الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المركز الجامعي بالوادي
معهد العلوم والتكنولوجيا

رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليسانس أكاديمي

مجال: علوم و تقنيات

فرع: هندسة الطرائق

تخصص: هندسة الطرائق

من إعداد:
- موساوي هناء
- بدرالدين منى
- غديرعمر سمية

الموضوع

تحليل المياه الموجهة للشرب في بعض المناطق من ولاية الوادي

نوقشت يوم: ..../..../2012

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

بن مية عمار	رئيس ومناقش	رئيس ومناقش
نغموش نصر صالح	أستاذ محاضر ومساعد	مؤطر

الموسم الجامعي 2012/2011

الملخص

تناولنا في هذا البحث تحليل المياه الموجهة للشرب في بعض مناطق من ولاية الوادي ومن خلال التجارب التحليلية التي قمنا بها على هذه العينات والتي استعملنا فيها طريقة كيميائية لاحظنا أن هناك إختلاف في النتائج رغم انها من نفس المصدر (المياه الجوفية) ، ومقارنتها مع جدول للمعايير المؤقتة الجزائرية (NPA) و معايير المنظمة العالمية للصحة (OMS) ، وخلصنا الى أن المياه الموجهة للشرب في ولاية الوادي لابد أن يطرأ عليها مرحلة تحليلية للتعرف على نسب التراكيز لمختلف الشوارد المنحلة في الماء لتفادي الأضرار الصحية التي يتعرض لها الإنسان و تحسين جودة هذه المياه .

Abstract

In this research we covered the chemical analysis of drinking water in some areas of the wilaya of El-Oued . The tests done on these water samples showed that they differ although they come from the same sources (groundwater). By comparing the obtained results with the Algerian Temporarily Standards (NPA) table and the WHO norms we concluded that the water destined for drinking in the wilaya of El-Oued should be closely studied in order to know more about the its different concentrations of ions. This will help avoid any health problems which may subject people and ameliorate their qualities.

Résumé

Dans cette recherche nous avons etudié l'analyse chimique de l'eau potable dans quelques régions du wilaya d'El-Oued. Les analyses faites sur ces échantillons d'eau ont montré qu'ils diffèrent bien qu'ils viennent des mêmes sources (la nappe phréatique). En comparant les résultats obtenus avec les normes de l'(NPA) et l'OMS, nous avons conclu que l'eau destinée à boire dans le wilaya d'El-Oued devrait être étudiée de prés pour savoir plus sur leur différentes concentrations d'ions. Ceci aidera à éviter les problèmes de santé que les gens peuvent subir ainsi qu'améliorer sa qualité.

تشكرات

تتقدم بالشكر و الثناء إلى من هو أحق به الله سبحانه وتعالى , ثم نتوجه بخالص الشكر و الإحترام و التقدير إلى الأستاذ نغموش نصر صالح على نصائحه و إرشاداته العلمية التي كانت لنا عونا على تخطي العديد من الصعوبات أثناء إنجاز هذا البحث كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى مسؤول شعبة هندسة الطرائق لعويني صلاح الدين و كما نتوجه بجزيل الشكر إلى موظفي المخبر الجامعي و نخص بالذكر الأستاذ علي طلبية , كما نشكر أعضاء لجنة المناقشة .

من كان في عون غيره كان الله في عونه , إلى كل هؤلاء و غيرهم نسجل شكرنا و تقديرنا .

و شكرا لك أنت أخي القارئ .

الفهرس

مقدمة

الفصل الأول : الفصل النظري

1- الماء 1

2- تركيب الماء 1

3 - الوزن الجزيئي للماء 1

4- قطبية جزيء الماء 2

5 - كيف يمكن للماء التماسك كمادة 2

6- عمر المياه 3

7- صفات الماء 4

8- دورة الماء في الطبيعة 5

9- مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها 6

9 - 1 الخصائص الفيزيائية 6

9- 2 الخصائص الكيميائية 7

9- 3 الخصائص البيولوجية 8

10 أنواع المياه ومصادرها 8

10- 1 المياه السطحية 8

10 – 2 المياه الـــبحر 9

10- 3 المياه الجوفية 9

10- 3–1 تعريفها 9

10- 3– 2 موقع المياه الجوفية 9

10- 3 – 3 أصل المياه الجوفية 10

10- 3 – 4 نقص المياه الجوفية 10

10- 3 – 5 أنواع خزانات المياه الجوفية 10

10- 3 -6 تكون المياه الجوفية 11

10- 3 – 7 إستكشاف المياه الجوفية 13

10- 3 – 8 تواجدها 13
10- 3 – 9 أهم الظواهر الناتجة عنها 13
10-3-10 تمعدن المياه الجوفية 14
10- 3 – 11 أساليب المحافظة عليها 15
11- مصادر و توزيع الماء في الكرة الأرضية 15
12- المياه من أجل الناس (مياه الشرب و الصرف الصحي) 16
13- نقل المياه و توزيعها 16
14- طرق تكوين المياه في الطبيعة 18
15- طرق تحليل المياه 19
15- 1 التحليل الفيزيائي 20
15- 2 التحليل الكيميائي 22
15- 3 التحاليل البكتريولوجية 29
16- معايير جودة المياه 30
17- الماء الصالح للشرب 32
17-1 تعريف 32
17-2 معايير الماء الصالح للشرب 32
أ- تعريف 32
ب- أنواع معايير الماء الصالح للشرب 33
الفصل الأول : النتائج و المناقشة
1- أخذ عينة الماء للتحليل 35
2- وسائل أخذ العينة ومواد الحفاظ عليها 35
2-أ من أجل التحاليل البكتيرية 35
2- ب من أجل تعيين بعض المعادن 35
2- ج من أجل تحديد السيليكات 35
2 - د من أجل تحديد الطحالب 35
2 – ه من أجل معايرة السيانيد 35
2 – و من أجل تحليل العناصر المعدنية 36

2 – ي من أجل معاينة العناصر الطيارة 36
2 – ن من أجل تحديد مواد أخرى 36
3- خطوات أخذ العينات 36
3 - أ أخذ العينة من الوادي , بحيرة أو خزان مائي 36
3 - ب أخذ العينة من المستنقع 36
3 - ج أخذ العينة من بئر مزود بمضخة 36
3- د أخذ العينة من الحنفية 37
4- قواعد أساسية لأخذ عينة الماء 37
5- تقديم و تحليل النتائج 39
5-1 تقديم النتائج 39
5-2 تحليل وتفسير النتائج 40
5-3 مقارنة النتائج 40
الفصل الأول : الفصل العملي
- خريطة التحاليل 43
- مخطط قياس الأس الهيدروجيني 44
- مخطط قياس الناقلية 45
- مخطط قياس العكورة 46
- مخطط قياس الكلوريدات 47
- مخطط معايرة الكالسيوم 49
- مخطط قياس القساوة الكلية 50
- مخطط قياس القاعدية 51
- مخطط معايرة الكبريتات 52
- معايرة المواد الجافة المتبقية 54
- معايرة الكلور المتبقي 55
الخاتمة 57
قائمة الجداول و الأشكال 58
المراجع 59

مقدمة

بسم الله الرحمان الرحيم

(وجـعـلـنا مـن المـاء كـل شـيء حـي)

حقيقة لا أحد ينكرها أن الماء هو سر هذه الحياة , فكل كائن حي يحيا بوجود الماء فهو بدوره يشكل نسبة 50- 90 % من وزن الكائن الحي , والماء يستخدم في مجالات عديدة منها : الشرب , الصناعة , الزراعة... .

لقد تجلت قدرة الله سبحانه وتعالى للبشرية بأن سخر لنا كمية هائلة من المياه العذبة مخزونة تحت سطح الأرض ، بدون أن تختلط مع باقي المعادن مثل النفط والغاز وغيرها من المعادن المختلفة ، لكي يستفيد منها البشر على مختلف العصور ، وعلى الرغم من استمرار الإنسان ومنذ قرون عديدة بالاستهلاك من هذه المياه الجوفية إلا أنها لا تزال تمد الإنسان من مخزونها حتى اليوم ، على الرغم من الأخطار المحدقة بهذه الكميات الهائلة من المياه.

والمياه بأنواعها معرضة للتلوث بشتى أنواعه وبذلك تصبح غير صالحة للاستعمال و خاصة الشرب ولذا تناولنا في هذه المذكرة موضوع تحليل المياه الموجهة للشرب في بعض منا طق ولاية الوادي بالطريقة الكيميائية مع العلم أن مصدر مياه الشرب لولاية الوادي هو المياه الجوفية ولمعرفة مدى صلاحية هذه المياه قمنا بتقدير تركيز الأملاح المتواجدة فيها ومقارنتها مع المعايير الجزائرية والعالمية .

ولقد تطرقنا في عملنا هذا إلى ثلاث فصول وهي على التوالي :

الفصل الأول: يضمن الجزء النظري وهوعبارة عن عناصر تعرف لنا الماء بصفة عامة وهي :

تعريف الماء , تركيب الماء , الوزن الجزيئي للماء , قطبية جزيء الماء , كيف يمكن للماء التماسك كمادة , عمر المياه , صفات الماء , دورة الماء في الطبيعة , مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها , أنواع المياه ومصادرها (وقد ركزنا في هذا الجزء على المياه الجوفية حيث قمنا بتعريفها , موقعها , أصلها , سبب نقصها , أنواع خزاناتها , تكونها , استكشافها , تواجدها , أهم الظواهر الناتجة عنها , تمعدنها , أساليب المحافظة عليها) , مصادر و توزيع الماء في الكرة الأرضية ,

الفصل الثاني : مناقشة النتائج : نقوم بمناقشة النتائج المتحصل عليها بعد التحليل .

الفصل الثالث : وهو جزء عملي (خطوات العمل) : نجسد فيه خريطة العمل .

1- **الماء** :

اسم يطلق على الحالة السائلة لمركب الهيدروجين والأكسجين [1].

2- **تركيب الماء**:

يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر , تسمى "جزيئات" , و قطرة الماء الواحدة تحتو ي على الملايين من هذه الجزيئات .

وكل جزيء من هذه الجزيئات يتكون من أجسام أصغر تسمى " ذرات" ويحتوي جزيء الماء الواحد على ثلاثة ذرات ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين مرتبطة .

وقد توصل إلى هذا التركيب الكيميائي للماء عام 1860 , العالم الايطالي ستنزالو كانزارو .

والهيدروجين هو أخف عناصر الكون وأكثرها وجودا به , حيث تصل نسبته إلى أكثر من 90 % وهو غاز قابل للاشتعال .

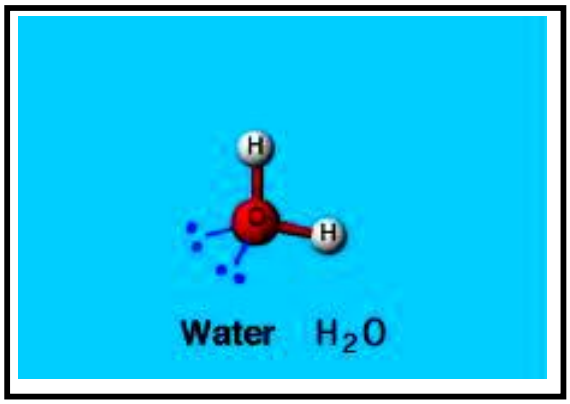
والرقم الذري للهيدروجين هو(1) ووزنه الذري (1,008) .

كما يوجد الهيدروجين كذالك في الفراغ الفسيح بين المجرات والنجوم بنسبة ضئيلة .

أمّا عنصر أكسيجين فهو ثالث أكثر العناصر وجودا في الكون , حيث يوجد نسبة 0.05% , وهو غاز نشيط يساعد على الاشتعال , و رقمه الذري (8) ووزنه (16) .

والماء النقي لا يحتوى على الأكسيجين والهيدروجين فقط , بل يحتوي على مواد أخرى ذائبة ولكن بنسبة صغير جدا .

لذا فانه يمكن القول بأن الماء يحتوي على العديد من العناصر الذائبة , إلا أن أغلب عنصرين فيه هما الهيدروجين والأكسجين [1] .



الشكل 01: جزيئة الماء [8] .

3 - **الوزن الجزيئي للماء**:

من المعروف أن الوزن الجزيئي لأي مركب كيميائي ثابت تحت مختلف الظروف . إلا أن جزيء الماء يشذ عن هذه القاعدة , و مثال ذلك الوزن الجزيئي للماء عند درجة حرارة 100 °C و كثافة بخارية

Vapeur densité 10.9 g/l وتحت الضغط العادي هو 18.03 . و عند نفس درجة الحرارة ولكن عند ضغط جوي 4 atm ,ترتفع الكثافة البخارية إلى 9.35 g/l , يكون الوزن الجزيئي 19.06 . وهذا يعني أن الماء له أكثر من وزن جزيئي , أن الوزن الجزيئي للماء يتغير طبقا للظروف الطبيعية , ويفترض نظريا أن الوزن الجزيئي للماء 18 فقط [3] .

4- قطبية جزيء الماء:

يوضح التركيب الفراغي لجزيء الماء , أن المسافة بين ذرتي الهيدروجين أكبر من المسافة بينهما وبين الأكسجين . وهذا يؤدي إلى أن قوة الجذب بين الأكسجين و الهيدروجين أكبر من قوة التنافر بين ذرتي الهيدروجين الموجبين . و بالتالي فان ذرة الأكسجين تكون قادرة على جذب مجموع الالكترونات ناحيتها و بدرجة أكبر من ذرتي الهيدروجين . و ينتج عن ذلك أن جزيء الماء يكون له طرفان , أحدهما سالب و الآخر موجب , و هو ما يعرف بخاصية ازدواج القطبية ولهذه الخاصية تأثيرا قويا على الخواص الكيميائية و الطبيعية للماء. فجزيء الماء القطبي يتشابه في تأثيره مع مغناطيس . أي يتأثر بالحقول الكهربائية , وهذا يشمل الحقول الناتجة عن الجزيئات المشابهة القريبة [3].

5 - كيف يمكن للماء التماسك كمادة:

يرتبط الهيدروجين بالأكسجين داخل جزيء الماء , برابطة تساهمية فكل ذرة هيدروجين تحتاج إلى إلكترون إضافي في مدارها الخارجي , لتصبح ثابتة كيميائيا .

وكل ذرة أكسجين تحتاج إلى إلكترونين إضافيين في مدارها الخارجي , لتصبح ثابتة كيميائيا .

لذا فإننا نجد في جزيء الماء ذرتين من الهيدروجين تشارك كل واحدة بإلكترونها مع ذرة الأكسجين ليصبح في المدار الخارجي لذرة الأكسجين 8 الكترونات, وبذلك يكون مكتملا وفي حالة ثبات كيميائي .

وفي الوقت نفسه, تشارك ذرة الهيدروجين بإلكترون من مدارها الخارجي مع كل ذرة هيدروجين لإكمال المدار الخارجي لذرة الهيدروجين ليصبح إلكترونين وفي حالة ثبات كيميائي , ويسمى هذا النوع من الروابط "بالرابطة التساهمية" , حيث تشارك فيها كل ذرة بجزء منها مع ذرة أخرى لتكون جزيئا قويا للغاية يصعب تحليله .ويتجاذب كل جزيء ماء بالجزيئات المجاورة له من خلال تجاذب كهربائي ناتج عن اختلاف الشحنات الكهربائية .

فذرتا الهيدروجين تلتقيان مع ذرة الأكسجين في نقطتين بزاوية مقدارها 105 درجة في شكل هندسي غريب بما ينتج عنه توزيع الشحنات الكهربائية , بشكل يشبه قطبي المغناطيس .

فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة , وطرفا ذرتي الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة , نتيجة لهذا الاختلاف في الشحنات الكهربائية تتجاذب كل ذرة الهيدروجين في جزيء الماء مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور بنوع من التجاذب الكهربائي يطلق عليه الروابط الهيدروجينية , وتعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء مسؤولة عن الخواص الفريدة للماء مثل :

ارتفاع درجة الحرارة النوعية , والحرارة الكامنة للانصهار , والتبخر .

كما أنها مسؤولة عن صفات التوتر السطحي واللزوجة .

وجزيئات الماء في حركة دائمة , وتعتمد الحالة التي يكون عليها الماء (غازية أو سائلة أو صلبة) على سرعة حركة هذه الجزيئات .

فعند انخفاض درجة الحرارة إلى درجة تساوي أو تقل عن الصفر المئوي تفقد جزيئات الماء طاقتها و تقل حركتها ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية , بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء .

ويرتبط كل جزيء مادة في هذه الحالة بأربعة جزيئات مجاورة بروابط هيدروجينية في شكل ثلاثي الأبعاد كما في حالة الجليد .

ومعظم المواد تنكمش بالبرودة , إلا أن الماء حينما يبرد , ينكمش حتى يصل إلى 4 °C, ثم يبدأ بعدها في التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة , يعد الماء مثلا للخروج على القاعدة العامة في العلاقة بين درجة الحرارة والكثافة .

فعند انخفاض درجة الحرارة إلى ما تحت الصفر المئوي يتحول الماء إلى ثلج , ويقل عدد جزيئات الماء المرتبطة , ويزيد الفراغ بينها مقارنة بمثيلتها الموجودة في الحجم نفسه من الماء فتتمدد في الحجم كثافتها, و تطفو على هيئة قشرة الجليد فوق سطح الماء .

وتعد هذه الخاصية نعمة عظيمة من نعم البارئ على الكون . فلو خضع الماء للقاعدة العامة للعلاقة بين الكثافة ودرجة الحرارة , لازدادت كثافة الثلج المتكون على السطح عن بقية الماء وهبط إلى القاع معرضا سطح الماء الذي تحته إلى درجة حرارة منخفضة فتتجمد هي الأخرى وتهبط إلى القاع .

وهكذا حتى تتجمد كل طبقات الماء , وتستحيل معها الحياة في مياه المناطق القطبية أو شديدة البرودة والمتجمدة .

إلا أنه في الحقيقة , ومع انخفاض درجة حرارة الجو تتجمد طبقات الماء العليا فقط وتقل كثافتها وتتمدد , فتطفو على سطح الماء وتعزل بقية الماء تحتها , عن برودة الجو فيبقى سائلا ويسمح باستمرار الحياة [1] .

6- عمر المياه :

حين تتم معرفة مصدر إعادة اختزان إحدى الطبقات الصخرية المائية يمكننا تجديد عمر المياه بها أي آخر مرة كانت تلك المياه قد لا مست الغلاف الجوي , وعلى هذا يمكننا معرفة المدة التي استغرقتها المياه لتصل من مصدرها ليعاد اختزانها في تلك الطبقة الصخرية المائية , وبالتالي يمكننا حساب الكميات الآمنة للسحب من تلك الطبقة .

ففي حالة المياه حديثة العهد بالغلاف الجوي يمكننا استخدام التريتيوم .

فالتريتيوم هو نظير مشع للهيدروجين يتفكك إلى الهيليوم ويعتبر عمره النصفي 12.4 سنة .

وبالتالي يتم حساب كمية التريتيوم و كمية الهيليوم 3 الناتجة عن تفكك التريتيوم ليعتبر مجموع الكميتين هو كمية التريتيوم الأصلية عند بداية إعادة الاختزان .

وباستخدام تلك الطريقة يمكننا حساب عمر المياه التي تكون أقل من 40 ألف سنة بدقة في حدود العام الواحد أو أقل .

أما لحساب عمر المياه التي يزيد عمرها عن 40.000 سنة فيمكننا حساب كميات الكربون 14 والذي يتفكك بمعدل نصف عمري 5730 سنة , كما يمكننا استخدام النظير هيليوم 4 والذي ينتج بصفة مستمرة داخل باطن الأرض نتيجة تفكك اليورانيوم والثوريوم .

كما نستخدم النيوكليدات المشعة طويلة العمر الكلور 36 واليود 129 من أجل دراسة مجاري المياه الجوفية الأقدم عمرا .

ومن خلال معرفة مصدر إعادة اختزان إحدى الطبقات الصخرية المائية ومعرفة مدى سرعة وصول المياه من المصدر إلى الطبقة يمكننا أيضا معرفة خطورة تعرض تلك المياه للتلوث بسبب وجود مصانع مثلا أو أنظمة مجار بنفس تلك المناطق , وبالتالي رسم سياسات للمحافظة على تلك المياه .

كما يمكننا رصد وتحديد نظائر النيتروجين بالمياه من أجل تحديد مصدر التلوث .

وقد لجأت العديد من الدول العربية إلى استخدام تلك التقنية في رسم سياساتها المائية , نذكر منها مصر والأردن واليمن والسودان والمملكة العربية السعودية [1] .

7 - **صفات الماء** :

الماء النقي سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له , يستوي في ذلك الماء المالح و الماء العذب .

إلا أن الماء العذب عديم الطعم , بينما الماء المالح له طعم مالحا ؛ نتيجة ذوبان أملاح به .

و الماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه في البحار و المحيطات و المياه النقية تغلي عند الدرجة 100 ºC و0 ºC في مستوى سطح البحر حيث يكون الضغط الجوي العاد 76 cm زئبقي .

أما فوق المرتفعات حيث يقل الضغط الجوي نجد أن الماء يغلي عند درجة أقل من 100 ºC.

عسر الماء الطبيعي سببه أملاح الكالسيوم و المغنسيوم .

و لو كان العسر للمياه سببه بايكربونات وكربونات الكالسيوم والمغنسيوم ويعتبر عسرا مؤقتا ويمكن إزالته بالغليان .

أما عسر المياه الدائم فيمكن إزالته بطرق كيميائية .

والماء كأي سائل يأخذ شكل الإناء إلي يوضع فيه، ويمكن تحويله إلى الحالة الغازية عندما يتبخر بتأثير الحرارة كما يمكن تحويله إلى حالة صلبة عندما يصبح ثلجا عند درجة الصفر المئوي .

ويرتبط الهيدروجين المحب الشحنة الكهربائية بالأكسجين السالب الشحنة الكهربائية داخل جزيء الماء برابطة تساهمية تشترك فيها كل ذرة بجزء منها مع ذرة أخرى،لتكون جزيئا قويا يصعب تحلله .

