المحاضرة السابعة والثامنة اعداد: م. د. عمر ادريس صالح

الملوثات الكيميائية للماء *Chemical Contaminants of Water*

اهم ملوثات الماء وتقسم الى:

أ ـ الملوثات الكيميائية غير العضوية

يوجد 83 عنصرا مستقرا وعدد قليل من العناصر المشعة موجودة على سطح الأرض. ويمكن تصنيف هذه العناصر الى مجموعة أولى هي مجموعة العناصر الأساسية المهمة وتشمل الكالسيوم والفوسفور والمغنيسيوم وأربعة عشر عنصرا ضئيلا هي الحديد واليود والنحاس والزنك والمنغنيز والكوبالت والمولبدينيوم والسيلينيوم والكروم والنيكل والقصدير والسيليكون والفلور والفناديوم والمجموعة الثانية هي مجموعة العناصر السامة وتشمل حوالي 15 عنصرا مثل الزرنيخ الذي يعتبر أحد مكونات مبيدات الحشرات والزئبق، والتي تستخدم مركباته شديدة السمية في صناعة البويات والدهانات و الورق والمعدات الكهربائية كما يتواجد الزئبق ومركباته في الفحم والنفط، والرصاص وعنصر الكادميوم الذي من المحتمل ان يكون مصدره في المياه هو الأنابيب والأواني البلاستيكية والبريليوم ومجموعة ثالثة تشمل العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم والمجموعة الرابعة هي مجموعة العناصر غير المهمة ، وتجدر الإشارة إلى ان العناصر الهامة تعتبر سامة عند تناولها بكميات كبيرة وقد يكون الفرق بين ان يكون العنصر هاما و نافعا و بين ان يكون ساما ضارا صغير جدا و ربما يصاب المرء بالدهشة عندما يرى عنصرا مصنفا ضمن المواد السامة نافعا و مهما و لكن هذه حقيقة .

كما تشمل الملوثات الكيميائية غير العضوية بعض الأنيونات مثل الفوسفات الناتجة عن التحلل الحيوي للكائنات المحتوية على الفوسفور أو المنظفات المحتوية على الفوسفات، وكذلك النترات والكبريتات والسيانيد. ويعتبر الأخير مادة سامة ويتواجد في المياه على هيئة HCN المتطاير والسام أيضا ويستعمل السيانيد على نطاق واسع تنظيف المعادن وفي الطلاء الكهربائي وفي صناعة التعدين. والكبريتيد الذي يعتبر إحدى نواتج التحلل الحيوي اللاهوائي للمواد العضوية المحتوية على الكبريت كما ينتج عند اختزال الكبريتات بواسطة البكتريا المختزلة. ويتواجد الكبريتيد وكبريتيد الهيدروجين السام في مياه صرف الصناعات الكيميائية مثل صناعة الورق والمنسوجات وغيرها ويؤدي الى ترسيب العديد من العناصر الهامة. وعادة تنخفض تراكيز الفلزات الثقيلة في المياه السطحية غير الملوثة وكذلك في مياه الأمطار إلا في المناطق الملوثة جدا ويستثنى من ذلك الرصاص الذي يتواجد بكميات معتبرة في مياه الامطار بسبب عوادم السيارات، والجدول ادناه (للاطلاع) يوضح مصادر وتأثيرات اهم العناصر التي تتواجد في المياه بكميات ضئيلة (Trace Elements).

