



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

التخصص: معالجة وتطهير المياه

من إعداد الطالبتان:

عبادة ريان

سعداوي جهيدة

الموضوع:

دراسة هيدروكيميائية للمياه آبار ولاية ورقلة

تحت إشراف:

- الاستاذ: باوية قيس
- الاستاذ: مرخوفي عبد المالك

اللجنة المناقشة:

- الاستاذ: كاتب سمير
- الاستاذ: بوزيان لمياء

السنة الجامعية: 2024/2023

إهداء

أحمدك ربي حق الحمد لإتمام هذا العمل المتواضع ونتشرف أن نهدي هذا العمل إلى أعلى ما نملك في الدنيا إلى من كانتنا شمعة تنير دربنا إلى من كانت

تسقيننا الدعاء

أطال الله في عمرهما

إلى سندنا ودعمنا في الحياة أبوينا حفظهما الله وأطال في عمرهما

إلى إخواننا وأخواتنا كل باسمه إلى أزواجنا وإلى النبي محمد يزن

إلى من قاسمنا هذا العمل الدكتور باوية قيس

إلى جميع الأصدقاء والأحبة كل باسمه



شكر وعرفان

الحمد لله والصلاة والسلام على خير الله أجمعين الحمد لله الذي أمدنا بالقوة والعزيمة لنصل إلى هذا المستوى ونكمل هذا العمل ونسير على طريق الصواب أن شاء الله.

وصدقا لقوله النبي صلى الله عليه وسلم "من لو يشكر الناس لم الله ومن أسدى إليكم معروف فكافئوه فإن لم تستطيعوا فادعوا له" صدق رسول الله صلى عليه وسلم.

نحمد الله رب العالمين إذ وفقنا في إنجاز هذه المذكرة التي تعتبر ثمرة جهودنا، ونتوجه بالشكر والامتنان لمن ربونا وأناروا دربنا وأعانونا بالصلوات والدعاء وأولياءنا الكرام ثم نتوجه إلى أولئك الأخيار الذين أمدونا بيد المساعدة والعون خلال رحلة البحث، وفي مقدمتهم الدكتور "باوية قيس" الذي كان معينا لنا على تخطي عقبات البحث، وذلك بفضل نصائحه وتوجيهاته، وله الفضل في مساعدتنا على إنجاز هذه الثمرة العلمية "مذكرة الماستر" متمنين له دوام الصحة والعافية والتألق.

كما نتقدم بالشكر لكل من مد لنا يد العون للوصول إلى هذه المرحلة وإنجاز هذه المذكرة.

ونتمنى لهم حياة موفقة إن شاء الله.

الملخص

تم خلال هذا العمل دراسة تحاليل الفيزيائية والكيميائية لبعض مصادر المياه لولاية ورقلة، حيث قمنا بترخيص في مخبر الوكالة الوطنية لموارد المائية بورقلة، ثم قمنا بجمع تحاليل المياه المستغلة، إضافة إلى حساب مؤشر جودة المياه الجوفية (GWQI)، مخطط بيير، وبناء على ذلك اتضح لنا أن قيمة المعايير تفوق القيم المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية، وتتزايد بمرور السنوات خاصة الكلور وعسر المياه وبذلك توصلنا أن مياه الآبار للمركب النهائي (طبقة السينونيان) رديئة جدا، وغير صالحة للشرب كما أن ارتفاع هذه القيم مضر بصحة الإنسان لذا البد من معالجة هذه المياه لخفض تراكيز هذه القيم المرتفعة قبل توزيعها لاستهلاك.

Abstract:

During this work, physical and chemical analysis of some water sources for the state of Ouargla, where we collected physicochemical results from the laboratory of the National Agency for Water Analysis for the state of Ouargla, in addition to calculating the groundwater quality index (GWQI), and based on that, it became clear to us that the value of the criteria exceeds the values allowed by the World Health Organization, and increases over the years, especially chlorine and water hardness. exceeds the values allowed by the World Health Organization, and increases over the years, especially chlorine and water hardness, thus we concluded that the well water of the final compound (Sinonian layer) is very poor and not suitable for drinking, and the high values are harmful to human health, so it is necessary to treat this water to reduce the concentrations of these high values before distributing it for consumption.

Résumé :

Au cours de ce travail, des analyses physiques et chimiques de certaines sources d'eau pour l'état de Ouargla, où nous avons recueilli des résultats physicochimiques du laboratoire de l'Agence nationale des analyses de l'eau pour l'état de Ouargla, en plus de calculer l'indice de qualité des eaux souterraines (GWQI) et sur cette base, il est devenu clair pour nous que la valeur des paramètres dépasse les valeurs autorisées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Les paramètres dépassent les valeurs autorisées par l'Organisation Mondiale de la Santé, et augmentent au fil des années, en particulier le chlore et la dureté de l'eau, nous avons donc conclu que l'eau de puits du composé final (couche Sinonian) est très pauvre et ne convient pas à la consommation, et les valeurs élevées de ces valeurs sont nocives pour la santé humaine, il est donc nécessaire de traiter cette eau pour réduire les concentrations de ces valeurs élevées avant de la distribuer pour la consommation.

فهرس المحتويات

إهداء.....	د
شكر وعرفان.....	هـ
الملخص.....	و
فهرس المحتويات.....	ز
قائمة الجداول.....	هـ
قائمة الأشكال.....	و
مقدمة.....	1
الفصل الأول: التعريف بمنطقة الدراسة.....	4
مقدمة الفصل.....	4
1. تعريف منطقة الدراسة (ولاية ورقلة).....	4
2. الدراسة الطبيعية للولاية.....	4
1.2. الموقع الجغرافي والفلكي:.....	4
1.3. التساقط :.....	6
2.3. درجة الحرارة :.....	8
3.3. التبخر :.....	10
4.3. الرياح :.....	11
4. التضاريس :.....	11
5. الوضعية الجيولوجية :.....	12
6. الوضعية الهيدروجيولوجية:.....	12
خلاصة الفصل:.....	13
الفصل الثاني.....	16

16	.....	مقدمة الفصل
16	.....	1. عموميات حول المياه:
16	.....	1.1 الماء سائل الحياة:
16	.....	2.1 الماء وصحة الإنسان:
16	.....	2. دورة المياه:
17	.....	3. مصادر المياه:
17	.....	1.3 تعريف مياه الأمطار
17	.....	2.3 المياه السطحية:
18	.....	3.3 المياه الجوفية
18	.....	4. المياه الصالحة للشرب
18	.....	1.4 مفهوم المياه الصالحة للشرب :
18	.....	2.4 تقييم نوعية المياه الصالحة للشرب
18	.....	5. العناصر الفيزيائية و الكيميائية:
18	.....	1.5 العناصر الفيزيائية:
19	.....	5. الكثافة:
21	.....	6. الخواص الكهربائية للماء :
21	.....	8. أهم العناصر المنحلة في الماء
21	.....	1.8 العناصر الأساسية
23	.....	2.8 العناصر الغير المرغوب فيها:
24	.....	3.8 العناصر السامة
27	.....	الفصل الثالث
27	.....	مقدمة الفصل:
27	.....	1.1 مصادر بعض المياه التي تم تحليلها

28	2.1 شروط أخذ العينة:
28	2. دراسة الخصائص الفيزيائية
28	1.2 قياس الأس الهيدروجيني
29	2.2 قياس الناقلية الكهربائية
30	3. تقدير المواد الصلبة الذائبة TDS
30	4. تحديد الملوحة Salinité
30	5. البقايا الجافة
31	6. اختبار العكارة
33	III-3 دراسة الخصائص الكيميائية
42	الفصل الرابع
42	مقدمة الفصل :
42	1. مناقشة النتائج :
42	1.1 درجة الحموضة (pH) :
44	2.1 الناقلية الكهربائية :
46	3.1 الكالسيوم (Ca ⁺²) :
48	4.1 الكبريتات (SO ₄) :
50	5.1 الكربونات الحمضية (HCO ₃ ⁻) :
52	6.1 العكارة:
53	7.1 الكلور (Cl ⁻):
54	8.1 المغنسيوم (Mg):
55	9.1 النترات :
Erreur ! Signet non défini.	10.1 الأمونيوم NH ₄ ⁺ :
56	11.1 الصلابة: TH

57	.....: TAC 12.1 القلوية
59	.....: 3. تحليل العنصر الرئيسي:
69	..... الخاتمة
71	..... المصادر والمراجع

قائمة الجداول

- جدول 1 يبين تطور عدد السكان في ولاية ورقلة من 2008 إلى 2024 5
- جدول 2 متوسط التساقطات الشهرية لمخطة ورقلة (سنة 2018)..... 7
- جدول 3 متوسط التساقطات الشهرية لولاية ورقلة منطقة حاسي مسعود سنة 2018..... 7
- جدول 4 تغيرات درجة الحرارة في ولاية ورقلة سنة 2018 9
- جدول 5 قيم نسبة التبخر لولاية ورقلة سنة 2018..... 10
- جدول 6 قيم الرياح لولاية ورقلة سنة 2018..... 11
- جدول 7 كثافة الماء بدلالة درجة الحرارة..... 19
- جدول 8 معامل اللزوجة (ملي باسكال . ثا) بدلالة درجة الحرارة 20
- جدول 9 معامل اللزوجة بدلالة الملوحة..... 20
- جدول 10 مصادر بعض المياه التي تم تحليلها 27
- جدول 11 قيم الرقم الهيدروجيني في طبقة السينونيان لمواقع الدراسة خلال سنة (2023)..... 43
- جدول 12 قيم الناقلية الكهربائية في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)..... 45
- جدول 13 قيم الكالسيوم في الآبار في طبقة السنونيان المدروسة خلال سنة (2023)..... 47
- جدول 14 التغير في قيم الكبريتات ملغ / لتر (في طبقة السينونيان الآبار المدروسة خلال سنة (2023)..... 49
- جدول 15 قيم الكربونات الحامضية في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)..... 51
- جدول 16 قيم الكلور في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)..... 53
- جدول 17 قيم المغنسيوم في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)..... 55
- جدول 18 قيم الصلابة في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)..... 57
- جدول 19 قيم TAC في الآبار المدروسة في طبقة السينونيان خلال سنة (2023)..... 58
- جدول 20 الدراسة الإحصائية للمعايير الفيزيوكيميائية:..... 58
- جدول 21 أوزان التراكيز المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية (OMS) لبعض المعايير الفيزيوكيميائية !
Erreur ! Signet non défini.
- جدول 22 قيم Q_i و Si لمنطقة الدراسة.....
Erreur ! Signet non défini.
- جدول 23 قيم مؤشر المياه الجوفية.....
Erreur ! Signet non défini.
- جدول 24 تصنيف نوعية المياه.....
Erreur ! Signet non défini.

قائمة الأشكال

- 6.....رسم توضيحي 1 منحني يبين زيادة السكان في ست سنوات الأخيرة
- 7.....رسم توضيحي 2 متوسط التساقط الشهري لمحة حاسي مسعود (مم)
- 10.....رسم توضيحي 3 منحني تغيرات نسبة التبخر في ولاية ورقلة
- 13.....رسم توضيحي 4 مقطع طولي لطبقات المائية
- 20.....رسم توضيحي 5 علاقة التوتر السطحي بدرجة الحرارة للماء
- 43.....رسم توضيحي 6 تغير الرقم الهيدروجيني في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)
- 46.....رسم توضيحي 7 التغير في قيم الناقلية الكهربائية في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)
- 48.....رسم توضيحي 8 التغير في قيم الكالسيوم في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)
- 52... رسم توضيحي 9 التغير في قيمة الكربونات الحامضية (ملغ/لتر) في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)
- 54.....رسم توضيحي 10 التغير في قيمة الكلور (ملغ/لتر) في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)
- 60.....رسم توضيحي 11 تخطيط باير للآبار المدروسة في طبقة السنونيان
- 61.....رسم توضيحي 12 تخطيط Schöeller-Barkaloff: للآبار المدروسة في طبقة السنونيان
- 62.....رسم توضيحي 13 مخطط ستيف في طبقة السينونيان
- 63.....رسم توضيحي 14 مخطط Stabler في طبقة السينونيان

مقدمة

مقدمة

الموارد المائية مهمة لبقاء سكان كوكب الأرض على قيد الحياة نظرا لان المياه مورد رئيسي وحاجة أساسية، لقد لعبت دائما دورا مهما جدا في حياة الإنسان منذ وجوده فإن جميع الأنشطة البشرية مرتبطة بالمياه. يقدر إجمالي الموارد المائية في الأرض بحوالي 326 مليون ميل مكعب، حيث 2.5% فقط من المياه هي مياه عذبة 97.5% ماء ملح، ما يقارب 69% من موارد المياه العذبة مرتبطة بالأنهار الجليدية والغطاء الجليدي حوالي 30% هي مياه جوفية و0.27% فقط هي مياه سطحية كما إن الماء ثروة اقتصادية عليا إلى جانب أهميته البيولوجية فإنه بمثابة وسيلة مثالية للتفاعلات البيوكيميائية الضرورية للحياة، وبالتالي فإن المياه تحافظ على الحياة وتنظم جميع الأنشطة الاقتصادية المهمة التي بسببها نرى بأنها الأغنى من بين جميع الموارد الاقتصادية، يتحدث ما يقرب 70% من سكان العالم الذين يتركزون في وديان الأنهار وحول البحيرات وفي المناطق الساحلية عن حجم فائدة الموارد المائية لإنسان .

قد يبدو أن الماء متوفر بغزارة غير انه عكس ذلك فإن المياه الصالحة للاستخدام محدودة للغاية وتخلق مشكلة خطيرة في الحفاظ على البيئة في العديد من الأماكن التي تحتاج إليها في حين أن النباتات والحيوانات التي تعيش في المحيطات تسمى الموارد البحرية، بينما المسطحات المائية مثل الأنهار وكذلك المياه الراكدة الداخلية مثل الخزانات والبرك تسمى الموارد المائية.

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه والتي تلعب دورا مهما في النظام البيئي المائي، إضافة إلى ذلك فقد تم تسجيل العديد من الدراسات زيادة كبيرة في نسب البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية في النظم البيئية المائية المختلفة مما يسبب مشكلة عالمية كبيرة اليوم.

لهذا السبب أجرينا في هذه الدراسة هيدروكيميائية للمياه لبعض الآبار في ولاية ورقلة في طبقة المركب النهائي (طبقة السينونيان) ، وذلك لمعرفة جودتها ومدى صلاحيتها لشرب.

الجانب النظري

الفصل الأول:

التعريف بمنطقة الدراسة

مقدمة الفصل

سيتم التطرق في هذا الفصل إلى التعريف بمنطقة الدراسة (ولاية ورقلة)، حيث سنقوم بتقديم نظرة موجزة حول الوضعية الجغرافية، المناخية، الجيولوجية والهيدروجيولوجية.

1. تعريف منطقة الدراسة (ولاية ورقلة)

تقع ولاية ورقلة في الجنوب الشرقي، على خط عرض $31^{\circ} 58'$ شمالا (وخط طول)، $5^{\circ} 20'$ شرقا، تغطي مساحة حوالي 163.230 كم²، بلغ مجموع سكان الولاية 666 655 ساكن، إلى غاية 31/12/2016 [01]، تبعد حوالي 820 كم عن الجزائر العاصمة، وهي تعتبر إحدى أهم الولايات في الجزائر.

2. الدراسة الطبيعية للولاية

1.2. الموقع الجغرافي والفلكي:

تقع ولاية ورقلة في الجنوب الشرقي من الوطن وتعتبر بوابة الصحراء الجزائرية الكبرى وتربيع على مساحة تقدر بـ 163.233 كلم مربع كم يحدها كل من :

- ✓ من الشمال ولاية تقرت ، المغرب ، أولاد جلال والجلفة .
- ✓ من الشرق الحدود الجمهورية التونسية
- ✓ من الجنوب ولايتي عين صالح و إيليزي
- ✓ من الغرب ولاية المنيعه و الأغواط و ولاية غرداية¹ تقع الولاية على خط عرض 31.57 و 31.59 شمال خط الاستواء وخطي الطول 5.19 و 5.20 شرق خط غرينتش.

