برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي كيميائي مياه

التحاليل القياسية لمياه الشرب، الدرجة الثالثة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفـهرس

مقدمة ٣
الخصائص العامة لمياه الصرف الصناعي ٤
الخصائص العامة لميـاه الصرف الصحي ٦
الخصائص العامة لميــاه الشرب ٩
التشريعات المصرية الخاصة بتحديد مواصفات المياه ١٠
المياه التي تصرف على نهر النيل وفروعـه وعلى الخزان الجوفي ١٠
القانون ٢٧ لسنة ١٩٩٤ (وتم التطبيق الفعلى سنة ١٩٩٥) في شأن موارد مياه الشرب ١٢
المياه التي تصرف على شبكة الصرف الصحي ١٣
المياه التي تصرف على البيئة البحرية ١٣
المياه المستخدمة في الشرب ١٧
ملحق رقم " ١ " دورية الفحوص ٢٦
ملحق رقم " ٢ " الرقابة والتقارير ٢٧
أنواع التحاليل التي تجري على المياه ٢٩
الطرق المختلفة للتعبير عن التركيز وكيفية استخدامها ٣١
أ، التحليل الكيفي النوعي أو الوصفي qualitative ٣١
ب، التحليل الكمي quantitative ٣١
١– التحليل الكمي الحجمي ٣١
تصنيف طرق التحليل الكمي الحجمي (أنواع المعايرات) ٣٢
المعايرة Titration ٣٣
طرق التعبير عن التركيز: ٣٦
الشروط الأساسية اللازمة للتحليل و الأخطاء الشائعة ٤٠
الحسابات الكيميائية ومعالجة النتائج ٤١
تخفيف المحاليل: ٤٢
٢- طرق التحليل الطيفي Spectroscopy ٤٣
عملية الامتصاص Absorption method: ٤٣
٣- طرق التحليل الجهدي Potentiometric ٤٧
اختيار طرق التحليل ٤٩
طرق التشغيل القياسية: ٤٩
تحضير طرق التشغيل القياسية ٥٠
خصائص الأداء لطرق التحاليل الكيميائية (method validation) ٥٣
التحاليل الروتينية للماء ٦١
١- الحـــرارة (Temperature): ٦١
٢- اللون (Color)، SM- ٢١٢٠ ..... ٦٣
٣- الأس الأيدروجينى (pH). ٦٨

٤- الكلور المتبقي الطريقة اللونية بإستخدام الـــ DPD $SM:4500-Cl^{-}$ B ٧٢
٥- المواد الصلبة الكلية: ٢٥٤٠ SM- ٧٣
٦- التوصيل الكهربى Electrical Conductivity ٧٨
٧- العكارة (Turbidity):B 2130 SM- ٧٩
٨- العسر (Hardness): SM-2320 B ٨١
٩- الكلوريدات (Chlorides).$SM: 4500-CL^{-}$ B ٨٥
١٠- القلوية (Alkalinity):2320: SM..... ٨٨

مقدمة

لا شك أن المياه هي أساس الحياة، وتسعى كل الدول إلى تنمية مواردها المائية والحفاظ عليها نقية صالحة للاستخدامات المختلفة، كما تقوم بتدوير المياه المستخدمة بمعالجتها، أو بتحليه المياه المالحة. وتتميز مصر بتنوع مواردها المائية حيث تشمل:

(١) نهر النيل وروافده وفرعيه والرياحات والترع والجنَّابيات.

(٢) البحرين الأبيض المتوسط والأحمر والبحيرات والمصارف والبرك.

(٣) خزانات المياه الجوفية.

وإذا احتوت المياه على مواد غريبة اعتبرت مياه ملوثة. ومن هذه الملوثات المواد غير العضوية الذائبة والمعلقة والمواد العضوية والبكتريا والطحالب والطفيليات. وتتكون هذه الملوثات نتيجة للنشاط الزراعي والنشاط الصناعي والنشاط الآدمي. وبذلك فإن نفايات المصانع وبقايا المبيدات الحشرية ومخصبات ومحسنات التربة والمخلفات الآدمية وعوادم و وسائل النقل تعتبر من المصادر الرئيسية لتلوث المياه.

والجدير بالذكر أن النفايات الصناعية تحتوى على العديد من السموم الذائبة، عضوية وغير عضوية، مما يصعب معه معالجة المياه الحاملة لها معالجة ينتج عنها ماء صالح للآستخدام الآدمي الآمن.

ويمكن حصر بعض المواد الموجودة في المخلفات الصناعية السائلة والتي يمكن أن تسبب التلوث فيما يلى:

١. أملاح غير عضوية.
٢. أحماض وقواعد.
٣. مواد عضوية.
٤. مواد عالقة.
٥. أصباغ.
٦. زيوت وشحوم.
٧. كيماويات سامة مثل المعادن الثقيلة.
٨. أحياء دقيقة.
٩. مواد مسببة للرغوة.

الخصائص العامة لمياه الصرف الصناعي

تختلف خصائص وطبيعة مكونات الصرف الصناعي بدرجات كبيـرة بإختلاف الصناعة نفسها والمواد المستخدمة والعمليات المطبقة، لذلك فإن الصرف الصناعي يتذبذب في مكوناته ودرجة تدفقه.

ويبين جدول رقم (١) بعض مصادر وأضرار الملوثات الصناعية. ونظراً لأن الكثير من المخلفات الصناعية يتم صرفها مع مخلفات الصرف الصحي في شبكة واحده تؤدى إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي فإنه من الضروري عزل المخلفات الصناعية الخطرة وفصلها في مواقع الإنتاج بمعالجتها معالجة منفصلة، حيث يؤدى ذلك إلى:

* حماية خطوط شبكة الصرف من التآكل.
* المحافظة على كفاءة عمليات المعالجة.
* عدم تواجد المواد السامة في المياه المعالجة.

جدول (١) بعض مصادر الملوثات الصناعية وبعض الأضرار التي تسببها

نوع الملوثات	المصدر الصناعي (أمثلة)	بعض الأضرار الرئيسية
١. أملاح غير عضوية	مصانع التحلية وتكرير البترول ومصانع الذخائر.	تتداخل في الاستعمالات الصناعية وتؤثر على مياه الشرب والري.
٢. أحماض وقواعد	مصانع الكيماويات	تسبب تآكل خطوط الأنابيب والأجهزة كما تتسبب في قتل الأسماك.
٣. مواد عضوية	مصانع المعلبات ومدابغ الجلود، ومصانع الغزل والنسيج	تكون طعاماً للبكتيريا وبالتالي تستهلك الأكسجين الموجود بالماء.
٤. مواد عالقة	مصانع الورق والمعلبات	تسبب الإختناق لبيض الأسماك وتفسد منظر البحيرات.
٥. أصباغ	مصانع النسيج والتعدين والكيماويات	تسبب أضراراً جسيمة للأحياء المائية.

تابع جدول (١)

٦. زيوت وشحوم وسوائل	المجازر (المسالخ) ومصانع تكرير البترول	تفسد الشكل والرائحة وتمنع وصول الأكسجين للماء.
٧. كيماويات سامة مثل المعادن الثقيلة	مصانع الصلب والذخائر والطلاء بالمعادن	تغير من حياه النباتات والحيوانات المائية ولها تأثير سمى.
٨. أحياء دقيقة	مدابغ الجلود	تلوث المياه بكتريولوجيا مما يجعلها غير صالحة لحياة الأسماك.
٩. مواد مسببة للرغوة	المسالخ ومصانع الصابون والأصباغ	تمنع وصول الأكسجين للماء وتضر بالأحياء المائية.

عند دراسة الصرف الصناعي فإنه عادة يمكن تقديره بطريقتين:

الأولى: تركيز الملوث منسوباً إلى حجم الصرف الكلى.

الثانية: تركيز الملوث منسوبا إلى كمية المنتج.

جدول (٢) بعض التحاليل الروتينية الواجب إجراؤها لبعض المخلفات الصناعية.

الصناعة	القياسات
النسيج: إزالة اللون، الصباغة	درجة الحرارة، الرقم الإيدروجينى، الأكسجين الكيميائي الممتص، المنظفات، المعادن الثقيلة.
إزالة الشحم والقاذورات من الأصواف.	درجة الحرارة، الرقم الإيدروجينى، الأكسجين الكيميائي الممتص، المنظفات، الدهون.
الأغذية	الرقم الإيدروجينى، الأكسجين الكيميائي الممتص، النيتروجين، المواد الصلبة.
المشروبات الغازية	المواد الصلبة، الأكسجين الكيميائى الممتص، المواد المترسبة.

تابع جدول (٢)

الدباغة	المعادن الثقيلة، المواد الصلبة، الكبريتيد، الرقم الأيدروجينى، الأكسجين الكيميائى الممتص.
الكيماويات	الرقم الأيدروجينى، الفينول، الأكسجين الكيميائى الممتص.
الأدوية	الأكسجين الكيميائى الممتص.
الألكترونيات، الطلاء بالمعادن وتشطيب المعادن	الرقم الأيدروجينى–المعادن الثقيلة–الأكسجين الكيميائى الممتص– السيانيد، المواد الصلبة.
الطباعة	الرقم الإيدروجينى، المعادن.

الخصائص العامة لمياه الصرف الصحي

يعرض الجدول رقم (٣) أهم الملوثات المحتمل تواجدها في شبكات المجاري. والمعروف أن المخلفات العضوية التي تنتج عن فرد واحد في اليوم تكافئ مامقداره ٥٤ جم من الأكسجين الحيوي الممتص ويعرف بمكافئ التعداد (Population equivalent).

وتحتوى مياه الصرف الصحي على مركبات نتروجينية وفوسفورية وبعض المعادن الثقيلة والعناصر غير العضوية وبقايا الكربوهيدرات والبروتينات والدهون. ويبين الجدول رقم (٤) نتائج تحليل عينات من مياه الصرف الصحي.

جدول (٣) أهم الملوثات المحتمل تواجدها بشبكات المجاري

الملوثات	سبب أهميتها
المواد الصلبة العالقة	تؤدى المواد الصلبة العالقة إلى تكون رواسب الحمأة وحالات انعدام الهواء عند تصريف مياه الصرف الصحي في المسطحات المائية المحيطة.
المواد العضوية الحيوية القابلة للتحلل	تتكون أساساً من البروتينات والكربوهيدارت والدهون. وتقاس المواد العضوية الحيوية القابلة للتحلل عادة بوحدات BOD (الأكسجين الحيوى الممتص) وCOD (الأكسجين الكيميائى الممتص). إذا تم تصريف مياه الصرف الصحي الغير معالجة في البيئة المحيطة فإن الإتزان الحيوى قد يؤدى إلى نضوب موارد الأكسجين الطبيعى وزيادة حالات التعفن.
الكائنات المسببة للأمراض	الأمراض المعدية يمكن أن تنتقل بواسطة الكائنات العضوية الناقلة للأمراض الموجودة في مياه الصرف الصحي.
المواد المغذية	إن اتحاد النيتروجين والفوسفور مع الكربون يكون مواداً مغذية رئيسية لازمة للنمو. وعند تصريفها إلى المسطحات المائية المحيطة فإن هذه المواد المغذية تؤدى إلى نمو الكائنات المائية الغير مرغوب فيها. وعند تصريف كميات زائدة على الأرض فإنها أيضاً تؤدى إلى تلوث المياه الجوفية.
الملوثات الخطرة (ذات الأولوية)	المركبات العضوية والغير عضوية المختارة على أساس معرفة أو توقع مدى تسببها في الإصابة بالسرطان أو التشوهات أو الأورام أو درجة سميتها الحادة العالية. والكثير من هذه المركبات موجود في مياه الصرف الصحي.
المواد العضوية المقاومة للتحلل	هذه المواد العضوية تعمل على مقاومة الطرق التقليدية لمعالجة مياه الصرف الصحي. والأمثلة النموذجية تشمل المواد الحافظة للتوتر السطحى والفينول والمبيدات الزراعية.
المعادن الثقيلة	تضاف المعادن الثقيلة عادة لمياه الصرف الصحي عن طريق الأنشطة الصناعية والتجارية، وقد يتطلب الأمر إزالتها إذا كانت مياه الصرف الصحي سيعاد استخدامها.
المواد غير العضوية المذابة	ترد المواد غير العضوية الأساسية مثل الكالسيوم والصوديوم والكبريتات إلى شبكة الصرف المنزلية كنتيجة لاستخدام المياه وقد يستلزم الأمر إزالتها إذا كانت مياه الصرف الصحي سيعاد استخدامها.

جدول (٤) التحليل الكيميائي لعينات من مياه الصرف الصحي

الاختبـار	التركيـز (ملجم/لتر)		
	قوى	متوسط	ضعيف
المواد الصلبة الكلية	١٢٠٠	٧٠٠	٣٥٠
الواد الصلبة الذائبة الكلية	٨٥٠	٥٠٠	٢٥٠
المواد الصلبة الذائية الثابتة	٥٢٥	٣٠٠	١٤٥
المواد الصلبة الذائبة المتطايرة	٣٢٥	٢٠٠	١٠٥
المواد العالقة الكلية	٣٥٠	٢٠٠	١٠٠
المواد العالقة الثابتة	٧٥	٥٠	٣٠
المواد العالقة المتطايرة	٢٧٥	١٥٠	٧٠
المواد المترسبة (ملليتر/لتر)	٢٠	١٠	٥
الأكسجين الحيوى الممتص	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠
الكربون العضوى الكلى	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك	١٠٠٠	٥٠٠	٢٥٠
النيتروجين الكلى	٨٥	٤٠	٢٠
النيتروجين العضوى	٣٥	١٥	٨
الأمونيا الحره	٥٠	٢٥	١٢
النيتريت	صفر	صفر	صفر
النترات	صفر	صفر	صفر
الفوسفور الكلى	٢٠	١٠	٦
الفوسفورالعضوى	٥	٣	٢

تابع جدول (٤)

الفوسفور غير العضوى	١٥	٧	٤
الكلوريد	١٠٠	٥٠	٣٠
القلوية (ككربونات كالسيوم)	٢٠٠	١٠٠	٥٠
الشحوم	١٥٠	١٠٠	٥٠

الخصائص العامة لميـاه الشرب

يتطلب السماح بإستخدام المياه في الشرب التأكد من تمام صلاحيتها من حيث اللون والطعم والرائحة وخلوها من كافة المكونات الضارة أو السامة وضرورة فحصها بكتيرولوجيا وميكرسكوبيا.

وحيث أن مصدر مياه الشرب الرئيسي في مصر هو نهر النيل (بالإضافة إلى الآبار في بعض المناطق)، ولما كان النيل يستقبل كل يوم الكثير من المخلفات الآدمية والصناعية والزراعية لذلك وجب التأكد من خلو المياه من كل من:

(١) الكائنات الدقيقة كالبكتريا، الفيروسات، الطفيليات الأولية.

(٢) العكارة التي يؤدى وجودها إلى تداخلها مع المطهرات المستخدمة.

(٣) العناصر والمواد غير العضوية السامة.

(٤) المركبات العضوية التخليقية مثل المبيدات والمركبات المتطايرة.

(٥) النواتج الثانوية الناتجة من المعالجة بالكلور لتفاعله مع المركبات العضوية.

(٦) المواد المشعة.

التشريعات المصرية الخاصة بتحديد مواصفات المياه

المياه التي تصرف على نهر النيل وفروعه وعلى الخزان الجوفي

صدر في مصر القانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ بشأن حماية نهر النيل والمجاري المائية من التلوث وعدم الترخيص بصرف أي مخلفات سائلة إلى نهر النيل أو فروعه أو الترع والمصارف والجنَّابيات وخزانات المياه الجوفية، قبل مطابقتها للمعايير الواردة باللائحة التنفيذية للقانون والصادرة بقرار وزير الري رقم ٥٨ لسنة ١٩٨٣. وقد نصت المادة ٦٠ من القانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ على أنه: " يجب أن تبقى مجاري المياه العذبة التي يرخص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إليها في حدود المعايير والمواصفات وتم تعديل هذة المادة بالقرار الوزاري رقم ٩٢ لسنة ٢٠١٣ وذكرت المادة ٤٩ في القانون أنه "يجب أن تبقي مسطحات المياه العذبة التي يرخص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إليها في حدود المعايير والمواصفات الاتية" المبينة في الجدول رقم (٥) ".

جدول (٥) معايير صرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إلى المسطحات المائية

البيـــــــان	المعايير والمواصفات ملجم/ لتر (مالم يذكر غير ذلك)
المواد الصلبة الذائبة الكلية	لايزيد عن٥٠٠
الأكسجين الذائب	لا يقل عن٦
الأس الإيدروجينى	٦,٥، ٨,٥
الأكسجين الحيوى الممتص	لا يزيد عن ٦
الأكسجين الكيماوى المستهلك(دايكرومات)	لا يزيد عن ١٠
نيتروجين عضوى	لا يزيد عن ١
نشادر (NH_3) as (N)	لا يزيد عن ٠,٥
النترات (NO_3) as (N)	لا يزيد عن٢
النتروجين الكلي (TN) as N	لا يزيد عن٣,٥

الفوسفور الكلي (TP) as P	لا يزيد عن٢
شحوم وزيوت	لا يزيد عن٠,١
كبريتات	لا تزيد عن ٢٠٠
الزئبق	لا تزيد عن٠,٠٠١
حديد	لا يزيد عن ٠,٥
منجنيز	لا يزيد عن ٠,٢
نحاس	لا يزيد عن ٠,٠١
زنك (خارصين)	لا يزيد عن ٠,٠١
فلوريدات	لا تزيد عن ٠,٥
فينول	لا يزيد عن ٠,٠٠٢
زرنيخ	لا يزيد عن٠,٠١
كادميوم	لا يزيد عن٠,٠٠١
كروم	لا يزيد عن٠,٠٥
السيانيد الحر	لا يزيد عن٠,٠٠٥
رصاص	لا يزيد عن٠,٠١
سيلينوم	لا يزيد عن٠,٠١
البورون	لا يزيد عن٠,٥
المولبيديوم	لا يزيد عن٠,٠٧
النيكل	لا يزيد عن٠,٠٢

الميدات وتشمل	
الدرين وداي الدرين	لا يزيد عن ٠,٠٠٠٠٣
الاكلور	لا يزيد عن٠,٠٢
الديكارب	لا يزيد عن٠,٠١
أترازين	لا يزيد عن٠,٠٠٢
بنتازون	لا يزيد عن٠,٠٣
كاربوفيوران	لا يزيد عن٠,٠٠٧
كلوردان	لا يزيد عن٠,٠٠٠٢
٤,٢ داي كلوروبروب	لا يزيد عن٠,٠٣
فينوبروب	لا يزيد عن٠,٠٠٩
ميكوبروب	لا يزيد عن٠,٠١
٥,٤,٢–ت	لا يزيد عن٠,٠٠٩

القانون ٢٧ لسنة ١٩٩٤ (وتم التطبيق الفعلى سنة ١٩٩٥) في شأن موارد مياه الشرب

منح هذا القانون وزير الصحة السلطة من خلال اللجنة العليا للمياه لوزارة الصحة التي يرأسها، لإصدار المعايير الخاصة بمياه الشرب والاشتراطات الصحية لمصادر مياه الشرب وطرق تنقيتها وقد أصدر وزير الصحة قراره رقم ١٠٨ لعام ١٩٩٥ بتحديث معايير مياه الشرب،والتي تضمنت المعايير الطبيعية والكيميائية (الغير عضوية، العضوية، والسامة) والمعادن الثقيلة والمبيدات بمختلف أنواعها والمعايير البكتريولوجيه والمواد المشعة ٠ وتم تنفيذ تطبيق هذه المعايير اعتبارا من مارس ١٩٩٥ فيما عدا المعايير الخاصة بالمبيدات فيبدآ تنفيذها بعد عامين ومركبات المثيل المكلورة بعد عام اعتبارا من مارس١٩٩٥ .

