رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المركز الجامعي بالوادي

معهد العلوم والتكنولوجيا

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليسانس أكاديمي

مجال: علوم المادة

فرع: علوم المادة

تخصص: كيمياء عضوية

من إعداد:

- **دية مريم**
- **سليماني شادية**

الموضوع

تقييم المياه المعدنية الجزائرية من حيث قساوتها و قلويتها

سلمت يوم: 2011/06/16

الأساتذة: - بن فرج الله السعيد	مؤطر
- ربيعي عبد الكريم	مناقش
- زواري أحمد رشيدة	مناقش

2011-2010

بسم الله الرحمن الرحيم

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا
كُنَّا لِنَهْتَدِيَ لَوْلَا أَنْ هَدَانَا اللَّهُ

شكر وتقدير

يقول الله تعالى (لئن شكرتم لأزيدنكم)

وقال رسول الله صلى الله عليه وسلم :" من لم يشكر الناس لم يشكر الله "

الحمد والشكر لله أولا و آخرا الذي كان لنا خير عون لإتمام هذه المذكرة.

تتقدم بالشكر الجزيل والامتنان إلى كل من ساعدنا من قريب أو بعيد على إتمام هذا العمل ونخص بالذكر الأستاذ المحترم بن فرج الله السعيد على كل ما قدمه لنا من إرشادات وتوجيهات فلم يكن أستاذا فحسب بل كان أبا.

كما نتقدم بشكرنا العميق إلى الأساتذة الكرام: زغود العيد, كبسة صليحة, روا حنة نور الدين , زبيدي عمار, محمد لخضر بالفار , نجيمي السعيد الذين كانوا عونا لنا في بحثنا هذا ونورا يضيء الظلمة التي كانت تقف أحيانا في طريقنا.

و نتقدم بالشكر إلى كل الأساتذة اللذين رافقونا طيلة المشوار الدراسي

كما نتقدم بالشكر إلى مؤسسة الجزائرية للمياه بالوادي على حسن استقبالهم لنا وخاصة صفاء قابوسة.

كما نتقدم بشكرنا الخالص إلى اللجنة المناقشة " زواري أحمد رشيدة, ربيعي عبد الكريم "اللذان منحانا جزءا من وقتهما الثمين لمناقشة هذه المذكرة.

الشكر موصل إلى كل هؤلاء و جزاهم الله عنا خير جزاء

ملخـــــــص

إن تنوع المياه المعدنية خاصة في السوق الجزائرية تسبب في حيرة الفرد أي نوع من المياه يستهلك ؟ و هذا راجع إلى اختلاف بعض خصائصها .

وبالتالي ارتأينا في بحثنا هذا التطرق إلى دراسة خاصيتين مهمتين من هاته الخواص ألا و هما قساوة و قلوية الماء. حيث قمنا بحسابات نظرية لاستنتاج القساوة و القلوية لبعض المياه المعدنية المتواجدة في السوق الجزائرية اعتمادا على المعلومات المسجلة في ملصقات القوارير. و تعتبر هذه الدراسة غاية في الأهمية, بسبب مسؤولية هاتين الخاصيتين عن بعض الأمراض التي يعاني منها العديد من الأشخاص, و خاصة مرضى الحصى الكلوي. و خلصنا في الأخير من هذه الدراسة إلى إمكانية تصنيف تلك المياه المدروسة حسب هذه الحالة وتحديد أيها صالح للاستهلاك.

كما و قد تطرقنا إلى معايرة بعض عينات ماء ولاية الوادي والتي تعتبر مياه غير صالحة للشرب وكذلك لبعض الاستعمالات الأخرى في الصناعة.

الكلمات المفتاحية:المياه المعدنية, القساوة, القلوية, مرض الحصى الكلوي.

Résumé:

La variété de l'eau minérale, notamment dans les marché algériennes a causé la doute sur quel types de l'eau, on peut consommer. Cela dû à la différence de quelques propriétés.

Pour cela, on va étudier dans notre sujet deux propriétés importantes qui sont la dureté et l'alcalinité de l'eau. On fait les calcules théoriques pour déduire la dureté et l'alcalinité de quelque types de l'eau minérale qui se trouve dans les marché algériennes en basant sur les informations de l'étiquettes des bouteilles . Cette étude est considérée très importante à cause de la responsabilité de ces deux propriétés à des quelques maladies dont l'homme est souffre, surtout les malades calculs rénaux Enfin, à partir de cette étude, on peut classifier les types de l'eau étudié selon ces cas de malade et déterminer lesquels appropriés pour la consommation.

Aussi, on va doser quelques échantillons de l'eau de wilaya d'El-Oued qui considéré non recommandé pour la boire et pour autres utilisations dans l'industrie.

Les mots clés: L'eau minérale, dureté, alcalinité, le malades calculs rénaux.

الفهرس

مقدمة عامة 1

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات حول الماء

I-1- تعريف الماء 3

I-2- تركيب وبناء جزيء الماء 3

I-3- كيفية توزيع الماء في الطبيعة 4

I-3-1-مياه سطحية 4

I-3-2-مياه جوفية 5

I-4- تصنيف الماء 5

I-4-1-الماء الصالح للشرب (safe water) 5

I-4-2- الماء الملوث طبيعيا (polluted water) 5

I-4-3-ماء غير صالح للشرب (contaminated water) 6

I-5- الخصائص العامة للماء 6

I-6- دورة الماء في الطبيعة 7

I-7- حالات الماء 7

I-8- أهمية الماء 8

الفصل الثاني:المياه المعدنية

II-1- تعريف المياه المعدنية 9

II -2- مصادر المياه المعدنية 9

II-3- الفرق بين مياه الحنفية و المياه المعدنية 10

II-4- تصنيف المياه المعدنية 11

II-4-1- حسب تدفقها 11
II-4-2- حسب تركيز عناصرها 11
II-4-3- حسب قساوتها 11
II -5- أنواع المياه المعدنية 11
II -5-1- مياه الحنفية (spring water) 11
II-5-2- مياه معدنية خفيفة 12
II-5-3- مياه معدنية متوسطة 12
II-5-4- مياه معدنية ثقيلة 12
II-6- خصائص المياه المعدنية 12
II-6-1- الخصائص الفيزيائية 12
II-6-2- الخصائص الفيزيوكيميائية 12
II-7- أهمية المياه المعدنية 14
II-8- أهمية اختيار نوعية المياه المعدنية حسب الحالة المرضية 15
II-8-1- الإمساك 15
II-8-2- التخلص من مشكلة الصعوبة في الهضم 15
II-8-3- مشاكل الكلى 15
II-8-4- ارتفاع في الضغط الشرياني 16
II-8-5- سن اليأس 16
II-8-6- الرياضة 16
II-8-7- التعب والتوتر 16
II-8-8- حمية للتنحيف 16
II-8-9- خلال الحمل 17

الفصل الثالث: قساوة و قلوية المياه

III-1- القساوة 18
III-1-1- تعريف العسر 18
III-1-2- أقسام العسر 18
III-1-2-1- عسر مؤقت 18
III-1-2-2- عسر دائم 18
III-1-3- ماء اليسر و ماء العسر 19
III-1-4- طرق إزالة العسر 19
III-1-4-1- طريقة الكلس و الصودا 19
III-1-4-2- طريقة تطرية الماء 20
III-1-5- حالات عسر الماء حسب قيم TH 21
III-1-5-1- حسب قيم TH 21
III-1-5-2- حسب تركيز الأملاح 21
III-1-6- علامات عسر الماء 21
III-1-7- مصادر وجود المواد المسببة للعسر في ماء الشرب 22
III-1-8- طرق تقدير عسر الماء 22
III-1-8-1- تقدير عسر الكالسيوم 22
III-1-8-1-1- طريقة المعقد (الفرسين) 23
III-1-8-1-2-الطريقة الترسيبية 23
III-1-8-1-3- طريقة المعايرة الحجمية 23
III-1-8-1-4- الطريقة اللونية 23
III-1-8-1-5- طريقة الامتصاص الذري 23

III-1-8-2- *تقدير المغنزيوم* 23
III-1-8-2-1- طريقة المعقد 23
III-1-8-2-2- طريقة الوزن 24
III-1-8-2-3- الطريقة اللونية 24
III-1-8-2-4- طريقة الامتصاص الذري 24
III-2- القلوية و القلوية الكلية 24
III-2-1- تعريف 24
III-2-2- تصنيف القلوية 24
III-2-2-1- القلوية البسيطة "TA" 24
III-2-2-2- القلوية الكلية"TAC" 24
III-2-3- تعديل قلوية الماء 25
III-2-4- طريقة تقدير القلوية 25
III-2-5- فوائد الماء القلوي 26
III-2-6- العلاقة بين القلوية وتركيز الشوارد المسؤولة عنها 26
III-3- العلاقة بين قساوة الماء و قلويته 26
III-4- مختلف وحدات قياس قساوة و قلوية الماء 27
III-4-1- بالنسبة للقساوة 27
III-4-2- بالنسبة للقلوية 27

الجزء العملي

مقدمة 28

الفصل الرابع: طرق و أدوات

VI-1-طرق أخذ و حفظ العينات 29
VI-2- تحليل الماء 29
VI-2-1- قياس القساوة الكلية للماء (TH) 29
VI-2-1-1- عمليا 29
VI-2-1-1-1- المبدأ 29
VI-2-1-1-2- الأجهزة, الأدوات و المواد المستعملة 30
VI-2-1-1-3- طريقة العمل 30
VI-2-1-2- نظريا 33
VI-2-1-2-1- طريقة الحساب 33
VI-2-1-2-1-1- حساب تركيز شوارد الكالسيوم بـ f° 33
VI-2-1-2-1-2- حساب تركيز شوارد المغنزيوم بـ f° 33
VI-2-1-2-1-3- حساب TH 33
VI-2-2- قياس القلوية البسيطة و الكلية 34
VI-2-2-1- عمليا 34
VI-2-2-1-1- المواد والأدوات المستعملة 34
VI-2-2-1-2- القلوية البسيطة 34
VI-2-2-1-3- القلوية الكلية 34
VI-2-2-2- نظريا 35
VI-2-2-2-1 القلوية البسيطة 35

VI-2-2-2-2- القلوية الكلية 36

الفصل الخامس: النتائج و التعليق

V-1- النتـــــــــائج 37

V-1-1- النتائج العملية 37

V-1-2- النتائج النظرية 37

V-2- التعليق على النتائج 57

V-2-1- التعليق على "TH" 57

V-2-2- التعليق على "TAC", "TA" 57

الخلاصة 58

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 من الكائنات الحية قال الله عز وجل:

﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاء كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾ **[سورة الأنبياء آية 29]**

الماء هو مادة الحياة وإكسيرها السحري الذي بدونه لاستحالت الحياة على سطح هذا الكوكب و لقد عرّف العلماء الحياة على أنها نشاط دائم يلعب فيه الماء دورا مهما و الذي تزداد أهميته يوما بعد يوم, حيث له وظائف عديدة و هامة لجسم الإنسان كونه يدخل في تركيب الخلايا بنسبة 75% - 95% من الكتلة البروتوبلازمية كما يدخل في تركيب الأنسجة المختلفة حيث أنه يستعمل في كل مجالات الحياة من شرب و ري و صناعة.

فنجد أن المياه المعدنية أهم مصدر للشرب و التي تتصف بكونها ماءا معالجا للكثير من الأمراض و هذا ما استدعى الناس تسميتها بالماء السحري مما أكسبها رواجا متزايدا في السوق. و تختلف هذه المياه في خصائصها الفيزيائية و الكيميائية حسب الطبيعة الجيولوجية التي تمر بها مما أدى إلى تنوعها و من بين هذه الخصائص القساوة و القلوية اللتان لهما تأثير كبير في الحياة لذا يجب معرفة نوعية المياه الملائمة للاستعمال. لأجل ذلك قمنا بدراسة شاملة لقساوة و قلوية بعض المياه المعدنية المتواجدة في الأسواق الجزائرية وهي كالتالي : (سيدي عقبة - ميلق - إفران - إفري - يوكوس - القولية - سلسبيل - إيرس - مون جرجرة - باتنة - في بور - تيفاست - سعيدة - حمامات - منبع الغزلان - لالة خديجة - جميلة - القديلة – ضاية).