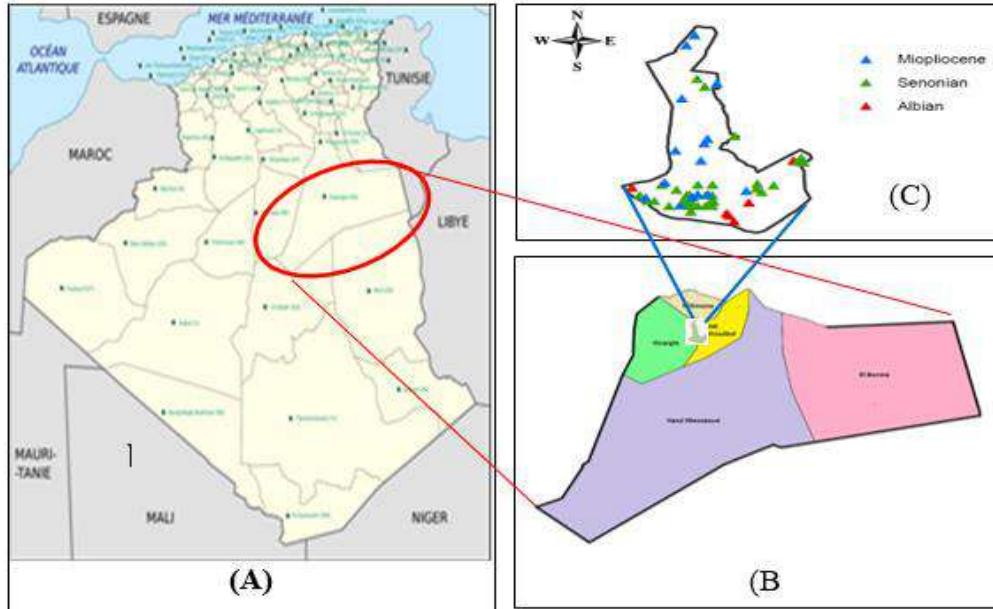
2.2 عدد السكان وتطورهم:

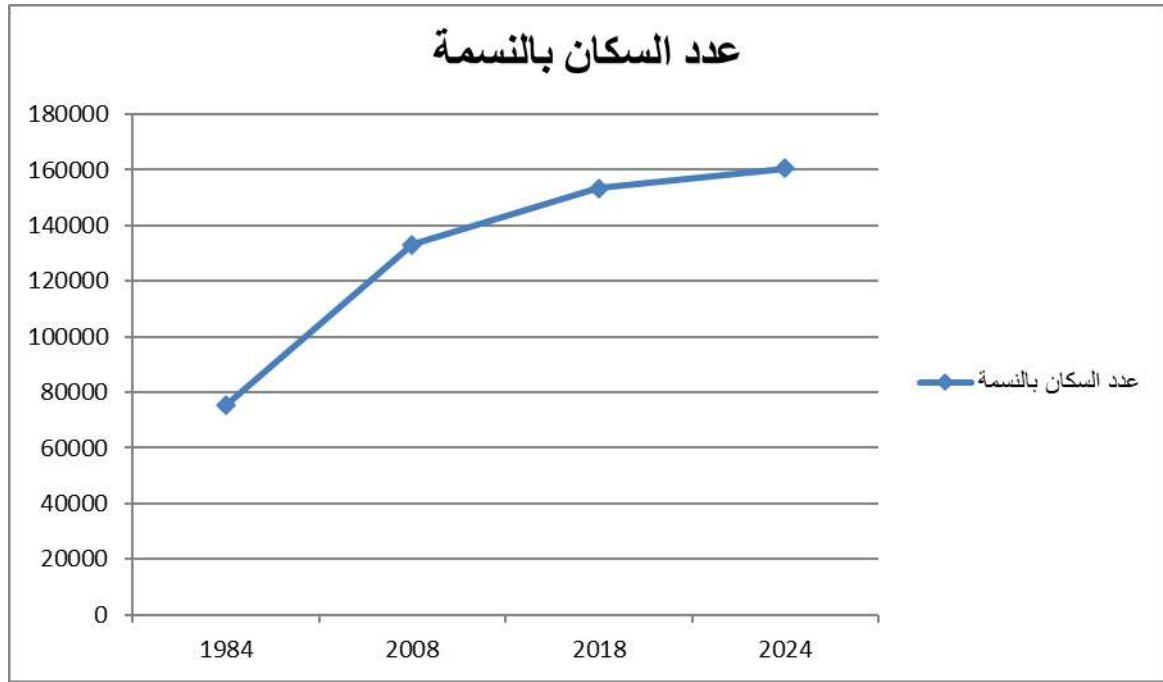
لقد شهدت ولاية ورقلة تطورا كبيرا في عدد السكان لمختلف البلديات سنوات مختلفة وذلك من خلال آخر تقسيم إداري سنة منذ سنة 1948 إلى غاية 2008، إلى أنه عرف تطور سريعا خلال الفترة ما بين 2008 إلى 2017، حيث قدر مجموع سكان الولاية سنة 2008 بـ 55851 نسمة.

ويتم حسابها بالشكل التالي: $\ln (Pt/P0) / t$ حيث t هي طول الفترة

جدول 1 يبين تطور عدد السكان في ولاية ورقلة من 2008 إلى 2024

البلدية	عدد السكان سنة 1984	عدد السكان سنة 2008	عدد السكان سنة 2018	عدد السكان سنة 2024
ورقلة	75173	133024	153301	160630
رويسات	19310	58112	72559	75461
سيدي خويلد	1840	8803	1564	1626
عين البيضاء	9584	19039	24411	25387
حاسي بن عبدالله	1787	4950	6458	6716
نقوسة	9160	16581	20169	20975





رسم توضيحي 1 منحنى يبين زيادة السكان في ست سنوات الأخيرة

3.2. شبكة توزيع المياه الجوفية في ولاية ورقلة :

يوجد حالياً 37 خزاناً تبلغ مساحتها الإجمالية 50,100 متراً مكعباً في المدينة، بما في ذلك 6 خزانات قيد الإنشاء (9000 متراً مكعباً)، و2 مهجورين (750 متراً مكعباً)، و29 خزاناً قيد التشغيل (41350 متراً مكعباً). تطلب تكوين المدينة بناء أبراج المياه؛ الخزانات الأرضية الوحيدة التي تغذي المدينة عن طريق الجاذبية تقع على الهضبة المطلّة على المدينة غرب الخفجي.

ومن خلال تحليل المنحنى وجدول تزايد السكان السابقين نلاحظ أن سكان ولاية ورقلة في تزايد كبير وكذا أن شبكة المياه في الولاية قليلة لذا يجب أن نسعى لتكبير الشبكة من أجل تلبية احتياجات السكان

3. العوامل المناخية لولاية ورقلة :

1.3 التساقط :

دراسة التساقطات الشهرية و التساقط اليومي في ولاية ورقلة و الإحصائية لها ، تساعدنا في معرفة أهمية الدور الكبير في إعادة تعبئة الطبقات الجوفية .

❖ منطقة ورقلة :

الفصل الأول

جدول 2 متوسط التساقطات الشهرية لمحطة ورقلة (سنة 2018)

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع
كمية الأمطار (ملم)	Trace	5.3	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.9	11.0	Trace	0.8	0.0	22.80
عدد الأيام	00	05	00	00	02	00	00	02	01	00	01	00	11

المصدر: ONM Ouargla 2018

من خلال الجدول رقم (01) نلاحظ أن المعدل السنوي لتساقط بناحية ورقلة لولاية ورقلة في سنة 2018 يساوي 22.80 ملم، وأن أكبر نسبة لتساقط كانت في شهر سبتمبر حيث بلغت 11.0 . بالمقابل أن أدنى نسبة سجلت في أكثر من شهر منها من كانت على شكل أثر وهو كما نلاحظه في شهري جانفي وديسمبر ومنها ما كانت منعدمة كما في شهر مارس أفريل وجويلية وسبتمبر. أي أن التساقط في هذه الناحية قليل جدا ويؤثر على تعبئة الطبقات الجوفية.

❖ منطقة حاسي مسعود :

جدول 3 متوسط التساقطات الشهرية لولاية ورقلة منطقة حاسي مسعود سنة 2018

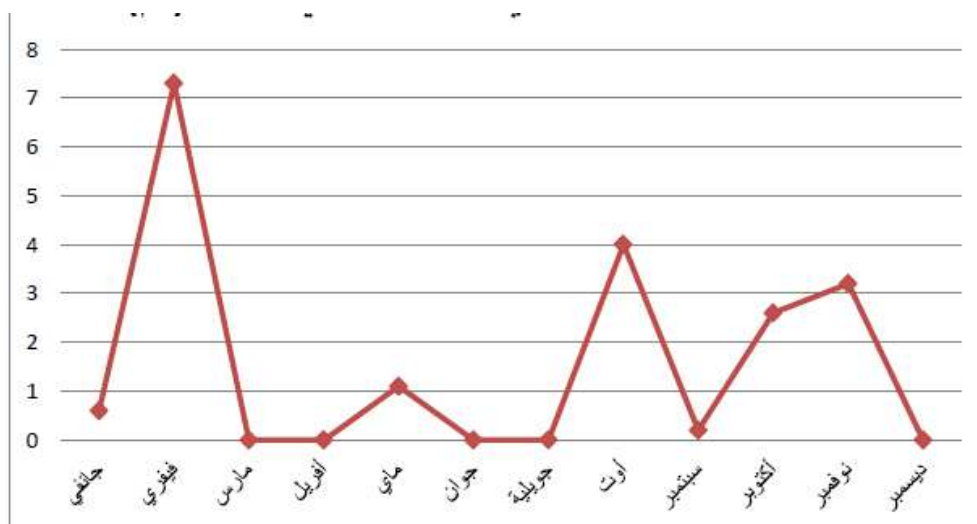
الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع
كمية الأمطار (ملم)	0.6	7.3	0.0	00	1.1	0.0	0.0	4.0	0.2	2.6	3.2	0.0	19
عدد الأيام	01	03	00	00	01	00	00	04	01	03	01	00	14

المصدر: ONM Ouargla 2018

من خلال الجدول رقم (02) نلاحظ أن المعدل السنوي لتساقط بمنطقة حاسي مسعود لولاية ورقلة في سنة 2018 يساوي 19 ملم، وأن أكبر نسبة لتساقط كانت في شهر فيفري حيث بلغت 7.3 ملم ، بالمقابل أن أدنى نسبة سجلت في كل من شهر مارس أفريل ،جوان، جويلية وديسمبر فقد كانت منعدمة. أي أن التساقط في هذه الناحية قليل أيضا ،يؤثر كثيرا على تعبئة الطبقات الجوفية.

تعتبر التساقط في ولاية ورقلة قليلة جدا بنسبة 41.8 ملم / السنة (سنة 2018) ،وهي نسبة ضعيفة جدا . كما تشير الدراسة أن المياه السطحية لا يمكن استغلالها مباشرة، إلا أنها لها دور كبير في المساهمة في تغذية المياه الجوفية إذا كانت التساقطات كبيرة .

رسم توضيحي 2 متوسط التساقط الشهري لمحطة حاسي مسعود (مم)



المصدر: من اعداد الطالبتين استنادا إلى الجدول رقم (02) سنة 2024

2.3 درجة الحرارة :

تتميز منطقة ورقلة كباقي المناطق الجنوبية بمناخ حار و جاف صيفا.

جدول 4 تغيرات درجة الحرارة في ولاية ورقلة سنة 2018 .

الشهر	محطة ورقلة		محطة حاسي مسعود	
	المعدل الأدنى	المعدل الأقصى	المعدل الأدنى	المعدل الأقصى
جانفي	5.5	20.7	5.5	20.2
فيفري	6.9	19.7	6.6	19.3
مارس	11.9	26.8	12.2	27.1
أفريل	16.4	30.6	16.7	31.2
ماي	20.2	34.9	20.8	35.3
جوان	24.5	39.7	25.0	39.9
جويلية	30.5	47.4	31.1	47.1
أوت	26.8	40.4	27.2	40.4
سبتمبر	24.7	38.5	25.4	38.8
أكتوبر	16.9	30.1	16.9	30.0
نوفمبر	10.4	24.1	9.7	24.1
ديسمبر	4.9	20.5	4.2	20.1

المصدر: ONM Ouargla 2018

من خلال الجدول رقم (03) نسجل تذبذب في درجة الحرارة على مدى 12 شهر (محطة ورقلة و حاسي مسعود).
 نلاحظ أن درجة الحرارة الأدنى في شهر جانفي متقاربة قدرت ب 5.5 درجة مئوية، بينما سجلت درجة الحرارة الأقصى لهاته المحطات في شهر جويلية ،حيث قدرت محطة حاسي مسعود ب 47.1 درجة مئوية ،وفي محطة ورقلة قدرت 47.4 درجة مئوية، كدرجة حرارة قصوى في الولاية، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الفرد للمياه بسبب الحرارة .

ومن خلال الجدول نلاحظ أن متوسط درجة الحرارة في الولاية كان في شهر ماي، و يمكننا القول أن الفترة الممتدة من شهر نوفمبر إلى غاية شهر أفريل هي الفترة الباردة في الولاية. بينما الفترة الممتدة من شهر ماي إلى شهر أكتوبر هي الفترة تتميز بدرجة مرتفعة .

3.3 التبخر :

يساعد التبخر في معرفة حجم الأمطار التي بدورها تغذي الطبقات المائية. كما تؤثر درجة الحرارة المرتفعة في زيادة نسبة التبخر.

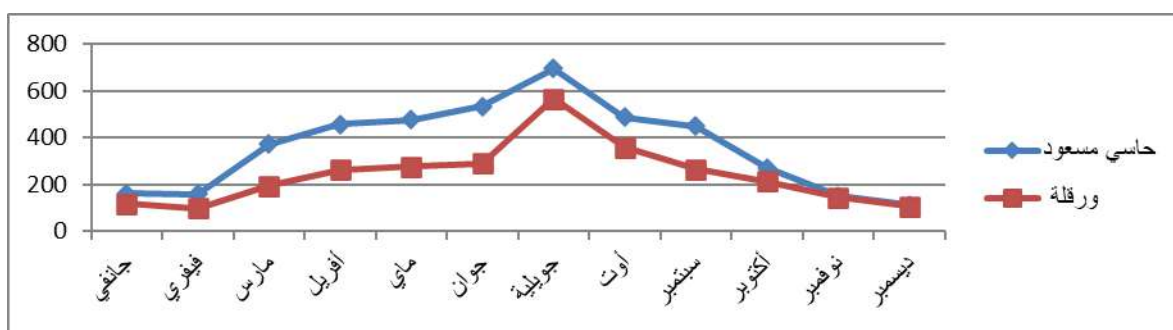
جدول 5 قيم نسبة التبخر لولاية ورقلة سنة 2018

الشهر	التبخر ملم	
	محطة حاسي مسعود	محطة ورقلة
جانفي	161.0	118.6
فيفري	157.4	97.5
مارس	372.6	193.6
أفريل	455.9	261.4
ماي	476.3	275.0
جوان	535.0	290.6
جويلية	695.5	566.6
أوت	485.8	358.1
سبتمبر	449.7	265.4
أكتوبر	271.4	214.3
نوفمبر	151.0	143.7
ديسمبر	110.9	105.6
المعدل	360.1	240.9

المصدر: ONM Ouargla 2018

نلاحظ من خلال الجدول رقم (04) أن نسبة التبخر الأقصى في المحطتين قد كانت في شهر جويلية وهذا راجع إلى ارتفاع درجة الحرارة في هذا الفصل الصيف، بينما تنخفض نسبة التبخر في فصل الشتاء بسبب انخفاض درجة الحرارة والرطوبة .

رسم توضيحي 3 منحني تغيرات نسبة التبخر في ولاية ورقلة



المصدر: ONM Ouargla 2018

4.3 الرياح :

تمتاز الرياح بتعدد اتجاهها وسرعتها ، حيث تلعب دور كبير في التأثير على الموارد المائية وذلك من خلال سرعة ارتفاعها أي أن كلما زاد ارتفاعها تزداد سرعة التبخر وبالتالي تؤدي إلى انخفاض مستوى المياه المتجمعة في المحطات أو السدود المائية وغالبا ما تكون هذه الرياح في فصل الصيف وتسمى برياح السيروكو. بينما توجد رياح باردة وتكون في فصل الشتاء عادة ما تهب هذه الرياح من الشرق نحو الغرب وتكون محملة بالرطوبة.

جدول 6 قيم الرياح لولاية ورقلة سنة 2018

الأشهر	الرياح (م/ث) حاسي مسعود	الرياح (م/ث) ورقلة
جانفي	10	09
فيفري	12	11
مارس	13	13
أفريل	14	12
ماي	13	12
جوان	10	10
جويلية	11	10
أوت	11	11
سبتمبر	11	09
أكتوبر	11	09
نوفمبر	00	0
ديسمبر	08	06

المصدر: ONM Ouargla 2018

نلاحظ من خلال الجدول رقم (05) أن الرياح القوية في ولاية ورقلة تكون في الفترة الممتدة من شهر مارس إلى شهر

أفريل .

