقل درجة حرارة المياه الطبيعية عن (4) م فيصبح الماء أقل سائغية ، وأقل ملاءمة لبعض ◦درجة حرارة الماء عن (10) م تصبح ◦الاستعمالات كمكيفات الهواء . وعندما تزيد درجة الحرارة عن (25 م فتصبح ◦- 35 ◦المياه غير مرغوب بها ، أما إذا وصلت درجة حرارتها إلى 30 غير مناسبة للإمداد العام ، من تأثيرات الماء الساخن ما يلي :

1– ازدياد معدل إبادة بعض الجراثيم كتلك المسببة للحمى التيفية (Salmonella Typhosa).

2– يزداد معدل تكاثر بعض الجراثيم كجراثيم التخمر (Putrefaction).

3–30 يزداد معدل نمو كثير من الكائنات المجهرية حتى درجة حرارة بين ◦-38 م.

4– يزداد تأثير المعقمات.

5– تقل اللزوجة والكثافة فوق (4 ◦ م).

6– قد يتحسن تشكيل الندف بالمواد الكيميائية وتتحسن عملية الترسيب اللاحقة.

2- اللون:- 2 -1

لا يملك لون الماء أهمية خاصة ، ما عدا أنه ربما وضح لنا مصدر الماء ، ولكن اللون غير مستحب من الناحية الجمالية ، وقد يؤثر على عمليات التصنيع فيصبغ النسيج مثلاً .

بلاتين حيث – على مقياس الكوبالت (Hazen)ويعبر عن لون الماء بواحدات واحدة .(50)يصل لون مياه المستنقعات إلى

WHO (World Health Organization)وتنص معايير منظمة الصحة العالمية واحدات وأن (5)من أجل ماء الشرب أن الحد المرغوب به للون ماء الشرب هو واحدة .(20)أعلى مستوى مسموح به هو

وعادة يعود لون الماء إلى وجود مواد عضوية بشكل معلق غرواني أو إلى وجود مواد معدنية منحلة . وقد يظهر الماء بلون أحمر أو أسود أو أزرق أو أصفر أو أي لون آخر. فاللون الأحمر ينتج عن وجود مركبات الحديد . وقد تبدو مياه المستنقعات سوداء بسبب اتحاد الحموض العضوية مع الرصاص ومع الجبس ، والماء الأزرق ينتج عادة عن النحاس أو عن مركبات النحاس المعلقة أو المنحلة في الماء .

أما الصباغ الأصفر فقد يشير إلى وجود حديد قد أزيح من الماء بالأكسدة أو بسبب تحرر ثاني أكسيد الكربون .

الرائحة والطعم:- 3 – 2 -1

تنتج رائحة وطعم الماء عن أحد العوامل التالية مجتمعة أو منفردة : وجود عضويات دقيقة سواء كانت ميتة أو حية ، أو وجود غازات منحلة مثل كبريت الهيدروجين (H_2S) والميتان (CH_4) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) ، والأكسجين (O_2) ، أو وجود مواد معدنية مثل كلور الصوديوم ومركبات الحديد والكربونات والكبريتات وغيرها من العناصر المعدنية ، أو وجود الفينول والمواد الزيتية والقطرانية وخاصة بعد كلورتها .

قد يكون طعم الماء مرغوباً كالطعم الذي يضفيه انحلال الأكسجين أو ثاني أكسيد الكربون في الماء .

أما سبب طعم الماء غير المستساغ فيعود إلى التلوث بفضلات المناجم الحامضية أو بالمخلفات الصناعية التي يشكل تقطير الفحم والخشب الجزء الأكبر منها. وهذا الطعم (دوائي أو كيميائي) يمكن كشفه ولو كان بتراكيز ضعيفة جداً تصل حتى (1) في البليون . وتزيد الكلورة من حدة الطعم غير المستساغ ، كما يصعب التخلص من هذا الطعم .

وقد ينشأ الطعم من تفاعل الماء مع المواد المغلفةللخزانات وللأنابيب (المواد الاسفلتية أو البيتومينية) .

أما رائحة الماء فهي تتغير حسب درجة حرارته ويعبر عن الرائحة عادة بشكل كيفي أي قوية أو متوسطة أو ضعيفة.

1- 2 – 4 – الناقلية النوعية (Specific Conductance):

تعرف الناقلية النوعية بأنها عكس المقاومة مقدرة بالاوم . وذلك لعمود من الماء طوله (1) سم ومقطعه العرضي (1) سم2 في درجة حرارة (25 ◦ م) تقدر عادة الناقلية النوعية التي تؤمن (mohs) بالموز . وبشكل عام فإن الناقلية النوعية التي تؤمن تربية جيدة للأسماك تتراوح بين (150- 500) 10 $^{-6}$ موز (موز = 1/اوم) عند درجة حرارة (25 ◦ م) . وأن الناقلية النوعية للماء النقي هي بحدود (5.5 × 10 $^{-8}$) موز وذلك في درجة حرارة (25 ◦ م) . والناقلية النوعية لأنقى مياه المطر عند درجة حرارة (25 ◦ م) هي (128 × 10 $^{-6}$) موز ولمياه البحر في درجة حرارة (25 ◦ م) هي (17.6 × 10 $^{-4}$) موز .

1- 2 – 5 - العكارة (Turbidity):

يحصل تعكر الماء بوجود أجسام صلبة معلقة في الماء ، وتقاس العكارة بمقدار مقاومة الماء لمرور حزمة ضوئية من خلاله ثم مقارنة العينة مع محاليل عيارية ، وعادة تكون الوحدة القياسية للعكارة NTU (Nephelometric Turbidity Unit) في لتر من الماء . مكافئة لمعلق (1) ملغ من السيليكا (SiO_2).

تقترح منظمة الصحة العالمية (WHO) بأن لا تتجاوز العكارة في الحالة العادية (5 NTU) علماً بأن أعمال تنقية (25 NTU) وفي الحال الأعظمية لا تتجاوز أحياناً (0.1 NTU). مياه الشرب تنقص العكارة إلى أقل من

يمكن أن يكون الأثر القليل جداً من العكارة في الماء النقي بالحالة الاعتيادية مثل حالة بئر كلسية مؤشراً على تلوث حاد . ويمكن للماء الجوفي الذي يحتوي على الحديد أن يكون صافياً في البداية ومن ثم يصبح عكراً يميل لونه إلى البني بشكل خفيف عند تلامسه مع الهواء. وبشكل عام فإن الأثر السيء الأكبر للمواد العالقة في الماء هو أنها تؤمن حماية للمتعضيات أثناء عملية التعقيم .

1- 2 – 6 – الأجسام الصلبة الإجمالية (T.S):

يمكن قياس كمية الأجسام الصلبة الإجمالية بتبخير عينة من الماء ووزن الفضالة المتبقية . كما يمكن قياس كمية الأجسام الإجمالية المنحلة في الماء بتبخير عينة من المياه الراشحة عبر ورق الترشيح . ومن ثم وزن الفضالة المتبقية بعد التبخير .

يمكن قياس كمية المواد الصلبة المنحلة الإجمالية بقياس الناقلية الكهربائية واستعمال منحني للمعايرة .

1 – 3 – التحاليل الكيميائية للمياه :

تشمل التحاليل الكيميائية للمياه عدداً كبيراً من التحاليل ولكي نستطيع تقييم
1)لتفسير التحاليل الفيزيائية والكيميائية لعينة ـالمصدر المائي نستعين بالجدول (م
ماء. وفي هذا الجدول النتائج معطاة بواحدات ملغ/ل حيثما أمكن .

1– 3 – 1 – الحامضية (Acidity):

ومعظم أسباب الحامضية تعود (7) أصغر من (PH)للماء الحامضي قيمة لـ
إلى وجود ثاني أكسيد الكربون في الماء أو الحموض المعدنية أو الحموض العضوية
أو أملاح الحموض القوية التي تعطى بالحلمهة شوارد الهيدرونيوم للمحلول .
إن معظم مياه المستنقعات حامضية بسبب تحلل المادة العضوية للنبات منتجة
حمض الكربون والأحماض العضوية .
وقد نحصل على مياه أمطار حامضية بسبب حدوث حمض الكبريت عند
هطول مطر عبر جو صناعي ملوث .
معظم المياه الحامضية تسبب التآكل الكيميائي .
كما يجب أن نمنع استعمال شبكات الأنابيب الرصاصية في نظام التوزيع
الذي ينقل مياها حامضية ، بسبب إمكانية التقاطها للرصاص السام .
وإن مياه المستنقعات والآبار غير العميقة والمحتوية على الحديد هي غالباً حامضية .

1– 3 – 2 – القلوية (Alkalinity):

إن سبب القلوية هو وجود البيكربونات والكربونات وهيدروكسيدات الكالسيوم
والمغنزيوم والبوتاسيوم والصوديوم وأحياناً السيليكات والفوسفات والأكثر شيوعاً
من هذه المركبات هو بيكربونات الكالسيوم .
تقاس عادة قلوية الماء بالمعايرة الحجمية لعينة مياه الطبيعة ، إما باستعمال
حمض كلور الماء أو حمض الكبريت وذلك بوجود كاشف الفينولفتالئين ثم بوجود
كاشف من مركبات الميتيل .
بالمعايرة الحجمية يعطي الفينول فتالئين تغير اللون من الزهري إلى اللون
) ويعطي الميتيل أورانج 8.4 وبين 8.2 تتراوح بين ((PH)الشفاف وذلك عند قيمة لـ
) . فإذا قارنا هذه المعلومات 4.3 وبين 4 تتراوح بين ((PH)تغير اللون عند قيمة لـ
1) نلاحظ أن نقطة تغير لون الفينول فتالئين توافق لحظة ـمع معطيات الشكل (1
إلى قيمتها العظمى . (HCO_3^-) في الماء ووصول قيمة شوارد (CO_3^{2-})انعدام شوارد
ويبقى فقط (HCO_3^-)أما الميتيل أورانج فهو يغير لونه عندما تنعدم في الماء شوارد
من مركبات حمض الكربون .(CO_2)
عند المعايرة بوجود الفينول فتالئين تحصل التفاعلات التالية :
تفاعل الحموض مع جذر الماءات (بوجود مركبات الماءات) :ـآ

$$OH^- + H^+ \rightarrow H_2O$$

تفاعل الحموض مع جذر الكربونات (بوجود مركبات الكربونات) :ـب

$$CO_3^{2-} + H^+ \rightarrow HCO_3^-$$

هذه التفاعلات تدل على أن كمية الحموض المستعملة في المعايرة بوجود الفينول فتالئين تكافىء كمية شوارد الماءات ونصف شوارد الكربونات وذلك بواحدات ميلي مكافىء/ل) 2هي CO_3^{2-}مكافىء/ل (حيث أن شاردة الكربونات ثنائية التكافؤ وقيمة $\phi = OH^- + 0.5\ CO_3^{2-}$وبالتالي يمكن أن تكتب :

حيث :

ϕ . هي قيمة قلوية الماء بوجود كاشف الفينو لفتالئين بواحدات ميلي مكافىء/ل

: هي قيم هذه الشوارد بميلي مكافىء /ل . CO_3^{2-} و OH^-

بوجود كاشف الميتيل أورانج تتم التفاعلات كما يلي :

$$HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$$

وبالتالي فإن الكمية الكلية للحموض المستعملة منذ بدء المعايرة وحتى نهايتها تكافىء الكمية الكلية للقلويات في الماء أو قلوية الماء الكلية :

$$M = OH^- + CO_3^{2-} + HCO_3^-$$

هي قلوية الماء الكلية آخذين بعين النظر كل كمية الحموض اللازمة Mحيث : للمعايرة بالفينول فتالئين والميتيل أورانج .

إن تحديد قلوية الماء بالفينول فتالئين والميتيل اورانج يسمح بمعرفة مركبات هذه القلوية (CO_3^{2-}) 1).وذلك بفرض أنه يوجد في الماء إما مجموع جذري ـكما في الجدول(1 أو أحد هذه الجذور فقط .(OH^-) و (CO_3^{2-}) أو مجموع جذري (HCO_3^-) و

1)ـالجدول (1

قيم مركبات قلوية الماء

العلاقة بين ϕ و M	مركبات القلوية الموجودة في الماء	قيمة مركبات قلوية الماء		
		البيكربونات	الكربونات	الماءات
$\phi = 0$	**شوارد البيكربونات**	**M**	**0**	**0**
$2\phi < M$	البيكربونات والكربونات	$M - 2\phi$	2ϕ	0
$2\phi = M$	الكربونات	0	2ϕ	0
$2\phi > M$	شوارد الكربونات والماءات	0	$2(M - \phi)$	$2\phi - M$
$\phi = M$	شوارد الماءات	0	0	M

وكثيراً ما يدل على القلوية والحامضية بواحدات ملغ /ل مثل كربونات الكالسيوم($CaCO_3$)

وهناك بعض الأنواع (100 – 200 mg/l) إن قلوية العديد من المياه هي ضمن المجال ولا ينتج أي أذى من استهلاك مياه كهذه .(400 mg/l)من المياه التي تصل قلويتها إلى

1 – 3 – 3- الألمنيوم (Aluminum):

إن وجود الألمنيوم في المياه الطبيعية بكميات كبيرة ليس شائعاً ولكنه قد يكون منحلاً من أوعية الطبخ .

يمكن أن ينشأ تآكل الألمنيوم بالماء الحامل للنحاس ولو كانت كمية النحاس صغيرة جداً ، كما أن بعض المياه القلوية والتي تحتوي على كربونات الصوديوم

تسبب تآكل الألمنيوم ، وأيضاً قد يوجد الألمنيوم في الماء بسبب الجرعات غير الصحيحة من كبريتات الألمنيوم المستعمل كمادة مروبة.
وبشكل عام فإن الماء المرشح يجب أن لا يحتوي على أكثر من
من الألمنيوم. وقد تبين حديثاً أن التراكيز المرتفعة من الألمنيوم في الماء (0.15 mg/l)
تترافق مع الاضطرابات العصبية مثل مرض الزهايمر وخرف الصتم
بالإضافة إلى مشاكل فيزيولوجية بين مرضى الديال (Presenile dementia)
(Dialysis patients).

