



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي
كلية التكنولوجيا



مذكرة تخرج لنيل شهادة
ماستر أكاديمي
المجال: علوم و تقنيات
شعبة: تكرير وبتروكيميا
تخصص: تكرير وبتروكيميا

من إعداد: بلحاج عبلة

الموضوع

دراسة ظاهرة الترسيبات داخل قنوات المياه لمنطقة وادي سوف

التخرج 2016/05/26

أعضاء اللجنة

جامعة الوادي

رئيس اللجنة

أ- م حداد العربي

جامعة الوادي

مناقش

أ- م رواحنة نور الدين

جامعة الوادي

مؤطر

أ- م زغود العيد

2015/2016

الإهداء

إلى من قال الله تعالى في حقهما " ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا " والداي أطال
الله في عمرهما

إلى إخوتي وأخواتي وجميع أولادهم

إلى رمز الوفاء والمحبة صديقاتي

إلى كل من أمدني بيد العون من قريب أو من بعيد

الشكر

الحمد لله ربي العالمين بمشيئته وتوفيقه تم إنجاز هذه المذكرة

أتقدم بأسمى عبارات الشكر والعرفان إلى الأستاذ المشرف زغود العيد، إلى مؤسسة
الجزائرية للمياه وحدة الوادي خاصة الطاقم المخبري، إلى اللجنة المناقشة لهذه
المذكرة، إلى جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي وإلى كل من أمدني بيد العون من
قريب أو من بعيد

قائمة الجداول

الفصل الأول

- جدول 1-1: ذوبانية الغازات في المياه بدلالة درجة الحرارة..... 03
- جدول 2-1: تراكيز العناصر المسموح بها في مياه الشرب..... 09
- جدول 3-1: درجات عسر المياه..... 10
- جدول 4-1: تركيز الايونات المنحلة في الماء بدلالة TA و TAC..... 11

الفصل الثاني

- جدول 2-1: جدول يوضح معطيات حول العينات المدروسة..... 23

الفصل الثالث

- جدول 3-1: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لماء طريق تقرت..... 30
- جدول 3-2: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لماء حي 08 ماي..... 31
- جدول 3-3: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لحي بوحמיד 1..... 32
- جدول 3-4: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لماء حي الشهداء..... 33
- جدول 3-5: نتائج تحليل الراسب..... 41

قائمة الأشكال

الفصل الأول

- شكل 1-1: صورة توضيحية لظاهرة الترسيب داخل القنوات..... 12
- شكل 1-2: صورة توضيحية لإنسداد الحنفيات..... 15
- شكل 1-3: صورة توضيحية لتآكل المواسير..... 15

الفصل الثاني

- شكل 2-1: الموقع الجغرافي لوادي سوف..... 20
- شكل 2-2: مخطط توضيحي للطبقات الجيولوجية..... 22
- شكل 2-3: عينة للراسب مأخوذة من قناة حي الشهداء المستبدلة..... 28

الفصل الثالث

- شكل 3-1: التمثيل البياني لدرجة الحرارة بالنسبة للعينات المدروسة..... 34
- شكل 3-2: التمثيل البياني للدليل الهيدروجيني pH بالنسبة للعينات المدروسة..... 35
- شكل 3-3: التمثيل البياني لتغير الناقلية الكهربائية بالنسبة للعينات المدروسة..... 35
- شكل 3-4: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد الكالسيوم بالنسبة للعينات المدروسة..... 36
- شكل 3-5: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد المغنيزيوم بالنسبة للعينات المدروسة..... 37
- شكل 3-6: التمثيل البياني لتغير القساوة بالنسبة للعينات المدروسة..... 38
- شكل 3-7: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد الكلوريد بالنسبة للعينات المدروسة..... 39
- شكل 3-8: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد الكبريتات بالنسبة للعينات المدروسة..... 40
- شكل 3-9: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد الكربونات بالنسبة للعينات المدروسة..... 41

الفهرس

الإهداء

التشكرات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

01.....مقدمة

الفصل الأول: عموميات حول ظاهرة الترسيبات

- 03.....1- الخصائص الفيزيوكيميائية للماء
- 03.....1-1- الخصائص الفيزيائية
- 03.....1-1-1- الطعم و الرائحة
- 03.....2-1-1- درجة الحرارة
- 03.....3-1-1- الناقلية الكهربائية
- 04.....4-1-1- الدليل الهيدروجيني pH
- 04.....2-1- الخصائص الكيميائية
- 04.....1-2-1- العناصر الأساسية
- 07.....2-2-1- العناصر الغير مرغوب فيها
- 08.....3-2-1- العناصر السامة
- 10.....4-2-1- عسر المياه (القساوة)
- 10.....5-2-1- القلوية
- 11.....2- ظاهرة الترسيبات
- 11.....1-2- تعريف الظاهرة
- 12.....2-2- أسباب الظاهرة
- 12.....1-2-2- قساوة المياه
- 12.....2-2-2- درجة الحرارة
- 12.....3-2-2- وجود عناصر في الماء
- 13.....4-2-2- نوعية القنوات
- 13.....3-2- آلية الترسيب
- 13.....4-2- أنواع الرواسب
- 13.....1-4-2- الراسب القلوي
- 14.....2-4-2- الراسب الغير قلوي
- 14.....5-2- نتائج الترسيبات
- 16.....6-2- معالجة ظاهرة الترسيبات
- 16.....1-6-2- إضافة الجير و الصودا الكاوية
- 17.....2-6-2- الكبح و العزل بواسطة متعدد الفوسفات
- 17.....3-6-2- نزع الكربونات بالحرارة و الحموضة
- 18.....4-6-2- التبادل الأيوني
- 18.....5-6-2- استعمال الزيوليت في إزالة عسر الماء

الفصل الثاني: الدراسة العملية

20	1- تقديم منطقة الدراسة
21	1-2- الطبقات الجيولوجية لمصادر مياه وادي سوف
21	1-2-1- طبقة المركب النهائي (le complexe – terminal)
21	1-2-2- الطبقة القارية المتداخلة (Nappe Albienne)
23	2- تقديم الدراسة
23	1-2- العينات المدروسة
23	1-1-2- عينات الماء
23	2-1-2- عينة الراسب
23	2-2- تحليل العينات
23	1-2-2- تحليل الماء
27	2-2-2- تحليل الراسب
28	2-2-3- سرعة الترسيب

الفصل الثالث : النتائج و المناقشة

30	1- نتائج تحليل عينات الماء
34	1-1- التمثيل البياني للنتائج
34	1-1-1- درجة الحرارة
35	1-2- الدليل الهيدروجيني pH
35	1-3- الناقلية الكهربائية
36	1-4- الكالسيوم Ca^{++}
37	1-5- المغنيزيوم Mg^{++}
38	1-6- القساوة TH
39	1-7- الكلوريد Cl^{-}
40	1-8- الكبريتات SO_4^{2--}
41	1-9- الكربونات HCO_3^{-}
41	2- نتائج تحليل الراسب
42	3- نتائج سرعة الترسيب
42	4- مناقشة النتائج
43	الخاتمة

قائمة المراجع

الملحق

مقدمة

قال الله تعالى: " وجعلنا من الماء كل شيء حي "

الماء مركب غريب، فهو وجود حي بطبيعته، حيث لا يوجد أي شكل من أشكال الحياة بدون، فالاستمرارية في الحياة تشترط توفيره.

يتكون ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية من الماء، وهو مركب كيميائي يتكون من ذرتين هيدروجين و ذرة أكسجين، إلى جانب كونه مذيبا رئيسيا للكثير من المواد الكيميائية ووسطا جيدا للكثير من التفاعلات الكيميائية، وتنقسم مصادره إلى مياه الأمطار، المياه السطحية والمياه الجوفية التي تعتبر مصدر الإمداد بالماء للجنوب الجزائري بما فيه منطقة وادي سوف ، فالذين يخططون للمستقبل فينظرون إليه كأنه مصدر للطاقة في المستقبل وهذا من خلال الهيدروجين. و هذا ما يعكس أهميته المتزايدة التي لم تقتصر فقط على تلبية الاحتياجات اليومية للسكان، بل تعدت أيضا إلى التقدم التكنولوجي و الصناعي، هذا الأخير الذي أخذ نطاق واسع في الحماية الفعلية لهذا المورد و مصادره.

الحديث عن الماء متشعب بتنشعب أهميته و مشاكله، فظاهرة الترسيبات داخل قنوات المياه تعتبر من الآثار التي تخلفها بعض المياه، و للوقوف على هذه الظاهرة جاءت هاته الدراسة التي من خلالها سنتطرق إلى كل ما يتعلق بالترسيبات من ناحية تعريفها، أسبابها، معالجتها... إلخ. كما سنقوم بدراسة عملية على حالة لهذه الظاهرة بمنطقة وادي سوف و بالضبط على مستوى بعض مصادر و قنوات المياه ببلدية الوادي.

هذه الدراسة تتمحور في ثلاثة فصول هي:

- الفصل الأول: و نتطرق فيه إلى الخصائص الفيزيوكيميائية للماء و التعريف بالظاهرة، أسبابها، أثارها و طرق معالجتها.
- الفصل الثاني: و يشمل الدراسة العملية التي نركز فيها على تحليل لعينات من الماء و الراسب.
- الفصل الثالث: و يشمل تحليل و مناقشة النتائج المتحصل عليها.

الفصل الأول

عموميات حول ظاهرة
الترسبات

إن الحديث عن ظاهرة الترسيبات يقودنا حتما إلى معرفة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للماء عموما.

1- الخصائص الفيزيوكيميائية للماء:

1-1- الخصائص الفيزيائية:

1-1-1- الطعم و الرائحة:

الماء المرتبط بالأغذية يجب أن يكون بدون رائحة بالإضافة إلى أن كل الروائح هي مؤشر للتلوث أو تواجد العناصر العضوية المحللة، كما أنه ليس له ذوق خاص، لكن ذوبان الغازات (جدول 1) و انحلال بعض الأملاح المعدنية (Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-}) يكسبها طعما. [1]

جدول 1-1: ذوبانية الغازات في المياه بدلالة درجة الحرارة [2]

درجة الحرارة م°	0	10	15	20	25	30
O_2 (مغ/ل)	13.9	10.8	9.7	8.8	8.1	7.4
N_2 (مغ/ل)	23.5	18.6	16.8	15.4	14.3	13.4
CO_2 (مغ/ل)	1.06	0.70	0.59	0.53	-	-

1-1-2- درجة الحرارة:

من الضروري معرفة درجة حرارة المياه بالتدفق الجيد، بالإضافة إلى أن درجة الحرارة تلعب دور كبير في ذوبانية الأملاح و خاصة الغازات و في تشكل الأملاح السفلية إذن فلها دور في الناقلية الكهربائية و في تحديد درجة الحموضة (الأس الهيدروجيني) و هذا من أجل معرفة أصل المياه. ويمكن قياس درجة حرارة المياه بواسطة جهاز الكتروني أو الترمومتر. [1]

1-1-3- الناقلية الكهربائية:

تعرف الناقلية الكهربائية بأنها ناقلية عمود من الماء محصور بين قطبين مكونين من صفيحتين مساحة كل منهما [سم و يبعدان عن بعضهما بمسافة [سم ويعبر عنها بمكروسيمنس/سم.

تحوي المياه الطبيعية على ترا كيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة وبالتالي فجميعها تشارك بالناقلية الكهربائية. وتنتج الناقلية العالية عن إرتفاع نسبة الملوحة بسبب فعل طبيعي أو بفعل مياه الصرف المقذوفة بالوسط المائي [6].

4-1-1- الدليل الهيدروجيني pH :

يعبر عن درجة حموضة أو قلوية الماء أو أي محلول مائي، فحينما تذوب أي مادة في المياه يتأين المحلول إلى أيونات الهيدروجين H^+ و أيونات الهيدروكسيد OH^- ، و يكون المحلول حامضيا إذا كانت أيونات الهيدروجين أكثر من أيونات الهيدروكسيد و يكون المحلول متعادل إذا كان تركيز الهيدروجين و الهيدروكسيد متساوي، وقد وجد انه بالنسبة للماء أو أي محلول مائي يكون حاصل ضرب تركيز الهيدروجين و الهيدروكسيد يساوي مقدار ثابت وهو 10^{-14} أي :

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

وفي أي محلول مائي يمكن أن يعبر تركيز ايون الهيدروجين عن حالة القلوية أو الحامضية لأن قيمة H^+ يمكن أن تستنتج منها قيم OH^- ، ولسهولة التعبير عن الأس الهيدروجيني أو رقم الحموضة، فإن أحد الباحثين افترض أن قيمته تساوي لو غاريتم مقلوب الأيون الهيدروجيني.

$$pH = \log_{10} 1/H^+$$

وفي حالة المياه المقطرة النقية عندما يكون :

$$[H^+] = 10^{-7}$$

$$pH = \log 1/ 10^{-7} = - \log 10^{-7} = 7$$

عندما تكون قيمة pH أكبر من 7 تكون المياه أو المحلول المائي قلوي و عندما تكون قيمة pH أقل من 7 تكون المياه حامضية [7].