4 . التضاريس :

بحكم الموقع الاستراتيجي المميز يلاحظ أن تضاريس ولاية ورقلة تتميز بوجود عرق شرقي كبير من الرمال يرتفع حتى) 200 م (ويمتد إلى حوالي ثلثي مساحة الولاية ويظهر في الجنوب والشرق، كما تغطي الحمادة قسم كبير من الغرب والجنوب، وهي هضبة حصوية، كما تتواجد بالمنطقة عدة وديان أهمها وادي ميه في الجنوب ووادي ريغ في الشمال، وتظهر في الحدود الغربية للولاية سهول تمتد من الشمال إلى الجنوب، و منخفضات تتواجد بالخصوص في منطقة وادي ريغ.

5. الوضعية الجيولوجية :

تقع المنطقة ضمن المنخفض الصحراوي الكبير، و تتميز بوجود طبقات رسوبية تكونت عبر عدة عصور (رملية، كلسية، طينية، جبسية...)، كما تعتبر منطقة مستقرة تنعدم فيها الزلازل و الإنزلاقات الأرضية.

6. الوضعية الهيدروجيولوجية:

مدينة ورقلة كباقي المناطق الصحراوية فقيرة من المياه السطحية، و لكن على العكس من المناطق الأخرى فهي غنية بالمياه الجوفية المتواجدة في طبقات المركب النهائي و المتداخل القاري مختلفة :

✓ الطبقة الميولبوسان

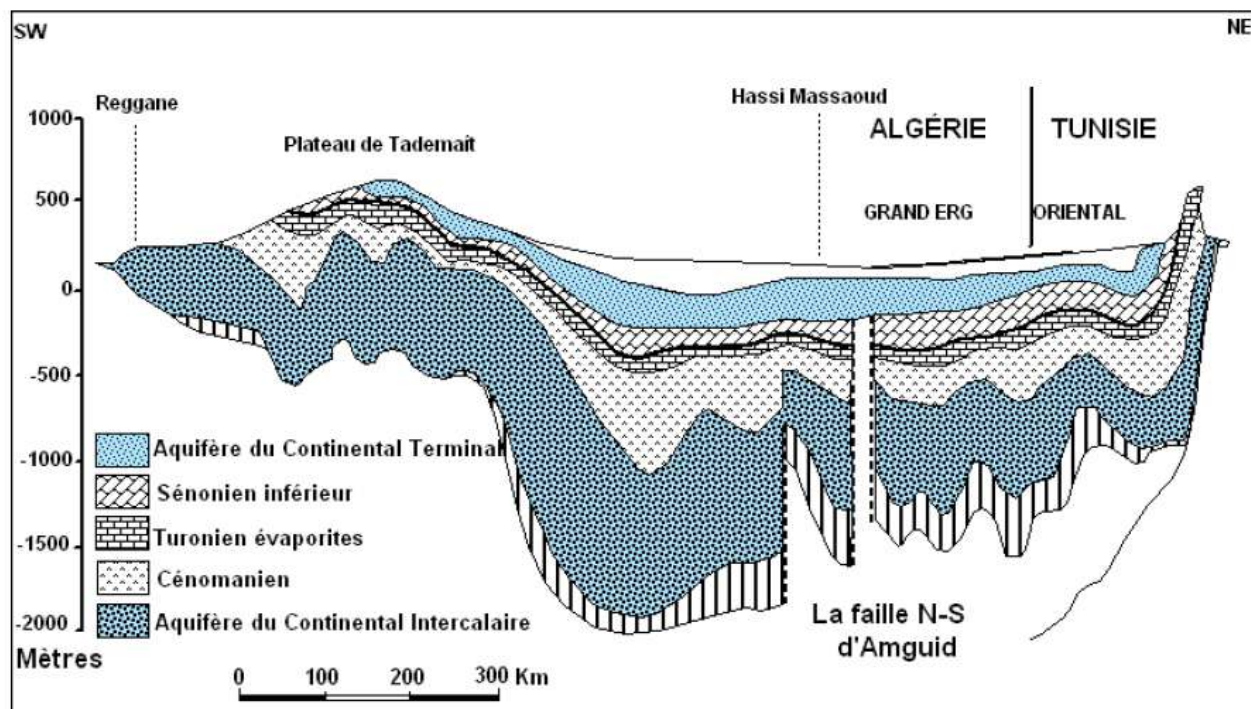
هي طبقة غير ارتوازية، عمقها يتراوح بين 100 و 150 م، درجة حرارة مياهها بين 15 و 25 م، تستغل غالبا للسقي.

✓ الطبقة السينونيان

طبقة السينونيان، مياهها باردة، غير ارتوازية، تدفق آبارها يتراوح بين 20 إلى 60 ل/ثا، عمقها يصل حتى 400 م.

✓ الطبقة الألبان

تعتبر الطبقة الرئيسية و تدعى (intercalaire continental Nappe)، فهي تشكل خزان هام في الصحراء الجزائرية، تصل درجة حرارتها إلى 60 ° م، و توجد على عمق كبير يصل إلى غاية 1800 م.



Arteriver Wir

رسم توضيحي 4 مقطع طولي لطبقات المانية

خلاصة الفصل:

هذا الفصل خصص للتعريف بمنطقة الدراسة، وخاصة من ناحية الوضعية الجغرافية، المناخية، الجيولوجية والهيدروجيولوجية في هذه الأخيرة تعرفنا على الطبقات المائية الموجودة، وستعرف في الفصل القادم على خصائص المياه عموماً، وإمكانية استغلالها للشرب

الفصل الثاني:

عموميات حول المياه

الفصل الثاني

مقدمة الفصل

يعتبر الماء عنصرا أساسيا لجميع الكائنات الحية (فلا حياة بدون الماء)، للماء صلة أساسية ملموسة. بتطور الإنسان واحتياجاته اليومية من المياه في جميع أنشطته الحيوية والمنزلية والصناعية والتجارية هو السائل الذي يغطي ثلاثة أرباع سطح الأرض كما يساهم أيضا بنسبة 60 الى 90 من تكوين الكائنات الحية وهذا دليل على أن الماء ضروري للحياة على الأرض ومع ذلك فإن نوعية مياه الشرب المتاحة أقل بكثير احتياجات المستهلكين.

1. عموميات حول المياه:

1.1 الماء سائل الحياة:

إن العثور على المياه كان في مقدمة الرحلات الاستكشافية للإنسان منذ نهاية الخمسينات، وذلك لسبب واحد هو أن الماء يعتبر جهاز إنذار للكشف عن وجود الحياة في كوكب الأرض، كما يعتبر دليل على اضطراب الحياة فيه تغطي المياه ثلاثي كوكب الأرض، إلا أن نسبة المياه العذبة صغيرة جدا ومع ذلك تضاعف استهلاك المياه العذبة

2.1 الماء وصحة الإنسان:

شرب الماء بكميات كافية ضروري لكي يؤدي الجسم وظائفه بكل يسر وفي الوقت نفسه فهو وسيلة للوقاية والتخلص من الكثير من الأمراض كفقدان الطاقة، حالات الإرهاق، الإكزيما، الروماتيزم ومشكلات ضغط الدم..

للجسم جهاز إنذار لفقدان الماء بنسبة معينة، ويحذر الإنسان عن طريق الشعور بالعطش ويكفي فقدان من مياه الجسم لتشغيل هذا الجهاز، ويعاني المسنون أكثر من غيرهم أعراض قلة الماء بسبب ضعف جهاز التحذير لديهم لتقدمهم في السن وانخفاض شعورهم بالحاجة إلى الماء.

2. دورة المياه:

ليس لهذه الدورة نقطة بداية محددة تنطلق منها فهي عملية مستمرة يتغير خلالها الماء إلى صور فيزيائية مختلفة (سائل، بخار، صلب) وعبر الأوساط البيئية المختلفة اليابسة النباتات الحيوانات المسطحات المائية الغلاف الجوي)، ولكن لنأخذ على سبيل المثال الغلاف الجوي كنقطة انطلاق يتكاثف بخار الماء المتصاعد من سطح النباتات (بفعل النتح)، والمتبخر من المسطحات المائية واليابسة عند تعرضها للأجواء الباردة بالغلاف الجوي ليشكل منها الرزاز والغيوم والندى والسحب ليعود بعد ذلك الى سطح الأرض وفي صور مختلفة أيضا الأمطار، الندى البارد.... الخ). جزء منها يصب في المسطحات المائية والجزء الآخر يجري على اليابسة ليشكل سيول وأودية وانهار والتي تصب أخيرا في المحيطات والبحار وما تبقى منها على اليابسة يتم امتصاصها بواسطة

النباتات قدر منها يعود إلى الغلاف الجوي في صورة بخار الماء وأخيراً هنالك كميات مقدرة تتخلل التربة لتصل إلى أحواض المياه الجوفية لتغذيها.

رسم يوضح :



المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية

3. مصادر المياه:

تقسم مصادر المياه إلى ثلاثة أقسام هي :

1.3 تعريف مياه الأمطار

تعتمد بعض المجتمعات الريفية أو حتى الحضرية في المناطق التي تعاني من نقص حاد في كميات المياه المتاحة للاستخدامات البشرية على مياه الأمطار كمصدر رئيسي للمياه، حيث تقوم هذه المجتمعات بتجميع مياه الأمطار بطرق مختلفة. تعد مياه الأمطار جيدة في النوعية خالية من الأملاح والملوثات ومسببات عسر الماء، وخالي من الجراثيم تقريباً وذلك عند طبقات الجو العليا ولكن عند مرورها عبر طبقات الجو السفلي وحسب نوع الملوثات الجوية المحلية السائدة يتلوث، فينقص الأس الهيدروجيني (PH) مثلاً بسبب إذابة الماء لأكسيد النيتروجين والكبريت والتي تتفاعل لتكون حمض النتريك والكبريتيك المخففين بصورة أساسية هذه الأحماض تضر بأسطح المباني والمقتنيات البشرية، والنباتات التي تهطل عليها، كما تذيب مياه الأمطار أيضاً خلال مرورها عبر طبقات الجو السفلي غاز ثاني أكسيد الكربون، الأوكسجين، الأمونيا ومواد كيميائية أخرى.

2.3 المياه السطحية:

يطلق مصطلح المياه السطحية على المياه التي تجري على سطح الأرض والتي تشمل مياه الوديان والأنهار والمحيطات والبحار والبحيرات والبرك، والخزانات، ومقارنة مع المياه الجوفية فإن المياه السطحية أكثر عرضة للتلوث، فالجريان السطحي للمياه يأخذ معه كل الملوثات السطحية بالإضافة إلى التفريغ المباشر للملوثات في المسطحات المائية.

أ- الخزانات: هي أبنية اصطناعية، عادة ما تُبنى من الأحجار والأسمنت بغرض تخزين كميات كبيرة من المياه، ويلعب مجرى السيل دوراً مهماً في جودة المياه المجمعة بهذه الطريقة لذلك لا بد من نظافتها وإبعاد حظائر تربية المواشي عنها.

ب - البحيرات: كما في حالة الخزانات فهي عرضة للتلوث بسبب ما تجرّفه السيول من ملوثات سطحية من ناحية ومن أخرى فان المياه في كليهما تتعرض لعمليات تنقية طبيعية بفعل الترسيب، الترويب والتليد وأشعة الشمس. لكن عندما يكون حجم التلوث عالياً يصبح من غير الممكن حدوث التنقية الطبيعية للدرجة المطلوبة وتظهر عندئذ مشكلات أخرى تتمثل في مشكلة الإثراء الغذائي eutrophication ووجود طبقات من المسطحات المائية مرتفعة في درجات الحرارة thermal stratification بسبب التلوث الحراري مما ينجم عنه حرمان الكائنات الحية بالطبقات الدنيا للمسطح المائي من الحصول على الكميات المطلوبة من الأوكسجين الذائب.

ج - الأنهار والوديان : هي مصادر لا يتوقع الاعتماد عليها في الشرب مباشرة دون فحصها؛ فمختلف أنواع الملوثات من مواد صلبة ذائبة و عالقة والجراثيم بما فيها القولونيان من مخلفات الإنسان والحيوانات قد تكون مرتفع في نسبها، لذلك فان سرعة التلوث يجعل عملية المعالجة أمر حتمي.

د - البحار والمحيطات: تتميز مياه البحار والمحيطات بنسب عالية من الأملاح الذائبة كما تعد مهبطاً لغاز ثاني أكسيد الكربون الجوي وقد تتلوث من جراء عمليات تصفية الزيوت واستخراج البترول.

3.3 المياه الجوفية

توجد المياه الجوفية في باطن الأرض في أحواض تُعرف بالأحواض الجوفية والتي تتشكل من جراء تخلخل مياه الأمطار والمياه السطحية خلال طبقات التربة المسامية عبر عشرات السنين حيث تستقر المياه عند طبقات جوفية غير هي مياه نقية مراقبة من طرف المنظمة العالمية , صالحة للشرب مزودة بدلائل لجودة معينة ومعايير خاصة موصى بها لتوفير الحماية لصحة الإنسان مسامية عند أعماق تختلف حسب التكوين الجيولوجي للمنطقة . تعرف الطبقة التي تحتوي الماء بالطبقة الحاملة للماء . وتعرف أعلى منطقة تصل إليها مياه الحوض الجوفي بمنطقة التشبع.

4. المياه الصالحة للشرب

1.4 مفهوم المياه الصالحة للشرب :

حسب تعريف منظمة الصحة العالمية فهو الماء الصالح للاستهلاك الآدمي والاستعمال الحضري منظمنا النظافة الشخصية وإعداد العام ويجب أن يكون بمواصفات تسمح باستهلاكه مدى الحياة. وبعبارة أبسط فهو الماء عديم الطعم وعديم اللون وعديم الرائحة والخالي من الملوثات الجرثومية والكيميائية والإشعاعية الضارة.

2.4 تقييم نوعية المياه الصالحة للشرب

لتقييم المياه الصالحة للشرب هناك عدة عناصر لا بد من مراعاتها سواء كانت مياه جوفية أو سطحية ألا وهي :

5. العناصر الفيزيائية و الكيميائية:

1.5 العناصر الفيزيائية:

إن بنية جزيء الماء ذا صيغة ذرتين من الهيدروجين وذرة أوكسجين حيث تحصران بينهما زاوية قدرها 105 درجة, وان تلك البنية تعطي جزيء الماء عزماً قطبياً ممتازاً. إن الأقطاب المختلفة في جزيئات الماء تتجاذب وتكون تجمعات جزئية في حالي الماء السائل والصلب . علماً أن الروابط الأساسية بين تلك الجزيئات هي الروابط الهيدروجينية.

5. الكثافة:

تؤدي ظاهرة التجمعات الجزيئية إلى ظهور شدوذ في تحولات الكثافة بدلالة درجة الحرارة, حيث تنخفض الكثافة عند عملية تبريد الماء بين الدرجة أربعة مئوية . يبين الجدول الموالي تحولات كثافة الماء بدلالة درجة الحرارة .

جدول 7 كثافة الماء بدلالة درجة الحرارة

الكثافة	درجة الحرارة المتوية	الكثافة	درجة الحرارة المتوية
0.998406	19	0.99841	0
0.998205	20	0.9999	1
0.997994	21	0.999941	2
0.997772	22	0.999965	3
0.99754	23	0.999973	4
0.997299	24	0.999965	5
0.997047	25	0.999941	6
0.996785	26	0.999902	7
0.996515	27	0.999848	8
0.996235	28	0.999782	9
0.995946	29	0.999701	10
0.995946	30	0.999606	11
0.99222	40	0.999489	12
0.98803	50	0.999377	13
0.98320	60	0.999244	14
0.97778	70	0.999099	15
0.97182	80	0.998943	16
0.96535	90	0.998775	17
0.95840	100	0.998596	18

✓ اللزوجة الحركية :

تعبر اللزوجة عن مقاومة السائل للحركة وتتناقص بزيادة درجة الحرارة (الجدول رقم 02), بينما تزداد بزيادة ملوحة الماء (الجدول رقم 03).

جدول 8 معامل اللزوجة (ملي باسكال . ثا) بدلالة درجة الحرارة .