وكل جزيء ماء يتجاذب بالجزيئات المجاور له ،من خلال تجاذب كهربائي بشكل يشبه قطبي المغناطيس .

فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة وطرفا ذرتي الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة .

ونتيجة لهذا الاختلاف في الشحنات الكهربائية ،تتجاذب كل ذرة هيدروجين في جزئ الماء مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور بنوع من التجاذب الكهربائي يطلق عليه "الروابط الهيدروجينية " وتعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء ، مسؤولة عن الخواص الفريدة للماء ، لان الجزيئات في حركة دائمة ، فسرعة حركة هذه الجزيئات تولد الحالة التي يكون عليها الماء سواء أكانت غازية (بخار) أو سائلة (ماء) أو صلبة (جليد) .

و كل جزيئات الماء تجذب بعضها البعض و هذا ما جعلها تتجمع معا و هذا ما يجعل نقطة الماء كروية الشكل .

و الماء النقي ليس حامضيا و لا قلويا بل متعادل و يذيب معظم المواد و لا سيما في التربة أو في النبات و في أجسامنا .

و عندما تنخفض درجة حرارة الماء إلى درجة الصفر المئوي، تفقد جزيئات الماء طاقتها وتقل حركتها ، ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء كما في حالة الجليد .

حقيقة المواد تنكمش بالبرودة ، والماء حينما يبرد ينكمش أيضا حتى يصل إلى 4 ^{o}C ، ثم يبدأ بعدها في التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة .

فالماء عندما يتجمد يتمدد في الحجم وتقل كثافته ، و يطفو كقشرة من الجليد فوق سطح الماء .

و لولا هذه الخاصية الشاذة و العلاقة بين إنخفاض الكثافة و إنخفاض درجة الحرارة للماء ، لإزدادت كثافة الثلج المتكون على سطح عن بقية الماء،وهبط إلى القاع ، معرضا سطح الماء ،الذي تحته ، إلى درجة حرارة منخفضة .

فتتجمد كل طبقات الماء, في مياه المناطق القطبية , أو المتجمدة بسبب شدة البرودة , ويستحيل معها الحياة .

لكن الحقيقة نجدها مع انخفاض درجة حرارة الجو , تتجمد طبقات الماء العليا فقط , و تقل كثافتها و تتمدد , فتطفو على سطح الماء , وتعزل بقية الماء تحتها , عن برودة الجو , فيبقى الماء سائلا ويسمح باستمرار الحياة .

والماء فوق الأرض ينظم حرارتها [1] .

8- دورة الماء في الطبيعة :

يعتبر الماء مصدر الأساسي لاستمرار الحياة , له استعمالات كثيرة و مصادره مختلفة , حيث يتكون ثلاثة أرباع من سطح الكرة الأرضية من مسطحات هائلة من البحار و المحيطات يتبخر منها الماء ليعود فيسقط على سطح الأرض على أشكال مختلفة (أمطار, ثلوج .....الخ) هذه الأخيرة عند سقوطها يتبخر بعضها مباشرة من سطح الأرض و يتسرب بعضها داخل الأرض مكونا ما يسمى بالمياه الجوفية , أما الجزء الأكبر فانه يسيل على سطح الأرض مكونا جداول صغيرة تتجمع في جداول أكبر منها حتى تصل الى انهار كبيرة تسير حتى تصب في البحار و المحيطات لتعود ثانيا و تتبخر إلى طبقات الجو , و بذلك فالماء هو دورة لانهائية من البحر الى الجو, من الجو الى الأرض , من الأرض الى البحر [4] .

الشكل 02: دورة المياه في الطبيعة [9]

والعجب كل العجب أن نجد بعض آبار المياه الجوفية تكون على أعماق عميقة وهذا ينطبق مع قوله تعالى " قُلْ أَرَأَيْتُمْ إِنْ أَصْبَحَ مَاؤُكُمْ غَوْرًا فَمَنْ يَأْتِيكُمْ بِمَاءٍ مَعِينٍ "الملك 30، فيجب علينا شكر الله تعالى وإلا تحول الماء العذب إلى ماء مالح لقوله تعالى"لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ "الواقعة 70 .

9- مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها :

9 - 1 الخصائص الفيزيائية :

9 – 1 – 1 اللون:

حيث يعزى كون الماء لا لون له إلى درجة صفائه و شفافيته فالماء النقي لا لون له وشفاف , و سبب تلوث الماء هو وجود المواد العضوية وغير العضوية على شكل مذاب أو معلق , إضافة إلى ذلك العمليات الصناعية التي تنتج مخلفات ومواد ذائبة أو معلقة تؤثر في لون الماء .

إن لون الماء الناتج من المواد العالقة أو من انعكاس القاع أو السماء مثلا يسمى اللون الظاهري أما اللون الحقيقي فيكون ناتج من المواد المذابة فيه [1] .

9 – 1- 2 الطعم و الرائحة :

هناك علاقة وثيقة بين جانبي الذوق والشم , حيث أن المادة التي تسبب رائحة معينة في الماء غالبا ما تؤدي إلى طعم معين ولكن هناك مواد معدنية تسبب طعم دون رائحة .

تكون المياه النقية (غير الملوثة) عديمة الطعم والرائحة , فمن مسببات الرائحة والطعم في الماء وجود بعض المواد العضوية وغير العضوية أو الكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا ,إذا احتوت المياه على كبريتيد الهيدروجين يصبح لها رائحة البيض الفاسد [1] .

9 – 1- 3 المواد الصلبة :

هي إحدى ملوثات الماء الرئيسية عند زيادة تركيزها في الماء فيصبح غير صالح للاستعمال المنزلي وقد تكون المواد سامة أو مسرطنة وهذه المواد ليس لها تركيز كيمائي معين لأنها تعتمد على طبيعة الفضلات المنزلية والصناعية [1] .

9 – 1- 4 درجة الملوحة:

عامل هام لذوبان المواد الصلبة والغازات في الماء خصوصا غازي الأكسجين ومن ثم استنزافه من الماء والذي يؤدي إلى موت الكائنات الحية المائية حيث تزيد من عملية أكسدة المواد العضوية و تحللها [1] .

9-1- 5 التلوث الحراري :

هو عبارة عن نقصان نسبة ذوبان غاز الأكسجين في الماء نتيجة زيادة درجة الحرارة واستنزافه في الماء و موت الكائنات الحية المائية ، تجدر الإشارة إلى أن درجة حرارة عينات الماء تقاس مباشرة في الموقع [1] .

9-1- 6 العكورة :

خاصية ضوئية للماء ناتجة من تشتت الضوء وامتصاصه بواسطة المواد العالقة كالطين والكائنات الحية الدقيقة [1] .

9- 2 الخصائص الكيميائية :

تكمن أهمية هذه الخصائص في علاقتها في إذابة مواد أخرى وتحدد هذه الخصائص بإجراء فحوصات لمياه ومنها :

9- 2 -1 الحموضة :

وتعرف الحموضة للمياه بقدرتها على أن تبطل الطعم القلوي فيها أو هي التي تطلق أيونات هيدروجينية أثناء التفاعلات الكيميائية وتدخل الحموضة للمياه عن طريق الأحماض الصناعية بالدرجة الأولى .

غير أن بعض المياه الجوفية قد تكتسب حموضتها عن طريق ثاني أكسيد الكربون ومن أضرار الحموضة في الماء أنها سبب في تكون الصدأ أو تآكل الأنابيب [1] .

9 -2- 2 القلوية :

القلوية عكس الحموضة في الماء وتعرف بأنها تستقبل أيونات الهيدروجين في التفاعلات الكيميائية وهي على ثلاثة أنواع :

- بايكربونات
- كربونات
- هيدروكسيدات

وتقاس كلا من الحموضة والقلوية للمحاليل عن طريق المعايرة ووحدة التركيز المستعملة هي كما في المحاليـــــــــل و هي mg/l [1] .

9 - 2-3 **العسرة**:

يعرف الماء العسر بأنه الماء الذي لا يرغي فيه الصابون ولا ينضج فيه البقوليات ويولد العسر رواسب معدنية على أنابيب الماء الساخن وفي المراجل .

يختلف عسر الماء من مكان لآخر نتيجة اختلاف التربة و تركيب الصخور التي يمر بها و تكون المياه التي تمر بطبقات جيرية أكثر عسرا من غيرها و إجمالا فان المياه السطحية هي أقل عسرا من المياه الجوفية [1] .

9- 3 **الخصائص البيولوجية**:

يعد الماء وسطا ملائما لنمو الكائنات الحية و تكاثرها بأنواعها المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة إلى الأسماك الكبيرة و هذه الأنواع جميعها تؤثر في مواصفات المياه و خصائصها إذ أن وجودها في الماء أو عدمه يمكن أن يكون مؤشرا عاما على خصائص المياه من حيث تلوثها أو صلاحيتها و من الأمثلة على ذلك :

وجود القلونيات الغائطية في الماء لا يسبب مرضا ولكن وجودها في مياه الشرب يعد دليلا على وجود كائنات أخرى مسببة للأمراض .

أو دليلا على تلوث المياه بفضلات الإنسان بفعل المياه العادمة ورصد أعدادها أمر ضروري لتحديد نوعية المياه الجوفية و المياه السطحية المستخدمة لغايات الشرب والاستعمال الشخصي [1] .

10 **أنواع المياه ومصادرها** :

يوجد الماء في الطبيعة على ثلاث حالات فيزيائية :

- **حالة سائلة**: مياه الأودية والأنهار والبحيرات .
- **حالة متجمدة**: كالثلوج والمسطحات الجليدية التي نراها خاصة في القطبين الشمالي والجنوبي وعلى الجبال الشاهقة .
- **حالة غازية**: يوجد الماء على الحالة الغازية أي بخار الماء في الجو.

و يتوزع الماء في الطبيعة على الأشكال التالية : مياه سطحية و مياه جوفية ومياه البحر وبما أن المصدر الأساسي للمياه في ولاية الوادي هو المياه الجوفية فإننا سنتوسع فيما يخص هذا المصدر .

10- 1 **المياه السطحية** :

مصطلح يشير نموذجيا إلى غير الملحية والمفتوحة على تقلبات المناخ ، وهي النوع الأدنى وفرة من المياه العذبة والصالحة للشرب , يؤلف هذا النوع من المياه المتوفرة للاستعمال الإنساني وتعتبر الأمطار هي المصدر الأساسي للمياه السطحية التي تشمل أنواع مختلفة مثل : السيول , الأنهار , البحيرات , والبرك .

المياه السطحية متوفرة وسهلة المنال للإستعمال الإنساني وفي مساحات واسعة أكثر من مصادر أخرى ولكنها ليس النوع المثالي للإستعمال نظرا لإحتوائها في الكثير من الأحيان على ملوثات وشوائب جرثومية وكيميائية تحتاج إلى أنظمة معالجة متكاملة ومتطورة [1] .

10 – 2 المياه الـــبحر:

تشكل مياه 98 % من إحتاطي الماء العالمي وجزء كبير منه بشكل المحيطات المتجمدة حيث تجدر الإشارة إلى أن المياه البحر المتجمدة لا يكمن الاستفادة منها في الإستعمال البشري .

أن مياه البحار المتجمدة تمييز بقدرتها على عكس أشعـــة الشمس وبالتالي إكتساب خاصية المحافظة الدائمة على التجمد الذي يحصر نسبة الأملاح العالية ويركزها داخل الكتل الجليدية .

تختلف مياه البحر بشكل كبير عن المياه العذبة و تتسم بخاصيتين مهمتين هما الحرارة و الملوحة اللتين تقترنان معا للتحكم بكثافة المياه [1] .

10- 3 المياه الجوفية:

المياه الجوفية هي المصدر الأوسع للمياه العذبة و غير المتجمدة على كوكبنا وتقدر بحوالي 21 بالمائة من المخزون المياه و تعتمد نسبة عالية من التجمعات السكانية في العالم على المياه الجوفية كمصدر صالح للمياه [1] .

10- 3–1 تعريفها :

هي كل المياه التي تقع تحت سطح الأرض و هي عبارة عن مياه موجودة في مسام الصخور الرسوبية تكونت عبر أزمنة مختلفة تكون حديثة أو قديمة جدا لملايين السنين . مصدر هذه المياه غالبا المطر أو الأنهار الدائمة أو الموسمية أو الجليد الذائب وتتسرب المياه من سطح الأرض إلى داخلها فيما يعرف بالتغذية .

عملية التسرب تعتمد على نوع التربة الموجودة على سطح الأرض الذي يلامس المياه السطحية (مصدر التغذية) فكلما كانت التربة مفككة وذات فراغات كبيرة ومسامية عالية ساعدت على التسرب الأفضل للمياه وبالتالي الحصول على مخزون مياه جوفية جيد بمرور الزمن . وتتم الاستفادة من المياه الجوفية بعدة طرق منها حفر الآبار الجوفية أو عبر الينابيع أو تغذية الأنهار [10] .

10- 3– 2 موقع المياه الجوفية :

تقع المياه الجوفية في منطقتين مختلفتين وهما :

أ- المنطقة المشبعة بالماء :

هي المنطقة التي تكون مسامات تربتها ممتلئة بالكامل بالماء ، يتواجد مستوى المياه الجوفية في هذه الطبقة عند المنطقة التي يتساوى فيها الضغط الهيدروليكي مع الضغط الجوي ويمكن تحديده بمستوى المياه في الآبار غير المستعملة [10] .

ب- المنطقة غير المشبعة بالماء:

لهذه الطبقة أهمية كبيرة لعملية تغذية المياه الجوفية، وتنقسم هذه الطبقة إلى ثلاث طبقات فرعية هي :

ب -1 التربة : هي طبقة تمتد من سطح الأرض إلى عمق متر أو اثنين وهى طبقة تساعد في عملية نمو النباتات ، وتنمو بها الجذور [10] .

ب - 2 المنطقة المتوسطة :

يختلف سمك هذه الطبقة من منطقة إلى أخرى إعتمادا على سمك طبقة التربة بالإضافة إلى العمق إلى منطقة الشعيرات المائية حيث يمكن أن يمتد سمكها من صفر إلى عشرات الأمتار إعتمادا على عمق المياه الجوفية. بشكل مؤقت المياه الداخلة تتحرك إلى الأسفل نتيجة الجاذبية [10] .

ب – 3 منطقة الشعيرات المائية :

هي الطبقة التي تحتوي على تربة ذات خاصية شعرية وهى الطبقة السفلي من المنطقة غير المشبعة بالماء وتحدث نتيجة التجاذب بين الماء والصخور، حيث تتعلق جزيئات الماء كشريط على حبيبات التربة وترتفع في الفراغات ذات القطر الصغير في اتجاه معاكس للجاذبية الأرضية . تقع هذه الطبقة تحت ضغط سالب أقل من الضغط الجوي ، وتعتبر هذه الطبقة مشبعة بالماء[10] .

10- 3 – 3 أصل المياه الجوفية :

جميع المياه الجوفية تقريبا يمكن إعتبارها كجزء من دورة المياه في الطبيعة المشتملة على المياه السطحية و الجوية , و على أية حال فإن كميات صغيرة من المياه الجوفية نسبيا قد تدخل هذه الدورة من مصادر أخرى , المياه الحبيسة هي المياه المحتواة في الفراغات البينية للصخور عند زمن ترسيبها التي قد تكون مشتقة من المحيط أو المصادر المياه العذبة و نموذجيا تكون مياه معدنية جدا . مياه جديدة ذات الأصل الصهاري البركاني . أو الكوني تضاف إلى تجهيز المياه البرية وهي مياه حداثية عند الإشارة إلى مياه من مصدر مخصوص . فمن المناسب تعيين النوعية مثل المياه الصهارية [11] .

10- 3 – 4 نقص المياه الجوفية :

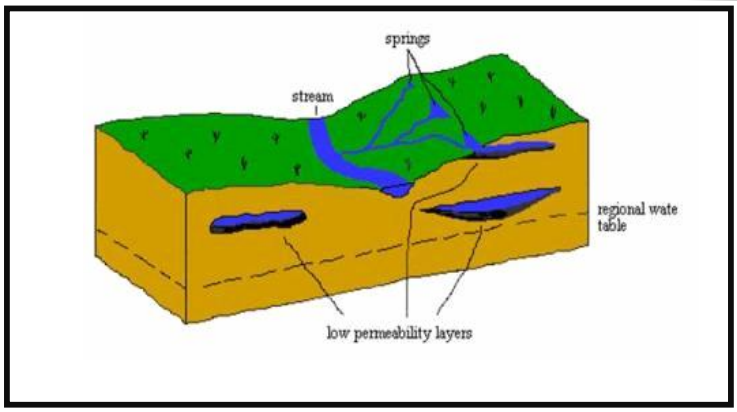
نظرا للنمو السكاني والتوسع العمراني والظروف المناخية التي تمر بها الكرة الأرضية فإن هذا المخزون من المياه الجوفية بدأ ينقص بشكل لفت الأنظار وخصوصا في الدول العربية ودول مجلس التعاون وبالأخص دولة الإمارات التي تعتبر أكثر دولة في العالم من حيث إستهلاك المياه ، لذا فقد تم التطرق في الكثير من المناسبات إلى كيفية الحد من هذا النقصان الذي له تأثير كبير على الحياة [10] .

10- 3 – 5 أنواع خزانات المياه الجوفية :

(1) **الخزان الجوفي الحر Unconfined Aquifer**

(2) **الخزان الجوفي المحصور Confined Aquifer :**

ويحد الطبقات الحاملة للمياه من أسفل ومن أعلى طبقات صماء غير منفذة للمياه وبهذا تكون المياه داخل الخزان تحت ضغط كبير وتكون بهذا معزولة عن المياه السطحية ومصدر هذه المياه عادة يكون بعيداً جداً. وإذا كان الضغط البيزومترى لهذه الطبقات أعلا من سطح الأرض قيل عن الخزان بأنه خزان ارتوازي Artesian Aquifer والآبار الارتوازية تندفع منها المياه دون الحاجة لإستخدام مضخات ويوجد مثل هذه الخزانات بالصحارى المصرية مثل الوادي الجديد [14] .



الشكل 03: بعض الخزانات الجوفية [14]

(3) **الخزان شبه المحصور (Semi Confined Aquifer)** : وفيه إحدى الطبقات التي تحده من أعلى أو من أسفل ذات نفاذية ضئيلة ومنه تتسرب المياه إلى الطبقات الخارجية أو إليها [14] .

(4) **الخزان الجوفي المعزول (Perched Water)** : و هو نتيجة للتراكيب الجيولوجية و توجد إرتفاعات و إنخفاضات في الطبقات غير المنفذة فعند الإنخفاضات تحتجز المياه الجوفية وفى هذه الحالة يكون الخزان الجوفي محدود و غير متصل بأي خزانات أخرى و مصدرها عادة أما سطحي أو نتيجة للتسرب البطئ من خزانات أخرى تحته [14] .

(5) **الخزان الأثري (Connate Water)** [14] .

10- 3 -6 تكون المياه الجوفية :

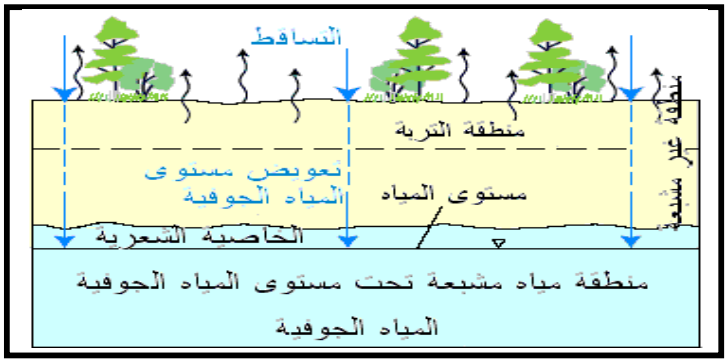
إن تصرف مياه الأمطار داخل الطبقات التحت السطحية تكون خزانات مياه جوفيـــة و بالتنقيـــب عليها بواسطة عمليات الاستكشاف و الحفر فإنه يمكن استخدامها لأغراض الشرب و الري و غير ذلـــك مـــــــن الإســـــــتخدامات حســـــب درجـــــة العذوبـــــة و الملوحـــــة .

الشكل04 : طريقة تشكل المياه الحوفية

المياه الجوفية تبدأ كالتساقط:

في أي مكان في العالم تتسرب بعض المياه التي تسقط كأمطار أو جليد إلى داخل التربة و الصخور تحت السطح . و تتوقف الكمية المتسربة على عدة عوامل . و يمكن أن تكون كمية الماء المتسربة ، جراء الأمطار التي تسقط على الغطاءات الجليدية في جرين لاند ، ضئيلة للغاية . وكما في هذه الصورة التي توضح اختفاء أحد المجاري المائية داخل أحد الكهوف في ولاية جورجيا بالولايات المتحدة الأمريكية ، فإن ذلك يعني أن أي مجرى مائي يمكن أن يتلاشى داخل المياه الجوفية .

بعض المياه التي تتسرب تبقى داخل طبقة التربة الضحلة ، حيث يمكن أن تصبح مجرى مائياً من خلال التسرب إلى داخل حوض المجرى . و يمكن أن يتسرب بعض من هذه المياه إلى مسافات أعمق لتغذية مستودعات المياه الجوفية . و إذا كانت هذه المستودعات المائية ضحلة أو مسامية بما فيه الكفاية لتسمح للماء بالتحرك بسهولة من خلالها فإنه يمكن للناس حفر الآبار داخل المستودعات المائية الأرضية ، واستخدام الماء في أغراضهم الخاصة . و يمكن أن تنتقل المياه إلى مسافات طويلة ، أو البقاء في مستودع المياه الجوفية لفترات طويلة من الزمن قبل ، أن تعود إلى سطح الأرض ، أو التسرب إلى داخل الأجسام المائية الأخرى ، مثل المجاري المائية و المحيطات [9] .