و كفضول أردنا معرفة قساوة و قلوية بعض من عينات ماء الوادي لذا قمنا بمعايرة كل من ماء المركز الجامعي بالوادي و ماء بلديتي تكسبت و كوينين.

وقد قسمنا عملنا إلى جزئين جزء نظري اشتمل على ثلاث فصول:

- فصل تمثل في إظهار بعض خصوصيات الماء من تركيب, توزيع, أنواع,

أهمية...

- فصل تمثل في دراسة المياه المعدنية من حيث خصائصها, أهميتها, كيفية اختيارها بالنسبة للحالة المرضية.

- فصل تمثل في دراسة شاملة لكل من قساوة و قلوية المياه المعدنية.

و جزء عملي اشتمل فصلين و هما:

- فصل تمثل في طرق تقدير قساوة وقلوية المياه من خلال معايرة عينات من ماء الحنفية لولاية الوادي, و كذلك عن طريق إجراء حسابات نظرية لبعض المياه المعدنية المتواجدة في الأسواق الجزائرية حسب المعلومات الموجودة في ملصقات القوارير.

- و أخيرا ختم الموضوع بفصل تم فيه عرضا نهائيا للنتائج والتعليق عليها.

مقدمة

يحتوي الماء على بعض الأملاح الذائبة يتوقف تركيزها على الصخور التي يمر بها هذا الماء و مصادر التلوث التي يتعرض لها, كشوارد الكالسيوم و المغنزيوم المسببة في قساوة الماء, و شاردة البيكربونات المسببة في قلوية الماء و غيرها من الشوارد .

لذا يجب القيام بأخذ عينات الماء و تحليلها من أجل معرفة نوعية المياه التي نستعملها يوميا .

حيث في هذا المجال سنقوم بدراسة قساوة و قلوية بعض المياه المعدنية المتواجدة في السوق الجزائرية و هي: (سيدي عقبة - ميلق - إفران - إفري - يوكوس - القولية - سلسبيل - إيرس - مون جرجرة - باتنة - في بور - تيفاست - سعيدة - حمامات - منبع الغزلان - لالة خديجة - جميلة - القديلة – ضاية). و ذلك من خلال ملصقات القوارير.

كما سنقوم بدراسة قساوة و قلوية بعض عينات لمياه حنفية : المركز الجامعي بالوادي – بلديتي تكسبت و كوينين , و ذلك عن طريق المعايرة.

و في الأخير يتم التعليق على النتائج المتحصل عليها.

I-عــموميات حــول الماء

يعتبر الماء من العوامل الأساسية في بقاء الكائن الحي على هذه الأرض وهو من النعم العظيمة التي وهبها الله للإنسان, حيث يغطي أكثر من ثلاث أرباع الكرة الأرضية, و يملأ البحار و المحيطات والأنهار و يوجد في الهواء و باطن الأرض فهو يتم استهلاكه في جميع مجالات الحياة من شرب و ري و صناعة ,و نظرا لأهميته سنتطرق إلى:

I-1- تعريف الماء:

الماء اسم يطلق على الحالة السائلة لمركب الهيدروجين و الأكسجين. و كان الفلاسفة القدماء يعتبرون الماء كعنصر أساسي لكل المواد السائلة و ظل هذا الاعتقاد سائدا حتى القرن18م ففي عام1781م استطاع العالم الإنجليزي هنري كافنديش (Henry Cavendish) تصنيع الماء بحرق الهيدروجين في الهواء محدثا فرقعة و لم تكن هذه التجربة معروفة حتى أتى العالم الكيميائي الفرنسي أنطوان لافوازييه (Ontoine Lavoisier) أثبت أن الماء ليس عنصرا بل مركبا من الهيدروجين و الأكسجين ثم اكتشف العالمان الفرنسي جوزيف لويس والألماني ألكسندر همبولدت أن الماء يتكون من حجمين من الهيدروجين و حجم من الأكسجين كما هو في التركيب (H_2O)السائد حاليا[1].

I-2- تركيب وبناء جزيء الماء:

يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر تسمى جزيئات, وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات وكل جزيء يتكون من أجسام أصغر تسمى ذرات ويحتوي جزيء الماء الواحد على ثلاثة ذرات ذرتي هيدروجين و ذرة أكسجين مرتبطة ببعضها. وقد توصل إلى هذا التركيب الكيميائي للماء عام 1860العالم الإيطالي ستنزالو كانزارو (stanisalo cannizzarro)[1].

و يتم الاتحاد بين الثلاث ذرات عن طريق المشاركة بين الكترونات ذرتي الهيدروجين وذرة الأكسجين مباشرة. ويأخذ جزيء الماء شكل مثلث المحاور و أن الزاوية بين الخطوط التي تصل بين مراكز ذرات الهيدروجين و الأكسجين حوالي 105° و قد تصل إلى 109°، وقد اتضح من الدراسات التي أجريت عن الماء أن قطر ذرة الأكسجين 2.7A°, بينما قطر

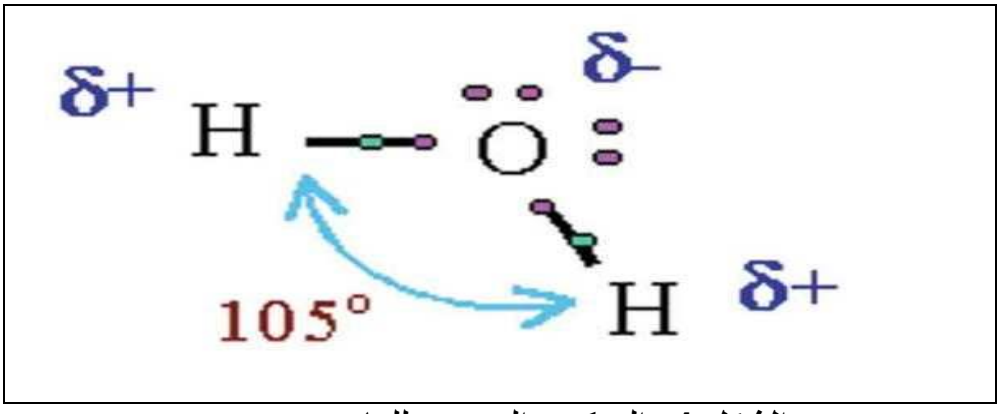
جزيء الماء كله °2.76A, ولذا يصبح شكل الجزيء كرويا تقريبا نظرا للصغر المتناهي لذرة الهيدروجين إذا قيست بذرة الأكسجين.

ولا ترتبط كل ذرة من ذرات الهيدروجين مع ذرة الأكسجين بنوع واحد من الروابط, فقد أوضح الباحثون أن جزيئات الماء العادي تتوزع على أربعة أنواع كما يلي:

أ- جزيئات روابطها بين ذرات الهيدروجين و ذرة الأكسجين كلها تعاونية (تساهمية) و تمثل حوالي 48% من الجزيئات.

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

ت- جزيئات الروابط فيها أيونية فقط و تمثل 8%. وفي هذه الجزيئات فإنه يمكن لذرات الهيدروجين أن تتأين و أن تترك أيونات الهيدروكسيد (HO^-). أما ذرات الهيدروجين المرتبط بالأكسجين برابطة مشتركة covalent فإنها لا تتأين إلا تحت درجة حرارة عالية [2].



الشكل 1: التركيب الجزيئي للماء.

I-3- كيفية توزيع الماء في الطبيعة:

قال تعالى: ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ الْمَاء إِلَى الْأَرْضِ الْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِ زَرْعاً تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَامُهُمْ وَأَنفُسُهُمْ أَفَلَا يُبْصِرُونَ ﴾

[السجدة الآية 27]

يتوزع الماء في الطبيعة إلى ما يلي:

I-3-1-مياه سطحية: وهذه المياه تتمثل في الأنهار, البحار, المحيطات و القطع الثلجية.

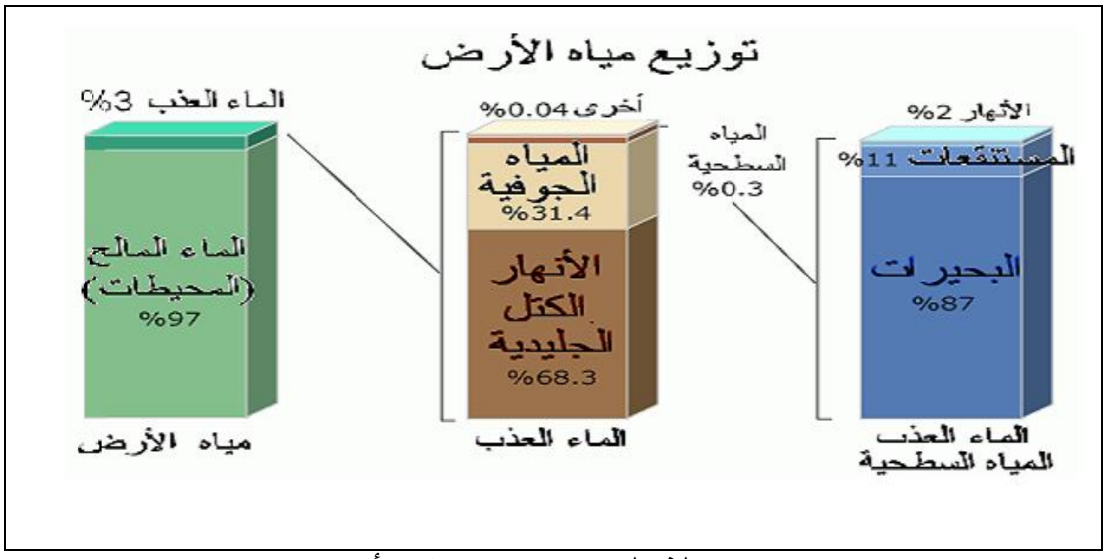
أ- مياه الأمطار: هي أنقى أنواع المياه الطبيعية, حيث تنحل فيها أثناء سقوطها بعض الغازات المنتشرة في الجو كالأكسجين و ثاني أكسيد الكربون.

ب- 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.

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

ث- مياه البحار و المحيطات: وهي تمثل النسبة الكبيرة.

I-3-2-مياه جوفية: وهي المياه الموجودة في باطن الأرض. [3]



الشكل 2: توزيع مياه الأرض.

I-4- تصنيف المياه:

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

I-4-1-الماء الصالح للشرب: (safe water)

وهي المياه الخالية من أية جراثيم, و من المواد المعدنية الذائبة التي تكسبه لونا أو تجعله غير صالح للشرب.

I-4-2- الماء الملوث طبيعيا: (polluted water)

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغير في اللون و الطعم أو الرائحة أو العكارة نظرا لوجود مواد غريبة عضوية أو عالقة في الماء.

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-4-3-ماء غير صالح للشرب: (contaminated water)

وهي 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, 5]

I-5- الخصائص العامة للماء:

الخصائص	النسبة	الحالة
اللون/الطعم/الرائحة	خالي جدا	للماء النقي
الكثافة	1.000000	عند 4 درجة مئوية
الأس الهيدروجيني	7	للماء النقي
معامل الانكسار الضوئي	1.33	عند 20 درجة مئوية
حرارة التبخر(حريره/ مول)	9716	عند الضغط النظامي(1جوي)
حرارة الانصهار(حريره/ مول)	1436	عند الضغط النظامي(1جوي)
درجة حرارة الغليان الطبيعية	100 درجة مئوية	عند الضغط النظامي(1جوي)
درجة حرارة الذوبان الطبيعية	صفر مئوي	عند الضغط النظامي(1جوي)
اللزوجة (سنتيبويز)	1.789 1.005 0.550	عند صفر المئوي عند 20 درجة مئوية عند 50 درجة مئوية
المسافة بين النوى (أنكستروم)	1.013 1.53	H-O H-H
زاوية التكافؤ H-O-H	105°_106	_

الجدول 1: الخصائص العامة للماء[6,1].