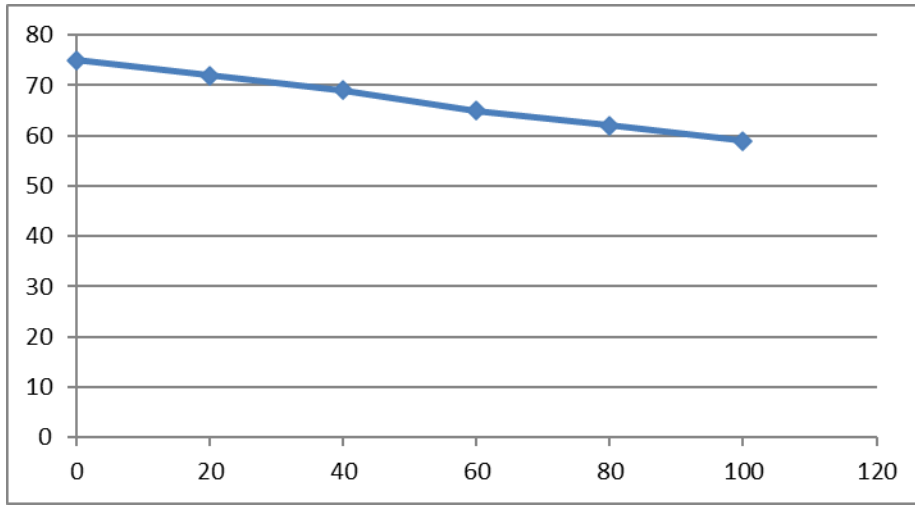
°C درجة الحرارة	0	5	10	15	20	35
معامل اللزوجة M pa . s	1.797	1.523	1.301	1.138	1.007	0.423

جدول 9 معامل اللزوجة بدلالة الملوحة

الملوحة غ/لتر	0	4	8	12	16	20
معامل اللزوجة M pa . s	7001.	0211.	0351.	0521.	0681.	085.1

✓ التوتر السطحي Tension Superficielle

يعرف التوتر السطحي بأنه القوة المطبقة على واحدة أطوال الخط المحيط بسطح المائع والعاملة. على تقليبسه، أو الطاقة الحرة الإضافية في واحدة السطح، أو العمل اللازم لتشكيل واحدة السطح. إن قيمة التوتر السطحي للماء (y) تتناقص خطياً بارتفاع درجة الحرارة الشكل (02)



رسم توضيحي 5 علاقة التوتر السطحي بدرجة الحرارة للماء

إن ارتفاع درجة الملوحة أو تركيز المواد المنحلة في الماء تزيد من قيمة توتره السطحي، أما إضافة المواد الفعالة سطحياً أي المواد التي تتجمع على سطح الماء فإنها تخفض من قيمة التوتر السطحي .

6. الخواص الكهربائية للماء :

✓ ثابت العزل الكهربائي **Constante Diélectrique**

إن قيمة ثابت العزل الكهربائي للماء (e) مرتفعة مقارنة بالسوائل الأخرى وتبلغ قيمتها 80 وبالتالي فإن الماء يمتلك قدرة عالية على تشريد المركبات، إن أفضل طريقة لمعرفة القدرة المشردة لمختلف المحلات هي معرفة ثابت عزلها الكهربائي. ويمكن تعريف ثابت العزل الكهربائي بأنه قيمة تبين عدد المرات التي تكون فيها قوى التأثير المتبادل بين شحنتين في وسط ما أقل مما هي عليه في الفراغ. إن الثابت العزل الكهربائي للماء علاقة وطيدة مع قطبية جزيئاته حيث يرجع ارتفاع قيمته للماء إلى كبر عزم ثنائية القطب في جزيء الماء.

✓ الناقلية الكهربائية **Conductivité Électrique**

يعد الماء النقي من النواقل الضعيفة جدا للكهرباء، ولكن وجود الأملاح المنحلة ولا سيما الأملاح المعدنية يؤدي إلى ارتفاع الناقلية، والحصول على ماء معدوم الناقلية عملية مستحيلة من الناحية التجريبية وأكثر العينات نقاوة أعطت ناقلية قدرها 4.2 X 10⁻⁶ - 6 سنتمتر / سنتمتر في الدرجة 20 م.

يعد معامل الناقلية الكهربائية عاملا مهما في مجال تحديد مواصفات الماء لكونه يعبر عن ملوحة الماء، وبالتالي نوعها ومدى صلاحيتها للشرب أو الاستعمالات الأخرى. وكذلك يرتبط هذا المعامل بطرائق المعالجة الممكنة للمياه.

✓ الحرارة النوعية

إن الماء هو أساس قياس الحرارة النوعية للأجسام الصلبة أو السائلة أو الغازية، لأن غراما واحدا من الماء في الدرجة 14°م يحتاج إلى حريرة واحدة ليسخن إلى الدرجة 15°م. ويسمى هذا المقدار من الحرارة بحرارة الماء النوعية. وتبعاً لذلك تقاس الحرارة النوعية للمواد الأخرى. وتعد حرارة الماء النوعية أعلى من الحرارة النوعية لكافة المواد السائلة والصلبة، الأمر الذي يجعله يبرد ببطء في الشتاء ويسخن ببطء في الصيف، وبذلك يتصف بدور المعدل الحراري على سطح الأرض.

8. أهم العناصر المنحلة في الماء

إن وجود الماء في الطبيعة بشكل نقي غير وارد في الشروط الحالية من التطور التكنولوجي والصناعي، لأنه مذيّب جيد للكثير من المواد (غازية ، سائلة ، صلبة) ، و المياه الطبيعية سواء كانت جوفية أو سطحية فهي تأخذ خصائص الطبقات الأرضية المتواجدة عليها .ومن بين أهم العناصر الكيميائية الموجودة في المياه الطبيعية الغير ملوثة نذكر:

1.8 العناصر الأساسية

• الكالسيوم (Ca⁺²)

تواجده مرتبط بنوعية الصخور (جبسية أو كلسية) و التربة التي مرت بها المياه . عموما يتراوح عموما تركيز الكالسيوم في المياه بين 2 و 8 مغ/ل ، و قد يصل في المناطق الكلسية إلى 120 مغ/ل . نذكر أن التركيز المسموح به في مياه

الفصل الثاني: عموميات حول المياه

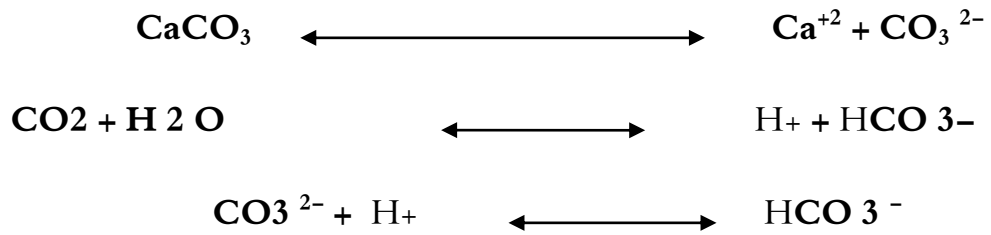
الشرب هو 200 مغ/ل (الجدول رقم 07) . من آثار عدم التقيد بهذه المعايير ، فلقد أوضحت الأبحاث أن أمراض أوعية القلب تنتشر بنسب أكبر في المناطق التي تستهلك مياه خفيفة ، كما تعتبر المياه التي تركيزها أعلى من 70 مغ/ل و أقل من 5 مغ/ل من شوارد الكالسيوم غير مناسبة لنمو و تكاثر النباتات و الحيوانات المائية.

• المغنيزيوم (Mg^{+2})

كما في الكالسيوم ، يرجع وجود المغنيزيوم في المياه إلى انحلال الصخور الكربونية المشكلة للمجرى المائي ، غير أن تركيزه عادة أقل من تركيز الكالسيوم ، و قد حدد التركيز المسموح به حسب معايير المنظمة العالمية للصحة (OMS) في مياه الشرب ب 150 ملغ/ل.

وتتواجد شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم على شكل بيكربونات الكالسيوم والمغنيزيوم المنحلة، وكما يتعلق تركيز الكربونات (CO_3^{2-}) و البيكربونات (HCO_3^-) في الماء بشروط التوازن القائم بين الوسط المائي والطورين الصلب والغازي المحيطين.

عموماً فإن تواجد شاردتي (HCO_3^- ، CO_3^{2-}) تنشأ من خلال الكربونات الطبيعية الذائبة في الماء ، و تماس الماء بالتربة أو غاز CO_2 الجوي . ونلخص أهم التوازنات القائمة في الوسط المائي وفق العلاقات التالية :



• البوتاسيوم (K^+)

يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية ، و ذلك لكونه من أهم تركيبة القشرة الأرضية فهو يمثل ما نسبته . % 2,59 إلا أنه و للتذكير فإن نسبته في المياه السطحية أقل من نسبة الصوديوم و قد يعود ذلك إلى تخزينه في التربة بشكل جيد . التركيز المسموح به في مياه الشرب حسب النظام الأوروبي (CE) هو 12 مغ/ل.

• الصوديوم (Na^+)

تشكل شوارد الصوديوم نسبة % 2,83 من تركيز القشرة الأرضية و تمتاز بدرجة انحلالية عالية في الماء ، لذا فهو يتواجد في جميع أنواع المياه السطحية و الجوفية . و قد حدد التركيز المسموح به في مياه الشرب وفق (OMS) ب 100 مغ/ل.

• الكلور (Cl^-)

يتواجد عنصر الكلورور في جميع أنواع المياه الطبيعية و لكن بتراكيز متفاوتة . يقدر التركيز المسموح به حسب (OMS) في مياه الشرب ب 200 مغ/ل.

2.8 العناصر الغير المرغوب فيها:

هذه العناصر إن وجدت يجب أن تكون بتركيز ضعيفة جدا ، وتواجدها في مياه الشرب مؤثر على التلوث من أهمها نذكر:

• الحديد (Fe^{2+})

بالإضافة إلى مياه الصرف الصناعية ، يرجع تواجد الحديد في الماء إلى انحلال المركبات الحديدية المكونة للتربة. في الشروط العادية للمياه السطحية ($pH = 5.5$ الى 8.5) يكون الحديد على شكل Fe^{2+} ، غير أن خاصيته السريعة للتأكسد فقد يتحول إلى Fe^{3+} و يترسب على شكل هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_3$ للعلم أن تأثير الحديد على الأسماك يختلف باختلاف درجة (pH) ، ففي الوسط القلوي يتشكل هيدروكسيد الحديد و يترسب على غلاصم الأسماك ، بينما في الوسط الحمضي فإن السمية تحدث من شوارد الحديد. أما بالنسبة للإنسان فإن الحديد يعتبر عنصر ضروريا لبناء الجسم و عليه يجب استهلاك ما بين 1 و 2 ملغ يوميا.

• المنغنيز (Mn^{2+})

تحتوي المياه الطبيعية على أملاح المنغنيز نتيجة انحلال الصخور. و من النطور البيئي يعتبر المنغنيز عنصر سام للأسماك عند التركيز 1200 مغ/ل من مركب $Mn Cl_2$ أو كبريتات المنغنيز (2400 مغ/ل) . أما البرمغنتات رغم سموميتها العالية جدا لكنها من حسن الحظ فهي غير ثابتة في الوسط المائي حيث يكفي ما بين 2,2 و 4,1 مغ/ل للقضاء على الأسماك.

• الفوسفات (PO_4^{3-})

يعتبر الفوسفات مادة مغذية للنبات ، غير أن إرتفاع نسبته إلى أكثر من 60 مغ/ل يؤدي إلى تغيير في بنية بعض النباتات ، أما إرتفاع نسبته في مياه الشرب فيؤدي إلى حالة تقيئ وإسهال عند الإنسان) المصدر الطبيعي للفوسفات ناتج عن تفكك المواد الحية ، ذوبان الأملاح الفوسفاتية ، الأسمدة ، المنظفات ، الصناعات الكيميائية. يتواجد الفوسفات في الماء بأشكال مختلفة تبعا لدرجة الPH المياه الطبيعية ($pH = 5.5 - 8.5$) تحوي على شوارد الفوسفات أحادية و ثنائية الهيدروجين .

• النترات (NO_3^-)

من أهم مصادرها تحلل المواد العضوية و مياه الصرف الزراعي و الصحي. إن للنترات أعراض خطيرة على صحة الأطفال الرضع ، حيث استهلاك المياه ذات تركيز أعلى من 46 مغ/ل يسبب إختناق نتيجة تحول النترات إلى نترت داخل الجهاز الهضمي.

• النترت (NO_2^-)

تمثل شوارد النترت مرحلة انتقالية بين النترات و شوارد الأمينيوم (NH_4^+) ضمن عملية الأكسدة والإرجاع. بيئيا يعتبر تواجد NO_2^- في المياه السطحية مضر بالأسماك إذ 50 مغ/ل منه تكفي لموت الأسماك خلال 15 يوما أما في مياه الشرب فتواجهه بسبب حالة إنخفاض الضغط عند الكبار و نقص الأوكسجين في الدم عند الأطفال الرضع.

3.8 العناصر السامة

وجودها في الماء ضار بالصحة، لذا يجب الحرص على أن لا تزيد نسبتها لو إن أمكن انعدامها. من بين هذه العناصر نذكر:

• الرصاص (Pb^{2+})

الرصاص مادة سامة بالنسبة للإنسان حيث أن استهلاك واحد ملي غرام يوميا لفترة طويلة يؤدي إلى الموت المفاجئ ، و قد حددت نسبته حسب المنظمة العالمية للصحة (OMS) ب 0.1 مغ/ل . بالإضافة إلى مركبات الذبال المنحلة ، تعتبر التربة المصدر الطبيعي للرصاص في المياه السطحية ، إلا أن المصدر الأساسي للرصاص يرجع إلى مياه الصرف الصناعي (صناعة المتفجرات ، صناعة الأصبغة ، صناعة رباعي إيثيل الرصاص $Pb(C_2H_5)_4$).

• الكروم (Cr^{2+})

يتواجد الكروم في المياه السطحية نتيجة النفايات الصناعية. تختلف صيغ الكروم في المياه باختلاف مصادرها ، فهناك الشوارد البسيطة (Cr^{3+} ، Cr^{6+}) و الشوارد المعقدة (CrO_4^{2-} ، CrO_2^- ، CrO_3^- ، $Cr_2O_7^{2-}$) و نظرا لسموميته فقد حدد تركيزه ب 0.50 مغ/ل

لكادميوم (Cd^{2+})

تواجد الكادميوم في المياه السطحية راجع إلى فضلات المصانع (التعدين ، الأصبغة....) . للكادميوم تأثير على الحيوانات المائية و الإنسان حيث تكفي جرعة 0,4 غ لقتل الإنسان

الفصل الثالث:

وسائل وطرق

سوف نتطرق في هذا الفصل إلى مصادر المياه التي تم تحليلها، وكذا شروط التي تم أخذ العينة فيها لدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية، وإجراء كل الحسابات الضرورية ومخططات هيدروكيميائية اللازمة.

1. المواد المستعملة والطرق العملية

1.1 مصادر بعض المياه التي تم تحليلها

جدول 10 مصادر بعض المياه التي تم تحليلها

بئر ام رانب	بئر بامنديل	بئر الخفجي 4	بئر عين حاجي	الآبار الخصائص
بلدية ورقلة	بلدية ورقلة	بلدية ورقلة	بلدية ورقلة	الموقع
1994	1983	2003	1998	سنة الانجاز
ميوبليسان	ميوبليسان	سينونيان	سينونيان	طبقة المياه المستغلة
50	45	13	36	التدفق الحالي للبئر I/s
20	30	7	25	التدفق المستغل (I/s)
120	131	201	200	العمق (m)

المصدر: القسم الفرعي للموارد المائية لمؤسسة الجزائرية للمياه

مختلف الآبار الموجودة في المنطقة



2.1 شروط أخذ العينة:

تعد عملية أخذ العينة جد حساسة إذ أنها يجب أن تتم بأكبر قدر من العناية فهي التي تحدد النتائج التحليلية والتفسيرات المتوقع الحصول عليها ، يجب أن تكون العينة المأخوذة متجانسة ومتماثلة دون تعديل للخصائص الفيزيوكيميائية للمياه لذلك يجب إتباع القواعد التالية:

- اختيار الآبار تمثّل بقدر الإمكان مسحا شاملا للمنطقة.
 - غسل وتعقيم القارورات المراد أخذ العينة فيها على الأقل ثلاث مرات.
 - تعقيم فوهة الصنبور المراد أخذ العينة منه بواسطة الكحول.
 - عند أخذ الماء مباشرة من البئر أي تركه مدة من دقيقة إلى دقيقتين للتخلص من الماء المحبوس في أنبوب التوصيل.
 - أخذ العينات في قارورات ذات حجم 1 لتر ثم ملؤها وإغلاقها بإحكام وتفادي دخول الغبار إليها.
 - حفظ العينات في درجة حرارة 4°C
 - إصاق بطاقة معلومات على كل قارورة
 - تسجيل تاريخ أخذ العينة
 - نقل القارورات إلى المخبر من أجل إجراء التحاليل [17،35]
- أجريت التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه الخاصة بمنطقة ورقلة على مستوى مخبر الوكالة الوطنية للموارد المائية NARH بورقلة.
- ملاحظة : نظرا لعدم تمكننا من إجراء تحاليل المياه على مستوى الوكالة الوطنية للموارد المائية NARH بورقلة فقد أخذنا نتائج تحاليل المياه مباشرة

2. دراسة الخصائص الفيزيائية

1.2 قياس الأس الهيدروجيني

تم قياس الأس الهيدروجيني بواسطة جهاز pH من نوع (HANNA HI 255)

1.1.2 المواد والأدوات المستعملة

جهاز pH mètre - إلكترود pH - ماء مقطر - بيشتر - ماء العينات

2.1.2 طريقة العمل

- تشغيل جهاز pH mètre .
- غسل الإلكترود بالماء المقطر .
- ضبط جهاز pH mètre .
- تأخذ 100 ml في كل مرة من العينة وتوضع داخل كأس بيشر .
- تدخل الإلكترود الجهاز داخل كأس بيشر .
- يترك حتى يستقر ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز .



جهاز pH mètre

2.2 قياس الناقلية الكهربائية

تم قياس الناقلية الكهربائية بواسطة جهاز Conductimètre من نوع (BANT)

- المواد والأدوات المستعملة
- جهاز قياس الناقلية ، ماء مقطر ، بيشر ، ماء العينة
- طريقة العمل
- يوصل القطب الخاص بقياس الناقلية بمكانه المخصص في الجهاز .
- يغسل الإلكترود بالماء المقطر .
- يدخل الإلكترود داخل كأس بيشر المحتوي في كل مرة على العينة .

- تقرأ قيمة الناقلية الكهربائية مباشرة من الجهاز عند استقرارها.



جهاز قياس الناقلية

3. تقدير المواد الصلبة الذائبة TDS

تحسب المواد الصلبة الذائبة بالعلاقة التالية:

$$TDS = \frac{\text{الناقلية الكهربائية}}{2}$$

4. تحديد الملوحة Salinité

تحسب الملوحة بالعلاقة التالية:

$$s\% = \frac{TDS}{1000}$$

5. البقايا الجافة

تم تقدير البقايا الجافة بواسطة حاضنة من نوع BINDER عند 105 C°

- الطرق والأدوات المستعملة

حاضنة ، جهاز نزع الرطوبة ، كؤوس بيشر ، ميزان تحليلي ، ماء العينة.

• طريقة العمل

- يتم غسل كؤوس البيشر بالماء المقطر وتجفيفها جيدا
- توزن بدقة الكؤوس و هي فارغة و يسجل الوزن
- يوضع 50 ml من ماء العينة
- توضع الكؤوس في المجفف على درجة 150 C° لمدة 24 ساعة
- تُخرج الكؤوس من المجفف و نتركها تبرد
- يعاد وزن الكؤوس ويستنتج المتبقي الصلب



مجفف



ميزان

6. اختبار العكارة

تم قياس العكارة بواسطة جهاز Turbidimètre من نوع (N2100)

• المواد والأدوات المستعملة

جهاز Turbidimètre ، الخلية (25ml) ، ماء العينة.

• طريقة العمل

- يتم رج العينات جيدا ثم تملأ الخلية في كل مرة بالعينة.
- يفتح الجهاز وتوضع العينة.
- يتم الضغط على الزر RANGE.
- يتم ضغط على الزر READ بعدها ستظهر قراءة العكارة بوحدة NTU.



جهاز قياس العكارة

تحديد المواد العالقة

تم قياس كمية المواد العالقة عن طريق ترشيح العينة وفق ورق الترشيح وذلك باختيار العينة التي عكارتها أكبر من 5 وحدات.

المواد والأدوات المستعملة

قمع الترشيح ، ورق الترشيح (GF/C) ، حوجلة ذات سعة 100 ml جهاز نزع الرطوبة مجفف ، ماء مقطر ، ميزان تحليلي ، ماء العينة.

طريقة العمل

- يبلل ورق الترشيح بالماء المقطر ثم يوضع داخل حاضنة في درجة حرارة 105 C° لمدة ساعتين يخرج ورق الترشيح نتركه يبرد بعيدا عن الرطوبة داخل جهاز نزع الرطوبة
- يزن ورق الترشيح وهو فارغ ويسجل وزنه m

- يأخذ حوجلة ذات سعة 100ml، ويتم غسلها جيدا بالماء العادي ثم بالماء المقطر
- يأخذ في بيشر 100ml من العينة ثم تسكب على ورق الترشيح (المجفف سابقا) بواسطة الترشيح
- بعد نهاية الترشيح يأخذ ورق الترشيح و يوضع داخل المجفف في درجة حرارة 105 C° لمدة ساعتين
- يخرج ورق الترشيح من المجفف ويترك يبرد داخل جهاز نزع الرطوبة
- يوزن ورق الترشيح ونسجل وزنه m



جهاز نزع الرطوبة

III-3 دراسة الخصائص الكيميائية

III-1-3 تحديد القلوية الدائمة TAC

الأدوات المستعملة

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة سحاحة 50ml - إرلينة 250ml - كاشف المثيل البرتقالي ($\text{mol}/327.34$) محلول حمض الكبريت المركز $M= 98.08\text{ g/mol}$ (95-97 * H_2SO_4 %)

طريقة العمل:

تحضير المحاليل:

كاشف الميثيل البرتقالي يحضر بإذابة 0.5g من صبغة الميثيل البرتقالي في 11 من الماء المقطر
محلول حمض الكبريت (N0.01) : يحضر بوضع 0.5ml من H₂SO₄ المركز ويمدد حتى 11 من الماء المقطر
مع الرج و يوضع في السحاحة للمعايرة.

الطريقة:

- تأخذ في إرلينة 100ml من ماء العينة.
- تضاف من 32 قطرات من الميثيل البرتقالي للعينة.
- تملأ السحاحة بمحلول H₂SO₄ (0.01) ويتم قيام بالمعايرة حتى يتغير اللون من البرتقالي إلى البرتقالي الداكن. تسجل حجم التكافؤ .

III-2-3 تحديد القلوية HCO₃

تحسب القلوية وفق المعادلة التالية :

$$[\text{HCO}_3^-] = 61 : 50 [\text{TAC}]$$

III-3-3 تحديد القلوية المؤقتة TA

يتم تقدير TA من خلال قيمة pH العينة

pH < 8.3	⇒	TA = 0
pH > 8.3	⇒	TA = V (varie)

3-4-III قياس العسرة TH

المواد والأدوات المستعملة

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة - سحاحة 50ml - المحلول الأم EDTA ($M = 292.25 \text{ g/Mol} * 0.01$) - ايريوكروم الأسود ($M = 464.38 \text{ g/Mol}$) (eriochrome)

طريقة العمل

تحضير المحاليل :

تحضير المحلول الأم : يحضر بإذابة 67.5g من كلوريد الأمونيوم NH_4Cl ($\text{pH} = 10.1$) في 2 لتر من الماء المقطر ويضاف له 570ml من هيدروكسيد الأمونيوم (25%) NHOH

تحضير محلول EDTA : يحضر بوزن 3.72g من EDTA المجفف بواسطة حاضنة عند 105°C و يذاب في 11 من الماء المقطر.

الطريقة

- تأخذ في بيشر 10ml من ماء العينة ويضاف لها 40ml من الماء المقطر
- يتم إضافة 3 قطرات من كاشف Noir eriochrome فيصبح لونه رمادي
- يضاف 4ml من المحلول الأم فيصبح لونه بنفسجي
- يعاير بواسطة محلول EDT (0.01) حتى يتغير اللون من البنفسجي إلى أزرق ملكي
- يسجل حجم التكافؤ .

III-5-3 قياس تركيز الكالسيوم

المواد والأدوات المستعملة

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة - سحاحة 50ml

هيدروكسيد الصوديوم NaOH (M= 40g/mol* %99) - محلول EDTA 0.01 (N) - دليل الميروكسيد (M= 294.19g/mol)

طريقة العمل

تحضير المحاليل

- تحضير محلول هيدروكسيد الصوديوم N2 : يحضر بإذابة 80 g في 11 من الماء المقطر.
- محلول EDTA محضر سابقا
- دليل الميروكسيد يحضر من 0.25 من الميروكسيد و 50g من كلوريد الصوديوم وتخلط في هاون حتى يصبح متجانس بلون وردي

الطريقة

- يأخذ في بيشر 10ml من ماء العينة
- يضاف 40ml من الماء المقطر
- يضاف 0.5g من دليل الميروكسيد المحضر
- يتم إضافة 2ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم
- تملأ السحاحة بمحلول EDTA ويتم قيام بالمعايرة حتى ظهور اللون البنفسجي
- نسجل حجم التكافؤ.

III-6-3 تعيين تركيز المغنيزيوم

تحسب كمية المغنيزيوم من الفرق بين تركيز العسرة والكالسيوم وفق المعادلة التالية :

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

III-7-3 تحديد التركيز:

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة- سحاحة 100ml
إرلينة ماير ذات سعة 250ml - نترات الفضة $AgNO_3$ (0.028N * 169.89g/Mol) كاشف كرومات
البوتاسيوم (10%) K_2CrO_4 .

طريقة العمل

تحضير المحاليل

تحضير نترات الفضة : يحضر بإذابة 4.7563g من المادة النقية في 11 من الماء المقطر ويحفظ في زجاجة عاتمة.
تحضير كاشف كرومات البوتاسيوم يحضر بإذابة 5g من كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر وإضافة
قطرات من نترات الفضة حتى يظهر راسب أحمر ويترك المحلول لمدة لا تقل عن 12 ساعة, يُرشح المحلول و يأخذ الراشح و يكمل
حتى 100ml بالماء المقطر

الطريقة

- توضع في بيشر 25ml في كل مرة من ماء العينة ويكمل لغاية 100ml من الماء المقطر يضاف 1ml من كرومات البوتاسيوم لكل عينة
- يملأ السحاحة بمحلول نترات الفضة 0.028N
- يتم القيام بعملية المعايرة في كل مرة إلى غاية تغير اللون من الأصفر إلى الأحمر الأجوري
- يسجل حجم التكافؤ .

III-9-3 تحديد تركيز البوتاسيوم

تتبع نفس الخطوات التي حدد بها تركيز الصوديوم فقط نغير التراكيز (0، 20، 40، 60، 80، 100) وعدم تمديد ماء العينة (نضع 5ml من ماء العينة في البيشر)

III-10-3 تحديد تركيز الكبريتات

يتم تحديد تركيز الكبريتات بواسطة جهاز Spectrophotomètre UV Visible من نوع (DR2800)

المواد والأدوات المستعملة

ماء العينة - كلوريد الباريوم (M=208.23g/mol) - محلول مثبت (Stabilisant) - الخلية - بيشر - غليسيرول (M=92.03g/mol) (Glycérol)

طريقة العمل:

تحضير المحاليل

تحضير محلول BaCl₂ : يتم قيام بمزج 150g كلوريد الباريوم - 5ml حمض كلور الهيدريك ويكمل إلى غاية 11 من ماء مقطر
تحضير محلول مثبت : يتم القيام بمزج 60ml من حمض الكلور هيدريك المركز (Acid chlorhydrique 200ml)
إيثانول (Ethanol 150) - g من كلوريد الصوديوم - 100 ml من غليسيرول (Glycérol) - و يكمل إلى غاية 11 من الماء المقطر

الطريقة

- يوضع في بيشر 100ml من الماء المقطر (Blanc)
- يوضع في بيشر 20ml من العينات ويكمل حتى 100ml من الماء المقطر
- يضاف 5ml من محلول المثبت
- يضاف 2 ml من محلول كلوريد الباريوم
- يوضع 10ml من المحلول في الخلية وتوضع في الجهاز (Spectrophotomètre UV Visible) تقرأ العينة الأولى

3-14-III تحديد تركيز النترات

يتم تقدير تركيز النترات بواسطة جهاز Spectrophotomètre UV Visible من نوع (DR2800).

• الأدوات المستعملة

- ماء العينة - ماء مقطر - هيدروكسيد الصوديوم (30%) - ساليسيلات الصوديوم - نترات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم (Tartrate double Na) (H_2SO_4 المركز (98%))
- طريقة العمل تحضير المحال تحضير NaOH : يتم وزن 3g من NaOH ويوضع في 100ml من الماء المقطر
- تحضير ساليسيلات الصوديوم بوزن 0.5g من ساليسيلات الصوديوم ويوضع في 100ml من الماء المقطر.
- تحضير نترات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم بوزن منها 15g ويوضع في 250ml من الماء المقطر و 100g من هيدروكسيد الصوديوم.

• الطريقة

- يتم أخذ في بيشر 10ml من الماء المقطر كشاهد
- يؤخذ في بيشر 10ml من ماء العينة
- يضاف 1ml من محلول ساليسيلات الصوديوم لكل عينة
- يضاف 3 قطرات من NaOH لكل عينة
- تترك العينات تجف في حاضنة عند $90^{\circ}C$
- يخرج العينات من الحاضنة ونضيف لها 2ml من H_2SO_4 المركز ويترك لمدة 10 دقائق . يضاف 15ml من الماء المقطر لكل عينة
- يضاف 15ml من محلول قطرات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم لكل عينة
- يقرأ في الجهاز ويختار الأيقونة الخاصة بالنترات.



التوازن الشاردي :

تركيز الشوارد السالبة بوحدة (méq/I) X^-

تركيز الشوارد الموجبة بوحدة (méq/I) X^+

بعد معايرة المياه وفق الطرق سابقة الذكر, يجب تحديد دقة التحاليل وذلك بحساب التوازن الشاردي

$$Ba = \left| \frac{\sum x^- - \sum x^+}{\sum x^- + \sum x^+} \right| * 100 \leq 5$$

الفصل الرابع:

النتائج والمناقشة

الفصل الرابع

مقدمة الفصل :

تعد المياه الجوفية ذات أهمية حيوية للعديد من الأمم حيث يعتمد على إمداداتها نحو ملياري شخص على مستوى العالم وعدد لا يحصى من المزارعين وكذا العديد من المنشآت الصناعية ، توجد المياه الجوفية في معظم التكوينات الجيولوجية ، لأن جل الصخور مهما كان نوعها أو منشؤها أو عمرها لها فتحات تسمى المسام أو الفراغات أو الشقوق تعتمد الدول العربية بشكل كبير في جميع الاستخدامات المائية على موارد المياه الجوفية المتجددة والغير متجددة. والمياه الجوفية في العديد من البلدان ذات أهمية لكسب العيش وصحة الناس لأنها غالبا ما تكون المصدر الرئيسي للمياه المنزلية، تزداد أهميتها بخاصة في المناطق الجافة حيث المياه السطحية نادرة أو موسمية ،ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى اعتماد أكبر على المياه الجوفية كوسيلة للحماية من الجفاف واليقين من عدم توفر المياه السطحية

تعتبر المياه الجوفية أكثر صلاحية من المياه السطحية من الناحية الصحية ولذا يفضل الاعتماد عليها كمصدر لمياه الشرب صالحة طالما تواجدت بكميات كافية وكانت لا تحتوي على شوائب تحد من استعمالها ، تحدد التحاليل الكيميائية للمياه إلى جانب خواصها الطبيعية والبكتريولوجية مدى صلاحيتها للاستخدامات الثلاثة للمياه (الزراعة ، الصناعة ، الاستخدام المنزلي) حيث يتم تحديد النوعية الكيميائية للمياه على أساس تركيز المكونات السائدة بها.

لهذا تطرقنا في هذا الفصل إلى دراسة جودة مياه الآبار المدروسة من خلال تقييم كل المعايير الفيزيوكيميائية ومقارنتها بالقيم المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) .

