



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



ر :  
ر : س :

مذكرة تخرج لنيل شهادة

## ليسانس أكاديمي

مجال : علوم المادة

فرع : علوم المادة

تخصص: كيمياء عضوية

من إعداد:

- دردوري منى

- عسيلة نورة

الموضوع

دراسة و مقارنة للأيونات الغالبة بين منبعي ماء ساخن  
و الآخر بارد

سلمت يوم : 05 / 06 / 2012

رئيس  
مؤطر  
مناقش

الأستاذة :  
بن فرج الله السعيد  
زيدان محمد  
منصر سهيلة

الموسم الجامعي 2011 / 2012

## شكر و عرفان

الشكر لله عز و جل الذي زيننا بزينة الإسلام و أكرمنا بالعقل و أنار لنا طريق العلم و المعرفة و هداانا ووفقنا لإنجاز هذا العمل .

إنه لمن دواعي سرورنا أن نتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف زيدان محمد الذي كان عوناً لنا في بحثنا هذا و نورا يضيء الظلمة التي كانت تقف في طريقنا و كذلك الأستاذ الفاضل عطية جمال الذي كان خير قبس استنرنا به و خير مرشد اهتدينا به بما قدمه لنا من معلوماته القيمة و نصائحه النيرة و الشكر موصول إلى كافة الأساتذة الكرام و الإداريين و كل من ساعدنا من قريب و بعيد و خاصة حنان عقون , مريم دية , لطيفة غندير مبروك و كل زملاء الدراسة .

و نتقدم بالشكر إلى مؤسسة الجزائرية للمياه بالوادي على حسن استقبالهم لنا و خاصة صفاء قابوسة .

كما نتقدم بشكرنا الخالص إلى اللجنة المناقشة على منحهم لنا جزءاً من وقتهم الثمين لمناقشة هذه المذكرة .

هذا و نسال الله في علاه أن يبارك في جهدنا و يوفقنا لما يحب و يرضى و المزيد من النجاحات .. آمين يا رب العالمين.. و آخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين .

## قائمة الأشكال

### الصفحة

- الشكل ( 1 - I ) : التركيب الجزيئي للماء ..... 4
- الشكل ( 2 - I ) : مخطط توضيحي لدورة الماء في الطبيعة ..... 6
- الشكل ( 3 - I ) : مقطع هيدرولوجي للصحراء المنخفضة ( جنوب - شمال ) ..... 9
- الشكل ( 4 - I ) : توزيع مياه الأرض ..... 14
- الشكل ( 5 - IV ) : منحنى البوتاسيوم الشاهد ..... 41
- الشكل ( 6 - IV ) : المنحنى الشاهد للصوديوم ..... 42

## قائمة الجداول

### الصفحة

- الجدول ( 1 - I ) : يمثل طبقات الماء ..... 7
- الجدول ( 2 - I ) : مصادر المياه ..... 11
- الجدول ( 3 - I ) : الخصائص العامة للماء ..... 13
- الجدول ( 4 - I ) : توزيع المياه في الأرض ..... 15
- الجدول ( 5 - II ) : يمثل المعايير الدولية , الأوروبية و الفرنسية لمياه الشرب ..... 25
- الجدول ( 6 - III ) : الأجهزة و الأدوات و المواد المستعملة في قياس تراكيز الأيونات الموجبة .... 30
- الجدول ( 7 - III ) : الأجهزة و الأدوات و المواد المستعملة في قياس تراكيز الأيونات السالبة ..... 34
- الجدول ( 8 - IV ) : يمثل قياس الكثافة الضوئية بدلالة تراكيز البوتاسيوم ..... 41
- الجدول ( 9 - IV ) : يمثل قياس الكثافة الضوئية بدلالة تراكيز الصوديوم ..... 42
- الجدول ( 10 - IV ) : ملخص النتائج المتحصل عليها عمليا لتراكيز الأيونات الغالبة في عينات الماء و هذا بالنسبة للماء البارد و الساخن ..... 45

## الفهرس

الفهرس

رموز

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

مقدمة عامة

### الجزء النظري

#### الفصل الأول : عموميات حول الماء

1	.....	مقدمة
2	.....	I-1- مفهوم الماء
3	.....	I-2- التركيب الجزيئي للماء
4	.....	I-3- صفات الماء
4	.....	I-4- أهمية الماء
5	.....	I-5- أنواع الماء
5	.....	I-5-1- المياه الفوارة
5	.....	I-5-2- مياه غنية بالفيتامينات
5	.....	I-5-3- مياه الينابيع
5	.....	I-5-4- مياه مطهرة
5	.....	I-5-5- مياه غنية بالأكسجين
5	.....	I-5-6- مياه معدنية طبيعية
5	.....	I-5-7- المياه ذات النكهة
5	.....	I-5-8- مياه مقطرة
5	.....	I-5-9- مياه شبه قلوية أيونية
5	.....	I-6- دورة الماء في الطبيعة
7	.....	I-7- طبقات الماء
7	.....	I-7-1- الدراسة الجيولوجية
8	.....	I-7-2- البيانات الهيدرولوجية
8	.....	I-7-2-1- أنواع الطبقات
9	.....	I-7-2-2- أنواع الآبار في المنطقة

9	..... I -7 -2 -2 -1 آبار محسنة
9	..... I -7 -2 -2 -2 آبار متوسطة
10	..... I -7 -2 -2 -3 آبار عميقة
10	..... I -8 - مصادر المياه
10	..... I -8 -1 المياه السطحية
10	..... I -8 -2 المياه الجوفية
11	..... I -9 - خصائص الماء
11	..... I -9 -1 الخصائص الفيزيائية
12	..... I -9 -2 الخصائص الكيميائية
13	..... I -9 -3 الخصائص العامة للماء
14	..... I -10 - كيفية توزيع الماء في الطبيعة
14	..... I -10 -1 مياه سطحية
14	..... I -10 -2 مياه جوفية
16	..... I -11 - حالات الماء
16	..... I -11 -1 الحالة الصلبة
16	..... I -11 -2 الحالة السائلة
16	..... I -11 -3 الحالة الغازية
16	..... I -12 - تصنيف المياه
16	..... I -12 -1 المياه الصالحة للاستعمال
16	..... I -12 -2 المياه الملوثة تلوثا طبيعيا
17	..... I -12 -3 المياه الملوثة
17	..... I -13 - كيفية حفظ الماء على سطح الأرض
<b>الفصل الثاني : الأيونات الموجودة في الماء</b>	
19	..... II -1 - تعريف الأيونات الموجودة في الماء
19	..... II -2 - أنواع الأيونات الموجودة في الماء
19	..... II -3 - مصادر الأيونات الموجودة في الماء
20	..... II -4 - فوائد العناصر الموجودة في الماء
20	..... II -4 -1 قيمة pH الحامضية

20	..... II-4-2 الكالسيوم
20	..... II-4-3 المغنيزيوم
21	..... II-4-4 البوتاسيوم
22	..... II-4-5 الصوديوم
23	..... II-4-6 الكلوريد
23	..... II-4-7 النترات
23	..... II-4-8 البيكربونات
23	..... II-4-9 الحديد
24	..... II-4-10 الفلور
24	..... II-4-11 السلفات
24	..... II-4-12 الفوسفور غير العضوي
25	..... II-5- المعايير الدولية و الأوروبية لمياه الشرب

## الجزء العملي

### الفصل الثالث : أجهزة و طرق

28	..... مقدمة
29	..... III-1- طرق أخذ و حفظ العينات
29	..... III-2- تحليل الماء
29	..... III-2-1 قياس ال pH
30	..... III-2-2 تعيين الأيونات الغالبة في الماء
30	..... III-2-2-1 تعيين تراكيز الأيونات الموجبة
31	..... III-2-2-1-1 معايرة أيوني الكالسيوم و المغنيزيوم
31	..... III-2-2-1-2 معايرة أيوني الكالسيوم و المغنيزيوم معا
31	..... III-2-2-1-2 معايرة أيونات الكالسيوم فقط
32	..... III-2-2-1-3 معايرة أيونات المغنيزيوم
33	..... III-2-2-1-2 معايرة أيونات البوتاسيوم
33	..... III-2-2-1-3 معايرة أيونات الصوديوم
34	..... III-2-2-2 تعيين تراكيز الأيونات السالبة
35	..... III-2-2-2-1 معايرة أيونات الكلوريد
36	..... III-2-2-2-2 معايرة أيونات الكبريتات

36	..... III-2-2-2-3 معايرة أيونات النترات
37	..... III-2-2-2 معايرة TA و TAC
<b>الفصل الرابع : نتائج و مناقشة</b>	
40	..... IV-1-1 نتائج الأيونات الغالبة لمنبعي الماء
40	..... IV-1-1-1 تحديد ال pH الحامضية
40	..... IV-1-2-1 تحديد تركيز أيونات الكالسيوم
40	..... IV-1-3-1 تحديد تركيز أيونات المغنيزيوم
41	..... IV-1-4-1 تحديد تركيز البوتاسيوم
42	..... IV-1-5-1 تحديد تركيز الصوديوم
43	..... IV-1-6-1 تحديد تركيز الكلوريد
43	..... IV-1-7-1 تحديد تركيز الكبريتات
43	..... IV-1-8-1 تحديد تركيز النترات
44	..... IV-1-9-1 تحديد تركيز TA و TAC
44	..... IV-1-9-1-1 بالنسبة ل TA
44	..... IV-1-9-2-1 بالنسبة ل TAC
45	..... IV-2 مناقشة النتائج

ملحق

قائمة المراجع

## مقدمة عامة

لما خلق الله سبحانه و تعالى الأرض و السماء و أراد أن يخلق الإنسان خلق له الماء الذي فيه قوام حياته و حياة من حوله قال الله سبحانه و تعالى في سورة الأنبياء الآية 29 : { و جعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون }

والماء هو مادة الحياة و إكسيراها السحري الذي بدونه لاستحالت الحياة على سطح هذا الكوكب , و لقد عرّف العلماء الحياة على أنها نشاط دائم يلعب فيه الماء دورًا هامًا و الذي تزداد أهميته يوما بعد يوم . إن الماء لا يعد فقط أكثر المواد وجودا على سطح الأرض , بل يعد كذلك أكثرها غرابة إذ لا تستطيع أي مادة على سطح الأرض أن تحل محل الماء أو تقوم بدوره , كما لا توجد أي مادة معروفة حتى الآن لها خصائص مشابهة للماء , فالماء هو استثناء لكثير من قوانين الطبيعة و ذلك لخصائصه الفريدة الضرورية للحياة . لذلك سنحاول من خلال هذا الموضوع التطرق إلى " دراسة و مقارنة للأيونات الغالبة بين منبعي ماء بارد و الآخر ساخن " و قد قسمنا عملنا هذا إلى جزئين جزء نظري اشتمل على فصلين هما :

\* الفصل الأول الذي يحمل عنوان " عموميات حول الماء " حيث يتضمن مفهوم الماء , التركيب الجزيئي له صفاته و أهميته و أنواعه , و كذلك دورة الماء في الطبيعة , طبقاته , مصادره و خصائصه و كيفية توزيعه في الطبيعة , حالات تواجه , تصنيفه و كيفية حفظه على سطح الأرض .

\* الفصل الثاني الذي يحمل عنوان " الأيونات الموجودة في الماء " و يتضمن تعريف الأيونات الموجودة في الماء و أنواعها و مصادرها و فوائدها .

أما الجزء العملي فقد اشتمل على فصلين هما :

\* الفصل الثالث الذي يحمل عنوان " أجهزة و طرق " و يتضمن طرق أخذ و حفظ العينات و تحليل الماء و بعض معايير الأيونات الموجودة في الماء .

\* و أخيرًا ختم الموضوع بالفصل الرابع الذي يحمل عنوان " نتائج و مناقشة " و يتضمن النتائج المتحصل عليها عمليا و مناقشتها و مقارنتها بالمعايير العالمية .



## ملخص

من خلال دراستنا للخواص الفيزيوكيميائية لمنبعي ماء ساخن والآخر بارد بمنطقة الوادي حي اسهداء تبين لنا أن كليهما يحتوي على فائض يتجاوز معايير منظمة الصحة العالمية مع قساوة إجمالية مفرطة . وبمقارنة خصائص المنبعين تبين لنا بعد الدراسة أن الماء البارد أكثر قساوة من الماء الساخن ويعود ذلك لوجود طبقات كلسية لمنبع الماء البارد أكثر انحلالا من الطبقة الأخرى . ونظرا لكون هذه المياه المصدر الوحيد للاستهلاك البشري ،يجب التقليل من قساوتها المفرطة بطرق اقتصادية . وفي الأخير نتمنى أن يتواصل هذا العمل على مياه مناطق أخرى من الجنوب الشرقي التي يشتمل أغلبها على قساوة مفرطة .

## Résumé

Grâce à notre étude des propriétés physico-chimiques de l'eau chaude Menbaa et l'autre région froide du territoire de la vallée des martyrs, nous avons trouvé que les deux ont duréte totale aiguée .

En comparant les propriétés de Almenbaan après l'étude nous montre que la plus sévère de que l'eau froide est plus dure que l'eau chaude en raison de la présence de couches de calcaire à la source d'eau Albarj Anhlala plus de l'autre couche .

En raison du fait que la seule source de cette eau pour la consommation humaine ,il devrait réduire la duréte d'une façon économique .

Enfin , nous espérons poursuivre ce travail sur les eaux d'autres régions du sud-est qui comprend la plupart des duréte aiguées .

## مقدمة

يعتبر الماء ضرورة من ضروريات الحياة وهو المصدر الأساسي لبقاء و استمرارية الكائنات الحية فهو من النعم التي أنعم الله بها على خلقه. إذ لا تستطيع أي مادة أخرى أن تحل محله نظرا لما يتميز به من خصائص فريدة تجعل منه المادة الأساسية للحياة .

لذلك سنحاول من خلال هذا الجزء التطرق إلى لمحة عامة عن الماء و الذي يضم :

\* الفصل الأول بعنوان " عموميات حول الماء " و يضم تحته مفهوم الماء , تركيبه الجزيئي صفاته , أهميته أنواعه , دورة الماء في الطبيعة , طبقاته , مصادره , خصائصه , كيفية توزيعه في الطبيعة حالاته , تصنيفه و كيفية حفظه على سطح الأرض .

\* الفصل الثاني بعنوان " الأيونات الموجودة في الماء " و يحتوي على تعريف الأيونات الموجودة في الماء و أنواعها و مصادرها و فوائدها .