وقد حدد قرار وزير الصحة رقم ٣٠١ لسنة ٩٥ الاشتراطات الخاصة بحرم مأخذ محطات تنقية المياه للبعد عن مصادر التلوث بحيث لا تقل عن ٥٠٠ متر فوق التيار و٢٠٠ متر تحت التيار بالنسبة للمأخذ ٠

وبالنسبة للآبار الجوفية فقد حدد حرم البئر بدائرة نصف قطرها ٤٥ متر من ماسورة السحب ٠

وقد ساهم القانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ في حماية مصادر مياه الشرب حيث نص على أن تبعد مواسير صرف المخلفات الصناعية بمسافة لا تقل عن ٣ كيلو متر فوق التيار ومسافة كيلو متر واحد تحت التيار بالنسبة لمأخذ محطات مياه الشرب كما نص على ضرورة معالجة مياه غسيل مرشحات محطات تنقية المياه قبل صرفها إلى المجاري المائية نظرا لما تحتويه من مواد عضوية ومسببات الأمراض التي حجزتها المرشحات خلال عمليات التنقية وبقايا المروبات الكيميائية المستخدمة.

المياه التي تصرف على شبكة الصرف الصحي

صدر القانون ٩٣ في عام ١٩٦٢ ليوجب ضرورة معالجة المخلفات السائلة التي يتم صرفها من مختلف المنشآت الصناعية على شبكة الصرف الصحي بالمدن ثم صدر القرار الوزاري رقم ٩ لعام ١٩٨٩ بتعديل القرار رقم ٦٤٩ لسنة ١٩٦٢ لتصبح المعايير والمواصفات الواجب توافرها في المخلفات الصناعية التي يسمح بصرفها على شبكة الصرف الصحي كما هو مبين في الجدول رقم (٦).

المياه التي تصرف على البيئة البحرية

صدر القانون ٤ لسنة ١٩٩٤ ولائحته التنفيذية التي نصت في المادة ٥٨ من الفصل الثانى منه على أنه:

"مع عدم الإخلال بما تنص عليه المادة الثانية من قرار إصدار هذه اللائحة، يحظر على المنشآت الصناعية التي يصرح لها بتصريف المواد الملوثة القابلة للتحلل إلى البيئة المائية والشواطئ المتأخمة تصريف تلك المواد إلا بعد معالجتها وجعلها مطابقة للمواصفات والمعايير المبينة في الجدول رقم (٧)".

جدول (٦) المواصفات والمعايير الواجب توافرها في المخلفات السائلة قبل صرفها على شبكة الصرف الصحي

الاختبـار	المعايير (ملجم/ لتر ما لم يذكر غير ذلك)
درجة الحرارة	لا يزيد عن ٤٠°م
الأس الأيدروجينى	٦-١٠
مجموع المواد الصلبة الذائبة	لا تزيد عن ٢٠٠٠
المواد العالقة	لا تزيد عن ٥٠٠
الأكسجين الحيوى الممتص	لا يزيد عن ٤٠٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (دايكرومات)	لا يزيد عن ٧٠٠
الأكسجين الكيميائى المستهلك (برمنجنات)	لا يزيد عن ٣٥٠
الكبريتيدات (كب)	لا تزيد عن ١٠
السيانيد	لا يزيد عن ٠,١
فوسفات	لا تزيد عن ٥
نترات	لا تزيد عن ٣٠
فلوريدات	لا تزيد عن ١
فينول	لا يزيد عن ٠,٠٠٥
أمونيا	لا تزيد عن ١٠٠
الكلور الحر المتبقى	لا يزيد عن ١٠

أكاسيد كبريت	لا تزيد عن ١
فورمالدهيد	لا يزيد عن ١٠
زيوت ودهون	لا تزيد عن ١٠٠
مجموع المعادن الثقيلة وتشمل: (الفضة، الزئبق، النيكل، الزنك، الكروم، الكادميوم، القصدير)	لا يزيد عن ١٠ إذا كان حجم الصرف لا يزيد عن ٥٠م^{3} يوميا، ولا يزيد عن ٥ إذا كان حجم الصرف يزيد عن ٥٠ م^{3} يوميا
مجموع الفضة والزئبق	لا يزيد عن ١

* و يجب خلو مياه الصرف من البقايا البترولية، وكربيد الكالسيوم، والمذيبات العضوية، والمواد السامة، والمواد المشعة.

جدول (٧) المواصفات والمعايير الواجب توافرها في المخلفات السائلة قبل صرفها في البيئة البحرية

الاختبـار	**الحد الأقصى للمعايير والمواصفات ملجم/لتر ما لم يذكر ذلك**
درجة الحرارة	لا تزيد عن ١٠°م فوق المعدل السائد
الأس الأيدروجينى	٦-٩
اللون	خالية من المواد الملونة
الأكسجين الحيوى الممتص	٦٠
الأكسجين الكيماوى المستهلك (دايكرومات)	١٠٠
مجموع المواد الصلبة الذائبة	٢٠٠٠
رماد المواد الصلبة الذائبة	١٨٠٠

المواد العالقة	٦٠
العكارة	٥٠ (ن.ع.و)
الكبريتيدات	١
الزيوت والشحوم	١٥
الهيدروكربونات من أصل بترولى	٠,٥
الفوسفات	٥
النيترات	٤٠
الفينولات	١
الفلوريدات	١
الألومنيوم	٣
الأمونيا، نيتروجين	٣
الزئبق	٠,٠٠٥
الرصاص	٠,٥
الكادميوم	٠,٠٥
الزرنيخ	٠,٠٥
الكروم	١
النحاس	١,٥
النيكل	٠,١
الحديد	١,٥

المنجنيز	١
الزنك	٥
الفضة	٠,١
باريوم	٢
كوبلت	٢
المبيدات بأنواعها	٠,٢
السيانيد	٠,١
العد الاحتمالى للمجموعة القولونية في ١٠٠ سم^{٣}	٥٠٠٠

المياه المستخدمة في الشرب

أصدرت اللجنة العليا للمياه بجلسة ١٩٧٥/١/٧ المواصفات والمعايير الواجب توافرها في مياه الشرب، ثم صدر مؤخراً القرار ١٠٨ لسنة ١٩٩٥ والذى تضمن المواصفات والمعايير الواجب توافرها في مياه الشرب وتم تعديله مؤخراً بالقرار ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧. جدول (٨)

جدول رقم (٨) المواصفات والمعايير الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب طبقاً للقرار ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧

أولا: الخواص الطبيعية:

م	الخاصية	الحد الأقصى المسموح به
1	اللون	معدوم
2	الطعم	مقبول
3	الرائحة	معدومه

4	العكارة	١ وحده (NTU)
5	الرقم الهيدروجينى	٦,٥ – ٨,٥

ثانيا: مواد غير عضوية لها تأثير على الاستساغة والاستخدامات المنزلية:

م	الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ملجم / لتر)
1	الأملاح الذائبة عند ١٢٠° م	١٠٠٠
2	عسركلى as $CaCO_3$	٥٠٠
3	عسر كالسيوم as $CaCO_3$	٣٥٠
4	عسر ماغنسيوم as $CaCO_3$	١٥٠
5	كبريتات SO_4	٢٥٠
6	كلوريدات Cl	٢٥٠
7	حديد Fe	٠,٣

تابع المواد غير عضوية لها تأثير على الاستساغة والاستخدامات المنزلية

8	منجنيز	Mn	٠,٤
9	نحاس	Cu	٢
10	الزنك	Zn	٣
11	الصوديوم	Na	٢٠٠
12	الألومنيوم	Al	٠,٢

ثالثا: المواد الكيميائية ذات التأثير على الصحة العامة

(أ) مواد غير عضوية:

م	الخاصية		الحد الأقصى المسموح به (ملجم / لتر)
1	الرصاص	Pb	٠,٠١
2	الزئبق	Hg	٠,٠٠١
3	الزرنيخ	As	٠,٠١
4	السيانيد	CN	٠,٠٥
5	الكادميوم	Cd	٠,٠٠٣
6	السيلينيوم	Se	٠,٠١
7	الكروميوم	Cr	٠,٠٥

تابع مواد غير عضوية ذات التأثير على الصحة العامة

8	الأمونيا	as (NH_3)	٠,٥
9	النترات	as (NO_3)	٤٥
10	النيتريت	as (NO_2)	٠,٢
11	الفلوريدات	F	٠,٨
12	الأنتيمون	Sb	٠,٠٢
13	الباريوم	Ba	٠,٧
14	البورون	B	٠,٥

15	النيكل	Ni	٠,٠٢
16	الموليبدينيوم	Mo	٠,٠٧

(ب) المواد العضوية:

م	الخاصية	الحد الأقصى المسموح به (ملجم/لتر)
1	الاكلور Alachlor	٠,٠٢
2	الديكارب Aldicarb	٠,٠١
3	ألدرين، دأي إالدرين Aldrin and dieldrin	٠,٠٠٠٠٣
4	أترازين Atrazine	٠,٠٠٢
5	بنتازون Bentazone	٠,٠٣
6	كاربوفيوران Carbofuran	٠,٠٠٧

تابع المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة

7	كلوردان Chlordane	٠,٠٠٠٢
8	كلوروتوليورون Chlorotoluron	٠,٠٣
9	د.د.ت D.D.T	٠,٠٠١
10	٢،١- دأي برومو ٣- كلورو بروبان 1,2 Dibromo 3- chloropropane (DBCP)	٠,٠٠١
11	٤،٢ د (2,4 D) 2,4- Dichlorophenoxyacetic acid	٠,٠٣
12	٢،١ دأي كلورو بروبان (1,2- 1,2Dichloropropa DCP)	٠,٠٢

13	٣،١ دأي كلورو بروبين (1,3-DCP) 1,3، Dichloropropene	٠,٠٢
14	هكسا كلورو بنزين Hexachlorobenzene	٠,٠٠١
15	أيزو بروتورون Isoproturon	٠,٠٠٩
16	لندان Lindane	٠,٠٠٢
17	ميثيل كلورو فينوكسى اسيتيك اسيد Methylchlorophenoxyacetic acid (MCPA)	٠,٠٠٢
18	ميثوكسى كلور Methoxychlor	٠,٠٢
19	ميتولا كلور Metolachlor	٠,٠١
20	مولينات Molinate	٠,٠٠٦
21	بنديميثالين Pendimethalin	٠,٠٢
22	بنتاكلورو فينول Pentachlorophenol	٠,٠٠٩
23	بيرمثرين Permethrin	٠,٠٢

تابع المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة

24	بروبانيل Propanil	٠,٠٢
25	بيريبروكسيفين Pyriproxyfen	٠,٣
26	سيمازين Simazine	٠,٠٠٢
27	ترأي فلورالين Trifluralin	٠,٠٢
28	٤،٢ د.ب DB-2,4	٠,٠٩
29	٤،٢ دأي كلورو بروب 2,4- Dichloroprop	٠,١
30	فينو بروب Fenoprop	٠,٠٠٩

31	ميكوبروب Mecoprop	٠,٠١
32	٢،٤،٥، ت 2,4,5-T	٠,٠٠٩
33	مونو كلور أمين Monochloramine	٣
34	كلور Chlorine	٥
35	برومات Bromate	٠,٠١
36	كلوريت Chlorite	٠,٧
37	٢،٤،٦، ترأي كلورو فينول2,4,6- Trichlorophenol	٠,٢
38	ترأي هالو ميثان Trihalomethanes	٠,١
39	دأي كلورو اسيتات Dichloroacetate	٠,٠٥
40	ترأي كلورو اسيتات Trichloroacetate	٠,١
41	ترأي كلورو أسيتالدهيد Trichloroacetaldehyde	٠,٠١
42	دأي كلورو اسيتونيتريل Dichloroacetonitrile	٠,٠٢

تابع المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة

43	دأي برمو اسيتونيتريل Dibromoacetonitrile	٠,٠٧
44	ترأي كلورو اسيتونيتريل Trichloroacetonitrile	٠,٠٠١
45	كربون تترا كلوريد Carbon tetrachloride	٠,٠٠٤
46	دأي كلورو ميثان Dichloromethane	٠,٠٢
47	٢،١ دأي كلورو إيثان 1,2 Dichloroethane	٠,٠٣
48	١،١،١ ترأي كلورو إيثان 1,1,1 Trichloroethane	٠,٠٧
49	كلوريد الفينيل Vinyl Chloride	٠,٠٠٠٣

50	١،١ دأي كلورو إيثين 1,1 Dichloroethene	٠,٠٣
51	٢،١ دأي كلورو إيثين 1,2 Dichloroethene	٠,٠٥
52	تترا كلورو إيثين Tetrachloroethene	٠,٠٤
53	تولوين Toluene	٠,٧
54	بنزين Benzene	٠,٠١
55	بنزو (أ) بيرين Benzo[a]pyrene	٠,٠٠٠٧
56	مونو كلورو بنزين Monochlorobenzene	٠,٣
57	٢،١ دأي كلورو بنزين 1,2 Dichlorobenzene	١
58	١،٤ دأي كلورو بنزين 1,4 Dichlorobenzene	٠,٣
59	ترأي كلورو البنزين الكلى Trichlorobenzenes (Total)	٠,٠٢
60	دأي (٢-إيثيل هكسيل) أديبات Di (2-ethylehexyle) adipate	٠,٠٨

تابع المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة

61	دأي (٢-إيثيل هكسيل) فثالات Di (2-ethylehexyle) phthalate	٠,٠٠٨
62	أكريلاميد crylamide	٠,٠٠٠٥
63	إيبي كلورو هيدرين Epichlorohydrin	٠,٠٠٠٤
64	هكسا كلورو بيوتادايين Hexachlorobutadiene	٠,٠٠٠٦
65	اديتيك اسيد (EDTA) Edetic acid	٠,٦
66	ترأي اسيتك نيتريل Triacetic Nitril	٠,٢
67	إندرين Endrin	٠,٠٠٠٦

68	كلورات Chlorate	٠,٧
69	بروموفورم Bromoform	٠,١
70	كلوروفورم Chloroform	٠,٣
71	كلورال هيدرات Chloralhydrate	٠,٠١
72	داي ميثوات Dimethoate	٠,٠٠٦
73	فورمالدهايد Formaldehyde	٠,٩
74	سيانوجين كلوريد Cyanogen Chloride	٠,٠٠٧
75	ترأي بيوتيل اكسيد القصديروز Tributyltin Oxide	٠,٠٠٢
76	فينول Phenol	٠,٠٠٢
77	دأي وترأي كلورامين Di-and Trichloramine	٠,٠٠٥
78	زايلين Xylenes	٠,٥

تابع المواد العضوية ذات التأثير على الصحة العامة

79	إيثيل بنزين Ethylbenzene	٠,٣
80	سترين Styrene	٠,٠٢
81	برومو دأي كلورو ميثان Bromodichloromethane	٠,٠٦
82	ترأي كلورو إيثين Trichloroethene	٠,٠٢

رابعا: المعايير الميكروبيولوجية:

م	نوع الفحص	طريقة القياس المتتبعة	الحد الأقصى المسموح به
أ	العد الكلى للبكتيريا	طريقة الصب بالأطباق Poured plate method	• لا يزيد عن ٥٠ خلية / ١ سم٣ عند درجة ٣٧ م لمدة ٢٤ ساعة • لا يزيد عن ٥٠ خلية / ١ سم٣ عند درجة ٢٢ م لمدة ٤٨ ساعة
ب	أدلة التلوث بكتريا القولون الكليةTotal Coli form	MF أو MPN	• يجب أن تكون ٩٥ % من العينات التي يتم فحصها خلال العام خالية تماما من بكتيريا القولون Total Coli form في ١٠٠ سم٣ من العينة • كما يجب أن لا تحتوى أي عينه من العينات على أكثر من ٢ خليه /١٠٠سم٣ على أن لا يتكرر ذللك في عينات متتالية من نفس المصدر
	بكتيريا القولون البرازية (باسيل القولون النموذجي)		• يجب ان تكون جميع العينات خالية من باسيل القولون النموذجى
	البكتيريا السبحية البرازية		• يجب ان تكون جميع العينات خالية من الميكروب السبحى البرازى

تابع المعايير الميكروبيولوجية

ج	الفحص البيولوجى • عند فحص عينات المياه للطحالب • عند فحص المياه ميكروسكوبيا		• يجب ألا تزيد نسبة الميكروسستين عن ١ ميكروجرام / لتر ويتم إجراء هذا التحليل في حالة ظهور نمو مفاجئ للطحالب الخضراء المزرقةBluegreen algae أو وجود أعداد عالية منها. • يجب ان تكون خالية تماما من البروتوزوا وجميع أطوار الديدان المسببة للأمراض

خامسا: المواد المشعة:

م	نوع الفحص	الحد الأقصى المسموح به
أ	مشتقات من فصيلة ألفا (α)	٠,١ بيكو كيوري / لتر
ب	مشتقات من فصيلة ألفا (β)	١,٠ بيكو كيوري / لتر

ملحق رقم " ١ " دورية الفحوص

١. تجري الفحوص الخاصة بالخواص الطبيعية، المواد الغير عضويه ذات التأثير على الاستساغة والاستخدامات المنزلية والمعايير الميكروبيولوجيه والبيولوجيه والأمونيا، النيتريت، النترات روتينيا لجميع العينات.

٢. تجري الفحوص الخاصه بالمواد الكيميائيه ذات التأثير على الصحه العامه على النحو التالى:

أ – مره كل شهر على الأقل لكل مورد مائى للمعادن الثقيله.

ب –المركبات العضويه الأخري لجميع مصادر المياه مره كل ٦ شهور على الأقل.

٣. تجري الفحوص الخاصه بالمواد المشعه لعينات ممثله لجميع مصادر المياه وتتولى إجراءها الهيئه العامه للطاقه الذريه ويتم إخطار وزارة الصحه والسكان بالنتيجه.

٤. تجري جميع الفحوص والتحاليل طبقا لطرق القياس الوارده في كتاب

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATERS

على أن تتولى الإدارة المركزية للمعامل بوزارة الصحة والسكان اختيار أنسب الطرق الواردة في الكتاب المذكور ويتم طبعها وتوزيعها على جميع معامل المحافظات وتدريب العاملين بها وتوفير إمكانيات تطبيقها من أجهزة ومعدات وكيماويات مع تطبيق الرقابة على القياسات على مستوى جميع المعامل المشتركة بالمحافظات.

ملحق رقم " ٢ " الرقابة والتقارير

تتم عملية المراقبة من خلال مراقبة مياه الشرب من المصدر وحتى صنبور المستهلك وذلك بعمل الخطط اللازمة. وهناك مستويان من مراقبة نوعية المياه.

١. خطة مراقبة نوعية المياه التي يتم إعدادها بمعرفة القائمين على " إنتاج المياه:

أ – يجب على القائمين على إنتاج المياه اللازمة للشرب والاستخدام المنزلي الالتزام بعمل التقييم والرقابه على نظام التشغيل والمرافق وتسمح هذه الخطة للقائمين على تشغيل المحطة بضبط عمليات التشغيل بصوره مستمرة وإجراء التصحيح والتعديل اللازم عند الحاجه أولا بأول.

ب –يتم ذلك من خلال أخذ العينات اللازمة مع مراعاة مواقع الجمع، عدد ودورية العينات، مطابقاتها للمعايير وذلك لتقييم الأداء وتحديد المشاكل للعمل على إيجاد حل لها، تحليل النتائج والتأكد من معايرة الأجهزة المستخدمة والمحاليل في القياس وإتباع الطرق القياسية في التحليل وذلك للتأكد من دقة النتائج ومنطقيتها وعلى أن تشمل النقاط التالية:

١) مجموعه من الخطط وفقا لنظم إمدادات المياه المختلفه.

٢) وصف تفصيلى لمصدر المياه المستخدم وإحتمالية التغيرات التي قد تطرأ عليه.

٣) عمليات التدفق والقياسات والمراقبه والتحكم.

٤) تعريف المخاطر.

٥) إجراءات تصحيح السيطره وتوثيقها.

٦) برامج حماية مصدر المياه.

٧) خطه لإدارة الحوادث، الكوارث و الأزمات (خطة الطوارئ).

