وزارة التعـليم العالي و البحث العلمي

جامعة قاصدي مـــرباح ورقلة

كـــلية العلـــوم التطبيـــــــقية

قسم الهندسة المدنية والري

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر

فرع الري

تخصص: معالجة تطهير و تسيير المياه

الموضوع:

دراسة كيميائية و هيدروكيميائية لعينة من ماء زمزم ومقارنتها ببعض المياه المعدنية المحلية

من إعـــداد:

- **خميس ريان**
- **محجر رشيدة**

تحت إشراف الأستاذة:

- ✓ **بوزيان لمياء**

أعضاء لجنة المناقشة:

أ. ماحي رشيد	جامعة قاصدي مرباح	أستاذ محاضر ب	رئيسا
أ. بوزيان لمياء	جامعة قاصدي مرباح	أستاذة محاضرة ب	مشرفة
أ. بلمعبدي أمال	جامعة قاصدي مرباح	أستاذة مساعدة أ	ممتحنة

السنة الجامعية 2020 / 2021

إهـداء

الحمد لله الذي يعود له الفضل دائما

أهدي بحثي إلى....

إلى من جعل المولى سبحانه و تعالى الجنة تحت قدميها و وقرها في كتابه العزيز، بلسم الحب و معنى التضحية، صاحبة السيرة العطرة و الفكر المستنير، إلى التي كان لها الفضل في بلوغي التعليم العالي إنها ثمرة فؤادي –أمي الحبيبة–

إلى الذي كان سبب وجودي في الحياة –أبي المحترم–

إلى من وضعتني على طريق الحياة و راعتني حتى صرت كبيرة رمز الحنان و نبع الكرم إلى التي وقفت بجانبي –جدتي الغالية– فاطمة الزهراء عانو

إلى خالد الذكر الذي وافته المنية و لا زال حيا في قلبي إلى الذي كان خير مثال لرب الأسرة و الذي لم يتهاون يوما في توفير سبيل العلم و الخير و السعادة –جدي الغالي–

إلى جميع الأساتذة الذين درسوني بإخلاص منذ بداية دراستي و إلى جميع عائلتي و أحبابي و كل من وقفوا بجانبي

أهديكم بحث تخرجي

ريان خميس

إهداء

الحمد لله و كفى و الصلاة على الحبيب المصطفى و أهله و من اقتدى أما بعد:

أهدي هذا العمل المتواضع إلى والدي "رحمة الله عليه" و لوالدتي العزيزة و إلى العائلة الكريمة الإخوة و الأخوات

إلى كل من ساهم في مسيرتي العلمية في جميع الأطوار من معلمين و أساتذة

إلى الأستاذة المشرفة لمياء بوزيان

إلى صديقتي في هذا العمل ريان خميس و جميع الطلبة دفعة 2020-2021 وكل من ساهم معنا من قريب و من بعيد

رشيدة محجر

الفهـــــــــــــــرس

إهداء.....

قائمة الجداول.....

قائمة الأشكال.....

قائمة الرموز .....

الفهرس.....

المقدمة 1

الفصل الأول: عموميات حول ماء زمزم

I. تعريف ماء زمزم :.....3

II. وصف البئر والعيون المغذية: 4

III. سبب التسمية: 6

IV. مصدر ماء زمزم : 7

V. أصل ماء زمزم: 8

VI. خصائص ماء زمزم: 8

VII. فضائل ماء زمزم: 10

VIII. فوائد زمزم: 11

IX . إنتاج بئر ماء زمزم: 12

X. عجائب زمزم: 13

الفصل الثاني: عموميات حول المياه المعدنية

I. صور الماء : 16

II. الدورة المائية: 17

III. أهمية المياه : 17

III.1. الاحتياجات العالمية لمصادر المياه في المستقبل وطرق إدارتها: 19

IV. الخصائص الهامة للمياه: 20

IV.1. تركيب وبناء جزيء الماء: 20

IV.2. الوزن الجزيئي للماء: 20

IV.3. قطبية جزيئي الماء: 21

IV. 4. خواص الماء تحت التبريد: 21
IV.5. تأين ورقم pH الماء:..... 22
IV.6. التفاعل مع المركبات العضوية والغير عضوية:..... 23
IV.7. القدرة على الإذابة: 23
IV.8. الاتحاد مع المركبات الغير عضوية: 24
IV.9. ثوابت المياه النقية:..... 24
V. الماء العذب (المعدني): 24
V.1. وفرة الماء العذب (المعدني):..... 25
V.2. طبيعة الماء العذب:..... 26
VI. مفهوم جودة المياه: 27
VII. معايير جودة المياه: 28
VII.1. تقييم نوعية المياه الصالحة للشرب:..... 28
VII.1.1. العناصر الغير المرغوب فيها:..... 31
VIII. إدارة المورد المائي المحدود:..... 34

الفصل الثالث: طرق و أدوات

I. مقدمة:..... 35
II.أخذ العينة: 35
III.التراكيز الكيميائية والفيزيائية:..... 35
III.1. جهاز مقياس الطيف الضوئي Spectrophotomètre à Flamme: 35
III.2. جهاز الطيف الضوئي DR2000 Spectrophotomètre:..... 37
III.3. جهاز قياس الحموضة pH mètre :..... 39
III.4. جهاز قياس الناقلية Conductivimètre: 40
III.5. قياس الكربونات و البيكاربونات في الماء (Alcalinité):..... 40
III.6. قياس المغنيزيوم Mg: 41

الفصل الرابع: نتائج و تحاليل

I. معايير صلاحية مياه الشرب:..... 42
II. النتائج و المناقشة:..... 43
II.1. نتائج تحاليل المياه :..... 43
II.1.1. عينات المياه المدروسة: 43

III. حساب بعض المقاييس الفيزيائية: 45
1.III. العسرة الكلية TH : 45
2.III. عيار القلوية الكامل TAC : 45
3.III.عيار الأملاح الحمضية القوية SAF: 45
IV. رسم منحنيات هيدروشيمي: 48
1.IV. منحنى Piper: 48
2.IV. منحنى SchoellerBerkalov: 52
3.IV. منحنى Stabler: 53
4.IV. منحنى Stiff: 55
الخاتمة..... 57
قائمة المراجع 58
الملاحق

قائمة الجداول

جدول1 : يمثل التراكيز المختلفة لعنصر البوتاسيوم 36

جدول2 : القيم المسجلة لمختلف تراكيز الكلورير بواسطة جهاز الطيف الضوئي 38

جدول 3: معايير ابرز العناصر الكيميائية الموجودة في المياه الصالحة للشرب حسب النظامين الدولي و الجزائري..... 42

جدول4: تراكيز العناصر الكيميائية..... 46

جدول5 : تسمية مخطط pipre للأيونات..... 49

جدول6 : تسمية مخطط pipre للكاتيونات..... **50**

جدول7 : تسمية نوعية المياه على منحنى Piper ..... 51**Erreur ! Signet non défini**.

جدول 8: تسميات على حسب العناصر الغالبة الموجودة في المياه..... 54

قائمة الصور

صورة 1 النبع القادم من جهة الكعبة المشرفة 5

صورة 2: المنابع المختلفة المتدفقة 6

صورة 3: تدفق المياه الشديد..... 6

صورة 5: جهاز مقياس الطيف الضوئي 35

صورة 6: منحنى المعايرة لعنصر البوتاسيوم 37

صورة 7: جهاز الطيف الضوئي..... 37

صورة 8: منحنى معايرة الكلورير..... 38

صورة 9: جهاز قياس الحموضة 39

صورة 10: جهاز الناقلية..... 40

صورة 11: برنامج..... 48

قائمة الأشكال

شكل 1: رسم يوضح هيكل البئر..... 5

شكل 2: مقطع طولي مع مقاطع عرضية على مستويات مختلفة 5

شكل 3: منحنى بيبر 49

شكل 4: تراكيز المياه على المثلث الذي يمثل الأيونات 50

شكل 5: تراكيز المياه على المثلث الذي يمثل الأيونات 51

شكل 6: مخطط SchoellerBerkaloff..... 52

شكل 7: منحنى Stabler..... 53

شكل 8: منحنى Stiff 55

قائمة الرموز

الرمز	الاسم
K^+	البوتاسيوم
Na^{+2}	الصوديوم
Ca^{+2}	الكالسيوم
Mg^{+2}	المغنيزيوم
HCO_3	بيكربونات "أيون هيدروجين الكربونات"
Cl	الكلور
SO_4	الكبريتات "السولفات"
NO_3	النترات
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
HF	فلوريد الهيدروجين
TH	العسرة
H^+	شاردة الهيدروجين
OH^-	شاردة الهيدروكسيد
H_2O	الماء
HBr	بروميد الهيروجين
	الهيدرونيوم
$CaCO_3$	بكربونات الكالسيوم
SAF	ملوحة الأملاح القوية
TAC	قلوية الماء الكلية
NA	المعيار الجزائري
OMS	منظمة الصحة العالمية
P_E	حجم العينة
V_1	حجم المحلول لمعايرة Ca
V_2	حجم المحلول لمعايرة Ca, mg

المقـــــدمة

مقـــــدمـــــة

الماء من أهم العناصر الموجودة في الطبيعة، والتي تحافظ على بقاء الإنسان، والماء من أهم نعم الخالق سبحانه وتعالى على الإنسان، فهو أساس الحياة وعصبها قال تعالى في كتابه العزيز﴿وجَعَلْنَا مِنَ المَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ﴾.

فلا عيش للكائنات الحية بدون الماء، ومن فضل الله عز وجل على الكائنات الحية أن جعل المصادر الأساسية للماء مصادر طبيعية كالأمطار والمياه الجوفية مثل الآبار.

توجد مصادر مختلفة لتوفير المياه للاستهلاك البشري وغيره منها جوف الأرض، المحيطات، الأنهار، البحار، السدود، الوديان ...إلخ، إذ تختلف أنواع المياه حسب مصادرها وحسب تراكيبها الكيمائية نظرا لاختلاف المناطق الهيدروجيولوجية والطبوغرافية، ويبحث الإنسان دوما عن النوعية الأجود والأحسن من المياه لتلبية حاجاته.

من بين أنواع المياه الموجودة في الطبيعة نجد المياه المعدنية التي يتم استخراجها مباشرة من المصادر الطبيعية، إذ تحتوي هذه المياه في جزيئاتها على كمية وافرة من الغازات والمعادن الذائبة، وغالبا ما نجدها تحتوي كذلك على نسبة عالية جدا من الغازات، هذه المياه التي دائما ما يسعى الإنسان إلى تحسينها والزيادة من جودتها عند إضافة معادن مفيدة لجسم الإنسان وذلك عبر تحاليل وإضافات كيميائية و طبيعية مختلفة خاصة بالمعالجة.

أيضا نوع آخر من المياه الموجودة في الطبيعة والتي هي أحسن مياه جودة وروعة وذوقا وفائدة لجسم الإنسان هي مياه زمزم التي يوجد مصدرها في الأراضي المقدسة في مكة المكرمة فهي خير ماء على وجه الأرض، هاته المياه التي أكرم الله بها السيدة هاجر و ابنها إسماعيل و شرب منه الأنبياء والصالحون والتابعون، وفيها قال النبي محمد صلى الله عليه وسلم: "ماء زمزم لما شرب له".

ماء زمزم مياه طاهرة لا يتم معالجتها كما هو الحال مع المياه المعدنية والمياه التي تضخ للمدن. ونظرا لهذه المكانة العظيمة لماء زمزم في نفوس المسلمين فقد حرص الناس على التزود منها وحتى حين مغادرة مكة المكرمة.

ارتأينا في دراستنا هذه إلى مقارنة كيميائية بين عينة من ماء زمزم وبعض المياه المعدنية المحلية، محاولين بجد تقديم معلومات هامة ومتعلقة بخصائص المياه المدروسة، مستعينين بذلك بمنحنيات الهيدروكيمياء كـ Piper ، Stiff و Stabler

هذا فإن المذكرة مجزئة إلى أربعة فصول: الفصل الأول و الثاني يتضمن عموميات حول ماء زمزم و المياه المعدنية على التوالي، الفصل الثالث يلخص البرتوكول المتبع في عملية تحليل عينة ماء زمزم و الأدوات المستعملة و الطريقة المستخدمة خلال الجزء العملي و الجزء الأخير يتضمن النتائج و التحاليل.

الفصل الأول:

عموميات حول ماء زمزم

I. تعريف ماء زمزم :

أثبت الدراسات العلمية التي أجريت على ماء بئر زمزم أنه ماء متميز في صفاته الطبيعية و الكيميائية، فهو ماء غازي عسر غني بالعناصر و المركبات الكيميائية النافعة التي تقدر بحوالي 2000 ميليغرام لكل لتر، بينما لا تزيد نسبة الأملاح في مياه آبار مكة و آبار الأودية المجاورة عن 260 ميليغراملكل لتر، مما يوحي ببعد مصادرها عن المصادر المائية حول مكة المكرمة، و بتميزها عنه في محتواها الكيميائي و صفاتها الطبيعية(جمال محمّد الزّكي، 2008).