العنصر	المصدر	التأثير	*الحد الأعلى المسموح به لمياه الشرب (mg/l)
الزرنيخ	المبيدات و مخلفات التعدين و الصناعات الكيميائية	سام و قد يكون مسرطن	0.05
الكادميوم	مخلفات التعدين و الطلاء بالمعادن و أنابيب المياه	راجع الفصل الخامس	0.01
البيريليوم	الفحم و محطات الطاقة النووية و صناعة الفضاء	سام و يحتما ان يكون مسرطن	--
البورون	الفحم و صناعة المنظفات	سام لبعض النباتات	1.0
النحاس	الطلاء و الصرف الصحي و الصناعي و التعدين	ليس سام للحيوانات و لكنه سام للنباتات و الطحالب	1.0
الكروم	طلاء المعادن	عنصر هام و ربما يكون مسرطن على هيئة Cr(VI)	0.05
الفلوريد	عمليات تنقية المياه و الصخور و الصناعة	عند 1 mg/l يمنع التسوس و عند 5 mg/l يتلف الأسنان و العظام	0.8 – 1.7 حسب درجة الحرارة
اليوديد	المخلفات الصناعية	يمنع تضخم الغدة الدرقية	--
الحديد	تآكل الأدوات المعدنية و مخلفات صناعة التعدين	هام للتغذية ليس ساما لكنه يتلف بعض المواد مثل الملابس	0.05
الرصاص	العوادم و التعدين و الفحم و السباكة و الصناعة	راجع الفصل الخامس	0.05
المنجنيز	الصناعة و خاصة التعدين	ليس ساما للحيوانات و لكنه	0.05

		سام للنبات و يتلف المواد مثل الملابس	
الزئبق	التعدين و الفحم و المبيدات و الصناعة	سام جدا	--
المولبيدينيوم	الصرف الصناعي	قد يكون سام للحيوانات و هام للنباتات	--
السيلينيوم	مصادر طبيعية و الفحم و الكبريت	هام في التراكيز القليلة و سام في العالية و يسبب أمراض للحيوانات و قد يكون مسرطن	0.01
الفضة	الطلاء الكهربائي و التعدين و صناعة الأفلام	يلون الجلد و العيون و الأغشية المخاطية	0.05
الزنك	الصرف الصناعي و الطلاء المعدني و السباكة	هام لعمل بعض الأنزيمات و يساعد على إلتام الجروح و سام للنبات في التراكيز العالية	5.0

ب ـ الملوثات الكيميائية العضوية

تحتوي المياه الطبيعية على العديد من الملوثات العضوية المختلفة ومصادر هذه المواد عادة التربة والنباتات وبقايا الحيوانات المطمورة في قيعان هذه المياه ومياه الصرف الصحي والنفايات الصناعية السائلة التي تسرب إلى هذه المياه. ومن أهم هذه الملوثات العضوية الأسمدة والمبيدات والتي ناقشناها في الفصل الثالث وكذلك الفينولات التي تأتي من النفايات الصناعية أو من غسيل الشوارع والمنظفات والزيوت النفطية والتي تعتبر من اهم الملوثات العضوية للماء وخصوصا مياه البحار والمحيطات حيث ان البترول الخام عبارة عن خليط من الهيدروكربونات ذات الأوزان الجزيئية المتباينة وعند تسريبه إلى المياه الطبيعية يتبخر منه حوالي 25% بما في ذلك بعض المركبات العطرية المتطايرة مثل الزايلين والبنزين والتولوين وتعرف هذه المواد العطرية بأنها الأكثر سمية من بين الهيدروكربونات ، أما ما يتبقى من البترول المتسرب فتجرفه التيارات المائية على هيئة كرات قطرانية تتعرض للأكسدة الضوئية والتحلل البكتيري، وتنتقل الزيوت البترولية إلى مياه المحيطات والبحار بعدة طرق مثل الشرب من حقول الزيت وخاصة تلك المتواجدة تحت سطح الماء وكذلك إلقاء الزيوت في المحيطات و البحار من الأرض إما مباشرة من أنابيب النفايات التي ترسلها مصافي البترول ومصانع البتروكيميائيات أو بشكل غير مباشر عن طريق مياه الصرف الصحي التي تحمل زيوت السيارات بالإضافة إلى كميات البترول التي تلقيها ناقلات النفط العملاقة في المياه الطبيعية عمدا عند غسل مستودعاتها أو عند تفريغ مياه حفظ توازنها أو بغير عمد كالحوادث البحرية التي تسمع عنها في الأخبار من حين لآخر.