1- 3 - 4 - النحاس (Copper):

نادراً ما يوجد النحاس في المياه الطبيعية ولكنه يمكن أن يدخل إلى ماء التغذية من جراء استعمال الأنابيب النحاسية ، أو من معالجة مياه الخزانات بكبريتات النحاس من أجل إنقاص الطحالب .

إن النحاس سام جداً بالنسبة للأسماك ولكن الآثار الناتجة عن أنابيب النحاس نادراً ما تكون مؤذية للإنسان.
)قد تسبب التراكيز الضعيفة للنحاس حتاً للمعادن ، حيث أن كمية
) من النحاس كافية لزيادة معدل الحت والتآكل للفولاذ المغلفن وأن كمية (0.1 mg/l
تسبب حفراً للألمنيوم . إن أعلى مستوى مرغوب به للنحاس في ماء (0.02 mg/l
والمستوى الأعظمي (0.05 mg/l)الشرب حسب مقترحات منظمة الصحة العالمية هو
وذلك فيما يتعلق بالطعم والحت والبقع الخضراء على (1.5 mg/l)المسموح به هو
من النحاس في الماء ولكن هذه (1 mg/l)التجهيزات الصحية والتي يسببها وجود
لن تكون سامة للكائنات الحية .(1.5 mg/l)الكمية

1- 3 - 5 - الحديد (Iron):

غالباً ما يوجد الحديد في الماء غير المعالج ، ويمكن أن يوجد بكمية قليلة في المياه المنقولة إلى المستهلك عندما يكون الماء بتماس مع الأنابيب الحديدية . هذا المعدن ليس مؤذياً ولكن هناك اعتراضان على وجوده فوق كمية محددة:
آ- يمكن أن يجعل الماء غير سائغ ويعطيه طعماً مراً إذا وجد بكمية كبيرة.
ب- عندما يكون الماء مكشوفاً على الهواء ويأخذ الأكسجين فمن المحتمل أن يترسب الحديد مما يسبب بقعاً بنية فوق المغاسل والحمامات والبالوعات وملابس الغسيل .
هذا بالإضافة إلى أن كبريتات الحديد تسبب حموضة للماء وتؤدي إلى تآكل الحديد والنحاس الأصفر ، لهذا نحتاج إلى الأنابيب البرونزية لنقل المياه الغنية بكبريتات الحديد . وأيضاً قد تعطي الكائنات الحية التي تعتمد في حياتها على مركبات الحديد طعماً ورائحة وتجعله ما يسمى بالماء الأحمر.
أعلى مستوى مرغوب به للحديد في مياه (WHO)تعطي المعايير العالمية
أما المعايير الأوربية (1 mg/l) والمستوى الأعظمي المسموح به (0.1 mg/l)الشرب
كأعلى مستوى مرغوب وأن (0.1 mg/l)فهي أكثر دقة في هذا الموضوع إذ تحدد
)دخول مياه تحوي أكثر من هذا الحد يسبب بعض المشاكل ، كما أن كمية
من الحديد في الماء تسبب شكوى واضحة .(0.5 mg/l

1- 3 - 6 - المنغنيز (Manganese):

يندر وجود المنغنيز في مياه الطبيعة بالمقارنة مع الحديد ، وسلوكه مشابه لسلوك الحديد فهو يميل إلى الترسب من الماء بوجود الأكسجين أو عند إضافة الكلور.

تعتبر الكميات العالية من المنغنيز سامة ، ولكنه يجب أن يعالج قبل أن يصل إلى هذا المستوى بفترة طويلة .

يمكن لمياه المستنقعات والآبار أن تحتوي على كمية كبيرة من المنغنيز ، ويمكن لماء قاع خزانات التجميع أن يلتقط المنغنيز من تربة أرضية الخزان أو من الرواسب .

كحد أعظمي للمنغنيز في ماء الشرب. ولكن من (0.2 mg/l)يمكن اعتبار كمية الممكن جداً أن تسبب كمية أقل من ذلك مشاكل لاحقة في شبكة التوزيع ، ولهذا كمستوى (0.05 mg/l)قيمة للمنغنيز في ماء الشرب (WHO)تعطي المعايير العالمية كمستوى أعظمي مسموح به.(0.5 mg/l)أعظمي مرغوب به، و

1- 3 - 7 - الكروم (Chromium):

إن وجود الكروم يشير إلى التلوث بمخلفات صناعية لأن مركبات هذا المعدن لا توجد في المياه الطبيعية ، وقد سمحت معايير الصحة العالمية بحدود عظمى منه في شبكة المياه العامة.(0.05 mg/l)حتى

1- 3 - 8 - الكالسيوم (Calcium):

يوجد الكالسيوم في الماء على شكل بيكربونات أو على شكل كلوريدات أو كبريتات أو نترات ، ومن الناحية العملية فإن كربونات الكالسيوم قليلة الانحلال في الماء وتكون على الأغلب في حالة مترسبة إن وجدت ، وتوجد عادة بيكربونات الكالسيوم بشكل شائع في المناطق ذات الحجر الكلسي (Chalk or Limestone) . من بيكربونات الكالسيوم .(300 – 100 mg/l)تحتوي المياه الكلسية بشكل نموذجي على إن الكالسيوم هو من أحد العناصر الأساسية في غذاء الإنسان ولكن الكمية اللازمة منه للإنسان كبيرة جداً بحيث أن وجوده أو عدم وجوده في الماء أمر غير أساسي ما لم يكن الغذاء مفتقراً إلى الكالسيوم .

1- 3 - 9 - المغنزيوم (Magnesium):

في معظم المياه العسيرة فإن نسبة العسرة التي تسببها مركبات المغنزيوم هي أقل بكثير من العسرة التي تسببها مركبات الكالسيوم . ولأملاح المغنزيوم تأثير ملين كمية أعظمية (WHO)على الأشخاص غير المعتادين عليه . وتعطي المعايير العالمية مع رقم أقل من ذلك عند وجود الكبريتات .(150 mg/l)مسموح بها من المغنزيوم

1- 3 - 10 - عسرة الماء (Hardness):

تتحدد عسرة الماء الكلية بمجموع شوارد الكالسيوم والمغنزيوم الموجودة فيه ويمكن أن تتشكل عسرة الماء من مركبات بيكربونات الكالسيوم والمغنزيوم ونسميها عسرة كربونية (عسرة مؤقتة) أو من مركبات الكلوريدات أو الكبريتات أو النترات مع الكالسيوم والمغنزيوم ونسميها عسرة لا كربونية (عسرة دائمة) .

فإذا كان مجموع شوارد الكالسيوم والمغنزيوم بواحدات ميلي مكافئ في الليتر بنفس الواحدات يكون لدينا عسرة (HCO_3^-)أكبر من قيمة شوارد البيكربونات تقدر بقيمة شوارد البيكربونات :(CH)كربونية

$$CH = \frac{HCO_3^-}{61}$$

والعسرة (TH) بمقدار الفرق بين العسرة الكلية (NCH)ويكون لدينا عسرة لا كربونية حيث تعطى العسرة الكلية بمجموع قيمة شوارد الكالسيوم والمغنزيوم (CH)الكربونية بواحدات ميلي مكافئ في الليتر .

$$TH = \frac{Ca^{2+}}{20} + \frac{Mg^{2+}}{12}$$

بواحدات ميلي مكافئ ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$) أكبر من مجموع (HCO_3^-)أما إذا كانت قيمة في الليتر تكون جميع العسرة المتوفرة كربونية .

يمكن إزالة العسرة الكربونية بالغليان (القشرة الكلسية السيليكاتية المتشكلة داخل أباريق الشاي هي عسرة مؤقتة أزيلت من الماء بالغليان) . يمكن أن تقاس العسرة بواحدات ملغ/ل مثل ($CaCO_3$) ويبين الجدول (1 درجات عسرة الماء.- 2)

الجدول (1 -2)

نوعية الماء	العسرة بواحدات ملغ/ل مثل ($CaCO_3$)	العسرة بواحدات ميلي مكافئ/ل
ماء يسير	0–50	0–1
ماء متوسط اليسرة	50–100	1–2
ماء خفيف العسرة	150 -100	2–3
ماء متوسط العسرة	150–200	3–4
ماء عسير	200–300	4–6
ماء عسير جداً	أكثر من 300	أكثر من 6

يترافق الماء العسير ببعض الصعوبات في الاستعمالات المنزلية ، أما بالنسبة إلى الصناعات فيطلب استعمال الماء اليسير في عمليات إنتاج الألياف الصناعية والأفلام والكاوتشوك والبلاستيك ولتغذية مراجل البخار . إذ تعطي المياه ذات العسرة الكربونية ترسبات كبيرة في أنابيب التغذية وفي شبكات التغذية بالمياه الساخنة .

وتعطي منظمة الصحة العالمية (WHO) القيمة (100 mg/l) مثل) للمستوى الأعظمي المسموح به للعسرة ولكن هذا الرقم منخفض بشكل غير ($CaCO_3$ المعطى من أجل الكالسيوم . (75 mg/l)مناسب ولا ينسجم مع الرقم

1- 3 – 11 – الكلورايد (Chlorides):

توجد الكلوريدات في كافة مصادر المياه ، ويكون المجال الاعتيادي للكلوريدات عندما يكون ماء النهر خالياً من أي مصدر رئيسي آخر (20 mg/l – 80)في مياه الأنهار هو

للكلورايد وأن زيادة الكلورايد عن هذه الحدود هي مؤشر لتلوثه بمياه المجاري ، إذ تحوي مياه المجاري وسطياً بحدود (70 mg/l) من الكلوريدات .
يحتوي ماء البحر على كمية من الكلورايد تساوي إلى حوالي (20000mg/l) ، وهكذا فإن تحديد كمية الكلورايد في المياه الواقعة قرب الشاطئ يعطي فحصاً دقيقاً لأي تسرب محتمل لماء البحر.
عندما يكون محتوى الكلورايد في الماء مرتفعاً إلى حد ما فإنه يكون عادة مرتبطاً بالصوديوم وبذلك يمكن أن يعتبر كملح عادي هو بشكل عام غير ضار .
يمكن رؤية أنه من وجهة نظر الطعم والتآكل (WHO) من جدول المعايير العالمية والمستوى (200 mg/l) في شبكات الماء الساخن فإن أعلى مستوى مرغوب للكلورايد هو (600 mg/l) الأعظمي المسموح به هو ، مع ذلك فإنه يوجد بعض مصادر الماء التي يصل فيها الكلورايد إلى (1000 mg/l) ، دون شكاوي من المستهلكين المتعودين على ماء كهذا حتى أنه يمكن أن يعتبر نافعاً في المناخ الحار جداً ، حيث يفقد الإنسان بالتعرق كمية من الملح وينصح بأخذ حبات الملح للتعويض .

1- 3 - 12 - الكلور (Chlorine):

لا يوجد غاز الكلور منحلاً في مياه الطبيعة ، وإنما يعود وجوده إلى عمليات التعقيم بوساطة الكلور . وأن الكمية الأعظمية للكلور الحر التي يمكن أن يسمح لها بالبقاء في ماء الامداد العام تعتمد على الطعم والرائحة والحت الكيميائي الذي يمكن أن ينتج عن وجود الكلور . ويمكن لمعظم أنواع المياه المقدمة للشرب أن تحتوي على كلور حر متبقي يصل إلى (0.2 mg/l) وذلك كإجراء سلامة لقتل الجراثيم الممرضة التي قد تظهر في النهايات الميتة من شبكة المياه أما في حالات الطوارئ فإنه يمكن السماح بكمية (2 mg/l) من الكلور الحر أن يبقى في الماء .

1- 3 - 13 - الفلورايد (Fluoride):

توجد الفلوريدات في مياه الطبيعة ويفضل أن تكون بحدود (0.9 – 1.1 mg/l) ، وتعطي منظمة الصحة العالمية حدوداً أعظمية لمستوى الفلور تزيد عن ذلك بقليل حسب المعدل الأعظمي لدرجة حرارة الطقس ، وأن معالجة مياه التغذية بمركبات الفلور حتى مستوى (1 mg/l) يجمع بين الأمان وبين الفعالية في إقلال تلف الأسنان . تسبب الكميات الزائدة من الفلورايد برقشة الأسنان ، أما الكميات الزائدة لحد كبير فهي سامة وعلى كل حال يجب أن لا تزيد كمية الفلورايد في الماء عن (1.5 mg/l) مطلقاً .

1- 3 - 14 - اليود (Iodine):

يوجد اليود عادة بكميات قليلة في مياه الشرب ، وانعدام هذا المركب أو نقصانه عن الحدود المقبولة يؤدي إلى نوع من أنواع تضخم الغدة الدرقية ، إذ يحتاج الإنسان يومياً إلى ما يقارب (0.1 – 0.05 mg) من اليود من طعامه أو شرابه .

1- 3 - 15 - البروم (Bromine):

يحتوي ماء البحر على كمية من البروم(كبروميد (50–60 mg/l) وهذا Bromide). المركب لا يعتبر ساماً ضمن الحدود التي توجد عادة في مياه الشرب .

1- 3 – 16 – البوتاسيوم (Potassium):

إن تركيز البوتاسيوم في معظم المياه منخفض جداً ، أما مياه المجاري فتحتوي منه ، ولهذا يكون البوتاسيوم دليلاً مفيداً على التلوث بمياه المجاري(20 mg/l)على حوالي .