ومن عجائب زمزم أنها غنية بالمعادن كما أثبتت الأبحاث العلمية ذلك، إذ تعتبر المياه المعدنية غنية بالمعادن عندما تزيد كمية الأملاح المعدنية فيها عن 1500 مغ/ل، ولو نظرنا إلى مياه زمزم لوجدنا أن مجموع الأملاح المعدنية في هذه المياه يبلغ حوالي 2000مغ/ل، وإضافة إلى هذا تصنف مياه زمزم ضمن المياه الغازية وهذا لاحتوائها على نسبة كبيرة من البيكربونات، كما وأثبتت الدراسات و الفحوص اليومية، أن هذه المياه نقية لا شائبة فيها وأنها صالحة للشرب بجميع مقاييس الصلاحية المأخوذ بها عالميا.

وكل مركب من هذه المركبات الكيميائية له دوره المهم في النشاط الحيوي لخلايا جسم الإنسان،وفي تعويض الناقص منها في داخل تلك الخلايا،ومن الثابت أن هناك علاقة وطيدة بين اختلاف التركيب الكيميائي لجسم الإنسان والكثير من الأمراض،ومن المعروف أن المياه المعدنية الصالحة وغير الصالحة للشرب قد استعملت منذ قرون عديدة في الاستشفاء من عدد من الأمراض مثل أمراض الروماتيزم،ودورها في ذلك هو في الغالب دور تنشيطي للدورة الدموي، أو دور تعويضي لنقص بعض العناصر في جسم المريض.

وهذه النتائج لتحليل ماء زمزم قام بها مركز أبحاث الحج بجامعة الملك عبد العزيز ومن التحاليل الكيميائية تبين أن :

- ماء زمزم نقي لا لون له ولا رائحة، ذو مذاق رائح قليلا.
- أسه الهيدروجيني (7.8) وبذلك يكون قلويا إلى حد ما.

يحتوي على تركيزات عالية من الصوديوم والكالسيوم والمغنيزيوم والمعادن الأخرى ولكنها تقع ضمن مقاييس منظمة الصحة العالمية مع عدا الصوديوم فهو مرتفع.

العناصر السامة الأربعة وهي الزرنيخ و الرصاص والكادميوم و السيلينيوم توجد بأقل من مستوى الضرر بكثير بالنسبة للاستخدام البشري (جمال محمّد الزّكي، 2008).

II. وصف البئر والعيون المغذية:

يقع بئر زمزم بالقرب من الكعبة المشرفة، ولكن فتحة البئر الآن واقعة تحت سطح المطاف على عمق 1.56 متر، وفي أرض المطاف خلف المقام إلى اليسار وأنت تنظر إلى الكعبة المشرفة، وضع هناك حجر مستدير مكتوب عليه: (بئر زمزم)، يتعامد مع فتحة البئر الموجودة في القبو أسفل سطح المطاف، وقد جعل في آخر المطاف خلف المقامدرج يؤدي إلى فتحة البئر. هذا عن مكانه، أما وصف البئر فهو ينقسم إلى قسمين:

- **الأول**: جزء مبني عمقه 12.80 متر عن فتحة البئر.
- **الثاني**: جزء منقور في صخر الجبل، وطوله 17.20 متر.

وعلى هذا فعمق البئر30 متراً من فتحة البئر إلى قعره.

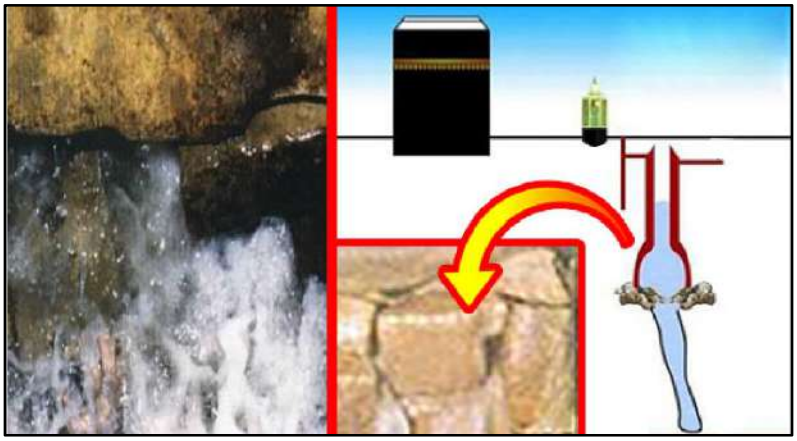
ويبلغ عمق مستوى الماء عن فتحة البئر حوالي أربعة أمتار، وعمق العيون التي تغذيالبئر 13 متراً، ومن العيون إلى قعر البئر 17 متراقطر البئر، يختلف باختلاف العمق، وهو يتراوح بين 1.5 متر و2.5 متر.

أما (العيون التي تغذي بئر زمزم فهي ثلاث عيون: عين حذاء الركن الأسود، وعين حذاء جبل ابي قبيس والصفا، وعين حذاء المروة)هذا هو التحديد القديم لعيون زمزم في القرن الثالث وما قبلها.

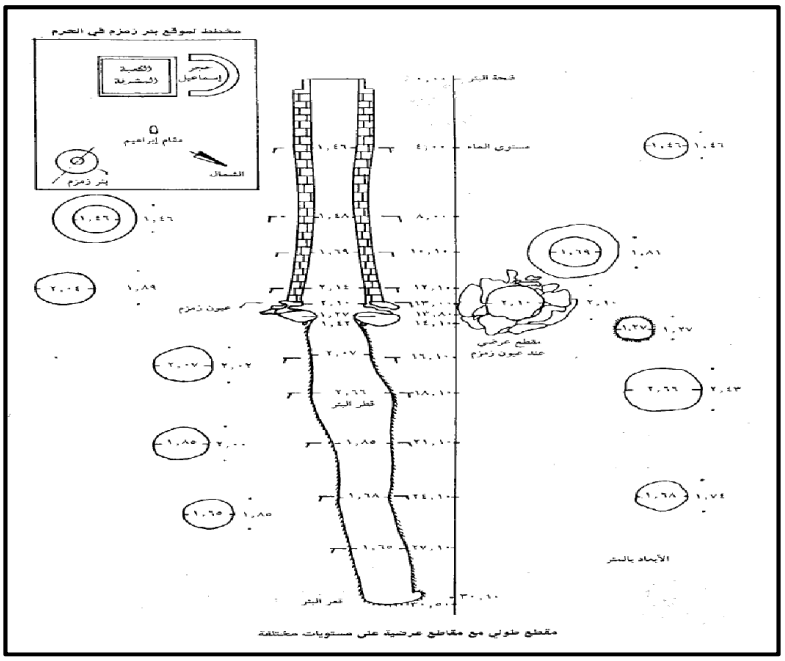
أما التحديد الجديد الذي تم سنة (1400) فيصفه المهندس الاستاذ يحي كوشك بقوله:

- **المصدر الرئيسي** : فتحة تتجه جهة الكعبة المشرفة في اتجاه ركن الكعبة الغربي _الحجر الأسود وطولها 45سم، وارتفاعها 30 سم، ويتدفق منها القدر الأكبر من المياه.
- **والمصدر الثاني**: فتحة كبيرة باتجاه المكتبّرية، وبطول 70سم، ومقسومة من الداخل إلى فتحتين، وارتفاعها 30سم، وهناك فتحات صغيرة بين أحجار البناء في البئر تخرج منها المياه، خمس منها في المسافة التي بين الفتحتين الأساسيتين، وقدرها متر واحد.

كما يوجد 21 فتحة أخرى، تبدأ من جوار الفتحة الأساسية الأولى، وباتجاه جبل أبي قُبيس والصفا والمروة [18].

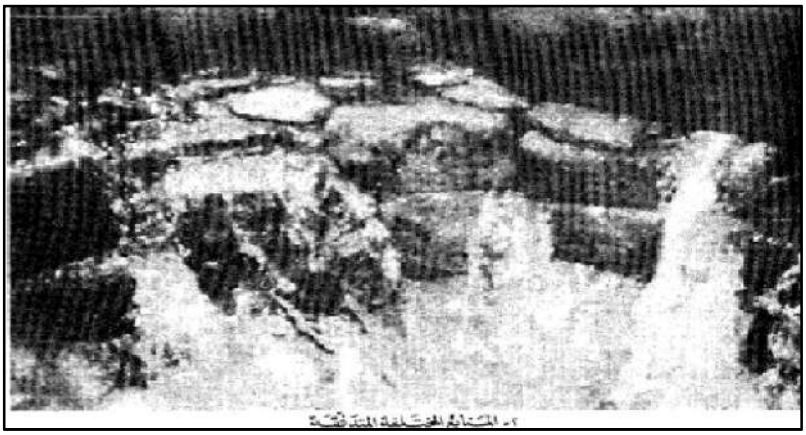


شكل 1: رسم يوضح هيكل البئر

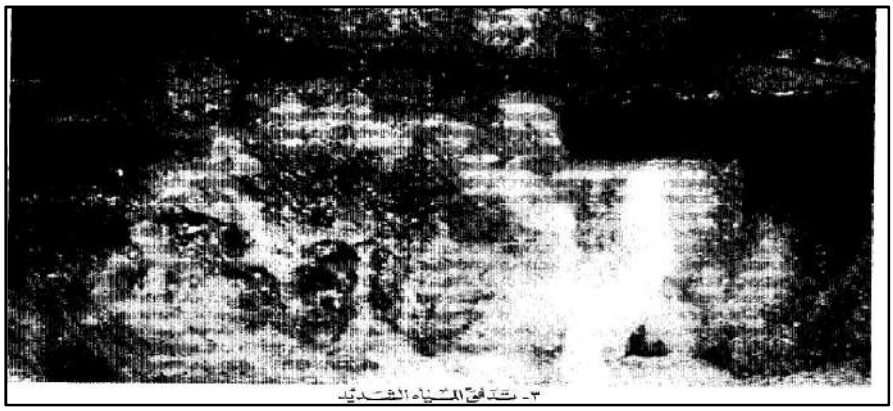


شكل 2: مقطع طولي مع مقاطع عرضية على مستويات مختلفة

صورة 1 النبع القادم من جهة الكعبة المشرفة



صورة 2: المنابع المختلفة المتدفقة



صورة 3: تدفق المياه الشديد

III. سبب التسمية:

وهي الأسماء المشهورة بها والمعروفة، وسبب تسميتها بزمزم: ما روي عن أم إسماعيل "هاجر" عندما تفجر الماء من تحت قدمي إسماعيل فجاءت أمه تشد فإذا بالماء يجري فجعلت تحوط حوله وتقول بلغتها: زمزم، أي اجتمع وفي ذلك يقول صلى الله عليه وسلم: "رحم الله أم إسماعيل لو لم تقل زمزم يا مبارك لكانت زمزم علينا جارية"

وقيل سميت "زمزم" من كثرة الماء، يقال: ماء زمزم وزمزم للكثير وقيل: هو اسم لها خاص، وقيل: بل ضم هاجر لمائها حين انفجرت لها وزمها إياها، وقيل: بل من زمزمة جبريل، وكلامه عليها.

وقيل لصوت الماء منها حين ظهر.

وقال المسعودي: سميت زمزم لأن الفرس كانت تحج إليه في الزمن الأول فزمزمت عليها.

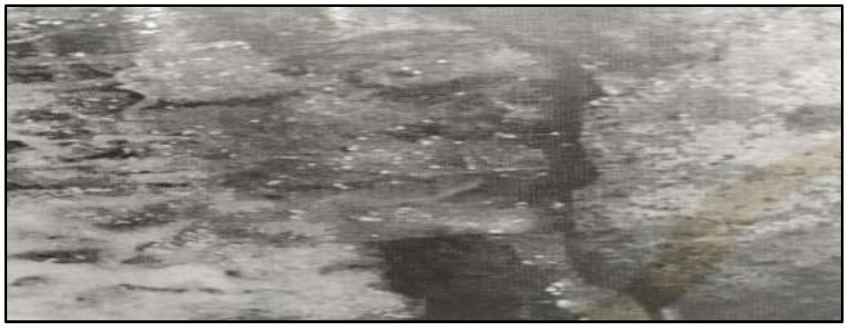
و قال الجري: سميت زمزم، بزمزمة الماء، وهي صوته [1].

وأكد العالم الياباني مساروا ايموتوا أن ماء زمزم يمتاز بخاصية علمية لا توجد في الماء العادي مشيرا إلى أن الدراسات والبحوث العلمية التي أجراها على الماء بتقنية النانو لم تستطع تغيير أي من خواصه وأن قطرة من ماء زمزم حين إضافتها إلى 100 قطرة من الماء العادي تجعله يكتسب خصائص ماء زمزم.

