

Training Manual on Water - YRCS

مقدمه

قال تعالى ((وجعلنا من الماء كل شيء حي))

الماء معدن الحياة وحيثما يوجد الماء تدب الحياه وتستمر ويعتبر الماء عنصراً اساسياً لجميع الكائنات الحية (فلا حياه بدون ماء) فقد نشأت الأرض منذ بدء الخليقة وستبقى إلى الأبد مرتبطة بالماء ، وقديماً نشأت الحضارات على ضفاف الانهار وبالقرب من مصباتها .

وللماء صلة اساسية ملموسة بتطور الانسان واحتياجاته اليومية من المياه في جميع انشطته الحيوية والمنزلية والدينية والصناعية والتجارية وغيرها ، فعمل الانسان على حسن اختيار مصادره المائية الملائمة فكرس جميع امكانيته من اجل المحافظة عليها من التلوث .

فالماء هو العنصر الذي بدونة لايمكن ان تحصل العمليات البيولوجية والكيميائية وغيرها داخل الكرة الارضية وفوقها وهو يمثل 65% من وزن الانسان بصفة عامة .

قال الاكاديمي الروسي ((بي فرناند تدسكي)) من اهم المعاني المطلقة للمياه تكمن في انها تدخل في تكوين الكائنات الحية وغير الحية ، ان الكائنات الحية الصغيرة والدقيقة يمكن ان تعيش بدون هواء ولكنها لاتستطيع ان تعيش دون ماء .

تقدر كميات المياه في الكرة الارضية 1.5 مليار كم 3

97% مياه مالحة (محيطات - بحار)

3% مياه عذبة موزعة (75% متجمده في الاقطاب-25% مياه جوفية-1% < الانهار والبرك)

مكونات المياه

تركيب الماء :-

يمكن تعريفه بأنه مركب كيميائي يتكون من عنصرين الهيدروجين والاكسجين .
ذرة اكسجين واحدة وذرتين من الهيدروجين (H2O).

خواص المياه :-

- 1) يتواجد في الحالة السائلة (ماء) والصلبة (ثلج) والغازية (بخار ماء) .
- 2) يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة مثل كل السوائل الا انه عند درجة حرارة 4م يتمدد بدل ان ينكمش وبذلك تقل كثافته فيخف ويرتفع الى اعلى وعندما يتجمد عند درجة حرارة صفر يكون الجليد على السطح فيما يكون سائل في الاسفل وهو مايساعد على ابقاء الحياة في المياه .
- 3) مذيب لكثير من المواد .

اماكن التخزين :-

- 1- الغلاف الجوي : وهو يتواجد على هيئة بخار نتيجة لدورة المياه في الغلاف الجوي وعندما يسقط على هيئة امطار تغذي الأرض بالمياه .
- 2 – المياه السطحية : المحيطات والبحار – الانهار – الجداول – البحيرات العذبة – مياه الجليد في القطبين .
- 3- المياه الجوفية : هي المياه التي تتسرب الى حوض الارض وبفعل الجاذبية الارضية ويتجمع في مستوعات ارضية ((مكامن)) الاحواض المائية .

اهم استخداماتة :

- 1/ منزلية (شرب + طبخ + غسيل + تنظيف)
- 2/ صناعية (يدخل في جميع الصناعات) .
- 3/ زراعية (الري) .
- 4/ الطاقة في انتاج الطاقة الكهربائية .
- 5/ النقل (تستخدم السفن في عملية نقل البشر والبضائع) .

* مياه الشرب :

تعريفها : هي المياه التي ليس لها لون او طعم او رائحة والتي تحتوى على العناصر المعدنية بنسب معينة وبدون وجود هذه العناصر او وجودها بنسب عالية لاتعتبر المياه صالحة للشرب .
كما يجب ان لاتحتوى على عناصر مشعة وكذلك يجب ان تكون خالية من أي كائنات حية مسببة للامراض .
* مكوناتها :

تحتوى مياه الشرب على العديد من العناصر وتشمل العناصر الطبيعية – الايونات العامة وتشكل ايونات (Cations) وايونات سالبة (Anions) بالاضافة الى العناصر النادرة والثقلية والتي يجب قياسها لتحديد صلاحية المياه لشرب من عدمه وتحديد طرق معالجتها .

* تلوث المياه :

الماء عادة غير نقي فهو يحتوي على مواد معدنية في حالة معلقة او مذابة او غازات ذائبة .

تعريف التلوث :

يمكن تعريف تلوث المياه بأنه تغير في الصفات الطبيعية او الكيماوية او البيولوجية للمياه وذلك عن طريق اضافة مواد غريبة تتسبب في تعكر الماء او تكسبه رائحة او لونا او طعماً او قد يتلوث بأضافة مواد كيميائية سامة ويمكن القول ان المقصود بتلوث المياه هو تغير في خواص مصادرة الطبيعية المختلفة ، بحيث يصبح غير صالح للكائنات الحية التي يعتمد عليها في استمرار بقائها او بمعنى آخر غير صالح للاستعمال .

والمياه التي تعتبر ملوثة وخطراً على الانسان في حالة استخدامها يمكن ان تكون مناسبة للاستخدام في صناعة الحديد .

كما ان المياه التي تتوفر فيها المعادن وتكون صالحة للاستخدام الادمي قد تؤدي الى تآكل الغلايات عند استخدامها في الصناعات الكهربائية .

كما ان المياه قد تكون غير صالحة للاستخدام الادمي يمكن ان تكون صالحة للزراعة وهكذا .

انواع التلوث :-

1- تلوث كيميائي : يحدث نتيجة للمخلفات السائلة والصلبة الخارجة من المنشآت الصناعية المختلفة وتشمل مخلفات استخراج وتكرير النفط واعمال التنجيم للمعادن وغيرها من الصناعات .

والتلوث الكيميائي لا تقوم المسافات فتأثيره يمكن ان يكون على مسافات كبيرة اذا ما توفرت الظروف الهيدروجيولوجية المساعدة على انتقاله مثل ارتفاع معامل الانتقالية نفاذية الطبقات وجود الشروخ او الفوالق وغيرها وتكون الخطورة اكبر عندما تجتمع المخلفات في مقاطعة التعدي (بالنسبة للخزانات الجوفية)

2- تلوث بيولوجي : ان مصدر التلوث البيولوجي بالدرجة الرئيسية مخلفات الانسان (برازة) ومياه الصرف الصحي غير المعالجة التي تصل الى المياه الجوفية عن طريق ترشيح وتغلغل مياه الصرف الصحي مباشرة من قنوات التصريف والابار الامتصاصية (البيارات) او احواض التجميع . ويعتمد حجم التلوث على سرعة التسرب وعلى فترة بقاء البكتريا في المياه الجوفية حية .

التلوث الصناعي : يختلف التلوث الصناعي باختلاف الانشطة الصناعية القائمة وطرق التخلص من المياه الملوثة .

تقوم بعض المصانع والمعامل بالتخلص من المياه الملوثة عن طريق مجاري الوديان والبعض الآخر عن طريق الحفر الامتصاصية (البيارات) وهذا يؤدي الى تلوث المياه الجوفية ولكن بدرجات متفاوتة في الحالة الثانية تكون تغذية المياه الجوفية مباشرة بالمياه الملوثة .

وتعتمد درجة خطورة التلوث على نوع النشاط الصناعي المتبع فنجد مادة الرصاص مرتفعة في المياه الخارجة من مصانع البطاريات سواء الجافة او غيرها وقد اكدت الدراسات التي نفذت في مدينة تعز بواسطة دار اليمن الاستشارية للمياه على وجود مادة الرصاص في اعالي مجرى وادي رسيان حيث تقوم مصانع البطاريات والسمن والصابون بالتخلص من المواد الخطرة في مجاري الوديان اضافة الى حقن المياه الملوثة في آبار امتصاصية .

وتصنف مياه الصرف الصحي الصناعي كالاتي :

1- مياه صرف صناعي خفيف يكون تركيز العناصر

COD <800mgil & BOD 5 <500mgil
TOC<50mgil & TDS<2000mgil

2- مياه صرف صناعي متوسط

COD<3000mgil & BOD 5<2000mgil
TOC <500mgil & TDS < 2000mgil

3- مياه صرف صناعي قوي

COD <10000mgil & BOD <7500mgil
TOC < 20000mgil & TDS <3000

4- مياه صرف صناعي قوي جداً

COD >10000mgil & BOD >7500 &
TOC >2000mgil & TDS >3000mgil

اما في بعض البلدان مثل الولايات المتحدة الامريكية فأنه يتم التخلص من المياه الملوثة في آبار عميقة جداً حيث يتم وضع المياه في تكوينات جيولوجية تقع تحت الخزانات الجوفية للمياه ذات التركيز العالي للاملاح .

COD: الأحتياج الكيميائي للاكسجين
BOD_5: الأحتياج الكيميائي للاكسجين
TOC: مجموع المركبات العضويه
TDS : مجموع الأملاح الذائبه

مقالب القمامة (النفايات) : تعتبر مقالب القمامة من اهم (اخطر) مصادر تلوث المياه الجوفية لما تحتويه من كم هائل من المخلفات الصلبة وخاصة في المدن الرئيسية المكتظة بالسكان ذات النشاطات المتنوعة .

(5) نشاط التعدين والتلوث :

التعدين قد يكون له تأثير سلبي على نوعية المياه الجوفية والسطحية ويعتمد ذلك نوع المعادن المستخرجة من المناجم (المكامن) سوء السطحية او العميقة ، فاذا كانت المعادن المستخرجة هي يورانيوم - فوسفات - زنك - الحديد - فحم - نحاس - فضة ، فإن المياه التي تتوضع تحت المنجم ستكون ذات تركيز معدني عالي كما ان المؤشر الهيدروجيني (الحامضى PH) ستكون منخفضة مع ارتفاع الحديد والالمونيوم والسلفات في المياه كما قد يكون تلوث المياه الجوفية نتيجة تسرب المياه من المناجم القديمة المهجورة في حالة ان يكون منسوب المياه ادنى من موقع المنجم .

وقد يكون التلوث الناتج عن تسرب كميات من النفط والغاز من الخزانات وانابيب النقل مباشرة الى التكوينات الجيولوجية العليا وهذا بحد ذاته يشكل مصدر تلوث هام للمياه الجوفية .