الشكل 05: (المياه تحت السطح) تحت السطحية [9]

عندما تتسرب مياه الأمطار إلى داخل التربة تحت السطحية فإنها عادة ما تشكل منطقة غير مشبعة و أخرى مشبعة ، ففي المنطقة غير المشبعة توجد بعض المياه في فتحات الصخور تحت السطحية ، إلا أن الأرض لا تكون مشبعة . و يُعرف الجزء الأعلى من المنطقة غير المشبعة بمنطقة التربة غير المشبعة ، التي توجد فيها فراغات خلقتها جذور النباتات التي تسمح بتسرب مياه الأمطار . و تقوم النباتات بإستخدام المياه الموجودة في هذه التربة . و أسفل المنطقة غير المشبعة ، توجد المنطقة المشبعة ، حيث يملأ الماء بصورة كاملة الفراغات الموجودة بين الصخور و ذرات التربة . ويمكن للناس حفر الآبار داخل هذه المنطقة وضخ الماء إلى الخارج [9] .

10- 3 – 7 إستكشاف المياه الجوفية :

إن لمسامية و نفاذية صخور القشرة الأرضية دور فعال في تكوين المياه الجوفية فمن خلال تلك الخاصتين تجد المياه السطحية (مثل مياه الأمطار) مسلك لتكوين خزانات مياه بداخل هذه الصخور و يمكن لهذه المياه الجوفية مرة أخرى تجد مسلكاً آخر إلى السطح عبر الينابيع أو أن تشقق الأرض عنها عن طريق عمليتي البحث و التنقيب ويقول الحق تبارك و تعالى ﴿ و إن من الحجارة لما يتفجر منه الأنهار، وإ ن منها لما يشقق فيخرج منه الماء ﴾ البقرة (74) . يتم إستكشاف المياه الجوفية بعدة طرق جيوفيزيقية ومن أهمها الطرق الكهربائية (Electric Methods) [14] .

10- 3 – 8 تواجدها :

توجد المياه الجوفية في الجزء العلوي من القشرة الأرضية و الذي يعرف بمنطقة الشق الصخري [12] .

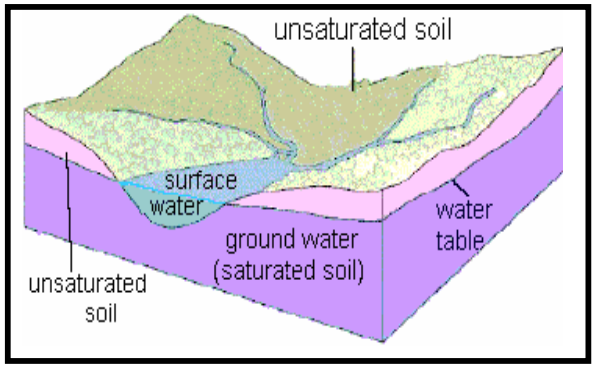
و لقد قسمت منطقة الشق الصخري إلى قسمين :

أ- نطاق التهوية :

و يشمل الجزء العلوي من منطقة الشق الصخري حيث تمتلئ معظم الفراغات الصخرية فيه بالهواء و يحتوي جزئيا على بعض الماء [12] .

ب- نطاق التشبع :

و يلي نطاق التهوية إلى أسفل ، و فيه تكون مسامات الصخور مملوءة كليا بالماء و يطلق على المياه الجوفية الموجودة في هذا النطاق اسم المياه الأرضية ، و يعرف السطح العلوي لنطاق التشبع باسم منسوب الماء الأرضي (انظر الشكل) [12] .



الشكل 06: نطاق التشبع

10- 3 – 9 أهم الظواهر الناتجة عنها :

المياه الجوفية تلعب دورا هاما من ناحية النشاط الكيميائي أما النشاط الميكانيكي فهو ضعيف جدا إذا ما قورنت بنشاط المياه الجوفية الكيميائي و الذي يشكل ثلاث عمليات : الذوبان , الإحلال , الترسيب .

أ- مظاهر جيولوجية ناتجة عن الذوبان :

تقوم المياه الأرضية بإذابة الصخور الجيرية و يساعدها على ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب فيها ، إذ تعمل على تحويل كربونات الكالسيوم إلى كربونات كالسيوم هيدروجينية القابلة للذوبان في الماء و يتكون لذلك الكهوف و كثيرا ما تنهار أو تهبط الطبقات الصخرية فوق الكهف مكونة الحفر الغائرة .

ب- مظاهر جيولوجية ناتجة عن عملية الإحلال :

تعمل المياه الأرضية الحاملة للأملاح المذابة أثناء مرورها على بقايا المواد العضوية المدفونة في الصخور ، على إحلال المادة المعدنية التي تحملها محل المواد العضوية وبذلك تتحجر هذه البقايا لتكون ما تعرف بالأحافير أو الأخشاب المتحجرة .

ت- مظاهر جيولوجية ناتجة عن عملية الترسيب :

في حالات كثيرة تقوم المياه الأرضية بترسيب المواد المعدنية الذائبة فيها حبيبات الصخر وتكون النتيجة :

- تماسك الصخر كما في تكوين الحجر الرملي الحديدي أو الحجر الرملي السيليسي .

- تقوم المياه الأرضية بترسيب ما تحمله من مواد معدنية في الشقوق و الفجوات الكبيرة في الصخور مكونة العروق المعدنية والتي لها أهمية اقتصادية .

- عندما يتخلل الماء الأرضي المشبع بيكربونات الكالسيوم بفعل حرارة جو الكهف إلى غاز ثاني أكسيد الكربون و كربونات كاليسيوم و ماء ، فتترسب كربونات الكالسيوم قبل أن تسقط القطرات من سقف الكهوف مكونة نموا بارزا من السقف و تسمى الهوابط .

- و إذا سقطت القطرات على أرضية الكهف تترسب كربونات الكالسيوم على شكل أعمدة نحو الأعلى تعرف باسم الصواعد .كما هو الحال في مغارة جعيتا في لبنان [12] .

10- 3 -10 تمعدن المياه الجوفية :

أن تمعدن المياه الجوفية يرتبط بالعوامل التالية :

- طبيعة الطبقات و الصخور التي تجتازها المياه خلال نفوذها .
- زمن تلامس المياه لهذه المعادن : أي سرعة سريان المياه في القشرة الأرضية .
- زمن تجدد الخزانات الجوفية للمياه النافذة .

إذن نرى أهمية المعادن المنحلة المكونة للصخور و نفاذيتها في تمعدن المياه أي : أن إذا كانت طبقات صخرية من (الغرانيت) الغنية بالمعادن السيليكاتية تكون هذه المياه عذبة و غير قاسية إلا أنها تكون لها حامضية و تكون مهاجمة للقنوات . إذا كانت الطبقات الصخرية كلسية تكون قاسية , و عندما تلتقي المياه بالطبقات الحبيسة تكون هذه المياه غنية ب $CaSO_4$, و تكون قاسية و غير قابلة للاستهلاك [7] .

10- 3 – 11 **أساليب المحافظة عليها** :

تقوم بعض الدول التي تعاني من نقص في المياه الجوفية بأساليب عدة من أجل المحافظة على المياه الجوفية من خلال ترشيد إستخدام المياه بالإضافة إلى التغذية الصناعية أهمها :

أ- **أحواض نشر المياه (Spreading basins)** : وتتلخص بنشر المياه فوق مساحة سطحية كبيرة تسمح للماء بالرشح إلى الخزان الجوفي و يتكون من طريقتين :

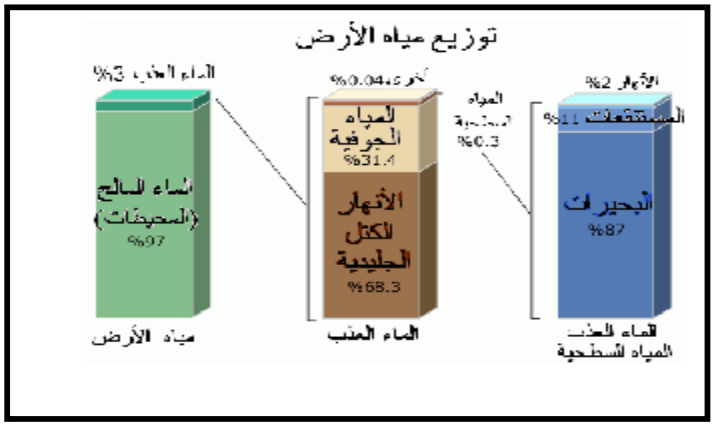
- **طريقة النشر الجانبي** : عن طريق تحويل المجرى المائي .

- **طريقة نشر المياه داخل المجرى المائي** : عن طريق بناء سدود وحواجز رملية أو حصوية في مجرى الوادي أو توسيع مجري الوادي بحيث تزداد المساحة التي يتم رشح المياه منها .

ب- **طريقة الحفر (Pits)**: بهذه الطريقة يتم الرشح من جدران الحفرة وذلك لتجنب التبخر.

ت - **طريقة آبار الحقن (Injection Wells)**: تستخدم هذه الطريقة بالأخص من أجل منع تداخل مياه البحر مع المياه العذبة [12] .

11- **مصادر و توزيع الماء في الكرة الأرضية** :



الشكل 07 : أحد التقديرات للتوزيع العالمي للماء

للحصول على تفسير مفصل حول مواقع وجود الماء في الكرة الأرضية أنظر الى الخارطة و جدول البيانات المبين أدناه . لاحظ أن إجمالي إمدادات المياه في العالم يصل الى حوالي 1.386مليون كيلومتر مكعب من الماء , منها أكثر من 96% عبارة عن ماء مالح .

و فيما يتعلق بالماء العذب , منها يزيد على محجوز بالأنهار و الكتل الجاذبية 30 % موجودة بالأرض . أما مصادر الماء العذب المتمثلة في الأنهار و البحيرات فهي تشكل حوالي $93.100\ Km^3$, أي حوالي 1/ 150 من 1%من إجمالي الماء . و لاتزال الأنهار و البحيرات تشكل معظم مصادر المياه التي يستخدمها الناس يوميا [6] .

الجدول01:توزيع المياه في الأرض [6] .

مصدر الماء	حجم الماء بالكيلومترات المكعبة	حجم الماء بالأميال المكعبة	نسبة المياه العذبة	نسبة الماء بأكملها
المحيطات و البحار	1.338.000.000	321.000.000	--	96.5
الأنهار الجليدية	24.064.000	5.773.000	68.7	1.74
المياه الجوفية	23.400.000	5.614.000	--	1.7
عذب	10.530.000	2.526.000	30.1	0.76
مالح	12.870.000	3.088.000	--	0.94
رطوبة التربة	16.500	3.959	0.05	0.001
الأراضي المتجمدة	300.000	71.970	0.86	0.022
البحيرات	176.400	42.320	--	0.013
عذب	91.000	21.830	0.26	0.007
مالح	85.400	20.490	--	0.006
الغلاف الجوي	12.900	3.095	0.04	0.001
مياه المستنقعات	11.470	2.752	0.03	0.0008
الأنهار	2.120	509	0.006	0.0002
المياه البيولوجية	1.120	269	0.003	0.0001
الإجمالي	1.386.000.000	332.500.000	-	100

12 **المياه من أجل الناس (مياه الشرب و الصرف الصحي)** :

يستعمل الناس الماء لأكثر من حاجتهم للبقاء أحياء فهم يحتاجونه للتنظيف و الطبخ و الاستحمام و التخلص من الفضلات فاستعماله بهذه الصورة يعتبر ضربا من الرفاهية لكثير منهم و يتعين على الناس هي القرى سحب الماء يدويا من بئر القرية أو حمله في جرار من البرك و الأنهار البعيدة عن منازلهم و يمكن أن يستعمل كل فرد في بلد متقدم ما معدله 260 لترا من الماء في منزله يوميا حيث يلزمه استخدام 115-150 لترا للاستحمام و 38 لترالغسل الأطباق و 115 لترا لتشغيل غسالة الملابس [7] .

13 **نقل المياه و توزيعها** :

تأخذ أغلب المدن ما تحتاج إليه من الماء لأغراض الشرب أو لاستعمالها في الأغراض الصناعية من مجاري المياه العذبة السطحية مثل الأنهار و البحيرات و لهذا نجد أغلب المدن تقام على شواطئ هذه

المجاري المائية .

ليكن نظم توزيع المياه في المدن اليوم معروفة في الماضي , بل كانت المياه توزع في المدن في القرن الماضي بواسطة فئة معينة من الناس , يحملون المياه من مراكز التوزيع الخاصة و يمرون بها على المنازل في مختلف أحياء المدينة .

و قد أختلفت الصورة اليوم في كثير من البلدان , فأغلب المدن يوجد بها الآن نظام خاص في باطن الأرض , و تنتقل بواسطتها المياه العذبة النقية من محطة تنقية المياه إلى كل منزل من المنازل . و تتضمن شبكة التوزيع المياه في كل مدينة مجموعة من المحطات التهوية و بعض الخزانات التي يرتفع مستوى الماء فيها عن مستوى أسطح المنازل لضمان تحويل المياه العذبة للجميع .

و عندما تكون المدن المقامة في أماكن بعيدة عن مجاري المياه العذبة , مثل بعض المقامة على شواطئ البحار أو في مناطق جبلية أو صحراوية , فان هذه المدن تحتاج إلى توفير مصدر أخر للمياه العذبة , وهي قد تستخدم المياه الجوفية في أغراض الشرب و أعمال الزراعة و الري , و قد نقوم بتحلية مياه البحر بتقطير أو بغيرها من طرف , أو قد تنتقل إليها المياه العذبة من مسافات بعيدة في بعض الأحيان . و هناك مدن أخرى تعتمد في سد إحتياجاتها في المياه العذبة إعتماد مطلق على المياه الجوفية المستخرجة من الآبار , بينما تعتمد مطلق على المياه الجوفية المستخرجة من الآبار , بينما تعتمد بعض المدن الأخرى بإعتماد جزئيا على المياه الجوفية , و تمثل عملية نقل المياه صعوبة كبيرة خاصة عندما يتطلب الأمر لنقل المياه النقية عبر مسافات بعيدة جدا , و أسهل الطرق لنقل المياه , هو أن تترك المياه تجري داخل الأنابيب تحت تنقلها الطبيعي و لكن ذلك يتطلب أن يكون سطح الأرض مائلا في إتجاه حركة ميل مناسبا و يشترط أن لا يتمثل هذا الميل إنحدار كبير في سطح الأرض و الإ تدفقت المياه بشدة في بعض المناطق إجراء خط الأنابيب و بسبب ذلك حدوث ضغط شديد على مرافق الميل .

و عادة ما يحتاج الأمر إلى استعمال خاصة و محطات تهوية , لنقل المياه في الأنابيب من مكان لأخر , و خاصة عندما تنقل المياه من مسافات بعيدة أو عندما يتطلب الأمر رفع المياه من مستوى لأخر , و قد تكون مجاري المياه مكشوفة في بعض أجزائها عند الضرورة و لكن بفضل دائما نقل المياه في مجاري مقفلة أو في أنابيب خاصة حماية لها من التلوث و قد تستعمل لهذا الغرض أنابيب من الاسمنت المسلح كي تستعمل ضغط المياه أو أنابيب من حديد الزهرة .

و فد يحتاج الأمر في بعض الحالات إلى تغطية أسطح الداخلي للأنابيب الحديد بطبقة رقيقة من الإسمنت , حتى لا تتأثر المياه بصدأ الحديد , و كذلك للحفاظ على سلامة هذه الأنابيب لأطول فترة ممكنة [7] .

14- طرق تكوين المياه في الطبيعة :

14 -1 وهج الشمس (حرارة الشمس) :

إن أشعة الشمس الساقطة على أسطح البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار تقوم بعملية تبخير المياه فيتصاعد إلى أعلى الغلاف الجوى فيتكسف على هيئة سحب و عندما يقابل منطقة باردة فتسقط الأمطار . يقول عز وجل : (وَجَعَلْنَا سِرَاجاً وَهَّاجاً * وَأَنزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاء ثَجَّاجاً) (سورة النبأ) .

14 -2 الرياح:

و للرياح دور فعال في عملية تلقيح السحب حيث إنها تكون محملة بالغبار و ذرات الملح الناعمة و التي تتكثف حولها قطرات الماء و بالتالي تتكون شحنات كهربية موجبة و أخرى سالبة مما ينتج عنه برق و رعد ثم سقوط أمطار. يقول عز وجل: (اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ فَتُثِيرُ سَحَاباً فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاء كَيْفَ يَشَاءُ وَ يَجْعَلُهُ كِسَفاً فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ فَإِذَا أَصَابَ بِهِ مَن يَشَاءُ مِنْ عِبَادِهِ إِذَا هُمْ يَسْتَبْشِرُونَ) الروم .

وتأملو معنا المراحل التي حددتها الآية الكريمة :

- إرسالُ الرياح : لترفع ذرات الماء من البحار إلى الجوّ .
- إثارة السحاب : من خلال تلقيحه و تجميعه .
- بسطُ السحاب : من خلال الحقول الكهربائية .
- جعلُه كِسَفاً : أي قطعاً ضخمة وثقيلة .
- نزول الودْق : و هو المطر[14] .

14 – 3 الجبال:

عند إصطدام السحب بقمم الجبال الشاهقة الباردة تتولد السيول منهمرة إلى أسفل الجبال مكونة الأنهار ومنها ما يتخلل الصخور ذات نفاذية ومسامية مكونة المياه الجوفية. يقول تعالى: (وَجَعَلْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ شَامِخَاتٍ وَأَسْقَيْنَاكُم مَّاء فُرَاتاً) [المرسلات: [14] .

14 - 4 البراكين:

البراكين الصاعدة على ظهر الأرض أو تحت قيعان البحار والمحيطات فإنها تكون محملة بنسبة كبيرة تصل إلى حوالي 70% مياه والباقي عبارة عن مكونات صخرية. يقول الله تعالى:(أخرج منها ماءها ومرعاها) [النازعات: 31] [14] .

14 - 5 الينابيع :

إن المياه المتخللة داخل الطبقات التحت سطحية والمتكونة على هيئة خزانات جوفية تكون تحت ضغط تلك الطبقات من جميع الجهات ، فعند حدوث فالق في تلك الطبقات فإنها تندفع إلى أعلى السطح مكونة فيما يعرف بالينابيع .

وصدق الله العظيم إذ يقول "أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرَى لِأُولِي الْأَلْبَابِ" الزمر21 .

و يعبر عن المياه التي تسرى ذاتياً و باستمرار من الطبقات التحت سطحية إلى الطبقات السطحية بالينابيع أو العيون.

وتنقسم الينابيع إلى عدة أنواع أهمها :

أ- ينابيع الانخفاضات :

و هذه تتكون عندما يتقاطع سطح الأرض في منخفض مع سطح الماء الأرضي Water Table و لذلك فتسمى أيضاً ينابيع مستوى الماء الأرضي و عادة ما يكون تصرف هذه الينابيع صغيرا و محكوما بنفاذية التكوين الحامل للماء .

ب- ينابيع التلاقي :

و هذه تتكون عندما تتقابل الطبقة غير المنفذة و الحاملة لطبقة الماء الأرضي مع سطح الأرض . و تتكون هذه الينابيع عادة عند سفوح المرتفعات و هي قليلة التصرف محدودة السريان .

ت – الينابيع الارتوازية :

و تتكون عندما يجد الماء المحصور بين طبقتين غير منفذتين و الواقع تحت ضغط ارتوازي منفذاً لهذا الضغط نتيجة لضعف في الطبقة غير المنفذة أو لوجود صدع فيها . و تكون سرعة السريان في هذه الينابيع و معدلات التصرف كبيرة [14] .

ج- ينابع الشقوق :

و هذه نتيجة لصدع يمتد في القشرة الأرضية و تتميز بمياه معدنية بصورة واضحة .

ح – الينابيع الحارة :

و هذه تحدث نتيجة للغازات و للحرارة تحت سطح الأرض و التي يتولد عنها ضغوط كبيرة و منها الينابيع الفوارة و التي يتدفق منها الماء في صورة نافورة إلى سطح الأرض على فترات [14] .

15- طرق تحليل المياه :

من الواضح أنه يجب تحليل عينات مصدر الماء قبل الترخيص باستعمالها للري أو الشرب الآدمي أو الحيواني أو أي استخدام آخر . ويتبع في تحليل عينات الماء أجهزة متخصصة بعضها يسهل حمله و استخدامه في التحليل في مكان أخذ العينات مثل قياس درجة الحرارة والأكسجين الذائب و العكارة و التوصيل الكهربائي .

و في المعمل يمكن استخدام أجهزة ذات تقنيات حديثة مثل جهاز القياس باللهب و جهاز الامتصاص الذري أو أجهزة القياس بالجهد و التي تستخدم الكترودات نوعية للأيونات و جهاز الكروماتوجراف الغازي لتحليل المركبات العضوية .

و نتيجة لهذا التطور في أجهزة التحليل فإنه يمكن إجراء عدد كبير من التحليلات بسرعة و دقة عالية . و سوف يكون التركيز في الصفحات القادمة على الطرق العملية الشائعة لقياس مكونات الماء المختلفة و التي

يمكن قياسها بأبسط الأجهزة و بأقل التكاليف مع توضيح الأساس العلمي لطرق القياس المختلفة بقدر الإمكان . و تنحصر التحاليل المختلفة التي يمكن إجرائها على المياه فيما يلي :

1- تحليل فيزيائي
2- تحليل كيميائي
3- تحليل بكتريولوجي

و التقديرات المعملية المختلفة التي يمكن إجرائها على المياه , يمكن استخدامها في تقويم المياه للاستخدامات المختلفة حسب المعايير الموصى بها , و فيما يلي وصف للتقديرات المعملية الهامة [3] .

15- 1 **التحليل الفيزيائي** :

1)**التوصيل الكهربائي** :

تعتبر من أفضل طرق قياس الملوحة لدقتها وسرعتها بالإضافة إلى أنها غير مكلفة و لا تغير أو تستهلك أي جزء من العينة . ويستخدم في قياس التوصيل الكهربائي أجهزة تسمى أجهزة قياس درجة التوصيل الكهربائي . و يتم قياس درجة التوصيل الكهربائي للماء حسب الخطوات التالية :

- يوصل الجهاز بتيار كهربائي مناسب ذات شدة ثابتة .
- يضبط الجهاز باستخدام محلول قياسي من كلوريد الصوديوم .
- تملأ خلية التوصيل بالمحلول المراد قياسه بحيث يغمر تماما , وتسجل درجة حرارة المحلول المقاس .
- تحسب درجة التوصيل الكهربائي (EC) للمحلول المراد قياسه معدلة على درجة حرارة 25 °C .
- عند الانتهاء من التقدير تغسل الخلية بالماء المقدر جيدا مع غمس القطبين في ماء مقطر .