وأوضح مسارو ايموتو أنه أجرى العديد من البحوث والدراسات على ماء زمزم حصل عليه من شخص عربي كان يقيم في اليابان مبينا أن ماء زمزم فريد ومتميز ولا يشبه في بلوراته أي نوع من المياه في العالم أيا كان مصدرها. ولفت النظر إلى ان كل الدراسات في المختبرات والمعامل لم تستطع أن تغير خاصية هذا الماء وهو أمر لم نستطع معرفته حتى الآن وأن بلورات الماء الناتجة يعد التكرير تعطى أشكالا رائعة لذلك لا يمكن أن يكون ماء زمزم عاديا.

IV. مصدر ماء زمزم :

تقع بئر زمزم في الجهة الشرقية من الكعبة المشرفة، وتبعد عنها حوال واحدٍ وعشرين متراً، ويبلغ عمق البئر أكثر من ثلاثين متراً، ويتدفّق الماء من بين الصخور الجرانيتية هناك، وتضخّ بئر زمزم كميةً كبيرةً من الماء؛ أي ما يعادل حوالي أحد عشر إلى ثمانية عشر لتراً من الماء، في الثانية الواحدة، وتتجلّى قدرة الله تعالى بأن مستوى الماء في بئر زمزم لا يتغير، إنما يبقى على مستوى واحد مهما سحب منه ، و ينبع الماء بمقدار لا يزيد فيسيل على وجه الأرض، و لا يقل و لا ينضب الماء منه، وذلك لبركتها ، فهي لا تنقطع و لا تنتهي على الرغم من كثرة الاستسقاء بها، وكثرة استخدامها من قبل المعتمرين والحجاج أيام شهر رمضان المبارك، وأيام الحج منذ حوالي خمسة آلاف عام، فقد قال النبي صلى الله عليه و سلم في زمزم: ((يرحم الله أم إسماعيل، لو تركت زمزم، لكانت زمزم عينا معينا))، وقد حظيت بئر زمزم برعاية كبيرة من الملوك والحكام على مر العصور، فقاموا بالاعتناء بها وبعمارته.



V. أصل ماء زمزم:

قصة ماء زمزم مرتبطةٌ بقصة النبي إبراهيم عليه السلام، عندما انطلق استجابةً لأمر اللّه تعالى، وترك زوجته هاجر وطفلهما إسماعيل عليه السلام، عند البيت المحرم، في وادٍ لا زرع ولا إنس فيه، وقد كانت هاجر على يقين بأنّ اللّه تعالى لن يضيعهم، و عند الثنية دعا إبراهيم عليه السلام بدعاء خلد في قول الله تعالى: ((ربنا إني أسكنت من ذريتي بواد غير ذي زرع عند بيتك المحرم ربنا ليقيموا الصلاة فاجعل افئدة من الناس تهوي إليهم و ارزقهم من الثمرات لعلهم يشكرون)) حتى ظهر الماء، فكانت هاجر تُحَوِّضُهُ، وتغرف منه وهو يفور، فماء زمزم ليس ماء عادياً فحسب، بل هو قصة إيمانٍ حقيقية، فينبغي على الإنسان أن يتمعن في قصته، ويعلم حقيقة توكل هاجر، وكيف أنّ اللّه تعالى لا يضيع من توكل عليه حسن التوكل، ومن أحسن الظّن به، ولماء زمزم شرف عظيم، حيث انبثق بواسطة جبريل عليه السلام، قال ابن عباس رضي اللّه عنهما: ((فلما أشرفت عل المروة سمعت صوتاً، فقالت: ((صه تريد نفسها ثم تسمعت، فسمعت أيضا، فقالت: قد أسمعت إن كان عندك غواث، فإذا هي بالملك عند موضع زمزم، فبحث بعقبه، أو قال: بجناحه، حتى ظهر الماء، فجعلت تحوضه و تقول بيدها هكذا، و جعلت تغرف من الماء في سقائها و هو يفور بعد ما تغرف.

ومما زاد أيضاً في شرف وبركة هذا الماء أنّه ينبع في مكة المكرمة التي تعدّ أطهر بقاع الأرض وتنبع بجوار الكعبة المشرفة.

VI. خصائص ماء زمزم:

تعددت خصائص زمزم لما لها من مكانة عظيمة ومنزلة كريمة عند الله فهي من عجيب صنع الله وقد وردت في خصائصه آثار متعددة تشير إلى أنها ليست كسائر المياه الأخرى نذكر منها:

- أنه لا يتعفن ولا يتقطن.
- لا يتغير طعمه أو لونه أو رائحته.
- أنه في هذا مثل عسل النحل الذي لا يتأثر بتعرضه للجو مختلفا في ذلك، عما يحدث لجميع أنواع المياه الأخرى، مثل مياه الأنهار والبحار والأمطار والمياه الجوفية. ويرجع ذلك إلى مكوناته الكيميائية، التي تمنع نشاط الجراثيم والبكتيريا والفطريات.
- لا تذم ولا تنزف:

فمن خصائصها أيضا أنها لا تذم ولا تنزف أبدا بمعنى أن ماءها لا ينقطع ولا ينضب أبدا على كثرة الاستقاء ولا يقل، يقال بئر ذمة: أي قليلة الماء، أما زمزم فلا تنزف ولا تذم.

ففي قصة نبع زمزم لإسماعيل عليه السلام عند الإمام البخاري في صحيح ابن عباس رضي الله عنهما فإذا هي بالملك عند موضع زمزم، فبحث بعضه أو قال بجناحيه حتى ظهر الماء فجعلت تحوضه و تقول بيدها هكذا، و جعلت تغرف من الماء في سقائها و هو يفور بعدما تغرف.

قال ابن عباس قال النبي صلى الله عليه وسلم يرحم الله أم إسماعيل لو تركت زمزم أو قال: لو لم تغرف الماء ل-لكانت زمزم عينا معينا.

وفي رواية أخرى للبخاري في صحيحه فقال صلى الله عليه وسلم لو تركته لكان الماء ظاهرا قال ابن الجوزي: كان ظهور زمزم نعمة من الله محضنة بغير عمل عامل فلما خالطها تحويط هاجر داخلها كسب البشر فصارت على ذلك.

و مما يدل على أنها لا تنزف و لا تذم ما قيل لعبد المطلب في المنام في صفة زمزم ..وهذا برهان عظيم لأنها لم تنزف من ذلك الحين إلى اليوم قط.

و مما يدل على أن ماء زمزم لا يفنى و لا ينقطع، ما جاء في رواية الفاكهي في قصة تحويض هاجر على زمزم حتى لا يذهب ماؤها، فقال لها الملك – جبريل عليه السلام لا تخافي على أهل هذا الوادي ظمأ، فإنها يشرب منها ضيفان الله.

و أيضا مما يدل على أنه نبع باق لا ينقطع إلى يوم القيامة ما روى أن المياه تغور كلها يوم القيامة إلا زمزم.

فعن الضحاك بن مزاحم قال: " إن الله عز وجل يرفع المياه العذبة قبل يوم القيامة و تفور المياه غير ماء زمزم، و تلقي الأرض ما في بطنها من ذهب و فضة و يجئ الرجل بالجراب فيه الذهب و الفضة فيقول : من يقبل هذا مني ؟ فيقول: لو أتيتني به أمس قبلته".

وعن عطاء أن حبشيا وقع في زمزم فمات، قال فأمر إبن الزبير أن ينزف ماء زمزم قال: فجعل الماء لا ينقطع، قال فنظروا فإذا عين تنبع من قبل الحجر الأسود، قال ابن الزبير حسبكم.

والبرهان العظيم على أنه ماء لا يفنى، الواقع الذي عليه ماء زمزم، فلم ينقطع منذ أن نبع لإسماعيل عليه السلام إلى يومنا هذا،و الناظر في بئر زمزم يجد أن مستوى الماء فيه لا يتغير، فهو على مستوى واحد، لا يقل ولا يكثر مهما أخذ منه، فلا ينبع بكثرة بحيث يسيل على وجه الأرض ، فلم يعهد ذلك ، و لا يقل بحيث لا يبقى منه شيء.

و ما ذكر في التاريخ عن جرهم لما استخفوا بالحرم و أن ماء زمزم نضب و ذهب في عهدهم، فقد تقدم أن هذا عقابا من الله تعالى لهم، لكن عاد النبع في البئر كما كان حتى أذن الله تعالى بظهوره ثانية قرب ولاة النبي صلى الله عليه وسلم على يد جده عبد المطلب و هذا المنسوب الدائم لمياه زمزم في البئر يبلغ على عمق قدره حوالي ثلاثة أمتار عن فوهة البئر يقل قليلا أو يزيد قليلا.

يقول الأستاذ المهندس كشك لما تكلم عن ضخ مياه زمزم ونزحها لتنظيف البئر عام 1400هـ، بعد أن نضع أربع مضخات قوية جدا، كانت تعمل 24 ساعة، ومعدل ضخ وصل إلى 8000 لتر في الدقيقة.

قال: "وكان منسوب المياه من الفوهة 3.23 مترا وكانت القراءة تتم كل نصف دقيقة حتى وصل منسوب المياه في داخل البئر إلى 12.72/مترا، ثم وصل إلى 13.39/مترا وفي هذا العمق توقف هبوط المياه في البئر _ حيث هو مكان عيون البئر _ ولما تم توقيف المضخات بدأ الماء يرتفع في البئر حتى وصل إلى 3.90 مترا خلال 11 دقيقة."

ويقول أيضا: "و لن أنسى ما حييت هذا المنظر الرهيب، كانت المياه تتدفق من هذه المصادر بكميات لم يكن يتخيلها أحد، و كان صوت المياه و هي تتدفق بقوة صوت الآذان "

سبحان الله الخالق القادر العليم الحكيم، وجلت عظمته وحكمته.

VII. فضائل ماء زمزم:

تعددت فضائل زمزم على سائر المياه وهي فضائل كثيرة وآيات بينة عظيمة، وهو ظاهر الخيرات الكثيرة والبركات وفوائده حسنة جمة على شاربه وقد ورد في ذلك جملة من الأحاديث والآثار والأخبار نذكر منها:

ماء زمزم خير ماء على وجه الأرض:

ماء زمزم خير ماء على وجه الأرض قاطبة وهذا ما نطق به الرسول صلى الله عليه وسلم وتتمثل هذه الخيرات في أمور كثيرة . فعن ابن عباس رضي الله عنه قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "خير ماء على وجه الأرض ماء زمزم فيه طعام الطعم وشفاء السقم "، وكيف لا يكون هو خير ماء، وفيه من الخيرات والبركات والخصائص والفضائل الفريدة التي لا توجد في غيره من المياه.

زمزم ماء بارك فيه رسول الله بريقه الشريف:

وبهذا نعلم أن بركة ريقه الشريفة صلى الله عليه وسلم قد حلت على بركة زمزم فازداد ماء زمزم بركة ولذة على لذة، وشفاء على شفاء، ونورا على نور وطهرا على طهر بمحبته صلى الله عليه وسلم.

النظر في ماء زمزم عبادة:

من فضائل ماء زمزم أن النظر فيه عبادة لما له من فضل عظيم وجليل، فقد روى الفاكهي عن مكحول، التابعي، قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "النظر في زمزم عبادة، وهي تحت الخطايا"

وقال رسول الله صلى الله عليه وسلم:"خمس من العبادات، النظر إلى المصحف والنظر إلى الكعبة، والنظر إلى الوالدين، والنظر في زمزم وهي تحت الخطايا، والنظر في وجه العام"، فهو عند بيت الله المحرم، وقرب الركن والمقام، والصفا والمروة، فهذا المكان يحج إليه الملايين، ابتغاء ما فيه من أجر وثواب،وما يتنزل عل هذا المكان من البركات والصلوات والرحمات من رب العالمين .. وما يتنزل فيه من الملائكة الكرام الطيبين في الليل والنهار .. وهذا المكان لا يكاد أن تنقطع عنه العبادة ليلاً أو نهارًا على مدار الساعة فالناس ما بين راكع وساجد وتالٍ للقرآن وهم بين الطواف حول الكعبة والسعي بين الصفا والمروة وبين التمتع بالشرب والطهارة من ماء زمزم فالمكان كله نعمة وبركة وصلوات وخير لا ينقطع .. فلا شك أن وجود ماء زمزم في هذه البقعة المشرفة يزيد من مترلته وفضله وعلو شأنه [16].

VIII. فوائد زمزم:

و بعد أن تحدثنا عن خصائص زمزم و فضائلها، نذكر هنا الفوائد التي تذخر بها زمزم و هي كثيرة و متعددة.

ماء زمزم لما شرب له:

عن جابر رضي الله عنه قال: سمعت رسول الله صلى الله عليه و سلم يقول: "ماء زمزم لما شرب له" زاد الحاكم في المستدرك من حديث ابن عباس رضي الله عنهما مرفوعا: "فإن شربته تستشفي به شفاك الله، و إن شربته مستعيذا أعاذك الله، و إن شربته ليقطعك ظمأك قطعه الله و هي هزمة جبريل و سقيا إسماعيل [15].

