وزارة التعليـــم العالـــي والبحـــث العلمـــي

جامعـة قاصدي مربـاح- ورقلـــة

كليـة الرياضيات وعلوم المادة

قســـــم الكيـمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيـمياء

التخصص: كيمياء المحيط

من إعداد: رميصاء شهبي – شحمي شيماء

بعنوان:

الدراسة الهيدروكيميائية للمياه الموجهة للشرب بمنطقة ورقلة

نوقشت يوم06/09 / 2022 امام لجنة المناقش

لويزة زنخري	أستاذة محاضرة صنف " أ "	رئيسا
خولة شاوش	أستاذة محاضر صنف " ب "	مناقشا
علي ذوادي	أستاذ تعليم عالي	مؤطرا

السنة الجامعية:2022/2021

شكر و عرفان

بسم الله والصلاة والسلام على أشرف خلق الله

مُحَّد بن عبد الله

نحمد لله ونشكره عزوجل على توفيقنا

في إنجاز هذا العمل

كما نتقدم بجزيل الشكر وعظيم العرفان إلى كل

من ساهم

في إنجاز هذا العمل ونخص بالذكر الأستاذ الفاضل

"ذوادي علي" الذي أشرف على هذه مذكرة

دون أن ننسى لجنة المناقشة بقبولها على مناقشة هذه المذكرة وكل أساتذة قسم الكيمياء كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر إلى كل من ساعدني من قريب أو بعيد

خاصة :

رئيس قسم الكيمياء " بلفار مُحَّد الأخضر "

استاد " كاتب سمير "

عمال الجزائرية للمياه بورقلة " خديجة دوادي – خنور . شيباني عائشة–اتليلي حفصة"

عمال المكتبة بكلية الرياضيات وعلوم المادة وكلية العلوم التطبيقية جامعة ورقلة

شيماء *رميصاء

إهداء

الحمد الله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله الحمد الله الذي ألهمنا القوة والصبر لإتمام هذا العمل المتواضع

إلى نبع الحنان ورمز الأمان إلى من تحت قديمها الجنان والدتي الغالية أطال الله في عمرها وأعلى في قدرها

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم إلى من يشقى لأنجح ويحزن لأفرح والدي العزيز

كما لاننسى أستاذنا الفاضل "ذوادي علي" الذي كان فيضا ننهل من علمه ونصائحه

إلى العائلة الكريمة إخوتي وأخواتي كوثر –علي – زكرياء– عبد الرحيم –مريم –

إلى رفقاء دربي وذكرياتي صديقاتي " شيماء – نجاة –رانيا– يسرى "

إلى كل من ساعدنا في هذا العمل من قريب أو بعيد

إلى كل طلبة قسم الكيمياء دفعة 2022

رميصاء

إهداء

ما أجمل ان يجود المرء باغلى مالديه والاجمل ان يهدي الغالي الى الأغلى

هي ذي ثمرة جهدي اجنيها اليوم

هي هدية اهديها الى كل من علمني حرفا في هذه الدنيا الفانية

الى روح أبي الزكية الطاهرة رحمه الله

الى أمي العزيزة الغالية حفضها الله

الى اخوتي واخواتي"فتيحة –أحمد –فاتح –مراد –سامية –هاجر –حنان –عبير"

الى براعم الصغارابناء اخوتي وأخواتي

كما لاننسى أستاذنا الفاضل ذوادي علي الذي كان فيضا ننهل من علمه ونصائحه

الى رفقاء دربي وذكرياتي صديقاتي"رميصاء –حنان –نجاة –رانيا"

الى كل من ساعدنا في هذا العمل من قريب او بعيد

الى كل طلبة قسم الكيمياء دفعة 2022

الى جميع أفراد الأسرة التربوية في الجزائر الحرة الأبية

شيماء

قائمة الاختصارات

ADE	المؤسسة الجزائرية للمياه
Ba	التوازن الشاردي
CI	المتداخل القاري
C_S	التركيز الاشباعي للغاز في الماء
CT	المركب النهائي
K_H	ثابت هنري او معامل الامتصاص
MES	المواد العالقة
Na	المعيار الجزائري
NTU	وحدة قياس العكارة
OMS	منظمة الصحة العالمية
P	الضغط الجزئي للغاز في الهواء
pH	الأس الهيدروجيني
Rs	البقايا الجافة
S	درجة الملوحة
TA	القلوية المؤقتة
TAC	القلوية الدائمة
TDS	المواد الصلبة الذائبة
TH	العسرة
µ	ثابت العزل الكهربائي

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1-I	الموقع و حدود لمنطقة الدراسة	03
2-I	مقطع جيولوجي	04
3-I	مقطع هيدروغرافي لمختلف الطبقات	06
1-II	نسب الماء في الأغذية وجسم الإنسان	12
2-II	دورة الماء في الطبيعة	12
3-II	المياه الجوفية ودورتها	13
4-II	بحيرة واسعة ونهر	14
5-II	مياه البحر	14
6-II	مخطط مصادر المياه على الأرض	15
7-II	البنية الفراغية لجزيء الماء	16
8-II	الرابطة المشتركة للجزيء	16
1-III	المؤسسة العمومية "الجزائرية للمياه" بورقلة	34
2-III	مختلف الآبار الموجودة في المنطقة	35
3-III	جهاز pH mètre	36
4-III	جهاز قياس الناقلية الكهربائية	37
5-III	ميزان تحليلي	38
6-III	حاضنة	38
7-III	جهاز قياس العكارة	39
8-III	جهاز نزع الرطوبة	40
9-III	جهاز الامتصاص الذري بالشعلة	44
1-IV	عينات مياه طبقة السينونيان لمنطقة ورقلة على مخطط بيبر	57
2-IV	عينات مياه طبقة ميوبلوسان لمنطقة ورقلة على مخطط بيبر	58
3-IV	عينات مياه طبقة الالبيان لمنطقة ورقلة على مخطط بيبر	59

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
I- 1	تغيرات درجة الحرارة 2021	08
I-2	تغيرات الرطوبة)2021	09
I- 3	تغيرات الإشعاع الشمسي 2021	09
I- 4	تغيرات التساقط (2021	10
I-5	تغيرات التبخر 2021	10
I-6	تغيرات الرياح 2021	10
II-1	المعايير الوطنية والدولية لمياه الشرب	25
III-1	مصادر بعض المياه التي تم تحليلها	35
IV-1	نتائج قياس بعض العناصر الفيزيائية لعينات المياه	53
IV-2	نتائج قياس بعض العناصرالكيميائية لعينات المياه	54
IV-3	قيم توازن الشاردي	55
IV-4	قيم عسرة الماء TH	56
IV-5	قيم دليل القلوية TAC	56
V-1	نوعية عينات المياه حسب الناقلية	63
V-2	مقارنة عينات المياه المدروسة مع معايير صلاحية الماء للشرب	69

الفهرس

الرقم	العنوان	الصفحة
شكر وعرفان		**i**
إهداء		**ii**
قائمة الاختصارات		**Iv**
قائمة الأشكال		**V**
قائمة الجداول		**Vi**
المقدمة العامة		**01**
الفصل الأول : تقديم منطقة الدراسة		
	تمهيد	**03**
1-I	التعريف بالمنطقة	**03**
1-1-I	الموقع الجغرافي	**03**
2-1-I	الموقع الإداري	**03**
3-1-I	عدد السكان	**04**
2-I	جيولوجية المنطقة	**04**
3-I	هيدروغرافية المنطقة	**05**
4-I	الوديان في المنطقة	**06**
5-I	انواع مصادر المياه	**07**
1-5-I	المياه السطحية	**07**
2-5-I	المياه الجوفية	**07**
6-I	خصائص المناخية	**08**
1-6-I	درجة الحرارة	**08**
2-6-I	الرطوبة	**08**
3-6-I	الاشعاع الشمسي	**09**
4-6-I	التساقط	**09**
5-6-I	التبخر	**10**
6-6-I	الرياح	**10**
الفصل الثاني : عموميات حول المياه		
	تمهيد	**11**
1-II	عموميات	**11**
1-1-II	الماء ينبوع الحياة	**11**
2-1-II	ضرورة الماء الصافي لصحة الإنسان	**11**
3-1-II	دورة الماء في الطبيعة	**12**
4-1-II	أنواع المياه ومصادرها	**13**
1-4-1-II	المياه الجوفية	**13**
2-4-1-II	المياه السطحية	**13**
3-4-1-II	مياه البحار	**14**

5-1-II	مصادر المياه على الأرض	**15**
6-1-II	تركيبة الماء	**15**
7-1-II	الخصائص الفيزيائية للماء	**16**
8-1-II	نوعية الماء	**17**
1-8-1-II	المياه النقية الصالحة للاستعمال البشري	**17**
2-8-1-II	المياه غير النقية أو الملوثة تلوثا طبيعيا	**17**
3-8-1-II	مياه غير صالحة للاستعمال أو الملوثة	**17**
9-1-II	مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها	**17**
1-9-1-II	الخصائص الفيزيائية	**17**
2-9-1-II	الخصائص الكيميائية	**19**
3-9-1-II	الخصائص البيولوجية	**21**
4-9-1-II	الخصائص البصرية	**21**
10-1-II	أسباب وحلول مشكلة قلة أو ندرة المياه	**21**
2-II	مياه الشرب	**22**
1-2-II	تعريفها	**22**
2-2-II	مواصفات الماء الصالح للشرب	**22**
3-2-II	تلوث الماء الصالح للشرب	**23**
4-2-II	أنواع التلوث	**23**
1-4-2-II	التلوث الفيزيائي	**23**
2-4-2-II	التلوث الكيميائي	**23**
3-4-2-II	التلوث الحيوي (البيولوجي)	**23**
4-4-2-II	التلوث الإشعاعي	**24**
5-4-2-II	التلوث الحراري	**24**
5-2-II	مصادر تلوث الماء	**24**
6-2-II	معايير المياه الصالحة للشرب	**25**
7-2-II	الآثار الصحية لبعض المواد التي قد توجد بالمياه	**26**
8-2-II	أهم العناصر المكونة للماء حسب منظمة الصحة العالمية	**26**
1-8-2-II	العناصر الأساسية	**26**
2-8-2-II	العناصر غير المرغوب فيها	**27**
3-8-2-II	العناصر السامة	**28**
9-2-II	الطرق الأساسية لتنقية الماء	**29**
1-9-2-II	التهوية	**30**
2-9-2-II	إزالة المواد المعلقة والغروية	**30**
3-9-2-II	إزالة المواد المنحلة في الماء	**31**
4-9-2-II	التعديل	**32**
5-9-2-II	أكسدة المياه وتعقيمها	**32**
الفصل الثالث : الطرق والأدوات المستعملة		
	تمهيد	**34**
1-III	المواد المستعملة والطرق العملية	**34**
1-1-III	التعريف بمؤسسة الجزائرية للمياه	**34**
2-1-III	مصادر المياه التي تم تحليلها	**35**
3-1-III	شروط أخذ العينة	**35**

2-III	دراسة الخصائص الفيزيائية	**36**
1-2-III	قياس الأس الهيدروجيني	**36**
2-2-III	قياس الناقلية الكهربائية	**37**
3-2-III	تقدير المواد الصلبة الذائبة	**37**

4-2-III	تحديد الملوحة	**37**
5-2-III	البقايا الجافة	**38**
6-2-III	اختبار العكارة	**38**
7-2-III	تحديد المواد العالقة	**39**
3-III	دراسة الخصائص الكيميائية	**40**
1-3-III	تحديد القلوية الدائمة TAC	**40**
2-3-III	تحديد القلوية HCO_3^-	**41**
3-3-III	تحديد القلوية المؤقتة TA	**41**
4-3-III	قياس العسرة TH	**41**
5-3-III	قياس تركيز الكالسيوم	**42**
6-3-III	تعيين تركيز المغنزيوم	**42**
7-3-III	تحديد تركيز الكلورير	**43**
8-3-III	تحديد تركيز الصوديوم	**43**
9-3-III	تحديد تركيز البوتاسيوم	**44**
10-3-III	تحديد تركيز النترات	**48**
4-III	البرامج المستعملة	**50**
1-4-III	برامج الكيمياء للرسومات البياني Logiciel d'hydrochimie	**50**
1-1-4-III	مخطط بيبر Diagramme pipier	**50**
2-1-4-III	مخطط ريفيرسيد Riversid /ويلكوكسDwilcox	**51**
5-III	المعايير	**51**
الفصل الرابع : عرض النتائج		
	تمهيد	**52**
1-IV	نتائج الخصائص الفيزيائية	**52**
2-IV	نتائج الخصائص الكيميائية	**53**
1-2-IV	نتائج بعض الخصائص الكيميائية	**53**
2-2-IV	التوازن الشاردي	**53**
3-2-IV	نتائج قيم عسرة الماء	**54**
4-2-IV	قيم القلوية	**55**
3-IV	نتائج المخططات	**55**
1-3-IV	توضع عينات المياه في مخطط بيبر	**55**
2-3-IV	توضع عينات المياه في مخطط ويلكوكس	**59**
3-3-IV	توضع عينات المياه في مخطط ريفيرسد	**61**
الفصل الخامس : تحليل نتائج الدراسة		
	تمهيد	**62**
1-V	تحديد دقة التوازن الشاردي للتحاليل	**62**
2-V	تقييم العينات حسب استعمال المياه للشرب	**62**
3-V	تحديد التصنيف الهيدروكيميائي	**66**
1-3-V	تصنيف عينات مياه طبقة الميوبليوسان حسب مخطط بيبر	**66**
2-3-V	تصنيف عينات مياه طبقة السينونيان حسب مخطط بيبر	**66**
3-3-V	تصنيف عينات مياه طبقة الالبيان حسب مخطط بيبر	**67**
4-V	تصنيف عينات مياه الطبقات الثلاث حسب مخطط ريفيرسيد / ويلكوكس	**67**

1-4-V	التصنيف بدلالة الناقلية ونسبة الصوديوم حسب مخطط ويلكوكس	**67**
2-4-V	التصنيف بدلالة الناقلية ونسبة امتصاص الصوديوم حسب مخطط ويلكوكس	**67**
3-4-V	التصنيف بدلالة ونسبة امتصاص الصوديوم حسب مخطط ريفيرسيد	**68**
5-V	صلاحية المياه للشرب	**68**
الخلاصة العامة		**72**
قائمة المراجع		**74**
الملاحق		**I**

المقدمة العامة

المقدمة العامة

قال تعالى " وجعلنا من الماء كل شيء حي " سورة الأنبياء الآية 30.

تواجه المجتمعات البشرية أخطارا كبيرة مع مطلع الألفية الثالثة وقد اعتاد الإنسان أن يُعد الطبيعة كنزا, لذلك استمر الإنسان بتسخيرها بقوة [1].

فالماء عنصر ضروري للحياة وبدونه لايمكن العيش للكائنات الحية وهو أحد الموارد الطبيعية المتجددة على كوكب الأرض [2], وأهم ما يميزه كمركب كيميائي هو ثباته فالكميات الموجودة منه على سطح وباطن كوكب الأرض هي نفسها منذ مئات السنين, ويدخل في تركيب أجسام كل الكائنات الحية مهما تعددت صورها وأشكالها [3] .

تعاني أغلب مناطق المغرب العربي خاصة الجزائر من ندرة المياه ويرجع ذلك إلى وقوعها في المنطقة الجافة وشبه الجافة من الكرة الأرضية, إلا أن استهلاك مياه الشرب ازداد مع ارتفاع عدد السكان والتقدم الصناعي مما نتج عنه تلوث عضوي, معدني و بكتريولوجي مما يستدعي بالضرورة دراسة خصائص المياه [4].

من المعروف أن مياه الآبار تعتبر مياهها صافية وصالحة للشرب لكنها تتأثر بالطبقات والصخور الأرضية التي تمر من خلالها وهذا ما يجعل بعض العناصر يزيد تركيزها مما يسبب بعض المش

اكل للمياه [5], لذلك وجب إجراء بعض التحاليل المخبرية (الفيزيوكيميائية) لمعرفة خصائص ونوعية المياه المستخرجة من مختلف الآبار الموجودة في منطقة الدراسة خلال مختلف الحملات

من بين أنواع المياه ، المياه الجوفية أي المياه المخزنة في باطن الأرض بمختلف طبقاتها هذه المياه هي المصدر الأساسي الذي يزود ولاية ورقلة ودائرة ورقلة تحديدا بالمياه الصالحة للشرب وهذا لندرة المياه السطحية إن لم نقل انعدامها تماما ،ونظرا للأهمية البالغة للمياه في الحياة اليومية ولقلة مصادره استدعى منا ضرورة الحفاظ عليه من خلال مراقبة نوعية ومعرفة نوعية وخصائص ومدى صلاحيته للاستهلاك في كل منطقة.

ومن المعروف أن مياه الآبار تعتبر مياه نقية وصالحة للشرب لكن تبعا لموقعها الجغرافي وحجم البئر والتغيرات المناخية يجعلها تتأثر بالطبقات والصخور الأرضية التي تمر من خلالها والتأثر بحركتها فكلما كانت الحركة بطيئة زاد التلامس بين الصخور والمياه وهذا ما يتسبب في تغيير تراكيز بعض العناصر وزيادتها مما يخلق بعض المشاكل في المياه كتغير لون وطعمه فقد هدفت دراستنا إلى معرفة خصائص الفيزيوكيميائية و نوعية المياه المستخرجة من آبار المنطقة ورقلة ومقارنتها بدراسات سابقة ومدى مطابقتها للمعايير الوطنية والعالمية لمياه الشرب .

ويندرج تحت هذه الإشكالية مجموعة التساؤلات الفرعية التي ستبين لنا :

- ماهي مختلف خصائص الآبار الموجودة في منطقة ورقلة
- ماهي نوعية المياه المستغلة

للإجابة عن هذه الأسئلة اتخذنا خطة البحث الآتية :

- ✓ الفصل الأول : تقديم منطقة الدراسة (ورقلة) وعرض المعطيات الضرورية لمنطقة الدراسة : المناخ، الخصائص الجيولوجية، الهيدروغرافية.
- ✓ الفصل الثاني : عموميات حول المياه وماء الشرب وتحديد مواصفات وخصائص المياه الصالحة للشرب.
- ✓ الفصل الثالث : الطرق والأدوات المستعملة وشروط أخذ العينات من آبار منطقة الدراسة.
- ✓ الفصل الرابع : عرض النتائج
- ✓ الفصل الخامس : مناقشتها وعرض النتائج في جداول ومقارنتها بالمعايير الوطنية والعالمية.

الفصل الأول

تقديم منطقة الدراسة (ورقلة)

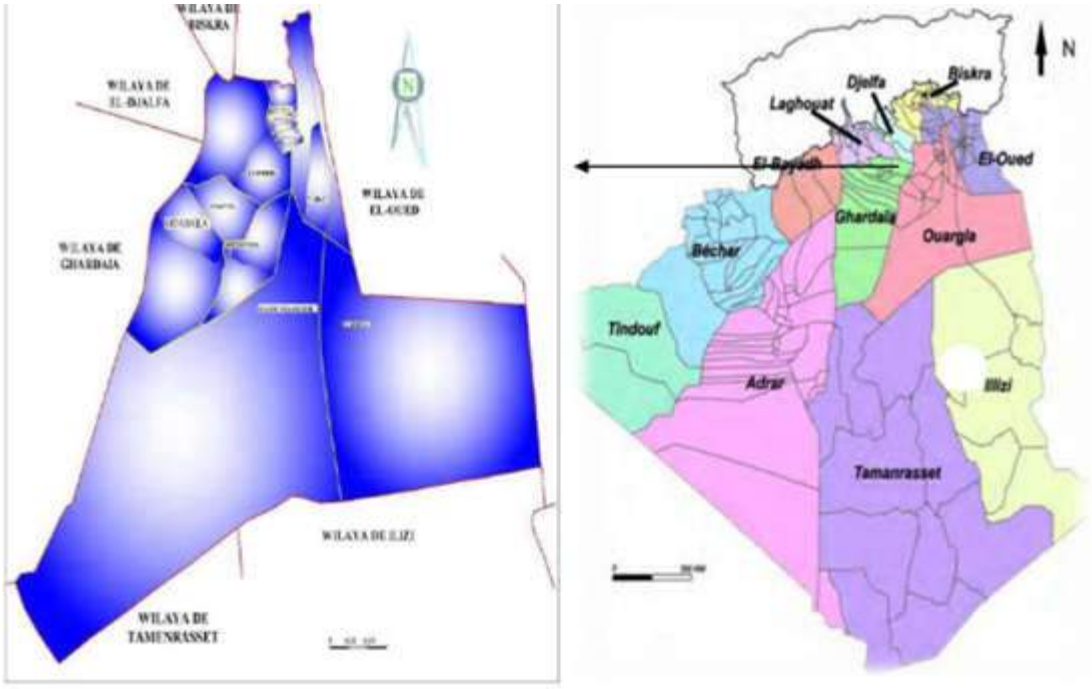
تمهيد

محيط الدراسة يشمل مجال ولاية ورقلة، حيث سيتم التطرق في هذا الفصل إلى التعريف بمنطقة الدراسة وتقديم نظرة موجزة حول الوضعية الجغرافية، المناخية، الجيولوجية و هيدروغرافية المنطقة.

I-1 التعريف بالمنطقة

I-1-1 الموقع الجغرافي :

تقع ولاية ورقلة في الجنوب الشرقي للجزائر على دائرتي عرض 31° و 58 ' شمالا وخطي طول 5° و20 ' شرقا. تتربع على مساحة قدرها 163230 Km^2 تبعد عن العاصمة حوالي 800 km, تعتبر اهم ولاية من بين الولايات الجنوبية الجزائرية اقتصاديا من حيث :النفط والمياه الجوفية.



الشكل (I-1): موقع وحدود منطقة ورقلة

I-1-2- الموقع الإداري

- **من الشمال :** ولايتي الوادي والجلفة
- **من الجنوب :** ولايتي تمنراست و اليزي
- **من الشرق :** الجمهورية التونسية
- **من الغرب :** ولاية غرداية

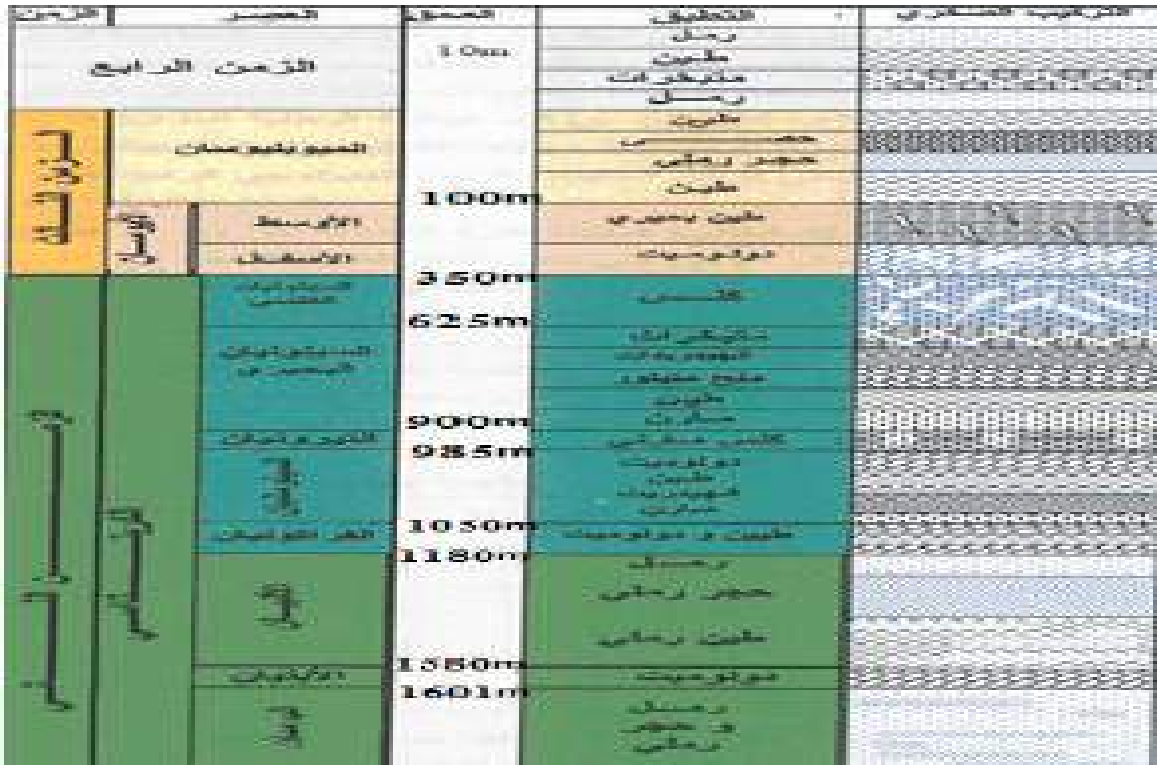
I-1-3عدد السكان

يبلغ عدد سكان ولاية ورقلة حوالي 404102 نسمة هذا حسب احصائيات 2021.

I-2 جيولوجية المنطقة

تقع المنطقة ضمن المنخفض الصحراوي وتتميز بتجمع طبقات رسوبية ذات أهمية في تكوين مورد مائي أساسي لهذا الجزء من الصحراء، حيث يتكون الإطار الجيولوجي للمنطقة من (رمل، كلس، جرانيت ، الطين اليابس) كما تعتبر منطقة مستقرة تنعدم فيها الزلازل والإنزلاقات الأرضية حيث يعود تكوينها الجيولوجي إلى ثلاثة أزمنة كالأتي :

- العصر الجيولوجي الرابع : ويمثل الترسبات الرملية الحالية و التكوينات الرباعية القارية.
- العصر الجيولوجي الثالث : حيث تظهر تكوينات الميوبليوسان (Mio-Pliocène) القاري وتكوينات الأيوسان (Eocène).
- العصر الجيولوجي الثاني : تظهر تكوينات الكريتاسي(Crétace) العلوي البحري [6].



المصدر : وكالة الأحواض الهيدروغرافية للصحراء. ورقلة

الشكل (I-2) : مقطع جيولوجي لطبقات الارض[6]

I-3 هيدروغرافية المنطقة

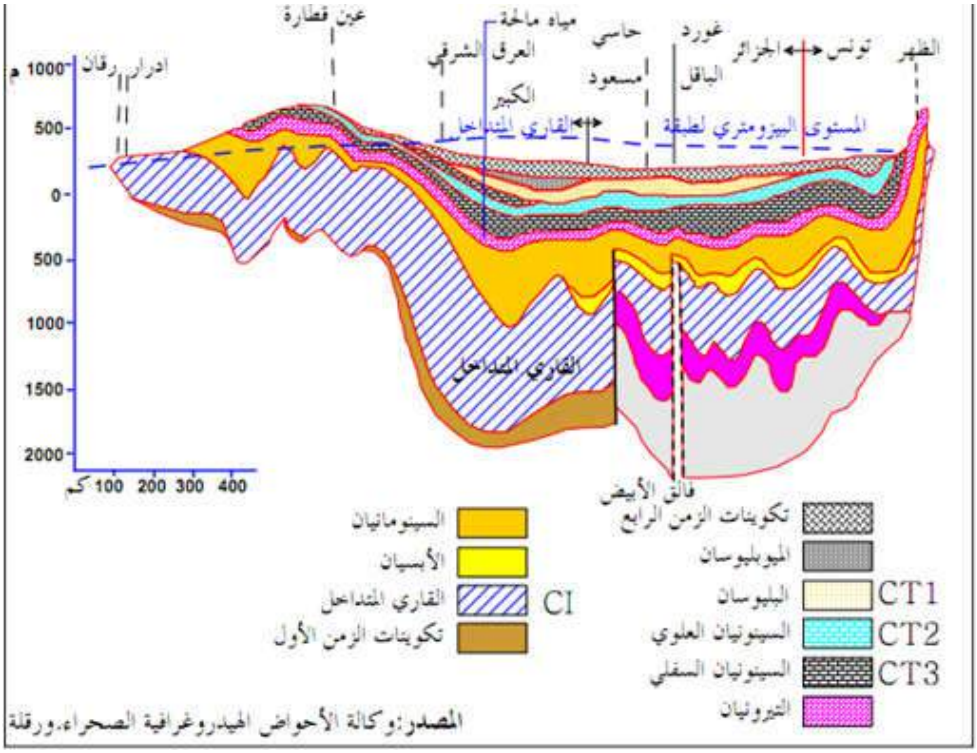
ولاية ورقلة كباقي المناطق الصحراوية فقيرة من المياه السطحية، ولكن على العكس من ذلك فهي غنية بالمياه الجوفية المتواجدة في طبقات المتداخل القاري CI (Le Continental Intercalaire) والمركب النهائي CT (Le Complexe Terminal) وتتمثل في :

- **طبقة الميوبليوسان (Mio-pliocène)** : هي طبقة غير ارتوازية تمتد على مساحة قدرها 350000 km^2، عمقها يتراوح بين 100- m 0 درجة حرارة مياهها بين 25-15 °C، تتكون من طين، حصى، حجر رملي، طين وتستغل غالبا في الفلاحة (السقي).
- **طبقة السنونيان (Sénonien)** : هي طبقة غير ارتوازية مستغلة منذ القدم مياهها باردة، عمقها يتراوح بين 475 m - 350، تتكون من كلس، متبخرات، أنهيدرات، ملح متبلور، طين، تستغل آبارها في التزود بالمياه الصالحة للشرب.
- **طبقة الألبيان (Albien)** : تعتبر الطبقة الرئيسية وتدعى طبقة المتداخل القاري (Nappe Continentale Intercalaire) تمتد على مساحة قدرها 600000 km^2 فهي تشكل خزان هام في الصحراء الجزائرية، تصل درجة حرارتها إلى 60 °C، وتوجد على عمق كبير يكون بين (1580-1180)، تنقسم إلى ثلاثة أسمطة رئيسية :

✓ **السماط الأول :** يمثل الجزء الأسفل من هذه الطبقة و يتراوح سمكه من m(20_ 30) مكون من طين أحمر.

✓ **السماط الثاني :** وهو الجزء الوسطي لهذه الطبقة ويتراوح سمكه بين m(50_ 100) مكون من طين، رمل، حجر رملي.

✓ **السماط الثالث :** وهو السماط الأعلى يتكون من طبقة تحتوي على طين، حجر رملي، سمكها يتراوح بين 100 إلى 180 متر تعود إلى الكريتاسي الأسفل [8،7].



الشكل (I-3) : مقطع هيدروغرافي لمختلف الطبقات

I-4 الوديان في الولاية :

– واد ريغ : يقع في المنطقة الشمالية وينطلق هذا الوادي من واحة ڤوڤ جنوبا ليصب في شط مروان شمالا بانحدار قدره (1%) وهو يعود لضعف تضاريس المنطقة.

- **واد مياه** : يقع في جنوب الغربي للصحراء المنخفضة ومنبعه هضبة تادمايت. يعتبر المصرف الرئيسي لحوض تجميعي مساحة $19800\ km^2$ويصل حتى سبخة سفيون.

- **واد ميزاب** : هو المصرف الاساسي بحوض مساحته $5000\ km^2$ من هضبة القنطرة وهو يصب في سبخة سفيون.

- **واد نساء** : يقع شمال غرب الولاية وهو المصرف الاساسي لحوض مساحته $7800\ km^2$ وهو منبع من الشمال منطقة الظهر ويصل الى سبخة سفيون [9].

I-5-انواع مصادر المياه في منطقة ورقلة

I-5-1 المياه السطحية :

- **البحيرات** : **(حاسي بن عبد الله)**
- **السبخات** : (الشط)
- **الوديان** : **(**واد مياء ، واد نساء ، واد ميزاب **)**

I-5-2 المياه الجوفية :

يوجد في المنطقة 3 طبقات جوفية حسب الموقع والعمق وهي كالتالي :

- **طبقة الميوبيليوسان (Mio-pliocéne) :**

هي طبقة غير ارتوازية مكونة اساسا من رمل خشن عمقها من 100 الى 150 m ودرجة حرارة مياهها 15-25 °C، تستغل غالبا للسقي.

- **طبقة السينونيان (Sénonien) :**

تتكون من كلس مشقوق يصل عمقها 400 m، مياهها باردة ،غير ارتوازية يترواح تدفق ابارها ما بين 20الى 60 l/s.

- **طبقة الالبيان (Albien) :**

تدعى الطبقة الرئيسية وتوجد على عمق يصل 1800 m، مياهها جد ساخنة تصل درجة حرارتها 60 °C ويتم استخدامها في مجالات عديدة.

I-6 الخصائص المُناخية

إن الهدف من دراسة المعطيات المناخية لمجال الدراسة هو معرفة طبيعة المنطقة وموقعها الجغرافي (إقليم صحراوي) المعروف بكونه مناخ صحراوي جاف والذي يتميز بدرجات حرارة مرتفعة والجفاف خاصة في فصل الصيف والبرودة في فصل الشتاء.

I-6-1 درجة الحرارة

تتميز منطقة ورقلة بمناخ حار وجاف صيفا وبدرجات حرارة مرتفعة حيث معدل الحرارة خلال الأشهر الحارة يتراوح بين 43°C -31 وخلال فصل الشتاء يتراوح بين 7 °C -3.

الجدول (I-1) : تغيرات درجة الحرارة خلال 2021

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
درجة الحرارة القصوى(°C)	20.8	23.2	24.0	31.1	36.1	43.2	44.8	45.2	41.7	30.6	23.0	18.4
درجة الحرارة الدنيا (°C)	5.8	9.9	10.4	16.5	21.9	28.7	29.0	28.6	26.3	17.2	10.1	6.4

I-6-2 الرطوبة

متوسط معدل الرطوبة السنوية خلال (2021) يتراوح بين 78% كحد أعلى في شهر ديسمبر لفصل الشتاء وتنخفض صيفا بسبب ارتفاع درجة الحرارة حيث تتراوح بين 6- و 2- % كحد أدنى في شهر اوت.

الجدول (I-2) : تغيرات الرطوبة خلال 2021

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الرطوبة القصوى%	57	53	57	44	44	26	24	24	36	52	65	78
الرطوبة الدنيا%	23	17	18	9	11	-2	-4	-6	1	20	28	34

I-6-3 الإشعاع الشمسي

تتعرض المنطقة إلى نسبة عالية من أشعة الشمس في السنة عدا بعض الأيام التي تشهد ساعات قليلة من الأشعة ويكون هذا في فصل الشتاء، ويقدر معدل الإشعاع الشمسي اليومي بـــ 10 ساعات ؛ من 08 إلى 09 ساعات في فصل الشتاء ومن 10 إلى 12 ساعة خلال فصل الصيف.

الجدول (I-3) : تغيرات الإشعاع الشمسي خلال 2021

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	فريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
نسبة اشعة الشمس (h)	252.2	188.7	249.4	264.6	238.5	159.9	317.4	338.1	258.6	289.4	237.7	255.9

I-6-4 التساقط

ميزة التساقط بالمنطقة ضعيفة فلا يتجاوز معدلها السنوي 10.8 mm كحد أقصى وكمية الأمطار متغيرة حسب الفصول والسنوات كما تلعب دورا هاما في تزويد الطبقات الباطنية بالمياه الجوفية.

الجدول (I-4) : تغيرات التساقط خلال 2021

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
التساقط (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	29.2	0.0

I-6-5 التبخر

تكون نسبة البخار مرتفعة جدا بالمنطقة على مدار السنة ذلك باعتبارها منطقة صحراوية حيث تصل إلى أعلى نسبة في شهر جوان 525 mm خلال العام وإلى أدنى نسبة في شهرديسمبر 86mm.

الجدول (I-5) : تغيرات التبخر خلال 2021

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
التبخر (mm)	140	187	201	310	330	525	501	523	414	224	133	86

I-6-6 الرياح

إن الاتجاه السائد للرياح من أهم العوامل المؤثرة على المنطقة حيث تتعرض لمهب من تيارات مختلفة، رياح جنوبية شرقية و رياح شرقية تكون قوية و مؤثرة خاصة في شهرمارس، أفريل، ماي، سبتمبر، سرعتها ضعيفة لكنها في بعض الأحيان قد تصل إلى 120 km/h.

الجدول (I-6) : تغيرات الرياح 2021

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	افريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الرياح (m/s)	8.6	10.8	11.6	12.2	10.9	14.5	10.2	10.7	11.1	9.1	9.3	7.7

الفصل الثاني

عموميات حول المياه وماء الشرب

تمهيد

يعد الماء أساسا لكل الكائنات الحية ويشكل الماء الجزء الأكبر من أجسام وأنسجة معظم الأحياء ويؤدي دورا مهما ليس فقط بالنسبة لنشوء الأنواع في الأحقاب الجيولوجية الغابرة وفي استمرار الحياة في الكرة الأرضية في الوقت الحاضر بل كذلك على المستوى الخلوي والجزيئي، ويحتوي الماء على عناصر تكسبه صفة الماء الصالح للشرب . في هذا الفصل سوف نتطرق إلى خصائص المياه ومعايير صلاحيتها للشرب وتأثيرها على صحة الإنسان في حالة تلوثها.

II-1- عموميات

II-1-1- الماء ينبوع الحياة

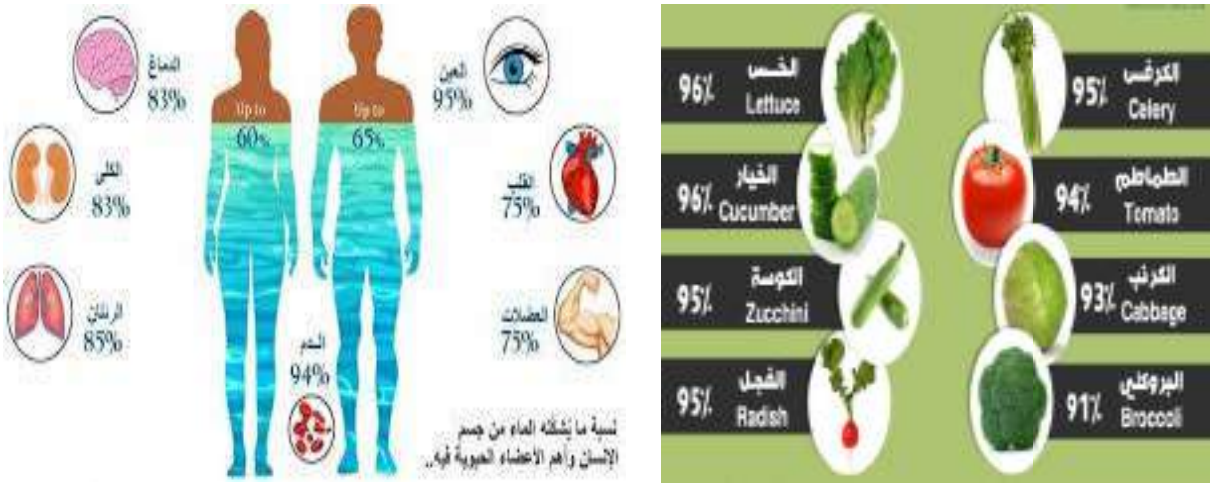
الماء هو أكثر المواد وجودا في الأرض، حيث يغطي أكثر من ثلاثة أرباع الكرة الأرضية، وهو يملأ المحيطات والبحار والأنهار ويوجد في الهواء وفي باطن الأرض والماء يدخل في تركيب كل كائن حي، فيزن ما يقارب ثلثي جسم الإنسان وثلاثة أرباع جسم الحيوان وأربعة أخماس من الثمار والفواكه [11].

تظهر أهمية المياه في الحياة البشرية بأشكال مختلفة تتناسب مع احتياجات الإنسان العصري لمياه شرب نقية ولتوسع مستمر في المرافق العامة المستهلكة لكميات كبيرة من المياه كالمسابح والملاعب الرياضية وأماكن الترفيه والتسلية. يصل المعدل العام لاستهلاك الفرد الأوروبي إلى أربعة ألاف متر مكعب سنويا من الماء بينما في معظم الدول العربية يكون أقل من $1000\ m^3$ سنويا للفرد [1].

II-1-2 ضرورة الماء الصافي لصحة الإنسان

يحصل الإنسان على الماء عن طريق طعامه وشرابه، حيث يتواجد الماء في كل الأغذية بنسب متفاوتة، ويحتوي على عناصر نافعة ونقصها يؤدي إلى إضطربات بالصحة [12].

يتكون دم الإنسان من 95 % من الماء و 83 % من كليته و75 % من عضلاته و83 % من مخه و69 % من كبده و22 % من عظامه والماء ضروري للصحة لان كافة الوظائف الجسدية والحيوية تعتمد على الماء النقي مثل عمليات التنفس والتمثيل الغذائي و الإخراج و تنظيم حرارة الجسم....، للجسم جهاز إنذار لفقدان الماء بنسبة معينة، يكفي فقدان 0.8 % من مياه الجسم لتشغيل هذا الجهاز ويعاني المسنون أكثر من غيرهم من أعراض قلة الماء بسبب ضعف جهاز الإنذار (التحذير) [13].



الشكل (II-1) : نسب الماء في الأغذية وجسم الإنسان

II-1-3- دورة الماء في الطبيعة

يتميز الماء على سطح الأرض بالحركة الدائمة والدوران المستمر،وتعني المراحل والأطوار المختلفة التي يمر بها الماء في تحوله . الشكل (**II-2**) يوضح الدورة المائية.

الشكل (II-2) : دورة الماء في الطبيعة

تقوم الشمس بتسخين الماء، حيث تعتبر المحرك الأساسي للدورة، فماء المحيطات والبحار يُصعد الهواء عن طريق عملية التبخر حيث يُكوّن السحاب ثم يتكاثف ويهطل أمطارا على الأرض، أو ينساب

إلى المجاري السطحية أو يمتص من قبل النبات أو يتبخر مجددا، وتسيل الجريانات الجوفية والسطحية في النهاية تجاه المحيط لتجديد الدورة الهيدرولوجية [14، 15].

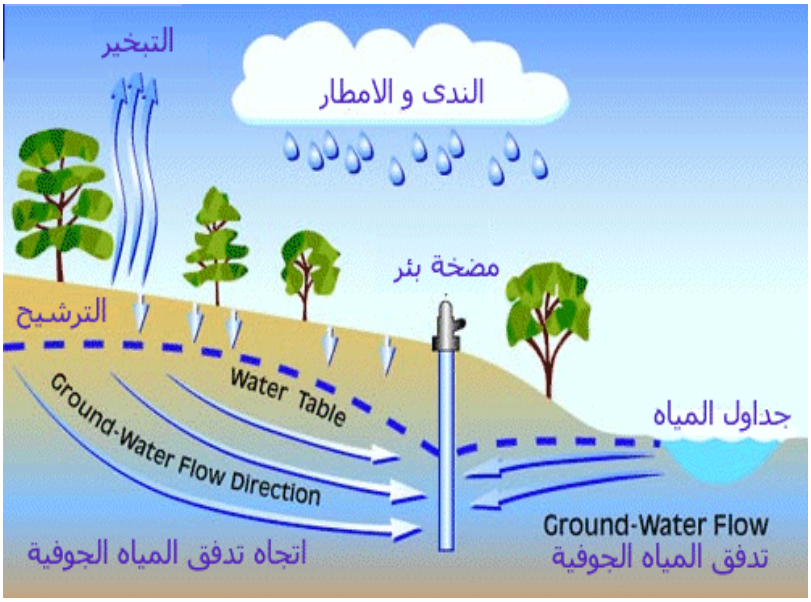
يتواجد الماء بالنسب التالية في الكرة الأرضية فالمحيطات تمثل 97.3 % والماء العذب يمثل 2.7 % والجليد بالمناطق القطبية يمثل 77.2 % والماء الجوفي 22.4 % وماء البحيرات والمستنقعات 0.34 % وفي الغلاف المائي 0.04 % وفي أنهار المجاري المائية 0.01 % [16].

II-1-4- أنواع المياه

II-1- 4-1- المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي للمياه العذبة، وتتميز بأنها أكثر صفاء من المياه السطحية، وتشمل مياه الآبار والينابيع الطبيعية وتقدر بحوالي 21 % من مخزون المياه، حيث يعتمد معظم دول العالم عليها كمصدر.

المياه الجوفية هي التي تقع تحت سطح التربة وتخزن نفسها في مسامات الأرض و بين صخر الأديم، الرمل، الحصى و أخرى من مكونات التربة الأرضية، حيث تنشأ المياه الجوفية من تسرب عبر طبقات الأرض لتنطلق بعدها نحو البحار أو المحيطات أو تتدفق لتنظم إلى مجاري الأنهار .



الشكل (II-3) : المياه الجوفية ودورتها

II-1-4-2- المياه السطحية

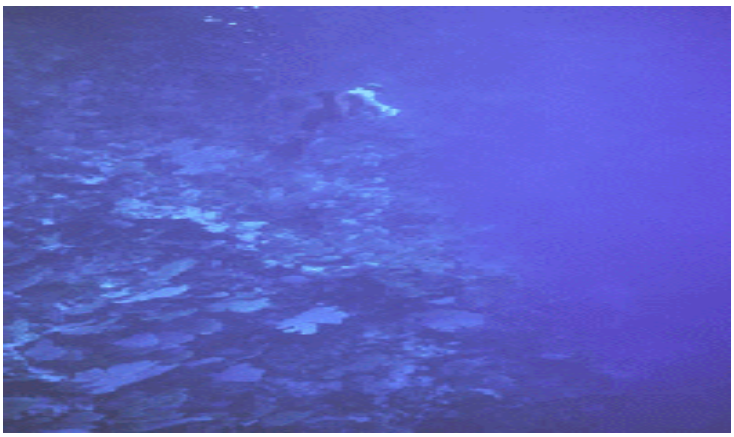
تعد المياه السطحية (أنهار، بحيرات، بحر،امطار) المصدر الرئيسي لتأمين الاحتياجات المائية سواء كانت بشرية أو صناعية، إلا أنها تتلوث بتعرضها لعوامل بيئية مختلفة.

تعتبر الأمطار هي المصدر الأساسي للمياه السطحية التي تشمل أنواع مختلفة مثل السهول، الأنهار، البحيرات والبرك، ويؤلف هذا النوع من المياه 2 % من المياه المتوفرة للاستعمال الإنساني لكنها ليست النوع المثالي في الاستعمال لإحتوائها على كثير من الملوثات وشوائب جرثومية وكيميائية تحتاج إلى معالجة متكاملة و متطورة.

الشكل (II-4) : بحيرة واسعة و نهر

II-1- 4-3- مياه البحار

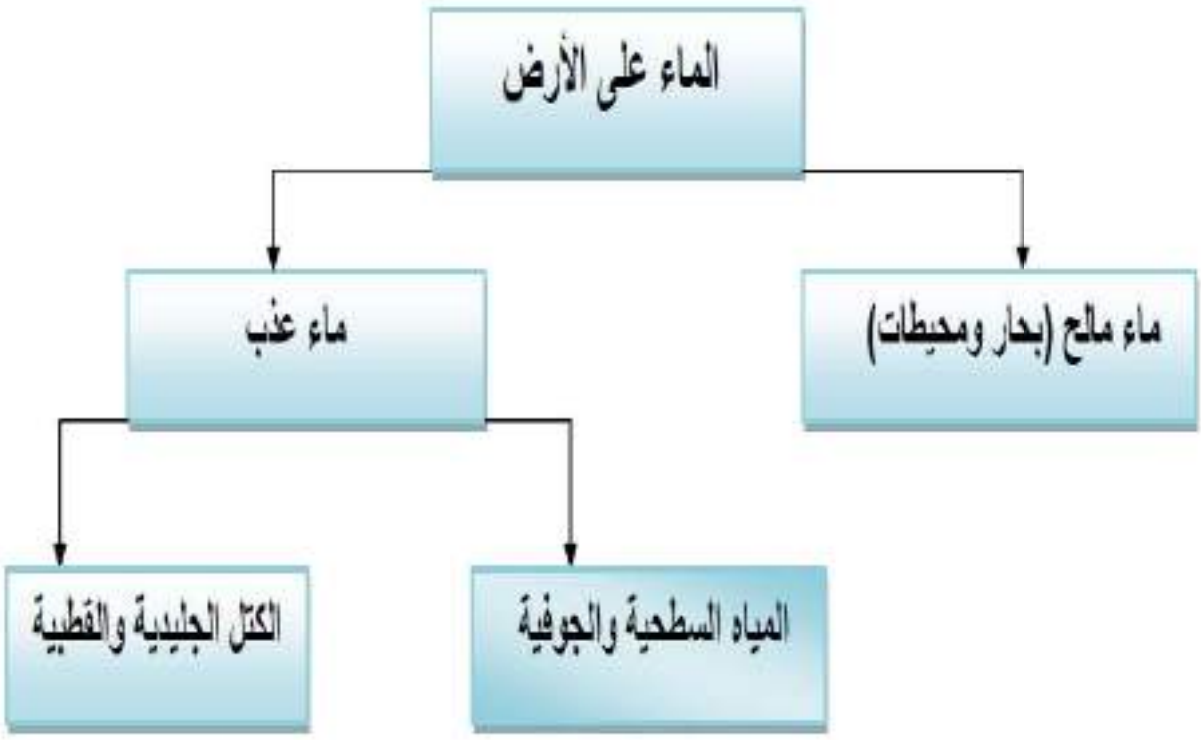
تشكل مياه البحار 97 % من احتياط الماء العالمي وجزء كبير منه يشكل المحيطات المتجمدة حيث تجدر الإشارة إلى أن مياه البحر المتجمدة لا يمكن الاستفادة منها في الاستعمال البشري. إن مياه البحار المتجمدة تتميز بقدرتها عكس أشعة الشمس وبالتالي اكتساب خاصية المحافظة الدائمة على التجمد الذي يحصر نسبة الأملاح العالية ويركزها داخل الكتل الجليدية [16-18].



الشكل (II-5) : مياه البحر

II-1-5- مصادر المياه على الأرض

إن المصدر الرئيسي للماء هو مياه الأمطار التي تتبخر من البحار والمحيطات وتتكثف على هيئة أمطار تتناسب على هيئة قنوات وأنهار أو تتوغل تحت سطح الأرض مكونة مياه جوفية، وعملية تكوين الأمطار نتيجة تبخر مياه البحار والمحيطات تخضع لميكانيكية دقيقة تعرف بالدورة الهيدرولوجية [19،17].

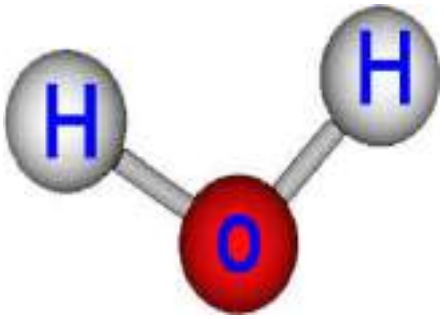


الشكل (II-1) : مخطط يوضح مصادر المياه على الأرض

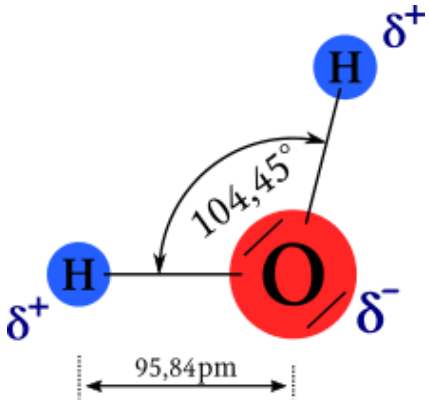
II-1-6- تركيبة الماء

يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر تسمى جزيئات وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات و كل جزيء يتكون من أجسام أصغر تسمى الذرات ويحتوي جزيء الماء الواحد على ذرتين هيدروجين التي تتواجد على ثلاثة أشكال **($_1^1H$، $_1^2H$ ، $_1^3H$)** ، وذرة أكسجين واحدة التي تتواجد على ثلاثة أشكال **($_8^{18}O$ ، $_8^{17}O$ ، $_8^{16}O$)** [16،17، 20]، ويعتبر الهيدروجين أخف العناصر في الكون وهو غاز قابل للاشتعال أما عنصر الأكسجين فهو غاز نشط يساعد على الاشتعال، والماء النقي

يحتوي بالإضافة للأكسجين والهيدروجين على مواد أخرى ذائبة ولكن بنسب صغيرة جدا [16].



شكل (II-6): البنية الفراغية لجزيء الماء



شكل (II-7): الرابطة المشتركة لجزيء الماء

II-1-7- الخصائص الفيزيائية للماء

- الماء سائل عديم اللون والرائحة.
- وزنه الجزيئي 18.05 g/mol
- زاوية التكافؤ 104.45°
- طول الرابطة O-H 0.958Å .
- يغلي عند 100 °C تحت الضغط الجوي المعتاد.
- يتجمد عند 0 °C .

من خصائص الماء الفريدة عند الضغط الجوي, أنه يوجد في ثلاث حالات :

✓ **الحالة الصلبة :** يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج توجد هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء اقل من الصفر.

✓ **الحالة السائلة :** يكون فيها الماء سائلا شفافا وهي الحالة الأكثر شيوعا ، يوجد على صورته السائلة في درجات حرارة ما بين الصفر ودرجة الغليان.

✓ **الحالة الغازية :** يكون فيها الماء على شكل بخار ويكون بدرجات حرارة مختلفة تبعا للضغط الجوي [16،17، 20].

II-1-8- نوعية المياه

يمكن تقسيم المياه بالنسبة لصلاحيتها للاستخدام كالأتي :

II-1- 8-1- المياه النقية الصالحة للاستعمال البشري

وهي المياه الخالية من أي جراثيم ومن المواد المعدنية الذائبة التي تكسبها لونا أو تجعلها غير صالحة للاستعمال أي تتوافر فيها خاصية النقاء، وتخلو من مسببات اللون والعكارة والطعم والرائحة أي عدم احتوائها على شيء ضار بالصحة.

II-1-8-1-2- المياه غير النقية أو الملوثة تلوثا طبيعيا

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغيرا في اللون والطعم أو الرائحة والعكارة نظرا لوجود مواد غريبة عضوية ذائبة أو عالقة في الماء، إلا أن هذا لا يعني تأكيد عدم صلاحية مياه الشرب.

II-1-8-1-3- مياه غير صالحة للاستعمال أو ملوثة

وهي المياه التي تحتوي على بكتيريا أو مواد كيميائية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظرا لما تسببه من أمراض مما يؤكد عدم صلاحيتها كمياه شرب [19] .

II-1-9- مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها

II-1- 9-1- الخصائص الفيزيائية

- **اللون** : حيث يعزى كون الماء لا لون له إلى درجة صفائه وشفافيته [12], فالماء النقي لا لون له وشفاف ، وسبب تلوث الماء هو وجود مواد عضوية وغير عضوية على شكل مذاب أو معلق إضافة إلى ذلك العمليات الصناعية التي تنتج مخلفات ومواد ذائبة أو معلقة تؤثر في لون الماء.
- **الطعم والرائحة :** هناك علاقة وثيقة بين الذوق والشم حيث أن المادة التي تسبب رائحة معينة في الماء غالبا ما تؤدي إلى طعم معين ولكن هناك مواد معدنية تسبب طعما دون رائحة [16،21].
- **المواد الصلبة** : هي إحدى ملوثات الماء الرئيسية عند زيادة درجة تركيزها في الماء يصبح غير صالح للاستعمال المنزلي وقد تكون مواد سامة أو مسرطنة وهذه المواد ليس لها تركيز كيميائي معين لإنها تعتمد على طبيعة الفضلات المنزلية والصناعية [16].

- **درجة الحرارة** : عامل هام لذوبان المواد الصلبة والغازات في الماء خصوصا غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون ، إن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى نقصان ذوبان الغاز ومن ثم استنزافه من الماء والذي يؤدي إلى موت الكائنات الحية المائية [16،21].
- **العكارة**: إن الأجسام الصلبة غير قابلة للذوبان في الماء مثل حبيبات الرمل تؤدي إلى التعكر، حيث أن تعكر الماء لا يعتمد على تركيز المواد العالقة فقط بسب اختلاف طبيعة المواد العالقة من حيث شفافيتها ومعامل انكسارها [14،16،17].
- **السعة الحرارية :** تعني القدرة على اكتساب الطاقة الحرارية والاحتفاظ بها، ذلك أن الماء يتميز عن باقي السوائل بسعة حرارية كبيرة تعمل على إبطاء معدل تسخينه أو تبريده [22] بإستثناءالهيدروجين، الماء يملك أكبر سعة حرارية من بين السوائل 75.366 J/K.mol عند الدرجة 20 °C [23] .
- **الكثافة:** كل السوائل تزداد كثافتها إذا بردت حتى تتحول إلى الحالة الصلبة, والماء يشذ عن هذه القاعدة, فهو عند التجمد تقل كثافته و يزداد حجمه ويطفو فوق سطح الماء كما يحدث في المحيطات المتجمدة [22].
- **التوتر السطحي:** يعني التوتر مقدرة المادة على الالتصاق والتماسك بعضها ببعض، وللماء توتر سطحي عالي جدا يبلغ $72.75 * 10^{-3}$ N/m وهي تفوق الضغط الجوي باستثناء الزئبق في المياه [22].
- **اللزوجة** : خلافا لغيرها من السوائل لزوجة الماء معتدلة حيث تبلغ 1.005 mPa.s, تقل اللزوجة عند نقصان درجة الحرارة وزيادة محتوى الملح المذاب [17، 23].
- **ثابت العزل الكهربائي** : تعد قيمة ثابت العزل الكهربائي للماء عالية جدا وهي نحو (80) عند الدرجة 20°C في جزيئات الماء ، يملك الماء ثابت عزل كبير جدا بسبب الاختلاف الشحني بين الأكسجين والهيدروجين، الذي أكسبه الخاصية القطبية [23] والعزم القطبي للماء في الحالة الغازية μ =1.86 وفي الحالة السائلة يكون مابين μ = 3-2.01 [20].

- **الناقلية الكهربائية** : ضعيفة لكنها غير معدومة بسبب حركة تفكك الماء فيكون 4.2 µS/cm عند الدرجة 20 °C، يزيد التوصيل مع معدل الأملاح المذابة ودرجة الحرارة [17، 23]
- **التوصيل الحراري**: التوصيل الحراري للماء أكبر من جميع السوائل باستثناء الزئبق، ويبلغ $0.022\ J\ cm^{-1}\ S^{-1}\ K^{-1}$ بالنسبة للجليد، $0.0059\ J\ cm^{-1}\ S^{-1}\ K^{-1}$ بالنسبة للماء عند 20 °C، و $0.000231\ J\ cm^{-1}\ S^{-1}\ K^{-1}$ لبخار الماء عند 100 °C.
- **الحرارة النوعية**: الحرارة النوعية للماء 4.18 KJ/Kg عند 15 °C، تتغير مع تغير درجة الحرارة وتعرف حد أدنى عند 35 °C [23].

II-1- 9-2- الخصائص الكيميائية

تكمن أهمية هذه الخصائص في علاقتها بإذابة مواد أخرى وتحدد بإجراء فحوصات للمياه ومنها :

- **الحموضة:** تعرف الحموضة للمياه بقدرتها على أن تُبطل الطعم القلوي فيها أو هي التي تطلق أيونات هيدروجينية أثناء تفاعلات كيميائية وتدخل الحموضة للمياه عن طريق الأحماض الصناعية بالدرجة الأولى.
- **القلوية:** هي عكس الحموضة في الماء وتعرف بأنها تستقبل أيونات الهيدروجين في التفاعلات الكيميائية وتقاس كلا من الحموضة والقلوية في المحاليل عن طريق المعايرة [16،24].
- **العسرة**: يعرف الماء العسر بأنه الماء الذي لايرغى فيه الصابون ويُولدّ العسر رواسب معدنية على أنابيب الماء الساخن ويختلف عسر الماء من مكان لآخر نتيجة اختلاف التربة وتركيبة الصخور [16].

يعتبر الماء ذو عسرة أقل من 50 mg/l ماء يسر, والماء ذو قيم عسرة أقصاها 150 mg/l متوسط العسرة، أما الماء الذي تتجاوز فيه القيم 300 mg/l فهو ماء عسر جدا [14] ، ويصنف عسر الماء إلى صنفين :

1- **عسر الماء المؤقت** : سببه وجود الكربونات وبيكربونات الكالسيوم و المغنزيوم ويزول عادة بالتسخين أو إضافة الجير.

2- **عسر الماء الدائم** : سببه وجود كلوريدات و كبريتات الكالسيوم و المغنزيوم وهذا العسر لا يزول بالتسخين وإنما يتطلب عمليات كيميائية خاصة به [16].

- **قدرة الماء على إذابة المواد** : الماء مذيب جيد لكثير من المواد بل أن أغلب المواد تذوب في الماء ولكن بدرجات متفاوتة ، ويرجع سبب قوة إذابة الماء للمواد الأخرى إلى أن قيمة عزم ثنائي القطب كبير للماء ولهذا أطلق عليه مذيب عام [17،13].

- **الأكسدة والاختزال** : المياه يمكن أن تشارك في تفاعلات الأكسدة والاختزال.

أكسدة الماء تؤدي إلى تكون O_2

$$2H_2O_{(l)} \Longrightarrow 4H^+ + O_{2(g)} + 4e^- \quad (1)$$

اختزال الماء يعطي H_2

$$2H_2O_{(l)} + 2e^- \Longrightarrow 2OH^- + H_{2(g)} \quad (2)$$

كما يتفاعل الماء مع الفلزات القلوية مثل الصوديوم مكونا هيدروكسيد الصوديوم مع تصاعد غاز الهيدروجين.

$$2\,Na_{(s)} + 2\,H_2O_{(l)} \Longrightarrow 2\,NaOH_{(l)} + H_{2(g)} \quad (3)$$

يتفاعل الماء مع الهالوجينات مثل الكلور مكونا ماء الكلور، وهو عبارة عن خليط من حمض الهيدروكلوريد وحمض الهيبوكلوريد.

$$H_2O_{(l)} + Cl_{2(g)} \Longrightarrow HCl_{(l)} + HOCl_{(l)} \quad (4)$$

كذلك يتفاعل الماء مع الكربون عند إمرار البخار على الفحم المسخن في الدرجة 1000 °C وفق المعادلة التالية [14،13] :

$$C_{(s)} + H_2O_{(l)} \Longrightarrow CO_{(g)} + H_{2(g)} \quad (5)$$

II-1- 9-3- الخصائص البيولوجية

تتمثل هذه الخصائص في :

- **المواد العضوية :** مصدرها في الماء من الكائنات الحية والميتة إضافة إلى مياه المجاري وممكن أن تحتوي على مواد صناعية، إن وجود كمية كبيرة من المواد العضوية في الماء هو دلالة على وجود تلوث كبير فيه وبالتالي تصبح مياه غير صالحة للشرب والاستعمال البشري.
- **الكائنات الدقيقة مسببة للأمراض:** تحتوي المياه الطبيعية عادة على كائنات دقيقة مسببة للأمراض والتي تصل إليها من التربة، ملوثات البكتيريا ممكن أن تصل إلى المياه عن طريق إفرازات الحيوان أو الإنسان والتي تحتوي على بكتيريا، فيروسات وطفيليات مسببة للأمراض [16].

II-1- 9-4- الخصائص البصرية

المياه شفافة للأشعة فوق البنفسجية وغير شفافة للأشعة تحت الحمراء، فإنها تمتص بشدة الأحمر والبرتقالي في المرئي الذي يوضح اللون الأزرق للماء في طبقات سميكة [17، 23].

II-1-10- أسباب وحلول مشكلة قلة أو ندرة المياه

- الارتفاع المتزايد لسكان العالم.
- سوء استخدام المياه خاصة في نظم الري التي تهدر من 30% إلى 70% من المياه.
- درجة حرارة الأرض الآخذة في الارتفاع وهو ما يسمى بالاحتباس الحراري.
- التلوث.

ويقترح العلماء أن الحلول تتمحور في النقاط التالية :

- إدخال التكنولوجيا الحديثة التي قد تقلل الهدر من المياه.
- تحسين أنظمة الري.
- إبقاء فائض من المياه.
- الاتفاقيات السياسية بين الدول لا مفر منها لحل مشكلة توزيع المياه
- توعية الناس توعية سليمة بطرق الاستخدام الصحيحة للمياه؛ من خلال إنشاء جمعيات ومؤسسات ترفع هذا الشعار.
- ارتفاع استثمارات المياه من القطاع الخاص من 80 إلى ما يقارب 180 مليون دولار سنويا [19].

II-2- مياه الشرب

II-2-1- تعريفها

هي المياه التي ليس لها لون أو طعم أو رائحة والتي تحتوي على عناصر كيميائية وكائنات حية دقيقة بحيث تكون هذه العناصر محدودة ومعلومة التراكيز وهي ضرورية لبناء جسم الإنسان وضمان حياة النبات والحيوان، كما يجب أن لاتكون هذه العناصر بنسب عالية و عدم وجودها يؤدي إلى أضرار أي مياه غير صالحة للشرب [11، 18].

وبتعريف آخر هي المياه الطبيعية التي تتوفر فيها المعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لمنظمة الصحة العالمية سواء كان مصدرها طبيعي كالمنبع، أو بعد إجراء عمليات التنقية عليها [25،21].

II-2-2 مواصفات الماء الصالح للشرب

1- أن تكون درجة تعكره أقل من 5 NTU

2- أن تكون درجة اللون أقل من 15 mg/l

3- أن تكون رائحته أقل من 3 وحدات قياسية للرائحة .

4- عديم الطعم .

5- أن تحتوي على كميات قليلة ومحدودة من الأملاح المعدنية (الكالسيوم، المغنزيوم، البوتاسيوم، اليود) مع خلوها من البكتيريا والفيروسات .

6-أن لا تحتوي على مواد ضارة بالصحة وحتى إن وجدت يجب أن لاتتعدى حد معين مثل : (المبيدات ، الاسمدة ، المعادن الثقيلة كالرصاص، المواد السامة مثل السيانيد)، وأي اختلال في هذه المواصفات يعتبر الماء غير صالح للشرب [19،12].

II-2-3- تلوث الماء الصالح للشرب

يقصد بتلوث المياه كل التغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تُمكن من تغيير خصائصه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وذلك بسبب نشاط الإنسان بحيث تصبح أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها سواء كانت للشرب أو الزراعة أو لإغراض أخرى [26].

وتعرف الملوثات بحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها أي مادة فيزيائية أو كيميائية أو عضوية أو إشعاعية موجودة في المياه وتعمل على تدني نوعية المياه وتشكل خطورة تمنع الاستفادة منها [27].

وحسب منظمة الصحة العالمية فهي كل تغيير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها، بحيث تصبح أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها [28].

II-2-4- أنواع التلوث

II-2-4-1- التلوث الفيزيائي

ينتج هذا النوع من التلوث من مواد عضوية أو غير عضوية عالقة بالماء والتي تؤدي إلى تغيير لون وطعم ورائحة الماء، أي تغيير في الخصائص الطبيعية [29].

II-2-4-2- التلوث الكيميائي :

هو اختلاط مواد كيميائية سامة في الماء أي وجود كميات زائدة من الأملاح المذابة والأحماض والفلوريدات والفلزات والمواد العضوية والأسمدة والمبيدات ؛ أي تغير من حيث تكوين وطبيعة وتراكيز المعادن [22،29] .

II-2-4-3- التلوث الحيوي (البيولوجي)

يشمل الملوثات الحيوية كالبكتيريا المسببة للأمراض والفيروسات والطفيليات ومصدر هذه الملوثات فضلات الإنسان أو الحيوان، حيث تنتقل إلى الماء إذا إختلط بمياه الصرف الصحي أو الزراعي وتؤدي إلى أمراض عديدة منها الكوليرا والدوسنتريا والبلهارسيا وغيرها من الأمراض...إلخ لذلك لابد من إستعمال المعقمات كالكلور للقضاء على هذه الملوثات في مياه الشرب [28،29].

II-2-4-4- التلوث الإشعاعي

يتزايد خطر هذا النوع من التلوث بفعل النشاط النووي ومحاولة التخلص من النفايات النووية، فقد تتسرب المواد المشعة إلى المسطحات المائية نتيجة للتجارب النووية وعمل المفاعلات ومحطات الطاقة الكهروذرية، أو تنقلها إلى الإنسان فتحدث فيه تأثيرات مختلفة أهمها الأخطار التي تتعرض لها الجينات الوراثية [30،29].

II-2-4-5- التلوث الحراري

يحدث عادة عند تواجد محطات توليد الطاقة الكهربائية وكذلك طرح مياه الصرف الصناعية الحارة المستعملة من أجل التبريد في المصانع والمفاعلات الحرارية ومحطات تحلية المياه، تمتاز هذه المياه بإرتفاع درجة حرارتها على المعدل العادي, وهو مايسبب أضرار للحياة النباتية والحيوانية ومنه يتضاعف معدل التفاعلات الكيميائية مما يسبب في إبادة الأسماك والنباتات وإعاقة الحركة بالمجاري المائية.

II-2-5- مصادر تلوث الماء

- **مصادر طبيعية :** تشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية، الجريان السطحي للأملاح والمواد الكيميائية.
- **مصادر زراعية :** تشمل الانجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية، أسمدة كيمياوية، مبيدات، مياه الري [28،27].
- **المياه المنزلية :** هي مياه ناتجة عن الاستعمال المنزلي وهي خليط مركب من مواد عضوية ومعدنية ناتجة من مياه المطابخ والحمامات، المراحيض، المرشات وغسل الثياب ...الخ .
- **مياه الجريان :** هي عبارة على مياه الأمطار ومياه غسل الطرقات، كما أنها تحتوي على نسب كبيرة من المواد العالقة ومياه الصرف الفلاحي التي ترمى من الغابات تكون مكونة أساسا من كمية معتبرة من الاسمدة والمخصبات...[26].

مصادر أخرى متنوعة مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، أماكن تجمع القمامة، أماكن إنتاج الإسمنت [28،27] .

II-2-6- معايير المياه الصالحة للشرب

تخضع مياه الشرب لمعايير دولية، تحددها منظمة الصحة العالمية OMS ويمكن التعرف على بعضها بواسطة الحواس (اللون، الرائحة، المذاق، المظهر) أما بقية المعايير الأخرى فهي فيزيائية وكيميائية وأخرى بيولوجية، تهدف هذه المعايير إلى حماية الإنسان من الأمراض والمواد السامة التي تنتشر عن طريقها مباشرة عند الاستهلاك أو على المدى البعيد ولضمان هذه الصلاحية يجب عدم تلوث المياه وحمايتها وإستخدام مواد مطابقة للمواصفات القياسية في معالجة المياه، والكشف عن أي خطر يهدد سلامة المياه وصحة الإنسان [12].

جدول(II-1) : المعايير الوطنية والدولية لمياه الشرب [16،31]

المعايير / المعيار	الوطنية	منظمة الصحة العالمية	الأوروبية	الكندية	الأمريكية	الروسية
اللون mg/l	15	15	20	15	15	-
العكارةNTU	5	5	4	5	1-5	-
pH	8.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	-
العسرة mg/l	500	500	-	-	-	-
الكلوريرmg/l	500	250	250	250	250	250
الصوديومmg/l	200	200	170-150	-	-	-
الكبريتات mg/l	400	500	250	500	250	500
الفسفورmg/l	5	-	5	-	-	-
الزنك mg/l	5	5	3-0.1	5	5	1
السيلنيوم mg/l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
الرصاص mg/l	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
النيكل mg/l	0.07	-	0.05	-	-	-
الزئبق mg/l	0.006	0.001	0.001	0.001	0.002	0.0005
النحاس mg/l	2	1	1-0.1	1	1	1
الكروم mg/l	0.05	0.005	0.05	0.05	0.05	8(0.5)-0.1
الكادميوم mg/l	0.003	0.005	0.005	0.005	0.01	0.001

الفلورير mg/l	1.5	1.5	1.5-0.8	1.5	2	1.5
النتريت mg/l	0.1	0.5	0.1	-	-	1
النترات mg/l	50	50	50	-	-	10
المنغنيز mg/l	0.05	0.1	0.05	0.05	0.05	-
الحديدmg/l	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
الباريومmg/l	0.7	-	0.1	1	1	-
الألمنيوم mg/l	0.5	0.2	0.2	-	-	-
الامنيوم mg/l	0.5	0.2	0.5	-	-	2

II-2-7- الآثار الصحية لبعض المواد التي قد توجد بالمياه

يؤدي وجود بعض العناصر في المياه إلى آثار غير مرغوبة على صحة الإنسان، فزيادة النترات والنتريت يمكن أن تصل إلى حد الإصابة بسرطان المعدة، ويؤثر الحديد على الجهاز العصبي كما أن له طعم مر يساعد على تكوين البكتيريا.

الصوديوم يسبب تشنجات بالمخ لدى الأطفال، وله علاقة بإرتفاع ضغط الدم، أما المنغنيز فهو أقل المعادن سمية ويسبب طعم ورائحة وعكارة في المياه عند زيادته عن الحد المعين له ويؤدي كذلك إلى أضرار صحية منها ضعف النمو وعيوب في العظام و الجهاز التناسلي.

الكلوريدات تساعد على ذوبان المعادن وزيادتها تؤدي إلى عدة أعراض مرضية والعكارة تقلل من فعالية الكلور في تعقيم المياه وتساعد على نمو وتكاثر البكتيريا.

أما عنصر الفلورير فإن وجوده بتراكيز غير مرغوبة يؤدي إلى تسمم و تسوس الأسنان و ألم متقطع في العظام و المفاصل و هشاشتها [12].

II-2-8- أهم العناصر المكونة للماء حسب منظمة الصحة العالمية

II-2-8-1- العناصر الأساسية

الكالسيوم : تواجده مرتبط بنوعية الصخور (جبسية أو كلسية) والتربة التي مرت بها المياه، تركيز الكالسيوم في المياه يكون بين 2-8 mg/l وقد يصل في المناطق الكلسية إلى 120mg/l، التركيز المسموح به في مياه الشرب 200 mg/l، كما تعتبر المياه التي تراكيزها أعلى من 70 mg/l وأقل من 5 mg/l من شوارد الكالسيوم غير مناسبة لنمو وتكاثر النباتات والحيوانات المائية.

- **المغنزيوم :** يرجع وجود المغنزيوم في المياه إلى انحلال الصخور الكربونية المشكلة للمجرى المائي، حيث التركيز المسموح به حسب OMS لمياه الشرب هو 150 mg/l، أي زيادة أو نقصان يؤدي إلى تخثر الدم و بذلك يؤدي إلى حدوث جلطة و الإصابة بالأمراض المزمنة.
- **الصوديوم :** تشكل شوارد الصوديوم نسبة 2.83 % من تركيز القشرة الأرضية وتمتاز بدرجة إنحلالية عالية في الماء، لذا فهو يتواجد في جميع أنواع المياه الجوفية والسطحية والتركيز المسموح به حسب OMS هو 200 mg/l وزيادة تركيزه يؤدي إلى الإصابة بالسرطان.
- **البوتاسيوم :** يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية، ذلك لكونه من أهم تركيبة القشرة الأرضية فهو يمثل نسبة 2.59 % ، إلا أن نسبته في المياه السطحية أقل من نسبة الصوديوم وقد يعود ذلك إلى تخزينه في التربة والتركيز المسموح به حسب OMS هو 20 mg/l.
- **الكلورير:** يتواجد الكلورير في جميع أنواع المياه الطبيعية ولكن بتراكيز متفاوتة، يقدر التركيز المسموح به حسب OMS 250 mg/l وزيادة نسبة الكلور في الماء تؤدي إلى تفاعل المركبات العضوية في الماء مع الكلور مكونة مركبات أخرى.

II-2-8-2- العناصر غير المرغوب فيها

- **الحديد** : يرجع تواجد الحديد في الماء إلى انحلال المركبات الحديدية المكونة للتربة، في الشروط العادية للمياه السطحية pH يكون بين 5.5-8.5، يكون الحديد على شكل Fe^{2+} الذي يعطي المياه طعما كريها و غير مقبول، غير أن خاصيته السريعة للتأكسد فقد يتحول إلى Fe^{3+} ويترسب على شكل $Fe(OH)_3$، تواجد الحديد في المياه لا يعتبر خطرا على صحة الإنسان إذا كان ضمن النسب الطبيعية والتي تقدر بـــ: 0.3 mg/l، وهو يساعد على انتقال الأكسجين في الدم [1، 21، 32].
- **المنغنيز** : تحتوي المياه الطبيعية على أملاح المنغنيز نتيجة انحلال الصخور، ومن التطور البيئي كما يعتبر المنغنيز عنصر سام للأسماك عند التركيز 1200 mg/l.
- **الفوسفات :** يعتبر الفوسفات مادة مغذية للنبات، غير أن ارتفاع نسبته إلى أكثر من 60 mg/l يؤدي إلى تغيير في بنية بعض النباتات، أما ارتفاع تركيزه في مياه الشرب يؤدي إلى حالة تقيء وإسهال عند الإنسان.

المصدر الطبيعي للفوسفات ناتج من تفكك المواد الحية و ذوبان الأملاح الفوسفاتية والمصدر الصناعي يتمثل في المنظفات و الصناعات الكيميائية [1،32].

- **النترات :** من أهم مصادرها تحلل المواد العضوية ومياه الصرف الزراعي و الصحي، حيث أثبتت الأبحاث الطبية مضار النترات و خاصة عند الأطفال الرضع، فالنترات تمثل المرحلة النهائية لأكسدة المركبات العضوية الأزوتية لذلك وجودها في المياه الملوثة دليل على سير عملية التنقية الذاتية، إن مصادر النترات عديدة منها الطبيعي أو التي تنتج من عملية أكسدة البكتيريا للنفايات العضوية الأزوتية ، ان استهلاك مياه ذات تركيز 46 mg/l من النترات يسبب اختناق نتيجة نقص الأكسجين في الدم أي تحول النترات إلى نتريت.
- **النتريت** : تمثل شوارد النتريت مرحلة إنتقالية بين شوارد النترات والامنيوم ضمن عملية أكسدة و اختزال لهما أي ليس هناك مصدر طبيعي مباشر لشوارد النتريت، وجود النتريت في المياه السطحية بتراكيز عالية تسبب ضررا للأسماك أما تواجده في مياه الشرب يؤدي إلى انخفاض الضغط عند الكبار ونقص الأكسجين في الدم عند الأطفال الصغار [1،21،32].

II-2-8-3- العناصر السامة

- **الرصاص** : الرصاص مادة سامة بالنسبة للإنسان حيث أن استهلاك 1mg يوميا لفترة طويلة يؤدي إلى الموت المفاجئ وقد حددت OMS نسبته 0.05mg/l، تواجد الرصاص في المياه السطحية يؤدي إلى تثبيط عملية التحلل الحيوي للمركبات العضوية ومن بين أعراض التسمم بالرصاص نذكر آلام في البطن، تشنجات في الجهاز العصبي.
- **الكروم** : يتواجد الكروم في المياه السطحية نتيجة للنفايات الصناعية، وتختلف صيغ الكروم في المياه باختلاف مصدرها وقد حددت OMS نسبته في مياه الشرب 0.05 mg/l.

الكادميوم : تواجد الكادميوم في المياه السطحية راجع إلى فضلات المصانع (التعدين، الأصبغة) و للكادميوم تأثير على الإنسان حيث تكفي جرعة قدرها 0.4g لقتل الإنسان لذلك حدد التركيز الأعظمي للكادميوم في مياه الشرب بـ : 0.005 mg/l [1،32].

- **السيانيد** : المياه الطبيعية خالية من السيانيد ووجوده في المياه السطحية ناتج من مياه الصرف الصناعي و من أهم الصناعات التي تطرح السيانيد صناعة الكلفنة و صناعة الغاز و البتروكيمياء وغيرها، يتشرد حمض السيانيد في الماء معطيا شوارد السيانيد وفق المعادلة التالية :

$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^- \quad (6)$$

لذلك فإن صيغة السيانيد متعلقة بقيمة pH الوسط وقد حددت OMS الحد لأعظمي لتركيز السيانيد هو 0.1 mg/l.

- **النحاس :** لا يكون النحاس طبيعيا في المياه السطحية إلا بنسبة ضئيلة جدا، ولكن في مياه الصرف الصناعية تحمل كميات كبيرة من أملاح النحاس، كما أنه غير قابل للانحلال في الماء ويتميز بدور سلبي في عملية التنقية.
- **الزنك :** يشبه الزنك النحاس من حيث وجوده في المياه السطحية و مصادره و أملاحه المنحلة، حيث أن وجوده بتركيز أعلى من 5 mg/l في مياه الري يؤدي إلى تحطيم الجهاز اليخضوري للنباتات، ولقد حددت OMS حدود سمية الزنك في المياه الشرب ونسبته كحد أعظمي 5 mg/l.
- **الزرنيخ :** إن وجود الزرنيخ في المياه الجوفية يعود إلى البنية الجيولوجية للحوض المائي، حيث يوجد في بنية الصخور ويكون في الماء في صيغته الثلاثية و الخماسية، مياه الري تحتوي على 2mg/l من الزرنيخ حيث يسبب خلل في النظام النباتي، كما يعتبر مادة سامة للإنسان إن جرعة قدرها 100 mg تحدث حالة تسمم خطيرة و جرعة قدرها 130 mg كافية لقتل الإنسان ، التركيز المسموح به حسب OMS هو 10 mg/l [1].

II-3- الطرق الأساسية لتنقية الماء

تتطلب معالجة المياه عادة إشراك عدد من المراحل المتتالية للتصفية من أجل الحصول على نوعية جيدة للمياه الصالحة للشرب أو الاستعمال المنزلي أو الصناعي، تعتمد تلك الطرق على أسس فيزيائية أوكيميائية أو حيوية، وتتضمن مراحل تنقية المياه السطحية إزالة المواد العالقة والغروية كمرحلة أولى، تليها مراحل التخلص من المركبات المنحلة المعدنية أو العضوية الزائدة عن الحد المسموح به طبقا للهدف من إستعمال المياه وانطلاقا من ذلك فإن تحديد طرق المعالجة الواجب استعمالها يتوقف على عاملين هما :

- مواصفات الماء الخام المراد معالجته .
- نوعية ومواصفات الماء المطلوب بعد المعالجة.

وتتمثل أهم الأسس النظرية الأكثر شيوعا والمستعملة في تنقية المياه السطحية أو الجوفية لإنتاج مياه صالحة للشرب والصناعة عموما في :

II-3-1 التهوية

هناك بعض المركبات التي تعطي للماء طعما أو رائحة مثل كبريت الهيدروجين وبعض المركبات الطيارة ناتجة عن تفكك الطحالب والمركبات العضوية التي يمكن إزالتها بالتهوية ويعتمد مبدأ التهوية على وضع الماء في تماس مع الهواء مما يسمح بتغيير تركيز بعض المواد القابلة للتبخر أو بعض الغازات المنحلة، تستعمل عملية التهوية للتخلص من غاز كبريت الهيدروجين المنحل وغاز ثنائي أكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز الأمونيا وغيرها حيث تتعلق عملية إزالة الغازات بالتهوية بدرجة انحلال تلك الغازات في الماء وتتعلق بقانون هنري .

حيث أن : C_S التركيز الاشباعي للغاز في الماء.

$$C_S = k_H \cdot P \qquad (7)$$

k_H ثابت هنري أو معامل الامتصاص.

P الضغط الجزئي للغاز في الهواء.

II-3-2 إزالة المواد العالقة و الغروية

إن الشوائب الصلبة في المياه السطحية من أهم الملوثات وأكثرها انتشارا وهي تُزال في المرحلة الأولى من التنقية، ويمكن تقسيم الشوائب الصلبة المعلقة في الماء إلى نوعين هما :

- **النوع الأول :** يتضمن الجسيمات كبيرة الحجم نسبيا والتي تتوضع بسرعة في المياه الراكدة دون إضافة كواشف كيميائية، لذلك يتم التخلص منها بإجراء عملية أولية.
- **النوع الثاني :** يعرف هذا النوع بالغرويات التي تتكون من جسيمات دقيقة بطيئة الترسب، لذلك تجرى لها عملية تكتل قبل إدخالها مرحلة الترقيد والترسيب، ويقصد بعملية التكتل تجميع الجسيمات الدقيقة بفعل كيميائي أو فيزيائي وتحويلها إلى جسيمات أكبر تتمتع بزمن ترسيب مناسب مع زمن الترقيد في أحواض المعالجة.

تتمتع المواد المعلقة والغروية بخواص مشتركة أهمها :

- تخضع الجسيمات المعلقة لقانون الجاذبية الأرضية وبالتالي تترسب في أسفل الحوض المائي.
- تتمتع الجسيمات المعلقة بخاصية الإمتزاز و خاصية التبادل الشاردي.
- تتعرض الجسيمات المعلقة إلى قوى أخرى غير قوة الجاذبية الأرضية.

بعد إجراء عملية الترقيد الأولية والتخلص من المعلقات ذات الأبعاد الكبيرة والوزن المرتفع نسبيا يدخل بعدها الماء إلى حوض التكتل ثم إلى حوض الترقيد الثاني للتخلص من الجسيمات الدقيقة والغرويات المتكتلة وكذلك التخلص من الأجسام الحية والمواد الكيميائية.

❖ **التخثر و التكتل :** يقصد به تجميع الأجسام الصغيرة المعلقة في الوسط المائي في كتل أكبر للإسراع في عملية الترسيب.

- **الترسيب :** يشمل نوعين من الترسيب الأول يتضمن الدقائق المنفصلة عن بعضها والثاني يتضمن الدقائق المتكتلة نتيجة فعل طبيعي أو صناعي .
- **التعويم :** تحدث عملية التعويم في الظروف التي تكون فيها الكتلة الحجمية للمادة المعلقة أقل من الكتلة الحجمية للوسط السائل المحيط بها.
- **الترشيح :** تجرى عملية الترشيح عبر مرور سائل محمل بمواد صلبة على وسط مسامي (مرشح) حيث يقوم ذلك الوسط بحجز المواد الصلبة والسماح للسائل (الرشاحة) بالعبور.

II-3-3 إزالة المواد المنحلة في الماء

- **الفصل باستعمال الأغشية :** ويتم ذلك باستعمال :

- **الأغشية نصف النفوذة :** إن طريقة فصل المواد باستعمال الأغشية تحت تأثير الضغط معروفة لكن استثمارها صناعيا لم يبدأ إلا عندما تم تطوير الأغشية الصناعية، والمقصود بالأغشية نصف النفوذة هي الأغشية التي ينفد منها المحل (الماء) وبعض المواد المنحلة بينما تحجز خلفها القسم الأخر من المواد المنحلة والدقائق المعلقة.
- **أغشية الميز :** إن أغشية الميز لا تسمح للماء بالمرور عبرها وذلك عكس الأغشية نصف النفوذة، بينما تسمح بمرور الشوارد وذلك تحت تأثير فرق الكمون الكيميائي للمحاليل الملامسة لوجهي الغشاء كما أنها تعتبر طريقة انتقائية.

- **الإمتزاز** : هو عملية تثبيت الجزيئات أو الجذور أو الشوارد على سطح جسم ما يسمى بالجسم الماز.
- **الترسيب الكيميائي** : يستعمل في حالات خاصة منها إزالة العسرة، الحديد، المنغنيز، الفوسفات، الفلور وغيرها من العناصر التي لايمكن التخلص منها.
- **التلامس مع المبادلات الشاردية** : المبادلات الشاردية هي أجسام حُبيبية غير ذوابة في الماء والعديد من المحلات العضوية وتحمل في بنيتها جذورا حمضية أو قاعدية قابلة للتبادل مع الشوارد الموجبة أو السالبة .

II-3-4 التعديل

يشمل التعديل كافة المعالجات التي تجرى على المياه الخارجة من محطة المعالجة أو ضمن مرحلة معينة من المعالجة أو المياه الخام لتصبح قيمة pH قريبة من التعادل أو توافق توازن ثنائي أكسيد الكربون – كربونات، تجرى عمليات التعديل بإضافة كواشف حمضية أو قلوية.

II-3-5 أكسدة المياه وتعقيمها

إن المراحل التي تم ذكرها سابقا تؤدي دورا لابأس به في التخلص من الأحياء الدقيقة والبكتيريا والفيروسات.، ولكن مع ذلك يتسرب قسم كبير، لذلك فإن عملية تعقيم نهائية تكون ضرورية ليصبح الماء صالح للشرب ومن أهم الطرق المستعملة نذكر:

❖ **المعالجة بغاز الكلور ومشتقاته**

- **الكلور:** يتفاعل الكلور مع الماء مباشرة وفق المعادلات التالية

(8) $Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow HClO + H_3O^+ + Cl^-$

(9) $HClO + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + ClO^-$

(10) $2HClO \longrightarrow 2\,H^+ + 2Cl^- + O_2$

الكلور الحر يكون في المحاليل المركزة جدا 1 g/l علما أن المحاليل تؤدي إلى تفكك سريع للكلور الحر.

- **ثنائي أكسيد الكلور:** أُستخدم ثنائي أكسيد الكلور منذ فترة طويلة في مجال معالجة المياه، ولكن ذلك الاستعمال ظل محدودا نتيجة عوامل تقنية واقتصادية أما بعد اكتشاف تأثير الكلور بتشكيل المركبات الكلورية العضوية الضارة فإن إستعمال ثنائي أكسيد الكلور في محطات معالجة مياه الشرب قد ازداد بشكل لابأس به.

❖ **المعالجة بالأوزون** : يستعمل الأوزون أساسا في معالجة المياه في محطات مياه الشرب وفي محطات معالجة مياه الصرف الصناعي، يتمثل تأثير الأوزون في المواد الملوثة على أنه مؤكسد بسرعة كبيرة لشوارد الحديد Fe^{2+} وشوارد المنغنيز Mn^{2+} كما يحطم المركبات الفينولية ويحولها إلى مركبات عضوية.

❖ **المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية :** لم ينتشر على نطاق واسع إستعمال الأشعة فوق البنفسجية في مجال معالجة المياه وبقي محدودا بتعقيم ماء الشرب فقط ومن ميزات هذه الطريقة أنها لا تحتاج إلى إضافة مواد كيميائية وبالتالي لا ينتج عنها أي طعم أو رائحة.

❖ **طرائق الأكسدة المتقدمة :**

- **الأكسدة الوسيطية :** الأكسدة الوسيطية في الوسط العضوي معروفة ومستعملة على نطاق واسع جدا في مجال الصناعات الكيميائية وصناعة النفط وفي معالجة المياه.
- **نظم الأكسدة المشتركة :**

- نظام الأكسدة H_2O_2/O_3

- نظام الأكسدة H_2O_2 /UV

– نظام الأكسدة O_3/ UV

الفصل الثالث
الطرق والأدوات المستعملة

تمهيد

سوف نتطرق في هذا الفصل إلى التعريف بمؤسسة الجزائرية للمياه ADE ومصادر المياه التي تم تحليلها وكذا شروط التي تم أخذ العينة فيها لدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية واجراء كل الحسابات الضرورية ومخططات هيدرو كيميائية اللازمة.

III-1 المواد المستعملة والطرق العملية

III-1-1 التعريف بمؤسسة الجزائرية للمياه

أجريت التحاليل المخبرية بالمؤسسة العمومية "الجزائرية للمياه" بورقلة يوم 17 جانفي 2021 وهي مؤسسة ذات طابع تجاري وصناعي بموجب المرسوم التنفيذي رقم 1/101 المؤرخ في 21 أفريل 2001 تحت وصاية الموارد المائية حيث تتميز بكونها مستقلة ماليا وذات شخصية معنوية تخضع في علاقاتها لجميع القواعد والنظم الإدارية ، فقد مرت بعدة مراحل وشهدت عدة تغيرات منذ نشأتها لعدم الاستقرار، يرجع تأسيسها إلى سنة 1955 حيث أخذت عدة تسميات وآخر اسم كان المؤسسة العمومية لتوزيع المياه المنزلية والصناعية والتطهير EDEMIAO وتقوم بإنتاج وتوزيع المياه عبر دوائر ورقلة، حاسي مسعود، تقرت الحجيرة، الطيبات، تماسين،...الخ.

- تنفيذ السياسة الوطنية لمياه الشرب على كامل التراب الوطني.
- تسيير عملية إنتاج مياه الشرب ونقصها وتوزيعها ومعالجتها وتخزينها وتجديد الهياكل القاعدية التابعة لها وتنميتها عبر مختلف البلديات
- مراقبة نوعية المياه الموزعة [33]

الشكل(III-1) : صورة لمؤسسة العمومية "الجزائرية للمياه" بورقلة

III-1-2 مصادر بعض المياه التي تم تحليلها

الجدول (III-1) : مصادر بعض المياه التي تم تحليلها

الخصائص	بئر عين حاجي	بئر الخفجي4	بئر بامنديل	بئر ام الرانب	بئر عين البيضاء	بئر الحدب 1
الموقع	بلدية ورقلة	بلدية ورقلة	بلدية ورقلة	بلدية ورقلة	عين البيضاء	بلدية رويسات
سنة الانجاز	1998	2003	1983	1994	1956	1974
طبقة المياه المستغلة	سينونيان	سينونيان	ميوبليسان	ميوبليسان	الالبيان	الالبيان
التدفق الحالي للبئر l/s	36	13	45	50	120	200
التدفق المستغل (l/s)	25	7	30	20	100	95
العمق (m)	200	201	131	120	1225	1335

المصدر: القسم الفرعي للموارد المائية لمؤسسة الجزائرية للمياه

الشكل (III-2) : مختلف الآبار الموجودة في المنطقة

III-1-3 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 أي تعديل للخصائص الفيزيوكيميائية للمياه لذلك يجب إتباع القواعد التالية:

- ❖ اختيار الآبار تمثل 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
- ❖ عدم 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.
- ❖ إلصاق 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 الجزائرية للمياه ADE بورقلة.

ملاحظة : نظرا لعدم تمكننا من اجراء تحاليل المياه على مستوى مخبر الجزائرية للمياه ADE بورقلة فقد اخدنا نتائج تحاليل المياه مباشرة .

III-2 دراسة الخصائص الفيزيائية

III-2-1 قياس الأس الهيدروجيني

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

❖ **المواد والأدوات المستعملة تت**

جهازpH mètre - إلكترود pH - ماء مقطر- بيشر- ماء العينات

❖ **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 إلكترود الجهاز داخل كأس بيشر

يترك حتى يستقر ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز

الصورة (III-3) : جهازpH mètre

III-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.

الصورة (III-4) : جهاز قياس الناقلية

III-2-3 تقدير المواد الصلبة الذائبة TDS

تحسب المواد الصلبة الذائبة بالعلاقة التالية :

$$TDS = \frac{\text{الناقلية الكهربائية}}{2} \quad (11)$$

III-2-4 تحديد الملوحة Salinité

تحسب الملوحة بالعلاقة التالية :

$$s\% = \frac{TDS}{1000} \quad (12)$$

III-2-5 البقايا الجافة

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

❖ **المواد 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 الحاضنة 105°C لمدة 24 ساعة
- تُخرج الكؤوس من الحاضنة و نتركها تبرد
- يعاد وزن الكؤوس ويستنتج المتبقي الصلب

الصورة (III-5) : ميزان تحليلي **الصورة (III-6) :** حاضنة

III-2- 6 اختبار العكارة

تم قياس العكارة بواسطة جهاز Turbidimètre من نوع (2100N)

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

جهاز Turbidimètre - الخلية (25 ml) - ماء العينة

❖ **طريقة العمل**

- يتم رج العينات جيدا ثم نُملأ 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

الصورة (III-7) : جهاز قياس العكارة

III-2-7 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 Dessicateur - حاضنة Etuve - 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 ينتركه يبرد بعيدا عن الرطوبة داخل جهاز نزع الرطوبة
- يزن ورق الترشيح وهو فارغ ويسجل وزنه m_0
- يأخذ حوجلة ذات سعة 100 ml، ويتم غسلها جيدا بالماء العادي ثم بالماء المقطر
- يأخذ في بيشر 100 ml من العينة ثم تسكب على ورق الترشيح (المجفف سابقا) بواسطة قمع الترشيح
- بعد نهاية الترشيح ياخذ ورق الترشيح و يوضع داخل الحاضنة في درجة حرارة 105 °C لمدة ساعتين
- يخرج ورق الترشيح من الحاضنة ويترك يبرد داخل جهاز نزع الرطوبة
- يوزن ورق الترشيح ونسجل وزنه m_1

الشكل (III-8): جهاز نزع الرطوبة

III-3 دراسة الخصائص الكيميائية

III-3-1 تحديد القلوية الدائمة TAC

❖ **الأدوات المستعملة**

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

- إرلينة مايرml 250 - كاشف المثيل البرتقالي (M= 327.34 g/mol)- محلول حمض الكبريت المركز H_2SO_4 (M= 98.08 g/mol * 95-97 %)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ كاشف المثيل البرتقالي: يحضر بإذابة 0.5 g من صبغة المثيل البرتقالي في 1l من الماء المقطر

✓ محلول حمض الكبريت (0.01N) **:** يحضر بوضع 0.5ml من H_2SO_4 المركز ويمدد حتى 1l من الماء المقطر مع الرج و يوضع في السحاحة للمعايرة.

✓ **الطريقة**

- تأخذ في إرلينة 100 ml من ماء العينة
- تضاف من 2- 3 قطرات من المثيل البرتقالي للعينة
- تملأ السحاحة بمحلول H_2SO_4 (0.01 N) ويتم قيام بالمعايرة حتى يتغير اللون من البرتقالي إلى البرتقالي الداكن.
- تسجل حجم التكافؤ.

III-3-2 تحديد القلوية HCO_3^-

تحسب القلوية وفق المعادلة التالية :

$$[HCO_3^-] = 61/50\ [\ TAC\ ] \quad (13)$$

III-3-3 تحديد القلوية المؤقتة TA

يتم تقدير TA من خلال قيمة pH العينة

$$pH < 8.3 \Longrightarrow TA = 0$$
$$pH > 8.3 \Longrightarrow TA = V\ (\text{varie}) \quad (14)$$

III-3-4 قياس العسرة TH

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

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

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل :**

✓ تحضير المحلول الأم : يحضر بإذابة 67.5 g من كلوريد الأمونيوم NH_4Cl (pH = 10.1) في 2 لتر من الماء المقطر ويضاف له 570 ml من هيدروكسيد الأمونيوم (NH_4OH (%25

✓ تحضير محلول EDTA : يحضر بوزن 3.72g من EDTA المجفف بواسطة حاضنة عند 105°C و يذاب في 1l من الماء المقطر.

✓ **الطريقة**

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

III-3-5 قياس تركيز الكالسيوم

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة - سحاحة 50 ml - هيدروكسيد الصوديوم NaOH (0.01N) EDTA - محلول (M= 40g/mol * 99%) - دليل الميروكسيد (M= 294.19g/mol)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير محلول هيدروكسيد الصوديوم 2N : يحضر بإذابة 80 g في 1l من الماء المقطر.

✓ محلول EDTA محضر سابقا

✓ دليل الميروكسيد: يحضر من 0.25 من الميروكسيد و 50g من كلورير الصوديوم وتخلط في هاون حتى يصبح متجانس بلون وردي

✓ **الطريقة**

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

III-3-6 تعيين تركيز المغنزيوم

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

$$[Mg^{2+}] = TH - [Ca^{2+}] \quad (15)$$

III-3-7 تحديد تركيز ال

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة- سحاحة 100 ml - إرلينة ماير ذات سعة 250 ml - نترات الفضة $AgNO_3$ (0.028N * 169.87g/Mol) - كاشف كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 (10%).

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير نترات الفضة : يحضر بإذابة 4.7563g من المادة النقية في 1l 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 100 ml بالماء المقطر

✓ **الطريقة**

- توضع في بيشر 25ml في كل مرة من ماء العينة ويكمل لغاية 100 ml 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 الآجوري
- يسجل حجم التكافؤ .

III-3-8 تحديد تركيز الصوديوم

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

ماء العينة - جهاز الامتصاص الذري بالشعلة Photomètre de flamme من نوع Sherwood 410 - محاليل عيارية - بيشر.

❖ **طريقة العمل**

- يتم القيام بإنشاء المنحنى الشاهد العياري وذلك بأخذ تراكيز معينة (0،2،4،6،8،10) وقياس كثافتها الضوئية وترجمتها إلى منحنى شاهد.
- يضبط الجهاز من حيث لون اللهب حتى يصبح أزرق وذلك بتحريك الزر Fiul
- يوضع في بيشر كمية من الماء المقطر ويغمس بداخله الأنبوبة الشعرية الخاصة بالجهاز
- يضبط الجهاز عند الرمز Na^+
- يشغل المضخة قصد سحب الماء المقطر ورشه على اللهب
- يضبط الجهاز حتى القراءة 0 بواسطة الزر Blank
- تحضر المحاليل ويتم القيام بإدخالها من أعلى تركيز
- يتم القيام بأخذ القراءة عند ثباتها وهكذا من محلول لآخر
- بين كل محلول يتم القيام بتنظيف الأنبوبة الشعرية من بقايا المحلول وإعادة تصفير الجهاز.
- تدون النتائج ونرسم المنحنى البياني
- تأخذ 1ml من العينة و يتم تمديدها في 100 ml من الماء المقطر
- تغمس الأنبوبة الشعرية في بيشر وتشغل المضخة
- تاخذ القراءة وتدون النتائج.

الصورة (III-9) : جهاز الامتصاص الذري بالشعلة

III-3-9 تحديد تركيز البوتاسيوم

نتبع 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-3-10 تحديد تركيز الكبريتات

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

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

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

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير محلول $BaCl_2$: يتم قيام بمزج 150 g كلورير الباريوم - 5 ml حمض الكلورهيدريك ويكمل إلى غاية 1 l من ماء مقطر

✓ تحضير محلول مثبت : يتم القيام بمزج 60 ml من حمض الكلورهيدريك المركز (Acide chlorhydrique) - 200 ml إيثانول (Ethanol) – 150 g من كلوريرالصوديوم - 100 ml من غليسيرول (Glycérol) – و يكمل إلى غاية 1l من الماء المقطر

✓ **الطريقة**

- يوضع في بيشر 100 ml من الماء المقطر (Blanc)
- يوضع في بيشر 20 ml من العينات ويكمل حتى 100 ml من الماء المقطر
- يضاف 5 ml من محلول المثبت
- يضاف 2 ml من محلول كلورير الباريوم
- يوضع 10 ml من المحلول في الخلية وتوضع في الجهاز (Spectrophotomètre UV Visible)
- تقرأ العينة الأولى (الشاهد) ثم تقرأ العينات وتسجل القيم بوحدة (mg/l)

III-3-11 تحديد تركيز الحديد

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

❖ **الأدوات المستعملة**

ماء العينات - ماء مقطر- إرلينة عاتمة اللون - محلول موقي acétate - فينا نترولين (Phénanthroline) (M=180.21g/mol) - كلورهيدرات هيدروكسيل أمين (Chlorhydrate d' hydroxylamine) (M=69.48g/mol)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير كلورهيدرات هيدروكسيل أمين (Chlorhydrate d' hydroxylamine) : يأخذ 10 g من كلورهيدرات الهيدروكسيل أمين وتوضع في 100 ml من الماء المقطر.

✓ يتم تحضير المحلول الموقي (Tampon d'acétate d'ammonium, pH=4.5): يأخذ 40 g من أسيتات الأمونيوم و5 ml من حمض الخل ويتم وضعهما في 50 ml من الماء المقطر.

✓ تحضير فينا نترولين : نأخذ 0.42 g من فينا نترولين وبعض قطرات من حمض كلورهيدريك ونضعها في 100 ml من الماء المقطر.

✓ **الطريقة**

- يأخذ في بيشر40 ml من ماء مقطر كشاهد (Blanc)
- يأخذ في بيشر 40 ml من ماء العينات
- يضاف 2 ml من فينا نترولين لكل عينة
- يضاف 1 ml من كلوروهيدرات هيدروكسيل أمين ويترك المحلول لمدة 15 دقيقة

III-3-12 تحديد تركيز الامونيوم

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

❖ **الأدوات المستعملة**

ماء العينات - ماء مقطر - متفاعل 1 - متفاعل 2

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير المتفاعل (1) : يتم قيام بمزج 2 g من حمض ثنائي كلوروسيانيك 97% (Acide dichlorocyanique) - 32 g من NaOH ونكمل إلى غاية 1 l من الماء المقطر.

✓ تحضير المتفاعل (2) : يتم قيام بمزج 130 g من ساليسيلات الصوديوم (Salicylate de soduim) (160.) -13 g نيتروبروسيات الصوديوم (Nitropruciate) (261.918) – 130 g من ثلاثي سيترات الصوديوم (Tricitrate de Soduim) (258.07g/Mol) de soduim) ويكمل إلى غاية 1l من الماء المقطر.

- يتم أخذ في بيشر 40 ml من ماء مقطر كشاهد (Blanc) في حوجلة
- يؤخذ في بيشر 40 ml من ماء العينة في حوجلة
- يضاف 4 ml من المتفاعل الأول لكل عينة
- يضاف 4 ml من المتفاعل الثاني لكل عينة.
- يترك المحلول لمدة ساعة ونصف ويقرأ بواسطة الجهاز حيث تختار الأيقونة الخاصة بقراءة تركيز الامونيوم (NH_4^+)

III-3-13 تحديد تركيز النتريت

يتم تقدير تركيز النتريت بواسطة جهاز Spectrophotomètre UV Visible من النوع (DR2800)

❖ **الأدوات المستعملة**

ماء العينة - ماء مقطر – دليل تام

- **تحض**تحضير دليل تام : يتم قيام بمزج 25 ml من حمض الفوسفوريك (Acide phosphorique) (98g/Mol) - 10 g من سيلفانيل أميد (Sulfanilamide) - N-1-Naphthylethéléne 0.5g - ويكمل إلى غاية 250 ml من الماء مقطر.
- **الطريقة** يتم اخد في بيشر 40 ml من الماء المقطر كشاهد
- يتم أخذ في بيشر40 ml من ماء العينة
- يضاف 1 ml من الدليل التام لكل عينة ويترك لمدة 10 دقائق
- يقرأ بواسطة الجهاز ونختار الأيقونة الخاصة بالنتريت .

III-3-14 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 - طرطرات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم (Na^+,K^+) (Tartrate double) (282.23g/Mol) - H_2SO_4 المركز (98%)

✓ **طريقة العمل تحضير المحال** تحضير NaOH : يتم وزن 3 g من NaOH ويوضع في 100 ml من الماء المقطر

✓ تحضير ساليسيلات الصوديوم: يوزن 0.5g من ساليسيلات الصوديوم ويوضع في 100 ml من الماء المقطر.

✓ تحضير طرطرات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم: يوزن منها 15 g ويوضع في 250ml من الماء المقطر و 100 g من هيدروكسيد الصوديوم.

✓ **الطريقة**

- يتم أخذ في بيشر 10 ml من الماء المقطر كشاهد
- يؤخذ في بيشر10 ml من ماء العينة
- يضاف 1 ml من محلول ساليسيلات الصوديوم لكل عينة
- يضاف3 قطرات من NaOH لكل عينة
- تترك العينات تجف في حاضنة عند 90°C
- يخرج العينات من الحاضنة ونضيف لها 2 ml من H_2SO_4 المركز ويترك لمدة 10 دقائق
- يضاف15 ml من الماء المقطر لكل عينة
- يضاف15 ml من محلول طرطرات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم لكل عينة
- يقرأ في الجهاز ويختار الأيقونة الخاصة بالنترات.

الصورة 14): نتائج **III-)** تركيز النترات

❖ **التوازن الشاردي :**

بعد معايرة المياه وفق الطرق السابقة الذكر، يجب تحديد دقة التحاليل وذلك بحساب التوازن الشاردي للتأكد من النتائج المتحصل عليها

(16)

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

X^-	تركيز الشوارد السالبة بوحدة (meq/l)
X^+	تركيز الشوارد الموجبة بوحدة (meq/l)

III- 4البرامج المستعملة

III-4-1-برامج الكيمياء للرسومات البياني« Logiciel d'hydrochimie»

الوسيلة الرئيسية المستعملة هي برامجي الكيمياء للرسومات البيانية المنجز من طرف Roland Simler الذي يقوم على تصنيف المياه ومعرفة جميع خصائصها وتحديد جودتها . ويتضمن عدة مخططات لكل مخطط مخرجات خاصة به ومنها:

III-4-1-1 مخطط بيبر « Diagramme piper »

هو تمثيل بياني في الكيمياء لعينة او عدة عينات من الماء ومكون من مثلثين منفصلين . احداهما يبين توزيع الشوارد الموجبة واخر يبين توزيع شوارد السالبة ومعين يمثل توزيع شوارد المسيطرة التي من خلالها يتم تسمية صنف العينة ويستخدم لتصنيف المياه والمقارنة بين العناصر الكيميائية وتحديد نسبتها وهو المستعمل في دراستنا[35].

III-4-1-2مخطط [ريفيرسيد Riversid /ويلكوكسDwilcox]:

هو تمثيل بياني في الكيمياء لعينة أو عدة عينات من الماء حيث يمثل على المحور الأفقي أربعة أقسام للناقلية، وعلى المحور العمودي أربعة أقسام تمثل خطر الصوديوم. و المستعمل أيضا في دراستنا. [35].

III-5 المعايير:

اعتمدنا في دراستنا هذه على المعايير الجزائرية ومعايير المنظمة العالمية للصحة. بعد الحصول على التحاليل ومصادقتها مع التوازن الشاردي نقارن بينهما وبين قيم هذه المعايير التي اخترناها للتاكد من صلاحية العينات لتزويد بالمياه الصالحة للشرب.

الفصل الرابع
عرض النتائج

تمهيد

في هذا الفصل سنعرض جميع نتائج التحاليل للعينات التي تحصلنا عليها من شركة الجزائرية للمياه بورقلة وكذلك نتائج المخططات للعينات ذات التوازن الايوني المقبول.

IV – 1 نتائج الخصائص الفيزيائية

تم عرض قيم العناصر الفيزيائية للآبار الستة من بين الاربعة عشر بئرالتي قمنا بأخذ قيم تحاليلها الفيزيو كيميائية من مخبر الجزائرية للمياه بورقلة وهي موضحة في الجدول رقم (**IV – 1**) وجدنا ان بعض القيم مقاربة مثل الاس الهيدروجيني وبعضها متباينة مثل المواد الصلبة الذائبة حيث كانت اقل قيمة (1215 mg/l) واكبر قيمة (2050 mg/l) وهي موضحة في الجدول **(IV – 1)**.

الجدول (**IV – 1)** : **نتائج قياس بعض العناصر الفيزيائية لعينات المياه**

رقم المصدر	01	02	09	10	13	14
الابار	بئر حي النصر4	بئر عين حاجي	بئر ام الرانب	بئر بامنديل 1	بئر الحدب 1	بئر الحدب 2
الاسس الهيدروجينية	7.50	7.55	7.39	7.14	7.52	7.59
الناقلية الكهربائية(uS/cm)	4100	2560	3840	2580	2480	2690
العكارة(NTU)	0.752	1.08	3.41	1.29	3.75	0.250
المواد الصلبة الذابئة (mg/l)	2050	1280	1920	1290	1240	1345
البقايا الجافة (mg/l)	1690	1884	2826	1704	1796	/
درجة الملوحة (mg/l)	2.05	1.28	1.92	1.29	1.24	1.34

IV -2 نتائج الخصائص الكيميائية

IV-2-1 نتائج بعض التحاليل الكيميائية لعينات المياه

هنا ايضا تم عرض قيم العناصر الكيميائية المتحصل عليها من مخبر الجزائرية للمياه بورقلة لست عينات ذات نتائج مقبولة وهي ايضا متباينة مثل البوتاسيوم اقل قيمة (15 mg/l) واكبر قيمة هي 36mg/l وهي موضحة في الجدول (IV -2).

الجدول (IV-2) نتائج بعض التحاليل الكيميائية لعينات المياه.

رقم المصدر	01	02	09	10	13	14
الآبار	بئر حي النصر 4	بئر عين حاجي	بئر ام الرانب	بئر بامنديل 1	بئر الحدب 1	بئر الحدب 2
الكالسيوم (mg/l)	284.56	140.28	240.48	200.4	156.31	140.28
المغنزيوم(mg/l)	187.14	85.05	1200	150.69	87.48	85.05
الصوديوم (mg/l)	400	250	350	250	220	250
البوتاسيوم (mg/l)	36	15	32	16	30	25
الكلوريد (mg/l)	893.91	576.53	775.2	430.67	461.71	643.18
الكبريتات (mg/l)	870	398	670	778	369	362
النترات (mg/l)	/	5.98	/	23.1	3.81	1.47
البيكربونات (mg/l)	137.52	155.27	150.83	146.4	135.79	137.52

IV-2-2 التوازن الشاردي:

هو الذي يثبت صحة نتائج التحاليل والجدول رقم يوضح نتائج التوازن الشاردي لجميع العينات الاربعة عشر التي قمنا باخذ نتائج تحاليلها من مخبر الجزائرية للمياه بورقلة ونلاحظ ان نتائج مقبولة لثلاثة عشر عينة ويحسب من قيم الشوارد الموجبة والسالبة وفق العلاقة (16) .

جدول (IV-3):يمثل قيم التوازن الشاردي

		الشوارد الموجبة				الشوارد السالبة					
رقم البئر	الأبار	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	Cl-	SO_4^{-2}	NO_3^{-}	HCO_3^{-}	التوازن الشارد	الملاحظة
01	بئر حي النصر4	14.22	15.59	17.39	0.92	25.18	18.12	/	137.52	2.73	تحاليل مقبولة
02	بئر عين حاجي	7.014	7.08	10.86	0.38	16.24	8.29	0.09	2.50	3.47	تحاليل مقبولة
03	بئرعين لويز	15.23	15.59	21.73	0.64	32.95	19	/	2.47	1.14	تحاليل مقبولة
04	بئرحاسي بن عبد الله 1	13.42	13.16	13.21	0.56	21.83	15.70	0.29	2.25	2.76	تحاليل مقبولة
05	بئرحاسي بن عبد الله2	11.62	10.53	13.91	0.64	21.66	12.08	/	2.10	1.18	تحاليل مقبولة
06	بئرحاسي بن عبد الله3	11.42	9.72	15.21	1.07	19.15	14.41	0.33	128.33	1.94	تحاليل مقبولة
07	بئرالمخادمة 1	13.42	10.32	19.56	0.38	26.33	16.47	0.23	2.36	2.57	تحاليل مقبولة
08	بئرسعيد عتبة	7.01	5.46	10.86	0.35	15.33	8.41	/	1.52	3.16	تحاليل مقبولة
09	بئر ام الرانب 2	12.02	10.12	15.22	0.49	22.04	14.16	/	1.87	0.28	تحاليل مقبولة
10	بئربامنديل	10.01	10.01	12.55	0.41	12.13	12.20	0.37	2.4	4.60	تحاليل مقبولة
11	بئرنقوسة 1	12.02	12.15	15.21	0.82	21.83	13.95	/	2.47	2.50	تحاليل مقبولة
12	بئرعين البيضاء	8.01	8.10	9.57	0.90	1056.42	20.16	0.20	2.47	32.77	تحاليل غير مقبولة
13	بئرالحدب1	7.82	7.29	0.76	9.57	13.01	7.69	0.06	2.23	5.05	تحاليل مقبولة
14	بئرالحدب2	7.01	7.08	10.86	0.64	18.11	7.54	0.02	2.25	4.33	تحاليل مقبولة

IV –2–3: نتائج قيم عسرة الماء

تم حسابها بواسطة قيم الكالسيوم والمغنزيوم وهي موضحة في الجدول رقم (IV–3).

جدول (IV-4)قيم عسرة الماء TH

الابار	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	13	14
قيم العسرة °F	148	70	153	122	110	105	118	62	110	110	120	75	70
$(mg/l)_{CaCO3}$	1480	700	1530	1220	1100	1050	1180	620	1100	1100	1200	750	700

IV -2-4 قيم القلوية

الجدول رقم (IV-5) يوضح قيم دليل القلوية المحصورة ما بين °F(7.63 – 12.36).

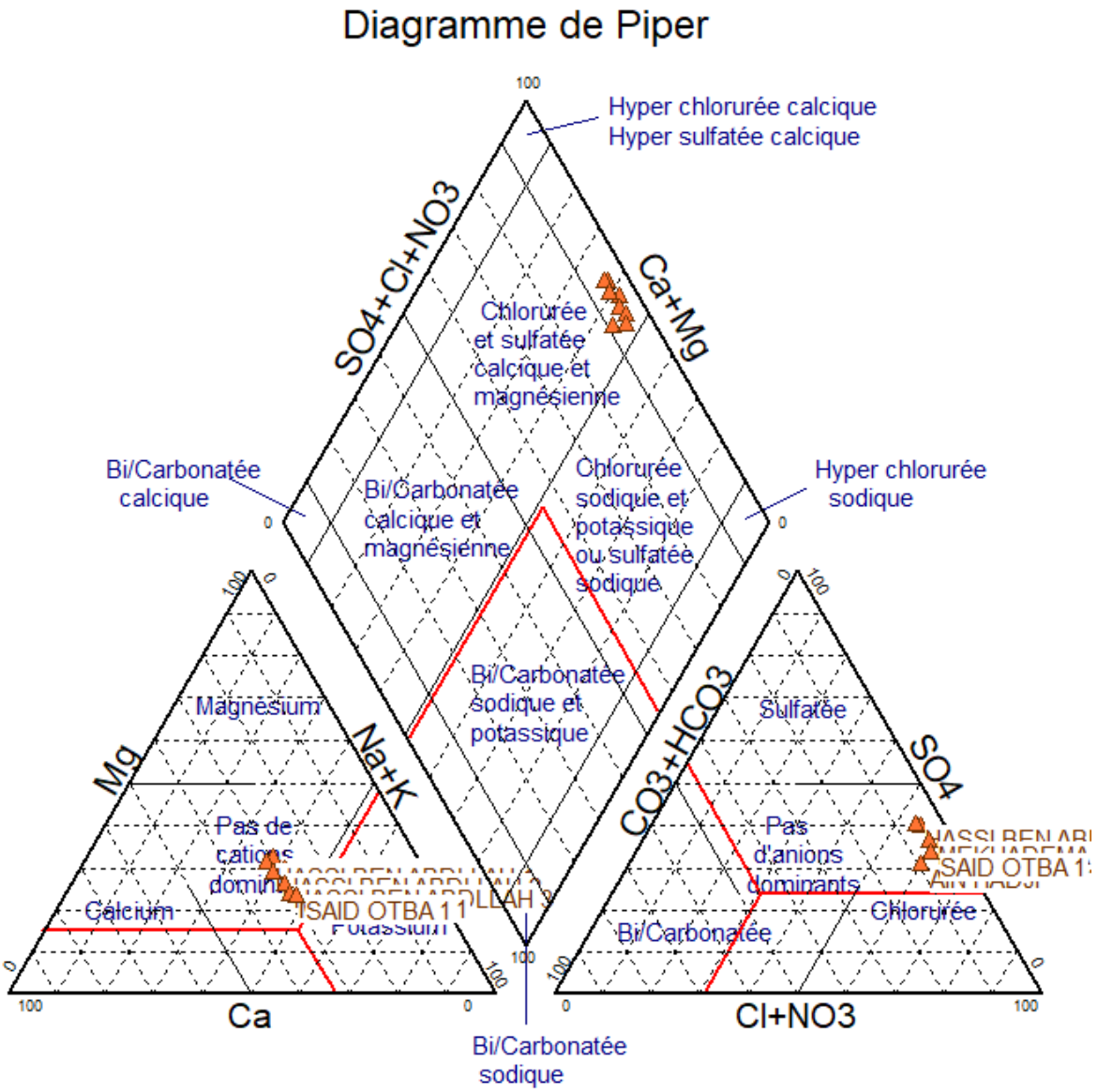
الجدول رقم (IV-5).: قيم دليل القلوية [TAC]

الابار	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	13	14
قيم دليل القلوية	11.27	12.27	12.36	11.27	10.54	10.54	11.82	7.63	9.39	12	12.36	11.13	11.27
(mg/l) CaCO3	112.72	127.27	123.63	112.72	105.45	105.45	118.26	76.36	93.91	120	123.63	30 .111	112.72

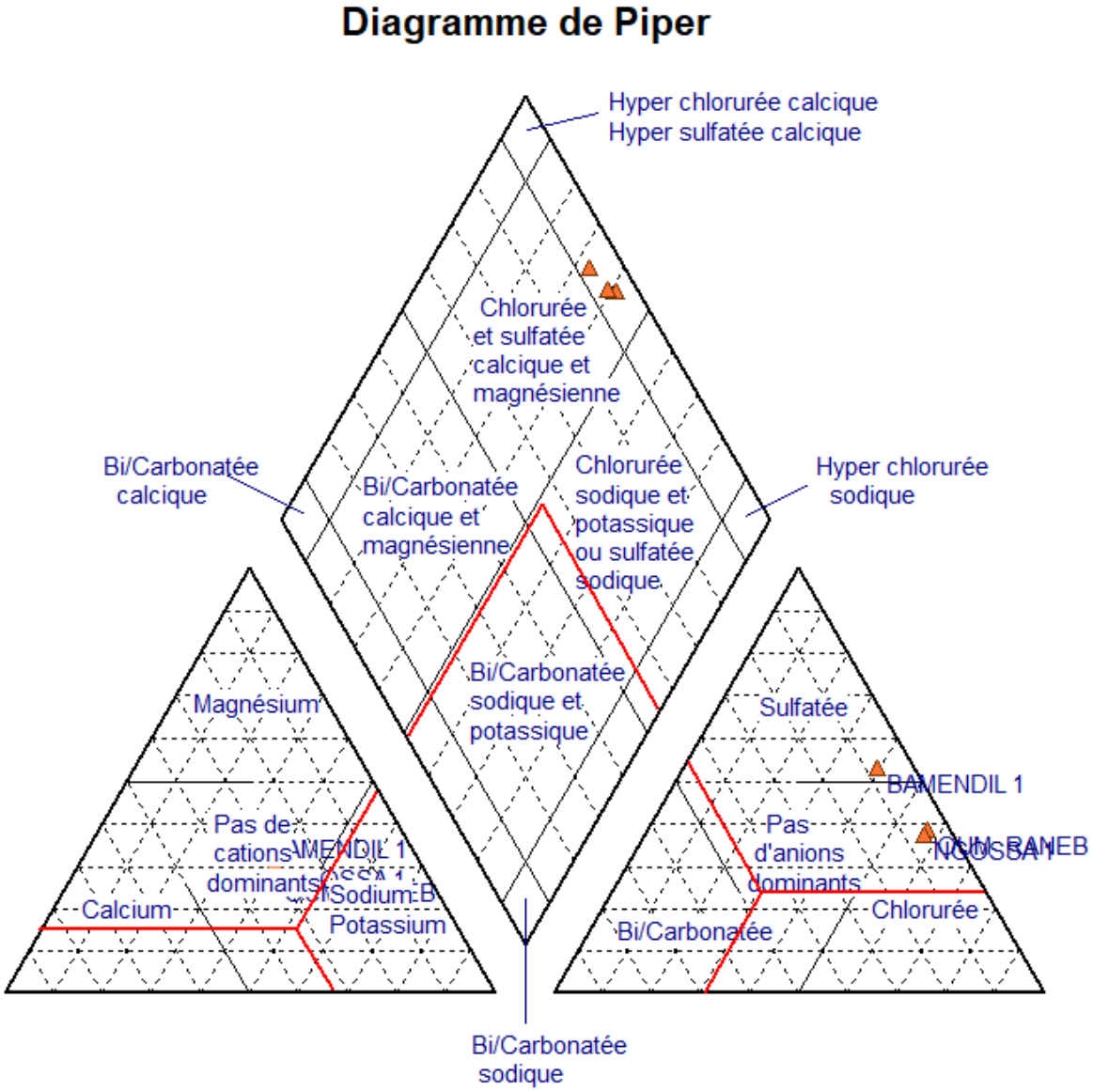
IV -3 نتائج المخططات

IV-3-1 توضع عينات المياه على مخطط بيبر:

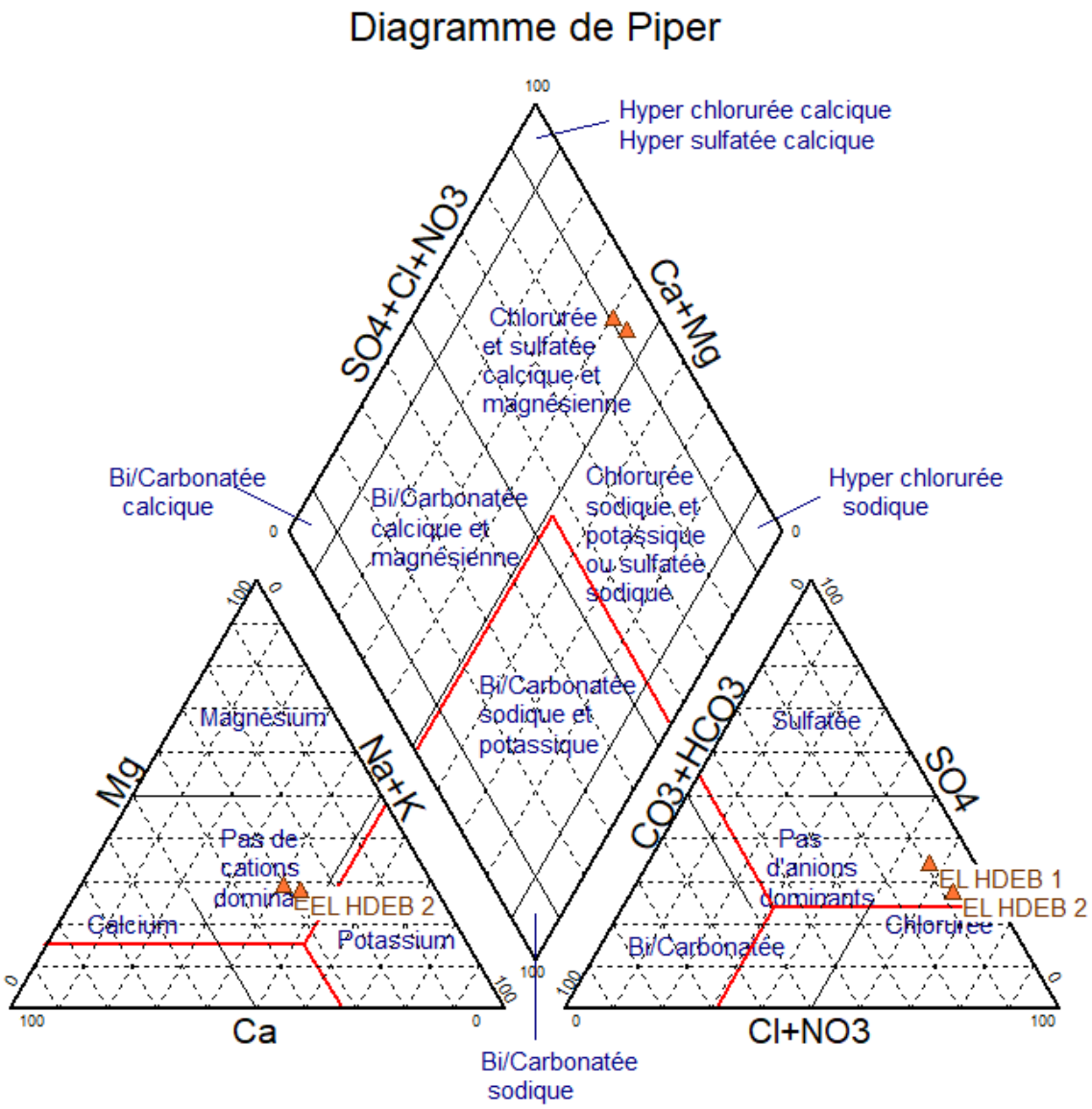
يوضح المخطط اماكن توضع عينات المياه على مخطط بيبر والملاحظ أنها متباينة حيث توضعت العينات على جميع تصنيفات المخطط .



الشكل (IV-1):عينات مياه طبقة السينونيان لمنطقة ورقلة على مخطط بيبر



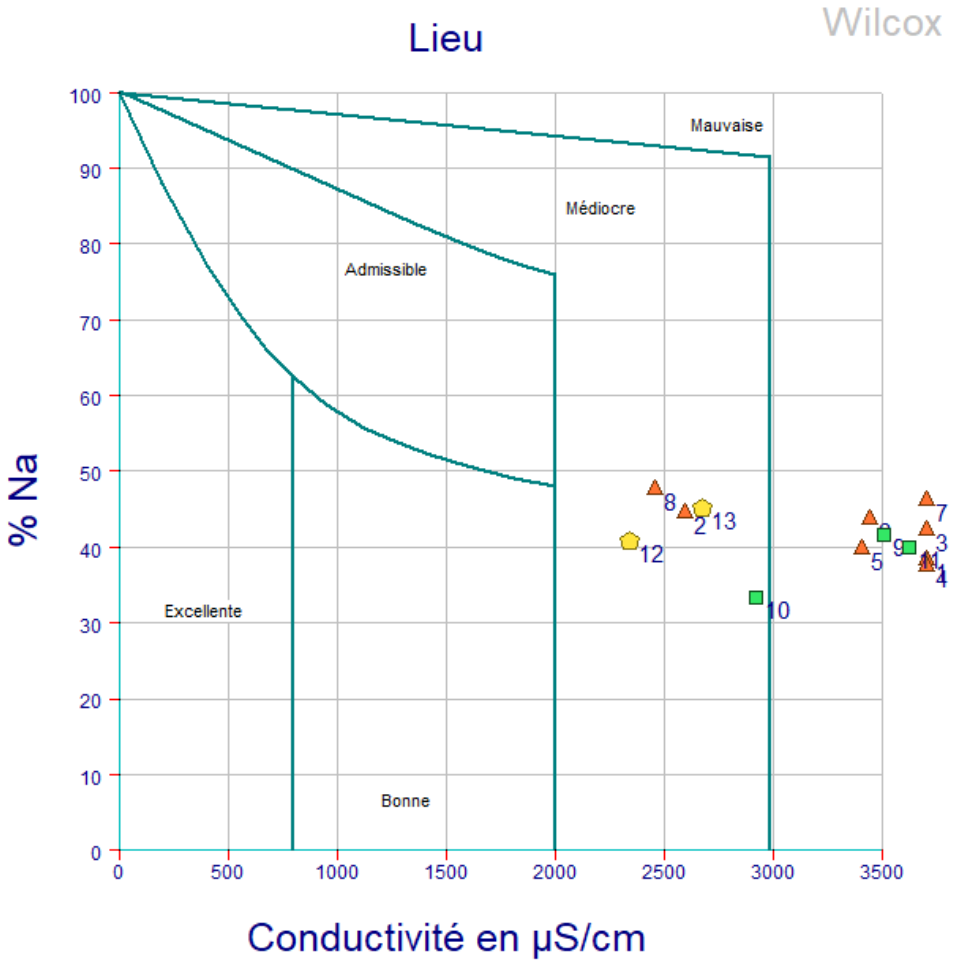
الشكل (2-IV) : عينات مياه طبقة الميوبليوسان لمنطقة ورقلة على مخطط بيبر



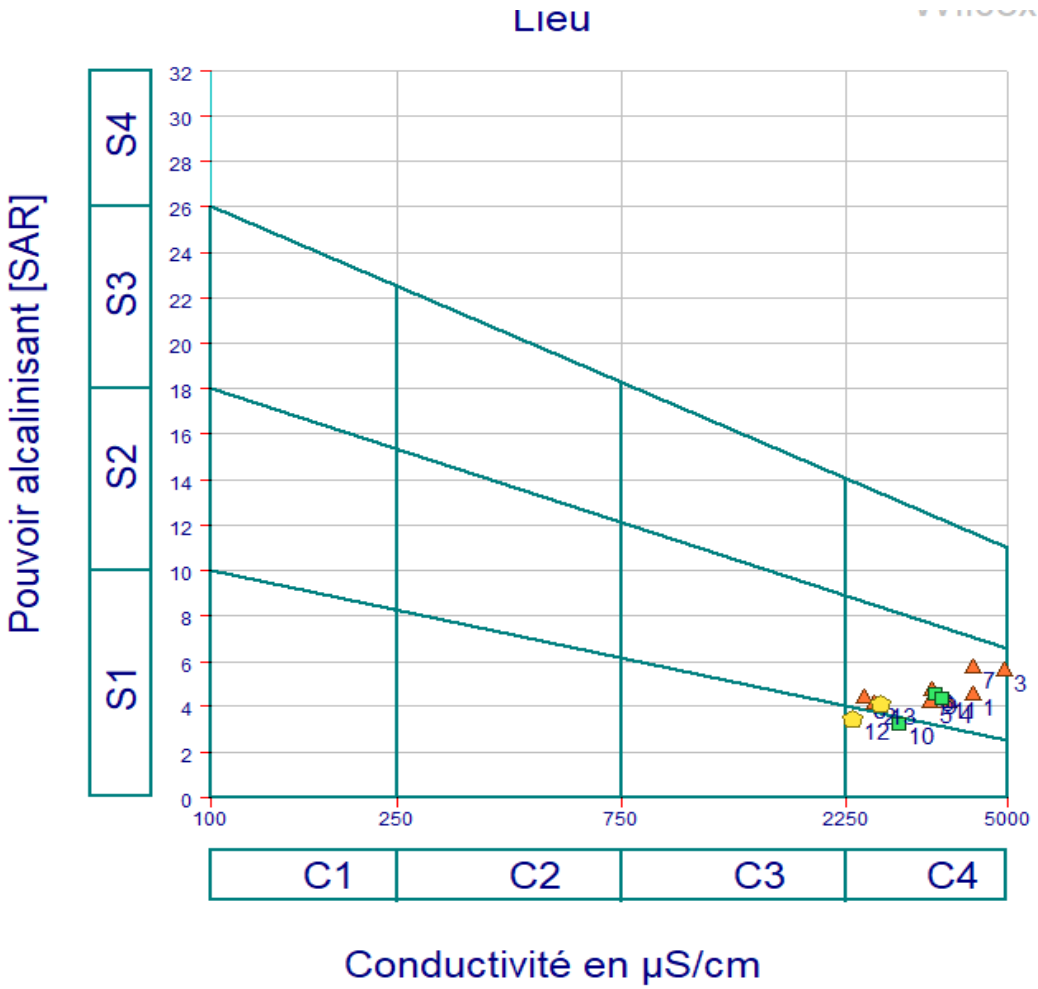
الشكل (IV-3) :عينات مياه طبقة الألبيان لمنطقة ورقلة على مخطط بيبر

2-3-IV توضع عينات المياه على مخطط ويلكوكس

يوضح المخطط أماكن توضع عينات المياه على مخطط ويلكوكس والملاحظ أنها وقعت في القسمين الثالث والرابع.

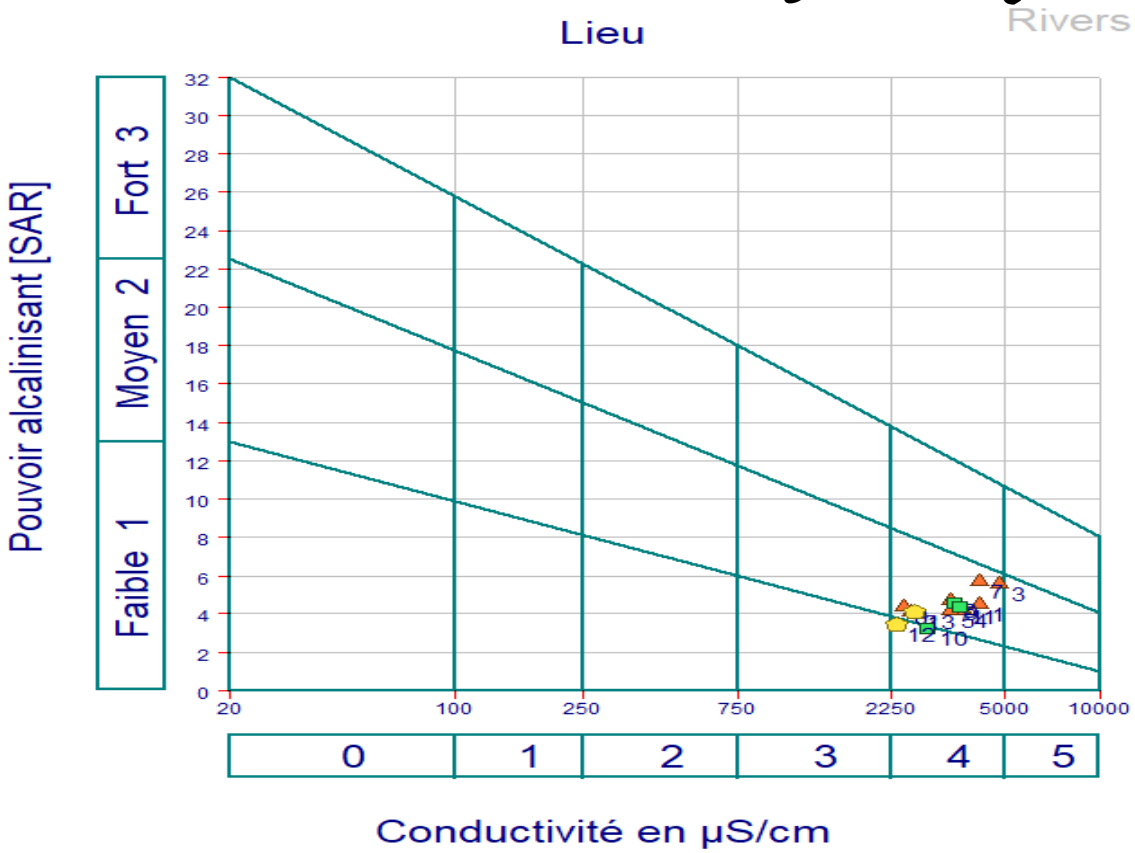


الشكل (4-IV) :عينات المياه لمنطقة ورقلة على مخطط ويلكوس حسب الناقلية و نسبة الصوديوم



الشكل (IV-4) :عينات المياه لمنطقة ورقلة على مخطط ويلكوس حسب النااقلية ونسبة امتصاص الصوديوم

3-3-IV توضع عينات المياه على مخطط ريفيرسيد



الشكل (IV-5) :عينات المياه لمنطقة ورقلة على مخطط ريفيرسد

الفصل الخامس
تحليل نتائج الدراسة

تمهيد :

في هذا الفصل نقوم بتحليل نتائج قيم العناصر الفيزيائية والكيميائية وبعض المواصفات النوعية ومقارنتها مع المعايير التي اعتمدنا عليها في هذه الدراسة وهي المعيار الجزائري الذي يرمز له بNA ومعيار المنظمة العالمية للصحة الذي يرمز له ب: OMS وتحديد صنف مياه منطقة ورقلة وتشخيص مدى جودتها وملائمتها للتزويد بالمياه الصالحة للشرب.

V-1 تحديد دقة التوازن الشاردي للتحاليل

يتضح من خلال الجدول رقم (IV-3) الذي يمثل قيم التوازن الشاردي لمجموع التحاليل المنجزة والتي تتراوح قيمه ما بين (0.28 - 32.77) حيث أن :

- 13 بئرا ذات توازن شاردي مقبول وهو محصور ما بين (0.28 – 5.05)
- بئر واحد ذو توازن شاردي غير مقبول.

من خلال هذه النتائج توجب علينا العمل باستعمال تحاليل 13 بئرا فقط التي التوازن الشاردي لها مقبول وهي الابار رقم 1،2،3،4،5،6،7،8،9،10،11،13،14.

V-2 تقييم العينات حسب استعمال المياه للشرب

✓ **يتضح من الجدول رقم (IV – 1) أن**:

❖ **الأس الهيدروجيني:**

يقاس الاس الهيدروجيني لمعرفة قاعدية وحمضية المياه حيث اظهرت النتائج ان قيم الاس الهيدروجيني متقاربة في جميع الآبار المدروسة وهي تتراوح مابين (7.14 - 7.80) وكلها مقبولة حسب معياريين NA وOMS .

❖ **الناقلية الكهربائية :**

تعود الناقلية لارتفاع نسبة الملوحة بسبب فعل طبيعي حيث تزيد مع زيادة درجة الحرارة والمواد الصلبة الذائبة ومن خلال الجدول رقم (IV – 1) نلاحظ ان قيم الناقلية تراوحت مابين

µS/ cm (2440 -5270) حيث أن ناقليتها متباينة كما يوضحه الجدول (V-1)

الجدول(V-1) نوعية عينات المياه حسب الناقلية الكهربائية

رقم البئر	درجة الناقلية	نوعية الماء
14،13،10،08،02	متوسطة	صالحة للاستعمال
11،09،06،05	معتبرة	صالحة للاستعمال
07،04،03،01	مرتفعة	صالحة للاستعمال

❖ **العكارة :**

يقصد بالعكارة وجود مواد عالقة دقيقة جدا مثل حبيبات الرمل و السيلس حيث تعمل على تقليل من فاعلية الكلور وقيمها محصورة مابين NTU (0.250 – 3.75) في جميع الآبار وهي قيم جيدة حسب معياري NAوOMS التي قيمها محددة ب:NTU 5.

❖ **المواد الصلبة الذائبة :**

يعود ارتفاع المواد الصلبة الذائبة الى انحلال بعض انواع الصخور من خلال تلامسها مع المياه ونلاحظ ان قيمها تراوحت مابين mg/l (1220 - 2485) . فالآبار رقم:02 ،08،10،13،14 كانت قريبة من المعيارالجزائري المحدد ب 1400mg/l،والابار رقم 01،03،04،05،06،07،09،11 كانت مرتفعة عن المعيار الجزائري.

❖ **درجة الملوحة :**

يعود ارتفاع الملوحة الى انحلال بعض انواع الصخور من خلال تلامسها مع المياه وقيمها محصورة مابين mg/l (1.28 - 2.63).

❖ **البقايا الجافة :**

وهي عبارة عن مجموع الاملاح المذابة والمواد العضوية الموجودة في الماء وتتغير حسب العسرة الكلية.وفي دراستنا هذه اقل قيمة كانت mg/l 1690 وهي قيمة جيدة موافقة للمعيارين NAو OMS والذي قيمتهما محددة ب: mg/l 2000 واكبر قيمة هي mg/l 3468 والتي فاقت قيمة المعيارين.

✓ **يتضح من الجدول رقم (IV-2) ان :**

❖ **الكالسيوم والمغنزيوم :**

هما من اهم العناصر المسببة لعسرة الماء.فالكالسيوم ينتج من تفاعل ثاني اكسيد الكربون والصخور الكلسية او نتيجة الانحلال المباشر لكبريتات الكالسيوم (الجبس) بحيث تراوحت قيمة الكالسيوم مابين mg/l(200.4 – 240.48) في آبار طبقة الميوبليوسان و mg/l(140.28 -304.60) في آبار طبقة السينونيان mg/l (140.28 - 156.31) فجميع الآبار كانت موافقة لمعياري NA وOMS الا الآبار رقم 01 و03 و04 و05 و06 و 07 ،09،11 قد فاقت المعيار الجزائري الذي هو 200 mg/l . اما المغنزيوم يعود تواجده الى انحلال الصخور الكربونية المشكلة للمجرى المائي ، حيث تراوحت قيمه في جميع الآبار ما بين mg/l(187.14 -65.82) فنلاحظ ان الآبار رقم 01،03،04 قيمها قد فاقت معياري NAوOMS المحدد ب:150 mg/l.

❖ **الصوديوم والبوتاسيوم :**

يتواجد الصوديوم في جميع انواع المياه السطحية والجوفية بشكل طبيعي ،تراوحت قيم الصوديوم ما بين mg/l(500 - 350) في جميع الآبار المدروسة فقد فاقت جميعها كلا المعيارين المحدد ب: 200mg/l اما البوتاسيوم تراوحت قيمه مابين (15- 42)في جميع الآبار المدروسة وقيمه ايضا قد فاقت المعيار الجزائري المحدد ب : 12 mg/l. بينما الابار رقم 02،08،09،10 موافقة للمعيار العالمي OMS المحدد ب: 20mg/l.

❖ **الكلور :**

من اهم مصادره هو ذوبان املاح الكلور في المياه ، حيث تراوحت قيم الكلور مابين mg/l (430.67 -775.20) في آبار طبقة الميوبليوسان و بين mg/l (544.49- 956.14) في آبار طبقة السينونيان وفي آبار طبقة الالبيان تراوحت قيمته بين mg/l(461.71 -643.18) وهنا نلاحظ ان كل من البئرين رقم 10،13 قيمهما موافقة للمعيارالجزائري المحدد ب: 500 mg/l بينما جميع الآبار المدروسة فاقت المعيار OMS المحدد ب : 250mg/l.

❖ **الكبريتات :**

يرجع تواجد الكبريتات الى انحلال الجبس، اكسدة الكبريت الى كبريتات بواسطة الهواء في وسط مائي تراوحت قيمها مابين mg/l (670 -680) في طبقة الميوبليوسان وما بين mg/l (398 -912) في

آبار طبقة السينونيان وما بين mg/l (362 – 369) و نلاحظ قيم الابار رقم 02،13،14 اقل من 400mg/l وهي موافقة للمعيار الجزائري . والمعيار العالمي المحدد 500 mg/l وكذلك البئر رقم 08 موافق للمعيار بينما الآبار المتبقية فاقت الحد المسموح به خاصة كل من البئر رقم 03 الذي قيمته 912 mg/l.

❖ **النترات :**

مصدر النترات هو تحلل المواد العضوية اي المرحلة النهائية لاكسدة المواد العضوية، حيث تراوحت قيمها مابين mg/l (1.47- 23.1) في جميع الآبار المدروسة وهي قيم صغيرة لبعدها عن سطح الارض الذي يتاثر بالملوثات السطحية وهذه القيم موافقة لكلا المعياريين المحددين ب : 50 mg/l.

❖ **البيكربونات :**

تراوحت قيمها ما بين mg/l (114.57–150.83) في آبار طبقة الميوبليوسان وما بين mg/l (93.16 – 155.27) في آبار طبقة السينونيان وما بين mg/l (135.79 – 137.52) وليس هناك معايير للتصنيف.

✓ **يتضح من خلال الجدول رقم (IV-4) ان :**

❖ **العسرة الكلية للماء :**

تصنف العسرة إلى نوعين :

العسرة المؤقتة : سببها وجود الكربونات وبيكربونات الكالسيوم و المغنزيوم وتزول عادة بالتسخين
العسرة الدائمة : سببها وجود الكلوريدات وكبريتات الكالسيوم و المغنزيوم وهذه العسرة لا تزول بالتسخين.

قيمها تراوحت ما بين °F(62 - 148) وحسب معيار المنظمة العالمية للصحة لتصنيف عسرة الماء فاننا نلاحظ ان جميع الآبار مياهها عسرة جدا وقد فاقت الحد المسموح به بكثير مقارنة بالمعايير الوطنية والعالمية.

✓ **يتضح من خلال الجدول رقم (IV-5) ان :**

دليل قلوية الماء TAC : قلوية الماء مرتبطة بوجود القاعدة القلوية CO_3^{2-} وOH^- والقاعدة الضعيفة HCO_3^- ولها علاقة مباشرة مع pH . وفي دراستنا هذه TA=0 لان جميع قيم الpH اقل من 8.30 وهي محصورة ما بين F°(7.63 – 12.36) .

V – 3 تحديد التصنيف الهيدروكيميائي :

تم التصنيف الكيميائي للعينات حسب الطبقات المائية المستغلة.

V-3-1 تصنيف عينات مياه طبقة الميوبليوسان حسب مخطط بيبر

التمثيل البياني لمجموع الشوارد الموجبة والسالبة لعينات مياه هذه الطبقة في منطقة ورقلة على مخطط بيبر الشكل (**IV-2**) يوضح أن :

مياه كل بئر صنفت الى :

بئر رقم (09) ام الرانب 02 : كلورير الصوديوم

بئر رقم (10) بامنديل 1 : كبريتات الصوديوم

بئر رقم (11) نقوسة 1: كلورير الصوديوم

V-3-2 تصنيف عينات مياه طبقة السينونيان حسب مخطط بيبر

التمثيل البياني لمجموع الشوارد الموجبة والسالبة لعينات مياه هذه الطبقة في منطقة ورقلة على مخطط بيبر الشكل (**IV-1**) يوضح أن :

بئر رقم (01) حي النصر 4 : سيلفات الصوديوم

بئر رقم (02) عين حاجي : كلورير الكالسيوم

بئر رقم (03) عين لويز : كلورير الكالسيوم

بئر رقم (04) حاسي بن عبد الله 1 : كبريتات الصوديوم

بئر رقم (05) حاسي بن عبد الله 2: كبريتات الصوديوم

بئر رقم (06) حاسي بن عبد الله 3 : كبريتات الكالسيوم

بئر رقم (07) المخادمة 1 : كلورير الكالسيوم

بئر رقم (08) سعيد عتبة 1 : كلورير الكالسيوم

V-3-3 تصنيف عينات مياه طبقة الالبيان حسب مخطط بيبر:

التمثيل البياني لمجموع الشوارد الموجبة والسالبة لعينات مياه هذه الطبقة في منطقة ورقلة على مخطط بيبر الشكل (**3-IV**) يوضح أن:

بئر رقم (13) الحدب 1: كلورير الصوديوم

بئر رقم (14) الحدب 2: كلورير الصوديوم

V-4 تصنيف عينات مياه الطبقات الثلاث حسب مخطط ريفيرسيد / ويلكوكس :

V-4-1 التصنيف بدلالة الناقلية ونسبة الصوديوم حسب مخطط ويلكوكس :

من خلال النتائج الشكل رقم (**4-IV**) نلاحظ ان الناقلية محصورة بين µS/cm (2440- 5270) لجميع العينات، اي انها في المجال µS/cm (2440-3000)، ونسبة الصوديوم (32-50)% فان التمثيل البياني لمخطط ويلكوكس يبين ان 38% من العينات (عين حاجي –سعيد عتبة1- بمنديل1 –الحدب1- الحدب2) تقع في الفئة الضعيفة والتي تتميز بارتفاع في كمية الاملاح الذائبة الكلية ونسبة الصوديوم مقارنة بالمعيارين، في حين باقي العينات (الخفجي4- عين اللويز- حاسي بن عبد الله (1-2-3) – المخادمة1- ام الرانب2- نقوسة1) تقع في الفئة السيئة والتي تتميز بارتفاع كبير في كمية الاملاح الذائبة الكلية ونسبة الصوديوم.

V-4-2 التصنيف بدلالة الناقلية ونسبة امتصاص الصوديوم حسب مخطط ويلكوكس:

من خلال نتائج الشكل رقم (**4-IV**) نستنتج ان العينات (بئر بامنديل- بئر الحدب1) تقع في القسم (C4-S1) اي انها مياه مناسبة وتحمل كمية معتبرة من الملح، اما بالنسبة للعينات الاخرى المتبقية تقع في القسم (C4 S2) مياهها ايضا صالحة ولكن ذات ملوحة اكبر.

V-4-3 التصنيف بدلالة ونسبة امتصاص الصوديوم حسب مخطط ريفيرسيد :

من خلال النتائج نلاحظ ان العينات (بامنديل- الحدب1) واقعة في القسم (4- 1) اي ذات ملوحة ضعيفة وبالنسبة للعينات (الخفجي4- عين حاجي- عين اللويز- حاسي بن عبد الله(1-2-3) –المخادمة1- سعيد عتبة- ام الرانب2- نقوسة- الحدب2) واقعة في القسم (4-2) اي ذات ملوحة متوسطة.

V-5 صلاحية المياه للشرب

ان المياه المستعملة للاستهلاك البشري يجب ان تكون خالية من المواد العضوية والتراكيز الكيميائية المرتفعة لبعض العناصر التي قد تكون ضارة بصحة الانسان.وان تكون مستساغة للشرب وهذا يتحقق بغياب اللون ،العكارة ،الطعم والرائحة. وهناك عدة معايير عالمية وطنية يعتمد عليها لتحديد صلاحية الماء للاستعمال البشري وهنا بمقارنة عينات هذه الدراسة بالمعايير المعتمدة في الدراسة. وهي موضحة في الجدول رقم (V-2).

الجدول (V-2):مقارنة عينات المياه المدروسة مع معايير صلاحية الماء للشرب

العناصر	الابار													المعايير	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	13	14	NA	OMS
الاس الهيدروجيني	7.5	7.55	7.80	7.38	7.22	7.39	7.63	7.24	7.39	7.14	7.41	7.52	7.52	-6.5 8.5	-6.5 8.5
الناقلية الكهربائية µS/ cm	4100	2560	5270	4700	3630	3590	4970	2440	3840	2580	3880	2480	2690	2800	/
درجة الملوحة mg/l	2.05	1.28	2.63	2.03	1.81	1.79	2.48	1.22	1.92	1.29	1.94	1.24	1.34	/	/
المواد الصلبة الذائبة mg/l	2500	1280	2635	2035	1815	1795	2485	1220	1920	1290	1940	1240	1345	1400	/
العكارةNTU	0.75	1.8	0.95	0.75	2.49	1.92	0.32	0.71	3.41	1.29	0.46	3.75	0.25	5	5
البقايا الجافة mg/l	1690	1884	1874	2336	2363	2176	3468	/	2826	1704	2126	1796	/	2000	2000
العسرة الكليةmg/l	1480	700	1530	1220	1100	1050	1180	620	1100	1100	1200	750	700	500	500
قلوية الماءmg/l	112.72	127.27	123.63	112.72	105.45	105.45	118.26	76.36	93.91	120	123.63	111.30	112.72	/	/
الكالسيوم mg/l	284.56	140.28	304.60	268.53	232.46	228.54	268.53	140.28	240.48	200.4	240.48	156.31	140.28	200	200
المغنزيومmg/l	187.1	85.05	187.11	157.98	126.38	116.66	123.93	65.82	121.5	150.69	145.83	87.48	85.05	150	150

الصوديوم mg/l	400	250	500	350	320	350	450	250	350	250	220	250	200	200
البوتاسيوم mg/l	36	15	25	22	26	42	25	14	19	16	32	30	25	12	20
الكلور mg/l	893.91	576.53	1169.73	775.2	769.05	679.84	956.14	544.49	55..752	430.67	775.2	461.71	643.18	500	250
الكبريتات mg/l	870	398	912	754	580	692	791	404	680	778	670	369	362	400	500
النترات mg/l	/	5.98	/	18.5	/	20.7	14.5	/	/	23.1	/	3.81	1.47	50	50
بيكربونات mg/l	137.52	155.27	150.83	137.52	128.65	128.65	144.27	93.16	114.57	146.4	150.83	135.79	137.52	/	/

من خلال الجدول رقم (V-2) نلاحظ ان هذه العينات من ماء منطقة ورقلة صالحة للشرب عموما لان معظم العناصر اقل من الحد المسموح به في هذه المعايير الا ان هناك بعض العناصر الغير موافقة وهي:

- ✓ الناقلية الكهربائية في ابارطبقة السينونيان بئررقم:و01،03،04،05،06،07،09،11 في طبقة الميوبليوسان بئرين رقم:09،11 فاقت الحد المسموح به في المعيارالوطني.
- ✓ درجة الملوحة في ابارقم01،03،04،05،06،07،09،11 قد فافت الحد المسموح به في المعيار الوطني.
- ✓ المواد الصلبة الذائبة في الآبارقم: 01،03،04،05،06،07،09،11 تجاوزت الحد المسموح به للمعيارالوطني.
- ✓ مجموع البقايا الجافة في الآبار رقم:04،05،06،07،11 هي بدورها تجاوزت الحد المسموح به لكلا المعيارين الوطني والعالمي.
- ✓ تركيز شوارد الكالسيوم رقم:01،03،04،05،06،07،11 قد تجاوزت الحد المسموح به لكلا المعيارين.
- ✓ تركيز شوارد المغنزيوم في البئرين رقم:01،03 بدورها تجاوزت الحد المسموح به لكلا المعيارين.
- ✓ تركيز شوارد الصوديوم في جميع الآبار قد فاقت الحد المسموح به في المعيارين بحيث سجل بئر الحدب 1 افضل قيمة mg/l (220)،اما تركيز شوارد البوتاسيوم في جميع الآبار قد تجاوز الحد المسموح به للمعيار الوطني المحدد ب:mg/l 12بينما كانت الآبار رقم:02،08،09،10 موافقة للمعيار العالمي المحدد ب:mg/l 20
- ✓ تركيز شوارد الكلور لجميع الآبار قد فاقت المعيار العالمي المحدد ب:mg/l 250 ومن جهة اخرى البئرين رقم:10،13 الذي تساو ي على التواليmg/l 461.71وmg/l 430.67 موافقة لمعيار الوطني المحدد ب:mg/l 500.
- ✓ تركيز شوارد الكبريتات في جميع الآبارقد تجاوزت الحد المسموح به للمعيار الوطني المحدد ب:mg/l 400 والمعيار العالمي المحدد ب:mg/l 500 ماعدا في الآبار رقم:02،08،13،14.

الخلاصة العامة

الخـلاصة العـامة

يتمحور هذا العمل حول الدراسة الهيدروكيميائية للمياه الموجهة للشرب لمنطقة ورقلة، من اجل ذلك قمنا بأخذ مجموعة من التحاليل الفيزوكيميائية لأربعة عشر بئرا من الأبار الموجودة في المنطقة من مخبر الجزائرية للمياه بورقلة ومقارنتها بالمعايير الوطنية والعالمية.

بناءا على النتائج المتحصل عليها تم تصنيف مياه العينات حسب مخطط بيبر الى صنفين وهي :

الصنف الاول : كلورير الصوديوم والبوتاسيوم او كبريتات الصوديوم

الصنف الثاني : الكلورير و كبريتات، الكالسيوم

وحسب مخطط ويلكوكس نستنتج ان العينات (عين حاجي –سعيد عتبة1- بمنديل1 –الحدب1- الحدب2) تقع في الفئة الضعيفة والتي تتميز بارتفاع قليل في كمية الاملاح الذائبة الكلية ونسبة الصوديوم بينما العينات الاخرى تقع في الفئة السيئة والتي تتميز بارتفاع كبيرفي كمية الاملاح الذائبة الكلية ونسبة الصوديوم اي تنتمي الى الاقسام التالية : (C4 S2) (C4 S1).

اظهرت النتائج المتحصل عليها بالنسبة للخصائص الفيزيائية انها توافق المعايير ماعادا ارتفاع الناقلية والمواد الصلبة الذائبة ومجموع البقايا الجافة ودرجة الملوحة هذه الزيادة عن الحد المسموح به مزعجة لكنها غير مؤذية وتؤدي الى مضاعفات على المدى البعيد خاصة على الكلى والكبد، بالنسبة لخصائص الكيميائية بعضها يوافق المعايير (الكالسيوم،المغنزيوم، النترات) لبعض الآبار، مع ملاحظة ارتفاع كبير في نسب بعض العناصر(العسرة، البوتاسيوم، الصوديوم، الكلور والكبريتات) مما يدفعنا لقول ان مياه جميع الآبارعسرة جدا أي تستهلك كميات من الصابون ومساحيق الغسيل وتؤدي الى نتائج غير مرضية، زيادة تركيزالبوتاسوم يؤدي الى ارتفاع ضغط الدم، كما ان زيادة تركيز الكبريتات عن الحد المسموح به يعطي للمياه طعما مرا ويؤدي الى حدوث مضاعفات على مستوى البطن،بالنسبة لتركيز كلا من الكلور والصوديوم تجاوزا الحد المسموح به في معظم الآبار مما يعطي للمياه طعما مالحا.

يتضح من خلال هذه الدراسة لمياه منطقة ورقلة انها مياه نوع ما صالحة للشرب ومن خلال نتائج التحاليل المخبرية تبين لنا ان افضل بئر لطبقة الميبلوسان هو بئر بامنديل، وفي طبقة السينونيان افضل بئر هو عين حاجي، وفي طبقة الآلبيان الافضل هو بئر الحدب 1 وذلك من خلال تقارب نتائجهم مع المعايير الوطنية والعالمية، في حين ان اسوء بئرين كانا بئر الخفجي 4 وبئر عين لويز وإجمالا يمكن القول أن مياه منطقة ورقلة بحاجة إلى بعض المعالجات (التحلية، الأكسدة الأولية، التهوية...الخ).

نتطلع مستقبلا لدراسة خصائص أكثر على الماء (المعادن الثقيلة، المواد السامة.....الخ) ودراسة عمليات فحص دورية لنوعية المياه ومعرفة تغير أو ثبات تراكيز هذه العناصر عبر الزمن و مدى الحاجة إلى استخدام المطهرات لها. إجراء دراسات معمقة حول مياه المنطقة باختلاف الطبقات المائية الموجودة والقيام بدراسة دورية للحفاظ على المياه من حيث الجودة و الكمية وايضا حماية الطبقات المائية لمنطقة ورقلة من حيث الكمية بالتقليل من الحفر العشوائي للآبارخاصة.

المـــــراجع

المراجع باللغة العربية

[1] نصر الحايك، مدخل إلى كيمياء المياه : تلوث- معالجة- تحليل، منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية و التكنولوجيا، دمشق، 2017.

[2] عبد الرحمان ديدوح، الأمن المائي : الإستراتيجية المائية في الجزائر، الطبعة الأولى، المركز العربي الديمقراطي، 2017.

[3] أحمد سواعدية، دراسة تحليلية للمياه المستعملة بمدبغة الهضاب العليا بالجلفة، مذكرة ماجستير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2010.

[4] محمد الأمين شنوقي، السعيد بوشحدان، تلوث المياه ومعالجتها، مذكرة شهادة أستاذ تعليم ثانوي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، 2006.

[5] محمد خميس الزوكة ، جغرافية المياه، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2007.

[8] كوثر عرباوي ، تأثير النخيل على الجزيرة الحضارية العمرانية- حالة الدراسة قصر مدينة ورقلة، مذكرة ماجستير، جامعة محمد خيضر بسكرة، 2014.

[9] جبر ابو الليل محمد ،محمد زكريا – تحليل الجغرافي لدرجات الحرارة في ضفة الغربية ، الجامعة الاسلامية غزة 2012

[10] الديوان الوطني للأرصاد الجوية، ورقلة، 2021.

[11] عزيزة بن ناي، لطيفة سليماني، دراسة نوعية مياه طبقة السنونيان، مذكرة شهادة الدراسات الجامعية والتطبيقية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2005.

[12] عبد اللطيف بالعالم، نزع أيونات الفلوريد من المياه الصالحة للشرب من منطقة ورقلة باستعمال الجير وكبريتات الألمنيوم، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2017.

[13] أسماء بوخلط، حليمة بوخلط، تحليل مياه الشرب للحاويات ودراسة مدى مطابقتها للمعايير الجزائرية و الدولية، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2016.

[14] مارك ج. هامر، الماء وتنقية مياه الصرف، مجلة العلوم والتقنية، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتنقية، الرياض، 2010.

[16] سحر الأمين كاتوت، علم المياه، دار دجلة، عمان، 2008.

[19] إبراهيم إسلام محمود، اختبارات ومواصفات المياه، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، 2006.

[22] فتحي عبد العزيز العبادسة، الماء في القرآن الكريم : دراسة موضوعية، بحث لنيل الماجستير في التفسير وعلوم القرآن، الجامعة الإسلامية، غزة، 2002.

[24] حسان صديق، نائل يسري، كيمياء البيئة، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، حلب، 2010.

[26] عادل خرفي، تصميم محطة تطهير المياه المستعملة لبلدية حاسي مسعود، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2016.

[27] مريم صندالي، كنزة زعباب، تنقية المياه الملوثة بواسطة النباتات: مقارنة بين محطتي أنقوسة وتماسين، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2017.

[28] إبراهيم العابد، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، أطروحة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2014.

[29] عدنان جمال الساعاتي، تلوث الماء، مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد الرابع، 1988.

[30] كريمة كل، حفيظة دباش، دراسة تأثير مياه الطبقة السطحية المتصاعدة على الخصائص الفيزيوكميائية لمياه الصرف الصحي المنزلي بمدينة ورقلة، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح، 2017.

[31] الجريدة الرسمية الجزائرية للجمهورية الجزائرية، العدد 18، 23 مارس 2011.

[32] قيس باوية، معالجة عسرة مياه طبقة الألبيان : حوصلة تجريبية و إمكانية استغلال النتائج في منطقة وادي ريغ، مذكرة ماجيستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2004

[33] تقرير الجزائرية للمياه، وحدة ورقلة، 2018

[34] تقرير الجزائرية للمياه، ، القسم الفرعي للموارد المائية، 2017

[35] شالعالي فاطمة، الدراسة الهيدرو كيميائية للمياه الموجهة للشرب والسقي بمنطقة جانت، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، 2011.

المراجع باللغة الفرنسية

[6]" Centre de vie "Hassi Maamar", Agence Nationale d'Aménagement du Territoire, mission1, 2017.

[7] Rapport de fin de sondage localité El-Hadjira, Sarl travaux hydrauliques Shaolin, Décembre 2013.

[15] Olivier Atteia, Chimie et pollution des eaux souterraine, Lavoisier, 2015.

[17] Jean-Louis Chaussade, Gérard Mestrallet, Denis Marchand, Laurent Andriamirado, Mémento technique de l'eau, 2ème édition Tome 1, Dégrémont suez, 2005.

[18] Joël Graindorge, Eric Landot, La qualité de l'eau potable-Techniques et responsabilités, Dossier d'experts, 2014.

[20] Mohand Said Ouali, Cours de procédés unitaire biologiques et traitement des eaux, OPU, 2001.

[21] Jean-Luc Potelon, Le guide des analyses de l'eau potable, Voiron, 1998.

[23] Chaouch Noura ,Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluées, Thèse de Doctorat, Université Hadj Lakhdar-Batna, 2014.

[25] Normes générales pour les eaux potables, Codex Stan 227-2001

[35] Jean Rodier, Analyse de l'eau-Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème édition, Dunod, 2005.

الملاحق

Zone : Ouargla
Unité : Ouargla

Ministre des ressources en eau
Algérienne des eaux
Laboratoire de contrôle de la qualité des eaux

ok

Bulletin D'analyses

Code de l'échantillon : 1513
Nature de l'échantillon : EAU POTABLE
Lieu de prélèvement : FORAGE BAMENDIL N°01
Commune : OGX

Date et Heure de prélèvement : 11/03/2021
Prélèvement effectué par : préleveur ADE
Date d'analyse : 11/03/2021
Analyse effectuée par : Laboratoire Central

Parametre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unite	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	00	15	Calcium Ca^{+2}	mg/l	200.4	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg^{+2}	mg/l	160.6	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Neant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO3 mg/l	1100	500
Chlore résiduel libre	mg/l	BRUTE	>0.1	Sodium Na^{+}	mg/l	250	200
Paramètre Physique-Chimique	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**	Potassium K^{+}	mg/l	16	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	7.14	≥6.5 et ≤ 9	Chlorures Cl	mg/l	430.67	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	2580	2800	Sulfate SO_4^{-2}	mg/l	779	400
Température	C°	/	25	Nitrate NO_3^{-}	mg/l	23.1	50
Turbidité	NTU	1.29	5	Bicarbonate HCO_3^{-}	mg/l	146.4	
Oxygène dissous	mg/l	/		Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO3	120	
TDS	mg/l	1290					
Résidu sec 105 C	mg/l	1704					
Paramètres de Pollution	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**	**Paramètre Indésirables**	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**
Ammonium NH_4	mg/l	<0.007	0.5	Fer	mg/l	/	0.3
Nitrite NO_2	mg/l	<0.005	0.2	Manganes	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	<0.005	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**	**Paramètre Ioniques**	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**
Coliformes totaux	/	00	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	00	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	00	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	/	00	Sulfure d'hydrogénée (H2S	mg/l	/	

Observation

N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96

E.T : Eau Traitée

Siege Laboratoire :

Tél :

Fax :

Site web : www.ade.dz

Visa du Chef Laboratoire

Zone : Ouargla
Unité : Ouargla

Ministre des ressources en eau
Algérienne des eaux
Laboratoire de contrôle de la qualité des eaux

Code de l'échantillon : 318
Nature de l'échantillon : EAU POTABLE
Lieu de prélèvement : FORAGE HASSI BEN ABDLLAH 3
Commune : SIDI KHOUILED

Date et Heure de prélèvement : 17/01/2021
Prélèvement effectué par : préleveur ADE
Date d'analyse : 17/1/2021
Analyse effectuée par : Laboratoire Central

Paramètre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	00	15	Calcium Ca^{+2}	mg/l	228.54	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg^{+2}	mg/l	116.66	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO3 mg/l	1050	500
Chlore résiduel libre	mg/l	0.1	>0.1	Sodium Na^{+}	mg/l	350	200
Paramètre Physique-Chimique	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**	Potassium K^{+}	mg/l	42	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	7.39	≥6.5 et≤ 9	Chlorures Cl^{-}	mg/l	679.84	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	3590	2800	Sulfate SO_4^{-2}	mg/l	692	400
Température	C°	/	25	Nitrate NO_3^{-}	mg/l	20.7	50
Turbidité	NTU	1.92	5	Bicarbonate HCO_3^{-}	mg/l	128.65	-
Oxygène dissous	mg/l	/		Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO3	105.45	
TDS	mg/l	1795					
Résidu sec 105 C°	mg/l	2176					
Paramètres de Pollution	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Ammonium NH_4^{+}	mg/l	<0.007	0.5	Fer	mg/l	/	0.3
Nitrite NO_2	mg/l	<0.005	0.2	Manganes	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	<0.005	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Paramètre Ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Coliformes totaux	/	00	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	00	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	00	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	/	00	Sulfure d'hydrogénée (H2S	mg/l	/	
Observation							

N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96

E.T : Eau Traitée

Visa du Chef Laboratoire

Siege Laboratoire :

Tél :

Fax :

Site web : www.ade.dz

المخبر

رئيسة المخبر
اتايلس حفصة

Zone : Ouargla
Unité : Ouargla

Ministre des ressources en eau
Algérienne des eaux
Laboratoire de contrôle de la qualité des eaux

Code de l'échantillon : 4882
Nature de l'échantillon : EAU POTABLE
Lieu de prélèvement : FORAGE EL-H'DEB N°02
Commune : ROUISSAT

Date et heure de prélèvement : 05/09/2021
Prélèvement effectué par : préleveur ADE OGX
Date d'analyse : 05/09/2021
Analyse effectuée par : Laboratoire Central

Paramètre Organique	Unité	Résultat	N.A (E.I)	Minéralisation Global	Unité	Résultat	N.A (E.I)
Couleur	mg/plaine	00	15	Calcium Ca^{+2}	mg/l	140.28	200
Odeur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Magnésium Mg^{+2}	mg/l	85.05	150
Saveur à 25 C°	Taux dilution	Néant	04	Dureté Totale (TH)	CaCO3 mg/l	700	500
Chlore résiduel libre	mg/l	00	>0.1	Sodium Na^{+}	mg/l	250	200
Paramètre Physique-Chimique	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**	Potassium K^{+}	mg/l	25	12
Concentration en ions hydrogène	Unité PH	7.59	≥6.5 et≤ 9	Chlorures Cl	mg/l	643.18	500
Conductivité à 25C°	µs/cm	2690	2800	Sulfate SO_4^{-2}	mg/l	362	400
Température	C°		25	Nitrate NO_3	mg/l	1.47	50
Turbidité	NTU	0.250	5	Bicarbonate HCO_3	mg/l	137.52	-
Oxygène dissous	mg/l		-	Titre alcalimétrique complet (TAC)	mg/l CaCO3	112.72	-
TDS	mg/l	1345					
Résidu sec 105 C°	mg/l	/	-				
Paramètres de Pollution	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**	**Paramètre Indésirables**	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**
Ammonium NH_4^{+}	mg/l	0.069	0.5	Fer	mg/l	/	0.3
Nitrite NO_2	mg/l	<0.005	0.2	Manganèse	mg/l	/	0.05
Phosphore (p)	mg/l	<0.005	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètre bactériologiques	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**	**Paramètre Ioniques**	**Unité**	**Résultat**	**N.A (E.I)**
Coliformes totaux	/	00	/	Fluorures(F)	mg/l	/	1.5
Escherichia-coli	n/100ml	00	00	Cyanures (CN)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	00	00	Bromes (Br)	mg/l	/	
Bactéries Sulfito-réductrices	n/20ml	/	00	Sulfure d'hydrogenée (H2S	mg/l	/	
Observation							

N.A Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96

E.T : Eau Traitée

Siege Laboratoire :

Tél :

Fax :

Site web : www.ade.dz

Visa du Chef Laboratoire

رئيسة المخبر
اتليلي حفصة

العدد 18

السّنة الثامنة والأربعون

الأربعاء 18 ربيع الثاني عام 1432 هـ

الموافق 23 مارس سنة 2011 م

الجمهورية الجزائرية
الديمقراطية الشعبية

الجريدة الرسمية

اتفاقات دولية ، قوانين ، ومراسيم
قرارات وآراء ، مقرّرات ، مناشير ، إعلانات وبلاغات

الاشتراك سنوي	الجزائر تونس المغرب ليبيا موريطانيا	بلدان خارج دول المغرب العربي
	سنة	سنة
النّسخة الأصليّ	1070,00 د.ج	2675,00 د.ج
النّسخة الأصليّ وترجمتها	2140,00 د.ج	5350,00 د.ج

زاد عليها نفقات الإرسال

الإدارة والتحرير
الأمانة العامّة للحكومة

WWW.JORADP.DZ

الطبع والاشتراك
المطبعة الرّسميّة

حي البيستاش، بئر مراد رايس، ص ب 376 - الجزائر - محطة
الهاتف 021.54.35.06 إلى 09
021.65.64.63
الفاكس 021.54.35.12
ح ج ب 50-3200 الجزائر
Telex : 65 180 IMPOF DZ
بنك الفلاحة والتنمية الريفية 060.300.0007 68 KG
حساب العملة الأجنبية للمشتركين خارج الوطن
بنك الفلاحة والتنمية الريفية 060.320.0600.12

ثمن النّسخة الأصليّة 13,50 د.ج
ثمن النّسخة الأصليّة وترجمتها 27,00 د.ج
ثمن العدد الصادر في السّنين السّابقة : حسب التّسعيرة
وتسلّم الفهارس مجّانا للمشتركين.
المطلوب إرفاق لفيفة إرسال الجريدة الأخيرة سواء لتجديد الاشتراكات أو للاحتجاج أو لتغيير العنوان
ثمن النّشر على أساس 60,00 د.ج للسّطر

الملحـــــــق

معايير نوعية المياه الموجهة للاستهلاك البشري

الجدول رقم 1 : معايير القيم القصوى :

مجموعة المعايير	المعيار	الوحدة	القيم القصوى
المعايير الكيميائية	الألمنيوم	مغ/ل	0,2
	أملاح النشادر	مغ/ل	0,5
	الباريوم	مغ/ل	0,7
	البور	مغ/ل	1
	الحديد الإجمالي	مغ/ل	0,3
	الفلورور	مغ/ل	1,5
	المنغنيز	ميكروغرام/ل	50
	النترات	مغ/ل	50
	النتريت	مغ/ل	0,2
	الأكسدة	مغ/ل/ O_2	5
	الفوسفور	مغ/ل	5
	أكريلاميد	ميكروغرام/ل	0,5
	أنتيمون	ميكروغرام/ل	20
	الفضة	ميكروغرام/ل	100
	الزرنيخ	ميكروغرام/ل	10
	الكدميوم	ميكروغرام/ل	3
	الكروم الإجمالي	ميكروغرام/ل	50
	النحاس	مغ/ل	2
	السيانور	ميكروغرام/ل	70
	الزئبق	ميكروغرام/ل	6
	النيكل	ميكروغرام/ل	70
	الرصاص	ميكروغرام/ل	10
	سيلنيوم	ميكروغرام/ل	10
	الزنك	مغ/ل	5

الملحق (تابع)

المعايير الكيميائية	المعيار	الوحدة	القيم القصوى
المعايير الكيميائية (تابع)	هيدروكربور معطر متعدد الأطوار (H.P.A) لمجموع الست (6) مواد الآتية :	ميكروغرام/ل	0.2
	- فليور انتان،		
	- بانزو (3.4) فليورانتان،		
	- بانزو (11.12) فليورانتان،		
	- بانزو (3.4) بيران،		
	- بانزو (1.12) بيريلان،		
	- أندينو (1.2.3-cd) بيران،		
	- بانزو (3.4) بيران.	ميكروغرام/ل	0.01
	هيدروكاربور منحل أو المستخلص المستخلص من CCl_4	ميكروغرام/ل	10
	الفينول	ميكروغرام/ل	0.5
	البنزان	ميكروغرام/ل	10
	طولوثين	ميكروغرام/ل	700
	رايثيل البنزان	ميكروغرام/ل	300
	زيلين	ميكروغرام/ل	500
	ستيرين	ميكروغرام/ل	100
	العناصر السطحية الناشرة بازرق الميثيلين	مغ/ل	0.2
	ايبيكلوتردرين	ميكروغرام/ل	0.1
	ميكروسستين LR	ميكروغرام/ل	0.1
	المضادات الطفيلية في المادة الفردية المبيدات : العضوية الكلور المتبقية، العضوية الفوسفور والكربمات، مبيدات الاعشاب المبيدات الفطرية، pcB و pcT باستثناء الألدرين والديلدرين.	ميكروغرام/ل	0.1 0.03
	المضادات الطفيلية (المجاميع)	ميكروغرام/ل	0.5

الملحق (تابع)

المعايير الكيميائية	المعيار	الوحدة	القيم القصوى
المعايير الكيميائية (تابع)	بروومات	ميكروغرام/ل	10
	الكلور	مغ/ل	5
	الكلوريت	مغ/ل	0,07
	ملح الميثان الثلاثي (المجموع) كلوروفورم، بروموفروم، دبروموكلوروميثان، بروموديكلوروميثان.	ميكروغرام/ل	100
	كلورور الفنيل	ميكروغرام/ل	0,3
	1,2 - دكلورو إيتان	ميكروغرام/ل	30
	1,2 - دكلورو بنزان	ميكروغرام/ل	1000
	1,4 - دكلورو بنزان	ميكروغرام/ل	300
	الكلورو إيتيلان الثلاثي	ميكروغرام/ل	20
	الكلورو إيتيلان الرباعي	ميكروغرام/ل	40
الذرات المشعة	الجزيئات ألفا (Alpha)	بيكوكوري (Picocurie)/ل	15
	الجزيئات بيتا (Bêta)	مليرام (Millirems)/سنة	4
	الترتيوم	بيكرال (Bequerel)/ل	100
	اليورانيوم	ميكروغرام/ل	15
	الجرعة الإجمالية البيانية (DTI)	MSv/ سنة	0,1
المعايير الميكروبيولوجية	اسكيريكيا كولي (Escherichia coli)	100/n مل	0
	مكورة معوية	100/n مل	0
	باكتيريا مخففة للسلفيت بما في ذلك النوع	20/n مل	0

الجدول رقم 2 : المعايير مع القيم البيانية :

مجموعة المعايير	المعيار	الوحدة	القيم البيانية
المعايير المؤثرة على الحواس	اللون	مغ/ل بلاتين	15
	التكدر	NTU	5
	الرائحة عند الدرجة 12° مئوية	نسبة الذوبان	4
	الذوق عند الدرجة 25° مئوية	نسبة الذوبان	4
المعايير الفيزيوكيميائية التي لها علاقة مع التركيبة الطبيعية للمياه	الالكنات	مغ/ل في $CaCO_3$	500
	الكالسيوم	مغ/ل في $CaCO_3$	200
	الكلورور	مغ/ل	500
	تركيز أيونات الهيدروجين	وحدة PH	6.5 < وقيمة
	الناقلية عند الدرجة 20° مئوية	ميكروسيمنس/سم	2800
	الصلابة	مغ/ل في $CaCO_3$	200
	البوتاسيوم	مغ/ل	12
	البقايا الجافة	مغ/ل	1500
	الصوديوم	مغ/ل	200
	الكبريت	مغ/ل	300
	الحرارة	درجة مئوية (°C)	25

Normes de l'OMS sur l'eau potable

Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécutité en matière d'eau potable.

Elément/ substance	Symbole/ formule	Concentration normalement trouvée dans l'eau de surface	Lignes directrices fixées par l'OMS
	Al		0,2 mg/l
	NH_4	< 0.2 mg/l (peut aller jusqu'à 0.3mg/l dans une eau anaérobique)	Pas de contraintes
	Sb	< 4 µg/l	0.02 mg/l
	As		0,01 mg/l
Amiante			Pas de valeur guide
	Ba		0,7 mg/l
	Be	< 1 µg/l	Pas de valeur guide
	B	< 1 mg/l	0.5mg/l
	Cd	< 1 µg/l	0,003 mg/l
	Cl		Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l
	Cr^{3+}, Cr^{6+}	< 2 µg/l	chrome total : 0,05 mg/l
Couleur			Pas de valeur guide
	Cu^{2+}		2 mg/l
Cyanure	CN^-		0.07 mg/l
dissous	O_2		Pas de valeur guide
ure	F	< 1,5 mg/l (up to 10)	1,5 mg/l
	mg/l CO_3		200 ppm
Sulfure d'hydrogène	H_2S		0.05 à 1 mg/L
	Fe	0.5 - 50 mg/l	Pas de valeur guide
	Pb		0.01 mg/l

	Mn		0,4 mg/l
	Hg	< 0,5 µg/l	inorganique : 0,006 mg/l
	Mb	< 0,01 mg/l	0,07 mg/l
	Ni	< 0,02 mg/l	0,07 mg/l
	NO_3, NO_2		50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)
Turbidité			Non mentionnée
			Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
	Se	< < 0,01 mg/l	0,01 mg/l
	Ag	5 – 50 µg/l	Pas de valeur guide
	Na	< 20 mg/l	Pas de valeur guide
	SO		500 mg/l
	Sn		Pas de valeur guide : peu toxique
TDS			Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
	U		0.015 mg/l
	Zn		3 mg/l

Composés organiques

Groupe	Substance	Formule	Lignes directrices fixées par l'OMS
	Tétrachlorométhane	C Cl.	4 µg/l
	Dichlorométhane	C H.Cl	20 µg/l
Alcanes chlorés	1.1-Dichloroéthane	$C_2H_4Cl_2$	Pas de valeur guide
	1,2-Dichloroéthane	Cl CH.CH.Cl	30 µg/l

	1,1,1-Trichloroéthane		CH_3CCl_3	Pas de valeur guide
	1,1-Dichloroéthène		$C_2H_2Cl_2$	Pas de valeur guide
Alcènes chlorés	1,2-Dichloroéthène		$C_2H_2Cl_2$	50 µg/l
	Trichloroéthène		C_2HCl_3	20 µg/l
	Tétrachloroéthène		C_2Cl_4	40 µg/l
	Benzène		C_6H_6	10 µg/l
	Toluène		C_7H_8	700 µg/l
	Xylènes		C_8H_{10}	500 µg/l
Hydrocarbures aromatiques	Ethylbenzène		C_8H_{10}	300 µg/l
	Styrène		C_8H_8	20 µg/l
	Hydrocarbures aromatiques polynucléaires		$C_xH_yN_zO_pP_q$	Non mentionné
	Monochlorobenzène (MCB)		C_6H_5Cl	Pas de valeur guide
		1,2-Dichlorobenzène (1,2-DCB)	$C_6H_4Cl_2$	1000 µg/l
Benzènes chlorés	Dichlorobenzènes (DCBs)	1,3-Dichlorobenzène (1,3-DCB)	$C_6H_4Cl_2$	Pas de valeur guide
		1,4-Dichlorobenzène (1,4-DCB)	$C_6H_4Cl_2$	300 µg/l
	Trichlorobenzènes		$C_6H_3Cl_3$	Pas de valeur guide
	Adipate de dioctyle		$C_{22}H_{42}O_4$	Pas de valeur guide
	phthalate de Di(2-ethylhexyle)		$C_{24}H_{38}O_4$	8 µg/l
Constituants organiques micellaires	Acrylamide		C_3H_5NO	0.5 µg/l
	Epichlorhydrine		C_3H_5ClO	0.4 µg/l
	Hexachlorobutadiène		C_4Cl_6	0.6 µg/l

Acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA)		$C_{10}H_{16}N_2O_8$	600 µg/l
Nitriloacétate (NTA)		$N(CH_2COOH)_3$	200 µg/l
Organoétains	Dialkylétains	$R_2Sn\ X_2$	Pas de valeur guide
	Oxyde de tributhylétains (TBTO)	$C_{24}H_{54}O\ Sn_2$	Pas de valeur guide

Pesticides

Substance	Formule	Lignes directrices fixées par l'OMS
Alachlore	$C_{14}H_{20}Cl\ N\ O_2$	20 µg/l
Aldicarbe	$C_7H_{14}N_2O_2S$	10 µg/l
Aldrine and diéldrine	$C_{12}H_8Cl_6$/ $C_{12}H_8Cl_6O$	0.03 µg/l
Atrazine	$C_8H_{14}Cl\ N_5$	2 µg/l
Bentazone	$C_{10}H_{12}N_2O_3S$	Pas de valeur guide
Carbofuran	$C_{12}H_{15}N\ O_3$	7 µg/l
Chlordane	$C_{10}H_6Cl_8$	0.2 µg/l
Chlorotoluron	$C_{10}H_{13}Cl\ N_2O$	30 µg/l
DDT	$C_{14}H_9Cl_5$	1 µg/l
1,2-Dibromo-3-chloropropane	$C_3H_5Br_2Cl$	1 µg/l
acide 2,4-Dichlorophenoxyacetique (2,4-D)	$C_8H_6Cl_2O_3$	30 µg/l
1,2-Dichloropropane	$C_3H_6Cl_2$	40 µg/l
1,3-Dichloropropane	$C_3H_6Cl_2$	Pas de valeur guide
1,3-Dichloropropène	$CH_2CHCICH_2Cl$	20 µg/l
dibromure d'éthylène (EDB)	$Br\,CH_2CH_2\,Br$	Non mentionné
Heptachlore and epoxide d'heptachlore	$C_{10}H_5Cl_7$	
Hexachlorobenzène (HCB)	$C_6H_6Cl_6O$	

Isoproturon		$C_{12}H_{18}N_2O$	9 µg/l
Lindane		$C_6H_6Cl_6$	2 µg/l
MCPA		$C_9H_9ClO_3$	2 µg/l
Methoxychlore		$(C_6H_5OCH_3)_2CHCCl_3$	20 µg/l
Metolachlor		$C_{15}H_{22}ClNO_2$	10 µg/l
Molinate		$C_9H_{17}NOS$	6 µg/l
Pendimethalin		$C_{13}H_{19}O_4N_3$	20 µg/l
Pentachlorophenol (PCP)		C_6HCl_5O	9 µg/l
Perméthrine		$C_{21}H_{20}Cl_2O_3$	300 µg/l
Propanil		$C_9H_9Cl_2NO$	Pas de valeur guide
Pyridate		$C_{19}H_{23}ClN_2O_2S$	Pas de valeur guide
Simazine		$C_7H_{12}ClN_5$	2 µg/l
Trifluraline		$C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$	20 µg/l
Chlorophenoxy herbicides (excluding 2,4-D and MCPA)	2,4-DB	$C_{10}H_{10}Cl_2O_3$	90 µg/l
	Dichlorprop	$C_9H_8Cl_2O_3$	100 µg/l
	Fenoprop	$C_9H_7Cl_3O_3$	9 µg/l
	MCPB	$C_{11}H_{13}ClO_3$	Pas de valeur guide
	Mecoprop	$C_{10}H_{11}ClO_3$	10 µg/l
	2,4,5-T	$C_8H_5Cl_3O_3$	9 µg/l

Désinfectants et désinfectant par produits

Groupe	Substance	Formule	Lignes directrices fixées par l'OMS
Désinfectants	Chloramines	NH_nCl_{3-n}, where n = 0, 1 or 2	Non mentionné
	Dichlore	Cl_2	5 mg/l
	Dioxyde de chlore	ClO_2	Pas de valeur

				guide
	Diode		I	Pas de valeur guide
	Bromate		BrO_3^-	10 µg/l
	Chlorate		ClO_3^-	70 µg/l
	Chlorite		ClO_2^-	70 µg/l
	Chlorophenols	2-Chlorophenol (2-CP)	C_6H_5ClO	Pas de valeur guide
		2,4-Dichlorophenol (2,4-DCP)	$C_6H_4Cl_2O$	Pas de valeur guide
		2,4,6-Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	$C_6H_3Cl_3O$	200 µg/l
	Formaldéhyde		HCHO	Pas de valeur guide
	MX (3-Chloro-4-dichlorométhyl-5-hydroxy-2(5H)-furanone)		$C_5H_3Cl_3O_2$	Pas de valeur guide
Désinfectant par produits	Trihalométhanes	Bromoforme	$CHBr_3$	100 µg/l
		Dibromochlorométhane	$CHBr_2Cl$	100 µg/l
		Bromodichlorométhane	$CHBrCl_2$	60 µg/l
		Chloroforme	$CHCl_3$	300 µg/l
	Acides acétiques chlorés	Acide Monochloroacétique	$C_2H_3ClO_2$	Pas de valeur guide
		Acide Dichloroacétique	$C_2H_2Cl_2O_2$	50 µg/l
		Acide Trichloroacétique	$C_2HCl_3O_2$	20 µg/l
	Hydrate de chloral (trichloroacétaldéhyde)		$CCl_3CH(OH)_2$	Pas de valeur guide
	Chloroacétones		C_3H_5OCl	Pas de valeur guide
	Halogénés acétonitriles	Dichloroacétonitrile	C_2HCl_2N	20 µg/l
		Dibromoacétonitrile	C_2HBr_2N	70 µg/l
		Bromochloroacétonitrile	$CHBrClCN$	Pas de contraintes

Trichloroacétonitrile	$C_2 Cl_3 N$	Pas de valeur guide
Chlorure de cyanogène	$Cl CN$	70 µg/l
trichloronitrométhane	$C Cl_3NO_2$	Pas de valeur guide

Comparaison de normes sur l'eau potable UE/OMS

Les normes de l'UE sont plus récentes (1998), plus complètes et plus strictes quecelles de l'OMS (1993).

Exemples :

- : Ligne directrice reduite de 0.3 mg/l à 0.001 mg/l.
- : Non mentionné par l'OMS, limité à 0.01 mg/l par l'UE.
- : Ligne directrice reduite de 0.5 à 0.05 mg/l.
- Cyanure (CN): Ligne directrice reduite de 0.07 à 0.005 mg/l.

Mais dans certains cas les lignes directrices de l'UE sont moins stictes que celles de l'OMS:

- : Ligne directrice augmentée de 0.003 à 0.005 mg/l.

Tableau comparatif des normes de l'UE et de l'OMS concernat l'eau potable:

	Norme de l'OMS	**Normes de l'UE**
	1993	**1998**
Matières en suspension	**Pas de lignes directrices**	**Non mentionées**
DCO	**Pas de lignes directrices**	**Non mentionée**
DBO	**Pas de lignes directrices**	**Non mentionée**
Pouvoir oxydant		**5.0 mg/l O2**
	Pas de lignes directrices	**Non mentionées**
	Pas de lignes directrices	**Non mentionée**
	Pas de lignes directrices	**Non mentionée**
	250 microS/cm	**250 microS/cm**
Couleur	**Pas de lignes directrices**	**Non mentionée**

dissous	Pas de lignes directrices*	Non mentionée
	Pas de lignes directrices*	Non mentionée
	Pas de lignes directrices	Non mentionée
cations		
(ions positifs)		
	0.2 mg/l	0.2 mg/l
Ammoniac (NH4)	Pas de lignes directrices	0.50 mg/l
	0.005 mg/l	0.005 mg/l
	0.01 mg/l	0.01 mg/l
	0.3 mg/l	Non mentionée
	Pas de lignes directrices	Non mentionée
	0.3 mg/l	0.001 mg/l
	Pas de lignes directrices	0.01 mg/l
	0.003 mg/l	0.005 mg/l
	0.05 mg/l	0.05 mg/l
	2 mg/l	2.0 mg/l
	Pas de lignes directrices*	0.2mg/l
	0.01 mg/l	0.01 mg/l
	0.5 mg/l	0.05 mg/l
	0.001 mg/l	0.001 mg/l
	0.07 mg/l	Non mentionée
	0.02 mg/l	0.02 mg/l
	50 mg/l	Non mentionée
	0.01 mg/l	0.01 mg/l

	Pas de lignes directrices	**Non mentionée**
	200 mg/l	**200 mg/l**
inorganique	**Pas de lignes directrices**	**Non mentionée**
	1.4 mg/l	**Non mentionée**
	3 mg/l	**Non mentionée**
anions		
(ions négatifs)		
	250 mg/l	**250 mg/l**
Cyanure (CN)	**0.07 mg/l**	**0.05 mg/l**
	1.5 mg/l	**1.5 mg/l**
	500 mg/l	**250 mg/l**
	(Voir azote)	**50 mg/l**
	(voir azote)	**0.50 mg/l**
Paramètres		
microbiologiques		
Escherichia coli	**Non mentionée**	**0 in 250 ml**
Enterococci	**Non mentionée**	**0 in 250 ml**
Pseudomonas		
aeruginosa	**Non mentionée**	**0 in 250 ml**
Clostridium		
perfringens	**Non mentionée**	**0 in 100 ml**
bactérie coliforme	**Non mentionée**	**0 in 100 ml**
Nombre de colonnie à 22oC	**Non mentionée**	**100/ml**
Nombre de colonie à 37oC	**Non mentionée**	**20/ml**
Autres paramètres		
Acrylamide	**Non mentionée**	**0.0001 mg/l**

Benzène (C6H6)	**Non mentionée**	**0.001 mg/l**
Benzo(a)pyrène	**Non mentionée**	**0.00001 mg/l**
dioxyde de chlore (ClO2)	**0.4 mg/l**	
1,2-dichloroéthane	**Non mentionée**	**0.003 mg/l**
Epichlorhydrine	**Non mentionée**	**0.0001 mg/l**
Pesticides	**Non mentionée**	**0.0001 mg/l**
Pesticides - Totaux	**Non mentionée**	**0.0005 mg/l**
PAHs	**Non mentionée**	**0.0001 mg/l**
Tetrachloroéthène	**Non mentionée**	**0.01 mg/l**
Trichloroéthène	**Non mentionée**	**0.01 mg/l**
Trihalométhanes	**Non mentionée**	**0.1 mg/l**
Tritium (H3)	**Non mentionée**	**100 Bq/l**
Chlorure de vinyle	**Non mentionée**	**0.0005 mg/l**

(1) Desirée: Moins de 5 NTU
(2) Desirée: 6.5-8.5
(3) Desirée: 15 mg/l Pt-Co
(4) Desirée: Moins de 75% de la concentration de saturation
(5) Desirée: 150-500 mg/l
(6) Desirée: 0.3 mg/l

Read more: https://www.lenntech.fr/francais/norme-eau-potable-oms-ue.htm#ixzz5EokUSPUh

الملخص:

تضمن هذا العمل دراسة نوعية المياه الجوفية لثلاث طبقات جوفية (الميوبليوسان والسينونيان والألبيان) بمنطقة ورقلة وتعتبر طبقة الألبيان، الطبقة الرئيسية فهي تشكل خزان هام في الصحراء الجزائرية. تم تحليل ثلاثة عشر عينة من المياه في مناطق مختلفة، وشملت العناصر الفيزيائية التالية : الأس الهيدروجيني، الناقلية الكهربائية، مجموع المواد الصلبة الذائبة، درجة الملوحة، مجموع البقايا الجافة، وشملت العناصر الكيميائية : العسرة الكلية، والقلوية والشوارد الموجبة والسالبة الرئيسية. تم تحديد نوعية وصنف المياه باستخدام مخطط بيبر، ولتحديد مدى صلاحيتها وجودتها للشرب تم استخدام مخطط ويلكوكس وريفيرسد ومدى مطابقتها للمعايير الوطنية والعالمية.

الكلمات المفتاحية: منطقة ورقلة، طبقات الميوبليوسان والسينونيان والألبيان، مياه الشرب، التحاليل الفيزيوكيميائية، مخططات بيبر وويلكوكس وريفيرسد، المعايير الوطنية والعالمية.

Abstract :

This work included a study of the groundwater quality of three aquifers (Mio-Pliocene, Senonian and Albian) in the Ouargla region, the Albian aquifer being considered as the main layer because it constitutes an important reservoir in the Algerian desert. Thirteen (13) water samples were analyzed from different areas, and they included the following physical components: pH, electrical conductivity, total dissolved solids, salinity, total dry residues and included chemical elements: total hardness, alkalinity and major positive and negative ions. Water quality and class were determined using the Piper diagram, and to determine its suitability and drinking quality, the Wilcox and Riverside diagrams were used.

Keywords: Ouargla region, Mio-Pliocene and Sinnetian and Albian aquifers, Drinking water, physico-chemical analyses, Piper and Wilcox and Riverside diagrams, National and international standards.