و يقدر التوصيل الكهربائي بوحدة بالمليموز Millimohs أو الميكروموز Microhms ، و قد استبدلت هذه الوحدة بالوحدة القياسية العالمية SI Unités حيث أن :

$$1/\ Ohm = Sim\ en(S)$$

و يمكن تحويل رقم التوصيل بالمليموز/سم (دسم/م) إلى مليمكافىء/ل وذلك بضرب هذا الرقم في 10 و الرقم الناتج تقريبي و لكنه يعطي تقديرا مناسبا لتركيز الأملاح بالمليمكافىء /ل . و هذا كما يمكن تحويل رقم التوصيل بالمليموز/سم إلى غرام في اللتر بضرب هذا الرقم في 0.64 . و هذه العلاقة غير ثابتة فهي تتغير حسب نوع الأملاح و هي علاقة خطية بالنسبة لدرجات الـــ EC المنخفضة (0.1 إلى 5دسم/م) و بارتفاع قيمة الـــ EC عن هذا الرقم يميل الخط للانحناء [3] .

2) **تقدير المواد الصلبة الكلية (TDS)** :

المواد الصلبة المعلقة (TSS) : و هي عدد مليغرامات المواد الصلبة المعلقة "غير المنحلة " في لتر واحد من الماء الملوث .

المواد الصلبة المنحلة (TDS) : و هي عدد مليغرامات المواد الصلبة المنحلة في لتر واحد من الماء الملوث بعد تجفيف عينة مرشحة [5] .

3) **تقدير العكارة** :

هناك عدة طرق لتقدير عكارة الماء معبرا عنها بـــ mg/l وأهمها :

أ- طريق قرص الشفافية :

وهو عبارة عن قرص معدني خفيف قطره 20 cm بأسفله ثقل متصل من مركزه بساق طولها يبلغ 110 cm ويستخدم في التقدير كما يلي :

. يوضع القرص في الماء ببطء حتى يختفي ثم يتم تسجيل القراءة .

. يعاد وضع القرص في الماء و يغمر كله في الماء ثم ترفعه ببطء حتى يعود القرص للظهور مرة ثانية ثم تسجيل القراءة .

. نأخذ متوسط القراءتين السابقتين وبذلك نحصل على قراءة مقياس الشفافية [3] .

ب- جهاز هليج لقياس العكارة :

جهاز هليج عبارة عن مقياس ضوئي تقاس به العكارة بمقارنة شعاعين ضوئيين أحدهما ينفذ في الماء المراد قياس عكارته و الآخر ينعكس بداخله , و بمعايرة الجهاز على مياه ذات عكارات معلومة يمكن تدريج الجهاز و من ثم يمكن قياس عكارة أي نوع من المياه [3] .

4) **تقدير المواد الصلبة العالقة الكلية** :

يتم ذلك بترشيح عينة الماء خلال مرشح Filter من مادة الفيبرجلاس ثم تجفيفه و يكون وزن المواد الصلبة العالقة بالفلتر هو عبارة عن المواد الصلبة العالقة و يمكن تقدير هذه المواد أيضا باستخدام جهاز تقدير العكارة Turbidité . و يعبر عن كمية المواد العالقة بـــ mg/l [3] .

5) **تقدير نعومة المواد العالقة**

يتم ذلك بقسمة وزن المواد العالقة الموجودة في العينة مقدرا بـــ mg/l على درجة عكارة العينة المقدرة بـــ mg/l كذلك . و يدل هذا المعامل على حجم المواد العالقة في الماء [3] .

6) **تقدير اللون** :

يمكن تقدير لون الماء باستخدام ضوئي Photomètres معاير على أساس وحدات لونية تعتمد على محلول قياسي يكون فيه كل وحدة لون تساوي 1mg/l بلاتين على صورة أيون كلوروبلاتينات .

وهناك نوعان من تقدير لون الماء , تقدير حقيقي و فيه يتم ترشيح عينة الماء باستخدام فلتر غشائي Filter membrane . و تقدير ظاهري فيه لا يتم ترشيح عينة الماء باستخدام الفلتر الغشائي .

7) **قياس الرائحة** :

هذا الاختبار لا أهمية له من الناحية الصحية إلا أنه يفضل أن تكون المياه لا رائحة لها . وتقاس رائحة الماء بتحضير عينات من الماء تحت الاختبار مخففة عدة درجات و يحدد بواسطة حاسة الشم التخفيف الذي تنعدم في عنده ظهور الرائحة و هذا ما يسمى Threshold Odeur value [3] .

15- 2 التحليل الكيميائي :

1) تقدير الأس الهيدروجيني (pH) :

إن درجة حموضة أو قلوية الماء تقدر بمعرفة تركيز أيون الهيدروجين H ، فالماء الحامضي يحتوي على تركيز أعلى من أيونات الهيدروكسيل عن أيونات الهيدروجين . و لوصف هذه الظروف فيستخدم إصطلاح pH الذي إقترحه سورنسن Sorensen سنة 1909 و يعرف كما يلي :

$$pH=-\log[H^+]=\log 1/[H^+]$$

2) تقدير الفوسفات :

يتواجد الفوسفات في المياه الطبيعية و مياه الصرف ضمن المركبات المعدنية أو العضوية المنحلة و المعلقة [5] .

طريقة أصفر الفاندات – مولبيدات و طريقة أزرق المولبيدنم [3] .

3) تقدير البوتاسيوم :

يوجد البوتاسيوم في مياه الري عادة بتركيز منخفض جدا , و لهذا السبب أهمل تأثيره على نوعية مياه الري , و لكن وجد أن المياه الجوفية في المناطق الجافة تحتوي على كميات لا بأس بها منه . و لقد أعتبر أن وجود هذا الأيون في الماء ذو فائدة لنمو النبات و لقد حددت مجموعة الدول الأوروبية عام 1992 تركيز البوتاسيوم في ماء الشرب المرغوب فيه في حدود 10 mg/l [3] .

4) تقدير الصوديوم :

الصوديوم عنصر أساسي لصحة الإنسان و الحيوان و لا يمكن الحياة بدونه , و يتعاطى الإنسان البالغ ما بين 2-8 g صوديوم/يوم , من المصادر المتنوعة كمياه الشرب و الطعام و المشروبات ...إلخ , و يؤدي إرتفاع معدل تعاطي الصوديوم عن القيم السابقة إلى حدوث إختلال في وظائف الجسم .

وقد أوصت مجموعة الدول الأوروبية بأن يكون تركيز عنصر الصوديوم في مياه الشرب الآدمي في حدود 20 mg/l وعلى أن لا تزيد عن 175 mg/l[3] .

5) تقدير الليثيوم :

يتواجد الليثيوم على وجه الخصوص في الصخور النارية التي تصاحب مع الجبس . وهو أحد أسباب تواجد الليثيوم في كثير من الينابيع , و الآبار الاتوازنية و البحار المتخللة الصحاري . وعموما فمصادر المياه العسرة تميل إلى ارتفاع محتواها من الليثيوم . و يتواجد الليثيوم في مياه البحار بتركيز حوالي 11 mg/l .

من المؤكد أن الليثيوم أحد العناصر الضرورية للإنسان , و تشير الدراسات الطبية إلى أن الاحتياجات اليومية للإنسان تتراوح بين 2-3 mg/l . كما تم دراسة إمكانية حدوث تسمم عند ارتفاع تركيز الليثيوم في ماء الشرب أو من استهلاك أغذية غنية في الليثيوم نتيجة لحدوث تنافس بين الليثيوم و الصوديوم أو

البوتاسيوم . و عموما فإن الخطر من التسمم بالليثيوم يرتبط عكسيا مع إمتصاص الصوديوم . و يمكن تقدير الليثيوم في الماء بإستخدام جهاز التحليل الطيفي باللهب [3] .

6) **تقدير الكالسيوم و المغنيسيوم** :

نظرا لأن عنصري الكالسيوم و المغنيسيوم يعتبران من أكثر العناصر إنتشارا و شيوعا في القشرة الأرضية , لذا كان من الطبيعي أن يتواجد أملاحها في جميع أنواع المياه الطبيعية السطحية و الجوفية و بتركيزات متفاوتة .

و يصل تركيز عنصري الكالسيوم و المغنيسيوم في مياه البحر إلى 411 و 1290 mg/l , و في مياه الأنهار العذبة يصل إلى 15 و 5 mg/l . و أملاح الكالسيوم و المغنيسيوم من أهم مصادر عسر المياه و لها أهمية خاصة لجسم الإنسان . و يمكن تقدير الكالسيوم و المغنيسيوم في المياه بالطرق التالية : طريقة الفرسين و طريقة التقدير بجهاز الامتصاص الذري [3] .

7) **تقدير الكربونات و البيكربونات** :

تتفاعل الأحماض القوية مع أملاح الأحماض الضعيفة وينتج الحمض الضعيف الذي يسبب إستمرار التفاعل حتى النهاية و ذلك لأن ثابت تأينه ضعيف جدا . كذلك فإن القواعد القوية تتفاعل مع أملاح القواعد الضعيفة ويستمر التفاعل حتى النهاية و بذلك يمكن معايرته [3] .

8) **تقدير الكلوريد** :

يمكن تقدير الكلوريد في الماء بإستخدام طريقة مرور Mohr′s méthode و تعتمد هذه الطريقة على تكوين كرومات الفضة غير الذائبة معايرة الكلوريد بنترات الفضة باستعمال دليل كرومات البوتاسيوم :

$$NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$$
$$K_2CrO_4 + AgNO_3 = AgCrO_4 + KNO_3$$

و هناك عدة عوامل تؤثر على دقة النتائج المتحصل عليها عند تقرير الكلوريد بهذه الطريقة و أهم العوامل هي كمية الدليل المناسبة , و درجة تركيز أيون الهيدروجين بالمحلول [3] .

9) **تقدير الكبريتات** :

توجد الكبريتات في الماء على هيئة كبريتات الكالسيوم و المغنيسيوم , وهما يمثلان العنصر الأساسي للعسر الدائم , و يمكن تقدير الكبريتات بأحد الطرق التالية : طريقة الفرسين و الطريقة اللونية [3] .

10) **تقدير النيترات** :

متوسط تركيز أيون النيترات في المياه السطحية العذبة الغير ملوثة أقل من 5 mg/l عادة . و في المياه الجوفية يرتفع تركيز النترات إلى مستويات عالية , قد تصل إلى 50 mg/l . و في المعتاد يأخذ الإنسان كميات من النترات عن طريق مياه الشرب . تقدر في المتوسط بحوالي 20 mg/l في اليوم . و من المعروف أن إرتفاع النترات في مياه الشرب , أعلى من 30 mg/l , و قد أوضحت منظمة الصحة العالمية

أن مياه الشرب الآدمي لا يجب أن تحتوي على أكثر من 10 mg/l نيتروجين نتراتي Nitrate-N و يقدر النيترات في الماء بالطرق الآتية :

طريقة لونية بإستخدام حمض الفينول داي سلفونيك أو طريقة تقدير النيترات بإستخدام قطب نوعي [3] .

11) **تقدير النيتريت** :

يقل تركيز النيتريت في المياه السطحية العذبة عادة عن 0.005 mg/l . و من النادر وجود أيون النيتريت في المياه الجوفية . فإن ذلك يشير إلى حدوث تلوث من مياه صرف صحي أو صناعي , أو حدوث تعفن جزئي أو كلي للمياه تحت ظروف لا هوائية . و يقدر النيتريت أيضا بالطرق الآتية :

طريقة لونية و تقدير النيتريت باستخدام قطب نوعي [3] .

12) **تقدير عسر الماء** :

الماء إما يسر و هو الماء الذي يحتوي على أملاح ذائبة في صورة أملاح صوديوم أو بوتاسيوم .

أما الماء العسر فيحتوي على أملاح ذائبة للكالسيوم أو المغنيسيوم . و العسر نوعان مؤقت و دائم [3] .

أ- العسر المؤقت :

و يعود لوجود أملاح البيكربونات و سمي بالعسر المؤقت لسهولة التخلص منه ، و يمكن إزالة عسر الماء في هذه الحالة و تحويله إلى ماء يسر بغلي الماء أو تسخينه فينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون و تترسب كربونات الكالسيوم [13] .

$$[3]\ Ca(HCO_3) \rightarrow CaCO_3 + CO_2$$

ب- العسر الدائم :

ويعود لوجود أملاح كبريتات و كلوريد أو كبريتات أو المغنيسيوم و الكالسيوم ذائبة في الماء ، و سمي عسراً دائماً لأن أملاح هذه الأيونات لا تترسب بعملية التسخين البسيطة ، و إنما تحتاج إلى معالجات كيمائية .

طرق إزالة العسر الدائم للماء : هناك طرق عدة لإزالة العسر الدائم للماء منها :

إضافة كربونات الصوديوم [13] .

ت- العسر الكلي :

هو حاصل جمع العسر المؤقت و العسر الدائم ويتم تعيينه في الماء بإستخدام مواد مخلبية , أي مواد تعمل على الإمساك بالأيونات المسببة للعسر و تجعلها معلقة في الماء .

و من أكثر المواد المخلبية إنتشارا هي الملح الصوديومي لمركب الايثيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخليك (EDTA) و رمزه المختصر Na_2H_2Y و درجة pH من 5 إلى 6 , حيث يكون تام التأين [3] .

$$Na_2H_2Y \leftrightarrow 2Na^+ + H_2Y^{2-}$$

13) **تقدير الأمونيا** :

يوجد النيتروجين الأمونيومي الحر في جميع أنواع الماء تقريبا حيث يوجد مرتبط مع الأحماض المعدنية , كما أنه ينتج من النشاطات الحيوية للأحياء الدقيقة . و النيتروجين الأمونيومي يمكن أن يأخذ الشكل المتأين NH_4^+ و الشكل الغير متأين NH_3 . و هذا الأخير يزداد تركيزه في المياه بزيادة الـــ pH و درجة حرارة المياه , و يقل بزيادة درجة ملوحة المياه .

يمكن تقدير الأمونيا في المياه بالطرق اللونية بإستخدام طريقة نسلر. كما يمكن تقدير الأمونيا في الماء بإستخدام القطب الإختياري الخاص بالأمونيا .

هناك طريقتين لتقدير الأمونيا : طريقة نسلر و طريقة المعايرة [3] .

14) **تقدير المواد العضوية** :

يعطي هذا التقدير دلالة على درجة تلوث المياه ببعض المواد العضوية كمخلفات النباتات السليلوزية و مركبات الفينول الناتجة من مخلفات مصافي النفط وبعض الصناعات . كما يعطي هذا التقدير مؤشرا عن عملية التخصيب الحيوي في المسطحات المائية الضحلة . و يتم تعيين المواد العضوية الموجودة في المياه بإستخدام عامل مؤكسد قوي مثل برمنات البوتاسيوم . ويجب ملاحظة أن برمنات البوتاسيوم تؤكسد المواد الكربوايدراتية و مركبات الفينول و بدرجة أقل البروتينات , بينما لا تؤثر على المركبات العضوية المستخدمة في صناعة التنظيف و صناعة البلاستيك مثل محاليل الكحول و الزيوت و بعض الأحماض العضوية [3] .

16) **الغازات الذائبة** :

تحتوي مياه المجاري على نسبة صغيرة من الغازات الذائبة ويشكل الأكسجين أهمها ويكون جزءا أساسيا من المياه الأصلية بالإضافة إلى الجزء الذي يذاب في المياه أثناء تلامسها مع الهواء و يعرف هذا الجزء بالأكسجين المذاب . و تحتوي مياه الفضلات بالإضافة إلى الأكسجين على ثاني أكسيد الكربون و غاز كبريتيد الهيدروجين الناتج عن تحلل المواد العضوية و غير العضوية [5] .

17) **تقدير الأكسجين الحيوي المستهلك** :

يمثل ما تستهلكه الكائنات الحية التي في الماء من الأكسجين عند تحليلها المواد العضوية الموجودة في عينة ماء . و يعبر عن هذه الكمية المستهلكة من الأكسجين mg/l . و تقدير هذه الكمية من الأكسجين من أهم العوامل التي لها علاقة بجودة الماء فتقدير الأكسجين الحيوي المستهلك في محطات معالجة المياه ضرورة لضمان سلامة المعالجة [3] .

18) **تقدير الأكسجين الكيميائي المستهلك** :

يقيس هذا الإختبار , بالمقارنة مع إختبار الطلب الكيميائي الحيوي من الأكسجين , مقدار الأكسجين الكلي اللازم لأكسدة مختلف المواد المتواجدة في مياه الفضلات , سوء كانت عضوية أو غير عضوية . فعلى

سبيل المثال تستهلك بعض المركبات مثل مركبات المبيدات الحشرية جزءا إضافيا من الأكسجين على الجزء الذي تستهلكه البكتيريا الهوائية لتحلل المواد العضوية . ولذا فإن قيمة الطلب الكيميائي من الأكسجين تفوق دائما قيمة الطلب الكيميائي الحيوي له .

تعتمد الطريقة الأكثر شيوعا على أكسدة المركبات المنحلة في الماء بثاني كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) في وسط حمضي و بوجود وسيط من كبريتات الفضة و كبريتات الزئبق , تعاير الكمية المتبقية من ثاني كرومات البوتاسيوم بعد أكسدة بواسطة محلول من ملح موهر(كبريتات الحديد النشادرية) [5] .

19) **تقدير الفضة** :

تحتوي مياه البحر على تركيزات ضئيلة من الفضة (Ag) لا تزيد عن 0.00028 mg/l , كما أن مياه الأنهار الطبيعية تحتوي على حوالي 0.0003 mg/l . و عند تعاطي الإنسان مركبات الفضة القابلة للذوبان في الماء بتركيزات أعلى من 0.5 mg/l لمدة طويلة يحدث له أضرار صحية . و يمكن تقدير الفضة بطريقة فولهارد [3] .

$$SCN^- + Ag^+ \rightarrow AgSCN$$
$$Fe^{3+} + SCN^- \rightarrow Fe(SCN)^{2+}$$

20) **تقدير الفلوريد** :

يصل تركيز الفلوريد (F) مياه البحر إلى حوالي 1.3 mg/l في مياه الأنهار الطبيعية الغير ملوثة يكون التركيز إلى حوالي 0.1 mg/l و يتواجد الفلوريد في جميع أنواع المياه الجوفية , بتركيزات تتناسب مع نوعية المعادن المتلامسة معها . و قد يصل التركيز في بعض أنواع المياه الجوفية إلى أكثر من 6500 mg/l , و يجب أن لا يتجاوز محتواه في مياه الشرب للإنسان عن 1.5 mg/l [3] .

21) **تقدير السيانيد** :

لا يتجاوز تركيز أيون السيانيد (CN)عادة 0.1 mg/l في مياه الأنهار الغير ملوثة . و في جميع الأحوال فيجب أن يكون تركيز أيون السيانيد أقل من 0.1 mg/l مياه الشرب الآدمي . و تدل الأبحاث الطبية على أن تعاطي الإنسان لجرعة قدرها 50 mg/l من السيانيد يمكن أن تؤدي إلى الوفاة الفورية [3] .

22) **تقدير البورون** :

يتراوح تركيز البورون في المياه الطبيعية ما بين أقل من 0.1 إلى أكثر من 7 جزء في المليون (mg/l) و يوجد البورون في معظم مياه المناطق الجافة و خاصة في المياه الجوفية . و إذا وجد البورون بتركيز أكثر من 3 جزء في المليون , أعتبر الماء غير صالح للري . كما أوضحت مجموعة الدول الأوروبية أن تركيز البورون في مياه الشرب الآدمي يجب أن يكون في حدود 1mg/l و لا يجب أن يزيد عن 2 mg/l . ومكن تقدير البورون في الماء بالطرق الآتية :

طريقة الكارمين أو باستخدام جهاز الامتصاص الذري [3] .

23) **تقدير الحديد** :

يصل تركيز الحديد مياه البحر إلى حوالي 0.004 mg/l , و في مياه الأنهار الغير ملوثة يصل تركيزه إلى 0.1 mg/l . و يرجع السبب في إنخفاض تركيز الحديد في المياه السطحية إلى سهولة أكسدته في المياه المعرضة للجو مباشرة , حيث يتحول هيدروكسيد الحديد الجيلاتيني الذي يرسب و في حالة المياه الجوفية , يكون الحديد على شكل الكربونات و البيكربونات الذائبة نظرا لغياب الأكسجين . و يختلف تركيز الحديد الذائب في المياه الجوفية , بإختلاف تركيب الرواسب التي تلامسها [3] .

24) **تقدير المنجنيز** :

يصل تركيز المنجنيز في مياه البحر 0.002 mg/l , في المياه السطحية الغير ملوثة إلى 0.007 mg/l . و يمكن تقدير المنجنيز في الماء بإستخدام جهاز الامتصاص الذري لسرعة و دقة هذه الطريقة [3].

25) **تقدير النحاس** :

يوجد عنصر النحاس في مياه البحر 0.023 mg/l , و في المياه السطحية الغير ملوثة بتركيز حوالي 0.007 mg/l , و قد لوحظ أن وجود عنصر النحاس في المياه , بتركيز أعلى من 2 mg/l , يؤدي إلى ظهور طعم مستساغ للمياه . و يمكن تقدير النحاس في الماء باستخدام جهاز الامتصاص الذري لسرعته و دقته [3] .

26) **تقدير الرصاص** :

متوسط تركيز الرصاص في مياه البحر حوالي 0.3 µg/l . و في مياه الأنهار الطبيعية يصل إلى 3µg/l . أي أن التركيز الطبيعي للرصاص في المياه العذبة منخفض , و عند تواجد الرصاص بتركيزات عالية يكون نتيجة تلوث من أي مصدر . ومن مصادر التلوث الشائعة بالرصاص , هو تآكل مواسير المياه من الرصاص بواسطة المياه العذبة . ولذلك فيستخدم الآن الأنابيب الحديدية المجلفنة . و يمكن تقدير النحاس في الماء باستخدام جهاز الامتصاص الذري [3] .