فمن أعظم النافع التي يشهدها حجاج بيت الحرام هي الشرب من ماء زمزم، لنيل ما فيها من خير وبركة، وما يكون عند شرا من استجابة الدعاء، والاستشفاء بها.

فمن عظيم منافعه:

أن جعله الله تعالى سقيا للحجاج والعمار على مر الأزمان.. وكان العرب وإلى الآن يعظمون أمر السقيا من ماء زمزم ويعتقدون حصول الشرف والسيادة لمن يقوم بأمر السقيا [17].

IX . إنتاج بئر ماء زمزم:

لقد ذكرنا آنفا أن بئر زمزم يكفي لحاجة حجاج بيت الله الحرام ..و ينقل إلى الحرم النبوي بالمدينة المنورة و إلى عرفات و منى و غيرها ..وأنه يضاعف من إنتاجه في مواسم الحج و العمرة

ومما تتوجب الإشارة إليه أنه منذ أيام هاجر أم إسماعيل عليه السلام ومياه البئر تتدفق باستثناء مرات قليلة نقص فيها ماء البئر عام (223هـ) وعام (234هـ) وفيما عدا ذلك استمرت مياه البئر في التدفق دون انقطاع لتسقي حجاج بيت الله الحرام وعمارة زواره مهما بلغ عددهم .

و قد جرت عدة محاولات في السابق لقياس الطاقة الإنتاجية لبئر زمزم و ظلت التقديرات الإنتاجية غير دقيقة حتى بداية العام 1400هـ فقد أثبتت التجارب أن إنتاج بئر زمزم حسبما تبين من اختبارات الضخ بقدر بين 18.5-11 لتر/ثانية.

ويبلغ متوسط ما يستهلكه حجاج بيت الله الحرام من ماء زمزم عشرة آلاف متر مكعب يوما بمعدل ضخ مقداره (765) متر مكعب في الساعة.

X. عجائب زمزم:

وإذا نظرنا إلى تلك المعجزة الربانية العجيبة لازددنا عجبا وتفكرا في عظيم قدرة الخالق صلى الله علبه وسلم،وإذا كان الماء هو النعمة الأساسية مع الهواء لتوفير الحياة لكل كائن حي يستوجب الشكر والحمد لله فإن ماء زمزم يعتبر نعمة خاصة يستوجب السجود شكرا لله عز وجل على ما أنعم به علينا.

و لما كانت عجائب زمزم كثيرة إذ هي من نعم الله عز وجل:﴿ و إن تعدوا نعمة الله لا تحصوها ﴾، فإننا سوف نذكر منها:

- **لا تنضب أبد :**

وهذه العين باقية ما بقي الدهر فهي تفور بالماء منذ ما يقترب أو يزيد على أربعين قرنا من الزمان و هيلا تنضب أبدا وستظل عبر القرون و الأزمان ماء يروي الملايين على الرغم من صغر حجم العين التي تنبع منها و المكان الذي يتفجر فيه.

ولقد جعل الله جلت قدرته بئر زمزم طيبة مباركة تقوم مقام الأنهار الثروة الغزيرة، مما يدل على أنها من فيض رحمة الله الذي وسعت رحمته كل شيء، وكما ورد في رؤية عبد المطلب جد الرسول صلى الله عليه وسلم وقد جاء الهاتف:

أحفر زمزم قال عبد المطلب وماء زمزم؟ الهاتف لا تنزف أبدا و لا تذم، وتسقي الحجيج الأعظم و هي بين الفرث و الدم[20].

- **كثرة مائها في موسم الحج:**

ومن عجائب زمزم أن ماءها يكثر في الموسم كثرة خارقة و يحلو و إنك عزيزي القارئ لترى الحجاج الذي يقدرون بالملايين يشربون منها و يأخذون وهم عائدون إلى رحالهم و لا يقل ماؤها.

وإن ماءها لينتقل إلى الحرم المدني وإلى عرفاتومنى وعن الجمرات مع ذلك فيروي من فيها ولا يؤثر ذلك في عطاءها ولقد بارك الله فيها حتى إنها لا لتفي بحاجة الحجيج وإنها لتمد بالري والغذاء والشفاء معا فتبارك الله أحسن الخالقين.

لذلك الماء منزلة في نفوس المسلين جمعيا فهم يحرصون عليه ويحملونه معهم في عودتهم إلى ديارهم وكان النبي صلى الله عليه وسلم يحمله ويطلبه.

كما روى الفاكهي في أخبار مكة أن النبي صلى الله عليه وسلم كتب إلى سهيل بن عمرو: إن جاءك كتابي ليلا فلا تصبحن أو نهارا فلا تمسين حتى تبعث إلى من ماء زمزم قال: فاستعانت امرأة سهيلة و اثلية الخزاعية جدة أيوب بن عبد الله بن

زهير فأولجتاهما و جواريهما فلم يصبحا حتى قرنتا مزادين و فرغتها منهما فجعلهما –سهيل– في كسرين غوطين ثم ملأهما ماء، فبعث بهما على بعير [21].

- **ماء زمزم شفاء:** ومن عجائب زمزم أن ماءها شفاء من كل داء لأنه لما شرب له كما ذكر.
- **بئر زمزم ينظف نفسه بنفسه:**

ذكرنا أنه قد اهتم الناس قديما وحديثا وبخاصة الأمراء والحكام ببئر زمزم وقد اهتموا بمائها وحرصوا على البحث في سره واستمداده وصلاحيته وقاما بكثير من التحليلات التي أثبتت أنه من أنقى المياه وأكثرها صلاحية للشرب.

و نقول بأن تفجيرها في هذا المكان القاحل الذي لم يعمره أحد قبل إسماعيل و أمه هاجر، هذا المكان الذي يقول فيه إبراهيم: ﴿ رَبَّنَا إِنِّي أَسْكَنْتُ مِنْ ذُرِّيَّتِي بِوَادٍ غَيْرِ ذِي زَرْعٍ عِنْدَ بَيْتِكَ الْمُحَرَّمِ رَبَّنَا لِيُقِيمُوا الصَّلَاةَ فَاجْعَلْ أَفْئِدَةً مِنَ النَّاسِ تَهْوِي إِلَيْهِمْ وَارْزُقْهُمْ مِنَ الثَّمَرَاتِ لَعَلَّهُمْ يَشْكُرُون (37)﴾، يدل على أن هذا البئر معجزة فلا بد أن يكون فيها من الخصائص والعجائب والفضائل ما يفوق غيرها من الأمور الأخرى.

كما أن نقاءها نابعة فوارة بالماء إلى ذلك الوقت منذ ما يقرب أو يزيد على أربعين قرنا من الزمان ومع ذلك تفي بحاجة كل من يأتي إلى مكانها دون قلة أو تقصير بل يأخذون منها المياه عند عودتهم إلى ديارهم.

- **مما يفيد هذا معجزة أخرى:**

وتفيد أخبار الباحثين أن ماء زمزم نابع من تحت الكعبة المشرفة من ناحية الحجر الأسود وجهة الصفا والمروة وهما من شعائر الله، ومن العجيب في أمرها أنه مهما بلغ ارتفاع الماء فيها لا يتجاوز مجراها على الرغم من ارتفاعها. وارتفاع الحرم عن بقية مكة وارتفاع مكة عن سطح البحر بآلاف الأقدام.

ويقول أهل الاختصاص: إنها لو كانت في بطن الوادي لسال ماؤها على وجه الأرض، وما ذلك لحفظ الله لها وتقدير رباني بأن يظل ماؤها في داخل الحرم لا يجاوزه.

وقد حدث أن هطلت أمطار غزيرة سنة 1388 هوجرت سيول كثيرة واقتحمت الحرم فكانت زمزم تتدفق منها المياه إلى أعلى منطقة إلى الخارج ولم تستقبل شيئا من السيول والأمطار المقتحمة حتى كان الناس يقولون إن البئر تنظيف نفسها بنفسها.

وبالفعل فإن القائمين على بئر زمزم يثبتون بأنها تفور في كل عام في موعد خروجها أيام: إسماعيل وأمه هاجر، لتنظيف نفسها ويقولون: فتخرج ما بداخلها حتى و لو عود أراك "سواك"أو ثقاب "كبريت" قد سقط من زوارها من غير قصد [22].

- **خلو بئر زمزم من الجراثيم:**

بئر زمزم خالي من الجراثيم والمكروبات والطحالب بجميع أنواعها، حيث أن الماء الرباني الذي يتميز على سائر أنواع المياه على وجه الأرض حتى مياه الأمطار التي تنزل من السماء فقد توجد بعض الأمطار الحمضية و غيرها.

أما ماء زمزم فيقول الأستاذ يحي كوشك: لقد قامت مصلحة المياه في المنطقة الغربية في عام 1400 هـ بتنظيف البئر وأخرجت منه كميات كبيرة من الرمل والطمي، و قد أدى استمرار الضخ من البئر التي تكشف العيون مرة بعد أخرى إلى تنظيف هذه العيون، واختفاء جميع الجراثيم الممرضة مثل جراثيم السالمونيا و الشيجلا، وجراثيم الإيشريشيا القولونية (E. coli).

أما الجراثيم الموجودة طبيعيا في المياه فقد ظهرت بمعدل يكاد يكون ثابتا في العين الكبرى بينما استثمرت أعداد هذه الجراثيم في الانخفاض في العين الصغرى، وهذا مما يؤكد و مما لا يدع مجالات للشك أن مصادر مياه زمزم الأساسية خالية تماما من أي أنواع الجراثيم المسببة للتلوث[23].

الفصل الثاني:

عموميات حول المياه المعدنية

I. صور الماء :

يتواجد الماء في الطبيعة في صور ثلاث هي:

أ – **الصورة الغازية:** على هيئة بخار ماء ينتشر في الجو.

ب– **الصورة السائلة:** على هيئة مياه سطحية وجوفية.

ج– **الصورة الصلبة:** في صورة ثلج وتنتشر في بقاع كثيرة من الكرة الأرضية،وخاصة في جبال الثلج في القطبين الجنوبي والشمالي، وعلى قمم الجبال.

بالإضافة إلى ذلك فإن الماء يوجد متحدا مع بعض المواد الأخرى مكونا مركبات كيميائية عضوية وغير عضوية، وتخزين المياه على كوكب الأرض في خمسة مستويات ضخمة وهي:

1. **الغلاف الجوي:**و هو الذي يحتوي على بخار الماء الذي يغذي المستودعات الأخرى بالمياه و تقدر كمية المياه بالغلاف بـ19 مليون كيلو متر مكعب .
2. **المياه السطحية:** و تشمل المحيطات و البحار المالحة و تقدر كمياتها في العالم بـ 6425 مليون كليومتر مكعب، كما تشمل الثلوج القطبية و أعلى قمم الجبال و تقدر كمياتها بـ 56 مليون كليومتر مكعب.
3. **مياه التربة:**و هي توجد على هيئة طبقات رقيقة تغلف حبيبات التربة و يستعملها النبات في غذائه و في عملية النتح و تقدر كمية مياه التربة بـ 38 مليون كليو متر مكعب.
4. **المياه الجوفية:**و هي المياه التي تتسرب و تتجمع في جوف الأرض بفعل الجاذبية بعد أن تتشبع طبقات التربة التي تعلوها و تقدر كمية المياه الجوفية في العالم بـ18.7 مليو كيلو متر مكعب.
5. **المياه المخزنة في أجسام الكائنات الحية:**و هي المياه التي تتواجد في كل النباتات و الحيوانات و الكائنات الحية الدقيقة وفي الإنسان و التي تسمى بـ" المياه الحيوية Biological water " و تقدر كميتها بـ 1 كليو متر مكعب [1].

II. الدورة المائية:

يتحرك الماء في صوره الثلاث من طبقات الجو العليا ومنها إلى سطح الأرض، ثم إلى باطنها رجوعا مرة أخرى إلى طبقات الجو العليا في دورة لانهائية تسمى بالدورة المائية والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

أ– يتحول جزء من مياه المحيطات والمسطحات المائية الأخرى ومياه النتح إلى بخار ماء بفعل حرارة الشمس،ويتصاعد هذا البخار إلى طبقات الجو العليا، حيث يتم تكثيفه بفعل البرودة ثم يتساقط مرة أخرى على وجه الأرض في صورة أمطار أو ندى أو ثلوج.

ب– تمتص الأرض جزئيا أو كليا المياه المتساقطة عليها بينما يتدفق الجزء الباقي على هيئة مياه جارية في شكل أنهار ووديان موسمية تصب في محيطات أو بحار أو بحيرات داخلية أو أنهار لتعيد الكرة وتتحول إلى بخار مرة أخرى، و يتوقف حجم المياه المتسربة إلى باطن الأرض أو الجارية على سطحها على تضاريس المنطقة و مدى نفاذية التربة التي تغطيها.

ت– تتسرب المياه على الأرض إلى أسفل بفعل الجاذبيةوذلكبعد أن تتشبع كل الطبقات التي تتخللها حتى تصل إلى سطح الماء الجوفي و في أثناء ذلك يتعرض جزء من هذه المياه للتبخر مرة أخرى خلال الطبقات العليا من التربة المتصلة بالجو الخارجي أو خلال عمليات النتح بعد امتصاصها بواسطة النباتات النامية على سطح الأرض.