I-6-دورة الماء في الطبيعة:

يعتقد العلماء أن كمية الماء الموجودة الآن على سطح الكرة الأرضية هي الكمية نفسها التي وجدت منذ أن نشأت الأرض فقد بدأ الماء على هيئة أبخرة تصاعدت من الأرض أثناء تكوين قشرتها الصلبة وحينما أخذت حرارة سطح الأرض في الانخفاض تدريجيا بدأت تلك في

التكاثف ثم تساقطت أمطارا غزيرة لمئات من السنين وقد أدى سقوط الأمطار إلى تكوين البحيرات والمحيطات الواسعة [8].

الشكل 3: دورة الماء في الطبيعة [9].

I-7- حالات الماء:

يوجد الماء في الطبيعة على ثلاث حالات و هي:

- **الحالة الصلبة:** يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج أبيض اللون ناصع، يوجد على هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء أقل من الصفر المئوي, كالثلوج و المسطحات الجليدية التي نراها خاصة في القطبين الشمالي والجنوبي وأعلى الجبال الشاهقة.
- **الحالة السائلة:** يكون فيها الماء سائلا بلا لون، وهي الحالة الأكثر شيوعا للماء, و يوجد الماء على صورته السائلة في درجات الحرارة ما بين 0 م° و 100 م° (درجة الغليان) في الشروط القياسية, كمياه البحار والأنهار والبحيرات والمياه الباطنية.
- **الحالة الغازية:** يكون فيها الماء على شكل بخار، ويكون الماء بالحالة الغازية بدرجات حرارة مختلفة كالغيوم و الضباب. [10]

I-8- أهمية الماء:

يعتبر الماء من العناصر الأساسية التي تكوّن الجسم البشري و الحيواني و حتى النباتي, و بغض النظر عن الجهاز الهضمي في الإنسان و الحيوان, فإن الماء يمثل ما لا يقل عن 75% من تكوين الجسم و 90% من تكوين النبات, و يعتبر الماء من المذيبات الأكثر شيوعا هذا في العمليات الصناعية المختلفة كما أنه يستخدم في عمليات التبريد المختلفة التي تتم في المصانع,

هذا فضلا على أنه يدخل في إعداد الكثير من المنتجات و المواد الغذائية, كما يعتبر مذيب جيد لكثير من المواد مشكلا بذلك محاليل مثل ماء فزيولوجي, ماء جافيل[11].

II-المـــــــــياه المعدنيـــــــة

المياه المعدنية من أكثر المواد التي تستهلك في الحياة خاصة في المجال الصحي, حيث أن لهذه المياه مزايا كثيرة من أهمها قدرتها على شفاء العديد من الأمراض. ونظرا لتنوعها واختلاف خصائصها لابد من معرفة اختيار نوعية المياه المناسبة للاستعمال, لذا سنتطرق في هذا الفصل إلى:

II-1- تعريف المياه المعدنية:

تمتاز المياه المعدنية بتركيبها الكيميائي الثابت غير القابل للتغيير, و تحتوي على نسبة عالية من المعادن المذابة, وتتكون بطريقة طبيعية في مخازن مائية خاصة, فلا تمتزج بالمياه السطحية و لا تحتاج إلى إجراء أية تغيرات أو إضافة مواد كيميائية إليها، وهي أكثر صحة لجسم الإنسان مقارنة بمياه الشرب العادية بسبب احتوائها تقريبا على كافة الأيونات و العناصر الضرورية لإدامة نمو وحماية جسم الإنسان, لأنها تحافظ على وجود الأيونات في جسم الإنسان و تقوم بتنظيم الجسم وتنقيته من المواد الضارة, كما تحافظ على التوازن في كمية المياه التي يفقدها جسم الإنسان أثناء النشاط.

وأشارت Recommended Daily Allowance (RDA) إلى أن المياه المعدنية يجب أن تخرج من تحت سطح الأرض وتتدفق على شكل عيون مائية أو بطريقة حفر الآبار لاستخراج المياه الجوفية, و تحتوي على الأقل على (250ملغ/ل في الماء) و تعرف بـ Total Dissolvwd Solids (TDS). و تتغير كمية "TDS" في المياه المعدنية بين موقع و آخر، و تتحكم في ظروف تكوينها و نوعية الطبقات و التكاوين Formation التي تخزن فيها المياه المعدنية[1].

II-2- مصادر المياه المعدنية:

تقع مصادر المياه المعدنية غالبا في المناطق الجبلية و تتلازم مع بعض التراكيب و التكوينات الجيولوجية ويقصد بذلك بعض أنواع الصخور الرسوبية وهي من نوع صخور حجر الكلس و صخور الدولومايت و أحيانا مع صخور المارل و في الصخور البركانية و النارية المنشأ كما أنها قد توجد على شكل عيون مائية طبيعية و التي تتدفق على شكل ينابيع طبيعية حيث تقع في مناطق

جبلية عالية متجددة بالمياه لذا يجب إجراء دراسات جيولوجية و صحية لمواقع الينابيع و أخذ نماذج حسب الطرق المتبعة في تحليل مكوناتها و تحديد نوعيتها الطبيعية أو المعدنية مع حساب كمية تدفق المياه فيها بهدف تحديد جدواها الاقتصادي في حالة إعداد خطة لاستثمارها[10].

II-3- الفرق بين مياه الحنفية والمياه المعدنية:

المياه المعدنية لها تركيب ثابت و صحي لجسم الإنسان, و توجد في تكاوين أو تراكيب جيولوجية معينة, ولا تختلط بها المياه السطحية لذا لا تتغير صفاتها الفيزيائية و الكيميائية, و يكون لها طعم خاص ما بين حلو عذب و مر أحيانا و مالح خفيف أحيانا. و هي مياه الحنفية التي تحتوي على الأقل على TDS=250ملغ/ل في مجموع كمية المواد المذابة فيها. يمكن القول بأن الفرق الأساسي بين مياه الحنفية و المياه المعدنية يتحدد على أساس كمية المواد المذابة "TDS", فمياه الحنفية تحتوي على أقل من (250ملغ/ل) في حين تحتوي المياه المعدنية على(TDS= 250ملغ/ل) وأكثر من ذلك, كما أن المياه المعدنية آمنة من البكتيريا و لا تحتاج إلى أية معالجات كيميائية فهي صحية بحد ذاتها، في حين لا تتوافر غالبا هاتان الخاصيتان في مياه الحنفية.

كما ترتبط المياه المعدنية الحارة بالصخور النارية و البركانية المنشأ وفي المناطق التي تقع على امتداد الفوالق العميقة و اتجاهاتها التي تشكل غالبا الحدود الفاصلة بين تراكيب و بلوكات جيولوجية كبيرة. أما مياه العيون فتتلازم و ترتبط بالأنواع المختلفة من الصخور و في أعمار جيولوجية مختلفة لذا تختلف الخصوصيات الفيزيائية و الكيميائية لمياه الحنفية بين موقع و آخر، لاسيما إذا تغيرت نوعية الطبقات و التكاوين أو الترسبات الحاملة لها، كما تتغير كمية تدفق المياه فيها لاسيما في الفترات التي تتساقط فيها الأمطار و الثلوج بكميات قليلة أوحين يقع الجفاف و يستمر لفترات قد تستغرق سنوات، هذا كله يؤثر بشكل كبير على مياه الحنفية أكثر مقارنة بالمياه المعدنية[1].

II-4- تصنيف المياه المعدنية:

تصنف المياه المعدنية حسب ما يلي:

II-4-1- حسب تدفقها:

أ- تدفق طبيعي:و ترتبط غالبا بالفوالق و الخنادق و الوديان العميقة في المناطق الجبلية, كما قد تتدفق على شكل عيون مائية.

ب- ***تدفق صناعي :***و تتمثل في استخراج المياه المعدنية عن طريق حفر الآبار في أعماق بعيدة عن مصادر التلوث.

II-4-2- حسب تركيز عناصرها:

مثل الكالسيوم و المغنزيوم و الكبريت و تعرف هذه المياه كالتالي :

أ- ***مياه الكالسيوم:*** و هي المياه التي تحتوي في كل لتر منها على 140مغ من الكالسيوم حسب نوعية الصخور والتربة[10].

ب-***مياه المغنزيوم:*** و هي المياه التي يحتوي كل لتر منها على 12مغ من المغنزيوم[10].

ت-***مياه كبريتية:*** وهي المياه الغنية بالكبريتات والتي تتواجد في معظم الصخور النارية و الرسوبية[10].

II-4-3- حسب قساوتها:

تتم عملية التصنيف على حسب كمية الكالسيوم و المغنزيوم في الماء إلى: مياه لينة , مياه قليلة القساوة, مياه ذات قساوة متوسطة, مياه قاسية, مياه قاسية جدا[10].

II-5- أنواع المياه المعدنية:

II-5-1- مياه الحنفية (spring water): تمتاز بأن كمية "TDS" لا تزيد عن 249مغ/ لتر من الماء, وهو نوع طبيعي خفيف يتوفر على أقل كمية من المعادن والذي يتحكم في مثل تلك الينابيع مصادره (مناطق جبلية عالية أو متوسطة أو منخفضة) وعلى مكونات الطبقات الحاملة لتلك المياه. فإذا كانت مكونات الطبقات الحاملة مكونة من تربة غنية بعناصر الكالسيوم و المغنيسيوم فإن أغلب تلك الينابيع تمتاز بصلابة عالية[1].

II-5-2- مياه معدنية خفيفة: قد تختلف المياه المعدنية من موقع لآخر وهذا راجع للتكوينات الجيولوجية, مما يستدعي وجود اختلاف في كمية الأملاح المنحلة, والتي تقدر كميتها في هذا النوع من المياه ب 250 ملغ /ل[10].

II-5-3- مياه معدنية متوسطة: هي المياه التي تكون الأملاح المنحلة فيها 501-1000 ملغ/ل وتمتاز بكونها ماءا ثقيلا من حيث الطعم بسبب خصائصها الفيزيائية و مكوناتها الكيميائية[10].

II-5-4- مياه معدنية ثقيلة: تقدر كمية الأملاح المنحلة فيها بـ 1000 ملغ/ل وتمتاز بكونها ثقيلة لاحتوائها على نسبة عالية من الكالسيوم و المغنيزيوم, وهي أكثر أنواع المياه استعمالا لأغراض طبية و علاجية[10].

II-6- خصائص المياه المعدنية: للمياه المعدنية عدة خصائص نذكر منها :[10-11-12]

II -6-1- الخصائص الفيزيائية:

- المياه المعدنية ليس لها لون معين فهي مياه شفافة خالية من المواد العالقة نظرا لترشحها خلال طبقات الأرض أثناء تسرب الماء خلالها, ومنه يمكن القول أن المياه المعدنية معدومة العكارة.
- كما أن للمياه المعدنية طعم خاص يميزها عن بقية المياه الموجودة في الطبيعة.
- درجة حرارة المياه المعدنية تتغير حسب العمق الذي يحوي الماء.

II-6-2- الخصائص الفيزيوكيميائية:

- في أغلب الأحيان تكون "pH" المياه المعدنية في حدود 7,4.
- قلوية المياه المعدنية توافق وجود أيونات كل من البيكربونات و الكربونات و الهيدروكسيد في الماء,وهي تختلف من نوع إلى آخر حسب تركيزها.
- ترتبط قساوة المياه بوجود أيونات الكالسيوم و المغنزيوم على شكل أملاح منحلة.
- يعتبر الماء من النواقل الضعيفة للكهرباء, لكن بسبب وجود المواد المنحلة خاصة الأملاح المعدنية يؤدي إلى ارتفاع تلك الناقلية.
- من أهم الشوارد المتواجدة في المياه المعدنية :الكالسيوم, المغنزيوم, البوتاسيوم, الصوديوم, الحديد, الكلور, الكبريتات, النترات....