2-1- الخصائص الكيميائية:

1-2-1- العناصر الأساسية:

-الكالسيوم Ca^{2+} :

تحتوي المياه الطبيعية شوارد الكالسيوم بنسب مختلفة و ذلك تبعا للطبيعة الجيولوجية للمجرى المائي، و تنتج تلك الشوارد عن التفاعل بين ثاني أكسيد الكربون المنحل في الماء و الصخور الكلسية، أو نتيجة الانحلال المباشر لكبريتات الكالسيوم في المياه الطبيعية (الجبس)، يتواجد الكالسيوم في المياه الطبيعية على شكل كربونات الكالسيوم الحامضية المنحلة مع وجود نسبة صغيرة من الأملاح الأخرى للكالسيوم (كربونات، كبريتات، كلور).

تختلف نسبة الكالسيوم في مياه الأنهار باختلاف الصخور المشكلة لمجراها، و تتراوح بشكل عام بين 2 إلى 8 مغ/لتر علما أنها تصل في المناطق الكلسية إلى 120مغ/لتر أحيانا.

يعبر عن تركيز أملاح الكالسيوم و المغنيزيوم في الماء بإصطلاح شائع ألا و هو قساوة الماء، و تتوزع القساوة الى نوعين هما:

* **القساوة المؤقتة (او القساوة الكربوناتية):** تشمل هذه القساوة الكربونات و الكربونات الحامضية للكالسيوم و المغنيزيوم.

* **القساوة الدائمة (القساوة الغير كربوناتية):** تنتج هذه القساوة عن أملاح الكالسيوم و المغنيزيوم.

تزداد نسبة الكالسيوم في المياه الطبيعية نتيجة قذف مياه الصرف الحضرية و الصناعية فيها، خاصة و أن الكلس الحي مستعمل بشكل واسع في عمليات التعديل الجارية في الكثير من الصناعات و منها مياه الشرب.[6]

-المغنيزيوم Mg^{2+} :

تحتوي جميع المياه السطحية على المغنيزيوم الناتج عن انحلال الصخور المشكلة لحوض و مجرى المياه، غير أن تركيزه أقل من الكالسيوم دوما. يشابه المغنيزيوم الكالسيوم في تأثيراته على البيئة المائية و على مياه الشرب.[6]

-الصوديوم Na^+ :

يشكل الصوديوم 2,83 بالمائة من تركيب القشرة الأرضية ويتمتع بدرجة انحلال عالية في الماء، و لذلك فإنه متواجد في جميع انواع المياه السطحية و الجوفية بشكل طبيعي يضاف إلى ذلك احتواء مياه الصرف الحضرية و الصناعية على كميات كبيرة منه. يؤدي التركيز المرتفع لشوارد الصوديوم في مياه الشرب إلى ظهور حالات إسهال عند الإنسان، كما يحضر على مرضى القلب و الكلى استعمال المياه الغنية بالصوديوم. يعتبر الماء الحاوي على نسبة أقل من 115مغ/لتر صالح للشرب، علما أنه من الأفضل ألا يتجاوز تلك النسبة 10مغ/لتر، يشكل الصوديوم عنصرا هاما و ضروريا لنمو النباتات، غير أن ارتفاع نسبته في مياه الري يؤدي إلى نقصان في نفوذية التربة و إرتفاع كبير في قيمة دليلها الهيدروجيني.[6]

-البوتاسيوم K^+ :

يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية، و ذلك لكونه يدخل في تركيب القشرة الأرضية و مركباته سهلة الانحلال في الماء، غير أن نسبته في المياه السطحية أقل من الصوديوم و يعود ذلك إلى امتصاص التربة له بشكل جيد.[6]

-الكلوريد Cl^- :

تحتوي جميع أنواع المياه السطحية و الجوفية شوارد الكلور بتركيز مختلفة، و أهم مصادرها:

- ذوبان أملاح الكلور في المياه المارة ضمن الأراضي الملحية .

- تسرب مياه البحار إلى الأحواض الجوفية أو السطحية.

- الفضلات الإنسانية.

- فضلات بعض الصناعات كالمالح و المناجم و الصناعات البتروكيميائية.

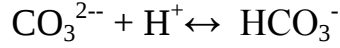
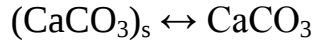
تحتوي المياه الجوفية عادة 10-20مغ/لتر من شوارد الكلور، غير أن المياه الجوفية المتواجدة ضمن طبقات صخرية تحتوي أكثر من 100مغ/ لتر منه. [6]

-الكبريتات SO_4^{2-} :

ترتبط شوارد الكبريتات بالشوارد الموجبة في الماء مثل الكالسيوم و البوتاسيوم و الصوديوم، و أهم مصدر طبيعي لها هو إنحلال الجبس ($CaSO_4.H_2O$)، و أكسدة الكبريت إلى كبريتات بواسطة الهواء في الوسط المائي، أما المصادر الصناعية للكبريتات فهي عديدة و متنوعة، لأن أكثر المصانع تستعمل حموض و أملاح الكبريتات و تطرحها مع مياه الصرف.[6]

-الكربونات CO_3^{2-} و البكربونات HCO_3^- :

يتعلق تركيز الكربونات في الماء بشروط التوازن القائمة بين الوسط المائي من جهة والطورين المحيطين به (الطور الصلب و الطور الغازي) من جهة أخرى. ينشأ ذلك التوازن بين أطوار ثلاثة تتمثل بالصخور الصلبة المحيطة بالماء و ثاني أكسيد الكربون في الهواء و الماء ذاته. أما في حالة خلو الصخور من الكربونات فإن التوازن يحدث عند ذلك بين طورين فقط هما السائل و الغاز، و نلخص فيما يلي أهم التوازنات القائمة في الوسط المائي:[6]



1-2-2- العناصر الغير مرغوب فيها:

-الحديد Fe^{2+} :

ينتج الحديد المنحل في المياه السطحية عن انحلال المركبات الحديدية الموجودة في التربة إضافة لوجوده في مياه الصرف الصناعية بشكل واسع. يكون الحديد في الشروط العادية للمياه السطحية على شكل شوارد الحديدي Fe^{2+} ذات الانحلالية العالية نسبيا، غير أن تلك الشوارد تأكسد بالهواء أو بالمؤكسدات الأخرى و تتحول إلى شوارد الحديد Fe^{+3} حيث تترسب على شكل هيدروكسيد الحديد، تسبب تلك الظاهرة تعكر المياه و تشكيل طبقة مترسبة في قاع النهر. يعتبر الحديد عنصرا ضروريا لبناء جسم الانسان وبالتالي يجب استهلاك 1 إلى 2 مغ يوميا على الأقل. و لكن وجوده في مياه الشرب بكميات عالية يسبب اضرارا مختلفة. [6]

-المنغنيز Mn^{2+} :

تحتوي المياه الطبيعية أملاح المنغنيز الناتجة عن عملية انحلال الصخور الحاوية على شكل مركبات المنغنيز. يتواجد المنغنيز في المياه السطحية على شكل كربونات حامضية و معقدات معدنية و معقدات عضوية ناتجة عن فعل طبيعي أو عن مياه الصرف، و تتميز شوارده الثنائية بثباتها ضمن شروط المياه السطحية بعكس شوارد الحديد. [6]

-الفوسفات PO_4^{3-} :

ينشأ الفوسفات المنحل في المياه السطحية من مصدر طبيعي (تفكك المواد الحية، ذوبان الأملاح الفوسفاتية في المياه الجارية،....) و مصدر صناعي (الأسمدة، المنظفات، الصناعات الكيميائية.....)، تتواجد شوارد الفوسفات في الماء بأشكال مختلفة تبعا لقيمة pH الوسط، فالمياه الطبيعية (pH=5-8) تحوي شوارد الفوسفات أحادية و ثنائية الهيدروجين (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-})، تتحلل فوسفات المعادن القلوية بشكل جيد في الماء وتختلف انحلالية فوسفات المعادن الأخرى باختلاف الشاردة المعدنية. يحدث التركيز العالي من الفوسفات في مياه الشرب حالة تقيء و إسهال عند الإنسان و الحيوان. [6]

-النترات NO_3^- :

تأتي النترات المتواجدة في المياه الطبيعية بفعل جريان المياه على سطح التربة في مرحلة تشكل الأنهار يضاف إليها النترات القادمة مع مياه الصرف و النترات الناتجة عن عملية الأكسدة البكتيرية للفضلات الأزوتية.[6]

-النترت NO_2^- :

تمثل شوارد النترت مرحلة انتقالية بين شوارد النترات وشوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة والإرجاع لهما. ولذلك فإن شوارد النترت المتواجدة في الوسط المائي ناتجة إما عن إرجاع شوارد النترات أو عن أكسدة شوارد الأمونيوم ولا يوجد مصدر طبيعي للنترت.[6]

1-2-3- العناصر السامة:

-الرصاص Pb^{2+} :

يعتبر الرصاص مادة سامة بالنسبة للإنسان، خاصة وأن تلك السمية تنتج عن فعل تراكمي للرصاص في جسم الإنسان حتى الوصول إلى حالة تسمم مميت، فاستهلاك الإنسان 1مغ يوميا من الرصاص ولفترة طويلة يحدث ضررا كبيرا على الصحة ويؤدي في لحظة معينة للموت المفاجئ. التركيز الأعظمي للرصاص في مياه الشرب أن لا يتجاوز 0.1 مغ/لتر.[6]

-الكروم Cr^{2+} :

يظهر الكروم في المياه السطحية نتيجة تلقيها مياه الصرف الصناعية وتختلف صيغ الكروم المتواجدة في المياه باختلاف مصادرها، فهناك شوارد الكروم البسيطة و الشوارد المعقدة: (CrO_3^{-3} , CrO_4^{-2}) ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$)، اعتبر الكروم السداسي التكافئ ساما ولذلك وضعت قوانين صارمة لتحديد مياه الشرب، حددت المنظمة العالمية للصحة النسبة العظمى للكروم السداسي في مياه الشرب بقيمة 0,05 مغ/لتر.[6]

-الكاديوم Cd^{2+} :

تتواجد أملاح الكاديوم في المياه السطحية و خاصة كبريتات الكاديوم نتيجة تلقيها لفضلات مصانع التعدين والأصبغة والتصوير والمفاعلات النووية. يؤثر الكاديوم على الإنسان أيضا، حيث تكفي جرعة قدرها 0.4 غ لقتله، ولذلك يحدد التركيز الأعظمي للكاديوم في مياه الشرب بمقدار 0.01 مغ/لتر. [6]

جدول 1-2: تراكيز العناصر المسموح بها في مياه الشرب [6]

النظام CEE الأوروبي	النظام OMS العالمي	الوحدات المستعملة	الخاصة أو العنصر
8.5-6.5	8.5-7	pH	الدليل الهيدروجيني
1250	-	ميكروسيمنس/سم	الناقلية
35-10	-	درجة فرنسية	القساوة
100	200	مغ/ل	الكالسيوم Ca^{2+}
50	150		المغنيزيوم Mg^{2+}
100	-		الصوديوم Na^{+}
12	-		البوتاسيوم K^{+}
0.2	-		الالمنيوم Al^{3+}
250	200		الكبريتات SO_4^{2-}
200	200		الكلور Cl^{-}
50	44		النترات NO_3^{-}
0.1	-		النترت NO_2^{-}
0.5	-		الامينيوم NH_4^{+}
0.01	-		الفضة Ag^{2+}
0.1	-		البروم Ba^{2+}
0.05	-		الكروم Cr^{2+}
0.05	0.05		النحاس Cu^{2+}
1.5	1.5		الفلور F^{-}
0.3	0.1		الحديد Fe^{2+}
0.001	0.001		الزئبق Hg^{2+}
2	-		الفوسفات PO_4^{3-}
0.005	0.1		الرصاص Pb^{2+}
2	5		الزنك Zn^{2+}
0.05	0.05		المغنيز Mn^{2+}
0.005	0.01		الكاديوم Cd^{2+}

1-2-4- عسر المياه (القساوة):

يوجد بتركيزات متفاوتة تزيد عادة في المياه الجوفية حسب مكونات طبقات التربة التي تمر خلالها المياه، وينقسم العسر إلى:

أ- عسر مؤقت:

بسبب أملاح كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم التي تذيبها المياه المحتوية على ثاني أكسيد الكربون. ويمكن التخلص من هذا العسر بغلي المياه، ويسبب هذا العسر تكوين طبقات من الصدا داخل مواسير المياه الساخنة والغلايات.

ب- عسر دائم:

بسبب أملاح كبريتات الكالسيوم، كلوريد الكالسيوم أو كلوريد المغنيزيوم، التي تذوب بصورة طبيعية في الماء طالما وجدت هذه الأملاح في التربة التي تمر بها المياه ويبين الجدول 3 درجات عسر الماء مقدرة بالـ مغ/لتر. [8]

جدول 1-3 : درجات عسر المياه [8]

درجة العسر	تركيز العسر (مغ/لتر)
مياه يسرة	0-50
مياه متوسطة اليسر	50-100
مياه بها عسرة خفيفة	100-150
مياه بها عسرة متوسطة	150-200
مياه عسرة	200-300
مياه شديدة العسر	أكبر من 300

1-2-5- القلوية:

قلوية الماء تعود إلى وجود البكربونات، الكربونات و الهيدروكسيد، و تنقسم إلى قلوية بسيطة و قلوية كاملة. [1]

أ-القلوية البسيطة TA:

تعبر عن تواجد الكربونات و الهيدروكسيد في الماء.