ج ـ الملوثات الغازية

تشمل الغازات الذائبة في المياه مثل ثاني أوكسيد الكربون والأوكسجين والنتروجين والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين والميثان وأكاسيد النتروجين وثاني أوكسيد الكبريت، وغالبا ما يتناسب تركيز هذه الغازات في المياه الطبيعية عكسيا مع درجة الحرارة وطرديا مع الضغط الجوي ويعتمد أيضا على التركيب الكيميائي الكلي لتلك المياه، وكما في الجدول ادناه الذي يوضح نسبة ذوبانية الاوكسجين في الماء مع تغير درجات الحرارة بثبوت الضغط.

تغير ذوبانية الأوكسجين عند ضغط 760 mm بتغير درجة الحرارة

درجة الحرارة (م°)	الذوبانية (O_2 ppm)
10	11.28
15	10.07
20	9.08
25	8.26
30	7.57
35	6.98
40	6.47

- كلما زادت نسبة الاوكسجين الذائب (D.O.) تحسنت نوعية المياه؟

1- تزدهر الحياة المائية.

2- تحسن عملية التحلل الهوائي للمواد العضوية.

أضرار الملوثات المائية *Water Pollution Damages*

ليس هناك ما يعادل الماء أهمية لدى الإنسان وكافة المخلوقات ومع ذلك قد يكون محطة نقل للأمراض المعدية. ولهذا فان صحة المجتمع تعتمد بشكل كبير بعد الله سبحانه وتعالى على مدى نقاوة المياه التي يستعملها ويعزى انتشار الكثير من الأوبئة إلى نوعية هذه المياه، وبعض الأمراض ربما يعزى انتشارها إلى عدم احتواء المياه على بعض المواد الضرورية للإنسان أو تكون متوفرة لكن بكميات غير كافية، ولقد أصبحت دراسات وأبحاث الأضرار الناجمة عن التلوث البيئي على كل من الإنسان وأشكال الحياة الأخرى وعلى الاقتصاد تشغل حيزا ملحوظا في وقتنا الحاضر ويرجع ذلك إلى عدة أسباب منها النمو الصناعي السريع والتوسع العمراني الهائل الناتج عن زيادة الكثافة السكانية.

لقد اصطلح على إطلاق ثلاث مسميات للماء لتصف نوعيته هي " نقي وصحي " و " صحي " و " ملوث وضار بالصحة ", فالمسمى " نقي وصحي " هو ماء خال من الشوائب والملوثات وغير ضار بالصحة أما المسمى " صحي " فهو ماء غير ضار بالصحة على الرغم من انه غير نقي ويحتوي على بعض الشوائب أي ان محتواه الكيميائي والحيوي غير ضار بالصحة وأخيرا المسمى " ملوث وضار بالصحة " يعني ان الماء غير نقي ويحتوي على ملوثات ضارة بالصحة. يتضح مما سبق ان الذي يحدد نقاوة المياه هو محتواها فيما إذا كانت تحتوي على مواد أم لا، أما صحية المياه فتتحدد عن طريق نوعية هذا المحتوى فيما إذا كان ضارا بالصحة أم لا، ونظرا لعدم وجود مياه نقية في الطبيعة لذا يمكن تجاوز اعتبار ان الماء نقي إذا كان محتواه غير ضار بالصحة وكان مقبولا ذوقيا من حيث الطعم واللون والرائحة.

تصنيف مقاييس ملوثات الماء *Water Pollutant Classification Scales*

1- درجة الحرارة واللون.

2- الكدرة.

3- الدالة الحامضية (الرقم الهيدروجيني) pH.

4- التوصيلية الكهربائية.

5- المواد الصلبة الكلية العالقة TSS.

6- المواد الصلبة الكلية الذائبة TDS.

7- العسرة الكلية للماء TH.

8- نسبة الاوكسجين الذائب في الماء .D.O.

9- المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين BOD_5.

10- المتطلب الكيمياوي للاوكسجين COD.

11- تقدير المواد العضوية.

12- تقدير الدهون والشحوم.

13- تقدير الفينولات.