مدخل الى تحاليل المياه

مقدمة :

تعتبر مختبرات المياه هي السئولة عن القيام بتقدير العناصر والشقوق الموجوده في مياه الشرب عليها يعول اصدار نتائج موثوقة وذات مصداقية عالية يتم الاعتماد عليها عند اتخاذ القرارات التي تتعلق بالحكم على نوعية المياه ومدى صلاحيتها للشرب وتحديد المعالجة اللازمة اذا تطلب الامر ، وتعتمد طبيعة عمل المختبرات على عدة دعائم رئيسية منها :-

- كادر مؤهل ومدرب .
- الفحوصات .
- البرامج الرقابية .
- المواصفات .

الخطوات الواجب اتباعها قبل اجراء التحاليل :-

هناك العديد من الخطوات الواجب اتباعها قبل اجراء التحاليل تؤدي للحصول على نتائج جيدة يعول عليها ومنها :
طبيعة المعلومات المطلوبة .
تحديد التحاليل الضرورية لتزويدنا بهذة المعلومات .
انتقاء الطرق التحليلية الواجب استخدامها .

الطرق التحليلية المستخدمة لقياس مكونات المياه :-

1- الطريقة الوزنية .

2- الطريقة الحجمية .

3- الطرق الطيفية:-

أ- الامتصاص.

ب- الانبعاث.

4- الطريقة الكروماتوجرافية .

5- الطريقة الكهربائية .

6- طرق الفحص الجرثومي :-

أ- طريقة الترشيح الغشائي .

طرق جمع وحفظ العينات :-

عند جمع عينات المياه المراد تحليلها يجب التأكد ان أخذ العينة تم بصورة سليمة وفي اوعية مناسبة حسب الفحص المراد اجراؤها وعدم تعرضها لاي تلوث خارجي واذا لم تكن العينات سليمة فقد تكون النتائج مضللة .

ويجب غسل وتنظيف اوعية العينات كما يلي :

1- الغسل ثلاث مرات بماء الحنفية .

2- الغسل بحمض الكروم مرة واحدة .

3- الغسل بحمض النتريك 1 : 1 مرة واحدة .

4- الغسل بالماء المقطر ثلاث مرات .

* ملحوظة : لا يتم استخدام حمض النتريك للعينات التي سيتم قياس مركبات النتروجين والكربون والفسفور لها .

جدول يوضح وسائل حفظ العينات واقصى فترة لحفظها قبل التحليل

التحليل	مادة الوعاء	وسائل الحفظ	اقصى فترة للحفظ قبل اجراء التحليل
القاعدية	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	24 ساعة
الالمنيوم	البولي ايثيلين	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	6 اشهر
الزرنينج	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	6 اشهر
البورون	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	6 اشهر
BOD	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	4 ساعات
الكادميوم	البولي ايثيلين	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	6 اشهر
الكالسيوم	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	7 ايام
الكربون	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	24 ساعة
الكلورايد	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	7 ايام
الكروم	البولي ايثيلين	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	6 اشهر
النحاس	البولي ايثيلين	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	6 اشهر
الاكسجين الذائب	زجاج	يقاس في الموقع	6 ساعات
الفلورايد	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	7 ايام
الحديد	البولي ايثيلين	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	6 اشهر
الرصاص	البولي ايثيلين	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	6 اشهر
المغنسيوم	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	7 ايام
المنجنيز	البولي ايثيلين	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	6 اشهر
الزئبق	زجاج	1مل من H2SO4+1مل من 5%	شهر

	K2Cr2O7		
النیکل	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	زجاج	6 اشهر

حفظ العينات

التحليل	مادة الوعاء	وسائل الحفظ	اقصى فترة للحفظ قبل اجراء التحليل
الامونيا	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية و 2 مل من 40% H2SO4	24 ساعة
كدال	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	24 ساعة
نترات + نيتريت	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	24 ساعة
نيتروجين عضوي	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	24 ساعة
الفوسفات العضوي	زجاج	التبريد عند 4 مئوية و 10% HCL الى 4.4HP	
الاس الهيدروجيني	البولي ايثيلين	يقاس في الموقع	6 ساعات
الفوسفور الذائب	زجاج	ترشح في الموقع بأستخدام 0.45 ميكرون	24 ساعة
الفوسفور غير العضوي	زجاج	التبريد عند 4 مئوية	24 ساعة
الفوسفور الكلي	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	شهر
البوتاسيوم	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	7 ايام
سليسيوم	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	6 اشهر
سيلكا	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	7 ايام
صوديوم	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	7 ايام
التوصيلية الكهربائية	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	24 ساعة
الكبريتات	البولي ايثيلين	التبريد عند 4 مئوية	7 ايام
الخاصين	البولي ايثيلين	2مل من HNO3 لكل لتر من العينة	6 اشهر

الاجراءات الخاصة بأخذ العينات

- 1- العينات ممثلة للمياه الواجب فحصها .
- 2- عدم وجود أي تلوث عارض اثناء اخذ العينة (من يقوم بجمع العينات مدرباً وواعياً لطبيعة عملة المنطوي على المسؤولية) .
- 3- تثبيت بطاقات على العينات توضح الموقع والتاريخ والوقت وطبيعة العمل وغيرها من المعلومات ذات الصلة بالموضوع ثم ترسل الى المختبر ليتم فحصها دون أي تاخير .
- 4- في حالة احتواء العينة على الكلور او الكلورومين او ثاني اكسيد الكلور او الازون عنده يجب اضافة محلول ثيوسلفات الصوديوم لتعديل أي مطهر (تركيز محلول ثيوسلفت الصوديوم المضبط بدقة ليس له تأثير على الكائنات الحية) .
- 5- في حالة وجود عناصر ثقيلة وخصوصاً النحاس يجب اضافة عوامل مخلب (كماشة) Chelentagenty مثل حمض الابدتيك .
- 6- يجب اخذ تركيز المطهر المتبقي عند نقطة الاعتيان (اخذ العينة) مع اخذ قيمة الـ PH في وقت جمع العينة .
- 7- عندما يتطلب الامر اخذ اكثر من عينة لاغراض مختلفة من نفس الموقع يجب اخذ العينة الخاصة بالفحص الجرثومي اولاً لتجنب خطر تلوث نقطة جمع العينات .
- 8- يجب اخذ عينات من اجزاء مختلفة من شبكة التوزيع لضمان اختبار كافة اجزاء الشبكة .

- 9- عند اخذ العينات من الجداول والبحيرات والانهار والصحاريح (الخزانات) يجب اخذ العينة من تحت السطح بعيداً عن الضفاف وجوانب الخزان والمناطق الراكده من دون تحريك الثقافات .
- 10- يجب تطهير الحنفيات (الصنابير) وفتحات اخذ العينات وفوهات المضخات مع اسالة كمية من المياه لطرده المياه الراكدة في الانبوب قبل اخذ العينة .
- 11- تحديد فتحات اخذ العينات في عمليات المعالجة وفي خطوط المياه الرئيسية بعناية لضمان كون العينات تمثيلية .
- 12- يجب ان يكون الانبوب المؤدي الى الصنبور قصيراً قدر الامكان .
- 13- كما يمكن تخفيف التغيرات التي قد تطرا على المحتوى الجرثومي للمياه من التخزين الى ادنى حد ممكن عن طريق ضمان عدم تعريض العينة الى الضوء والمحافظة على برودتها عند (4- 10) درجات ولكن دون تجميدها .
- 14- يجب ان يبدأ الفحص في اقرب وقت ممكن بعد جمع العينات على وجة التعيين او خلال 24 ساعة .
- 15- يجب ان يكون الصندوق المستخدم لنقل العينات نظيفاً ومطهر بعد كل استعمال لتجنب تلويث سطوح وزجاجات وايدي العاملين في جمع العينات .

اساسيات في الكيمياء التحليلية

* انواع التحاليل :-

1- تحليل نوعي : وفيه يتم الكشف عن المواد او العناصر المكونة لمركب (الكشف عن الشقوق القاعدية والشقوق الحامضية لملح)

2- تحليل كمي : وفيه يتم تقدير نسب او كمية العناصر او المواد المختلفة المكونة لاي مركب وينقسم الى نوعين تحليل حجمي وتحليل وزني .
التحليل الحجمي : هو احد انواع التحليل الكمي وفيه يتم تعيين حجم محلول معلوم التركيز واللازم لانهاء التفاعل مع حجم محلول آخر مجهول التركيز .

عملية المعايرة : هي اضافة المحلول القياسي (معلوم التركيز) من السحاحة المدرجة الى حجم معلوم من محلول مجهول التركيز حيث يتم التفاعل بينهما او العكس .

المحلول القياسي : هو ذلك المحلول الذي يحتوي على وزن معلوم من مادة قياسية اولية في حجم معين من المحلول (محلول معلوم التركيز) .

نقطة التعادل او التكافؤ او النهاية : هي النقطة التي ينتهي عندها التفاعل (تغير لون المحلول عند PH معين) .

وحدات التركيز :-

المحلول المولاري : هو المحلول الذي يحتوي على الوزن الجزيئي بالجرامات مذاب في لتر واحد من المحلول .

الوزن الجزيئي : هو مجموع الاوزان الذرية للمادة .
مثال:الوزن الجزيئي للماء (H2O) يساوي $2*1+16*1+4=20$ جم/مول .

المحلول العياري : هو المحلول الذي يحتوي على الوزن المكافئ بالجرامات مذاب في لتر من الماء المقطر .

الوزن المكافئ لحمض : هو الوزن الجزيئي للمادة مقسوم على عدد الذرات التي يمكن ان تحل محل ذرة الهيدورجين (او تكافؤها) .
مثال: حمض الهيدروكلوريك وزنة الجزيئي (HCL) = $(1*35.5+1*1)=36.5$ جم / مول هو نفس الوزن المكافئ .

الوزن المكافئ لقاعده : هو الوزن الجزيئي للمادة مقسوم على عدد الذرات التي يمكن ان تحل محل ايون الهيدروكسيل (او تكافؤها) .
مثال:هيدروكسيد الصوديوم وزنة الجزيئي (NaOH) = $(1*16+23*1+1*1)=40$ جم / مول هو نفس الوزن المكافئ .

الطرق التحليلية للخواص الفيزيائية والمكونات الكيميائية

درجة الحرارة :

ان الحصول على قراءات دقيقة لدرجات الحرارة تساعد في اختيار نوعية وتحديد كفاءة عمليات المعالجة ودقة نتائج التحاليل المخبرية حيث تعتبر درجة الحرارة عاملاً في نمو بعض الطحالب ، درجة التشبع بالاكسجين المذاب ، تركيز ثاني اكسيد الكربون .