*و لكي يصنف الماء ضمن المياه الصالحة للشرب يجب أن تكون خصائصه معتمدة على معايير معينة. و من بين هذه المعايير:

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 s/cm	-	1250	2000
القساوة °F	-	35-10	-
الكالسيوم Ca	200	100	-
المغنيزيوم Mg	150	50	-
الصوديم Na	-	100	-
البوتاسيوم K	-	12	-
الكبريتات SO_4	200	250	250
الكلورايد Cl	200	200	200
النترات NO_3	45	50	50
النيتريت NO_2	-	0.1	-
الحديد Fe	0.1	0.3	0.1
البيكربونات	-	30	-

الجدول2: المعايير الدولية,الأوروبية و الفرنسية لمياه الشرب[13].

II-7- أهمية المياه المعدنية:

إن مزايا المياه المعدنية العلاجية و قدرتها على الشفاء في العديد من الأمراض ليست وليدة اكتشاف حديث, لقد كانت مزايا المياه المعدنية معروفة منذ قرون لدى الإغريق في معالجة الأمراض الجلدية و تحولت مواقع ينابيع هذه المياه في العديد من مناطق العالم و منها الشرق الأوسط إلى مناطق سياحية و ترفيهية. و قد تم الكشف عن الكثير من الآثار حول مواقع الينابيع المعدنية الحارة كانت مركز جذب النشاط و الاستيطان البشري أقدم العصور بفعل دورها في حماية صحة الإنسان من الأمراض وازدادت أهميتها في أوقات الغزوات و الحروب و الأوبئة فاستخدموها في أغراض الاستحمام واستنشاق بخارها و شربها, و لا تزال المياه المعدنية إلى

وقتنا الحاضر تلقى أهمية في علاج العديد من الأمراض مثل الصدفية و الأكزيما و بعض أنواع الحساسية و أمراض المفاصل و الجهاز التنفسي و الجهاز العصبي و أمراض الكلى والكبد والأمراض النسائية و نخص بالذكر النساء الحوامل فهي تعد أفضل شراب لهن أثناء تلك الفترة فهي تساعد على نقل الغذاء إلى الطفل بشكل جيد و صحي كما تساعد على تنشيط الدورة الدموية, أثبتت الدراسات العلمية الحديثة أهمية استعمال المياه المعدنية والتأثير الايجابي أو السلبي لكل عنصر[10].

* ومن ابرز فوائد تلك العناصر الموجودة في المياه المعدنية هي:

- **الكالسيوم:**يساعد على البناء و المحافظة على العظام والأسنان .
- **المغنيسيوم:** يقوي الجهاز المناعي ويسيطر علي ضغط الدم وتوظيف السكريات الموجودة في الدم.
- **الفلور:** يساهم في حماية الأسنان من التسوس.
- **النترات :** تواجد كميات عالية غير صحية وخاصة للأطفال الرضع.
- **النتريت :** وجوده في الماء يشكل خطورة على صحة الإنسان.
- **الحديد:** يحتاج إلي كميات قليلة ونقصها في الماء هي احد أسباب فقر الدم.
- **البيكاربونات:** تساعد على تنظيم وتوازن الحوامض في المعدة والأمعاء و محافظة عليها
- **الكلور:** ينظم الحوامض في المعدة والأمعاء و يحافظ عليها.
- **السلفات:** مواد منظفة طبيعية.
- **الصوديوم :** يعمل على توازن السوائل في الجسم , يوازن درجة الحموضة.
- **البوتاسيوم :** يعمل على تنظيم ضربات القلب وضغط الدم. [1,8,14]

II-8- أهمية اختيار نوعية المياه المعدنية حسب الحالة المرضية:

يعتبر الماء الذي يشكل عنصرا مهما في الحياة أكثر المواد استهلاكا بين الناس و الخيارات المتاحة في المتاجر و على الرفوف لا تعد ولا تحصى, ولكن هل يعرف المستهلك ماذا يشتري؟

تختلف المياه المعدنية من حيث تركيبها اختلافا كبيرا لذا يجب معرفة نوع الماء الأكثر ملائمة بالنسبة للحالة المرضية:

II-8-1-الإمساك:

يجب تناول كمية كبيرة من المياه ويفضل أن تكون غنية بالكبريتات و المغنيزيوم المعروفة بتسهيل العبور المعوي[15].

II-8-2- التخلص من مشكلة الصعوبة في الهضم:

تعتبر البيكربونات مناسبة، فلهذه المادة الغنية بالأحماض مفعول جيد على الانتفاخ والارتداد المعوي البلعومي و يمكن إيجادها بكميات كبيرة في المياه الغازية[15].

II-8-3- مشاكل الكلى:

إذا كان الشخص مصاب بالحصى في الكلى أو المغص الكلوي أو الالتهابات في البول سيكون من الصعب على الكلى الضعيفة تصريف المياه الغنية بالأملاح المعدنية. في هذه الحالة يجب اختيار نوعاً لا يحتوي على كمية كبيرة من المعادن، في حال وجود حصى في الكلى يستحسن استشارة الطبيب قبل اختيار المياه المعدنية المناسبة[15].

II-8-4- ارتفاع في الضغط الشرياني:

في هذه الحالة يجب الابتعاد عن المياه الغنية بالصوديوم التي يمكن أن ترفع الضغط الشرياني واستبدالها بالمياه التي تحتوي على القليل منه[15].

II-8-5- سن اليأس:

يعتبر توقف الطمث مرحلة طبيعية وصعبة في حياة المرأة. فبعد بلوغ هذه السن يزداد خطر الإصابة بترقق العظام الناتج عن فقدان كثافة العظام. إذا كان النظام الغذائي يفتقر إلى الكالسيوم يمكن تعويض هذا النقص بشرب مياه غنية بالكالسيوم [15].

II-8-6- الرياضة:

تساعد البيكربونات المضادة للحوامض على التخلص من الحامض اللبني الذي تفرزه العضلات المرهقة. تثبت الدراسات في مجال الطب وفق رأي الاختصاصيين مفعول بيكربونات الصوديوم على عمل العضلات لذلك ينبغي شرب الماء قبل التمارين وأثناء القيام بها و بعدها. لذا يجب اختيار مياه غنية بالبيكربونات أو المغنيزيوم الذي يشجع عمل العضلات[15].

II-8-7- التعب والتوتر:

يمكن أن يعود سبب الشعور بالتعب والتوتر إلى عدة عوامل منها النقص في المغنيزيوم الضروري لعمل الجهاز العصبي, في هذه الحالة ينصح بشرب المياه الغنية بالمغنيزيوم[15].

II-8-8- حمية للتنحيف:

الماء لا ينقص الوزن ولكنه يساهم في التخلص من المواد المترسبة في الجسم والسموم, و يساعد تناول لتر ونصف من المياه يومياً على التخلص من الأوساخ المتراكمة في الجسم فضلاً عن أن الأشخاص الذين يتبعون حمية غذائية غير متوازنة يتعرضون لخطر الإصابة بالنقص في الأملاح المعدنية ما يحتم عليهم التعويض عنها بواسطة ماء غني بالمعادن. أما الأشخاص الذين لا يحتملون شرب الحليب الغني بالكالسيوم أو الذين يعتبرونه كثير الدهون أو الذين لا يحبذون تناول الفاكهة المجففة أو الموز فننصحهم بشرب المياه الغنية بالكلسيوم و المغنيزيوم[15].

II-8-9- خلال الحمل:

تزيد حاجة الجسم إلى الماء والأملاح المعدنية أثناء الحمل. يجب إذا التفكير بشرب مياه غنية بالمعادن بشكل منتظم تحتوي على معدل من المعادن يتراوح بين (1500 و2000 ملغ /ل) [15].

III- قـــــساوة وقـــلوية المياه

تتميز المياه المعدنية باختلاف خصائصها الفيزيائية و الكيميائية حسب الطبيعة الجيولوجية التي تمر بها, ومن بين هذه الخصائص القساوة و القلوية, اللتان لهما تأثير كبير في الحياة اليومية و العملية. لذا في هذا الفصل سوف نقوم بدراسة شاملة لكليهما.

III-1- القساوة:

III-1-1- تعريف العسر:

هو تعبير يستخدم لوصف حالة الماء عندما تكون نسبة الأملاح المعدنية فيه عالية, ويحدث العسر نتيجة لتفاعل كاتيونات المعادن الثنائية مثل الكالسيوم و المغنزيوم و الحديد الثنائي و الزنك و غيرها مع الأنيونات الموجودة بالماء, ومن أهم الأملاح التي تستخدم في قياس العسر هي أملاح الكالسيوم و المغنزيوم على شكل كلوريدات, كبريتات, بيكربونات و كربونات. و تعطى القساوة بالعلاقة التالية:

$$TH= [Ca^{+2}]+ [Mg^{+2}]$$

و يختلف عسر الماء من مكان إلى آخر اعتمادا على الطبيعة الجيولوجية التي يمر بها, و في الغالب ما يكون عسر الماء بالنسبة للمياه السطحية أقل من عسر الماء للمياه الجوفية[12,16,17,18,19].

III-1-2- أقسام العسر:

يقسم عسر الماء تبعا لنوع الأملاح المسببة له إلى:

III-1-2-1- عسر مؤقت: يعود لوجود كربونات و بيكربونات الكالسيوم و المغنزيوم ويعرف عادة بعسر الكربونات[1], وسمي بالمؤقت لسهولة التخلص منه[16].

III-1-2-2- عسر دائم: يعود لوجود أملاح كبريتات و كلوريدات الكالسيوم والمغنزيوم ذائبة في الماء[1], و سمي عسرا دائما لصعوبة التخلص منه[16].

III-1-3- ماء اليسر و ماء العسر:

ماء اليسر هو الذي يتفاعل مع الصابون عند استخدامه في الغسيل منتجا رغوة الصابون على عكس ماء العسر فإنه لا تنتج عنه هذه الرغوة أو تنتج بكمية ضئيلة, و يرجع السبب في عدم إنتاج هذه الرغوة إلى وجود نسبة عالية من الأملاح الذائبة في الماء, حيث تتفاعل هذه الأملاح مع الصوديوم في الصابون مكونة صابونا معدنيا لا يذوب في الماء و هذا هو سبب عدم تكون الرغوة المطلوبة[20,1].

III-1-4- طرق إزالة العسر: يمكن إزالة العسر المؤقت وتحويله إلى ماء يسر بغلي الماء أو تسخينه فينطلق غاز ثنائي أكسيد الكربون وتترسب كربونات الكالسيوم و المغنزيوم مكونة طبقة بيضاء على سطح غلاية الماء, يمكن التخلص منها: [19,16]

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2$$

$$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3\downarrow + H_2O + CO_2$$

كما يمكن إزالته بإضافة الجير أو قليل من حمض الخل الذي يتفاعل مع البيكربونات وبالتالي يمنع من ترسب كربونات الكالسيوم [1, 21].

أما أملاح العسر الدائم فلا تترسب بطريقة التسخين, ذلك يؤدي إلى ترسيب مادة كبريتات الكالسيوم و المغنزيوم على هيئة طبقة صلبة يصعب إزالتها, و إزالة هذا العسر يحتاج إلى تفاعلات كيميائية[20].

و من طرق الإزالة: استخدام سداسي ميتا فوسفات الصوديوم و ذلك بإضافته بمعدل 0.1g/l لكل درجة ألمانية, كذلك يمكن إضافة الإثيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA أما إذا زاد العسر عن الحد المسموح به فيلزم طرق أخرى منها:

III-1-4-1- طريقة الكلس و الصودا:

و بها يتم إزالة القساوة باستخدام الكلس و صودا الغسيل حيث تترسب من خلاله كيميائيا مع الكلس $Ca(OH)_2$ و صودا الغسيل Na_2CO_3 يتبع هذه العملية عملية فلترة للتخلص من الراسب الناتج من هذه المعالجة و الذي يتألف بشكل أساسي من كربونات الكالسيوم و هيدروكسيد المغنزيوم يتفاعل الكلس مع القساوة المؤقتة البيكربونية ليعطي كربونات الكالسيوم غير المنحلة حسب المعادلات التالية:

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3\downarrow + Mg(OH)_2 + 2H_2O$$

أما صودا الغسيل فهي تتفاعل مع القساوة الدائمة لتعطي رواسب غير منحلة حسب المعادلة التالية:

$$CaSO_4+Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow+Na_2SO_4$$

$$MgSO_4+Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3\downarrow+Na_2SO_4$$

ملاحظة: من مساوئ هذه الطريقة هو أنه لا يمكن التخلص من العسر بشكل كامل حيث تبقى دوما من (2-4°dH) [21].