14- تقدير نسبة ايون الكلورايد Cl^-.

15- تقدير نسبة الكبريتات SO_4^{-2}.

16- تقدير نسبة الفوسفات PO_4^-.

17- تقدير نسبة النتريت NO_3.

18- تقدير نسبة الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء.

19- قياس الكلور المتبقي.

20- قياس الالمنيوم.

الكيمياء البيئية

درجة الحرارة واللون : Temperature and Color

لما كانت درجة الحرارة تؤثر بشكل فعال في ذوبان المواد والغازات في الماء وبخاصة ذوبان الأوكسجين
وثاني اوكسيد الكاربون ، كما أنها من العوامل المهمة في تحديد نشاط وفعالية الأحياء المائية والبكتريا ومن العوامل
المهمة في تحديد بعض خواص الماء مثل الكثافة واللزوجة فعليه يعد فحص درجة الحرارة للعينات من الفحوصات
المهمة والمقيمة لطبيعة الماء . تمتاز المياه النقية بأن لا لون لها وان تلون هذه المياه في بعض الحالات يعود إلى
وجود بعض المواد العضوية،مثل: النباتات،و العوالق المائية، أو وجود بعض أيونات العناصر، مثل: الحديد،
والكروم، والمنغنيز ، أو وجود صبغات عضوية، او وجود مياه صناعية مصروفة لمجرى النهر ، أن شدة اللون تعتمد
على تركيز هذه المواد ويمكن القول بأن المياه تكون ذات لون حقيقي عند ذوبان المواد الملوثة، أو ذات لون ظاهري
عند وجود المواد العالقة .ولقد حددت المواصفة العراقية رقم 417 لعام 1974 لون مياه الشرب بعشر وحدات
(10.0) حداً أقصى مسموح به ،أما منظمة الصحة العالمية فقد حددتها بـ (15.0) وحدة حدا أقصى يمكن للعين أن
تميز وتعد درجة حرارة البيئة المائية عاملا مهما في التوازن القائم ضمنها ، و التغيير المفاجئ في درجة الحرارة
يعود الى طرح مخلفات صناعية منها الكيميائية و البترولية و الثقيلة .

(2-8-4) الدالة الحامضية (الرقم الهيدروجيني) : pH

لقياس مستوى الحموضة،وصفيا يتم استخدام مقياس الحموضة (الرقم الهيدوروجيني) pH والذي يتدرج من1إلى
14. والمواد التي تصل فيها درجة الحموضة من 1 على 6 تسمى مواد حامضية، في حين أن المواد التي تصل فيها
درجة الحموضة من 8 إلى 14 فتعتبر مواد قلوية، في حين أن المواد التي تصل فيها درجة الحموضة إلى 7 تعتبر
مواد محايدة.