27) **تقدير السيلنيوم** :

قد يصل تركيز السيلنيوم (Se) في بعض مياه الأنهار إلى حوالي 15µg/l . وفي بعض الينابيع الحارة يمكن أن يصل تركيز السيلنيوم إلى أكثر من 100µg/l . و في حالة التعرض لجرعات كبيرة من السيلنيوم(أعلى من 5 mg/يوم) لمدة دويلة قد يؤدي إلى تدمير الكبد والكلية و البنكرياس , مما يؤدي إلى الوفاة خلال فترة وجيزة .

و يمكن تقدير السيلنيوم في الماء بإستخدام جهاز الامتصاص الذري [3] .

28) **تقدير الألومنيوم** :

يقل تركيز الألومنيوم (Al) في مياه البحر عن 0.001 mg/l و لا يزيد عن 0.5 mg/l في مياه الأنهار الغير ملوثة و يمكن تقدير الألومنيوم في الماء بإستخدام جهاز الامتصاص الذري [3] .

29) **تقدير الزنك** :

يقل تركيز الزنك في المياه الغير ملوثة عموما عن 1 mg/l . و يمكن تقدير الزنك في المياه بإستخدام جهاز الامتصاص الذري [3] .

30) **تقدير السليكون** :

تركيز السليكا (SiO_2) في المياه السطحية صغير جدا و يتراوح بين 1-30 mg/l , إلا أن التركيز قد يصل إلى 100 mg/l في بعض الأحيان . كما أن مياه البحر محتواها من السليكا منخفض لأن السليكون يستعمل بواسطة الكائنات البحرية لتكوين هياكلها , فيقل هذا المحتوى عن 140 mg/l .

و يمكن تقدير السليكا بطريقتين :

باستخدام جهاز الامتصاص الذري و طريقة القياس اللوني و هي طريقة السليكا-أزرق المولبيدنم [3] .

31) **تقدير الكروم** :

ينخفض تركيز عنصر الكروم في مياه البحر إلى أقل من 0.2 µg/l . و في مياه الأنهار الطبيعية الغير ملوثة , يقل مستوى التركيز إلى أقل من µg/l , وذلك حسب الطبيعة الجيولوجية للمنطقة . وتكمن خطورة التلوث بعنصر الكروم , من إرتفاع تركيز أيونه السداسي التكافؤ Cr^{6+} الضار والقابل للذوبان و الامتصاص داخل جميع أنسجة الجسم . أما أيون الكروم الثلاثي Cr^{3+} فيعتبر غير سام من الناحية العملية في حدود معينة و أنه ضروري لجسم الإنسان لتأدية وظائف حيوية معينة .

32) **تقدير النيكل** :

و يحتوي ماء البحر على تركيزات ضئيلة من النيكل , تصل إلى 0.006 µg/l , وتقل هذه القيمة في مياه الأنهار الطبيعية عن 0.3 µg/l . لذا فإن وجود تركيزات عالية من النيكل في المياه الطبيعية سيكون راجعا إلى حدوث تلوث من صنع الإنسان . و قد أثبتت الدراسات أنه عند إرتفاع تركيز النيكل عن 5 mg/l في مياه الشرب , فإن ذلك يؤدي إلى احتمالات ظهور أورام سرطانية في أماكن متفرقة من الجسم [3].

33) **تقدير الزئبق** :

لا يتجاوز تركيز الزئبق في مياه البحر 0.15µg/l , مياه الأنهار الطبيعية الغير ملوثة يقل تركيز الزئبق عادة عن 0.7 µg/l . و من المعروف أن الأحياء المائية و البحرية و بصفة خاصة القشريات (مثل الجمبري و الكابوريا) و المحاريا لها القدرة على إمتصاص مركبات الزئبق الموجودة في الماء و إختزالها داخل أنسجتها لمدة طويلة , ثم تنقلها للإنسان عند تناولها كغذاء و هذا يعتبر مصدرا خطيرا للتلوث بالزئبق [3] .

34) **تقدير الكادميوم** :

و بالنسبة لعنصر الكادميوم فيقل تركيزه في مياه البحر من 0.001 mg/l و في مياه الأنهار الطبيعية الغير ملوثة يقل تركيزه عادة عن 1µg/l [3] .

35) **تقدير الزرنيخ** :

و متوسط تركيز عنصر الزرنيخ في مياه الأنهار الطبيعية الغير ملوثة فقد يصل إلى 0.002 mg/l و أيونات الزرنيخ الذائبة في المياه , تكون عادة ثلاثية و خماسية التكافؤ , و كلاهما بالبروتونات الحيوانية بسهولة .

و في حالة تلوث البيئة المائية بالمخلفات الصناعية التي تحتوي على عنصر الزرنيخ , يحدث تراكم لهذا العنصر في أنسجة الأسماك و القشريات البحرية بتركيزات عالية , قد تصل إلى 50 mg/l أو أكثر و ينحصر التأثير الضار على صحة الإنسان في نوعية مركبات الزرنيخ الغير عضوي , حيث ثبت أنه عالي السمية و بصفة خاصة الأيون الثلاثي التكافؤ (As^{3+}) الغير عضوي [3] .

التقدير :

يمكن تقدير (الكروم ,النيكل ,الزئبق و,الكادميوم , الزرنيخ) في الماء بسرعة و بدقة باستخدام جهاز الامتصاص الذري باستعمال لمبة الكاثود وطول الموجة المناسبة لكل عنصر [3] .

15- 3 التحاليل البكتريولوجية :

التحاليل البكتريولوجية للمياه من التحاليل الهامة التي تمكن من كشف التلوث بالبكتيريا المسببة للأمراض و أهم الاختبارات البكتريولوجية التي تجري على عينة من الماء هي :

1-العدد الكلي للبكتيريا الحية في درجة 20°C :

و يدل هذا الاختبار على مدى كثرة البكتيريا العادية التي تعيش في الماء و الهواء و على الأرض العينة الجاري تحليلها ، و هذه البكتيريا غالبا لا تكون ضارة إلا أن هذا الاختبار يظهر مدى تعرض الماء للعوامل الجوية [3] .

2- العدد الكلي للبكتيريا الحية في درجة 37 °C :

و هو أكثر دلالة على تلوث المياه من التحليل السابق إذ تجرى التجربة عند درجة حرارة مماثلة لدرجة حرارة جسم الإنسان , فيزداد نمو و تكاثر البكتيريا التي تعيش في جسم الإنسان أو الحيوان , مما يكون أكثر دلالة على تلوثها بفضلات الإنسان و الحيوان [3] .

3- عدد البكتيريا التي تعيش في جسم الإنسان و لا تسبب له ضررا :

و يدل هذا الاختبار على تلوث المياه بالمخلفات السائلة و هذا التحليل يشمل :

أ-العدد القولوني عند 37 °C : حيث يتم عد بكتيريا القولون التي تتواجد بكثرة في أمعاء الإنسان [3] .

ب-عد المكورات السبحي البرازية : حيث أن وجود هذه السبحيات في المياه يؤكد تلوث المياه بالأنواع النموذجية من بكتيريا القولون التي تعيش في جسم الإنسان [3] .

ج- عد عصوبات ولشي : و وجود هذه البكتيريا دليل على تلوث قديم بالمخلفات السائلة و ذلك لقوة احتمالها لظروف المعيشة خارج جسم الإنسان , أما وجود بكتيريا القولون معها في نفس العينة فدليل على تلوث حديث [3] .

16- معايير جودة المياه :

الهدف من معايير مياه الشرب هو حماية الإنسان من الأمراض والمواد السامة التي تنتشر عن طريق المياه و التي قد تؤدى إلى أمراض مزمنة أو سرطانية على القريب أو البعيد طيلة حياة الإنسان و تبدأ سلامة مياه الشرب و صلاحيتها للاستخدامات الآدمية عند التأكد من :

1- حماية مصادر عمليات المياه من التلوث .

2- كفاءة عمليات و خطوات التنقية و استخدام مواد مطابقة للمواصفات القياسية في معالجة المياه .

3- الالتزام بالمعايير و المواصفات المقدرة .

4 - الرقابة الصحية على مصادر و خطوات التنقية و المياه المعالجة بالشبكات .

5- إكتشاف أي خطر يهدد سلامة المياه و صحة الإنسان و إتخاذ الإجراءات اللازمة لإصحاحه .

و حسب تقارير منظمة الصحة العالمية فإن حوالي 80% من الأمراض بدول العالم الثالث يرجع سببها للمياه و هنالك أربعة أنواع من الأمراض السبب الرئيس لها المياه مثل :

- شرب المياه الملوثة بالميكروبات الممرضة مثل أمراض الكوليرا و التيفويد و التهاب الكبد .
- عدم توفر الماء الطهور للنظافة الجسدية مثل أمراض الالتهابات الجلدية , التراكوما , الاسهالات المائية .
- وجود طور ناقل للأمراض بالمياه مثل مرض الملاريا , داء الفيل , الحمى الصفراء .
- دخول نواقل للأمراض عند التماس الماء بالجسد مثل مرض البلهارسيا [6] .

الجدول 02 : المعايير الإرشادية لجودة مياه الشرب الصادرة عن منظمة الصحة العالمية (WHO) سنة 1988 [3] .

الخاصية أو المكون	الوحدة	القيمة
* المحتوى الميكروبي :		
1 المياه الغير منقولة في مواسير		
البكتيريا القولونية Faecal coliforms	عدد/100 ml	0
الكائنات القولونية coliforms organisms	عدد/100ml	10
2 المياه المعبئة		
البكتيريا القولونية البرازية Faecal coliforms	عدد/100 ml	0
الكائنات القولونية coliforms organisms	عدد/100ml	0

* المكونات الغير عضوية و العضوية :	mg/l	
3 زرنيخ	mg/l	0.05
4 كادميوم	mg/l	0.005
5 كروم	mg/l	0.05
6 سيانيد	mg/l	0.10
7 فلوريد	mg/l	1.50
8 رصاص	mg/l	0.05
9 زئبق	mg/l	0.001
10 نترات (NO3-N)	mg/l	10.00
11 سيلينيوم	mg/l	0.01
12 الديرين وثنائي الدرين Aldrin & Dieldrin	µg/l	0.03
13 بنزين Benzène	µg/l	10.00
14 بنزوبيرين Benzo (a) Pyrene	µg/l	0.01
15 رباعي كلوريد الكربون Cabn Tetrachloride	µg/l	3.00
16 كلوردان Chlordane	µg/l	0.30
17 كلوروفورم Chloroforme	µg/l	30.00
18 د.د.ت DDT	µg/l	1.00
19 2.1 ثنائي كلورو ايثان Dichloroethane	µg/l	10.00
20 1.1 ثنائي كلورو ايثين Dichloroethene	µg/l	0.30
21 سباعي كلورايبوكسي Heptachlor Epoxide	µg/l	0.10
22 لندان Lindane	µg/l	3.00
23 ميثوكسي كلور Methoxychlor	µg/l	30.00
24 خماسي كلوروفينول Pentachlorophenol	µg/l	10.00
25 رباعي كلورو ايثين Tetrachloroethene	µg/l	10.00
26 ثلاثي كلورو ايثين Trichloroethene	µg/l	30.00
27 ثلاثي كلوروفينولTrichlorophenol	µg/l	10.00

* مكونات تؤثر على مذاق وطعم المياه :		
28 الومنيوم	mg/l	0.20
29 كلوريد	mg/l	250
30 اللون	CU	15
31 نحاس	mg/l	1
32 منظفات (Détergents (Anionique	mg/l	لا توجد
33 عسر (Hardness (CaCO3	mg/l	500
34 كبريتيد الهيدروجين	الوحدة	لا تميز رائحته
35 حديد	mg/l	0.3
36 منجنيز	mg/l	0.1
37 الأس الهيدروجيني pH-value	/	8.50-6.50
38 صوديوم	mg/l	200
39 كبريتات	NTU	400
40 الطعم و الرائحة	mg/l	لا توجد
41 المواد الصلبة الكلية الذائبة .T.D.S		1000
42 العكارة		5
43 زنك		5
* المكونات ذات النشاط الإشعاعي :		
44 إجمالي نشاط ألفا Gross Alpha Activité	Bicrille/l	0.10
45 إجمالي نشاط بيتا	Bicrille/l	1.00

17- **الماء الصالح للشرب** :

17-1 **تعريف** :

الماء الصالح للشرب حسب المنظمة العالمية للصحة (OMS) , هو الماء المقدم للاستهلاك الإنساني , مستساغ الشرب و لا يسبب أي يستجيب للمواصفات القياسية التي وضعتها هذه الأخيرة [2] .

17-2 **معايير الماء الصالح للشرب** :

أ- **تعريف** :

المعيار حسب المنظمة العالمية للصحة هو عنصر ضمن مكونات الماء تم تحليله (التواجد و الكمية) , وضعت له قيمة مرجعية مبنية على أبحاث و تجارب علمية [2] .

ب- أنواع معايير الماء الصالح للشرب :

في نهاية القرن التاسع عشر, تعين مدى صلاحية الماء للشرب اعتمادا على ستة معايير. حاليا أكثر من 60 معيار يؤخذ بعين الاعتبار عند تحليل ماء الشرب و تحديد نوعيته و هذا راجع لعدة عوامل , كتطور الوسائل التكنولوجية , الطب ,متطلبات المستهلكين , إلى الإرادة السياسية و الأخذ بعين الاعتبار التلوث الناتج عن نشاط الإنساني . و قسمت هذه المعايير إلى ستة مجموعات , نلخصها في الجدول رقم (3) .

جدول 03: بعض المعايير الدولية لجودة الماء الصالح للشرب [2].

المجموعة	الحد الأقصى المسموح به	تأثيراتها عند تجوز الحد المسموح به
1- المعايير الفيزيائية : - اللون . - الرائحة . - العكورة .	15 mg/l pt / 2 unité JAKSON	- ليس لها تأثير على الصحة لكنها تأثر على استساغ الماء للشرب والإحساس بالراحة .
2- المعايير الفيزيائية – الكيميائية : - pH . كلوريدات . كبريتات .	6.5-8.5 350 mg/l 250 mg/l	- يمكنها أن تؤدي إلى طعم غير مستساغ الشرب . - تساعد في تصدأ القنوات
3- المعايير الخاصة بالمواد غير المستحبة : نترات حديد فلوريد	45 mg/l 0.3 mg/l 1.5 mg/l	- بعضها مفيد للجسم لكن تواجدها بتركيز مرتفعة أو منخفضة يؤثر سلبا على الصحة .

4- المعايير الخاصة بالمواد السامة : الزرنيخ . كاديميوم . الرصاص .	 0.05 mg/l 0.01 mg/l 0.01 mg/l	- سامة وقاتلة في حالة تجاوز الحد المسموح به .
5- المبيدات وأشباهها : - مبيدات الحشرات والأعشاب : • لكل مادة . • لكل المواد .	 mg/l 0.0001mg/l 0.0005 mg/l	- تأثير سلبا على الصحة والبيئة .
6- - المعايير المكروبيولوجية : - كوليفورم . - ستريبتروكوك الغطائية . - الكوليفورم الغطائية .	 0 في 95 % من التحاليل 0 في 100ml 0 في 100ml	- تسبب في ظهور الأوبئة والأمراض المعدية .

1- أخذ عينة الماء للتحليل :

إن طريقة أخذ العينات عملية معقدة , و لذلك يجب إعطاؤها العناية المناسبة لأنها تتحكم بنسبة كبيرة في نتائج التحليل و التعليقات المقدمة لها , يجب أن تكون العينة المأخوذة متجانسة و مماثلة حيث تم الحصول عليها بطريقة لا تغير في خواصها الفيزيائية و الكيميائية (غازات منحلة , مواد معلقة ...إلخ) . إذن من الضروري وضع منهجية منظمة , التزود بخبرة المختصين و الأكفاء في مجال تحليل المياه , وضع طريقة مناسبة لكل حالة , الاختيار الأفضل لنقاط أخذ العينات و إستعمال الوسائل و الأجهزة المناسبة لذلك .

2- وسائل أخذ العينة ومواد الحفاظ عليها (Matériel et Adjuvants) :

2-أ من أجل التحاليل البكتيرية :

من الإجباري استعمال قارورات من الزجاج المعقمة بالحرارة , وذلك لوضعها في فرن عند 120°C لمدة ساعة , أما القارورات البلاستيكية فيتم تعقيمها بأشعة γ [2] .

2- ب من أجل تعيين بعض المعادن :

يؤخذ الماء من الزجاج الأبيض أو من متعدد الإثيلين (polyéthyléne) , و التي وضعت فيها من قبل كمية من حمض كلور الماء (لفحص كل من Cu , Pb , Cr , Al , Fe) , أو حمض النتريك , إذا كانت زيادة عن المواد السابقة نبحث عن عناصر أخرى وبالأخص (Mn) .

هذه الأحماض يجب أن تكون من النوع النقي , والكمية المستعملة تتراوح بين 2-5 ml من الحمض لكل لتر من الماء [2] .

2- ج من أجل تحديد السيليكات (Les silices) :

إذا كانت السيليكات متواجدة على شكل آثار , نستعمل قارورات من نوع متعدد الإيثيلين أو قارورات من الزجاج , إذا كان البحث عن كميات معتبرة يمكن استعمال هذه الأخيرة بشرط ألا يكون الماء الذي تجري عليه التحاليل شديد القلوية , و هي نفس الملاحظة عند تحليل الصوديوم والبور [2].

2 - د من أجل تحديد الطحالب (Algues) :

تؤخذ العينة في قارورات تحتوي على 3-5 ml من محلول الفورمول (formol) التجاري بتركيز 4% من أجل 100 ml من الماء [2] .

2 – ه من أجل معايرة السيانيد (les cyanures) :

نأخذ قارورات من الزجاج الأبيض , و نضع فيها كمية من الصودا حوالي 1-2 ml من أجل 1 لتر من الماء , و هذا لرفع قلوية العينة لتصل إلى pH يساوي 11 إلى 12 , عندئذ يكون السيانيد أكثر استقرارا [2] .

2 – و من أجل تحليل العناصر المعدنية :

القارورات المستعملة في هذه الحالة يجب أن تكون معالجة بحمض النتريك , ثم يتم غسلها عدة مرات بالماء المقطر , تترك لمدة معينة لتتقاطر ثم تغلق و لا يجب تجفيفها لأن بقاء الوسط الداخلي للقارورة رطب يساعد في الغسل مرة أخرى أثناء أخذ العينة , و لتجنب تعرض القارورة إلى تلوث مرة أخرى [2] .

من أجل عملية الغسل يستحسن عدم استعمال المنظفات القادرة على إدخال الفوسفات(phosphate) .

2 – ي من أجل معاينة العناصر الطيارة (Eléments volatils) :

عند معاينة العناصر الطيارة كالزئبق , الكبريت , يستحسن إستعمال قارورات جديدة من الزجاج (verre borosilicate) , مغلقة بواسطة سدادات من متعدد الإيثيلين أو من التفلون , تملأ بالماء المقطر لمدة ساعة ثم تجفيفها .

2 – ن من أجل تحديد مواد أخرى :

إذا لم تجرى التحاليل في الحين , فإن إستقرار العينات يتم بإضافة كمية من محلول $HgCl_2$ (40ml/l) , من أجل مختلف أشكال الآزوت (المخزن لمدة 07 أيام) , و كمية من محلول H_2SO_4 (12ml/l) , من أجل مميزات التلوث العضوي (COD , COT , زيوت , شحوم) [2] .

3- خطوات أخذ العينات :

3 - أ أخذ العينة من الوادي , بحيرة أو خزان مائي :

تتم عملية أخذ العينة بغمس القارورة إلى عمق يقارب 50 cm بعيدا عن الشط , الحواف و الحواجز الطبيعية أو الاصطناعية , كما يجب أيضا تفادي أخذ العينات من الأماكن الراكدة , و تحول المواد الراسبة إلى مواد معلقة [2] .

3 - ب أخذ العينة من المستنقع :

في هذه الحالة على المسؤول بأخذ العينة , أن يختار عدة نقاط مختلفة , و أن يأخذ في كل نقطة عدد من العينات متفاوتة العمق معتبرا بذلك التجانس العمودي و الأفقي للماء [2] .

هناك أجهزة مصنوعة خصيصا لهذا الغرض , تمكننا من فتح القارورة عند العمق المناسب للتحاليل.

3 - ج أخذ العينة من بئر مزود بمضخة :

تؤخذ العينة من البئر بعد ضخ الماء لمدة تقارب 30 ساعة , كما يمكن أخذها في اليوم الثالث لثلاثة أيام متتالية من الضخ لمدة 10 ساعات [2] .

3- د أخذ العينة من الحنفية :

إذا كان الهدف من إجراء التحاليل هو مراقبة الماء المقدم للاستهلاك , من الضروري في هذه الحالة انتظار خروج الماء المستقر في القنوات قبل أخذ العينة , و يتم هذا بفتح الحنفية إلى أقصى تدفق للماء لمدة تتراوح من 05 إلى 10 ثواني , ثم إلى تدفق متوسط لمدة دقيقتين [2] .

إذا كان الهدف من إجراء التحاليل هو مراقبة عناصر معينة صادرة من القنوات مثل :
الرصاص , الزنك , النحاس , يجب ترك الماء يستقر في القنوات طول الليل , ثم أخذ العينة لحظة فتح الحنفية مباشرة .

4- قواعد أساسية لأخذ عينة الماء :

في الكثير من الأحيان يلاحظ إهمال في كيفية أخذ العينة , و خاصة إذ لم يكن التقني المسؤول عن التحاليل هو الذي يتنقل لأخذها بنفسه , وهذا الإهمال يمكن أن يؤدي إلى نتائج غير معبرة عن الحقيقة , و تفاديا لذلك يجب على المعني بالأمر أن يحترم القواعد التالية :

1- أن ينظف المسؤول عن أخذ العينة يديه جيدا قبل البدء في العملية .

2- غسل القارورة عدة مرات بالماء الذي تجرى عليه التحاليل ما عدا في حالة تحضير مسبق للقارورة (عينات لتحاليل بكتريولوجية ,معادن ثقيلة , سيانيد ...إلخ) .

3- أن يطلب تعليمات حول حجم الماء اللازم للتحاليل (بين 02 إلى 05 لتر عامة) .