1- 3 – 17 – الصوديوم (Sodium):

يعتبر كلور الصوديوم دليل على التلوث بمياه المجاري أو مياه البحر ، وذلك إذا زادت الكمية الموجودة عن الكمية الطبيعية المتوقعة . وعادة يسمح بوجود كلور الصوديوم وتحتوي أغلب المياه الصافية على كمية من الصوديوم (300 mg/l)في ماء الشرب حتى ، كما أن الصوديوم قد يوجد مع الكبريتات والبيكربونات .(50 mg/l)تصل إلى

1- 3 – 18 – البورون (Boron):

من البورون في مياه الشرب ، وقليل من (30 mg/l)من المقبول وجود أقل من هي ضارة (1 mg/l)البورون يدعم حياة النباتات . ولكن كمية من البورون أكثر من . (1.5 mg/l)بالحمضيات . ومن النادر أن يوجد البورون في مياه الشرب بكمية أكبر من

1- 3 – 19 – الفوسفات (Phosphates):

يوجد الفوسفات في المياه السطحية بشكل رئيسي من مياه المجاري ومن مواد التنظيف الموجودة فيها ، ومن أسمدة المزارع ، أو من مياه المجاري الصناعية . يعتبر الفوسفور الغذاء الأساسي للطحالب ويساهم في زيادة نموها في الأحواض المائية.

1- 3 – 20 – النتريت والنترات (Nitrite and Nitrate):

غالباً ما يعبر عن النتريت والنترات عند تحليل الماء بالنتروجين في أي منهما . تعتبر النترات المرحلة الأخيرة في أكسدة مركبات النشادر . والنتريت هو المرحلة الوسطية في هذه الأكسدة ، تسهم مياه المجاري في إيصال النترات إلى الأنهار إذا من نتروجين (50 mg/l)كانت منترجة بشكل كامل وهي آنذاك تحوي على ما يقارب النترات .

أما إذا كانت مياه المجاري غير منترجة بشكل كامل فإنها تبقى محتوية على الأمونيا وتتعرض للنترجة بشكل متدرج في النهر .

إن الماء ذا المحتوى المرتفع لنتروجين النترات يسبب مرض نقص الأكسجين وذلك عند استعمال هذا الماء لتحضير (Methaemoglobinaemia)في الدم للأطفال أكبر من (NO_3) أن تركيزاً لـ (WHO)الحليب من البودرة ، وتنص المعايير العالمية يمكن أن يكون خطراً على الكبار والصغار . وتقترح (10.2 mg/l as N) (45 mg/l) المعايير الأوربية التراكيز التالية للنترات :

ماء منصوح به.(11.3 as N) 50 mg/l أقل من

ماء موافق عليه.50 – 100 mg/l (22.6 – 11.3 as N)

) غير منصوح به . 22.6 as N) أكبر من 100 mg/l أكثر من

وعند استعمال الماء الموافق عليه (الفئة الثانية) إذا كان الماء مرض كيميائياً، يجب تحذير أطباء المنطقة من إمكانية حدوث مرض نقص الأكسجين في الدم عند الأطفال.

يمكن لمحتوى منخفض نسبياً من النترات أن يصبح خطراً عندما يتعرض الماء إلى الغليان المديد .
وأيضاً تعتبر النترات غذاء جيداً للطحالب ويمكن أن تساهم في زيادة نموها في خزانات المياه .

1- 3 - 21 - مركبات النشادر (Ammonia Compounds):

يوجد في الماء نوعان رئيسان لمركبات النشادر :
آ- النشادر الحر (Free Ammonia).
ب- النشادر شبه الزلالي أو النشادر الالبومينيي (Albominoid Ammonia).
يوجد النشادر بسبب تحلل النباتات الخضراء والحيوانات ، أو بسبب التلوث بمياه المجاري أو بالمياه الصناعية ، وقد تحتوي بعض أنواع المياه كمية عالية من الأمونيا ولكنها تبقى صحية تماماً ، وإن مركبات النشادر العادية ليست سامة بحد ذاتها . ولكن يجب البحث عن تفسير لوجود كمية من النشادر الالبومينيي أكبر من (0.02 mg/l).

1- 3 - 22 - الكبريتات (Sulphates):

ويمكن لتلوث الجو في المناطق (Clays)غالباً ما تنحل الكبريتات من الغضار الصناعية أن يسهم في وجود الكبريتات في مياه المطر . ومن المعروف أن كبريتات المغنزيوم هي الملح الانكليزي وكبريتات الصوديوم هي ملح كلوبر .
يمكن للكميات الكبيرة من الكبريتات أن تسبب طعماً مراً للماء وأن تسبب الإسهال.

1- 3 - 23 - كبريت الهيدروجين (Hydrogen Sulphide):

هو غاز مرفوض الوجود في مياه الشرب، إذ يعطي للماء رائحة كريهة وذلك عندما يكون قابلاً للكشف فيزيائياً (أي بكمية تتراوح بين (0.1 – 1 mg/l) وهو ينتج عادة عن تحلل الكبريتات أو انحلال البيريت (كبريتور الحديد) (Pyrites) أو عن التحلل اللاهوائي للمواد العضوية . وهو سام في التراكيز العالية ويساهم في تآكل البيتون والمعادن .

1- 3 - 24 - السيليكا (Silica):

توجد السيليكا في معظم المياه بكمية تصل إلى (40 mg/l) على شكل (SiO_2) وبكمية تصل إلى (1 mg/l). في المياه العسرة ، في مياه المستنقعات . السيليكا لا تسبب أذى أو ضرراً لمياه الشرب ولا يوجد حدود مسموحة لها، ولكن وجودها في مياه تغذية المراجل غير مرغوب به .

1- 3 - 25 - التوتياء (Zinc):

إن الزنك نادر الوجود في مياه الطبيعة ، ولكنه قد يوجد في المياه المسحوبة من صنابير المستهلكين بسبب استعمال الأنابيب والخزانات الحديدية المغلفنة (المطلية بالزنك) . بعض المياه تلتقط الزنك بسهولة وخاصة في عمليات الطبخ لذلك يجب أن لا نستعمل أوعية الزنك للطبخ .
كما يجب في الأعمال المخبرية تجنب العينات التي تحتوي على كميات من الزنك من أجل الفحص البكتريولوجي ، لأن للزنك تأثير مبيد للجراثيم يدوم في قارورة العينة ويكون ساماً لكثير من العضويات المتدنية ولكنه غير سام للكائنات الأعلى .

.(3 mg/l)يمكن للزنك أن يوجد في ماء المستهلك حتى كمية

1- 3 - 26 - الفضة والقصدير (Silver and Tin):

إن تراكيز مركبات الفضة في المياه الطبيعية ليست ذات أهمية وذلك لقيم
كما أن تراكيز القصدير المصادفة في مياه الطبيعة ليست ذات (0.2mg/l)تصل إلى أهمية وهي غير مؤذية .

1- 3 - 27 - السيلينيوم (Selenium):

يوجد السيلينيوم بكميات قليلة في شبكات المياه وهو يأتي إلى الماء بشكل رئيسي من المبيدات الزراعية التي تستعمل في رش الخضار والفواكه. وأن وجوده بتراكيز أكثر من يحول دون استخدام الماء كمصدر للإمداد العام بمياه الشرب.(0.05 mg/l)

1- 3 - 28 - الفينول (Phenol):

يدل وجود الفينول في الماء على التلوث بالفضلات الصناعية ، تسمح
وذلك بسبب (0.001 mg/l)المعايير العالمية لمياه الشرب بتركيز أعظمي مرغوب منه ما يحدثه من طعم غير مستحب عند اتحاده مع الكلور ، أما إذا كان تركيزه أقل من ذلك فليس له أهمية صحية.
، ويكون الطعم واللون (0.002 mg/l)أما التركيز الأعظمي المسموح به فهو هما المعياران الحقيقيان في الأمر .

1- 3 - 29 - الرصاص (Lead) :

من النادر أن يوجد الرصاص في مياه الطبيعة بكمية قابلة للكشف حتى لو
وذلك ما عدا (0.02 mg/l)استعملنا الطرق الحديثة للكشف عنه والتي تتحسس بكمية الحالة التي تكون المياه فيها متأثرة بفضلات المناجم .
لعام 1971 والذي تبلغ قيمته (WHO)إن الحد الذي تعطيه المعايير العالمية هو حد كبير بشكل واضح إذا كان المراد تطبيقه على الماء في محطة (0.1 mg/l)
بعد زمن (0.3 mg/l)الضخ، بينما تقترح المعايير الأوربية نسبة أعظمية حوالي مع أنابيب الرصاص ، كما تشير التقارير إلى إمكانية رشح (16 hour)تلامس قدره الرصاص من الأنابيب البلاستيكية .
إن وجود الرصاص في الماء غير مرغوب به بسبب ميله إلى التراكم في جسم الإنسان مؤدياً إلى التسمم.
.(0.05 mg/l)بشكل عام يجب أن لا يزيد تركيز الرصاص في ظروف الجريان الطبيعي عن

1- 3 - 30 - الزرنيخ (Arsenic):

يحدث الزرنيخ أحياناً عن مقالب القمامة وبعض أحواض المياه الجوفية . كما يستعمل الزرنيخ من أجل التخلص من الأعشاب الضارة ، كما تستعمل محاليله لتغطيس الماشية لإبادة الجراثيم المتراكمة على جلدها ، الأمر الذي تمنعه كثير من دول العالم على أحواض تخزين المياه الجوفية .
إن الزرنيخ معروف بسميته ، والتركيز الأعظمي الذي تسمح به منظمة
، ولكن اكتشاف أي كمية من الزرنيخ في (0.05 mg/l) هو (WHO)الصحة العالمية

منه لا (0.02 mg/l)الماء يدعو إلى القلق والاستقصاء عن الأمر ، وقد لوحظ أن كمية تسبب صعوبات تذكر.

1- 3 - 31 - السيانيد (Cyanide):

يمكن أن يظهر السيانيد في الماء بسبب طرح المياه الصناعية من معامل التصفيح أو ما شبهها في ماء النهر . يعطي السمك في نهر ما دليلاً حساساً جداً على التلوث العرضي بالسيانيد ، يزال السيانيد بالمعالجة الكيميائية .

1- 3 - 32 - المنظفات الصناعية (Synthetic Detergents):

إن وجود المنظفات في الماء دليل على أن الماء ملوث بمياه المجاري أو المياه الصناعية. ويعود انتشارها في مياه مصادر الإمداد العام إلى صعوبة إزالتها بشكل جيد في أعمال معالجة المياه المالحة . وهي بشكل عام تسبب الرغوة وتؤثر على طعم ورائحة الماء . كما تجعل مختلف عمليات تنقية مياه الشرب أكثر صعوبة ، وتزيد من شدة التأثير الحات للمياه ، وقد تحدث تأثيرات فيزيولوجية على الإنسان كالغثيان .

إن أكثر المنظفات ازعاجاً ووجوداً في مصادر المياه هي سلفونات بنزين الكيل(Alkyl Benzene Sulphonate) التي تعرف اختصاراً بـ (ABS) وهي مشتقة من البروبلين البوليميري(Polymerized Propylene).

تعطي منظمة الصحة العالمية أعلى مستوى مرغوب في ماء الشرب هو (0.2 mg/l) وأعلى مستوى مسموح لها هو (1 mg/l). وذلك من أجل المنظفات سالبة الشحنة .

1- 3 - 33 - الهيدروكربون العطري متعدد النوى :- (Polynuclear Aromatic Hydrocarbons)

ويتواجد في المياه التي تستقبل مياه المجاري التي تطرح من بعض الصناعات المعينة، تقترح معايير منظمة الصحة العالمية بأنه يجب أن لا يزيد تركيز ستة مركبات من نموذجية محددة عن (PAH) ميكروغرام في الليتر ، وذلك بسبب تأثيره المسرطن . (0.2 PAH)

1- 3 - 34 - ثاني أكسيد الكربون (Carbon dioxidc):

ينتج ثاني أكسيد الكربون في المياه السطحية عن تفكك المركبات العضوية أو عن استقلاب بعض العضويات . وفي هذه العملية يتحول الأكسجين المنحل إلى ثاني أكسيد الكربون .

ومن هنا بصورة عامة فإن زيادة ثاني أكسيد الكربون تعني نقصاً في الأكسجين المنحل ، ولهذا فإن ارتفاع محتوى الماء من ثاني أكسيد الكربون قد يدل على فعاليات حيوية ، كما أن المحتوى العالي للأكسجين المنحل في الماء قد يعني ارتفاع درجة نقاوة الماء ، ولكن هذا ليس صحيحاً دائماً لأن بعض العضويات تفرز الأكسجين ، وقد تدخل مياه جوفية ذات تركيز عال من ثاني أكسيد الكربون إلى بحيرة أو نهر من ينابيع مغمورة ، فتزيد بذلك محتوى الماء من ثاني أكسيد الكربون بدون أن يؤثر ذلك على نوعيته الصحية .

قد يوجد ثاني أكسيد الكربون منحلاً في المياه الجوفية لدرجة تصل إلى (50 mg/l) بالرغم من أن تركيزه في الحالة العادية أقل من ذلك بكثير ، أما تركيزه في الماء السطحي فهو بحدود (0.5 – 2 mg/l).

من المستحسن وجود ثاني أكسيد الكربون بتركيز يعرف بتركيز التوازن *[1]. فإذا كانت كمية ثاني أكسيد الكربون في الماء أكبر من تركيز التوازن فإن الفائض منه سيسبب حتاً للأنابيب وسيتفاعل مع كربونات الكالسيوم المترسبة كما في المعادلة التالية :

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \leftrightarrows Ca(HCO_3)_2$$

حيث تبقى بيكربونات الكالسيوم الناتجة منحلة في الماء .