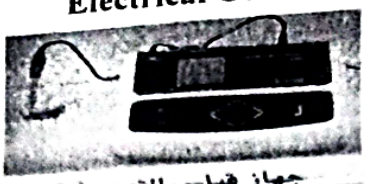
1	حامضيAcid	6	7	8	قاعديAlkaline	14

لياً وبدقة اكثر يستعمل جهاز قياس الرقم الهيدوروجيني pH

جهاز قياس الرقم الهيدروجيني

تعد قيمة الرقم الهيدوروجيني pH إحدى الخصائص للمياه والتي تؤثر بشكل كبير في تركيز العناصر الفلزية فيه،
اذ يسبب التغير الحاصل في الرقم الهيدروجيني تاثيراً في انتقالية بعض العناصر اذ ان معظم العناصر الفلزية تكون
عالية الاذابة في المحاليل الحامضية وبزيادة قيم pH تترسب على شكل اوكسيدات او هيدروكسيدات ومن تلك
العناصر القلوية اذ تترسب عندما تكون قيم pH أعلى من المعدل الطبيعي .هنالك عوامل متعددة تؤثر في قيمة pH
للمياه من اهمها درجة الحرارة، ووجود البيكاربونات، والكالسيوم، والنباتات، اذ ان عملية التركيب الضوئي تعمل
على تقليل كمية ثاني اوكسيد الكاربون ومن ثمّ زيادة الرقم الهيدروجيني . وللرقم الهيدروجيني اهمية في التاثير في
النشاط البكتيري وهوايضا مؤشر مهم لمعرفة اتجاه التفاعل في المحلول والذي يحدد اتجاه التأكسد أو الاختزال .إن
هناك عدة عوامل تدخل في عملية زيادة أو خفض قيمة pH منها الملوثات الطبيعية والتي تشمل المواد المذابة للتربة
نتيجة السيول والأمطار المنجرفة إلى حوض النهر إضافة لمخلفات الصرف الصحي والمخلفات الصناعية
والزراعية المصرفة للمياه لذا عرفت هذه الدالة على إنها مهمة في تحديد اتجاه التفاعل، لقد حددت منظمة الصحة
العالمية WHO قيم الرقم الهيدروجيني لمياه الشرب بين 6.5-8.5 حدودا مرغوب فيها .

التوصيلية الكهربائية: Electrical Conductivity



جهاز قياس التوصيلية

تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة و بالتالي فجميعها تشارك في التوصيلية الكهربائية ، و تنتج التوصيلية العالية عن ارتفاع نسبة الملوحة بسبب الملوثات المعدنية . وتعرف بانها قابلية المياه على نقل التيار الكهربائي، وتعتمد قيمة التوصيل الكهربائي على تركيز الأيونات الموجودة في المياه، وهي قابلية 1.0 سم من الماء على توصيل التيار الكهربائي عند 25.0 °م و تمثل مقلوب المقاومة النوعية للماء وتقاس بوحدات مايكروسيمنس .سم$^{-1}$ وملي سيمنس .سم$^{-1}$. حددت المواصفة الأوربية EEC لعام 1976 قيم التوصيلية للمياه السطحية المستخدمة لإنتاج مياه الشرب بـ 1000.0 مايكروسيمنس .سم$^{-1}$ حدا أقصى مسموح به .

(4-8-4) مجموع المواد الصلبة العالقة: Total Suspended Solids (T.S.S)

وهي المواد الصلبة المتبقية على ورقة الترشيح بعد إمرار أنموذج المياه من خلالها وتشمل الطين، والرمل، والغرين، والمواد الأخرى الطافية على سطح الماء وأن ارتفاع قيمة T.S.S دليل على تلوث المياه بمياه الصرف الصحي، ويكون تأثير المواد العالقة الصلبة في مياه الشرب ومياه النهر، بأنها تقلل من درجة استساغة الماء للشرب وتقلل من فعالية الكلور في تعقيم المياه وتعد نسبة 30 غم /لتر من المواد العالقة طبيعية و جيدة في المياه السطحية ،بينما إذا تجاوزت70 غم/لتر فإن الماء يصبح ملوثا .

(4-8-5) مجموع المواد الصلبة الذائبة : Total Dissolved Solids T.D.S

عرفت المواد الصلبة الذائبة بأنها مجموع الأيونات السالبة والموجبة، وبعض العناصر الثانوية و النادرة، ولا تشمل المواد العالقة أو الغروية أو الغازات الذائبة في المحلول .أن المواد الذائبة الكلية في المياه الطبيعية تكون أما بهيئة مركبات عضوية بتراكيز قليلة وأغلبها ناتج من نشاط الإنسان والفعاليات الصناعية، وتشمل الفينولات الكلورية، والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد التي على الرغم من تراكيزها القليلة إلا أنها ذات تأثير صحي مباشر على الإنسان إذا استهلكت لمدد طويلة. كما وأن لها تأثيراً في الحياة المائية في مياه الأنهار، أو أن المواد الذائبة مركبات غير عضوية تتمثل في أملاح الكاربونات، والبيكاربونات، والكبريتات، والنترات، والكلورايدات، وأملاح الصوديوم، والكالسيوم، والبوتاسيوم، والمغنيسيوم، وغيرها، وتؤثر هذه الأملاح الذائبة في العديد من معايير نوعية المياه، مثل القاعدية، والعسرة الكلية، والطعم، وتأثير الماء في تآكل المعادن والأنابيب. أن معدل نسبة المواد الذائبة الكلية في الماء اللاأيوني تقريباً مساوية للصفر (ملغم.لتر$^{-1}$) وبالنسبة لمياه الشرب يجب أن لا تزيد عن 500.0 ملغم.لتر$^{-1}$ وصنفت منظمة الصحة العالمية WHO مياه الشرب حسب تركيز T.D.S الى خمسة أنواع وكما موضح في الجدول(4-4).