III-1-4-2- طريقة تطرية الماء: وتتم بطرق مختلفة, الغرض منها استبدال المعادن المسببة للقساوة أو العسر (الكالسيوم و المغنزيوم) بالصوديوم مما يؤدي إلى إزالة أو تقليل عسر الماء. هناك ثلاث طرق لتطرية الماء بالتبادل الشاردي و هي:

أ- ***دورة الصوديوم:*** وهي طريقة كيميائية تعتمد على إزالة أيونات الكالسيوم و المغنزيوم من الماء بإضافة أيونات الصوديوم بدلا منها. و لابد أن تتم هذه الطريقة بدقة شديدة حيث يجب أن تضاف أيونات الصوديوم بنسبة معينة (حوالي 8ملغ/ل) [20].

ب-***التيار المتفرغ:*** عندما يمر تيار بطيء من الماء القاسي خلال عمود يحوي البيرموتيت فإن شوارد الكالسيوم و المغنزيوم سوف تتبادل مع شوارد الصوديوم لهذا المركب حسب المعادلة التالية:[21]

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + Na_2SO_4$$

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3\downarrow + Na_2SO_4$$

ت-**إزالة الشوارد:** يحدث تبادل شاردي في وسط ما عندما تستبدل شاردة بأخرى, و هناك تبادل كاتيوني و تبادل أنيوني.

<u>التبادل الكاتيوني</u>: وهو استبدال شاردة موجبة بشاردة موجبة أخرى, و الشوارد الموجبة المتواجدة في الماء هي الكالسيوم و المنغزيوم ...

<u>التبادل الأنيوني:</u> وهو استبدال شاردة سالبة بشاردة سالبة أخرى, و الشوارد السالبة المتواجدة في الماء هي الكربونات و البيكربونات ...[20].

III-1-5- حالات عسر الماء حسب قيمTH:

يقيم عسر الماء على حسب قيمة TH أو حسب تركيز الأملاح كما يلي:

قيمةTH (f°)	حالة الماء
5-0	ماء عذب جدا
15-5	ماء عذب
25-15	ماء متوسط القساوة
35-25	ماء قاسي
أكثر من 35	ماء قاسي جدا

الجدول3: حالة الماء حسب قيمةTH [22].

تركيز الأملاح (ملغ/ل)	حالة الماء
55-50	لا يوجد عسر
100-56	عسر نوعا ما
200-102	عسر معتدل
500-202	عسر شديد

الجدول4: حالة الماء حسب تركيز الأملاح [1].

III-1-6- علامات عسر الماء:

تعطل المياه العسرة كل نشاطات التنظيف من استحمام و غسيل كما يعطي الثياب المغسولة بها خشونة مزعجة, أيضا الأواني الزجاجية, جدران الحمامات, الحنفيات و المغاسل كلها تبدو مبرقعة. إضافة إلى أنه يؤثر على طبيعة الشعر و حيويته, كما أن ترسيب الأملاح الموجودة في الماء العسر داخل أنابيب المياه يؤدي إلى عدم انسياب المياه بالكمية المطلوبة و بالتالي يصعب استخدامها في الحياة اليومية و العملية[23,20].

III-1-7- مصادر المواد المسببة للعسر في مياه الشرب:

المياه مادة مذيبة تلتقط الشوائب بسهولة, والمياه الصافية تتميز بعدم وجود طعم أو لون أو رائحة, وعندما تتدفق المياه خلال التربة و الصخور في باطن الأرض تتحلل كميات قليلة من المعادن و لاسيما الكالسيوم و المغنزيوم وتدخلها في تركيبتها الأساسية لتصبح المياه بعد ذلك ذات قساوة, تزداد نسبة عسر المياه كلما زادت نسبة الكالسيوم و المغنزيوم فيها[16].

III-1-8- طرق تقدير عسر الماء: العسر خاصية المياه المحتوية على تركيزات من أيونات الكالسيوم و المغنزيوم رغم أن أيونات أخرى في الماء مثل أيونات الحديد و المنغنيز يمكن أن تسبب العسر, و لكن نظرا لوجودها بتراكيز قليلة جدا في الماء فإنها لا تكون ذات قيمة بالنسبة لعسر الماء لذلك فإن العسر الكلي يمثل إجمالي تركيزات أيونات الكالسيوم و المغنزيوم [18].

و يقدر العسر الكلي عمليا باستخدام مادة مخلبية أي تعمل على الإمساك بالأيونات المسببة للعسر و تجعلها معلقة في الماء و هي الملح الصوديوم لمركب الإيثيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخليك EDTA رمزه المختصر Na_2H_2Y وقيمة الـ pH لمحلوله(5-6)[4], و يستخدم كاشف معين هو أسود الإيريوكروم Net و هذا الكاشف يتغير لونه أثناء المعايرة من اللون القرمزي عند وجود العسر إلى اللون الأزرق عند انتهاء المعايرة حيث تتم المعايرة في وسط قاعدي(pH=8-10). تحسب كمية العسر الكلية مقدرة بالمليغرام(mg) من كربونات الكالسيوم في اللتر الواحد.

وهذا التحليل له أهميته الخاصة في جميع مواصفات مياه الشرب و جميع مواصفات المياه المستخدمة في العمليات الصناعية المختلفة و مياه التغذية للغلايات و مياه التبريد. تعني زيادة العسر فرصة تكون رواسب أو قشور جيرية على أسطح التبادل الحراري خاصة أن ذوبان أملاح الكالسيوم يقل بارتفاع درجات الحرارة. ولذا يلزم تقدير عسر الكالسيوم بمفرده [18].

III-1-8-1- تقدير عسر الكالسيوم:

من بين الطرق التي تستخدم في تقدير عسر الكالسيوم:

III-1-8-1-1- طريقة المعقد (الفرسين): و يتم تقديره باستخدام محلول EDTA السابق استخدامه في تقدير العسر الكلي و لكن يستخدم معه محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH لترسيب المغنزيوم و بهذا يمكن تقدير الكالسيوم و يحسب عسر الكالسيوم مقدر بالمليغرام من كربونات الكالسيوم في اللتر أو بالجزء في المليون ppm و يستخدم كاشف آخر يسمى الميروكسيد[18].

III-1-8-1-2-الطريقة الترسيبية:

يرسب الكالسيوم على شكل أحماض الكالسيوم (أوكسالات الكالسيوم) في وسط حمضي (حمض الخل), يغسل الراسب الناتج ويكلّس ثم يوزن [24].

III-1-8-1-3- طريقة المعايرة الحجمية: تذاب أحماض الكالسيوم المتشكلة في الطريقة السابقة في حمض الكبريت, و يعاير المحلول الناتج بواسطة برمنغنات البوتاسيوم [24].

III-1-8-1-4- الطريقة اللونية: يرسب الكالسيوم باستعمال كمية محدودة من حمض الكلورانيليك ($C_6H_2Cl_2O_4$) في وسط حمضي (pH =4-5), و تقاس الكمية الزائدة من الكاشف (حمض الكلورانيليك) بالطريقة اللونية [24].

III-1-8-1-5- طريقة الامتصاص الذري: تعتمد هذه الطريقة الفيزيائية التحليلية على خواص الذرات الحرة بامتصاص كمية من الطاقة عند طول موجة معينة. و يستعمل لهذا الغرض الجهاز الطيفي للامتصاص الذري ذو الشعلة المغذاة بالأسيتيلين– هواء مع وجود مصباح موافق للكالسيوم و تقاس الامتصاصية عند طول الموجة 422.7 نانومتر[24].

III-1-8-2- تقدير المغنزيوم:

III-1-8-1-2- طريقة المعقد: يتم تقدير الكالسيوم بنفس الطريقة السابقة, و يقدر عسر المغنزيوم بطرح عسر الكالسيوم من العسر الكلي [18].

III-1-8-2-2- طريقة الوزن: يتم التخلص من شوارد الكالسيوم قبل إجراء التحليل الوزني لشوارد المغنزيوم, وترسب شوارد المغنزيوم على شكل فوسفات أمونيوم المغنزيوم, والذي يتحول بعد عملية تكليس إلى بيروفوسفات $Mg_2P_2O_7$ [24].

III-1-8-2-3- الطريقة اللونية: تعتمد الطريقة اللونية على تفاعل أصفر تيازول أو أصفر التيتان مع شوارد المغنزيوم بوجود النشاء معطيا لونا أحمر برتقاليا إلى أحمر وفقا لتركيز شوارد المغنزيوم. و تقاس الامتصاصية عند طول الموجة 525 نانومتر [24].

III-1-8-2-4- طريقة الامتصاص الذري: تقاس الامتصاصية الذرية للمغنزيوم باستعمال شعلة الأسيتيلين – هواء و مصباح مناسب عند طول الموجة 285.1 نانومتر [24].

III-2- القلوية و القلوية الكلية:

III-2-1- تعريف: [1-11]

القلوية عكس الحموضة في الماء, و تعرف بأنها تستقبل أيونات الهيدروجين في التفاعلات الكيميائية وهي توافق وجود أيونات البيكربونات و الكربونات و الهيدروكسيد في الماء.

III-2-2- تصنيف القلوية:

تصنف القلوية إلى:

III-2-2-1- القلوية البسيطة "TA": هي مجموع تركيز أيونات الهيدروكسيد و نصف تركيز أيونات الكربونات . و تعطى وفق العلاقة:[11]

$$TA = [OH^-] + 1/2[CO_3^{-2}]$$

III-2-2-2- القلوية الكلية"TAC": هي مجموع تركيز أيونات الهيدروكسيد و الكربونات و البيكربونات. و تعطى وفق العلاقة:

$$TAC = [OH^-] + 1/2[CO_3^{-2}] + [HCO_3^-]$$

و عادة من أجل pH≤ 8.3 فإن تركيز كل من الهيدروكسيد و الكربونات تكون مهملة أي TA=0 و في هذه الحالة تكون القلوية الكلية تمثلها شوارد البيكربونات فقط $TAC= [HCO_3^-]$ [11].

III-2-3- تعديل قلوية الماء:

القلوية الكلية المثالية تكون ما بين 80 إلى 120ppm, ولجعل المياه مناسبة للاستخدام يجب التخلص من بعض القلويات و هذا يعمل على تخفيض الـ pH إلى المستوى المناسب, يتم هذا عادة بإضافة حمض مثل HCl. أما في حالة انخفاض القلوية يكون من الصعب ضبط الـpH ذلك لأن الماء له قوة مقاومة ضعيفة جدا و الـ pH يتغير بسرعة, ويعتبر استخدام بيكربونات الصوديوم هو العامل المناسب لزيادة الـ pH [18].

III-2-4- طريقة تقدير القلوية:

تقاس القلوية باستعمال محلول عياري من حمض معدني مع وجود كاشف فينول فتالين الذي يعطي القلوية البسيطة "TA" أو كاشف المثيل البرتقالي حيث نحصل على القلوية الكاملة "TAC". يظهر اللون الأحمر لكاشف فينول فتالين عندما يكون pH مساويا إلى 8.3, أي بعد تفاعل شوارد الهيدروكسيد ونصف الكربونات وهذا ما يسمى بالقلوية البسيطة "TA". أما في حالة استعمال كاشف المثيل البرتقالي فإن نقطة التحول تحدث عند pH 4.3, وفي هذه الشروط تكون كافة الكربونات و البيكربونات وشوارد الهيدروكسيد قد تفاعلت,

ولذلك فإن كمية الحمض المستعملة للمعايرة تعبر عن القلوية الكاملة "TAC". حيث التفاعلات الكيميائية الحادثة:[25]

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$$

$$2CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 + CaSO_4$$

$$Ca(HCO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2CO_2 + 2H_2O$$

III-2-5- فوائد الماء القلوي:

للماء القلوي فوائد كثيرة من بينها تخليص جسم الإنسان من السموم, حيث تكون نسبة الأكسجين فيه عالية بنسبة 150-200 مرة مقارنة بالماء العادي, ومن المعروف أن الميكروبات و الفيروسات و البكتيريا لا تعيش في الأكسجين. على عكس الماء الحمضي الذي تتكاثر فيه هذه الأخيرة, كما أن الماء القلوي خال من الكلور و المواد المضرة التي تتراكم في الجسم لذا فإنه صالح للشرب و الطبخ و الكثير من الأشياء[26].