ب-القلوية الكاملة TAC:

تعبر عن تواجد الكربونات و البكربونات و الهيدروكسيد في الماء. [1]

ويبين الجدول 4 تغيرات الأيونات وفقا لتغيرات القلوية الكاملة و القلوية البسيطة.

جدول 4-1 : تركيز الايونات المنحلة في الماء بدلالة TA و TAC [2]

$[\text{HCO}_3^-]$	$[\text{CO}_3^{2-}]$	$[\text{OH}^-]$	تغير TA , TAC
TAC	0	0	TA=0
TAC>2TA	2TA	0	TA<TAC/2
0	TAC	0	TA=TAC/2
0	2(TAC- TA)	2TA- TAC	TA>TAC/2
0	0	TAC	TA=TAC

2- ظاهرة الترسيبات:

2-1-تعريف الظاهرة:

هو راسب من الأملاح المعدنية التي لها قابلية التشكل على سطح القنوات، حسب الأيونات المتواجدة في المياه المالحة (الكالسيوم، المغنيزيوم، البيكربونات، الكبريتات)، و هذا الراسب يتكون أساسا من كربونات الكالسيوم و هيدروكسيد المغنيزيوم و الكالسيوم. [3]



شكل 1-1: صورة توضيحية لظاهرة الترسب داخل القنوات

2-2-أسباب الظاهرة:

2-2-1- قساوة المياه:

كل نوع من الماء يحتوي على تراكيز مرتفعة أو منخفضة من الأملاح المعدنية خاصة أملاح الكالسيوم و المغنيزيوم الذين يقدمون للماء قساوة و بالتالي إمكانية تشكل رواسب قاسية. [3]

2-2-2- درجة الحرارة:

عند زيادة درجة الحرارة تقل قابلية معظم الأملاح للذوبان في الماء فتترسب على جدار الأنابيب التي تمر بها [8]. الترسبات تتشكل وفق المعادلة الآتية: [4]



2-2-3- وجود عناصر في الماء:

لقد تبين أن نوعين من الماء بنفس التكوين (الخصائص) و في نفس الظروف ليس بالضرورة يشكلان نفس كمية الرواسب، و هذا يعود إلى وجود عناصر في الماء بكميات صغيرة جدا يمكن أن تؤثر في حجم الرواسب، فعند وجود أيونات النحاس و الزنك في الماء يؤدي هذا إلى إبطاء و تعطيل تشكل الرواسب، و يتطلب هذا كميات صغيرة جدا من الأيونات في حدود عشرات إلى مئات ميكروغرام في اللتر. [2]

2-2-4- نوعية القنوات:

في حالة المياه متوسطة و منخفضة الترسيب يمكن للنحاس أن يمنع ظهور الآثار الأولى للرواسب و بالتالي عرقلة التطور الطبيعي لعملية الترسيب، و عليه فالنحاس له ميزة خاصة مقارنة بالمعادن الأخرى في تخفيف الترسيبات. [2]

2-3- آلية الترسيب:

يترسب الماء الطبيعي بواسطة تكسير التوازن الكربوني (équilibre carbonique):



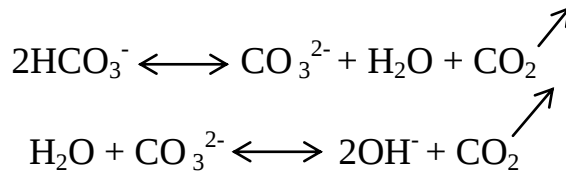
كربونات الكالسيوم تترسب على شكل كلس بلوري يستمر في التزايد بشكل منتظم، يمكن بسهولة تحليل هذا الراسب بأخذ عينة منه و المحاطة بالقناة. هذه الرواسب تتلون مع أكاسيد الحديد، و في القنوات النحاسية هذه الرواسب يمكن أن تتلون بالأزرق أو بالأخضر.

في القنوات الصناعية غالبا ما يكون الراسب متكون أساسا من كربونات الكالسيوم، هيدروكسيد المغنيزيوم وكذلك كبريتات الكالسيوم و المغنيزيوم، هذه الأملاح تتموضع بامتصاص مكونات أخرى وهي الأملاح الحمضية القوية، السيليس و أملاح الحديد. [3]

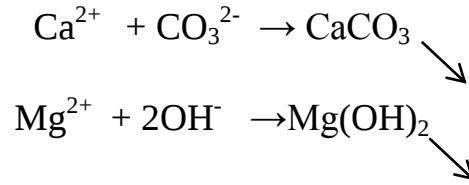
2-4-أنواع الرواسب:

2-4-1-الراسب القلوي:

يتميز هذا الراسب بتواجد الكربونات و أيون الهيدروكسيل نتيجة للتفكك الحراري لأيون البيكربونات حسب التفاعلات التالية:



إن انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون و تكوين أيون CO_3^{2-} و OH^- يؤدي عند تواجد شوارد الكالسيوم و المغنيزيوم و الهيدروكسيل إلى تشكيل راسب كما يبينه التفاعل التالي:



2-4-2-الراسب الغير قلوي:

هذا الراسب متعلق بتواجد ملح كبريتات الكالسيوم في الماء:



هذه الأشكال لكبريتات الكالسيوم لديها ذوبانية عالية مقارنة بذوبانية كربونات الكالسيوم (CaCO_3) و هيدروكسيد المغنيزيوم (Mg(OH)_2)، و لذلك فهو يتواجد عادة عند تشبع الماء بكبريتات الكالسيوم في درجات الحرارة المرتفعة.[9]

2-5-نتائج الترسيبات:

- نقص قطر قنوات المياه والذي يؤدي إلى عدم وصول المياه إلى مناطق عديدة.
- تذبذب نظام الجريان.
- انسداد الحنفيات.
- احتمالات الإصابة بحصى الكلى نتيجة لترسب بعض الاملاح بسبب شرب المياه.
- تآكل مواسير المياه الرئيسية والفرعية و وصلاتها.
- سوء التبادل الحراري على مستوى المسخنات المائية و بالتالي فهي تمثل مقاومة حقيقية للتبادل الحراري بين الماء و الوسط الحراري.



شكل 1-2: صورة توضيحية لإتسداد الحنفيات



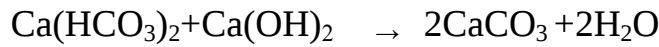
شكل 1-3: صورة توضيحية لتآكل المواسير

2-6- معالجة ظاهرة الترسبات:

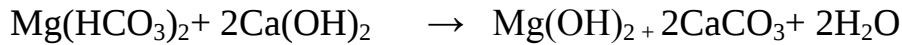
2-6-1- إضافة الجير و الصودا الكاوية:

يمكن إزالة عسر المياه بإضافة الجير و الصودا الكاوية، التي نستطيع تحديد تراكيزها بعد عمل تحليلات كاملة لمكونات المياه، و أحيانا تظهر هذه التحليلات الحاجة إلى إضافة بعض المواد المروبة بتركيزات تعتمد أيضا على مكونات المياه و خصائصها. وتبين المعادلات الآتية التفاعلات المختلفة التي تتم في هذه العملية: [6]

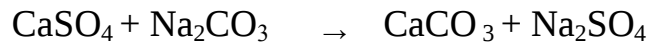
أ- لإزالة كربونات الكالسيوم:



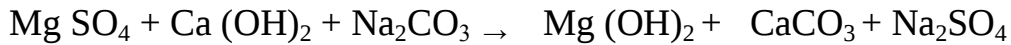
ب- لإزالة كربونات المغنيزيوم:



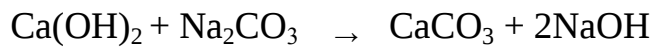
ج- لإزالة عسر كبريتات الكالسيوم:



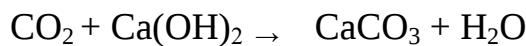
د- لإزالة عسر كبريتات المغنيزيوم:

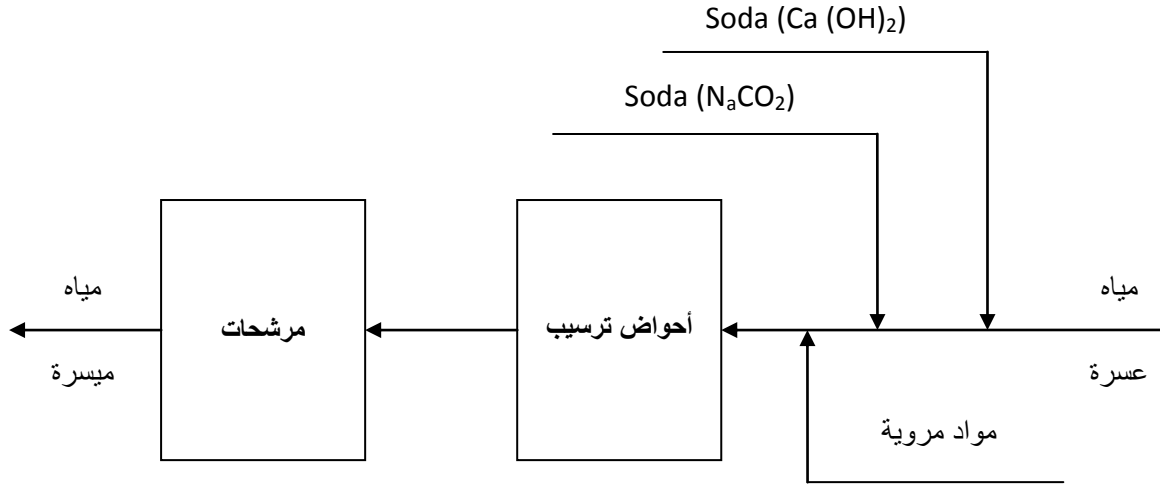


هـ- لإزالة الجير المتبقي في المياه بعد إزالة العسر:



و- لإزالة ثاني أكسيد الكربون:





رسم تخطيطي لمراحل إزالة العسر [7]

2-6-2- الكبح و العزل بواسطة متعدد الفوسفات:

متعدد الفوسفات المعقد له خاصية تحول راسب بيكربونات الماء عندما يعرض في الهواء و الحرارة، و شروطه هي:

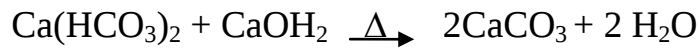
- صلابة الماء لا تتعدى 35-40 درجة فرنسية

- الحرارة الداخلية تكون 80 درجة مئوية.

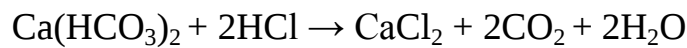
- التركيز المستعمل يكون 5 غ/م³ . [4]

2-6-3- نزع الكربونات بالحرارة و الحموضة:

المعالجة بالحرارة ترسب البكربونات إلى غاية ذوبانية الكربونات.

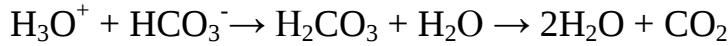
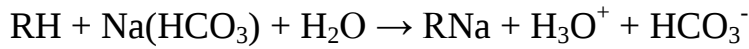
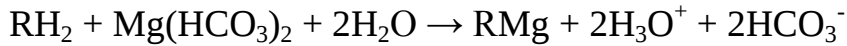
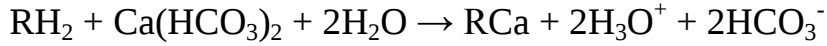


هذه العملية الحرارية يجب أن تكون تامة و تعالج بالحمض الذي يكون له نتيجة تتبع عزل الكربونات و استقرار البكربونات. [4]



2-6-5- التبادل الأيوني:

تستعمل المبادلات الشاردية الموجبة و الضعيفة الحموضة في إزالة الكربونات من الماء، المبادلات المستعملة لهذه الغاية تتكون مراكزها الفعالة من وضيعة حمضية كربوكسيلية قادرة على تثبيت الشوارد الموجبة المرتبطة بشوارد الكربونات الحامضية مع تحرير بعض الكربون و الذي بدوره يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون و ماء، ويمكن تمثيل تلك التبادلات بالمعادلات التالية:[6]



2-6-6- استعمال الزيوليت في إزالة عسر الماء:

الزيوليت هو مركب ركه أصلا "رولف جامس" من الكاولين و الرمل والصودا.

تتميز حبيبات الزيوليت بأنه عند مرور الماء العسر في مسامها يحدث تفاعل تبادلي بين الكالسيوم و المغنيزيوم من ناحية و الصوديوم الموجود في الزيوليت من الناحية الأخرى فيتكون زيوليت الكالسيوم و المغنيزيوم الذي لا يذوب في الماء بينما تذوب كبريتات الصوديوم التي لا تسبب عسرا للماء و تخرج معه، ويستمر هذا التفاعل ما بين أملاح الكالسيوم و المغنيزيوم من ناحية و زيوليت الصوديوم من ناحية أخرى إلى أن يتحول كل زيوليت الصوديوم إلى زيوليت الكالسيوم أو المغنيزيوم .

