

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم هندسة الطرائق

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ماستر اكايمي

ميدان: علوم و تكنولوجيا

فرع : هندسة طرائق

تخصص: هندسة كيميائية

إعداد:

عباني حليلة السعدية

زيان كلثوم

بعنوان:

**Etude géochimique de la pollution azoteque et minérale des
Eaux souterraines dans les zones arides (Sahara septentrional)
D'Algérie.**

نوقشت يوم: 2023/06/14

لجنة المناقشة:

رئيسا	UK MO	Pr	ببة أحمد عبد الحفيظ
مناقشا	UKMO	MCB	حسيني زينب
مشرفا	UKMO	MCA	شوقي مراد

السنة الجامعية: 2023/2022

الاهداء

الى شمعة حياتي السيدة التي قاتلت من اجلي و رافقتني في كل خطوة في رحلتي
التعليمية عزيزتي امي التي اعطتني الحب و الأمل.

الى والدي العزيز الذي احبني دائما.

الى اخوتي و اخواتي الاعزاء الذين كانوا سنداً لي.

لعائلتي التي اعطتني الحب و الدعم الذي حفزني على اكمال دراستي.

الى اعز اصدقائي.

شكر و تقدير

اللهم لك الحمد و الشكر ان سددت خطانا و أنرت لنا درب العلم و المعرفة و أعنتنا على انجاز هذا العمل و نسألك تعالى أن تجعله في ميزان حسناتنا و صالح اعمالنا .

نتقدم بجزيل الشكر للأستاذ شوقي مراد لقبوله الاشراف على هذا العمل. و على النصائح والتوجيهات التي قدمها لنا طيلة هذا المشوار لإتمام بحثنا هذا، كما نشكر لجنة المناقشة.

ونشكر فريق مخبر ADE على توجيهاتهم ونصائحهم وكل المعلمين والاساتذة الذين ساهموا في تعليمنا في كامل المراحل من المسجد الى الجامعة وكل من شجعنا ووقف بجانبنا وكان عوناً لنا في مشوارنا الدراسي.

المخلص:

الهدف من هذه الدراسة معرفة جودة المياه الجوفية في منطقة ورقلة (الصحراء الشمالية), وذلك بدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لعدد من عينات مأخوذة من آبار الشرب ومعرفة مصادر التلوث المعدني والعضوي فيها ومحاولة الحد منه , وذلك باستخدام برنامج مختص لعرض خرائط كونتورية تبين توزيع تراكيز العناصر الكيميائية (عضوية ومعدنية) للوصول الى تفسير منطقي . تبين لنا من خلال هذه الدراسة أن تراكيز العناصر العضوية (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+) بالإضافة الى Mg^{+2} مطابق للمعايير العالمية والوطنية, وكذا عنصر الحديد ماعدا P3 (بئر أم الرانب). اما فيما يخص تراكيز العناصر المعدنية Ca^{+2} , K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{-2} (TH) فاقت كل المعايير المعتمدة لمياه الشرب. كما تتميز منطقة ورقلة بمؤشر تلوث عضوي ضعيف في كل من منطقة حاسي ميلود 2, فران 2, غربوز 1, الحدب 2, ومتوسط في باقي المناطق , غير أن مؤشر التلوث المعدني سجل مستويات قوية جدا في منطقة افري 3 , قوية في الخفجي, أم الرانب, حاسي بن عبد الله 1, قصر الشط, حاسي الشتاء و متوسطة في حاسي ميلود 2, فران 2, الحدب 2 و مستوى تلوث ضعيف في منطقة غربوز 1.

الكلمات المفتاحية: تلوث , ورقلة , معدني , عضوي, مياه جوفية.

Résumé:

Le but de ce travail est de connaitre la qualité des eaux souterraines de la région de Ouargla (Sahara septentrional), avec une étude physicochimique de certains nombres d'échantillons pris des forages AEP de Ouargla .Ainsi que l'évolution de degré de pollution organique et minérale et on essaie de de lutter contre cette pollution. On utilise un logiciel dénommé Surfer 25 qui ne donne des cartes d'évolution des concentrations des anions et des cations de notre région d'étude. D'après nous résultats des analyses on a trouvé que les concentrations des polluants organiques (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+) sont on normes mondiales nationales. Mais on ce qui concerne les polluants minéraux (Ca^{+2} , K^+ , Na^+ , Cl^- , SO_4^{-2} TH) dépassent la norme de potabilité. On a trouvé que la région de Ouargla ce caractérise à un indice de pollution organique faible a Hassi mailoud 2 , Frane 2, Gherbouze1, Lhdab 2 et un indice moyen dans les reste region , par contre des indices de pollution minérales très élevés à la région de Ifri 3, et indice forte à khefje, Oum ranneb, Hassi benabdallah1, Ksar chatte, Hassi chta et un indice moyen a Hassi mailoud 2, Frane 2, Lhdab 2 et un indice faible a la région de Gherbouze 1.

Mots clés: Pollution, Ouargla, minéral, organique, eaux souterraines.

Abstract:

The aim of this study is to know the quality of groundwater in the region of Ouargla (eastern desert), by studying the physicochemical characteristics of a number of samples taken from drinking wells and knowing the extent and sources of mineral and organic pollution in them and trying to reduce it, using a specialized program to display contour maps showing the distribution of concentrations of chemical elements (organic and mineral) to reach a logical explanation. Through this study, it was found that the concentration of organic elements (NO^-2 , NO^-3 NH^+4) in addition to Mg^+2 conforms to international and national standards, as well as the iron element, except for P3 (Oum Ranneb well). As for the concentrations of mineral elements (Ca^+2 , K^+ , Na^+ Cl^- TH SO_4^-2) it exceeded all approved standards for drinking water. The region of Ouargla is characterized by a weak organic pollution index in Hassi mailoud 2, Frane 2, Gherbouze1, Lhdab 2 and a medium in the rest of the regions, but the metal pollution index recorded very strong levels in Afri 3, strong in khefje, Oum ranneb, Hassi benabdallah1, Ksar shatte, Hassi shtaa and a medium in Hassi mailoud 2, Frane 2, Lhdab 2 and a weak level in Gharbous 1.

Keywords: Pollution, Ouargla, mineral, organic, groundwater.

قائمة الجداول:

الصفحة	العنوان	الرقم
5	بلديات ولاية ورقلة	1.I
6	المعطيات المناخية للمنطقة لسنة 2022	2.I
32	يمثل الجدول احداثيات وتاريخ أخذ العينات من الابار المدروسة	1.IV
33	المعايير العالمية لجودة المياه	2.IV
46	تصنيف التلوث المعدني	3.IV
49	تصنيف التلوث العضوي	4.IV

قائمة الاشكال:

الصفحة	العنوان	الرقم
4	خريطة ولاية ورقلة	1.I
7	تغير درجات الحرارة لمنطقة ورقلة لسنة 2022	2.I
7	متوسط هطول الامطار	3.I
8	تغير سرعة الرياح	4.I
8	التغير في التبخر في منطقة ورقلة	5.I
9	التغير في نسبة الرطوبة	6.I
10	مقطع هيدروغرافي لمختلف الطبقات المائية للجنوب الشرقي	7.I
14	دورة الماء في الطبيعة	1.II
14	جزئ الماء	2.II
15	الحالات الفيزيائية للماء	3.II
34	تغيرات اللون في الآبار المدروسة	1.IV
34	قيم الأس الهيدروجيني في الآبار المدروسة	2.IV
35	قيم الناقلية في الابار المدروسة	3.IV
35	قيم العكارة في الابار المدروسة	4.IV
36	تركيز البقايا الجافة في الابار المدروسة	5.IV
36	تركيز شوارد الكالسيوم في الآبار المدروسة	6.IV
37	تركيز شوارد المغنيزيوم في الآبار المدروسة	7.IV
38	القساوة الكلية في الابار المدروسة	8.IV
38	تركيز الصوديوم في الآبار المدروسة	9.IV
39	تركيز البوتاسيوم في الآبار المدروسة	10.IV
39	تركيز شوارد الحديد في الآبار المدروسة	11.IV
40	تركيز شوارد الكلور في الآبار المدروسة	12.IV
40	تركيز شوارد الكبريتات في الآبار المدروسة	13.IV
41	تركيز شوارد البيكربونات في الآبار المدروسة	14.IV
42	تركيز شوارد النترات في الآبار المدروسة	15.IV
42	تركيز شوارد النتريت في الآبار المدروسة	16.IV
43	تركيز شوارد الأمونيوم في الآبار المدروسة	17.IV
43	القلوية الكلية في الآبار المدروسة	18.IV

44	التوازن الشاردي في الأبار المدروسة	19.IV
44	تغيرات الصوديوم	20.IV
44	تغيرات الكالسيوم	21.IV
45	تغيرات الكلور	22.IV
45	تغيرات البوتاسيوم	23.IV
45	تغيرات البيكربونات	24.IV
45	تغيرات المغنزيوم	25.IV
46	تغيرات الكبريتات	26.IV
47	خريطة تغيرات مؤشر التلوث المعدني في الأبار المدروسة	27.IV
48	تغيرات النتريت	28.IV
48	تغيرات النترات	29.IV
48	تغيرات الأمونيوم	30.IV
49	خريطة تغيرات مؤشر التلوث العضوي في الأبار المدروسة	31.IV
50	تغيرات IPO في الأبار المدروسة	32.IV
50	تغيرات IPO سنة 2016	33.IV

الفهرس

1.....	مقدمة:
3.....	الفصل الاول: دراسة عامة و هيدروجيولوجية لمنطقة ورقلة
4.....	1.I تمهيد:
4.....	الاطار الجيولوجي للمنطقة.
4.....	2.I. وصف منطقة الدراسة (ولاية ورقلة):
4.....	1.2.I. الخصائص الجغرافية:
5.....	2.2. I حدودها الجغرافية:
5.....	3.I. الخصائص المناخية:
6.....	1.3.I. درجة الحرارة:
7.....	2.3.I. التساقط:
8.....	3.3.I. سرعة الرياح:
8.....	4.3.I. التبخر:
9.....	5.3.I. الرطوبة:
9.....	6.3.I. الاضاءة:
9.....	4.I. الحوض الهيدروغرافي للصحراء :
10.....	5. I الإطار الجيولوجي و الهيدروجيولوجي لمنطقة الدراسة:
10.....	6.I. الموارد المائية في حوض الصحراء:
11.....	1.6. I. المياه السطحية:
11.....	2.6.I. المياه الجوفية:
13.....	1.II تمهيد:
13.....	2.II. مصادر المياه:

- 13.....1.2.II المياہ السطحية:
- 13.....2.2.II المياہ الجوفية:
- 13.....3.III دورة الماء في الطبيعة:
- 14.....4.II التركيب الجزيئي للماء النقي :
- 15.....5.II الحالات الفيزيائية للماء:
- 15.....6.II مواصفات المياہ الفيزيوكيميائية:
- 15.....1.6.II المواصفات الفيزيائية:
- 16.....2.6.II العناصر الأساسية للماء:
- 18.....7.II تعريف تلوث المياہ:
- 18.....8.II مصادر أنواع التلوث (حسب التوزيع الجغرافي):
- 18.....1.8.II المصادر المحددة (النقطية):
- 18.....2.8.II المصادر غير المحددة (غير النقطية):
- 18.....9.II مصادر التلوث:
- 18.....1.9.II التلوث الطبيعي:
- 19.....2.9.II التلوث المنزلي:
- 19.....3.9.II التلوث الصناعي:
- 19.....4.9.II التلوث الزراعي:
- 19.....1.10.II الملوثات العضوية:
- 20.....2.10.II التلوث بالأملاح المعدنية:
- 20.....3.10.II المعادن الثقيلة:
- 22.....1.III تمهيد
- 22.....2.III طرق أخذ العينات:

22.....	3.III التحاليل الفيزيائية و الكيميائية:
22.....	1.3.III التحاليل الفيزيائية:
23.....	3.2.III التحاليل الكيميائية:
32.....	1. IV تمهيد:
32.....	2. IV مناطق أخذ العينات:
34.....	3.IV الخصائص الفيزيائية:
34.....	1.3.IV اللون:
34.....	2. 3. IV الأس الهيدروجيني:
35.....	3.3. IV الناقلية:
35.....	4. 3. IV العكارة:
36.....	5. 3. IV البقايا الجافة:
36.....	4. IV الخصائص الكيميائية:
36.....	1. 4. IV العناصر المعدنية:
42.....	2. 4. IV لعناصر العضوية:
44.....	5. IV التطور المكاني للملوثات :
44.....	1. 5. IV الملوثات المعدنية :
48.....	2.5. IV الملوثات العضوية :
50.....	3.5. IV مقارنة بين نتائج الدراسة الحالية ونتائج الدراسة في 2016 :
51.....	الخاتمة:
52.....	المراجع:
56.....	الملحق:

مقدمة:

يقول الله سبحانه وتعالى في كتابه العزيز ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾ [1] كلنا نعرف عن أهمية الماء ودوره للإنسان والحيوان والنبات ومدى إستمرارية الحياة لذا أصبح جليا دراسة توافره وكيفية استغلاله بطرق رشيدة لأن أي سوء استخدام يؤدي بضررا جسيم على المستوى العالمي، الاقليمي والمحلي مما يجعله محل دراسة الباحثين.

تمتاز منطقة دراستنا (ولاية ورقلة) بمخزون مياه جوفي غني في طبقتيها (المركب النهائي والمتداخل القاري) يعتبر هذا المخزون ثروة طبيعية وهو المصدر الأساسي لتزويد المنطقة بماء الشرب, مما جعلنا أمام تحدي الحفاظ على هذه الثروة من التلوث المحيط بها. كما تمتاز المنطقة بصخور رسوبية كلسية قاسية تعلوها طبقات صخور رملية. [2]

كما تشير الدراسات التي أجريت من طرف الوكالة الوطنية للموارد المائية والحوض الهيدروغرافي للصحراء حول الاحتياطات المائية واستغلالها, أن منطقة الصحراء عموما ومنها ورقلة تستخرج سنويا أكثر من 1.5 مليار م³ توجه منها نسبة 80% للقطاع الفلاحي ضف الى ذلك نسب الماء الموجه للاستعمال الصناعي والزراعي [3]. تعتبر هذه الثروة غير متجددة قابلة للاستنزاف لندرة التساقط ودرجة الحرارة المرتفعة, ومعرضة للتلوث المعدني والعضوي على المدى البعيد لطبيعة المنطقة الفلاحية.

في دراستنا هذه ركزنا على دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للماء الموجه للإستهلاك البشري (الماء الشروب) ومؤشر التلوث في المنطقة والدراسة الهيدروجيوكيميائية للتلوث المعدني والعضوي يتكون هذا العمل من:

الجانب نظري:

الفصل الأول : دراسة عامة وهيدروجيولوجية للمنطقة

الفصل الثاني : عموميات حول المياه وتلوث المياه

الجانب التطبيقي:

الفصل الثالث : طرق و مواد

الفصل الرابع : النتائج والمناقشة

الجزء النظري

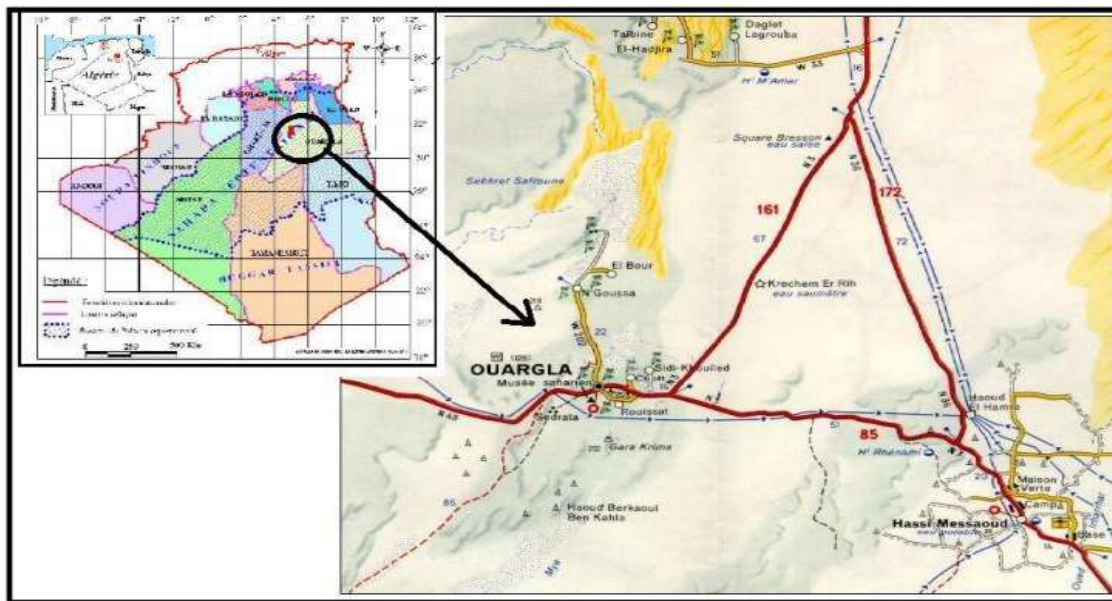
الفصل الاول: دراسة عامة و هيدروجيولوجية
لمنطقة ورقلة

1.I. تمهيد:

في هذا الفصل سنتطرق الي بعض الجوانب المتعلقة بولاية ورقلة كالخصائص الجغرافية و المناخية بالاضافة الاطار الجيولوجي للمنطقة.

2.I. وصف منطقة الدراسة (ولاية ورقلة):**1.2.I. الخصائص الجغرافية:**

تقع ولاية ورقلة جنوب شرق الجزائر , ما بين خطي عرض 32° و 57° شمالا, و ما بين خطي طول, 5° و 20° شرقا, تبعد عن العاصمة الجزائرية ب 800 كم, و تقدر مساحتها ب 163233 كلم²[4]



الشكل 1.I: خريطة ولاية ورقلة [5]

جغرافيا: يتم تحديد الحدود الجغرافية لحوض ولاية ورقلة بالإحداثيات التالية: [6]

$$X_{min} = 710\ 000 ; Y_{min} = 3\ 530\ 000$$

$$X_{max} = 730\ 000 ; Y_{max} = 3\ 600\ 000$$

I. 2.2. حدودها الجغرافية:

شمالا: ولاية الواد , ولاية تقرت.

غربا: ولاية غرداية, ولاية المنيعه.