ملاحظة: كما لا ننسى أن الماء الحمضي له فوائد عظيمة خاصة للاستعمال الخارجي كقتل البكتريا في الخضروات والفواكه وتخليصها من المواد الكيميائية. وكذلك يستعمل لعلاج الاكزيما والصدفية وحب الشباب [26].

III-2-6- العلاقة بين القلوية وتركيز الشوارد المسؤولة عنها:

	Bicarbonate	Carbonate	Hydroxyde
TA = 0	TAC	0	0
TA <TAC/2	TAC - 2TA	2TA	0
TA = TAC/2	0	2TA	0
TA >TAC/2	0	2 (TAC - TA)	2TA – TAC
TA = TAC	0	0	TA

الجدول5: العلاقة بين القلوية وتركيز الشوارد المسؤولة عنها[27].

III-3- العلاقة بين قساوة الماء و قلويته:

"TA" توافق القلوية الحرة و الكربونات القاعدية, القساوة الدائمة أو الاكربوناتية توافق القساوة المتبقية بعد غليان الماء وهي تمثل محتوى كبريتات و كلوريدات الكالسيوم و المغنزيوم, القساوة الكربوناتية توافق محتوى كل من البيكربونات و كربونات الكالسيوم و المغنزيوم. وهي تساوي"TAC" في حالة"TH">"TAC", و تساوي"TH" في حالة "TH"<"TAC". [28]

III-4- مختلف وحدات قياس قساوة و قلوية الماء:

		dH°	e°	fH°	ppm	mmol/l
الدرجة الألمانية	= 1dH°	1	1,253	1,78	17,8	0,1783
الدرجة الإنجليزية	=1 e°	0,798	1	1,43	14,3	0,142
الدرجة الفرنسية	= 1fH°	0,560	0,702	1	10	0,1
ppm $CaCO_3$ (USA)	=1ppm	0,056	0,07	0,1	1	0,01
mmol/l ions métaux alcalino-terreux	=1mmol/l	5,6	7,02	10,00	100,0	1

الجدول6: جدول لتحويل وحدات قياس قساوة الماء[29].

ملاحظة: الوحدة الأكثر استعمالا في قياس قساوة و قلوية المياه هي الدرجة الفرنسية

III-4-1- بالنسبة للقساوة: [22]

$$1f° = 10\ mg/l$$

$$1f° = 10^{-4}\ mol/l$$

$$1f° = 4\ mg/l\ [Ca^{+2}]$$

$$1f° = 2.4mg/l\ [Mg^{+2}]$$

III-4-2- بالنسبة للقلوية: [22]

$1f° = 3.4mg/l\ [OH^-]$

$1f° = 6.0\ mg/l\ [CO_3^{-2}]$

$1f° = 12.2mg/l\ [HCO_3^-]$

VI- طرق و أدوات

VI-1- طرق أخذ و حفظ العينات:

تعتبر عملية أخذ العينة من المصدر هامة 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 بعين الاعتبار الوقت حيث أنه كلما كان الزمن بين أخذ العينة و تحليلها قصير كانت نتائج التحليل أدق.

4- يفضل استعمال قارورات زجاجية ذات سدادات مطاطية أو قارورات بلاستيكية ذات سدادات من الفلين, حيث يجب غسلها جيدا بماء المصدر المراد تحليله.

5- الاحتفاظ بالعينة عند درجة 4 مئوية لمنع التبخر أو التحليل البيولوجي للمكونات المراد تحليلها.

VI-2- تحليل الماء:

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

واعتمدنا في هذا المجال على تحليلات كيميائية و المتمثلة في معايرة عينات الماء من أجل إيجاد قساوة وقلوية هذه العينات.

VI-2-1- قياس القساوة الكلية للماء (TH):

VI-2-1-1- عمليا:

و ذلك عن طريق المعايرة و تتمثل في معايرة القساوة الكلية لماء الحنفية.

VI-2-1-1-1- المبدأ: تعتمد القساوة الكلية للماء على شاردتي الكالسيوم و المغنزيوم و اللذان يعقدان بواسطة الـ (EDTA) حسب التوازنات التالية:

$$Ca^{2+}+H_2Y^{-2} \rightarrow CaY^{-2} + 2H^{+} \qquad (1)$$

$$Mg^{+2} + H_2Y^{-2} \rightarrow MgY^{-2} + 2H^{+} \qquad (2)$$

VI-2-1-1-2- الأجهزة, الأدوات و المواد المستعملة :

الأجهزة	الأدوات	المواد
- جهاز pH متر - ميزان - مسخن - محرار	- سحاحة سعتها 50ml - حامل - قمع - ارلينة ماير سعتها 250ml - ماصة سعتها 10ml - إجاصة - بيشر - ملعقة مخبرية - حوجلة سعتها 1l - حوجلة سعتها 100ml - مهراس(هاون)	- ملح NaCl - مسحوق Net - ملح $CaCO_3$ - حمض HCl - ماء مقطر - محلول NH_3 - ملح NH_4Cl - عينة الماء المراد معايرتها - محلول الـ EDTA

الجدول7: الأجهزة, الأدوات و المواد المستعملة في عملية قياس القساوة الكلية للماء.

VI-2-1-1-3- طريقة العمل: تتم هذه المعايرة عبر مرحلتين:

<u>المرحلة الأولى:</u> تتمثل هذه المرحلة في معايرة محلول قياسي من $CaCO_3$ (M0.01) بواسطة محلول الـ EDTA, ومن خلالها نستنتج حجم الـ EDTA اللازم لتعقيد كل من الكالسيوم و المغنزيوم.

*وقبل القيام بعملية المعايرة قمنا بتحضير المحاليل التالية:

لكي تكون التفاعلات 1 و 2 السابقة الذكر تامة تتم المعايرة في وسط أساسي (8< pH<10) ولذا استعملنا محلول موقي نشادري.

- **تحضير المحلول الموقي:** وضعنا 6.75g من ملح NH_4Cl في حوجلة (سعتها 100ml) وأضفنا لها 57ml من محلول NH_3 ثم أتممنا إضافة الماء المقطر إلى غاية خط العيار.

- **تحضير محلول $CaCO_3$:** قمنا بوزن 1g من ملح $CaCO_3$ ثم وضعنا هذه الكمية الموزونة في حوجلة (سعتها 1l)وأضفنا لها كمية من الماء المقطر و قطرات من حمض HCl و قمنا بالمزج (من أجل إذابة ملح $CaCO_3$ لأنه شحيح الذوبان في الماء) و بعد الإذابة الكلية أتممنا إضافة الماء المقطر إلى غاية خط المعيار.
- **تحضير مسحوق أسود الإيريوكروم (Net):** قمنا بسحق0.1g من الـ Net مع 10g من ملح NaCl جيدا حتى تحصلنا على مسحوق ناعم (الحفظ يكون بعيدا عن الرطوبة).

أ- القيام بعملية المعايرة :

قمنا بوضع 10ml من محلول $CaCO_3$ في إرلينة ماير وأَضفنا له حوالي 1ml من محلول موقي (حيث قمنا بقياسpH الوسط من أجل التأكد أن الوسط أساسي) و نسبة قليلة من مسحوق الـ Net, وبعد مزج المحلول قمنا بإضافة محلول الـ EDTA تدريجيا إلى غاية تغير لون المحلول من البنفسجي إلى الأزرق.

- تكرر نفس العملية 3 أو 4 مرات حيث أنه في كل مرة قمنا بقياس الحجم المستهلك من الـ EDTA مباشرة من السحاحة.

ب- طريقة الحساب: من خلال ما سبق وجد أن حجم الـ EDTA اللازم لمعايرة 10mlمن محلول $CaCO_3$ هو V_{EDTA}=16ml .

$$1000\ ml \rightarrow 0.01\ mol$$

$$10\ ml \rightarrow 10^{-4}\ mol$$

علما أن كل 10^{-4} mol/l توافق 1f°, و منه نستنتج أن:

16 ml (EDTA) ≡ 1f°

<u>المرحلة الثانية</u>: تتمثل هذه المرحلة في معايرة القساوة الكلية لماء الحنفية أي معايرة كمية الكالسيوم و المغنزيوم معا بواسطة محلول الـ EDTA و خلالها نستنتج قيمة TH.

أ-القيام بعملية المعايرة :

قمنا بوضع 10ml من عينة الماء المراد معايرتها و التي تؤخذ في درجة حرارة 40 C°تقريبا في إرلينة ماير, و أضفنا لها حوالي 1ml من محلول موقي (حيث قمنا بقياس pH

الوسط من أجل التأكد أن الوسط أساسي) و نسبة قليلة من مسحوق الـ Net, وبعد مزج المحلول قمنا بإضافة محلول الـ EDTA تدريجيا إلى غاية ظهور اللون الأزرق.

كررت نفس العملية 3 أو 4 مرات حيث أنه في كل مرة قمنا بقياس حجم الـ EDTA المستهلك للمعايرة مباشرة من السحاحة.

ب- طريقة الحساب: من خلال المعايرة السابقة و التي أجريت على 3 عينات من الماء وجد أن حجم الـ EDTA اللازم لمعايرة:

- 10ml من عينة ماء المركز الجامعي بالوادي: $V_{EDTA} = 12.4ml$.
- 10ml من عينة ماء بلدية كونيين: $V_{EDTA} = 13.36ml$.
- 10ml من عينة ماء بلدية تكسبت: $V_{EDTA} = 10.63ml$.

قمنا بحساب الحجم اللازم من الـ EDTA لمعايرة 1l من عينات الماء المأخوذة, كمثال على ذلك: عينة من مياه المركز الجامعي بالوادي.

$$10ml \rightarrow V_{EDTA} = 12.4ml$$

$$1000ml \rightarrow V'_{EDTA}$$

$$V'_{EDTA} = 1000*12.4/10$$

$$V'_{EDTA} = 1240\ ml$$

***حساب قيمة الـ TH لماء المركز الجامعي بالوادي:**

نعلم مسبقا أن كل 16ml من حجم الـ EDTA يوافق 1f°

إذن: $16ml \rightarrow 1f°$

$$V'_{EDTA} \rightarrow TH$$

$$TH = V'_{EDTA}/16 = 1240/16 = 77.5$$

$$TH = 77.5\ f°$$

و نفس الطريقة تجرى بالنسبة لماء بلديتي تكسبت و كوينين.

VI-2-1-2- نظريا:

و تعتمد هذه الطريقة على إجراء عمليات حسابية لمجموع تركيز شاردتي الكالسيوم والمغنزيوم حسب العلاقة التالية: $TH=[Ca^{+2}]+[Mg^{+2}]$

و ذلك من خلال ملصقات القوارير لبعض المياه المعدنية المتواجدة في السوق الجزائرية.

VI-2-1-2-1- طريقة الحساب: كمثال على ذلك الماء المعدني إفري من خلال البيانات

$[Ca^{+2}]=81mg/l$, $[Mg^{+2}]=24mg/l$

- نعلم أن كل $10^{-4}mol/l$ توافق $1f°$

VI-2-1-2-1-1- حساب تركيز شوارد الكالسيوم بـ f°:

$$[Ca^{+2}]=8*10^{-3}/40.1=2.02*10^{-3}mol/l=20.2*10^{-4}mol/l$$

$$\Rightarrow [Ca^{+2}]=20.2f°$$

VI-2-1-2-1-2- حساب تركيز شوارد المغنزيوم بـ f°:

$$[Mg^{+2}]=24*10^{-3}/24.3=9.87*10^{-4}mol/l$$

$$\Rightarrow [Mg^{+2}]=9.87f°$$

VI-2-1-2-1-3- حساب TH:

$$TH=20.2+9.87=30.07f°$$

$$\Rightarrow$$ **TH = 30.07 f°**

- نفس الخطوات أجريت لبقية المياه.