طريقة الفحص : استخدام ثرمومتر معاير و اغمره في العينة الى العمق الصحيح بحيث تغمر مستودع الزئبق وسجل درجة الحرارة الى اقرب جزء من الدرجة المئوية .

1.1- العكارة :-

الوحدة المستخدمة للقياس هي (NTU)

- تعتمد طريقة القياس على مقارنة شدة الضوء المشتت من قبل العينة تحت ظروف معروفة مع شدة الضوء المشتت بالمحلول القياسي .
- كلما كان تبديد الضوء اكبر ، كلما كانت العكارة اعلى .
- يتألف جهاز قياس العكارة من مصدر ضوئي ومكشاف كهربائي مع جهاز قراءة ليعين شدة الضوء المبدد .
- حضر محاليل قياسية من الفورمازين وتابع عملية معايرة الجهاز مع التأكيد على خلو الماء المقطر من العكارة واتباع تعليمات المشغل المسجلة على كتيب التشغيل للجهاز .
- حضر محلول قياسي واحد على الاقل في كل مدى مستخدم .
- اخلط العينة جيداً وانتظر قليلاً حتى تخرج فقاعات الهواء ، ثم صبها في العبوة الخاصة وضعها في المكان المخصص وسجل القراءة .

التوصيلية الكهربائية :-

التوصيلية هي مقياس لقدرة المحلول المائي في اىصال التيار الكهربائي ، ترتبط توصيلية مياه الشرب بنسبة تركيز الاملاح المعدنية الذائبة فيه ، تسجل التوصيلية كما يلي : مللي سيمنز لكل متر (ms/m) او ميكرو سيمنز لكل سنتيمتر ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
($\mu\text{S} \quad 1000=\text{Ms}$)

طريقة الفحص : يتم القياس بواسطة جهاز التوصيلية الكهربائية عن طريق غمر قطب الجهاز في العينة بعد غسل القطب بماء مقطر ثم ماء من نفس العينة واخذ القراءة

مباشرة من شاشة الجهاز وتسجيل قيمة التوصيلية الكهربائية عند درجة 25 درجة مئوية .

معايرة الجهاز : ولمعايرة الجهاز يتم تحضير محلول قياسي من كلوريد البوتاسيوم بوزن 745.6 مليجرام منه واذابته في لتر ماء حيث تكون التوصيلية الكهربائية له عند درجة حرارة 25 درجة مئوية 1412 مايكرو موز /سم (= مايكرو سيمنز / سم) او استخدام المحاليل القياسية التي تورده مع الجهاز .

الاملاح الذائبة الكلية :

وهي مجموع الايونات الموجبة والسالبة الموجوده بشكل ذائب في المياه ، تحسب قيمة الاملاح الذائبة من قيمة التوصيلية الكهربائية وذلك بضرب قيمة التوصيلية في الثابت 0.65.

قياس الاملاح الكلية الذائبة بطريقة التحليل الوزني عملياً بإتباع الخطوات التالية :-

- 1- تغسل جفنتا خزفية جيداً بالماء المقطر ثم تجفف في الفرن عند (180Co) ثم توضع في مجفف لامتنصاص الرطوبة حتى تبرد ثم توزن باستعمال ميزان حساس ويسجل وزنها A(جرام)
- 2- يتم ترشيح العينة اذا كانت تحتوي على عوالق ويوضع حجم منها (بعد خلطها جيداً) في الجفنتا ثم توضع في الفرن عند درجة حرارة (180Co) وبعد ان تجف توضع في مجفف لامتنصاص الرطوبة حتى تبرد .
- 3- توزن الجفنة بعد التجفيف ويسجل وزنها B(جرام)
- 4- يتم اجراء الحسابات باستخدام القانون التالي :

$$\text{TDS (mg/L)} = \frac{(B-A) \cdot 10^6}{\text{Sample volume (ml)}}$$

الاس الهيدروجيني : -

- يستخدم قياس PH للدلالة على درجة القاعدية او الحمضية لمحلول معين .
- تعبر قيمة PH على نشاط الهيدروجين الايوني

$$\text{PH} = -\log [\text{H}^+]$$

- تكون المياه النقية قليلة التآين وعند الاتزان بين الايونات الموجبة والسالبة يعبر عنها كما يلي :

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K = 1.01 \cdot 10^{-14} \text{ at } 25\text{c}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.005 \cdot 10^{-7}$$

$$(-\text{Log}_{10} a \text{H}^+) (-\text{Log}_{10} a \text{OH}^-) = 14$$

$$\text{PH} + \text{POH} = \text{PKW}$$

- ان قياس PH مهم في معالجة مياه الشرب لانه يؤثر على كفاءة عمليات المعالجة كالكلورة ، التخثر ، ازالة العسرة ، التآكل .
- يتراوح مقياس PH من صفر الى 14 ، تتراوح القيم اقل من 7 حامضية واكثر من 7 قاعدية .
- تقل قيمة PH كلما زاد تركيز ثاني اكسيد الكربون وتزيد كلما زاد تركيز البيكربونات .

طريقة الفحص :

- يتم بواسطة استخدام مقياس لاس الهيدروجيني مجهز بضابط تعويض (قطب مرجعي) درجة الحرارة المعيارية .
- يغمر القطب في محلول العينة مع التحريك ببطء ويقرأ الاس الهيدروجيني ويجب تحليل العينات بأسرع وقت ممكن .
- طريقة معايرة الجهاز : يتم معايرة القطب الزجاجي بأستخدام ثلاثة محاليل قياسية (PH10. PH.7. PH4) بحيث يغمر القطب في المحلول القياسي ويضبط المقياس لقراءة PH4 للمحلول القياسي ثم يزال القطب ويشطف بالماء المقطر ويغمر في المحلول القياسي PH.7 ثم يشطف القطب بالماء المقطر ويغمر في المحلول القياسي PH.10. ويضبط المقياس لقراءة PH في كل حالة .

القلوية :-

القلوية ناتجة عن وجود ايونات البيكربونات والكربونات والهيدروكسيد لمعادن الكالسيوم والمغنيسيوم وتنتج البيكربونات في المياه عن طريق ادخال ثاني اكسيد الكربون في المياه والذي بدوره يذيب مركبات الكربونات التي تحتوي على معادن .

$$\text{القلوية الكلية} = (\text{OH}^-) + (\text{CO}_3^{2-}) + (\text{HCO}_3^-)$$

طريقة الفحص :

طريقة المعايرة بأستخدام دليل الفينول فتالين ودليل برومو كريزول الاخضر (او دليل الميثيل البرتقالي) ومحلول عياري من حمض الكبريتيك او حمض الهيدروكلوريك عيارية $0.02=N$ واتباع الخطوات التالية :

- 1- املاء السحاحة بمحلول حامض الكبريتيك او الهيدروكلوريك .
- 2- ضع حجم عينة يتناسب وتركيز القاعدية في دورق مخروطي .
- 3- اضف قطرة من دليل الفينول فتالين لدورق العينة .
- إذا تحولت الى اللون الوردي فان ذلك يشير الى وجود الكربونات او الهيدروكسيد وياشر بالخطوة رقم 5 اما اذا بقيت العينة عديمة اللون فإن الماء يحتوي على بيكربونات فقط وفي هذه الحالة ياشر بالخطوة رقم 8 .
- 4- ابدأ المعايرة بإضافة حمض الكبريتيك تدريجياً من السحاحة مع تحريك الدورق بأستمرار حتى يختفي اللون الوردي .
- 5- احسب حجم الحامض بأخذ قراءة المستوى الجديد للسحاحة في اسفل السطح الهلالي .
- 6 -احسب قلوية الفينول فتالين P بالمليجرام / لتر كربونات كالسيوم بواسطة ضرب النتيجة التي تم الحصول عليها * المعامل المناسب .

$$\text{Ph 0 ALK} = \frac{N * 50 * 1000 * \text{ml titration with ph.ph}}{\text{Sample volume (ml)}}$$

1- لايجاد القلوية الكلية :

- اضف ثلاث قطرات من دليل برومو كريزل الاخضر او الميثيل البرتقالي .
- عاير المحلول بأستخدام حمض الكبريتيك بوضع قطرات تدريجياً حتى يتحول اللون
- قم بقراءة السحاحة واحسب الحجم الكلي للحمض المستخدم في كلا من معايرة الفينول فتالين ومعايرة بروموكريزول الاخضر .

2- النتيجة تعبر عن القلوية الكلية T

$$T0ALK = \frac{N * 50 * 1000 * (\text{ml titration with ph.ph} + BCG)}{\text{Sample volume (ml)}}$$

3- استخدام الجدول التالي لتحديد تراكيز الشقوق :

البيكربونات	الكربونات	الهيدروكسيد	الوضع لقيمة P
T	صفر	صفر	P = صفر
T-2P	2P	صفر	P < 1/2 T
صفر	2P	صفر	P = 1/2 T
صفر	2(T-2P)	2P- T	P > 1/2 T
صفر	صفر	T	P = T

P = قلوية الفينول فتالين

T = القلوية الكلية

جميع القيم بالملجرام / لتر كربونات الكالسيوم

ولايجاد تراكيزها كشقوق يتم الضرب في حالة الهيدروكسيد بمعامل 0.17 وفي

حالة الكربونات بمعامل 0.60 وفي حالة البيكربونات بمعامل 1.22

العسر الكلي :

ويعرف العسر الكلي بانه مجموع ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم على شكل

كربونات الكالسيوم في الجزء في المليون ، كما يعتبر عسر الماء مقياس لقابلية

كفاءة ذوبان الصابون في المياه الطبيعية .

جدول يوضح معدلات عسر الماء في المياه :

تصنيف معدلات عسر الماء	مدى التركيز (ملجم / لتر)
ماء يسر	صفر – 17.1
عسر قليل	17.1-60

عسر متوسط	120-60
عسرة	180-120
عسرة جداً	اكبر من 180

المواد المستخدمة وطرق تحضيرها :

1- EDTA – Na بتركيز 0.01 M و يحضر من اذابة 3.723 gm من Na₂ EDTA في قليل من الماء المقطر ويخفف الى اللتر ويحفظ في قناتي بلاستيكية محكمة السد .

2 – محلول منظم (NH₄OH + NH₄CL PH = 10) بأخذ NH₄OH 143ml و 16.9gm NH₄CL مع 1025gm Mg Salt of EDTA واذابتهم مع بعض واكمال الحجم الى 250ml

3- دليل ال EBT ويحضر عن طريق خلط 0.5 جرام من صبغة EBT مع 100 جرام من كلوريد الصوديوم ويخلطان جيداً .