عن حدود التوازن فإن شوارد البيكربونات (CO_2)بالعكس فإنه في حالة نقصان ، مما ينتج عنه تفاعل (CO_3^{2-}) وشوارد (CO_2)المتوفرة في الماء ستتحلل معطية شوارد الكربونات مع الكالسيوم لتعطي كربونات الكالسيوم قليلة الانحلال في الماء والتي تترسب على جدران الأنابيب .

$$CO_3^{2-} + Ca^{2+} \leftrightarrows CaCO_3$$

حيث :(Ksp) هي ($CaCO_3$)مع قيمة لناتج انحلالية

$$Ksp = [Ca^{2+}]\ [CO_3^{2-}]$$

أما المياه التي تحوي على كمية من حمض الكربون تكافئ كمية التوازن * فإنها تدعى بالمياه المستقرة ، وهي لا تسبب حتاً ولا ترسباً لكربونات الكالسيوم .

)بشكل عام يوجد حمض الكربون في مياه الطبيعة بشكل غير متفكك

المنحل في الماء أو (CO_2) وذلك بكميات قليلة جداً وبشكل ثاني أكسيد الكربون (H_2CO_3) للماء إلى أكثر من (PH) 8.4 ، أما عندما تصل قيمة (HCO_3^-)بشكل شوارد بيكربونات (CO_3^{2-}). فإنه يمكن أن يوجد بشكل شوارد الكربونات (

(H_2CO_3) المنحل في الماء هي بصيغة (CO_2) من (0.16 %)وبما أن نسبة حوالي مشيرين إلى (H_2CO_3) مع $CO_2(aq)$فإنه من الملائم من أجل أهداف الحساب أن ندمج (H_2CO_3 *):مجموعهم بقيمة

$$[H_2CO_3^*] = [H_2CO_3] + [CO_2(aq)]$$

إن تفاعلات تحلل مركبات حمض الكربون وثوابت التوازن هي كما يلي :

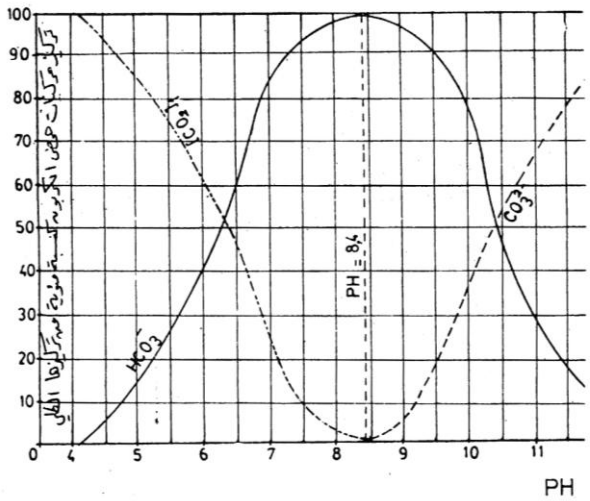
ثابت التوازن	التفاعل
Ka	(a) $CO_2(aq) + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3$
Kb	(b) $H_2CO_3 \leftrightarrows H^+ + HCO_3^-$
K_2	(C) $HCO_3^- \rightleftarrows H^+ + CO_3^{2-}$

بالشكل :(b)ويعبر آنذاك عن التفاعل

$$H_2CO_3^* \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

للماء ، هذه النسبة (PH)وأن نسبة المركبات المختلفة لحمض الكربون في الماء تتعلق بقيمة – تعطى على مخطط الشكل (1(25°C)بواحدات جزيء غرامي في الليتر وبدرجة حرارة (1

[1] * لمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع راجع كتاب معالجة مياه الشرب والمياه الصناعية د0 سلوى حجار – منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية في جامعة حلب 1985 ، ص 20 – 35 .



1)–الشكل (1

فإن كل (4) وبين (3.7) بين (PH) 1) نلاحظ أنه عندما تتراوح قيمة –من الشكل (1 الحر ، أما بزيادة (CO_2)حمض الكربون الموجود في الماء يمكن أن يلاحظ بصيغة) تتناقص وتزداد بنفس الوقت قيمة شوارد (CO2) فإن قيمة (PH)قيمة فإن كل حمض الكربون تقريباً يلاحظ (8.4 – 8.3) إلى (PH) ، وعندما تصل (HCO_3^-) (CO_2) ، وآنذاك لا يزيد مجموع 98 %بشكل شوارد البيكربونات (نسبة (% 2). عن نسبة (CO_3^{2-})و

ينعدم تقريباً وجود حمض الكربون الحر (8.4 – 8.3) للماء أكثر من (PH)بزيادة قيمة (12) إلى (PH) ، وعندما تصل قيمة (HCO_3^-) مع تناقص نسبة (CO_3^{2-})وتزداد نسبة (CO_3^{2-}).تظهر جميع مركبات حمض الكربون بصيغة

3) قيم ثوابت توازن معادلات تحلل حمض الكربون –ويبين الجدول (1 تبعاً لدرجة الحرارة .(PK)بواحدات

ثابت التوازن	درجات الحرارة (مئوية)						
	5	10	15	20	25	40	60
Kb	1.2	1.27	1.34	1.41	1.47	1.64	1.80
K_1	6.52	6.46	6.42	6.38	6.35	6.30	6.30
K_2	10.56	10.49	10.43	10.38	10.33	10.22	10.14
Ksp	8.09	8.15	8.22	8.28	8.34	8.51	8.74

Unit treatment processes in water and wastewater Engineering . T. J. Casey 1997 .

$K1 \cong Ka \times Kb$ ويجب أن نلاحظ أن

إن تهوية الماء بإسقاطه عبر شلالات تعتبر وسيلة بسيطة لإنقاص محتوى ثاني أكسيد الكربون الحر .

المثال (1-1):

، المغنزيوم (40 mg/l)أعطت نتائج تحليل عينة مياه القيم التالية : الكالسيوم 110) ، البيكربونات (7.0 mg/l) ، البوتاسيوم (11.7 mg.l) ، الصوديوم (10.0 mg/l) والمطلوب أن ترسم مخطط (11.0 mg/l) ، الكلورايد (67.2 mg/l) ، الكبريتات (mg/l

هذه الكميات بواحدات ميلي مكافئ في الليتر ، واذكر التركيب الافتراضي للأملاح الموجودة وعبر عن القلوية والعسرة بواحدات (mg/l) as $CaCO_3$

الحل : لإجراء الحل نستعمل المعادلتين الآتيتين :

$$\frac{\text{mg/l}}{\text{الوزن المكافئ}} = \frac{\text{التكافؤ}}{\text{الوزن الذري}} \times \text{meq/l} = \text{mg/l}$$

$$\frac{\text{mg/l}}{\text{الوزن المكافئ}} = \frac{\text{الشحنة الكهربائية}}{\text{الوزن الجزيئي}} \times \text{meq/l} = \text{mg/l}$$

ثم نرتب الجدول الآتي :

المادة	mg/l	الوزن المكافئ	meq/l
Ca^{2+}	40.0	20.0	2.00
Mg^{2+}	10.0	12.2	0.82
Na^{+}	11.7	23.0	0.51
K^{+}	7.0	39.1	0.18
		= مجموع الشوارد الموجبة 3.51	
HCO_3^{-}	110	61.0	1.80
SO_4^{2-}	67.2	48.0	1.40
$C\ell^{-}$	11.0	35.5	0.31
		= مجموع الشوارد السالبة 3.51	

مخطط هذه الكميات والتركيب الافتراضي للأملاح هو كما يلي :

					Ca^{2+}		Mg^{2+}		Na^{+}		K^{+}	
				HCO_3^{-}			SO_4^{2-}			$C\ell^{-}$		
		$Ca(HCO_3)_2$		$CaSO_4$		$MgSO_4$		Na_2SO_4	$NaC\ell$	$KC\ell$		

من هذا المخطط نجد أن قيم التراكيب المفترضة للأملاح هي :

$Na_2SO_4 = 0.38$ meq/l
$NaCL = 0.13$ meq/l
$K\,CL = 0.18$ meq/l
$Ca(HCO_3)_2 = 1.8$ meq/l
$CaSO_4 = 0.2$ meq/l
$MgSO_4 = 0.82$ meq/l

Mg^{2+} و Ca^{2+} وتكون العسرة هي مجموع

العسرة الكلية $2.82 \times 50 = 141$ mg/l as $CaCO_3$

العسرة الكربونية $1.8 \times 50 = 90$ mg/l as $CaCO_3$

العسرة اللاكربونية القلوية

141 x 90 = 51 mg/l as $CaCO_3$
1.8 x 50 = 90 mg/l as $CaCO_3$

1- 3 - 35 - الأكسجين (Oxygen):

سنبحث فيما يتعلق بموضوع الأكسجين كلا من الأكسجين المنحل في الماء ، والأكسجين اللازم للأكسدة الكيميائية الحيوية ، والأكسجين المستهلك في عمليات الأكسدة بالبرمنغنات ، والأكسجين المستهلك في عمليات الأكسدة بثنائي الكرومات.

1- 3 - 35 - 1 الأكسجين المنحل في الماء (Dissolved Oxygen):

يجب أن يكون الماء السطحي ذو النوعية الجيدة مشبعاً بالأكسجين، وتعتبر حالتا فوق الإشباع وتحت الإشباع تلوثاً ، كذلك قد يكون الماء السطحي المشبع بالأكسجين ملوثاً .

1 - 3 - 35 - 2 - الأكسجين اللازم للأكسدة الكيميائية الحيوية :

Biochemical oxygen demand (BOD)

هي التجربة الأهم المطبقة على مصبات مياه المجاري (BOD)إن قياس الملوثة وهذا القياس يستعمل كمؤشر لتلوث مياه الأنهار والجداول . إن تحلل المادة العضوية عن طريق المتعضيات البيولوجية يتطلب استعمال الأكسجين المنحل في الماء ولهذا فإن تحديد كمية الأكسجين اللازم للأكسدة الكيميائية الحيوية يحدد المادة العضوية القابلة للتحلل البيولوجي . ويتم عادة هذا التحديد بدرجة حرارة (20°C) ولمدة خمسة أيام .

لمياه نهر بعد أن تصب مياه مجاري فيه عن (bod)يفضل أن لا تزيد كمية (عن بعد عن المصب باتجاه مجرى النهر) ولكن غالباً ما تعطي (4 MG/L) تحاليل مياه الأنهار عند نقطة مأخذ مياه الشرب قيماً أقل من هذا بكثير.

1 - 3 - 35 - 3 - الأكسجين المستهلك في عملية الأكسدة بالبرمنغنات :

(Oxygen Consumed – permanganate)

وتدل كميته على كمية المواد العضوية الموجودة في الماء وخاصة المواد الكربونية التي تستهلك كيميائياً في الاختبار الذي يعتمد على هضم عينة من الماء ببرمنغنات البوتاسيوم في حمام مائي بدرجة الغليان ويلاحظ أن الماء الجيد يستهلك كمية قليلة من هذا الأكسجين كما هو مبين في الجدول (م- 1) .

1 - 3 - 35 - 4 -الأكسجين المستهلك في عملية الأكسدة بالكرومات الثنائي:

(Oxygen Consumed – dichromate (Chemical Oxygen Demand) (COD)

فحصاً نموذجياً وإنما ينفذ بهضم الماء بعنصر مؤكسد (COD)لا يشكل فحص غير برمنغنات البوتاسيوم ، خاصة بثنائي كرومات البوتاسيوم ، وهو أيضاً يشير إلى وجود مواد عضوية غير مرغوب بها . ويعرف هذا الأكسجين بأنه الأكسجين اللازم للأكسدة الكيميائية .

وأن كلا من الأكسجين اللازم للأكسدة الكيميائية الحيوية ، والأكسجين المستهلك في عملية الأكسدة بالبرمنغنات ، والأكسجين المستهلك في عملية الأكسدة بالكرومات الثنائي هي صفات للماء وليست مكونات له ، وقد تم حديثاً تطوير أجهزة

كوسيلة للتعبير عن (Total Organic Carbon)لقياس كمية الكربون العضوي الإجمالي كمية المادة العضوية في عينة ماء .

1- 3 - 36 - غاز الميتان (Methane):

يصادف غاز الميتان أحياناً منحلاً في المياه الجوفية ، وعندما تكون كميته كبيرة فإنه يتحرر من الماء عند وصوله إلى الضغط الجوي ليمتزج مع الهواء مشكلاً مزيجاً قابلاً للانفجار ، نسبة الميتان فيه (5 – 15 %) عندما يكون تركيز الميتان أقل من (1.5 mg/l) عند درجة حرارة قدرها (14°C) فلن تتمكن كمية كافية من الميتان من الانطلاق لتشكل مزيجاً مع الهواء المحيط نسبته (5%).

لما كان هذا الغاز أخف من الهواء فإنه يمكن طرحه بإغلاق قمة البئر وتوجيه أنبوب تهوية من داخل الغطاء إلى الهواء الجوي، على أن لا يقل قطر هذا الأنبوب عن (2in). ويجب حماية هذا الأنبوب من الانسداد بالصقيع أو الطيور أو أية عوامل أخرى .

1- 3 - 37 - قيمة (PH) : PH Value

تعبر قيمة (PH) للماء عن قياس حامضية أو قلوية الماء . لا يحتوي الماء فقط ، ولكنه يحتوي على عدد صغير نسبياً من شوارد الهيدروجين الموجبة (H^+) وعلى عدد صغير نسبياً أيضاً من شوارد الماءات السالبة (OH^-).

وبشكل عام فإن الماء يتحلل إلى شاردة هيدروجين وشاردة ماءات كما يلي :

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

وبتطبيق قانون فعل الكتلة على هذه العلاقة نحصل على :

$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = K$$

حيث تشير الكميات ضمن الأقواس إلى التراكيز بواحدات جزيء/ل .