VI-2-2- قياس القلوية البسيطة و الكلية:

VI-2-2-1- عمليا:

وذلك عن طريق معايرة قلوية ماء الحنفية والتي أجريت على نفس عينات الماء السابقة.

VI-2-2-1-1- المواد والأدوات المستعملة:

الأدوات	المواد

- سحاحة سعتها 50 ml	- كاشف فينول فتالين
- حامل	- كاشف المثيل البرتقالي
- إرلينة ماير سعتها 250ml	- محلولHCl بتركيز 0.02mol/l
- ماصة سعتها50ml	- عينة الماء المراد معايرتها
- إجاصة	- ماء مقطر
- بيشر	
- قمع	

الجدول 8: الأدوات و المواد المستعملة في عملية قياس القلوية البسيطة والكلية.

VI-2-2-1-2- القلوية البسيطة:

أ- **المبدأ:** تعتمد قلوية الماء البسيطة على معايرة شاردتي OH^-, CO_3^{-2} معا.

ب- طريقة العمل:

نأخذ 50ml من عينة الماء المراد معايرتها في إرلينة ماير ونضيف لها حوالي 2- 3 قطرات من محلول فينول فتالين ونقوم بالمزج, فلم يحدث أي تغيير وهذا يعني أن عينة الماء خالية من شوارد الهيدروكسيد و الكربونات وبالتالي فإن TA=0.

VI-2-2-1-3- القلوية الكلية:

أ- **المبدأ:** نعتمد القلوية الكلية للماء على معايرة شوارد كل من الهيدروكسيد والكربونات و البيكربونات.

ب-**طريقة العمل**:

وضعنا 50ml من عينة الماء المراد معايرتها في إرلينة وأضفنا لها حوالي 4 أو 5 قطرات من محلول الميثل البرتقالي وقمنا بإضافة محلول HCl تدريجيا إلى غاية ظهور اللون الوردي.

كررت نفس العملية 3 أو 4 مرات وفي كل مرة قمنا بقياس الحجم المستهلك من الـ HCl مباشر من السحاحة.

*أجرينا هذه العملية على عنيات الماء السابقة وبما أن TA = 0 فإن القلوية الكلية تمثلها شوارد البيكربونات فقط. حيث وجد أن حجم الـ HCl اللازم لمعايرة:

- 50ml من ماء المركز الجامعي بالوادي V_{HCl} = 7.7ml
- 50ml من ماء بلدية كونيين V_{HCl} = 7.334ml
- 50ml من ماء بلدية تكسبت V_{HCl}= 7.668ml

ت-**طريقة الحساب:**

$$TAC= C_{HCl} * V_{HCl}/V$$

"TAC" بالنسبة لماء المركز الجامعي بالوادي :

$$TAC=0.02*7.7/50=30.8*10^{-4}mol/l$$

$$\Rightarrow$$ TAC = 30.8 f°

ونفس العملية تجري بالنسبة لماء بلديتي كوينين وتكسبت.

VI-2-2-2- نظريا:

نقوم بحساب"TA" و "TAC" لبعض المياه المعدنية المتواجدة في السوق الجزائرية وذلك من خلال ملصقات القوارير.

VI-2-2-2-1 القلوية البسيطة:

وتمثلها مجموعة تركيزي شوارد OH^- CO_3^{-2} حسب العلاقة التالية:

$$TA= [OH^-] + [CO_3^{-2}]$$

من الملصقات نلاحظ أن تلك المياه خالية من OH^- وCO_3^{-2} كما أن pH<8.3 إذن TA=0.

VI-2-2-2-2- القلوية الكلية:

وتمثلها مجموع تركيز كل من CO_3^{-2} ,OH^- ,HCO_3- حسب العلاقة التالية:

$$TAC= [HCO_3^-] + [OH^-] + [CO_3^{-2}]$$

بما أن TA=0 فإن القلوية الكلية تمثلها مجموع تركيز شوارد البيكربونات فقط.

الحساب: نعلم أن كل 12.2 ملغ / ل من $[HCO_3^-]$ توافق1f° إذن:

$$TAC=[HCO_3^-](mg/l)/12.2$$

و كمثال على ذلك ماء إفري: من البيانات $[HCO_3^-]$= 265

TAC= 265/12.2 = 21.72f°

TAC = 21.72 f°

و بنفس الطريقة تجرى لبقية المياه المعدنية.

V-النتائج والتعليق

V-1- النتـــــــائج:

V-1-1- النتائج العملية:

بعد القيام بعملية المعايرة لعينات من ماء الحنفية تم الحصول على النتائج الملخصة في الجدول التالي:

قيم / عينة الماء	pH	TH (f°)	TA (f°)	TAC (f°)
المركز الجامعي بالوادي	7.63	77.5	0	30.8
بلدية تكسبت	7.97	66.45	0	34.67
بلدية كوينين	7.96	83.5	0	29.33

الجدول 9: قيم "TA" , "TAC" و "TH" لعينات ماء الحنفية.

V-1-2- النتائج النظرية:

من خلال المعلومات الموجودة في ملصقات القوارير قمنا بحساب "TA" و "TAC" و "TH" لبعض المياه المعدنية المتواجدة في السوق الجزائرية, حيث تم الحصول على النتائج الملخصة في الجداول التالية:

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	143
المغنزيوم Mg^{+2}	65,4
الصوديوم Na^{+2}	63,4
البوتاسيوم K^{+}	3,76
الكلور Cl^{-}	75
السولفات SO_4^{-2}	445
البيكربونات HCO_3^{-}	–
نيترات NO_3^{-}	2,07
نيتريت NO_2^{-}	–
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	–
القساوة الكلية TH	62.57
القساوة المؤقتة	–
القساوة الدائمة	67.42

الجدول 10: الماء المعدني "سيدي عقبة (sidi okba) "2010/10/05
pH =7,06

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	62,6
المغنزيوم Mg^{+2}	5.5
الصوديوم Na^{+2}	5.7
البوتاسيوم K^{+}	3.7
الكلور Cl^{-}	13
السولفات SO_4^{-2}	72
البيكربونات HCO_3^{-}	118.95
نيترات NO_3^{-}	16.36
نيتريت NO_2^{-}	00
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	9.75
القساوة الكلية TH	17.87
القساوة المؤقتة	9.75
القساوة الدائمة	11.15

الجدول11: الماء المعدني "(ميلق) Milok **"** 10/04/2011
pH =7.56

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	68.8
المغنزيوم Mg^{+2}	10.69
الصوديوم Na^{+2}	32
البوتاسيوم K^{+}	2.4
الكلور Cl^{-}	17.04
السولفات SO_4^{-}	62.5
البيكربونات HCO_3^{-}	283.04
نيترات NO_3^{-}	3.22
نيتريت NO_2^{-}	0.01
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	23.2
القساوة الكلية TH	21.59
القساوة المؤقتة	23.2
القساوة الدائمة	11.3

الجدول 12: الماء المعدني **"**إفران(ifren)**"** 2010/04/15
pH = 7.48

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	87
المغنزيوم Mg^{+2}	21
الصوديوم Na^{+2}	44
البوتاسيوم K^{+}	02
الكلور Cl^{-}	76
السولفات So_4^{-2}	36
البيكربونات HCO_3^{-}	293
نيترات NO_3^{-}	22.02
نيتريت NO_2^{-}	0.01
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	24.01
القساوة الكلية TH	30.33
القساوة المؤقتة	24.01
القساوة الدائمة	25.14

الجدول 13: الماء المعدني **"**مون جرجرة(mont djurdjura)**"**

pH = 7.5

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	87
المغنزيوم Mg^{+2}	21
الصوديوم Na^{+2}	44
البوتاسيوم K^{+}	02
الكلور Cl^{-}	76
السولفات So_4^{-2}	36
البيكربونات HCO_3^{-}	293
نيترات NO_3^{-}	22.02
نيتريت NO_2^{-}	0.01
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	24.01
القساوة الكلية TH	30.33
القساوة المؤقتة	24.01
القساوة الدائمة	25.14

الجدول 14: الماء المعدني "افري (Ifri)" 03/01/2011
pH = 7.2

الشوارد	تركيزها (mg/l)

الكالسيوم Ca^{+2}	67.52
المغنزيوم Mg^{+2}	36.33
الصوديوم Na^{+2}	19.01
البوتاسيوم K^{+}	0.98
الكلور Cl^{-}	44
السولفات SO_4^{-2}	92
البيكربونات HCO_3^{-}	231.80
نيترات NO_3^{-}	4.28
نيتريت NO_2^{-}	–
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	19
القساوة الكلية TH	31.83
القساوة المؤقتة	19
القساوة الدائمة	21.96

الجدول 15: الماء المعدني "منبع الغزلان (Manbaà al ghezlane)"04/2011
pH = 7.6

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	50
المغنزيوم Mg^{+2}	42
الصوديوم Na^{+2}	45
البوتاسيوم K^{+}	3
الكلور Cl^{-}	65

السولفات SO_4^{-2}	3
البيكربونات HCO_3^-	228
نيترات NO_3^-	3
نيتريت NO_2^-	00
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	18.68
القساوة الكلية TH	29.78
القساوة المؤقتة	18.68
القساوة الدائمة	18.61

الجدول 16: الماء المعدني "ضاية (dhaya) "
pH = 7.2

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	53
المغنزيوم Mg^{+2}	7
الصوديوم Na^{+2}	5.5
البوتاسيوم K^{+}	0.54
الكلور Cl^{-}	11
السولفات SO_4^{-2}	7
البيكربونات HcO_3^{-}	160
نيترات NO_3^{-}	0.42
نيتريت NO_2^{-}	00
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	13.11
القساوة الكلية TH	16.09
القساوة المؤقتة	13.11
القساوة الدائمة	3.83

الجدول 17: الماء المعدني "لالة خديجة (lalla khedidja)" 2011/04/29
pH = 7.22

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	77.4
المغنزيوم Mg^{+2}	14.5
الصوديوم Na^{+2}	13.4
البوتاسيوم K^{+}	4.65
الكلور Cl^{-}	25.7
السولفات SO_4^{-2}	35.8
البيكربونات HCO_3^{-}	218
نيترات NO_3^{-}	2
نيتريت NO_2^{-}	_
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطةTA	00
القلوية الكلية TAC	17.86
القساوة الكلية TH	25.26
القساوة المؤقتة	17.86
القساوة الدائمة	10.99

الجدول 18: الماء المعدني" يوكوس (yookous)" 2011/03/30
pH= 7.4

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	65.6
المغنزيوم Mg^{+2}	6.8
الصوديوم Na^{+2}	234.24
البوتاسيوم K^{+}	1.9
الكلور Cl^{-}	37
السولفات SO_4^{-2}	75
البيكربونات HcO_3^{-}	234.24
نيترات NO_3^{-}	2.7
نيتريت NO_2^{-}	0.01
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	19.2
القساوة الكلية TH	19.15
القساوة المؤقتة	19.2
القساوة الدائمة	18.22

الجدول 19: الماء المعدني "أيرس (Ayris)" 2011/03/16
pH = 7.78

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	68
المغنزيوم Mg^{+2}	50
الصوديوم Na^{+2}	58
البوتاسيوم K^{+}	02
الكلور Cl^{-}	81
السولفات SO_4^{-2}	65
البيكربونات HCO_3^{-}	376
نيترات NO_3^{-}	15
نيتريت NO_2^{-}	00
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	30.82
القساوة الكلية TH	37.53
القساوة المؤقتة	30.81
القساوة الدائمة	29.58

الجدول 20: الماء المعدني" سعيدة(Saida) "03/11

pH = 7.5

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	24
المغنزيوم Mg^{+2}	07
الصوديوم Na^{+2}	28
البوتاسيوم K^{+}	4.6
الكلور Cl^{-}	20
السولفات So_4^{-2}	36
البيكربونات HCO_3^{-}	–
نيترات NO_3^{-}	2.4
نيتريت NO_2^{-}	أثار
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	–
القساوة الكلية TH	8.8
القساوة المؤقتة	–
القساوة الدائمة	3.74