طريقة تحليل العسر الكلي :-

- املاء السحاحة بمحلول EDTA
- ضع حجم مناسب من العينة في دورق مخروطي
- اضع 2 مل من المحلول المنظم Buffer Solutions (PH 10)
- اضع كمية بسيطة من دليل ال EBT
- عاير بواسطة ال EDTA ، لحين تحول اللون البنفسجي الى اللون الازرق وسجل القراءة
- احسب تركيز العسر الكلي بالمليجرام / لتر على هيئة كربونات الكالسيوم كالتالي :

$$\text{TH as CaCO}_3 = \frac{\text{M(EDTA)} * 100 * 1000 * \text{ml titration}}{\text{Sample volume (ml)}}$$

الكالسيوم :-

المواد المستخدمة وطرق تحضيرها :

1- EDTA – Na بتركيز 0.01M و يحضر من اذابة 3.723 gm من Na₂ EDTA في قليل من الماء المقطر ويخفف الى اللتر ويحفظ في قناتي بلاستيكية محكمة السد .

2- محلول هيدروكسيد صوديوم بتركيز 1N NaOH يحضر من اذابة 40 GM من NaOH في قليل من الماء المقطر ويخفف الى اللتر .

3- دليل الميروكسيد Murrexide عن طريق خلط 0.2 جرام من صبغة الميروكسيد مع 100 جرام من كلوريد الصوديوم ويخلطان خلطاً جيداً
طريقة تحليل الكالسيوم :

- املا السحاحة بمحلول ال EDTA
- ضع حجم العينة المناسب في ورق مخروطي
- اضع 2 مليلتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم لرفع الاس الهيدروجيني
- اضع كمية بسيطة من دليل Murrexide
- عاير بواسطة ال EDTA لحين تحول اللون الوردي الى اللون الازرق وسجل القراءة
- احسب تركيز الكالسيوم بالمليجرام / لتر كالتالي :

$$\text{Ca} = \frac{\text{M(EDTA)} * 40.08 * 1000 * \text{ml titration}}{\text{Sample volume (ml)}}$$

الماغنسيوم :-
يتم تقديره حسابياً من قيم كلاً من العسر الكلي والكالسيوم باستخدام القانون التالي :

$$\text{Mg (mg/L)} = \frac{\text{TH} - (\text{Ca} * 2.5)}{4.11}$$

الكلورايد :-

المواد المستخدمة وطرق تحضيرها :

- 1- محلول نترات الفضة بتركيز 0.0141 عياري ويحضر من اذابة 2.395mg من نترات الفضة AgNO3 في قليل من الماء المقطر ثم يكمل الحجم الى لتر بالماء المقطر ويحفظ في قناتي زجاجية غامقة اللون .
- 2- دليل كرومات البوتاسيوم ويحضر كالتالي :
 - اذابة 5 جرام من كرومات البوتاسيوم في كمية بسيطة من الماء المقطر
 - اضافة قطرات من نترات الفضة حتى يظهر راسب احمر
 - يترك المحول لمدة لاتقل عن 12 ساعة

- يرشح المحلول ويأخذ الرشيق ويكمل حتى 100 مليايتير بماء مقطر .

طريقة تحليل الكلورايد :

1. املاً السحاحة بمحلول نترات الفضة .
2. ضع حجم العينة المناسب في دورق مخروطي
3. ضع 5-6 قطرات من دليل كرومات البوتاسيوم
4. عاير بواسطة نترات الفضة لحين تحول اللون الى اللون الاحمر الطوبي
5. احسب تركيز الكلورايد كالتالي :

$$Cl = \frac{N(AgNO_3) * 35.45 * 1000 * ml \text{ Titration}}{\text{Sample volume (ml)}}$$

النترات :-

معالجة العينات :

- لمنع أي تغير في اتران النتروجين فان قياس النترات يجب ان يبداء مباشرة بعد اخذ العينات
 - اذا تعذر التحليل الفوري تحفظ بحامض الكبريتيك المركز وينزل الاس الهيدروجيني الى اقل من 2 في عبوات بولي ايثيلين او زجاج وتحفظ عند درجة 4 مئوية حيث يمكن الاحتفاظ بها لمدة 48 ساعة .
 - الاجهزة والمواد المستخدمة وطرق تحضيرها :
 - 1- جهاز الطيف الضوئي مع الخلايا الخاصة بالقياس .
 - 2- محلول نترات ذو التركيز 1000 ملجم / لتر ويحضر بإذابة 7.214 جرام من نترات البوتاسيوم في لتر من الماء المقطر .
 - 3- محاليل مختلفة التركيز من النترات وتحضر من محلول نترات ذو التركيز 1000 ملجم / لتر حسب المدى المتوقع لتركيز النترات في العينة .
 - 4- ورق رسم بياني .
- طريقة التحليل :

- 1- نأخذ 50 مل من العينة بحيث تكون نظيفة وصافية او ترشيحها عند الضرورة .
- 2- نقوم بتحضير بلانك ومحاليل قياسية من نترات البوتاسيوم كالنتروجين لكل لتر ونقوم بمعايرة جهاز الطيف الضوئي .
- 3- نضيف 1 مل من محلول الهيدروكلوريك عيارية (1N) الى العينة والمحاليل القياسية ونمزجها جيداً .
- 4- نقوم بعملية قياس الامتصاص للمحاليل العيارية .
- 5- نقوم برسم علاقة بيانية بين الامتصاص والتركيز للمحاليل القياسية(منحنى التعيير القياسي) .
- 6- نقوم بقياس الامتصاص للعينة واسقاط قسمة الامتصاص على الرسم البياني للحصول على تركيز النترات في العينة .
- 7- نضرب النتيجة في 4.43 لنحصل على النتيجة كنترات .
- 8- نقوم بعمل تخفيف للعينة اذا زادت القراءة عن اعلى تركيز للمحلول القياسي الذي تمت معايرة الجهاز عليه .

الكبريتات :

معالجة العينات : يوصى بتبريد العينات عند 4 درجات مئوية و تخزينها لمدة لاتزيد عن 7 ايام لان هذا سيقفل من احتمالية اختزال الكبريتات الى كبريتيد بفعل البكتيريا .

الاجهزه والمواد المستخدمة وطرق تحضيرها :

- 1- جهاز الطيف الضوئي مع الخلايا الخاصة بالقياس .
- 2- المحلول المنظم أ :- نذيب 30 جرام من كلوريد المغنيسيوم ، 5 جرام من خلات الصوديوم ، 1 جرام من نترات البوتاسيوم ، 20 مل من 99% حامض الخليك في 500 مل من الماء المقطر ونكملها الى اللتر .
- 3- المحلول المنظم ب:- يستخدم ها المحلول في حالة كون تركيز الكبريتات اقل من 10 مليجرام / لتر . يحضر المحلول من كل المواد الكيميائية الموضحة في تحضير المحلول المنظم أ ونضيف 0.111 جرام من كبريتات الصوديوم ويكمل الى اللتر .
- 4- بلورات كلوريد الباريوم من 20-30 ميش (قطع بلورية صغيرة) .
- 5- محلول الكبريتات القياسي الاصلي : نذيب 0.1479 جرام من كبريتات الصوديوم اللامائية من ماء مقطر ونكملها الى اللتر . تركيز هذا المحلول هو 100 مليجرام / لتر كبريتات ونحفظ المحلول القياسي على درجة حرارة 4 مئوية .

- 6- محاليل مختلفة التركيز من الكبريتات وتحضر من محلول الكبريتات ذو التركيز 100 ملجم / لتر حسب المدى المتوقع لتركيز الكبريتات في العينة .
- 7- ورق رسم بياني .
- 8- جهاز الخلاط المغناطيسي .

طريقة التحليل :

- 1- نأخذ 100 مل من العينة بواسطة مخبار مدرج ونضعها في دورق سعة 250 مل وإذا كان التركيز المتوقع اعلى من 40 مليجرام / لتر نقوم بتخفيف العينة .
- 2- نقوم بتحضير بلانك ومحاليل قياسية للكبريتات .
- 3- نضيف 20 مل من المحلول المنظم لكلا من العينة والمحاليل القياسية .
- 4- نضع قصب تحريك في العينة ونضعها على الخلاط المغناطيسي موحد السرعة يكون موجد للمحاليل القياسية والعينات .
- 5- خلال التحريك نضيف ملعقة قياس واحدة مملوءة من بلورات كلوريد الباريوم و نبدأ بأحتساب الوقت فوراً .
- 6- نحرك لمدة دقيقة واحدة بالضبط بسرعة ثابتة .
- 7- نسكب المحلول في خلية القياس ونضع الخلية في جهاز الطيف الضوئي .
- 8- نسجل القراءة بعد السماح للعينة بأن تستقر لمدة 5+0.5 دقيقة .
- 9- نقوم بإعداد منحني بياني للمحاليل القياسية بين التركيز ويكون على المحور س ونسبة النفاذية على المحور ص .
- 10- نقوم بقياس النفاذية للعينة واسقاط قيمة النفاذية على الرسم البياني للحصول على تركيز الكبريتات في العينة .
- 11- نقوم بعمل تخفيف للعينة اذا زادت القراءة عن اعلى تركيز للمحلول القياسي الذي تمت معايرة الجهاز عليه .

ملاحظة :- بعض المختبرات تستخدم اجهزة الطيف المبرمجة والتي تنتجها بعض الشركات مثل WTW، HACH، Dr.lange وبعض الشركات الاخرى وفي هذه الحالة يجب استخدام الكواشف التي تنتجها هذه الشركات واتباع خطوات التحليل المذكورة في كتاب التشغيل المرفق مع الجهاز .

الفلورايد :

معالجة العينات :

- عموماً يتم استخدام عبوات بلاستيك بولي ايثيلين لجمع وخرن العينات لتحليل الفلور مع الحرص على عدم السماح لحصول تبخر على فتره طويلة .
- عبوات الزجاج او البايركس يجب تجنبها ولكن يمكن استخدامها بعد التأكد من عدم وجود قيم اس هيدروجيني منخفضة وان تكون العبوات قد تم تنظيفها وان لا تكون في السابق على تماس مع محاليل تحتوي تراكيز عالية من الفلور .

الطرق التحليلية :

- طريقة القطب الاختياري الايوني .
- طريقة جهاز الفصل الايوني .
- طريقة جهاز الطيف الضوئي .