وفي المحاليل الممددة يمكن اعتبار تركيز $[H_2O]$ المولي هو قيمة ثابتة يمكن أن ندمجها مع قيمة (K) فيكون: $[H^+]\,[OH^-] = Kw$ حيث يعرف (Kw) بثابت التأين للماء أو بالناتج الإيوني وهو يساوي تقريباً إلى (10^{+4}) في درجة الحرارة (25°C) .

وقد وجد بوساطة القياس الكهربائي أن تركيز شوارد الهيدروجين في الماء الصافي المعتدل هو (1/10000000) جزيء في الليتر تقريباً في درجة حرارة (25°C) ويعبر (PH) عن ناقص لغاريتم هذا التركيز أي (7) .

فإذا كان للمحلول صفات حامضية يزيد تركيز شوارد الهيدروجين عن هذه القيمة وتكون (PH < 7) . وإذا كان للمحلول صفات قلوية يقل تركيز شوارد الهيدروجين عن القيمة (1/10000000) جزيء في الليتر وتكون قيمة (PH > 7) .

نادراً ما تكون قيمة (PH) للمياه الطبيعية أقل من (5.5) أما المياه العسيرة ذات العسرة الكربونية وذات ثاني أكسيد الكربون القليل فتكون قيمة (PH) لها حوالي (7.5 إلى 8) .

يمكن بشكل عام أن نعتبر أن المياه ذات قيم (PH) المتراوحة بين(7إلى 7.5) هي مياه معتدلة ، ولكن هذا لا يعني أن نقول بالضرورة أنها لا تسبب التآكل .

إن ضبط قيمة (PH) للماء أثناء عملية المعالجة للشرب أو للأغراض الصناعية هو ذو أهمية كبيرة في إضافة الكمية المناسبة من المواد المروبة ، وإنقاص حجوم أحواض الترسيب ، ومنع الفعل التآكلي للماء ، وضبط نمو الأحياء المائية .

وقد أصبح الآن استعمال أجهزة آلية لقياس قيمة (PH) ومن ثم ضبط كمية المواد الكيميائية الواجب إضافتها إلى الماء للمحافظة على درجة محددة لـ (PH) هو من الأمور الواسعة الانتشار .

المثال (1 – 1 ´) :

إذا انحلت كمية (500 mg) من بيكربونات الكالسيوم اللامائي $Ca(HCO_3)_2$ في (750 ml) من الماء المقطر ماذا سيكون التركيز المولي لهذا المحلول ؟ وما هي نظاميته (عياره) وما هو التركيز بواحدات ملغ/ل مثل ($CaCO_3$) .

الحل :

إن الوزن الجزيئي لـ $Ca(HCO_3)_2$ هو $40 + 2(1 + 12 + 3 \times 16) = 162$

والوزن المكافئ هو الوزن الجزيئي مقسماً على (2) أي 81

ويكون التركيز هو :

$$\frac{500}{0.75} = 667 mg/l \quad as \quad Ca(HCO_3)_2$$

$$= \frac{667 mg/l}{162 g/mol} = 4.12 \quad mmole/l$$

النظامية :

$$= \frac{667}{81} = 8.23 meq/l$$

$$= 8.23 meq/l \times 50 g CaCO_3/eq = 412 mg/l \quad as \quad CaCO_3$$

المثال (1 2):-

إذا كانت قلوية عينة مياه هي ($CaCO_3$) مثل (250 mg/l) وكانت (PH = 7.5).

بشكل حسابي دقيق وذلك (CO_2) و (HCO_3^-) و (CO_3^{2-}) و (OH^-)حدد تركيز كل من في درجة حرارة(25°C).

الحل :

إن التحديد الدقيق لمركبات القلوية يعود إلى معادلات تحلل حمض الكربون وقانون فعل الكتلة كما يلي:

كما أن ثوابت تأين حمض الكربون هي :(10^{-14})إن ثابت تأين الماء هو

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$
$$K_1 = 4.467 \times 10^{-7}$$

$$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$$
$$K_2 = 4.677 \times 10^{-11}$$

وبالتالي فإن معادلات التوازن العائدة لهذه التفاعلات هي :

$$[H][OH] = 10^{-14}$$

$$\frac{[H][HCO_3]}{[H_2CO_3]} = 4.467\times10^{-7}$$

وذلك بواحدات جزيء /الليتر .

حيث أن مختلف التفاعلات الكيميائية التي تتم في المياه الطبيعية وفي أعمال معالجة مياه الشرب ومياه المجاري يمكن أن تعتبر أنها تتم في محلول ممدد مما يسمح بتبسيط معادلات التوازن بحيث نعتبر أن التركيز المولي يساوي إلى التركيز الفعال:

$$\frac{[H][CO_3]}{[HCO_3]} = 4.677\times10^{-11}$$

ومنه :

$$[H] = 10^{-7.5} = 3.16 \times 10^{-8}$$
$$[OH] = 3.16 \times 10^{-7}$$

وهي تساوي : HCO_3^- و CO_3^{2-} و OH^- إن القلوية الكلية تتألف من شوارد

$$250\ mg/l\ as\ CaCO_3 = 5\ meq/l$$

وهكذا فإن :

$$OH + CO_3 + HCO_3 = 5 \times 10^{-3}\ eq/l$$

أي أن :

$$[OH] + 2[CO_3] + [HCO_3] = 5 \times 10^{-3}\ mol/l$$

حيث أنه يمكن أن تجمع التراكيز المولية لكل نوع من أنواع القلوية بعد تحويلها إلى تراكيز بواحدات ميلي مكافئ / ليتر . ويكون لدينا :

$$2[CO_3] + [HCO_3] = 5 \times 10^{-3} - 3.16 \times 10^{-7} \approx 5 \times 10^{-3}$$

$$\frac{[3.16\times10^{-8}][CO_3]}{[HCO_3]} = 4.677\times10^{-11}$$

$$[CO_3] = 0.007 \quad 10^{-3}\ mol/l$$
$$[HCO_3] = 4.985 \times 10^{-3}\ mol/l$$

تكون القلوية بشكل رئيسي هي HCO_3^- بشكل قلوية البيكربونات ويحسب تركيز (CO_2) كما يلي: ومن هذه الحسابات يمكن أن نلاحظ أنه عند $PH = 7.5$

$$H_2CO_3 = \frac{10^{-7.5}\times4.985\times10^{-3}}{4.3\times10^{-7}} = 3.666\times10^{-4}\ mol/l$$

وإذا أردنا أن نعبر عن النتائج بواحدات ملغ/ل يكون :

$H^+ = 3.16 \times 10^{-8}$ g/l as H

$OH^- = 5.38 \times 10^{-6}$ g/l as OH

$CO_3^{2-} = 0.42$ mg/l as CO_3

$HCO_2^- = 304.1$ mg/l as HCO_3

$CO_2 = 16.1$mg/l as CO_2

3) :ـمثال (1

يزال الكالسيوم عادة من الماء بإضافة ماءات الكالسيوم (أو الكلس الحي) وماءات الكالسيوم هذه تتفاعل مع قلوية البيكربونات لتحولها إلى قلوية الكربونات . والتي هي ضعيفة ($CaCO_3$)ومن ثم تتحد شاردة الكربونات مع الكالسيوم لتشكل . حدد تركيز الكالسيوم (5×10^{-9}) هو ($CaCO_3$)الانحلال في الماء . إن ناتج انحلال $CaCO_3$. ملغ/ل مثل 100 ثم 50 ثم 10 هو القيم التالية (CO_3)عندما يكون تركيز

الحل :

في الحالات الثلاثة هو :(CO_3)إن التركيز المولي لـ

1×10^{-3} ثم 0.5×10^{-3} ثم 0.1×10^{-3}

إن معادلة ناتج الانحلال هي :

$$[Ca][CO_3] = 5 \times 10^{-9}$$

هي قيمة ثابتة تدخل في قيمة ناتج الانحلال وذلك عند بدء ترسيبه [$CaCO_3$]حيث أن في الماء :

من أجل مستويات القلوية الثلاثة يكون :

$[Ca] = 5 \times 10^{-6}$ و 1×10^{-5} و 5×10^{-5} mol/l

= 0.5 و 1 و 5 mg/l as $CaCO_3$ أو :

1- 3 - 38 - صفة الحت (Corrosive quality):

تتعلق قابلية الماء للحت بعوامل كثيرة منها ما يخص الماء نفسه ومنها ما يخص المواد التي يلامسها الماء ، هذه العوامل هي التي تحدد ما إذا كان الحت سيحدث أم لا ، ويجب فحص كل حالة على حدة . وبالرغم من ذلك فمن بين الأسباب المتعددة للحت ، فإنه يوجد ثلاث صفات للماء يمكن أن تقودنا إلى توقع حدوث الحت المتسلسل للمعادن في الاستعمال العام في طريق سير المياه ، وهذه الصفات هي :

آـ القيمة المنخفضة لـ (PH). ، مثل مياه المستنقعات وبعض الآبار قليلة العمق

ب ـ المحتوى المرتفع لغاز ثاني أكسيد الكربون الحر المنحل في الماء كالمياه الجيرية .

ج ـ. عدم وجود العسرة المؤقتة ووجود العسرة الدائمة

وقد تسبب الحت أيضاً المياه الناتجة عن الطبقات الأرضية الحاوية على الحديد، والمياه الغنية بالمواد العضوية والمياه الناتجة عن الطبقات المحتوية على الفحم الحجري والمياه ذات الكلورايد المرتفع ، أو ذات المحتوى العالي من الكلور الحر المتبقي .

لفحص الطبيعة العداونية (صفة الحت) للماء يمكن وضعها بتماس مع مسحوق المرمر أو الكلس لفترة محددة ثم إجراء الفحوصات اللازمة بعد ذلك لقيمة (PH)القلوية و وذلك لمعرفة فيما إذا كان الماء قد أخذ الكالسيوم بسرعة وسهولة أم أن الكالسيوم قد ترسب .

فإذا كانت عينة الماء قد سحبت الكالسيوم فإنه من الممكن أيضاً أن يكون قابلاً لحت الحديد والفولاذ .

من الأمور الهامة التي يجب تدقيقها ما إذا كان الماء حالاً للرصاص فإذا كان الأمر كذلك يجب منع استعمال الرصاص في شبكات التغذية بمياه الشرب .

1- 3 - 39 - المواد المشعة (Radioactive Substances):

يتألف البوتاسيوم في الطبيعة بشكل رئيسي من عنصر لا إشعاعي (K^{39}) من نظير إشعاعي (1/10000)ولكنه يحتوي أيضاً على نسبة حوالي (K^{40}). كلا من أشعة بيتا وغاما . من أجل الماء (K^{40}) يتضمن الإشعاع في البوتاسيوم فإن الإشعاع الذي يحتوي على كمية نموذجية من البوتاسيوم حوالي (5 mg/l)الذي كوري 10^{-12} بيكوكوري/ل (البيكوكوري هو (4) هو (K^{40}) يسببه النظير الإشعاعي أي ميكروميكروكوري) . إن هذه التراكيز المنخفضة المتواجدة في ماء الشرب ليس لها أهمية على الصحة .

نشاط الفا فقط ، (Rn) ومشتقة الوليد غاز الرادون (226)يعطي الراديوم التي تقترب من التوازن مع غاز (B) والراديوم (C)ولكن المشتقات الوليدة الراديوم الرادون خلال ساعات فإنها تعطي أشعة بيتا وغاما ، والمياه المعنية بهذا الأمر هي المياه الموجودة بين طبقات الغرانيت . ومن المعروف أن محتويات المياه السطحية 12 غ/ل - 3.9) × 10 – تتراوح بين (36. (Re^{226}) والجوفية من عنصر الراديوم (ميكرو ميكروكوري/ل (580 µµ C/l)وأن أكبر فعالية في المياه السطحية تصل إلى . وقد أشارت جمعية الماء الأميركية أن (70 µµ C/l)) والقيمة الوسطية الملاحظة هذه الأرقام لا تشكل خطراً على الصحة وأن النشاط الإشعاعي لمعظم المياه الطبيعية هو دون الحد الأعظمي المسموح بكثير .

يوجد النشاط الإشعاعي الاصطناعي بشكل عام بكميات قابلة للكشف في المياه السطحية بسبب الغبار المتساقط من الانفجارات النووية في الجو . ويحتوي هذا الغبار بشكل رئيسي على نظائر إشعاعية عديدة . بعض هذه النظائر تنحل تلقائياً بسرعة تاركة جزءاً منها لينتقل بواسطة المطر إلى المياه السطحية. وتصدر معظم) أشعة 90هذه العناصر كلا من إشعاعي بتا وغاما. ويصدر عنصر (السترونتيوم بيتا فقط وهو في الظروف العادية يشكل النظير الأكثر أهمية بسبب نصف حياته سنة وبسبب آثاره الضارة التي تعود إلى بقائه في العظام .(28)الطويل الذي يبلغ

مستويات الإشعاع المسموح بها في التزويد المائي (Morton)وقد حدد العالم كما يلي:

آـ في حالة التعرض المستمر : التركيز الأعظمي المسموح به من أشعة الفا وبيتا (ميكروكوري/مل من الماء) . $10\text{-}7\ \mu C/cm^3$وغاما هو

بـ المستوى الطارئ لأشعة α و β و γ.

1ـ لمدة تعرض عشرة أيام :

أشعةα: المستوى الأمين : $2 \times 10^{-4}\ \mu C/cm^3$

المستوى الممكن تحمله : $5 \times 10^{-3}\ \mu C/cm^3$

أشعة β و γ: المستوى الأمين : $3.5 \times 10^{-3}\ \mu C/cm^3$

المستوى الممكن تحمله : $9 \times 10^{-2}\ \mu C/cm^3$

2ـ لمدة تعرض تصل إلى ثلاثين يوماً :

أشعةα: المستوى الأمين : $6.7 \times 10^{-5}\ \mu C/cm^3$

المستوى الممكن تحمله $1.7 \times 10^{-3}\ \mu C/cm^3$

:

أشعة β و γ: المستوى الأمين : $1.1 \times 10^{-3}\ \mu C/cm^3$

المستوى الممكن تحمله $3 \times 10^{-2}\ \mu C/cm^3$

:

أما منظمة الصحة العالمية فتقترح المعايير التالية للمستويات الأعظمية من الإشعاع وذلك من أجل عامة السكان (وليس للتعرض المهني) .