4- وضع بطاقة لاصقة واضحة على كل قارورة تفاديا لكل خلط بين العينات .

5- أن تملآ القارورات حتى تفيض وغلقها دون فقاعات من الهواء .

6- القيام بتعيين الخواص التي يمكن أن تتطور أثناء عملية النقل , مباشرة في أماكن أخذ العينات :
درجة الحرارة , الناقلية , pH الماء , غازات منحلة (O_2 , CO_2 , H_2S , ... إلخ) , مركبات الآزوت , (NH^{4+} , NO^{2-} خاصة) , مواد التعقيم المتبقية (كلور, أوزون , كلور أمين , ClO_2 ... إلخ) , و هذا في الحالات الضرورية .

7- أخذ الاحتياطيات الخاصة لقياس الـــ pH , و الغازات المنحلة , و تتم العملية بملأ القارورة دون أن تتلاقى مع الهواء و ذلك بواسطة أنبوبة مطاطية , بحيث يصل طرفها إلى عمق القارورة .

8- من أجل التحاليل التي تجرى في المختبر , يجب أن تنقل العينات في أقرب وقت ممكن , و خاصة إذا طلب منا تحاليل بكتريولوجية (في هذه الحالة 04 ساعات على الأكثر , و يمكن أن تصل هذه المدة يوم إذا وضعت العينات في الجليد) .

في كل الحالات التبريد عند درجة حرارة 4°C كافي للحفاظ على العينات .

المعلومات الأساسية التي يجب أن تقدم لتحليل الماء :

من أجل تسهيل عمل المخبري , و استغلال النتائج , و تفادي الأخطاء من الضروري أن ترفق كل قارورة ببطاقة مشيرة (Fiche Signalétique) التي تساعد في جمع المعلومات الهامة للمخبر, و كذلك الملاحظات المسجلة خلال مختلف العمليات اللازمة لأخذ العينة .

القائمة التالية يمكن أن تسهل عمل المسؤول عن التحاليل :

1- التعريف بالشخص الذي أخذ العينة .

2- اليوم والساعة التي أخذت فيها العينة .

3- اسم الشخص أو الهيئة التي قدمت طلب التحليل .

4- سبب طلب التحاليل (تحاليل خاصة أو مراقبة عادية , تلوث , تسمم , وباء ... إلخ) .

5 - المدينة أو المؤسسة التي يوزع عليها الماء والطريقة المتبعة لمعالجة هذه المياه .

6- التحديد بالضبط الاسم والمكان الذي أخذ منه ماء العينة .

7- مصدر الماء (ينبوع , بئر, مستنقع , وادي , سد ..... إلخ) .

8 - درجة حرارة الماء و الهواء لحظة أخذ العينة , حالة الجو (أمطار , رياح , ضغط جوي ... إلخ) .

9- القيمة التقريبية للتدفق في الدقيقة أو في الثانية , وفي حالة الأحواض الجوفية (Nappes Souterraines) يجب تحديد العمق وسمك هذا الحوض .

10- النوع الجيولوجي والمظهر الطبيعي للوسط الذي يسيل فيه الماء .

11- الأسباب الممكنة لتلوث الماء (نفيات المدينة أو مصانع مؤسسات فلاحية أو صناعية , آبار قديمة , مقابر ... إلخ) .

12- تسجيل ملاحظات المستعملين أو المقيمين فيما يخص , تغير تدفق الماء أو مظهره , كذلك التغيرات الناتجة عن سقوط الأمطار أو ذوبان الثلوج [2] .

5- تقديم و تحليل النتائج:

إن نتائج تحاليل مياه الشرب المأخوذة من حنفيات بلديات مختلفة من ولاية الوادي (الرباح , الوادي ، الزقم) في الجدول الموالي هي نتيجة التحليل الذي قمنا به :

5-1 تقديم النتائج :

جدول04 : قيم تحاليل مياه الشرب و القيم القياسية العالمية و الجزائرية :

العنصر	القيمةالحدية (OMS)	القيمةالحدية (NPA)	الرباح	الزقم	الوادي	يريس	الوحدة	مرجع الطريقة
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	8.64	8.20	8.01	8.81	/	NFT90-017
الناقلية	2.5	1.5	4.53	4.36	3.24	0.700	mS/cm	NFT90-111
العكورة	/	5	/	/	/	/	NTU	/
HCO_3	/	/	/	/	/	/	mg/l	ENISO9963
القساوة الكلية	/	50	80	102.4	67.2	64	F^o	NFT90-003
Ca^{++}	/	/	/	/	/	/	mg/l	NFT90-016
المواد المتبقة (105^oC)	200	200	/	/	/	/	mg/l	J-Rodier
SO_4^-	500	250	/	/	/	/	mg/l	J-Rodier
Cl^-	400	400	$49.7 .10^3$	$37.27 .10^3$	$1.77 .10^3$	$-78.1 .10^3$	mg/l	NFT90-014

5-2 تحليل وتفسير النتائج :

نلاحظ أن القيم المحسوبة رغم أنها تقدم إلى حد ما توزيع عشوائي لبعض العناصر فالبنسبة إلينا شيء بغاية الأهمية لأنه لا يمكن القيام بتحليل كيميائي خال من الأخطاء ولكن يمكن الإنقاص منها وتقديرها بطريقة مقبولة .

أهم الأخطاء المرتكبة أثناء التحليل يمكن تلخيصها في ما يلي :

أ- الأخطاء الناجمة عن الأجهزة المستعملة .

ب- الأخطاء الناجمة عن المحلل .

ج- الأخطاء الناجمة عن الطريقة و التي أنقصها منها خلال وضع منهجية جديدة لبعض الطرق المستعملة في تحليل المياه .

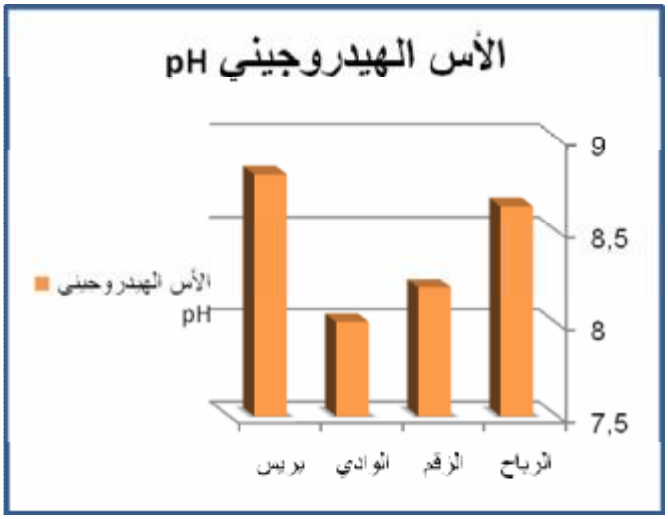
5-3 مقارنة النتائج:

الأس الهيدروجيني pH :

من خلال النتائج نلاحظ أن ماء بريس أكبر من ماء منطقة الرباح وتليها الزقم ثم الوادي ونستنتج أن منطقتي الوادي و الزقم ضمن المجال وهذا يدل على أن هناك توازن فيزيائي كيميائي .

القاعدية pH>7 :

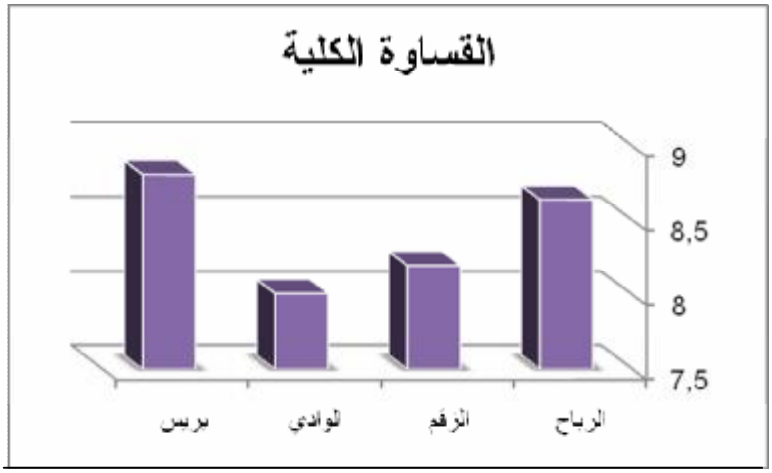
كلما زادت قيمة pH عن 7 زادت القاعدية , كل العينات المدروسة هي مياه قاعدية .



الشكل 08: الأس الهيدروجيني pH

القساوة الكلية :

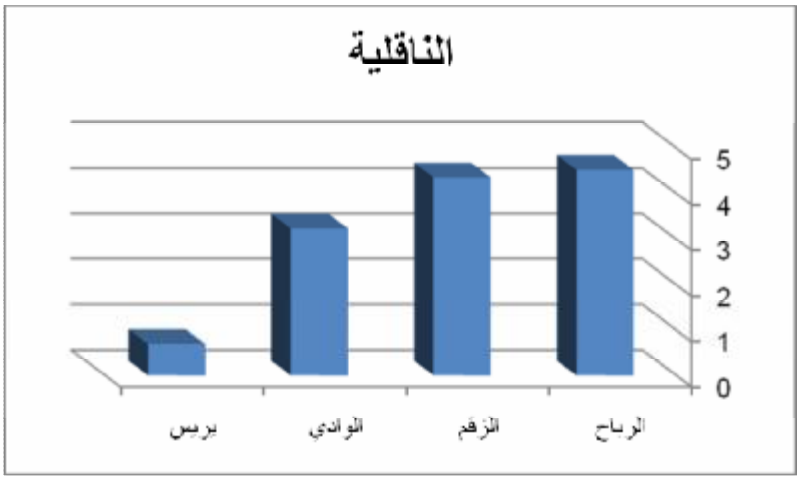
نلاحظ أن مياه منطقة الزقم أكثر قساوة من مياه منطقة الرباح وتليها منطقة الوادي ثم الماء التجاري وهي أكبر من 50 °F الحد المسموح به وهذا يدل على أن المياه عسرة وهذه القيم طبيعية لأن مصدر هذه المياه جوفية وهي غنية بالأملاح .



الشكل 09: تمثيل بياني لقياس القساوة الكلية للماء الشرب لبعض مناطق ولاية الوادي

الناقلية :

نلاحظ من خلال النتائج المتحصل عليها أن ناقلية ماء منطقة الرباح أكبر من ماء منطقة الزقم و تليها منطقة الوادي ثم الماء التجاري (بريس) , فارتفاعها يعبر عن وجود نسبة كبيرة من الأملاح .



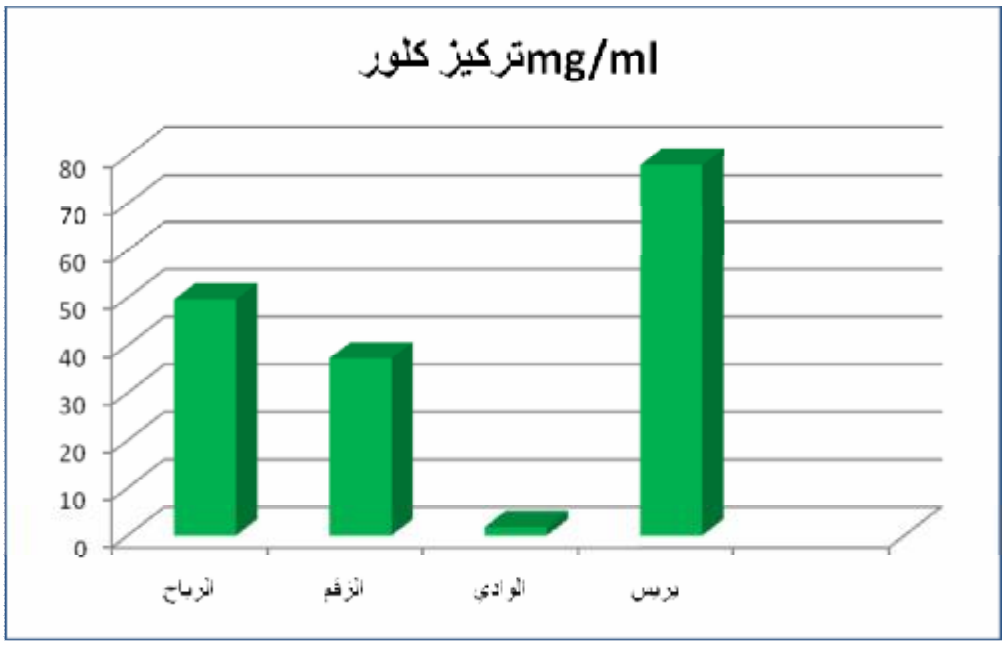
الشكل 10 : تمثيل بياني لقياس الناقلية للماء الشرب لبعض مناطق ولاية الوادي

تركيز كلور mg/ml:

نلاحظ من خلال النتائج المتحصل عليها أن نسبة تركيز كلور مياه منطقة الرباح اكبر من مياه منطقة الزقم تليها مياه منطقة الوادي ثم الماء التجاري ,بالنسبة لماء منطقة الوادي قلة تركيز الكلور فيه عن باقي المناطق يرجع إلى المصدر وهو منبع ساخن نتيجة تبخر الكلور لأنه من الشوارد المؤقتة .

ملاحظة :

وجود الـــ Cl بنسبة عالية جدا ، مقارنة بمعايير منظمة الصحة العالمية OMS والمعايير المؤقتة الجزائرية و هذا راجع إلى الماء المقطر المحضر من طرف المخبر الجامعي لأن الماء المستخدم غني بالأملاح الكلسية .



الشكل 11 : تمثيل بياني لقياس تركيز كلور للماء الشرب لبعض مناطق ولاية الوادي

1- خريطة التحاليل (Méthode de la gamme d'analyse) :

1-1 تقديم الطريقة :

من اجل القيام بالتحاليل المخبرية علينا أن نتبع طريقة مبنية على منهجية وهي في غالب الأحيان تكون على الشكل نص أدبي يتطلب منا وقت وجهد كبيرين لإتباع خطوات العمل والوصول إلى خطوات العمل والوصول إلى النتيجة والتي يمكن أن تكون في نهاية التحليل بعيدة جدا عن القيمة الحقيقية . حتى نكتشف الأخطاء المرتكبة أثناء التحليل على المجرب أن يعود إلى خطوات العمل ويتمعن في كل خطوة وهذا ربما ليس بالشيء السهل , فكرنا إذن في اختيار بعض طرق التحليل وتنظيمها وفق منهجية جديدة والتي سميناها "خريطة التحاليل " تمكن هذه الطريقة من :

1 - تحديد خطوات العمل .

2 - ترقيم الخريطة ويمكننا من تحديد عدد خطوات العمل وبالتالي الزمن اللازم لكل تحليل .

3 - الأجهزة اللازمة للتحليل .

4 - إتباع الملاحظات الأساسية لكل تحليل وخاصة التي تتعلق بسلامتنا .

1-2 قراءة الخريطة : يتم العمل بمخطط التحاليل كما يلي :

- **البداية** :الخانة الأولى من الخريطة التي تمثل اسم العنصر المراد تحليله .

- **عمود الخريطة** :هو العمود التي تتصل إليه جميع الخانات ويحمل مراحل التحليل .

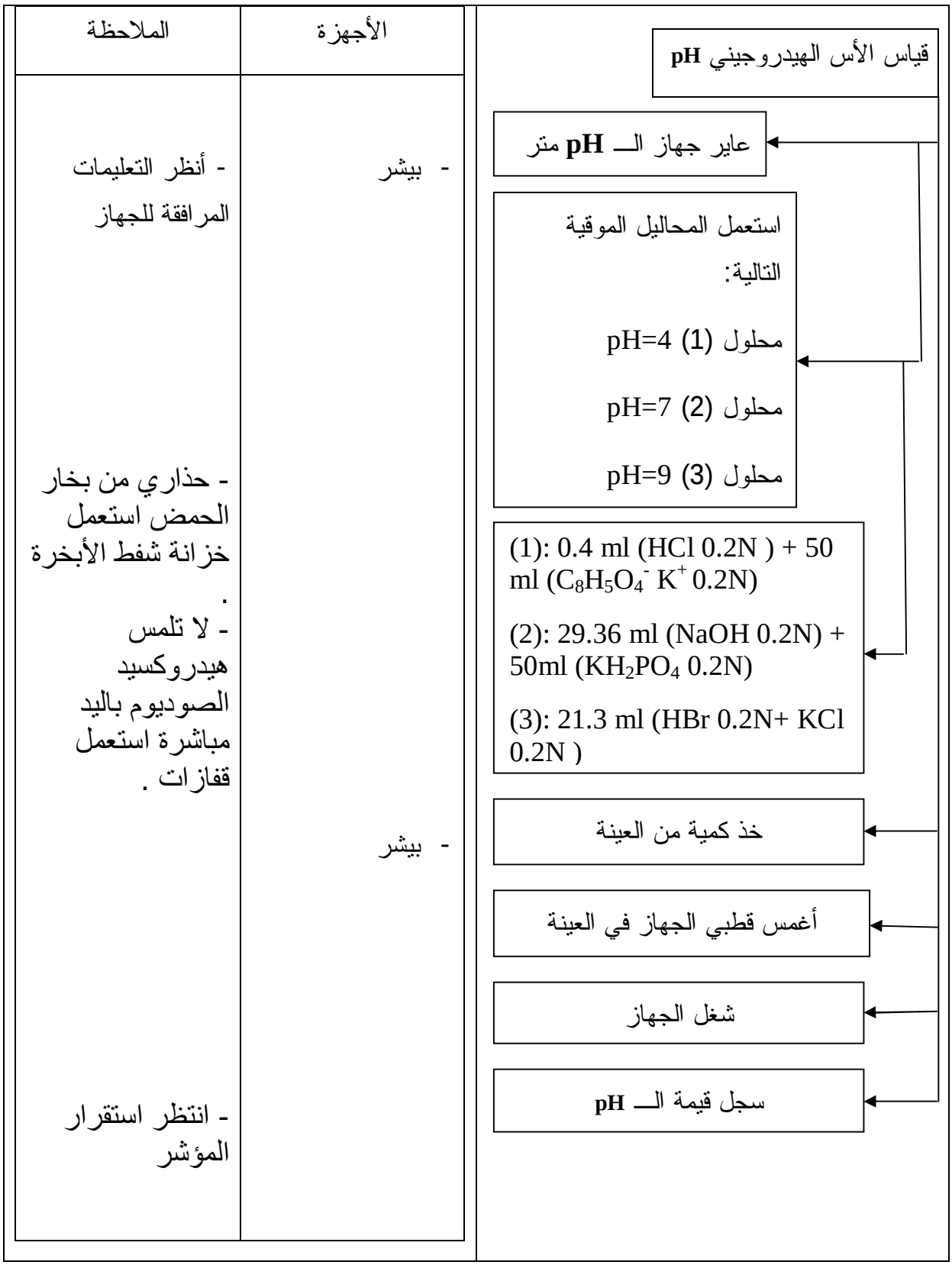
- **النهاية** :الخانة الأخيرة من المخطط تحتوي على جميع العلاقات اللازمة لحساب تركيز العنصر الذي يجرى عليه التحليل .

- **جدول الخريطة** : الجدول المقابل للخريطة يتكون من عمودين , العمود الأول يحتوي على جميع الأجهزة اللازمة لكل مرحلة تحليل , أما العمود الثاني يحتوي على جميع الملاحظات والتنبيهات كالمتعلقة بالأمن والسلامة أثناء التعامل مع المواد الكيميائية .

ملاحظة :

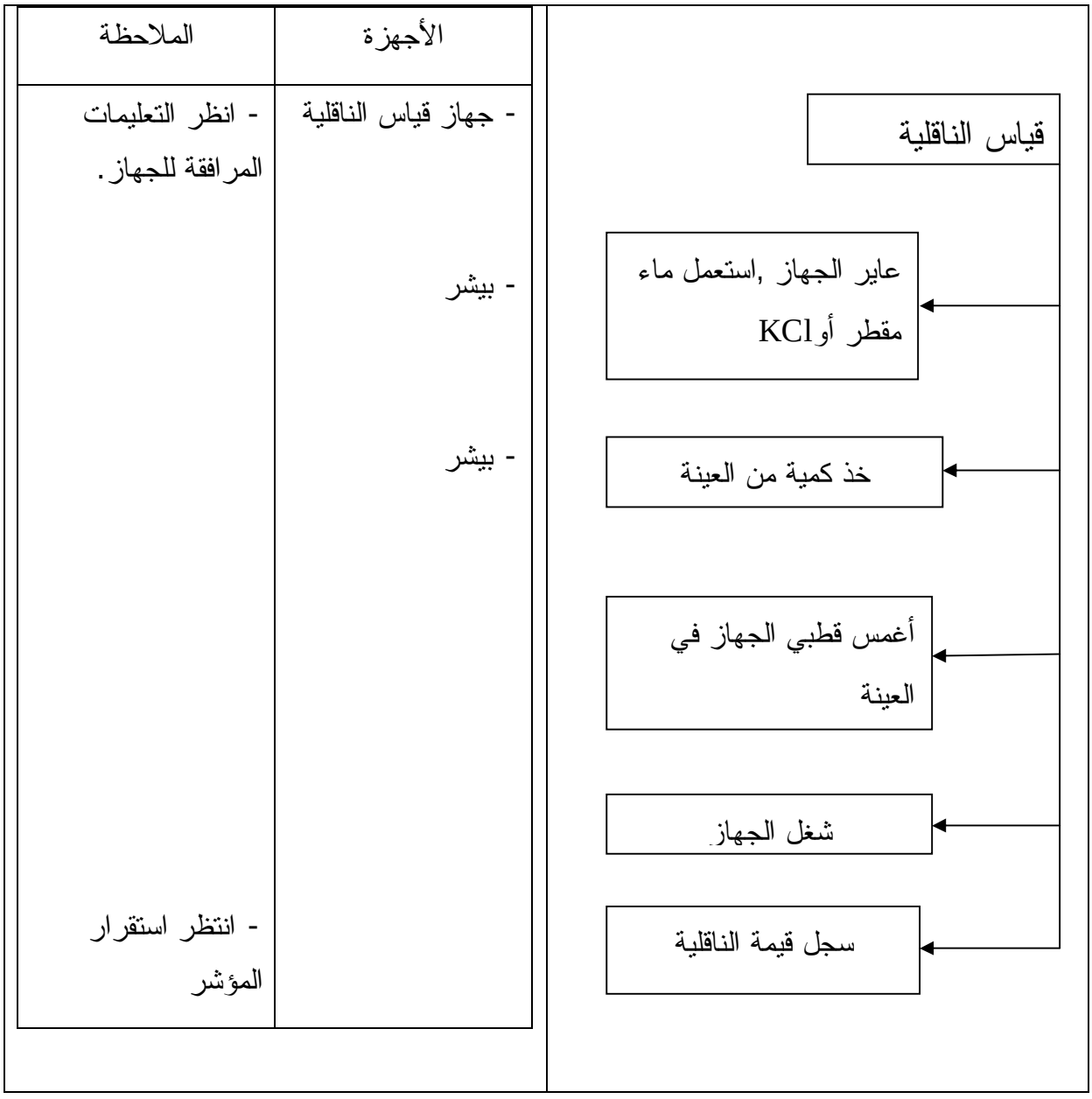
هناك خانات فرعية يجب الانتباه إليها أثناء العمل مثل كيفية تحضير المحاليل اللازمة لكل مرحلة .