٨) وصف تفصيلى للمواد والكيماويات المستخدمه وطرق المعالجه المتبعه.

٩) كتيبات خاصه بالمعامل (تشمل الطرق القياسيه لإجراء التحاليل، المعايره للأجهزه، الصيانه والتشغيل..... الخ).

١٠) التسجيل والحفظ.

١١) مراجعة النتائج.

١٢) عمليات التحقق من الإصلاح ومراجعتها.

١٣) وصف وظيفي لفريق العمل المسئول عن تنفيذ ومتابعة خطط الآمان والمهام الموكله لكل عضو من أعضاء الفريق.

١٤) وصف وظيفي للمهام والمسئوليات التي يجب القيام بها لجميع العاملين بنظام الإمداد.

١٥) برامج التدريب التي يتم تنفيذها لجميع العاملين.

١٦) الإجراءات التي يجب إتخاذها وتنفيذها للقضاء على شكاوى المستهلكين.

٢. خطة مراقبة نوعية المياه التي يتم إجراءها من قبل الأجهزة الرقابية بوزارة الصحة والسكان من خلال:

أ – المرور الميدانى على عمليات مياه الشرب وكتابة تقارير عن المسح الصحي لها وذلك لمساعدة القائمين على عملية إنتاج المياه على تحسين الآداء والعمل على إنتاج نوعيه أفضل من المياه ولذلك يجب أن يشمل العناصر التاليه:

١) التفصيلات الكافيه لتوفير المعلومات الضروريه عن الإحتياجات المطلوبه والإجراءات اللازمه والإحتياطات الواجب الإلتزام بها.

٢) الأسباب والمبررات التى أدت إلى ضرورة إجراء الإصلاح.

٣) توفير المعلومات الفنيه التي يمكن أخذها في الإعتبار في الحالات الطارئه.

٤) العمل على إتمام التقرير في أسرع وقت للتمكن من القيام بتنفيذ مابه.

ب -يجب أن يتضمن التقرير كحد أدنى على مايلى:-

١) تاريخ ووقت التفتيش (المرور).

٢) أسماء القائمين بالمرور.

٣) أسماء الأشخاص الموجودين أثناء عملية المرور.

٤) رسما توضيحيا لنظام إمداد المياه وصور عن الأجزاء الهامه إذا أمكن.

٥) قدرة النظام بدءا من المصدر، المعالجه، التوزيع.

٦) قائمه بالإحتياطات والمتطلبات.

٧) قائمه بكافة التحاليل والقياسات التي تم إجراءها أثناء المرور.

٨) التوصيات اللازمه حسب الأولويه مع بيان الفتره اللازمه للإنتهاء منها.

٩) أخذ عينات المياه اللازمة من المصادر المختلفة والمواقع المختلفة مع مراعاة دوريتها وإعدادها (من حيث التوزيع الجغرافي للسكان، طول الشبكات) وإرسالها للتحليل بالمعامل المركزية بالوزاره والمعامل التابعة بالمحافظات وتحليل النتائج والوقوف على المشاكل وإبداء الرأي في حلها وإخطار الجهات المعنية ومتابعة تنفيذ التوصيات حتى إزالة الأسباب المتعلقة بمشاكل نوعية المياه.

أنواع التحاليل التي تجري على المياه

هناك أربعة أنواع من التحاليل التي تجري على المياه هي: التحاليل الفيزيائية، والتحاليل الكيميائية، والتحاليل البيولوجية والمكروبيولوجية.

التحاليل الفيزيائية

- ✓ التوصيل الكهربي.
- ✓ درجة الحرارة.
- ✓ الرائحة، الطعم، اللون.
- ✓ العكارة

التحاليل الكيميائية

- ✓ المواد الصلبة.
- ✓ المواد العضوية.
- ✓ مركبات الكبريت غير العضوية (كبريتيد، كبريتات).
- ✓ مركبات النيتروجين غير العضوية (نترات، نيتريت، أمونيا، سيانيد).
- ✓ مركبات الفوسفور غير العضوية (فوسفات).
- ✓ مركبات الهالوجين غير العضوية (كلور، كلوريد، فلوريد).

التحاليل البيولوجية والإختبارات البكتريولوجية:

- ✓ القولونيات الكلية.
- ✓ القولونيات الغائطية.
- ✓ الفيروسات.
- ✓ الطفيليات الأولية.
- ✓ الطحالب والفطريات.

الطرق المختلفة للتعبير عن التركيز وكيفية استخدامها

مقدمة:

يعتبر التحليل الكيميائي من أكثر الفروع التطبيقية أهمية في الكيمياء لأنه يساعدنا على تحديد هوية العناصر والمركبات الموجودة وكذلك كمياتها. وينقسم التحليل الكيميائي إلى:

أ، التحليل الكيفي النوعي أو الوصفي qualitative

يساعد هذا النوع من التحليل على تحديد أنواع العناصر أو الأيونات الداخلة في تركيب المادة (العينة).

ب، التحليل الكمي quantitative

يساعد هذا النوع من التحليل على تحديد كمية كل عنصر من العناصر أو الأيونات الداخلة في تركيب المادة (العينة).

نبدأ عادة عند دراسة مركبٍ ما مجهول بالتحليل الكيفي النوعي لمعرفة العناصر في العينة ثم نعمل على تحديد كمية كل عنصر ونسبته المئوية في المركب المدروس اعتمادا على طرق التحليل وعلى قوانين التحليل. و تزداد صعوبة التحليل مع ازدياد عدد العناصر الموجودة في العينة نظرا لوجود تفاعلات متشابهة أو متقاربة تتداخل مع بعضها البعض أثناء عملية التحليل ولهذا يجب اختيار التفاعل المناسب كما يجب فصل أو إبعاد العناصر التي تتداخل تفاعلاتها قبل البدء بعملية التحليل.

يحتوى التحليل الكمي على الأفرع التالية:

١– التحليل الكمي الحجمي

يعتمد على قياس حجم المحلول المعلوم التركيز (القياسي) اللازم للتفاعل مع كمية أو حجم محدد من المادة المجهولة التركيز (العينة المراد دراستها).

فوائد التحليل الكيميائي:

أ، التعرف على المواد الكيميائية العضوية وغير العضوية.

ب، تحديد بنية المادة الكيميائية وصيغتها الكيميائية.

ج، تحديد جودة وصلاحية المواد المختلفة المستخدمة في صناعة الغذاء، الدواء، المواد الزراعية....الخ.

تصنيف طرق التحليل الكمي الحجمي (أنواع المعايرات)

يتم التصنيف بحسب التفاعلات الكيميائية الحاصلة أثناء عملية التحليل والمعايرة ما بين المادة المعلومة التركيز (المحلول القياسي) والمادة المدروسة (المحلول المجهول):

أ. معايرات التعادل (acid base titration):

(تفاعل الأحماض مع القلويات):

تتفاعل أيونات الهيدروجين الحمضية مع أيونات الهيدروكسيد القلوية

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

ويرافق هذا التفاعلات تغيرات في قيمة الرقم الهيدروجيني pH.

ب. معايرات الأكسدة والإختزال (oxidation reduction titration):

(تفاعلات المواد المؤكسدة مع المختزلة):

يحصل فيها بعض الأنتقالات الإلكترونية بين المواد المتفاعلة تؤدي إلى تغيرات في أرقام الأكسدة ويرافق هذه المعايرات تغيرات في الجهد الكهربائي.

ج، معايرات الترسيب (settling titration):

تعتمد على التفاعلات الكيميائية التي يرافقها تشكيل رواسب قليلة الذوبان أثناء المعايرة وذلك بإستخدام محلول قياسي مناسب (المرسب).

يشترط في التفاعل الكيميائي المستخدم في المعايرة أن يكون:

أ. سريعا ويفضل عدم إستخدام الحرارة أو المواد الحافزة في تسريعه.

ب. محدداً بمعادلة كيميائية موزونة وثابتة.

ج. تاما أي أن تكون قيمة ثابت الإتزان كبيرة $K > 108$

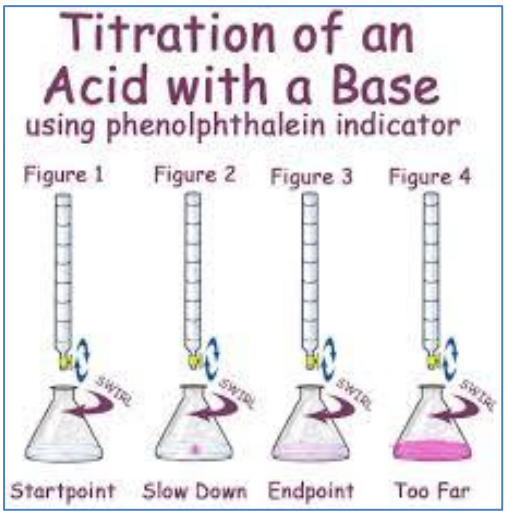
د. واضحا في تغيير خواص المحلول عند نقطة التكافؤ (أو نقطة نهاية المعايرة) كتغيير في اللون أو تشكل راسب أو اختفاؤه.

هـ. إنتقائيا (نوعيا) أو مميزا أي أن تتحد المادة القياسية مع المادة المدروسة (المجهولة) وليس مع أي مادة أخري أو الشوائب الموجودة فيها.

المعايرة Titration

المعايرة هي العملية التي يتم فيها تحديد الحجم المستهلك من المحلول القياسي للوصول إلى التفاعل التام مع حجم محدد من المحلول المجهول التركيز ويتم ذلك بعدة طرق مختلفة:

أ. المعايرة المباشرة Direct titration:



يتفاعل المحلول القياسي بشكل مباشر مع المحلول المجهول.

ب. المعايرة غير المباشرة Indirect titration

تتفاعل العينة مع مادة مناسبة لتعطي مادة مكافئة للعينة المجهولة والتي يتم معايرتها بمحلول قياسي.

ج. المعايرة الخلفية Back titration:

نأخذ حجم محدد بدقة من المحلول القياسي الأول ونفاعله مع حجم محدد من المادة المجهولة ومن ثم نعاير الكمية المتبقية من المحلول القياسي الأول بمحلول قياسي ثانٍ آخر. وبهذه الطريقة نستطيع معرفة الحجم المستهلك من المحلول القياسي الأول المتفاعل مع المادة المجهولة وبالتالي نتمكن من تحديد تركيز المادة المجهولة (العينة).

و مهما تكن الطريقة المستخدمة فإنها تتوقف على المذيب أو الوسط الذي تتم فيه المعايرة لهذا تقسم المعايرات إلى:

أ. معايرات مائية:

يستخدم فيها الماء كمذيب (معايرة المحاليل المائية).

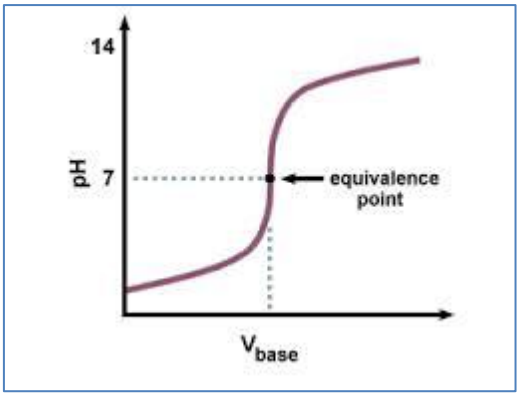
ب. معايرات لا مائية:

تستخدم إحدى المذيبات العضوية مثل الكحوليات أو الأسترات، الأثيرات،....إلخ.

نقطة التكافؤ ونقطة نهاية المعايرة (Equilibrium point & End point):

نقطة التكافؤ هي نقطة نظرية يصعب تحديدها بشكل عملي وهي تدل على لحظة التفاعل التام بين المحلول القياسي والمحلول المجهول، أنها النقطة التي يتساوى عندها عدد المكافئات الجرامية للمحلول القياسي مع عدد المكافئات الجرامية للمحلول المجهول.

أما نقطة نهاية المعايرة فهي النقطة العملية التطبيقية التي تحدد لحظة نهاية المعايرة نتيجة لتغيير مفاجيء في إحدى الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية للمحلول كظهور لون أو تشكل راسب أو ذوبانه ، تغير في قيمة pH أو الحرارة النوعية أو شدة التيار الكهربائي وهي قريبة من نقطة التكافؤ النظرية (قبلها أو بعدها).



الدليل Indicator:

الدليل عبارة عن مركب كيميائي تتم إضافته أثناء المعايرة بكمية ضئيلة جدا تتسبب في إحداث تغيرا ملحوظا لإحدى الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية للمحلول ويساهم في تحديد نقطة نهاية المعايرة والتي يجب أن تتطابق مع نقطة التكافؤ أو أن تكون قريبة جدا منها ما أمكن وعمليا يوجد فارق ضئيل جدا بين النقطتين يعبر عنه بخطأ الدليل. والدليل يختلف بحسب المعايرة كما سوف نري ذلك لاحقا.

مبدأ التحليل الكمي الحجمي وقانون المعايرة:

يتم تحديد تركيز المادة المجهولة (معلومة الحجم) بإستخدام مادة قياسية معلومة التركيز والحجم، وبالاعتماد على قانون مور الذي ينص على أنه يتم الوصول إلى نقطة التكافؤ عندما يتساوى عدد المكافئات الجرامية.

(المحلول القياسي) $N_1V_1 = N_2V_2$ (المحلول المجهول)

حيث أن:

V_1 = حجم المحلول المجهول بالميليلتر

N_1 = تركيز المحلول المجهول (عدد المكافئات الجرامية في اللتر)

V_2 = حجم المحلول القياسي بالميليلتر

N2 = تركيز المحلول القياسي (عدد المكافئات الجرامية في اللتر)

و يمكن كتابة قانون مور بالشكل التالي:

(المحلول القياسي) $\frac{M_1V_1}{n_1} = \frac{M_2V_2}{n_2}$ (المحلول المجهول)

حيث أن:

M = وحدة لقياس التركيز بالمولارية (عدد المولات باللتر).

V = قياس الحجم بالمليلتر.

n = عدد المولات وفقا لمعادلة التفاعل.

طرق التعبير عن التركيز:

يتم التعبير عن كمية المادة المذابة في المحلول بعدة طرق منها:

أ، التركيز الجزيئي(المولاري) Molarity:

وهو عدد المولات من المادة المذابة في لتر واحد من المحلول، أي أن:

$$M = \frac{C}{m} \quad .....(1)$$

حيث أن:

M = عدد المولات في اللتر mol/L

C = وزن المادة المذابة في لتر g/L

m = وزن المول بالجرام (الوزن الجزئي للمادة) g/mol

والمولارية تعطى بالعلاقة التالية:

$$M = \frac{C}{m} \times \frac{V}{1000}$$

حيث تمثل V حجم المحلول المطلوب تحضيره بوحدة الميللتر.

ب . التركيز العياري N(Normality):

عدد الأوزان المكافئة الجرامية من المادة المذابة في لتر من المحلول Eq/ L.

يعطى الوزن المكافئ الجرامي بالعلاقة التالية:

$$E = \frac{m}{n} \quad .....(2)$$

E = عدد المكافئات الجرامية في المول Eq/mol

M = وزن المول بالجرام g/mol

n = عدد المتبادلات

و عليه بالنسبة:

الأحماض	n = 1 حمض أحادي	n = 2 حمض ثنائي	n = 3 حمض ثلاثي
القلويات	n = 1 قلوي أحادي	n = 2 قلوي ثنائي	n = 3 قلوي ثلاثي
مادة مؤكسدة أو مختزلة	n = عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة		
فلز	n = تكافؤ الفلز		
ملح	n = عدد ذرات الفلز في تكافؤه		

وبعد معرفتنا لعدد المكافئات الجرامية في المول الواحد (E) نستطيع حساب العيارية (N) من خلال العلاقة التالية:

$$N = \frac{C}{E} \quad \text{.....(3)}$$

حيث ان:

C = وزن المادة المذابة في لتر g/L

E = عدد المكافئات الجرامية في المول Eq/mol

N = عدد المكافئات الجرامية في لتر من المحلول Eq/L

ومن خلال العلاقات السابقة ١، ٢ و٣ نحصل على العلاقة التالية والتي تربط التركيز العياري بالتركيز المولاري:

N = n M.....(4)

ج، التركيز الوزني:

وزن المادة المذابة في لتر من المحلول g/L

من العلاقة رقم ١ نحصل على:

Concentration = Morality × Molecular weight

ومن العلاقة رقم ٣ نحصل على:

Concentration = Normality × Equivalent weight

د. التركيز بالنسبة المئوية:

وينقسم إلى:

١. التركيز بالنسبة المئوية (% w/w):

وزن المادة المذابة بالجرامات في ١٠٠ جرام من المحلول.

٢. التركيز بالنسبة المئوية (% w/v):

وزن المادة المذابة بالجرامات في ١٠٠ مليلتر من المحلول.

٣. التركيز بالنسبة المئوية (% v/v):

حجم المادة المذابة بالمليلتر في ١٠٠ مليلتر من المحلول.

٤. التركيز بالنسبة المئوية (% v/w):

حجم المادة المذابة بالمليلتر في ١٠٠ جرام محلول.

هـ، التركيز بوحدة جزء في المليون ppm:

وزن المادة المذابة ملجم في كيلو جرام مذيب أو لتر مذيب. ويمكن أن نقول وزن المادة المذابة بالميكروجرام في جرام واحد مذيب أو مليلتر واحد مذيب.

و. التركيز بوحدة جزء في البليون ppb:

وزن المادة المذابة بالميكروجرام في كيلو جرام مذيب أو لتر مذيب.

ز. التركيز المولالي (molality):

عدد الجزيئات الجرامية (المولات) المذابة في كيلو جرام مذيب mol/Kg.

ويلخص الجدول(٩) طرق التعبير عن التركيز ووحداتها:

جدول (٩) طرق التعبير عن التركيز ووحداتها

الأساس	العلاقة	وحدة التعبير
وزن لوحدة الحجم	ملليجرام / لتر من المحلول	ملليجرام/لتر (mg / L)
	جرام / لتر من المحلول	جرام/ لتر (g / L)
نسبة وزن	ملليجرام / كيلو أو لتر من المحلول	جزء فى المليون (ppm)
نسبة حجم	ملليتر / لتر من المحلول	ملليتر / لتر (ml / L)
الكثافة	كتلة المحلول / وحدة الحجوم	جرام / ملليتر (g / ml)
النسبة المئوية وزناً	وزن المذاب × ١٠٠ / وزن المذاب + وزن المذيب	% وزناً (% wt)
النسبة المئوية حجماً	حجم المذاب × ١٠٠ / حجم المحلول	% حجماً (% vol)
الجزيئية	ملليمكافئ من المذاب / لتر من المحلول	ع (N)
	الوزن الجزيئى للمذاب / لتر من المحلول	مولارى (M)

جدول (١٠) وحدات الوزن المستخدمة الأصغر من الجرام، وقيمتها ورمزها

الوحدة	القيمة بالجرام	الرمز
جرام	١	(g) gram
ميللجرام	$١٠^{-٣}$	(mg) milligram
ميكروجرام	10^{-6}	(μg) microgram
نانوجرام	10^{-9}	(ng) nanogram
بيكوجرام	10^{-12}	(pg) pecogram
فمتوجرام	10^{-15}	(fg) femtogram
أوتوجرام	10^{-18}	(ag) autogram

الشروط الأساسية اللازمة للتحليل و الأخطاء الشائعة

ترتكب العديد من الأخطاء أثناء المعايرة وهي أخطاء لا يمكن تجنبها مثل:

- الخطأ المرتكب نتيجة استخدام دليل ما يتغير لونه قبل نقطة التكافؤ أو بعدها (خطأ الدليل).
- خطأ تقدير حجم المادة المجهولة ويعود إلى دقة الماصة المستخدمة.
- خطأ تقدير حجم المحلول القياسي والذي يعود إلى دقة السحاحة المستخدمة.
- خطا تقدير وزن المادة والذي يعود إلى خطأ الميزان أو حساسيته (أخطاء الأدوات).