## I - عموميات حول الماء

يعتبر الماء من العوامل الأساسية لبقاء الكائن الحي على هذه الأرض و هو من النعم العظيمة التي وهبها الله سبحانه و تعالى للإنسان ,حيث يغطي ثلاث أرباع الكرة الأرضية ,و يملأ البحار و المحيطات و الأنهار و يوجد في الهواء وباطن الأرض فهو يتم استهلاكه في جميع مجالات الحياة من شرب و ري و صناعة ... ونظرا لأهميته سنتطرق إلى :

### I - 1 - مفهوم الماء :

الماء مركب كيميائي صيغته (  $H_2O$  ) و هو لا يوجد في الطبيعة بشكله الكيميائي النقي و إنما يكون محتويا على شوائب مختلفة أهمها الأملاح المنحلة و ماء المطر أنقى أشكال المياه الطبيعية و هو بدوره لا يخلو من الشوائب . و المياه تعد معجزة من معجزات الخالق سبحانه ،أودع فيها أسرارها فسار ذا خصائص فريدة ،احترار في فهمها العلماء .الماء هو أكثر المواد وجودا على الأرض ،حيث يغطي أكثر من ثلاثة أرباع الكرة الأرضية .وعبر التاريخ كانت كمية و نوعية المياه المتوفرة للبشر عامل حيوي لتحديد مصيرهم و الماء يملأ المحيطات و البحار و الأنهار و يوجد في الهواء ،حتى باطن الأرض به ماء .و بدون الماء لا توجد حياة فالماء يدخل في تركيب كل كائن حي فيزن ما يقارب ثلثي جسم الإنسان .

الماء هو اسم يطلق على الحالة السائلة لمركب الهيدروجين و الأكسجين و كان الفلاسفة القدماء يعتبرون الماء كعنصر أساسي لكل المواد السائلة و ظل هذا الاعتقاد سائد حتى القرن 18 .

ففي عام 1781 استطاع العالم الكيميائي البريطاني هنري كافنديش **Henry Cavendish** تخليق الماء بحرق الهيدروجين في الهواء محدثا فرقة و لم تكن هذه التجربة معروفة حتى أتى الكيميائي الفرنسي أنطوان لافوازييه **Antoine Lavoisier** أثبت أن الماء ليس عنصرا بل مركبا من الهيدروجين و الأكسجين ثم اكتشف العالمان الفرنسي جوزيف لويس و الألماني الكسندرفون همبولدت أن الماء يتكون من حجمين هيدروجين و حجم واحد من الأكسجين كما هما في تركيبة الماء (  $H_2O$  ) السائدة حاليا أي أن الماء يتكون من جزيئات و يحتوي كل جزيء على ثلاث ذرات و هي عبارة عن ذرتي هيدروجين و ذرة أكسجين .

لقد وجد بالماء نسبة متدنية جدا من الماء الثقيل **Heavy Water** أو ما يسمى بأكسيد الديوتيريوم (  $D_2O$  ) **Deutérium Oxide** و الديوتيريوم هو نظير الهيدروجين العادي (  $^1H$  ) ورقمه الكتلي  $A=2$  (  $^2H$  ) كما به آثار قليلة من أكسيد التريتيوم **Tritium Oxide (T<sub>2</sub>O)** و الرقم الكتلي ل T يساوي 3 (  $^3H$  ) [ 1 ] .

## I - 2 التركيب الجزيئي للماء :

يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر تسمى " جزيئات " و قطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات و كل جزيء من هذه الجزيئات يتكون من أجسام أصغر تسمى " ذرات " و يتكون جزيء الماء الواحد من ثلاث ذرات ، ذرتين من الهيدروجين و ذرة واحدة من الأكسجين و يتم الاتحاد بين الثلاث ذرات عن طريق المشاركة بين الكترونات ذرتي الهيدروجين و ذرة الأكسجين مباشرة [ 1 ] .

حيث ترتبط الذرات فيما بينها برابطة تساهمية **Covalent bond** و تحتاج لتفكيك هذه الرابطة إلى طاقة مقدارها **110 كيلو سعرة /جزيء** ، و يأخذ جزيء الماء شكل مثلث المحاور و الزاوية المحصورة بين ذرتي الهيدروجين تقدر بحوالي **104.45° C** و طول الرابطة التساهمية حوالي **0.099 nm** [ 2 ] .

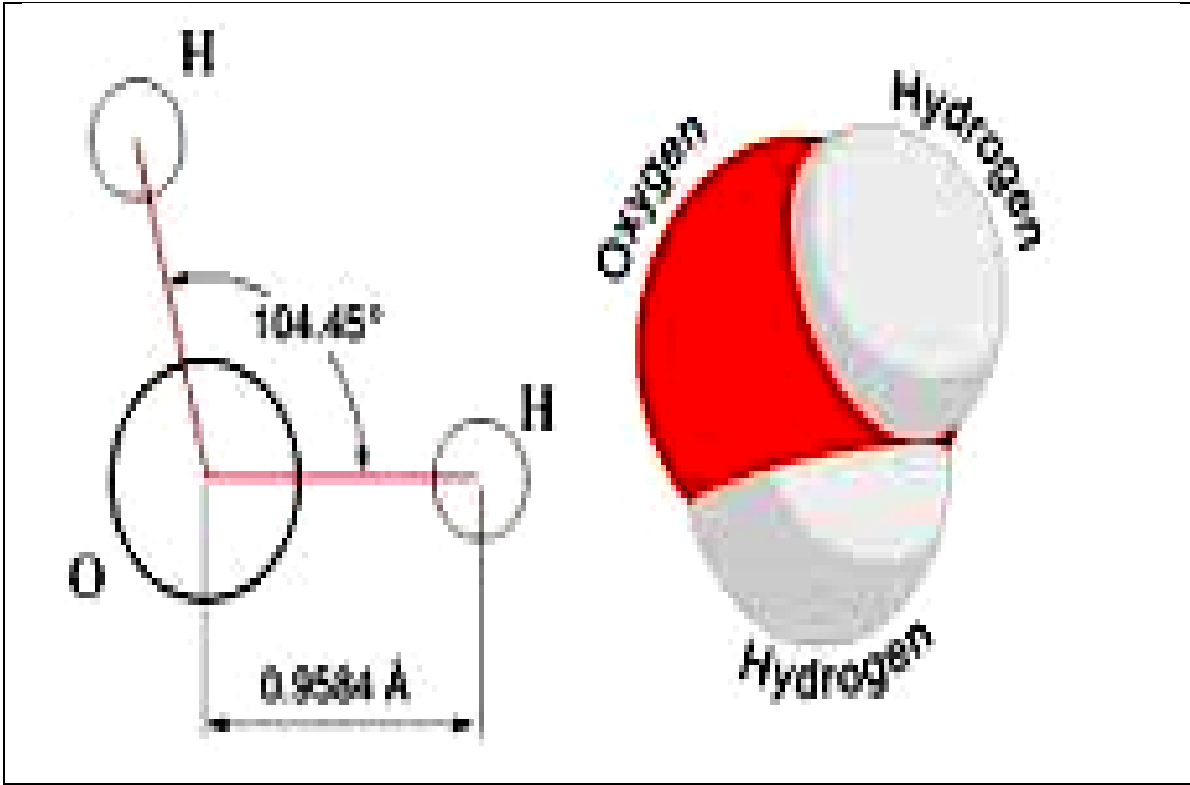
و قد اتضح من الدراسات التي أجريت عن الماء أن قطر ذرة الأكسجين **2.7 A°** بينما قطر جزيء الماء كله **2.76 A°** و طول الرابطة بين ذرتي الهيدروجين و الأكسجين حوالي **0.9584 A°** و لذا يصبح شكل الجزيء كرويا تقريبا نظرا للصغر المتناهي لذرة الهيدروجين إذا قيست بذرة الأكسجين .ولا ترتبط كل ذرة من ذرات الهيدروجين مع ذرة أكسجين بنوع واحد من الروابط فقد أوضح الباحثون أن جزيئات الماء العادي تتوزع على أربعة أنواع كما يلي :

**1 -** جزيئات روابطها بين ذرات الهيدروجين و ذرة الأكسجين كلها تعاونية و تمثل حوالي **48%** من الجزيئات.

**2 -** جزيئات ترتبط فيها ذرة واحدة من الهيدروجين ارتباطا تعاونيا بالأكسجين و ترتبط الذرة الأخرى ارتباطا أيونيا و تمثل **44%** من مجموع الجزيئات .

**3 -** جزيئات الروابط فيها أيونية **Ionic** و تمثل **8%** فقط و في هذه الجزيئات فإنه يمكن لذرات الهيدروجين أن تتأين و أن تترك أيونات الهيدروكسيل (**OH<sup>-</sup>**) . أما ذرات الهيدروجين المرتبط بالأكسجين برابطة مشتركة **Covalent** فإنها لا تتأين إلا تحت حرارة عالية [ 3 ] .

110 كيلو سعرة / جزيء	الطاقة اللازمة لتفكيك الرابطة التساهمية ( التعاونية )
104.45 °C	الزاوية المحصورة بين ذرتي الهيدروجين
0.099 nm	طول الرابطة التساهمية ( التعاونية )
2.7 A°	قطر ذرة الأكسجين
2.76 A°	قطر جزيء الماء كله
0.9584 A°	طول الرابطة بين ذرتي الهيدروجين و الأكسجين



الشكل ( I - 1 ) : التركيب الجزيئي للماء [ 4 ] .

### I - 3 - صفات الماء :

الماء النقي سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له يستوي في ذلك الماء المالح والماء العذب. بينما الماء المالح له طعما مالحا نتيجة ذوبان أملاح به .

و الماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه في البحار و المحيطات و المياه النقية تغلي عند درجة  $100^{\circ}\text{C}$  و  $0^{\circ}\text{C}$  في مستوى سطح البحر حيث يكون الضغط الجوي العادي 76 سم زئبقي [ 1 ] .

### I - 4 - أهمية الماء :

الماء ليس بعنصر بسيط و لكنه جزئى مكون من أكسجين و هيدروجين و هو أساسي للكائنات الحية و ضروري لكل التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الجسم و هو الوسط اللازم لسير تفاعلات الاستقطاب من إنتاج الجلوكوز في النبات حتى مرحلة هضم الغذاء أو تنظيم حرارة الحيوانات ، ويتم الماء حلقة ثابتة في الطبيعة هذه الحلقة نشطة خارج و داخل الكائنات الحية [ 5 ] .

**I - 5 - أنواع المياه :**

هناك عدة أنواع من المياه في الطبيعة نذكر من بينها :

**I - 5 - 1 - المياه الفوارة :** و هو الشكل الذي تحتفظ فيه المياه بمعدلات ثاني أكسيد الكربون نفسها التي كانت عليها قبل المعالجة .

**I - 5 - 2 - مياه غنية بالفيتامينات :** و كما يتضح من الاسم يتم إضافة الفيتامينات لها حتى تصبح صحية أكثر [ 6 ] .

**I - 5 - 3 - مياه الينابيع :** و هي مياه غير معالجة و تأتي من المياه الجوفية لكنها تتدفق على سطح الأرض و تحتوي على 250 جزيء / مليون ( على الأقل ) من المواد الصلبة القابلة للتحلل .

**I - 5 - 4 - مياه مطهرة :** و هي التي يتم تنقيتها بإحدى وسائل التنقية السابقة .

**I - 5 - 5 - مياه غنية بالأكسجين :** و تحتفظ باحتوائها على نسبة من الأكسجين أكثر 40 مرة من الماء العادي .

**I - 5 - 6 - مياه معدنية طبيعية :** و هي التي تأتي من مصادر جوفية .

**I - 5 - 7 - المياه ذات النكهة :** تضاف غالبا للمياه المعدنية نكهات طبيعية أو صناعية .

**I - 5 - 8 - مياه مقطرة :** و يتم الحصول عليها بالتقطير لكنها تستخدم في المعامل الكيميائية من أجل التجارب و ليس للشرب .

**I - 5 - 9 - مياه شبه قلوية أيونية :** و هي المياه التي تستخدم فيها الكهرباء لفصل الجزيئات وشحنها و في عام 1966 قامت وزارة الصحة اليابانية باعتماد هذا النوع من المياه رسميا للارتقاء بمستوى مياه الشرب الصحية [ 6 ] .

**I - 6 - دورة الماء في الطبيعة :**

يتميز الماء الموجود فوق الأرض، بالحركة الدائمة والدوران المستمر و من هنا نعرف دورة الماء في الطبيعة .

الدورة المائية و هي آلة تنقل الماء من المحيط إلى الأرض و الذي يعود مرة أخرى إلى المحيط و وقودها هو الطاقة الشمسية، و الهواء الرطب هو نتيجة بخار الماء الناتج من سطح المحيط وتبلغ كمية الماء المتبخرة من الأرض، بحوالي 500 ألف كيلو متر مكعب يمر هذا البخار على القارات حيث يرتفع إلى أعلى بالهواء الساخن الناتج من كتلة الأرض و عندما يرتفع الهواء الرطب بدرجة كافية فإن بخار الماء يتكثف و يسقط على صورة مطر أو ثلج أو برد و بعض من مياه الأمطار تأخذ طريقها إلى مجاري أو بحيرات و معظمها إلى الأنهار و في النهاية تتدفق إلى المحيطات و بعض هذه المياه تمتص بواسطة التربة و تستخدم بواسطة

النبات أو تتبخر مرة أخرى. كما أن بعض مياه الأمطار ترشح إلى داخل التربة و تصل إلى مستوى الماء الأرضي الذي يمثل السطح العلوي لطبقة تحت التربة المشبع و يقول تعالى : « وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّا فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ لِقَائِرُونَ » سورة المؤمنون الآية 18 [ 3-7 ] .

و يعتبر مقدار الماء المتداول في دورة الماء السنوية ثابت تقريبا و أن طرق توزيعه تخضع لإرادة الله سبحانه و تعالى و طلاقة قدرته و يأتي دور الإنسان في محاولة تحقيق الاستفادة القصوى من تلك الموارد في المكان و الزمان المناسبين لذلك وهذه هي الدورة الدائمة لمياه الأرض [ 8 ] .



الشكل ( 2 - I ) : مخطط توضيحي لدورة الماء في الطبيعة [ 9 ] .

I - 7 - طبقات الماء :

الدراسة الجيولوجية والهيدروولوجية لمنطقة سوف :

I - 7 - 1 - الدراسة الجيولوجية :

تقع منطقة الدراسة بالضبط في الجزء الشمالي من العرق الشرقي الكبير في الصحراء الجزائرية وتتميز خاصة بالتشكيلات الرملية الحتية، وتظهر في شكل كتبان رملية من خلال التنقيبات التي أجريت على إقليم سوف، والتي تظهر مختلف مراحل التكوينات الجيولوجية، والمبينة بالجدول التالي .