جنوبا: ولاية ايليزي , ولاية عين صالح.

شرقا: الحدود التونسية.

الجدول 1.I: بلديات ولاية ورقلة [6]

البلديات	الجهات المحلية
ورقلة	بني ثور, المخادمة , القصر , بامنديل , سعيد عتبة , حاسي ميلود , بور الهيشة , المنطقة الصناعية
نقوسة	البور , غرس بوغفالة , الارباع
عين البيضاء	عين البيضاء , الشط , عجاجة
سيدي خويلد	سيدي خويلد , أم الرانب , عوينة موسى
رويسات	رويسات , الحدب , سكرة
حاسي بن عبد الله	حاسي بن عبد الله

I. 3. الخصائص المناخية:

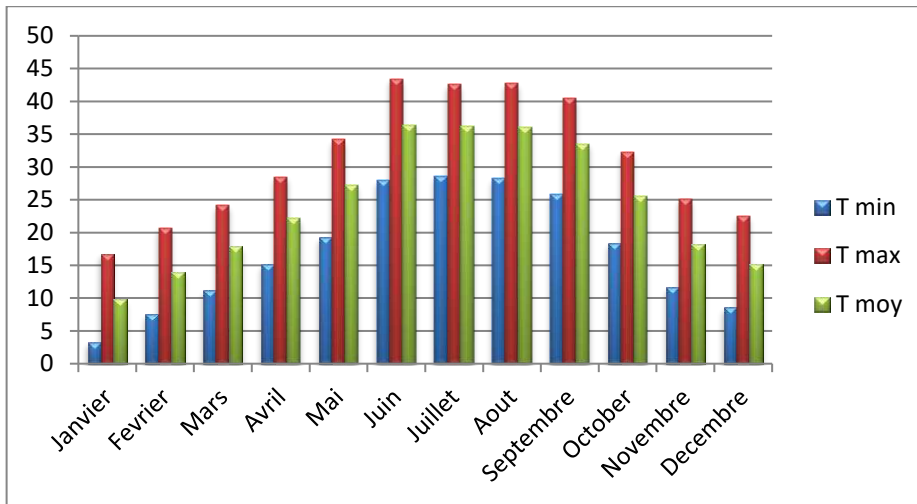
تمتاز منطقة ورقلة بمناخ صحراوي , شتاء معتدل و صيف شديد الحرارة. [4]

جدول 2.I: المعطيات المناخية للمنطقة لسنة 2022 [7]

سرعة الرياح Km/h	الرطوبة %	التساقط mm	درجة الحرارة			
			T _{min} C°	T _{max} C°	T _{moy} C°	
9.5	46.9	0	3.2	16	9.8	جانفي
9	37.8	0	7.5	20.7	14	فيفري
7.2	32.2	0.51	11.1	24.1	17.9	مارس
6.6	27.8	0.25	15.1	28.5	22.1	أفريل
8.8	20.6	0.5	19.2	34.2	27.3	ماي
9.4	13	0	27.9	43.4	36.4	جوان
9.4	15.9	0	28.6	42.6	36.2	جويلية
9.1	18.2	0	28.3	42.8	36	أوت
8.9	21.3	0	25.8	40.5	33.5	سبتمبر
9.3	30	0	18.4	32.3	25.5	أكتوبر
8.9	33.4	0	11.6	25.1	18.2	نوفمبر
9.5	47.1	1.01	8.6	22.5	15.2	ديسمبر

1.3.I. درجة الحرارة:

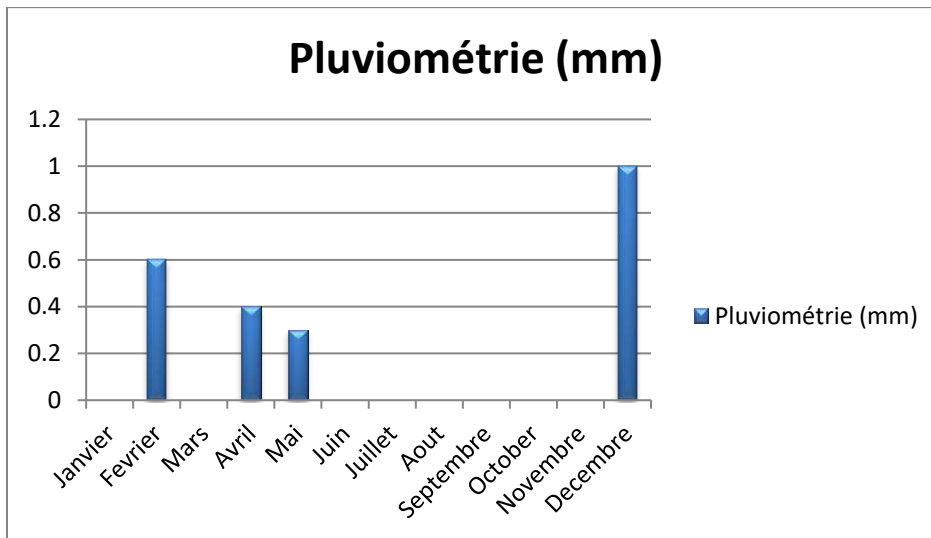
تلعب درجة الحرارة دورا رئيسيا في المناخ، و هي عامل محدد في حساب توازن الماء. [8] يوضح الشكل 3 التغيرات في درجة الحرارة لمنطقة ورقلة حيث سجلت اقل درجة حرارة متوسطة في شهر جانفي (9.8°C) و أعلى درجة حرارة متوسطة في جوان (36.4°C).



الشكل 2.I: تغير درجات الحرارة لمنطقة ورقلة لسنة 2022 [7]

2.3.I. التساقط:

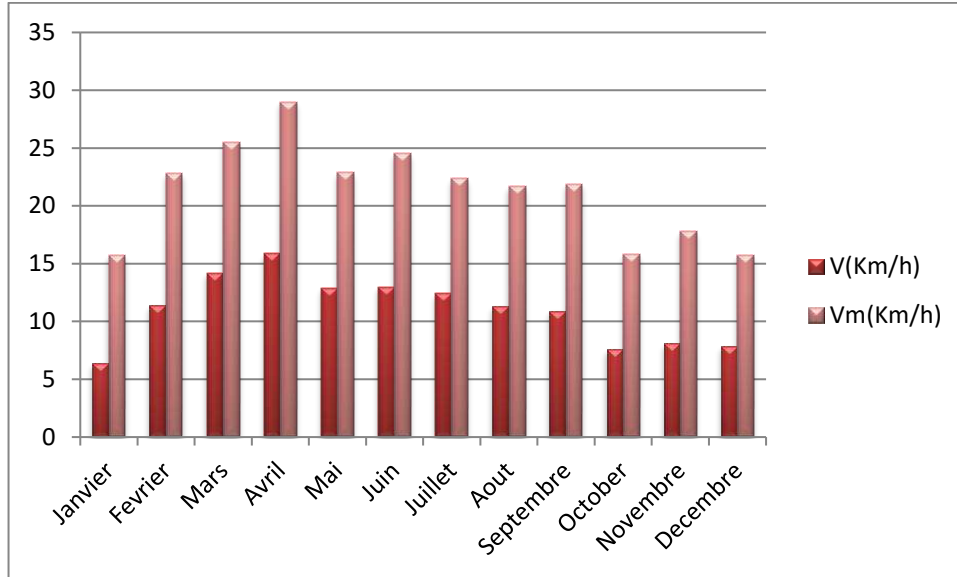
هطول الامطار في منطقة ورقلة نادر و غير منتظم و ذلك بسبب بعدها عن المسطحات المائية , بالاضافة الى جفاف في المنطقة من جوان الى نوفمبر.



الشكل 3.I: متوسط هطول الامطار [7]

3.3.I. سرعة الرياح:

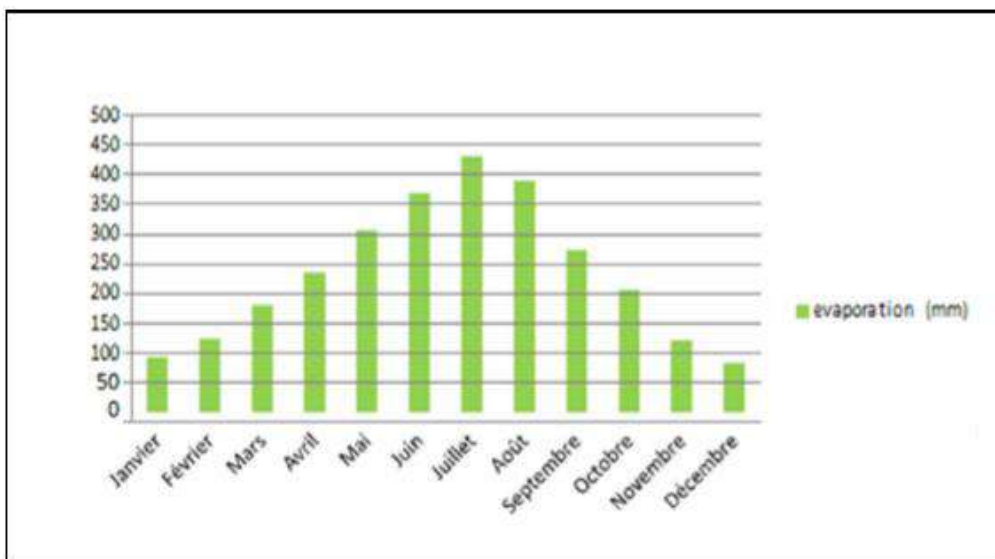
يوضح الشكل أدناه أن أعلى سرعة رياح هي 29 كم/سا في شهر افريل و اقل سرعة هي 15.7 كم/سا في شهري ديسمبر و جانفي. [7]



الشكل 4.I: تغير سرعة الرياح

4.3.I. التبخر:

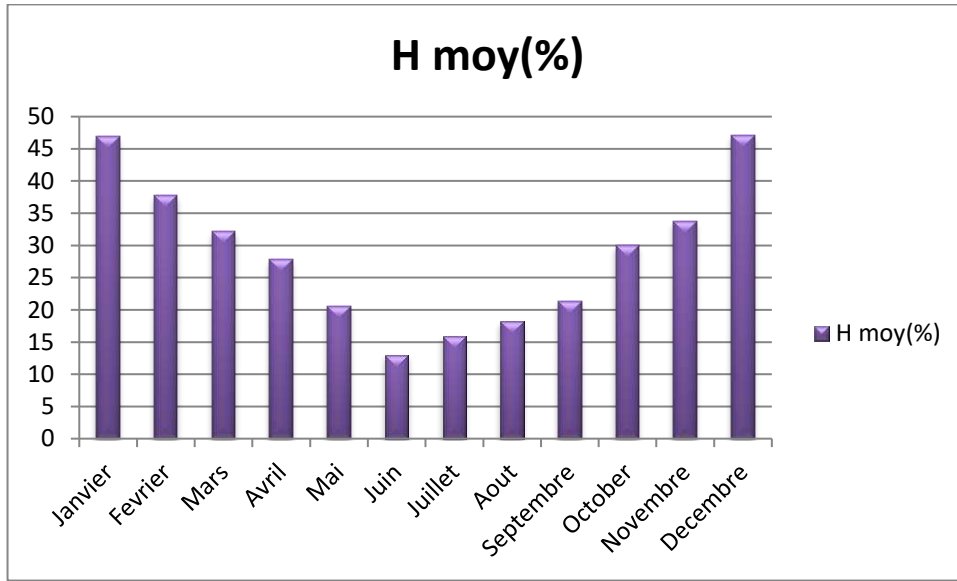
التبخر ظاهرة فيزيائية تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة و جفاف الهواء و حركته. كما يمثل هذا المصطلح عودة المياه من سطح الأرض في شكل بخار إلى الغلاف الجوي تحت الظروف المناخية. [9]



الشكل 5.I : التغير في التبخر في منطقة ورقلة [9]

5.3.I. الرطوبة:

تتراوح معدلات الرطوبة بين 13 و 47.1% [7]



الشكل 6.I: التغير في نسبة الرطوبة

6.3.I. الاضاءة:

يتميز الغلاف الجوي في المنطقة بصفاء شبه دائم و ندرة السحب و الضباب, لذا فان متوسط مدة سطوع الشمس تصل إلى 3521 ساعة في السنة , كما أن متوسط مدة السطوع اليومية اكبر من (8 ساعات /اليوم) و يمكن أن تتجاوز (12 سا/ اليوم) في الصيف, بينما لا تتجاوز 8 ساعات في الشتاء.[10]

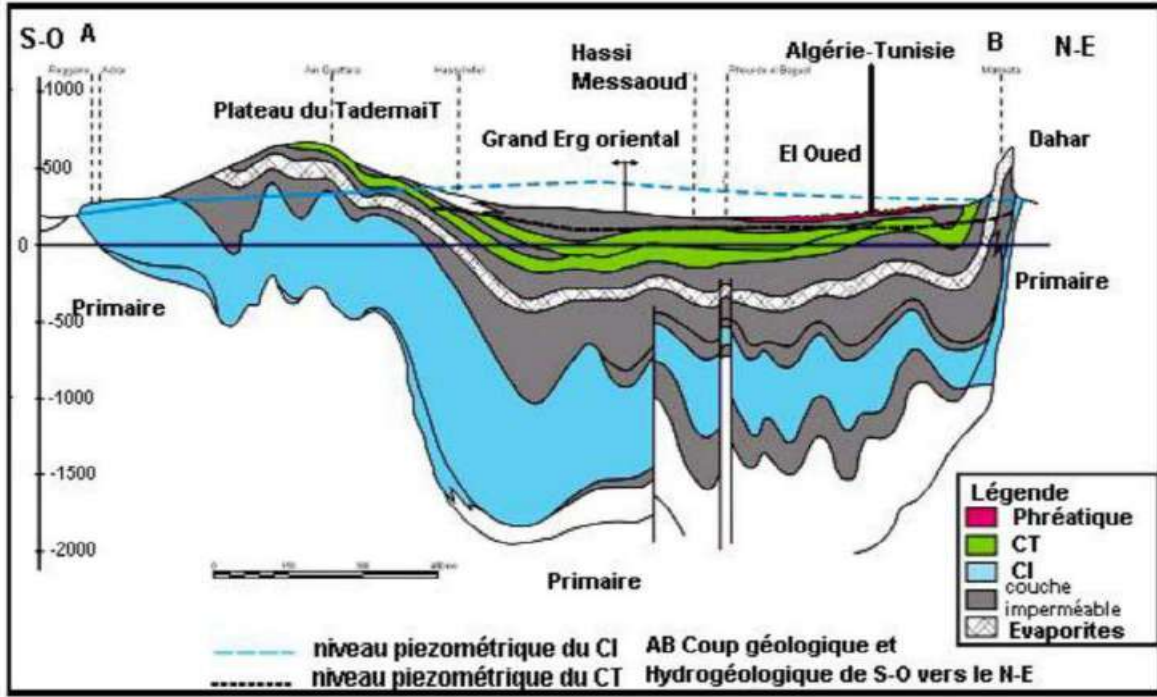
4.I. الحوض الهيدروغرافي للصحراء :

يغطي الحوض الهيدروغرافي للصحراء مساحة تقدر بـ 2.018.054 كلم² من الأطلس الصحراوي بمنطقة الأوراس إلى حدود مالي، النيجر وليبيا، يضم 17 ولاية، تسع (09) ولايات تنتمي كليا للحوض وهي : أدرار، بشار، بسكرة، الوادي، غرداية إليزي، ورقلة، تندوف، تمنراست ؛ وثمانية (08) ولايات تنتمي جزئيا للحوض هي : الأغواط، باتنة، تبسة، الجلفة، البيض، المسيلة خنشلة، النعامة ؛ بما يقارب 289 بلدية وبكثافة سكانية تقدر بـ 04 ملايين ساكن تنحصر في الواحات الكبرى، وفي الولايات التي يفوق بها عدد السكان 150 ألف ساكن ويتكون الحوض بالإضافة للحوض الساكن لشط ملغيغ من ثلاثة أحواض : الصحراء الشمالية، الساور-تندوف، الهقار-الطاسيلي.[3]

I. 5. الإطار الجيولوجي و الهيدروجيولوجي لمنطقة الدراسة:

تقع المنطقة ضمن المنخفض الصحراوي الكبير وتتميز بوجود طبقات رسوبية تكونت عبر عدة عصور (رملية, كلسية, طينية وجبسية...) كما تعتبر المنطقة مستقرة تنعدم فيها الزلازل و الانزلاقات الأرضية .

مدينة ورقلة كباقي المناطق الصحراوية فهي فقيرة من المياه السطحية ولكن على العكس من ذلك فهي غنية بالمياه الجوفية حيث تتميز هذه الأخيرة بطبقتين مائيتين ذات مخزون مائي هائل. [11]



الشكل 7.I: مقطع هيدروغرافي لمختلف الطبقات المائية للجنوب الشرقي [12]

I. 6. الموارد المائية في حوض الصحراء:

تتمثل الموارد المائية في الحوض الصحراوي أساسا في المياه الجوفية، المقدرة بـ 05 ملايين م³ كحجم قابل للاستغلال في الطبقات المائية في الصحراء الشمالية والمتواجدة خاصة في المناطق الواقعة خارج الأطلس الصحراوي والهقار والطاسيلي. وفي هذه المناطق يعتبر تجمع المياه في الأحواض مهم، فجزء منها يتجمع في الوديان وتصب في المحاجز المائية (الزيبان والساوره)، والجزء الآخر يمون مباشرة الطبقات الجوفية، وأحيانا في المتوسط يمون السدود خصوصا في منطقتي الأغواط وتمنراست وبما أن الصحراء تتميز بشساعة الإقليم الجاف وبالتنوع الطبيعي المعقد، وباعتبار أن الماء العنصر الأكثر أهمية للحفاظ على التوازن البيئي فإن هذا الإقليم الشاسع يحتوي على موارد جوفية هامة متواجدة بالنظامين المائيين المركب النهائي (CT) Complexe Terminale, والمتداخل القاري (CI) Continental Intercalaire، إضافة إلى المياه السطحية.