وهناك أخطاء تعود للصدفة وهي غير محددة، كما توجد أخطاء تعود إلى عيب في طريقة التحليل كعدم نقاوة المواد وكذلك دقة الأجهزة المستخدمة، وأخيرا هناك خطأ الكيميائي أو الفنى.

ولهذا لابد من توفر العديد من الشروط أثناء المعايرة والتي تختلف بإختلاف التفاعلات المستخدمة في التحليل ومن أهم هذه الشروط نذكر:

أ. يجب استخدام أدوات نظيفة وأحيانا جافة تماما.

ب. يجب استخدام أجهزة قياس وأدوات حساسة جدا ودقيقة.

ج. يجب اعتماد طريقة مناسبة للتحليل وإختيار الظروف المثلى للمعايرة من حيث درجة الحرارة والتركيز والرقم الهيدروجيني. إلخ بحيث نحصل على النتائج المطلوبة بالدقة والسرعة المناسبتين.

د. يجب أخذ عينات متجانسة تمثل المادة الأصلية المدروسة (المجهول).

هـ. يجب تحديد نقطة نهاية المعايرة بدقة وإختار الدليل المناسب الأقرب إلى نقطة التكافؤ.

و. يجب إضافة المحلول القياسي نقطة نقطة عند الاقتراب من نهاية المعايرة مع التحريك السريع ومراعاة غسل جوانب الدورق المخروطي بقليل من الماء المقطر لإزالة القطرات العالقة على الجدار الداخلي ولضمها إلى مزيج المعايرة.

ز. يجب إيقاف المعايرة فور الوصول إلى التغير المطلوب كظهور لون أو اختفاؤه أو تغيره على أن يكون هذا التغير ثابتا لمدة لا تقل عن دقيقتين.

ح. تكرار المعايرة ثلاث مرات على الأقل.

ط. توخي الدقة في العمل من وزن وقياس الحجوم وحساب النتائج.

الحسابات الكيميائية ومعالجة النتائج

يقوم الكيميائي بالعمليات التالية بعد إتمام المعايرة:

أ. تسجيل الحجوم والأوزان المستخدمة في كل معايرة.

ب. حساب النتائج وفقا لقوانين المعايرة التي ذكرت سابقا.

ج. اختيار أفضل النتائج بعد القيام بثلاث تجارب على الأقل وهذا يعني استبعاد النتائج الشاذة إن وجدت وأن لا يكون هناك فروق في الحجوم أكثر من ٠,١ مليلتر.

د. حساب متوسط النتائج من خلال العلاقة التالية:

$$\overline{X} = \frac{\Sigma xi}{n}$$

هـ. حساب الإنحراف المعياري للتعرف على دقة العمل:

$$SD = \frac{1}{n-1}\sqrt{\Sigma(x_i - \overline{x})^2}$$

ثم نكتب النتيجة بالشكل التالي:

$$\overline{x} \mp SD$$

و. حساب الانحراف المعياري النسبي للتعرف على مقدار الخطأ المرتكب

$$SD_R = \frac{\overline{x}}{SD}$$

ز. حساب الانحراف المعياري النسبي المئوي للتعرف على النسبة المئوية للخطأ المرتكب:

$$SD_R\% = SD \times 100 = \frac{\overline{x}}{SD} \times 100$$

تخفيف المحاليل:

يهدف تخفيف المحاليل إلى التقليل من تركيزها المعلوم ويصاحب هذه العملية تغير في حجم المحلول النهائي. وتتم عملية التخفيف إما باستخدام الماء المقطر أو أي مذيب آخر أو أي محلول من نفس النوع أو أي محلول آخر.

نستخدم العلاقة التالية لحساب حجم المحلول المركز اللازم أخذه وتخفيفه إلى الحجم المطلوب:

(المحلول المخفف النهائي) $M_1V_1 = M_2V_2$ (المحلول المركز قبل التخفيف)

$$V_1 = \frac{M_2}{M_1}V_2$$

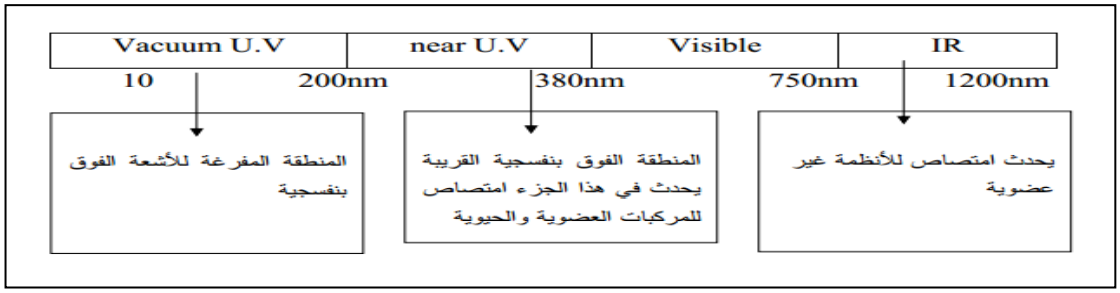
٢- طرق التحليل الطيفي Spectroscopy

هذه المجموعة من النظم تعتمد على تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع المادة.

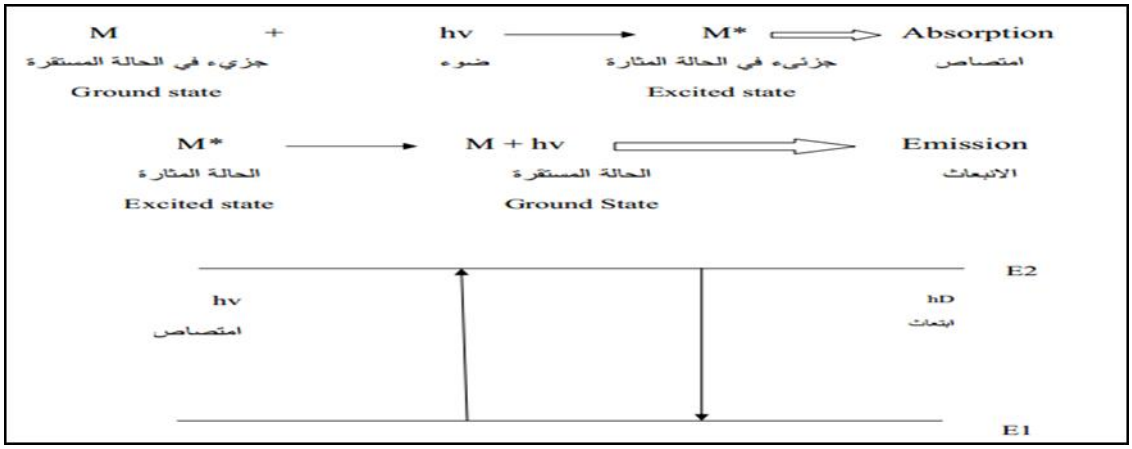
- ينتج عن امتصاص الجزئيات الأشعة الكهرومغناطيسية في المنطقة البنفسجية (U.V) والمنطقة المرئية (Visible) من الطيف إلى انتقال واحد أو أكثر من الالكتروناتالموجودة في مدارات ذات طاقة منخفضة (مدارات الرابطة) إلى مدارات ذات طاقة أعلى.

- يتوقف الطول الموجي للأشعة التي يحدث لها امتصاص على طاقة الانتقال الالكتروني في الجزئيات، وحيث أن هذه الطاقة تتوقف على التركيب الجزيئي لذلك يستخدم هذا النوع من التحليل الطيفي في التعرف على المركبات.

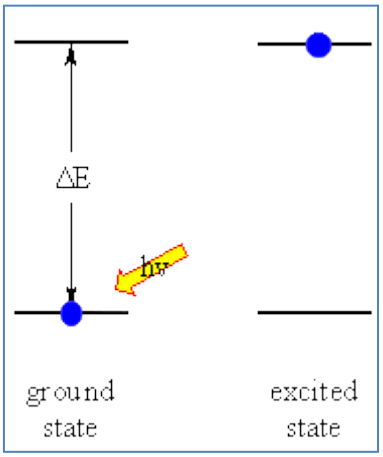
- كما أن شدة الضوءالممتص تتناسب طرديا مع عدد الجزئيات الممتصة لذلك يستخدم التحليل الطيفي في التحاليل الكمية quantitative analysis.



عملية الامتصاص Absorption method:



العلاقة بين الطاقة الممتصة في عملية الانتقال الألكتروني وترددها أو الطول الموجي لها للأشعة هو:



$\Delta E = E_2 - E_1$

Where $E = h\nu = h c / \lambda$

حيث أن:

E_1= طاقة المدار الذي يوجد فيه الإلكترون والجزيء في حالته العادية.

E_2= طاقة المدار الذي ينقل إليه الالكتروني عند إثارة الجزيء نتيجة إمتصاص الأشعة.

ΔE = الفرق في طاقة الجزيء في حالته المثارة وحالته العادية.

h = ثابت بلانك.

C = سرعة الضوء.

λ= الطول الموجي

ν = تردد الضوءالساقط

و تعتمد طرق قياس اللون colorimetric وطرق السبكتروفوتومتري Spectrophotometric على علاقة لامبرت بير(Lambert Beer 's law).والتي تنص على أن كمية الضوء الممتصة دالة لوغارتيمية بتركيزالمحلول وطول مسار الضوء لهذا المحلول، أي أن الانخفاض في طاقة الأشعة وحيدة الطول الموجي mono chromatic تتناسب مع قوة الأشعة ومع كمية المادة الممتصة ويمكن التعبير عن ذلك رياضيا بقانون (Lambert Beer 's law)..

$$A = a\ b\ c = \log_{10} P^0/P$$

حيث أن:

b: هي مسار الضوء بالمحلول.

C: هي تركيز المادة الممتصة.

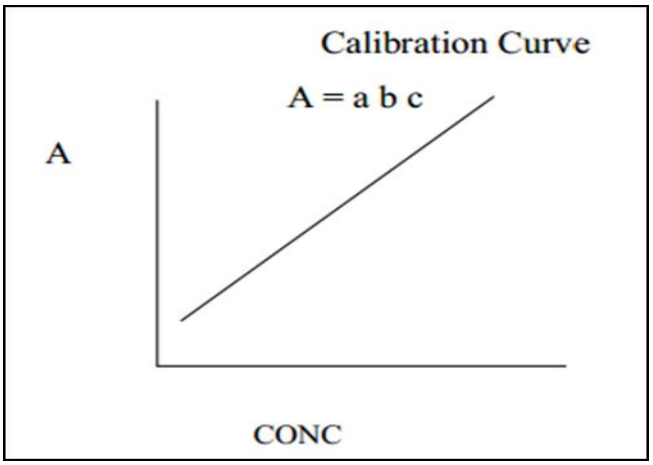
a: ثابت الامتصاص Absorptivity

وهو ثابت يتوقف على طبيعة المادة وعلى الطول الموجي للأشعة الممتصة فإذا كان تركيز المادة مقدرا بالمول فإن الثابت يطلق عليه (ثابت الامتصاص المولي).

E =Molar absorbitivity

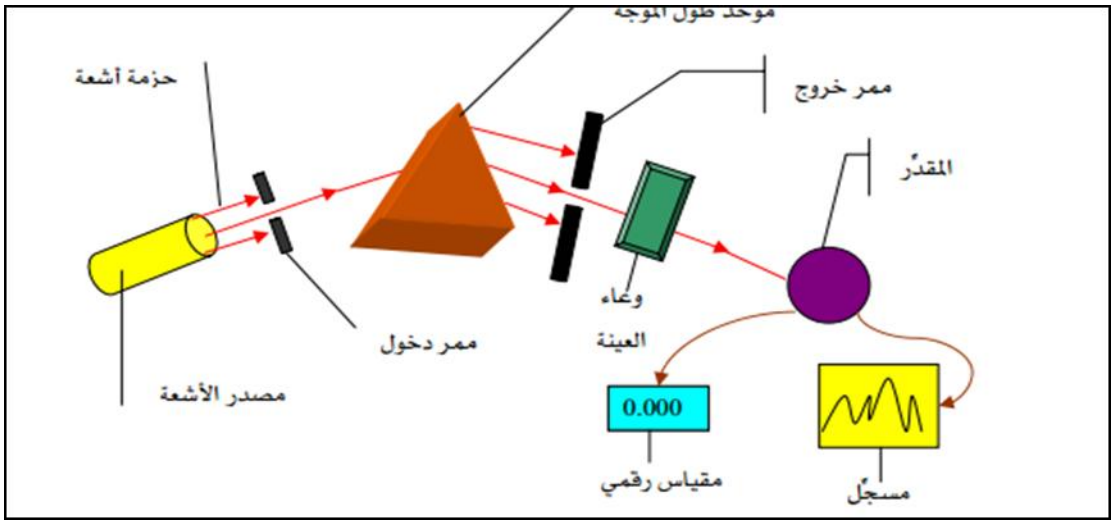
و يكتب القانون كالأتى:

$$A = E\ b\ c$$

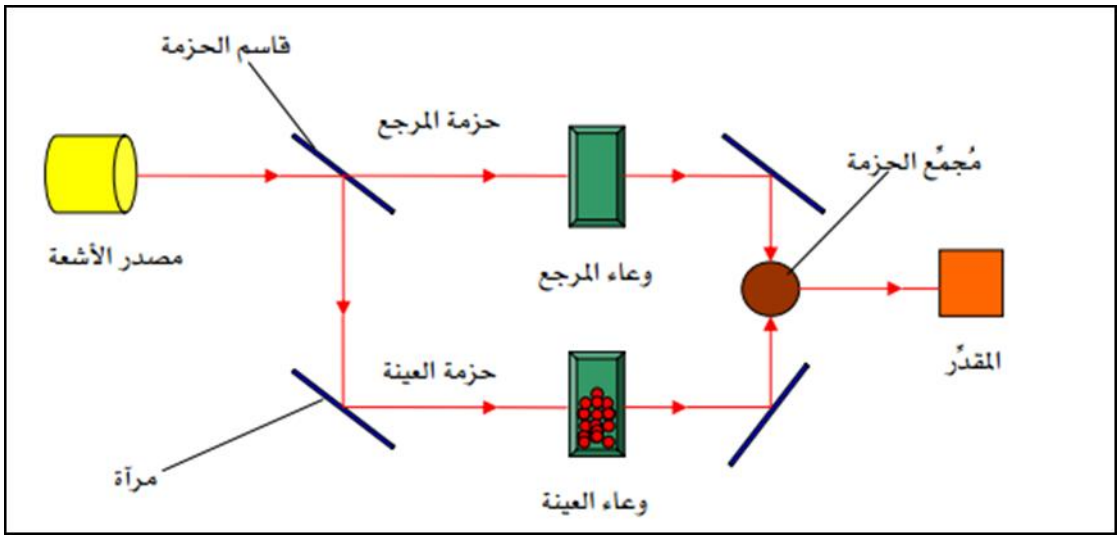


انواع اجهزة التحليل الطيفى (spectrophotometer):

- احادي الخلية Single beam:



- ثنائي الخلية:Double beam



٣- طرق التحليل الجهدي Potentiometric

هى الطرق التحليلية التي تعتمد على قياس الجهد و تسمى الطرق الجهدية.

- و يتطلب جهاز القياسات الجهدية قطبا مرجعيا وقطب دليل وآله لقياس الجهد.

- جهد الخلية هو عبارة عن الفرق بين جهد القطب المرجعى والقطب الدليل.

$$E_{cell} = .E_{Ind} - E_{ref} .$$

- **الأقطاب المرجعيةReference electrode:**

الأقطاب المرجعية لا تعتمد على تركيز المادة المراد تعينها (analyte) وهي تعطي جهد ثابت مثل :

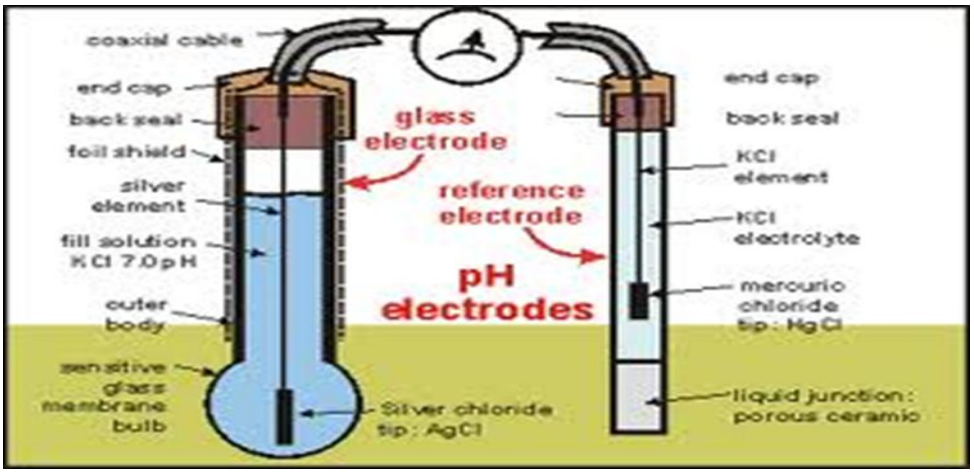
- قطب الهيدروجين SHE
- قطب الكالوميل.Calomel electrode
- قطب الفضه / كلوريد الفضه.Ag / AgCl electrode

- **الأقطاب الدليلية Indicator Electrode:**

الأقطاب الدليلية تستجيب بسرعة للتغير في تركيز أيون المادة المراد تعينها (analyte)

و تنقسم الأقطاب الدليلية إلى عدة أقسام وهي:

- أقطاب معدنية
- أقطاب غشائية، وتسمى قطب الآيون الانتقائي أو النوعيIon selective electrode



و يعبر عن جهد الخلية الكهربية بمعادلة نرنست (Nernst Equation)

$$E = E° \pm \frac{RT}{nF} \log C$$

حيث:

E = القوة الدافعة الكهربية للخلية.

E° = جهد القطب القياسى.

R = ثابت الغازات.

T = درجة الحرارة المطلقة.

n = عدد الألكترونات المفقودة أو المكتسبة.

F = معامل فراداي.

C = التركيز.

٤- التحليل بالتوصيل الكهربي:

$$G = \frac{1}{R} = K\frac{A}{L}$$

$$A = 1000\ \frac{K}{C}$$

حيث

G = التوصيل الكهربي Conductance

R = المقاومة

A = مساحة المقطع

L = طول الموصل

A = المكافئ التوصيل Equivalent conductance

S = التوصيل النوعي Specific conductance

C = التركيز .

اختيار طرق التحليل

مقدمة:

انواع الطرق التحليلية:

- ☒ الطرق القياسية (Standard methods) وهي طرق تعتمدها بعض المنظمات مثل (ASTM).
- ☒ الطرق الرسمية (official methods) وهي طرق تعتمدها بعض الجهات الحكومية مثل(NIOSH) و (USEPA).
- ☒ الطرق المنشورة (Literature methods) وهي الطرق المنشورة في المجلات العلمية المتخصصة
- ☒ الطرق الخاصة (Laboratory in- house development methods).

واختيار طريقة للتطبيق يعتمد على عدة عوامل أهمها خصائص الأداء.

ويبين الجدول رقم (١١) طريقة اختيار طريقة للتطبيق.

تقييم الطرق القائمة للتقدير وذلك بتحديد خصائص أداءها وإذا لم تفي الطرق الموجودة بالمتطلبات اللازمة فيجب في هذه الحالة ابتكار طريقة جديدة أو تدرس إمكانية تغيير بعض العوامل والظروف التي تسمح بإعطاء نتائج معقولة ومقبولة.

طرق التشغيل القياسية:

أهمية طرق التشغيل القياسية (Standard Operation Procedure)

طريقة التشغيل القياسية (SOP) هي الطريقة التي يتم بها القياس في المعمل وهذا يشمل طريقة أخذ العينات.. تحضير العينات.. طرق القياس. وأي طرق أخري تجري بطريقة منتظمة. ولفظ قياسي يعني أنها تصف الطريقة التي تجري بها عملية التحليل كل مرة والتي قد تكون أو لا تكون الطريقة المعتمدة أو المنشورة.