العصر الجيولوجي	الطابق	مقطع	العمق (m)	الطبيعة الصخرية	الطبيعة الهيدروولوجية
الزمن الرابع			00-50	رمل	الطبقة المائية السطحية
				متبخرات وطين	طبقة غير نفوذة.
الزمن الثالث	ميوبلوسان		50-300	رمل	الطبقة الرملية النفوذة الأولى
				طين جبسي	نصف نفوذة
	إيوسان		300-640	رمل وجص وحصى رملي	الطبقة الرملية الثانية
				طين بحيري	طبقة غير نفوذة
				د ولमित وكلس	الطبقة الكلسية النفوذة
	الزمن الثاني	طباشيري علوي		640-740	حجارة كلسية رمادية وطين
740-840				متبخرات وطين	طبقة غير نفوذة
طباشيري متوسط			840-1110	دولميت وبلورات دقيقة	
			1110-1270	طين ومارن	طبقة غير نفوذة
طباشيري سفلي			1270-1374	حجارة كلسية رمادية طينية، دولميت	
			1374-1498	رمل وحجر رملي	الطبقة الألبانية النفوذة
			1498-1589	دولميت، حجر كاسي مارن	
			1589-1850	دواميت رمادي حجر كلسي، رمل مع إضافة رملية	طبقة بارميان

جدول ( I - 1 ) : يمثل طبقات الماء [ 10 ] .

**I - 7 - 2 - البيئات الهيدرولوجية:**

عرفت الصحراء عبر تاريخها الجيولوجي فترات تعرية قارية سمحت بتراكمات رسوبية كبيرة خزن هذه الأخيرة كميات هائلة من المياه خلال الفترات المناخية الرطبة فالتشكيلات المائية الجوفية للصحراء الشمالية الشرقية هي من أصل رسوبي و تمثل خزانات مائية كبيرة يمكن استغلالها مما يعوض ندرة التساقطات بالمنطقة .

**I - 7 - 2 - 1 أنواع الطبقات :**

وعامة أن الدراسة المائية لهيدرولوجية الصحراء نجدها تتكون من ثلاثة طبقات مائية وبأعماق مختلفة وهي:

**● الطبقة السطحية : ( la nappe phréatique )**

تتواجد هذه الطبقة في كل مناطق الولاية في الجزء السطحي للتكوينات القارية تتواجد في تكوينات الزمن الرابع على عمق بين (10-60)m تحت السطح وتعتبر هذه الطبقة مصدر هام و أساسي لمياه النخيل للمنطقة حيث يستغل عن طريق الآبار التقليدية و التي يقدر عددها حوالي 10 آلاف بئر وأهم مصادر مياه هذه الطبقة الأمطار الوابلية التي تأتي خلال السنوات الاستثنائية و مياه السقي القادمة من الطبقة العميقة Pontien-Albien و مياه الصرف الصحي ،ارتفاع منسوبها سبب مشكلة للبيئة (القضاء على النخيل) في بعض مناطق الولاية .

**● الطبقة الوسطى : ( Complexe Terminal )**

و تسمى أيضا المركب النهائي-terminal- le complexe – و يمتد هذا المركب على مساحة  $530000 \text{ Km}^2$  ،و تتميز به خاصة المنطقة الصحراوية الغربية ،و يشتمل هذا المركب على وحدتين ستراتيجرافيتين .

\* **الوحدة الأولى :** تتميز بطبقة رملية طينية و تنتمي إلى الطبقة الجيولوجية المسماة moi- pliocène .

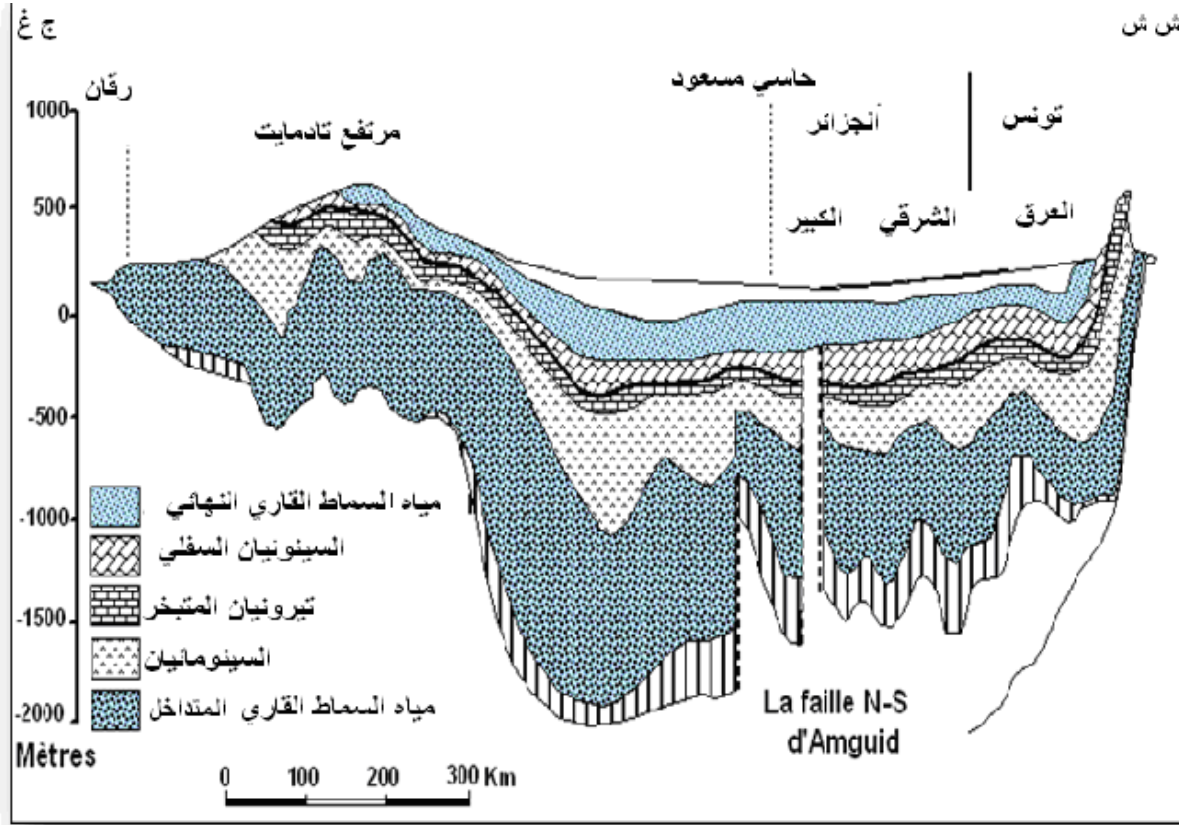
\* **الوحدة الثانية :** و تتميز بطبقة كلسية و توجد في أسفل المركب و تنتمي إلى الطبقة الجيولوجية المسماة éocène – cénonien .

و المجرى العام لهذا المركب يبدأ من الجنوب و ينتهي بمصب شط ملغيغ و مروان و خليج قايس بتونس وقد ساهم الاستغلال المتزايد لهذه الطبقة المائية ،في حدوث ظاهرة صعود المياه ،حيث يستغل منها الآن 611 بئرا ،منها 104 للشرب 5,7 للسقي ،بصبيب إجمالي يقدر بـ  $16.335 \text{ l/s}$  ،و يتراوح عمق كل بئر بين  $500 \text{ m} - 100 \text{ m}$  .

**● الطبقة العميقة : ( continental intercalaire )**

و تسمى أيضا المركب القاري le complexe continental و يمتد على مساحة  $600.000 \text{ Km}^2$  تتميز بسمك كبير يصل إلى  $1000 \text{ m}$  في ناحية الشمال الغربي للصحراء و أما من الناحية الجيولوجية

تشمل هذه الطبقة مجال ستراتيجرافي يمتد من الأسفل من الترياس إلى الأعلى إلى الألبيان albien و من مكوناته الطين و الرمل المتماسك ، و يقدر المخزون المائي لهذا المركب ، بحسب بـ 2,7 مليار متر مكعب ، تستغل هذه الطبقة حاليا من 19 بئرا منها 4 للسقي و 15 للشرب ، يصب إجمالي يقدر بـ 2440 l/s و يتراوح عمق البئر بين 1700 m و 2200 m ساهمت استغلال مياه هذه الطبقة في تقاوم مشكل صعود المياه .



الشكل ( I - 3 ) : مقطع هيدروجي للصحراء المنخفضة ( جنوب - شمال ) [ 10 ] .

### I - 7 - 2 - 2 - أنواع الآبار في المنطقة:

#### I - 7 - 2 - 2 - 1 - آبار محسنة :

يتراوح عمقها ما بين 10 m إلى 60 m و تسمى كذلك بآبار تقليدية ، كما تعرف مياه هذه الآبار ببرودتها و كذلك إنجازها بطريقة غير تقليدية و كلا البئران استغلال مياه الطبقة الفيزيائية .

#### I - 7 - 2 - 2 - 2 - آبار متوسطة :

و يتراوح عمقها ما بين 300 m إلى 350 m ، و تستغل هذه الآبار مياه الطبقة الجيولوجية الموجودة في المركب النهائي الموجودة في الحقة الرابعة ( complexe intercalasse ) و تدعى ( pontent ) حيث تتميز الآبار بمياهها الدافئة .

### I - 7 - 2 - 3 - آبار عميقة :

حيث يستخرج الماء في هذه الآبار على عمق 1800 m و تستغل هذه الآبار مياه طبقة المركب المترادف و تتميز مياه هذه الطبقة بسخونتها [10] .

### I - 8 - مصادر المياه :

تبدو الأرض من الفضاء ككرة زرقاء تُغطي بالماء ، وتنتشر فيها هنا وهناك بعض الجزر الكبيرة والصغيرة لذا سميت الأرض " الكوكب الأزرق " فالماء يُغطي ما يقرب من ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية بينما يغطي اليابس الربع الباقي ، متمثلاً في القارات و تصل كمية الماء في المحيطات والبحار التي تغطي معظم مساحة الكرة الأرضية ما يزيد عن 1.3 مليار كيلو متر مكعب و يمكن تقسيم المياه تبعاً لمصادرها الطبيعية إلى : مياه سطحية ومياه جوفية [ 8 ] .

### I - 8 - 1 - المياه السطحية :

مصطلح يشير نموذجياً إلى غير ملحية و المفتوحة على تقلبات المناخ و هي النوع الأدنى وفرة من المياه العذبة و الصالحة للشرب يؤلف هذا النوع من المياه المتوفرة للاستعمال الإنساني و تعتبر الأمطار هي المصدر الأساسي للمياه السطحية التي تشتمل أنواع مختلفة مثل : السيول ، الأنهار ، المحيطات ، البحيرات و البرك .

و المياه السطحية متوفرة و سهلة المنال للاستعمال الإنساني و لكنها ليست النوع المثالي للاستعمال نظراً لاحتوائها في كثير من الأحيان على ملوثات و شوائب [ 1 ] .

### I - 8 - 2 - المياه الجوفية :

و المياه المخزنة تحت سطح الأرض في فجوات التربة و في الشقوق و الفراغات الموجودة في الأنواع المختلفة من الصخور و يطلق على هذه المياه أيضاً اصطلاحات متعددة منها المياه الباطنية و المياه الأرضية و تحت السطحية . و تتحرك المياه الجوفية بتأثير الجاذبية حركة بطيئة نسبياً إذا ما قورنت بحركة المياه الجارية على سطح الأرض و التي تتدفق بسرعة .

و تنقسم المياه الجوفية إلى عدة أنواع و هي :

المياه الجوفية أو الشهبية ، المياه الصهيرية ، المياه النهرية ، المياه المحيطة ، المياه المحسوبة ( المياه المتزامنة ) [ 8 ] .

و هي ملخصة في الجدول التالي :

النسبة المئوية %	الكمية	المصدر
97.20 %	322300000	- بحار ومحيطات
2.15 %	29200000	- جليد القطب
0.001 %	12931	- غيوم رطبة
0.31 %	4170000	- مياه جوفية ( عمق < 800m )
0.008 %	104280	- بحيرات صالحة و بحيرات داخلية
0.31 %	4170000	- مياه جوفية ( عمق > 800m )
0.009 %	125100	- بحيرات عذبة
0.005 %	66742	- رطوبة
0.0001 %	1251	- أنهار و جداول
99.9931 %	360150304	المجموع الكلي

الجدول ( I - 2 ) : مصادر المياه [ 11 ] .

## I - 9 - خصائص الماء :

### I - 9 - 1 - الخصائص الفيزيائية:

- اللون : الماء لا لون له إلى درجة صفائه و شفافيته فالماء النقي لا لون له و شفاف [ 1 ] .
- الطعم و الرائحة : الماء لا طعم له و لا رائحة و لو كان الحال غير هذا لطغى طعمه و رائحته على طعم و رائحة جميع المواد التي يدخل في تركيبها [ 12 ] .
- العكورة : و هي الخاصية ضوئية للماء ناتجة من تشتت الضوء و امتصاصه بواسطة المواد العالقة كالطين و الكائنات الحية الدقيقة .

- **التوصيل للكهرباء :** الماء مادة موصلة سيئة للكهرباء و لكن بما أن الماء مادة مذيية فعند إذابة الأملاح في الماء أو إذابة مواد أخرى يصبح الماء موصل جيدا للكهرباء .
- **درجة الحرارة :** يتجمد الماء عند درجة  $0^{\circ}C$  و في ضغط جوي بقدر 76 سم زئبقي أما درجة الغليان  $100^{\circ}C$  في نفس الضغط .
- **حرارة التبخر :** تعرف حرارة التبخر بعدد السرعات المطلوبة لتحويل 1g من المادة السائلة إلى الحالة الغازية يتطلب الماء حوالي 540 سعرة حرارية لعملية التحويل عند درجة حرارة  $100^{\circ}C$  حيث تتباعد جزيئاته المتماسكة عن طريق تكسير الروابط الهيدروجينية حتى يتحول إلى الصورة الغازية ينتج عن التبخر تبريد الأسطح المبلولة .
- **حرارة الانصهار :** تعرف حرارة الانصهار بعدد السرعات المطلوبة لتحويل 1g من الثلج عند درجة حرارة  $0^{\circ}C$  إلى سائل و التي تساوي 80 سعرة حرارية هذه الحرارة كافية لرفع درجة حرارة 1g واحد من الماء السائل من  $0^{\circ}C$  إلى  $80^{\circ}C$  و تعتبر حرارة انصهار الماء عالية نظرا لوجود الروابط الهيدروجينية و ضرورة بذل طاقة لتكسيها .
- **الحرارة النوعية :** تعرف الحرارة النوعية بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 10g من المادة درجة حرارية واحدة و تقدر في الماء بحوالي 1 سعرة حرارية أي يحتاج إلى طاقة حرارية عالية لكسر الروابط الهيدروجينية و رفع درجة حرارية و هي أكبر حرارة نوعية في السوائل ما عدا الأمونيا و يعود سبب ذلك لترتيب جزيئات الماء في الحالة السائلة حيث أن ذرات الهيدروجين H و الأكسجين O تكون في مستويات تسمح لها بالتذبذبات بحرية كما لو كانت أيونات حرة و بالتالي فبإمكان الذرات امتصاص كميات من الطاقة الحرارية دون حدوث ارتفاع سريع في درجة حرارة السائل [ 2 ] .