(ميكروميكروكوري/ل) أشعةα $3 \times 10^{-3}\ \mu C/cm^3 = 3\ Pci/l$

:

(بيكوكوري/ل)أشعةβ $3 \times 10^{-2}\ \mu C/cm^3 = 30\ Pci/l$

المعايير الفيزيائية والكيميائية (C) و (B) و (A)يدرج الجدول (1-4) بأقسامه وذلك من أجل نوعية (WHO)المعطاة عام 1993 من قبل منظمة الصحة العالمية وبالإضافة إلى النظام (1980 EC)مياه الشرب بالإضافة إلى النظام المعطى من قبل (1973) المعطى (WHO) علماً بأن نظام (1992 US EPA) وتنظيمات (1989)الانكليزي لم يزل معمولاً به في الكثير من دول العالم التي وافقت على استعماله.

معايير مياه الشرب،الجدول (1-4)

الصفات الفيزيائية والمواد غير المرغوب تجاوزها				
العنصر	**اقتراحاتWHO 1993**	**توجيهات (EC) 1980 MAC GL**	**تنظيمات(UK) 1989 Max**	**US EPA 1992 SMCL**
الصفات الفيزيائية				
اللون (TCU)	15	20	20	15

معايير مياه الشرب الجدول (1-4)

الصفات الفيزيائية والمواد غير المرغوب تجاوزها

العنصر	اقتراحات WHO 1993	توجيهات (EC) 1980 MAC GL	تنظيمات (UK) 1989 Max	US EPA 1992 SMCL
الطعم والرائحة (TON)		3 في 25°C 2 في 12°C	3 في 25°C	3
كبريت الهيدروجين	0.05 mg/l	غير مكتشف	يقع ضمن الرائحة	
(PH)	< 8(PS)	9.5 max	5.5 – 9.5	6.5 – 8.5
درجة الحرارة		25°C	25°C	
العكارة	5 NTU <1NTU (PS)	4 Jackson	4 Formazin	5NTU max 0.5-1 NTU(PS)
المواد المنحلة الكلية	1000mg/l	1500 mg/l(a)	1500 mg/l(a)	500 mg/l
قابلية التأكسد القيمة برمنغنات		5mg/ℓasO_2	5mg/ℓasO_2	
العسرة (Ca)		أصغرياً 60mg/ℓ(b)	أصغرياً 60mg/ℓ(b)	
المواد غير المرغوب تجازوها (لمنع اللون والطعم والتآكل 000) mg/ℓ				
القلوية (HCO_3)		أصغرياً 30 (b)	أصغرياً 30 (b)	
الألمنيوم	0.2	0.2	0.2	0.2-0.05
الأمونيا	1.5NH_3	0.5NH_4	0.5NH_4	
الكالسيوم			250 av.	
الكلورايد	250		400 av.	250
النحاس	انظر الجدول1 B(4-1)	3(GL) (C)	3	انظر 1 الجدول (1-4B)
العناصر التي تسبب الرغوة		0.2 (d)	0.2 (d)	0.5
الفلوريد	انظر الجدول B(4-1)			انظر 2 الجدول (1-4B)
الحديد	0.3	0.2	0.2	0.3

ENV-GRO.COM

معايير مياه الشرب الجدول (1-4)

الصفات الفيزيائية والمواد غير المرغوب تجاوزها

العنصر	اقتراحات WHO 1993	توجيهات (EC) 1980 MAC GL	تنظيمات (UK) 1989 Max	US EPA 1992 SMCL
المنغنيز	انظر 0.1 الجدول (1-4) B	0.05	0.05	0.05
المغنيزيوم		50	50	
الفينولات C_6H_5OH		0.0005	0.0005	
الفسفور		5 P_2O_5	2.2 P	
البوتاسيوم		12	12	
الفضة		0.01 (e)	0.01 e	0.1
الصوديوم	200	150	150 (f)	
الكبريتات (SO_4)	250	250	250	250 انظر الجدول (1-4) B
الزنك	3	5 (GL) (C)	5	5

ملاحظات عن الجدول :

) . ECالتركيز المسموح الأعظمي (إلزامي عند MAC

) .UKأعظمي من أجل الماء المأمون صحياً (إلزامي في Max SMCL
Contaminant level Secondary maximumمستوى الملوث الأعظمي الثانوي

).USA(غير إلزامي في

) . EC (غير إلزامي عند (Guide level)المستوى الموجه GL

معيار الأداء للماء الراشح قبل التعقيم النهائي . (PS)

وحدة لون حقيقية . TCU

عدد مرات التمديد للوصول إلى عتبة الرائحة . TON

.(180ºC)بعد التجفيف في درجة حرارة (a)

من أجل ماء مزال العسرة . (b)

.(12 hours)بعد بقاء الماء في الأنابيب لمدة (C)

.lauryl sulphateمثل كبريتات اللوريل (الغار) (d)

حيث تستعمل الفضة بشكل استثنائي من أجل المعالجة . 0.08 (e)

من نتائج العينات يجب أن تتوافق مع هذا الرقم .80% (f)

ENV-GRO.COM

معايير مياه الشرب الجدول (1-4)

المواد اللاعضوية ذات الأهمية الصحية

العنصر	قيم الخطوط الموجهة لـ (WHO) 1993 مؤقت=P	توجيهات (EC) 1980 (MAC) المستوى الموجه (GL)	تنظيمات (UK) 1989	US EPA 1992 MCL اقتراح = P
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
الانتيموان (Sb)	0.005(P)	0.01	0.01	0.006
الزرنيخ(As)	0.01 (P)	0.05	0.05	0.05 (a)
الباريوم(Ba)	0.7	(GL 0.1)	1 (av.)	2
بيريليوم	NAD	---	---	0.001
البورون(B)	0.3	(GL 1)	2 (av.)	
الكادميوم (Cd)	0.003	0.005	0.005	0.005
الكروم(Cr)	0.05 (P)	0.05	0.05	0.1
النحاس(Cu)	2(P)	انظر الجدول (4-1) A	3.0	1.3(b)
السيانيد(CN)	0.07	0.05	0.05	0.2
الفلور(F)	1.5(C)	في درجة 1.5 حرارة 8-12ºC في درجة 0.7 حرارة 25-30ºC	1.5	4 انظر الجدول (1-4A)
الرصاص (Pb)	0.01	في الماء 0.05 الجاري(d)	في أي 0.05 عينة(d)	(e) 0.015
المنغنيز(Mn)	0.5 P(f)	0.05	0.05	انظر الجدول (1-4A)
الزئبق(Hg)	0.001	0.001	0.001	0.002
موليبدنيوم (Mo)	0.07	لم يدرج	لم يدرج	
النيكل(Ni)	0.02	0.05	0.05	0.1
النترات	50 NO_3(g)	50 NO_3	50 NO_3	10N
النتريت	3 NO_2(g)	0.1 NO_2	0.1 NO_2	1N
نتروجين (كجلدال)	لم يدرج	1 asN	1 asN	
سيلينيوم(Se)	0.01	0.01	0.01	0.05
الكبريتات (SO_4)	انظر الجدول (1-	انظر الجدول (4-1) A	انظر الجدول (1-	200/500P

ENV-GRO.COM

معايير مياه الشرب،الجدول (1-4)				
المواد اللاعضوية ذات الأهمية الصحية				
العنصر	قيم الخطوط الموجهة لـ (WHO) 1993 مؤقت=P	توجيهات (EC) 1980 (MAC) المستوى الموجه (GL)	تنظيمات (UK) 1989	US EPA 1992 MCL اقتراح =P
	(4A		(4A	
الثاليوم	غير مدرج	غير مدرج	غير مدرج	0.002
أورانيوم	NAD	غير مدرج	غير مدرج	

ملاحظات عن الجدول :

) .(USAمستوى الملوث الأعظمي (إلزامي في MCL
شهر السابقة .(12)الوسطي لمدة av
لا يوجد معطيات متوفرة . NAD
قيمة مؤقتة . a
في أكثر من (1.3 mg/l) يجب القيام بمعالجة ما إذا ارتفع المستوى عن b
من العينات .(10 %)
. يجب أن تعتمد القيمة على الطقس والظروف المحليةc
يطبق على الماء الجار(UK) ليست واضحة . بينما نظام (EC) تعليمات d
وعلى الماء المتوقف في الأنابيب .

في أكثر من (0.015 mg/l) يجب القيام بمعالجة ما إذا ارتفع المستوى عن e
من العينات وذلك بعد مدة تماس مع الوصلات أو الأنابيب (10%)
الرصاصية مقدارها (6) ساعات أو إجراء تبديل الأنابيب والوصلات
الرصاصية بغيرها .
من وجهة نظر السمية فقط ، أما من وجهة نظر الترسبات فيجب أخذ f
بعين النظر .A الجدول (1-4)
إن مجموع نسبة النتريت والنترات إلى قيمها في النظام يجب أن لا تتجاوز g
الواحد

تغطي فقط لائحة صغيرة من النظام (KU) 1989 وتنظيمات (EC) 1980إن توجيهات
الإلزامي للمركبات العضوية ولهذا فقد تم تنظيمها في جدول خاص بها كما
يلي:

معايير مياه الشرب،الجدول (1-4)		
المواد العضوية ذات الأهمية الصحية		
المركب	EC MAC µg/ℓ	UK Max µg/ℓ
1 – الهيدروكربونات (منحلة أو مستحلبة بعد استخلاصها بوساطة ايتير بترولي) والزيوت	10	10

معايير مياه الشرب،الجدول (1-4)			
المواد العضوية ذات الأهمية الصحية			
المعدنية			
2 – المبيدات الحشرية :			
آ – بشكل فردي	0.1	0.1	
ب – مجموع مركبات افرادية مبحوث عنها	0.5	0.5	
(PAH) مجموع (6) مركبات تدعى 3PAH – تستعمل كدليل	0.2	0.2	
4 – المواد القابلة للاستخلاص بالكلور وفورم		1000 (Av)	
بيرين3 , 54 – بنزو		0.01 (Av)	
6(CTC) – رباعي كلور الكربون		3 (Av)	
7(TCE) – ثلاثي كلورواثين		30 (Av)	
8(PCE) – رباعي كلورواثين		10 (Av)	
9m- – الهالوميتانات الثلاثية (تريكلورو m- ، ديبروموكلورو m-ديكلوروبرومو m-تريبرمو		كقيمة كلية 100 وسطية في الأشهر الثلاثة السابقة	
المواد العضوية غير المبيدات			
a	**Chlorinated alkanes الالكانات المكلورة**		
	رباعي كلوريد الكربون	2	5
	ثنائي كلوروميثان	20	5
	ثنائي كلورو ايثان1,1	NAD	
	ثنائي كلورو ايثان1.2	30	5
	ثلاثي كلورو ايثان1 ,1 ,1	2000P	200
	do دو 1, 1, 2	---	5
B	**Chlorinated ethenes الايثينات المكلورة**		
	كلور الفينيل	5	2
	ثنائي كلوروايثين1,1	30	7
	ثنائي كلوروايثين1,2	50	
	ثنائي كلوروايثين1,2 CIS	--	70
	Do Trans	--	100
	ثلاثي كلورو ايثين	70 P	5
	رباعي كلورو ايثين	40	5
C	**Aromatic hydrocarbons الهيدروكربونات العطرية**		
	بنزين	10	5
	تولين	700	1000
	Xylenes اكسيلينيز	500	10000
	ايثل بنزين	300	700
	ستيرين	20	100

ENV-GRO.COM

معايير مياه الشرب،الجدول (1-4)			
المواد العضوية ذات الأهمية الصحية			
	بيرين[a]بنزو	0.7	0.2
d	**البنزينات المكلورة :**		
	أحادي كلوروبنزين	300	100
	ثنائي كلوروبنزين1,2	1000	600
	ثنائي كلوروبنزين1,4	300	75
	ثلاثي كلورو بنزينات (كليه)	20	
	ثلاثي كلوروبنزين1,2,4	--	70
e	**العضويات الخاصة :**		
	– اتيل هكسيل) اديبات2ثنائي (	80	500
	اثيل هكسيل) فثالات2ثنائي (	8	6
	اكريل آميد	0.5	TT
	ابيكلورو هيدرين	0.4 P	TT
	هكساكلوروبيوتادين	0.6	
	هكساكلوروسيكلوبنتادين	--	50
	(ديوكسين)2,3,7,8 TCDD	--	5×10^{-5}
	EDTA	200 P	
	حمض نتريلوتري استيك	200	
	دي الكيلتينات	NAD	
	أكسيد تريبيوتيلين	2	
	المبيدات :		
	آلا كلور	20	2
	الديكارب	10	3* غير نهائي
	سلفون الديكارب	--	2* غير نهائي
	دو سلفوكسايد	--	4* غير نهائي
	الدرين/ دي الدرين	0.03	
	اترازين	2	3
	بنتازون	30	
	كاربوفيوران	5	40
	كلور دان	0.2	2
	كلورتوليورون	30	
	DDT	2	--
	– كلوروبروبان3 ديبرومو -1,2	1	0.2
	2,4 D-	30	70
	ديكلوروبروبان1,2	20 P	5
	ديكلورو بروبان1,3	NAD	