الاجهزه والمواد المستخدمة وطرق تحضيرها :

- 1- جهاز الطيف الضوئي مع الخلايا الخاصة بالقياس
- 2- محلول فلورايد بتركيز 100 ملجم / لتر ويحضر بإذابة 0.2120 جرام من فلوريد الصوديوم في 100 مل ماء مقطر .
- 3- محاليل مختلفة التركيز من الفلورايد وتحضر من محلول الفلورايد ذو التركيز 100 ملجم / لتر حسب المدى المتوقع لتركيز الفلورايد في العينة .
- 4- محلول سبا دنس SPADNS ويحضر بإذابة 0.958 جرام من صبغة سبا دنس في 500 مل ماء مقطر .
- 5- محلول Zirconyl acid وتحضر بإذابة 0.133 جرام من Zirconyl chloride octa hydrate في 25 مليلتر ويضاف اليها 500 مليلتر من حمض الهيدروكلوريك ثم تكمل حتى 1 لتر بماء مقطر .
- 6- محلول Sodium Arsenate وتحضر بإذابة 5 جرام من Sodium Arsenate في 1 لتر ماء مقطر .

7- ورقة رسم بياني .

طريقة التحليل :

- 1) نأخذ 100 مل من العينة بواسطة مخبار مدرج ونضعها في دورق سعة 250 مل .
- 2) نقوم بتحضير محلول blank ومحاليل قياسية للفلورايد .
- 3) نضيف 5 مل من محلول سبا دنس لكلا من العينة والبلانك والمحاليل القياسية .
- 4) نضيف 5 مل من محلول Zirconyl acid لكلا من العينة والبلانك والمحاليل القياسية .
- 5) اذا كانت العينة تحتوي على متبقى الكلور فيتم اضافة قطرة من محلول Sodium Arsenate .
- 6) نسكب المحلول في خلية القياس ونضع الخلية في جهاز الطيف الضوئي .
- 7) نسجل القراءة بعد السماح للعينة بأن تستقر .
- 8) نقوم بأعداد منحنى بياني للمحاليل القياسية بين التركيز ويكون على المحور س والامتصاص على المحور ص . (منحنى التعبير القياسي .
- 9) نقوم بقياس الامتصاص للعينة واسقاط قيمة على الرسم البياني للحصول على تركيز الكبريتات في العينة .
- 10) نقوم بعمل تخفيف للعينة اذا زادت القراءة عن اعلى تركيز للمحلول القياسي الذي تمت معايرة الجهاز عليه .

ملاحظة : بعض المختبرات تستخدم اجهزة الطيف المبرمجة والتي تنتجها بعض الشركات مثل Dr.lange ، HACH ، WTW وبعض الشركات الاخرى وفي هذه الحالة يجب استخدام الكواشف التي تنتجها هذه الشركات واتباع خطوات التحليل المذكورة في كتاب التشغيل المرفق مع الجهاز .

الحديد :

معالجة العينات :

- عند اخذ العينات و تخزينها فإن المذاب يمكن ان يتغير بعوامل الاكسدة ومن الممكن ان يترسب على سطح وعاء العينة .
 - يمكن التحكم بترسب الحديد في اوعية العينات بإضافة 1.5 مل من حامض النتريك المركز لكل لتر من العينة مباشرة بعد جمعها .
- الاجهزة والمواد المستخدمة وطرق تحضيرها :
- (1) جهاز الطيف الضوئي مع الخلايا الخاصة بالقياس
 - (2) محلول حديد ذو التركيز 1000 ملجم / لتر .
 - (3) محاليل مختلفة التركيز من الحديد وتحضر من محلول حديد ذو التركيز 1000 ملجم / لتر حسب المدى المتوقع لتركيز النترات في العينة .
 - (4) حمض هيدروكلوريك مركز .
 - (5) محلول هيدروكسيل امين ويحضر بإذابة جرام 10 من هيدروكسيل امين هيدروكلورايد في 100 مليلتر ماء مقطر .
 - (6) محلول منظم من خلات الصوديوم ويحضر بإذابة 250 جرام من خلات الصوديوم في 150 مليلتر ماء مقطر واطافة 700 مليلتر من حمض الخليل الثلجي .
 - (7) محلول 1,10 فينانثرولين ويحضر بإذابة 100 جرام من صبغة 1,10 فينانثرولين في 100 مل ماء مقطر ويضاف قطرتين من حمض الهيدروكلوريك .
 - (8) محلول برمنجنات البوتاسيوم وتحضر بإذابة 0.316 جرام من برمنجنات البوتاسيوم في 100 مليلتر ماء مقطر .

طريقة التحليل :

- 1- نأخذ 100 مل من العينة .
- 2- تحضير عدد من المحاليل القياسية من المحلول الاصيلي ثلاثة على الاقل بالاضافة الى العينة الخالية (Blank) .
- 3- ونضيف 2 مل من حامض الهيدروكلوريك الى العينة والمحاليل القياسية .
- 4- ننقل 50 مل من العينة السابقة ونضعها في ورق حجم 100 مل .
- 5- العينات التي تحتوي على 1 ملجرام / لتر حديد او اقل نضيف لها 20 مل من محلول فينانثرولين و 10 مل من المحلول المنظم خلات الامونيوم ثم نمزجها ونحركها جيداً ونخفف العينات ذات التراكيز الاعلى .
- 6- نكمل الحجم الى 100 مل بالماء المقطر .
- 7- نضبط الجهاز على طول موجة 510 نانو ميتر .
- 8- نبدأ بالقياس باستخدام الجهاز ونسجل القراءة .

- 9- نقوم بإعداد منحني بياني لمحاليل المعايرة بين التركيز ويكون على المحور س والامتصاص على المحور ص (منحني التعبير القياسي).
- 10- نقوم بقياس الامتصاص للعينة واسقاط قيمته على الرسم البياني للحصول على تركيز الحديد في العينة .
- 11- نقوم بعمل تخفيف للعينة اذا زادت القراءة عن اعلى تركيز للمحلول القياسب الذي تمت معايرة الجهاز عليه .

ملاحظة : بعض المختبرات تستخدم اجهزة الطيف المبرمجة والتي تنتجها بعض الشركات مثل Dr.lange ، HACH ، WTW وبعض الشركات الاخرى وفي هذه الحالة يجب استخدام الكواشف التي تنتجها هذه الشركات واتباع خطوات التحليل المذكورة في كتاب التشغيل المرفق مع الجهاز .

طريقة الترشيح العشائي :-

* يتم بأخذ طبقين بتري (Petri - dish) معقمة يوضع في الطبق الاول 2 مل من الوسط الغذائي m - Endo Broth وفي الطبق الثاني 2 مل من الوسط M- Fc Broth

* لفحص البكتيريا الكلية (Total coli forms) يتم ترشيح 100ml من العينة بواسطة جهاز الترشيح المعقم ، وورق ترشيح غشائي ذو مسام $0.45\mu\text{m}$ ثم تؤخذ ورقة الترشيح الغشائي وتوضع في الطبق المحتوي على الوسط الغذائي m - Endo Broth ونقل الطبق الى الحاضنة عند درجة حرارة 37C° لمدة 24 ساعة .

لفحص القولونيات البرازية (Fecal Coliforms) يتم الترشيح 100ml من العينة بواسطة جهاز الترشيح المعقم ، وورق ترشيح غشائي ذو مسام $0.7\mu\text{m}$ ثم تؤخذ ورقة الترشيح الغشائي وتوضع في الطبق المحتوي على الوسط الغذائي M-Fc Broth ونقل الطبق لحضنة عند درجة حرارة 44C لمدة 24 ساعة . بعد مرور فترة التحضين وفي حالة تكون مستعمرات يتم عدّها اما بالعين المجردة او باستخدام عداد المستعمرات .

تطهير المياه والغرض من الكلورة

تطهير المياه : هو اباده جميع ما قد تحويه من بكتيريا مسببة للامراض وكذلك بكتريا القولون ولكنها لاتعني قتل جميع البكتيريا الموجوده في الماء اذ ان هذا ما يطلق عليه التعقيم .

و عملية تطهير الماء لاتعني عما يسبقها من عمليات الترسيب والترشيح ولكنها مكمله لما يسبقها من عمليات الغرض منها قتل البكتيريا المسببة للامراض التي تحجز في احواض الترسيب او المرشحات .

وتتم عملية التطهير بإحدى الطرق الاتية :-

طرق تطهير المياه :

التعقيم بالتسخين او الحرارة : -

التعقيم : هو عملية القضاء على البكتيريا الضارة وغيرها من المتعضيات التي يمكن ان تكون موجودة في المنبع المائي ، لقد عرف منذ زمن بعيد جداً ان شرب الماء الذي سبق غلية يقي من الامراض التي قد يسببها شرب الماء دون غلي ، لكن استخدام طريقة الغلي ليست فعالة في تأمين كميات من الماء كافية لمجمعات سكانية كبيرة ، زد على ذلك ان طريقة الغلي تعقم الماء ولكن لاتحافظ على عقامتة ، أي ان الماء المغلي يمكن ان يتلوث بعد فترة من غلية هذه الطريقة تستخدم على نطاق ضيق ، على مستوى المنزل او لاغراض خاصة .

برمنجنات البوتاسيوم : تعتبر برمنجنات البوتاسيوم عامل اكسدة متوسط القوة ويمكن ترتيبية بين الكلورة الزائدة وثاني اكسيد الكلور ، هذه المادة فعالة في القضاء على الجراثيم ولكنها ليست فعالة في القضاء على الفيروسات .

تحضر برمنجنات البوتاسيوم على شكل محلول 10% يغذي قبل عملية الفلترة من خلال مضخة تحكم ، ويفضل اضافة هذا المحلول في بداية فترة المزج ، ويمكن مراقبة وجود البرمنجنات خلال عملية المزج والترقيد من خلال لونة الوردية المميز ، هذا اللون يجب ان لا يظهر بعد الفلترة ، يجب اخذ الحيطة لكي لا تستخدم كميات زائدة من هذه المادة فلا تنشأ مشاكل عن المنغيز في الماء النهائي .

الاوزون : يتمتع الاوزون بالصيغة الكيميائية O₃، وهو يحضر بتمرير الهواء الجاف من خلال حقل كهربائي عالي التوتر ويستخدم فور تحضيره لانه مركب غير ثابت ولا يمكن تخزينه .

يعتبر الاوزون اكثر مواد التعقيم فعالية وهو قادر على شل فيروسات التهاب الكبد وشلل الاطفال ، تعزى فعالية الاوزون الى انه لدى تفككة تتحرر ذرة من الاوكسجين الحر وهذا ذات قدرة اكسدة كبيرة جداً



يستخدم الاوزون بشكل كبير في اوروبا وخصوصا في فرنسا ، بالاضافة الى الحد من الطعم ورائحة يكون الهدف الرئيسي للمعالجة بالاوزون هو شل نشاط الفيروسات .