ث– تتحرك المياه في الخزان الجوفي طبقا للمعادلات الهيدرولوجية الخاصة بالخزانات و الماء الجوفي عموما أقل تعرضا للفقد بواسطة التبخر حيث تنبثق هذه المياه على هيئة ينابيع أو تتسرب لتغذي الوديان و الأنهار أو بواسطة الخاصية الشعرية عندما يكون مستوى الماء الجوفي قريبا من سطح الأرض.

هذا وبالرغم من أن كمية المياه المتداولة سنويا في الدورة المائية ثابتة تقريبا، فإن طرق توزيعها والتحكم فيها قد تخضع في كثير من الأحيان لإدارة الإنسان بما يضمن الاستفادة القصوى من تلك الموارد في الزمان والمكان المناسبين[2].

III. أهمية المياه :

تتعدى أهمية الماء دورها في حياة الإنسان – سواء لإنتاج الغذاء أم لدورها في عملية الطبخ أو عملية التنظيف – إلى أهميتها كمصدر للحياة. وبرغم أنها العامل الرئيسي المحدد لإنتاج الغذاء اللازم لهذا العدد الهائل من البشر في العالم..فإن حاجة 5 بلايين شخص في العالم إلى هذه المياه مهمة جدا، وخاصة للأجيال القادمة.

لقد كان عدد سكان الكرة الأرضية عام 1950 هو 5.2 بليون نسمة، ومن المنتظر أن يزيد إلى 150 ضعفا بحلول عام 2000، ليصل إلى 3.6 بليون شخص بزيادة قدرها 95% في الدول النامية، وتعني زيادة السكان زيادة التحول إلى الحياة الحضرية؛ فبينما كانت نسبة الحضر عام 1950 هي 29 % فمن المنتظر أن تتضاعف عام 2000 لتصبح 47%.

ومن المنتظر أن تزداد عدد المدن التي تحتوي على أكثر من مليون شخص من 78 مدينة ليصل عددها إلى 408 مدينة عام 2000، والمدن التي يزيد عدد سكانها على 10 مليون سيزيد عددها من 3 مدن (اثنتين في الدول المتقدمة وواحدة في الدول النامية) ليصل عددها إلى 22 مدينة (4 في الدول المتقدمة و 18 في الدول النامية) عام 2000، وسوف يستتبع ذلك زيادة الطلب على المياه المأمونة للشرب لهذا الكم الهائل من البشر، إلا أنه يجب ألا يغيب عن صانع القرار أنه عندما نتكلم عن الماء وأهميته يجب أن يكون ذلك مرتبطا بالصرف الصحي.

لقد نالت مشكلة المياه والصرف الصحي اهتمام الأمم المتحدة من خلال عديد من اجتماعات القمة الدورية؛ فالجميع يعلم أن نظافة الماء والاهتمام بحل مشكلة الصرف الصحي يعني – في المقام الأول – الحفاظ على صحة المواطنين، وكذا تقليل نسبة الوفيات والاعتلال والمرض في الأطفال.

وفي السبعينات كان واحد فقط من كل ثلاثة في دول العالم الثالث هو الذي يتوفر له الماء والصرف الصحي، بينما كانت 10 % فقط من البشر (في قرى هذه الدول) هي التي تتمتع بماء يصلح للشرب وإمكانات الصرف الصحي. وفي هذا العقد مات أكثر من 6 مليون طفل سنويا ونصف السكان كانوا يصابون بالطفيليات في الدول النامية.

وفي ذلك الوقت اهتمت الأمم المتحدة وهيئة الصحة العالمية بضرورة وضع مخطط حتى عام 2000؛ من أجل الحفاظ على صحة الإنسان؛ بتوفير الماء والصرف الصحي.

ويعتبر العلماء أن عقد الثمانينيات هو العقد المفقود حيث لم يقدر البشرية عمليا أن تحقق للإنسان ما توقعه عندما خطط لذلك في عقد السبعينات لتحسن صحة الإنسان عن طريق توفير الماء النظيف و الصرف الصحي الجيد، و يرجع هذا التدهور الشديد إلى العقبات الاقتصادية و السياسية [3].

1.III. الاحتياجات العالمية لمصادر المياه في المستقبل وطرق إدارتها :

- **الحاجة إلى الماء:**

تبلغ كمية المياه العذبة الصالحة للشرب في العالم 41000 كليومتر مكعب سنويا والطريف أن أكبر كمية من هذه المياه تستخدم في عملية الري في الزراعة، حيث تبلغ هذه الكمية 68 % وتستهلك الصناعة 23 % من هذه الكمية. أما الاستهلاك الآدمي 7 % فقط.

إن 43% من هذه المياه يرجع مرة ثانية إلى المصادر المائية في صور مخلفات مائية، حيث 87% من هذه الكمية تعتبر مخلفات مائية تلوث المصادر المائية والسطحية و الماءالأرضي.

والمعروف أن استهلاك المياه يزداد باستمرار، و لكن بمعدل أقل مما حدث في القرن الماضي، حيث إن معظم الأراضي الصالحة للزراعة في العالم قد زرعت فعلا.و سوف تزداد كميات مياه الصرف الصناعي الناتجة من عمليات التنظيف أو التصنيع أو التبريد أو إزالة الملوثات في العقدين القادمين، نظرا لتحول كثير من الدول النامية إلى الصناعة، و لذلك ستزداد كميات الصرف الصناعي على مستوى العالم مما يعرض المياه لمزيد من التلوث ومن ارتفاع في أثمان معالجة مياه الشرب.

إن عملية تنقية المياه مرتفعة الثمن، و قد تكون و مستحيلة و الأفضل من العلاج عمل إستراتيجية لمنع تلوث مصادر المياه.

المشكلة مازالت قائمة و هي في حالات كثيرة تتفاقم مع الوقت، فإن ثلثي الريفيين الفقراء في العالم محرومون من إمكانية الحصول على مياه الشرب المأمونة صحيا، في حين تتسبب الفيضانات في تشريد ملايين البشر سنويا، وتتمثل جذور المأساة في مشكلة إدارة المواد المائية و المفارقة الغريبة، إن ما يصرف على صناعة الأسلحة خلال سبعة شهور يكفي لتأمين مياه نقية و مرافق صحية كافية لألفي مليون شخص، غير أن هذا التحول في استخدام الموارد المتاحة يتطلب تعديلا جذريا في الأولويات السياسية.

وفي حين ترى الدول تعزيز قوتها العسكرية يضمن أمنها الوطني، يبدو أنها لا تنظر بنفس المنظار إلى مشكلة الماء، غير أن تزايد الطلب على المياه العذبة يمكن أن يؤدي إلى نزاعات تهدد الامن الوطني.

وهذا ما بدأ يظهر في مناطق عدة فقبل نهاية هذا القرن، سيتجاوز الطلب على المياه المأمونة ضعف ما هو عليه اليوم، ويسبب ترابط مصادر المياه وعدم انحصارها في حدود سياسية، لن يكون ممكنا تجنب النزاعات إلا عن طريق حسن الإدارة[4].

- **نوعية المياه العذبة المعدنية على مستوى العالم :**

لم تكن هناك إلى عهد قريب بيانات واضحة عن مدى تلوث مصادر المياه على مستوى العالم سواء التلوث الكيمائي أم البيولوجي أم الطبيعي حتى عام 1987 وكان ذلك يرجع من المقام الأول إلى عدم وجود بيانات واضحة من جميع دول العالم إلا أن كل من هيئة الصحة العالمية و برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة و اليونسكو و برنامج الملوثات العالمية قد تعاونوا من أجل عمل مشروع في عام 1977 لتوضيح حالة تلوث المياه على مستوى العالم.

و بعد عشرة سنوات من جمع البيانات اتضحت الصورة حيث أوضحت النتائج أن معظم الملوثات تنحصر في العناصر الثقيلة و أهمها الرصاص و النحاس والزنك و النيكل و الكروم و الكادميوم، و يرجع هذا النوع من التلوث إلى التلوث عن طريق الصرف الصحي و التلوث الصناعي ، ولقد اتضح أن الدول غير الصناعية تتأثر بتلوث المياه الناتجة من الدول الصناعية [5].

IV. الخصائص الهامة للمياه:

يعتبر الماء أساس الحياة، وله خصائص فريدة مثيرة للاهتمام و متنوعة و فهم طبيعة و سلوك الماء يستلزم معرفة حقائق أساسية معينة عن الخصائص الكيمائية و الطبيعية، فالعديد من هذه الخصائص يلعب دورا كبيرا في تحديد نوعية الماء و مسببة تغيرات فيه، إما من خلال ظاهرة طبيعية أو نتيجة الأنشطة الناتجة عن الإنسان.

1.IV. تركيب وبناء جزيء الماء:

يتكون جزئ الماء من ذرتين من الهيدروجين (H^+) وذرة واحدة من الأكسجين و يتم الاتحاد بين ثلاث ذرات عن طريق المشاركة بين إلكترونات ذرتي الهيدروجين و ذرة الأكسجين مباشرة، و يأخذ جزئ الماء مثلث المحاور و أن الزاوية بين الخطوط التي تصل بين مراكز ذرات الهيدروجين و الأكسجين حوالي°105 و قد تصل إلى °109.

2.IV. الوزن الجزيئي للماء:

من المعروف أن الوزن الجزيئي لأي مركب كيميائي ثابت تحت مختلف الظروف إلا أن جزئ الماء يشذ عن هذه القاعدة، و مثال ذلك الوزن الجزئي للماء عند درجة حرارة 100م° و كثافة بخار 15.9 غ/ل و تحت الضغط العادي هو 18.03.

وعند نفس درجة الحرارة و لكن عند ضغط جوي 4 جو ترفع الكثافة البخارية إلى 9.35 غ/ل يكون الوزن الجزيئي 19.06 ، و هذا بعني أن الماء له أكثر من وزن جزيئي أي أن الوزن الجزيئي للماء يتغير طبقا للظروف الطبيعية، و يفترض نظريا أن الوزن الجزيئي للماء هو 18 فقط[6].

3.IV. قطبية جزيئي الماء:

يوضح التركيب الفراغي لجزئي الماء أن المسافة بين ذرتي الهيدروجين أكبر من المسافة بينهما و بين ذرة الأكسجين وهذا يؤدي إلى أن قوة الجذب بين الأكسجين و الهيدروجين أكبر من قوة التنافر بين ذرتي الهيدروجين الموجبتين، و بالتالي فإن قوة ذرة الأكسجين تكون قادرة على جذب مجموع الإلكترونيات ناحيتها و بدرجة أكبر من ذرتي الهيدروجين، وينتج على ذلك أن جزء الماء يكون له طرفان، أحدهما سالب و الأخر موجب وهو ما يعرف بخاصية ازدواج القطبية Di-polar characteristic و لهذه الخاصية تأشيرا قويا على الخواص الكيميائية و الطبيعية للماء . فجزي الماء القطبي يتشابه في تأثيره مع مغناطيس أي يتأثر بالحقول الكهربائية، وهذا يشمل الحقول الناتجة عن الجزيئات المتشابهة القريبة [7].

IV. 4. خواص الماء تحت التبريد:

من المعروف أن السوائل تتمدد بالحرارة: فيزداد حجمها و تقل كثافتها، إلا أن الوضع يختلف في حالة الماء، حيث يسلك سلوكا على مدى أربعة درجات حرارية فقط ما بين درجة 40م° و الصفر المئوي و خارج هذا المدى يخضع الماء للقواعد الطبيعية مثل باقي أنواع السوائل.

و تبين الدراسات أن التركيب الفراغي لبلورة الثلج، يتخذ الشكل الهرمي الرباعي المفرغ، و الذي يؤدي إلى زيادة حجم الماء عند التجميد بحوالي 10 % مما يؤدي إلى انخفاض كثافته.

- **يتفاعل كعامل مؤكسد و كعامل مختزل:**

يتفاعل الماء كعامل مؤكسد Oxidizing agent و مثال ذلك تفاعل فلز الصوديوم مباشرة وبشدة مع الماء النقي و يتأكسد إلى هيدروكسيد الصوديوم NaOH كما يتفاعل بخار الماء الساخن مع الكربون فيؤكسده و يتصاعد غاز الهيدروجين .

كما يتفاعل الماء مختزل، فيتفاعل الماء النقي مع غاز الفلور و هو مؤكسد قوي و يحوله إلى فلوريد الهيدروجين HF ويتصاعد غاز الأكسجين.