زيوليت الصوديوم + كبريتات الكالسيوم ← كبريتات الصوديوم + زيوليت الكالسيوم

ولقد وجد أنه يمكن إعادة زيوليت الكالسيوم أو المغنيزيوم إلى زيوليت الصوديوم ثانية و ذلك بتمرير ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) في مسام حبيبات زيوليت الكالسيوم أو المغنيزيوم فيحدث تفاعل تبادلي ينتج عنه زيوليت الصوديوم الذي يبقى على شكل حبيبات بينما يذوب كلوريد الكالسيوم و المغنيزيوم و تخرج معه و تسمى هذه العملية بعملية التنشيط أو إعادة حيوية مادة المرشح.[10]

زيوليت الكالسيوم + كلوريد الصوديوم ← كلوريد الكالسيوم + زيوليت الصوديوم.

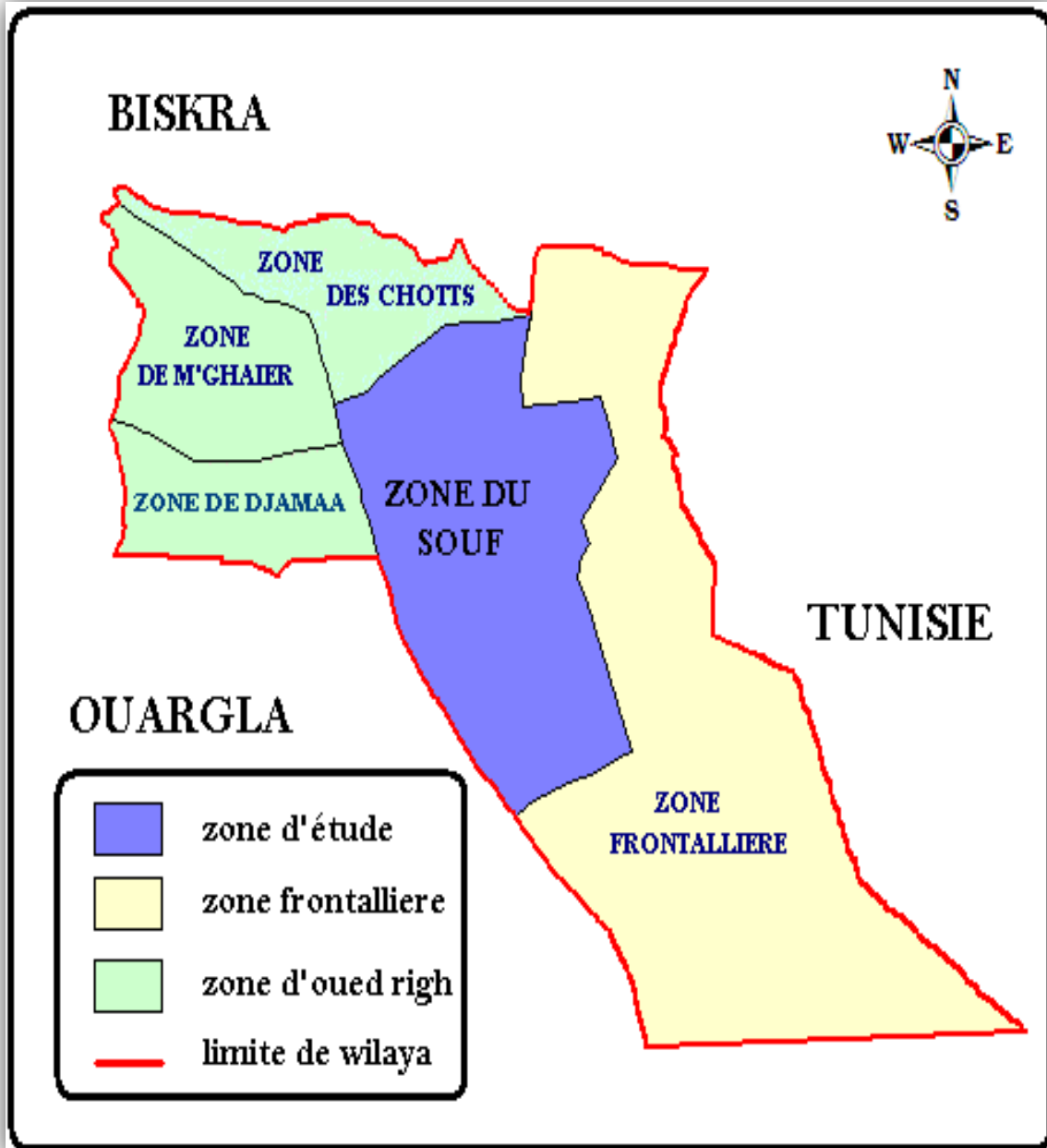
الفصل الثاني

الدراسة العملية

1- تقديم منطقة الدراسة:

الوادي هي جزء من الشمال الشرقي للصحراء الجزائرية، ومعروفة في الشمال بشط ملغيغ وشط مروان، وفي الجنوب بالعرق الكبير، وفي الغرب بواد ريغ وفي الشرق بحدود الجزائر التونسية. الوادي هي واحة مشهورة بوجود التمور ذات الجودة العالية، لكن اليوم أصبحت تعاني من صعود المياه على الطبقة الأرضية. [3]

شكل 1-2: الموقع الجغرافي لوادي سوف.



1-2- الطبقات الجيولوجية لمصادر مياه وادي سوف:

تستخرج مياه وادي سوف من طبقة المركب النهائي، إلا أن هناك مصادر تستخرج من الطبقة القارية المتداخلة.

1-2-1- طبقة المركب النهائي (le complexe – terminal):

هو مجموعة من الطبقات تشكلت في مواضع جيولوجية مختلفة، ويشتمل هذا المركب على الطبقات التالية:

- الطبقة الرملية: نجدها في جنوب وادي سوف، و تنتمي إلى الطبقة الجيولوجية المسماة mio- pliocène وتتواجد على عمق يتراوح بين 400 و 450 متر.

- الطبقة الكلسية: وتتميز بطبقة كلسية وتوجد في أسفل المركب وتنتمي إلى الطبقة الجيولوجية المسماة eocène – cénonien [5]. والمجرى العام لهذا المركب يبدأ من الجنوب وينتهي بمصب شط ملغيغ ومروان وخليج قايس بتونس، حيث يستغل منها الآن 611 بئراً، منها 104 للشرب و 507 للسقي، بتدفق إجمالي يقدر بـ 16.335 لتر/ الثانية، و يتراوح عمق كل بئر بين 100 و 500 متر. [11]

1-2-2- الطبقة القارية المتداخلة (Nappe Albienne):

تتواجد على عمق 1500 متر، جريان مياهها من الجنوب إلى الشمال، وتتغذى عن طريق ترشح مياه الأطلس الصحراوي والمياه الجارية تحت حمادة بشار، وهي مستغلة لغرض التزويد بالمياه الصالحة للشرب بتدفق يتراوح بين 150 و 180 ل /ثا. [9]

Coupe de forage d'El-Oued F1	X=885,300 Y=314,000 Z=98	Description géologique	Etages
0			
50			
100			
150			
200			
250			
300	300	Alternance d'argile parfois sableuse et de sable hétérogène à intercalation de gypse	Mio-pliocène
350			
400			
450			
500			
550			
600			
640	640	Alternance de calcaire fissuré et de calcaire massif	Eocène
650			
700	740	Alternance de marne gris- verdâtre et de calcaire gris, compact et dur ;	Sénonien
750			
800	840	Alternance de dolomie beige compact d'hanydrite blanche et de calcaire argileux	Carbonaté
850			
900			
950			
1000			
1050			
1100	1110	Anhydrite blanche, massive dure avec passage de dolomie gris claire et intercalation de calcaire	Sénonien Lagunaire
1150	1167		
1200	1200	Dolomie beige microcristalline compacte, dure, avec passage de calcaire peu dolomitique	Turonien
1250	1270	Anhydrite massive et calcaire argileux à passages de marnes	
1300			
1350	1374	Anhydrite avec passage de calcaire, de dolomie et de marne	Cénomaniien
1400			
1450	1498	Anhydrite avec passage de calcaire, marne et dolomie avec intercalation d'argile	
1500			
1550	1589	Calcaire gris clair argileux à passage de dolomie compact, parfois microcristalline	Vraconien
1600	1613	Marne grise à passage d'argile gris-vert, intercalation de silex, à faible passage de grès calcaire	Albien
1650			
1700	1683	Dolomie, calcaire, marne	Aptien
1750	1720		
1800	1770	Argile brune rouge à intercalations de grès	
1850	1800		
	1850	Grès, dolomie, calcaire et sable, intercalation de silex	Barrémien

شكل 2-2 : مخطط توضيحي للطبقات الجيولوجية

2- تقديم الدراسة:

في إطار الدراسة التحليلية لظاهرة الترسبات داخل قنوات المياه نقوم بتحليل عينات من المياه و الرواسب، لهذا الغرض اخترنا أربعة عينات للمياه منها عينتين لمياه مشكلة للرواسب و عينتين لمياه لا تشكل رواسب كبيرة، للعلم المعلومات التي تخص المياه من ناحية تشكيلها للرواسب تحصلنا عليها من وحدة الجزائرية للمياه بالوادي و هذا بناء على تغيير قنوات توزيع الماء و تجديدها بالنسبة للمياه المشكلة للرواسب، أما بالنسبة لتحليل الراسب نأخذ عينة واحدة من أحد القنوات.

1-2- العينات المدروسة:

1-1-2- عينات الماء:

تم اخذ العينات المدروسة من المصادر الموضحة في الجدول 1-2، وتقع هذه المصادر ببلدية الوادي.

جدول 1-2: جدول يوضح معطيات حول العينات المدروسة

الرقم	النقبة	العمق (m)	سنة الإستغلال	التدفق (L/s)	مجال الإستعمال	تشكيل الرواسب
01	بوحمد 1	275	1988	45	الشرب	لا
02	حي النور	1850	1986	100	الشرب	نعم
03	حي الشهداء	1842	1987	140	الشرب	نعم
04	الشط (08 ماي)	293	2010	41	الشرب	لا

* شروط أخذ العينات:

- تأخذ العينات لإجراء تحاليل لها في أوعية خاصة، زجاجيات أو قنينات، في لحظة أخذ العينة يجب أن :
- غسل القارورة عدة مرات بماء العينة على الأقل ثلاث مرات.
- تلصق بطاقة بها جملة المعلومات الخاصة.

2-1-2- عينة الراسب:

تم أخذ عينة الراسب من قناة الماء المستبدلة والتي كانت تربط بين حي الشهداء والسوق.

2-2- تحليل العينات:

1-2-2- تحليل الماء:

نقوم بتحليل الماء من الناحية الفيزيوكيميائية، حيث قمنا بهذا التحليل بمخبر الجزائرية للمياه وحدة الوادي ويشمل ما يلي:

- قياس درجة الحرارة:

نقوم بقياسها بواسطة الترمومتر و يكون القياس من مكان مصدر الماء لإعطاء درجة الحرارة الحقيقية .

- قياس درجة الحموضة pH:

نستعمل الجهاز المخصص لذلك (pH-meter)، أما كيفية القياس فتبدأ بغسل المشعر بالماء المقطر وتجفيفه ثم غمسه في بيشر معقم يحوي كمية من ماء العينة المدروسة فيبين لنا الجهاز النتيجة وتؤخذ القيمة المقاسة بعد ثباتها واستقرارها جيداً.

- قياس الناقلية الكهربائية:

نقوم بقياسها بجهاز الناقلية الكهربائية (Conductimètre)، نغسل مشعر الجهاز بالماء المقطر ونجففه بالقطن الخاص ونغمسه داخل بيشر يحوي الماء المراد تحليله وبعدها نضغط على الزر COND ثم نضغط على الزر READ فيعطينا النتيجة المباشرة بوحدة ms/cm أو µs/cm.

- قياس الملوحة:

هي نسبة الأملاح الكلية (الصلبة والمنحلة) المتشكلة، و تقاس بنفس جهاز الناقلية أي أننا بعد قياس هاته الأخيرة ما علينا إلا أن نضغط على الزر SAL فيعطينا النتيجة مباشرة بوحدة mg/L.

- الأملاح الذائبة:

وهي مجموع الأملاح الذائبة أو المنحلة في الماء، ودائماً تكون أقل من نسبة الملوحة لأنها لا تحتوي على المواد الصلبة، و تقاس بجهاز الناقلية بالضغط على الزر TDS فيقرأ النتيجة مباشرة بوحدة mg/L.

- قياس العكارة:

لقياس نسبة العكارة في العينة المدروسة نستخدم جهاز العكارة (turbidimètre) وذلك بعد ضبطه عند القيمة (000) لنأخذ القيمة المقاسة للعينة.