### I - 9 - 2- الخصائص الكيميائية:

- **الحموضة :** و تعرف الحموضة للمياه بقدرتها على أن تبطل الطعم القلوي فيها أو هي التي تطلق أيونات هيدروجينية أثناء التفاعلات الكيميائية و تدخل الحموضة للمياه عن طريق الأحماض الصناعية بالدرجة الأولى .
  - **القلوية :** القلوية عكس الحموضة في الماء و تعرف بأنها تستقبل أيونات الهيدروجين في التفاعلات الكيميائية و هي ثلاثة أنواع :
    - \* البيكربونات .
    - \* الكربونات .
    - \* الهيدروكسيدات .
- و تقاس كلا من الحموضة و القلوية للمحاليل عن طريق المعايرة .

● **العسرة** : يعرف الماء العسر بأنه الماء الذي لا يرغب فيه الصابون و لا ينضج فيه الباقوليات و يولد العسر رواسب معدنية على أنابيب الماء الساخن و في المراحل تختلف 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 إجمالاً فإن المياه السطحية هي أقل عسرا من المياه الجوفية .

● **القطبية** : الماء يتميز بازدواج القطبية أي معناه يكون له طرفان أحدهما سالب و الآخر موجب و ظاهرة الاستقطاب في الماء هي التي تجعله محلا لكل الأجسام الشارديّة ذات الجزيئات المستقطبة [ 13 ]

### I- 9 - 3 - الخصائص العامة للماء :

نلخصها في الجدول التالي :

الحالة	النسبة	الخصائص
للماء النقي	خالٍ جداً	اللون / الطعم / الرائحة
عند 4 درجة مئوية	1,000000	الكثافة
للماء النقي	7	الأس الهيدروجيني
عند 20 درجة مئوية	1,33	معامل الانكسار الضوئي
عند الضغط النظامي (1 جوي)	9716	حرارة التبخر (حريرة/ مول)
عند الضغط النظامي (1 جوي)	1436	حرارة الإنصهار (حريرة/ مول)
عند الضغط النظامي (1 جوي)	100 درجة مئوية	درجة حرارة الغليان الطبيعية
عند الضغط النظامي (1 جوي)	صفر مئوي	درجة حرارة الذوبان الطبيعية
عند صفر مئوي	1,789	اللزوجة ( سنتيبوايز )
عند 20 درجة مئوية	1,005	
عند 50 درجة مئوية	0,550	
H-O	1,013	المسافة بين النوى ( أنغستروم )
H-H	1,53	
-	106-105	زاوية التكافؤ H-O-H بالدرجة

الجدول ( I - 3 ) : الخصائص العامة للماء [ 14 ] .

## I - 10 - كيفية توزيع الماء في الطبيعة :

قال تعالى : " أو لم يروا أنا نسوق الماء إلى الأرض فتخرج به زرعا تأكل منه أنعامهم و أنفسهم أفلا يبصرون " ( السجدة الآية 27 )

يتوزع الماء في الطبيعة إلى ما يلي :

### I - 10 - 1 - مياه سطحية :

و هذه المياه التي تتمثل في الأنهار ، البحار ، المحيطات و القطع الثلجية .

- **مياه الأمطار :** وهي أنقى أنواع المياه الطبيعية حيث تنحل فيها أثناء سقوطها بعض الغازات المنتشرة في الجو كالأكسجين و ثاني أكسيد الكربون و بعض المواد الصلبة العالقة في الجو .

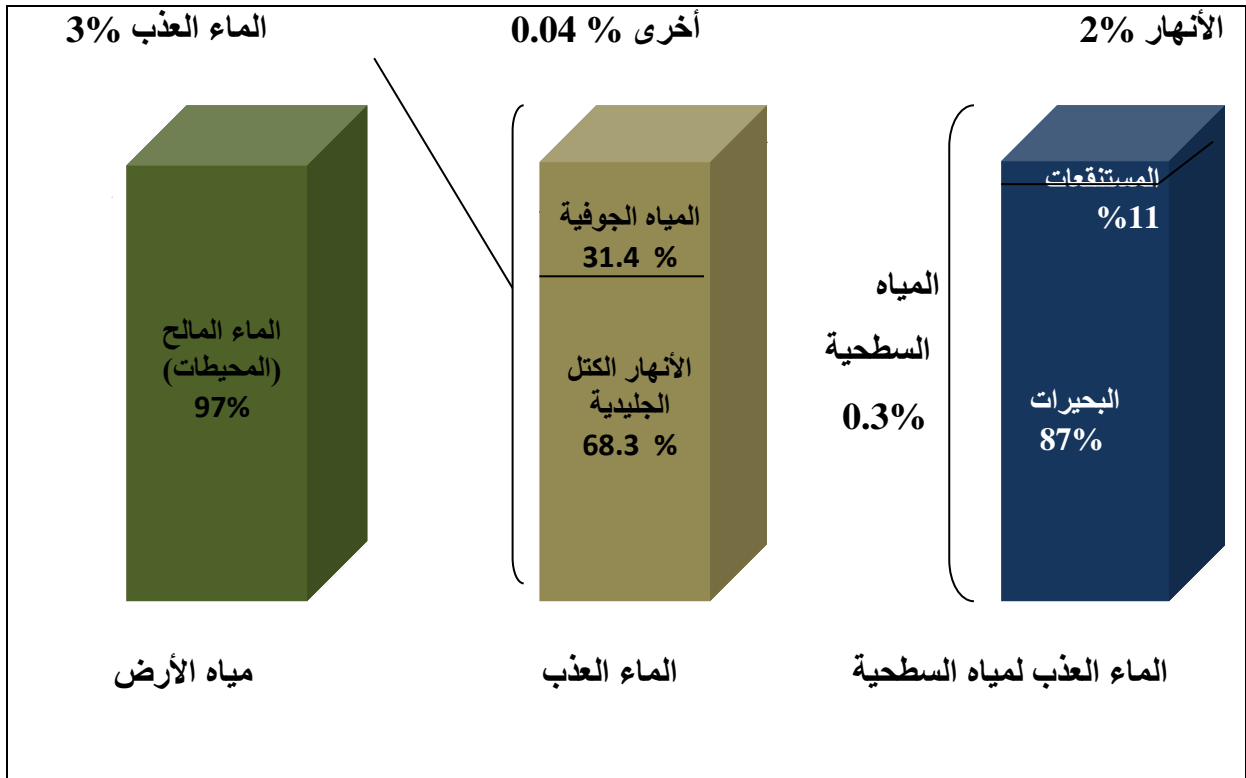
- **مياه الأنهار :** تتكون مياه الأنهار أساسا من الأمطار و تحتوي هذه المياه على العديد من المواد الصلبة المنحلة فيها بسبب مرورها و انسيابها عبر أنواع التربة المختلفة .

- **مياه الينابيع :** و تنقسم مياه الينابيع إلى نوعين ينابيع صغيرة الحجم و ينابيع كبيرة الحجم .

- **مياه البحار و المحيطات :** و هي المياه التي تمثل النسبة الكبيرة .

### I - 10 - 2 - مياه جوفية :

و هي المياه الموجودة في باطن الأرض ، الشكل و الجدول التاليين يوضحان توزيع المياه في الأرض .



شكل (I - 4) : توزيع مياه 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
المياه العذبة	10.530.000	2.526.000	30.1	0.76
المياه المالحة	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
المياه العذبة	91.000	21.830	0.26	0.007
المياه المالحة	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

الجدول ( I - 4 ) : توزيع المياه في الأرض [ 15 ] .

**I - 11 - حالات الماء :**

يتواجد الماء في الطبيعة كما خلقه الله سبحانه و تعالى على ثلاث حالات و التي يمكن أن تتحول إحداها إلى أخرى تحت ظروف معينة من الضغط و درجة الحرارة .

**I - 11 - 1 - الحالة الصلبة :**

يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج أبيض اللون ناصع ، و يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوي ، كالتلوج و المسطحات الجليدية التي نراها خاصة في القطبين الشمالي والجنوبي وأعلى الجبال الشاهقة .

**I - 11 - 2 - الحالة السائلة :**

يكون فيها الماء سائلا بلا لون و هي الحالة الأكثر شيوعا للماء ، و يوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين  $0^{\circ}\text{C}$  و  $100^{\circ}\text{C}$  ( درجة الغليان ) في الشروط القياسية ، كمياه البحار و الأنهار و البحيرات و المياه الباطنية .

**I - 11 - 3 - الحالة الغازية :**

يكون فيها الماء على شكل بخار و يكون الماء بالحالة الغازية بدرجات حرارة مختلفة كالغيوم و الضباب كما يوجد الماء في حالات أخرى ، بحيث يكون متحدا مع بعض العناصر الأخرى مكونا مركبات كيميائية عضوية وأخرى غير عضوية [ 16 ] .

**I - 12 - تصنيف المياه :**

تصنف المياه حسب الطريقة التي سارت عليها عبر طبقات الأرض كالتالي :

**I - 12 - 1 - المياه الصالحة للاستعمال :**

و هي المياه الخالية من أية جراثيم ، أو من المواد الذائبة فيها التي تكسبها لونا أو طعما أو رائحة تجعله غير صالح للاستعمال .

**I - 12 - 2 - المياه الملوثة تلوثا طبيعيا :**

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغيير في اللون و الطعم أو الرائحة أو العكارة و ذلك نظرا لوجود مواد غريبة عضوية أو أخرى عالقة فيها .  
و هناك مياه يمكن تنقيتها حيث لابد من معرفة طرق تنقية و تصفية المياه التي يمكن معالجتها لتصبح مياه صالحة للشرب و خالية من الملوثات التي توجد فيها .

**I - 12 - 3 - المياه الملوثة :**

و هي المياه التي تحتوي على بكتيريا أو مواد كيميائية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظرا لما تسببه من أمراض مما يؤكد عدم صلاحيتها كمياه شرب أو ري المزروعات [ 1 ] .

**I - 13 - كيفية حفظ الماء على سطح الأرض :****● بخار الماء في الغلاف الجوي :**

و هو الذي يغذي المستودعات الأخرى بالماء و يقدر بنحو **0.019 مليون كجم<sup>3</sup>** .

**● الماء السطحي :**

و يشمل ماء المحيطات و البحار , و يقدر بنحو **6425 مليون كجم<sup>3</sup>** . كم يشمل ماء الثلوج القطبية و قمم الجبال و يقدر بنحو **56 مليون كجم<sup>3</sup>** .

**● ماء الأرض :**

و هو الماء الذي يتواجد على هيئة طبقات رقيقة جدا تغلف حبيبات الأرض حيث يستخدمه النبات في امتصاص العناصر الغذائية و يدخل في معظم العمليات الفسيولوجية للنبات مثل النتح ، و يقدر ماء الأرض بنحو **0.038 مليون كجم<sup>3</sup>** .

**● الماء الجوفي :**

و هو الماء الذي يتسرب و يتجمع في جوف الأرض بفعل الجاذبية الأرضية بعد حدوث تشبع للطبقات العليا و يقدر بنحو **18.7 مليون كجم<sup>3</sup>** .

**● الماء الحيوي :**

و هو الماء الذي يحفظ في أجسام الكائنات الحية على الأرض من نبات و حيوان و إنسان و يقدر بنحو **0.001 مليون كجم<sup>3</sup>** [ 17 ] .

## II - الأيونات الموجودة في الماء

لا حياة بلا ماء، هذه العبارة توضح مدى أهمية المياه للكائنات الحية التي بدونها تستحيل الحياة و مع شحها تتضاءل فرص التقدم و التطور للمجتمعات البشرية. فالمياه ضرورية جدا لإتمام عمليات الهضم و بناء الخلايا و ترطيب أنسجة الجسم و حماية المفاصل من الصدمات و الحفاظ على حرارة الجسم الطبيعية، كما تساعد على امتصاص و نقل البروتينات و الفيتامينات و المعادن في كل الجسم فضلا عن مساعدته في التخلص من السموم. علما بان الماء يشكل حوالي ثلثي الجسم البشري، في حين يشكل ما يزيد عن ثلثي وزن جسم الإنسان و حوالي 90% من الدماغ و 90% من الرئتين [ 18 ].

### II - 1- تعريف الأيونات الموجودة في الماء :

تحتوي المياه على عناصر و مواد و معادن مختلفة و بناءا على نسبة تواجدها يتم التعرف على نوعيتها و تحديد مجالات استخدامها. أن هذه المواد و العناصر الموجودة و المذابة داخل المياه قد تشكل مصدرا رئيسيا لحاجة الجسم خاصة في حالة عدم وجود نظام غذائي متوازن و قد تهدد الصحة العامة في حالة ازدياد تركيزها [ 3 ] .

### II - 2 - أنواع الأيونات الموجودة في الماء :

يحتوي الماء الطبيعي على أيونات موجبة و أيونات سالبة وهي :

#### ● الأيونات الموجبة Cations :

الكالسيوم، المغنيزيوم، الصوديوم، الهيدروجين، المنغنيز، الحديد، البوتاسيوم، الزنك..... .

#### ● الأيونات السالبة Anions :

الكلوريد، السلفات، النترات، الكربونات، الهيدروكسيد، الفلوريد، البيكربونات، الكلوريد و الكبريتات [19] .

### II - 3 - مصادر بعض الأيونات الموجودة في الماء :

\* الكالسيوم  $Ca^{2+}$  : الحجر الجيري ( الجبس ) .

\* المغنيزيوم  $Mg^{2+}$  : صخور الدولوميت ( رخام ) .

\* الحديد  $Fe^{3+}$  : الصخور الطينية، الغرانيت، تآكل المعدن .

\* الصوديوم  $Na^{+}$  : بعض الصخور الطينية .

\* البوتاسيوم  $K^{+}$  : تتواجد بجانب عنصر الصوديوم ( $Na^{+}$ ) .

\* البيكربونات  $HCO_3^{-}$  : صخور جيرية، كربونات كالسيوم .

\* الكبريتات  $SO_4^{2-}$  : ذوبان بعض المعادن مثل كبريتات الكالسيوم .