- **يتفاعل كحمض وكقاعدة**: يتفاعل الماء كحمض فيتفاعل مع الأمونياويمنحها بروتون حسب المعادلة التالية:

$$NH^{3} + H_2O \rightleftharpoons NH^{+4} + OH^{-}$$

كما يتفاعل الماء كقاعدة فيتفاعل الماء مع بروميد الهيدروجين حسب المعادلة التالية:

$$H_2O + HBr \rightleftharpoons H_3O^{+} + Br^{-}$$

و الماء له القدرة على اكتساب أو فقد البروتونات في آن واحد و لذلك يعتبر الماء مادة أمفيروتونية Amphiprotic

فانقسام الماء على هذا الأساس هو ببساطة عبارة عن تفاعل بيت حمض و قاعدة، حسب التفاعل التالي :

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^{+} + OH^{-}$$

5.IV. تأين ورقم pH الماء:

بعض جزيئات الماء تنقسم إلى أيونات ذات شحنات كهربائية كما هو موضح في التفاعل التالي:

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^{+} + OH^{-}$$

و كمية الانقسام صغيرة جدا فقط 8-10 مول من كل من H_3O^{+} و OH^{-} تكون موجودة في لتر من الماء النقي.

و هذه الظاهرة مهمة جدا بسبب تأثير الماء في إذابة مكونات معينة يتأثر بدرجة كبيرة بتركيزات كل من أيون الهيدروجين و أيون الهيدروكسيل، فزيادة الحموضة هو انعكاس لتركيز أعلى من أيون الهيدروجين و انخفاض في تركيز أيون الهيدروكسيل، و إضافة قاعدة له تأثير عكسي. ومن خصائص الانقسام هو أن حاصل التركيزات لكلا النوعين من الأيونات ثابت عند درجة حرارة معينة، و في هذا المثال فإن حاصل التأين يساوي 10^{-14} عند حوالي 25 م° و يسبب صغر أرقام تركيزات الأيونات، فالمقياس اللوغاريتمي قد استخدام للدلالة على شدو الحموضة و هو رقم الـ PHو هو عبارة عن اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين .

فالماء الذي رقم الـPH يساوي 7 يكون متعادل وأعلى من 7 يكون قاعدي و أقل من 7 يكون حامضي. و التغير في الـPH بمقدار وحدة واحدة يمثل عشرة أضعاف التغير في تركيز أيونات الهيدروجين، فمحلول رقم الـPH له يساوي 3 يحتوي عشرة أضعاف تركيز الهيدروجين الموجود في الحجم من محلول رقم الـPH له يساوي 4 و هكذا [8].

6.IV. التفاعل مع المركبات العضوية والغير عضوية:

جزئي الماء له قدرة فائقة على تفاعل مع المركبات العضوية و الغير عضوية عن طريق التأين ، حيث يتأين الماء ذاتيا إلى أيونات الهيدونيوم (H_3O^+) و أيونات الهيدروكسيل (OH^-) و ذلك حسب المعادلة التالية:

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH$$

و هذه العملية يطلق عليها Autoprotolysis، و من المعروف أن هذه الأيونات الناتجة (H_3O^+)، (OH^-) تكون قادرة على التفاعل بمفردها سواء مع المركبات العضوية أو الغير عضوية.

- **يعمل كعامل محفز**

جزئي الماء قد لا يشترك في التفاعلات الكيمائية،و لكنه قد يحفز من أدائها، و مثل ذلك إضافة الماء إلى الأحماض المعدنية المركزة يزيد من قدرتها على الإذابة و التفاعل أي يحفز من أدائها.

7.IV. القدرة على الإذابة:

من المعروف أن مياه الأمطار تستطيع إذابة الصخور الصلبة مثل الجرانيت ، كما أن الماء له القدرة على إذابة عدد كبير من المواد العضوية و الغير عضوية بدون أن يتفاعل معها و مثال على ذلك ذوبان السكر في الماء ، حيث تتم الإذابة بأن تقوم جزيئات الماء بالتخلل داخل جزيئات السكر و تعزلها فيزيائيا و تحفظها داخل فراغات توجد بين جزيئات الماء، و لهذا السبب فإن محلول السكر في الماء المقطر غير قابل للتوصيل الكهربائي و يرجع السبب في ذلك إلى أنه لا ينتج عن عملية ذوبان السكر أيونات حرة و اللازمة لحمل إلكترونات التيار الكهربائي داخل الماء. أما في حالة ذوبان كلوريد الصوديوم في الماء حيث تتم الإذابة عن طريق التأين إلى أيونات الكلوريد وأيونات الصوديوم و التي تنقل الإلكترونات داخل المحلول وكلما زاد تركيز الأيونات ارتفعت درجة التوصيل الكهربائي.

8.IV. الاتحاد مع المركبات الغير عضوية:

جزئ الماء له ميل قوي للاتحاد الفيزيائي مع المركبات و الأملاح الغير عضوية و ذلك عن طريق التجاذب الالكتروستاتيكي بين أيوناته و بين أيونات المركبات الأخرى مثال ذلك امتصاص الرطوبة بأملاح الصودا الكاوية و كبريتات النحاس و غيرها.

و تؤدي هذه الخاصية أيضا إلى تكوين ماء التبلور لعدد كبير من الأملاح الغير عضوية مثل كبريتات النحاس المائية $CaSo_4.5H_2O$ و الجبس$CaSo4.2H2O$ و في مثل هذه الحالات تدخل جزيئات الماء في التركيب البلوري لهذه المركبات.

9.IV. ثوابت المياه النقية:

يمكن التعبير عن الخصائص الطبيعية للماء النقي الخالي من الأملاح والشوائب بثوابت معينة و تتغير هذه الثوابت في حالة وجود مواد ذائبة بقيم متفاوتة حسب نوعية و تركيز المواد الذائبة.

و يجدر الإشارة هنا إلى أن الماء النقي خالي من الأملاح مثل (الماء المقطر) لا يناسب الإنسان كمياه للشرب، بل يمثل خطورة عليه نظرا لأن الماء في هذه الحالة له القدرة الكبيرة على إذابة أي شيء و بالتالي يكون قادرا على إزالة الأملاح من خلايا جسم الإنسان مثل الصوديوم و البوتاسيوم، مما يعرضه لنوبات هبوط في كفاءة القلب و المخ.

و لذلك فإن ماء الشرب يجب ألا يقل محتواه من الأملاح الذائبة 100 ملغ/ل، كما أن الماء الخالي من الأملاح يستطيع أن يهاجم المعادن مثل مواسير المياه الحديد و النحاس و يؤدي إلى سرعة تآكلها[9].

V. الماء العذب (المعدني):

يغطى الماء أكثر من 80 % من سطح كوكب الأرض، ومعظم هذه المياه مياه المحيطات المالحة،ويشكل الماء العذب الذي يعتمد عليه الإنسان والحيوان و كذلك معظم النباتات حوالي 3 % من الماء الذي يغطي سطح الأرض و على الرغم من ذلك فكمية الماء العذب الكلية و التي تقدر بحوالي 36 مليون كيلومتر مكعب تكفي لاستهلاك جميع أشكال الحياة على وجه الأرض.وهذا المورد يتجدد باستمرار بفعل دورة الماء التي لا نهاية لها والتي يتم بفعل الطاقة الشمسية.

والماء العذب يسقط على شكل مطر، ويتسرب خلال التربة ويساعد النبات على النمو وتعويض النقص في المياه الجوفية أو قد يجري على السطح إلى القنوات المائية و الأنهار و البحيرات، و تعود المياه العذبة إلى الجو بالنتح النباتي و التبخر من الأرض أو من المسطحات المائي الداخلية أو بعد تدفقها في البحر، و إن الزيادة السريعة في أعداد السكان في أنحاء كثيرة من العالم تزيد من الحاجة إلى الماء للري و الاستخدام المنزلي و التصنيع.

و لتحقيق هذه الاحتياجات المتزايدة لا يقتصر الأمر على الطرق التقليدية، كحفر الآبار و إقامة السدود فحسب، بل تتضمن أيضا تحسين إدارة المياه العذبة المتاحة، عن طريق زيادة فعالية توزيع المياه العذبة و تخصيصها و زيادة كفاءة الاستخدام بصون المياه و المحافظة عليهاو تؤثر توعية الماء بدرجة كبيرة في مدى الاستفادة منها، و بالرغم من أن الاستخدام الآدمي يلوث الماء من زمن طويل، فإن الحكومات تقوم بجهود هامة الآن للسيطرة على مصادر التلوث [5].

1.V. وفرة الماء العذب (المعدني):

إن الماء مقوم أساسي من مقومات أشكال الحياة،و من المعروف أنه يتعذر على أشكال الحياة و التي تعيش على اليابسة استهلاك 98 % من المياه نظرا لملوحتها، و حتى كمية الماء العذب التي تشكل 3 % ليست كلها متوافرة بسهولة، إذ أن كثيرا منها إما محبوس في جليد الثلاجات أو مخزون في جوف الأرض.

والمصدر الرئيسي للمياه العذبة اللازمة لاستهلاك الحياة البشرية ة غيرها من أشكال الحياة التي تعيش على سطح الأرض هو المطر الذي يتساقط على سطح اليابسة،و بالرغم من أن هذا المطر يشكل جزءا صغيرا نسبيا من مياه الكرة، فهو مصدر هائل، إذ يزيد مقدره على 110000 كليومتر مكعب سنويا. ويعود 65 % من هذا المقدر في النهاية بالنتح والتبخير من اليابسة،و الجزء المتبقي يعيد تغذية خزانات المياه الجوفية و الأنهار و البحيرات أثناء تدفقه نحو البحر.

إن وفرة الماء العذب لا يتساوى في توزيعه العالمي و كذلكلا يوجد توافق في كثير من الأحيان بين الكثافة السكانية و بين توفر الماء العذب. و معظم الاختلاف في وفرة العذب يرجع إلى الاختلاف في المناخ، فمعدلات المطر في كثير من دول شمال إفريقيا و الشرق الأوسط مثل مصر منخفضة مع ارتفاع معدلات التبخر و ينتج عن ذلك انخفاض مستويات الجريان السطحي، ومن ناحية أخرى فهناك دول أخرى لديها وفرة من الماء العذب يفوق الماء العذب المتوافر في الدول السابق الإشارة إليها بأكثر من عشرة آلاف مرة مثل أندونيسا و إيسلندا، وهذا راجع إلى مناخها المطير.

و في التقييم الواقعي للمياه العذبة المتوافرة للاستخدام البشري لا بد من أخذ المناخ و المكان و الزمان و تعداد السكان و الحدود السياسية في الاعتبار، إضافة إلى تدخل الإنسان.

2.V. طبيعة الماء العذب:

إن مصادر المياه العذبة الطبيعية المتاحة هي الأمطار و الأنهار و الثلوج، وتمثل مياه الأمطار كما سبق الذكر إحدى حلقات دورة المياه الطبيعية و هي عادة نقية، إلا أنها ليست خالية تماما من الاملاح، ويرجع ذلك إلى أنه عند سقوط مياه الأمطار فإنها تتأثر بخصائص و مكونات الهواء الملامس لها، لذا يختلف التركيب الكيميائي لمياه الامطار باختلاف درجة نقاوة كتلة الهواء بموق الهطول.

ويحتوي الهواء الجوي على مقادير مختلفة من الدقائق العالقة والمعروفة باسم الأتربة المثارة Risingdust وقد تكون هذه الدقائق غنية بكلوريد الصوديوم السريع الذوبان في الماء المطر، وهذا بالإضافة إلى وجود عدد من الغازات الذائبة في مياه الأمطار مثل الأكسجين و ثاني أكسيد الكربون و بعض أكاسيد النيتروجين و الغازات الخاملة. كما أنه من المتوقع احتمال وجود بعض الغازات الصناعية الملوثة الذائبة مثل أكاسيد الكبريت و أبخرة بعض المركبات الفلزية مثل الرصاص و الكادميوم، هذه المكونات يتوقف تواجدها على الظروف المناخية و الجغرافية مما يؤثر على التركيب الكيمائي لمياه الأمطار.

و من المعروف أنه قد يختلط ماء المطر و هو في طريقه إلى سطح الأرض بالغازات الناجمة عن احتراق أنواع الوقود المختلفة التي تنبعث من محطات توليد القوى الكهربائية ومن المصانع و السيارات فيصبح له تأثير حامضي نتيجة تكون أحماضا الكبريت و النيتريك و غيرها ، وهناك احتمالانتقال هذه الغازات بالرياح إلى مسافات بعيدة مسببة تساقط المطر الحامضي في أقطار بعيدة عن مصادرها ويسبب المطر الحامضي قتل الأسماك و غيرها من الاحياء المائية و تآكل المباني وخصوصا الأتربة القديمة و قد يلحق الضرر بالغابات و الأراضي المزروعة وقد يهدد أيضا صحة الإنسان.

و قد يختلف التركيب الكيمائي لمياه الأمطار باختلاف الظروف البيئية لمنطقة الهطول.

وتنشأ مياه البحيرات و الأنهار الطبيعية من مياه الأمطار بصفة أساسية لذا كان من المتوقع ان تكون مياه الأمطار و البحيرات العذبة ذات درجة ملوحة منخفضة و لكنها تتنوع حسب العوامل الآتية:

1. الموقع الجغرافي.
2. الطبيعة الجيوكميائية لصخور ورسوبيات مجرى المياه.
3. طول المجرى وسرعة المياه من المنبع و حتىالمصب.
4. المساحة السطحية للجسم المائي المعرضة للبخار.
5. الظروف المناخية المؤثرة على المجرى المائي.
6. درجة جودة الهواء الملامس لمياه المطر.
7. مصادر التلوث المؤثرة على جودة الماء.

VI. مفهوم جودة المياه:

غالبا ما ينظر إلى المياه المنخفضة في تركيز مكوناتها بأنها الأفضل، وهذا يبدو منطقي، و لكن لسوء الحظ فتقويم جودة المياه ليس بهذه السهولة، فهناك عوامل أخرى عديدة يجب أخدها بعين الاعتبار عند التقويم.

و يمكن توضيح ذلك من خلال مثال بسيط فباستعمال مقياس لنقاوة الماء ، فالماء المقطر يكون على قمة المياه النقية، وينظر إلى ماء البحر على انه ماء غير مرغوب فيه نسبيا بسبب احتواءه على تركيزات عالية الأملاح .

ولهذا فمن غير الممكن قياس الجودة دون تحديد الأغراض المستهدفة، فالمياه التي تستخدم لشرب الإنسان تختلف عن المستعملة لشرب الحيوانات وتختلف عن تلكالمستخدمة لعيش الحيوانات المائية وتختلف عنتلك التي تستعمل في الزراعة. وهنا عدة دراسات تمت وبعضها قائمة على مستو العالم حول تصنيف المياه ومراقبة تلوثهاوتحديد مد جودتها للشرب خاصة للإنسان لأن صحة الإنسان فوق كل اعتبار وللزارعة لأن الزارعة من مقوماتالدول، و في بعض البلدان كالعراق هناك دراسات عديدة في هذا الميدان و حتى التي تهتم بتحديد جودة المياه الموجهة لري الحيوانات.

تنقسم المياه بصفة عامة حسب مصدرها إلى: مياه طبيعية، ومياه معالجة وهي الناتجة عنمعالجة المياه المستعملة، وتنقسم حسب مكان تواجدها إلى: مياه جوفية ومياه سطحية، ولكل نوع منهاخصائص فيزيائية وكيميائية وبيولوجية والتي من خلالها نحدد نوعيته وجودته.

ولمصادقة تلك الجودة نقوم بمقارنة قيم العناصر المكونة لتلك المياه مع قيم معايير التصنيف المعتمد عليها منها المعايير العالمية والدولية، مثل معيار المنظمة العالمية للصحة OMS والمعيار الأوربي NO و الجزائري NA و غيرها، و من خلالها نضمن صلاحية الماء للاستعمال البشري والزراعي و الصناعي، وتختلف معايير تصنيف المياه الطبيعية عن المياه المستعملة سواء التي توجت بعد المعالجة للشرب أو للزراعة أو الصناعة، وهذه بعض العناصر التي لا بد من مراعاتها أثناء تقييم جودة المياه الطبيعية والموجهة للشرب والزراعة و منها حسية، فيزيائية، كيميائية و بيولوجية و بعض الموصفات النوعية في دراستنا هذه سوف نعتمد على معيار الجزائر و معيار المنظمة العالمية للصحة [12].

VII. معايير جودة المياه:

إن المجهودات التي تبذل من قبل الأفراد و المجموعات لتحديد خصائص نوعية المياه الضرورية أو المرغوب فيها للاستعمالات العديدة للمياه تلخص دوريا في ما يسمى معايير جودة المياه Water quality criteria و مقارنة بيانات تحليل عينات الماء تحت الاختبار مع المعايير المناسبة للاستخدام في غرض معين و المعتمدة من الهيئات المتخصصة هي أساس الحكم على هذا المصدر من المياه سيكون مناسبا للاستعمال في غرض معين أم لا، إذا كان غير مناسبا، فما هي التغيرات في الجودة التي من الضروري إجراءها لجعلها مناسبة للاستخدام في هذا الغرض[13].

1.VII. تقييم نوعية المياه الصالحة للشرب:

لتقييم المياه الموجهة للتزويد بالمياه الصالحة للشرب هنا عدة عناصر لابد من مراعاتها سواء كانت مياه جوفية أو سطحية وهي كالآتي:

_ العناصر الفيزيائية و الكيميائية:

أ/ العناصر الفيزيائية:

- **درجة الحرارة:**

الماء الصالح للشرب درجة الحرارة المقبولة العادية(25-15)م° و حسب المعياريين المعتمد بهما درجة الحرارة المقبولة هي 25م°[14].

- **مجموع الأملاح الذائبة الكلية:**

تُعبر عن ملوحة المياه وهي من الصفات الفيزيائية المهمة التيُ يعتمد عليها في تقييم المياه، وتعتمد على تركيز جميع الشوارد الموجودة في الماء وارتفاع نسبها ينتج عنه طعم غير مستساغ. ولم تحدد لها قيمة حسب المعياريين في هذه السنوات.

- **عكارة الماء:**

و هي مقياس حجم الحبيبات العالقة في الماء والتي ل تذوب مثل حبيبات الرمل، و سببها طبيعي وهو أماكن تواجد المياه والطحالب والبكتيريا التي سببها التلوث، و الماء يجب أن يكون صافي لكي نقول عنه صالح للشرب و قيمة العكارة حسب المعياريين هي 5 NTU.

- **الأكسجين الذائب في الماء:**

هو عنصر غير مستقر في الماء ونسبته راجعة إلى درجة حرارة الماء وطبيعة ومصدر الماء. وحسب معيار الجزائر يجب أن يكون أقل أو يساوي 08 ملغ /ل.

- **الأس الهيدروجيني (pH)** :

ويقصد بنسبة درجة حامضية أو قاعدية الماء، و الارتفاع و الانخفاض في قيمه يحدث بشكل طبيعي بسبب حركة المياه الجوفية و اختلاطها مع مياه أخرى، و مرورها بالطبقات الصخرية المختلفة، و هو المعامل الذي يحدد عدوانية الماء .و قيمته حسب المعياريين محددة بـ: 6.5-9.5 و إذا كان الأس الهيدروجيني حامضي أي أقل من 7 فإنه يشكل أمراض في جسم الإنسان من بينها الأمراض الناتجة عن قلة الأكسجين في الدم.

- **الناقلية الكهربائية:**

تعكس قيم الناقلية الكهربائية محتو الأملاح الذائبة في الماء و هي مهمة جيدا لتصنيف مياه الشرب و المنظمة العالمية للصحة لم تحدد لها معيار تعتمد عليت في عام 2006و أما معيار الجزائر أن ل تتعد 2800ميكرو سيمنس/سم.

- **العسرة الكلية للماء (الصلادة):**

عسرة آو صلادة الماء هو مقياس لتركيز الشوارد في الماء، و تعد شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم من أكثر الشوارد المسببة للعسرة في المياه الطبيعية و حسب معيار المنظمة العالمية للصحة يجب أن لا تتجاوز 200ملغ/ل من كربونات الكالسيوم في كلا المعياريين.

ب/ العناصر الكيميائية: وتتمثل في الشوارد الموجبة و الشوارد السالبة كما يلي:

- **الكالسيوم:**

يعتبر الكالسيوم عنصر أساسي ويوجد في الطبيعة على شكل جزئ مركب مثل كربونات الكالسيوم، سولفات الكالسيوم و مصدره الصخور الكلسية، البلورية والرسوبية مهم لنمو جسم الإنسان و تواجده بكمية كبيرة في الماء يسبب خطر على صحة الإنسان وقد يسبب تلف كل القنوات و حدوث رواسب طفيفة من الكربونات على القنوات المعدنية. والقيمة المحددة حسب المعياريين هي 100ملغ/ل بالنسبة لمعيار OMS و 200ملغ /ل لمعيار NA.

- **المغنيزيوم:**

عنصر واسع الانتشار في الطبيعة ومصدره صخور الدولوميت، البلورية و الرسوبية هو مؤشر على عسرة الماء إذا كانت نسبته زائدة يصبح الماء له طعم غير جيد، ليس له ضرر صحي إلا على الأشخاص ذات القصور الكلوي. و القيمة المحددة حسب المعياريين هي 50ملغ/ل بالنسبة لمعيار OMS و 200ملغ /ل لمعيار NA.

- **الصوديوم:**

مصدره التكوينات الجيولوجية منها الصخور البلورية والرسوبية التي تحتوي على كلور الصوديوم و قد يكون مصدره تسرب مياه الصرف الصحي و مياه الصرف الزراعي و وجوده بكميات كبيرة يؤثر عل الأشخاص المصابين بمرض القلب و الكلى و ارتفاع ضغط الدم، و القيمة المحددة حسب المعياريين هي20ملغ/ل بالنسبة لمعيار OMS و 200ملغ/ل لمعيار NA.

- **البوتاسيوم:**

وجوده قليل ومصدره الصخور البلورية والرسوبية و قد يكون بتسرب مياه الصرف الصحي و مياه الصرف الزراعي، نسبته في المياه الطبيعية منخفضة دائما و تكون ما بين 10-15ملغ /ل، و هذه القيم لها مساوئ على صحة الإنسان و القيمة المحددة حسب المعياريين هي 12ملغ/ل لكليهما.

- **الكلور:**

منتشر في الطبيعة يمتاز أيون الكلور بقابلية ذوبانه العالية في الماء،ويكون على شكل ملح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم، ويكون مصدره الرئيسي الصخور الرسوبية وقد يكون مصدره المياه المستعملة الصناعية والمنزلية والزراعية، و وجوده يسبب خطر على الإنسان و لكن الكمية الكبيرة التي تفوق 1000ملغ/ل تضر المصابين بأمراض الكلى و القلب والأوعية الدموية و يؤثر على طعم الماء بإعطائه طعم مالح،والقيمة المحددة حسب المعياريين هي 250ملغ/ل بالنسبة لـمعيارOMS و 500ملغ/ل لـمعيار NA.

- **الكاربونات و البيكاربونات:**

تحتوي جميع المياه الطبيعية على نسبة من الكربونات والبيكربونات و تنتج من تفاعل كل من ثاني أوكسيد الكربون الذائب في المياه مع الصخور الجيرية المكونة أساسا من كربونات الكالسيوم و تركيزها يعتمد على عدة عوامل منها الأس الهيدروجيني، قلوية الماء.

1.1.VII. العناصر الغير المرغوب فيها:

و هي عناصر قد ل تؤثر كثيرا على صحة الإنسان فقط، تعطي طعم غير مستساغ و لون غير مرغوب فيت إذا زادت عن حد معين و هي:

- **الحديد:**

مصدره جيولوجية مكان تواجد الماء أو التلوث الصناعي، ويوجد على شكل الحديد الثنائي القابل للذوبان، ويكون على شكل مواد عالقة ل يؤثر على صحة الإنسان،و لكن يعطي للماء طعم معدني و لون أحمر، و يترك آثار على الأشياء المختلفة مثل الملابس. و الحديد غير مصنف حسب معيار OMS لعام 2006 أما الجزائر يجب أن ل يتجاوز 0.3ملغ/ل.

- **الزنك:**

نادرا ما تتجاوز قيمته 0.1ملغ /ل و القيمة المحددة لت 5ملغ /ل بالنسبة لمعيار NA إذا تجاوزها يصبح للماء طعم غير مرغوب فيها أما لمعيارOMS حددت قيمته بـ: 3ملغ /ل.

- **الكبريتات:**

مصدرها قد يكون بسبب وجود الصخور النارية و الرسوبية مثل الجبس و ذوبان بعض المعادن مثل كبريتات الكالسيوم أو من مياه الأمطار، ونسبته الزائدة تعطي للماء طعًما مر، و القيمة المحددة حسب المعياريين هي 500ملغ/ل بالنسبة لمعيارOMS، و 400ملغ/ل لمعيار NA.

- **النترات:**

وجود ايونات النترات في المياه الطبيعية قليل جدا و مصدره غالبا ما يكون من تحلل البقايا العضوية، و من مياه الصرف الصحي و الزراعي و الصناعي والكمية الزائدة منها في ماء الشرب قد تسبب التهاب الغشاء المخاطي في الأمعاء لد البالغين. و القيمة المحددة حسب المعياريين هي 3-50ملغ/ل بالنسبة لمعيار OMS و 50ملغ/ل لمعيار NA.

- **النيتريت:**

مصدرها تلوث المياه بمياه الصرف الصحي أو الزراعي و الصناعي أو تحول النترات إلى النيترات بفضل تحولت كيميائية تؤدي زيادة نسبة النيتريت في الماء إلى تكاثر الكائنات الحية النباتية بسرعة في الماء، كما أن زيادتها في مياه الشرب يؤدي إلى اتصالها مع مادة الهيموغلوبين الموجودة في كريات الدم الحمراء، واعاقة تنقل الأكسجين في الجسم مما يسبب الإصابة بمرض الازرقاق وخاصةً عند الرضع، وقد تسبب انخفاض ضغط الدم لد البالغين. و القيمة المحددة حسب المعياريين هي: 0.2ملغ/ل بالنسبة لمعيارOMS و 0.2ملغ/ل لمعيارNA.