- معايرة تركيز شوارد الكالسيوم Ca^{++} :

لتحديد كمية الكالسيوم في الماء نستعمل طريقة المعايرة الحجمية كما يلي:

- نأخذ في مخبر مدرج 10 مل من ماء العينة ونظف لها إلى غاية التدرج 50 مل ماء مقطر (تخفيف).

- نسكب العينة في دورق ونظف لها 2 مل من NaOH (2 مولاري) و 0.2 غ من كاشف HSN.

- نعاير العينة بواسطة محلول EDTA إلى غاية ظهور اللون الأزرق.

- نحسب كمية الكالسيوم بالعلاقة التالية:

$$[Ca^{++}] = M \times \frac{V_1 \cdot C_1}{V_0} \cdot 1000 \text{ (mg/l)}$$

V_1 : حجم محلول EDTA اللازم لنهاية المعايرة (مل).

C_1 : تركيز محلول EDTA (مول/ل).

V_0 : حجم العينة (مل).

M : الكتلة المولية للكالسيوم (40 غ/مول)

بعد حساب كمية الكالسيوم نحسب الكمية الحقيقية من خلال معامل التخفيف لأننا خففنا العينة.

- معايرة القساوة الكلية TH:

لتحديد القساوة الكلية في الماء نستعمل طريقة المعايرة الحجمية كما يلي:

- نأخذ في مخبر مدرج 100 مل من ماء العينة.

- نسكب العينة في ورق ونظيف لها 4 مل من محلول موكي (pH=10) و 3 قطرات من كاشف أسود الأيروكروم T (NET).

- نعاير العينة بواسطة محلول EDTA (0.01 مولاري) إلى غاية ظهور اللون الأزرق.

- نحسب القساوة الكلية بالعلاقة التالية:

$$TH = Ve \quad ({}^0F)$$

Ve : حجم EDTA اللازم لنهاية المعايرة (مل).

- معايرة تركيز شوارد المغنيزيوم Mg^{2+} :

كمية المغنيزيوم تحسب بعد حساب كمية الكالسيوم و القساوة الكلية كما يلي:

$$[Mg^{2+}] = (TH - TH_{Ca}) \cdot 24 \quad (mg/l)$$

TH : القساوة الكلية $({}^0F)$

TH_{Ca} : القساوة الكلسية $({}^0F)$ وتحسب كمايلي:

$$TH_{Ca}({}^0F) = Ca^{2+}(mg/l)/4$$

علما أن القساوة المغنيزية TH_{Mg} تحسب كمايلي:

$$TH_{Mg}({}^0F) = Mg^{2+}(mg/l)/2.4$$

و القساوة الكلية هي مجموع القساوة الكلسية و المغنيزية.

- معايرة تركيز شوارد الكلوريد Cl^- :

لتحديد كمية الكلوريد في الماء نستعمل طريقة المعايرة الحجمية كما يلي:

- نأخذ في مخبر مدرج 10 مل من ماء العينة ونظيف لها إلى غاية التدرجة 100 مل ماء مقطر (تخفيف).

- نسكب العينة في ورق ونظيف لها 1 مل من محلول كرومات البوتاسيوم.

- نعاير العينة بواسطة محلول نترات الفضة إلى غاية تغير اللون من أصفر إلى أحمر.

- نحسب كمية الكلوريد بالعلاقة التالية:

$$[Cl] = \frac{C1 \times V1}{V2} \times M \times 1000 \quad (mg/l)$$

V_1 : حجم محلول نترات الفضة $AgNO_3$ اللازم لنهاية المعايرة (مل).

C_1 : تركيز محلول نترات الفضة $AgNO_3$ (مول/ل).

V_0 : حجم العينة (مل).

M : الكتلة المولية للكلور (35.5 غ/مول)

بعد حساب كمية الكلوريد نحسب الكمية الحقيقية من خلال معامل التخفيف لأننا خففنا العينة.

- معايرة القلوية الكلية **TAC**:

لتحديد القلوية الكلية في الماء نستعمل طريقة المعايرة الحجمية كما يلي:

- نأخذ في مخبر مدرج 100 مل من ماء العينة.

- نسكب العينة في ورق ونظيف لها قطرتين من كاشف برتقالي المثل.

- نعاير العينة بواسطة محلول H_2SO_4 (0.02 مولاري) إلى غاية ظهور اللون الأصفر البرتقالي.

- نحسب القلوية الكلية بالعلاقة التالية:

$$TAC = V_e \quad (^0F)$$

V_e : حجم H_2SO_4 اللازم لنهاية المعايرة (مل).

- معايرة تركيز شوارد البكربونات HCO_3^- :

كمية البكربونات تحسب كما يلي:

$$[HCO_3^-] = TAC(^0F) \times 12.1 \quad (mg/l)$$

- معايرة تركيز شوارد الكبريتات SO_4^{2-} :

لحساب كمية الكبريتات نستعمل جهاز المطيافية (Spectrophotomètre UV-Visible) كما يلي: - -

نأخذ في مخبر مدرج 10 مل من ماء العينة ونضيف لها إلى غاية التدريجة 100 مل ماء مقطر.

- نسكب العينة في ورق ونظيف لها 5 مل من محلول خاص (stabilisante) و 2 مل من محلول

كلوريد الباريوم ثم نضعه في الزجاج مدة دقيقة.

- نأخذ كمية من العينة في خلية الجهاز (Cellule) ونقيس الإمتصاصية عند طول موجة 420 نانومتر.

- من خلال المنحني العياري نحسب كمية الكبريتات.

- معايرة تركيز شوارد النتريت NO_2^- :

لحساب كمية النتريت نستعمل جهاز المطيافية (Spectrophotomètre UV-Visible) كما يلي:

- نأخذ في مخبر مدرج 50 مل من ماء العينة.

- نسكب العينة في ورق ونضيف لها 1 مل من كاشف خاص بالنتريت و نتركه مدة دقيقة.

- نأخذ كمية من العينة في خلية الجهاز (Cellule) ونقيس الإمتصاصية عند طول موجة 540 نانومتر .

- من خلال المنحني العياري نحسب كمية النتريت.

- معايرة تركيز شوارد الفوسفات PO_4^{3-} :

لحساب كمية الفوسفات نستعمل جهاز المطيافية (Spectrophotomètre UV-Visible) كما يلي:

- نأخذ في مخبر مدرج 50 مل من ماء العينة.
- نسكب العينة في ورق ونضيف لها 1 مل من حمض الأسكوربيك و 2 مل من كاشف خاص بالفوسفات و نتركه مدة 10 دقائق.
- نأخذ كمية من العينة في خلية الجهاز (Cellule) ونقيس الإمتصاصية عند طول موجة 700 نانومتر .
- من خلال المنحني العياري نحسب كمية الفوسفات.

- البقايا الجافة Réidu Sec:

نأخذ 50 مل من ماء العينة في بيشر ثم نضعها في الفرن عند درجة حرارة 105° لمدة 24 ساعة ثم نحسب البقايا الجافة كما يلي:

$$RS = \frac{M_2 - M_1}{V} (mg/l)$$

M_2 : وزن البيشر مع البقايا الجافة (مغ).

M_1 : وزن البيشر وهو فارغ (مغ).

V : حجم الماء المأخوذ (ل)

2-2-2- تحليل الراسب:

لتحليل الراسب نتبع الخطوات التالية:

- نطحن الراسب جيدا.
- اخذ 0.5 غ من الطحين مع 10 مل من حمض النتريك HNO_3 .
- نترك المزيج لمدة 24 ساعة.
- نضيف 100 ملل من الماء المقطر للمزيج.
- نرشح المحلول الناتج ونقوم بتحليله كأنه ماء.



شكل 2-3: عينة للراسب مأخوذة من قناة حي الشهداء المستبدلة

و نحسب التركيب الكتلي للأملاح المترسبة ونسبتها المئوية بالعلاقات الآتية: [9]

$$\frac{\text{التركيز الكتلي للعنصر} \times \text{الكتلة المولية الجزيئية للملح}}{\text{الكتلة المولية الذرية للعنصر}} = \text{التركيز الكتلي للملح المترسب (غ)}$$

$$\frac{\text{التركيز الكتلي للملح المترسب (غ)}}{\text{كتلة الراسب المستخدمة في التحليل (غ)}} = \text{التركيز المئوي للملح المترسب (\%)}$$

2-2-3- سرعة الترسيب:

لحساب سرعة الترسيب، حدد سمك الراسب المتشكل لقناة حي الشهداء (المستبدلة) وهو 7سم إضافة إلى معرفة قطر القناة 315 مم ومدة استعمالها 15 سنة، حيث اعتمدنا في حساب سرعة الترسيب على قانون الميكانيك (قانون الحركة المنتظمة) وذلك بالعلاقة التالية: [3]

$$\frac{س}{ز} = سر$$

سر: سرعة الترسيب

س: سمك الراسب

ز: مدة استعمال القناة

الفصل الثالث

النتائج و المناقشة

1- نتائج تحليل عينات الماء:

نتائج تحليل عينات الماء موضحة في الجداول التالية:

جدول 1-3: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لماء حي النور

النظام الجزائري		النظام العالمي OMS		نتائج التحليل	العناصر
التركيز الأقصى المسموح به	التركيز الأدنى المسموح به	التركيز الأقصى المسموح به	التركيز الأدنى المسموح به		
200	75	200	75	256.51	الكالسيوم Ca^{2+} (mg /L)
150				63.19	المغنيزيوم Mg^{2+} (mg/L)
500	200	600	200	443.16	الكالور Cl^- (mg/L)
				173.24	الببكر بونات HCO_3^- (mg /L)
				142	القلوية الكاملة TAC (mg/L)
2000				2240	البقايا الجافة RS (mg/L)
500	100	500	100	900	القساوة TH (mg/L)
				1623	الأملاح الذائبة TDS (mg/L)
				0.069	الفوسفات PO_4^{3-} (mg/L)
	0.1			0.001	النترت NO_2^- (mg/L)
				1.480	العكارة (NTU)
400	200	400	200	492.5	السولفات SO_4^{2-} (mg/L)
2800				2550	الناقلية Cond ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
	8.5-6.5		8.5-7	7.13	درجة الحموضة pH
				1.6	درجة الملوحة SAL%
25				56	درجة الحرارة T ($^{\circ}\text{C}$)

جدول 2-3: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لماء حي 08 ماي

النظام الجزائري		النظام العالمي OMS		نتائج التحليل	العناصر
التركيز الأقصى المسموح به	التركيز الأدنى المسموح به	التركيز الأقصى المسموح به	التركيز الأدنى المسموح به		
200	75	200	75	296.522	الكالسيوم Ca^{2+} (mg /L)
150				147.992	المغنيزيوم Mg^{2+} (mg/L)
500	200	600	200	569.157	الكالور Cl^{-} (mg/L)
				201.30	البكربونات HCO_3^{-} (mg /L)
				165	القلوية الكاملة TAC (mg/L)
2000				3140	البقايا الجافة RS (mg/L)
500	100	500	100	1460	القساوة TH (mg/L)
				2370	الأملاح الذائبة TDS (mg/L)
				0.000	الفوسفات PO_4^{3-} (mg/L)
	0.1			0.000	النتريت NO_2^{-} (mg/L)
				2.631	العكارة (NTU)
400	200	400	200	868.80	السلفات SO_4^{2-} (mg/L)
2800				4450	الناقلية Cond ($\mu s/cm$)
	8.5-6.5		8.5-7	6.98	درجة الحموضة pH
				3. 2	درجة الملوحة SAL %
25				14.2	درجة الحرارة T ($^{\circ}C$)