- **مخطط قياس الأس الهيدروجيني :**



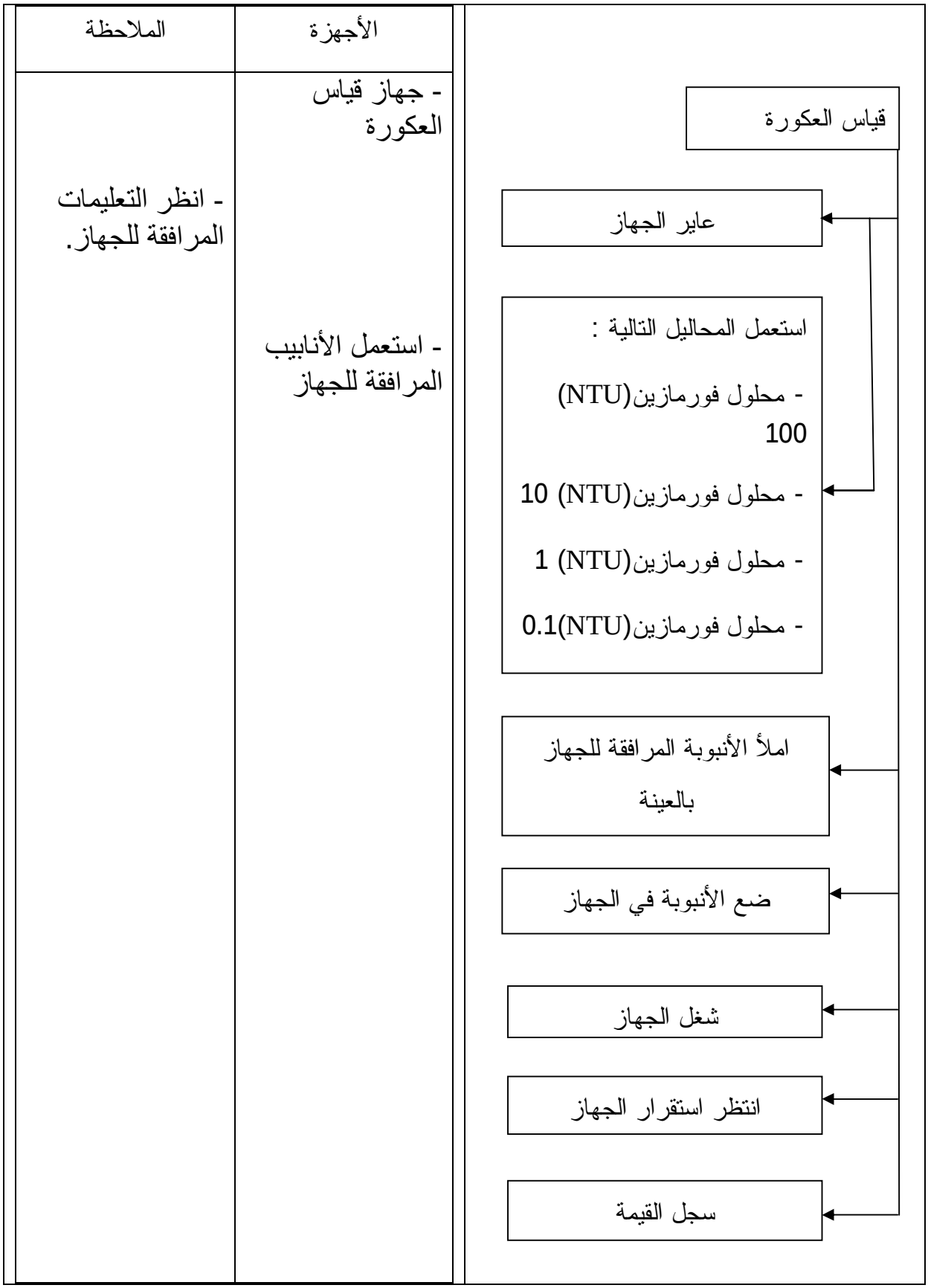
الأجهزة	الملاحظة
- بيشر	- أنظر التعليمات المرافقة للجهاز
	- حذاري من بخار الحمض استعمل خزانة شفط الأبخرة .
	- لا تلمس هيدروكسيد الصوديوم باليد مباشرة استعمل قفازات .
- بيشر	
	- انتظر استقرار المؤشر

- **مخطط قياس الناقلية:**



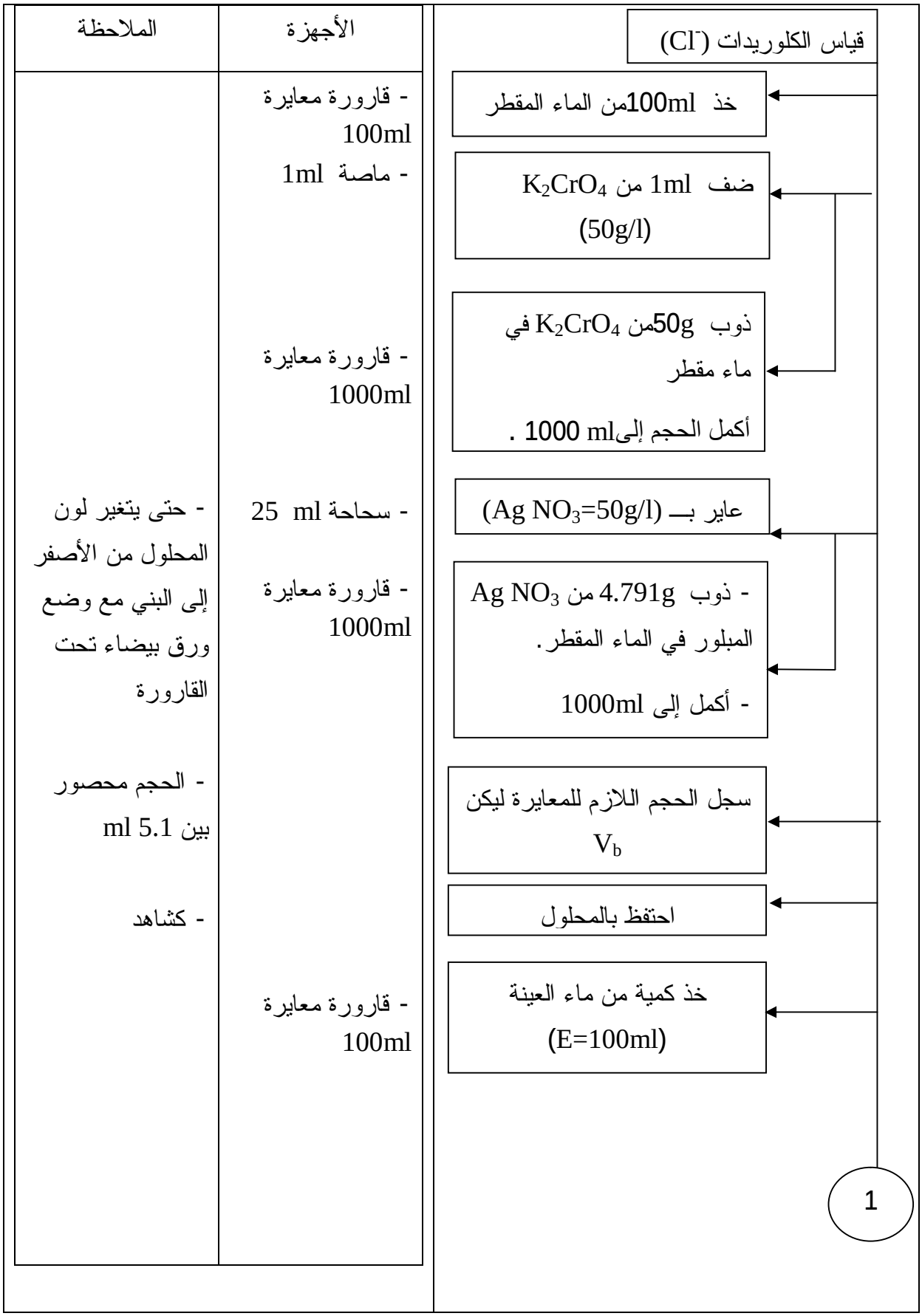
الأجهزة	الملاحظة
- جهاز قياس الناقلية	- انظر التعليمات المرافقة للجهاز.
- بيشر	
- بيشر	
	- انتظر استقرار المؤشر

- **مخطط قياس العكورة :**

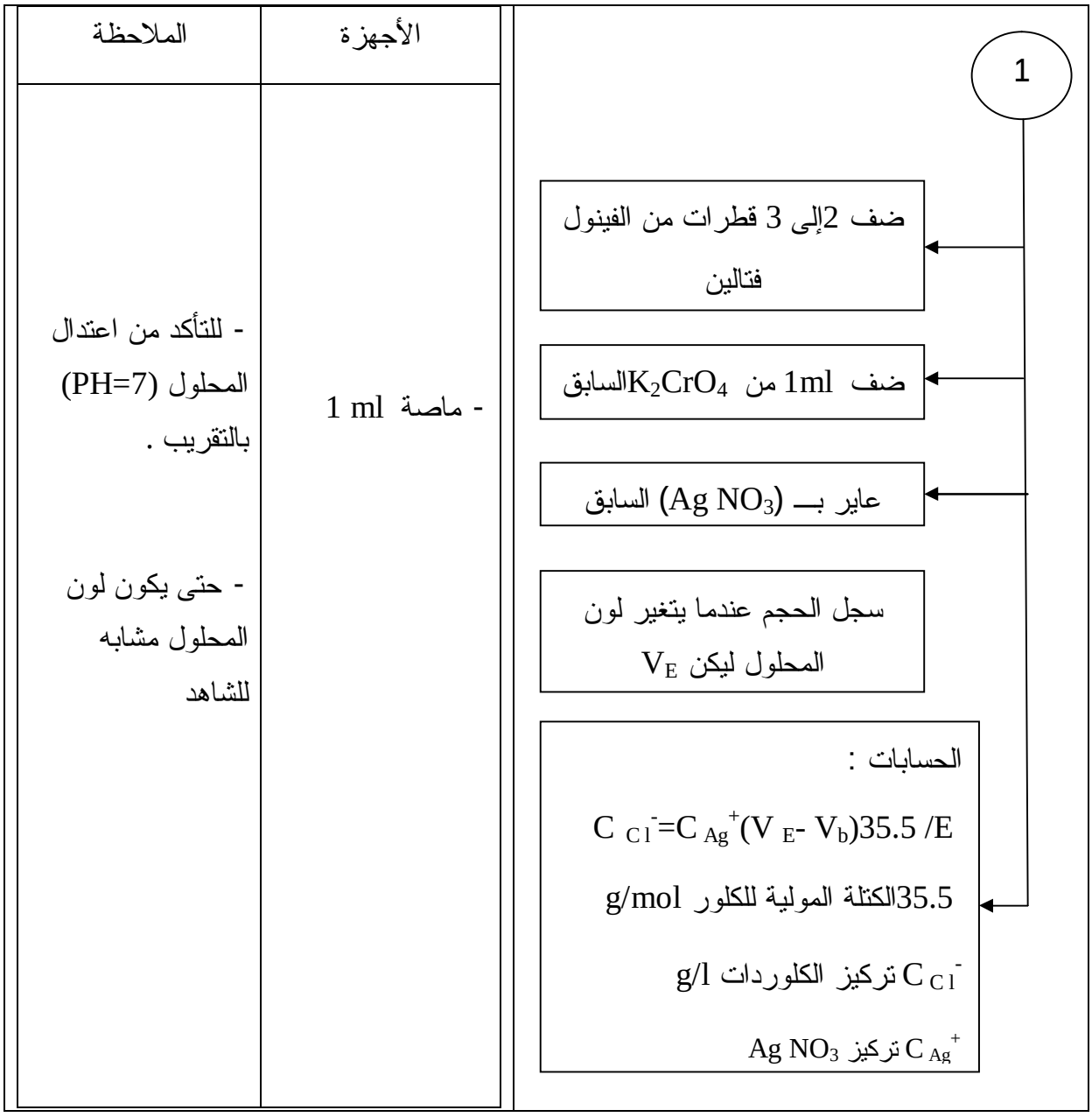


الأجهزة	الملاحظة
- جهاز قياس العكورة - استعمل الأنابيب المرافقة للجهاز	- انظر التعليمات المرافقة للجهاز.

- **مخطط قياس الكلوريدات :**



الأجهزة	الملاحظة
- قارورة معايرة 100ml - ماصة 1ml - قارورة معايرة 1000ml - سحاحة 25 ml - قارورة معايرة 1000ml	- حتى يتغير لون المحلول من الأصفر إلى البني مع وضع ورق بيضاء تحت القارورة - الحجم محصور بين 5.1 ml - كشاهد
- قارورة معايرة 100ml	



الأجهزة	الملاحظة
- ماصة 1 ml	- للتأكد من اعتدال المحلول (PH=7) بالتقريب . - حتى يكون لون المحلول مشابه للشاهد

- مخطط معايرة Ca^{++} :

معايرة Ca^{++}

خذ كمية من العينة

ضع العينة في ارلينة 250ml

ضف 2ml من NaOH 2mol/l

ذوب 20.4g من NaOH في 250ml من الماء المقطر

ضف كمية صغيرة من الميروكسيد (MUREXID)

عاير مباشرة بـــ : EDTA 0.1mol/l

ذوب 3.72g من EDTA في 1000 ml من الماء المقطر

ذوب 3.72g من EDTA في 1000 ml من الماء المقطر

الحسابات :

$C_{Ca^{++}} = (C_{EDTA} . V_{EDTA} / E) . 1000$

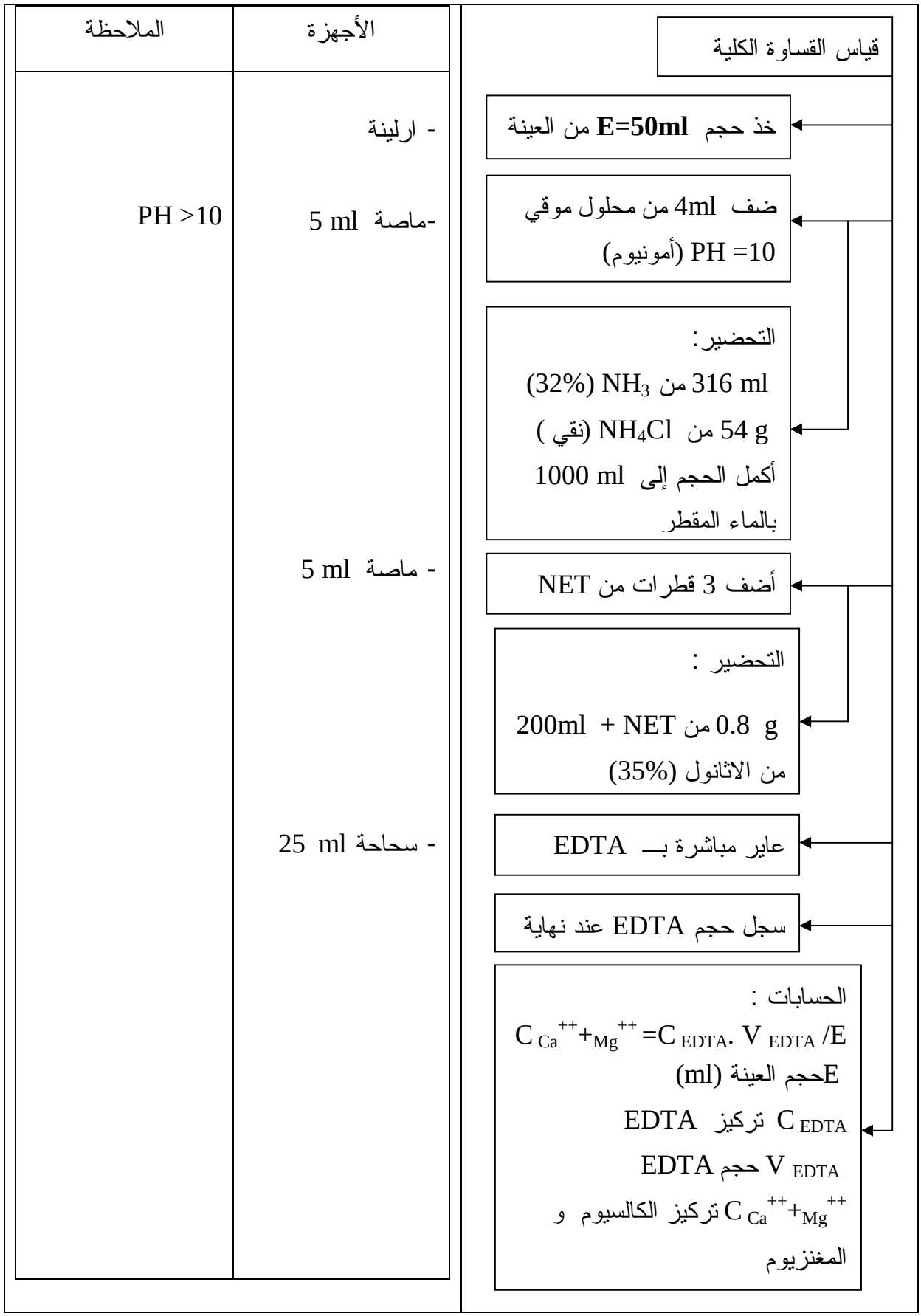
- C_{EDTA} تركيز المولي لـــ EDTA

- V_{EDTA} حجم EDTA المسكوب

- E حجم العينة (ml)

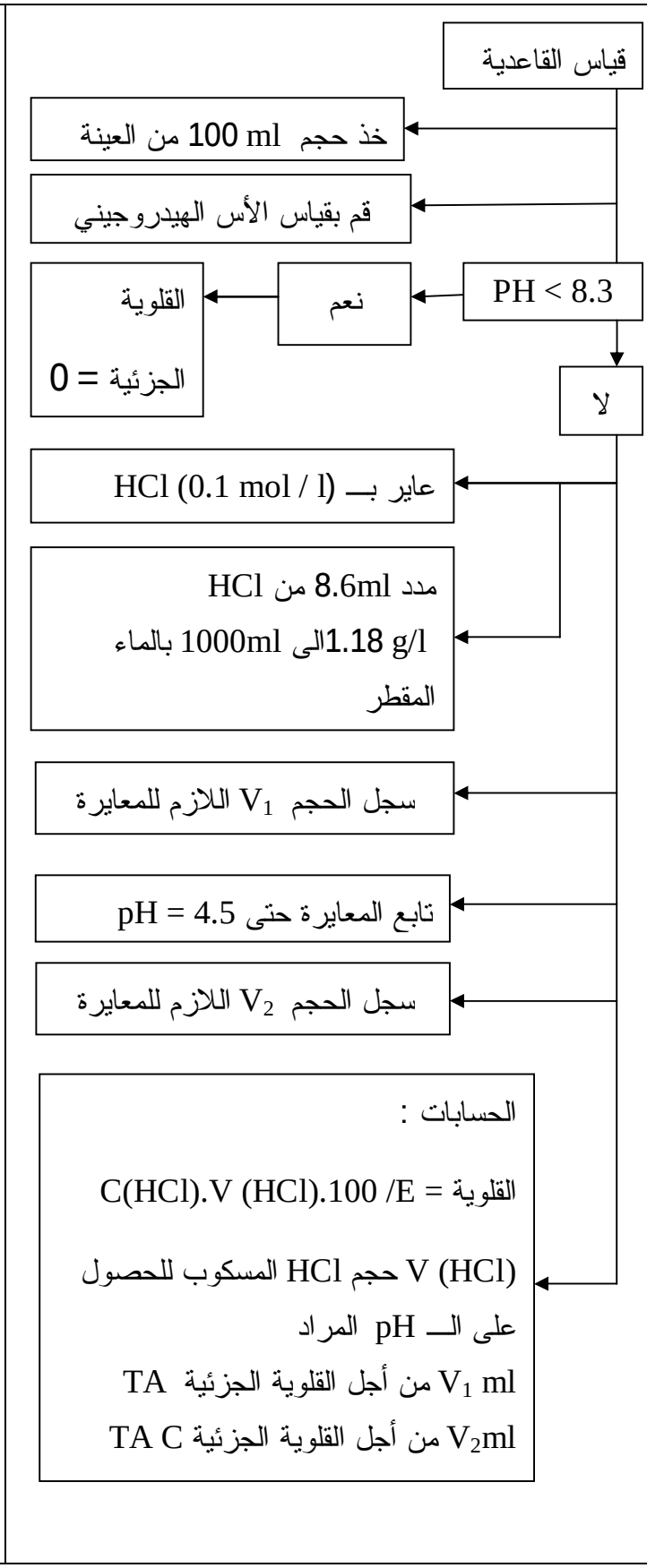
الأجهزة	الملاحظة
- قارورة معايرة 50ml	
- ماصة 2 ml	- حذاري NaOH حارق استعمل قفازات
- قارورة معايرة 250ml	
- ملعقة	
- سحاحة 25 ml	- مع الخلط
- قارورة معايرة 100ml	