الجدول(4-4) تصنيف منظمة الصحة العالمية .WHO لمياه الشرب حسب تركيز T.D.S

تصنيف المياه	تركيز T.D.S (ملغم.لتر$^{-1}$)
مياه ممتازة	اقل من 300.0
مياه جيدة	600.0-300.0
مياه مقبولة	900.0-600.0
مياه صافية	1200.0-900.0
مياه غير مقبولة	أكثر من 1200.0

تصنف المياه وفق نسبة الملوحة إلى خمسة أقسام هي :

1- المياه الصالحة للشرب (مياه عذبة) وتكون نسبة الملح فيها أقل من 1000جزء من الملح في مليون جزء من الماء وزناً .

2- مياه قليلة الملوحة وتكون نسبة الملح فيها 1000- 3000 جزء من الملح في مليون جزء من الماء وزناً

3- مياه متوسطة الملوحة وتكون نسبة الملح فيها 3000- 10000 جزء من الملح في مليون جزء من الماء وزناً .

4- مياه مالحة وتكون نسبة الملح فيها .10000-35000 جزء من الملح في مليون جزء من الماء وزناً .

5- مياه مالحة جداً وتكون نسبة الملح فيها أكثر من 35000جزء من لملح في مليون جزء من الماء .

(4-8-6) المتطلب الكيميائي الحيوي للأوكسجين: BOD_5 (Biochemical Oxygen Demand)

وهو متطلب (احتياج) الأوكسجين الحيوي، أي اللازم للتثبيت البيولوجي. تستعمل البكتريا الأوكسجين لتحلل المواد العضوية، وكلما زادت شدة التلوث كلما احتاجت البكتريا إلى كمية أكبر من الأوكسجين لتحليلها. وبوساطة اختبار BOD_5 تقاس شدة التلوث بقياس كمية الأوكسجين المستهلك من قبل البكتريا(الكائنات الحية الدقيقة o/m) لتثبيت (أكسدة) الملوثات خلال/5/ أيام وبدرجة حرارة 20 ^{0}م، ويعبر عنها بالملغم / لتر(mg / l).

يمكن تلخيص أهدافه بما يلي :

- تحديد كمية المواد العضوية المنحلة و القابلة للتحلل ومعرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية مع تحديد درجة التلوث العضوي

دور غاز الأوكسجين المذاب -قد يكون الاضمحلال البايولوجي Biodegradation هوائيا او غيرهوائي الطبيعة. بمعني انه يمكن أن يجري بوجود او عدم وجود غاز الاوكسجين الجزيئي كعامل مؤكسد. كلا هذين النمطين من العمليات ضروري في الطبيعة، ويجب ان يؤخذا بعين الاعتبار في عمليات تقويم مقدار الاضمحلال البايولوجي للمواد الكيميائية.تتضمن عملية التأكسد الهوائي اندماج احدي ذرتي جزيئة الاوكسجين مع الوسيط العضوي المغذي للاحياء الدقيقة، وباتحاد ذرة الأوكسجين الثانية مع الهيدروجين يتكون الماء. تشمل التحولات البايولوجية غير الهوائية عمليات التخمر والتركيب الضوئي البكتيري والتنفس غير الهوائي حيث تستهلك غازات أخرى غيرغاز الأوكسجين.