جدول 3-3: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لحي بوحمد 1

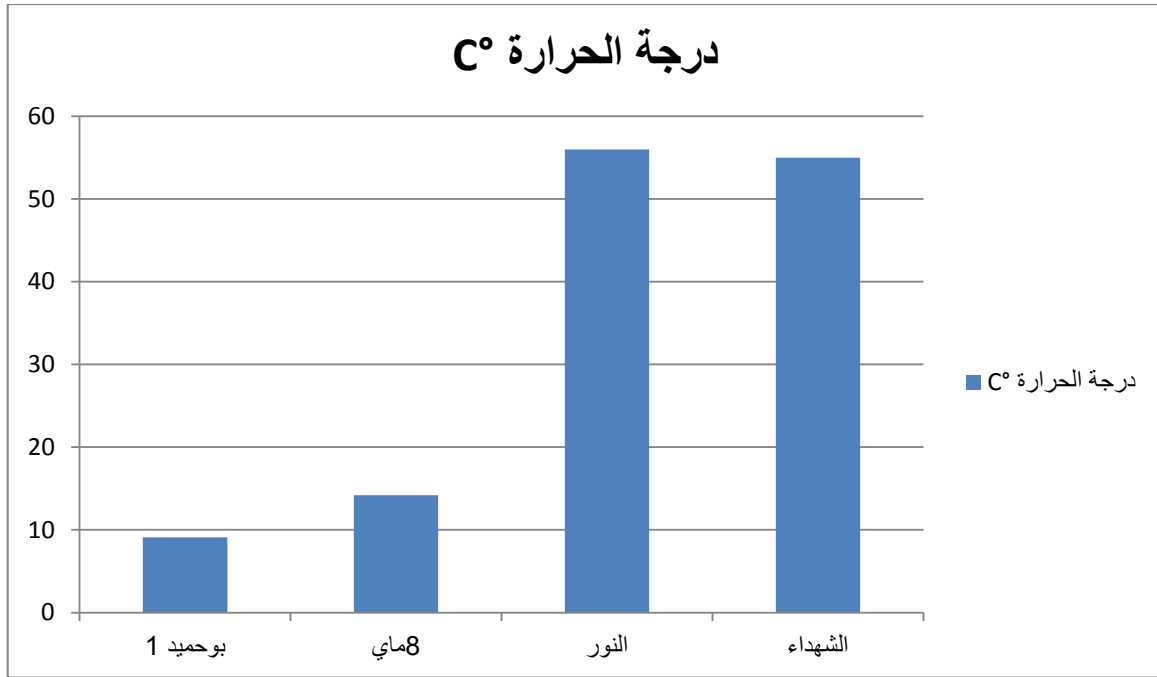
النظام الجزائري		النظام العالمي OMS		نتائج التحليل	العناصر
التركيز الأقصى المسموح به	التركيز الأدنى المسموح به	التركيز الأقصى المسموح به	التركيز الأدنى المسموح به		
200	75	200	75	276.552	الكالسيوم Ca^{2+} (mg /L)
150				87.498	المغنيزيوم Mg^{2+} (mg/L)
500	200	600	200	921.778	الكلور CL^- (mg/L)
				184.220	البicarbonات HCO_3^- (mg /L)
				151	القلوية الكاملة TAC (mg/L)
2000				3440	البقايا الجافة RS (mg/L)
500	100	500	100	1050	القساوة TH(mg/L)
				2380	الاملاح الذائبة TDS (mg/L)
				0.009	الفوسفات PO_4^{3-} (mg/L)
	0.1			0.001	النترت NO_2^- (mg/L)
				1.342	العكارة (NTU)
400	200	400	200	466.8	السولفات SO_4^{2-} (mg/L)
2800				3720	الناقلية Cond (μs/cm)
	8.5-6.5		5.8-7	7.03	درجة الحموضة pH
				2.3	درجة الملوحة %SAL
25				9.1	درجة الحرارة T (0C)

جدول 3-4: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لماء حي الشهداء

النظام الجزائري		النظام العالمي OMS		نتائج التحليل	العناصر
التركيز الأقصى المسموح به	التركيز الأدنى المسموح به	التركيز الأقصى المسموح به	التركيز الأدنى المسموح به		
200	75	200	75	256.52	الكالسيوم Ca^{2+} (mg /L)
150				153.370	المغنيزيوم Mg^{2+} (mg/L)
500	200	600	200	405.936	الكالور Cl^- (mg/L)
				176.920	البكربونات HCO_3^- (mg /L)
				145	القلوية الكاملة TAC (mg/L)
2000				2180	البقايا الجافة RS (mg/L)
500	100	500	100	900	القساوة TH (mg/L)
				1560	الاملاح الذائبة TDS (mg/L)
				0.025	الفوسفات PO_4^{3-} (mg/L)
	0.1			0.000	النترت NO_2^- (mg/L)
				1.350	العكارة (NTU)
400	200	400	200	490.308	السلفات SO_4^{2-} (mg/L)
2800				2450	الناقلية Cond (μ s/cm)
	8.5-6.5		8.5-7	7.25	درجة الحموضة pH
				1.2	درجة الملوحة SAL %
25				55	درجة الحرارة T (0 C)

1-1- التمثيل البياني للنتائج:

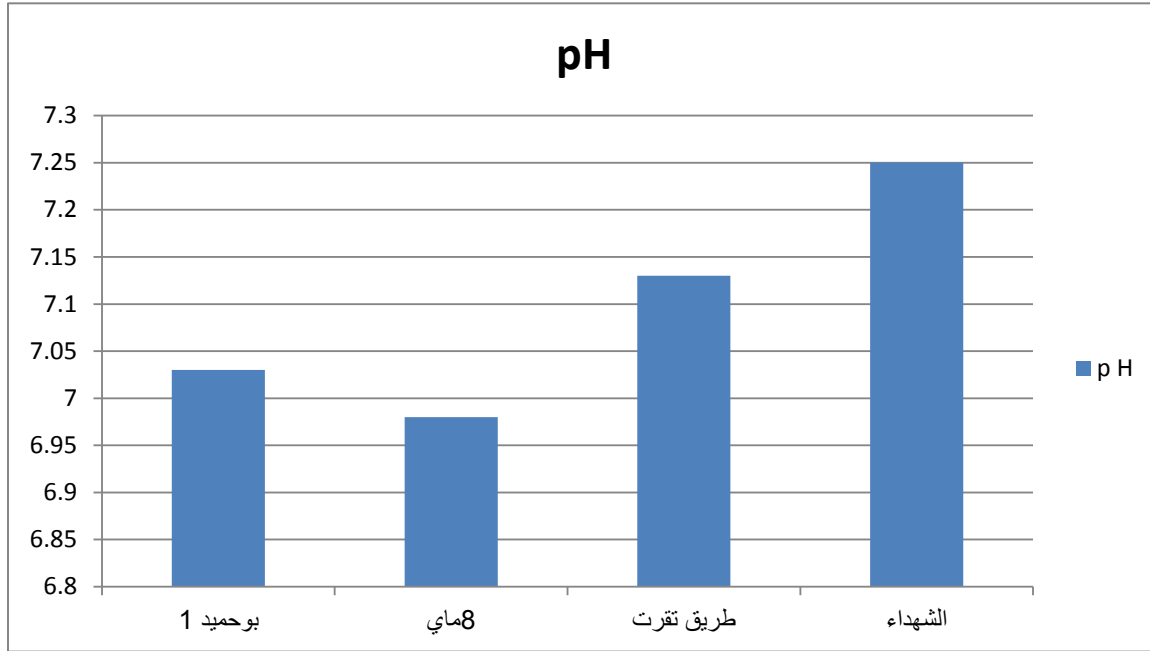
1-1-1- درجة الحرارة:



شكل 1-3: التمثيل البياني لدرجة الحرارة بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن درجة الحرارة للعينات المدروسة تتراوح بين (9.1-56°C)، حيث أن عيني حي بوحميد 1 (9.1°C) وحي 8 ماي (14.2°C) أقل من قيمة المعيار الجزائري المسموح به لدرجة الحرارة (25°C)، أما عيني حي النور (56°C) وحي الشهداء (55°C) هما أكبر بكثير من المعيار الجزائري، ويرجع الاختلاف في درجات الحرارة إلى الطبقات الجيولوجية.

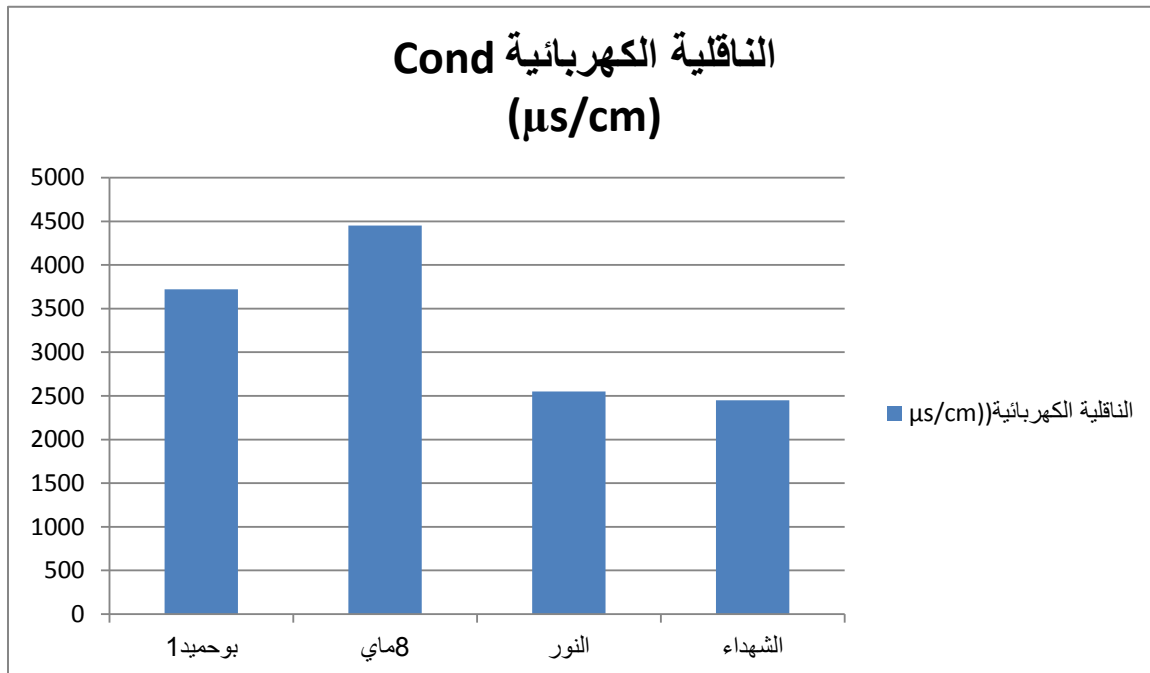
2-1-1- الدليل الهيدروجيني pH:



شكل 2-3: التمثيل البياني للدليل الهيدروجيني pH بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن درجة الحموضة للعينات المدروسة تتراوح بين (6.98-7.26) حيث أن هذه القيم تتناسب مع المعيار الجزائري (6.5-8.5) والعالمي أيضا.

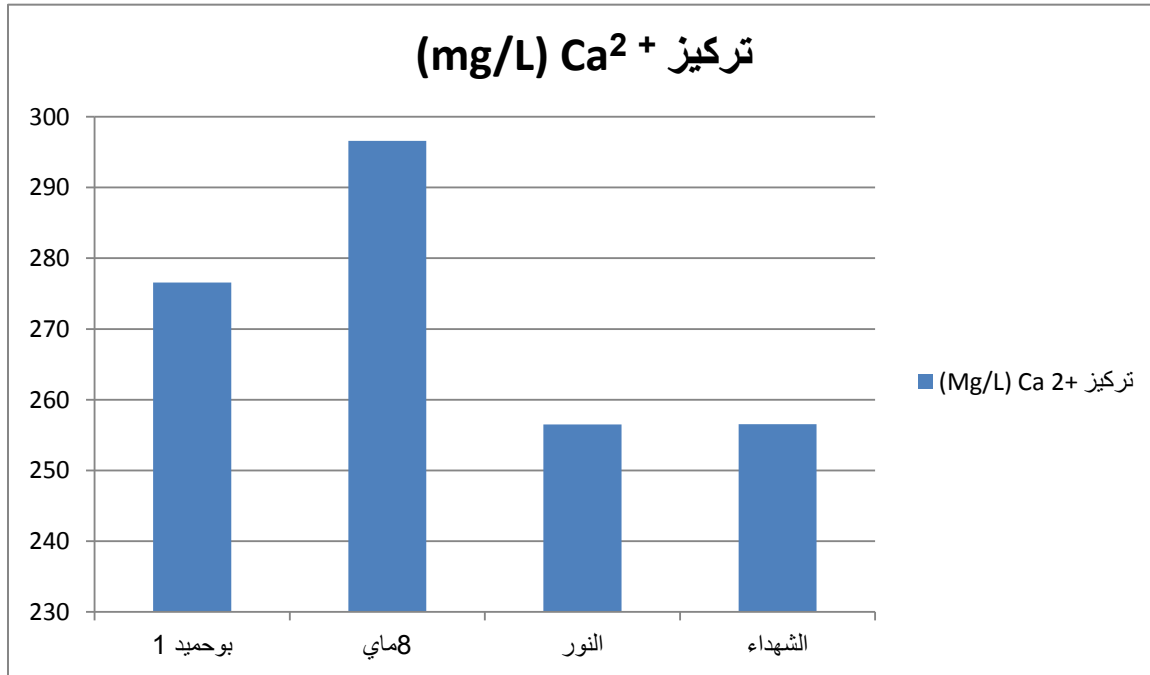
3-1-1- الناقلية الكهربائية :



شكل 3-3: التمثيل البياني لتغير الناقلية الكهربائية بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن قيم الناقلية الكهربائية للعينات تتراوح بين 2480 و 4450 $\mu\text{s/cm}$ ، حيث أن قيمتنا الناقلية الكهربائية لحيي النور (2550 $\mu\text{s/cm}$) والشهداء (2450 $\mu\text{s/cm}$) قريبة من الحد المسموح به في المعيار الجزائري (2800 $\mu\text{s/cm}$)، أما قيمة الناقلية الكهربائية لحيي بوحمد 1 (3720 $\mu\text{s/cm}$) و 08 ماي (4450 $\mu\text{s/cm}$) فهما أكبر بكثير من الحد المسموح به.