وعند وجود طرق قياسية فإن المختبرات عليها أن تبدأ بإختيار صلاحية هذه الطرق حيث أنه يمكن الاعتماد عليها في مقارنة نتائج من مختبرات مختلفة. وفي غياب طرق التشغيل القياسية فإن المحلل يمكنه أن يعتمد على أفضل الإمكانيات في تغيير بعض الخطوات والعمليات بحيث يزيد من فاعلية الطرق. وعندما تستخدم الطرق بطريقة متكررة فإن ذلك يشجع على كتابة هذه

الطرق بطريقة رسمية أما الطرق التي تستخدم من وقت إلى آخر بغير انتظام فإنها تعتمد على حق المعرفة للمحلل (Know _how).

وهذه التقنية الأخيرة قلما تجري لها دراسة بهدف تحسينها وكمالها (Optimization) وقد تستخدم في كل مرة بطريقة مختلفة. ويجب عدم تشجيع ممارسة التحاليل دون طرق مكتوبة ويجب توثيق كل ما يؤدى بالمختبر.

ووصف الطريقة قبل الإستخدام يعتبر جزءا من التخطيط ويجب أن يجري بدقة.

وقراءة هذه الطرق بواسطة المحللين هو الحد الأدنى المطلوب للتأكد من انهم يعرفون الطريقة وبالتالي استمرارية العمل بها ومعرفة الفائدة ونقد الطريقة أيضا.

وتستخدم صيغة أو شكل موحد لكتابة العمل وذلك لتسهيل الإستخدام وبينما يؤدي استخدام طرق التشغيل القياسية إلى استمرارية الخبرة في القياس فلا يوجد تقنية يمكن استخدامها مباشرة وبطريق عمياء، وفي كل حالة يجب التأكد من ملاءمة الطريقة للغرض المطلوب وإذا كانت الطريقة تستخدم بطريقة غير منتظمة فيمكن للمحلل أن يقوم ببعض التجارب الأولية أو الاستطلاعية للتأكد من صلاحية الطريقة للغرض المحدد.

تحضير طرق التشغيل القياسية

إن الفرق بين التعليمات وطرق التشغيل القياسية غير ملموس. فالفرق أساسا هو التحديد. فالتعليمات تعطي إرشادات وتشير إلى طرق التشغيل القياسية في حين أن الأخيرة تعطي التوجيهات وفرق آخر هو ان التعليمات نادرا ما تعطي نتائج بالرغم من أنها تؤثر في النتائج ونطاق التعليمات واسع ويطبق على مواقف أو عمليات متماثلة أما طرق القياس القياسية فإنها تعطي نتائج محددة إما في صورة نتائج القياس أو في المنتج النهائي وحيث ان كل التفاصيل لا يمكن وصفها فإن الغرض من طرق التشغيل القياسية هو إزالة الفروق التي تؤثر على النتيجة النهائية. ويجب ان تحدد طرق التشغيل الجيدة التجاوزات المسموح بها لضبط النتائج.

ويسهل كتابة طرق التشغيل القياسية إذا ما استخدم شكل عام ويبين الجدول رقم (١١) إطار إعداد طرق التشغيل القياسية للتحاليل الكيميائية

جدول (١١) إطار إعداد طرق التشغيل القياسية للتحاليل الكيميائية

م	خطوات التشغيل القياسية
١	العنوان
٢	نطاق العمل (العنصر المقاس، مدى القياس، وسط القياس، حدود الدقة وصحة البيان المتوقعة
٣	مصدر أو مرجع الطريقة
٤	التسميات
٥	ملخص الطريقة
٦	الاستخدامات
٧	التداخلات
٨	الأجهزة المستخدمة
٩	الكواشف والمواد الكيماوية المستخدمة
١٠	الاحتياطات والأخطار
١١	طريقة أخذ وتجهيز العينات
١٢	إعداد الأجهزة
١٣	معايرة الأجهزة
١٤	طريقة العمل
١٥	الإحصاء المستخدم
١٦	طريقة الحساب
١٧	تحديد حدود عدم الثقة

ويبين الجدول رقم (١٢) إطار إعداد طرق التشغيل القياسية للمعايرة.

جدول (١٢) إطار إعداد طرق التشغيل القياسية للمعايرة

م	خطوات إعداد طرق التشغيل القياسية للمعايرة
١	العنوان
٢	ملخص
٣	وصف للعنصر المراد معايرته
٤	فترات المعايرة
٥	المواد القياسية المستخدمة (المصدر . طريقة التحضير)
٦	طريقة العمل
٧	الحسابات (اختزال النتائج . تثبيت النقاط على منحنى المعايرة . حدود عدم الثقة
٨	التقرير (شكل التقرير . بطاقة التعريف والموافقة)
٩	المراجعة

ويعرض الجدول (١٣) إطار إعداد سجل الأجهزة (Logbook)

م	خطوات إعداد طرق التشغيل القياسية للمعايرة
١	اسم الجهاز
٢	بيانات الجهاز (المنتج . الرقم المسلسل . المورد . تاريخ الشراء . تاريخ دخول الخدمة . مكانه في المعمل . حالته عند الوصول . المسئول عن الجهاز . إشارة للأجزاء التابعة له
٣	الصيانة الداخلية (جدول الصيانة . طريقة العمل . سجل الأداء)
٤	الصيانة الخارجية (جدول الصيانة . عقود الصيانة . سجل الأداء)
٥	الضبط (بالإشارة إلى طرق التشغيل القياسية)
٦	إرشادات الاستخدام (إما مكتوبة أو يشار إلى دليل المصنع)

خصائص الأداء لطرق التحاليل الكيميائية (method validation)

يطلق على خصائص التشغيل الهامة بطريق التحاليل " خصائص الأداء " وهي تعطي الأساس في اختيار طريقة القياس المناسبة لغرض محدد.

وخصائص الأداء ليست ثابتة للطريقة الواحدة حيث تعتمد على قيم تتأثر بالمستخدم وعليه فإنها تعتمد على الطريقة التي استخدمت فيها التجربة، أن عديد من خصائص الأداء يمكن تقييمه كميا بالطرق الإحصائية

- حد التمييز Limit of Detection
- حد الصحه Accuracy
- الدقة Precision
- الحساسية Sensitivity
- المدى Range
- الأنتقائية Selectivity
- الجمود Ruggedness
- السرعة Speed
- التكلفة Cost

حد التمييز (Limit of Detection)

عرف حد التمييز في الماضي بعدة طرق ولكن المنظمات العالمية تميل حاليا بإستخدام التعريف الآتي:

معيار التمييز (Criterion of Detection) وهو أقل قيمة يمكن الحصول عليها بدرجة عالية من المصداقية والثقة (عادة في حدود ٩٥ %) وتكون أكبر من الصفر. أما حد التمييز (Limit of Detection) فهو أقل تركيز مع حد الثقة المطلوب (عادة مثل الحال في معيار التمييز) والذي يعطي نتيجة فوق معيار التمييز ويمكن تمييزه وتسمى القيم بين حد التمييز ومعيار التمييز والأثر (Trace).

وفي بعض الأحوال يستخدم تعبير حد التقدير (Limit of quantization) حيث يكون من الضروري ليس فقط تمييز وجود المادة المراد تحليلها ولكن أيضا معرفة الكمية الممكن تقديرها بدرجة محدودة إحصائيا وعادة ما تكون هذه القيمة عشرة أمثال الحيود القياسي للتجربة وBlank (10Sw)

Sw = within batch standard deviation from the average of the ranges

ويمكن الحصول على قيمة (Sw) من تكرار قياسات التجربة واستخراج الحيود القياسي لهذه القيم أو باستخدام كميات من المادة المراد تقديرها بتركيزات متناهية في الصغر وذلك إذا كانت قيم التجربة Blank لا يمكن قياسها.

ويعتبر حد التمييز هاما في التحاليل للتركيزات الضئيلة (Trace) حيث من الضروري تقرير ما إذا كان وجود المادة المتداخلة أقل أو أكبر من القيمة المشروعة ويجب أن يكون حد التمييز أقل من ٠,١ التركيز المراد قياسه.

حد التمييز: Limit of detection (LOD) إن معظم القياسات البينية تتضمن حساب قيم التجارب وطرحها من القيم المقاسة للتجربة وبحساب قيمة الحيود لهذا الفرق:

$$S_{result} = S_{w,blank} \times \sqrt{1 + \frac{1}{n}}$$

أما قيمة Criterion of detection (CD) فهي الحد العلوي من الثقة والتي قيمتها الحقيقية صفر:

$$CD = t_{1-a}\,(df) \times S_{w,blank} \times \sqrt{1 + \frac{1}{n}}$$

ويمكن اختيار مستوى الثقة لتناسب قياس معين وغالبا فإن مستوى ٩٥ % من الثقة يكون كافيا.

وحد التميز (LOD) يساوي عادة ضعف قيمة (CD)

$$LOD = 2CD$$

$$= 2 \times t_{1-a}\,(df) \times S_{w,blank} \times \sqrt{1 + \frac{1}{n}}$$

حيث n هو عدد القيم التكرارية المستخدمة في تصحيح القيمة المستخدمة في بعض التجارب الروتينية.

مثال ١:

عند تقدير الكادميوم في تجربة بواسطة طيف الامتصاص الذري تم الحصول على النتائج التالية:

0.088, 0.064, 0.073, 0.082, 0.079, 0.055

$$S_w = R' / d_2$$

D2 في حالة ثنائية التكرارية أي n = ٢ من الجدول = ١٠١٢٨

$$S_{w,blank} = 0.0122\ mg/L$$

وحيث ان عدد القياسات = ٦ فإن درجة الحرية (df) = ٥

$$LOD = 2 \times t_{0.95}\ (s) \times 0.0122 \times \sqrt{1 + \frac{1}{2}}$$
$$= 0.06\, mg/L$$

الدقــة (Accuracy)

صحة نتائج طريقة ما (Accuracy) هي مدى تقارب النتيجة مع القيمة الحقيقية. وصحة النتيجة ينسب لنتيجة واحدة من نتائج التحليل وبذلك فهي تمثل الخطأ المنتظم والخطأ العشوائي معا فالخطأ المنتظم أو الحيود هو الفرق بين متوسط عدد كبير من النتائج والقيم الحقيقية.

مقدار الدقة:

يعرف مقدار الدقة بمدى نسبة قيم تركيزات العنصر المراد قياسه إلى القيمة الحقيقية للعنصر. وعادة ما يعبر عن مقدار الدقة بقيمة الإسترداد الأدنى minimum recovery والأقصى maximum recovery أما القيمة الحقيقية (trueness) يعبر عنها بنسبة متوسط عدد كبير من القياسات إلى القيمة الحقيقية للعنصر.

$$\text{Trueness} = \frac{\text{متوسط القياسات x ١٠٠}}{\text{القيمة الحقيقية}}$$

ولحساب مقدار الدقة يتطلب قياس العديد من القراءات للعينات المختارة من الأنواع الآتية:

١ . من قيمة الأسترداد المحسوبة لتركيز معلوم مضاف إلى عينة طبيعية.

٢ . من مواد مرجعية معلومة التركيز.

٣ . مقارنة التركيز الناتج مع نظيره الناتج من طريقة محددة الدقة.

٤ . مقارنة التركيز الناتج مع نظيره الناتج من طريقة أخري موثقة.

٥ . من خلال دراسات بين المعامل المختلفة.

ويتم حساب قيمة الإسترداد لكل قراءة على حده وذلك بإستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{قيمة الإستردادالأدنى} = \frac{\text{أقل قراءة فى القياسات} \times ١٠٠}{\text{القيمة الحقيقية}}$$

$$\text{قيمة الإستردادالأقصى} = \frac{\text{أعلى قراءة فى القياسات} \times ١٠٠}{\text{القيمة الحقيقية}}$$

مثال:

رقم التشغيلة	X_1	X_2	X	S
١	٢٧٤	٢٧٠	٢٧٢	٢، ٨٢٨
٢	٢٠٠	٢٥١	٢٥٥,٥	٣٦,٠٦
٣	٢٤٠	٢٣٠	٢٣٥	٧,٠٧١
٤	٢٥١	٢٦٤	٢٥٧,٥	٩,١٩٢
٥	٢٥٦	٢٧٢	٢٦٤	١١,٣
٦	٢٤٠	٢٤٠	٢٤٠	٠

القيمة الحقيقية = ٢٥٠ $\bar{\bar{X}} = 249$

مقدار الدقة من ٢٠٠/ ٢٥٠ إلى ٢٧٤/٢٥٠

أي يتراوح ما بين ٨٠-١١٠%.

مقدار الأحقية = ٢٤٩/٢٥٠ × ١٠٠ = ٩٩,٦

مقياس الضبط (precision)

الضبط (precision) هو تعبير عن تقارب واتفاق بين نتائج منفصلة، ويعبر عنه بالحيود القياسي، وهو عادة يعتمد على تركيز المادة المراد قياسها. وهذا الاعتماد يجب أن يقدر ويوثق، وتكرارية النتائج (Repeatability) هي نوع من دقة القياس تحت ظروف متكررة، ومفهوم قابلية الإعادة (Reproducibity) هو أحد مفاهيم الدقة.

ولعل من المفيد للقائم بالتحليل هو الحيود القياسي بين دفعات، وهو الحيود القياسي الناتج من قياسات اجريت تحت ظروف اختلافات قصوى داخل المختبر الواحد أي بإستخدام نفس الطريقة، نفس المختبر، محللون مختلفون، أجهزة مختلفة- فترات زمنية مختلفة. ويعبر الحيود القياسي بين الدفعات وتكرارية النتائج عن الحيود القياسي.

وتحسب عدد درجات الحرية df كما يلي:

درجة الحرية = عدد التشغيلات، ١

ويمكن التعبير عن الحيود القياسي بالنسبة للمتوسطات $\bar{\bar{X}}$

$$C_b = (S_x^2 - \frac{S_w^2}{n})$$

ويسمى عندئذ بالحيود القياسي النسبي أو معامل التفاوت والذي يطلق عليه اختصارا CV (Coefficient of Variation).

$$CV_w = (S_w / \bar{\bar{X}}) \times 100$$

وفي عمليات القياس المكونة من عدد من الخطوات فإن كل خطوة تساهم في انتشار النتيجة. ومجموع الانتشار أي مجموع التفاوتات (S_T^2) (Variance) هي مجموع المساهمات من كل مصدر.

$$S_T^2 = S_1^2 + S_2^2 + ... + S_n^2$$

وفي مواقف عديدة في القياسات المعملية فإن مجموع التفاوتات يمكن اعتبارها من مصدرين هما داخل الدفعات (Within batch) وبين الدفعات (Between batches).

ولقد سبق الإشارة إلى الحيود القياسي داخل الدفعات (S_w) أما الحيود القياسي بين الدفعات (S_b) فيمكن تمثيله بالعلاقة:

$$S_b^2 = S_x^2 - S_w^2 / n$$

حيث (n) هي عدد مرات التكرار في كل دفة و(m) هو عدد الدفعات وعدد درجه الحرية للحيود القياسي بين الدفعات (S_b) هو m)، (1.

$$CV_b = (S_b / \bar{\bar{X}}) \times 100$$

S_x: هو الحيود القياسي للقراءات، مجموع التفاوتات (S_T^2) يساوي

$$S_T^2 = S_w^2 + S_b^2$$

عدد درجات الحرية S_T = عدد القياسات (reading)−١

$$(m - 1) \times n =$$

الخطية (Linearity)

هي القابلية لإخراج إشارة تتناسب مع تركيز المادة المراد قياسها وتقدر الخطية بقياس عينات أو محاليل قياسية عيارية في المدى المراد قياس المواد فيه. ومن المفيد ان تكون العلاقة خطية بين التركيز والإشارة في مدى معقول ولكنها ليست شرطا مطلقا. وعندما يصعب الحصول على خطية لطريقة معينة يمكن استخدام طرق جبرية لذلك.

الحساسية (Sensitivity)

هى فرق تركيز المادة المراد تحليلها منسوب إلى أقل فرق في استجابة الطريقة يمكن تمييزه، ويحسب عادة من ميل منحنى المعايرة وفي بعض القياسات فإن الكتلة أو التركيز التي تعطي استجابة معينة تستخدم للتعبير عن الحساسية. وعلى سبيل المثال فعند استخدام طرق الامتصاص الذري (Atomic absorption spectrometry) لتقدير العناصر يستخدم التعبير الكتلة المميز لتوصيف خصائص أداء الطريقة. والكتلة المميزة في هذه الحالة هي كمية العنصر الذي يعطي استجابة قدرها ٠,٠٠٤٤ وحدة امتصاص.

المدى (Range)

المدى (Range) في التحاليل الكمية فإن المدى العملي (Working range) لطريقة يمكن تحديده بإختبار عينات بتركيزات مختلفة ومعرفة المدى الذي يمكن من الحصول على نتائج مقبولة صحيحة ودقيقة. ويمكن أن يكون المدى العملي أوسع من المدى الخطي

(Linear.range)

الانتقائية (Selectivity)

انتقائية طريقة تشير إلى المدى الذي يمكن أن تقدر فيه مادة ما موجودة في وسط أو مخاليط معقدة دون تداخلات من المواد الغريبة ويجب دراسة تطبيقات الطريقة بإستخدام عينات مختلفة تتراوح بين المواد القياسية النقية ومخاليطها في أوساط معقدة وفي كل حالة تحسب نسبة الاسترجاع (Recovery) لمعرفة درجة التداخلات المتوقعة من هذه المواد الغريبة. وعندما

تستخدم مختبرات مختلفة نفس طريقة التحليل فإنها تدخل أحيانا تعديلات على طريقة العمل بهدف استبعاد التداخلات.

الجمود (Ruggedness)

ويطلق على الجمود أحيانا(Robustness) وهو يدل على مدى قابلية تطبيق طريقة معينة بإدخال تغييرات طفيفة عليها مثل تغيير الأس الإيدروجيني أو زيادة مدة أو درجة التسخين أو الوقت دون تأثير على دقة النتائج.

السرعة (Speed)

عندما يكون المطلوب إجراء تحاليل لعدد كبير من العينات فإنه يجب أن تتوافر في الطريقة المستخدمة عنصر السرعة (Speed) حتى يمكن الحصول على النتائج في وقت معقول وبجهد وتكلفة قليلة.

التكلفة (coast)

تهتم معظم مختبرات التحاليل وعملائها بتكلفة التحاليل والمعروف أن الموارد البشرية واستهلاك الأجهزة والكيماويات وتكلفة الصيانة كلها عوامل تؤثر في التكلفة (Cost) لذا وجب أيضا اختيار الطريقة قليلة التكلفة.

التحاليل الروتينية للماء

يتناول هذا البند عشرة طرق لتحليل المياه:

١ -الحرارة (Temperature).

٢ -اللون (Color).

٣ -الأس الأيدروجينى (pH).

٤ -الكلور المتبقي

٥ -المواد الصلبة الكلية.(Total Solids)

٦ -التوصيل الكهربى

٧ -العكارة (Turbidity).

٨ -العسر (Hardness).

٩ -الكلوريدات (Chlorides).

١٠ - القلوية (Alkalinity).

١- الحــرارة (Temperature):

الأساس العلمي:

يتم الاستدلال علي درجات الحرارة بإستخدام خواص كثيرة منها ارتفاع الزئبق في الآنابيب الشعرية (الترمومتر)، ويتم الأن الإستدلال علي درجة الحرارة بإستخدام حساسات كهربائية (electrical sensor).

و تقاس درجة الحرارة بدرجة السيليزيوس (مئوية) أو الفهرنهيت والعلاقة بينها كالتالي:

$$[^{\circ}C = 5 / 9 (^{\circ}F-٣٢)]$$

ويمكن إستخدام الترمومتر الزئبقى في القياس ويجب أن يكون تدريجه يسمح بقراءة ٠,١° م كما يمكن إستخدام محس الحرارة الموجود في أجهزة قياس الأس الأيدروجينى لهذا الغرض .وتسجل النتيجة الرقمية أو قراءة الترمومتر.وتعتبر درجة الحرارة هامة في بعض القياسات مثل قياس الأس الأيدروجينى (pH value)أو التوصيل الكهربى الذى تتأثر قيمتهما بتغير درجة الحرارة ويجب تسجيل درجة الحرارة التي تم عندها القياس.