(4-8-7) المتطلب الكيميائي للأوكسجين: COD (Chemical Oxygen Demand)

يوجد نوع آخر من الملوثات العضوية لا تتأثر بفعل البكتريا و هي غير قابلة للتحلل ، يمكن إذا تقديرها باستعمال مؤكسدات قوية و في شروط معينة وهو متطلب (احتياج) الأوكسجين الكيميائي ، ويقيس كمية الأوكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية القابلة للأكسدة كيميائياً الموجودة في مياه الصرف ويعبر عنها بملغم / لتر. يتضمن الاختبار كامل المواد العضوية التي يمكن أكسدتها، وبذلك تكون قيمة BOD أصغر من قيمة COD.

(4-8-8) أيون الكلورايد : Cl^- (Chloride Ion)

يوجد أيون الكلورايد في جميع المياه الطبيعية وبتراكيز مختلفة، اذ يصل تركيزه في مياه المحيطات إلى أكثر من 2000.0 ملغم /لتر أما في مياه الأنهار والبحيرات فان تركيزه يتراوح بين (20.0 -80.0)ملغم/ لتر واعتُمد فحص ايون الكلورايد مؤشرا للكشف عن حالة التلوث في المياه الجوفية الناتجة من تسرب مياه المخلفات إليها وكذلك للكشف عن تلوث مياه الأنهار في حالة عدم وجود مصدر آخر للأيون بمياه المخلفات المعالجة و غير المعالجة.حدد نظام صيانة الأنهار والمواصفة العراقية تركيز الكلورايد في مياه الشرب بـ 200.0 ملغم.لتر$^{-1}$ أعلى حد مسموح به . أما المواصفة الأمريكية فقد حددت تركيز أيون الكلورايد كما موضح في الجدول (4-5).

الجدول (4-5). يوضح تصنيف المياه وفق تركيز الكلورايد حسب المواصفة الأمريكية .

تصنيف المياه	تركيز Cl ملغم.لتر$^{-1}$
مصدر ممتاز	أقل من50.0
مصدر جيد	250.0-50.0
مصدر غير جيد	600.0-250.0
مصدر رديء جداً	أكثر من 600.0

(4-8-9) العُسرة الكلية : T.H (Total Hardness)

الماء العسر هو الماء الذي يحتوي على أملاح الكالسيوم، والمغنيسيوم والصوديوم، وهو لا يُعتبر صالحاً للشرب عندما تصل نسبة الأملاح المُسبّبة للعسرة الى 200 -300 ppm ، ويوجد نوعان من العُسرة:

العسرة المؤقتة : وهي ناتجة عن وجود أملاح بيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم.

العسرة الدائمة : وهي ناتجة عن وجود أملاح كبريتات وكلوريدات ونترات الكالسيوم، المغنيسيوم والصوديوم. ونسبة الكالسيوم والمغنيسيوم العاليتين يضران بالجهاز العصبي.في حالة شرب هذه المياه فترة طويلة فإن ذلك يؤدي إلى اضطرابات في الجهاز البولي،والى تكون حصى في الكلى. ويؤثر كبريتات المغنيسيوم على الجهاز الهضمي، أما وجود أملاح الصوديوم بكميات كبيرة في الماء فيؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم. وتعرف بأنها قياس لمحتوى تركيز ايوني الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء ويعبر عنها كمكافئ لكاربونات الكالسيوم وتقاس بوحدات ملغم.لتر$^{-1}$ ويمكن حساب التركيز باستعمال المعادلة الآتية.

$$T.H\ (mg\ .\ L^{-1}) = 2.5\ Ca^{+2}\ (mg\ .\ L^{-1}) + 4.1 Mg^{+2} (mg\ .\ L^{-1})$$

وتعد أيونات الكالسيوم، المغنيسوم، الصوديوم، السنترونتيوم، والمنغنيز، من مسببات العسرة في المياه السطحية، أما ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم فيعدان المسبب الرئيس لعسرة المياه الجوفيـــة وحسب تصنيف منظمة الصحة العالمية للمياه وفق العسرة لكلية وكما هو في الجدول (4-6).