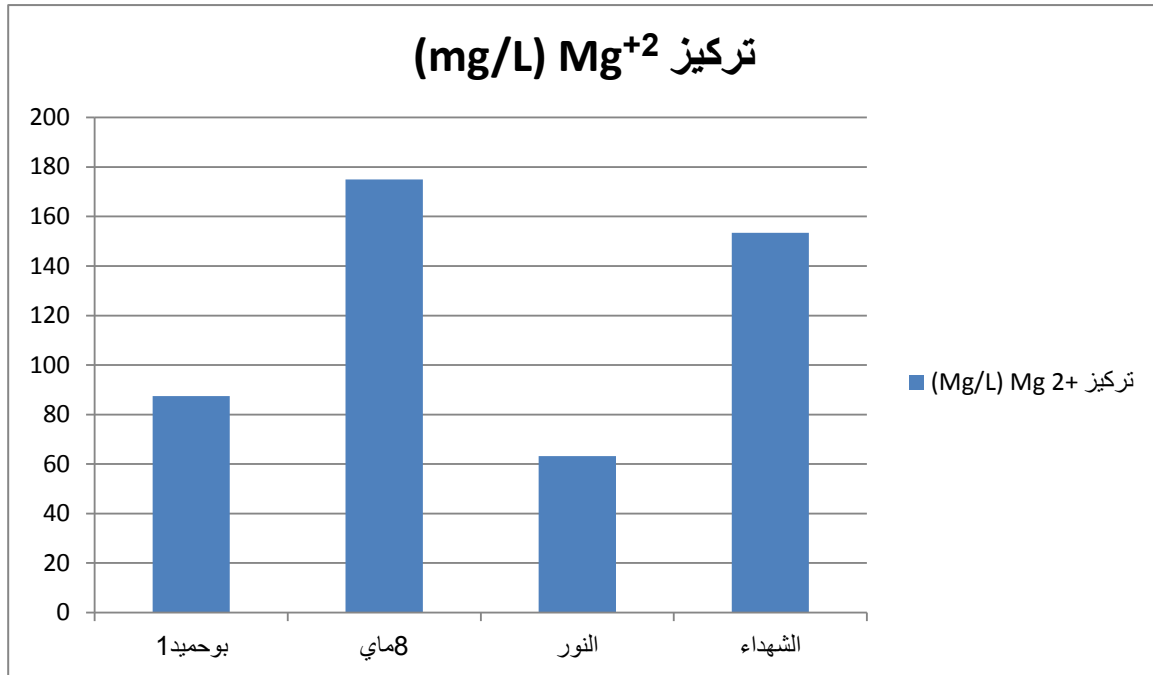
4-1-1- الكالسيوم Ca^{++} :



شكل 3-4: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد الكالسيوم بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن تركيز شوارد الكالسيوم في العينات يتراوح بين 244,96 و 296,592 ملغ/ل وهو فوق القدر المسموح به 200 ملغ/ل، حيث يؤدي هذا الارتفاع إلى الترسبات داخل القنوات. ويرجع سبب الاختلاف في تركيز شوارد الكالسيوم إلى التركيبة التكوينية للطبقات الجيولوجية.

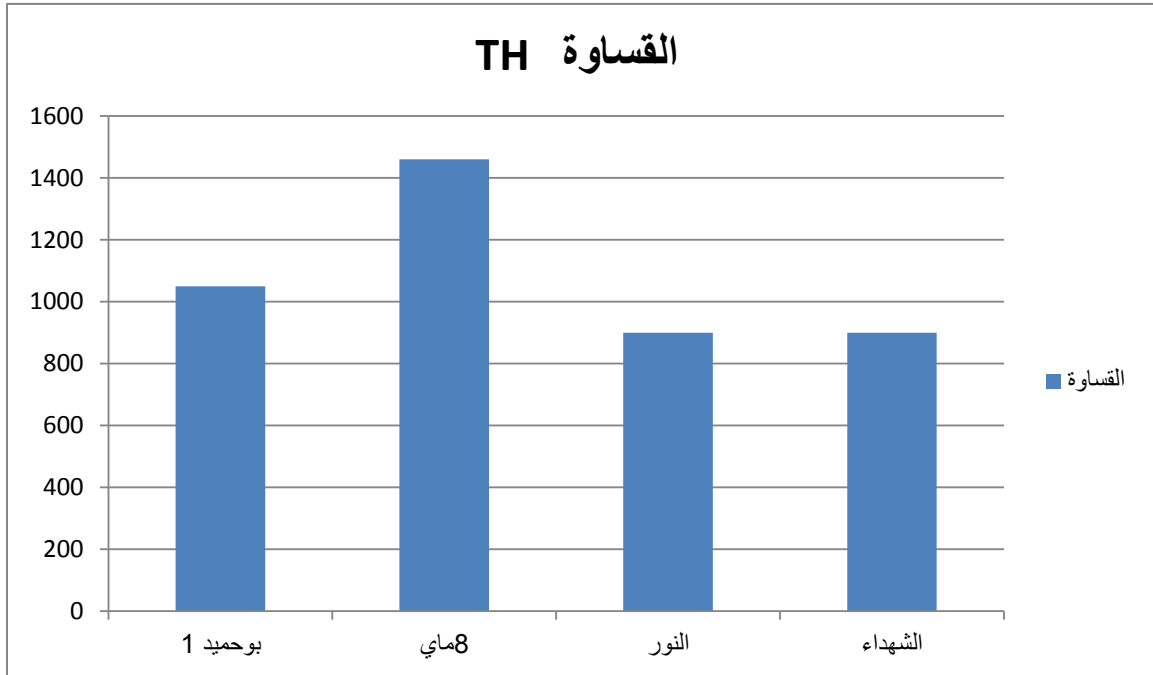
5-1-1- المغنيزيوم Mg^{++} :



شكل 3-5: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد المغنيزيوم بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن تركيز شوارد المغنيزيوم للعينات يتراوح بين 63.19 ملغ/ل و 174.996 ملغ/ل، حيث أن تركيز المغنيزيوم لحبي النور (63.19 ملغ/ل) وبوحמיד 1 (87.498 ملغ/ل) أقل من التركيز المسموح به في المعيار الجزائري (150 ملغ/ل) أما حي 8 ماي (174.996 ملغ/ل) والشهداء (153.370 ملغ/ل) فالتركيز فيهم أكبر من التركيز المسموح به في المعيار الجزائري. نفس الشيء يرجع الاختلاف إلى الطبقات الجيولوجية وتركيباتها التكوينية.

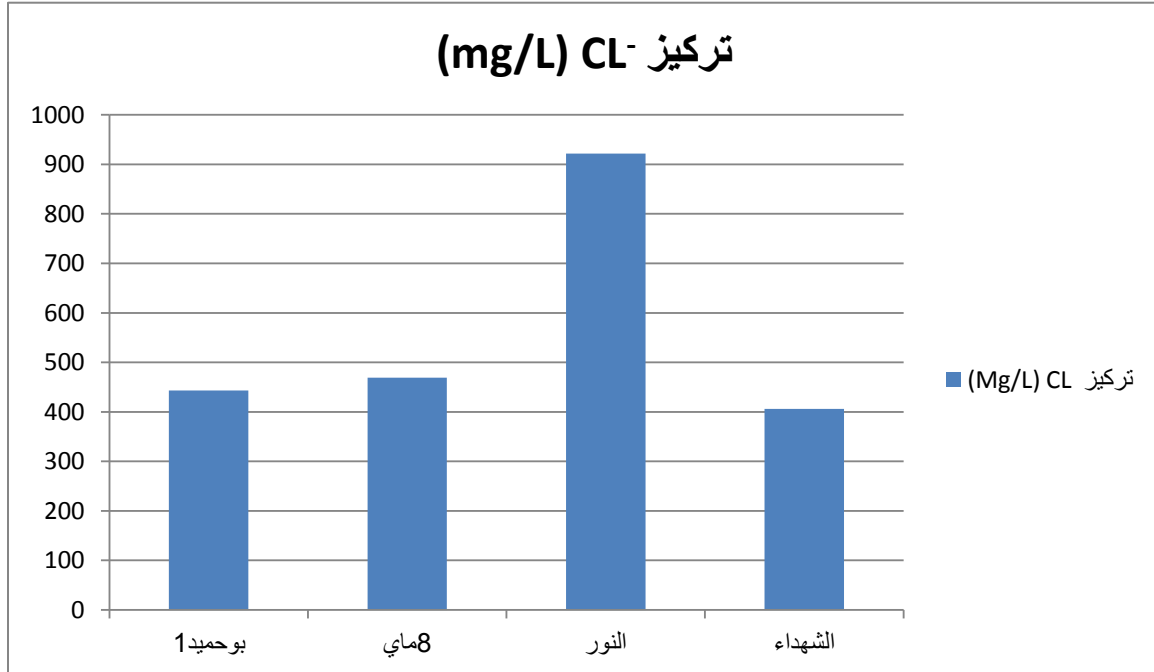
6-1-1- القساوة TH:



شكل 3-6: التمثيل البياني لتغير القساوة بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن قيم القساوة للعينات تتراوح بين 870 ملغ/ل و 1460 ملغ/ل، وهي تفوق الحد المسموح به في المعيار الجزائري والعالمي (500 ملغ/ل)، حيث أن القيم المرتفعة لـ TH يؤدي إلى ترسبات داخل القنوات والاستهلاك المتزايد للصابون. ويرجع هذا الاختلاف إلى التركيز المرتفع لشوارد الكالسيوم والمغنيزيوم، وهذا الأخير هو بدوره ناتج عن الاختلاف في الطبقات الجيولوجية.

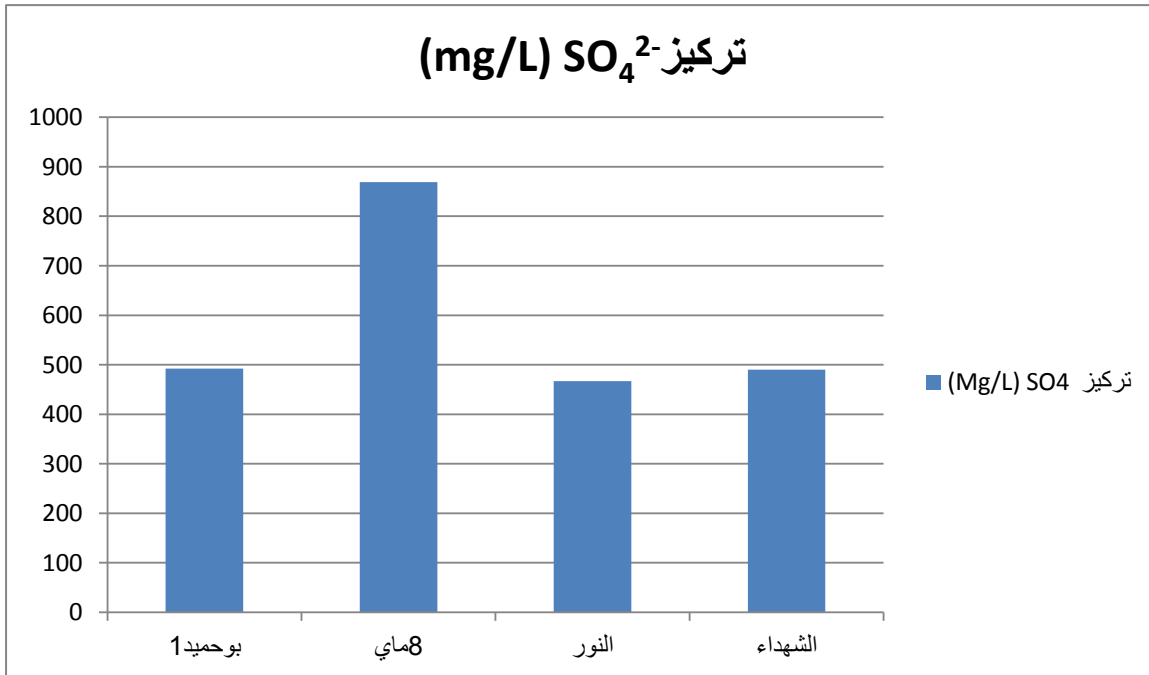
7-1-1- الكلوريد Cl^- :



شكل 3-7: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد الكلوريد بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن الكلوريد للعينات يتراوح بين 405.936 ملغ/ل و 921.778 ملغ/ل، حيث أن تركيز الكلوريد لأحياء النور (443.16 ملغ/ل)، حي 8 ماي (569.157 ملغ/ل) والشهداء (405.936 ملغ/ل) يتناسب مع التركيز المسموح به في المعيار الجزائري والعالمي (600 ملغ/ل)، أما بوحמיד 1 (921.778 ملغ/ل) فالتركيز فيه أكبر من التركيز المسموح به في المعيار الجزائري والعالمي، نفس الشيء يرجع الاختلاف إلى الطبقات الجيولوجية وتركيباتها التكوينية.