الاشعة فوق البنفسجية : لدى استخدام هذه الطريقة في معالجة المياه عادة بطبقات رقيقة جدا من تحت الاشعة بحيث يتعرض بكامل اجزائه الى الاشعة فوق البنفسجية ، بالطبع لتحقيق ذلك يجب انشاء محطة ضخمة لمعالجة كمية كبيرة من الماء ، لذلك لم

ينتشر استخدام هذه الطريقة في محطات معالجة مياه الشرب الكبيرة وانما يقتصر على المحطات الصغيرة ذات الاغراض الخاصة .

اليود: يتفاعل اليود بشكل ابطأ بكثير من تفاعل الكلور ولكن اذا اتيح له الوقت الكافي فإنه يكون اكثر فعالية ، اليود مادة قليلة الانحلال او الذوبان في الماء ، ولذلك يستعان بإضافة يوديد البوتاسيوم لجعلها قابلة للانحلال ، هذا عامل اخر يزيد من تعقيد عملية التعقيم باليود ، لذلك لم ينتشر استخدام اليود في محطات معالجة المياه الكبيرة ويقتصر استعماله على احواض السباحة .

الفضة: استخدمت الفضة في حالات نادرة لتعقيم الماء ، توجد فلاتر خاصة في الاسواق منذ عام 1929م تحتوي على شكل من اشكال الفضة المنشط وتعرف بأسم Katadyn Sand Filter يقتصر استخدام مثل هذا الاجراء على احواض السباحة .

البروم : البروم سائل شديد التآكل ذو لون احمر بني يطلق ابخرة شديدة التخريش يسبب حرقاً خطيرة لدى ملامسته للجلد ، وهو قليل الانحلال في الماء . يستخدم البروم احياناً في تعقيم الماء ولكن يجب التعامل معه بحذر شديد ويجب استخدام تجهيزات مقاومة للتآكل في كل مراحل المعالجة ، ولايعتبر البروم عاملاً هاماً في تنقية الماء .

المعالجة بالكلور – امونيا :

في معظم المحطات التي تستخدم المعالجة بالكلور – امونيا يكون المزيج المستخدم هو ثنائيات كلور امين ، ثنائي كلور امين عبارة عن مادة عديمة اللون والطعم وهي تستمر مع الماء اكثر من الكلور الحر ، لهذا السبب كثير من محطات المعالجة تستخدم المعالجة هذه كمعالجة لاحقة ، اذا اتيح للكلور امينات وقت التلامس الكافي فغنها تكون اكثر فاعلية من الكلور الحر .

التطهير بالكلور :

اكثر الطرق استعمالاً في عمليات المياه الكبرى هي اضافة الكلور ، بينما يستعمل الاوزون احياناً في عمليات تطهير مياه حمامات السباحة ، اما الطرق الاخرى فنادر ما تستعمل ، الا في العمليات الخاصة الصغيرة او للاغراض المنزلية .

وتتميز التطهير بالكلور بسهولة استعماله وكذلك الحكم على مدى فاعليته التي تتم (كما سترى فيما بعد ذلك) بالتأكد من وجود قدر من الكلور في الماء بعد فتره من اضافته ، وتتم عملية التطهير بالكلور بإضافة جرعة من غاز الكلور الى الماء قبل الاستعمال ، وتتراوح جرعة الكلور المستعملة في الاحوال العادية ما بين نصف جزء في المليون (0.5ppm) ، اما في حالات الطوارئ كانتشار الامراض المعدية التي تنتقل عن طريق الماء فقد تزداد هذه الجرعة الى جزئين في المليون (ppm) .

الكلورين المستهلك: او مايعرف بالكلور المطلوب وهو ((كمية الكلور (ppm) الضرورية لاعطاء تركيز نهائي متبقي مقداره 0.1 ppm بعد عشرة دقائق من التماس .

الكلور المتبقي: يكون وجوده على شكل كلور او ايون الهايبوكلوريت {OCI} او حامض الهايبيركلوروز HOCl او على هيئة الكلور المتبقي المتحد .

الكلورين المتبقي : وهي امينات الكلور ، يمكن ايجاد تركيز أي نوع من الكلور المتبقي بالاستفادة من الاكسدة السريعة وتكون اللون الاصفر مع الكلور الحر والاورتوتوليدين (خمس ثوان) وطرح هذه القراءة من القيمة بعد التفاعل البطئ لامينات الكلور المتبقي واكمال التفاعل خمس دقائق .
HOCl و NH₂Cl يتساو في كفاءة التعقيم او التطهير لكن هناك فارق في زمن التلامس المطلوب .
عند تساوي زمن التلامس Contact time فان HOCl هو اكثر وكفاءة في التطهير ، ولكن اذا ترك التفاعل لزمان طويل فإن كفاءة HOCl في التطهير تماثل تقريباً NH₂Cl .

خلاصة : عندما يضاف الكلور الى الماء يستهلك جزء منه في التفاعل مع الكيماويات التي قد تتواجد في الماء - هذا الجزء يسمى بالكلور المستهلك (chlorine demand) - ويبقى جزء اخر في الماء وهو ما يسمى الكلور المتبقي (chlorine remand) .

وتتوقف كمية الكلور المتبقي على العوامل التالية :

- 1- درجة الحرارة .
 - 2- الزمن الذي مضى بعد اضافة الكلور (زمن التلامس) .
 - 3- كمية الكيماويات والشوائب التي قد تتواجد في الماء .
 - 4- جرعة الكلور .
- ولاثبات اتمام عملية تطهير الماء يختبر الماء بعد نصف ساعة من اضافة الكلور للتأكد من ان الكلور المتبقي يتراوح بين 0.2-0.3 (ppm) جزء في المليون في الاحوال العادية - اما في حالات الطوارئ التي تزداد فيها جرعة الكلور الى جزئيين فيصل الكلور المتبقي الى 0.6 جزء في المليون (ppm) .
ويمكن تقسيم الكلور المتبقي الى نوعين :
- 1- الكلور المتبقي الحر (free residual chlorine) وهو الكلور الذي يوجد في الماء على هيئة حامض هيبوكلوروز (Hypochlorous acid) والذي ينتج من تفاعل الكلور مع الماء .
 - 2- الكلور المتبقي المتحد (Combined residual chlorine) وهو الكلور الذي يوجد في الماء على هيئة مركبات الكلور و الامونيا التي قد توجد اصلا في الماء او قد تضاف الى الماء قبل اضافة الكلور .

الإلانة عند اختيار الماء لمعرفة الكلور المتبقي لا يميز بين النوعين ويكفي إلا يقل هذه القيمة عن 0.2 أو 0.3 جزء في المليون (ppm).

جدول يوضح كمية الكلور المضافة ونسبة الكلور المتبقي

1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	الكلور المضاف
0.60	0.50	0.35	0.22	0.20	0.25	0.29	0.20	0.10	0	الكلور المتبقي

طرق إضافة الكلور أو أشكال الكلور المستخدم في التطهير

يتم استخدام الكلور بأشكال عدة منها ما هو بهيئة مسحوق أو سائل أو غاز وسيتم تناول هذه الأشكال بالتفصيل.

أ- على هيئة إحدى مركبات الكلور التي يتصاعد منها الكلور عند إضافتها للماء وهذه المركبات تشمل:

1- المسحوق المبيض :

ويسمى أحياناً كلوريد الجير أو الجير المكثور وتركيبته الكيميائي هو مزيج من كلوريد الكالسيوم القاعدي $(Ca(OH)_2)$ وهيبوكلوريد الكالسيوم القاعدي $(Ca(OCl)_2)$ وهو مسحوق أبيض مائل للاصفرار لرائحة قوية نفاذة يحتوي الجديد منه على 32% من وزنة كلور فعال – إلا أن هذه النسبة تأخذ في النقصان بضي الوقت خصوصاً إذا تعرض للجو أو للضوء ولذلك يجب حفظه في عبوات خاصة محكمة القفل – كما يجب اختباره لمعرفة نسبة الكلور الفعال قبل كل استعمال حتى يمكن تقدير الكمية التي تعطي جرعة الكلور المطلوبة .

وبعد تقدير كمية المسحوق المبيض ، تعمل عجينة سمكية تخفف تدريجياً حتى تصير مستحلب (emulsion) بنسبة 1:100 هذا المستحلب يمزج جيداً ثم يترك لمدة ساعة ثم يصفى لازالة مابة من رواسب ثم يضاف الى الماء بالمعدل المطلوب بواسطة اجهزة خاصة .

2- هيبوكلوريد الكالسيوم :

وتركيبة الكيميائي هو $(Ca (OCI)_2 \cdot 4H_2O)$ وتتراوح كمية الكلور الفعال فية من 60 الى 70% من وزنة ويطلق عليه تجارياً اسم (H T H) كما يطلق عليه اسماء تجارية اخرى Pihochlr - Deronl ويمتاز عن المسحوق المبيض بأرتفاع نسبة الكلور الفعال وبأن نسبة الكلور الفعال لا تتأثر بالتخزين . وعند استعمال هيبوكلوريد الكالسيوم يحضر محلول مركز منة ثم يضاف الى الماء بالجرعات الازمة بواسطة اجهزة مخصوصة .

3- هيبوكلوريد الصوديوم :

وتركيبة الكيماوي هو $(Na O Cl)$ ويحتوي هذا الملح على 15% من وزنة كلور فعال ، ولذلك لا يستعمل بكثرة بالاضافة الى ان محلوله يسبب تآكلا في المواسير ، يجب ان يخزن في اماكن باردة وجافة بعيداً عن المواد الكيميائية قي عبوات مقاومة للتآكل .

واستعمال مركبات الكلور سواء المسحوق المبيض او هيبوكلوريد الصوديوم او الكالسيوم اصبح غير شائعاً في عمليات المياه الكبرى نظراً لمتاعب التشغيل الا انها لا تزال تستعمل في الحالات الآتية :

تطهير شبكات مواسير توزيع المياه بعد انشائها او اصلاحها .

تطهير مرشحات وخزانات المياه .

في حالات الطوارئ مثل الفيضانات .

ب - استخدام الكلور الغاز :استخدام غاز الكلور هو الاكثر شيوعاً في الجمهورية اليمنية .