I. 1.6. المياه السطحية: تتواجد المياه السطحية بأسفل الأطلس الصحراوي، وبمناطق الهقار والطاسيلي، كما أن وجود المياه السطحية له علاقة مباشرة بتساقط الأمطار في الأحواض الساكنة حيث تنحدر المياه الطوفانية غالبا من الأطلس الكبير بالمغرب (واد فير) والسطح الجنوبي للأوراس (النامشة). والأمطار المتساقطة تنحدر في شط ملغيغ ومنطقة الساورة، سهل ميزاب والهقار والطاسيلي، حيث تتميز هذه المناطق بجريان موسمي للأودية في حالة حملات الأمطار، ولكن هذه الأمطار لا تعرف الاستغلال نظرا لغياب تجهيزات الحفاظ عليها والمتمثلة في السدود، حيث نجد في حوض الصحراء، سوى السدود التالية : وهي سد "فم الغرزة" (بسكرة) و"منبع الغزلان" (بسكرة)، و"جرف التربة" (بشار)، و"بريزنة" (البيض)، و"بابار" (خنشلة).

I. 2.6. المياه الجوفية: تتميز الصحراء بموارد مائية جوفية معتبرة خاصة منطقة الصحراء الشمالية من خلال النظامين المائيين:

I. 1.2.6. المركب النهائي: الذي يمتد على مساحة قدرها 350 ألف كلم² , وبعمق ما بين 100 و600م ودرجات حرارة مياهها ما بين 20 إلى 25°، كما يتميز بتعبئة مائية تقدر بـ 02.2 مليارم³/ السنة .

I. 2.2.6. المتداخل القاري : وهو خزان ذو حجم معتبر يتكون من طبقات الألبان وله قدرات مائية كبيرة تقدر بـ 02.7 مليار

م³/ السنة، يمتد هذا الحوض على مساحة 600 ألف كلم² .

كما تتميز مياهه ب:

- درجة الحرارة تفوق 60° ما عدا المناطق التي تقرب فيها المياه من سطح الأرض.

- ملوحة تتراوح ما بين 1-2 غ/ل وقد تصل إلى 05 غ/ل.

- تدفق كبير جدا يقدر بـ 400-150 ل/ثا.

- مياه عذبة معدنية توجد في أعماق تتراوح ما بين 800 إلى 1.500م. [3]

الفصل الثاني: عموميات حول المياه و تلوث المياه

1.II. تمهيد:

يعد الماء أحد أكثر الموارد وفرة على وجه الأرض, و لكن يمكن استخدام اقل من 1% فقط من هذا المورد لتلبية احتياجات البشر. يوجد معظم الماء في الحالة السائلة, و لكنه موجود أيضا في الحالة الصلبة وفي حالة بخار. لذا فان المياه العذبة المتوفرة نادرة, لأن 99% من الكتلة الكلية للماء إما مالحة (97% من الماء موجودة في المحيطات), أو في الحالة الصلبة (2% في الجبال و الأنهار الجليدية). الجزء الأكبر من المياه المتبقية (1%) تحت الأرض, و نسبة ضئيلة تتواجد في البحيرات.[13]

يتناول هذا الفصل معلومات عامة حول المياه و تلوث المياه بالإضافة الى الخصائص الفيزيائية و الكيميائية التي من المحتمل ان تؤثر على سلوك الملوثات.

2.II. مصادر المياه:

1.2.II. المياه السطحية: وهي المياه التي توجد على سطح الكرة الأرضية ، و تقسم بدورها حسب ملوحتها إلى:

1.1.2.II. المياه المالحة: و هي تتمثل في مياه البحار و المحيطات حيث أنها المصدر الرئيسي للمياه المالحة, كما أنها تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح المعدنية المنحلة.

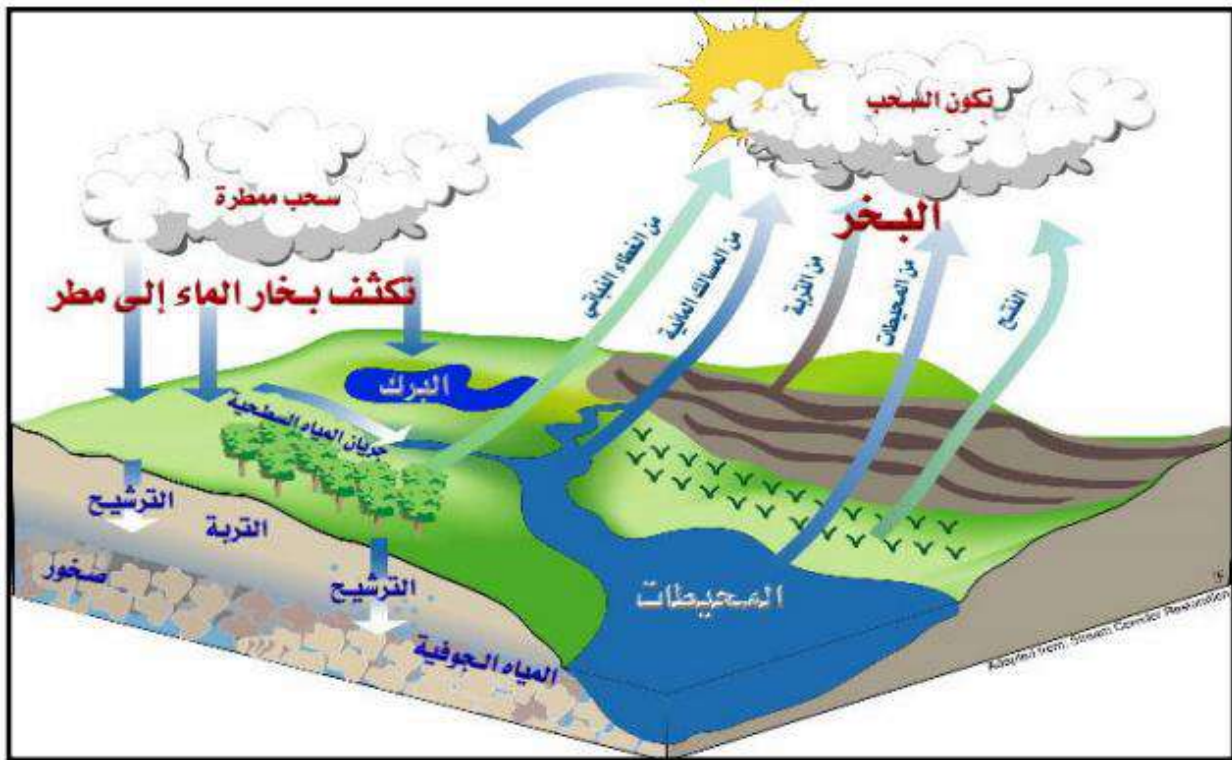
2.1.2.II. المياه العذبة: وهي المياه التي تحتوي على تراكيز منخفضة أو معدومة من الأملاح المعدنية المنحلة, كما تعتبر الأنهار و الأمطار المصدر الرئيسي لها.[14]

2.2.II. المياه الجوفية:

مصادر هذه المياه هي الأمطار و الثلوج و الأنهار حيث يتم امتصاصها و تخزينها في طبقات الأرض و يمكن ضخها بسهولة و هذا بحفر الآبار أو تنفجر تلقائيا نتيجة لزيادة الضغط عليها في باطن الأرض أو ضغط القشرة الأرضية.[15]

3.III. دورة الماء في الطبيعة:

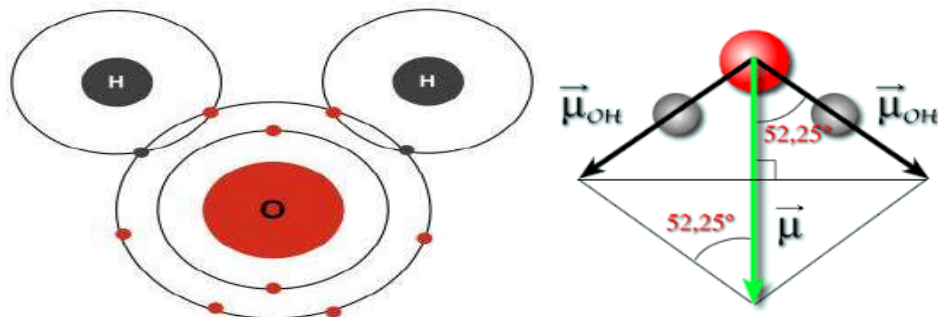
تتواجد المياه في حركة مستمرة و متواصلة داخل الأرض و الغلاف الجوي. كما تعتبر المحيطات المصدر الأساسي لدورة الماء في الطبيعة حيث تتبخر المياه بفعل الحرارة الناتجة عن أشعة الشمس و تنتشر في الغلاف الجوي على هيئة رذاذ(بخار الماء), لتتكثف و تعود فتنساقط من جديد على هيئة أمطار و ثلوج و قد تتسرب لتصل إلى طبقات الأرض العميقة و تشكل ما يعرف بالمياه الجوفية , و هذه الدورة تجعل المياه العذبة مياه متجددة مما يسمح بالحياة على كوكب الأرض.[16]



الشكل II.1: دورة الماء في الطبيعة [16]

II.4. التركيب الجزيئي للماء النقي :

يتكون الماء من عدة جزيئات يطلق على الواحد منها اسم جزيء الماء H_2O , و يتكون من عنصرين هما: الأكسجين و الهيدروجين, بحيث يحتوي كل جزيء من الماء على ذرتين هيدروجين H , و ذرة أكسجين واحدة O , و ترتبط هذه العناصر مع بعضها البعض برابطة تساهمية تشاركية, كما أن جزيئات الماء قد تتواجد في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية. [17]



الشكل II.2: جزيء الماء

5.II. الحالات الفيزيائية للماء:

يوجد الماء في الطبيعة في ثلاث حالات :

الحالة الصلبة: يكون الماء في هذه الحالة على هيئة ثلج أو جليد, كما تكون درجة حرارته اقل من صفر مئوية.

الحالة السائلة: في هذه الحالة يكون الماء على هيئة سائل شفاف, تتراوح درجات حرارته بين 0°C و درجة الغليان 100°C .

الحالة الغازية : عند درجة حرارة 100°C يصل الماء إلى درجة الغليان فيصبح بخار.

الشكل 3 يوضح الحالات المتغيرة للماء:



الشكل 3.II: الحالات الفيزيائية للماء [18]

6.II. مواصفات المياه الفيزيوكيميائية:**1.6.II. المواصفات الفيزيائية:****1.1.6.II. درجة الحرارة:**

إن معدلات التفاعلات الكيميائية تقل مع انخفاض درجة الحرارة , كما يمكن أن تتغير التراكيز النسبية للمتفاعلات و النواتج في التوازنات الكيميائية مع تغير درجة الحرارة. كما أن زيادتها تزيد من ضغط بخار المركبات الطيارة في المياه و كذلك ترتبط بشكل غير مباشر بالعمارة واللون و وينقص الأس الهيدروجيني pH كلما زادت هذه الأخيرة. [19]

2.1.6.II. اللون:

إن المياه النقية عديمة اللون و عكس ذلك يعتبر تلوثا قد تكون تدرجات الألوان في الماء ناتجة من فلزات طبيعية كالحديد, و المنغنيز, أو منشأها نبات أو أصبغة أو نفايات ملونة تطرحها صناعات متعددة. [20]

3.1.6.II. العكارة:

تظهر العكارة في الماء بسبب ما يحتوي عليه من مواد عالقة مثل الطين, وبعض الكائنات المجهرية, كما أن وجود هذه المواد في المياه يقلل من اختراق الضوء للبيئة المائية و بالتالي تتناقص عملية التكاثر فيها و تؤدي إلى هبوط في كمية الأكسجين المنحل في الماء . كما أن ترسب هذه المواد يكون وسطا مناسباً للتفاعلات اللاهوائية نتيجة احتوائها على مركبات عضوية, و انعدام الأكسجين المنحل, تؤدي تلك التفاعلات إلى نشوء مركبات سامة (مركبات كبريتية و فسفورية). [21]

4.1.6.II. الناقلية الكهربائية:

تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة و بالتالي فجميعها تشارك في الناقلية الكهربائية. و تنتج الناقلية العالية في الوسط المائي عن فعل طبيعي (طبيعة صخور الحوض أو المجرى المائي) أو بفعل بشري نتيجة مياه الصرف المطروحة في الوسط المائي. [21]

5.1.6.II. الأس الهيدروجيني pH :

يعتبر الأس الهيدروجيني عامل أساسي لتحديد جودة المياه , حيث أن درجة حموضة المياه النقية هي 7 أما إذا قيس pH الماء ووجد أقل من 7 دل ذلك على حامضيته ، و إذا وجد أكبر من 7 دل ذلك على قلويته, كما انه يشير إلى ما إذا كانت المياه ستتسبب في التآكل و يحدد قابلية ذوبان العديد من المعادن و قابليتها للحركة. [22]

2.6.II. العناصر الأساسية للماء:

من أهم العناصر الكيميائية الموجودة في المياه الطبيعية نذكر:

1.2.6.II. شوارد الكالسيوم (Ca²⁺):

توجد شوارد الكالسيوم في المياه الطبيعية بنسب مختلفة تبعا للطبيعة الجيولوجية للمجرى المائي. و تنتج هذه الشوارد عن تفاعل بين ثنائي أكسيد الكربون المنحل في الماء و الصخور الكلسية أو نتيجة الانحلال المباشر لكبريتات الكالسيوم (الجبس).

كما يتواجد الكالسيوم في المياه الطبيعية في صيغة كربونات الكالسيوم الحمضية المنحلة مع وجود نسب صغيرة من الأملاح الأخرى للكالسيوم (كربونات, كبريتات,). [21]

2.2.6.II. شوارد الصوديوم Na^+ :

يكون الصوديوم 2.83% من تركيب القشرة الأرضية, و يتمتع بدرجة انحلال مرتفعة في الماء, و لهذا فهو شائع في جميع أنواع المياه السطحية و الجوفية, يضاف إلى ذلك احتواء مياه الصرف الحضرية و الصناعية كمية كبيرة من أملاح الصوديوم . كما انه يعتبر عنصرا مهما و ضروريا لنمو النباتات, غير أن ارتفاع نسبته في مياه الري يؤدي إلى نقصان في نفوذية التربة و ارتفاع كبير في قيمة الأس الهيدروجيني (pH). [21]

3.2.6.II. شوارد المغنيزيوم Mg^{+2} :

يتواجد المغنيزيوم كأحد المكونات الرئيسية للصخور النارية و الرسوبية ويأتي بعد الكالسيوم من حيث توفره في المياه الجوفية خاصة في الخزانات الجبرية وتصل نسبته في القشرة الأرضية إلى 2.1 % . كما أن محتوى المياه الجوفية من المغنيزيوم يعتمد على نوعية الصخور التي تحوي هذه المياه. هناك مصادر متعددة لايونات المغنيزيوم الموجودة في المياه الجوفية فالمعادن الحديدية المغنيزية مثل الاولييفين والبيروكسين والمكا السوداء تعتبر أهم مصادر المياه الجوفية القادمة من الصخور النارية. [23]

4.2.6.II. شوارد البوتاسيوم K^+ :

يتوافر البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية, لكونه يدخل في تركيب القشرة الأرضية (2.59%) و مركباته سهلة الانحلال في الماء. غير أن نسبته في المياه السطحية اقل من الصوديوم, و يعود ذلك إلى امتزاز التربة له على نحو جيد. [21]

5.2.6.II. الكربونات الحمضية HCO_3^- :

مصدرها الحجر الجيري والدولوميت وتركيزها عادتاً أقل من 500 ملليجرام / اللتر في المياه الطبيعية وقد يتجاوز 1000 ملليجرام / لتر في المياه العالية التشبع بالكربونات الحمضية. [23]

6.2.6.II. الكربونات CO_3^{2-} :

مصدرها الحجر الجيري والدولوميت ويصل تركيزها في المياه الطبيعية عادة إلى أقل من 10 ملليجرام / لتر وفي المياه الغنية بالصوديوم قد يصل إلى أكثر من 50 ملليجرام / لتر. [23]

7.2.6.II. شوارد الكلور Cl^- :

تحتوي المياه السطحية و الجوفية جميعها شوارد الكلور بتركيزات مختلفة, و أهم مصادر شوارد الكلور هي: ذوبان أملاح الكلور في المياه المرشحة خلال التربة الملحية

تسرب مياه البحر إلى الأحواض السطحية أو الجوفية

النفايات الإنسانية و الحيوانية و الصناعية.[21]

7.II. تعريف تلوث المياه:

عرفت هيئة الصحة العالمية WHO تلوث المياه بأنه أي تغير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيبها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بسبب نشاط الإنسان، الأمر الذي يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو بعضها، وبعبارة أخرى هي التغيرات التي تحدث في خصائص المياه الطبيعية والبيولوجية والكيميائية مما يجعلها غير صالحة للشرب أو للاستعمالات المنزلية والصناعية والزراعية.[15]

8.II. مصادر أنواع التلوث (حسب التوزيع الجغرافي):

هناك نوعان من التلوث حسب التوزيع الجغرافي:

1.8.II. المصادر المحددة (النقطية): المصادر النقطية أو المحددة بنقاط وهي المصادر التي يمكن تحديد موقعها بوضوح مثل محطات تصفية مياه المجاري المنزلية وفوهات تصريف المصانع وغيرها، وتتصف عادة بجريان معلوم أو يمكن حسابه وتقدير نسبته إلى الحجم التصريف الكلي في المصدر المائي.[24]

2.8.II. المصادر غير المحددة (غير النقطية): المصادر غير النقطية أو غير المحددة وهي كما يفهم من التسمية تشمل التلوث الذي لا يمكن تحديد مصادره ، كما في حالة الطمي والغرين في مياه الأنهار والنترات والفوسفات والمواد العضوية والمبيدات في البحيرات والأنهار. [24]

9.II. مصادر التلوث:

1.9.II. التلوث الطبيعي:

وهو التلوث ذو المنشأ الأرضي أو الجيولوجي و يقصد به ظهور أو زيادة المكونات الطبيعية في المياه كالألاح اللاعضوية بأنواعها والطيني والغرين والغازات الكبريتية الذائبة والحرارة والإشعاع وما إلى ذلك، ولا يكون للإنسان شأنًا في زيادتها بل تحدث نتيجة العوامل الطبيعية كالأمطار الغزيرة و السيول وثورات البراكين في قعر البحار، واغلب هذه الملوثات تكون غير سامة عادة رغم وجود آثار ضارة مختلفة لها على الأحياء المائية كما يكون التلوث الناتج ضمن قدرة الطبيعة على أن تتخلص منه في غالب الأحيان ما عدا المواد المشعة وبعض الملوثات الطبيعية الأخرى.[24]

2.9.II. التلوث المنزلي:

تعد مياه الصرف الصحي المتدفقة من المنازل مصدراً رئيسياً لتلوث المياه الجوفية، حيث تقف وراء طائفة واسعة من الملوثات بما في ذلك البكتيريا، الفيروسات، النترات من المخلفات المنزلية، و المركبات العضوية. ويمكن للمواد الكيميائية المخزنة في المنازل بطريقة غير سليمة أو التي يجري التخلص منها مع مياه الصرف الصحي (الأصبغ، سوائل التنظيف، الزيوت، الأدوية، والمطهرات.... الخ) أن تكون مصدراً خطيراً لتلوث المياه الجوفية، ويزداد خطر هذه الملوثات عند حدوث تسرب في شبكات الصرف الصحي، أو في حالة الصرف المباشر في باطن الأرض. [15]

3.9.II. التلوث الصناعي:

أن الصناعة هي من أهم وأنشط المصادر المسببة للتلوث في المياه، وخصوصاً بالمواد الكيميائية (كالحوامض والقواعد والمواد السامة) وتختلف هذه المواد المطروحة بحسب نوع الصناعة، ومما يزيد من حجم هذه المشكلة إن اغلب الصناعات تحتاج إلى المياه أثناء العمليات الإنتاجية، فالماء إن لم يدخل في الصناعة كمادة أساسية أو أولية فإنه يستخدم لأغراض أخرى كالتبريد، وغسل المواد أو تخفيفها، وتقدر الدراسات المتخصصة بأن احتياج المياه الصناعية إلى الأوكسجين يقدر بثلاثة أو أربعة أضعاف ما تحتاجه مياه فضلات المنازل، ومن الأمور المسلم بها اليوم، إن بعض الأنشطة الصناعية تؤدي إلى جميع أشكال التلوث مرة واحدة فمن جهة تبعث ملوثات إلى المياه وأخرى إلى الهواء والثالثة إلى التربة على شكل فضلات صلبة. [24]

4.9.II. التلوث الزراعي:

تعتبر المبيدات الحشرية والفطرية والأسمدة بالإضافة إلى مبيدات الأعشاب والمخلفات الحيوانية هي أبرز المصادر الزراعية لتلوث المياه الجوفية، حيث يقوم المزارعون بتركيب بلاط الصرف أو آبار الصرف لتحسين إنتاجية الأراضي الزراعية. فيعمل بئر الصرف بعد ذلك كقناة مباشرة إلى المياه الجوفية، إذ يقوم بتنفيذ النفايات الزراعية التي يتم غسلها مع الجريان السطحي بالمياه الجوفية. [25]

10.II. ملوثات المياه:**1.10.II. الملوثات العضوية:**

يتوقف التلوث العضوي في الماء على طبيعة المادة العضوية و ما إذا كانت قابلة للتحلل أم لا وما هي درجة تحللها وتدرج المواد العضوية في الماء إلى المواد التالية:

- الكربوهيدرات: وهي مواد عضوية كربونية.

- الدهون: وهي مواد عضوية صعبة التحلل.

- البروتينات: وهي مواد عضوية نتروجينية.

- مركبات الفسفور العضوية والمركبات الكبريتية.

- مواد عضوية أخرى كاليوريا. [26]

II. 2.10. التلوث بالأملاح المعدنية:

تحتوي المياه الجوفية عدداً من العناصر على شكل أملاح ذائبة أو مواد عالقة ، ويمكن القول أن أكثر العناصر الموجودة في المياه الجوفية تركيزاً هي الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم، كما تعتبر هذه العناصر المعدنية رئيسية في المياه، إذ تتواجد على شكل أملاح تتحد فيها مع الكبريتات أو الكربونات أو الكلور وغيرها من المجموعات. للكشف عن تراكيز الأملاح في المياه فإن هناك عدة فحوصات منها كيميائية ولأخرى باستخدام أجهزة متطورة، لكن أهم فحص يكشف عن مجمل تركيز الأملاح الذائبة هو فحص الناقلية الكهربائية إذ أن ناقلية المياه ناتجة بشكل أساسي من الأملاح الذائبة فيها، وهناك علاقة خطية بين زيادة تركيز الأملاح وارتفاع الناقلية، وفي الغالب تكون الأملاح الذائبة في المياه الجوفية أكثر منها في المياه السطحية فيما تكون تراكيزها منخفضة في مياه الأمطار. كما يمكن للأملاح أن تصل إلى المياه من عدة مصادر فالترربة والصخور غنية بأنواع متعددة من الأملاح التي تذوب وتصل إلى المياه الجوفية وكذلك مخلفات المنازل والمصانع وحتى المخلفات الزراعية الناتجة من الأسمدة والمبيدات، ويمكن أن تصل بعض الأملاح المتواجدة بتركيز عالية في مياه البحر إلى بعض الأحواض الجوفية. [27]

II. 3.10. المعادن الثقيلة:

هي عناصر ذات كثافة أكبر أو تساوي 5 غ/سم³، توجد هذه المعادن بصورة طبيعية في النظام البيئي، ويرجع ازدياد نسبها مؤخراً إلى المصادر الصناعية والنفايات الصناعية السائلة وانتقال أيونات المعادن من التربة إلى البحيرات والأنهار و المياه الجوفية. بعض هذه المعادن سامة مثل الكاديوم (Cd)، الزئبق (Hg)، الرصاص (Pb)، النيكل (Ni) والكروم (Cr) فأما بالنسبة للنحاس (Cu) و الزنك (Zn) فهي عناصر سامة بدرجة أقل مما ذكر سابقاً. والحديد (Fe) و الألمنيوم (Al) فهي العناصر الأقل سمية ككل. [28]

الفصل الثالث: طرق و مواد

III. 1. تمهيد

نتطرق في هذا الفصل الى كيفية طريقة أخذ العينات من الآبار وكيفية اجراء التحاليل الفيزيوكيميائية للعينات ونتعرف على الأجهزة والمحاليل المستعملة .

III. 2. طرق اخذ العينات:

إن عملية اخذ العينات تعتبر أهم جزء في التحاليل الفيزيو- كيميائية للماء , لذلك يجب تجنب أي تغير في الخواص الفيزيائية و الكيميائية عند اخذ العينة.

يتم جمع العينات في عبوات ويتم ترقيمها سابقا, كما تلتصق بطاقة على كل عبوة بها المعلومات الخاصة بكل منبع و تاريخ اخذ العينة.

-أخذت العينات من مياه الآبار في منطقة ورقلة بإتباع الإجراءات التالية:

-يتم فتح الصنبور لمدة ثلاثة قائق لتصريف أي أجسام عالقة.

-تغسل العبوة مرتين ثم تملأ كلها و لا نترك مجال للهواء لتجنب أي تفاعل.

-تنتقل العينات إلى المخبر وتحفظ في مبرد تحت درجة حرارة $5^{\circ}C$ للحد من التغيرات النوعية للعينة كما أن فترة الحفظ يجب أن لا تتجاوز 24 ساعة.

III. 3. التحاليل الفيزيائية و الكيميائية:**III. 1.3. التحاليل الفيزيائية:****III. 1.1.3. الأس الهيدروجيني pH:**

لقياس الأس الهيدروجيني pH نستعمل جهاز (analyseur portable) و قبل بداية التحليل يجب ضبط الجهاز و وصله بالقطب الكهربائي الخاص بقياس الأس الهيدروجيني , أما طريقة القياس فتكون بغسل القطب الكهربائي بالماء المقطر و تجفيفه ثم وضعه في بيشر يحتوي على العينة المراد قياس pH الخاص بها .

III. 2.1.3. قياس الناقلية:

يتم قياس الناقلية بنفس الجهاز المستعمل لقياس الاس الهيدروجيني نستعمل القطب الكهربائي الخاص بقياس الناقلية تعطي نتائج القياس بوحدة ms/cm أو $\mu s/cm$.

III. 3.1.3. درجة العكارة:

العكارة يتم تحديدها من خلال جهاز Turbidimeter و تقاس بوحدة NUT حيث نقوم بملئ العبوة الخاصة بالجهاز بالماء المراد فحصه و وضعها في الجهاز. يمكن القول ان المياه عكرة عندما تتعدى القيمة المسجلة NUT5 .

III. 4.1.3. البقايا الجافة :

- يتم قياس البقايا الجافة من خلال الخطوات التالية:
- وزن الدورق فارغ (bicher)
 - ملئ الدورق ب 50 مل من الماء المراد تحليله.
 - وضع الدورق في الفرن تحت درجة حرارة 105°C لمدة 24 ساعة .
 - نخرج الدورق من الفرن و يترك حتى يبرد تماما في جهاز التبريد ثم نقوم باعادة وزنه.
 - يتم استنتاج البقايا الجافة المعبر عنها ب(ملغ/ل) بالعلاقة :
 - كتلة المتبقي الجاف (ملغ/ل) = (كتلة الدورق المجفف – كتلة الدورق الفارغ) x 10x1000

III.32.. التحاليل الكيميائية:**III.3. 2. 1. القلوية الكلية TAC :**

- يعتمد مبدأ تعيين القلوية الكلية على المعايرة .

المحاليل المستعملة:

*محلول حمض الكبريت 0,02N (يحضر بوضع 0,5 مل من حمض الكبريت % 98 في دورق حجم 1000 مل ونكمل بالماء المقطر)

*كاشف برتقالي الميثيل (يحضر بإذابة 0,5 غ من كاشف ميثيل البرتقالي في 100 مل من الماء المقطر)

طريقة العمل:

من اجل معايرة الـ TAC نأخذ 25 مل من ماء العينة في حوجلة مع اضافة 75 مل من الماء المقطر, نضيف 3 قطرات من كاشف ميثيل البرتقالي ثم نعاير بمحلول حمض الكبريت إلى أن يتغير اللون من الاصفر إلى البرتقالي.

لحساب نتائج القلوية الكلية TAC نستعمل العلاقة التالية:

$$[TAC] = Vg - Vb \times (10 \div Vt) \times D$$

Ve: حجم الكبريت المسحح للعينة

Vb: حجم الكبريت المسحح لمعايرة الشاهد

Vt: حجم التصحيح الموجود في عناصر القلوية الكلية في عينة الكبريت

D: معامل التمديد

III. 2.2.3. TH : تعيين القساوة الكلية

يتم حساب القساوة الكلية عن طريق المعايرة اللونية بمحلول EDTA .

المحاليل المستعملة:

* EDTA (0,01 mol /L) يحضر بإذابة 3,725 غ من المادة النقية EDTA في قليل من الماء المقطر ويخفف الى 1 ل من الماء المقطر ، يجفف في درجة حرارة 80°C لمدة ساعتين.
* محلول محضر مسبقا (570 غ من النشادر و67,5 غ من كلوريد الامونيوم و5 غ من EDTA de Mg) عند pH=10 .

* Noire érochrome .

طريقة العمل:

نضع 10 مل من ماء العينة في حوجلة ونكمل حتى 150 مل من الماء المقطر ،نضيف 3 قطرات من Noire érochrome و4 مل من المحلول المحضر ثم نعاير بـ EDTA حتى ظهور اللون الأزرق.

حساب نتائج الـ TH :

باستعمال العلاقات التالية:

$$C1 \times V1 = C2 \times V2 \rightarrow C1 = (C2 \times V2) \div V1$$

$$[TH] = \frac{C2 \cdot V2}{V1} = \frac{C_{EDTA} \times V_{EDTA}}{PE} \times M_{THCaCO_2} \times D \times 10^3$$

- C (EDTA) : تركيز محلول EDTA

- V (EDTA) : الحجم المسح من محلول الـ EDTA

- PE : الحجم الدقيق

- M (TH) : الكتلة المولية لـ كربونات الكالسيوم

- D : معامل التمديد

III. 2.3. 3. تركيز شوارد الصوديوم :

لتحديد تركيز شوارد الصوديوم نتبع طريقة القياس الطيفي للامتصاص الذري باللهب ،ومن أجل ذلك نقوم بضبط الجهاز من حيث لون اللهب حتى يصبح أزرق ، ونضع في بيشر كمية من الماء المقطر ونغمس بداخله الأنبوبة الشعرية للجهاز ثم نحدد نوع التحليل بضبط الجهاز عند رمز الصوديوم ، و نقوم بتشغيل المضخة قصد سحب الماء المقطر ورشه على اللهب ننتظر لحظات ثم نقوم بضبط الجهاز عند القراءة صفر ، بعد ضبط الجهاز وتحضير العينات نقوم بإدخالها على الترتيب من الأقل تركيز إلى الأكثر تركيز في الأنبوبة الشعرية الدقيقة لجهاز قياس طيف الإمتصاص الذري -بالشعلة 410 métre photo flame

من أجل إعطاء نتائج صحيحة ، والذي بدوره يقوم بسحب المحلول وذلك باستعمال مضخة ورشه على اللهب لموقد هواء - اسيتيلين ، ثم نقوم بأخذ القراءة عند ثباتها ، وهكذا تجري العملية من عينة إلى أخرى وبين كل عينتين نستعمل الماء المقطر من أجل تنظيف الأنبوبة الشعرية من بقايا العينة السابقة وإرجاع تدريجة القراءة إلى الصفر .

* نضع 1مل من ماء العينة مع 99مل من الماء المقطر في بيشر ،نغمس الأنبوبة الشعرية في البيشر ونشغل المضخة ،نأخذ القراءة مباشرة من على شاشة الجهاز بوحدة مغ/ل .

III.2.3.4. تركيز شوارد البوتاسيوم:

نستعمل نفس الطريقة المتبعة التي تم بها حساب تركيز الصوديوم ونستعمل نفس الجهاز.

III.2.2.5. شوارد البيكربونات:

يتم حساب تركيز البيكربونات من خلال العلاقة التالية:

$$[HCO_3^-] = \frac{M (HCO_3^-)}{(PE \div 2)} [TAC]$$

M : الكتلة المولية للبيكربونات (غ/مول).

PE : الحجم الدقيق .

III.2.3.6. تركيز شوارد الكلور:

لمعايرة الكلور نستعمل طريقة (MOHR) التي تعتمد على ترسيب أيونات الكلور بإضافة محلول نترات الفضة بوجود كرومات البوتاسيوم حتى ظهور اللون الاحمر الاجوري المميز لكرومات الفضة.

المحاليل المستعملة:

*محلول نترات الفضة (يحضر باذابة 4,791 غ من المادة النقية في لتر من الماء المقطر ويحفظ في زجاجية غامقة اللون.

*محلول كرومات البوتاسيوم % (10) يحضر باذابة 10 غرام من كرومات البوتاسيوم في 100مل من الماء المقطر

طريقة العمل:

لمعايرة الكلور في العينات المدروسة نأخذ حجما قدره 25 مل من العينة في حوالة مع حجم 75 مل من الماء المقطر ثم نضيف 1مل من الكاشف اللوني كرومات البوتاسيوم المحضر سابقا ونعاير بمحلول نترات الفضة الى تغير اللون من الاصفر الى الاحمر الأجوري .

حساب نتائج شوارد الكلور:

يتم حساب تركيز شوارد الكلور من قانون التمديد وذلك بالعلاقات التالية:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \rightarrow C_1 = \frac{C_2 \times V_2}{V_1}$$

$$[Cl^-] = C_{AgNO_3} \times \frac{V_T}{V_{Cl}}$$

$$= \frac{C_{AgNO_3} \cdot (V_e - V_b)}{PE} \times \frac{10}{V_T} \times D \times M_{Cl^-} \times 1000$$

Ve : حجم نترات الفضة المسحح لمعايرة العينة

Vb : حجم نترات الفضة المسحح لمعايرة الشاهد

D : معامل التمديد

PE : الحجم الدقيق

M : الكتلة المولية للكلور

III. 3. 7.2. تركيز شوارد الحديد:

يتم تحديد تركيز شوارد الحديد بتطبيق طريقة مطيافية الأشعة فوق البنفسجية باستعمال جهاز

Spectrophotometre

المحاليل المستعملة:

نحضر محلول من:

محلول كلوروفورم يحضر ب: 50 مل من الماء المقطر + D'acide D'acétique 5 ml + D'acétate de D'ammonium 40mg

10g chlorhydrate de hydroxylamine مع 100 مل من الماء المقطر

محلول فينول فتالين: 0.420g Phenanthrolin مع بضع قطرات من حمض كلور الماء و 100 مل

من الماء المقطر

-طريقة العمل:

نأخذ 40 مل من ماء العينة مع 40 مل من الماء المقطر و يوضع كل على حدا في حوالة ذات زجاج بني

غير شفاف ثم نضيف 2 مل من المحلول المحضر مسبقا و 1 مل من كلوروفورم و 2 مل من فينول فتالين

ثم نترك العينة لمدة 15 دقيقة نقوم بتشغيل جهاز Spectrophotometre وادخال نوع البرنامج وضبط

الطولي الموجي ثم ضغط زر Enter نقرأ العينة الخاصة بالشاهد أولا لتعديل الصفر ثم قراءة العينة

الخاصة بالماء النتائج تكون ب مغ /ل.

III.8.2.3. شوارد الكالسيوم:

لمعرفة تركيز شوارد الكالسيوم نستعمل المعايرة اللونية .

المحاليل المستعملة :

- هيدروكسيد الصوديوم NaOH (2مول / ل يحضر بإذابة 80 غ من المادة الصلبة النقية في 1000 مل من الماء المقطر) .
- EDTA 0.01 مول /ل المحضر سابقا .
- ميروكسيد Meruxide .
- طريقة العمل :

نضع 10 مل من ماء العينة في حوجة مع إضافة 40 مل من الماء المقطر بعدها نضيف 2 مل من NaOH و0.5 غ من الميروكسيد ونعاير بمحلول EDTA إلى أن يتحول اللون الوردي إلى اللون البنفسجي.