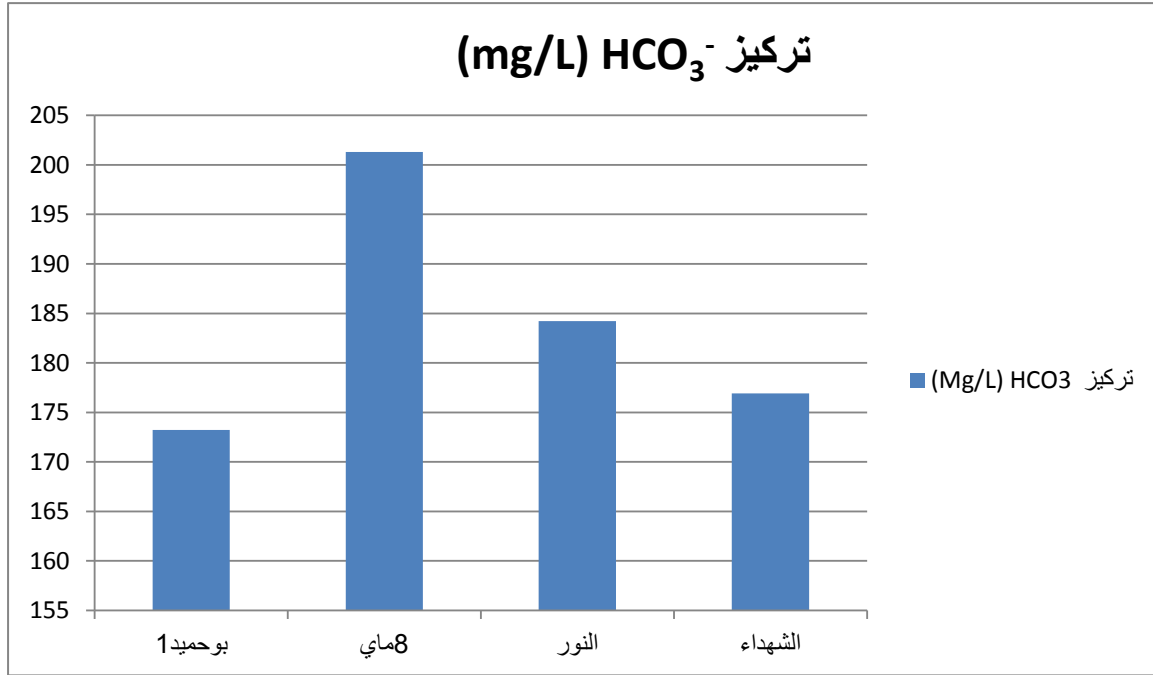
8-1-1- الكبريتات SO_4^{2-} :



شكل 8-3: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد الكبريتات بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن تركيز شوارد الكبريتات للعينات تتراوح بين 466,8 ملغ/ل و 868.80 ملغ/ل، حيث أن تركيز الكبريتات لأحياء النور (492.5 ملغ/ل) و بوحמיד 1 (466.8 ملغ/ل) و الشهداء (490.308 ملغ/ل) قريبة من التركيز المسموح به في المعيار الجزائري والعالمي (400 ملغ/ل) أما حي 8 ماي (868.80 ملغ/ل) يفوقها بكثير، نفس الشيء يرجع الاختلاف إلى الطبقات الجيولوجية وتركيباتها التكوينية.

9-1-1- الكربونات HCO_3^- :



شكل 9-3: التمثيل البياني لتغير تركيز شوارد الكربونات بالنسبة للعينات المدروسة

نلاحظ أن تركيز شوارد البيكربونات للعينات تتراوح بين 173.24 ملغ/ل و 201.30 ملغ/ل، حيث أن تركيز البيكربونات لهذه الأحياء رغم اختلافها فهي متقاربة.

2- نتائج تحليل الراسب:

بعد تحليل الراسب و الحسابات حصلنا على النتائج المدونة في الجدول الآتي:

جدول 5-3: نتائج تحليل الراسب

العنصر	التركيز الكتلي (mg/l)	نوع الملح المترسب	التركيب الكتلي للملح المترسب (gr)	النسبة المئوية للملح المترسب (%)
Ca^{2+}	160 ,130	CaCO_3	0,40	80
Mg^{2+}	24,305	Mg(OH)_2	0,058	11,622

نلاحظ من خلال الجدول أن الأملاح الأساسية في تكوين الراسب هي كربونات الكالسيوم CaCO_3 بنسبة تقدر 80%، يليها هيدروكسيد المغنيزيوم Mg(OH)_2 حيث يمثل أكثر من 11 %، أما النسبة المئوية المتبقية (8.372 %) فهي لأملاح مترسبة أخرى.

3- نتائج سرعة الترسيب:

لحساب سرعة الترسيب، حدد سمك الراسب المتشكل لقناة حي الشهداء (المستبدلة) بـ 7 سم إضافة إلى معرفة قطر القناة 315 مم ومدة استعمالها 15 سنة، إعتقاداً على هذه المعطيات وجد أن سرعة الترسيب لقناة حي الشهداء (المستبدلة) تقدر بـ 0.46 سم/سنة.

4- مناقشة النتائج:

من خلال نتائج تحليل المياه لاحظنا أن كل المياه تمتاز بالقساوة الكبيرة الناتجة عن إرتفاع نسبة الكالسيوم و المغنيزيوم، إضافة إلى إرتفاع نسبة البكربونات و الكبريتات، كل هذه العناصر يمكن أن تشكل ترسبات داخل القنوات إذا توفرت الظروف لذلك، لكن حسب المعطيات المتحصل عليها فإن المياه التي شكلت ترسبات هي مياه طريق تقرت و حي الشهداء، و ما يميز هذين المصدرين للمياه هو إرتفاع درجة الحرارة (أكثر من 50 م⁰)، لهذا فالعامل الذي ساعد على تشكيل الترسبات داخل قنوات توزيع المياه هو درجة الحرارة المرتفعة للمياه، فبالرغم من أن قساوة المياه بالنسبة لحي 08 ماي و بوحمد 1 أكبر من قساوة المياه لطريق تقرت و حي الشهداء إلا أنها قليلة الترسبات لأن درجة حرارتها عادية، و عليه درجة الحرارة فعلا سبب من أسباب ظاهرة الترسبات.

بالنسبة لنتائج تحليل الراسب لاحظنا أن المكون الرئيسي هو كربونات الكالسيوم CaCO_3 و بنسبة كبيرة جداً، هذا المركب معروف بذوبانيته الضعيفة في الماء لذلك يترسب و يشكل رواسب قاسية مع مرور الوقت، إضافة إلى هذا المركب نجد هيدروكسيد المغنيزيوم Mg(OH)_2 و بنسبة معتبرة، و المركبين يحتويان الكالسيوم و المغنيزيوم المسؤولين عن القساوة، لهذا فالقساوة فعلا سبب من أسباب ظاهرة الترسبات.

بالنسبة لسرعة الترسيب كانت بمعدل 0.46 سم في السنة بالنسبة لقناه قطرها 31.5 سم، أي نصف القطر 15.75 سم، فخلال 15 سنة كان سمك الراسب 7 سم، و مقارنة بنصف القطر نجد أن نسبة إنسداد القناة بلغت 44 %.

الخاتمة

من خلال الدراسة العملية التي أجريت على عينات بعض مياه منطقة وادي سوف إتضح أن الأسباب الرئيسية لمشكلة الترسبات داخل قنوات المياه هي القساوة العالية و درجة الحرارة المرتفعة، و يعود هذين العاملين إلى طبيعة مياه المنطقة النابعة من مصادر جوفية و من طبقات مختلفة، فالمياه عميقة المصدر (أكثر من 1800م) كانت درجة حرارتها مرتفعة مما أدى إلى تشكيلها للترسبات بعكس المياه القريبة المصدر (أقل من 300م) التي لا تشكل ترسبات برغم إرتفاع درجة القساوة في كل المصادر.

و من خلال تحليل لعينة من الراسب وجد أن المركب الرئيسي للترسبات هو كربونات الكالسيوم CaCO_3 بنسبة 80 % و هيدروكسيد المغنيزيوم Mg(OH)_2 بنسبة تقارب 12 % إضافة إلى أملاح أخرى، و هذا ما يفسر دور القساوة في تشكيل الترسبات كون المركبين السابقين يحويان الكالسيوم و المغنيزيوم المسببين للقساوة.

إن الترسبات تتشكل في الأول على جدران القنوات ثم يزيد سمكها مع مرور الوقت، حيث وجد معدل الترسب في حدود 0.46 سم/سنة داخل قناة توزيع ماء قطرها 31.5 سم، و هذا ما شكل ترسبات بسمك 7 سم خلال 15 سنة أي بنسبة إنسداد بلغت 44 %.

هذه الدراسة يمكن الإستفادة منها لمعالجة ظاهرة الترسبات من خلال معرفة أسبابها المتمثلة في القساوة و درجة الحرارة، حيث يمكن معالجة القساوة بعدة طرق، أما درجة الحرارة فيمكن تخفيفها عن طريق التبريد قبل توزيع المياه في القنوات.

قائمة المراجع

- [1] :**Jean Rodier et Coll** ,*L'analyse de l'eau 8^e édition* ,dunod ,paris ,2005
- [2] : Koriba Bakhti , *prévention et lutte contre le phénomène d'entartrage dans les conduites d'eau dans la région de ouargla –tougourt : étude sur site*, mémoire de magistère , université kasdi merbah ,ouargla ,2007 .
- [3] :**Soualen Remini** ,*la problématique de l'eau en Algerie* ,office des publications universitaires , Ben aknoun ,2005.
- [4] :**Pierre Wutthier** ,*Raffinage et Génie chimique Tome 2* ,technip ,paris ,1972.
- [5] :**Khachana Salim** ,*Perspective et méthode de la gestion intégrée des ressources en eau dans une zone hyper-aride. Application sur la vallée d'Oued-Souf (Sud-Est algérien)* ,thèse de doctorat , universite Badji Mokhtar annaba,2014.
- [6] **ناصر الحايك**، تلوث المياه وتنقيتها، ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر، 1989 .
- [7] **محمد صادق العدوي**، *النظم الهندسية للتغذية والمياه والصرف الصحي*، دار الراتب الجامعية ، بيروت
- [8] *تحلية المياه* ، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الادارة العامة لتصميم و تطوير المناهج، المملكة العربية السعودية.
- [9] **باوية قيس**، معالجة عسرة مياه طبقة الألبان حوصلة تجريبية و امكانية استغلال النتائج في منطقة وادي ريغ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير جامعة ورقلة، 2004.
- [10] **محمد علي فرج** ، *الهندسة الصحية* ،جامعة الاسكندرية 1990.
- [11] **ابراهيم يعقوبي -مصطفى عسيلة -سليم عماري**، ظاهرة صعود المياه أسبابها وانعكساتها البيئية و التنموية في إقليم وادي سوف , مذكرة لنيل شهادة مهندس دولة في تهيئة الأوساط الفيزيائية , جامعة الحاج لخضر باتنة , 2007 .

الملحق



جهاز قياس الدليل الهيدروجيني (pH-meter)



جهاز قياس الناقلية



جهاز قياس العكارة



جهاز المطيافية

الملخص

أردنا من خلال هذه الدراسة الميدانية تقديم دراسة لظاهرة الترسبات داخل قنوات مياه وادي سوف, حيث استنتجنا الى ان سببها يرجع الى قساوة المياه لاحتوائها على التراكيز المرتفعة لشوارد الكالسيوم و المغنيزيوم بالإضافة إلى درجة الحرارة. و هذا ما اكدته نتائج التحليل الفيزيوكيميائي لعينات الماء وكذا نتائج تحليل الراسب.

ونظرا للنتائج المترتبة عن ظاهرة الترسب داخل قنوات المياه من انسداد القنوات وتآكلها بسبب الأملاح المترسبة, ألحت الضرورة الى اتخاذ طرق لمعالجتها. وهذا من خلال, إضافة الجير والصودا الكاوية, إضافة كربونات الصوديوم, الكبح والعزل بواسطة متعدد الفسفات, نزع الكربون بالحرارة و الحموضة, التبادل الأيوني استعمال الزيوليت و تخفيض درجة حرارة المياه.

الكلمات المفتاحية : ظاهرة الترسب، الماء، القساوة، درجة الحرارة، كربونات الكالسيوم.

Résumé

Le but de cette étude sur le terrain est de présenter un étude sur le phénomène de précipitation dans les conduites des eaux dans région de oued souf ,ou nous avons conclu que la cause est la dureté de l'eau parce que il contient des concentrations élevées d'ions de calcium et de magnésium et la température, cela a été confirmé par les résultats de l'analyse physicochimique des échantillons d'eau et aussi les résultats de l'analyse de dépôt .

Et compte tenu des conséquences de phénomène de précipitation dans les conduites des eaux ,comme le blocage et la corrosion a cause des sels précipités ,c'est nécessaire de prendre des attitudes pour traiter le problème par ; ajouter chaux et souda ,ajouter carbonates sodium, Inhibition et séquestration par le poly phosphate, Décarbonations avec la température, le changement ionique ,utilise le zéolithe et dégradation de la température.

Les mots clés : le phénomène de précipitation , l'eau, la dureté, la température, carbonate de calcium.