\* الكلوريد  $Cl^{-}$  : الصخور الرسوبية .

\* النترات  $NO_3^{-}$  : تحلل بقايا النباتات والحيوانات .

\* الفلوريد  $F^-$  : من الصعب إيجاده في الطبيعة [ 20 ] .

## II - 4 - فوائده العناصر الموجودة في الماء :

### II - 4 - 1 - قيمة pH الحامضية :

فإذا كانت pH اقل من 7.4 يؤثر علي صحة جسم الإنسان وتقدر الحامضية pH في المياه علي أساس كمية احتوائها علي معادن alkalinity ،قيمة الحامضية يتراوح ما بين 5 - 7 وقيمة 7 متعادلة وقيمة 14-7 قاعدية [ 21 ] .

### II - 4 - 2 - الكالسيوم :

يعتبر الكالسيوم من أهم العناصر في جسم الإنسان مما يقوم به من دور كبير في معظم العمليات الحيوية حيث انه يدخل في تكوين الهيكل العظمي وله دور رئيسي في نقل الإشارات العصبية والانقباض الطبيعي للعضلات وتجلط الدم وتنشيط بعض الإنزيمات وتنظيم عمل بعض الهرمونات . يتراوح مستوى الكالسيوم في الدم ما بين 8,5 - 10,3 mg لكل 100ml دم ( 2,6 - 2,1mol / l ) . 50% من هذه النسبة ( الكالسيوم ) موجود حراً في الدم ومسؤولاً عن معظم وظائفه ، 45% محمولاً على البروتين خاصة الزلال (الالبومين) و 5% في صورة سيترات الكالسيوم . يرتفع مستوى الكالسيوم في الدم في الحالات التالية :

\* بعض الأورام السرطانية التي تفرز مواد كيميائية تشبه هرمون الغدة جار الدرقية في وظيفتها .  
\* بعض أورام العظام .

\* عدم الحركة لفترة طويلة .

\* زيادة تناول فيتامين " D " .

يقل مستوى الكالسيوم في الدم في الحالات التالية :

\* القصور في وظيفة الغدة جار الدرقية .

\* نقص فيتامين "D" مثل حالات الكساح في الأطفال ولين العظام في الكبار .

\* الأمراض المؤدية إلى سوء الهضم والامتصاص .

\* التهاب البنكرياس الحاد .

\* الفشل الكلوي الحاد والمزمن .

\* الإسهال الدهني .

### II - 4 - 3 - المغنيزيوم :

يعتبر عنصر المغنيزيوم ثاني عنصر بعد البوتاسيوم داخل الخلايا ،فبالإضافة إلى مشاركته في تكوين العظام فإنه يؤثر على إثارة الأعصاب والعضلات واستجابتها كما أن له دور كبير في تحفيز عمل بعض الأنزيمات ،ومن بعض أعراض نقص المغنيزيوم التقلصات العضلية والضعف وعدم التركيز . و يتراوح مستوى المغنيزيوم في الدم ما بين 1,8 - 3,5 mg / 100 ml دم ( 0,9 - 1,75 ) .

يرتفع مستوى المغنيزيوم في الدم في الحالات التالية :

- \* الفشل الكلوي الحاد والمزمن .
- \* العلاج بجرعات زائدة من المغنيزيوم .
- \* أمراض الكبد .
- \* اخذ جرعة كبيرة من الجلوكوز .
- \* التسمم بالاكسالات .
- يقل مستوى المغنيزيوم في الدم في الحالات التالية :
- \* الإسهال المزمن .
- \* الجوع المستمر .
- \* تناول المستمر للكحول .
- \* التهاب الكبد المزمن وكسل الكبد .
- \* التغذية بالمحاليل عن طريق الوريد لفترة طويلة .

#### II - 4 - 4 - البوتاسيوم :

يعتبر البوتاسيوم الأيون الموجب الرئيس داخل الخلايا وقياسه في الدم من أهم القياسات وأكثرها احتياجاً إلى الدقة وذلك للأهمية القصوى في تأثير البوتاسيوم على العضلة القلبية . مستوى البوتاسيوم في السيرم أو البلازما يتراوح بين  $3,5-5 \text{ mol/l}$  ، وهذا التركيز يحدد الإثارة العصبية العضلية ، لذا فإن زيادة أو نقصان تركيز البوتاسيوم يعوق من قدرة العضلات على الانقباض .

يزداد مستوى البوتاسيوم في الدم في الحالات التالية :

- بعض أمراض الكلى ، مثل الفشل الكلوي والانسداد البولي .
- تهتك الأنسجة ، مثل الإصابات الطاحنة حيث يخرج كمية كبيرة من البوتاسيوم من داخل الخلايا المطحونة إلى الدم وفي نفس الوقت تقل كفاءة الكلى .
- الانقباض العنيف للعضلات ، حيث يؤدي إلى خروج البوتاسيوم إلى خارج خلايا العضلات ومثال ذلك حالات التشنج .
- مرض إديسون ، حيث يقل أو ينعدم هرمون الالدوستيرون مما يؤدي إلى قلة تبادل الصوديوم بالبوتاسيوم في الكلى .
- مرض البول السكري غير المعالج ، حيث تقل كفاءة مضخة الصوديوم بسبب عدم استغلال الجلوكوز مصدراً للطاقة اللازمة لعمل هذه المضخة .
- يقل مستوى البوتاسيوم في الدم في الحالات التالية :
- فقدان البوتاسيوم مع الإسهال والقيء المستمر .

- علاج غيبوبة ارتفاع السكر بالأنسولين بدون تناول بوتاسيوم معه .
- الاستخدام السيئ لعقار الكورتيزون .
- ارتفاع كالسيوم الدم .

## II - 4 - 5 - الصوديوم :

الصوديوم عنصر أساسي يحتاجه الجسم للاحتفاظ بصحة جيدة وهو موجود بصورة طبيعية في معظم الأطعمة، كما انه يضاف إلى الأطعمة لحفظها أو لتغيير الطعم والمذاق ويظن معظم الناس أن الصوديوم والملح هما شيء واحد ، وهذا ليس صحيحاً ، فالصوديوم في الواقع يشكل نصف محتوى الملح تقريباً ، وبالتالي فهو مصدر للطعام ، وهنا تكمن كيفية تفسير أن الحمية ذات أملاح الصوديوم المنخفضة تستوجب الحد من كمية الملح في الطعام .

يلعب الصوديوم دوراً رئيسياً في المحافظة على الضغط الإسموزي للدم وما يتبع ذلك من تنظيم تبادل السوائل بين الأوعية الدموية وخارجها وانتقال الصوديوم إلى داخل الخلايا أو فقدانه من الجسم يؤدي إلى نقصان حجم السائل خارج الخلايا مما يؤثر على دوران الدم ووظيفة الكلى والجهاز العصبي .

يزداد مستوى الصوديوم في الدم في الحالات التالية :

- عند فقد الجسم لكمية كبيرة من الماء ، مثل حالة الجفاف ومرض فرط التبول الشبيه بمرض البول السكري الكاذب حيث يتبول المريض يومياً أكثر من خمس لترات من البول .
- عند أخذ كمية كبيرة من الصوديوم مثل أخذ كمية كبيرة من محلول كلوريد الصوديوم 0,9 % عن طريق الوريد .

- الاستعمال المفرط لعقار الكورتيزون .

يقف مستوى الصوديوم في الحالات التالية :

- العرق الذي يُعَوَّض بشرب الماء فقط .

- أمراض الكلى الشديدة .

- فشل القلب الاحتقاني .

- فقدان الصوديوم في الجهاز الهضمي عن طريق القيء والإسهال أو فتحة الأمعاء الجراحية .

- تليف الكبد .

- مرض البول السكري .

- نقص إفراز الهرمون المضاد لإدرار البول الذي يحدث في مرض البول السكري الكاذب .

**II - 4 - 6 - الكلوريد :**

يعتبر الكلوريد الايون السالب الرئيس خارج الخلايا وهو مهم جداً في المحافظة على توازن الحمضي القلوي ويلعب مع الصوديوم دوراً هاماً في تنظيم التوازن الاسموزي لسوائل الجسم. تركيز الكلوريد في السيرم أو البلازما يتراوح ما بين **95-105 mol/l**. يزداد مستوى الكلوريد في الدم في الحالات التالية عند معدل التنفس، ويحدث ذلك في حالات الحمى الشديدة والتسمم بالأسبرين والقلق والخوف، كما تزداد نسبة الكلوريد مع استعمال جرعة كبيرة من كلوريد النشادر و كلوريد البوتاسيوم وكذلك في حالة الجفاف. يقل مستوى الكلوريد في الدم مع بطئ معدل التنفس ( مثل حالات التسمم بالمورفين ) والقيء الشديد المستمر والإسهال المزمن ومرض البول السكري غير المعالج وفي أمراض الغدة الدرقية والفشل الكلوي .

**II - 4 - 7 - النترات :**

عند تجاوز تركيز النترات الحد المسموح به على صحة الإنسان والذي حددته كل من وكالة حماية البيئة الأمريكية ومنظمة الصحة العالمية والهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس بـ ( **45mg / l** ) نترات كحد أقصى، حيث أن الزيادة عن هذا الرقم تتسبب في آثار صحية خطيرة، خصوصاً على الأطفال الرضع وقد تكون قاتلة وذلك لكون الحموضة المنخفضة في الجهاز الهضمي للرضيع تؤدي إلى نمو بكتيريا تقوم باختزال النترات وتحويلها إلى نترت والذي ينقل إلى الدم، و للنترت شراهة عالية للهيموغلوبين مقارنة بالأوكسجين وبذلك يحل النترت مكان الأوكسجين في الدم مكونا الميثيموجلابين، وبذلك فإن الجسم يحرم من الأوكسجين الضروري له وفي الحالات الشديدة يؤدي إلى اختناق المصاب حتى الموت .

**II - 4 - 8 - البيكربونات :**

تساعد على محافظة و تنظيم و توازن الحوامض في المعدة و الأمعاء .

**II - 4 - 9 - الحديد :**

يعتبر عنصر الحديد من أهم العناصر في جسم الإنسان لأنه يدخل في تكوين الهيموجلوبين (الذي يحمل الأكسجين إلى الأنسجة ويعطي ثاني أكسيد الكربون)، ويدخل أيضاً في تكوين البروتين الدموي Haemoprotein في العضلات كما يدخل في تركيب الإنزيمات التنفسية Respiratory Enzymes الموجودة في الميتوكوندريا Mitochondria وكمية الحديد الموجود بالجسم حوالي **4g**، **70%** منها يدخل في تركيب هيموجلوبين الدم. ويتراوح مستوى الحديد في السيرم من **75-175 mg/l** دم ( **9-31,3 mol/l** ). وتختلف النسبة على فترات اليوم ويكون أعلى تركيز لها في الصباح ولذلك يُنصح بأخذ عينة الدم من المريض وهو صائم في الصباح، وتتأثر هذه النسبة بعدة عوامل منها الامتصاص من الأمعاء والتخزين في الأمعاء والكبد والطحال والنخاع الشوكي، وتركيز أو فقدان الهيموجلوبين، وتكوين هيموجلوبين جديد . يزداد مستوى الحديد في الحالات التالية :

- Haemachromatosis : ترسب الحديد في معظم خلايا الجسم مثل البنكرياس والكبد والجلد .
- Haemasiderosis : وهو عبارة عن زيادة نسبة الحديد المحمول على البروتين .
- الأمراض المسؤولة عن تكسر كريات الدم الحمراء .
- أنيميا نقص تكوين الدم .
- الأنيميا الخبيثة .
- تكرار عمليات نقل الدم .

يقبل مستوى الحديد في حالات أمراض نقص الحديد التي منها النزيف الحاد والمزمن (كثرة كمية الدورة الشهرية في الإناث) و أنيميا نقص الحديد ،والعدوى و أمراض الكلى ،و إثناء عملية تكوين الدم النشطة مثل ما يحدث بعد النزيف .

#### II - 4 - 10 - الفلور :

يساهم في حماية الأسنان من التسوس .

#### II - 4 - 11 - السلفات :

مواد منظفة طبيعية .

#### II - 4 - 12 - الفوسفور غير العضوي :

يعتبر الفوسفور عنصرا حيويا هاما جدا في جسم الإنسان حيث انه يدخل مع الكالسيوم في تكوين العظام ويوجد أيضا بعض أنواع البروتينات والدهون ويدخل في تكوين بعض مرافقات الأنزيمات Coenzymes وبعض مصادر الطاقة تحفظ في صورة المركب الحامل للطاقة ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP يتراوح مستوى الفوسفور في الأطفال ما بين 4-7 mg لكل 100 ml دم ( 1,3 - 2,3 mol / l ) يتراوح مستوى الفوسفور في البالغين ما بين 3-4,5 mg لكل l دم ( 1 - 1,5 mol / l ) يتأثر تركيز الفوسفات غير العضوي في الدم بوظيفة الغدة جار الدرقية ،عمل فيتامين D ،عملية الامتصاص من الأمعاء ،وظيفة الكلى وايض العظام والتغذية .يرتفع مستوى الفوسفور في الدم في الحالات التالية :

\* الفشل الكلوي الحاد والمزمن .

\* اخذ فيتامين " D " بكمية كبيرة .

\* أثناء التئام الكسور .

يقبل مستوى الفوسفور في الدم في الحالات التالية :

\* فرط وظيفة الغدة جار الدرقية .

\* حالات الكساح ولين العظام .

\* حالات سوء الهضم والامتصاص .

\* الاعتماد على التغذية عن طريق الوريد بالمحاليل لفترة طويلة .

\* أثناء الشفاء من غيبوبة السكر .

\* إعطاء الأنسولين [ 17 - 19 - 22 ] .

II - 5 - المعايير الدولية و الأوروبية لمياه الشرب :

العنصر mg/l	النظام العالمي OMS	النظام الأوروبي CEE	النظام الفرنسي NF
اللون mg/l Pt . Co	5	5 - 20	-
التعكر mg/Silice	5	10 - 5	5
pH	6.5 – 9.2	9.5 - 6	8.5 - 7
الناقلية الكهربائية Micro Siemens /Cm	-	1250	2000
القساوة	-	35 - 10	-
الكالسيوم Ca	200	100	-
المغنيزيوم Mg	150	50	-
الصوديوم Na	-	100	-
البوتاسيوم K	-	12	-
الألمونيوم Al	-	0.2	-
الكبريتات SO <sub>4</sub>	200	250	250
الكلوريد Cl	200	200	200
النترات NO <sub>3</sub>	45	50	50
النترت NO <sub>2</sub>	-	0.1	-
الأمونيوم NH <sub>4</sub>	-	0.5	-
الفلوريد F	1.5	1.5	1.5
الحديد Fe	0.1	0.3	0.1
الفوسفات PO <sub>4</sub>	-	2	0.3
البيكربونات HCO <sub>3</sub>	-	30	-
الزنك Zn	5	2	-

الجدول ( II - 5 ) : يمثل المعايير الدولية , الأوروبية و الفرنسية لمياه الشرب [ 23 ] .