حساب النتائج:

يتم حساب تركيز شوارد الكالسيوم بالعلاقات التالية:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \quad \longrightarrow \quad C_1 = \frac{C_2 \times V_2}{V_1}$$

$$[C_{a+2}] = \frac{C_{EDTA} \times V_{EDTA}}{V_{C_{a+2}}} = \frac{C_{EDTA} \times V_{EDTA}}{PE \times M_{C_{a+2}}} \times D \times 1000$$

C(EDTA) : تركيز محلول EDTA

V (EDTA) : الحجم المسح من محلول EDTA

EP : الحجم الدقيق

M : الكتلة المولية للكالسيوم

D : معامل التمديد

III.9.2.3. شوارد المغنزيوم:

يتم حساب شوارد المغنزيوم انطلاقا من قيم القساوة الكلية ومعايرة الكالسيوم حسب العلاقة التالية:

$$[Mg+2] = \frac{C(EDTA) [V(TH) - V_{ca+2}]}{PE} \times M(Mg+2) \times D \times 1000$$

C (EDTA) : تركيز محلول EDTA

TH) V : الحجم المسحح لمعايرة

(Ca²⁺) V : الحجم المسحح لمعايرة شوارد الكالسيوم

PE : الحجم الدقيق

M : الكتلة المولية للمغزنيوم

D : معامل التمديد

III. 3. 10.2. شوارد الأمونيوم:

يتم قياسها بنفس الجهاز وبنفس طريقة قياس شوارد الحديد .

المحاليل المستعملة:

-Reactif1 (2g acide dichloroisocyanurique+32g Hydroxyde de sodium)

-Reactif2(130 g tricitrate de sodium+130 g salicylate de sodium +0.97 g nitropruciate de sodium)

طريقة العمل :

في حوجة نضع 40 مل من العينة مع 4 مل من (الكواشف 1 و 2) , وتترك لمدة ساعة ثم نقرأ القيمة على الجهاز.

III. 3. 11.2. شوارد الكبريتات:

يتم قياس تركيز شوارد الكبريتات بنفس الطريقة المتبعة في قياس شوارد الحديد والأمونيوم وباستعمال نفس الجهاز.

المحاليل المستعملة :

* كلور الباريوم يحضر باذابة 150 غ من كلور الباريوم و 5 مل من حمض كلور الماء في 1000 مل من الماء المقطر.

* محلول محضر من 100 مل من الغليسيرول +150 غ من كلور الصوديوم +200 مل من الايثانول +60 مل من حمض كلور الماء .

طريقة العمل :

نحضر في بيشر 20 مل من العينة مع 80 مل من الماء المقطر و 2 مل من كلور الباريوم و 5 مل من المحلول المحضر سابقا.

ونحضر بيشر محلول الشاهد يحتوي على 100 مل من الماء المقطر و 2 مل من كلور الباريوم و 5 مل من المحلول المحضر سابقا .

وكالطريقة السابقة نقيس باستعمال الجهاز بيشر الشاهد أولا لقراءة الصفر ثم نقرأ بيشر العينة .

III .12.2.3. شوارد النتريت:

بنفس الطريقة السابقة يتم قياس شوارد النتريت وبنفس الجهاز

المحاليل المستعملة :

تحضير محلول انطلاقا من :

25 ml acide phosphorique + 0.5 g Naphtyle ethylene diamine dane 250 ED

طريقة العمل :

نضع في بيشر 40 مل من العينة مع 40 مل من الماء المقطر ونضيف 1 مل من المحلول المحضر سابقا.

في بيشر الشاهد نضع 40 مل من الماء المقطر ونضيف 1 مل من المحلول المحضر سابقا .

ونقيس بنفس الطريقة السابقة .

III .13.2.3. شوارد النترات :

يتم قياسها باستعمال القطب الكهربائي وبنفس الجهاز المستعمل في قياس الأس الهيدروجيني والناقلية .

III .14.2.3. دقة التحليل :

في الماء يكون دائما توازن شاردي أي أن مجموع الشوارد السالبة يساوي مجموع الشوارد الموجبة بوحدة (الميلي مكافئ للتر) , ويتم حسابها بالعلاقة التالية:

$$r^{\pm} = \frac{\text{عددا لكترونات} \times \text{تركيز شوارد}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$BI = \frac{|\sum(r-) - \sum(r+)|}{|\sum(r-) + \sum(r+)|} \times 100 < 5$$

الفصل الرابع: النتائج و المناقشة

IV.1. تمهيد:

نتطرق في هذا الفصل الى مناقشة وتحليل النتائج المتحصل عليها من خلال التحاليل الفيزيائية والكيميائية التي أجريت في مخبر الجزائرية للمياه بورقلة ADE , في الفترة الممتدة من جانفي الى مارس 2023, ومقارنة النتائج بالمعايير الوطنية والعالمية ومعرفة مدى تطابقها , واستخدام برنامج Surfer25 لانتاج الخرائط الكونتورية .

IV.2. مناطق أخذ العينات:

تم أخذ العينات من 10 آبار من مناطق مختلفة من ورقلة .

جدول 1.IV: يمثل الجدول احداثيات وتاريخ أخذ العينات من الابار المدروسة

اسم البئر	تاريخ أخذ العينة	الترميز	الإحداثيات X	الإحداثيات Y
حاسي ميلود 2	02/01/2023	P1	5.30714400	32.044409000
الخفجي	17/01/2023	P2	5.23016101	31.974923613
ام الرانب	19/01/2023	P3	5.0000000	31.9944497
حاسي بن عبد الله 1	26/01/2023	P4	5.4669444	32.022777775
فران 2	22/02/2023	P5	5.34971000	32.153321000
غربوز 1	05/03/2023	P6	5.34950900	31.951688000
الحذب 2	14/03/2023	P7	5.37215879	31.922391875
قصر الشط	08/02/2023	P8	5.38116400	31.961397000
افري 3	05/03/2023	P9	5.343163	31.961580
حاسي (نقوسة) شتاء	12/03/2023	P10	5.34971000	32.049583000

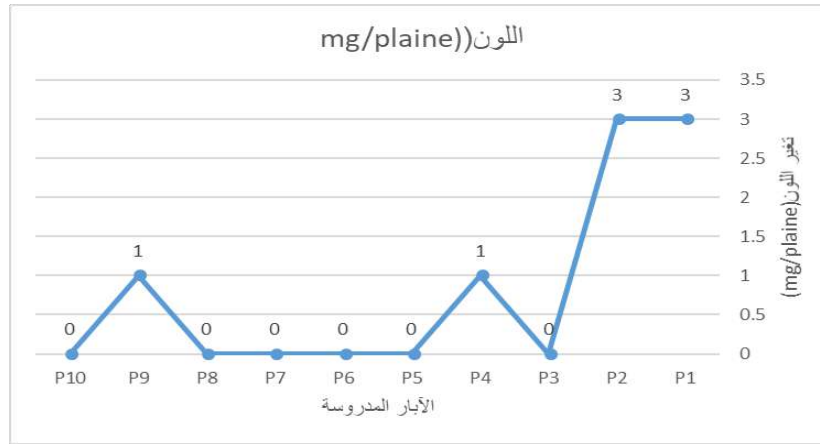
من أجل الدراسة تم أخذ الاعتبار بمعايير الصحة العالمية والوطنية ومقارنة جودة مياه الشرب المدروسة بها .

الجدول IV.2: المعايير العالمية لجودة المياه. [11]

العناصر	المعايير العالمية (OMS)	المعايير الوطنية
الأس الهيدروجيني	6.5 < pH < 8.5	6.5 < pH < 9.5
الناقلية	2800 μ s /cm	2800 μ s /cm
العكارة	5 NUT	5 NUT
البقايا الجافة	1200	2000
اللون	15 mg/platine	15 mg/platine
الكالسيوم	200 mg/l	200 mg/l
المغنزيوم	150 mg/l	150 mg/l
الصوديوم	200 mg/l	200 mg/l
البوتاسيوم	12 mg/l	12 mg/l
الكبريتات	400 mg/l	400 mg/l
الكلور	250 mg/l	250 mg/l
الحديد	0.3 mg/l	0.3 mg/l
البكربونات	-	-
الامونيوم	0.5 mg/l	0.5 mg/l
النترات	50 mg/l	50 mg/l
النترت	0.1 mg/l	0.2 mg/l
القساوة الكلية	250 mg/l	250 mg/l
القلوية الكلية	-	-

3.IV. الخصائص الفيزيائية:

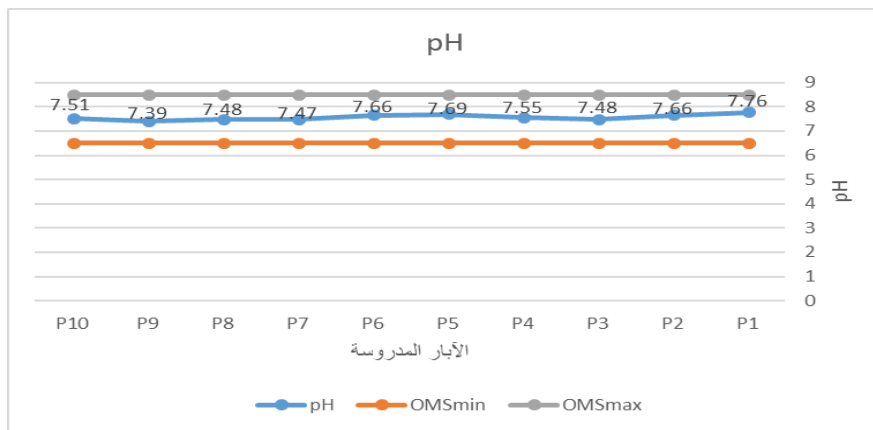
1.3.IV. اللون:



الشكل 1.IV: تغيرات اللون في الآبار المدروسة

يمثل الشكل تغيرات اللون في الآبار المدروسة حيث نلاحظ انعدام اللون في بئر أم الرانب ,فران 2,غربوز الحذب , قصر الشط,حاسي شتاء بينما بئر حاسي ميلود2, الخفجي سجلت قيمة 3 mg/plaine كأعلى قيمة مسجلة وقيمة 1 mg/plaine في كل من بئر حاسي بن عبد الله 2 وبئر افري 3 وكل القيم تتناسب مع المعايير الوطنية والعالمية. يتغير غالبا اللون الطبيعي للماء بتواجد الحديد في الماء أو بسبب فتات الأتربة والأوحال المحتكة مع المياه الصاعدة في الآبار.

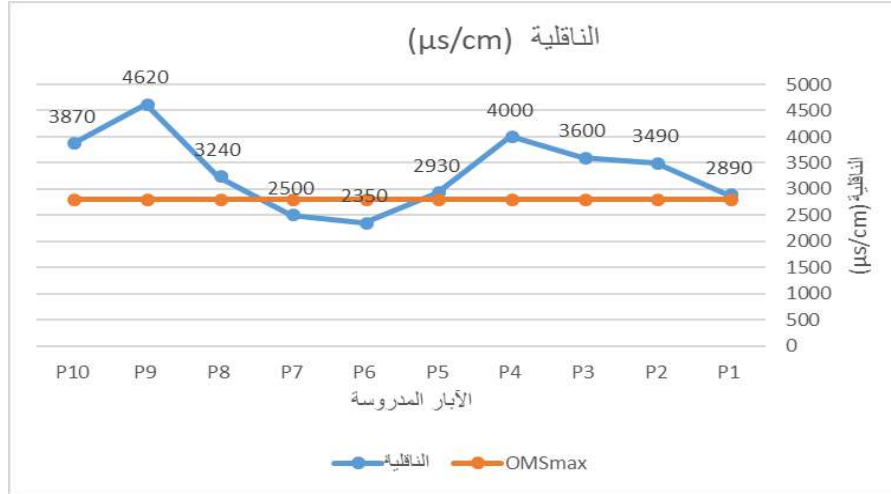
2. 3. IV. الأس الهيدروجيني:



الشكل 2. IV: قيم الأس الهيدروجيني في الآبار المدروسة

نلاحظ من خلال الشكل تغيرات طفيفة للأس الهيدروجيني من بئر الى آخر ما بين 7.39 كأدنى قيمة و7.76 كأعلى قيمة ومنه فان قيم pH في كل الآبار تتناسب مع المعايير الوطنية والعالمية التي تتراوح بين (6.5<pH<8.5), وتعتبر المياه قاعدية خفيفة (تفوق 7) تحتوى على بيكربونات وبيكربونات الكالسيوم.

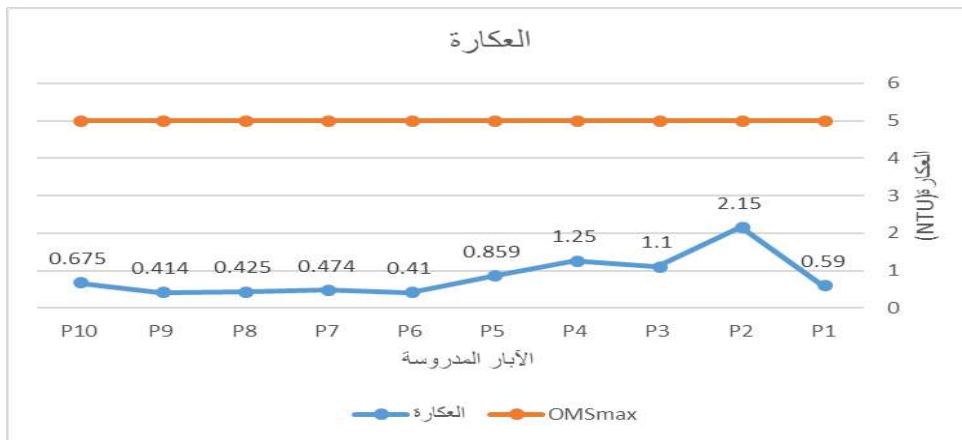
IV . 3.3. الناقلية:



الشكل 3.IV: قيم الناقلية في الآبار المدروسة

يشير ارتفاع الناقلية الى ارتفاع نسبة الملوحة في الماء (تركيز الأملاح المعدنية) من خلال الشكل نلاحظ أن معظم الآبار تجاوزت فيها الناقلية الشاردية الحد المطلوب حسب المعايير الوطنية المقدر ب (2800 us/cm) ما عدا بئر غربوز 1 كأدنى قيمة 2350 و بئر الحذب 2, أعلى قيمة سجلت في بئر افري 3 بقيمة 4620us/cm .

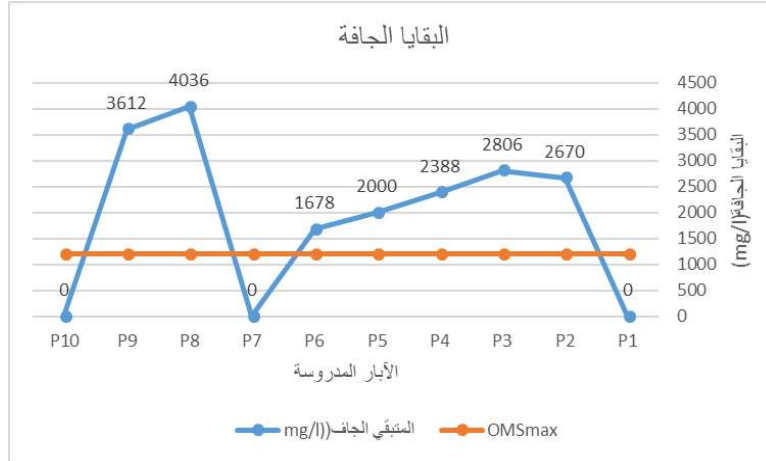
IV . 3 . 4. العكارة:



الشكل 4.IV: قيم العكارة في الآبار المدروسة

تدل العكارة على وجود جسيمات عضوية (كائنات حية مجهرية) أو معدنية وكذا بسبب الطين في الماء , من خلال الشكل نلاحظ أن درجة العكارة سجلنا فيها قيم مقبولة في كل الابار وهي تتناسب مع المعايير الوطنية والعالمية المقدرة بأقل من 5 NTU.

IV. 3. 5. البقايا الجافة:



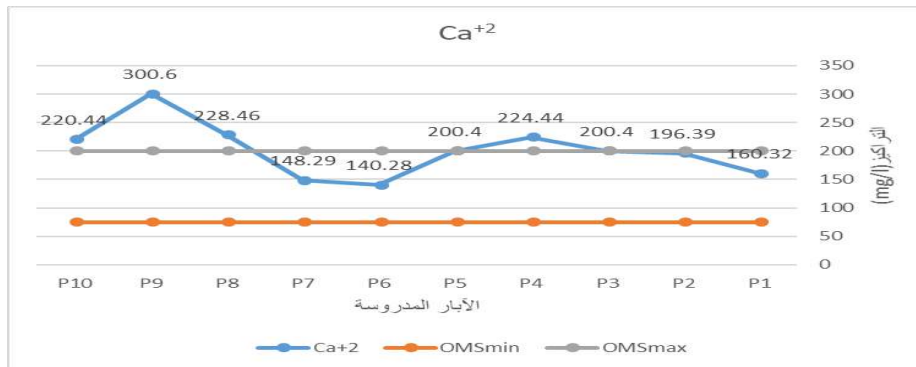
الشكل IV. 5: تركيز البقايا الجافة في الابار المدروسة

نلاحظ من الشكل انعدام البقايا الجافة في كل من بئر حاسي ميلود 2, الحدب 2 وحاسي شتاء , ونلاحظ ارتفاعها في الابار المتبقية حيث سجلت أعلى قيمة في بئر قصر الشط يليه بئر افري 3 بقيمة 4036mg/L و 3612 mg/l على التوالي وهذا يدل على ارتفاع الأملاح والمعادن في المياه بنسبة كبيرة .

IV . 4 . الخصائص الكيميائية:

IV . 4 . 1. العناصر المعدنية:

IV . 4 . 1. 1. الكالسيوم:

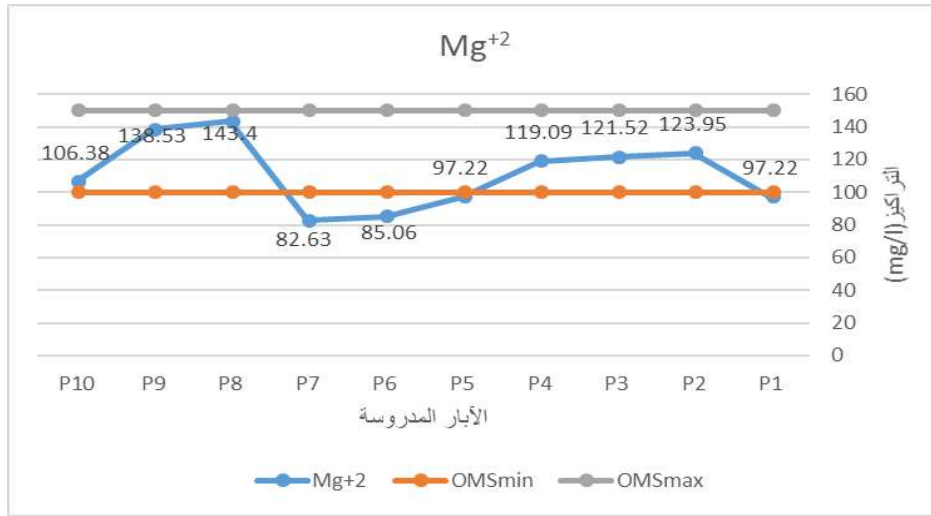


الشكل IV. 6: تركيز شوارد الكالسيوم في الآبار المدروسة

من خلال الشكل لتغيرات شوارد الكالسيوم نلاحظ أن أدنى قيمة سجلت ببئر غربوز 1, 140.28 mg/l, وأعلى قيمة سجلت ببئر افري 3 ب 300.6 mg/l, الابار التي سجلت قيم مقبولة هي بئر حاسي ميلود 1, الخفجي, غربوز 1, الحدب 2, والتي فاقت القيمة المحددة حسب المعايير الوطنية والعالمية (200 mg/l) هي كل من بئر أم الرانب, حاسي بن عبد الله 1, افران 2, قصر الشط, افري 3, حاسي الشتاء (أنقوسة).

ويعتبر الكالسيوم عامل لتمعدن المياه, ينتج أما بالانحلال المباشر للكلس CaCO_3 ؛ أو عن تفاعل CO_2 المنحل في الماء مع الصخور الكلسية, ويعود اختلاف القيم المسجلة الى اختلاف التضاريس للمنطقة.

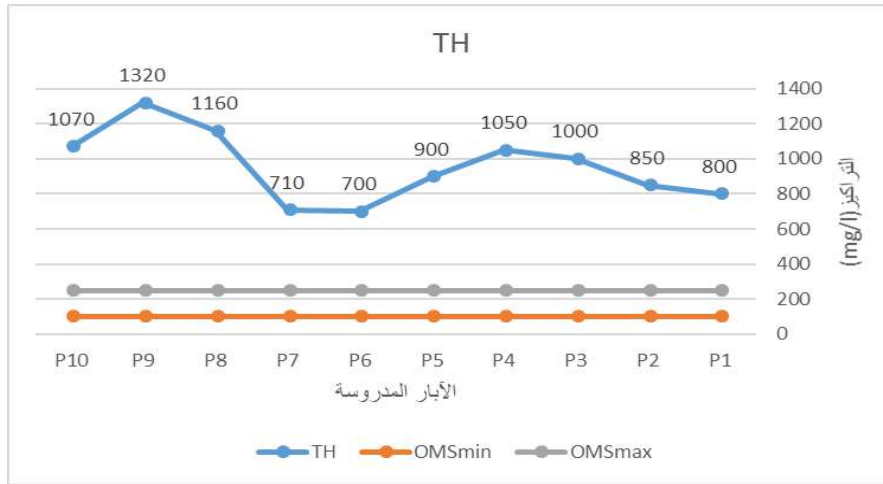
IV . 2.1. 4. المغنزيوم:



الشكل IV .7: تركيز شوارد المغنزيوم في الآبار المدروسة

نلاحظ من خلال الشكل أن في كل الآبار القيم مقبولة وتتناسب مع المعايير الوطنية والعالمية المقدره ب 150mg/l. ينتج المغنزيوم غالبا اما من انحلال الصخور الكربونية الغنية بالمغنزيوم او انحلال MgSO_4 .

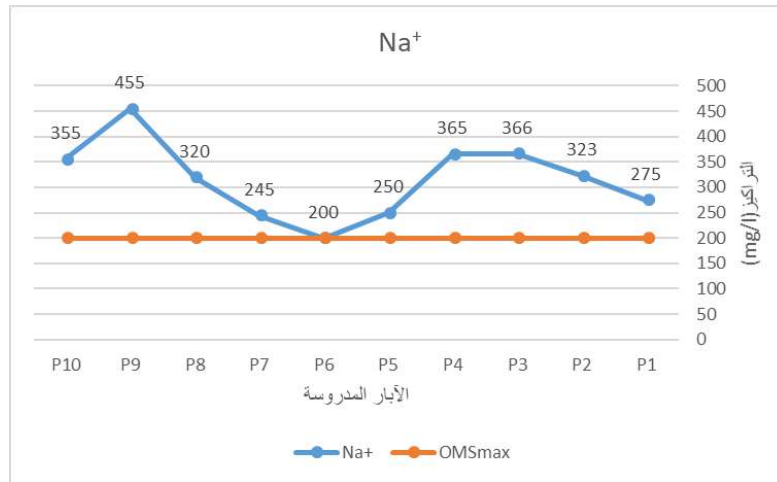
IV. 3.1. 4. القساوة الكلية:



الشكل 8.IV: القساوة الكلية في الآبار المدروسة

من خلال الشكل نلاحظ أن القساوة الكلية في كل الآبار تجاوزت بنسب كبيرة جدا الحد المسموح به وفق المعايير الوطنية والعالمية 250 mg/l . وتتعلق القساوة الكلية بطبيعة الطبقات للمياه الجوفية وخاصة بالمركبات المغنيزيوم والكالسيوم .

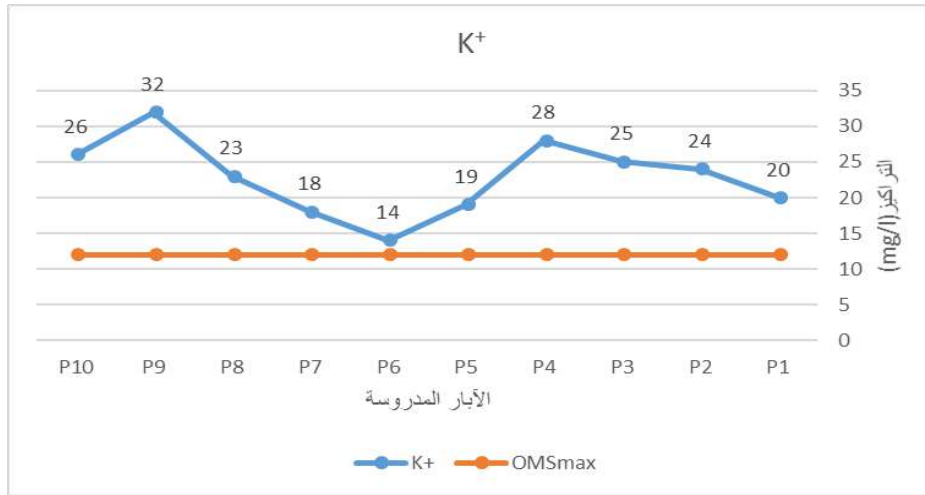
IV. 4.1. 4. الصوديوم:



الشكل 9. IV: تركيز الصوديوم في الآبار المدروسة

نلاحظ من خلال الشكل أن أعلى قيمة سجلت ببئر افري 3 (455 mg/l) و ارتفاع كبير لشوارد الصوديوم في كل الابار ماعدا بئر غربوز 1 كأدنى قيمة بقيمة تطابق 200 mg/l وهي أعلى قيمة مسموح بها وطنيا وعالميا . يتواجد الصوديوم طبيعيا في القشرة الأرضية ولديه قدرة انحلال عالية في الماء .

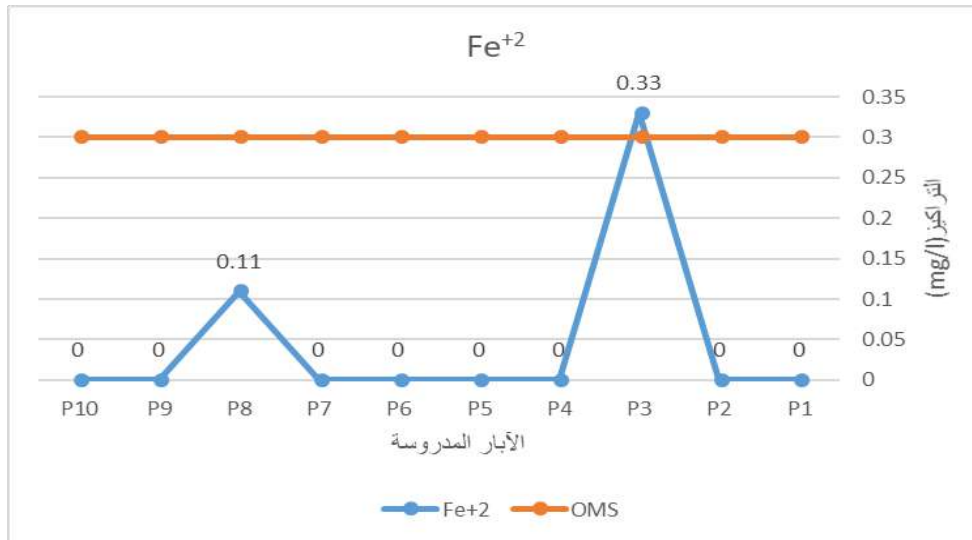
IV. 5.1. 4. البوتاسيوم:



الشكل IV. 10: تركيز البوتاسيوم في الآبار المدروسة

من خلال الشكل نلاحظ أن تراكيز شوارد البوتاسيوم في كل الآبار فاقت القيمة المسموحة حسب المعايير الوطنية والعالمية المقدره بـ 12 mg/l , وسجلت أعلى قيمة 32 mg/l في بئر افري3. يتواجد الكالسيوم في القشرة الأرضية بصورة طبيعية وله خاصية انحلال كبيرة في الماء ولامتاز التربة له بشكل جيد يتواجد بنسبة أقل نوعا ما مقارنة بالمركبات المتواجدة طبيعيا في القشرة الأرضية وهذا يعود لطبيعة المنطقة .

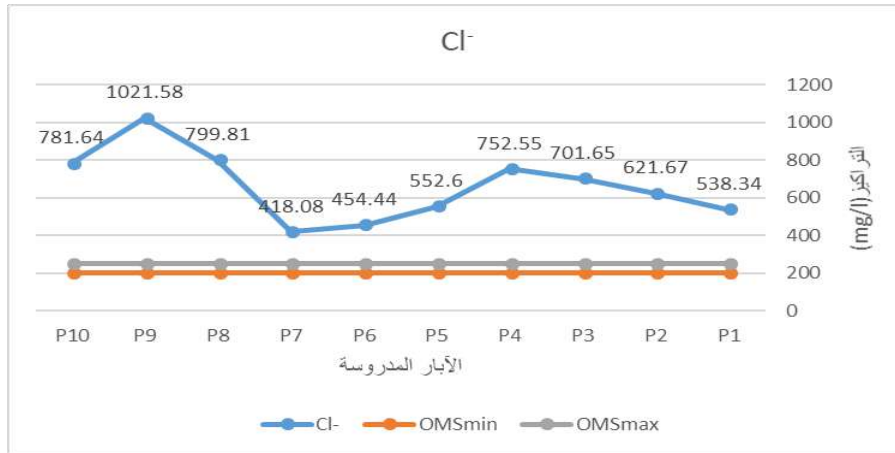
IV. 6.1. 4. الحديد الثنائي :



الشكل IV. 11: تركيز شوارد الحديد في الآبار المدروسة

وتنتج شوارد الحديد غالبا من المركبات الحديدية في الطبقات الجيولوجية والأتربة ويتأكسد الحديد الثنائي الى الحديد الثالثي في وجود الأوكسجين والماء من الشكل نلاحظ أن تركيز شوارد الحديد الثنائي منعدم في كل الآبار ماعدا بئر قصر الشطب (0.11mg/l) وبئر أم الراناب الذي تجاوز الحد المطلوب (0.33mg/l) وهي قيمة لا تتناسب مع المعايير الوطنية المقدرة بأقل من 0.3 mg/l.

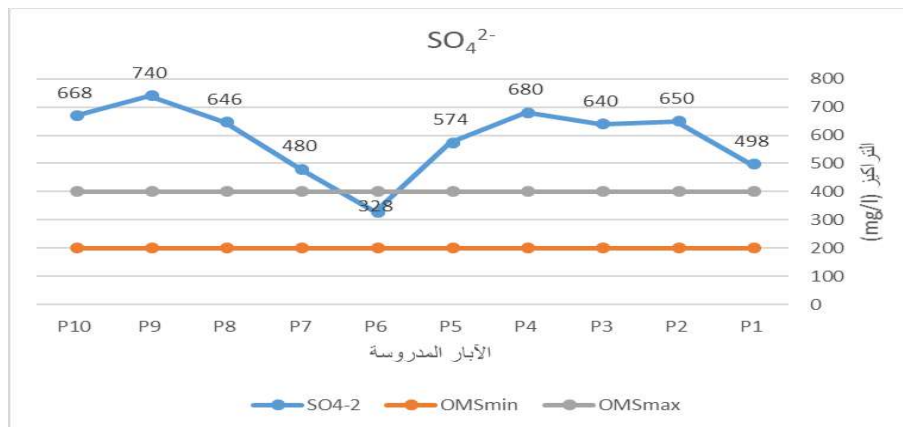
IV . 7.1. 4 . الكلور :



الشكل IV . 12: تركيز شوارد الكلور في الآبار المدروسة

يظهر الشكل أن أعلى قيمة (1021.58mg/l) كانت ببئر افري 3 , وجل الآبار تجاوزت 500mg/l وهي القيمة المسموح بيها وطنيا , ما عدا بئر بئر غربوز 1 كأدى قيمة ب418.08 mg/l وببئر الحدب 2. وفكل الابار فاقت القيمة المسموح بها عالميا , التركيز الكبير للكلور يعود الى التكوينات الملحية وكذا بسبب سوء التصريف الصحي.

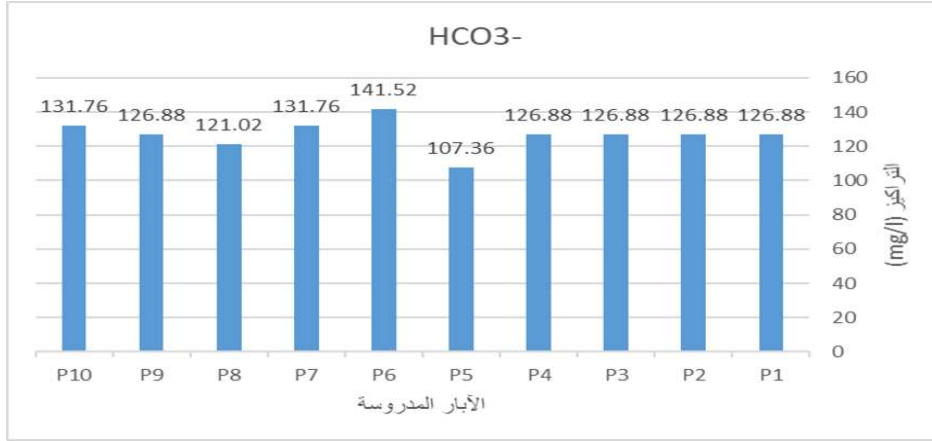
IV . 8.1. 4 . الكبريتات :



الشكل IV . 13: تركيز شوارد الكبريتات في الآبار المدروسة

يظهر الشكل تغير شوارد الكبريتات مقارنة بالمعايير الوطنية لتركيز الكبريتات في الماء المقدر ب 400 mg/l نلاحظ أن أعلى قيمة سجلت ببئر افري3 (740mg/l) ومعظم الآبار لا تتطابق مع المعايير الوطنية باستثناء بئر غربوز 1 بقيمة (328mg/l). وتنتج شوارد الكبريتات غالبا عن عملية انحلال الجبس $CaSO_4$.

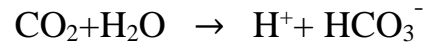
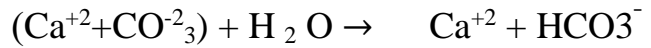
IV . 9.1. 4 . البيكربونات:



الشكل IV . 14: تركيز شوارد البيكربونات في الآبار المدروسة

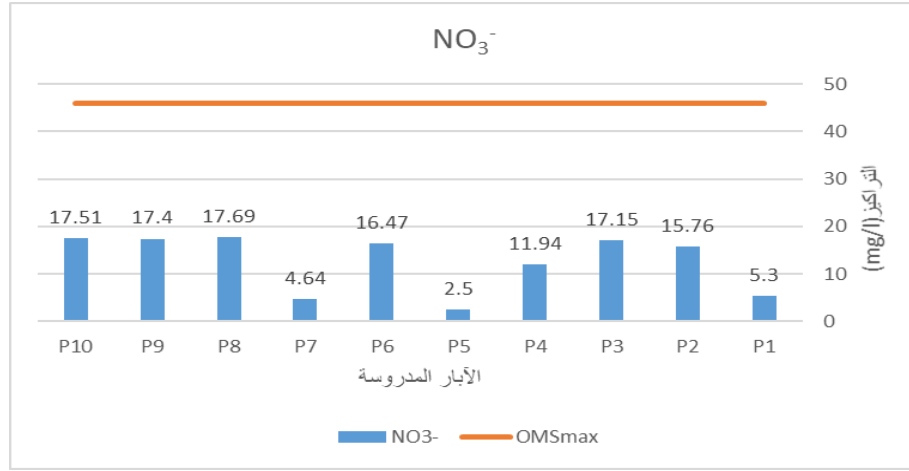
يتعلق تركيز شوارد البيكربونات بالتوازن القائم بين الوسط المائي والوسطين المحيطين به , الوسط الصلب (الصخور الكلسية الصلبة) والوسط الغازي (غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء أو المنحل في الماء) .

وفق المعادلات التالية:



IV . 4 . 2. لعناصر العضوية:

IV . 4 . 1.2. النترات:



الشكل IV . 15: تركيز شوارد النترات في الآبار المدروسة

يبين الشكل أن قيم تركيز شوارد النترات في كل الآبار يتطابق مع المعايير الوطنية والعالمية المقدره ب 50mg/l . لا يوجد مصدر طبيعي لشوارد النترات تنتج اما عن أرجاع شوارد النتريت أو أكسدة الأمونيوم وكذا الاستخدام غير عقلاني للاسمدة الكيميائية .

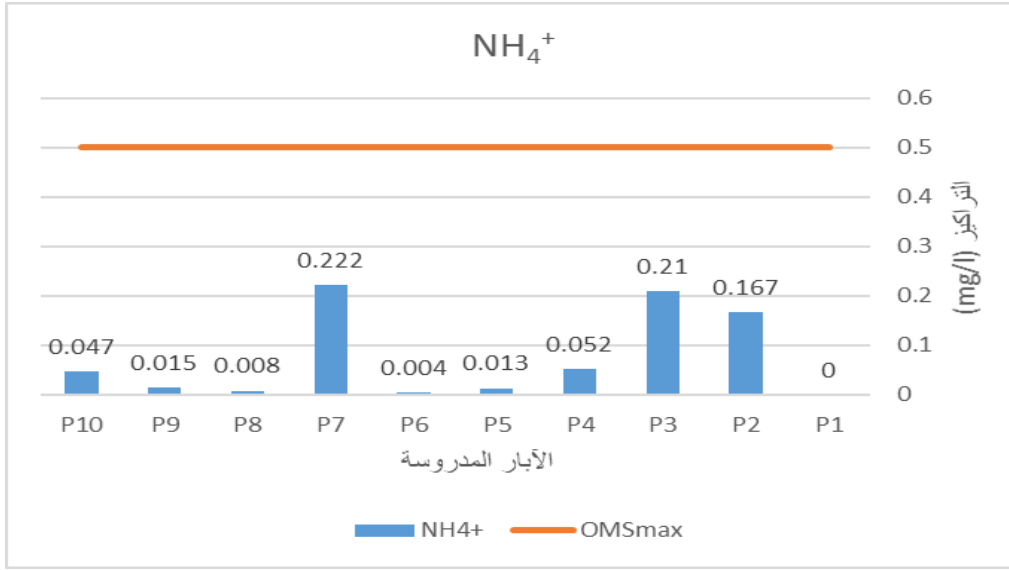
IV . 2. 2.4 . النتريت :



الشكل IV . 16: تركيز شوارد النتريت في الآبار المدروسة

نلاحظ من خلال الشكل أن تركيز النتريت معدوم تقريبا (أقل من 0.005 mg/l) في أغلب الآبار ما عدا بئر الخفجي 1, أم الرانب و افري 3 وتعتبر كلها قيم مقبولة تتطابق مع المعايير العالمية (0.1 mg/l). تنتج نتريت غالبا عن تحلل المواد العضوية ومياه الصرف الصحي والزراعي .

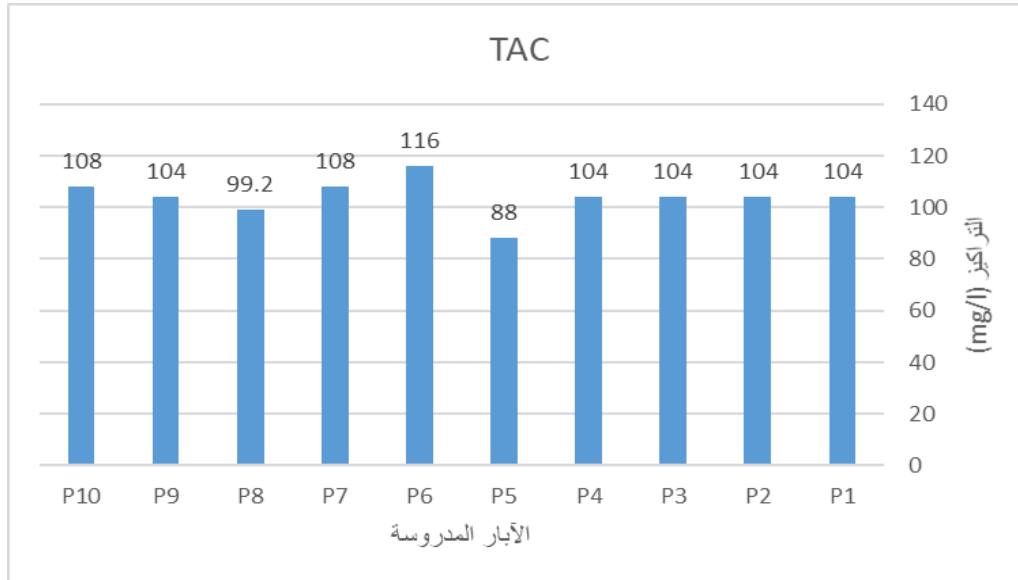
IV . 3.2. 4 . الأيونيوم:



الشكل IV . 17: تركيز شوارد الأيونيوم في الآبار المدروسة

نلاحظ من خلال الشكل أن تراكيز شوارد الأيونيوم في كل الآبار المدروسة تتوافق مع المعايير الوطنية المقدر ب (0.5 mg/l).

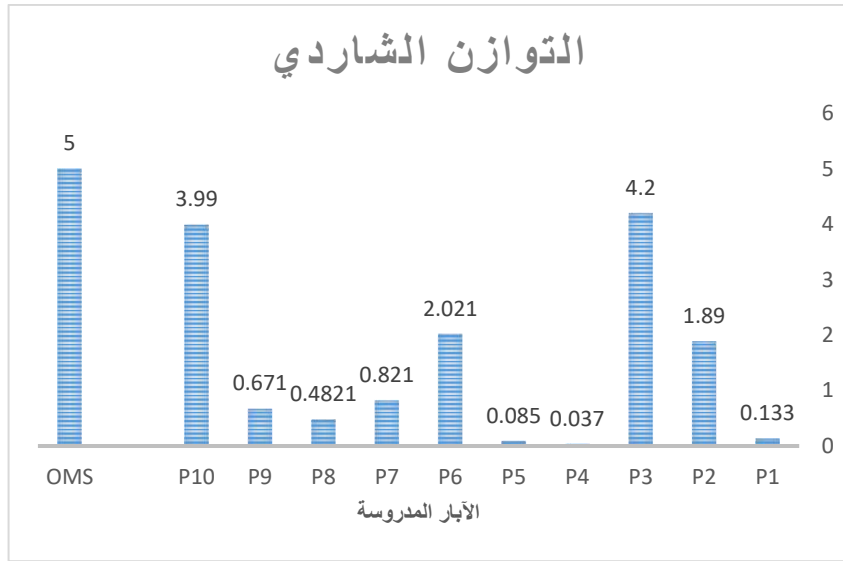
IV. 4.2.4. القلوية الكلية:



الشكل IV . 18: القلوية الكلية في الآبار المدروسة

تتعلق القلوية الكلية للماء بكمية الهيدروكسيد والكربونات والبيكربونات معا , ويعتبر الأس الهيدروجيني دليلا على قلوية الماء.

5.2.4.IV. التوازن الشاردي:

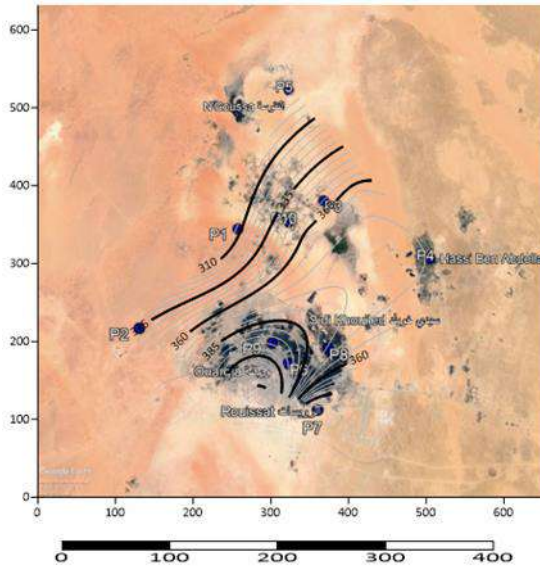


الشكل 19.IV: التوازن الشاردي في الآبار المدروسة

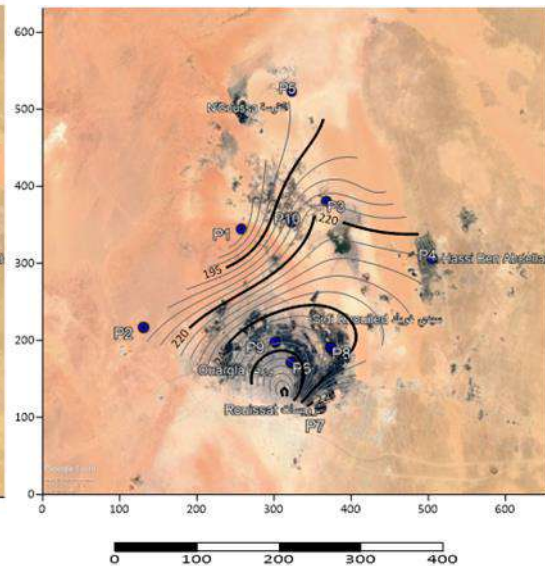
كل التحاليل الكيميائية تم اختبارها بحساب التوازن الشاردي لكل بئر وجدنا بأن كل النتائج موثوقة وتطابق المعيار العالمي والوطني $BI < 5$.

5. IV. التطور المكاني للملوثات:

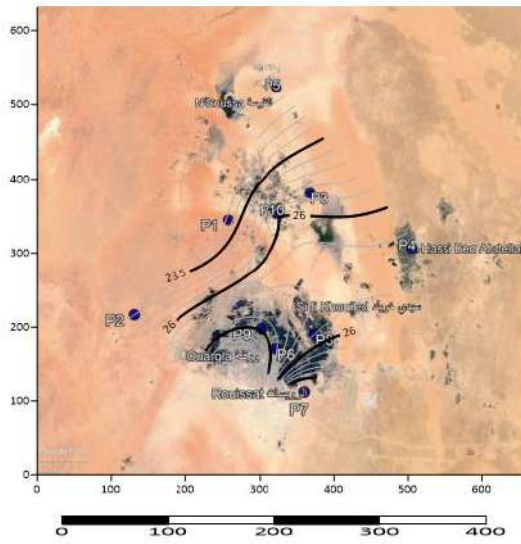
1. 5. IV. الملوثات المعدنية:



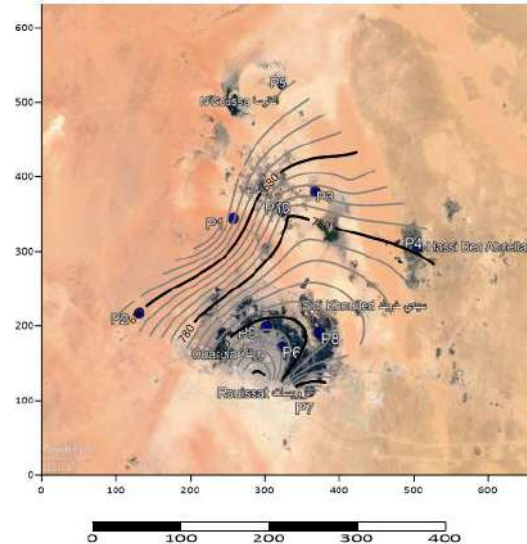
الشكل 21.IV: تغيرات الكالسيوم



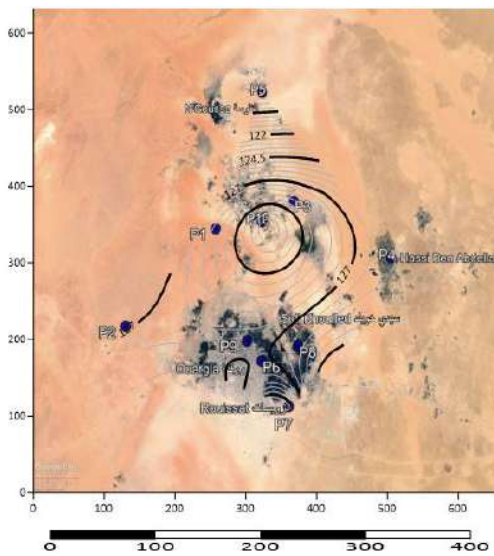
الشكل 20.IV: تغيرات الصوديوم



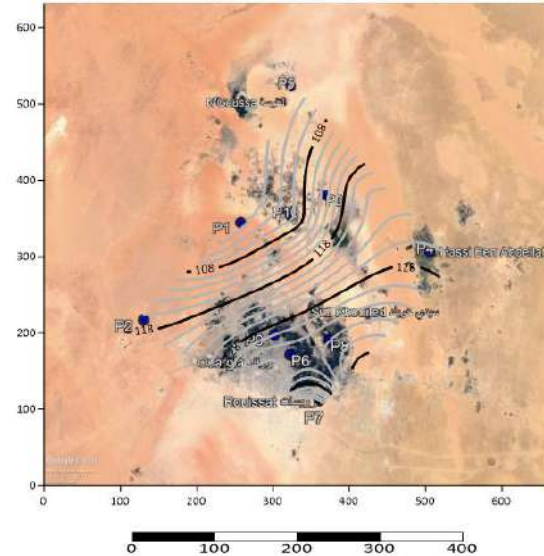
الشكل 23.IV : تغيرات البوتاسيوم



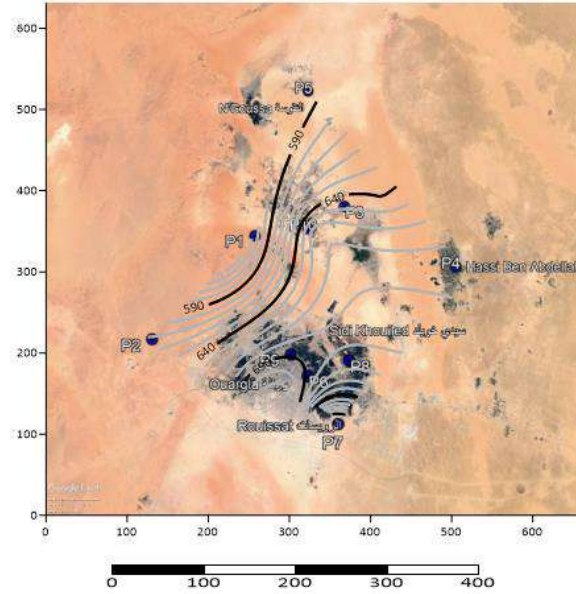
الشكل 22.IV : تغيرات الكلور



الشكل 25.IV : تغيرات المغنسيوم



الشكل 24.IV : تغيرات البيكربونات



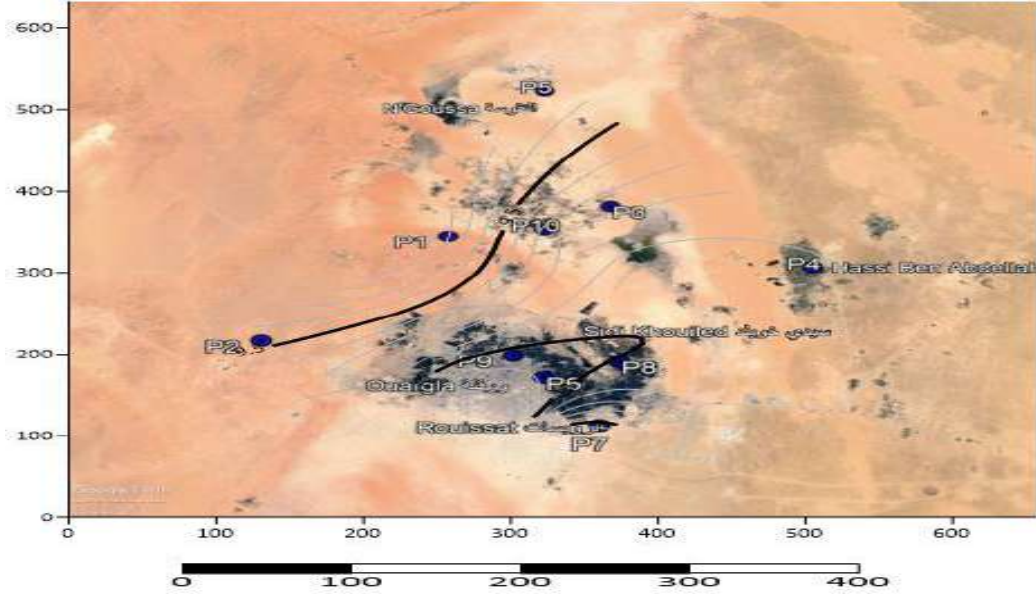
الشكل 26.IV : تغيرات الكبريتات

IV . 1.1.5. مؤشر التلوث المعدني :

مؤشر التلوث المعدني يحدد مدى التلوث المعدني للمياه الجوفية حيث يتم حسابه عن طريق قياس تراكيز العناصر المعدنية ومقارنتها بالتراكيز (معايير OMS) المسموح بها , فكلما فاق كل تركيز عن الحد زاد التلوث المعدني في منطقة الدراسة . كما يمكن تحديد المصدر المحتمل للتلوث وبالتالي معرفة كيفية الحد منه .