الجدول (4-6).تصنيف منظمة الصحة العالمية للمياه وفق العسرة الكلية

تصنيف المياه	تركيز $CaCO_3$ ملغم.لتر$^{-1}$
مياه يسرة Soft water	60.0-0.0
مياه معتدلة العسرة Medium Hard water	120.0-60.0 ,
مياه عسرة Hard water	160.0-120.0
مياه عسرة جداً Very hard water	أعلى من 160.0

لقد حددت المواصفة العراقية الجدول (4-7)ومنظمة الصحة العالمية WHO تركيز أيون الكالسيوم في مياه الشرب 200.0 ملغم.لتر$^{-1}$ أقصى حد مسموح به .

الجدول (4-7) المواصفة العراقية المرقمة 417 لسنة 1984
الخاصة بمتطلبات الماء الصالح للشرب والاستعمال المنزلي

ت	خصائص طبيعية		الحد المسموح به
.1	اللون		10 وحدات (بمقياس الكوبلت البلاتيني)
.2	العكارة		أقل من 10 وحدات (NTU)
.3	الطعم		مقبول
.4	الرائحة		مقبول
.5	الرقم الهيدروجيني P^H		8.5 – 6.5
ت	المركبات العضوية		الحد الأقصى (ملغم / لتر)
.1	الدهون والشحوم		0.3
.2	مستخلص كاربون / كلوروفورم		0.03
.3	المركبات الفينولية		0.002
.4	المنظفات Alkyl Benzene Sulphonates		0.3
ت	العناصر والمركبات اللاعضوية		الحد الأقصى (ملغم / لتر)
.1	الحديد	Fe	0.5
.2	الرصاص	Pb	0.05
.3	السيانايد	CN	0.05
.4	السيلينيوم	Se	0.01
.5	الكروم السداسي	Cr	0.05
.6	الكادميوم	Cd	0.01
.7	الباريوم	Ba	1.0
.8	الزئبق	Hg	0.001
.9	الزرنيخ	Ar	0.05
.10	المنغنيز	M n	0.1
.11	الفلور	F	1.0
.12	النحاس	Cu	0.5
.13	الخارصين	Zn	1.0
.14	الالمنيوم	Al	0.2
.15	الصوديوم	Na	200
.16	النترات	NO_3	45
.17	النتريت	NO_2	0.1
.18	الامونيا	NH_3	0.3
.19	الكلوريدات	Cl^{-1}	250
.20	الكبريتات	SO_4^{-2}	400
.21	الكالسيوم	Ca	200
.22	المغنيسيوم	Mg	50
.23	الكلور الحر	Cl_2	2.0
.24	العسرة الكلية	Ca , Mg , CO_3^{-2}	500

الكدرة Turbidity

هي خاصية بصرية للماء ناتجة عن انتشار الضوء وامتصاصه من قبل المواد العالقة بدل من انتقاله بشكل خط مستقيم خلال النموذج.

أسبابها:

1- وجود المواد الصلبة العالقة مثل دقائق التربة والرمل والطين والمواد العضوية واللاعضوية العالقة.
2- وجود البكتريا وكائنات حية دقيقة ونباتات طافية

العوامل المؤثرة على قياس الكدرة: تركيز وحجم حبيبات المواد العالقة.

لماذا لأيمكن ربط قياس الكدرة بقياس تركيز المواد العالقة في الماء؟

وذلك الن الكدرة تعتمد على طبيعة المواد العالقة من حيث الشفافية ومعامل الانكسار والمواد مختلفة بهذه الخواص عن بعضها البعض.

الاثار السلبية لزيادة كدره المياه:

1- تقليل او تحجب الضوء عن الاحياء المائية.
2- تؤثر المواد العالقة على تنفس الاسماك وخاصة اذا زاد تركيزها عن (211) ملغرام/لتر فيمكن ان تسد خياشيم الأسماك.
3- تؤثر على جمالية المياه.
4- توفر بيئة مناسبة لنمو البكتريا او عناصر معدنية فوقها.