الجدول 21:الماء المعدني "القولية (ElGolea) "04/11
pH = 7.4

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	24
المغنزيوم Mg^{+2}	5.9
الصوديوم Na^{+2}	22.8
البوتاسيوم K^{+}	2.4
الكلور Cl^{-}	16
السولفات SO_4^{-2}	12
البيكربونات HCO_3^{-}	111.33
نيترات NO_3^{-}	10.69
نيتريت NO_2^{-}	أقل من 0.01
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	9.12
القساوة الكلية TH	8.4
القساوة المؤقتة	9.12
القساوة الدائمة	5.74

الجدول 22: الماء المعدني "سلسبيل(Salsabil)"
pH=7.33

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	89.95
المغنزيوم Mg^{+2}	34.05
الصوديوم Na^{+2}	47.25
البوتاسيوم K^{+}	0.99
الكلور Cl^{-}	65
السولفات SO_4^{-2}	188
البيكربونات HCO_3^{-}	231.8
نيترات NO_3^{-}	2.53
نيتريت NO_2^{-}	<0.01
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	19
القساوة الكلية TH	36.44
القساوة المؤقتة	19
القساوة الدائمة	37.87

الجدول 23: الماء المعدني "تيفاست (THEVEST)" 28/07/2011
pH = 7.77

الشوارد	**تركيزها (mg/l)**

الكالسيوم Ca^{+2}	98
المغنزيوم Mg^{+2}	20
الصوديوم Na^{+2}	100
البوتاسيوم K^{+}	03
الكلور Cl^{-}	170
السولفات SO_4^{-2}	50
البيكربونات HCO_3^{-}	281
نيترات NO_3^{-}	05
نيتريت NO_2^{-}	–
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	23.03
القساوة الكلية TH	32.66
القساوة المؤقتة	23.3
القساوة الدائمة	53.83

الجدول 24: الماء المعدني" جميلة (Djemila)" 2011/02/09
pH=7.04

الشوارد	تركيزها (mg/l)
درجة الحموضة P^H	7.6
الكالسيوم Ca^{+2}	57.9
المغنزيوم Mg^{+2}	16.3
الصوديوم Na^{+2}	12
البوتاسيوم K^+	0.5
الكلور Cl^-	15
السولفات SO_4^{-2}	31
البيكربونات HCO_3^-	210
نيترات NO_3^-	8
نيتريت NO_2^-	–
النتائج المحسوبة (f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	17.21
القساوة الكلية TH	21.17
القساوة المؤقتة	17.21
القساوة الدائمة	7.44

الجدول 25: الماء المعدني في" بور (vie pure) Nestlé "2011/03/06
pH = 7.6

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	59
المغنزيوم Mg^{+2}	45
الصوديوم Na^{+2}	15
البوتاسيوم K^{+}	2
الكلور Cl^{-}	22
السولفات SO_4^{-2}	40
البيكربونات HCO_3^{-}	378.2
نيترات NO_3^{-}	00
نيتريت NO_2^{-}	00
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكليةTAC	31
القساوة الكلية TH	14.71
القساوة المؤقتة	31
القساوة الدائمة	17.38

الجدول 26: الماء المعدني" باتنة (Batna)"18/04/2011
pH = 6.9

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	72
المغنزيوم Mg^{+2}	39.6
الصوديوم Na^{+2}	29
البوتاسيوم K^{+}	2
الكلور Cl^{-}	38
السولفات SO_4^{-2}	81
البيكربونات HCO_3^{-}	–
نيترات NO_3^{-}	2.59
نيتريت NO_2^{-}	00
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	–
القساوة الكلية TH	34.25
القساوة المؤقتة	–
القساوة الدائمة	19.13

الجدول 27: الماء المعدني" قديلة (Guedila) "2011/03/12
pH = 7.34

الشوارد	تركيزها (mg/l)
الكالسيوم Ca^{+2}	62.87
المغنزيوم Mg^{+2}	15.1
الصوديوم Na^{+2}	13.2
البوتاسيوم K^{+}	4.4
الكلور Cl^{-}	20.42
السولفات SO_4^{-2}	28.6
البيكربونات HCO_3^{-}	208.77
نيترات NO_3^{-}	5.1
نيتريت NO_2^{-}	0.01
النتائج المحسوبة(f°)	
القلوية البسيطة TA	00
القلوية الكلية TAC	17.11
القساوة الكلية TH	21.88
القساوة المؤقتة	17.11
القساوة الدائمة	8.72

الجدول 28: الماء المعدني "حمامات (Hammamat)" 2011/04/11
pH = 7.38

V-2- التعليق على النتائج:

V-2-1- التعليق على "TH": من خلال النتائج التي تم الحصول عليها يمكن تصنيف عينات الماء المدروسة إلى مياه عذبة, متوسطة القساوة, قاسية و أخرى قاسية جدا حسب قيمة "TH" الملخصة في الجدول التالي:

قيمة f° TH	حالة الماء	المياه المعدنية
[5-0]	عذب جدا	_
[15-5]	عذب	القولية-السلسبيل
[25-15]	متوسط القساوة	ميلق-لالاخديجة –ايرس-حمامات- إفران-Nesthe
[35-25]	قاسي	ضاية_ايفري يوكس_ منبع الغزلان -باتنة - جرجرة-القديلة-جميلة
أكثر من 35	قاسي جدا	تيفاست_سعيدة_سيدي عقبة

الجدول 29: تصنيف المياه المعدنية المدروسة.

أما بالنسبة لمياه الحنفية فإنها تصنف ضمن المياه القاسية جدا.

V-2-2- التعليق على "TAC", "TA":

"TA": من خلال النتائج لاحظنا أن تركيز كل من الهيدروكسيد و الكربونات لجميع العينات المدروسة غير موجودة, و بما أن الـ pH أقل من 8.3 فإن (TA=0).

"TAC": بما أن TA=0 فإن قيمة" TAC" تتعلق بتركيز البيكربونات المتواجدة في المياه ومن خلال النتائج:

1- البيكربونات بالنسبة للمياه المعدنية (القولية_القديلة_سيدي عقبة) غير موجودة. مما يعني أن "TAC" لهذه المياه غير معروفة.

2- بالنسبة لباقي المياه تركيز البيكربونات لا يساوي 0 و هذا يعني وجود قيمة لـ "TAC"، مما يستلزم وجود قساوة مؤقتة. حيث أن أقل قيمة لـ "TAC" للماء المعدني سلسبيل و يليه الماء المعدني ميلق. و أكبر قيمة للماء المعدني باتنة.

3- أما بالنسبة لمياه الحنفية فإن أقل قيمة لـ "TAC" لماء بلدية كوينين وأكبر قيمة لماء بلدية تكسبت.

الخلاصة

على ضوء الدراسة التي أجريت لتحديد قساوة و قلوية بعض المياه المعدنية المتواجدة في السوق الجزائرية خلُصنا إلى أن :

المياه المعدنية تختلف عن بعضها من ناحية قساوتها و قلويتها و هذا راجع إلى تغير تركيز الشوارد الموجودة فيها.

المياه المعدنية سلسبيل و القولية تعتبر من أحسن المياه التي يجب أن تستهلك بالنسبة لمرضى الحصى الكلوي وذلك لأنها مياه عذبة .

المياه المعدنية تيفاست وسعيدة و سيدي عقبة تعتبر مياه قاسية جدا على عكس باقي المياه المعدنية.

عينات مياه الحنفية المدروسة غير صالحة للشرب كما أنها غير صالحة لبعض الاستعمالات كالتنظيف و الطبخ لأنها تعتبر مياه عسرة جدا.

ينصح المرضى الذين يعانون من الفشل الكلوي عدم شرب الماء القلوي لأنه يزيد من إفراز البول و تخليص الجسم من السموم وإرسالها إلى الكلى.

و أخيرا نرجو أن نكونا قد وفقنا وساعدنا و لو بقليل.

قائمة المراجع

[1]المهندسة سحر أمين كاتوت, علم المياه. عمان دار الدجلة 2008
[2] الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم, تحليل و تقويم جودة المياه . كلية الزراعة – سابا باشا – جامعة الإسكندرية 2007
[4] عرموش هاني 1998"الأمراض الشائعة و التداوي بالأعشاب " دار النفاس
[6] مذكرة تخرج تدخل ضمن متطلبات نيل شهادة تقني سامي في اقتصاد الماء . الموضوع : المساهمة في دراسة تحاليل نوعية المياه الصالحة للشرب لمنطقة وادي سوف . تحت إشراف الأستاذ : المهندس عبد الستار سهيل – الدفعة 2006 –
[9] مذكرة تخرج تدخل ضمن متطلبات نيل شهادة تقني سامي في مراقبة النوعية.
الموضوع :دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لبعض المياه المعدنية المتواجدة في السوق الجزائرية و مقارنتها بالمقاييس الجزائرية. تحت أشراف الأستاذ حويذق نبيل.
[10] د. بواخنسي المياه المعدنية خرائطها تحت الأرض و أسرار تكوينها
[11]الدراسة الكيميائية لمياه الشرب لمنطقة وادي ريغ, مذكرة تخرج لنيل شهادة الدراسات الجامعية التطبيقية, دفعة جوان 2003 . جامعة المسيلة.
[18] المهندس الاستشاري محمد أحمد السيد خليل الماء في الصناعة, دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع, 50 شارع الشيخ ريحان – عابدين –القاهرة ص 226
[19] الكتاب المدرسي الأعمال التطبيقية لشعبة الكيمياء السنة الثالثة من التعليم الثانوي التقني
[24] كتاب طرق و تحليل الماء

[3]http://pc1.somee.com/7eme/eau.pdf 05/04/2011
[5] ipac.kacst.edu.sa/eDoc/1425/145763_1.pdf 16/03/2011
[7]http://ga.water.usgs.gov/edu/graphics/arabic/wcdiagram.jp
[8]http://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%A7%D8%A1 21/04/2011
[12] Kettab 1992 traitement des eaux potable documentation interne de A.D.E
[13].rtfالتلوث20%الثاني20%الفصلwww.khayma.com/.../01/06/2011
[14]http// www. Guedila-ksa.com 10/03/2011
201/05/02 [15] http://myschool.hooxs.com/t621-topic
[16]عسر_الماء/ar.wikipedia.org/wiki 01/05/2011

01-[17]http://www.kemiafriends.com/vb/showthread.php?t=230 05- 2011

[20]http://www.arabslab.com/vb/showthread.php?t=7805 01-05-2011
[21]http://www.uae.ii5ii.com/showthread.php?t=2321&page=1
[22]www.uae.fr/.../18-DIFFERENCE_ENTRE_TH_pH_ET_TAC_V1_MARS_09 .pdf 2011/03/10
[23]kenanaonline.com/users/abastaher/topics/.../262590. 01/05/2011
[25]Jean Rodier et coll. L'analyse de l'eau . 8^{e}édition. Page 118
[26]http://wahat.sahara.com/showthread.php?t=50299. 03/05/2011
[27]http://www.protec- traitement.com/15_Signification des titres 2011/03/10 chimiques.htm

[28]http://www.memoireonline.com/02/09/1994/m_traitement-des-eaux-quot-traitement-de-de-leau-de-source 2011/03/10

[29]http://fr.wikipedia.org/wiki/Duret%C3%A9_de_l'eau10/03/2011

ملحق(1)

الرمز	باللاتينية	بالعربية
RDA	Recommended Daily Allowance	معيار وصف المصادر و إتاحتها
TDS	Total Dissolvwd Solids	مجموع المواد الصلبة الذائبة
TH	Dureté totale	القساوة الكلية
TA	Titre alcalimétrique simple	القلوية البسيطة
TAC	Titre alcalimétrique complet	القلوية الكلية
EDTA $C_{10}H_{16}N_2O_8$	acide éthylène diamine tétra-acétique	ثنائي أمين الإيثيلين رباعي حمض الخل
Net	Noir d’ériochrome	أسود الإيروكروم
ppm	partie par million	جزء في المليون

ملحق (2)

جهاز قياس الـ pH	مسخن	هاون
ميزان	الأدوات المستعملة في معايرة قلوية الماء	الأدوات و الأجهزة المستعملة في معايرة قساوة الماء