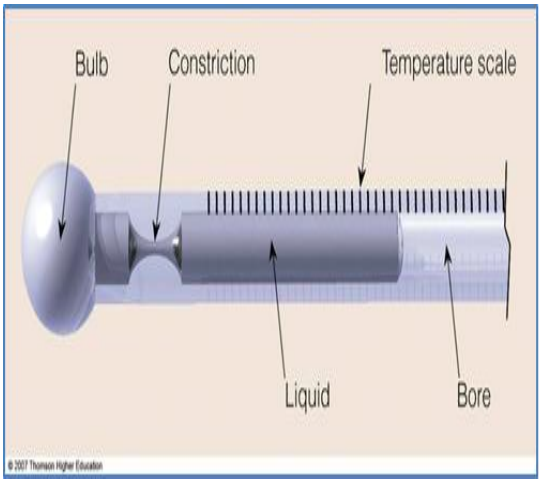
الهدف من التجربة:

تعتبر درجة الحرارة أحد العوامل الهامة في عمليات المعالجة فإن الكيماويات المستعملة في معالجة المياه تذوب في الماء الدافئ بسهولة أكثر منها في الماء البارد، كما أن الجسيمات تترسب بسرعة أكثر في الماء الدافئ، كما أن الزيادة في درجة حرارة المياه يزيد من سرعة تفاعل المواد الكيماوية المروبة مع قلوية المياه وانخفاضها يقلل من سرعةالتفاعل، لذلك نجد أن هناك زيادة في استهلاك المواد الكيميائية في وقت الشتاء ويقل في وقت الصيف وربما يصل الأمر إلى الزيادة في الليل عنه في النهار.

أما بالنسبة للكلور فإن الإستهلاك يزيد في الصيف ويقل في وقت الشتاء لزيادة الملوثات العضوية وكذلك نتيجة لعمليات البخر.

الأدوات:

- جهاز قياس الحرارة.
- كأس زجاجي.



طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

يتم قياس درجة الحرارة في الموقع.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل درجة الحرارة المقاسه بالسيلزيوس(Celsius).

٢- اللون (Color)، ٢١٢٠ -SM

الأساس العلمي:

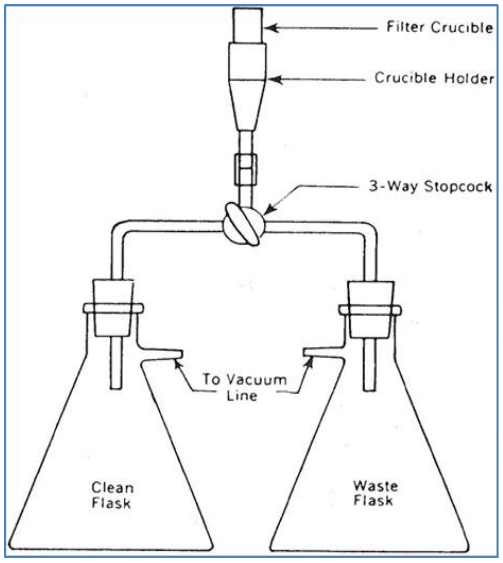
يرجع لون المياه إلى قدرتها على استخلاص المواد الملونة من المواد العضوية "نباتية او حيوانية" العالقة بها أو المواد المعدنية الذائبة (الحديد والمنجنيز) أو المخلفات الصناعية. ولون المياه أما لون حقيقي True Color ناتج من وجود مواد ذائبة ويبقى بعد إزالة المواد العالقة أو لون ظاهري Apparent Color وهو عبارة عن اللون الحقيقي بالإضافة الى اللون الناتج عن المواد العالقة.

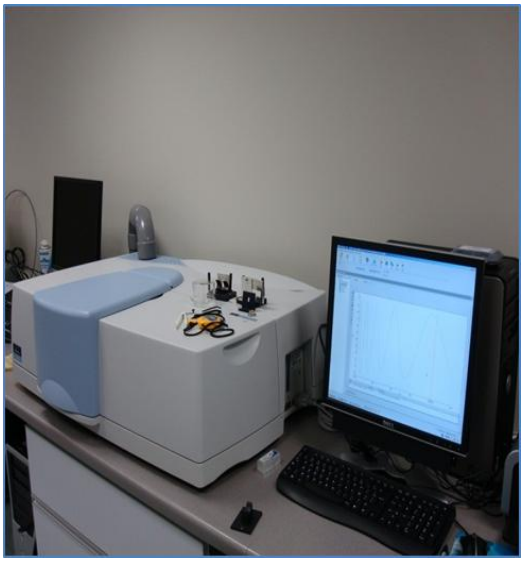
الهدف من التجربة:

يعتبر لون المياه ليس مقياس للتلوث ولكن دليلا عليه ولذلك يجب إزالته. وقياس لون المياه له أهميته في التعرف على التلوث الفجائي واختبار كفاءة التنقية حيث أن الزيادة التدريجية في اللون تدل على نقص الكفاءة.

الأدوات:

- جهاز spectrophotometer.
- نظام للترشيح كما هو مبين بالشكل.





طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

١ يتم سحب العينة المراد قياس اللون لها في عبوات من الزجاج او البلاستيك (PE or PP) وحفظها في الثلاجة.

٢ تم بعمل ضبط لـ pH عند ٧,٦ بإستخدام حمض الكبريتيك أو هيدروكسيد الصوديوم حسب قيمة pH لكل ٥٠ مل من العينة.

٣ تم بعمل ترشيح للعينة الأصلية والعينة ذات pH = ٧,٦ بأستخدام الجهاز المبين.

٤ تم بقياس كمية الضوء المار (transmittance) من كلتا العينتين بقيم طول موجي كما في الجدول رقم (١٠).مع ملاحظة أن يكون الضبط بإستخدام عينة بلانك من الماء المقطر وضبط قراءة الضوء المار (transmittance) عند ١٠٠%.

التداخلات:

تسبب العكارة تداخل عند تحديد لون العينة ولذلك لابد من إزالة العكارة قبل قياس شدة اللون . ويمكن إزالة العكارة بالترشيح المباشر على ورق الترشيح العادي (Whatman No.45) أو بإستخدام جهاز الطرد المركزي.

تسجيل النتائج:

تستخدم الحسابات الاتية:

١ يتم تسجيل النتائج لقيم الطول الموجي كما في الجدول رقم (١٠).

٢ –قم بالتعويض بقيم transmittance (X,Y,Z) ثم قم بتجميعها كلا علي حدا ثم قم بضربها في المعامل أسفل جدول (١٠) مع ملاحظة وجود قميتان للمعامل أحداهما عند أستعمال ١٠ قيم المحددة بعلامة * للأطوال الموجيه والأخري عند استعمال كل من الـ ٣٠ قيمة ثم قم بالتعويض.

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

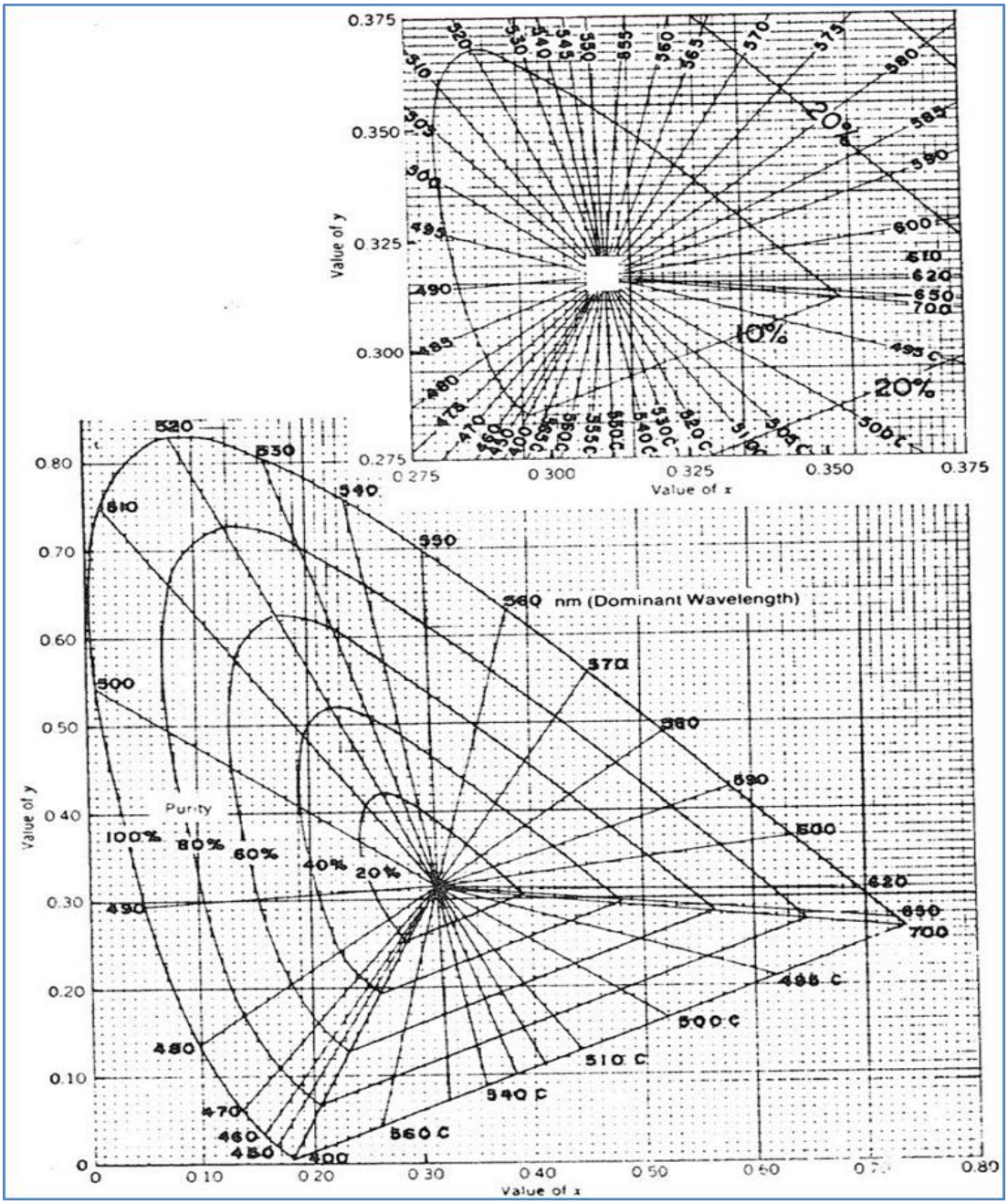
حيث:y and x trichromatic coefficients

جدول (١٠)

Ordinate No.	X	Y	Z
	Wavelength nm		
1	424.4	465.9	414.1
2*	435.5*	489.5*	422.2*
3	443.9	500.4	426.3
4	452.1	508.7	429.4
5*	461.2*	515.2*	432.0*
6	474.0	520.6	434.3
7	531.2	525.4	436.5
8*	544.3*	529.8*	438.6*
9	552.4	533.9	440.6
10	558.7	537.7	442.5
11*	564.1*	541.4*	444.4*
12	568.9	544.9	446.3
13	573.2	548.4	448.2
14*	577.4*	551.8*	450.1*
15	581.3	555.1	452.1
16	585.0	558.5	454.0
17*	588.7*	561.9*	455.9*
18	592.4	565.3	457.9
19	596.0	568.9	459.9
20*	599.6*	572.5*	462.0*
21	603.3	576.4	464.1
22	607.0	580.4	466.3
23*	610.9*	584.8*	468.7*
24	615.0	589.6	471.4
25	619.4	594.8	474.3
26*	624.2*	600.8*	477.7*
27	629.8	607.7	481.8
28	636.6	616.1	487.2
29*	645.9*	627.3*	495.2*
30	663.0	647.4	511.2
Factors When 30 Ordinates Used			

Ordinate No.	X	Y	Z
	Wavelength nm		
	0.032 69	0.033 33	0.039 38
Factors When 10 Ordinates Used			
	0.098 06	0.100 00	0.118 14

٣ -بعد حساب قيم x,y نقوم بالتعويض للحصول علي قيم الطول الموجي السائد (dominant wavelength nm) ونسبة النقاء بالـ% من المخطط التالي:



٤ -قم بتسجيل قيمة النتائج بالطريقة الأتية (قيمة الطول الموجي السائد، درجة اللون من جدول ١١ ودرجة النقاء).

جدول (١١)

COLOR HUES FOR DOMINANT WAVELENGTH RANGES

Wavelength Range *nm*	Hue
400–465	Violet
465–482	Blue
482–497	Blue-green
497–530	Green
530–575	Greenish yellow
575–580	Yellow
580–587	Yellowish orange
587–598	Orange
598–620	Orange-red
620–700	Red
400–530c*	Blue-purple
530c–700*	Red-purple

٣- الأس الأيدروجينى (pH).

الأساس العلمي:

استخدام قطبي الزجاج مع قطب مرجعى لقياس تركيز أيون الأيدروجين. يعتمد علي التأين وتعرف عملية التأين بأنها" :عملية تحول جزيئات مركب ما، إلى أيونات."وبالنسبة إلى الماء، فإن معدل تأينه يعتبر ضعيفاً جداً، إذا ما قورن بمعدلات التأين في المركبات الأخرى .إلا أنه قد يحدث تحلل لبعض جزيئات الماء، كما أن زيادة تركيز أيون الهيدروجين، تعني زيادة الحموضة لهذا السائل، في حين تعني الزيادة في تركيز أيون الهيدروكسيل، زيادة القلوية .وفي حالة الماء النقي، يكون عدد أيونات الهيدروجين، مساوياً لعدد أيونات الهيدروكسيل، أي أنه متعادل. وتعتمد فكرة القطب الزجاجي علي أن الجهد المتكون خلال الغشاء الزجاجي الموجود بين تركيزين مختلفين من أيونات الهيدروجين يزيد بزياده تركيز أيون الهيدروجين في المحلول المراد قياسة.

وهو تعبير عن شدة قاعدية أو حمضية المياه وقد استحدث العالم سنورسون ما يعرف بالرقم الهيدروجيني pH والذى يساوى:

$$pH = -\log [H^+]$$

إذا اخذنا في الإعتبار أن ثابت التأين للماء (K_w) نجد أن:

$$K_w = [H^+] [OH^-] = 1\times10^{14} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

بأخذ اللوغاريتم للمعادلة (1) نحصل على:

$$\log K_W = \log [H^+] + \log [OH^-] = -14 \ldots\ldots\ldots (2)$$

بالضرب في إشارة سالب (−) نحصل على:

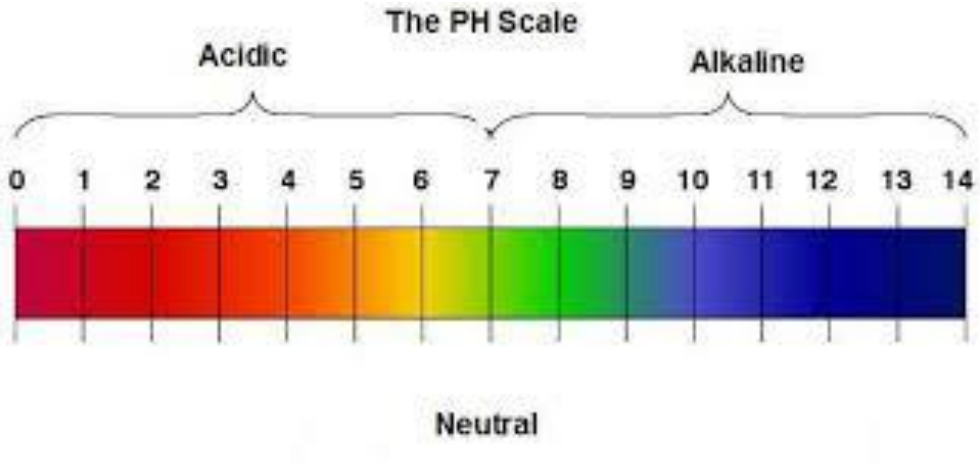
$$-\log K_w = (-\log [H^+]) + (-\log [OH^-]) = 14 \ldots\ldots\ldots (3)$$

و بما إن (log −) يعنى p نجد ان:

$$pKw = pH + pOH = 14 \ldots\ldots\ldots (4)$$

و معظم المياه تتراوح قيمتها ما بين (٦−٩) وتكون المياه حمضية إذا كانت أيونات الهيدروجين (H^+) أكثر من أيونات الهيدروكسيد (OH^-) وقلوية إذا حدث العكس ومتعادله إذا تساوت القيمتان.

والماء الحمضي هو الذي يسبب تآكلا في المعدات أما الماء القلوي فيرسب قشورًا.

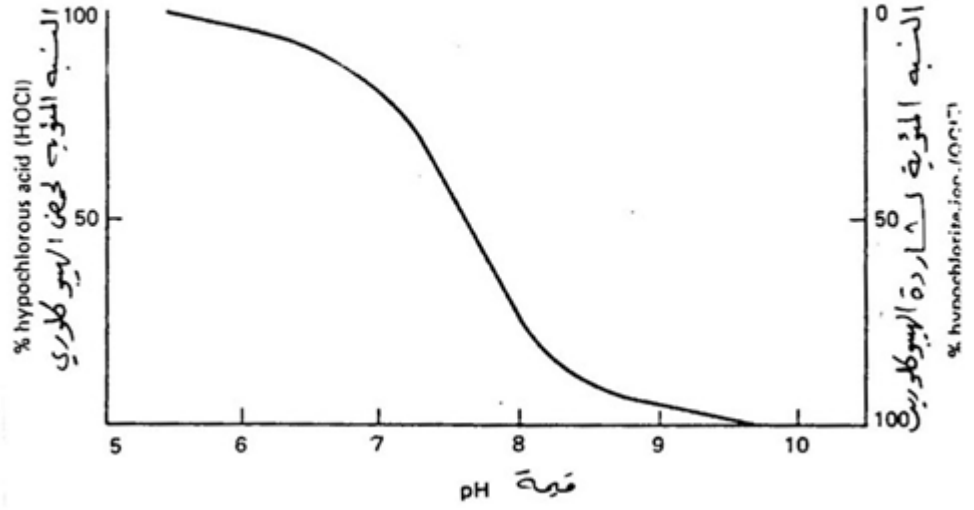


الهدف من التجربة:

يعتبر قياس الأس الايدروجينى pH من أهم المعايير، وأكثرها استخداماً في التحقق من نوعية المياه، ويستخدم هذا الأس في حسابات القلوية، وثانى أكسيد الكربون، والتوازنات الحامضية والقاعدية، ومايمكن أن يحدث لشبكة الصرف، وكفاءة المعالجات البيولوجية. ويتراوح الأس الأيدروجينى للمياه الطبيعية عادة بين ٤ و٩، وتميل معظمها إلى القلوية لوجود البيكربونات، والكربونات لبعض عناصر الإقلاء والإقلاء الأرضية.