1. تقييم النتائج الفيزيوكيميائية للآبار المدروسة :

1.1 درجة الحموضة (pH) :

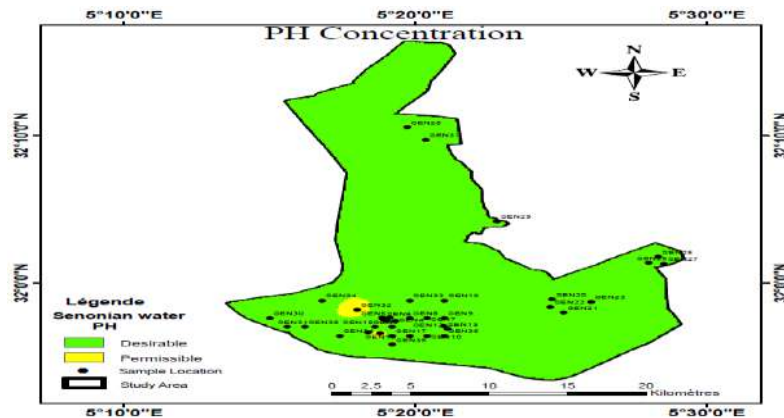
يعرف الرقم الهيدروجيني pH على انه معكوس لوغاريتم التركيز المؤثر لأيونات الهيدروجين ، تعتبر المياه ذات الرقم الهيدروجيني 7 > حامضية وذات الرقم الهيدروجيني 7 < قاعدية ، يكون الرقم الهيدروجيني للمياه النقية 7 عند درجة الحرارة 25 درجة مئوية (د، محمود فاضل الجميلي؛ د، سلوى هادي احمد) 2018 .

كما تعد درجة الحموضة وحدة قياس تصف درجة حموضة أو قاعدية المحلول ويتم قياسها على سلم من 0 إلى 14 ، توفر درجة الحموضة المعلومات الكمية اللازمة عن طريق التعبير عن درجة نشاط الحمض أو القاعدة من حيث نشاط ايون الهيدروجين.

جدول 11 قيم الرقم الهيدروجيني في طبقة السينونيان لمواقع الدراسة خلال سنة (2023).

<i>Forage</i>	<i>PH</i>
<i>Ain hadji</i>	7.14
<i>F ain Rahma</i>	7.08
<i>F Lala mimouna</i>	7.14
<i>f-centre ade OGX</i>	7.20
<i>F-Gherbouz 01</i>	7.24
<i>F-Gherbouz 02</i>	7.22
<i>f-ifri 01</i>	7.26
<i>f-EL Nakhil</i>	7.40
<i>F-Douane</i>	7.22
<i>F-Cite Essalem sokra</i>	7.12
<i>F-Sokra</i>	7.31
<i>F-Sidi ben saci</i>	7.54
<i>F-Ain elouize</i>	7.36
<i>F Mekhadma 01</i>	7.90

رسم توضيحي 6 تغير الرقم الهيدروجيني في طبقة السنونيان خلال سنة (2023).



من خلال الجدولين السابقين الخاصين بقيم الأس الهيدروجيني (PH) في هذه الطبقة ، نلاحظ أن قيم (PH) لمياه الآبار تراوحت بين (7.08 إلى 7.92) ، وهذه النتائج تبين أن قيم الأس الهيدروجيني ضمن الحدود المسموح بها من طرف وزارة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) ، والتي تتراوح ما بين (6.5 إلى 8.5) هذا التغير في قيم الأس الهيدروجيني راجع إلى الطبيعة الجيولوجية للآبار وإلى تركيز الكربونات والبيكربونات المذابة في الماء .

2.1 الناقلية الكهربائية :

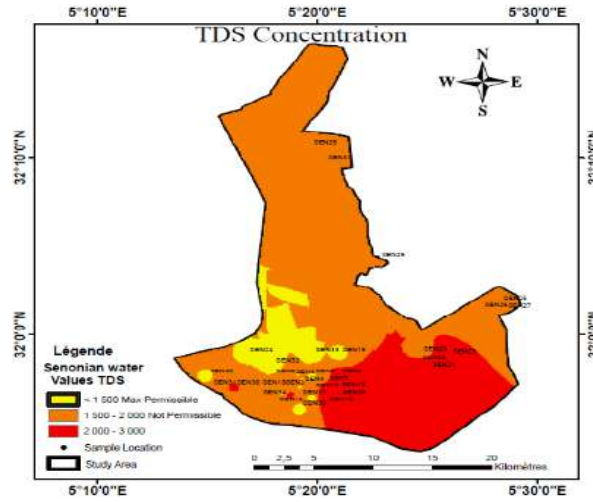
الموصلية الكهربائية أو ما يعرف بالناقلية الكهربائية للمياه ، هو وظيفه مجموع المواد الصلبة المذابة في الماء (TDS) المعروف باسم الايونات والذي يحدد جودة المياه .

- الموصلية الكهربائية (EC) هي مقياس لقدرة المياه على توصيل الكهرباء وجد عموما أن الموصلية الكهربائية هي مقياس جيد لتركيز المواد الصلبة المذابة الكلية (TDS) والملوحة، يعبر عنها بوحدة (مايكروسيمنز /سم) تمتد من 1 إلى 2 ، وتزداد الموصلية الكهربائية بدرجة كبيرة مع ازدياد درجة الحرارة في علاقة طردية
- يختلف نوع وتركيز الأملاح في الماء على حسب مصدرها (أمطار، مياه جوفية... الخ) حيث تعتبر مياه الأمطار اقل مصدر من حيث احتواء الأملاح تليها مياه الأنهار ثم المياه الجوفية بنسبة أكبر.
- بينت نتائج الجدول أن قيم الناقلية الكهربائية تجاوزت القيم المسموح بها في كل من الآبار حيث تراوحت قيمتها في الآبار المدروسة ما بين (2503.7 us /cm 669 us /cm -) والتي يفترض أن لا تتجاوز (1500 us /cm) حسب منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) وهذا راجع إلى ارتفاع نسبة الأملاح والمواد الصلبة المذابة في الماء وذلك راجع أساسا لطبيعة الجيولوجية للآبار.

جدول 12 قيم الناقلية الكهربائية في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023).

Forage	TDS
Ain hadji	1405
F ain Rahma	2090
F Lala mimouna	1395
f-centre ade OGX	1420
F-Gherbouz 01	1950
F-Gherbouz 02	1735
f-ifri 01	1765
f-EL Nakhil	1395
F-Douane	2430
F-Cite Essalem sokra	2725
F-Sokra	1335
F-Sidi ben saci	2790
F-Ain elouize	2955
F Mekhadma 01	2300
F Mekhadma 324	1440

رسم توضيحي 7 التغير في قيم الناقلية الكهربائية في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)



من خلال النتائج الموضحة في الجدولين السابق الخاص بقيم الناقلية الكهربائية للآبار المدروسة في الطبقة المدروسة ، نلاحظ أن قيم الناقلية تراوحت قيمتها ما بين (US/CM 1335 إلى US/CM 2955) والتي يفترض أن لا تتجاوز (1500 US/CM) حسب منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) ، وهذا راجع إلى ارتفاع نسبة الأملاح والمواد الصلبة المذابة في الماء وذلك راجع أساسا لطبيعة الجيولوجية للآبار .

3.1 الكالسيوم (Ca^{+2}):

الكالسيوم هو الأكثر وفرة من بين الفلزات القلوية الأرضية كما يلعب دورا حيويا في الخلايا التي تنقسم في البشر والحيوانات ت يستخدم أيضا في بناء العظام والأسنان والسيطرة على نشاط العضلات ونقل الإشارات العصبية.

- يعتبر الكالسيوم غير مرغوب فيه بتراكيز كبيرة في مياه الشرب لأنه يسبب تشكل رواسب جيرية في الكثير من المعدات المنزلية ويسمى مجموع الايونات التي يمكن أن تترسب في شكل (حبيبات صلبة) بالعسرة ويشار إليها بالشكل ($CaCO_3$) ملغ لكل لتر أو ملي مكافئ / لتر .

• درجة ألمانية واحدة تتوافق مع 17.8 ملغ / لتر $CaCO_3$

• درجة فرنسية واحدة تتوافق مع 10 ملغ / لتر $CaCO_3$

- الكالسيوم مكون مهم للعديد من المعادن الصخرية النارية وخاصة البلاجوكليز ، البايروكسين، والامفيول، تجويف الصخور النارية بطيئة لذلك تراكيز الكالسيوم في المياه التي كانت على تماس مع الصخور النارية تكون منخفضة عموما ، كما

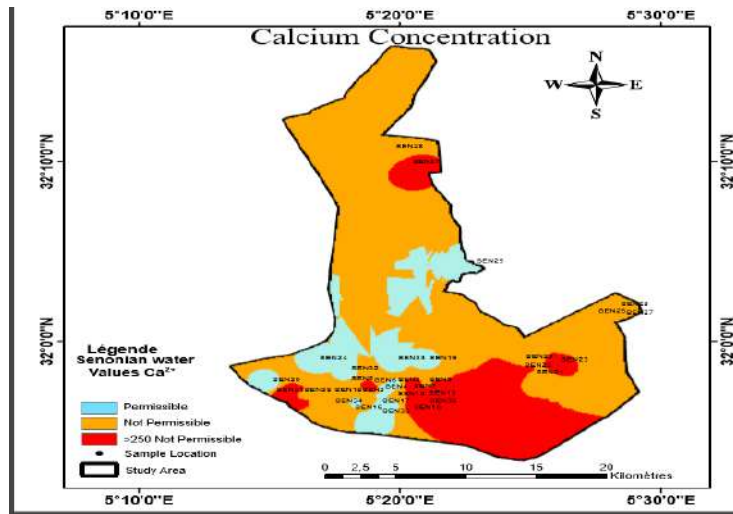
يتواجد الكالسيوم في العديد من الصخور الرسوبية على شكل كلسيات أو $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ وجسيم $(\text{Ca}, \text{MgCO}_3)$ أو انهيدرات .

- كما يتكون كل من الحجر الجيري والطباشير في الغالب من كربونات الكالسيوم حيث تعتبر هذه الأخيرة عامل لصق رئيسي بين جزيئات الحجر الرملي والصخور الرسوبية الأخرى

جدول 13 قيم الكالسيوم في الآبار في طبقة السنونيان المدروسة خلال سنة (2023).

Forage	Ca
Ain hadji	224,44
F ain Rahma	328,65
F Lala mimouna	220,44
f-centre ade OGX	148,29
F-Gherbouz 01	252,5
F-Gherbouz 02	288,57
f-ifri 01	280,56
f-EL Nakhil	176,35
F-Douane	240,48
F-sokra	268,53
F-Sokra	196,32
F-Sidi ben saci	300,6
F-Ain elouize	320,64
F Mekhadma 01	240,48
F Mekhadma 324	196,39

رسم توضيحي 8 التغير في قيم الكالسيوم في الآبار في طبقة السونيان خلال سنة (2023)



تركيز الكالسيوم في الآبار المدروسة تجاوزت القيم المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) والمقدر ب (200ملغ / لتر)، تراوحت قيمة الكالسيوم في الآبار المدروسة ما بين (176.35ملغ/لتر – 340.68ملغ/لتر) كما هو مبين في الجدول السابق، الاختلاف الظاهر من قيم هذه الآبار راجع أساسا إلى التجوية الكيماوية للصخور ويكثر تواجده في الصخور الرسوبية كما يتواجد بنسب متفاوتة في الصخور النارية والمتحولة ، وتدل هذه القيم العالية من الكالسيوم إلى أن المياه في هذه الآبار المدروسة أنها مياه عسيرة .

4.1 الكبريتات (SO₄):

الكبريتات هي النوع المذاب السائد وأكثر شكل مؤكسد للكبريتات ، (S) لكبريت هو مكون في بعض الأحماض الامينية ويتالي يشكل جزءا أساسيا للبروتينات حيث تصل نسبة محتوى الكبريت في المواد الروتينية إلى 8٪. ولذلك فهو عنصر غذائي مهم لكل من النبات والحيوان.

تتواجد المعادن المحتوية على الكبريتات على نطاق واسع في رواسب المخبرات وأهمها جسيم والانهيدرايت في الصخور الرسوبية الأخرى والصخور النارية، يتواجد الكبريت عادة ككبريتيدات فلزية ، الشكل الأكثر وفرة والمنتشر على نطاق واسع هو البايرايت وهو شائع في الفحم وصخر الوردواز، إذا كانت الكبريتات الفلزية تتلامس مع ماء مؤكسد فإنها تتأكسد إلى (SO₄⁻²) الذي يذوب بسهولة .

هناك مصدر هام آخر للكبريت في المياه وهو ترسيب الكبريتات من الغلاف الجوي من مصادر بركانية وبشرية ويؤدي احتراق الوقود وصهر الخام إلى انبعاث ثاني أكسيد الكبريت (SO₂) الذي يتأكسد بسهولة إلى حامض الكبريتيك (H₂SO₄) ، وتشمل المصادر البشرية الأخرى للكبريت العضوي على سبيل المثال أكوام المناجم ومواقع التخلص من النفايات المنزلية

جدول 14 التغيير في قيم الكبريتات ملغ / لتر (في طبقة السينونيان الآبار المدروسة خلال سنة (2023)).

Forage	SO4
Ain hadji	495
F ain Rahma	680
F Lala mimouna	441
f-centre ade OGX	456
F-Gherbouz 01	500
F-Gherbouz 02	500
f-ifri 01	700
f-EL Nakhil	416
F-Douane	844
F-sokra	950
F-Sokra	480
F-Sidi ben saci	852
F-Ain elouize	788
F Mekhadma 01	720
F Mekhadma 324	464

يتضح من خلال الجدول أن قيم الكبريتات في الآبار تتجاوز القيمة المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) والتي قدرت ب (250 ملغ/لتر)، حيث تراوحت قيم الكبريتات في الآبار المدروسة ما بين (416 ملغ/لتر - 950 ملغ/لتر) كما هو مبين في الجداول السابقة .

5.1 الكربونات الحمضية (HCO_3^-) :

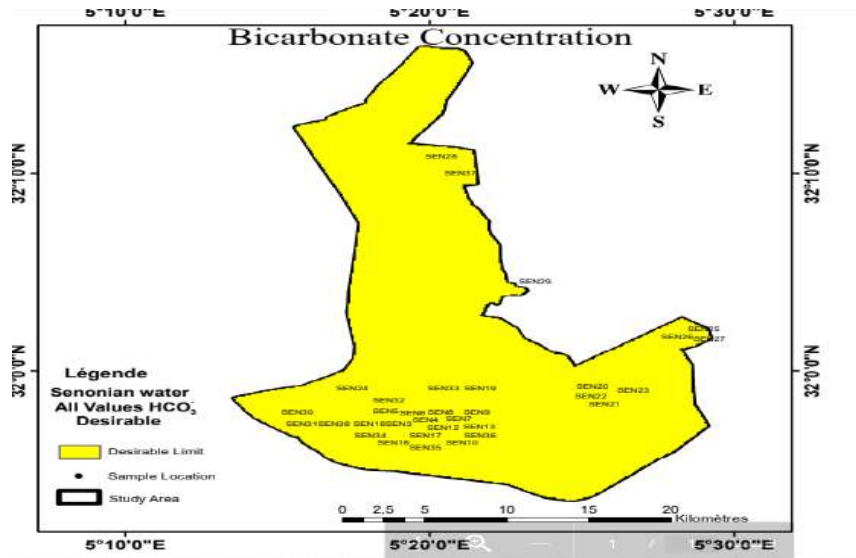
الكربون الحامضي أو البيكربونات (HCO_3^-) هو احد أنواع ثاني أكسيد الكربون المذاب للكربون الغير عضوي وتشمل بقية الأنواع الناتجة من هذه العملية كل من حمض الكربونيك (H_2CO_3) والكربونات (CO_3^{2-}) وغالبا ما يشار إلى هذه الأنواع الثلاثة باسم الكربون الغير عضوي الكلي.

المصادر الرئيسية للكربون الحامضي (HCO_3^-) في المياه الجوفية هي ثاني اوكسيد الكربون في الغلاف الجوي و الناتج من تنفس وتحلل المادة العضوية في التربة والرواسب أو المياه احد مصادر الكربون الغير عضوي والذي ينتج عنه الكربون الحامضي هو ذوبان الصخور الكربونية بواسطة مركبات حامضية، أما المصدر البشري الرئيسي والمباشر هو استخدام الأسمدة الكلسية الكالسييت .

جدول 15 قيم الكربونات الحامضية في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان خلال سنة (2023)

Forage	HCO3
Ain hadji	130,13
F ain Rahma	117,93
F Lala mimouna	126,06
f-centre ade OGX	105,73
F-Gherbouz 01	130,13
F-Gherbouz 02	134,2
f-ifri 01	146,4
f-EL Nakhil	117,93
F-Douane	126,86
F-Cite Essalem	146,4
F-Sokra	105,73
F-Sidi ben saci	105,73
F-Ain elouize	101,66
F Mekhadma 01	184,92
F Mekhadma 324	22,362

رسم توضيحي 9 التغير في قيمة الكربونات الحامضية (ملغ/لتر) في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023).