ENV-GRO.COM

معايير مياه الشرب،الجدول (1-4)			
المواد العضوية ذات الأهمية الصحية			
	ديكلورو بروبين1,3	20	
	دالو بون	--	200
	دينوسيب	--	7
	ديكوات	--	20
	ايثلين ديبروميد	NAD	0.05
	اندوثال	--	100
	اندرين	--	2
	glyphosateكليفوسات	--	700
	هيبتاكلور/ابوكساييد هيبتاكلور	0.03	0.4/0.2
	هكساكلورو بنزين	1	1
	ايزوبروتيورون	9	
	ليندان	2	0.2
	MCPA	2	
	ميثوكسيكلور	20	40
	ميتولا كلور	10	
	مولينات	6	
	أوكساميل (فيدات)	--	200
	بنديميثالين	20	--
	بنتاكلورو فينول	9 P	1
	برمثرين	20	--
	بيكلورام	--	500
	بوليكلورينيتد بيفينيلات(PCBs)	--	0.5
	بروبانيل	20	--
	بيرميدات	100	--
	سيمازين	2	4
	توكسافين	--	5
	تريفلورالين	20	
	مبيدات الأعشاب كلوروفينوكسي ماعدا MCPA و 2,4-D		
	ديكلور بروب	100	
	2,4-DB	90	
	2,4,5-T	9	
	سيلفكس	9	50
	ميكو بروب	10	
	MCPB	NAD	

ENV-GRO.COM

معايير مياه الشرب،الجدول (1-4)			
المواد العضوية ذات الأهمية الصحية			
	المنتجات الثانوية للمعقمات		
	برومات	25 P	
	كلوريت	200 P	
	كلورات	NAD	
	الكلوروفينولات		
	تريكلوروفينول2,4,6	200	
	فورم الدهيد	900	
	الهالوميتانات الثلاثية(THMs)		
	بروموفورم	100	100 في مجموعها
	ديبروموكلوروميتان	100	
	بروموديكلوروميتان	60	
	كلوروفورم (تريكلوروميتان)	200	
	حموض الخل المكلورة		
	ديكلورواستيك أسيد	50P	
	تريكلورواستيك اسيد	100 P	--
	تريكلورواسيت الديهيد/كلورال هيدرات	10 P	--
	هالو اسيتونيتريلات		
	ديبروموا سيتونتريل	100 P	
	ديكلورواسيتونتريل	90 P	
	تريكلورواسيتونتريل	1 P	
	كلور السيانوجين(as CN^-)	70	

ملاحظات :

(WHO)= قيمة مؤقتة -P

= تطبيق تقنية معالجة لضبط المادة. -TT

= لا يوجد معطيات متوفرة ملائمة ليوصى بها .-NAD

أن مجموع نسب التركيز لكل منها بالنسبة إلى قيمتها WHO = تقرر *(re THMs)-

(1)الدليلية يجب أن لا تزيد عن

- الهيدروكربونات الراتينجية والبنزينات المكلورة يمكن أن تعطي طعماً بتراكيز الواردة في الجدول .(Guide value) (GV)أخفض من القيم الدليلية

- الاثين هو اسم آخر لمادة الاثيلين.

1 – 4 – الكائنات الحية في الماء (Livng Organisms in Water) :

يمكن أن تسبب الكائنات الحية في الماء كالبكتريا الممرضة والفيروسات والأوليات والديدان أمراضاً مختلفة للإنسان ، كما يمكن للماء أن ينشط نمو العائل

الوسيط كالحلزونات والأسماك والنباتات المائية ، أو ينشط توالد نواقل الأمراض كالبعوض والحشرات القارضة .

1- 4 - 1 الأمراض البكترية التي تنتقل عبر الماء :-

آ- **الكوليرا:** تسببها جرثومة تدعى (Vibrio cholerac) وشكلها الآخر (El Tor) ترتبط العدوى بها بابتلاع الماء الملوث ببراز الإنسان المريض ، وكذلك (Vibrio بالأطعمة الملوثة والتلامس الشخصي.

ب- **الحمى التيفية :** سببها جرثومة (Salmonella Typhi) ترتبط العدوى بها بابتلاع مادة ملوثة ببراز أو بول إنسان مريض بما في ذلك الماء والغذاء كالحليب والمحار أحياناً (Salmonella yphi)واللحم المحفوظ بطريقة غير مناسبة. كما تستمر جرثومة بالتكاثر في الحويصل الصفراوي لبعض المرضى الذين شفوا من الإنتان الأولي ويستمر هؤلاء الحملة للجراثيم بإفراز المتضصيات بالبراز وأحياناً بالبول لفترات طويلة وحتى على مدى الحياة .

وقد تفشت الحمى التيفية في كرويدون عام 1937 بسبب وجود حامل لجرثومة الحمى التيفية يعمل أسفل بئر يضخ إلى شبكة مياه الشرب .

كما تفشت الحمى التيفية في ابردين عام 1964 بسبب عدم كلورة ماء النهر المستعمل في تبريد صفائح لحم البقر المقدد لدى مصنع الإنتاج في جنوب أمريكا .

ج- **الحميات نظيرة التيفوئيد :** تسببها جراثيم (Salmonella Paratyphi) A أو B أو C . ويمكن أن تتم العدوى بشكل استثنائي عن طريق الماء الملوث ، ولكن تتم بشكل أكثر شيوعاً نتيجة تناول الطعام الملوث كالحليب والبيض ومنتوجات الألبان.

د- **الزحار العصوي :** وتسببه جراثيم (Shigella) ذات الأصناف العديدة . يمكن أن تتم العدوى عن طريق الماء الملوث ببراز الإنسان ، ولكن العدوى تتم بشكل أكثر شيوعاً عن طريق تناول الأطعمة الملوثة بوساطة الذباب ، أو عن طريق عمال المطاعم الذين يحملون المرض .

هـ- **اسهالات الرحالة :** سببها غير معروف بشكل دقيق ، ولكن يمكن أن يكون أحد أشكال(Escherichia)) الممرضة ، وقد يكون في الحالات النادرة جرثومة Shigellae) . ومن المحتمل أنها تنتقل بنفس طريقة الزحار العصوي . ويمكن للماء أيضاً أن يكون هو الناقل . ومن المحتمل أن تعود اسهالات الرضع إلى ذلك .

و- **داء اللولبيات (Leptospirosis) :** تنجم أمراض هذه المجموعة والتي تتفاوت من عن مجموعات (Severe jaundice) إلى اليرقان الشديد (mild fever)الحمى المعتدلة . وهي بشكل عام تصيب (Leptospira)متعددة من المتعضيات الحلزونية التي تدعى الفئران والكلاب والخنازير وبعض الفقاريات الأخرى ، ثم تطرح في بول الحيوانات . وتوجد في البرك والجداول ذات التدفق البطيء ومن هذه البرك والجداول عن طريق السباحة أو الصيد أو الرياضات المائية تنتقل إلى الإنسان عن طريق الفم أو المجاري الأنفية أو الملتحمة أو عن طريق السحجات الجلدية ، والمعالجة الطبيعية للماء تزيل هذه المتعضيات .

1- 4 - 2 - أمراض الطفيليات وحيدات الخلية (Protozoal diseases):

أهمها الإصابة بالاميبا والزحار الأميبي Amoebiasis and omoebic dysentery :
والمسبب هو وحيد الخلية (Protozoon Entamoeba histolytica) الذي يعيش في الأمعاء الغليظة للإنسان مولداً أكياساً تمثل الأشكال المعدية الوحيدة التي تعبر إلى البراز ، وتتم العدوى عن طريق ابتلاع تلك الأكياس عن طريق اليد أو الذباب ونادراً ما تنتقل عبر الماء عدا في حالة استعمال الماء غير المعالج .

1- 4 - 3 - أمراض الفيروسات (Virus diseases):

آ- شلل الأطفال (Poliomyelitis):

يستقر هذا الفيروس في أمعاء الأشخاص المصابين بالعدوى (ليس من الضروري أن يكونوا مشلولين) . ومن المحتمل أن تتم العدوى عن طريق الأصابع مباشرة أو عن طريق الطعام.

ب- التهاب الكبد الانتاني (Infectious hepatitis):

يستقر هذا الفيروس في المعي ويطرح مع البراز ، ويمكن لحملة الفيروس أن يسببوا العدوى لفترات طويلة . وقد تم تسجيل عدة جائحات انتقلت فيها العدوى عن طريق الماء وخاصة عند تعطل عملية معالجة المياه أو عندما تتلوث الآبار المنشأة بشكل سيء من بالوعات المجاري ، أو نتيجة هطول الأمطار الغزيرة ، وأحياناً يكون للمحار دور شبه مؤكد في نقل هذا الفيروس .

يوجد فيروس شلل الأطفال والفيروسات المعدية الأخرى في مجاري المياه الملوثة ومياه الأنهار غير المعالجة ، ولكنها تحتجز إلى حد كبير عن طريق الترشيح الرملي البطيء أو الترويب والترشيح .

ENV-GRO.COM

1- 4 - 4 - الأمراض الدودية Helminthic (worm) diseases:

آ- داء منشقات الجسم (بلهارسيا) Schistosomiasis (Bilharzia):

يسبب داء منشقات الجسم مجموعة من الديدان المنبسطة وهي ذات ثلاثة أنواع : منشقات الجسم المعدية ، ومنشقات الجسم الدودية ، ومنشقات الجسم اليابانية ، التي تستوطن في أوردة المثانة أو المعي الغليظ وتطرح البيوض في البول أو البراز . فإذا وصلت تلك البيوض إلى الجداول الدافئة ذات التدفق البطيء أو البرك فإنها تدخل أنواعاً معينة من الحلزونات وتخضع للتطور وتطرح كأجنة المرحلة الثانية التي يمكنها اختراق جلد الإنسان أو الأغشية المخاطية ، وهنا تكمل نموها وتصل إلى الأوردة .

ويكون الترشيح وعملية التعقيم بالكلور فعالين ضد البلهارسيا إذا طبقا باعتناء .

ب- التهاب الجلد بمنشقات الجسم :

يتسبب نتيجة مجموعة من المنشقات الخاصة بالطيور التي تتمكن أجنتها الصادرة عن حلزونات معينة أن تخترق جلد الإنسان ولكنها لا يمكن أن تتطور أكثر من ذلك داخل جسم الإنسان .

1 – 4 – 5 :- الصعوبات في تحديد الجراثيم الممرضة

بشكل عام فإنه من الصعب اكتشاف الجراثيم الممرضة وغيرها من المتعضيات في المياه العذبة بسبب قلة أعدادها .
حتى في مصبات مياه المجاري أو في ماء نهر ملوث يمكن لها أن توجد أحياناً فقط وذلك في فترات زمنية غير منتظمة بالاعتماد على وجود حامل للمرض يطرح هذه البكتريا.
لذا فإن البحث عن الجراثيم الممرضة مباشرة ليس مأمونا من الناحية العملية من أجل ماء التغذية.
وعوضاً عن ذلك يجب البحث عن أي دليل على وجود تلوث من اطراحات الإنسان أو الحيوانات فإذا كان الدليل إيجابياً فيفترض أن يكون الماء حاوياً على البكتريا الممرضة ، وآنذاك يجب اعتباره غير مناسب من أجل أغراض التغذية العامة .

1 – 4 – 6 انتشار (E.Coli) الاشريكية الكولونية (Escherichia coli):

يصل عدد البكتريا في براز الإنسان الحيوان حتى آلاف الملايين في الغرام الغالبية العظمى منها وهي تستوطن الأمعاء (E. Coli)وتشكل الأشريكية الكولونية في كل (E.Coli)بشكل طبيعي . يحتوي ماء المجرور الخام على بضعة ملايين من (100 ml) . ولكن عدد الجراثيم الممرضة منها يكون في الحالة الطبيعية صغيراً يجب التأكد من عدم (E. Coli).للحصول على ماء خال من الأشريكية الكولونية (E.Coli)وجود تلوث للماء بالبراز ، أو من إزالة هذا التلوث. وعلى الرغم من أن تعد غير ضارة ، إلا أن بعض السلالات منها تسبب اسهال الأطفال واسهال المسافرين.

1 – 4 – 7 اختبار (E.Coli):

إن(Escherichia Coli) هي جراثيم تنتمي إلى مجموعة من الجراثيم (Coli ، وإن الاشريكية الكولونية فيها هي البكتريا السائدة الموجودة في ماء البراز (aerogenes – توجد بشكل سائد في التربة . (Coli – aerogenes)في حين أن باقي أعضاء مجموعة جراثيم (E.Coli) في ماء التغذية يشير إلى وجود تلوث بالبراز ، وأن غياب (E.Coli)وأن وجود يدل على أن المصدر الأساسي للتلوث هو من التربة أو من الأعمال الزراعية. وأن وجود يجب أن يعد دليلاً وانذاراً مبكراً على إمكانية (Coli form)أي شكل للمتعضيات الكولونية حدوث تلوث أكثر خطورة فيما بعد وخاصة بعد المطر .

1 – 4 – 8 :- الاختبارات الروتينية من أجل التلوث البكتري للماء

تجرى الاختبارات الروتينية من أجل التلوث البكتري كما يلي :
آ– 2) تعداد صفيحة الآغار عند درجة حرارة (22 °) ، هذا الاختبار يحدد أعداد البكتريا (غالباً غير الممرضة) التي تحدث وغالباً ما يكون مصدرها التربة والغبار والخضار وغيرها. (الآغار هو مادة هلامية تستخرج من الطحالب البحرية).
ب– (37) تعداد صفيحة الآغار عند درجة حرارة ° ، يحدد هذا الاختبار أعداد البكتريا التي تنشط عند درجة حرارة جسم الإنسان وبذلك فهي تتضمن تلك الجراثيم التي يكون منشؤها البراز .