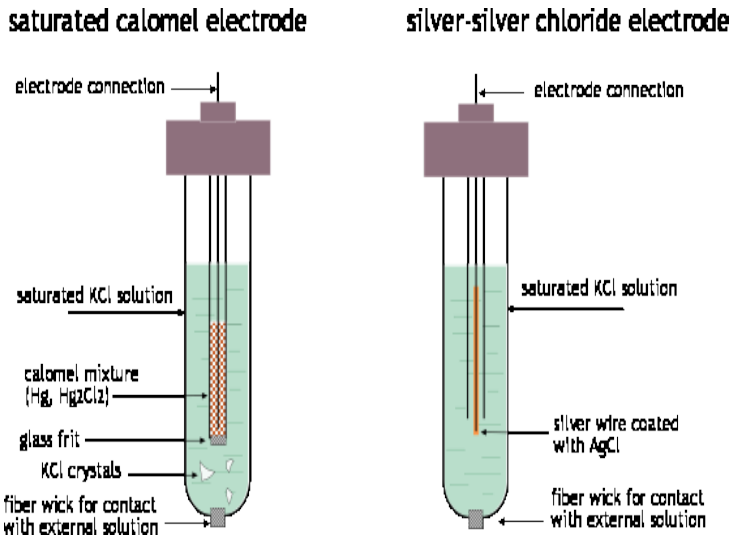
وللرقم الهيدروجيني للماء تأثير ملحوظ على معدات وعمليات محطة معالجة المياه فعند قيمة أقل من ٧ يميل الماء إلى إحداث تأكل المعدات والمواد الأخري التي تلامسها وعند قيمة أعلى من ٧ يميل الماء إلى ترسيب القشور وهذا ملاحظ بصفة خاصة في خطوط المواسير وفي أجهزة تسخين المياه المنزلية.

يؤثر درجة التأين الأيدروجيني pH على الفعل التطهيري للكلور حيث أنه يحدد نسبة أيون الهيبوكلوريت (ClO^-) وحامض الهيبوكلوروس (HOCl) وتبعا لهذا الرقم اليدروجينى إما أن يوجد أيون هيبوكلوريت أكثر أو حامض هيبوكلوروس أكثر وكما هو مبين في الشكل التالي يمكن للتفكك أن يحدث في أي من الاتجاهين، وتتزحزح نسبة الأيونات مع تغير درجة التأين الأيدروجينى. كما أن التغيير في درجة الـ pH قد تؤثر على مقادير الجرعات المطلوبة للترويب.



الأدوات:

- جهاز قياس الآس الهيدروجيني.
- كأس من البلاستيك.



طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

١ يتم قياس الآس الهيدروجيني في الموقع.

الإحتياطات:

١ - يتم معايرة الجهاز بالمحاليل المنظمة (Buffer solution)٤، ٧، ١٠ يوميا.

٢ -لا تلمس القطب الزجاجى باليد.

٣ - أستخدم كأس من البلاستيك للحفاظ على القطب الزجاجى من الكسر.

٤ - تحفظ الخلية أو قطب جهاز قياس الآس الهيدروجينى في محلول ٣ مول من كلوريد البوتاسيوم في فترة عدم الإستخدام

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل الآس الهيدروجيني.

٤- الكلور المتبقي الطريقة اللونية بإستخدام الـ DPD B $^{-}$Cl-4500:SM

الأساس العلمي:

تعتمد هذه الطريقة على تفاعل الكلور الحر مع كاشف الـ

DPD (N.N-Diethyl-p-phenylenediamine) الذى يعطى لون أحمر مميز.

كما تفيد هذه الطريقة في الكشف عن الكلور الحر المتبقي إذا كان موجوداً بتركيزات ضئيلة (حساسية هذه الطريقة تصل إلى ١٠ ميكروجرام / لتر.

الهدف من التجربة:

يستعمل الكلور في محطات المياه السطحية:

أولاً كمعالجة مبدئية في إيقاف تكاثر وتثبيط الطحالب وقتل بعض أنواع البكتريا في أحواض الترسيب (المروقات) ويضاف إلي المياه العكرة المدفوعة إلي أحواض التوزيع قبل عملية الترويب.

ثانياً كعامل متوسط للمياه المروقه قبل عملية الترشيح، و لخفض تعداد البكتريا في الماء قبل وصولها إلى المرشح مما يخفف الحمل البكتيري علي المرشح.
و لتطهير رمل المرشح نظرا لمرور المياه بما فيها من كلور في مسام الرمل أثناء عملية الترشيح.

وأخيراً كمعالجة نهائية للمياه المرشحة ويضاف إلي هذه المياه قبل دخولها للخزان الأرضي حيث يتم التفاعل المطلوب في وقت تلامس معين. وبالتالي فمراقبة نسب الكلور مهمة جداً.

الادوات:

- جهاز قياس الكلور cholorimeter.
- اقراص القياس
- DPD1(for free chlorine), DPD4(for total chlorine (combined + free)).

ويمكن ايضا تحضير DPD عمليا.

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

يتم قياس الكلور في الموقع.

بإضافة قرص الكلور١ أو ٤ حسب نوع الكلور المراد قياسة ويتم القياس بالجهاز بعد تصفير الجهاز بإستخدام العينة بدون آضافات.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل كمية الكلور بملجم/ لتر.

٥- المواد الصلبة الكلية: ٢٥٤٠-SM

الآساس العلمي:

تختلف كمية المواد الصلبة الكلية في مياه الشرب عنها في مياه الصرف الصحي، ومياه الصرف الصناعي. ومحتوى المياه من المواد الصلبة يقاس بتبخير لتر واحد من المياه عند درجة ١٠٣م، ١٠٥م، ثم وزن كتلة المواد الصلبة المتبقية.

وتصنف المواد الصلبة إلى:

أ -**مواد عالقة Suspended،**

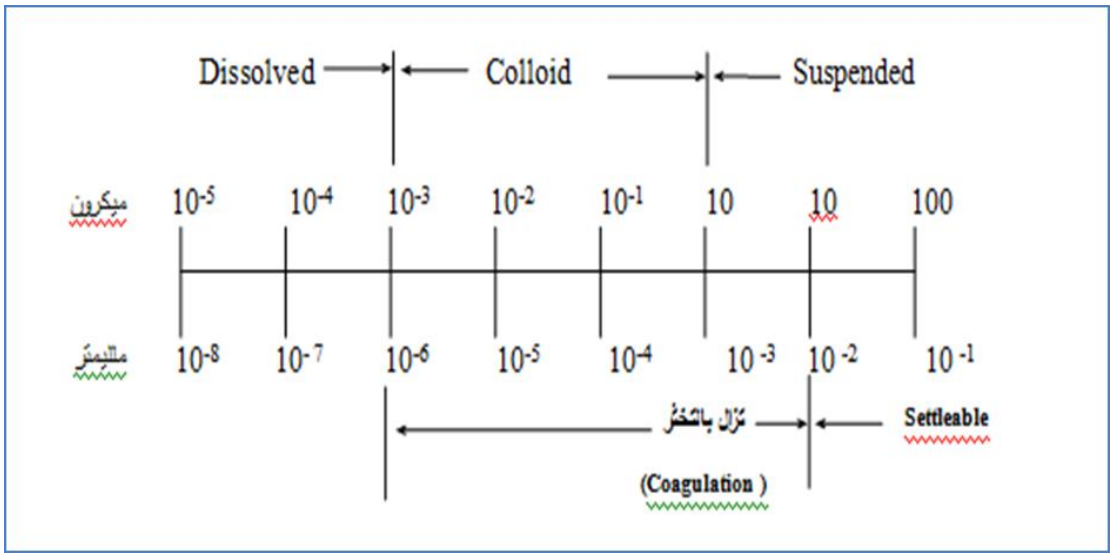
وهي المواد التي لا يقل نصف قطرها عن ١ ميكرون على الأقل.

ب- مواد قابلة للترسيب Settleable:

وهي التي تترسب في قاع مخروط إمهوف (Imhoff Cone) في فترة زمنية مقدارها ساعة، وهي مقياس لما يمكن إزالته بالترسيب.

جـ- مواد ذائبة أو قابلة للترشيح Filterable or dissolved:

وهذه المواد إما أن تكون غروية (نصف قطر حبيباتها يتراوح بين ١ ميللى ميكرون إلى ١ ميكرون) أو مواد ذائبة كلية.



الهدف من التجربة:

كلما زادت كمية الأملاح الذائبة، كلما ساءت نوعية المياه سواء للاستخدام الآدمى، أو الصناعي. لذلك فإن تركيزاً قدره ١٠٠٠ ملليجرام/لتر يعتبر مستوى معقولاً في مياه الشرب. وتحسب هذه الكمية بتبخير لتر من الماء بعد ترشيحه، ووزن الراسب المتكون.

الأدوات:

- جهاز قياس التوصيل.
- كأس زجاجى.
- فرن تجفيف كهربي.
- بوتقة.
- مجفف desiccator.

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

تقدير المواد الصلبة الكلية total solids

تجمع العينات في عبوات بلاستيك أو زجاج بشرط عدم إلتصاق المواد العالقة على جدرانها وتجري التحاليل فور جمع العينة لعدم امكانية إضافة مواد حافظة وتحفظ العينة من لحظة جمعها إلى وقت تحليلها (خلال ٢٤ ساعة) عند درجة حرارة ٤°م لتقليل التحلل البكتيري للمواد الصلبة.

يقاس محتوى المياه من المواد الصلبة الكلية بنقل لتر واحد أو حجم مناسب من المياه بعد رجها جيدا إلى كأس زجاجي أو بوتقة بورسلين جافة سبق وزنها. يجري تبخير للعينة على قرص تسخين حتى قرب الجفاف ثم توضع لمدة ساعة على الأقل في فرن تجفيف كهربائي عند١٠٣ –١٠٥ °م. ثم يوزن الكأس ويعاد التسخين والوزن حتى يثبت الوزن.

المواد الصلبة الكلية (ملليجرام/ لتر) = (أ – ب) × ١٠٠٠/ ج

حيث:

أ = وزن الكأس + الراسب

ب = وزن الكأس فارغا

ج = حجم العينة المستخدمة بالملليلتر

تقدير المواد الصلبة الذائبة: Dissolved Solids

ينقل حجم معلوم مناسب من العينة بعد رجها جيدا إلى بوتقة ترشيح سبق وزنها ومتصلة بجهاز ترشيح وترشح العينة. ينقل الرشيح إلى كأس زجاجى أو بوتقة بورسلين وتوضع البوتقة أو الكأس على قرص تسخين أو في فرن كهربى عند درجة حرارة ١٨٠ °م لمدة ساعة على الأقل ثم توزن البوتقة. يعاد التسخين والوزن حتى يثبت الوزن.

المواد الصلبة الذائبة (ملليجرام/ لتر) = (أ – ب) × ١٠٠٠/ ج

حيث:

أ = وزن البوتقة + الراسب

ب = وزن البوتقة فارغة

ج = حجم العينة المستخدمة بالملليلتر

و يمكن أيضا إستخدام التوصيل الكهربائي لقياس الأملاح الذائبة الكلية.

Total Dissolved Solids (TDS)

الأساس العلمي:

يتفاوت قياس التوصيل الكهربي نتيجة ذوبان بعض الأملاح المعدنية وذلك لأن أيونات الأملاح هي المسئولة عن نقل التيار الكهربائي داخل المياه ويمكن إستخدام قيم التوصيل الكهربي في معرفة كمية المواد الذائبة بإستخدام العلاقة الطردية بين تركيز الأيونات والتوصيل الكهربائي . وتؤثر درجة الحرارة في قراءة التوصيل الكهربى كما هو مبين من المعادلة الآتية.

$$\text{Conductivity at } 25^{\circ}\text{C} = \frac{\text{Conductivity Reading } (ms/m \text{ or } \mu mho/cm)}{1 + 0.0191\ (T-25)}$$

والتي يجب أخذها في الأعتبار والحسابات. لاحظ أن بعض الأجهزة الحديثة تقوم بتصحيح قراءة التوصيل عند درجة حرارة ٢٥ مئوية دون الحاجة إلي أجراء حسابات اخري.

الإحتياطات:

١ .تحفظ الخلية أو أقطاب التوصيل في ماء مقطر في فترة عدم الإستخدام.

٢ .تسجل درجة الحرارة ويجري تصحيح للقيم المقروءة.

٣ .تجري معايرة للخلية المستخدمة.

٤ .يستخدم ماء توصيل (Conductivity Water) عند تحضير المحاليل القياسية.

٥ .يجري قياس التوصيل بأسرع ما يمكن.

وذلك بإستخدام المعادلات الآتية:-

ينص قانون أوم (Ohm'S Law)على أن شدة التيار الكهربي (I) المقاس بالأمبير والمار خلال موصل كهربى يتناسب طرديا مع الجهد الكهربي (E) المقاس بالفولت. وكذلك يتناسب عكسيا مع المقاومة (R) المقاسة بالأوم (Ohm) طبقا للمعادلة التالية:

$$I=E / R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث يعرف مقلوب المقاومة (1/R) بالتوصيل (G) ويقاس بوحدة Ohm^{-1} أو وحدة سيمنز S.

بما أن مقاومة محلول متجانس ذى أبعاد: طول (L) ومساحة مقطع (a) تساوى:

$$R = P.L/a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث تمثل P المقاومة النوعية resistivity وهي تمثل خاصية مميزة للماده وتقاس بوحدة .Ohm. cm

من المعادلة (2) يمكن حساب المقاومة النوعية للماده كالتالى:

$$P = R.a/ L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

بما أن مقلوب المقاومة النوعية (1 / P) يعرف بالتوصيلية (K) إذن:

$$K = 1 / P = L / R.a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وتقاس التوصيلية بوحدة ميكرو سيمنز /سم. (µS/cm)

ومن المعروف أن محلول كلوريد البوتاسيوم تركيز ٠,٠١ مولاري يعطي توصيل ١٤١٣ µS/cm عند درجة حرارة ٢٥ °م. ومنها يمكن استنتاج التالي:

KCl (0.01M) ⟶ 1413 µs/cm

745 mg ⟶ 1413 µs/cm

y mg ⟶ x µs/cm

y = x × 745 /1413 = x × 0.53 ppm = TDS

وعند ضرب قيمة التوصيل الكهربي (ميكروسيمنز/سم) في هذا المعامل0,53ينتج كمية المواد الذائبة

(ملجم/لتر).

تسجيل النتائج: يتم تسجيل نسب الأملاح المختلفة بملجم/لتر.

٦- التوصيل الكهربى Electrical Conductivity

التوصيل الكهربي، هو رقم للتعبير عن قابلية المحلول المائي لتوصيل التيار الكهربي، وهذه القدرة تعتمد على وجود الأملاح، وتركيزها، وتكافؤات أيوناتها المعدنية ويمكن إستخدام قيم التوصيل الكهربي في معرفة كمية المواد الذائبة.

الهدف من التجربة:

كلما زادت كمية الأملاح الذائبة، كلما ازداد عدد الأيونات الحرة القادرة على توصيل التيار الكهربى بالمحلول و كلما ازداد تركيز هذه الأيونات، ازدادت مقدرة هذا المحلول على التوصيل الكهربى

الأدوات:

- جهاز قياس التوصيل الكهربى.
- كأس من البلاستيك.

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

يتم غسيل قطب قياس التوصيل الكهربى بالماء المقطر بين كل قياس

الإحتياطات:

١ - يتم معايرة الجهاز بإستخدام محلول كلوريد البوتاسيوم تركيز ٠,٠١ مولارى لضمان دقة النتائج.

٢ -تحفظ الخلية أو قطب جهاز قياس التوصيل الكهربى في ماء مقطر في فترة عدم الإستخدام

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل التوصيل الكهربى بوحدات .µS/cm

٧- العكارة (Turbidity):B 2130 -SM

الأساس العلمي:

العكارة هي تعبير مبسط لعتامة المياه الطبيعية "Cloudiness" وتعتمد طريقة قياس العكارة على مقارنة كمية الضوء الذي يتشتت عند سقوطه على محلول معلق قياسي (فورمازين) بكمية الضوء المشتت عند إستخدام العينة وكلما زادت العكارة ازداد التشتت.

الهدف من التجربة:

تأثير العكارة على مراحل التنقية:

- انسداد المرشحات أثناء عملية التنقية وتكرار عمليات الغسيل. ·
- زيادة تكون الروبة والرواسب في المروقات وخزانات المياه. ·
- انخفاض كفاءة المعالجة وارتفاع درجة تعكر المياه للمراحل المختلفة. ·
- زيادة استهلاك الكيماويات.
- هناك علاقة بين العكارة والمحتوى البكتيري في المياه حيث تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزيئات المسببة للعكارة وبالتالي تساعد على النمو البكتيري. كما أن العكارة تحد من اكتشاف البكتريا والفيروسات بالمياه.

التأثير على الصحة العامة:

طالما توجد جسيمات تعكر المياه فإنها تكون مخابئ تلجأ إليها الكائنات الحية للهروب من تأثير الكلور عليها فلا يتم التطهير الكامل وتصل للمستهلك وتصيبه بالأمراض، لذا حددت المواصفات القياسية أن أقصى مستويات للعكارة في مياه الشرب تكون ١NTU

يتسبب وجود مواد عالقة في المياه في تعكيرها، وهذه المواد مثل الطمي، والمواد العضوية، وغير العضوية الدقيقة، والمواد العضوية الذائبة، والكائنات الميكروسكوبية .وصفاء الماء عنصر هام في تحديد صلاحية نوعية المياه التي يستخدمها الإنسان ولقد اقترحت منظمة الصحة العالمية (WHO)، أنه يجب أن تكون العكارة أقل من ٥ ويجب التأكيد على أن ارتفاع عكارة المياه يؤدي إلى استهلاك مزيد من مواد الترويب والتطهير.

الادوات:

- جهاز قياس العكارة turbidemeter.

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

- تقلب العينة بلطف من ٥- ٧ مرات وتترك لمدة دقيقة حتى تختفي كل الفقاقيع منها ثم تصب العينة في أنبوبة جهاز تقدير العكارة وتقرأ درجة العكاره مباشرة من الجهاز.
- تقاس درجة عكارة العينة مباشرة بمجرد وصول العينة إلى المعمل ولايتم التأخير في قياس هذه الصفة التحليلية.
- جهاز قياس العكارة من الأجهزة التي تحتاج لتشغيلها قبل البدء في القياس بفترة تصل إلى نصف الساعة.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل العكارة بوحدة.NTU

٨- العسر (Hardness): SM -2320 B

الأساس العلمي:

يعرف عسر المياه بإحتواء الماء على تركيزات عالية من عنصري الكالسيوم والمغنسيوم ويعبرعنه ككربونات كالسيوم (ملجم /لتر) وينعكس في عدم قدرة الماء على تكوين رغوة مع الصابون

وينقسم العسر إلى نوعين:

أ-عسر مؤقت:

بسبب وجود أملاح بيكربونات(الكالسيوم أو المغنسيوم) والتي تذيبها المياه المحتوية على ثاني أكسيد الكربون.

ب-عسر دائم:

بسبب أملاح كبريتات وكلوريدات الكالسيوم أو كبريتات وكلوريدات المغنسيوم والتي تذوب بصورة طبيعية في المياه طالما وجدت هذه الأملاح في التربة التي تمر بها المياه.

وفي حين يمكن التخلص من العسر الموقت بتسخين المياه لتحويل بيكربونات الكالسيوم والمغنسيوم الذائبة إلى كربونات الكالسيوم والمغنسيوم غير الذائبة.

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + CO_2 + H_2O$$

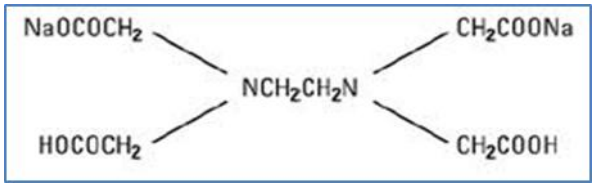
أما العسر الدائم فإنه يصعب التخلص منه حيث لا يؤثر التسخين على كلوريدات وكبريتات الكالسيوم والمغنسيوم ويمكن التخلص من العسر الدائم بوسائل وتقنيات أخري مثل التبخير ثم التكثيف والتناضح العكسى (R.O) المبادلات الأيونية.

تأثير العسر في عمليات التنقية:

يسبب العسر المؤقت تكوين طبقات من القشور داخل مواسير المياه بالإضافة إلى أن المياه العسرة تسبب مشاكل في التنقية، ولا يمكن التخلص منها في المراحل الأولية بالطرق التقليدية المتبعة.