نلاحظ من خلال الجدول أن قيم الكربونات الحامضية تراوحت ما بين (85.40 ملغ/ لتر - 184.92 ملغ/ لتر) ما بين أن قيمها ضمن الحدود المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب والمقدر ب(1000 ملغ/لتر).

6.1 العكارة:

تعد العكارة تعبيراً جيداً عن مدى ودرجة صفاء المياه العذبة ، فالعكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء وتستخدم كاختبار لقياس مدى جودة المياه بالنسبة للمواد الغروية العالقة عموناً فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة بالنسبة للمياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها غالباً تقاس العكارة لمياه الشرب كاختبار سريع لتحديد جودة المياه المعالجة ومدى احتوائها على مواد غروية أو مواد عالقة تحدد العكارة مدى صلاحية المياه لشرب والاستعمالات المنزلية حيث أن المياه الخالية من المواد الغروية العالقة تكون أكثر قبولاً للمستهلك، إضافة إلى أن وجود عكارة عالية بالمياه تعني احتمال وجود كائنات ممرضة، حيث يمكن أن تختبئ هذه الأخيرة وتحتمي خلال الفراغات الدقيقة جداً في المواد الغروية والعالقة مما يقلل فعالية الكلور

(CL) في القضاء على هذه الكائنات ويؤدي إلى استهلاك كميات كبيرة من الكلور لتطهير المياه.

العوامل التي تعتمد عليها عكارة الماء:

- حجم الحبيبات
- تركيز الحبيبات
- طبيعة سطح الحبيبات

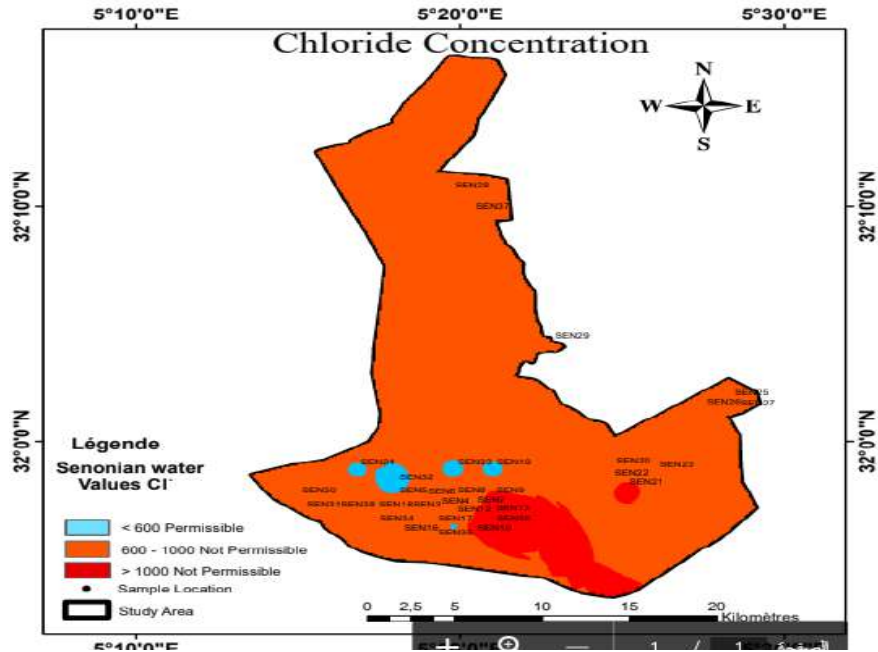
7.1 الكلور (Cl⁻):

الكلور هو الهالوجين الثاني الأكثر وفرة في القشرة الأرضية بعد الفلور، على الرغم من أن أكثر من 75 ٪ من الكمية الكلية موجودة ككلوريد مذاب (Cl⁻) في المحيطات.

يمكن أن يتواجد الكلور في حالات تأكسد مختلفة ولكنه يوجد في التربة والمياه بشكل كامل تقريبا على هيئة ايون كلوريد يستخدم الكلور للمحافظة على الضغط التناظري في الخلايا وتحقيق التوازن بين شحنات الخلايا الكاتيونية ، كما أن الكلور مكون أساسي للأحماض الهاضمة في المعدة وبالتالي هو مهم في عملية الهضم.

جدول 16 قيم الكلور في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان خلال سنة (2023).

Forage	Cl
Ain hadji	608,86
F ain Rahma	799,81
F Lala mimouna	571,87
f-centre ade OGX	639,85
F-Gherbouz 01	756,19
F-Gherbouz 02	783,82
f-ifri 01	799,81
f-EL Nakhil	599,86
F-Douane	1079,75
F-Cite Essalem	1119,74
F-Sokra	554,42
F-Sidi ben saci	1359,69
F-Ain elouize	1299,7
F Mekhadma 01	998,03
F Mekhadma 324	659,85



رسم توضيحي 10 التغيير في قيمة الكلور (ملغ/لتر) في الآبار في طبقة السنونيان خلال سنة (2023).

نلاحظ من خلال الجدول أن قيم الكلور تحطت القيمة المسموح بها من طرف منظمة العالمية لمياه الشرب والمقدرة ب(250 ملغ / لتر).

8.1 المغنسيوم (Mg):

هو فلز قلوي ارضي وله حالة أكسدة واحدة فقط مهمة Mg هو مكون أساسي لتغذية النبات والحيوان ، يستخدم المغنسيوم في البشر والحيوان لإنشاء العظام والأوتار العضلية، وجنبا إلى جنب مع الكالسيوم يلعب دورا في تنظيم نشاط القلب.

يتواجد المغنسيوم عادة في المعادن الملونة الداكنة الموجودة في الصخور النارية مثل البلاجوكليز، البايروكسين، امفيبول ومعادن المايكا داكنة اللون ، في الصخور المتحولة يتواجد أيضا كمكون للكورايت والسريتيتين ، كما يتواجد المغنسيوم أيضا في معظم الصخور الكربونية بكميات كبيرة مثل دولومايت.

المصادر البشرية للمغنسيوم نادرة عموما، في حالة نقص المغنسيوم في المحاصيل الزراعية يتم تعديل محتوى المغنسيوم في التربة من خلال استعمال الجير الدولومايتي أو كبريتات المغنسيوم ، يساهم المغنسيوم في عسرة المياه الكلية وبالتالي فهو غير مرغوب فيه بتراكيز كبيرة في مياه الشرب.

جدول 17 قيم المغنسيوم في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان خلال سنة (2023).

Forage	Mg
Ain hadji	82,63
F ain Rahma	55,9
F Lala mimouna	72,91
f-centre ade OGX	85,06
F-Gherbouz 01	72,91
F-Gherbouz 02	82,83
f-ifri 01	170,13
f-EL Nakhil	87,49
F-Douane	157,98
F-Cite Essalem	72,91
F-Sokra	70,48
F-Sidi ben saci	133,67
F-Ain elouize	170,13
F Mekhadma 01	162,81
F Mekhadma 324	68,04

يتضح من خلال الجدول أن قيم المغنسيوم كانت ضمن القيمة المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب والمقدرة ب(150 ملغ / لتر)، إلا أن بعض الآبار قد تخطت العتبة المسموح بها من طرف المنظمة العالمية لمياه الشرب .

9.1 النترات :

النترات هي مركب للنتروجين في حالة أكسدة - 3 أي أن مصدرها الأساس هو النتروجين، حيث أن الأشكال الرئيسية للنتروجين المذابة هي الأمونيا و النترات ، يعتبر النتروجين مكون أساسي للأحماض النووية والبروتينات والكلوروفيل النباتي، تكون النترات قابلة للذوبان في المياه لأن النترات لا تتفاعل مع جزيئات التربة فإنها تتحرك نوعا ما وتنتقل بسهولة من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال .

على الرغم من كون النتروجين نتروجين مائي مغذي رئيسي غير عضوي ، فهو كأى مادة سام على النباتات والحيوانات والبشر بتركيز عالية ، ومن المعروف أن ارتفاع مستويات النترات أو النتريت في مياه الشرب يسبب اضطرابات دموية قاتلة في الرضع دون ستة أشهر من العمر وتسمى ميثوغلوبينيميا الدم.

11.1 الصلابة:TH

الصلابة أو ما يسمى بعسر المياه كما تسمى أيضا بالقساوة ، كل نوع من المياه يحتوي على تركيز متفاوتة من الأملاح المعدنية خاصة الكالسيوم والمغنسيوم الذين يقدمون للماء صلابة ، تزيد تركيزها عادة في المياه الجوفية حسب مكونات طبقات التربة التي تمر خلالها المياه وتنقسم إلى:

✓ عسر مؤقت:

بسبب أملاح كربونات الكالسيوم أو المغنسيوم التي تذيبها المياه المحتوية على ثاني اوكسيد الكربون يمكن التخلص من هذا العسر بغلي المياه.

✓ عسر دائم:

بسبب أملاح كبريتات الكالسيوم أو كلوريد المغنسيوم التي تذوب بصورة طبيعية في الماء طالما تواجدت في التربة التي تمر خلالها المياه

زيادة تركيز ايونات الكالسيوم و المغنسيوم في الماء يعني زيادة عسر الماء وبالتالي زيادة ترسبات الأملاح و المعادن الثقيلة حيث تؤثر المعادن الموجودة في الماء على صحة الإنسان.

جدول 18 قيم الصلابة في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان خلال سنة (2023).

-Forage	TH
Ain hadji	900
F ain Rahma	1050
F Lala mimouna	850
f-centre ade OGX	720
F-Gherbouz 01	930
F-Gherbouz 02	1060
f-ifri 01	1300
f-EL Nakhil	800
F-Douane	1300
F-Cite Essalem sokra	970
F-Sokra	780
F-Sidi ben saci	1300
F-Ain elouize	1500
F Mekhadma 01	1270
F Mekhadma 324	770

12.1 القلوية TAC:

تعود قلوية الماء إلى وجود البيكربونات والكربونات والهيدروكسيد وتنقسم إلى قلوية بسيطة وقلوية كاملة .

•القلوية البسيطة TA : تعبر عن تواجد الكربونات والهيدروكسيد في الماء.

•القلوية الكاملة TAC : تعبر عن تواجد الكربونات والبيكربونات و الهيدروكسيد في الماء.

يعتبر الأس الهيدروجيني PH دليلا لقلوية الماء حيث تنعدم القلوية البسيطة TA في حالة PH يساوي 3.2 وهذا يعني أن تركيز الهيدروكسيد والكربونات معدوم ، في هذه الحالة تصبح القلوية الكاملة للماء TAC متعلقة فقط بكمية البيكربونات ، وتقدر قلوية الماء بالدرجة الفرنسية (F°).

جدول 19 قيم TAC في الآبار المدروسة في طبقة السينونيان خلال سنة (2023).

Forage	TAC
Ain hadji	106,66
F ain Rahma	96,66
F Lala mimouna	103,33
f-centre ade OGX	86,66
F-Gherbouz 01	106,66
F-Gherbouz 02	110
f-ifri 01	120
f-EL Nakhil	96,66
F-Douane	103,33
F-Cite Essalem	120
F-Sokra	85,66
F-Sidi ben saci	86,66
F-Ain elouize	83,33
F Mekhadma 01	151,57
F Mekhadma 324	18,33

تمت الدراسة الإحصائية لمجموعة المعايير الفيزيوكيميائية التالية:

الأس الهيدروجيني PH ، الناقلية COND ، العكارة TUR ، الكالسيوم Ca^{+2} ، الكلور Cl^{-} ، الكربونات الحامضية HCO_3 ، الكبريتات SO_4 ، المغنسيوم $Mg+2$ ، الصلابة TH، القلوية TAC لجميع الآبار المذكورة سابقا .

جدول 20. الدراسة الإحصائية للمعايير الفيزيوكيميائية:

Cl^{-}	HCO_3	Mg^{+}	Ca^{+}	TH		COND	PH	
423.23	22.36	55.90	148.29	720.00	1735.00		7.08	اقل قيمة
1359.69	200.33	170.13	344.68	1500.00	5910.00		7.99	اكبر قيمة
792.09	125.55	102.64	231.61	1010.53	358.50		7.34	الوسيط
219.73	28.63	32.28	51.88	212.55	1011.56		0.19	الانحراف المعياري

2. معامل الارتباط

عبارة عن عملية رياضية خاصة بتحليل البيانات تقوم بتحويل عدد كبير من البيانات المترابطة إلى عدد اقل من المتغيرات غير المترابطة.

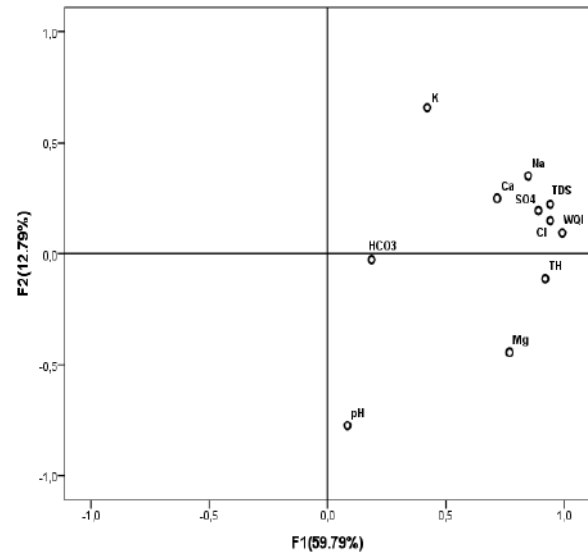
أما الارتباط فهو عبارة عن العلاقة بين متغيرين أو أكثر، يمكن استخدام عدة طرق لمعامل الارتباط نذكر منها:

❖ معامل الارتباط لبيرسون Pearson :

هو قياس الارتباط بين متغيرين مقاسان بقياس كمي يعبر عن قوة العلاقة بينهما، حيث 1 يشير إلى خط تنازل ايجابي إما 0 يشير إلى أن المتغيران ليس لهما أي علاقة خطية.

مصنوفة الارتباط لبيرسون في الآبار المدروسة في طبقة السنونيان

a	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	HCO3	pH	TDS	TH	WQI
Ca	1,0										
Mg	0,31	1,0									
Na	0,55	0,46	1,0								
K	0,24	0,07	0,64	1,0							
Cl	0,67	0,65	0,88	0,47	1,0						
SO4	0,58	0,59	0,87	0,57	0,81	1,0					
HCO3	0,07	0,22	0,08	0,14	0,15	0,18	1,0				
pH	-0,23	0,25	-0,07	-0,20	-0,04	0,01	-0,07	1,0			
TDS	0,72	0,60	0,91	0,51	0,94	0,85	0,09	-0,07	1,0		
TH	0,79	0,75	0,64	0,20	0,80	0,74	0,17	0,04	0,81	1,0	
WQI	0,76	0,71	0,86	0,45	0,95	0,89	0,16	-0,01	0,95	0,93	1,0



من خلال الرسم نلاحظ من خلال مصنوفة بيرسون في طبقة السنونيان أن جودة المياه لديها علاقة ايجابية قوية مع جميع

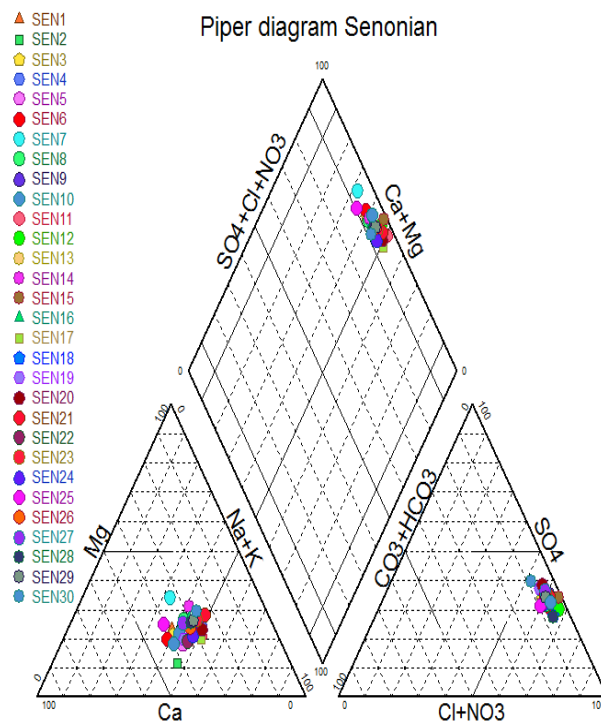
العناصر الكيميائية ماعدا البوتاسيوم (k) والكربونات الحمضية (Hco3)

3. دراسة هيدروكيميائية

غالبا ما تكون نتائج التحاليل المجدولة غير كافية لمزيد من التفسير لتكوين المياه لأنه من الصعب الحصول على نظرة عامة فورية من خلال البيانات، لذلك ولتسهيل تفسير تركيب المياه غالبا ما يتم عرض التراكيز في المياه بيانيا حيث أن الرسوم الشائعة المفيدة في عرض نتائج التحليل لتكوين المياه هي رسوم بيانية Piper باير , وستيف Stiff .