خصائص وصفات الكلور :

ويتميز غاز الكلور بالصفات الآتية :-

1- لونة اصفر مائل الى الاخضرار .

2- رائحة نفاذة خانقة .

3- غاز الكلور اقل من الهواء مرتين ونصف .

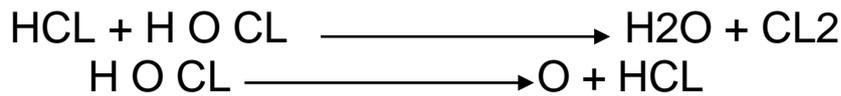
4- يسيل تحت الضغط العالي (حوالي 7 كجم / سم 2) ولذلك يحفظ وينقل على هيئة غاز مسال بالضغط في اسطوانات من الصلب تختلف سعتها من خمسين الى الف كيلو جرام وتتوقف العبوة المستعملة في محطة تنقية على كمية الكلور المستهلك في اليوم .

5- عندما يكون الغاز جافاً لا يسبب تآكلاً في المعادن ولكنه يتفاعل مع المعادن اذا كان رطباً .

6- الكلور اقل من الماء مرة ونصف .
والغاز المتداول تجارياً يحفظ تحت ضغط كافي لاسالته (10-7 ضغط جوي) في اسطوانات من الصلب على ان يكون الغاز المسال خالي من الرطوبة ولا يحتوي على اكثر من 0.5% من الشوائب .
ويضاف غاز الكلور بواسطة اجهزة خاصة تسمى اجهزة الكلورة وهي ان اختلفت في الشكل او طريقة التشغيل الا انها تتفق في الاسس الرئيسية التي تتلخص في تخفيف الضغط على الغاز المسال حتى يتحول الى غاز ، ثم تمرير هذا الغاز في كمية محدودة من الماء لاذابته بنسبة عالية ، ثم حقن المحلول في الماسورة الرئيسية للمياه على الا يقل ضغط المحلول عند نقطة الحقن عن ثلاثة امثال الضغط في الماسورة الرئيسية للمياه وذلك ضماناً لكفاءة عملية الحقن .

كيف يقتل الكلور البكتريا

هناك اكثر من تفسير لطريقة قضاء الكلور على البكتريا واهم هذه التفسيرات هي :
عند اضافة الكلور الى الماء ينتج اوكسجين احادي الذرة هذا الاوكسجين هو الذي يقضي على البكتريا .



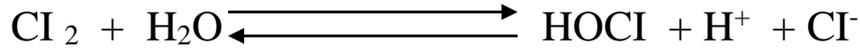
من خلال تأثير هذا الاكسجين على انزيمات الخلية للبكتريا .
وكمية حامض الهيدروكلوريك (HCL) الناتجة عن هذه العملية ضئيلة جداً لا اهمية لها .
يتفاعل الكلور مع جدران خلية البكتريا ومحتوياتها مسبباً بذلك هلاكها .
احتراق خلايا البكتريا بفعل الكلور او تحويلها الى مواد قابلة للذوبان ويؤدي هذا التفسير اختفاء بعض البكتريا وعدم تواجدها سواء حية او ميتة بعد اضافة الكلور .

تفاعل الكلور بأشكاله المختلفة مع الماء

أولاً : غاز الكلور

عندما يضاف الكلور الى الماء على هيئة غاز فإنه تحدث عمليتين وهما عملية تحلل ثم عملية تأين .

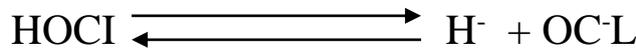
أ- عملية التحلل :



ويكون ثابت التحلل لهذا التفاعل

$$K = \frac{\{\text{HOCl}\} \{\text{H}^+\} \{\text{Cl}^-\}}{\{\text{Cl}_2\}} = 4.5 \times 10^{-4} \text{ at } 25^\circ\text{C}$$

ب- عملية التأين :

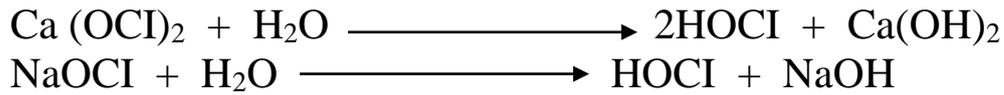


ويكون ثابت التأين لهذا التفاعل

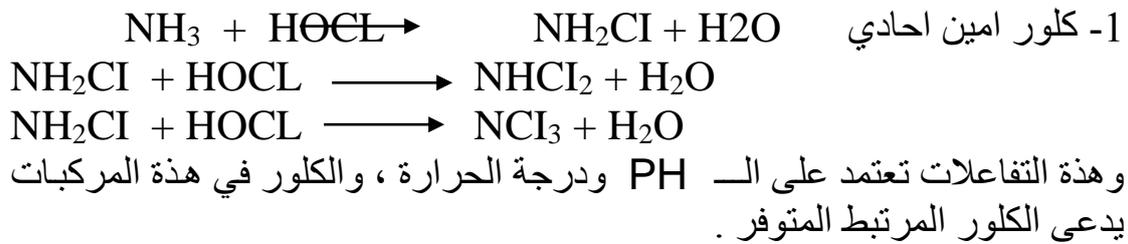
$$K_i = \frac{\{\text{H}^+\} \{\text{OCl}^-\}}{\{\text{HOCl}\}} = 3.7 \times 10^{-8}$$

والكمية المتواجدة من النوعين في الماء تتوزع تبعاً لقيمة PH الماء اذ تزداد نسبة HOCl كلما انخفض PH الماء وعلى العكس فان OCl تزداد بزيادة الـ PH ، ان فهم هذه الحقيقة مهم جداً لان كفاءة هذه المواد في قتل الميكروبات مختلفة ، اذ ان كفاءة HOCl في قتل الميكروبات تكون بحدود 80-40 مرة مقارنة بالـ OCl .

ثانياً : تفاعل مادة هيبوكلوريت الصوديوم او هيبوكلوريت الكالسيوم ويكون التفاعل كما يلي :



ثالثاً : التفاعل في حال وجود الامونيا :
 يحتوي ماء الصرف الصحي والماء الملوث على مركبات نيتروجينية او مركبات عضوية وهذه المواد اما تكون على شكل امونيا او نترات .
 ولان حمض اليبو كلوروز يكون مؤكسد فعال جداً سيتفاعل مع الامونيا في مركبات الصرف الصحي ، ويكون ثلاثة اشكال من الكلور امين هذا التفاعل متتابعاً ويعتمد على كمية الامونيا المتواجدة :



العوامل المؤثرة على فاعلية الكلور :-
 هناك العديد من العوامل التي يمكن ان تؤثر على فاعلية الكلور منها مايزيد من فاعليته ومنها عكس ذلك وسيتم استعراض ذلك كما هو موضح ادناه :
 1- درجة تركيز الايون الهيدروجيني : فقد تبين ان الماء ذات تركيز الهيدروجين المنخفض يلزم جرعات الكلور اصغر من الماء ذات التركيز الهيدروجيني المرتفع للحصول على نفس كفاءة التطهير .
 2- درجة الحرارة : وتقل جرعة بارتفاع درجة الحرارة للحصول على نفس كفاءة التطهير .

25	20	15	10	5	0	درجة الحرارة
3.7	3.3	3.0	2.6	2.3	2.0	KI *10 ⁸ mol

1- مدة التفاعل بين الكلور والماء :

اذ تزيد فاعلية الكلور كلما طال هذا الزمن ، ونظراً لاختلاف مقاومة البكتيريا المختلفة لتأثير الكلور ، فقد وجد ان مرور ثلاثين دقيقة بعد اضافة الكلور قبل استعمال الماء ضروري .

جدول يوضح تأثير زمن التلامس وقدرته في اختزال عدد البكتيريا كلما زاد الزمن

Chlorin dosage Mg\L	زمن التلامس بالدقيقة		
	15	30	60
1	100.000	2000	500
2	3000	350	90
4	400	65	20
6	110	30	12
8	54	19	6
10	30	10	1

2- قلوية وحامضية الماء :

وتقل فاعلية الكلور بزيادة قلوية الماء – لذلك يلزم جرعات عالية كلما ارتفعت قلوية الماء .

3- وجود المركبات الاوزوتية في الماء :

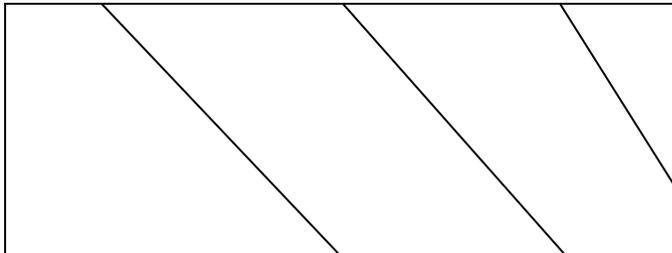
خاصة الامونيا اذ ان في تواجد هذه المركبات في الماء اضعاف لفاعلية الكلور في قتل البكتيريا ، لذا يلزم اضافة جرعات اكبر او اطالة في وقت التفاعل بين الكلور والماء .

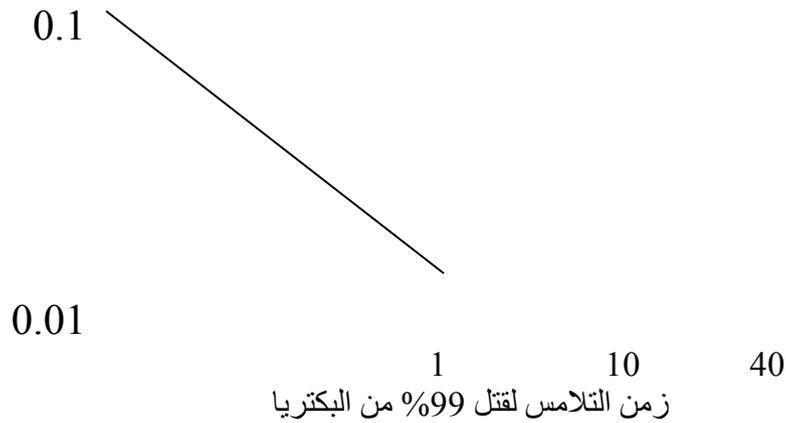
وجود مركبات الحديد والمنجنيز ، وهذا ايضاً تحد من فاعلية الكلور في قتل البكتيريا .

4- نوع وعدد البكتيريا المراد القضاء عليها :

اذ ان لكل ميكروب مقاومة معينة لفعل الكلور ، لذا يلزم اختبار الماء لمعرفة انواع الميكروبات التي يراد قتلها بالكلور – كما ان لعدد البكتيريا الموجوده في الماء تأثير على جرعة الكلور الواجب اضافتها – فكلما زادت الجرعة اللازمة .