## مقدمة

يحتوي الماء على العديد من الأيونات منها الموجبة (كاتيونات) و السالبة ( أنيونات ) و تعتبر مصدرا رئيسيا لحاجة الجسم في حالة عدم وجود نظام غذائي و تهدد الصحة في حالة ازدياد تراكيزها .  
لذا سنقوم بدراستنا على منبعي ماء بارد والآخر ساخن لتحديد تراكيز بعض الأيونات الغالبة و هي ( الكالسيوم ,المغنيزيوم ,البوتاسيوم ,الصوديوم ,الكلوريد ,الكبريتات ,النترات ,البيكربونات ) باستعمال طريقة المعايرة ثم نقوم بعملية المقارنة بين المنبعين البارد و الساخن و المعايير العالمية .  
عينات الماء البارد و الساخن المدروسة أخذت من منطقة الوادي " بحى الشهداء "

### III - أجهزة و طرق :

#### III - 1 - طرق أخذ و حفظ العينات :

تعتبر عملية أخذ العينة من المصدر هامة جدا و أساسية للوصول إلى نتائج تحليلية و معبرة بشكل دقيق عن القيم الحقيقية المقاسة داخل المجرى المائي، فعند أخذ العينات لابد من أخذ الاحتياطات التالية :

- 1 - يجب عند أخذ عينات الماء تحديد التاريخ و المكان الذي أخذت منه العينة .
- 2 - عند أخذ عينات من مياه الحنفية يجب فتح الحنفية لمدة من الزمن قبل أخذ العينة .
- 3 - يجب أخذ الوقت بعين الاعتبار حيث أنه كلما كان الزمن بين أخذ العينة و تحليلها قصير كلما كانت النتائج أدق .
- 4 - من الأفضل استعمال قارورات زجاجية ذات سدادات مطاطية أو قارورات بلاستيكية ذات سدادات من الفلين و ذات لون بني ،حيث يجب غسلها جيدا بالماء المراد تحليله .
- 5 - الاحتفاظ بالعينة عند درجة 4 مئوية لمنع التبخر أو التحليل البيولوجي للمكونات المراد تحليلها .
- 6 - يجب غلق القارورة بعد أخذ العينة بالسدادة فورا ،ولا يجب فتحها إلا عند القيام بتحليلها [ 24 ] .

#### III - 2 - تحليل الماء :

من أجل استعمال الماء لغرض الشرب أو أي مجال آخر لابد من تحليله و ذلك بواسطة أجهزة متخصصة ذات تقنيات حديثة ،و من التحليلات التي يمكن إجراؤها للمياه : تحليلات طبيعية وتحليلات كيميائية و تحليلات بكتريولوجية .

واعتمدنا في هذا المجال على تحليلات كيميائية و المتمثلة في معايرة عينات الماء من أجل إيجاد تراكيز الأيونات الموجودة في هذه العينات [ 14 ] .

#### III - 2 - 1 - قياس ال pH :

##### ● الهدف :

قياس تركيز شوارد  $H_3O^+$  الموجودة في الماء و ذلك وفق المعادلة :

$$pH = - \log[H_3O^+]$$

● المبدأ :

تنتج حموضة الماء عن وجود ثاني أكسيد الكربون المنحل أو الحموضة المعدنية أو الأملاح المنحلة .

● طريقة العمل :

نضع 100 ml من ماء العينة المراد تحليلها في بيشر سعته 250 ml ، ثم نقوم بضبط جهاز ال pH متر عند الدرجة 25° C وذلك بمساعدة المحاليل المنظمة ، نغمس الالكترود في البيشر بعد مدة زمنية معينة تثبت قيمة ال pH فنقوم بقراءتها مباشرة على الجهاز pH ويجب غسل الالكترود بواسطة الماء المقطر و تجفيفه بعد كل عملية قياس [ 19 ] .

III - 2 - 2 - تعيين الأيونات الغالبة في الماء :

III - 2 - 2 - 1 - تعيين تراكيز الأيونات الموجبة Cations

● الأجهزة , الأدوات والمواد المستعملة :

الأجهزة	الأدوات المستعملة	المواد المستعملة
<ul style="list-style-type: none"> <li>- جهاز PH متر</li> <li>- خلاط مغناطيسي</li> <li>- جهاز طيف اللهب</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- سحاحة سعته 50ml</li> <li>- ارلينة ماير سعته 250 ml</li> <li>- حامل - قمع - إجازة</li> <li>- بيشر سعته 250 ml</li> <li>- ماصة سعته 10ml</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عينة الماء المراد تحليلها</li> <li>- محلول موقى نشادري</li> <li>- كاشف الميروكسيد</li> <li>- محلول الايروكروم (NET)</li> <li>- محلول الصودا NaOH</li> <li>- ملح معقد EDTAالصوديومي</li> </ul>

الجدول ( III - 6 ) : الأجهزة والأدوات المستعملة و المواد المستعملة في قياس تراكيز الأيونات الموجبة .

### III - 2 - 2 - 1 - 1 - 1 - معايرة ايوني الكالسيوم و المغنيزيوم $Mg^{+2} - Ca^{+2}$ :

### III - 2 - 2 - 1 - 1 - 1 - معايرة ايوني الكالسيوم و المغنيزيوم معا $Mg^{+2} - Ca^{+2}$ :

#### ● الهدف :

تعيين تركيز أيونات الكالسيوم و المغنيزيوم بطريقة المعايرة بالتعقيد وهذا بوجود الايروكروم الأسود (N.E.T) .

#### ● المبدأ :

القلويات الترابية الموجودة في الماء تقود إلى تشكيل معقد مخلبي مع ملح ثنائي الصوديوم لحمض إيثيلين ثنائي أمين رباعي اسيتيك عند  $pH = 10$  و يستدل على نهاية المعايرة بكاشف ملون يشكل معقد اقل استقرارا من المعقد المتشكل بين EDTA و أيوني الكالسيوم و المغنيزيوم معا، هو الايروكروم الأسود N.E.T .

#### ● طريقة العمل :

نضع 50 ml من ماء العينة في بيشر سعته 250 ml. نضيف لها كمية 4ml من محلول موقى نشادري  $pH = 10$  و 3 قطرات من محلول الايروكروم الأسود NET و ملح معقد EDTA الصوديومي. يتلون المحلول باللون الأحمر القاتم أو بنفسجي، ثم نقوم بعملية الرج بواسطة خلاط مغناطيسي، نعاير بال EDTA ( 0.02 N ) قطرة قطرة حتى ظهور اللون الأزرق المستقر , نكرر العملية 3 مرات و نسجل قيمة V عند كل معايرة ثم نأخذ الحجم الوسطي .

#### ● ملاحظات :

\* شوارد الكالسيوم لها الأولوية في التفاعل مع EDTA من شوارد المغنيزيوم [ 25 - 26 ] .

### III - 2 - 1 - 1 - 2 - معايرة أيونات الكالسيوم فقط $Ca^{+2}$ :

#### ● الهدف :

تعيين تركيز أيونات الكالسيوم في الماء و هذا بوجود كاشف الميروكسيد .

● **المبدأ :**

تعتمد على طريقة المعايرة بالتعقيد و بوجود كاشف الميروكسيد .يشكل الكالسيوم معقد مع الميروكسيد قليل الاستقرار منه مع EDTA و ذلك في وسط قاعدي pH بين 12 - 13 .

● **طريقة العمل :**

نأخذ 100 ml من عينة التحليل في ارلينة سعتها 250 ml ثم نضبط pH بين 12 و 13 بإضافة 2 ml من محلول الصودا الكاوي NaOH بتركيز 2 mol / l .ثم نضيف لها كمية صغيرة من كاشف الميروكسيد فيصبح لون المحلول وردي .بعد ذلك نسحح محلول EDTA (0.01 N) قطرة قطرة حتى يظهر اللون البنفسجي .نكرر العملية 3مرات و ندون حجم EDTA المسكوب عند كل معايرة و في الأخير نأخذ حجم EDTA الوسطي .

● **ملاحظات :**

\* يشكل الكالسيوم معقد مع الميروكسيد قليل الاستقرار منه مع EDTA و ذلك في وسط قاعدي pH بين 12-13 .

\* يتم التخلص من شوارد المغنيزيوم باستعمال كلور هيدرات هيدروكسيلاتين  $[NH_3 - OH]^+ Cl^-$  .

\* الميروكسيد يتفاعل في وسط قاعدي قوي  $pH = 10$  [ 21 ] .

III-2-2-1-1-3- معايرة أيونات المغنيزيوم  $Mg^{+2}$  :

● **الهدف :**

تعيين تركيز أيونات المغنيزيوم في الماء .

● **المبدأ :**

يتم تحديد تركيز شوارد المغنيزيوم من الفرق الحسابي بين TH و تركيز الكالسيوم فقط .

● **ملاحظات :**

\* الحد الأقصى لتركيز شوارد المغنيزيوم هو 0.1 mg/l [ 21 ] .

**III-2-2-1-2- معايرة أيونات البوتاسيوم  $K^+$  :****● الهدف :**

تعيين تركيز ايونات البوتاسيوم في الماء .

**● المبدأ :**

اعتمدنا في هذه العملية على طريقة الامتصاص الذري للهب من النوع (Flame photomètre jenway) Clinical PFP7 و تستعمل هذه الطريقة بشكل واسع في تحليل شوارد البوتاسيوم وذلك باستخدام شعلة من الأسيثيلين - هواء وعند طول الموجة  $\lambda = 766.5 \text{ nm}$  .

**● طريقة العمل :**

حيث قمنا برسم منحنى شاهد مرجعي و ذلك بأخذ تراكيز معلومة و قياس كثافتها الضوئية ثم ترجمت النتائج إلى منحنى شاهد، ثم نقوم بإسقاط القراءة للكثافة الضوئية لعينة التحليل في المنحنى الشاهد و ندون النتيجة بال ( mg/l ) [ 10 ] .

**III-2-2-2-3- معايرة أيونات الصوديوم  $Na^+$  :****● الهدف :**

تعيين تركيز ايونات الصوديوم .

**● المبدأ :**

تعتبر طريقة طيف اللهب الأكثر استعمالا في تحليل الصوديوم و البوتاسيوم نظرا لسرعتها و حساسيتها للقياس .

**● طريقة العمل :**

نضبط نسبة الأسيثيلين للهواء لإعطاء شعلة موائفة للصوديوم و يتم اختيار الموجة الموائفة باستعمال محلول من شوارد الصوديوم ( $\lambda = 589 \text{ nm}$ ) . نحضر محاليل عيارية من شوارد الصوديوم تكون تراكيزها محصورة بين 0 و 10 mg/l ، ونقيس امتصاصيتها التي ترسم بدلالة التركيز للحصول على المنحنى البياني العياري . ونقيس امتصاصية الماء و تقارن النتيجة مع المنحنى البياني العياري لمعرفة التركيز ، تجرى عادة

عملية تمديد كبيرة للماء قبل فحصه بالجهاز لأن المياه الطبيعية تتمتع بتراكيز أعلى من حدود المنحنى البياني العياري .

● ملاحظات :

\* الحد الأقصى لتركيز شوارد الصوديوم هو  $0.1 \text{ mg/l}$  .

\* هذه الطريقة قابلة للتطبيق مباشرة لتراكيز بين  $0.100 \text{ mg/l}$  و  $1$  .

\* لتحديد تراكيز الصوديوم لإشعاع  $330.2 \text{ nm}$  بدون تخفيف عالي و حساسيتها  $3 \text{ mg/l}$  لامتناص  $1\% [26]$  .

III-2-2-2- تعيين تراكيز الأيونات السالبة : Anions :

● الأجهزة ,الأدوات والمواد المستعملة :

المواد المستعملة	الأدوات المستعملة	الأجهزة
- عينة الماء المراد تحليله - حمض النتريك - كلوريد الباريوم - بيكربونات الصوديوم - كرومات البوتاسيوم 10% - نترات الفضة - كحول ايثيلي - نترات البوتاسيوم - حمض الخل - محلول ساليصيالات الصوديوم - حمض الكبريت - ماء مقطر - هيدروكسيد الأمونيوم - محلول الاستقرار	- ارلينة سعتها 250 ml - سحاحة - حامل - ماصة - بيشر - جفئات من البورسيلين - زجاجيات عيارية سعتها 25ml	- جهاز spectrophotomètre - جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية (UV)

الجدول ( III - 7 ) : الأجهزة و الأدوات و المواد المستعملة في عملية قياس تراكيز الأيونات السالبة .

**III-2-2-1- معايرة أيونات الكلوريد  $Cl^-$  :****● الهدف :**

تعيين تركيز أيونات الكلوريد  $Cl^-$  بطريقة موهر ( Mohr ) .

**● المبدأ :**

الكلوريدات تعابير في وسط معتدل بواسطة محلول قياسي من نترات الفضة و بحضور كرومات البوتاسيوم .

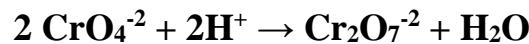
**● طريقة العمل :**

نأخذ 100 ml من ماء التحليل في بيشر سعته 250 ml ، ثم نضيف له 10 ml من محلول كرومات البوتاسيوم 10 % ( 50 g/l ) . نسح محلول نترات الفضة ( 0.1 N ) قطرة قطرة حتى تغير اللون إلى الأحمر الآجوري ، حيث يثبت اللون لمدة ( 1 - 3 ) دقائق و ليكن V حجم محلول نترات الفضة المستعمل ( ml ) تعطى علاقة حساب تركيز الكلوريد معبرا عنها بال ( mg/l ) .

**● ملاحظات :**

في طريقة موهر يجب ضبط الرقم الهيدروجيني  $pH = 8$  وذلك للأسباب التالية :

\* إذا كان المحلول حمضيا يحدث التفاعل الجانبي التالي حيث يتحول الدليل إلى مادة أخرى و هي البيكرومات مما يؤدي إلى نقصان كمية الدليل .



\* إذا كان المحلول قاعديا نجد أيونات الفضة تترسب على هيئة هيدروكسيد الفضة و هذا بالطبع يؤثر على أداء المحلول المعايير ويعطي نتائج سلبية و يمكن إضافة كربونات الكالسيوم للحفاظ على الرقم الهيدروجيني .