1.3. تخطيط باير diagramme de piper :

يتكون تخطيط باير من رسمين بيانيين يعرضان الإسهام النسبي لمختلف الكاتيونات والايونات، يتم إنشاء مخطط باير البياني من حساب المساهمات النسبية لأجمالي الشحنة لكل الكاتيونات والايونات ورسمها في مخطط ثلاثي بعد ذلك يتم استقراء نقاط البيانات من كلا المثلثين إلى الشكل المعياري بإتباع خطوط موازية للحدود الخارجية حتى تتقاطع، حجم النقطة في المثلثين والمعين تمثل الكمية الإجمالية للمواد الصلبة الذائبة والتوصيل الكهربائي للعينة، موقع النقطة في المعين يكشف عن نوعية المياه .

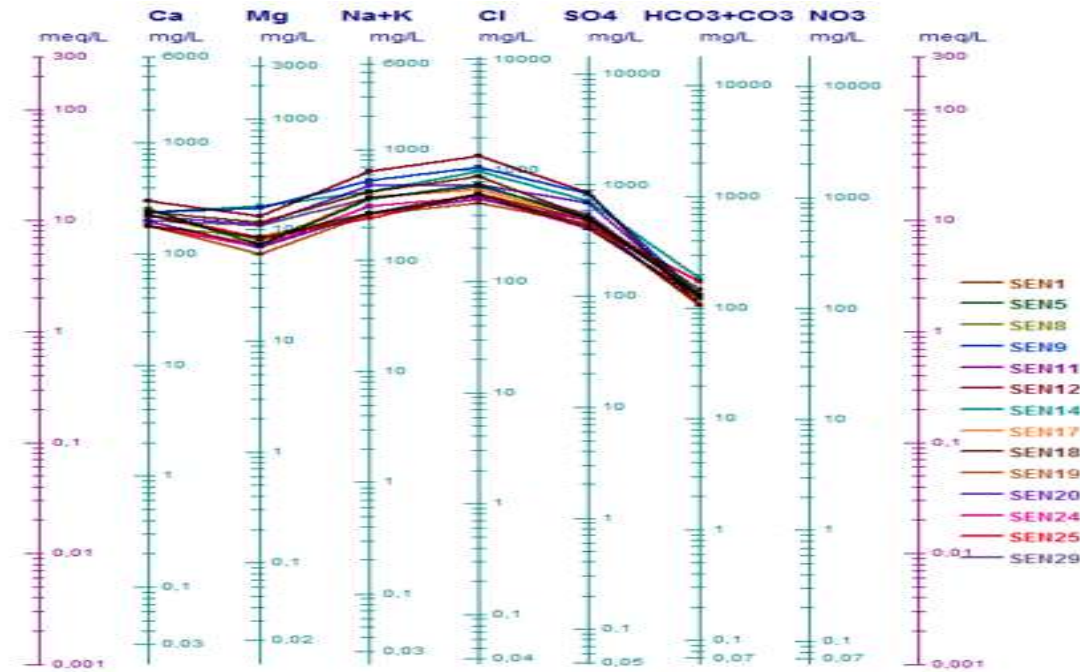


رسم توضيحي 11 تخطيط باير للأبار المدروسة في طبقة السنونيان

من المخطط الشكل 11 نلاحظ أن أغلب النقاط المتمثلة لعينات وقعت متقاربة بجانب بعضها البعض مما يدل على تجانس نوعية المياه إلى حد ما في منطقة البحث . حيث إن جميع العينات المحللة تقع في المثلث العلوي من المعين ، وهي تتمتع بخواص ثانوية تسيطر فيها شوارد السولفات على شوارد الصوديوم البوتاسيوم .

2.3. الرسم البياني Schöeller-Barkaloff:

مخطط يسمح بالتعرف على صفات المياه الجوفية، وذلك باستخدام تراكيز العناصر الرئيسية وترجمتها إلى أعمدة بيانية ذات مقاييس لوغرامية، كما يمكننا من رؤية تطور المياه، وهو مفيد لتمثيل التحليلات الأخرى.



رسم توضيحي 12 تخطيط Schöeller-Barkaloff: للآبار المدروسة في طبقة السنونيان

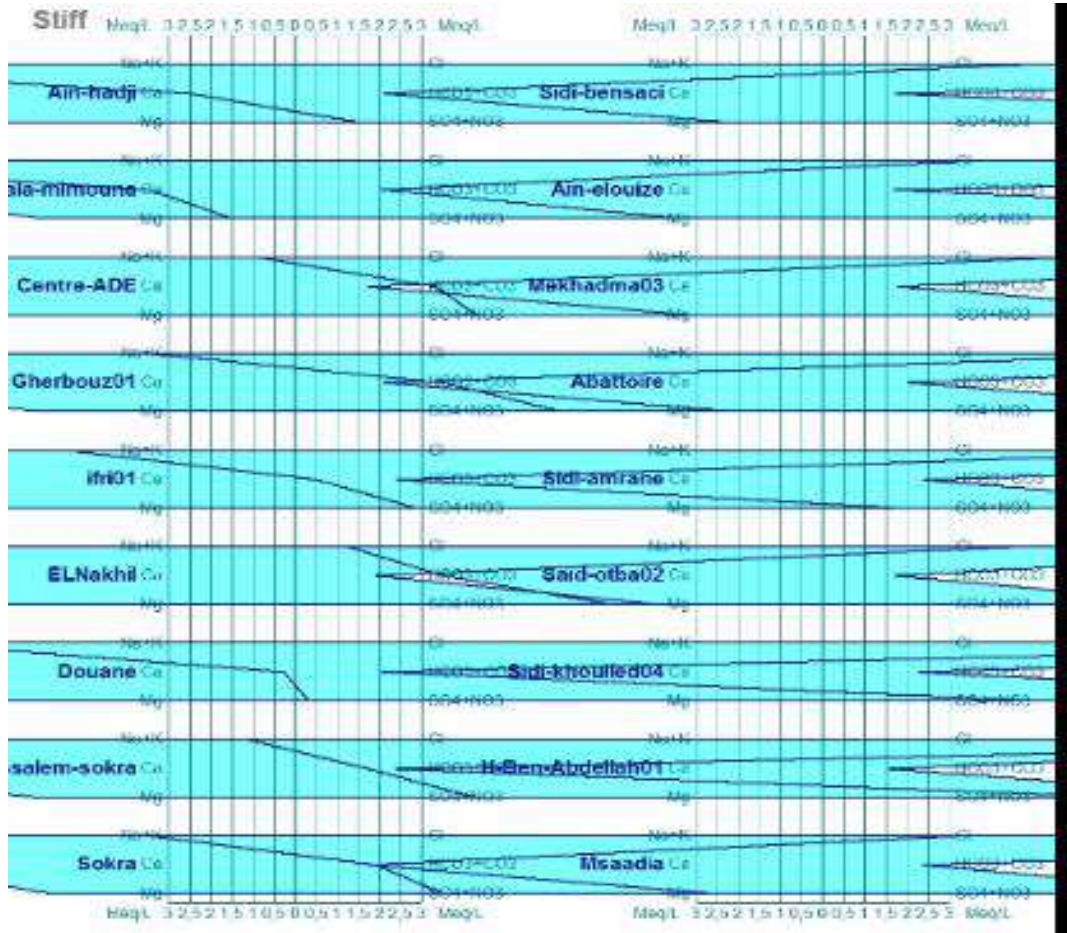
✓ من خلال الشكل 12 نلاحظ وجود قيم متفاوتة للكالسيوم تتدرج بين (10 و 1000) ميل غرام/ لتر (mg/ l) وتراكيز المغنيزيوم تبدو أقل من تراكيز الكالسيوم، ونلاحظ ارتفاعا كبيرا لتراكيز الصوديوم والبوتاسيوم، والكلوريد يظهر أيضا قيم مرتفعة (دليل على الملوحة العالية) .

✓ يمكننا القول أن نوعية المياه الجوفية في هذه العينات تظهر تباينا ملحوظا في تراكيز الأيونات مع ارتفاع واضح في تراكيز الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد، مما يشير الى تأثير المياه بعوامل خارجية مثل التلوث.

3.3. الرسم البياني Stiff:

يتم تشييد مخطط ستيف من خلال التعبير عن تراكيز الكاتيونات والايونات في ملي مكافئ لكل لتر، والتي ترسم لاحقا على ثلاثة محاور كما هو مبين في الشكل

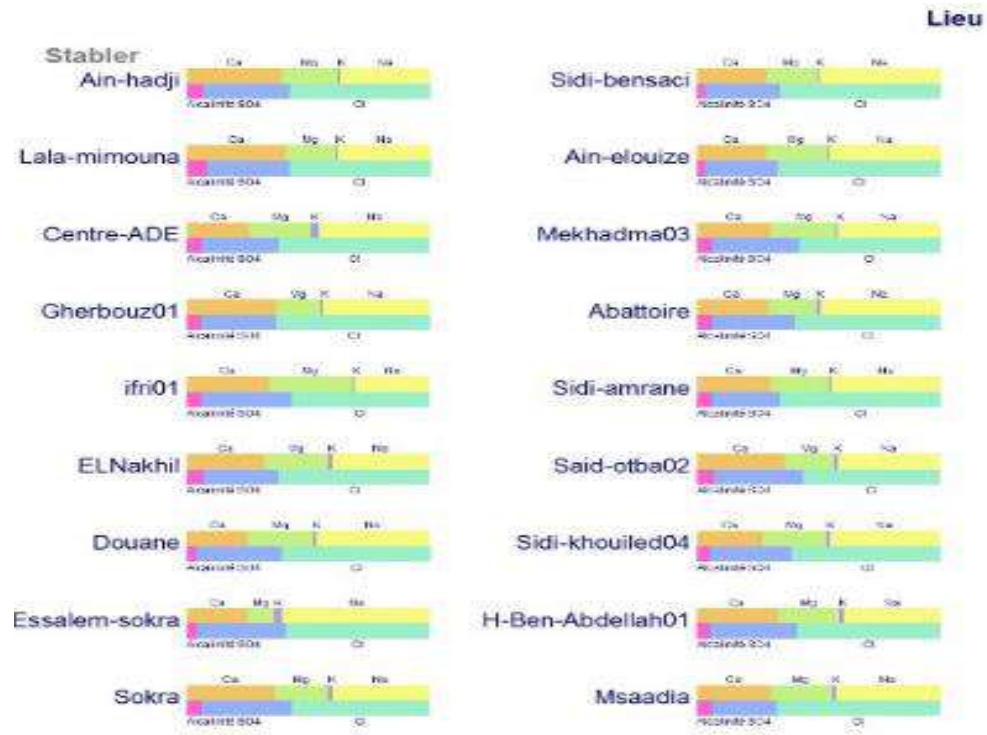
رسم توضيحي 13 مخطط ستيف في طبقة السينونيان



يبين الشكل السابق المتعلق بمخطط ستيف بأنه يوجد تنوع بين تراكيز العينات مما يعكس التباين في نوعية المياه الجوفية المدروسة، يوجد أيضا عينات تظهر نمطا متشابها شكل مضع مما يشير إلى تشابه في مصادر المياه أو العوامل المؤثرة عليها مثل (SEN 1-SEN12-SEN13)، وهناك عينات مختلفة مثل (SEN9-SEN11) وهذا يدل على أنها تختلف في مصدر المياه أو وجود تلوث محلي، ويمكن ملاحظة وجود توازن بين الكاتيونات والايونات في بعض العينات

4.3. الرسم البياني Stabler:

يتم استخدام مخطط Stabler-Collins لتحديد الفوارق المختلفة بين المواقع (القلوية، أملاح الأحماض القلوية)



مخطط Stabler في طبقة السينونيان

رسم توضيحي 14

الخاتمة

الخاتمة

في الجنوب الجزائري، المياه الجوفية هي المصدر الوحيد لتزويد السكان بالمياه الصالحة للشرب. إلا أن تركيزها في أغلب الأملاح المعدنية (K^+ , Na^+ , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , F^-) تحد من صلاحيتها للشرب، مما يستوجب معالجتها إلى الحد المسموح به، وفق مواصفات المنظمة العالمية للصحة (OMS) أو معايير السوق الأوروبية المشتركة (CE) أو الوطنية.

تمت هذه الدراسة بهدف تقييم جودة مياه الآبار لولاية ورقلة، وذلك من خلال دراسة المعايير الفيزيائية والكيميائية و نستنتج من هذه الدراسة ما يلي: التحاليل الفيزيائية والكيميائية المتحصل عليها من طرف الوكالة الوطنية للمياه للآبار المدروسة من 2018 إلى 2024 ، معظم الآبار تفوق تركيز المعايير وخاصة في عنصر الكلور فهي تخطت القيم المسموح بها حسب منظمة الصحة العالمية ، نفس الامر بالنسبة للعسر المياه في كل الآبار فهي تفوق معايير الموصى بها من منظمة العالمية، وذلك راجع في الأساس إلى الطبيعة الجيولوجية للآبار وموقعها الجغرافي.

المصادر والمراجع

المصادر والمراجع

1. تعريف منطقة الدراسة (نزع أيونات الفلوريد من المياه الصالحة للشرب في منطقة ورقلة باستعمال الجير وكبريتات الألمنيوم، بلعالم عبد اللطيف، دفعة 2016/2017، ص2)
2. التضاريس والوضعية الجيولوجية والهيدرولوجية (نفس المذكرة ص 4و5)
3. دراسة السكان، مذكرة ماستر، حوكمة وتسيير المياه الصالحة للشرب دراسة حالة ولاية ورقلة، 2020/2019، ص51
4. العوامل المناخية (محطة الأرصاد الجوية لولاية ورقلة)
5. تعريف المياه الشرب، دلائل جودة مياه الشرب، المكتب الإقليمي للشرق الأوسط، الجزء1، ط2، مجلد رقم 1، ص6
6. العوامل الفيزيائية والكيميائية (اماني إيمان، بوكلبة نور اليقين، دراسة خصائص الفيزيوكيميائية للمياه المعدنية ومياه المنابع المعبأة في الجنوب الجزائري، مذكرة ماستر 2019، جامعة قاصدي مرباح ورقلة
7. الدكتور ناصر الحايك، كتاب مدخل الى كيمياء المياه (تلوث - معالجة - تحليل)، صفحة 34.
8. تعريف العناصر المنحلة في الماء (قيس باوية، معالجة عسرة طبقة الألبان: حوصلة تجريبية وإمكانية استغلال النتائج في منطقة وادد ريغ، مذكرة ماجستير، جامعة قاصدي مرباح - ورقلة - 2004
9. تلوث وأنواعه: محمد عثمان علي محمد، جودة مياه الشرب (تلوث، معالجة، تحليل)
10. دورة المياه: (دورة المياه الهيدرولوجية)
11. المياه سائل الحياة، عبد الله محمد الرحيلي، إبراهيم بن سعد الجضعي، عمليات تنقية المياه، مجلة العلوم والتقنية، الجزء1، العدد 43، نوفمبر 1997
12. تقييم تركيز الخصائص الفيزيوكيميائية ومقارنتها مع نتائج السنوات السابقة من أهم الأنقاب المستخدمة في منطقة عين مليلة (ولاية ام البواقي) وتقييم أثرها على النظام البيئي (عوابدية باسم، بلمانع شمس الدين 2021/2022)
13. الدكتور محمود فاضل الجميلي، سلوى هادي أحمد 2018
14. تقرير تربص ميداني في مخبر الوكالة الوطنية للمياه (عبادة ريان، سعداوي جهيدة).
15. المياه السطحية والجوفية (محمد عثمان علي محمد، جودة مياه الشرب (تلوث، معالجة، تحليل)، جامعة الخرطوم للطباعة والنشر، كلية الهندسة، السودان، 2017، ص14
16. صلاح مفتاح عبد الله حمد . دليل إدارة المياه الجوفية (2020).
17. (عبد المنعم سليمان، كتاب المياه الجوفية 2015).
18. (ماهر جورجي نسيم 2007)
19. (رغدة كوثر، 2018)