1.0





5- عكارة الماء :

فكلما زادت عكارة الماء زادت جرعة الكلور اللازمة اذ ان الميكروبات قد تحتمي بالمواد المسببة بالعكارة من تأثير الكلور .

6- طريقة اضافة الكلور :

فالكلور يمكن اضافة على هيئة غاز او محلول او مسحوق لاجد مركباته ، ولقد وجد ان اضافة كغاز اكثر فاعلية من اضافة كمحلول ، وهدة اكثر فاعلية من اضافة على شكل مسحوق لاجد مركباته .

7- جرعة الكلور :

وبديهي ان فاعلية الكلور في القضاء على البكتيريا تزيد بازدياد جرعة الكلور المضاف الى الماء .

جدول يوضح تأثير زمن التلامس وقدرته في اختزال عدد البكتيريا كلما زاد الزمن

Chlorin dosage Mg\L	زمن التلامس بالدقيقة		
	15	30	60
1	100.000	2000	500
2	3000	350	90
4	400	65	20
6	110	30	12
8	54	19	6
10	30	10	1

اماكن اضافة الكلور في محطة التنقية :

يمكن اضافة الكلور الى الماء في اكثر من موقع في محطة التنقية تبعاً لحالة كل محطة ، وكذلك تبعاً لصفات الماء المعالج في كل حالة وتبعاً لتجارب وخبرات المشرف على التشغيل .

أ. الحقن في مدخل خزان المياه النقية :
وذلك باضافة الكلور الى الماء بعد الترسيب والترشيح أي في مدخل حوض المياه النقية وهذه الطريقة هي اكثر الطرق اتباعاً نظراً لبساطتها وسهولة تشغيلها وكفاءة فاعلية الكلور على البكتريا بسبب خلو الماء من أي عكارة او شوائب .

ب. اضافة الكلور قبل احواض الترسيب او المرشحات :
أي حقن الكلور قبل المرشحات او قبل احواض الترسيب هذه الطريقة بالاتي :
1: خفض تعداد البكتريا في المياه قبل وصولها الى المرشح مما يخفف الحمل البكتيري على المرشح .
2: تطهير الرمل في المرشح نظراً لمرور المياه بما فيها من كلور في مسام الرمل اثناء عملية الترشيح .
3: كفاءة عالية في ازالة اللون من الماء .
4: نقص في كمية الكيماويات المروبة اذا اضيف الكلور قبل احواض الترويب .
5: كفاءة عالية في ازالة الطعم والرائحة من الماء .
6: الحد من نمو الكائنات الحية الدقيقة في داخل المرشح .

ج- اضافة الكلور في اكثر من موقع :
وهذه الطريقة تتبع اذا كانت المياه رائقة والتلوث البكتيري عالي نسبياً اذ يحسن في هذه الحالة اضافة الكلور في اكثر من نقطة على مسار الماء في محطة التنقية لضمان كفاءة عملية الكلورة .
كما تستعمل هذه الطريقة اذا خزنت المياه المرشحة في خزانات مكشوفة ففي مثل هذه الحالة يجب اضافة الكلور في مخارج المياه من الخزانات المكشوفة بالرغم من سابق اضافة الكلور في محطة التنقية .

د - اضافة الكلور بجرعات عالية ثم ازالة الكلور الزائد :
والمقصود بذلك اضافة الكلور بجرعات زائدة عن المقرر قد تصل الى 2 او 3 جزء في المليون ، وبهذا يمكن الحصول على كفاءة وفاعلية عالية لعملية الكلورة .

وتتميز هذه الطريقة بالاتي :

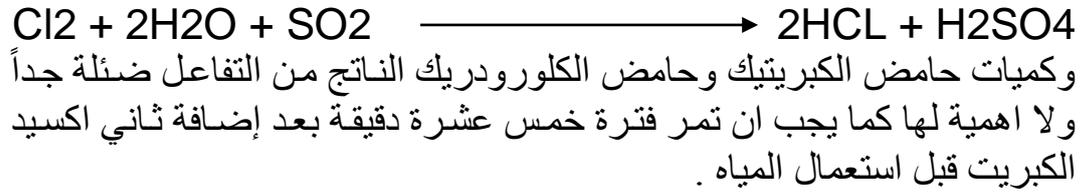
- 1- كفاءة وفاعلية لتأثير الكلور على البكتريا .
- 2- اكسدة الكلور للمواد العضوية التي قد تتواجد في الماء .
- 3- الحد من الطعم والرائحة التي قد توجد في الماء .

4- ابادة الكائنات الحية الدقيقة التي تقاوم الجرعات العادية للكلور .
على انة يلزم ازالة الكلور الزائد بعد التأكد من تمام قتل الكلور للبكتريا وذلك للحد
من طعم ورائحة الكلور النفاذة في المياه .

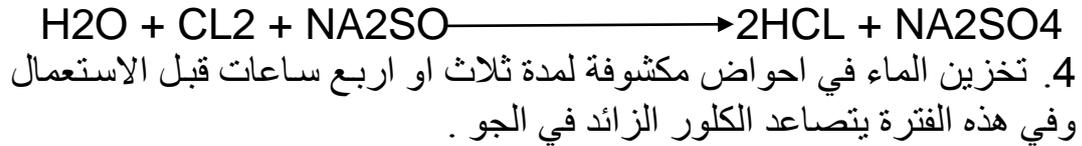
طرق إزالة الكلور الزائد

هناك العديد من الطرق التي يتم بواسطتها إزالة الكلور الزائد او التخلص من رائحة
في الماء منها التالي :

1. إضافة الى ثاني اكسيد الكبريت (sulfur dioxide) الى الماء بجرعات
1.5 جزء في المليون لكل جزء في المليون من الكلور المراد إزالته وفي هذه
الحالة يتفاعل ثاني اكسيد الكبريت مع الكلور الزائد كما هو موضح بالمعادلة .



2. إضافة ثيوسلفات الصوديوم (SODIUM SULFITE) الى الماء ليتفاعل
مع الكلور الزائد كما هو موضح في المعادلة :



5. ترشيح الماء في طبقة من الكربون المنشط الذي يمتص الكلور الزائد .
6. مزج المياه المضافة اليها جرعات عالية من الكلور بمياه لم يصف إليها
الكلور فنتعادلان .

هـ. إضافة الكلور مع تجاوز نقاط التكسير (break point Chlorination) :
عندما توجد المواد العضوية في الماء على هيئة مركبات الامونيا (النشادر) فإن
الكلور المتبقي يأخذ في الازياد مع زيادة جرعات الكلور ابتداء من النقطة (أ)
حتى النقطة (ب) على المنحنى ، ثم يأخذ في الهبوط حتى النقطة (ج) ثم يأخذ مرة
اخرى في الارتفاع .

وتفسير هذه الظاهرة بأنة فيما بين النقطة (أ) و النقطة (ب) يوجد الكلور المتبقي
على شكل كلور حر وكلور متحد في نفس الوقت فإذا زادت جرعة الكلور عن
النقطة (ب) تكسرت مركبات الكلور امين ، ومن ثم لا تظهر عند تقدير كمية

الكلور المتبقي ، ويستمر ذلك حتى النقطة (ج) التي يتم عندها تكسير جميع الكلور امين ولم يبقى ظاهراً في الماء الا الكلور المتبقي الحر ولذلك تسمى نقطة التكسير (Break point).

ثم يأخذ بعدها الكلور المتبقي في الازدياد ، وابتداء من هذه النقطة يكون كل الكلور المتبقي كلور حراً وليس متحداً ، وطريقة اضافة الكلور الى الماء بجرعات تكفي الوصول الى مابعد النقطة (ج) على المنحنى يسمى (Break point Chlorination) أي اضافة الكلور حتى مابعد النقطة التي تتكسر فيها جميع الكلور امينات .

كما انها تسمى احياناً (Free residual Chlorination) اذ ان كل الكلور المتبقي فيها يكون كلوراً حراً وليس متحداً .

وتتميز هذه الطريقة بانها تعطي نتائج عالية في كل من القضاء على البكتريا والحد من الطعم والرائحة في المياه ، الا ان تطبيقها ليس سهلاً او متشابهاً في جميع الحالات نظراً لاختلاف تركيز المواد العضوية في المياه من المصادر المختلفة بل لتغيير تركيز المواد العضوية في مياه المصدر الواحد من يوم الى اخر على مدار السنة لهذا يجب عمل تجارب لتقدير جرعة الكلور في كل حالة على حده بل ومن وقت لآخر .

و. استخدام الكلور امين لتطهير المياه :

وهو ما يسمى احياناً (Chloramination) وفي هذه الحالة يضاف النشادر (الامونيا) الى الماء قبل اضافة الكلور وتكون جرعة النشادر حوالي 0.06 جزء في المليون بينما تكون جرعة الكلور حوالي 0.25 جزء في المليون وفي هذه الحالة يضاف النشادر بأجهزة خاصة تسمى (Amoniators) وهي تشبه الى حد كبير اجهزة اضافة غاز الكلور على ان تضاف الامونيا في الماسورة الرئيسية للمياه قبل دخولها الى خزان المياه النقية ويعقبها بمسافة حوالي عشرة امتار .

اضافة الكلور :

وتتميز هذه الطريقة بالاتي :

- 1- الحد من تولد الطعم والرائحة للمياه .
- 2- كفاءة عالية في التطهير عند تواجد كميات كبيرة نسبياً من المواد العضوية .
- 3- يستمر تأثير الكلور مدة طويلة .
ولهذا السبب ينصح دائماً باستعمال هذه الطريقة اذا كانت شبكات مواسير التوزيع تمتد الى مسافات بعيدة ويخشى من تواجد البكتيريا في الاطراف البعيدة منها اذا استعمل الكلور فقط لاغراض التطهير .
- 4- توفير في جرعة الكلور (حوالي ثلث الجرعة) ونظراً لارتفاع ثمن الكلور بالنسبة للنشادر فإن ثمن الخلط يكون اقل من ثمن الكلور في حالة استعماله وحدة .
- 5- عدم تهيج الجلد والعين من الكلور امين بينما يتهيج الجلد والعين باستعمال جرعات عالية نسبياً من الكلور ، واثر هذا يبدو واضحاً في حمامات السباحة .
- 6- لا يوجد خطورة عند الخطأ في التشغيل بإضافة جرعات عالية من الكلور .