أساس الطريقة:

في وجود اريكروم بلاك تى (Eriochrome Black T) كدليل لتقدير نسبة العسر الكلى في مياه الشرب. باستخدام Ethylene Diamine Tetra Acetic acid (EDTA) وأملاحه مع الصوديوم و التي تكون مركباً قابلاً للذوبان عند إضافته إلى محلول يحتوى على كاتيونات معادن معينة. وفي وجود EBT الايروكروم ككاشف



Ethylene Diamine Tetra Acetic acid disodium salt

أما تقدير عسر الكالسيوم فيستخدم muroxide ككاشف.

الهدف من التجربة:

تعيين نسبة العسر حيث يتسبب العسر في الأتي:

الماء العسر هو الذي يحتوى على مقادير ملحوظة من الكالسيوم Ca والماغنسيوم Mg، وقد يتسبب الماء العسر في مشكلة تكوين قشور داخل المواسير والعدادات مما يقلل من سعة المواسير كما يتسبب في سوء أداء العدادات وإذا كان سخانا فإن القشور تتكون أسرع كما في الغلايات وسخانات المياه المنزلية، والماء العسر له طعم غير مقبول ويتطلب صابون أكثر عند استعماله في الغسيل.

و يقدر عسر الماء بـــ(ملجم / ل) ككربونات الكالسيوم ($Ca\ CO_3$)

درجات عسر الماء:

من صفر إلى ٦٠ ⟸ (ملجم / لتر) ماء يسر

من ٦١ إلى ١٢٠ ⟸ (ملجم / لتر) متوسط العسر

من ١٢١ إلى ١٨٠ ⟸ (ملجم / لتر) ماء عسر

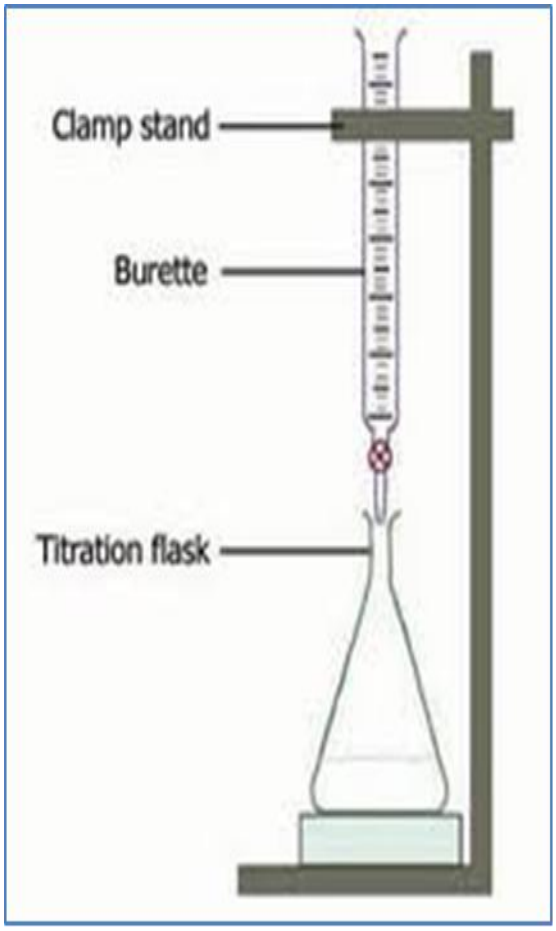
أكثر من ١٨٠ ⟸ (ملجم / لتر) ماء عسر جدا

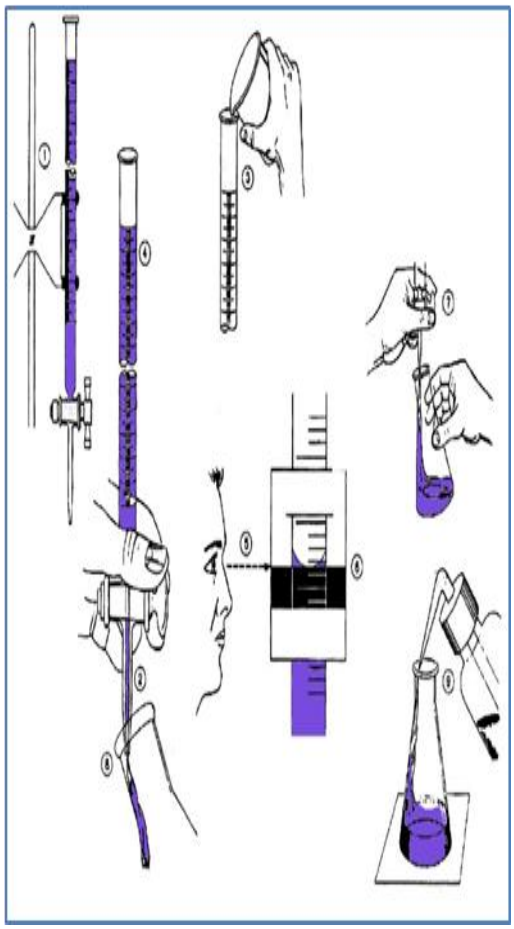
ويبين قرار وزير الصحة والسكان رقم ٤٥٨ لسنة ٢٠٠٧ بشأن الحدود القصوى للمعايير والمواصفات الواجب توافرها في المياه الصالحة للشرب والإستخدام المنزلى إن الحد الأقصى المسموح به للعسر الكلى بالمياه هو ٥٠٠ ملجم لكل لتر مقاسه كـــ $CaCO_3$.

الأدوات:

الأدوات المستخدمة في المعايرة:

- سحاحة
- دورق مخروطى
- كأس زجاجى
- مخبار مدرج





طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

العسر الكلي:

٥٠ مل من عينة الماء + ٢ مل من لـbuffer solution (لكي يعطى رقم هيدروجينى حوالى١٠±٠,١) وبالتالي يتم تحديد أيون الكالسيوم والماغنسيوم معا.

- يضاف كمية قليلة من Eriochromblack–T يعطي اللون الوردي
- نعاير مع E.D.T.A يتحول اللون من الوردي إلي اللون الازرق
- العسر الكلى = حجم E.D.T.A (مل)× ٢٠ = العسر الكلي ملجم / لتر ككربونات كالسيوم.

عسر الكالسيوم:

٥٠ مل من عينة الماء + ٢ مل 4N/NaOH + دليل الميروكسيد يعطي اللون الوردي يتم إضافة هيدروكسيد صوديوم لكي يعطى رقم هيدروجينى حوالى(١٢–١٣) وبالتالي يتم تحديد أيون الكالسيوم فقط.

- نعاير مع E.D.T.A يتحول من اللون الوردي إلي اللون البنفسجي
- عسرالكالسيوم = حجم E.D.T.A ×٢٠ ملجم / لتر ككربونات كالسيوم.
- الكالسيوم=عسر الكالسيوم ×٠,٤
- عسر الماغنسيوم =العسر الكلى- عسر الكالسيوم
- الماغنسيوم = عسر الماغنسيوم × ٠,٢٤

التداخلات المحتملة:

- زيادة الرقم الهيدروجينى بدرجة كبيرة يسبب ترسيب كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم لذا وجد أن الرقم الهيدروجينى المناسب هو (١٠ ±٠,١).
- وألا يزيد زمن إتمام المعايرة عن ٥ دقائق لتقليل ترسيب كربونات الكالسيوم.

جمع وحفظ العينة:-

- يجب جمع العينات في أوعية زجاجية أو بلاستكية بحجم لايقل عن ١٠٠ مل ويجب تحليل العينة فورا (خلال ساعة)،ويمكن تخزينها لمدة سبعة أيام إذا حمضت العينة وحفظت في ثلاجة عند درجة حرارة ٤°م مع ملاحظة أن تكون العينة في درجة حرارة الغرفة عند تحليلها.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل العسر الكلي وعسر الكالسيوم بالمليجرام/لتر.(as ($CaCO_3$)

٩- الكلوريدات (Chlorides). SM: 4500-CL^- B

الأساس العلمي:

تتفاعل الكلوريدات مع نترات الفضة في محلول متعادل أو قلوى ضعيف في وجود كرومات البوتاسيوم ككاشف حيث يتم ترسيب كلوريد الفضة كميا و هو راسب أبيض قبل تكون كرومات الفضة الحمراء.

$$Ag^{+}_{(aq.)} + Cl^{-} \longrightarrow AgCl_{(S.)}$$

وبإستمرار المعايرة وعند تمام ترسيب كلوريد الفضة تتكون كرومات الفضة ذات اللون البنى المحمر وهو اللون الذى يبين نهاية المعايرة.

$$Ag^{+}_{(aq)} + CrO_4^{-2}{}_{(aq)} \longrightarrow Ag_2CrO_{4(s)}$$

الهدف من التجربة:

تعيين نسبة الكلوريدات حيث:

توجد أملاح الكلوريدات في المياه الخام ولكن بنسبة قليلة وإضافة الكلور للمياه الخام تزيد من نسب أملاح الكلوريدات في المياه المرشحة ولكن بنسب قليلة.

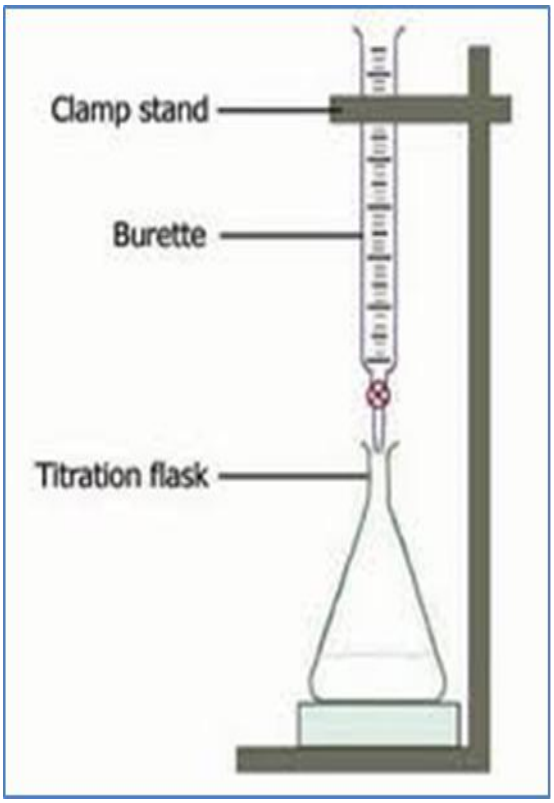
إذا زادت تركيزات الكلوريدات بالمياه يمكن أن تعطى طعما مالحا للمياه خاصة إذا كانت الكاتيونات المتواجدة هي الصوديوم (في حالة تقديرها كـ NaCl يطلق عليها الملوحة salinity.

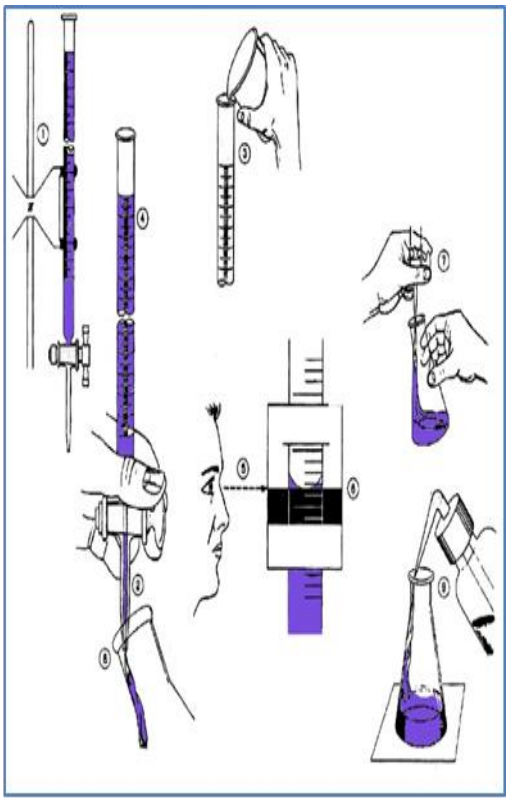
و يرجع زيادة الكلوريدات في المياه المعالجة عنها في العكرة بسبب خروج حمض الهيدروكلوريك حسب المعادلة التالية:

$$CL_2 + H_2O \rightleftharpoons HOCL + HCL$$

ويرجع وجود الكلوريدات في مصادر المياه الطبيعية إلى ذوبانية بعض الصخور المحتوية على كلوريد الصوديوم عند مرور المياه عليها، وكذلك من التربة القريبة من السواحل بالإضافة لما قد يصل لمصادر المياه من صرف صناعي، وزراعي، وصحي ويعتبر التركيز المعتاد من ٥-٢٠ ملجم / لتر. وكمية الكلوريدات التي يفرزها فرد آدمي واحد في اليوم تصل إلى ٦ جم/ فرد. وحيث أن الكلوريد لا يتم معالجته، أو التخلص منها في أي مرحلة من مراحل المعالجة، لذلك فإرتفاع مستوى الكلوريدات يعتبر مؤشراً على تسرب أو تلوث من مصادر الصرف ولا يجب أن يزيد مستوى الكلوريدات في مياه الشرب عن ٢٥٠ ميللجرام/ لتر.

الأدوات:





الأدوات المستخدمة في المعايرة:

- سحاحة
- دورق مخروطى
- كأس زجاجى
- مخبار مدرج

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

- ٥٠ مل من العينة + ١٠ نقط من محلول كرومات البوتاسيوم ← يعطي لون أصفر
- نعاير مع محلول نترات الفضة حتي يتحول اللون إلي بني فاتح أو بنى محمر
- نضرب حجم نترات الفضة في ١٠ فيعطي قيمة أملاح الكلوريدات
- تركيز الكلوريدات (بالملليجرام/ لتر)= حجم نترات الفضة × ١٠

التداخلات المحتملة:

- أملاح الفوسفات إذا تواجدت بنسب عالية (<٢٥ ملجم/ لتر) تسبب تداخل سلبى.
- أملاح الحديد تسبب صعوبة في تحديد نقطة النهاية إذا زادت عن ١٠ ملجم/ لتر

جمع وحفظ العينة:

تجمع العينة في أوعية زجاجية أو بلاستيكية بحجم لايقل عن ١٠٠ مل ولا ضرورة لموانع خاصة إذا لزم تخزين العينة.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل الكلوريدات (بالملليجرام/لتر).

١٠- القلوية (Alkalinity): SM :2320

الأساس العلمي:

يتم تقدير نسبة القلوية بإستخدام محلول عياري من حمض الكبريتيك (٠,٠٢ عياري) ويستخدم أي من هذه الكواشف MO –Ph.Ph ولكن Ph.Ph تستخدم عندما تكون pH أكبر من ٨,٣.

Bicarbonate: $2NaHCO_3 + 2H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + CO_2$

Carbonate :$2Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow 2NaHCO_3 + Na_2SO_4$

Hydroxide: $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

في حالة إستخدام MO يعطي اللون الأصفر ثم يتغير إلي البرتقالي عند3.7 =pH وفي حالة أستخدام .Ph.Ph يعطي عديم اللون ثم يتحول إلي اللون الوردي عند pH=8.3

وهذه الإحتمالات يمكن التعرف عليها وتقدير كمياتها من نتائج معايرة الحمض بإستخدام دليل الفينول فيثالين ودليل الميثيل البرتقالى.

نتيجة المعايرة	القلوية مقدرة على هيئة كربونات كالسيوم (ملجم/لتر)		
	قلوية هيدروكسيد	قلوية كربونات	قلوية بيكربونات
قلوية الفينول فيثالين =صفر	صفر	صفر	القلوية الكلية
قلوية الفينول فيثالين <١/٢ القلوية الكلية	صفر	٢ أ	ب-٢أ
قلوية الفينول فيثالين =١/٢القلوية الكلية	صفر	٢أ	صفر
قلوية الفينول فيثالين >١/٢ القلوية الكلية	٢أ-ب	٢(ب-أ)	صفر
قلوية الفينول فيثالين = القلوية الكلية	ب	صفر	صفر

حيث:

أ= قلوية الفينول فيثالين ملجم/لتر

ب= قلوية الميثيل البرتقالى (القلوية الكلية) ملجم/لتر

الهدف من التجربة:

تعيين نسبة القلوية حيث:

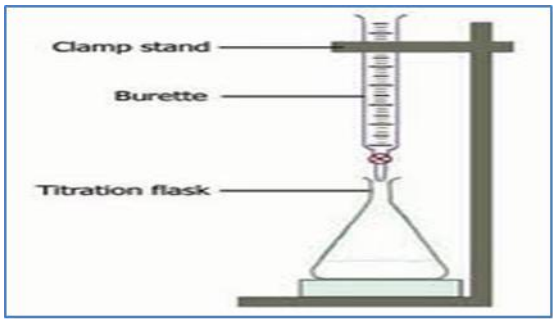
تمثل القلوية قدرة المياه لمعادلة الحموضة وتعزى قلوية المياه الطبيعية إلى أملاح القلويات الضعيفة وتمثل البيكربونات (Biocarbonate)الغالبية العظمى المكونة للقلوية نتيجة تفاعل ثانى أكسيد الكربون مع المواد القاعدية (Basic materials) الموجودة في التربة وفي بعض الأحيان وتحت ظروف معينة تحتوى المياه الطبيعية على كميات محسوسة من أملاح الكربونات والمواد الهيدروكسيلية لذا فإن قلوية المياه الطبيعية ترجع أساسا إلى أملاح الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيلات أما أملاح اليورات والبورات والسليكات والفوسفات فإن تأثيرها محدود جدا ولا يذكر.

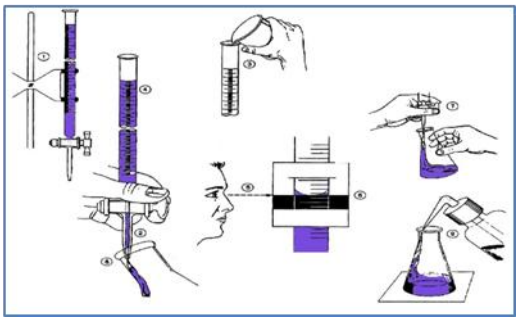
تتأثر الشبه بقلوية المياه الخام فإذا كانت القلوية ليست عالية بدرجة كافية فلن تتكون ندف فعاله. كما أن زيادة العكارة ودرجة الحرارة وقوة الخلط يمكن أيضا أن تحسن من عملية الترويب.

ويؤدي إرتفاع قلوية المياه إلى تزايد التكاثر البيولوجي، وليست هناك أضرار صحية على شرب المياه المحتوية على قلوية حتى ٤٠٠ ملجم/ لتر.

الأدوات:

الأدوات المستخدمة في المعايرة:





- سحاحة
- دورق مخروطى
- كأس زجاجى
- مخبار مدرج

طريقة العمل وحفظ العينة والتداخلات:

- ناخذ 50 ml من العينة + نقطتين من دليل MO.
- نعاير العينة بجمض الكبريتيك (0.02 N) حتى يتغير اللون الصفر إلى اللون البرتقالى.

نضرب حجم H_2SO_4 في ٢٠ = ملليجرام / لتر

القلوية = (حجم H_2SO_4 مل) × الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم×عيارية H_2SO_4×(٥٠/١٠٠٠)

القلوية= (حجم H_2SO_4)×(٢/١٠٠)×٠,٠٢×٢٠

القلوية=(حجم H_2SO_4)×٢٠ ملليجرام / لتر

التداخلات المحتملة:

- يجب تجنب الرج والهز والتعرض للهواء.
- يجب أن يزال الكلور الحر بالعينة بإستخدام نقطة من محلول ثيوكبريتات الصوديوم (0.1M).

جمع وحفظ العينة:

تجمع العينة في أوعية نظيفة ويتم تقدير القلوية في خلال فترة وجيزة لتجنب التغيرات البيولوجية والفيزيقية التي قد تنتج عن التخزين.

تسجيل النتائج:

يتم تسجيل القلوية (بالملليجرام / لتر).

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ د/ سناء أحمد الإله	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
➢ د/ شعبان محمد على	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
➢ د/ حمدى عطيه مشالى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ د/ سعيد أحمد عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ د/ عبدالحفيظ السحيمى	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
➢ د/ مى صادق	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى