وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
University of Kassadi Merbah Ouargla
كلية الرياضيات وعلوم المادة
Faculty of Mathematics and Matter Sciences
قسم الكيمياء
chemistry department

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي
في الكيمياء
تخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد:
قواميد سلمى
دبون شريفة

بعنوان:

آلية تحديد الثوابت الباطنية للمياه الجوفية ودراسة مقارنة لتركيبتها الكيمائية (الجنوب الشرقي للجزائر ورقلة نموذجا)

نوقشت علنا يوم:
2021/06/20

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

زنخري لويزة	أستاذ محاضر – أ–	رئيسا
زروقي حياة	أستاذ محاضر – ب–	مناقشا
هادف الدراجي	أستاذ محاضر – أ–	مؤطرا
بالفار محمد الاخضر	أستاذ محاضر – أ–	مساعد مؤطرا

الموسم الجامعي: 2020م-2021م

شكر وعرفان

الحمد لله الذي هدانا لهذا وماكنا لنهتدي لولا ان هدانا الله، الشكر والثناء لله والصلاة والسلام على محمد رسول الله صلى الله عليه وسلم.

نتقدم اولا وقبل كل شيء بالشكر لله عز وجل، فله الحمد حتى يرضى وله الحمد إذا رضي وله الحمد بعد الرضى.

كما نتقدم بالشكر والثناء الى الاستاذ "الهادف الدراجي" والاستاذ "بالفار محمد الأخضر" لقبولهم الاشراف على هذا البحث وما قدموه لنا من تشجيع دائم وجميل الصبر في هذا المشوار وما بذلوه من جهد ومتابعة فنسال الله ان يجزيهم خير الجزاء.

كما اتقدم للشكر الجزيل للأستاذتين الفاضلتين الاستاذة "زروقي حياه" والاستاذة "زنخري لويزة" على تفضلها لقبول مناقشة هذا البحث العلمي واثرائه بالنصائح والإرشادات فنسال الله العلي القدير ان يجزيهم عنا خير الجزاء.

كما لا ننسى ان نتقدم بالشكر كذلك الى كل من ساعدنا من قريب اومن بعيد خاصة نائب مدير الوكالة الوطنية للموارد المائية لإعطائه لنا المعلومات الخاصة بهذا البحث وكذلك اشكر كل من وقف بجانبنا ومنحنا الاسرار والعزيمة على تكملة مشوارنا حتى نقدم هذا البحث المتواضع فجزاهم الله عنا خير الجزاء.

سلمى وشريفة

إهداء

بسم الله الواسع العطاء والجود والصلاة والسلام على نبيه محمد صلى الله عليه وسلم خير الخلق سيد الوجود.

الحمد لله الذي وفقني لأتم عملي هذا بنعمته وفضله.

اهدي هذا العمل الى من كانت منبع الحنان رفيقتي في دربي مشجعتي من تزرع في قلبي الامل،

الى امي الغالية.

الى رمز التواضع، الرجل الذي علمني اساسيات الحياة

الى والدي حفظه الله.

الى اسرتي من هم سندي في ديني ودنياي،

اخوتي واخواتي.

الى زميلتي شريفة التي عملت معي بكد وجهد من اجل اتمام هذا العمل.

الى رفيقة دربي أسماء التي جمعتني بها الحياة.

الى كل الاهل والاصدقاء والى كل من قدم لي دعما معنويا وايدني و لو بكلمة او دعاء.

الى كل هؤلاء اهدي هذا العمل المتواضع.

سلمى

إهداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم الانبياء والمرسلين

الحمد لله الذي وفقني لأتم عملي هذا وبنعمته وفضله.

اهدي ثمرة هذا العمل الى من وصى بهما الله احسانا الى من وقفا بجانبي وسهلا عليا كل مصائب الحياة.

اهدي عملي هذا الى من كانت عونا وسندا لي من شجعتني وكانت سببا لوصولي الى من غمرتني بعطفها وحنانها،

الى امي الحبيبة.

الى من تعب وسعى لإيصالي وطمح لرؤيتي في اعلى الدرجات،

الى والدي حفظه الله.

الى من عشت معهم ايامي حلوها ومرها من كانوا سندا ودعما لي وفقهم الله ورعاهم،

الى اخوتي واخواتي حفظهم الله.

الى زميلتي سلمى التي عملت معي بكد وجهد الى رفيقة دربي حسينة التي جمعتني بها الحياة

الى كل اهلي واصدقائي الذين ساندوني ودعموني ولو بكلمة طيبة او دعاء الى كل هؤلاء اهدي عملي هدا.

شريفة

قائمة الاختصارات

الاختصار	الاسم باللغة العربية	الاسم باللغة الأجنبية
T	درجة الحرارة	Temperature
CE	الناقلية الكهربائية	Conductivité Electrique
TDS	كمية الأملاح الذائبة	Substance Totale Dissoute
pH	الأس الهيدروجيني	Potential D’hydrogène
OMS	منظمة الصحة العالمية	Organisation Mondiale De Santé
NF	الترشيح النانوي	Nano Filtration
Tm	العكارة	Turbidity
EC	المجتمع الأوروبي	European Community
CI	طبقة الالبيان (المياه الساخنة)	Nape Continental Intercalaire
CT	المركب النهائي (المياه الباردة)	Complex Terminl
TH	القساوة	Dureté Totale
RS	البقايا الجافة	Résidu Sec
NTU	وحدة العكارة النفلو مترية	Nephelometric Turbidity Units

قائمة الجداول

الجدول	الصفحة
الفصل الأول	
جدول رقم (I -1) : كثافة الماء (Kg/dm^3) بدلالة درجة الحرارة (°C)	6
جدول رقم (I -2): معامل اللزوجة (mpa.S)بدلالة درجة الحرارة (° C)	6
جدول رقم (I-4): معامل اللزوجة (mpa.S) بدلالة الملوحة(g/l)	6
الفصل الثاني	
جدول رقم (II-1): مقارنة بين طرق معالجة المياه	22
الفصل الثالث	
الجدول رقم(III-1): المياه الصالحة للشرب بدلالة التوصيلة الكهربائية	28
الفصل الرابع	
الجدول رقم (IV-1): المعايير الإرشادية لبعض مكونات مياه الشرب.	30
الجدول رقم (IV-2): تركيز بعض العناصر الفيزيوكيميائية لعينات من مياه الشرب	41

قائمة الاشكال

الشكل	الصفحة
الفصل الأول	
الشكل رقم (I-1) : البنية الجزيئية للماء.	**4**
الشكل رقم (I-2): الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء.	**5**
الشكل رقم (I-3): مخطط الطور لحالات الماء.	**5**
الشكل رقم (I-4): دورة الماء في الطبيعة.	**10**
الشكل رقم (I-5): البئر الارتوازي (احتجاز الماء بالصخور المسامية و اندفاع الماء من البئر).	**11**
الشكل رقم (I -6): أقسام الينابيع.	**20**
الفصل الثاني	
الشكل رقم (II-1): توضيح لعمليتي التخثير و التلبيد.	**21**
الشكل رقم (II -1): مخطط طرق عمل المعالجة البيولوجية الهوائية و اللاهوائية.	**24**
الفصل الثالث	
الشكل رقم (III -1): صورة توضح مياه الحنفية الصالحة للشرب.	**31**
الفصل الرابع	
الشكل رقم (IV-1):الموقع الجغرافي لولاية ورقلة.	**36**
الشكل رقم (IV-2): صورة جيولوجية لورقلة.	**36**
الشكل رقم (IV-3): مقطع هيدروغرافي لمختلف الطبقات المائية لحوض ورقلة.	**39**
الشكل رقم (IV-5): رسم تخطيطي يوضح طريقة المقاومة الكهربائية للكشف عن المياه الجوفية.	**40**
الشكل رقم (IV-6): تغيرات تركيز الكالسيوم للمناطق المدروسة.	**42**
الشكل رقم (IV-7): تغيرات تركيز المغنزيوم للمناطق المدروسة.	**43**
الشكل رقم (IV-8): تغيرات تركيز الصوديوم للمناطق المدروسة.	**44**
الشكل رقم (IV-9): تغيرات تركيز الكلور للمناطق المدروسة.	**45**
الشكل رقم (IV-10): تغيرات تركيز الكبريتات للمناطق المدروسة.	**46**
الشكل رقم (IV-11): تغيرات تركيز النترات للمناطق المدروسة.	**47**

مقدمة عامة 1
I-الماء: 4
I -1-التركيب الكيميائي للماء : 4
I -2- الحالات الفيزيائية للماء: 5
I -3- خصائص الماء: 6
I -3-1 الخصائص الفيزيائية للماء: 6
I -3-1-1- الكثافة: 6
I -3-1-2- اللزوجة: 6
I -3-1-3- - التوتر السطحي للماء: 7
I -3-1-4- -الناقلية الكهربائية (CE): 7
I -3-1-5- - ثابت العزل الكهربائي : 7
I -3-1-6- الحرارة النوعية : 7
I -3-2- - الخصائص الكيميائية للماء: 8
I -3-2-1- الذوبانية: 8
I -3-2-2- الملوحة: 8
I -3-2-3- الأس الهيدروجيني (pH): 8
I -3-2-4- القلوية الكلية(TAC) : 8
I -3-2-5- - القطبية : 9
I -4- الماء في الطبيعة : 9
I -4- 1- الدورة المائية : 9
I -5- مصادر المياه في الطبيعة: 10
I -5-1- المياه السطحية: 10
I -5-2- المياه الجوفية: 10
I -5-2-1- الآبار الارتوازية: 11
I -5-2-2-الينابيع: 11
I -5-3- - مياه الأمطار: 12
II- تلوث المياه: 14
II -1-تعريف تلوث المياه: 14
II -2- مصادر تلوث المياه: 14
II -2-1- المصدر الطبيعي: 14
II -2-2- المصدر الصناعي: 14

II -2-3- المصدر الحضري: 14
II -2-4 المصدر الزراعي : 14
II -3-أنواع تلوث المياه : 15
II -3-1- التلوث الفيزيائي: 15
II -3-1-1- التلوث الإشعاعي: 15
II -3-1-2 التلوث الحراري : 15
II -3-2- - التلوث الكيميائي: 15
II -3-2- 1- التلوث الصناعي: 15
II -3-2-2 - التلوث بالمبيدات : 16
II -3-2-3 - التلوث بالأسمدة الزراعية و الكيماوية: 16
II -3-2-4 - التلوث بالمخلفات النفطية: 16
II -3-2-5 - التلوث بالأمطار الحامضية : 17
II -3-3 - التلوث البيولوجي : 17
II -3-3 -1- التلوث بمياه الصرف الصحي: 17
II -3-3 -2- التلوث بالطحالب : 18
II -3-3 -3- التلوث بالبكتيريا : 18
II -4- أضرار ومخاطر تلوث المياه : 19
II -5 - طرق معالجة المياه الملوثة : 19
II -5-1- طرق فيزيائية: 19
II -5-1-1- الترشيح الدقيق جدا: 20
II -5-1-2-الترسيب: 20
II -5-1-3- -التخثير و التلبيد: 20
II -5-1-4-الإمتزاز: 21
II -5-2- -الطرق الكيميائية : 21
II -5-2-1- -الترسيب الكيميائي: 21
II -5-2-2- -التحليل الكهربائي: 22
II -5-2-3- -الأكسدة الكيميائية: 22
II -5-3- طرق بيولوجية (حيوية) : 22
III- المياه الصالحة للشرب: 25
III-1-تعريف 25
III-2 - المكونات الأساسية للماء: 25
III-2-1 - الكلور Cl^- : 25
III-2 -2- البوتاسيوم K^+ : 26

III-2 -3- الصوديوم Na^+: 26
III-2 -4- الكالسيوم Ca^{2+} : 26
III-2 -5- -المغنزيوم Mg^{2+}: 26
III-2 -6- -الكبريتات SO_4^{2-} : 26
III-2 -7- -الكربونات و البيكربونات :(CO_3^{-2} , HCO_3^{-2}) 27
III-3- -المواصفات الفيزيوكيميائية لمياه الشرب : 27
III-3-1 - اللون: 27
III-3-2 -الرائحة و الطعم : 27
III-3-3 -العكارة Tm: 28
III-3-4 -الحرارة T : 28
III-3-5 -الناقلية الكهربائية CE: 28
III-3-6 - الأس الهيدروجيني pH : 29
III-3-7 -مجموع الأملاح الذائبة (TDS): 29
III-3-8 -عسر ويسر الماء: 29
III-4 - جودة مياه الشرب : 30
III-5- الدراسات السابقة: 31
IV-1 الموقع الإقليمي 35
IV-2- الخصائص المناخية 35
IV-2- 1- درجة الحرارة 36
IV-2-2- الأمطار: 36
IV-2-3- الرياح الموسمية : 36
IV-3- الوضعية الجيولوجية: 36
IV-4-الوضعية الهيدروجيولوجية : 37
IV-5- اهم الطبقات الهيدروغرافية للمنطقة : 38
IV-5-1- طبقة المركب النهائي(complexe terminal) : 38
IV-5-2- طبقة المتداخل القاري (nape continental intercalaire) : 38
IV-6- حوض ورقلة : 38
IV-7- تعريف الآبار : 38
IV-8تصنيف الآبار : 38
IV-8-4- آبار التطعيم الإصطناعي 38
IV-9- طرق تحديد الخزانات الباطنية للمياه الجوفية : 39
IV-9-1طرق جيوفيزيائية : 39
IV-9-1-1 طريقة المقاومة الكهربائية : 39
IV-9-1-1-1-الأجهزة المستعملة: 40

IV -9-1-2- طريقة المسح الزلزالي: 40
IV-9-1-2-1-الأجهزة المستعملة في المسح الزلزالي: 40
IV-10- نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الشرب لمدينة ورقلة لسنة 2017 (الوحيدة و المتوفرة حاليا): 42
IV-11- مناقشة النتائج: 43
IV-11-1- الكالسيوم Ca^{+2}: 43
IV-11-2- المغنزيوم Mg^{+2}: 44
IV-11-3- الصوديوم Na^{+}: 45
IV-11-4- الكلور Cl^{-}: 46
IV-11-5- الكبريتات SO_4^{2-} : 47
IV-11-6- النترات NO_3^{-}: 48
IV-11-7- البوتاسيوم K^{+} : 49
IV-11-8- الكاربونات CO_3^{-2} : 49
IV-11-9- البيكاربونات HCO_3^{-2} : 49
IV-11-10- الاس الهيدروجيني (pH): 49
IV-11-11- الناقلية الكهربائية (CE): 49
IV-11-12- القساوة (TH): 50
IV-11-13- درجة الحرارة (T): 50
IV-11-14- البقايا الجافة(RS): 50
IV-12- نصائح و توصيات : 51
الخلاصة العامة 53
المراجع 55

مقدمة عامة

مقدمة عامة

يعد الماء من أهم ضـــروريات الحياة على كوكب الأرض، فهو مهم لجميع الكائنات الحية عموما و الإنســان خصــوصــا، حيث يحتل نسـبة تفوق الثلثي مقارنة باليابسـة نظرا لتنوع أشـكاله (بحار، محيطات، أنهار، شلالات، مياه جوفية.....إلخ).

تغطي مياه العالم حوالي (71 %) من مســاحة الكرة الأرضــية، ويقدر الحجم الإجمالي لهذه المياه بحوالي $1370.10^9 m^3$ وبالطبع فإن هذه الكميات الهائلة ليســت في متناول الإنســان، لأن معظمها (97.2%) مياه مالحة موجودة في المحيطات والبحار، أما الباقي فهو عبارة عن مياه عذبة (2.14%) أي $29.10^3 m^3$ على شــكل كتل جليدية في القطبين وهذه يتعذر الاســتفادة منها. لذا لا يتبقى في متناول أيدينا من المياه ســوى (0.66%) أي $9m^3$ من هذه المياه وهي عبارة عن مياه الآبار والبحيرات والأنهار [1].

تعاني أغلب دول العالم من ندرة المياه الصــالحة للشــرب، ومع نمو الســكان في العالم فإن مشــكلة الندرة تتفاقم كنتيجة منطقية لتزايد الطلب على المياه لتلبية الاحتياجات العامة، ولا تقتصــر مشــكلة المياه في العالم على الندرة و إنما تمتد إلى نوعية المياه التي تتدنى وتتحول إلى مياه غير صـالحة للاستخدام لأسباب متعددة، و الجزائر إحدى دول العالم التي تمتاز بنوعين من المياه، حيث تتوفر المياه الســطحية بالشــمال بنســبة $13.10^9 m^3$ ويعتمد عليها اعتمادا كليا لتلبية مختلف الحاجيات اليومية من المياه، في حين نجد الجنوب تقل به الموارد السطحية لكن يتوفر على احتياطي مائي جوفي كبير بنســبة $5.10^9 m^3$ [2]، ونظرا لما تعانيه دول العالم من شــح هذه المادة الأسـاسـية تسـابقت هذه الدول إلى تأمين هذا المورد بحيث يكون صـحي وملائم لحياة أفضـل حيث لجأت إلى إنشــاء محطات لتحلية مياه البحر، لكن هذه الأخيرة تســتهلك طاقة كبيرة والتي يحصــل عليها من قبل حرق الوقود أو النفط باسـتخدام الطاقة الكهربائية أو النووية وبالتالي ترفع نسـبة ثاني أكسيد الكربون في الوسط بالإضافة الى مضاعفات اخرى كالتسريب النووي الإشعاعي، أيضا من المشاكل البيئية هو مخلفات عملية التحلية وهو ما يعرف بالمحلول الملحي المركز، والذي يزيد من كمية الأملاح الذائبة في البحر، وبالتالي يؤثر سـلبا على الحياة البحرية [3]، ومن جهة أخرى و مع مرور الزمن صــار الماء يشــكل خطرا كبيرا على حياة الإنســان حيث أصــبح ناقلا للعديد من الأمراض و خاصة في حالة عدم مطابقته للمواصفات العالمية القياسية.

انطلاقا من هذه الأخيرة اخترنا موضوع بحثنا و الذي خصصناه لدراسة آلية تحديد الخزانات الباطنية للمياه الجوفية و دراســة مقارنة لتركيبتها الكيميائية المتوفرة بالجنوب الشــرقي للجزائر (ورقلة) وتكمن إشكالية موضوعنا في مدى مطابقة كل من هذه المياه للمواصفات العالمية وكذا في

إجراء مقارنة بين هذه المياه من أجل تحديد الماء الاكثر جودة و بالتالي الماء الصـالح للشـرب، فهل هاته العينات المختلفة تتطابق مع المقاييس الوطنية و العالمية ؟

من أجل الإجابة على هذا التسـاؤل وإنجاز هذا البحث العلمي قسـمنا عملنا إلى أربعة فصـول وهي كالنحو التالي:

تطرقنا في الفصـل الأول إلى عموميات حول المياه بكل أنواعها وأصـنافها أما الفصـل الثاني فشـمل دراسـة مسـتفيضـة حول تلوث المياه وطرق معالجتها، والفصـل الثالث خصـص للمياه الصـالحة للشـرب أما الفصـل الأخير فقد تضـمن تحليل النتائج ومناقشـتها ومقارنتها فيما بينها وبين المقاييس العالمية.

الفصل الأول

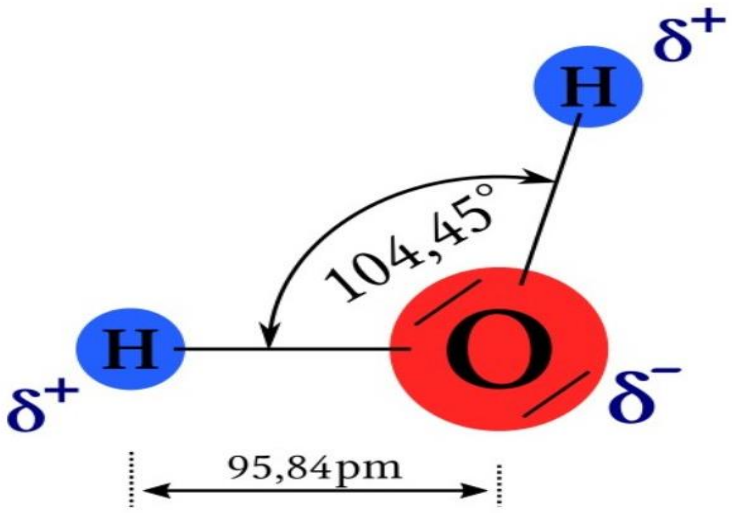
عموميات حول الماء

I-الماء:

I-1-التركيب الكيميائي للماء :

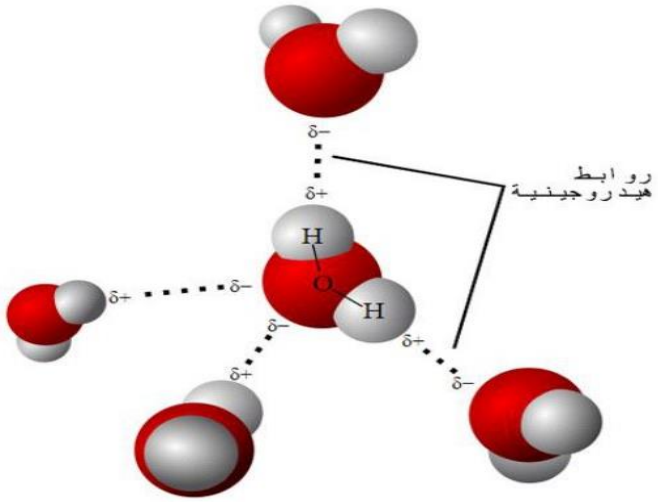
الماء مركب إلا أن في اعتقاد الفلاسفة القدماء يعتبر عنصرا أساسيا لكل المواد السائلة، ولا يمكن تحليله إلى مكونات أخرى أبسط منه [4]، ودام هذا الإعتقاد إلى أن وضع عالم الكيمياء البريطاني هنري كافنديش أن الماء لا يعد كونه عنصرا بل مركبا من الأوكسجين و الهيدروجين ، حين قام بتصنيع الماء بحرق الهيدروجين في الهواء مما أحدث فرقعة [5].

ترتبط ذرة الأوكسجين مع ذرتي هيدروجين وفق رابطتين تساهميتين طول كل منها A 0.96°، تحصر بينهما زاوية قدرها 104,45° [6]، بحيث تأخذ هذه البنية شكل مثلث المحاور[6] لأنه جزيء منحني لا يتطابق فيه مركز الشحنتين الموجبتين لذرتي الهيدروجين مع مركز الشحنة السالبة على ذرة الأوكسجين [5]، و لهذا فإن جزيء الماء يختلف في الكهروسالبية بين الذرتين مما يجعله جزيء قطبي [7] ذو عزم إستقطاب يقدر ب D84،1 و طاقة ربط تقدر بـ 450 kj/mol. [8]



الشكل رقم (I-1) : البنية الجزيئية للماء [8].

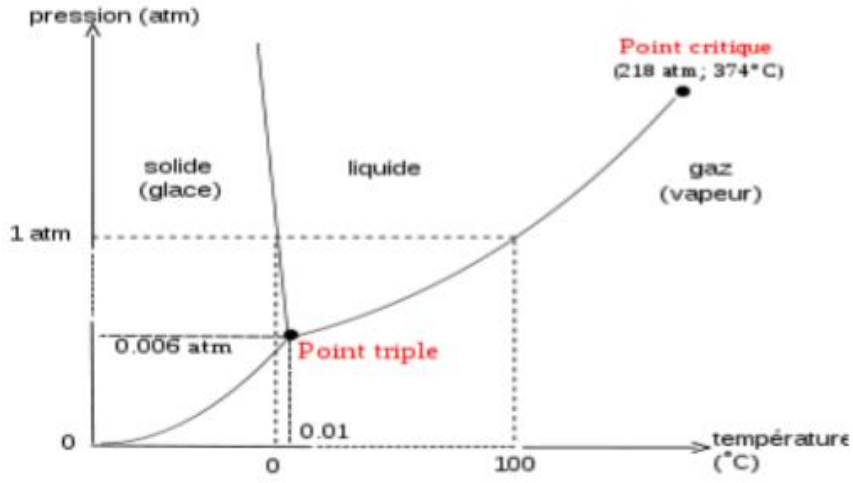
الخاصية القطبية تسمح بتجاذب كل جزيء ما مع الجزيئات المجاورة له بسبب الإختلاف في الشحنات الكهربائية، بحيث يتم التجاذب بين ذرة هيدروجين (الطرف الموجب) في إحدى الجزيئات و ذرة أوكسجين (الطرف السالب) في الجزيء المجاور، ويتشكل ما يسمى بالرابطة الهيدروجينية [5] (الشكل رقم(I-2)) و بذلك يصبح كل جزيء مرتبط بأربع جزيئات مجاورة، لتبدو جميع الجزيئات مرتبطة في شكل شبكة متماسكة [7].



الشكل رقم(I-2) : الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء [9].

I-2- الحالات الفيزيائية للماء:

يتواجد الماء في الطبيعة على ثلاث حالات(صلب، سائل، غاز) حسب الضغط و درجة الحرارة كما هو موضح في مخطط الطور التالي :



الشكل رقم (I-3): مخطط الطور لحالات الماء [8].

I-3- خصائص الماء:

I-3-1 الخصائص الفيزيائية للماء:

- الماء سائل شفاف عديم اللون والرائحة.
- الوزن الجزئي 0518, g/mol
- يغلى عند درجة حرارة 100 C°.
- يتجمد عند 0 C°.

I-3-1-1- الكثافة:

تؤدي ظاهرة التجمعات الجزئية إلى ظهور شـــذوذ في تحولات الكثافة بدلالة درجة الحرارة حيث تنخفض الكثافة أثناء عملية تبريد الماء بين الدرجة (4C° -0C°) حيث تصل الكثافة إلى أعلى قيمة لها عندما تصـــل درجة حرارة الماء الى 4C°, يعرض الجدول تحولات الكثافة بدلالة درجة الحرارة [10][11].

جدول رقم (I-1) : كثافة الماء (Kg/dm^3) بدلالة درجة الحرارة (°C) [10] [11]

درجة الحرارة (°C)	0	4	10	25	100
الكثافة Kg/dm^3	0,9998	1,0000	0.9997	0,9970	0,9593

I-3-1-2- اللزوجة:

تعبر اللزوجة عن مقاومة السائل للحركة حيث تنخفض اللزوجة و تصبح ضعيفة عند ارتفاع درجة الحرارة كما ان اللزوجة تتغير بتغير الملوحة فكلما زادت الملوحة زادت اللزوجة [10][11] والجدولين التاليين يبينان ذلك:

جدول رقم (I-2): معامل اللزوجة (mpa .s) بدلالة درجة الحرارة (C °) [10][11] .

درجة الحرارة(°C)	0	5	10	20	30
اللزوجة (mpa .s)	1,797	1,523	1,301	1,001	0,881

جدول رقم (I-3):معامل اللزوجة ((mpa .s) بدلالة الملوحة (g/l) [10][11].

الملوحة (g/l)	0	4	8	12	16	20
معامل اللزوجة mpa .s	1,007	1,021	1,035	*1,052*	1,068	1,085

I-3-1-3- - التوتر السطحي للماء:

ويكون هذا الأخير على الخط الفاصل بين السائل والغاز مثل الماء والهواء ففي داخل السوائل تكون جزيئات السائل خاضعة للجذب من جميع الجهات من قبل الجزيئات الأخرى للسائل، وتكون هذه القوى متساوية بحيث تصبح محصلتها تساوي الصفر.

أما الجزيئات الموجودة على السطح فتخضع لقوى جزيئات الجاذبية السفلية وليس من الأعلى لذلك لا تكون محصلة هذه القوى تساوي الصفر وتحاول الجزيئات الموجودة على سطح السائل تقليل حجمها وينتج عن ذلك التوتر السطحي [10][12] .

I-3-1-4- -الناقلية الكهربائية (CE):

هي قيمة عددية تصف قدرة الماء على نقل التيار الكهربائي [13], وتعتمد على الأملاح الذائبة فيه ,فالماء النقي يعتبر ناقل رديء للكهرباء إلا أن الناقلية الكهربائية تزداد بزيادة الأملاح الذائبة في الماء [14], وتعد من إحدى الطرق السريعة لملاحظة التغيرات التي تحدث في المياه الطبيعية و العناصر الذائبة [13].

I-3-1-5- - ثابت العزل الكهربائي :

تعد قيمة ثابت العزل الكهربائي للماء من الثوابت المرتفعة جدا وهي على نحو 80 في درجة حرارة C°20 في جزيئات الماء، و يعتبر الماء بفضل ثابت عزله الكهربائي الكبير جدا من أقوى المذيبات فهو يملك قدرة عالية على تشريد المركبات فهو يذيب الأملاح والمعادن و الشوائب ،ويمكن تعريف ثابت العزل الكهربائي بأنه قيمة تبين عدد المرات التي تكون فيها قوى التأثير المتبادل بين شحنتين في وسط ما أقل مما هي عليه في الفراغ, إن لثابت العزل الكهربائي للماء علاقة وطيدة مع قطبية جزيئاته حيث يرجع ارتفاع قيمته للماء إلى كبر عزم ثنائية القطب في جزيء الماء [10].

I-3-1-6- الحرارة النوعية :

إن الماء هو أساس قياس الحرارة النوعية للأجسام الصلبة أو السائلة أو الغازية لأن غرام واحد من الماء في الدرجة C°14 يحتاج إلى حريرة واحدة ليسخن إلى الدرجة C° 15 ويسمى هذا المقدار من الحرارة بحرارة الماء النوعية, وتبعا لذلك تقاس الحرارة النوعية للمواد الأخرى .

وتعد حرارة الماء النوعية أعلى من الحرارة النوعية لكافة المواد السائلة و الصلبة, الأمرالذي يجعله يبرد ببطء في الشتاء و يسخن ببطء في الصيف وبذلك يتصف بدور المعدل الحراري على سطح الأرض [10][15].

I-3-2- - الخصائص الكيميائية للماء:

ينتج جزيء الماء H_2O من تفاعل **1mol** من غاز الهيدروجين H_2 و **1/2 O_2 mol** من غاز الأوكسجين كما هو موضح وفق التفاعل التالي :

$$1/2\ O_2 + H_2 \longrightarrow H_2O$$

I-3-2-1- الذوبانية:

الماء مذيب جيد لكثير من المواد بل إن أغلب المواد تذوب في الماء ولكن بدرجات متفاوتة ولكي تذوب مادة في الماء يجب أن تحتوي على أيونات حرة، أو أن تكون مادة مستقطبة لأن "المثل يذوب بالمثل [10].

I-3-2-2- الملوحة:

هذا المصطلح مرادف لـ(TDS) الأملاح الذائبة ويتم التعبير عنه عادة ب (mg/L) أو غرام من الملح لكل كيلو غرام من المحلول، يمكن تحديد الملوحة مباشرة بمجموع التركيزات المقاسة بالعناصر المذابة أو بوزن المادة الصلبة بعد التبخر، وبشكل غير مباشر وتقريبي من الناقلية الكهربائية (ms/cm)، ومع ذلك فإن مصطلح "الملوحة" غالبا ما يستخدم كمرادف للكلور ،واعتمادا على ملوحتها تعتبر المياه العذبة و المائلة للملوحة مياه مالحة [16] .

I-3-2-3- الأس الهيدروجيني (pH):

والغرض من هذا هو تقدير قوة حموضة الماء أو قلويته وذلك بتقدير قوة تركيز الهيدروجين المتأين (أيون الهيدروجين) الموجود في الماء, فإذا قيس pH الماء ووجد أقل من سبعة دل ذلك على حامضيته, وبالعكس إذا وجد أكبر من سبعة دل ذلك على قلويته, ولقوة تركيز أيون الهيدروجين أهمية خاصة في عملية تنقية المياه وكذلك الحكم على خصائص المياه ومدى صلاحيتها للإستعمال, فالمياه ذات pH منخفض قد تضر بالصحة لاحتوائها على أملاح كبريتات الكالسيوم أو المغنزيوم مثلا, كما أن المياه ذات pH مرتفع تحتوي على أملاح الكاربونات وبيكربونات الكالسيوم المسببة لعسر الماء [17][18].

I-3-2-4- القلوية الكلية(TAC) :

قلوية الماء هي مقياس لمقدار الحامض الذي يمكن تحديده، بمعنى آخر إستطاعة الماء على إمتصاص أيونات الهيدروجين دون إحداث أي تغيرات التي يمكن أن ترفع أو تخفض من قيمة pH،

هذه القدرة على تحييد الحمض أو أيونات H^+ ،لها أهمية خاصة في المناطق المتأثرة بالمطر الحمضي .

تأتي معظم القلوية في المياه السطحية من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$،ويتم ترشيحها من الصخور و التربة [15] .

I-3-2-5- - القطبية :

تتولد للماء شحنات كهربائية لان ذرات الاكسجين اكثر كهروسالبية من ذرات الهيدروجين، وبالتالي فان ذرات الاكسجين تميل لجذب الالكترونات المشتركة من الهيدروجين من خلال روابطها التساهمية، لكن الالكترونات تقضي وقتا اطول حول مركز ذرة الاكسجين مقارنة بما تقضيه حول ذرة الهيدروجين بسبب اختلاف احجام الذرات لذلك تنشا الروابط التساهمية القطبية، و لان جزيئ الماء غير خطي فانه ينشا اختلاف في الشحنة بين جانبي جزيئ الماء فالجانب الذي يحمل الاكسجين ذا شحنة سالبة جزيئية، و الجانب الذي يحمل الهيدروجين فانه ذو شحنة موجبة جزئية [19].

I-4- الماء في الطبيعة :

I-4- 1- الدورة المائية :

تعتبر المحيطات المصدر الأساسي لدورة المياه في الطبيعة حيث تتبخر المياه بفعل الطاقة الحرارية التي تصل إلى الأرض مع أشعة الشمس من سطوح المحيطات و بقية المسطحات المائية كالبحار و البحيرات و الأنهار حيث تحرك الرياح الهواء الرطب المعبأ بالبخار إلى أماكن أخرى ذات حرارة منخفضة إذ يتكاثف مرة أخرى و يسقط على شكل أمطار و ثلوج على سطح الأرض فالماء الناتج يحدث له إحدى الأمور الثلاث :

يسقط ثم يتبخر

يسقط عبر منحدر إلى أسفل مستوى

يتخلل طبقات الأرض [15][20].

الشكل رقم (I -4): دورة الماء في الطبيعة [20].

I-5- مصادر المياه في الطبيعة:

I-5-1- المياه السطحية:

توجد بغزارة غالبا في الأماكن المأهولة بالسكان، وتستخرج بسهولة بكميات كبيرة، ومن المصادر الطبيعية للمياه السطحية نجد الأنهار، البحيرات العذبة، السيول والبرك وكذلك مصادر من صنع الإنسان مثل القنوات، الخزانات، كذلك الحفر في الأراضي الحصوية والرملية [21].

أما بالنسبة لاستعمالها من قبل الإنسان فهي تعد غير مثالية نظرا لتعرضها لعوامل التلوث لاحتوائها على مواد عالقة وذائبة وشوائب جرثومية وكيميائية [4].

I-5-2- المياه الجوفية:

تعتبر المياه الجوفية موردا ثمينا وموزعا على نطاق واسع من الأرض، حيث أنها أكبر مصدر للمياه العذبة، يتواجد معظمها في باطن الأرض العميق في أعماق تزيد عن 800 متر، وبخلاف أي مصدر معدني آخر فإنها تجدد مواردها السنوية من هطول الأمطار [22].

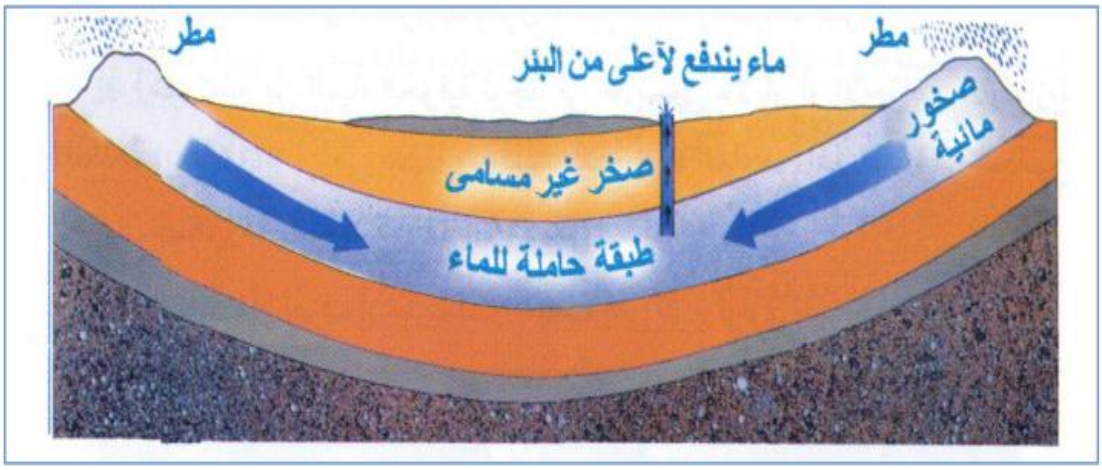
تخزن في مسامات الأرض وبين الصخور الرسوبية، الرمل، الحصى ومكونات أخرى للتربة الأرضية، حيث أن هذه المناطق تسمح بنفاذية المياه بطريقة الترشيح وبمقادير صالحة للاستعمال [4].

كمية المياه المتواجدة في الخزان الجوفي تعتمد على متغيرات عديدة منها: كمية التساقط << و النسبة المتسربة منه، طبوغرافية الموقع وجيولوجيته و جغرافيته[23].

وتعد الأقاليم الصحراوية الجافة من أكثر نطاقات العالم حاجة للمياه الجوفية، وهي الأنشط في مجال البحث و التنقيب عنها لعدم توفر موارد مائية سطحية، حيث تحتوي الصحراء الكبرى لشمال إفريقيا كميات كبيرة من المياه الجوفية تقدر بحوالي150 ألف km^3 ما يعادل 1،8% تقريبا من جملة المياه الجوفية في العالم [24].

I-5-2-1- *الآبار الارتوازية:*

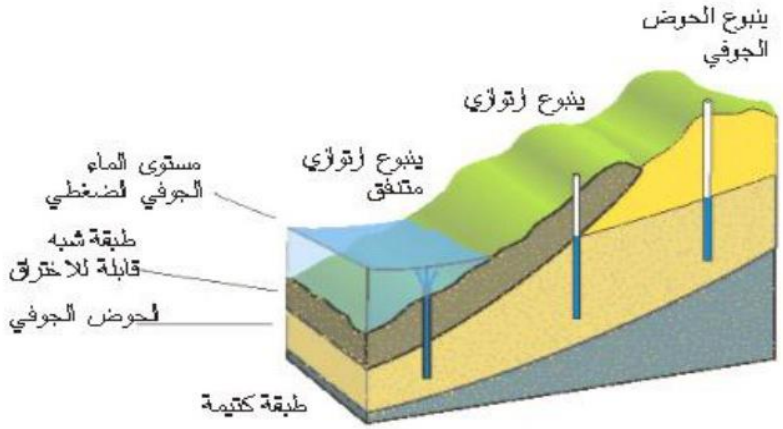
يمكن أن تأتي المياه الجوفية من حوض جوفي أو طبقة ارتوازية، وهي المياه التي تنبع من طبقة المياه الجوفية المحصورة، ويؤدي وجود هذه الطبقة إلى تراكم الضغط الهيدروليكي الذي قد يدفع الماء إلى السطح تلقائيا [7]، واندفاع الماء على هذا النحو يولد ما يسمى بالبئر[25]، حيث يعتمد إرتفاع الماء في البئر على مقدار الضغط الإرتوازي المتوفر في الطبقة الحاملة [26].



الشكل رقم (I -5): البئر الارتوازي (احتجاز الماء بالصخور المسامية واندفاع الماء من البئر) [25].

I-5-2-2-*الينابيع:*

الينبوع ناتج عن ارتفاع المياه الجوفية إلى السطح بسبب الطبقة التي تسمى بالقاعدة الكتيمة [21]، حيث تندفع المياه بشكل طبيعي من خزاناتها الطبيعية أو من الطبقات الصخرية الحاوية لها لتظهر على سطح الأرض في شكل ينابيع، تحتوي مياهها أحيانا على نسب غير قليلة من المعادن أو الكبريت والتي أذابتها المياه الجوفية عند تحركها رأسيا الى الأعلى من خلال التكوينات الصخرية [24].



الشكل رقم (I -5): أقسام الينابيع [21].

I-5-3- - مياه الأمطار:

هي أنقى أنواع المياه الطبيعية، تمتاز عن المياه الجوفية والسـطحية بأنها أقرب ما تكون إلى المياه المقطرة، فقط إذا جمعت بطريقة نقية وضمان عدم تلوثها، لكن هذا لا يغني عن كونها تحتوي على بعض الغازات الموجودة في الهواء والتي تمتصـها ذرات البخار عند تكاثفها إلى قطرات من الماء، كما يعلق على سطحها بعض ذرات التراب الدقيقة العالقة في الجو وبعض البكتيريا السابحة في الهواء [27].

الفصل الثاني
تلوث المياه
وطرق معالجتها

II- تلوث المياه:

II-1-تعريف تلوث المياه:

جاء تعريف منظمة الصحة العالمية (OMS) عام 1961 م لتلوث المياه على انه : "هو أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية و الكيميائية و البيولوجية للمياه ما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة, بحيث تصبح المياه اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها, سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره "[28].

II-2- مصادر تلوث المياه:

II-2-1- المصدر الطبيعي:

تعتبر الظواهر الطبيعية مصدرا هاما لتلوث المياه لأنها على اتصال مباشر بالجو, على سبيل المثال نذكر ثوران البراكين الذي يؤدي إلى زيادة تراكيز المعادن الثقيلة و الهيدروكربونات التي تلامس الأوردة الجيولوجية و تتسرب إلى المياه الجوفية [29].

II-2-2- المصدر الصناعي:

تشكل الأنشطة الصناعية ولاسيما الكيماوية والمعدنية وحتى الالكترونية سببا رئيسيا في تلوث المياه وذلك عن طريق طرح المياه المستعملة من عمليات التبريد، الغسيل، والاستخلاص ...الخ على مستوى المجاري المائية [30].

II-2-3- المصدر الحضري:

تكون قادمة من المناطق الحضارية (المنازل), حيث يتم نقلها بشكل عام عن طريق شبكة الصرف الصحي إلى محطة المعالجة و يتميز التلوث الحضري بالجراثيم البرازية وبمستويات عالية من المواد العضوية و الأملاح المعدنية (النيتروجين, الفوسفور) كما تحتوي النفايات المنزلية السائلة على مساحيق الغسيل, المنظفات و الدهان [30].

II-2-4 المصدر الزراعي :

وذلك عن طريق الأنشطة الزراعية و المزارع التقليدية الحيوانية, حيث تتسرب المبدات الحشرية الزراعية و الأسمدة الكيماوية المتراكمة و كذا البراز الحيواني المنحل في التربة إلى المياه الجوفية, مما يؤدي إلى زيادة في تراكيز المواد العضوية و المعدنية (النترات و الفوسفات) في المياه الجوفية [30].

II-3-أنواع تلوث المياه :

II-3-1- التلوث الفيزيائي:

II-3-1-1- التلوث الإشعاعي:

ينتج هذا النوع من التلوث عن طريق النشاط الإشعاعي للمواد المشعة, المتسربة غالبا من المفاعلات النووية أو عن طريق نفايات المشافي و المناجم التي يتم التخلص منها في المسطحات المائية المختلفة[33]، ما يجعل هذا التلوث الأكثر خطورة هو تلويثه للماء عادة دون إحداث أي تغيير في خصائصه الطبيعية .للتلوث الإشعاعي تأثير تراكمي حيث تمتص الكائنات الحية المائية المواد المشعة و التي تنتقل إلى الإنسان من خلال تغذيه على هذه الأحياء [30] .

II-3-1-2 التلوث الحراري :

هو من أهم حالات التلوث يحدث نتيجة الحمم البركانية ومحطات توليد الطاقة الكهربائية, وكذلك طرح مياه الصرف الصناعية الحارة المستعملة من اجل التبريد في المصانع و االمفاعلات الحرارية, ومحطات تحلية المياه, وتمتاز هذه المياه بارتفاع درجة حرارتها عن المعدل العادي، مما يخل بالتوازن البيئي ويحدث أضرار بالحياة النباتية و الحيوانية' ومنه يتضاعف معدل التفاعلات الكيميائية مما يتسبب في إبادة الاسماك و النباتات و إعاقة الحركة بالمجاري المائية [31][32].

II-3-2- - التلوث الكيميائي:

II-3-2- 1- التلوث الصناعي:

يسبب تلوث المياه بالملوثات الكيميائية الصناعية مشاكل خطيرة على الكائنات الحية (حيوانية , نباتية و الأحياء الدقيقة)، لأنه يعتبر من اخطر أنواع التلوث, وقد برز كنتيجة طبيعية للتقدم الصناعي الهائل، وخاصة في مجال الصناعات الكيميائية[33].

حيث تقوم المنشآت الصناعية بصرف مخلفاتها و نواتجها الثانوية بدون معالجة في المجاري المائية، وبالتالي تشكل خطرا حقيقيا على كل عناصر البيئة و ذلك لاحتوائها على مركبات كيميائية سامة، ومما يزيدها خطورة أن اغلبها شديد الثبات وذات اثر طويل.

ومن أهم هذه المواد نجد:

الأحماض، القواعد، المنظفات الصناعية ، الأصباغ، بعض مركبات الفوسفور و الكثير من المعلدن الثقيلة السامة مثل الرصاص و الزئبق مما يتسبب عنها تلوث شديد للمياه التي تلقى فيها [33][34].

II-3-2-2 - التلوث بالمبيدات :

تعد المبيدات المستخدمة في مكافحة الآفات الزراعية من أخطر الملوثات و أكثرها إنتشارا، و يؤدي الإسراف في استخدامها إلى تلوث التربة الزراعية، فغالبا ما يبقى جزء كبير من هذه المبيدات في التربة (نحو 15%من الكمية المستعملة)، ولا يزول أثرها إلا بعد سنوات، وقد تحمل مياه الأمطار بعض هذه المبيدات من التربة إلى المجاري المائية، حيث تسبب أضرار كبيرة للكائنات الحية الموجودة بها، وقد تضر أيضا كلا من الحيوانات و الإنسان، كذلك تمتص النباتات المزروعة بالتربة جزء من هذه الملوثات، وتقوم بتخزينها في أنسجتها، ومن ثم تنتقل إلى الحيوانات التي تتغذى على تلك النباتات [33][34].

II-3-2-3 - التلوث بالأسمدة الزراعية و الكيماوية:

فيلجأ الكثير من الفلاحين و المزارعين إلى استخدام المخصبات الزراعية كمركبات الفوسفات، النترات، وذلك بسبب محدودية الأراضي الزراعية الصالحة للزراعة .و عند استخدام هذه المخصبات عشوائيا، وبشكل غير محسوب فإن جزء منها يبقى في التربة كأحد عوامل تلوثها، فعند سقي هذه الأراضي الزراعية المحتوية على هذه المخصبات الزراعية الزائدة عن حاجة النبات فإن جزء منها يذوب في مياه الري، ويصل إلى المياه الجوفية، و بالتالي يزيد من نسبة كل من مركبات الفوسفات والنترات في هذه المياه، كما تقوم مياه الأمطار بدور هام كذلك من حمل ونقل لهاته المركبات بمساهمة مياه الصرف الصحي الزراعي والمياه الجوفية وبالتالي نقلها إلى المجاري المائية المجاورة [35].

II-3-2-4 - التلوث بالمخلفات النفطية:

تتلوث مياه البحار والمحيطات بزيت البترول لعدة أسباب منها الحوادث البحرية التي تحدث لناقلات البترول، أو بعض الحوادث التي تقع أحيانا أثناء عمليات الحفر لاستخراج البترول من الآبار البحرية، أو تسرب البترول من بعض الآبار المجاورة لمصادر المياه أو تلف بعض خطوط نقل المحروقات، وينتج أيضا هذا التلوث من خلال إلقاء بعض النفايات والمخلفات البترولية من ناقلات البترول أثناء سيرها في البحار والمحيطات.

يكون زيت البترول طبقة رقيقة تنتشر تدريجيا فوق سطح الماء، وتتسع رقعة هذه الطبقة مع الوقت نتيجة الرياح و الأمواج، وبمجرد إنتشار الزيت فوق الماء تبدأ المكونات الطيارة من الزيت في التبخر، ملوثة هواء المنطقة المحيطة و غالبا ما تعمل بقع الزيت كمذيب وتبدأ باستخلاص كثير

من المواد الكيميائية المنتشرة في مياه البحار كالمبيدات و المنظفات الصناعية، وغيرها من المواد التي يلقيها الإنسان في مياه البحار، مما يرفع في تركيزها في المنطقة المغطاة بالزيت.

وجزء من طبقة الزيت التي تغطي سطح الماء يختلط بالماء ليكون معه مستحلبا تتعلق به دقائق الزيت المتناهية الصغر، وبمرور الوقت يختلط هذا المستحلب بالمياه تحت السطحية ويمتزج بها ملوثا طبقات المياه العميقة، كما يمتص المستحلب بعض العناصر الثقيلة كالزئبق و الرصاص .....فيزداد تركيزها في المنطقة المحيطة بالبقعة وتظهر آثارها السامة في هذه المنطقة، هذا وقد تدفع الرياح و الأمواج الزيت إلى الشواطئ فتلوث رمالها وتحولها إلى منطقة عديمة الفائدة [33][34].

II-3-2-5 - *التلوث بالأمطار الحامضية :*

هي الأمطار الملوثة بالغازات الحمضية خاصة أكاسيد الكبريت و التي تتحول نتيجة سلسلة من التفاعلات إلى حمض الكبريتيك و أكاسيد النتروجين التي بدورها تتحول إلى حامض النتريك (ناتجة من انبعاث الغازات نتيجة عملية احتراق الوقود من الصناعات المختلفة) وتعود هذه الأحماض إلى التربة ومختلف مصادر المياه في الطبيعة، وتؤدي إلى حدوث أضرار بمياه المسطحات المائية خاصة المقفلة نتيجة رفع حموضتها مما يؤثر على الأسماك و كثير من الكائنات الحية الأخرى ويحدث مثال هذا في الأنهار كذلك مثلا : نهر "توفدال Tovdal " بالنرويج الشهير بوجود أسماك السلمون ولكن أصبح بفعل هذه الأمطار الحمضية لا يوجد به أسماك أو أي نوع من الكائنات الحية الأخرى، و تؤثر كذلك الأمطار الحمضية على مياه الشرب عن طريق تسببها في تآكل بعض القنوات فتزداد نسبة الرصاص في مياه الشرب وحدث ذلك في أحد خزانات مياه الشرب لولاية ماساشرستس الأمريكية، ويؤدي كذلك تآكل القنوات إلى تسرب مياه الصرف الصحي واختلاطها بمياه الشرب، كما تتسبب هذه الأمطار بإذابة بعض المعادن الثقيلة و المواد السامة مثل : الرصاص الزئبق و الألمنيوم، النترات من التربة حاملة إياها إلى الأنهار، والبحار والبحيرات، وكذلك المياه الجوفية مسببة أضرار للكائنات الحية وتؤثر على صحة الإنسان من خلال شرب هذه المياه الملوثة والتغذي على الأسماك و الكائنات البحرية [36].

II-3-3 - التلوث البيولوجي :

II-3-3 -1- *التلوث بمياه الصرف الصحي:*

هي مياه المجاري المستعملة و التي تحمل فضلات دورات المياه بما تحتويه من فضلات عضوية و شوائب ومنظفات صناعية وبكتيريا، وكدا فيروسات، الكائنات الحية ..... الخ، وهي كذلك المياه التي استخدمت في الأغراض المختلفة من مصانع وخلافه، ويتم التخلص من هذه المياه في

الكثير من الدول عن طريق تصريفها إلى المسطحات المائية المختلفة دون معالجتها، على الرغم من خطورة هذا العمل، حيث تكون هذه المياه ملوثة بالمواد العضوية و المواد الكيميائية (كالصابون و المنظفات الصناعية) وبعض أنواع البكتيريا الضارة، بالإضافة إلى المعادن الثقيلة السامة و المركبات الهيدروكاربونية، و يؤدي ذلك إلى حدوث أضرار جسيمة مثل تقليل نسبة الأوكسجين في الماء و الموت الجماعي للأسماك و الأحياء المائية وتعفن المياه، كذلك تساهم في انتقال الكثير من مسببات الأمراض الخطيرة المتنقلة عبر المياه و التي يمكن أن تصل للإنسان وتصيبه من جراء تلوث مصادر المياه بمياه المجاري(الغير معالجة) [33].

II-3-3 -2- التلوث بالطحالب :

تحتوي المياه السطحية على كثير من الكائنات الحية النباتية التي تغير من طبيعة المياه (الطعم، الرائحة، اللون) ونوعيتها حيث يتم حصرها فوق أسطح المياه مما يؤدي إلى إنبعاث الروائح الكريهة، ومن المعروف أن صرف مياه المجاري في الأنهار و البحيرات يزيد من هذه المشكلة لأن المخلفات تعمل كسماد جيد للطحالب تزيد نموها بدرجة هائلة، كما ان للطحالب أضرار إقتصادية متمثلة في إتلاف السفن إذ تساهم في تكوين ما يعرف بإسم تلف المراكب إذ تتسرب عليه هذه الطحالب بكثرة في جدران السفن(قد تصل إلى عشرات الأطنان) مما يؤدي إلى خفض سرعتها وزيادة إستهلاك الوقود ولذلك تطلا هياكل السفن بنوعية من الطلاء تحتوي على مركبات النحاس و الزئبق يعمل الأول على وقايتها من التآكل، و يعمل الثاني على حمايتها من ترسب الطحالب [36].

II-3-3 -3- التلوث بالبكتيريا :

نظرا لفقر الماء إلى العناصر الغذائية فإن معظم البكتيريا التي تصل إلى الماء الصافي أو النقي لا تستطيع النمو فيه غير أنها يمكن أن تعيش لفترات متفاوتة قد تصل إلى عدة شهور أما الأنواع الممرضة فإنها لا تستطيع النمو في هذا الوسط المائي.

تعتبر مياه الصرف هي المصدر الوحيد لتلوث مياه الشرب بالميكروبات الممرضة وهذه المياه إذا كان مصدرها أناسا أصحاء فإنها في الغالب لا تحتوي على ميكروبات ممرضة، أما إذا كانت ناتجة عن أشخاص مرضى فإنها تشكل مصدر خطير للعدوى، ومن أهم الأمراض : تيفود(و البكتيريا المسؤولة عنه هي جنس السالمونيلا (Salmonella typhi)، والباراتيفود والدوسنتاريا،و الكوليرا (Vibrio cholerea) لذلك فإن الأشخاص الذين يستعملون مياه الأنهار والبحيرات التي تلقى فيها مياه المجاري يكونون عرضة للإصابة بالعديد من الأمراض، وإذا حدث تسرب من مياه

مجاري إلى بئر أو مصدر مائي للشرب فإنه ينصح بأنه غير آمن للشرب، و لذلك فإنه من الطبيعي و الضروري إختبار الماء ميكروبيولوجيا و كيميائيا لضمان سلامته [37].

II-4- أضرار ومخاطر تلوث المياه :

- تسمم الأحياء المائية الموجودة في المياه نتيجة تزايد كمية المواد الكيميائية الملوثة للماء.
- تناقص الأوكسجين المذاب في المياه مما يؤدي إلى تناقص الأحياء المائية نتيجة التلوث من الصرف الصحي و الكيماويات الصناعية و الزراعية.
- ازدياد وكثرة الطفيليات و البكتيريا يجعل هذه المياه غير صالحة للشرب أو السباحة أو الري أو حتى التنظيف.
- صعوبة اختراق الضوء لسطح المياه نتيجة تغطية السطح بالملوثات يؤدي إلى تضرر الأحياء المائية تحت سطح المياه.
- ظهور الكثير من الأمراض الناتجة عن التلوث مثل الربو و الحساسية في الصدر و أمراض السرطان و الأمراض الجلدية وأمراض العيون واضطرابات المعدة وتضخم الكبد وفقدان الذاكرة و الخمول و النزلات المعوية و التيفويد و الاسهال و الجفاف و الكوليرا و التسمم.
- ظهور أطفال مشوهين بسبب تدمير خلايا الوراثة.
- وهناك عناصر تؤثر على الدم و المخ و العظام ومنها الرصاص و الزئبق و الزرنيخ و الحديد و الكلور و الفلور و الكاديوم و الأمطار الحمضية و المفاعلات النووية و المواد الكيماوية و النفط ومياه الصرف الصحي و المبيدات الحشرية و البلاستيك.[38].

II-5 - طرق معالجة المياه الملوثة :

يتم اختيار طريقة المعالجة وفقا لطبيعة واصل التلوث المستهدف، حيث يمكن أن تكون الطريقة الفعالة ضد تلوث معين غير مناسبة ضد نوع آخر من التلوث، لذلك توجد عدة طرق لمعالجة المياه المستعملة بغرض إزالة المواد المسببة للتلوث وتحسين خواصها بحيث تصبح الاستفادة منها أو إعادة استخدامها لا تشكل أي ضرر بالصحة العامة أو بالبيئة [39]وتتمثل هذه الطرق في :

II-5-1- طرق فيزيائية:

هي طرق المعالجة التي تعتمد على القوى الطبيعية و الفيزيائية[40]، أهمها عمليات الفصل و التصفية ،الترسيب ، الترشيح ، التخثير و التلبيد .

II-5-1-1- الترشيح الدقيق جدا:

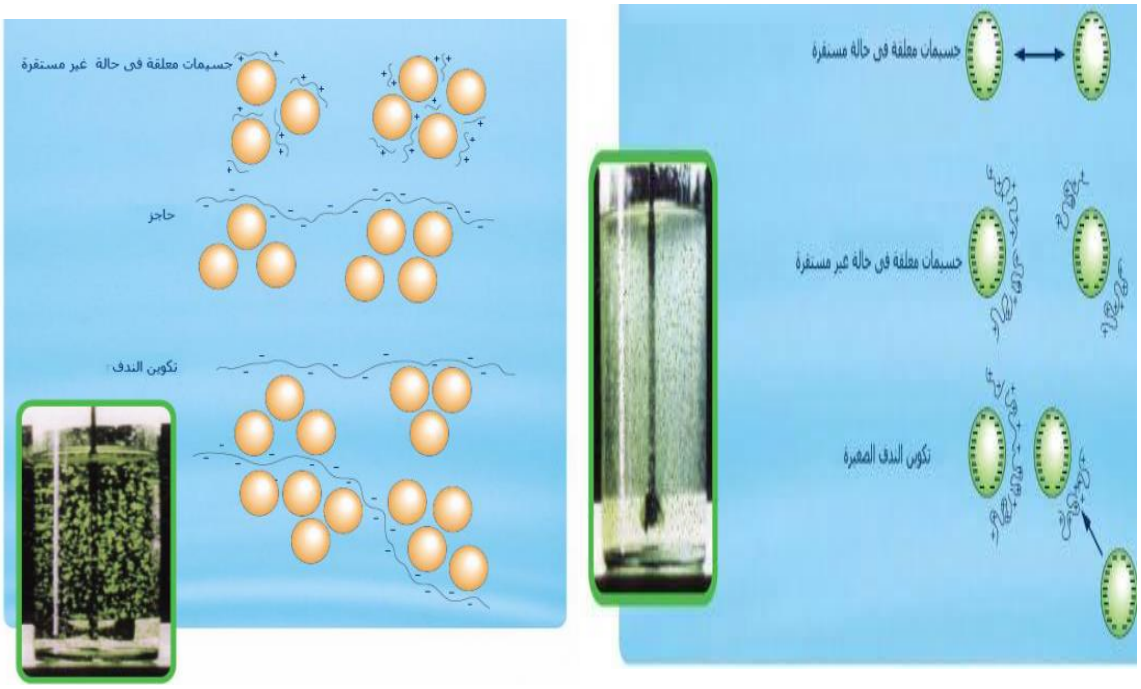
تقنية الترشيح النانوي (NF) عبارة عن عملية فصل غشائي تعتمد أساسا على الضغط، تفصل الجسيمات في نطاق 0.001-0.0005 ميكرو متر وهو فعال في إزالة الصلابة و الأملاح القابلة للذوبان و إزالة المواد العضوية و اللون و الرائحة و الطعم و الكميات المتبقية من المطهرات و مبيدات الأعشاب من السوائل (الماء أو مياه الصرف الصحي أو مياه العمليات الصناعية)[41].

II-5-1-2-الترسيب:

الغرض من هذه العملية هو ترسيب اكبر نسبة ممكنة من المواد العالقة عن طريق تركها تترسب تحت تأثير وزنها، وقد تكون إما طبيعية أي أنها تحت تأثير وزن المواد العالقة بها بدون إضافة أي مواد، او تكون بإضافة مواد مساعدة او كيماويات تساعد على تجميع المواد الخفيفة و التي ليس لها القدرة على الترسب بمفردها[30].

II-5-1-3- -التخثير و التلبيد:

التخثر والتلبيد هي عملية فيزيوكيماوية [42]، يمكن التعريف التخثر على انه اختزال قوى التنافر الكهربائي على سطح الجسيمات من خلال إضافة المخثرالكيماوي [43]مثل الشبة و كلوريد الالومينيوم [42]، أي أن الهدف الرئيسي من التخثر هو زعزعة استقرار الجسيمات الدقيقة العالقة و بالتالي تسهيل تكتلها،[44] في حين أن التلبد هو مرحلة خلط لطيف تزيد من حجم الجسيمات من ندف دقيقة تحت مجهرية الى جسيمات عالقة مرئية واضحة [45]، حيث يتم خلالها تجمع الجسيمات التي تم زعزعة استقرارها بالفعل، عن طريق اصطدامها ضد بعضها البعض مما يؤدي إلى زيادة حجم التكتل و انخفاض عدد الجزيئات في المحلول [30].



الشكل رقم (II-1): توضيح لعمليتي التخثير و التلبيد[30]

II-5-1-4-الإمتزاز:

الإمتزاز هو عملية فيزيوكيميائية يعتمد على قوة الجذب بين الأجسام للتخلص من مركبات معينة من خلال التصاقها بسطح المواد الصلبة [42] يعد ذو فعالية كبيرة في إزالة الملوثات وهناك العديد من السطوح المستخدمة كمواد مازة مثل المخلفات الزراعية [46].

II-5-2- -الطرق الكيميائية :

تشتمل الطرق المعالجة الكيميائية لمياه الصرف الصناعي على إضافة كيماويات، وتعتمد على حدوث تفاعلات كيميائية من اجل التخلص من أو تحويل الملوثات إلى مواد يسهل فصلها [42]. توجد عمليات متنوعة للقيام بالمعالجة الكيميائية منها :الترسيب الكيميائي، الأكسدة الكيميائية و التحليل الكهربائي [47] وكذا إضافة الكلور للمياه الملوثة [48].

II-5-1-2-5- -الترسيب الكيميائي:

الترسيب الكيميائي في معالجة المياه و مياه الصرف الصحي هو تغيير شكل المواد المذابة في الماء إلى جزيئات صلبة k يستخدم الترسيب الكيميائي لإزالة المكونات الأيونية من الماء بإضافة ايونات مضادة لتقليل قابلية الذوبان . يتم استخدامه في المقام الأول لإزالة الكاتيونات المعدنية ، كما يستخدم

أيضا لإزالة الأنيونات مثل الفلوريد، وكذلك الجزيئات العضوية مثل ترسيب الفينولات و الأمينات العطرية بواسطة الإنزيمات [30].

II-5-2-2- -التحليل الكهربائي:

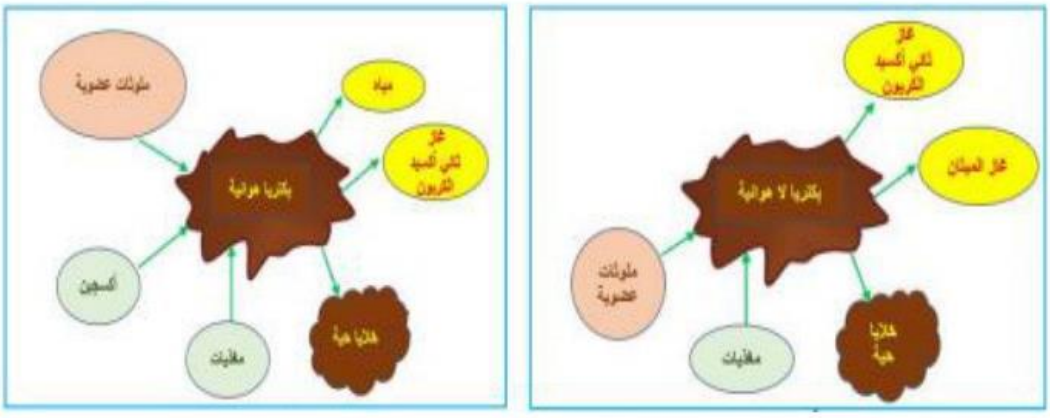
التحليل الكهربائي هو التحلل الكيميائي أو تفكك المواد العضوية وغير العضوية بواسطة التيار الكهربائي. يعد التحليل الكهربائي من أقدم عمليات معالجة مياه الصرف الصحي حيث تم توجيهه نحو توليد C12 لإزالة الروائح الكريهة و تطهير مياه الصرف الصحي[49].

II-5-2-3- -الأكسدة الكيميائية:

الأكسدة الكيميائية هي عملية تنطوي على نقل الإلكترونات من كاشف مؤكسد إلى الأنواع الكيميائية المؤكسدة [49] أي استخدام كواشف الأكسدة مثل بيروكسيد الهيدروجين، وثاني أكسيد الكلور، و الأزون للحد من المركبات الغير قابلة للتحلل ولتقليل اثر المركبات العضوية [50] في هندسة المياه و الصرف الصحي. تستخدم الأكسدة الكيميائية بشكل كبير في إزالة الملوثات شديدة السمية من مياه الصرف الصناعي و إزالة مخلفات المحاليل الملحية و حماة مياه الصرف الصحي[30].

II-5-3- طرق بيولوجية (حيوية) :

المعالجة البيولوجية للماء الملوث يمكن أن تكون هوائية أو لاهوائية ، حيث تتطلب المعالجة الهوائية توفير أكسجين كافي للكائنات الدقيقة من اجل تحويل المواد العضوية إلى كتل ومواد بسيطة أما المعالجة اللاهوائية فهي تعمل على تحويل المواد العضوية إلى ميثان و هيدروجين و أمونيا في غياب الأكسجين [47].



الشكل رقم (II-2): مخطط طرق عمل المعالجة البيولوجية الهوائية و اللاهوائية [40].

جدول رقم (II-1): مقارنة بين طرق معالجة المياه [51]

التقنية / الميزة	الإيجابيات	السلبيات
الامتزاز	– تقنية بسيطة وسريعة جدا – فعالة في إزالة الملوثات – تكلفة منخفضة	– غير قابل للتطبيق فى بعض الصناعات – انتقالية ضعيفة
المعالجة البيولوجية	– إزالة عالية للمواد العالقة – تخفيف اللون جيدا	– بطيئة جدا – تتطلب تكنولوجيا معقدة ومكلفة – انتاج كبير للحمأة
التخثير والتنديف	– بسيطة – غير مكلفة – فعالة في إزالة الملوثات	– تتطلب إضافة مواد كيميائية – تزيد من حجم الحمأة – تتطلب مراقبة مستمرة
الاكسدة الكيميائية	– بسيطة وسريعة – لا تنتج حمأة – فعالة	– تتطلب إضافة مواد كيميائية – تتطلب معالجة أولية – مكلفة
الترسيب الكيميائي	– بسيطة – مفيدة اقتصاديا – فعالة في إزالة المعادن	– انتاج عالي الحمأة – استهلاك عالي للمواد الكيميائية – تتطلب مراقبة مستمرة
الترشيح الدقيق جدا	– بسيطة وسريعة – فعالة – لا تتطلب إضافة مواد كيميائية	– تكلفة عالية – إنتاجية منخفضة – تتطلب مراقبة دورية
التحليل الكهربائي	– فعالة في استعادة المعادن الثمينة – تزيد من التحلل البيولوجي	– تكلفة عالية – تتطلب إضافة مواد كيميائية – تنتج حمأة

الفصل الثالث
المياه الصالحة للشرب

III- المياه الصالحة للشرب:

III-1-تعريف

هي المياه التي ليس لها لون أو طعم أو رائحة والتي تحتوي على العناصر المعدنية بنسب معينة وبدون وجود هذه العناصر أو وجودها بنسب عالية لا تعتبر المياه صالحة للشرب و قد تكون على شكل سائل أو غاز في صورة بخار أو صلب في صورة جليد كل حسب درجة الحرارة[52]

كما يعرف الماء الصالح للشرب هو الماء الذي يحتوي على مكونات الأساسية الضرورية دون وجود أي شوائب أو ملوثات تغير من خصائصه الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية، ويعتبر أساسا للخواص الحيوية للكائنات كافة [53].

الشكل رقم (III- 1): صورة توضح مياه الحنفية الصالحة للشرب[3].

III-2 - المكونات الأساسية للماء:

III-2-1 - الكلور Cl^- :

يتواجد الكلور في القشرة الأرضية بنسبة % 0.026[54]، ويكون عادة في شكل أملاح الصوديوم و البوتاسيوم و الكالسيوم [55]، كما أن وجوده في المياه الطبيعية يمكن أن يكون بسبب انحلال رواسب الملح، نفايات الصناعات الكيميائية، عمليات آبار النفط [56][57]، وهو أكثر الأنيونات وفرة في جسم الإنسان ويساهم بشكل كبير، إذ تتوقف عتبة الطعم في مياه الشرب على الكاتيونات المرافقة، وتكون عادة في المجال مابين 200-300 mg من الكلوريد في L [58]، ويعتبر وجوده في الماء السبب في الطعم المائل للملوحة [5].

III-2 -2- البوتاسيوم K^+ :

يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية لكونه يدخل في تركيب القشرة الأرضية بنسبة 2,59% ومركباته سهلة الانحلال في الماء، غير أن نسبته في المياه السطحية اقل من الصوديوم ويعود ذلك إلى إمتزاز التربة له على نحو جيد فأي زيادة في نسبته تؤدي إلى تعطيل عمل الكلى وعدم انتظام دقات القلب [10][59].

III-2 -3- الصوديوم Na^+:

يشكل الصوديوم 2.83% من تركيب القشرة الأرضية و يتمتع بدرجة انحلال مرتفعة في الماء، لذلك فانه متواجد في جميع أنحاء المياه السطحية و الجوفية بشكل طبيعي و قد حدد التركيز المسموح به في مياه الشرب 200mg/l وفق منظمة الصحة العالمية (OMS). يؤدي التركيز المرتفع لشوارد الصوديوم في مياه الشرب إلى ظهور حالات إسهال عند الإنسان و كذا احتمال الإصابة لأمراض السرطان كما و يحظر على مرضى القلب و الكلى شرب المياه الغنية بالصوديوم [10][59].

III -2 -4- الكالسيوم Ca^{2+} :

تحتوي المياه الطبيعية على ايونات الكالسيوم بنسب مختلفة و ذلك تبعا للطبيعة الجيولوجية للمجرى المائي، وتنتج تلك الايونات عن التفاعل بين ثاني أكسيد الكربون المنحل في الماء و الصخور الكلسية، او نتيجة الانحلال المباشر لكبريتات الكالسيوم (الجبس)، يتواجد الكالسيوم في المياه الطبيعية على شكل كربونات الكالسيوم الحامضية المنحلة مع وجود نسبة صغيرة من الأملاح الأخرى للكالسيوم(كربونات، كبريتات، كلور) ويعبر عن تركيز املاح الكالسيوم في الماء باصطلاح شائع هو قساوة الماء [10][59].

III-2 -5- -المغنزيوم Mg^{2+}:

كما في الكالسيوم، يرجع وجوده في المياه الى انحلال الصخور الكربونية، غير أن تركيزه عادة اقل من تركيز الكالسيوم، حدد التركيز المسموح به في مياه الشرب حسب معايير منظمة الصحة العالمية (OMS) ب 150 mg/L اي زيادة او نقصان يؤدي الى تخثر الدم والإصابة بالأمراض المزمنة، تتواجد شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم في المياه على شكل بيكربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$ و المغنزيوم $Mg\ (HCO_3)_2$ المنحلة [10][59]

III-2 -6- -الكبريتات SO_4^{2-} :

ترتبط الكبريتات بالأيونات الموجبة في الماء مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم، وأهم مصدر طبيعي لها هو عملية إنحلال الجبس ($CaSO_4$، H_2O)، تحدد منظمة الصحة العالمية

(OMS) نسبة الكبريتات في مياه الشرب بمقدار(400 mg/L – 200 mg/L) ويعد من أهم الشوارد في المياه المعدنية للأمراض الجلدية وخاصة للأكزيما و الصدفية وجفاف البشرة وهو ضروري جدا لتركيب مادة الكولاجين الرابطة بين الخلايا كما أن حمام المياه البكتيرية يساعد على إزالة آلام المفاصل و الروماتيزم[59][63].

III-2 -7- -الكربونات و البيكربونات :(CO_3^{-2} , HCO_3^{-2})

يتعلق تركيز الكربونات و البيكربونات في الماء بشروط التوازن القائمة بين الوسط المائي من جهة و الطورين المحيطين به (الصلب و الغازي) من جهة أخرى، و ينشأ هذا التوازن بين أطوار ثلاثة تتمثل بالصخور الصلبة المحيطة بالماء وغاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء و الماء ذاته، أما في حالة خلو الصخور من الكربونات فإن التوازن يحدث عند ذلك بين طورين هما السائل و الغاز، وفي مايلي أهم التوازنات القائمة في الوسط المائي :

$$(CaCO_3)_S \longrightarrow CaCO_3$$

$$(CaCO_3)_{aq} \longrightarrow Ca^{+2} + CO_3^{-2}$$

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$CO_3^{-2} + H^+ \longrightarrow HCO_3^-$$

ومن آثار البيكربونات أنها تساعد على المحافظة و تنظيم و توازن الحوامض في المعدة والأمعاء [59].

III-3- -المواصفات الفيزيوكيميائية لمياه الشرب :

III-3-1 - اللون:

تعد المياه النقية عديمة اللون وعكسه يعد ملوثا بمواد ملونة ذائبة قد يرجع اللون إلى ذوبان المواد العضوية الناتجة عن تحلل و تفسخ الأحياء المائية و تعرف بالذبال كما أن مركبات الحديد و النحاس و المنغنيز و غيرها قد تسبب تلون المياه فضلا عن المواد الملون و الأصباغ التي ترمى إلى المياه مباشرة [10][17].

III-3-2 -الرائحة و الطعم :

تكتسب الماء رائحة و طعما غير مستساغين بسبب توجد بعض الأملاح المعدنية المنحلة فيها و بقيم مفرطة و قد يكون للمياه طعما ترابيا بسبب وجود بعض الأوحال فيها.

يجب أن يكون ماء الشرب خاليا من الرائحة لأنها دليل على التلوث، تنتج الرائحة عن تفكك المركبات العضوية المنحلة في الماء و من الصعب تحديد تركيزها لأنها تكون بتراكيز منخفضة جدا، و لذلك يعتمد تقديرها على خاصية الشم، بإجراء تخفيف للعينة إلى أن تختفي رائحتها [10][60].

III-3-3 -العكارة Tm:

هي مقياس لكمية الضوء المنتشر و الممتص بواسطة الماء بسبب المادة المعلقة في الماء، قد تكون الجسيمات العالقة التي تعكر المياه الناتجة عن مواد غير عضوية مثل الطين الطمي ،كربونات الكالسيوم [61] أو الجسيمات العضوية الغروية و الكائنات المجهرية الأخرى [62]، يعبر عنها بالوحدة النفلومترية للعكر (NTU) وتعد مؤشرا لنوعية مياه الشرب [63]، حيث يعتبر العكر الذي يزيد عن القيمة 5 وحدة (NTU) غير مقبول لذا المستهلكين، ويفضل أن تكون اقل من 1 وحدة نفلومترية (NTU) [62].

III-3-4 -الحرارة T :

تتغير التراكيز النسبية للمتفاعلات و النواتج في التوازنات الكيميائية مع تغير درجة الحرارة فمعدلات التفاعلات الكيميائية تقل بانخفاض درجة الحرارة [62]، كما يفضل أن تكون مياه الشرب باردة على أن تكون دافئة، و الحرارة عامل يحدد باقي العوامل الفيزيوكيميائية للماء، حيث يرتبط العكر و اللون بشكل غير مباشر بدرجة الحرارة و ينقص ال pH كلما زادت هذه الأخيرة [64]، وعندما تتراوح بين 13° C و 20 ° C فان تركيز الأكسجين ينخفض بنسبة [65] 13° C.

III-3-5 -الناقلية الكهربائية CE:

تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة فبالتالي جميعها تشارك في الناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية عن إرتفاع نسبة الملوحة، إن الحصول على ماء عديم الناقلية ليس بشيء مستحيل من الناحية التجريبية و أكثر المياه أعطت ناقلية كهربائية قدرها $2,4.\ 10^{-6}$ s/cm في درجة حرارة 20 C° [10]17],حيث تعتمد التوصيلة الكهربائية على ما يلي [66]:

-مجموع المواد الصلبة الذائبة

-درجة حرارة المياه

-تركيز الايونات

-تكافئ الايونات

وقد صنفت منظمة الصحة العالمية المياه الصالحة للشرب بدلالة التوصيلة الكهربائية كما في الجدول التالي :

الجدول رقم (III-1) : المياه الصالحة للشرب بدلالة التوصيلة الكهربائية [66].

نوعية المياه	التوصيلة الكهربائية µs/cm
مياه ممتازة	400-50
مياه جيدة	750-400
مياه متوسطة	1500-750
مياه ذات املاح معدنية عالية	أكبر من 1500

III-3-6 - الأس الهيدروجيني pH :

يعرف pH على أنه اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين و مقياسا للتوازن الحامضي القاعدي [67].و احد العوامل المهمة في تحديد مدى صلاحية مياه الشرب و التأثير في فعالية عمليات التطهير سوآءا بالكلور أو بالأوزون [68]،و يقع الpH لمعظم المياه الخام ما بين 6,5 و 8,6 [69].

III-3-7 -مجموع الأملاح الذائبة (TDS):

هي عبارة عن أملاح اللاعضوية ونسبة صغيرة من المواد العضوية، حيث أن الأيونات الرئيسية التي تسهم في مجموع المواد الصلبة الذائبة هي الكربونات، بيكربونات، كلوريد، كبريتات، نترات الصوديوم، بوتاسيوم، كالسيوم و المغنزيوم[70] ، كما ان المحتوى العالي من الأملاح يؤثر على صفات مياه الشرب كزيادة العسرة، طعم غير مرغوب فيه، ترسب المعادن، تكوين التكلسات في أنابيب شبكة التوزيع أو حدوث التآكل[71].

III-3-8 -عسر ويسر الماء:

عرف" الماء اليسر"، بأنه الماء الذي يتفاعل مع الصابون عند استخدامه في الغسيل، منتجا رغوة الصابون. أما "الماء العسر" فإنه لا تنتج عنه هذه الرغوة، أو تنتج بكمية ضئيلة. و يرجع السبب في عدم إنتاج رغوة الصابون مع الماء العسر، إلى وجود نسبة عالية من الأملاح المذابة في الماء، مثل أملاح الكالسيوم و المغنيزيوم، خاصة البيكربونات و الكبريتات و نتيجة وجود هذه الأملاح في الماء، تتفاعل مع الصابون لإنتاج رواسب كيميائية، بدلا من الرغوة التي تزيل الأقذار من الملابس

أو الأدوات المراد غسلها، لذلك فإن سكان المناطق التي بها ماء عسر يجدون مشقة كبيرة في استخدام الماء العسر في النظافة .

ويمكن إزالة عسر الماء بعدة طرق تبعا لنوع الأملاح المسببة للعسر. ففي حالة العسر المسبب بأملاح بيكربونات الكالسيوم فيكفي غلي الماء للتخلص من هذا العسر حيث تتحول البيكربونات إلى كربونات تترسب داخل إناء التسخين أو الغلي لذا يطلق على العسر الناتج من هذه الأملاح "العسر المؤقت ".

فهو يختلف عن العسر الدائم الناتج عن كبريتات المغنزيوم أو الكالسيوم ولا يمكن التخلص منه بالحرارة. و كما أن الماء العسر غير مناسب للإستعمال العام فإن الماء شديد اليسر غير مناسب أيضا للإستعمال العام لأن طعمه غير مناسب لخلوه من ثاني أكسيد الكربون. وكذلك يذيب الماء اليسر الرصاص في الأنابيب المصنوعة من هذا المعدن لأنه يؤدي إلى تكوين هيدروكسيد الرصاص وهي مادة قابلة للذوبان في الماء مما يؤدي إلى التسمم بالرصاص نتيجة الإستعمال المستمر لهذا الماء المحتوي على الرصاص [66] .

III-4 - جودة مياه الشرب :

الماء الذي يستخدم يجب أن يتصف بأوصاف كيميائية و فيزيائية وبكتريولوجية محددة، كما يستلزم أن يكون على درجة عالية من الجودة كي لايعطي طعم أو لون أو رائحة أو عكارة، و إلا فمن الضروري معاملته معاملة خاصة تعيد له ما فقده من صفات، و نظرا لأهمية الموضوع فقد سطرت منظمة الصحة العالمية WHO و كذا دول المجتمع الأوروبيEC دليل إرشادي يمثل الحدود القصوى و المستوى المسموح به لكل مادة لحماية الإنسان من مخاطر التلوث البيئي[6].

الجدول رقم (III-2) : المعايير الارشادية لبعض مكونات مياه الشرب [4].

العنصر	الوحدة	النظام العالمي	النظام الجزائري
pH	/	8,5-6,5	8,5-6,5
الناقلية الكهربائية CE	ms/cm	/	3,125
القساوة TH	mg/l	500	/
البقاية الجافة	mg/l	1200	2000
درجة الحرارة T	C^0	25	25
الكالسيوم	mg/l	200	200
المغنزيوم	mg/l	150	150
الصوديوم	mg/l	200	/
البوتاسيوم	mg/l	/	/
الكبريتات	mg/l	200	/
الكلوريد	mg/l	200	600
النترات	mg/l	45	50
فحوم هيدروجينية	mg/l	/	/
الرصاص	mg/l	0 ,1	/
الزئبق	mg/l	0,001	/
الكادميوم	mg/l	0,005	/
الكروم	mg/l	0,05	/

III-5- الدراسات السابقة:

الماء هو العنصـر الأسـاسـي الذي تقوم عليه الحياة ليس لدخوله في جميع العمليات البيولوجية فقط بل للحاجة الماسـة إليه في العديد من الأنشـطة الصـناعية و الزراعية ومختلف الاحتياجات العامة، حيث تواجه دول العالم في الوقت الراهن عدة مشـاكل بيئية ظهرت جراء حدوث الظواهر الطبيعية و الملوثات الصـناعية وهذه الاخيرة تؤثر على المياه الجوفية و بالتالي المياه الصـالحة للشرب[72] و نظرا لاهمية هذا المورد ظهر تحد جديد امام العالماء و الباحثين من اجل الحصول على مياه صالحة للشرب عن طريق مقارنة هذه المياه مع المواصفات الوطنية و العالمية المعتمدة ومن هنا نذكر عدة دراسات منها :

قام الباحث عبد الناصـر و آخرون بدراسـة بعض المتغيرات الفيزيائية و الكيميائية لثلاث محطات تحلية للمناطق الزوارة و الزاوية و الزليتن الواقعة شـمال غرب ليبيا، حيث تعمل هذه المحطات بالطرق الحرارية، تم أخذ عينات من المياه الداخلة و الصـادرة من وحدات التحلية ، و قد تمت الدراسة ابتداءا من شهر نوفمبر 2014 الى حتى شهر يناير 2015، و أوضحت النتائج ان قيم الأس الهيدروجيني (Hp) للماء هي ضـمن القيم المسـموح بها ، ونسـب الاملاح الذائبة الكلية توافقت مع قيم التوصـيل الكهربائي المقاس وكانت كمية الأملاح الذائبة الكلية أقل من الحد الأدنى

المسجل في المواصفات القياسية الدولية للمياه الصالحة للشرب، وكان تركيزها في محطة زليتن هي الأقل مقارنة بمحطة زوارة التي سجلت أعلى قيم لتركيز الأملاح الذائبة الكلية في شهر ديسمبر2014، و أظهرت نتائج تحليل الأيونات الذائبة الكلية تركيزات أقل قليلا من القيم المسجلة بالمواصفات الليبية لمياه الشرب و على ذلك تعتبر المياه الصادرة من وحدات التحلية صالحة للشرب و للخدمات المعيشية و الخدمية، أما بالنسبة للتلوث الجرثومي فكانت جميع المياه الخارجة من وحدات التحلية للمحطات الثلاثة خالية من التلوث البكتيري و الجرثومي[73].

- قامت الباحثة خديجة عبد السلام و آخرون في شهر يونيو 2019 بإجراء بحث حول منطقة مرزق الواقعة جنوب غرب ليبيا كان الهدف منه دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الشرب و تأثير أعماق الآبار على نوعية المياه و مدى مطابقتها لمواصفات منظمة الصحة العالمية و المواصفات القياسية الليبية، حيث تم تقسيم منطقة الدراسة جغرافيا إلى ثلاث مناطق ، منطقة الدراسة الأولى (منطقة وادي عتبة)، منطقة الدراسة الثانية (منطقة مرزق- تراغن)، منطقة الدراسة الثالثة (منطقة أم الأرانب - زويلة - تمسه) ، حيث كشفت النتائج اختلاف ملوحة مياه الآبار باختلاف أعماقها، كما أظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية و الكيميائية لمياه الشرب بمنطقة الدراسة ارتفاع نسبة الملوحة للمياه بسبب ارتفاع الناقلية الكهربائية و تركيز الأملاح الذائبة الكلية بالاضافة لارتفاع ايونات الصوديوم و الكلوريد حيث تراوح تركيز الاملاح الذائبة الكلية مابين (116.7 – 554.6 mg/l) وهي تعد مياه عذبة، أما الآبار السطحية التي لا يزيد عمقها عن 100 m فيتراوح تركيز الأملاح الذائبة الكلية فيها بين (502- 1372.8 mg/l) وهي تعتبر مياه عذبة إلى مياه مالحة، كما يتراوح تركيز أيون الصوديوم في الآبار السطحية ما بين (94.7 –315mg/l) أما الآبار العميقة تتراوح ما بين (15.2 –100.8mg/l)، و أ يون الكلوريد في الآبار السطحية ما بين (153.3 – 365 mg/l) أما في الآبار العميقة فتتراوح مابين (17.6 – 193,3 mg/l) حيث تجاوز تركيزها الحدود المسموح بها طبقا للمواصفات العالمية لمياه الشرب و المواصفات القياسية الليبية خاصة في مياه الآبار السطحية لمنطقتي الدراسة الثانية و الثالثة مقارنة بمياه الآبار العميقة، أما تركيز أيونات الكالسيوم و البوتاسيوم و المغنيزيوم و النترات و البيكربونات و الكبريتات لم تتجاوز الحدود المحلية و الدولية المسموح بها في جميع عينات الدراسة.[74]
- قام الباحثان احمد الزين و احمد محمد بإجراء دراسة الهدف منها هو التحقق من جودة المياه الجوفية لمنطقة شرق جبل أولياء في السودان وملائمتها مع المياه الصالحة الشرب وذلك بالتحليل الكيميائي و الفيزيائي و الحيوي للمياه ومقارنتها بالمواصفات العالمية لمنظمة الصحة العالمية و

للمواصـفات السـودانية، جمعت العينات من بئرين مختلفين من "اراك الكاتب ، واراك صـالح " و كانت نتائج التحليل على النحو التالي : كل العناصـــر الكيميائية و الفيزيائية في المعدل الطبيعي مقارنة بالمواصـــفات العالمية و الســـودانية لجودة مياه الشـــرب و كل العينات خالية من بكتيريا الكوليفورم (البكتيريا القولونية)[75].

الفصل الرابع :

الدراسة الميدانية

1-IV الموقع الإقليمي :

تقع ولاية ورقلة في الجنوب الشـــرقي للجزائر على دائرة عرض °31 و °57 شـــمالا وخطي طول °5 و° 20 شرقا ، تتربع على مساحة قدرها $163.230\ km^2$ تبعد عن العاصمة ب 800 Km ، تعتبر أهم ولاية من بين الولايات الجنوبية الجزائرية اقتصـاديا (النفط و المياه الجوفية) وإستراتيجيا (المساحة و الموقع).وهي محددة جغرافيا ب :

- من الشمال ولايتي الوادي وتقرت.
- من الجنوب ولايتي إليزي وتمنراست.
- من الغرب ولاية غرداية.
- من الشرق دولة تونس. [76].

صورة رقم (1-IV): الموقع الجغرافي لولاية ورقلة [76].

2-IV- الخصائص المناخية :

IV-2- 1- درجة الحرارة :

مناخ منطقة ورقلة ، صحراوي جاف ودرجات الحرارة بها مرتفعة صيفا حيث تتجاوز (41°) في المتوسط ، وتنخفض شتاءا ولاسيما أثناء الليل فالمناخ هنا قاري يتميز بفوارق حرارية (يومية وفصلية) معتبرة تصل إلى حدود (30°) مئوية[3]

IV-2-2- الأمطار:

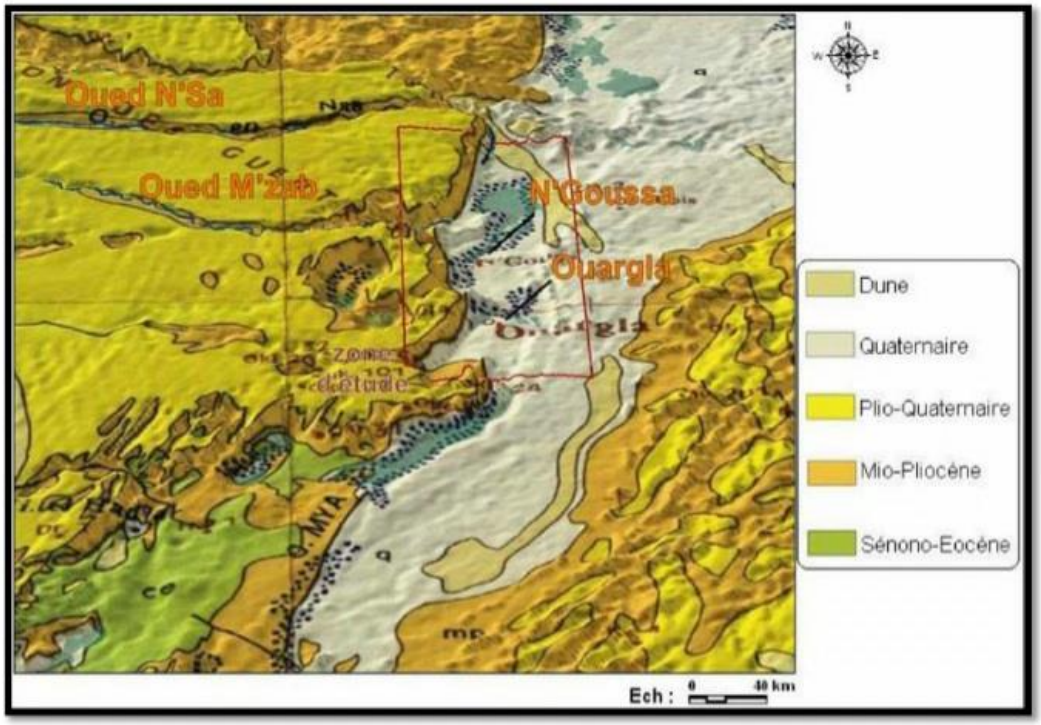
مناخ ورقلة يتميز بندرة الأمطار 49mm في المتوسط وهي كغيرها من المناطق الصحراوية، تفتقر للغطاء النباتي الطبيعي، ولكنها بالمقابل غنية بالبساتين و النخيل فهي واحة بديعة المناظر [3].

IV-2-3- الرياح الموسمية :

تهب على ولاية ورقلة عواصف رملية موسمية بين شهري (فبراير و أفريل)، وتبلغ ذروتها في شهر مارس وغالبا ماتتسبب في خسائر فادحة تصيب الزرع و الماشية، ويبدأ الجو في التحسن إبتداءا من شهر سبتمبر عندما يتغير اتجاه الرياح لتصبح شمالية شرقية، وهي معروفة محليا باسم (البحري)وهي غالبا ما تكون محملة بشيء من الرطوبة فتعمل على تلطيف الجو ولاسيما ليلا. [3].

IV-3- الوضعية الجيولوجية:

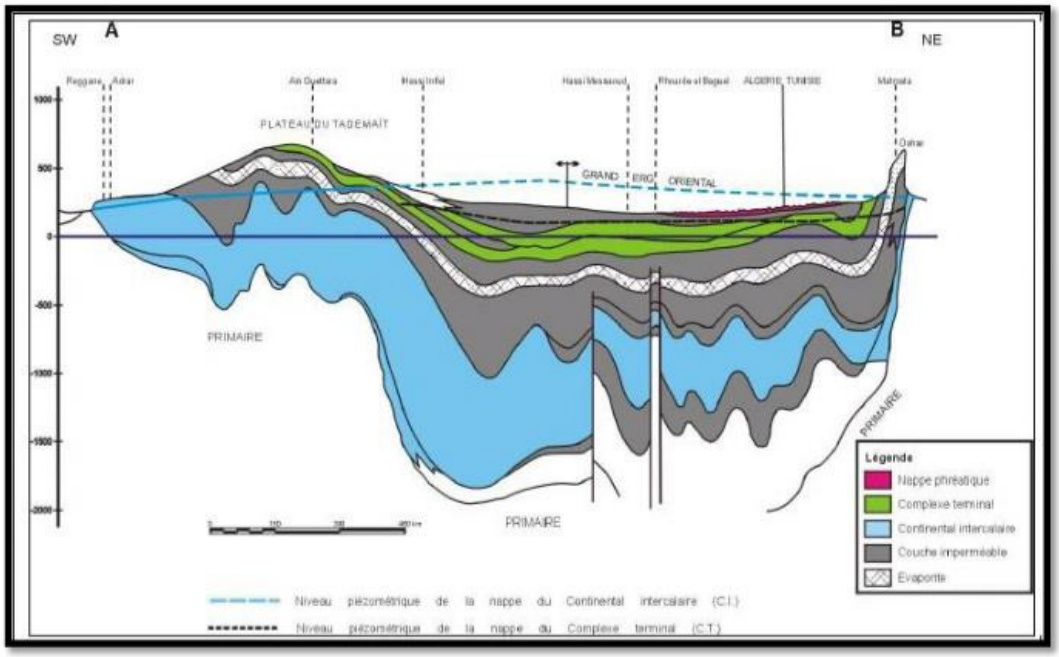
تقع المنطقة ضمن المنخفض الصحراوي الكبير وتتميز بوجود طبقات رسوبية تكونت عبر عدة عصور (رملية كلسية ، طينية و جبسية ....) كما تعتبر المنطقة مستقرة تنعدم الزلازل و الإنزلاقات الأرضية [77]



الصورة رقم (IV-2) :صورة جيولوجية لورقلة [78].

IV-4-الوضعية الهيدروجيولوجية :

مدينة ورقلة كباقي المناطق الصـــحراوية فقيرة من المياه الســطحية ولكن على العكس من ذلك فهي غنية بالمياه الجوفية حيث تتميز هذه الاخيرة بطبقتين مائيتين ذات مخزون مائي هائل :



الشكل رقم (IV-3): مقطع هيدروغرافي لمختلف الطبقات المائية لحوض ورقلة [78].

IV-5- اهم الطبقات الهيدروغرافية للمنطقة :

IV-5-1- طبقة المركب النهائي(complexe terminal) :

طبقة المركب النهائي (طبقة الميوبليوسان(Moi - pliocéne) و طبقة السينونيان (sénonien)و طبقة التيرونيان(turonien) ، يتراوح عمقها بين 60m و 500m، وهي ذات ملوحة تتراوح بين 1.8 g/l الى 6,4 g/l يقدر عدد ابارها المستغلة للتزويد بالمياه الصالحة للشرب بولاية ورقلة ب57 بئر.

IV-5-2- طبقة المتداخل القاري (nape continental intercalaire) :

طبقة المتداخل القاري (طبقة الآلبيان Albienne)تعتبر طبقة رئيسية فهي تشكل خزان هام في الصحراء الجزائرية وهي محتواة في الطين الرملي توجد على عمق يفوق 1300m مع الجريان من الجنوب نحو الشمال و مياه هذه الطبقة جد ساخنة[79][80].

IV-6- حوض ورقلة :

يقع حوض ورقلة في الجنوب الشرقي للجزائر وهو جزء من المنخفض الصحراوي الكبير، يبلغ طوله 30km، و عرضه يتراوح بين 12و 18km ، و ارتفاعه بين 103 و 150m فوق مستوى سطح البحر، يمتد بين هضبتين الاولى تحده من الغرب، ارتفاعها 230m، و الثانية من الشرق بإرتفاع يناهز 160m، وهي متصلة برمال العرق الشرقي الكبير[3].

IV-7- الآبار :

يمكن تعريف مصطلح البئر على أنه ممر أو ثقب أسطواني الشكل يكون داخل الأرض باتجاه عمودي، ويحفر داخل الصخور بهدف استخراج المياه أو الغاز أو النفط من باطن الأرض للسطح ويكون هذا الحفر بأعماق و أقطار مختلفة و متباينة حسب الغاية من الحفر[81].

IV-8تصنيف الآبار :

تصنف الآبار إلى :

IV-8-1- آبار إستكشافية : وهي عبارة عن آبار يكون الغرض من حفرها التحري عن وجود البترول أو الماء.

IV-8-2- آبار إنتاجية : وهي الآبار التي يتم حفرها لغايات الإستثمار بالنفط أو المياه الجوفية.

IV-8-3- آبار المراقبة : و يتم حفرها لغاية مراقبة تذبذبات نسبة السائل، حيث تستخدم في تجارب الضخ.

IV-8-4- آبار التطعيم الإصطناعي : وهي عبارة عن آبار يتم حفرها لغاية تغذية المياه الجوفية بشكل صناعي [82].

IV-9- طرق تحديد الخزانات الباطنية للمياه الجوفية :

يوجد العديد من الطرق للتنقيب عن المياه الجوفية لكن الطرق الأكثر إستعمالا في وقتنا هي الطرق الجيوفيزيائية.

IV-9-1الطرق الجيوفيزيائية :

توفر هذه الطريقة معلومات اكثر عن الظروف الصخرية تحت الارض مثل نوع الصخور و تماسكها و عمق المياه الجوفية و الطبقات الصخرية و محتوى الماء من الاملاح، كما تقدم خرائط تساعد في تحديد مواقع الابار دون اللجوء في كل مرة الى الاكتشاف الجيوفيزيائي المكلف، حيث تظم عدة طرق من بينها:

- طريقة المقاومة الكهربائية .
- طريقة المسح الزلزالي .
- طريقة الحفر الاختباري .
- الطريقة المغناطيسية .

الا ان الطرق الاكثر استعمالا في وقتنا الحالي و خاصة في الجنوب الشرقي للجزائر طريقة المقاومة الكهربائية و طريقة المسح الزلزالي[83].

IV-9-1-1 طريقة المقاومة الكهربائية :

هي إحدى الطرق التي لها نتائج ملموسة وناجحة في اكتشاف الطبقات الحاملة للمياه ويستخدم في هذه الطريقة تيار كهربائي مستمر او تيار ذو ترددات منخفضة ، حيث يتم غرس أربع الكترودات معدنية في التربة من الاحسن ان تكون مغروسة على شكل مربع و المسافة بينهم عشر أمتار على الأقل يتم ربط هذه الإلكترودات بجهاز المقاومة الأرضية اغلب هذه الاجهزة تحتوي على ثلاث أنظمة للكشف و التنقيب وهي كالتالي:

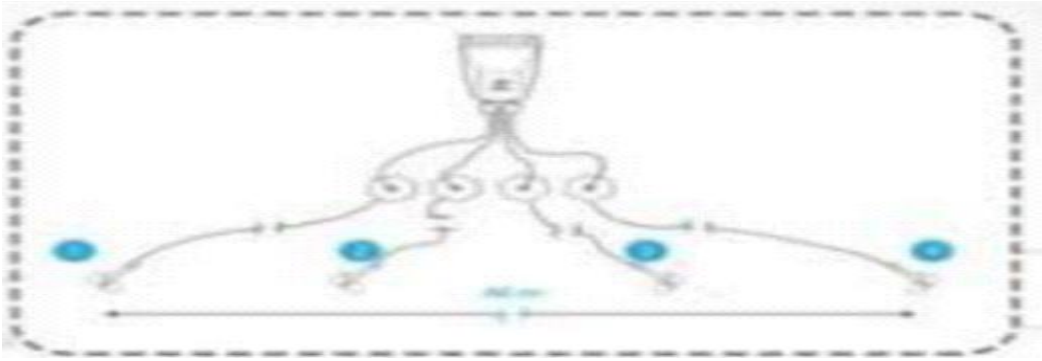
- نظام الاستشعار عن بعد.
- نظام التعقب الضوئي.
- نظام المسح الجيوفيزيائي الذي يضم :

- نظام المسح الجيوفيزيائي المباشر و السريع للحصول على نتائج سريعة
- نظام المسح الجيوفيزيائي المتقدم للحصول على نتائج متكاملة حول نوع المياه، عمق المياه، الملوحة، كثافة المياه ونوع التربة إذا كان هناك صخور فلزية، تعرض هذه النتائج الأخيرة على شاشة الجهاز[84].

IV-9-1-1-1-الأجهزة المستعملة:

جهاز المقاومة الكهربائية: يحتوي هذا الجهاز على ثلاث أنظمة، بالإضافة إلى شاشة تعرض نتائج البحث.

-**إلكترودات معدنية** : لنقل التيار الكهربائي[84].



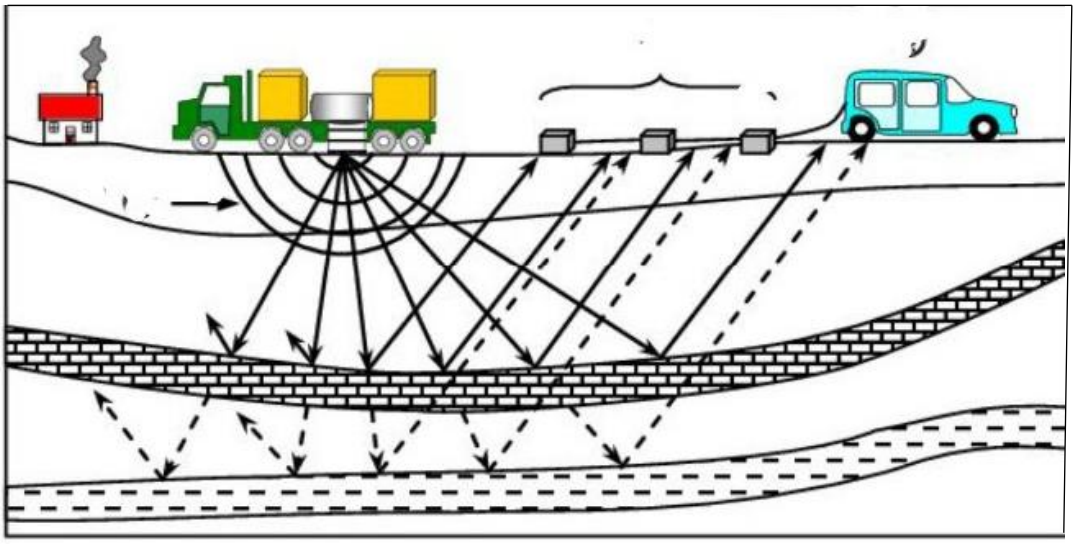
الشكل رقم (IV-4): رسم تخطيطي يوضح طريقة المقاومة الكهربائية للكشف عن المياه الجوفية [85]

IV -9-1-2- طريقة المسح الزلزالي:

تسمى هذه الطريقة أيضا طريقة انكسار الموجات الزلزالية إذ تعتمد على حساب سرعة انتشار الموجات الزلزالية حيث تستخدم شاحنة ترسل من خلالها اهتزازات إلى باطن الأرض ثم تنعكس هذه الاهتزازات في إتجاه السطح وتلتقط بواسطة جهاز مسجل للهزات، تسمح تسجيلات الاهتزاز المحصل عليها بمعرفة طبيعة الصخور في باطن الأرض، و بالتالي الكشف عن وجود طبقات مائية، علما أن سرعة إنتشار هذه الموجات ترتفع كلما ارتفعت نسبة الماء في الصخور[86].

IV-9-1-2-1-الأجهزة المستعملة في المسح الزلزالي:

- **المرسل :** هي عبارة عن شاحنة ترسل إهتزازات إلى باطن الأرض ثم تنعكس هذه الإهتزازات إلى سطح الأرض.
- **المستقبل :** هذا الجهاز هو الذي يعمل على تبيان وصول موجات الاهتزازية و اجهزة الاستقبال متنوعة من خلال الخصائص الطبيعية التي يعتمد عليها كل نوع في ادائه .
- **المكبر:** هو جهاز الكتروني الغرض منه تكبير خواص التيار الكهربائي الخارج من المستقبل حيث يمكن تسجيله بوضوح
- **المكثف:** الغرض منه فصل ماتحدثه المؤثرات الخارجية و استبعادها عن ناتج حركة الارض، و من امثلة هذه المؤثرات الرياح و تحركات القشرة الارضية[86].



الشكل (IV- 5): رسم تخطيطي يوضح طريقة المسح الزلزالي للكشف عن المياه الجوفية [86].

- بعد ما يحدد مكان الخزانات الجوفية يتم إنشـاء آبار إسـتكشـافية (إسـتطلاعية) طبقا لتقدير علمي دقيق لموقع الحفر و الأعماق المطلوب الوصـــول إليها حيث يتم أخذ عينات من هذه هذه الآبار بهدف دراستها و تحليلها ومعرفة هل هي صالحة للشرب ام لا .

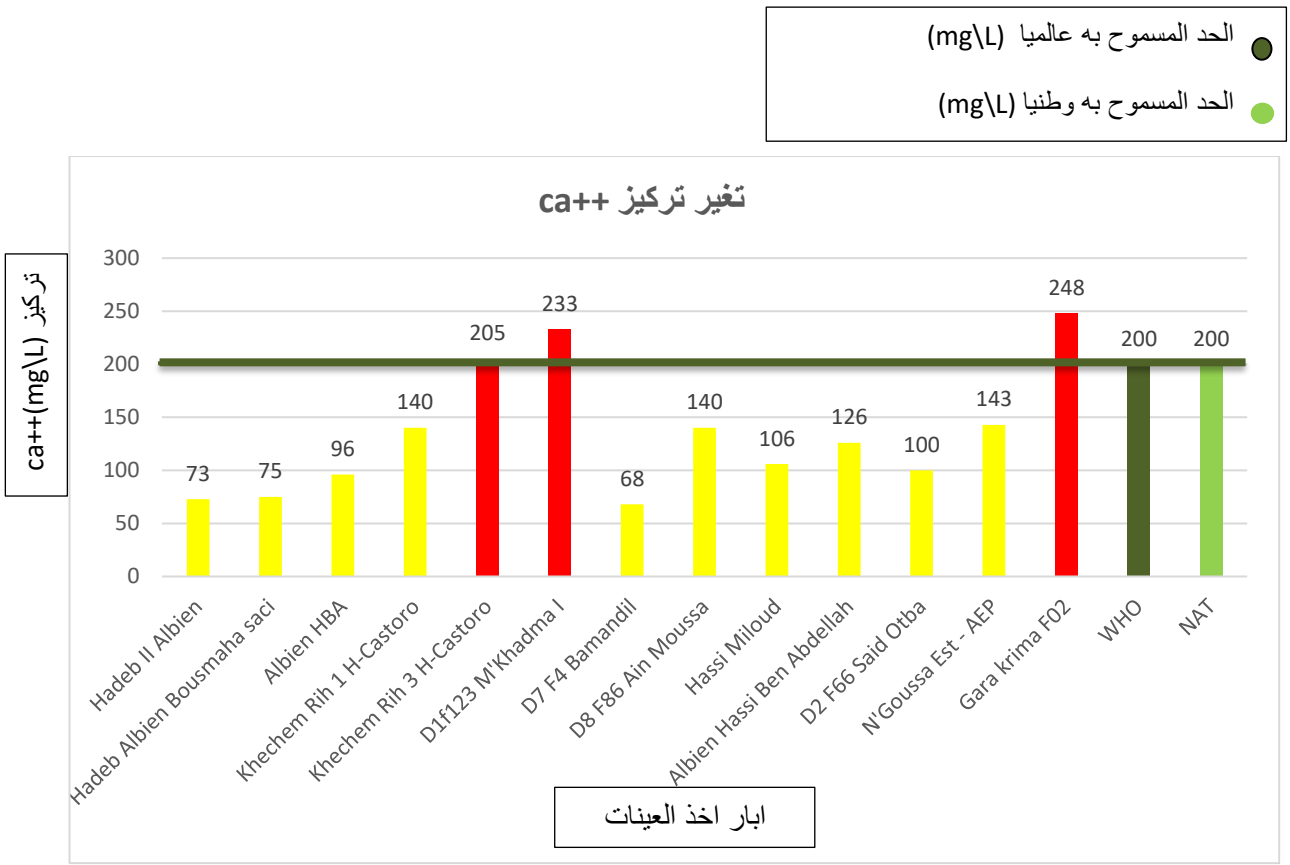
IV-10- نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الشرب لمدينة ورقلة لسنة 2017 (الوحيدة و المتوفرة حاليا):

الجدول رقم (IV-1): تركيز بعض العناصر الفيزيوكيميائية لعينات من مياه الشرب[87]:

Forage	Commune	Nappe	Année d'analyse	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4--	CO3 -	HCO3-	NO3-	RS à 110°	Cduc,ms/cm	PH	TH	T°C
Hadeb II Albien	Rouissat	CI	2017	73	197	175	30	400	580	12	67	37	1596	1.9	8.76	990,99	V 50
Hadeb Albien Bousmahasaci	Rouissat	CI	2017	75	210	180	29	435	610	0	125	39	1664	1.97	7.75	1051,05	V 50
Albien HBA	Hassi B Abdellah	CI	2017	96	138	235	25	500	600	0	98	20	1848	2.15	7.988	800,8	V 50
Khechem Rih 1 H-Castoro	Hassi B Abdellah	CI	2017	140	182	395	24	805	734	0	140	0	**2710**	3.04	7.85	1101,1	V 50
Khechem Rih 3 H-Castoro	Hassi B Abdellah	CI	2017	205	116	181	26	385	653	0	157	0	1760	2.1	7.9	990,99	V 50
D1f123 M'Khadma I	Ouargla	CT	2017	233	105	465	24	790	650	0	105	61	**2572**	3.8	8	1021,02	V 28
D7 F4 Bamandil	Bamandil	CT	2017	68	161	218	12	360	600	0	113	14	1668	2.46	8.46	840,84	V 28
D8 F86 Ain Moussa	Sidi Khouiled	CT	2017	140	212	375	16	745	1025	0	79	69	**2836**	3.07	7.98	1221,22	V 28
Hassi Miloud	N'Goussa	CT	2017	106	156	243	11	485	616	0	98	67	**2124**	2.28	8.15	910,91	V 28
Albien Hassi Ben Abdellah	Hassi B Abdellah	CT	2017	126	256	340	16	800	800	0	85	70	**2762**	2.99	7.98	1371,37	V 28
D2 F66 Said Otba	Ouargla	CT	2017	100	153	200	10	305	656	0	140	25	1672	2.04	8.4	880,88	V 28
N'Goussa Est – AEP	N'Goussa	CT	2017	143	210	409	15	800	983	0	134	18	**2982**	3.63	8.16	1221,22	V 28
Gara krima F02	Rouissat	CT	2017	248	212	982	36	1268	1728	0	116	10	**4616**	6.97	7.2	1491,49	V 28

IV-11- مناقشة النتائج:

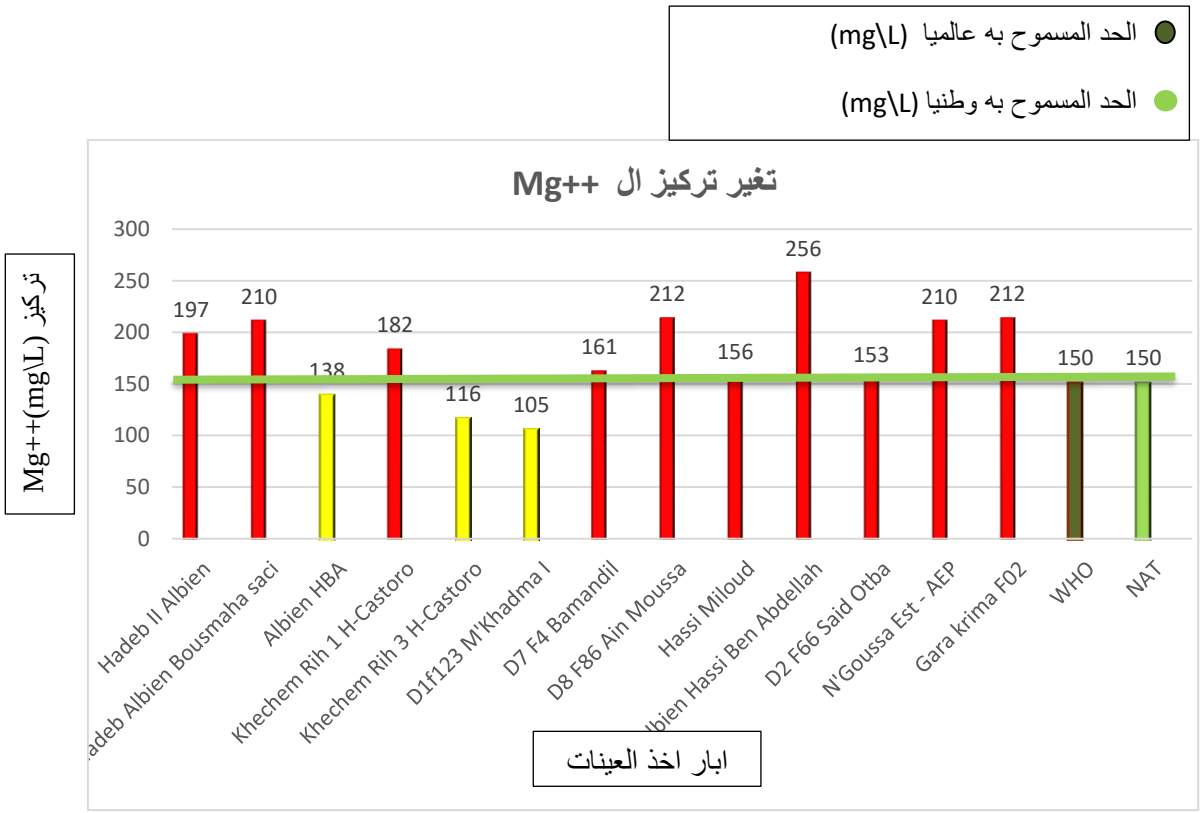
IV-11-1- الكالسيوم Ca^{+2}:



الشكل (IV-6):تغيرات تركيز الكالسيوم للمناطق المدروسة

أظهرت نتائج التحليل المبينة في الشكل (IV-6) أن نسبة Ca^{+2} كانت مرتفعة عن القيمة المعتمدة وطنيا و عالميا في كل العينات المأخوذة من منطقة حاســـي بن عبد الله (بئر Khechem Rih 3 H-Castoro) و ورقلة (بئر D1f123 M'Khadma I) و الرويســـات (بئر Gara krima F02) حيث هذه الأخيرة بلغت أعلى نسبة (248 mg/l) بينما كانت نسبته منخفضة في باقي المناطق الأخرى، لكن هذا الإنخفاض غير مقبول لأنه يؤدي إلى عدة أمراض خطيرة على الصحة كضعف الجهاز المناعي و هشاشة العظام.

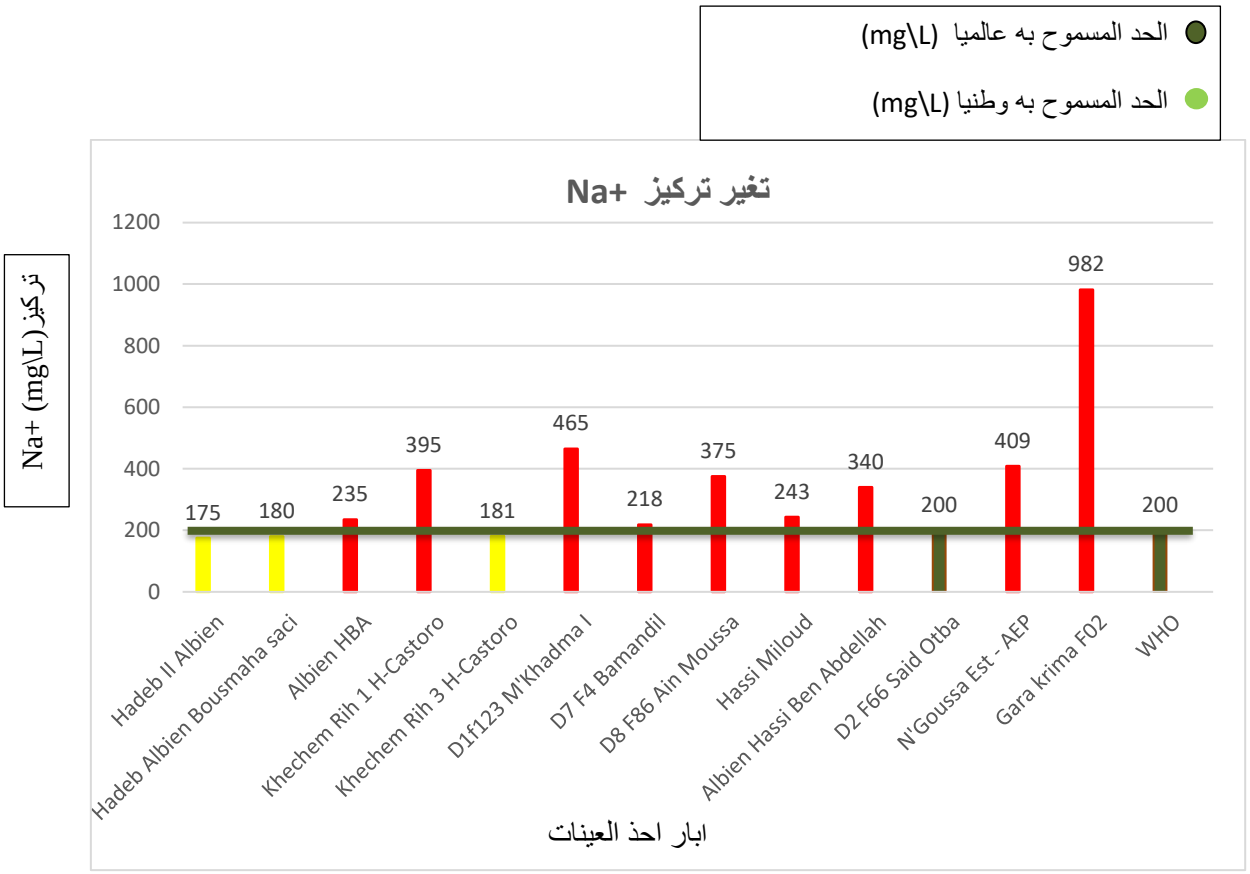
IV-11-2- المغنزيوم Mg^{+2}:



الشكل (IV-7):تغيرات تركيز المغنزيوم للمناطق المدروسة

تشـــير نتائج التحليل المبينة في الشـــكل (IV -7) أن قيم Mg^{+2} كانت مرتفعة عن القيمة المعتمدة وطنيا و عالميا (150 mg/l) في أغلب المناطق حيث بلغت أعلى نسبة (156 mg/l) في منطقة حاســـي بن عبد الله (بئر Albien Hassi Ben Abdellah) و قد يعود هذا الإرتفاع إلى وجود أحجار جيرية قريبة من أحواض الترســـيب أو قريبة من المنبع المائي، و يؤدي إرتفاع في قيمة المغنيزيوم إلى آثار جانبية صحية كانخفاض ضغط الدم و عد إنتظام ضربات القلب.

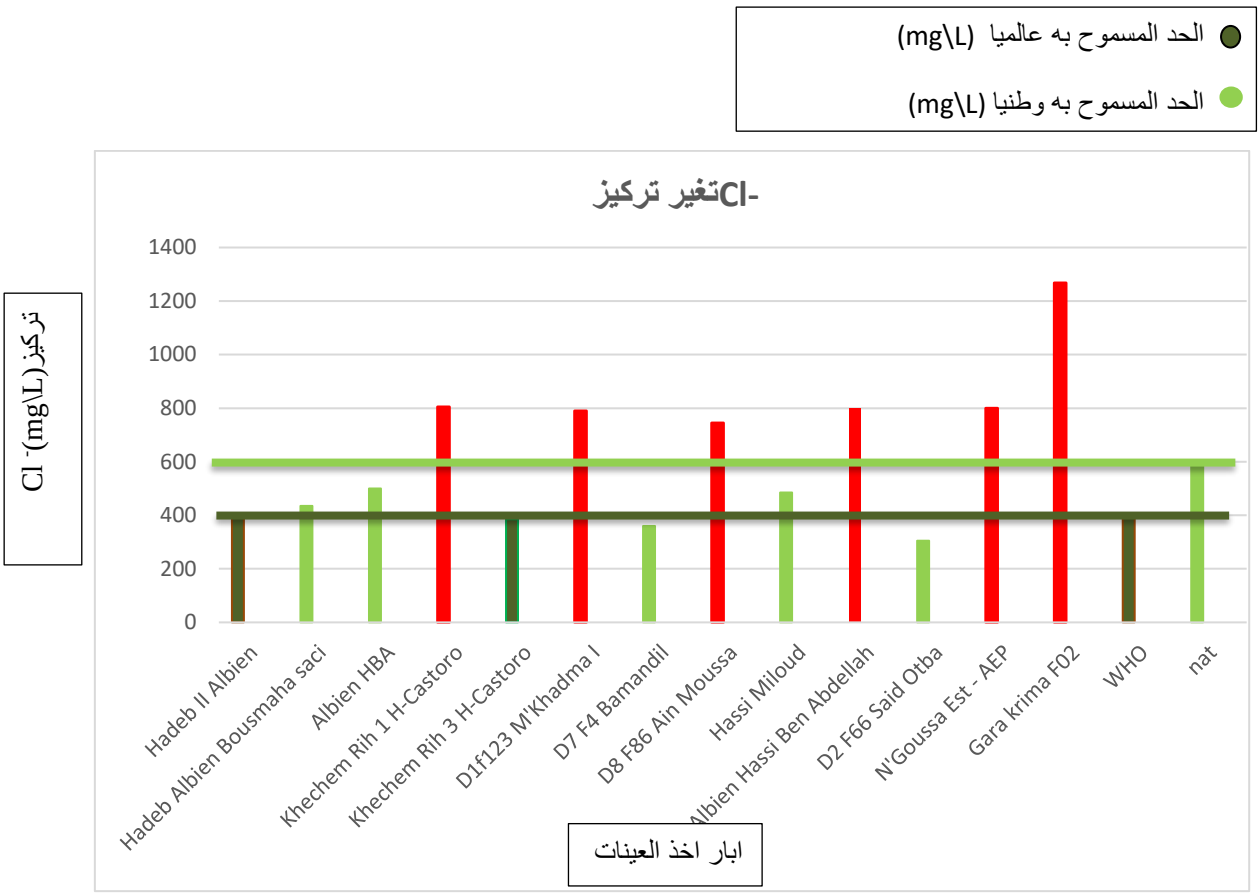
IV-11-3- الصوديوم Na^+:



الشكل (IV-8): تغيرات تركيز الصوديوم للمناطق المدروسة

أظهرت نتائج التحليل المبينة في الشكل (**IV-8**) أن قيمة Na^+ تجاوزت المعايير الوطنية و العالمية في أغلب المناطق، حيث بلغت أعلى قيمة (992 mg/l) في منطقة الرويسات (بئر Gara krima F02) ويعود هذا الإرتفاع الهائل في قيمة Na^+ إلى التربة الطينية التي تحتوي على هذا العنصر بنسبة كبيرة وتمتعه بدرجة إنحلال كبيرة في الماء، و يؤدي إرتفاع في نسبة Na^+ في الجسم إلى ظهور حالات إسهال و كذلك إرتفاع ضغط الدم كما يحظر على مرضى القلب و الكلى شرب المياه الغنية بالصوديوم.

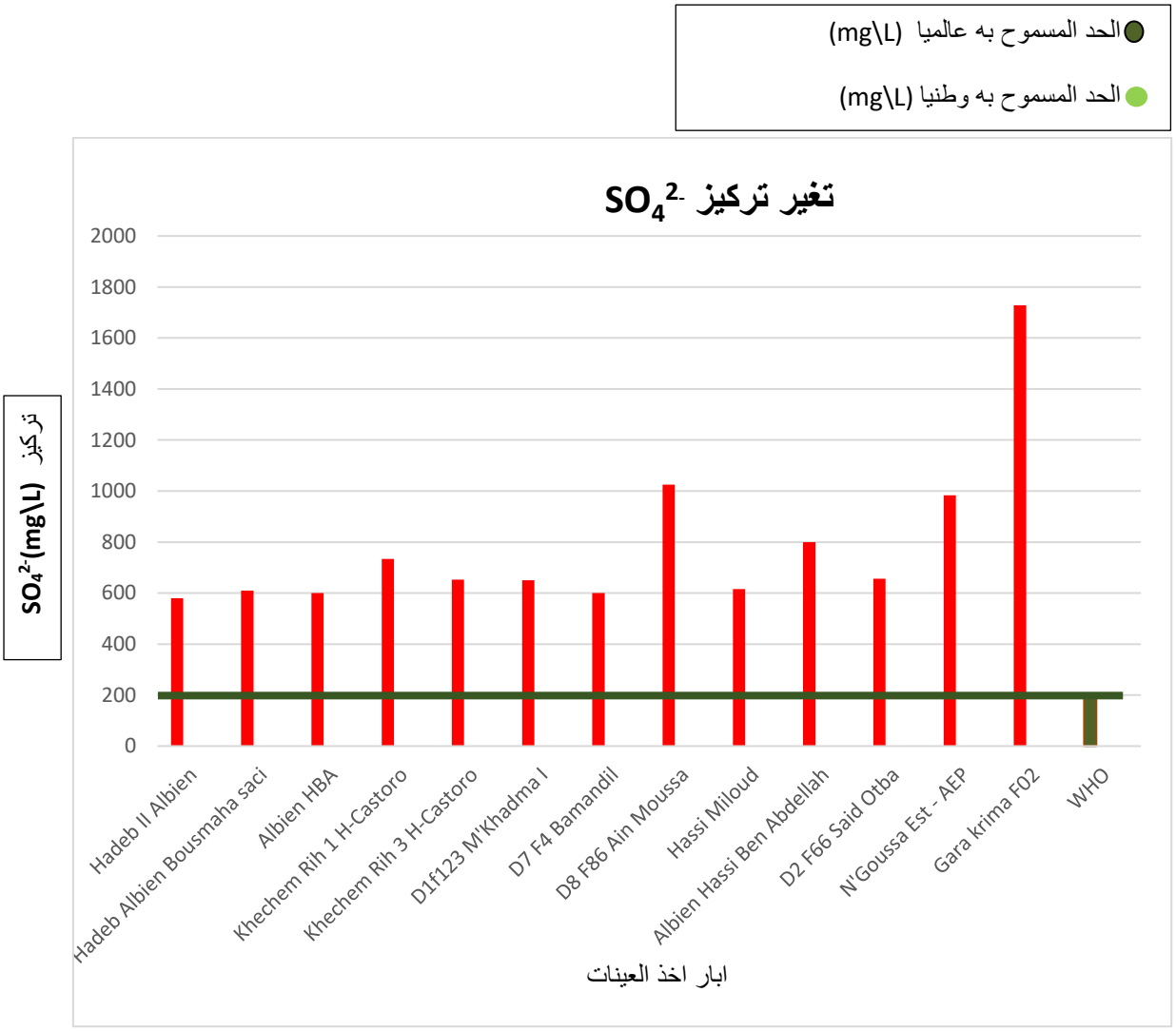
IV-4-11- الكلور Cl^-:



الشكل (IV-9): تغيرات تركيز الكلور للمناطق المدروسة

نلاحظ من خلال الشـــكل رقم (**IV-9**) أن قيم Cl^- تخطت الحد المســـموح به وطنيا و عالميا في كل من العينات المأخوذة من منطقة حاســـي بن عبد الله (بئر Khechem Rih 3 H-Castoro، Albien Hassi Ben Abdellah) و ورقلة (بئر D1f123 M'Khadma I) و ســيدي خويلد و النقوســة (بئر N'Goussa Est – AEP) و بلغت أعلى نســبة في عينة منطقة الرويســـات (بئر Gara krima F02)، و هذه النســـبة العالية لها قدرة كبيرة في تآكل المعادن و إتلافها وقد يرجع السـبب في هذه الزيادة إلى الضـخ الجائر للمياه الجوفية بسـبب الإسـتهلاك الكبير للمياه الناجم عن إرتفاع عدد السكان، و يؤدي إرتفاعه في مياه الشرب إلى الإصـابة بأمراض الكلى بالإضافة إلى إرتفاع ضغط الدم.

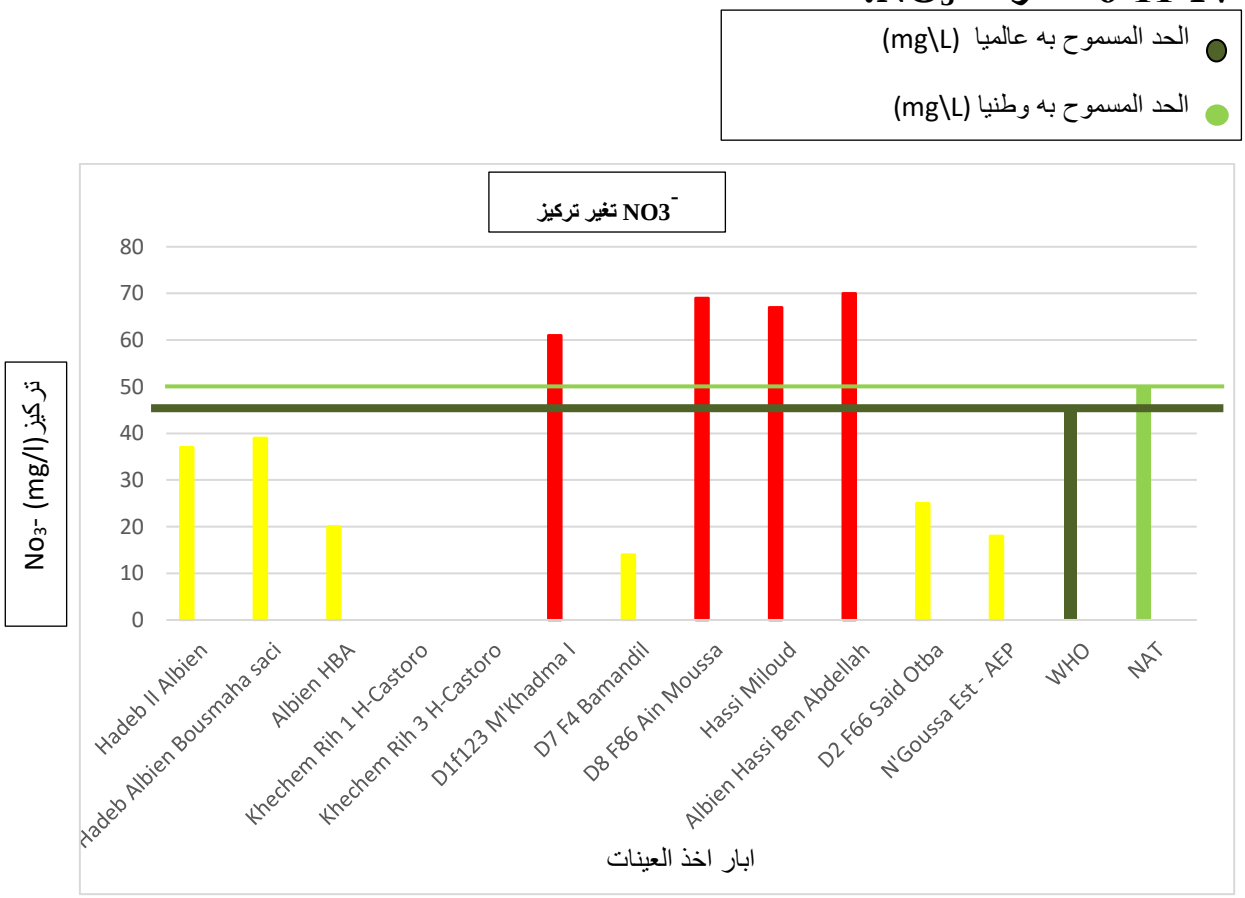
IV-11-5- الكبريتات SO_4^{2-} :



الشكل (IV-10): تغيرات تركيز الكبريتات للمناطق المدروسة

نلاحظ من خلال نتائج التحليل الموضـــحة في الشـــكل رقم (**IV-10**) أن قيمة SO_4^{2-} فاقت المعايير المعتمدة وطنيا و عالميا لكل العينات حيث بلغت أعلى قيمة (1728 mg/l) في منطقة الرويســـات (بئر Gara krima F02) وقد يرجع ســـبب ارتفاعها إلى تســـربها إلى المياه الجوفية عن طريق الصـخور التي تحتوي على كبريتات الصـوديوم ويؤدي ارتفاع نسبة SO_4^{2-} في مياه الشرب إلى اختلاف طعم المياه بالإضافة غلى ضرر في الأمعاء.

IV-11-6- النترات NO_3^-:



الشكل (IV-11): تغيرات تركيز النترات للمناطق المدروسة

بينت نتائج التحليل المبينة في الشكل رقم (**IV -11**) أن نسبة NO_3^- تجاوزت المقاييس الوطنية و العالمية في كل من العينات المأخوذة من منطقة ورقلة (بئر D1f123 M'Khadma I) وسـيدي خويلد و النقوسـة (بئرHassi Miloud) حاسـي بن عبد الله (بئر Albien Hassi Ben Abdellah) أما بالنسبة للمناطق الأخرى فكانت قيمة NO_3^- منخفضة عن القيمة المعتمدة.

IV-11-7- البوتاسيوم K^+ :

بينت نتائج التحاليل الموضـــحة في الجدول رقم (**IV- 10**) أن نســبة K^+ كانت مرتفعة في كل المناطق حيث سجل أعلى تركيز (36 mg/l)في العينة المأخوذة من منطقة الرويسات (بئر Gara krima F02) و قد يعود سـبب هذه الزيادة إلى تسـرب K^+ من الصـخور الحاملة للطبقات المائية وتؤدي الزيادة في نسبته إلى عدم إنتظام نبضات القلب.

IV-11-8- الكاربونات CO_3^{-2} :

أشارت نتائج التحاليل الموضحة في الجدول رقم (**IV- 10**) ان قيم CO_3^{-2} كانت منعدمة في كل العينات ماعدا العينة المأخوذة من منطقة الرويسات (بئر Hadeb II Albien) و التي قدرت ب 12 mg/l اما بالنسبة لباقي المناطق الأخرى فكانت منعدمة.

IV-11-9- البيكاربونات HCO_3^{-2} :

بينت نتائج التحليل الموضحة في الجدول رقم (**IV - 10**) أن تركيز HCO_3^- كانت مرتفعة حيث بلغت أعلى قيمة 157 mg/lفي العينة المأخوذة من حاسي بن عبد الله (بئر Khechem Rih 3 H-Castoro).

IV-11-10- الاس الهيدروجيني (pH):

نلاحظ من خلال نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الشرب أن قيمة pH كانت متفاوتة في كل العينات و ضمن المعايير الوطنية و العالمية ماعدا العينة المأخوذة من منطقة الرويسات (بئر حدب ألبيان) فقد تعدت الحد المسموح به فبلغت 8.76، و يدل هذا المعدل على ان هذه المياه ذات قاعدية خفيفة و يعود هذا إلى نقصان الاملاح المعدنية في مياه الشرب

IV-11-11- الناقلية الكهربائية (CE):

نلاحظ من خلال جدول نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الشرب أن قيمة الناقلية الكهربائية كانت مرتفعة عن القيمة المعتمدة (3,12 ms/cm)في كل من ورقلة و النقوسة (بئر **N'Goussa Est AEP** –)و الرويسات (بئر**Gara krima F02**) حيث هذه الأخيرة وصلت أعلى قيمة (6,97 ms/cm) في حين كانت منخفضة في باقي المناطق الأخرى وتعود أسباب إرتفاع الناقلية الكهربائية إلى إرتفاع نسبة الملوحة، موقع البئر الجغرافي، عمقه، سمك الطبقة المنتجة كل هذا يؤدي إلى زيادة الأملاح و بالتالي زيادة الناقلية.

IV-11-12- القساوة (TH):

أشارت نتائج التحليل الكيميائي لمياه الشرب أن قيم القساوة فاقت المعايير المعتمدة لكل العينات حيث بلغت أعلى قيمة (1491,49 mg/l) في منطقة الرويسات (بئر Gara krima F02) و ربما تعود هذه الزيادة الكبيرة في قيم القساوة إلى إرتفاع درجة حرارة المياه الجوفية التي تميز طبقة CI لأن إرتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى ذوبان الصخور الكلسية و الدلوماتية المتكونة منها طبقات الابار و احتكاك الماء بها او نتيجة لتفاعل غاز CO_2 مع حجر الكلس لتكوين البيكاربونات في المياه مما يؤدي الي زيادة القساوة، كما يعود السبب الى ارتفاع عنصر Mg^{+2} و Ca^{+2} اللذان يترشحان من معدن الدولوميت الموجود في الصخور، وتؤدي عسر (قساوة) الماء في مرات عدة الى مشاكل تاثر على الصحة العامة كالترسبات البيضاء التي يشكلها الصابون بدلا من الرغوة لان هذه الترسبات دمرت خصائص السطح للصابون، كما تؤدي هذه الترسبات الى سد السباكة في الحمامات وغيرها، تتكون هذه الرواسب بتشكل كل من $CaSO_4, CuSO_4$, $MgSO_4$, $CaCO_3$, $(Mg(oH)_2)$

IV-11-13- درجة الحرارة (T):

اشارت نتائج التحليل الكيميائية لمياه الشرب ان مياه طبقة CI كانت ساخنة وفاقت 50 C° وبالتالي تكون قد تجاوزت المعايير المعتمدة، بينما مياه طبقة CT كانت اقل من 25 C° وهذه القيمة مقبولة لانها قريبة جدا من المعايير المعتمدة وطنيا وعالميا، ويرجع سبب ارتفاع درجة حرارة مياه الطبقة CI الى الخصائص الهيدرولوجية للطبقات الحاملة للمياه و عمقها وبعدها عن التغيرات المناخية وقلة تاثرها بالجو.

IV-11-14- البقايا الجافة(RS):

من الطبيعي ان نجد البقايا الجافة في مياه الشرب لأنها عبارة عن املاح تنتج من خلال إنحلال بعض الصخور خلال تلامسه مع الماء أثناء جريانه في باطن الأرض او على سطحه ومن خلال التحاليل الكيميائية التي أجريت على عينات من الماء تبين أن العينات المدروسة كانت قيمة البقايا الجافة مرتفعة عن المقاييس الوطنية و العالمية على الترتيب(1200 mg/l)، (2000 mg/l)، حيث بلغت أعلى قيمة (4616 mg/l) في منطقة الرويسات (بئر Gara krima F02)، أما بالنسبة لأقل قيمة (1596 mg/l) فقد سجلت في منطقة الرويسات (بئر Hadeb II Albien) .

- نستنتج مما سبق ومن خلال نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الشرب أن مياه منطقة ورقلة (بئرD2 F66 SaidOtba) هي أكثر المياه جودة مقارنة مع المواصفات الوطنية و العالمية، و بالتالي يمكننا تصنيف مياه الشرب حسب درجة تطابقها مع المعايير المعتمدة كالتالي :

1- مياه منطقة ورقلة (بئرD2 F66 SaidOtba) .
2- مياه منطقة حاسي بن عبد الله (بئر Albien HBA)
3- مياه منطقة الرويسات(بئر Hadeb Albien Bousmaha saci)
4- مياه منطقة حاسي بن عبد الله (بئرKhechem Rih 3 H-Castoro)
5- مياه منطقة الرويسات(بئر Hadeb II Albien)
6- مياه منطقة النقوسة (بئر Hassi Miloud)
7- مياه منطقة حاسي بن عبد الله(بئر Khechem Rih 1 H-Castoro)
8- مياه منطقة حاسي بن عبد الله (بئر Albien Hassi Ben Abdellah)
9- مياه منطقة بامنديل (بئر D7 F4 Bamandil)
10-مياه منطقة ورقلة (بئر N'Goussa Est – AEP)
11 -مياه منطقة سيدي خويلد(بئر D8 F86 Ain Mouss)
12-مياه منطقة النقوسة (بئر N'Goussa Est – AEP)
13-مياه منطقة الرويسات (بئر Gara krima F02)

IV-12- نصائح و توصيات :

من خلال ماتوصلنا إليه بعد هذه الدراسة حول تحليل مياه الشرب يسعنا أن نضع بين أيديكم هذه النصائح :

- ضرورة تواجد آلات و تقنيات تقرب مواصفات مياه الشرب للمقاييس الوطنية و العالمية.
- مراقبة محطات تصفية مياه الشرب.
- إخبار الهيئات المسؤولة عن نتائج التحليل خاصة منطقة الرويسات (بئر Gara krima F02) لان مياه هذه المنطقة بعيدة جدا عن المعايير المعتمدة وطنيا و عالميا.
- نوصي الهيئات المختصة بضرورة مراقبة مخابر التحليل الكيميائي لمياه الشرب للحصول على النتائج بشكل فصلي على الأقل.

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

من بين أهم التحديات التي تواجه العالم في عصرنا هي مشكلة قلة المياه الصالحة للشرب، و تعتبر المياه من أهم الموارد الطبيعية على سطح الأرض، حيث تأتي هذه الدراسة لمناقشة كيفية الكشف عن الخزانات الباطنية للمياه الجوفية و مقارنة تركيبتها الكيميائية بالمواصفات الوطنية و العالمية.

أظهرت النتائج المتحصل عليها من خلال هذه الدراسة أن مياه الشرب لمنطقة ورقلة كانت بها نسبة كل من (Cl^-, Na^+, HCO_3^{-2}, SO_4^{-2}, K^+, Mg^{+2}) مرتفعة لأغلب المناطق، وكذا قيم(CE ، TH ، Rs) ، أما بالنسبة لقيم pH كانت معظمها ضمن المجال المسموح به، لكن في المقابل سجل انخفاضا في قيم كل من (Ca^+, NO_3^{-2}) لأغلب العينات المأخودة من المناطق المدروسة، وعموما يمكن القول أن مياه الشرب لمدينة ورقلة بالنسبة للمناطق المدروسة كانت متوسطة الجودة وهي على العموم صالحة للشرب ماعدا مياه منطقة الرويسات (بئر Gara krima F02) فقد تجاوزت نسبة الأملاح بها المعايير المعتمدة، إضافة إلى ذلك و على ضوء ما لاحظنا من نتائج التحليل الكيميائي للمياه فقدان عنصر F^- بينما أشارت كل الدلائل الصحية بواقعنا على تواجده بنسب عالية تنذر بخطورة هذا العنصر على الصحة، ويجب أن تكون مياه الشرب خالية من العناصر (pb^{+2}, Hg^{+2}, Cd^{+2}, Cr^{+3}) لأنها عناصر سامة، لذلك نتمنى من الهيئات المختصة أن تبذل كل مجهوداتها من أجل الحصول على مياه صالحة للشرب فمن الضروري التخطيط لهذا الأمر عن طريق فحص مياه البلديات من مصدرها و معالجتها ولكن الاهتمام بالابار الخاصة فهي مسؤولية مستخدميها.

تبقى هذه الدراسة مجرد خطوة أولية لمواصفات مياه الشرب المطلوبة، آملين أن تتم دراسة أعمق وأشمل من هذه في المستقبل القريب.

المراجع

المراجع:

[1] - تخصص انتاج كيميائي (مراقبة البيئة والتلوث)، المملكة العربية السعودية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، ص63

[2] - د. بن عيشي بشير (مصادر الموارد المائية وتخصيصها في الجزائر)، <https://www.esmitarst.com > اطلع عليه بتاريخ 10-06-2021)

[3] - <http://ar.m.wikipedia.org> (اطلع عليه بتاريخ 01-06-2021)

[4] - سحر امين كاتوت، (علم المياه، دار دجلة)، عمان،2008، ص 5، 6،9،28،33،35،79،81.

[5] - محمد إسماعيل عمر، (معالجة المياه)، دار الكتب العلمية، القاهرة 2003، ص21،23،92،108،256.

[6] -ماهر جورجي نسيم، (تحليل وتقويم جودة المياه)، منشاة المعارف الإسكندرية، ط2007، 23،32،104،139.

[7] - هاني عبد القادر عمارة، (الماء بين العلم والايمان)، دار زهران عمان، 2011، ص 164،168.

[8]- جاري لبنة، بالرغدة كوثر،(دراسة نوعية مياه طبقة الالبيان لمنطقة ورقلة)،مذكرة ماستر جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2018/2017

[10]- د:نصر الحايك،(مدخل الى كيمياء المياه(تلوث - معالجة – تحليل))، من منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية و التكنولوجية، الجمهورية العربية السورية 2017.

[11]- عبابسة حكيمة (الخصائص الكهربائية للماء: الحساب النظري للمساحة الكهربائية) رسالة ماجستير جامعة قاصدي – ورقلة 2006/2005.

[12] - د.سامح غرايبة، د. يحي الفرحان، كتاب (المدخل الى العلوم البيئية)، جامعة اليرموك اربد، الجامعة الأردنية /عمان1998.

[14] - رائد طارق هادي الخطيب، (تقييم نوعية مياه الشرب في محافظة المثنى)، المجلة العراقية للهندسة الكيماوية وهندسة النفط، م8،ع1 ،العراق 2007، ص2.

[15]- مارك ج. هامر، جونيور .ا(لماء و تنقية مياه الصرف)، ترجمة يوسف رضوان

[17]- د.عصام محمد عبد الماجد، أ. حمدود، الطاهر محمد الدرديري (الماء)،الطبعة الثانية 2001م.

[18]- د .عماد محمد ذياب الحفيظ، (اساسيات الكيمياء)، 2014.

[20]- محمد الطاهر علي سعد، عبد الرزاق سليمان التومي، (بيكتيريولوجيا مياه الشرب) مركز بحوث التقنيات الحيوية 2008.

[23]- عصـــام محمد احمد، عباس عبد الله إبراهيم ، (الهيدرولوجيا)، دار جامعة الســودان ،الخرطوم، ط1 ،2002، ص17.

[24]- محمد خميس الزوكة، (جغرافية المياه) ، دار المعرفة الجامعية ،الإســكندرية،1998، ص271- 272.

[25] - ايمن أبو الروس ، (الماء. سائل العجائب)، دار الهدى،الجزائر،2015، ص 14-21.

[26]- فوزي سعيد محمد ذيب، (المياه الجوفية ثروة طبيعية قابلة للاستنزاف)، تشرة ارشادية 92، النشر العلمي والمطابع، الرياض.1421ه، ص8.

[27] - محمد علي فرج، (الهندســة الصــحية، امجاد المدن بالمياه والصــرف الصــحي للمخلفات السائلة)، دار المعارف، الإسكندرية، 1971، ص10.

[30] - ماضوي صليحة، خليفة فاطمة الزهراء (تحضير الياف عربون نخيل التمر الخام والمعالجة الكيميائية، المواد مازة للتقليل من الملوثات العضــوية المائية) جامعة قاصــدي مرباح ورقلة 2020/2019.

[31] - أبو سـعد م. نجيب إبراهيم، (التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة إيجابيا وسـلبيا) دار الفكر العربي – القاهرة، 2000، ص:6-132.

[32] - السـعدي حسـين علي، (اسـاسـيات علم البيئة والتلوث)، دار اليازوري العلمة عمان الأردن. 2006،

[33] - السعداني عبد الرخمان والسيد عولة ثنائي ثنائي مليجي، (مشكلات بيئية: طبيعتها- أسبابها- اثارها كيفية معالجتها) دار الكتاب الحديثة،2007م، ص 45، 55.

[34] - عباس مصطفى عبد اللطيف، الطبعة الأولى، (حماية البيئة من الثلوث)، دار الوفاء للطباعة والنشر /م ب 01/16614، 2004.

[37] - طرابلس يوسـف إبراهيم، (المكروبيولوجية الزراعة)، جامعة الملك سـعود، النشـر العلمي والمطابع، ع ح /01/6730، 2000، ص: 255-388.

[38] - د. ايميلي حمادة، (تلوث المياه بين المسببات والمخاطر) ص 4.

[39] - أ. علي عبد المحسن وآخرون، المشروع الألماني GIZ. (أساسيات معالجة مياه الصرف الصحي)، الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي،V1 ،2015، ص 2.

[40] - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبيك)، (تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي لمشروعات البتروكيماويات)، دولة الكويت أبريل نيسان 2019.

[42] - ســـمير خالد، (التلوث البيئي وطرق معالجته – ســـيكولوجية الألوان وتأثيرها في بيئة العمل)، مديرية الجودة والسلامة المهنية والبيئة، الشركة العامة لمصفاة حمص.

[43] - ع. ك. جحيل الحميداوي و ن. م. علي وادي العبيدي.(اســـتخدام مســـتخلص أوراق الكوتوغاربس كمختر طبيعي أو كمســـاعد للتخثير مع الشـــبة وكلوريد الحديديك في إزالة عكارة المياه)، قســم الكيمياء، كلية التربية للعلوم الصـــرفة، جامعة البصـــرة 2 ، مجلة أبحاث البصـــرة (العمليات) ، العدد 40، الجزء B1. 2014/2013.

[46]- ه. عبد الأمير خيون، (الأكسدة الضوئية المحثة للمحاليل المائية لمركبات الثايازين) رسالة مقحمة إلى مجلس كلية التربية – جامعة القادســية و هي من متطلبات نيل شــهادة الماجســتير في علوم الكيمياء 2014.

[48]- ط. إسماعيل كاخيا. كتاب (معالجة المياه للأعراض الصناعية وغيرها). ص10.

[53]- يونس إبراهيم احمد،(كيمياء المياه)، الطبعة الأولى، دار الحامد، عمان، 2009، ص39.

[54]- (دليل طرائق التحاليل المخبرية لجودة مياه الشـــرب)،وزارة الإســـكان و المرافق، دمشـــق 2001.

[59]- باوية قيس (توزيع و تحليل أيونات الفليورور في المياه المالحة للتســـرب و أهم الأغذية المستهلكة في الجنوب الجزائري : منطقة ورقلة نموذجا) أطروحة دكتوراه جامعة قاصدي مرباح –ورقلة.

[60]- د. خالد محمد الزواوي، (الماء الذهب الأزرق في الوطن العربي).

[62]- منظمة الصـــحة العالمية ، (دلائل جودة مياه الشـــرب) ، ج 2 المعايير الصـــحية و معلومات مساعدة أخرى ، المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط ، الإسكندرية ، مصر ، 1989، ص377، 384.

[66]- أحمد السروري،(كتاب مقدمة في الكيمياء تلوث البيئي).ص139.

[72]- رحيم عبد الرؤوف، براشد حنان (المساهمة في دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لتربة و مياه بحيرة حاسي بن عبد الله ومدى ملائمتها للمعايير البيئية).

[73] - عبد الناصر ع.أ. عبد الناص، العماري، و خيري، الجرنازي، أبوراوي ... & عبد السلام، (نوعية و جودة المياه المنتجة من محطات تحلية مياه البحر في مناطق الزوارة و الزاوية و زليتن)،(2015).

[74]- خديجة عبد السلام سعد حامد، دراسة حقلية عن نوعية مياه الشرب بمنطقة مرزق، (2019)،.

[77] سماح بالحاج (دراسة نوعية المياه الصالحة للشرب بدائرة سيدي خويلد بورقلة) مذكرة ماستر جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2015/2014

[79] – خليف سفيان، سلفاوي زين الدين (دراسة نوعية المياه الصالحة للشرب دائرة ورقلة (ولاية ورقلة)) مذكرة ماستر جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2015/2014.

[80] - مديرية الموارد المائية لولاية ورقلة.

[87]- الوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH) .

[9]-Model of hydrogen bonds in water in english

[1]-hydrogen bonds, online available: en: <wikipedia.org\wiki\hydrogen\bond> .[04\04\2021].

[13]-APHA ,AWWA and WFF ,Standard Methods for the examination of water and wastewater,21thededited by eation, A.D.L.S. clexeri . E.W.Rices and A.EGreenbery, American ;water work association and water Envirenment federation , USA,2005.

[16]-Debbekh abderrazak ,Qualite et dynamique des eaux des systems lacustres en ament de l'ouad high, diplôme de magester,hydraulique,2012,p :6.

[19] -<www.madoo3.com>

[21]-Peter J .de Moal Jasper Q.J.C .Verbek ,J .C. Vamdyk, Drinking water : principales and practices, warldsvientific , 2006 .

[22]-H.M Raghymath ,ground water ، new age internation ، 2007

[28]-LANGEVIN ,J ;LEFELVRE ,R ; Toutante 1997. Histoire d'eau tout ce qu'il faut savoir sur l'eau et l'hygieme publique. Edition berger , Montreah.ISBN2_9214116_13_1,pp157,159.

[29]-A.REDOUANE et A6.AOUALI, caractérisation physico-chimique des eaux superficielle de l'aued Agrioun de la region de bejaia ,Mémoire de fin de cycle Em Vue de l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'etat en ecologie et environnement.Université abderrahmane MIRA de Bejaia 2012.

[35] -NGOCHRISISITAN et Regentalain ;2004.Rechets et pollution impact sur l'environnement et la sante du nod, PARIS. Pp129-131.

[36] -RAMADE FRANÇAIS 1982, elements d'ecologie (ecologie appliquée) Mcgrand-hill,paris,p372.

[41] -V.S. Frankel, Advances in mebane technologies for water treatement, 2015, pages 329-347, Elsevier

[44] -Berrefai Fatima . Dégradation d'un rejet de laboratoire par traitements en systèmes combinés. Mémoire présenté pour obtenir le diplôme de magister. Chimie.Universite Abdelhamid Ibn Badis be Mostaghanem.2012.

[45] - **MRWA (2003)** :coagulation and Flocculation process FundamentalsMRWA: minnesota Rural water ASSOCIATION **URL** [Accessed / 03.03.2021]

D A.M rimak ladbA

[47] -Abdelkareem M.A Dawageh Environnmental pollution, decembre 2017, AL-balqa Apllied University, Research Gate.

[49]- Lawrence K.wange al , physicochomical tratment precesses Handbook of Environnmental Energineering . Humana press ,Totowa .New Jersy, Volume 3.

[50]- Shahryar Jafarinegad .petroleum waste Treatment and pollution control. Elsevier 2017 185-267.<https://doi.org/10.1016/B978-o-12-809243-9.0006-7>

[51] -**Gregorio Crini, Eric lichtfouse**. Adventages and disadventge of technique used for wastewater treatment, Environemntal chemistry Letters, Springer Verlag, 2019, 17 pp.145-155. Ff10. 1007 /s 10311- 01-018-0875-9ff. ffhal- 02082890f.

[52]-Benarous Aida,Sayeh khaira (Impact de l'utilisation de l'huile de cade sur la qualité des eaux destinées à la consummation humaine)

EUOIRE DE FIND ,ETUDES,2010/2011

[55]-National Research council of canada Associate committee on scientific criteria for Environmental quality. Effects of alkali hadies in the Canadian environment. Ottawa , national research council, 1977.

[56]- National Research council.Nutrient and taxic substances in water for livestock and poultry. Washington. DC.national academy of sciences. 1974.

[57]- Petty John. W.A.water pollution by oil. Field brines and related industrial wastes in Ohio journal of science, 1971, 71:257

[58]: Richter, c.p.&Maclean, A salt taste threshold of humans American journal of physiology, 1939,126:1.

[61]-Apec water, water Education ,water Quality ,Turbidity of Drinking water,/ Online Available :Feedrinking water .com .(Accessed 05/04/2021)

[63]- Kastamo ,J.Detecting microbail contaminants in drinking water , In : Advanced Studies in environmental microbiology and biotechnology edited by Tanski, H.H.g university of Kuopio , Finland,2008, p:19

[64]-Mauodliny , J.S.& Harris ,R.H.Effect of ionic environment and temperature on the coagulation of color –cousing organic compounds with ferric Sulfate , journal of the American water works Association , 1968,40:460.

[65]- Rodier j,l'Analyse de l'eau , 9ème edition ,Entiérement mise à jour , Duned , paris , 2009

[67]- WHO,PM in drinking water revised background document for development of WHO guidelines for drinking – water quality , world Health Organization Geneva , Switzerland : 2007,2pp

[68]- UNICEF Handbook of water quality . United Nations children in fund , New York , USA: 2008,159pp.

[69]- WEBBER,W.J.JR.& STUMM,W.Mechanism of hydrogenion buffcring in natural water. Journal of the American water works association, 1963,55:1553.

[70]- Quality criteria for water, Washington, DC, US Environmental Protection Agency (EPA)1976.

[71]- SDWF , TDS& ph safe Drinking water foundation , 2008:6 pp.

[75] - A، Elzain, M. A. (2017). Biochemical analysis of groundwater for drinking Purpose from East Gbal Awlia area.

[76]-Invest in Algeria, Wilaya d'Ouargla. ANDI :213, 19p.

[78] -BG "Bureau d'étude suisse, " Bonnard Gardel Ingenieurs conseils SA – Avenue de cour 61- Casepostal 241 -CH- 1001lausanne " ,2004.

[81]-Jonathan Owens. A linguistic history of Arabic. ISBN 978-0-19-929082-6. P. 52

[82] -Alexander Borg. Cypriot Arabic: a historical and comparative…, ISBN 978-3-515-03999-4 , P. 17.

[83]-<https://almerja.com> (2021-04- 02)

[84]-< ttps://www.brdetetectr-s.dubai.com >(2021-04- 02)

[85] - < https://expertdetor.com>

[86]-<www.Alloschool.com>

الملاحق

Forage	Commune	Nappe	Année d'analyse	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl-	SO4--	CO3 -	HCO3-	NO3-	RS à 110°	Cduc,ms/cm	Ph	TH°F	T°C
Hadeb II Albien	Rouissat	CI	2017	73	197	175	30	400	580	12	67	37	1596	1,9	8,76	99	> 50
Hadeb Albien Bousmaha saci	Rouissat	CI	2017	75	210	180	29	435	610	0	125	39	1664	1,97	7,75	105	> 50
Albien HBA	Hassi B Abdellah	CI	2017	96	138	235	25	500	600	0	98	20	1848	2,15	7,988	80	> 50
Khechem Rih 1 H-Castoro	Hassi B Abdellah	CI	2017	140	182	395	24	805	734	0	140	0	2710	3,04	7,85	110	> 50
Khechem Rih 3 H-Castoro	Hassi B Abdellah	CI	2017	205	116	181	26	385	653	0	157	0	1760	2,1	7,9	99	> 50
D1f123 M'Khadma I	Ouargla	CT	2017	233	105	465	24	790	650	0	105	61	2572	3,8	8	102	< 28
D7 F4 Bamandil	Bamandil	CT	2017	68	161	218	12	360	600	0	113	14	1668	2,46	8,46	84	< 28
D8 F86 Ain Moussa	Sidi Khouiled	CT	2017	140	212	375	16	745	1025	0	79	69	2836	3,07	7,98	122	< 28
Hassi Miloud	N'Goussa	CT	2017	106	156	243	11	485	616	0	98	67	2124	2,28	8,15	91	< 28
Albien Hassi Ben Abdellah	Hassi B Abdellah	CT	2017	126	256	340	16	800	800	0	85	70	2762	2,99	7,98	137	< 28
D2 F66 Said Otba	Ouargla	CT	2017	100	153	200	10	305	656	0	140	25	1672	2,04	8,4	88	< 28
N'Goussa Est - AEP	N'Goussa	CT	2017	143	210	409	15	800	983	0	134	18	2982	3,63	8,16	122	< 28
Gara krima F02	Rouissat	CT	2017	248	212	982	36	1268	1728	0	116	10	4616	6,97	7,2	149	< 28

آلية تحديد الخزانات الباطنية للمياه الجوفية ودراسة مقارنة لتركيبتها الكيميائية (الجنوب الشرقي للجزائر ورقلة نموذجا)

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى دراســـة آلية تحديد الخزانات الباطنية للمياه الجوفية للجنوب الشـــرقي الجزائري ورقلة نموذجا، ومقارنة تركيبتها الكيميائية مع المواصـــفات الوطنية و العالمية، اعتمدنا في هذه الدراســـة على الخصائص الفيزيوكيميائية للماء المدروس، حيث قمنا بمناقشة نتائج التحليل الكيميائي للعينات.

تبين من خلال هذه الدراســـة أن نوعية المياه الجوفية لآبار الشـــرب لا تخلو من الملاحظات بشـــكل عام في المنطقة، حيث تم تســـجيل ارتفاعا لكل من العناصـــر(Cl^-, Na^+, HCO_3^{2-}, SO_4^{2-}, K^+, Mg^{2+}) ، في حين سجل انخفاضا لكل من (Ca^{++}, NO_3^-) عن المعايير الوطنية و العالمية المعتمدة ، بينما كانت قيم (CE ،RS) مرتفعة في اغلب العينات، أما بالنســـبة ل TH فقد تجاوزت المقاييس المحددة لكل العينات المدروســـة، كما لاحظنا أيضـــا ان قيم pH كانت مطابقة للنظم المعتمدة لكل المناطق تقريبا إلا أن منطقة الرويســـات (بئر Gara krima F02) كانت تشير نتائج التحليل الكيميائي للمياه أنها عالية الملوحة مقارنة مع المناطق الأخرى.

الكلمات المفتاحية: الجنوب الشرقي الجزائري ورقلة، المياه الجوفية، الخصائص الفيزيوكيميائية، المواصفات الوطنية و العالمية.

The mechanism of determining the underground reservoirs of groundwater and a comparative study of their chemical composition (The southeast of Algeria Ouargla as model)

Abstract

This research aims to study the mechanism of determining the underground reservoirs of groundwater in the southeast of Algeria, taking Ouargla as a model, and comparing its chemical composition with national and international standards. This study relies on the physicochemical properties of the sample of water; the results of the chemical analysis of the samples are discussed. Through this study, it is discovered that the quality of groundwater for drinking wells is under question. In general, in the region, an increase is recorded for each of the elements of (Cl^-, Na^+, HCO_3^{2-}, SO_4^{2-}, K^+, Mg^{2+}) while a decrease is recorded for each of (Ca2+, NO3-) for the approved national and international standards; while the values of (CE, RS) are high in most of the samples. As for TH, it exceeds the specified standards for all the studied samples. It is also noted that the pH values are identical to the approved systems for almost all regions. However, the Ruwaisat area (Gara krima well F02), the results of chemical analysis of its water indicates that it is highly saline compared to other areas.