\* في حالة المعادن الضحلة للغاية ( الخامة ) التي تعمل من خلال تقنية Charpentier – Volhard ( محتوى الكلوريد أقل من 30 mg/l ) .

\* في حالة المياه القلوية تم إضافة 0.1N من حامض النتريك فيصبح الفينول الفتالين عديم اللون [ 26 ] .

**III-2-2-2-2- معايرة أيونات الكبريتات  $SO_4^{2-}$  :****● الهدف :**

تعيين تركيز أيونات الكبريتات  $SO_4^{2-}$  .

**● المبدأ :**

تعتمد هذه الطريقة على استعمال جهاز القياس Spectrophotomètre .

**● طريقة العمل :**

نأخذ 100 ml من عينة التحليل نضيف لها القليل من محلول الاستقرار ثم نضيف لها كمية من كلوريد الباريوم ( $BaCl_2$ ) و نرج جيدا لمدة دقيقة واحدة ثم نضع عينة من المحلول المتحصل عليها في كبسولة خاصة بجهاز القياس Spectrophotomètre بسرعة قصد قياس التركيز نضبط الجهاز على طول موجة  $\lambda = 254 \text{ nm}$  .

**● ملاحظات :**

تعطي أيونات الكبريتات مع كلوريد الباريوم معقد أبيض بوجود كحول ايثيلي لتثبيت الكبريتات العالقة [24] .

**III-2-2-2-3- معايرة أيونات النترات  $NO_3^-$  :****● الهدف :**

تعيين أيونات النترات  $NO_3^-$  في الماء .

**● المبدأ :**

يقاس تركيز النترات بطريقة ساليسيلات الصوديوم بطريقة مطيافية الأشعة فوق البنفسجية (UV) في جهاز من نوع Spectrophotomètre instrument Manual DR 2400 .

**● طريقة العمل :**

نأخذ جفنتات من البورسيلين ونقوم بسكب فيها حجوم مختلفة من نترات البوتاسيوم و الموافقة لتركيز نهائية من النترات . يضاف إلى كل جفنة القليل من حمض الخل ويخير المزيج حتى الجفاف الكامل في حمام مائي .

و يمزج كمية من محلول ساليسيلات الصوديوم مع الراسب المتبقي في الجفنة ،وتجرى عملية تبخير ثانية حتى الجفاف .تبرد الجففات و يضاف لكل منها القليل من حمض الكبريت ،وبعد 10 دقائق يضاف لها ماء مقطر و هيدروكسيد الأمونيوم .ينقل محتوى الجففات إلى زجاجات عيارية ويكمل الحجم بالماء المقطر تقاس الامتصاصية للمحاليل السابقة عند طول الموجة  $\lambda = 415 \text{ nm}$  .

### ● ملاحظات :

- \* النترات بتفاعلها مع ساليسيلات الصوديوم بارانيترو ساليسيلات الصوديوم الملونة باللون الأصفر .
- \* تفاديا لتلوث العينات يجب شطف المسبار بين كل عينتين على التوالي .
- \* إذا كان تركيز النترت عالي بالنسبة للنترات فإنه يؤدي إلى أخطاء في الحساب [ 10 ] .

### III - 2 - 2 - 4 - تعيين TA و TAC :

اشتقت الكلمة TA من الاسم اللاتيني Titrage Alcalémètrique Simple .

كما اشتقت الكلمة TAC من الاسم اللاتيني Titrage Alcalémètrique Complet .

### ● المبدأ :

تعتمد هذه الطريقة على تعديل حجم من الماء بحمض معدني ممدد بوجود كاشف ملون .

### ● طريقة العمل :

#### \* تعيين TA :

نضع 100 ml من الماء المراد تحليله في بيشر سعته 250 ml ،ثم نضيف قطرة أو قطرتين من كاشف الفينول فتالين فنلاحظ تلون المحلول باللون الوردي .في حالة العكس(عموما في المياه الطبيعية  $\text{pH} > 8.3$  لا يظهر اللون الوردي عندها  $\text{TA} = 0$  ) .

ثم نسح المحلول الحمضي HCl بتركيز 0.1 mol/l قطرة قطرة حتى زوال اللون الوردي .

#### \* تعيين TAC :

نأخذ 100 ml من نفس العينة السابقة ونضعها في بيشر سعته 250 ml ،ثم نضيف قطرة أو قطرتين من كاشف الهلياننتين .نسح قطرة قطرة الحمض السابق حتى ظهور اللون الأصفر أو الأصفر البرتقالي عند  $\text{pH}$  يساوي 4.3 ،نكرر العملية 3 مرات ثم نعين V الحجم المتوسط للحمض .

## ● ملاحظات :

\* إذا كان  $TA = 0$  يستلزم وجود  $HCO_3^-$  في الماء فقط .

\* إذا كان  $TAC = TA$  يستلزم وجود  $OH^-$  في الماء فقط .

\* إذا كان  $TA = TAC / 2$  يستلزم وجود  $CO_3^{2-}$  في الماء فقط .

\* إذا كان  $TA > TAC / 2$  يستلزم وجود  $OH^-$  و  $CO_3^{2-}$  في الماء فقط .

\* إذا كان  $TA < TAC / 2$  يستلزم وجود  $HCO_3^-$  و  $CO_3^{2-}$  في الماء فقط [ 26 ] .

## IV - نتائج و مناقشة

## IV - 1 - نتائج الأيونات الغالبة :

## IV - 1 - 1 - تحديد ال pH الحامضية :

القيمة المسجلة على جهاز ال pH متر .

بالنسبة للماء الساخن  $pH = 7.3$  و الماء البارد  $pH = 8.1$  .

## IV - 1 - 2 - تحديد تركيز أيونات الكالسيوم :

طبقتنا المعايرة الحجمية باستعمال معقد EDTA بتركيز  $0.01 \text{ mol / l}$  و باستعمال الميروكسيد عند

$pH = 12.5$  لحجم  $50 \text{ ml}$  من ماء العينة فكانت الحجم المسححة كالتالي :

بالنسبة للماء البارد:  $V_1 = 61.3 \text{ ml}$ ،  $V_2 = 61.4 \text{ ml}$ ،  $V_3 = 61.7 \text{ ml}$  فكان الحجم المتوسط هو  $V = 61.5 \text{ ml}$  .

بالنسبة للماء الساخن:  $V_1 = 46.3 \text{ ml}$ ،  $V_2 = 46 \text{ ml}$ ،  $V_3 = 45.90 \text{ ml}$  فكان الحجم المتوسط هو  $V = 46.08 \text{ ml}$  .

وبالتعويض في العلاقة التالية :  $[Ca^{2+}] = \frac{1000 * V_m * C}{V_{eau}} \dots (1)$

$V_{eau}$

وبالضرب في (40) و جدنا تركيز أيون الكالسيوم يساوي :

$[Ca^{2+}] = 492 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و الماء الساخن  $368.7 \text{ mg/l}$  .

## IV - 1 - 3 - تحديد تركيز أيونات المغنيزيوم :

بنفس الطريقة عايرنا TH باستعمال الايروكروم الأسود NET عند  $pH = 10$  بمحلول EDTA بتركيز

$0.01 \text{ mol/l}$  فكانت الحجم المسححة من ال EDTA :

بالنسبة للماء البارد:  $V_1 = 90 \text{ ml}$ ،  $V_2 = 90.5 \text{ ml}$ ،  $V_3 = 90.6 \text{ ml}$  فكان الحجم المتوسط هو  $V = 90.7 \text{ ml}$  .

بالنسبة للماء الساخن :  $V_1 = 66.4 \text{ ml}$  ،  $V_2 = 66.3 \text{ ml}$  ،  $V_3 = 66.2 \text{ ml}$  فكان الحجم المتوسط هو  $V = 66.3 \text{ ml}$ .

و بعد حساب تركيز المغنيزيوم في الماء الساخن و البارد و ذلك بالعلاقة التالية :  $V_{\text{eau}} = 50 \text{ ml}$  ، و الحجم المسحح المتوسط  $V_m$  بالنسبة للماء الساخن و البارد و بتركيز  $C = 0.01 \text{ mol/l}$  نكتب العلاقة التالية :

$$[\text{Mg}^{2+}] = V_m * C / V_{\text{eau}} \dots\dots (2)$$

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] \dots\dots (3) \quad \text{و لدينا :}$$

وبتعويض (1) و(2) في (3) ثم الضرب في (24) نجد :

$[\text{Mg}^{2+}] = 140 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و  $[\text{Mg}^{2+}] = 97.2 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء الساخن .

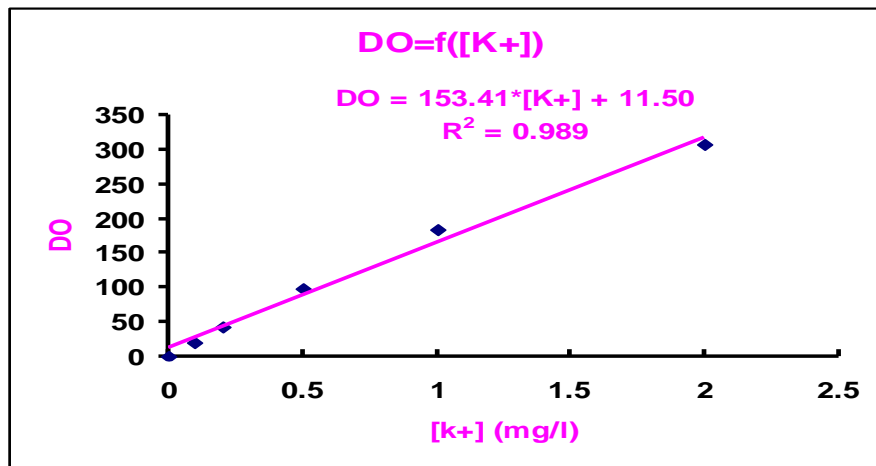
#### IV - 1 - 4 - تحديد تركيز البوتاسيوم :

أخذنا تراكيز محددة من البوتاسيوم وتم قياس كثافتها الضوئية عند طول موجة  $\lambda = 766.5 \text{ nm}$  ، ودونت النتائج بالجدول التالي :

تركيز $\text{K}^+$ (mg/l)	0	0.1	0.2	0.5	1	2
DO الكثافة الضوئية	0	20	44	98	183	307

الجدول ( IV - 8 ) : يمثل قياس الكثافة الضوئية بدلالة تراكيز البوتاسيوم .

وترجمت إلى المنحنى الشاهد للبوتاسيوم الممثل كالتالي :



الشكل ( IV - 5 ) : منحنى البوتاسيوم الشاهد .

القراءة على الجهاز تشير إلى القيمة  $DO = 30$  بالنسبة للماء البارد و  $DO = 13.03$  بالنسبة للماء الساخن .

$$DO = 153.4 * [K^+] \dots\dots (4) \quad \text{و بتطبيق معادلة المنحنى :}$$

نجد تركيز البوتاسيوم قبل التخفيف  $0.1205 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و  $0.085 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء الساخن .

و بضرب القيمة في معامل التخفيف (20) نحصل على تركيز أيون البوتاسيوم و الذي يقدر بـ  $2.41 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و  $1.72 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء الساخن .

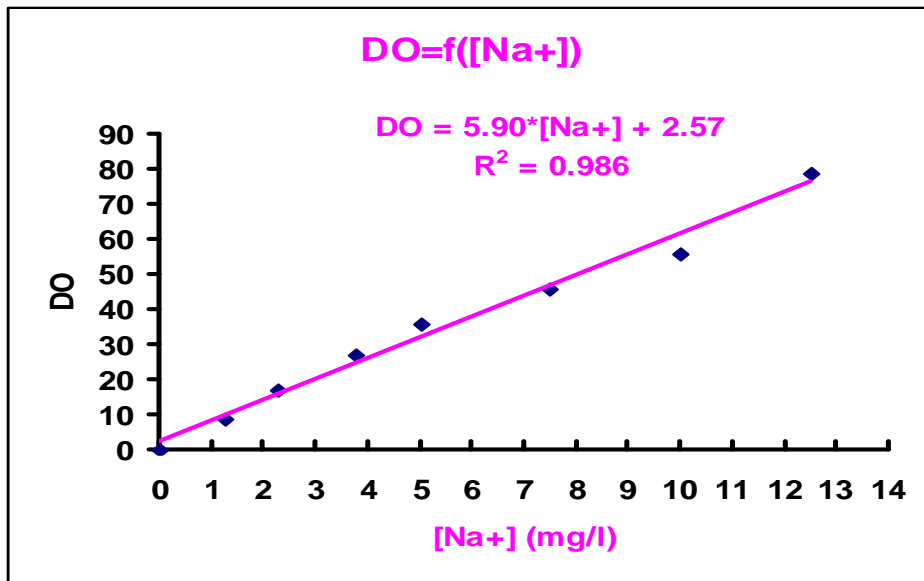
#### IV - 1 - 5 - تحديد تركيز الصوديوم :

أخذنا تراكيز معينة من الصوديوم و تم قياس كثافتها الضوئية عند طول موجة  $\lambda = 589 \text{ nm}$  ، و دونت النتائج بالجدول التالي :

12.5	10	7.5	5	3.75	2.25	1.25	0	تركيز $Na^+$ (mg/l)
79	56	46	36	27	17	9	0	DO الكثافة الضوئية

الجدول ( IV - 9 ) : يمثل قياس الكثافة الضوئية بدلالة تراكيز الصوديوم .

و ترجمت إلى المنحنى الشاهد للصوديوم التالي :



الشكل ( IV - 6 ) : المنحنى الشاهد للصوديوم .

القراءة على الجهاز تشير إلى القيمة  $DO = 35$  بالنسبة للماء البارد، و  $DO = 19.44$  بالنسبة للماء الساخن .

$$DO = 5.90 * [Na^+] + 2.757 \dots (5) \quad \text{و بتطبيق معادلة المنحنى :}$$

نجد تركيز الصوديوم قبل التخفيف  $5.493 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و  $2.83 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء الساخن .  
و بضرب القيمة في معامل التخفيف (10) نحصل على تركيز أيون الصوديوم و الذي يقدر بـ  $54.93 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و  $28.35 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء الساخن .

#### IV - 1 - 6 - تحديد تركيز الكلوريد :

اتبعنا طريقة موهر وكانت حجوم نترات الفضة بنظامية  $0.1 \text{ N}$  المسححة :

بالنسبة للماء البارد:  $V_1 = 11.1 \text{ ml}$ ،  $V_2 = 11.4 \text{ ml}$ ،  $V_3 = 11.5 \text{ ml}$  فكان الحجم المتوسط هو  $V = 11.3 \text{ ml}$  .