م يحدد هذا الاختبار أعداد البكتريا ◦ الافتراضي عند (37)(Coli form) تعداد –ج
.(Coli – aerogenes)الموجودة من مجموعة
) م ، وهو تقدير لأعداد ◦ التفاضلي عند درجة حرارة (44)(Coli form) اختبار –د
الموجودة. وبالتالي فهو مؤشر إيجابي لدرجة التلوث بالبراز ، تجري (E.Coli
التعدادات الصفائحية بعد المستعمرات البكترية التي تتطور وتظهر تحت عدسة
التكبير.
أما التعدادات التفاضلية والافتراضية فتتم بتلقيح مجموعة أنابيب من الأوساط
وهكذا نستنتج بالطرق الإحصائية –بكميات كبيرة مختلفة من الماء المراد اختباره
من ماء العينة الأصلية (100 ml)الرقم الأكثر احتمالاً للجراثيم الموجودة في كل
. ويمكن التعبير عن النتيجة بشكل متتالي (Most Probable Number MPN)
من الماء ، دالين بذلك على الكمية الأصغرية (1 ml) أو في (10 ml)بالوجود في
للماء التي أعطت تفاعلاً إيجابياً .
يمكن استعمال الترشيح الغشائي لهذا الأمر ، ولكن ذلك غير مناسب من أجل
، أو من أجل المياه (Coli form)المياه العكرة التي تحتوي على عدد قليل من بكتريا
بالإضافة إلى عدة أنواع من الجراثيم غير (Coli form)الحاوية على قليل من بكتريا
تنمو في نفس الأوساط .(Coli form)الـ
(Coli form)من أجل الفحص المتكرر للماء المعالج يؤخذ تعداد الـ
الموجودة ، (Coli form)الافتراضي دائماً لأنه سيحدد أعداد المتعضيات الكولونية
فإذا كانت النتيجة إيجابية يجب إجراء اختبارات المتعضيات الكولونية التفاضلية .
لا حاجة لإجراء تعدادات صفائح الآغار دائماً من أجل الفحص الروتيني ولكنها
ضرورية من أجل الفحوصات التامة ، وخاصة المأخوذة لتوضيح فعالية منشأة
المعالجة في إزالة البكتريا ، إذ تؤخذ تعدادات صفائح الآغار قبل وبعد تلك المعالجة .

1 – 4 – 9 – الاختبار الخاص بـ Cl. Perfringens (Cl. Welchii):

إن الأهمية الخاصة بهذا الاختبار بالنسبة لمياه الشرب تعود لكونها بكتريا
مشكلة للأبواغ ذات منشأ برازي ، ويمكنها أن تبقى في الماء لفترة أطول من مدة بقاء
المتعضيات الكولونية . إن الاختبار الخاص بها والذي يتم تنفيذه بطريقة مشابهة إلى
حد ما بتعداد المتعضيات الكولونية ، يكون نافعاً من أجل مياه الآبار ، إذ أن وجود
هذا التلوث يدل على أن ماء التغذية هذا متصل بمصدر ما للتلوث الذي يمكن أن
يزداد بشدة في وقت ما .

1 – 4 – 10 – الاختبار الخاص بالمكورات السبحية البرازية :-

(The Test for faecal streptococci)

تصادف المكورات السبحية البرازية بشكل رئيسي في براز الحيوانات والإنسان ،
وعددها ليس كعدد المتعضيات الكولونية في الحالات العادية لهذا السبب فإن اختبار
المكورات السبحية لا يقدم أية ميزة أكثر من اختبار المتعضيات الكولونية ما عدا في
حالات الشك .

1- 4 - 11 - معايير النقاء الجرثومي (Standards of Bacterial Purity):

يجب على الماء المعالج بالكلور عند خروجه من منشأة التنقية أن يكون بشكل دائم خالياً من جراثيم (Coli form) المتعضيات الكولونية في (100 ml) . ولا ينصح بنقل ماء تغذية غير معالج بالكلور في شبكة المياه . ولكن عند استعمال مصادر تغذية صغيرة فإن الماء يجب أن يكون خالياً من الاشريكية الكولونية (E. Coli) وذلك في (100 ml).

وبالشكل المثالي فإن كافة العينات المأخوذة من نظام التوزيع بما في ذلك صنابير المستهلكين يجب أن تكون خالية من المتعضيات الكولونية (Coli form) . ولكن من الناحية العملية فإن هذا الكلام غير ممكن التطبيق بشكل دائم ، لذلك ينصح بالمعيار التالي من أجل الماء في شبكة التوزيع :

1- يجب أن لا تحتوي (95 %) من العينات المجموعة على مدى عام كامل أي أية متعضيات كولونية (Coli form) أو أية أشريكية كولونية (E. Coli) في (100 mg/l)

2- يجب أن لا تحتوي أية عينة على أكثر من (10) متعضيات كولونية لكل (100 ml)

3- يجب أن لا تحتوي عينة ما على أكثر من (2) E.Coli لكل (100 ml).

4- يجب أن لا تحتوي أية عينة على (2) أو (1) من الاشريكية الكولونية لكل (100 ml) .

5- عند (100 ml) يجب أن لا تكتشف متعضيات كولونية في لأي عينتين متتاليتين وعند وجود أي متعضيات كولونية فإن أدنى إجراء يتخذ هو إعادة أخذ العينات للاختبار مباشرة . إن استمرار وجود متعضيات كولونية أو (10 – 1) من الاشريكية (1-2) الكولونية أو ظهور منفرد لأرقام أعلى من كليهما يشير إلى أن مادة غير مرغوب بها قد وجدت مسلكاً إلى الماء ويجب أخذ التدابير اللازمة للتحقق وإزالة مصدر التلوث . المسموح بها في الماء قبل المعالجة ، (E.Coli)ولا يوجد أية توصيات من أجل عدد ولكن المبدأ المتفق عليه هو أنه يجب تجنب التلوث الزائد .

1- 4 - 12 - تكرار الفحص الجرثومي للعينات :-

يمكن فحص كفاءة عملية المعالجة بالكلور بقياس وتسجيل كمية الكلور المتبقي ويفضل أن يتم ذلك عن طريق التحكم الآلي . أما من أجل العمليات الصغيرة فيمكن الاكتفاء بالفحص اليدوي للكلور .

إن الفحص البكتريولوجي للماء المعالج بالكلور حين دخوله إلى شبكة التوزيع يجب أن ينجز مرة واحدة يومياً على الأقل ، وذلك من أجل عمليات التنقية الكبيرة أما من أجل العمليات الصغيرة التي تخدم سكاناً عددهم عشرة آلاف أو أقل فليس من العملي أخذ عينات يومياً وفحصها وإنما يمكن الاعتماد على قياس جرعة الكلور المتبقي مع عمليات فحص بكتريولوجي لعينات المياه تتم اسبوعياً .

1- 4 - 13 - تقنية أخذ العينات للفحص البكتريولوجي :-

يجب العناية بمنع تلوث عينة المياه خلال عملية أخذ العينات وفحصها ، وأن الطريقة المثلى هي فحص العينة من صنبور العينات المستعمل فقط لهذه الغاية . كما يجب أن يكون طول الأنبوب المستخدم من المنبع إلى الصنبور أقصر ما يمكن . يجب أن يكون الصنبور معقماً بالحرارة أي يجب تطبيق لهب المصباح أو حرق

كحول على الصنبور لمدة دقيقة أو أكثر بقليل بحيث أن كل البكتريا الموجودة عليه تتلاشى ، ومن ثم يصرف الماء من هذا الصنبور أكثر من دقيقتين أو ثلاث حتى تعتدل درجة حرارة الصنبور قبل أخذ العينة . كما يجب استعمال قارورات العينات المعقمة والمجهزة في المخبر فقط ، وترفع السدادة من قبضتها خلال أقصر زمن ممكن . يجب عدم أخذ عينة عندما يهب الغبار حولها ، ويجب أن يكون الزمن الفاصل بين أخذ العينة وفحصها أقصر ما يمكن ، وتقترح المعايير العالمية (WHO) بأنه من الأفضل أن يبدأ فحص العينة خلال ساعة واحدة من جمعها ، وأن لا يزيد زمن البدء عن (24) ساعة أبداً

يجب أن ننتبه إلى أهمية المعالجة بالكلور عند أخذ العينة وفحصها فإذا عولجت بئر بالكلور بشكل مباشر فلا يمكن أخذ عينة ماء خام حقيقي ، حتى ولو توقفت عملية المعالجة بالكلور إلى حين ، وهذا مالا يجب أن يحدث .

يجب أن تحتوي كافة قارورات العينات على ثيوسلفات الصوديوم بحيث تنتزع ثيوسلفات الصوديوم الكلور فوراً من العينات التي تحتوي عليه ، كما وجد أن ثيوسلفات الصوديوم نفسها تميل لأن يكون لها تأثير تثبيتي على عدد من جراثيم (Coli form) و (E. Coli) على أن يكون تركيزها في القارورة (100 mg/l) الأقل حسب توصيات الطرق العيارية لجمعية الصحة العالمية الأمريكية .

إن العينة المأخوذة للاختبار من صنابير المستهلكين معرضة لإعطاء نتائج خاطئة بسبب تلوث الصنبور الذي يصعب تعقيمه .

يجب العناية بعدم وجود تسرب من السدادات إلى القارورة .

تفضل بعض المراجع تركيب صنابير خاصة لأخذ العينات عند نقاط محددة في شبكة التوزيع ، تستعمل فقط لهذا الغرض ، وتبقى مسدودة بعد ذلك ، كما يجب تجنب استخدام النحاس والزنك في الأنابيب والصنابير اللازمة لأخذ العينات بسبب تأثير النحاس والزنك القاتل للجراثيم .

1- 4 – 14 :- الفحص البيولوجي لمياه الشرب

إن الشكل الأكثر اعتياداً للفحص البيولوجي يكمن في تحديد نوع وتعداد الطحالب في عينات مياه الخزانات ، وأحياناً تنشأ ضرورة لتحديد أنواع الأشكال المتدنية للحياة في العينات من صنابير المستهلكين التي يمكن أن تنذر بالخطر مع أنها غير مؤذية مثل ديدان نايس (Nais Worms) و (Asellus aquaticus) ويرقات (Chironomid).

يمكن إجراء الفحص البيولوجي باستعمال شبكة من النايلون أو من قماش آخر لترشيح حجم كبير من الماء المتدفق من الصنبور .

1 – 5 – معايير نوعية المياه من أجل الاستعمالات الصناعية :

نلاحظ بشكل عام أن متطلبات نوعية المياه من أجل الاستعمالات الصناعية تختلف من صناعة لأخرى ، وغالباً ما تكون المواصفات العائدة لتشكل القشور والحت هي الأهم من أجل الصناعات ، إذ أن مياه المراجل يجب أن تكون شبه خالية من مركبات العسرة والسيليكات وغيرها من الأملاح غير العضوية ، كما أن وجود المواد المنحلة العضوية والغروانيات بسبب إعاقة لعملية التبادل الإيوني المستعملة لإزالة عسرة مياه المراجل .

إن وجود بعض الغبار ووجود مواد تشكل غذاء للجراثيم في المياه قد يسبب نموا للجراثيم وللأحياء الخيطية الدقيقة في عمليات التبريد وخاصة في الدارات

المغلقة منها ، وإن وجود الحديد والمنغنيز قد يسبب بقعاً في النسيج . ووجود المواد المشعة يتعارض مع عمليات التصوير ، وتتطلب عمليات غسيل الترانزستور ماء في غاية النقاء كما تتطلب الصناعات الغذائية نفس مواصفات مياه الشرب .

5) معايير نوعية المياه من أجل الصناعات المختلفة . ـ ويبين الجدول (1

الجدول (1-5)

معايير نوعية المياه من أجل الاستعمالات الصناعية

الصناعة والعملية الإنتاجية	لون واحدات	قلوية مثل $CaCO_3$ PPm	كلورايد PPm	عسرة مثل $CaCO_3$ PPm	Fe PPm	Mn PPm
النسيج :						
التغرية	5	–	–	25	0.3	0.05
الصقل	5	–	–	25	0.1	0.01
القصار	5	–	–	25	0.1	0.01
الصباغ	5	–	–	25	0.1	0.01
الورق :						
العمليات الميكانيكية	30	–	1000	–	0.3	0.1
العمليات الكيميائية :						
ورق غير مقصور	30	–	200	100	1	0.5
ورق مقصور	10	–	200	100	0.1	0.05
الصناعات الكيميائية:						
قلويات وكلوراين	10	82	–	133	0.1	0.1
قطران الفحم	5	50	30	183	0.1	0.1
كيميائيات عضوية	5	105	25	175	0.1	0.1
كيميائيات لا عضوية	5	175	30	254	0.1	0.1
بلاستيك وراتنج	2	1	0	0	0.005	0.005
مطاط صناعي	2	2	0	0	0.005	0.005
مستحضرات صيدلانية	2	2	0	0	0.005	0.005
صابون ومنظفات	5	50	40	125	0.1	0.1
دهانات	5	103	30	155	0.1	0.1
صمغ وخشب	20	205	500	458	0.3	0.3
أسمدة	10	175	50	–	0.2	0.2

HCO_3 PPm	Mg PPm	Ca PPm	SiO_2 PPm	مواد عالقة PPm	TDS PPm	SO_4 PPm	PH	No_3 PPm
				5	100		10 - 6.5	
				5	100		10.5 – 3	
				5	100		10.5 – 2	
				5	100		10 – 3.5	
							10 - 6	
	12	20	50	10			10 – 6	
	12	20	50	10			10 - 6	
100	8	40		10			8.5 – 6	
61	14	50		5	400	100	8.3 -6.5	
128	12	50		5	250	75	8.7 -6.5	
210	25	60		5	425	90	7.5 -6.5	
1.1	0	0	0.02	2	1	0	8.5 -7.5	0
2.5	0	0	0.05	2	2	0	8.5 -7.5	0
2.5	0	0	0.02	2	2	0	8.5 -7.5	0
61	12	30		10	300	150		0
125	15	37		10	270	125	6.5	0
250	50	100	50	30	1000	100	8 -6.5	5
210	20	40	25	10	300	150	8 -6.5	5

ENV-GRO.COM