- **مخطط قياس القساوة الكلية :**



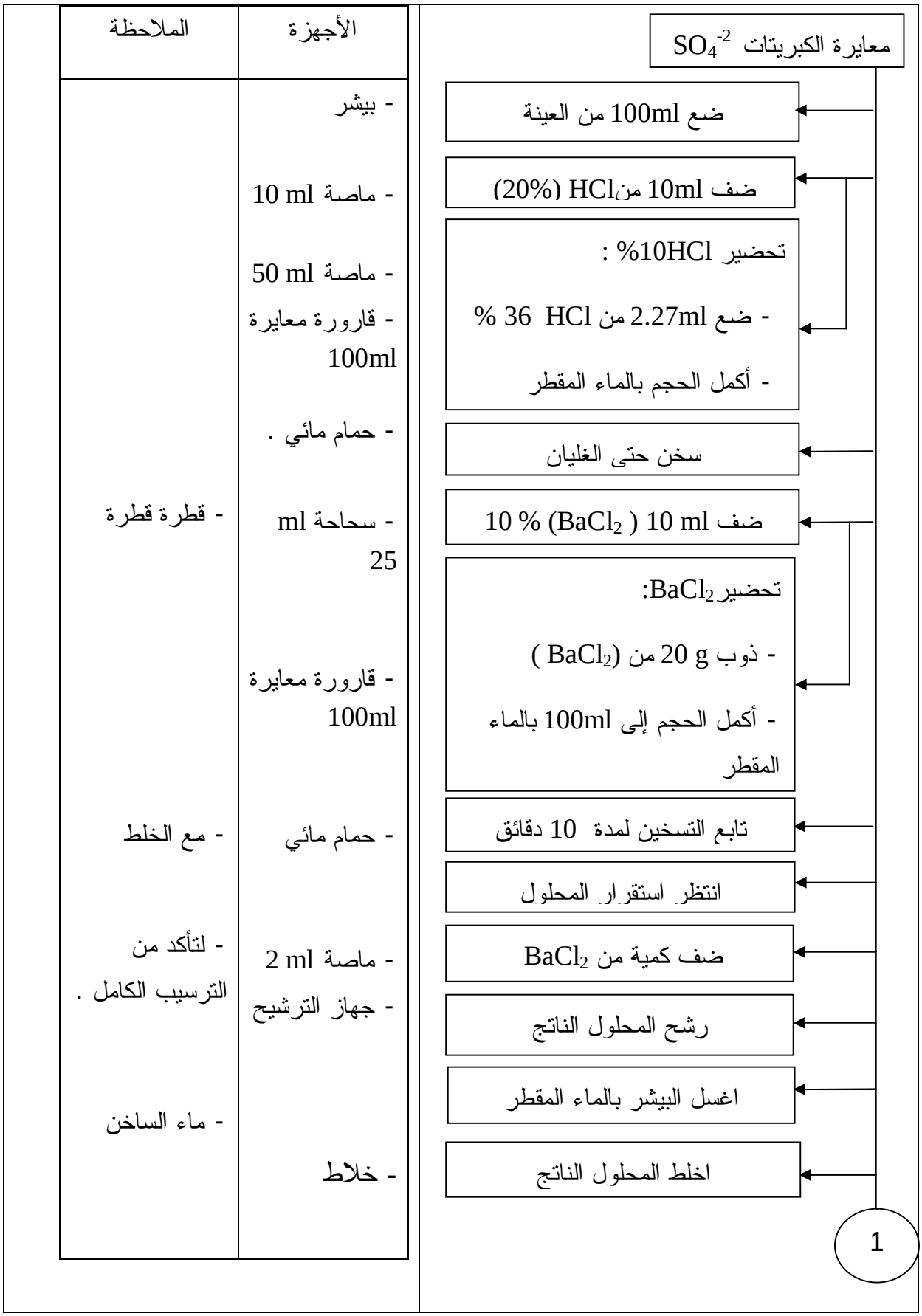
الأجهزة	الملاحظة
- ارلينة	
-ماصة 5 ml	PH >10
- ماصة 5 ml	
- سحاحة 25 ml	

- **مخطط قياس القاعدية :**



الأجهزة	الملاحظة
- قارورة معايرة 100ml - جهاز قياس الـــ PH - سحاحة 25 ml قارورة معايرة 100ml	التعامل مع HCl يكون في خزانة شفط الأبخرة انتظر حوالي 30ثانية للحصول على التوازن

- **مخطط معايرة الكبريتات** :



الأجهزة	الملاحظة
- بيشر - ماصة 10 ml - ماصة 50 ml - قارورة معايرة 100ml - حمام مائي . - سحاحة ml 25 - قارورة معايرة 100ml - حمام مائي - ماصة 2 ml - جهاز الترشيح - ماء الساخن - خلاط	- قطرة قطرة - مع الخلط - لتأكد من الترسيب الكامل .

1

انتظر الترسيب

اغسل الرشاحة بالماء المقطر

ضع الرشاحة في الفرن عند 105°C

ضع الرشاحة الجافة في جفنة

تخلص من بقايا الرشاحة على جدار

احرق ورقة الترشيح

انتظر حتى تبرد الرشاحة

أضف 2 ml من حمض النتريك

بخر الرشاحة

انتظر حتى تبرد الرشاحة

قم بوزن الناتج :

كتلة $BaSO_4$ الناتجة هي M

الحساب :

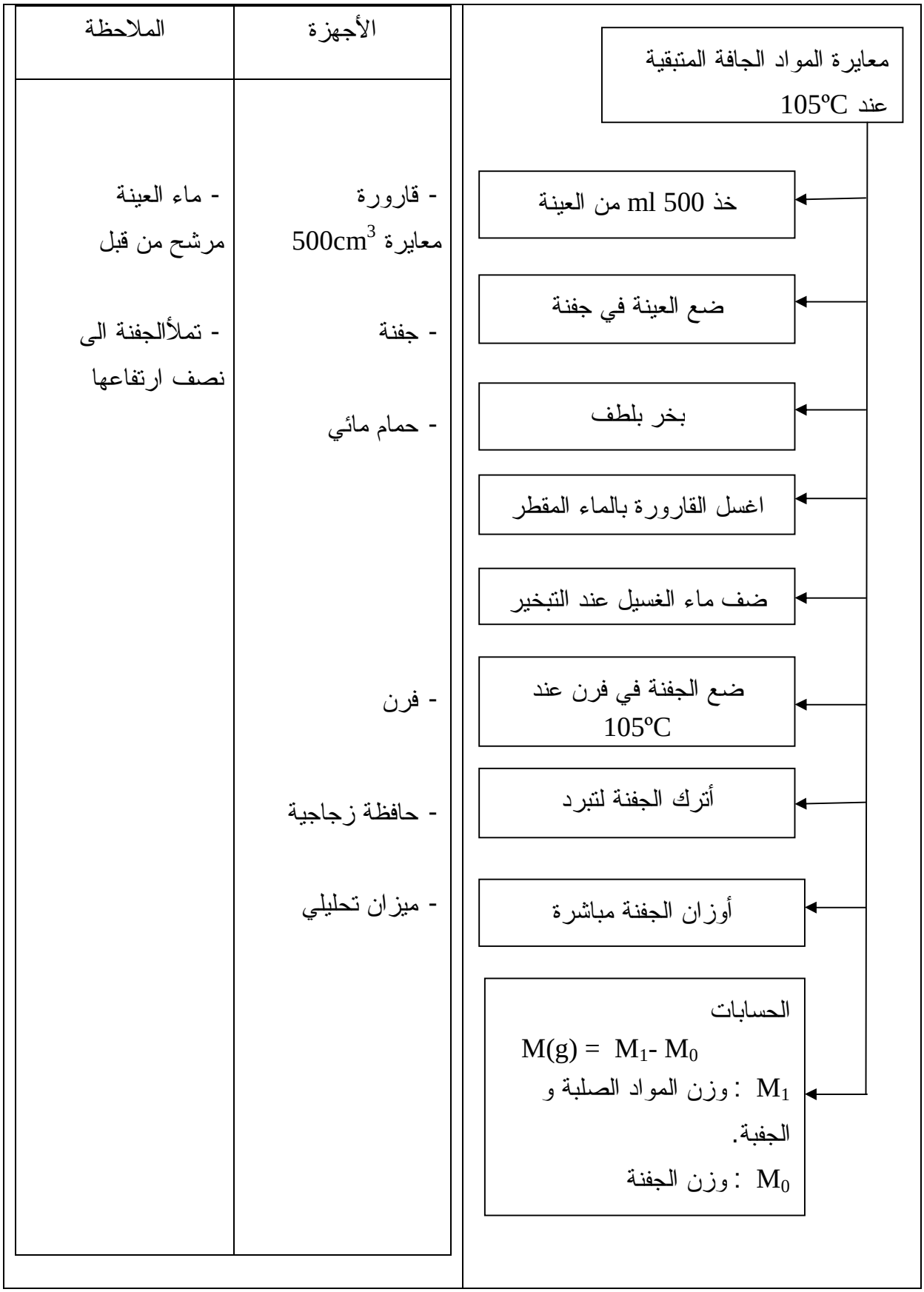
من أجل 100ml من العينة :

$[SO_4^{-2}] = M.10.0,41155$

$[SO_4^{-2}]$ mg/l

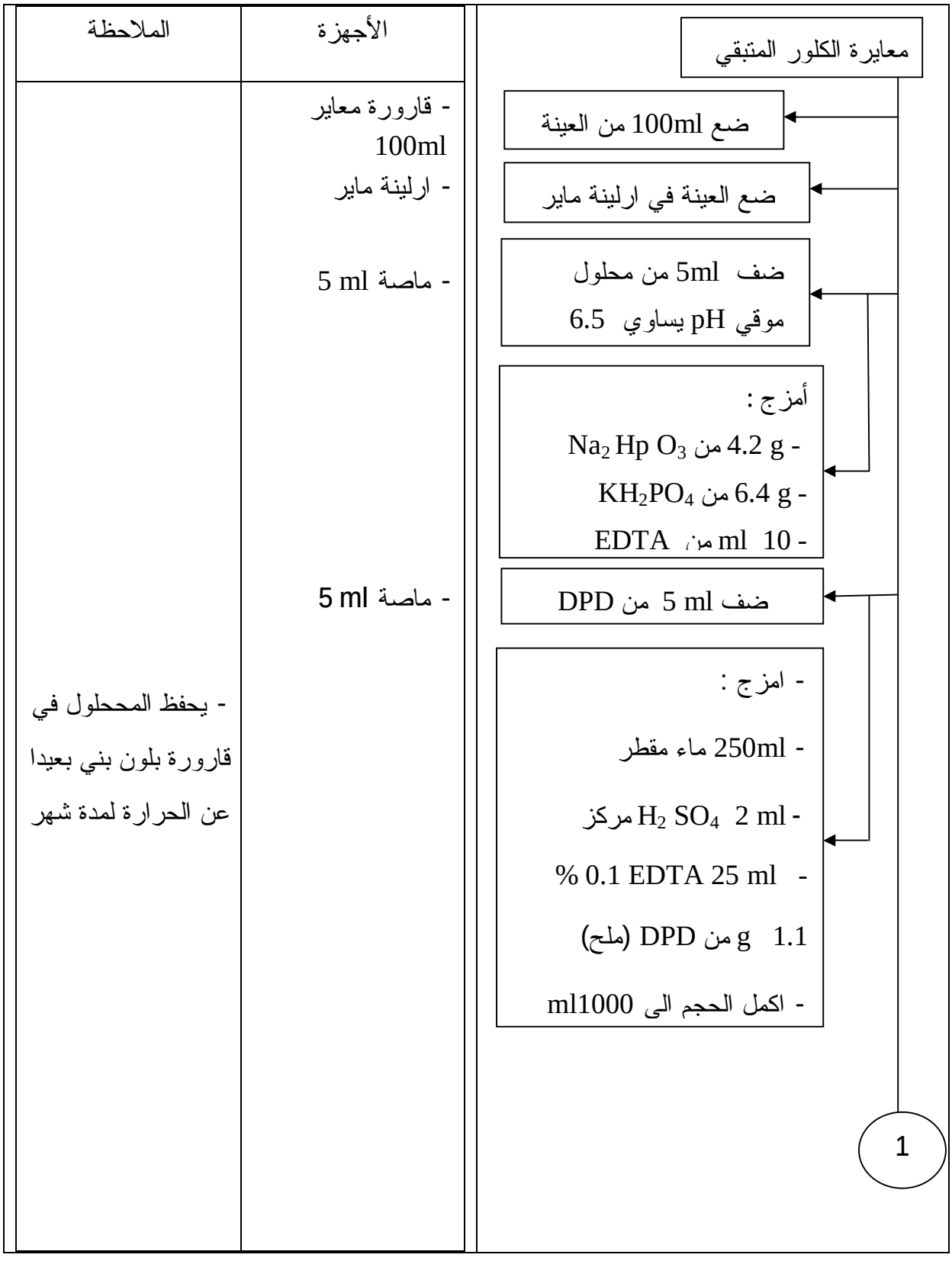
الأجهزة	الملاحظة
- بيشر	- 5 دقائق .
- فرن	- ماء ساخن وهذا حتى لا ينتج راسب بـــ $AgNO_3$ (التخلص من $BaCl_2$ الزائد)
- جفنة من البلاتين	- تكون مسخنة من قبل حتى الاحمرار ثم تبرد في حافظة زجاجية .
- قضيب من البلاستيك	
- مساكة حديدية	- فوق الجفنة
- ماصة 2ml	
- حمام مائي	- التبخير يكون بلطف
- حافظة من الزجاج	
- ميزان	

- **معايرة المواد الجافة المتبقية :**

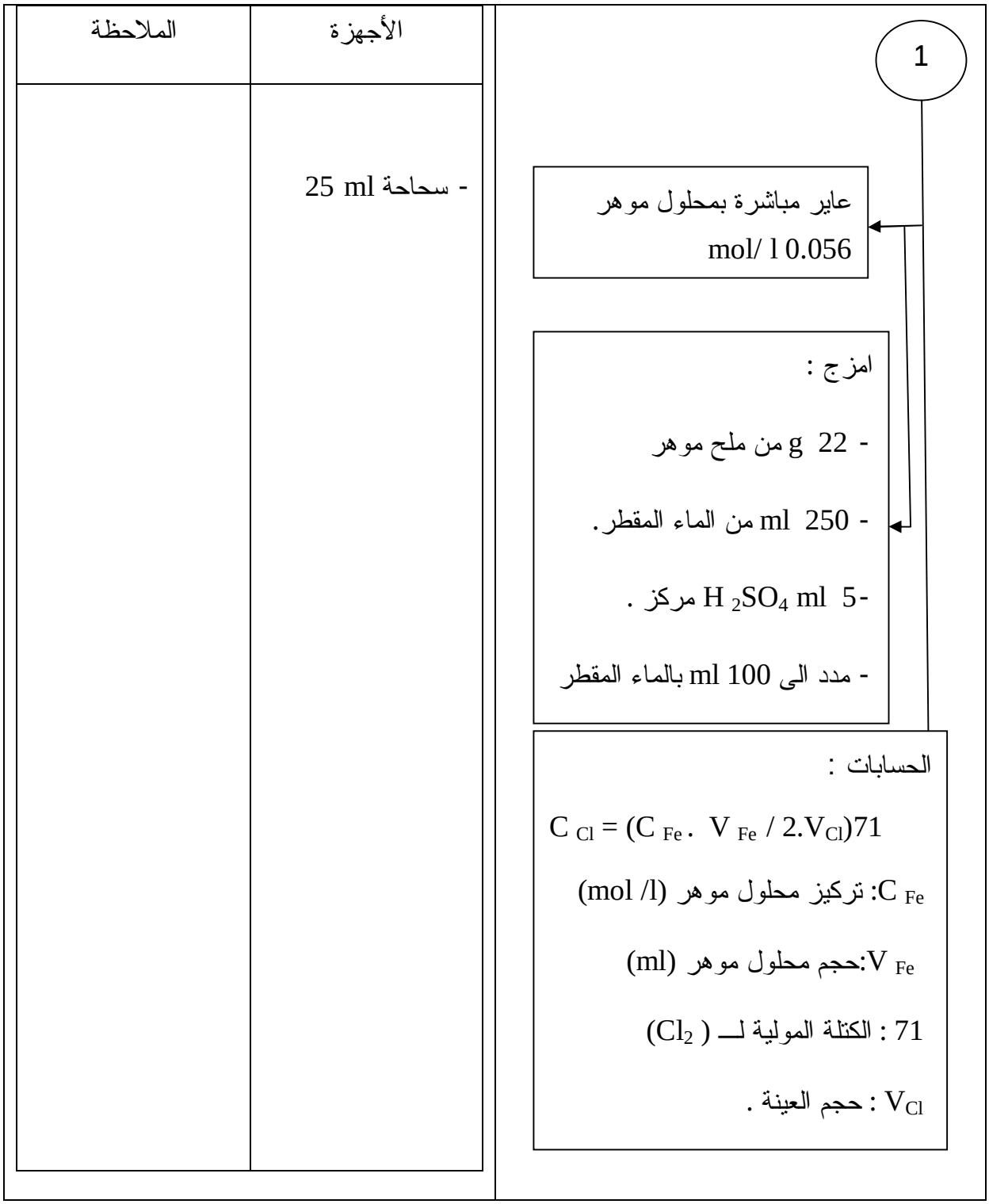


الأجهزة	الملاحظة
- قارورة معايرة $500cm^3$	- ماء العينة مرشح من قبل
- جفنة	- تملأالجفنة الى نصف ارتفاعها
- حمام مائي	
- فرن	
- حافظة زجاجية	
- ميزان تحليلي	

- **معايرة الكلور المتبقي** :



الأجهزة	الملاحظة
- قارورة معاير 100ml - ارلينة ماير - ماصة 5 ml - ماصة 5 ml	- يحفظ المحلول في قارورة بلون بني بعيدا عن الحرارة لمدة شهر



الأجهزة	الملاحظة
- سحاحة 25 ml	

خاتمة

تم في هذا العمل المتواضع تحليل ثلاث عينات من ولاية الوادي حيث أخذت هذه العينـــات من مناطق مختلفة من الولاية و هي على التوالي : منطقة الوادي , منطقة الرباح , منطقة الزقم وكذلك قمنا بتحليل ماء تجاري وفي الأخير تتم مقارنتها ببعضها البعض وبالرغم من الصعوبات التي عارضتنا بسبب عدم توفر بعض المواد والأجهزة في المخبر الجامعي إلا أننـــا بفـــضل الله تعالى وعونه تمكننا من الوصول إلى بعض النتائج المشجعة والتي تحتاج إلى تفحـــص وتأمـــل للعينات المدروسة والتي يمكن مقارنتها فيما بينها لمعرفة أية منهـــا توافـــق للمعـــايير المؤقتـــة الجزائرية (NPA) و معايير المنظمة العالمية للصحة (OMS) وبذلك نكتشف مدى صـــلاحيتها للشرب .

ومن خلال النتائج المتحصل عليها، يبقى هدا الموضوع ناقصا ويتطلب دراسة مـــستقبلية لتحديد صلاحية هذه المياه على وجه شامل باستعمال طرق تحليلية أخرى , حيث أننا وجدناها تنطبق مع المعايير المذكورة سابقا في بعض التحاليل ولا تنطبق في بعضها الآخر و الأقـــرب للمعايير الجزائرية و العالمية هي المياه الموجهة لبلدية الوادي .

المراجع

[1]المهندسة سحر أمين كاتوت , علم المياه 2008

[2] ت . سعيد , م تطبيقات في طرائق تحليل المياه 2007

[3] الأستاذ الدكتور ماهر جورجى نسيم ــ تحليل وتقويم جودة المياه–كلية الزراعة –سابا باشا – جامعة الإسكندرية منشأة المعارف –جلال حزى و شركاه 2008

[4] طرق تحليل المياه الدكتور نصر الحايك ديوان المطبوعات الجامعية 1989 الجزائر

[5] ع. نصيرة , ك أسامة , ب.ح. خولة معالجة المياه المستعملة بطريقة الأحواض المهوئة للمحطة رقم 01 بكوينين – 2010/2009 .

[6] (أس .اتش .شيندر , موارد المياه , موسوعة المناخ و الطقس , مطبعة جامعة أكسفورد , نيويورك ,المجلد2

[7] ت . أيوب , ح . الحبيب ,الدراسة الفيزيوكيميائية للمياه الصالحة للشرب بمدينة قمار 2009/2010

[8] http://www.almym.com/vb/showthread.php?t= 3112504/04/2012

[9] http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclearabic.html - oceans2012/03/08

[10] http://www.syriaflash.com/vb/showthread.php?t=421708/03/2012

[11]http://www.brooonzyah.net/vb/t64949.htm 2012/03/08

[12] http://earth104.tripod.com/waters.htm 2012/03/08

[13]http://forum.toleen.com/t147242.html2012/03/08

[14] ms-online.ibda3.org/t4896-topic2012/03/08

قائمة الجداول و الأشكال

الجداول

الجدول01:توزيع المياه في الأرض

الجدول 02 : المعايير الإرشادية لجودة مياه الشرب الصادرة عن منظمة الصحة العالمية (WHO) سنة 1988.

جدول 03: بعض المعايير الدولية لجودة الماء الصالح للشرب .

جدول04 : قيم تحاليل مياه الشرب و القيم القياسية العالمية و الجزائرية .

الأشكال

الشكل 01: جزيئة الماء .

الشكل 02: دورة المياه في الطبيعة .

الشكل 03: بعض الخزانات الجوفية .

الشكل04 : طريقة تشكل المياه الحوفية .

الشكل 05: (المياه تحت السطح) تحت السطحية .

الشكل 06: نطاق التشبع .

الشكل 07 : أحد التقديرات للتوزيع العالمي للماء .

الشكل 08: الأس الهيدروجيني pH .

الشكل 09: تمثيل بياني لقياس القساوة الكلية للماء الشرب لبعض مناطق ولاية الوادي .

الشكل 10 : تمثيل بياني لقياس الناقلية للماء الشرب لبعض مناطق ولاية الوادي .

الشكل 11 : تمثيل بياني لقياس تركيز كلور للماء الشرب لبعض مناطق ولاية الوادي .