بالنسبة للماء الساخن:  $V_1 = 17.2 \text{ ml}$ ،  $V_2 = 16.9 \text{ ml}$ ،  $V_3 = 18.7 \text{ ml}$  فكان الحجم المتوسط هو  $V = 17.6 \text{ ml}$  .

$$[Cl^-] = V * N_{AgNO_3} * 35.5 * 10 \dots (6) \quad \text{و بالتعويض في العلاقة التالية :}$$

نجد تركيز الكلوريد يساوي :  $401 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و  $625 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء الساخن .

#### IV - 1 - 7 - تحديد تركيز الكبريتات :

القيمة المسجلة على الجهاز عند طول موجة  $\lambda = 254 \text{ nm}$  هي :

$544 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و  $973 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء الساخن .

#### IV - 1 - 8 - تحديد تركيز النترات :

القيمة المسجلة على الجهاز عند طول موجة  $\lambda = 415 \text{ nm}$  هي :

$5.9 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد و  $1.8 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء الساخن .

**IV - 1 - 9 - تحديد TA و TAC :**

عائرننا كل من TA ، TAC بحمض كلور الماء تركيز  $0.1 \text{ mol/l}$  ، وكانت الحجم المسححة كالتالي :

**IV - 1 - 9 - 1 - بالنسبة لـ TA :**

الكاشف المستعمل (فينول فتالين) والحجم المسحح :  $V = 0 \text{ ml}$  بالنسبة للماء البارد والساخن .

و منه  $TA = 0 \text{ mg/l}$  بالنسبة للماء البارد والساخن ، أي أن الماء يحتوي على البيكربونات فقط .

**IV - 1 - 9 - 2 - بالنسبة لـ TAC :**

الكاشف المستعمل (الهلياننتين) الحجم المسححة :

بالنسبة للماء البارد :  $V_1 = 9.2 \text{ ml}$  ،  $V_2 = 9.2 \text{ ml}$  ،  $V_3 = 8.9 \text{ ml}$  فكان الحجم المتوسط هو  $V = 9.1 \text{ ml}$  .

بالنسبة للماء الساخن :  $V_1 = 12 \text{ ml}$  ،  $V_2 = 12.1 \text{ ml}$  ،  $V_3 = 12 \text{ ml}$  فكان الحجم المتوسط هو

$$V = 12.05 \text{ ml}$$

$$TAC = ( V * 0.1 * 1000 * 61) / 100 \dots\dots (7)$$

وبتطبيق العلاقة :

وبعد الحساب نجد :

$TAC = 555.1 \text{ mg/l}$  من البيكربونات بالنسبة للماء البارد و  $TAC = 735.05 \text{ mg/l}$  من البيكربونات

بالنسبة للماء الساخن .

وندون النتائج الإجمالية في هذا الجدول :

TAC	TA	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	pH	الخاصية
555.1	0	544	5.9	401	54.93	2.41	140	492	8.1	الكمية للماء البارد (mg/l)
735.05	0	973	1.8	625	28.37	1.72	97.2	368.7	7.3	الكمية للماء الساخن (ml/l)

الجدول ( IV - 10 ) : ملخص النتائج المتحصل عليها عمليا لتراكيز الأيونات الغالبة في عينات الماء و هذا بالنسبة للماء البارد و الساخن .

#### IV - 2 - مناقشة النتائج :

من خلال النتائج التي تحصلنا عليها و هذا بعد الدراسة و التطبيق العملي يتبين أن منبعي الماء المدروس ( منبعي ماء "حي الشهداء" بالوادي ) عسر حيث يحتوي على كمية هائلة من المغنيزيوم وأكثر من 200 mg/l من الكالسيوم تفوق المعايير العالمية .

أيضا هذا الماء يحتوي على أيونات البيكربونات فقط ،أما الكلوريد و الكبريتات فهي بكمية كبيرة جدا تفوق القيم و المعايير العالمية .

أما قيمة الصوديوم فهي مقبولة نوعا ما ، بينما كمية البوتاسيوم ضئيلة ،أما عن النترات فعادة ما تكون صغيرة جدا فهي تعتبر بعيدة نوعا ما على المعايير العالمية .

## خلاصة الجزء العملي

---

### خلاصة الجزء العملي

من خلال النتائج التي تحصلنا عليها و هذا بعد الدراسة و التطبيق العملي يتبين أن منبعي الماء المدروس ( منبعي الماء " بحي الشهداء " الوادي ) عسر حيث يحتوي على كمية هائلة من المغنيزيوم وأكثر من 200 mg/l من الكالسيوم تفوق المعايير العالمية .

أيضا هذا الماء يحتوي على أيونات البيكربونات فقط ،أما الكلوريد و الكبريتات فهي بكمية كبيرة جدا تفوق القيم و المعايير العالمية .

أما قيمة الصوديوم فهي مقبولة نوعا ما ، بينما كمية البوتاسيوم ضئيلة ،أما عن النترات فعادة ما تكون صغيرة جدا فهي تعتبر بعيدة نوعا ما على المعايير العالمية .

## قائمة المراجع

### المراجع بالعربية

#### ● الكتب :

- [ 1 ] المهندسة سحر أمين كاتوت " علم المياه " , دار دجلة 2008 – عمان .
- [ 2 ] أستاذ باجي بوبكر المدرسة العليا للأساتذة – القبة " العلوم الطبيعية , السنة الثالثة من نظام LMD سداسي الخامس " .
- [ 3 ] الدكتور ماهر جورج نسيم , " تحليل وتقويم جودة المياه " منشأة المعارف بالإسكندرية .
- [ 5 ] تأليف جوزيب كويرد " أطلس الإنسان و المحيط " .
- [ 8 ] الدكتور زكريا هميمي "أسس الجيولوجيا الطبيعية " دار الكتاب الحديث 2008 القاهرة .
- [ 12 ] دكتور موفق إبراهيم عبد الكريم "موسوعة علم البحار" دار دجلة 2008 المملكة الأردنية الهاشمية .
- [ 13 ] تأليف عمر ساحلي " الكيمياء العضوية و العامة " علوم دقيقة و الطبيعة و الحياة و علوم التكنولوجيا الطبعة الثالثة 1997 – 1998 .
- [ 16 ] دكتور بواخنسي " المياه المعدنية خرائطها تحت الأرض و أسرار تكوينها " .
- [ 17 ] الدكتور يونس إبراهيم أحمد " كيمياء المياه " دار الحامد للنشر و التوزيع 2008 المملكة الأردنية .
- [ 18 ] أ – د / سعيد ابوزيد – محمد جنيدي " أصول البحث و التطبيق في الماء و إصلاح الأراضي " الدار العربية للنشر و التوزيع , الطبعة الأولى 2006 .
- [ 19 ] دكتور نصر الحايك " طرق و تحليل الماء " ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر .
- [ 21 ] الأساتذة عجال عزيز , روانية حبيبة , قسوم سعاد " الأعمال التطبيقية لشعبة الكيمياء " السنة الثالثة من التعليم الثانوي التقني .
- [ 25 ] الأساتذة لخضر قنونة , هواري بن عمارة , يخالد فرعون "أعمال تطبيقية في التحليل الكمي الكيميائي" السنة ثانية ثانوي شعبي الكيمياء الصناعية و البيوكيمياء .

#### ● المذكرات :

- [ 10 ] مذكرة لنيل شهادة الماجستير شعبة الكيمياء الموضوع " نزع الفلوريد من مياه منطقة الوادي دراسة مقارنة و عوامل مؤثرة تحت إشراف الدكتور ببة أحمد عبد الحفيظ " .
- [ 11 ] مذكرة تخرج لنيل شهادة DUEA الموضوع "الدراسة البيولوجية لمياه ينابيع أم البواقي " المركز الجامعي العربي بن مهدي أم البواقي .

## قائمة المراجع

---

[ 14 ] مذكرة تخرج لنيل شهادة ليسانس أكاديمي تخصص كيمياء عضوية موضوع " تقييم المياه المعدنية الجزائرية من حيث قساوتها و قلويتها " تحت إشراف الأستاذ بن فرج الله السعيد .

[ 15 ] مذكرة تخرج لنيل شهادة ليسانس أكاديمي تخصص هندسة طرائق موضوع "الدراسة الفيزيوكيميائية للمياه الصالحة للشرب بمدينة قمار " تحت إشراف الأستاذ مصباحي محمد عادل .

[ 24 ] مذكرة تخرج تقني سامي لمراقبة النوعية الموضوع " دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لبعض المياه المعدنية المتواجدة في السوق الجزائرية و مقارنتها بالمقاييس الجزائرية تحت إشراف الأستاذ حويذق نبيل .

● المواقع الإلكترونية :

[ 20 ] تحلية مياه الشرب pdf .

● محاضرة :

[ 9 ] مديرية الموارد المائية لولاية الوادي القسم الفرعي للموارد المائية بدائرة البيضاء " محاضرة تحسيسية بأهمية المياه و طرق الحفاظ عليها " بمناسبة اليوم العالمي للماء الموافق ل 22 مارس 2012 تحت شعار الأمن الغذائي و الماء .

[ 26 ] JEAN RODIER avec la collaboration de C . Bazin – J. P. Broutin – P. Chambon – H . Champsaur – L . Rodi " L'ANALYSE DE L'EAU " DUNOD .

[ 4 ] ipac . Kacst . edu . sa / eDoc / 1425 / 145763 – 1 . pdf 10 / 05 / 2012 .

[ 6 ] http :// pc1 .somee .com / 7eme / eau . 06 / 04 / 2012 .

[ 7 ] La Dégradation De La Qualité D L'eau Potable Dans Les Réseaux .  
pdf . 21 /04/2012 .

[ 22 ] L'eau souterraine . pdf . 31 / 05 /2012 .

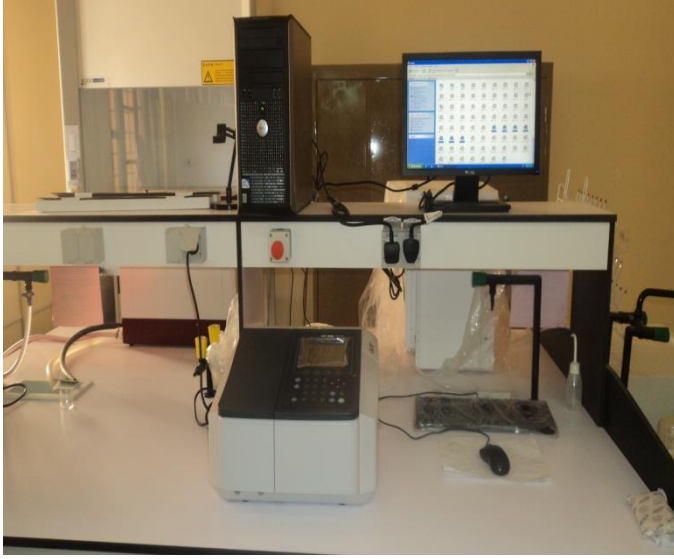
[ 23 ] Eaux minérale . pdf . 13 / 03 / 2012 .

## الرموز

- . انغستروم :  $\text{Å}$   
. الفضة :  $\text{Ag}^+$   
. الألمنيوم :  $\text{Al}^{3+}$   
. الباريوم :  $\text{Ba}^{2+}$   
. الكالسيوم :  $\text{Ca}^{2+}$   
. الكلوريد :  $\text{Cl}^-$   
. أكسيد الديتيريوم :  $\text{D}_2\text{O}$   
. ثنائي أمين الإيثيلين رباعي حمض الخل :  $(\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8)$  EDTA  
. الفلوريد :  $\text{F}^-$   
. شوارد الحديد :  $\text{Fe}^{3+}$   
. الغرام : g  
. الهيدروجين : H  
. حمض الهيدروكلوريك : HCl  
. البيكربونات :  $\text{HCO}_3^-$   
. الماء :  $\text{H}_2\text{O}$   
. شوارد الهيدرونيوم :  $\text{H}_3\text{O}^+$   
. البوتاسيوم :  $\text{K}^+$   
. الكيلومتر مربع :  $\text{Km}^2$   
. اللتر : L  
. اللوغاريتم : log  
. المتر : m  
. الملي غرام : mg  
. المغنيزيوم :  $\text{Mg}^{2+}$   
. ملي لتر : ml  
. ملي مول : mmol  
. نظامي ( مكافئ غرامي / ل ) : N  
. الصوديوم :  $\text{Na}^+$

- NaOH** : هيدروكسيد الصوديوم .
- NET** : الايروكروم الأسود.
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : الأمونيوم .
- NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : النتريت .
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : النترات .
- nm** : نانومتر .
- O** : الأكسجين .
- pH** : الحامضية .
- S** : الثانية .
- SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : الكبريتات .
- TA** : القلوية البسيطة .
- TAC** : القلوية الكلية .
- TH** : القساوة الكلية .
- TDS** : مجموع المواد الصلبة الذائبة .
- T<sub>2</sub>O** : أكسيد التريتيوم .
- UV** : جهاز المطيافية .
- V** : الحجم .
- Zn<sup>2+</sup>** : الزنك .
- λ** : الطول الموجي .
- %** : النسبة المئوية .

## ملحق



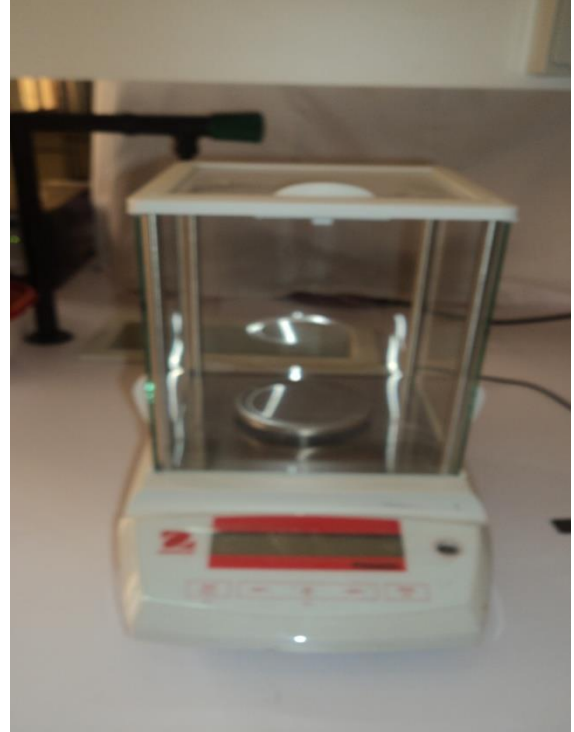
جهاز UV



جهاز ال pH متر



الأدوات المستعملة



ميزان حساس



مخبر مدرج



خلاط مغناطيسي



ارلينة ماير



بيشر