الجدول 3.IV: تصنيف التلوث المعدني

التلوث المعدني	IPM	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	Mg+2	Ca +2	التصنيف
ضعيف	<4	300-400	400-600	50-100	100-150	صنف 1
متوسط	4-8	400-500	600-800	100-150	150-200	صنف 2
قوي	8-12	500-600	800-1000	150-200	200-300	صنف 2
قوي جدا	>12	>600	>1000	>200	>300	صنف 3



الشكل IV. 27 : خريطة تغيرات مؤشر التلوث المعدني في الآبار المدروسة

من الشكل نلاحظ أن مؤشر التلوث المعدني في منطقة دراستنا يتمثل في :

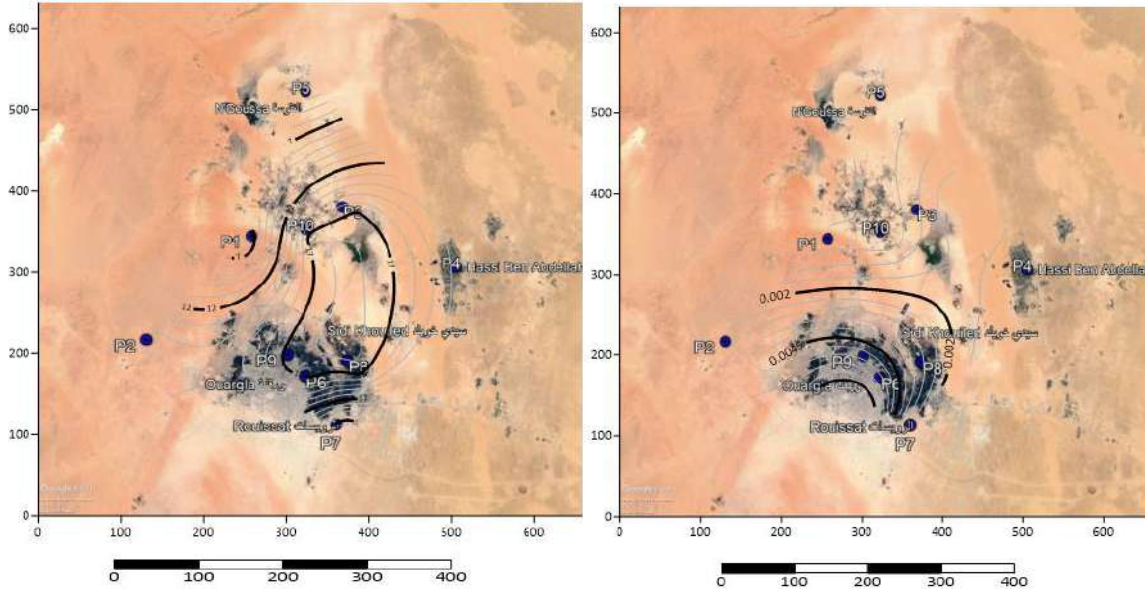
فئة 1 : منطقة ذات قابلية تلوث معدني ضعيف (منطقة غربوز 1) $IPM = 4$

فئة 2 : منطقة ذات قابلية تلوث معدني متوسط (حاسي ميلود 2 , افران 2 , الحدب 2) $4 < IPM < 8$

فئة 3 : منطقة ذات قابلية تلوث معدني قوي (خفجي , أم رانب, حاسي بن عبد الله 1 , قصرالشط و حاسي الشتاء) $8 < IPM < 12$

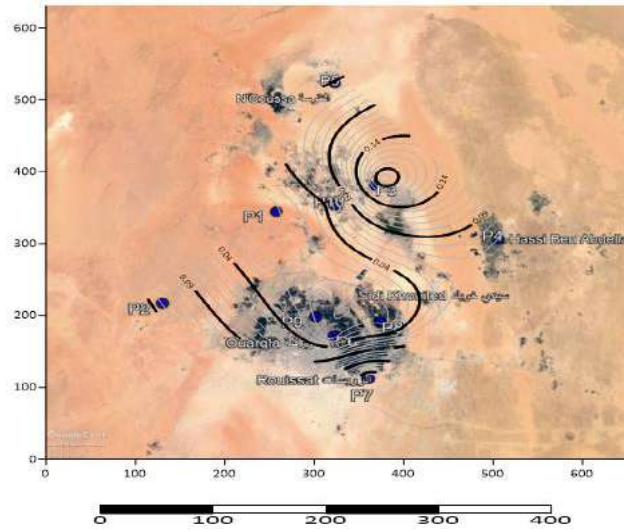
فئة 4 : منطقة ذات قابلية تلوث معدني قوي جدا (افري 3) $IPM > 12$

IV. 2.5. الملوثات العضوية :



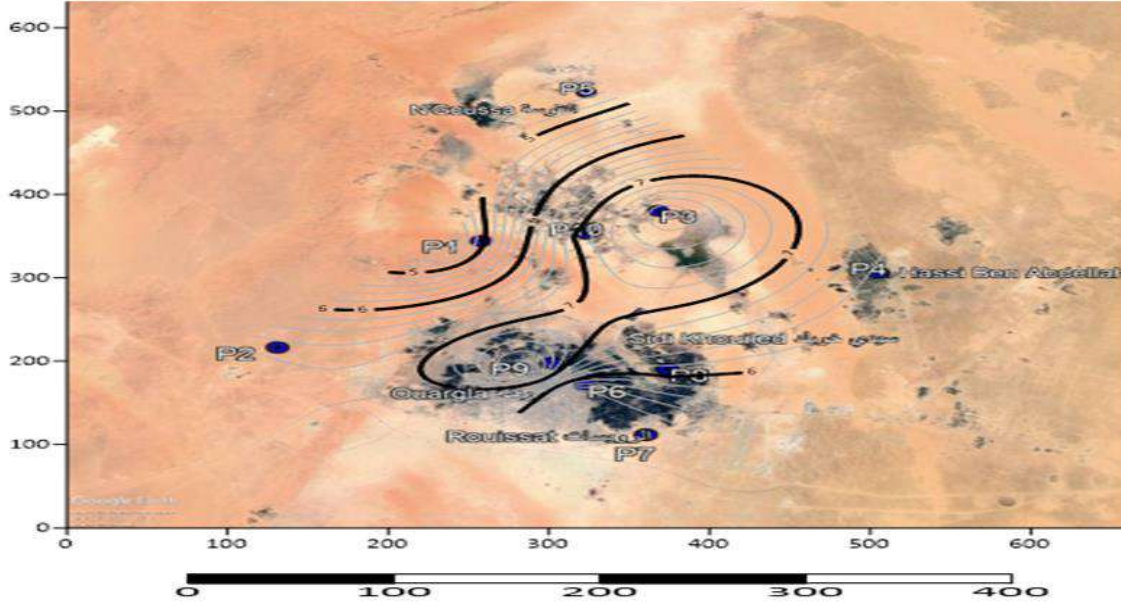
الشكل 29.IV: تغيرات النترات

الشكل 28.IV: تغيرات النتريت



الشكل 30.IV : تغيرات الأمونيوم

IV. 1.2.5. مؤشر التلوث العضوي: يتم استخدام مؤشر التلوث العضوي للمياه الجوفية لتقييم جودتها ومدى تلوثها بالمواد العضوية , يتم حسابه عن طريق قياس تراكيز العناصر العضوية (نترات , نتريت , أمونيوم) , فكلما كان التركيز أكبر زاد التلوث في المنطقة . يسبب هذا الأخير تأثيرات صحية جد خطيرة على صحة الانسان والبيئة .



الشكل IV.31 : خريطة تغيرات مؤشر التلوث العضوي في الآبار المدروسة

الجدول IV.4: تصنيف التلوث العضوي

التلوث العضوي	IPO	NH_4^+ (Mg/L)	NO_2^- (Mg/L)	NO_3^- (Mg/L)	التصنيف
ضعيف	< 5	< 0.007	<0.001	<5	صنف 1
متوسط	5 - 10	0.007 – 0.1	0.001- 0.002	5-10	صنف 2
قوي	10 <	0.1 – 0.2	>0.002	>10	صنف 3

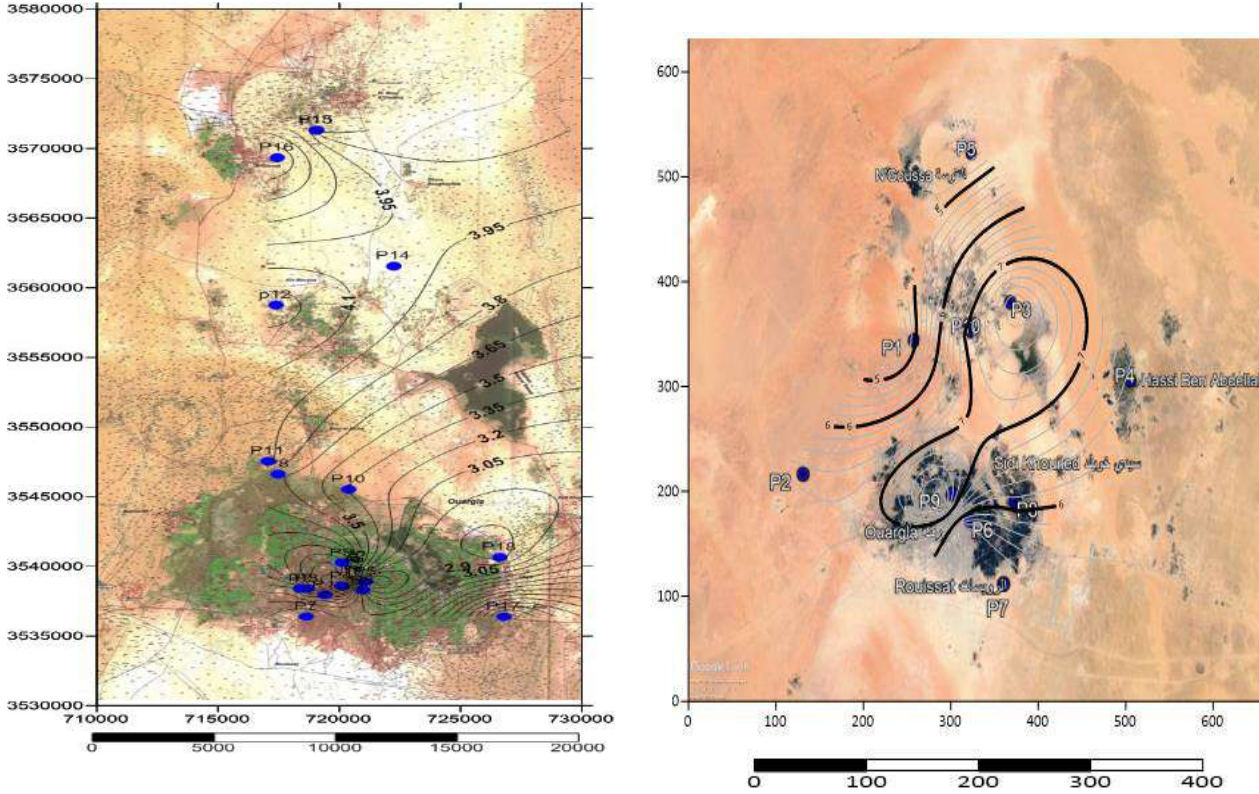
من الشكل نلاحظ أن التلوث العضوي في منطقة الدراسة يتمثل في :

فئة 1: مناطق ذات قابلية تلوث عضوي ضعيف تتمثل في كل من حاسي ميلود2, افران2 , غربوز 1, الحدب2 IPO < 5 .

فئة 2 : مناطق ذات قابلية تلوث عضوي متوسط تتمثل في كل من الخفجي , أم الرانب , حاسي بن عبد الله 1 , افري 3 , حاسي الشتاء , قصر الشط [5 – 10] IPO .

فئة 3 : تنعدم المناطق ذات قابلية تلوث عضوي قوي .

IV . 3.5. مقارنة بين نتائج الدراسة الحالية ونتائج الدراسة في 2016 :



الشكل IV. 32 : تغيرات IPO في الابار المدروسة الشكل IV. 33 : تغيرات IPO سنة 2016

من خلال المقارنة بين نتائج دراستنا والنتائج المتحصل عليها من خلال رسالة الدكتوراه للأستاذ : شوقي 2016 , حيث كان مؤشر التلوث العضوي مرتفع في منطقة سيدي خويلد لاحظنا انخفاض كبير لمؤشر التلوث العضوي ما بين سنة 2016 الى سنة 2023 . بما أن أصل التلوث العضوي غالبا مصدره الاستعمال المكثف (بكميات كبيرة) للأسمدة الزراعية , فالملاحظ أن سبب تراجع مؤشر التلوث العضوي الى مستويات ضعيفة سببه الارتفاع الحاد لثمن هذا النوع من الأسمدة العضوية (ارتفاع الثمن بحوالي 5 أضعاف) .

بينما لاحظنا أن مؤشر التلوث المعدني بقي مرتفع ما بين سنة 2016 وسنة 2023 وهذا عائد لطبيعة المنطقة .

الخاتمة :

يعرف تلوث الماء على أنه أي تغيير يطرأ على الخصائص الطبيعية له, مما يجعله غير صالح للشرب وللأستعمالات اليومية (صناعية, زراعية, منزلية....) ينقسم تلوث المياه الى نوعين تلوث طبيعي وتلوث بفعل نشاط الانسان .

على ضوء النتائج المتحصل عليها من خلال دراستنا هذه اثر تتبع الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية, ومعالجتها ببرنامج , Surfer 25 توصلنا الى أن طبيعة المياه في منطقة ورقلة تعتبر مياه ذات ملوحة عالية (ارتفاع كبير في أغلب العناصر الكالسيوم ,المغنزيوم ,البوتاسيوم , الكلور, الكبريتات والصوديوم....), وذات قساوة عالية جدا (ارتفاع جد كبير في تركيز الكالسيوم والمغنزيوم). وهذا الارتفاع مس كل الآبار المدروسة وخاصة منطقة افري 3 , كما سجلنا ارتفاع كبير للمعادن الثقيلة المدروسة (الحديد) في منطقة أم الراناب.

أغلب التراكيز للعناصر المعدنية المدروسة فاقت المعايير الوطنية والعالمية , يعود سبب هذا الى طبيعة التكوينات الجولوجية للمنطقة (تلوث طبيعي) .

بينما وجد أن تركيز العناصر العضوية (نترات , نترت و أمونيوم) يوافق المعايير الوطنية والعالمية. وأشار مؤشر التلوث العضوي (تلوث بفعل الانسان) الى وجود مستويين : ضعيف (حاسي ميلود2, افران 2 , الحدب 2 , غربوز 1) ومتوسط في المناطق المتبقية.

كما دل مؤشر التلوث المعدني الى وجود أربع مستويات ضعيف (غربوز 1) ومتوسط (حاسي ميلود 1 , افران 2, الحدب 2) قوي (أم الراناب , الخفجي , حاسي بن عبد الله 1, حاسي الشتاء و قصر الشط) وقوي جدا (افري 3) .

ومن خلال النتائج المتحصل عليها (قيم مؤشر التلوث المعدني) , تبين لنا أن المناطق الأكثر عرضة للتلوث هي التي لها مؤشر تلوث معدني مرتفع (افري 3 , أم الراناب , الخفجي , حاسي بن عبد الله 1, حاسي الشتاء و قصر الشط) . وبالتالي لتفادي توجيه مياه جوفية ملوثة معدنيا للاستهلاك البشري يجب تجنب حفر ابار في المناطق سالفة الذكر .

المراجع:

المراجع باللغة العربية:

[1] القرآن الكريم, سورة الانبياء, الاية 30

[2] الأستاذ رضوان لبيض "الجيولوجيا الاقليمية للجزائر الاصدار البسيط" جامعة قسم العلوم الطبيعية المدرسة العليا للأساتذة بالأغواط. ENSL2020, صفحة 10-11.

[3] محسن زويبيدة, محمد حمزة بن قرينة "نظام المعلومات لتسيير المياه كأداة للتسيير وتنمية الحوض الهيدروغرافي للصحراء كمنظمة متكاملة". مقالة, مجلة الباحث, عدد 14, 2014, صفحة 125-126.

[11] جاري لبنة, بن رغبة كوثر, دراسة نوعية مياه طبقة الألبان في منطقة ورقلة, مذكرة ماستر في كيمياء المياه, جامعة قاصدي مرباح ورقلة, 2018 صفحة 27.

[16] عبد الرزاق سليمان التومي محمد الطاهر على سعد, بكتيريولوجيا مياه الشرب, مركز بحوث التقنيات الحيوية, 2008,

[19] منظمة الصحة العالمية, دلائل جودة مياه الشرب, ج2, المعايير الصحية و معلومات مساعدة أخرى, المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط, الإسكندرية, مصر, 1989

[20] مارك ج. هامر, جونيور, الماء و تنقية مياه الصرف, ترجمة يوسف رضوان, 2010.

[21] د.نصر الحايك, مدخل إلى الكيمياء المياه (تلوث-معالجة-تحليل), من منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية و التكنولوجيا, الجمهورية العربية السورية 2017.

[14] هدى عساف, د.محمد سعيد المصري, مصادر تلوث المياه الجوفية, قسم الوقاية و الأمان, هيئة الطاقة الذرية السورية, دمشق 2007

[15] جاري لبنة, بن رغبة كوثر, دراسة نوعية مياه طبقة الألبان لمنطقة ورقلة, مذكرة ماستر, جامعة قاصدي مرباح ورقلة, 2018, ص4.

المراجع باللغة الاجنبية:

[4] M. DJDEL, Pollution minérale et organique des eaux de la nappe superficielle de la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional, Algérie) thèse de doctorat en Hydrogéologie, université Badj Mokhtar Annaba, 2008.

[5] N. CHINANI, Contribution à la Caractérisation Lithostratigraphique Des Formations Géologiques de la Cuvette d'Ouargla, Mémoire Master en Géologie, Université Larbi ben m'hidi Oum el bouaghi, 2020.

[6] Mourad. CHAOUKI, Evolution spatio-temporelle et la vulnérabilité a la pollution des eaux souterraines de la région de Ouargla, thèse de doctorat en Génie des Procédés, université Kasdi Merbah Ouargla, 2016.

[7] www.tutiempo.net 25/03/2023

[8] BEN ALI TAMIM SOUALAH BEDADIN-EDDINE "Etude géologique et sédimentologie des gara Mio-pliocène de l'Est de Oued M'ya (Ouargla)", Mémoire fin d'étude en géologie de l'ingénieur. Université K.M de Ouargla, 2014.

[9] M. Goudjil et S. Bencheikeh "La pollution minérale et organique des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla Sud-est Algérien", mémoire Master en Génie de l'environnement Université Kasdi Merbah Ouargla.

[10] N. HMIDI, A. HAMZA, "Étude géochimique de la pollution organique et minérale des eaux souterraines du complexe Terminale (CT) de la cuvette de Ouargla". Mémoire master, Génie d'environnement. Université Kasdi Merbah Ouargla, 2017

[12] REZEG Radia, Étude Hydrogéochimique de la Pollution Minérale des Eaux Souterraines du Complexe Terminale (CT) de la Région de Ouargla Sud-Est Algérien, Mémoire master en Génie d'environnement, Université Kasdi Merbah Ouargla ,2019-2020.

[13] M. BELHADJ, Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la wilaya de Skikda, thèse doctorat, Université Mohamed Khider Biskra.

[17] www.cnrs.fr 30/03/2023

[18] www.sciencejunior.fr 30/03/2023

[22] www.kgs.uky.edu 30/03/2023

[23] www.hnjournal.net 30/03/2023

[24] www.uoanbar.edu.iq 06/04/2023

[25] www.lenntech.com 06/04/2023

[26] www.sci.uobasrah.edu.iq 07/04/2023

[27] Food and agriculture organization of the United Nations (www.fao.org) 07/04/2023

[28] DRIRE. " Prévention de la pollution industrielle de l'eau dans les Pays de la Loire, guide, Analyse et connaissance." numéro 40, 2012.

الملحق



صورة لجهاز Analyseur portable



صورة لجهاز قياس العكارة



صورة لعينة بعد معايرة القلوية الكلية



صورة لجهاز الامتصاص الذري باللهب



صورة لجهاز Spectrophotometre



صورة لعينة قبل معايرة شوارد الكالسيوم



صورة لعينة بعد اضافة الكواشف لقياس شوارد الأيونيوم



صورة للفرن المستعمل في التجفيف



صورة للميزان الحساس المستعمل في القياسات