- **الفليور:**

و قليل جدا في المياه الطبيعية، لا يوجد دليل على أن له آثار ضارة في حالة وجوده بالتراكيز المنخفضة جدا و القيمة الأدنى في الماء مقدرة بـ: 0.5ملغ /ل تكون حماية للأسنان من التسوس والكمية المرتفعة و يمكن أن تسبب بقع و تكلس على الأسنان ويمكن أن تحدث سقوطها، قيمته محددة بـ: 1.5ملغ /ل حسب كلا المعيارين.

- **الألمنيوم:**

يؤثر سلبا على مرضى العظام والقصور الكلوي كما يقلل من معدل نمو خلايا الدماغ، وبعض الدارسات أثبتت أن التحاليل التي تجر لمصابي الزهايمر تبين أن نسبة الألمنيوم تكون مرتفعة دائما لديهم و قيمته محددة بـ: 0.2ملغ/ل لكلا المعياريين.

- **الفوسفات:**

يأتي من مياه الصرف الزراعي و الصرف الصناعي، و تؤدي زيادة نسبة الفوسفات في الماء إلى تكاثر الكائنات الحية النباتية بسرعة في الماء، وعلى وجت الخصوص الطحالب و حسب معيار الجزائر قدر بـ:5ملغ/ل.

- **العناصر السامة:**

هذا النوع من العناصر له تأثير ضار على صحة الإنسان، من المستحسن عدم وجودها في المياه الموجهة للشرب وتنقسم إلى قسمين و هما:

- **المبيدات الحشرية:** و تقدر في معيار الجزائر بـ: 0.0001 ملغ/ل.
- **المعادن الثقيلة:**

و هي معادن قليل تواجدها في الماء و هي المسببة لعدة أمراض منها السرطان و منها: الزرنيخ، الفضة، الزئبق، الرصاص، الكاديوم، النحاس، الباريوم، الكروم، السيلينيوم و الزنك ، و قيمها المسموح بها بالنسبة للمعياريين.

- **المقاييس البيولوجية:**

وتتمثل في العناصر البيولوجية الدقيقة، والتي مصدرها الإنسان نفسه، وبدرجة أقل الحيوان عند مراقبة الجودة المكروبيولوجية للمياه، نبحث بشكل أساسي عن الكائنات الحية الدقيقة التي هي دليل على التلوث البرازي المعروف بسنت مسبب للأم ارض وتتمثل في:

- **القولونيات:** تعيش في الأمعاء البشرية والحيوانية ونجدها أيضا في الطبيعة.
- **الإشريشيا القولونية:** تدل على أن تلوث المياه من أصل بشري حصرا.
- **العقدية البرازية:** يشير وجودها أيًضا إلى التلوث الذي قد يكون بعيًدا عن موقع أخذ العينات.

وهناك أنواع كثيرة من الحياة البيولوجية التي تؤثر على سلامة مياه الشرب وجميع هذه العناصر يجب أن تكون في الماء و هذا وفق جميع المعايير.

VIII. إدارة المورد المائي المحدود:

من المتوقع حدوث الكثير من مشاكل المياه العذبة في المستقبل القريب نتيجة لزيادة الحاجة إلى المياه الناتج عن النمو السكاني و التحضر و التصنيع و الري، و أمام هذه الاحتياجات المتزايدة أربعة اختيارات أساسية عندما تكون وفرة المياه محدودة هي:

1. إعادة توزيع الحصص من المياه المتوافرة للتلاؤم مع الطلبات الجديدة المتنافسة.
2. زيادة الاستفادة من المورد المحدود بتحسين كفاءة الاستخدام عن طريق صيانة المياه و إعادة استخدامها.
3. زيادة مورد الماء العذب المتوافر بالحلول الهندسية التقليدية كإقامة السدود لتخزين المزيد من الجريان الفيضاني و حفر الآبار التي فيها فائض من الأماكن شحيحة المياه.
4. إنتاج المياه العذبة من المياه المالحة.

فلقد أوضحت كثير من الدراسات إمكانية استخدام حرارة المحيطات المدارية لتوليد الكهرباء التي تستخدم بعد ذلك في إزالة ملوحة المياه دون استهلاك طاقة من مصادر خارجية، أي تكون منخفضة التكاليف من الطبقة العليا من مياه المحيطات المدارية هي التي تمد بالطاقة، فتضخ هذه المياه التي تبلغ درجة حرارتها نحو26 م° إلى غرفة مفرغة الهواء حيث يتحول على الفور حوالي 1 % من المياه إلى بخار يستغل في إدارة توربينات تقليدية لإنتاج الكهرباء، و تتوافر المياه العذبة من تكثيف البخار المستخدم ، و يبرد المبادل الحراري للتوربين الذي ينتج الماء المكثف بمياه في درجة حرارة 6 م° يتم ضخها على عمق يبلغ 800 متر تحت سطح المحيط و الطاقة المتولدة أكثر من كافية لتشغيل هذا النظام المسمى تحويل طاقة المحيط الحرارية . ففضلا عن توفر الكهرباء فإن محطات تحويل طاقة المحيط الحرارية قد توفر مستقبلا المياه العذبة.

و هذا بالإضافة إلى الطرق التقليدية المستخدمة حاليا لتحلية ماء البحر مثل طرق التقطير التي تستخدم الطاقة الشمسية أو الطاقة الكهربائية و الطرق التي تعتمد على ظاهرة الأسموزية العكسية Reverse Osmosis أو بنزع الأيونات باستخدام مواد تبادلية أو بالانحلال الكهربائي [11].

الفصل الثالث:

طرق و أدوات

I. مقدمة:

في هذا الفصل نلخص البروتوكول المتبع في عملية تحليل عينة ماء زمزم موضحين الأدوات المستعملة و الطريقة المستخدمة خلال الجزء العملي حيث أجريت لنا التحاليل في المخبر التابع لمؤسسة اقتصادية بورقلة (الوكالة الوطنية للموارد المائية).

II. أخذ العينة:

العينة تتعلق بمنطقة في مكة المكرمة، أُحضرت عينة من ماء زمزم من الحجيج، العينة أحضرت في عبوة بلاستيكية معبأة و محفظة.

III. التراكيز الكيميائية والفيزيائية:

لتحديد العوامل و التراكيز الكيميائية و الفيزيائية تطرقنا لاستعمال بعض القوانين و الأجهزة التي سيتم ذكرها كالتالي:

1.III. جهاز مقياس الطيف الضوئي Spectrophotomètre à Flamme:

صورة 4: جهاز مقياس الطيف الضوئي

يقيس جهاز الطيف الضوئي Spectrophotomètre à Flamme الذي يشتغل عن طريق الغاز تراكيز كلا من البوتاسيوم، الصوديوم والكالسيوم.

قيست تراكيز عنصر البوتاسيوم K^+ في العينة كالتالي:

أ/ طريقة العمل:

-نقوم بتشغيل زر الجهاز على عنصر البوتاسيوم (في هذا المثال).

-نشغل جهاز Spectrophotomètre à flamme.

-نضبط الجهاز بالماء المقطر على القيمة صفر.

-نقوم بقراءة التراكيز المختلفة لعنصر البوتاسيوم (4،10،20،30،40،60،80،100 mg/ℓ)

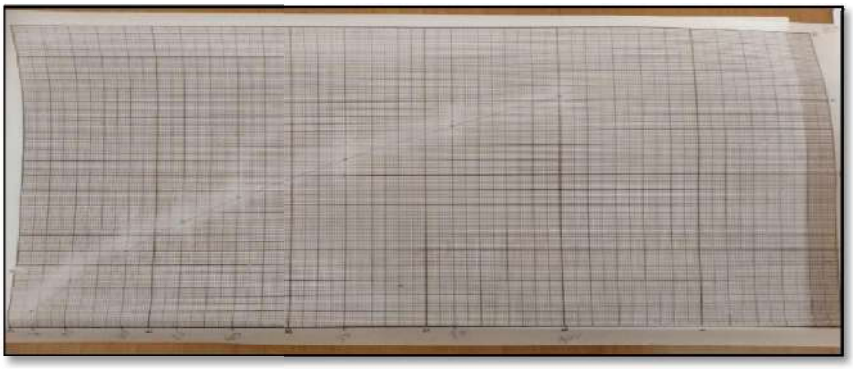
-و في الأخير نقرأ العينة.

مثال:

التراكيز	القيمة
4	13
10	26
20	40
30	48
40	61
60	78
80	95
100	107

العينة	القيمة
X	18
Y	46

و بهذه القيمة نقوم برسم منحنى المعايرة و به نقوم باستخراج تركيز K^+ بوحدة الmg/ℓ .



صورة 5: منحنى المعايرة لعنصر البوتاسيوم

يتم قياس الصوديوم Na^+ و الكالسيوم Ca^+ بهذا الجهاز بنفس الطريقة حيث يكون الاختلاف في التراكيز.

2.III. جهاز الطيف الضوئي DR2000 Spectrophotomètre:

صورة 6: جهاز الطيف الضوئي

يقيس جهاز الطيف الضوئيDR2000 Spectrophotomètre تراكيز كلا من الكلورير، السلفات و النيترات. قيست تراكيز عنصر الكلورير Cl^-في العينة كالتالي:

●الأدوات المستعملة:

- دورق مخروطي ذو سعة 50 مل.

●طريقة العمل:

نضع 5 مل من:

- الشاهد H_2O ، و المحاليل القياسية، و العينات في دوارق ذات 50 مل.
- أضف بالترتيب 15 مل من محلول Thiocyanate mercurique المخفف إلى 1/3.

- نقوم بالرج.
- أضف 15 مل من محلول Nitrique d'alun ferrique المخفف إلى 1/6.
- نقوم بالرج.
- أضف 15 مل من الماء المقطر Eau Distillée.
- رج الدوارق حتى تتمازج المحاليل.
- دعه يهدأ لمدة نصف ساعة.
- خذ القراءات بطول موجة 470 نانو متر (nm).

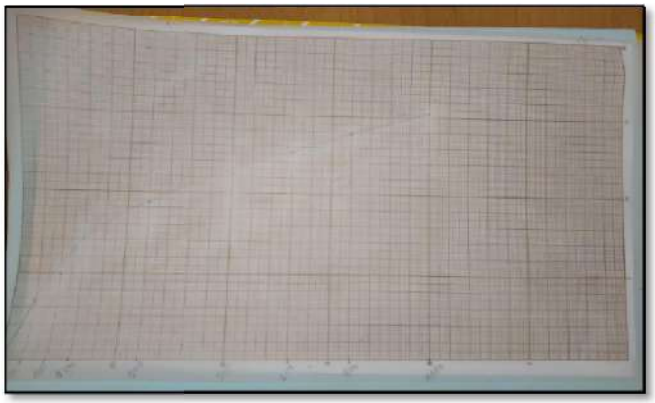
بعد مرور 30 دقيقة نقوم بالقراءة على جهازDR2000 على طول موجة 470 نانو متر، لدينا المثال كما يلي:

جدول2 : القيم المسجلة لمختلف تراكيز الكلورير بواسطة جهاز الطيف الضوئي

التراكيز	القيمة
50	0.094
100	0.152
200	0.233
350	0.305
500	0.375
650	0.429
800	0.469
1000	0.515

العينة	القيمة
X	0.289
Y	0.277

وبهذه القيم نقوم برسم منحنى المعايرة التالي:

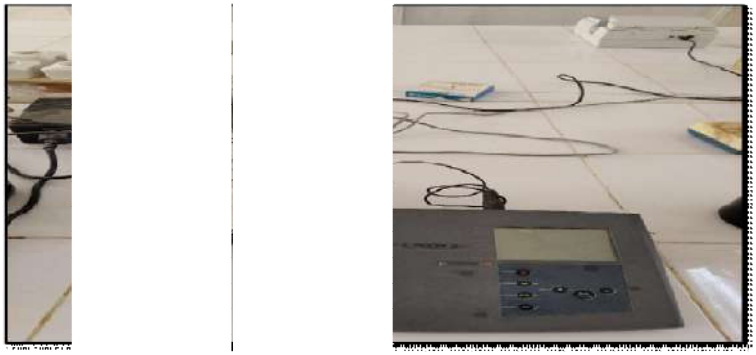


صورة 7: منحنى معايرة الكلورير

بعد رسم المنحنى نقوم باستخراج تركيز $C\ell^-$ بالـ mg/ℓ.

يتم قياس السولفات SO_4^- والنيترات NO_3 بهذا الجهاز بنفس الطريقة حيث يكون الاختلاف في التراكيز.

3.III. جهاز قياس الحموضة pH mètre :



صورة 8: جهاز قياس الحموضة

الرقم الهيدروجيني هو مقياس حموضة المحلول يرتبط بتركيز الـ H^+ في المحلول، قيمة الرقم الهيدروجيني هي رقم بدون وحدة من 0 إلى 14.

•الأدوات المستعملة:

- بيشرBecher

- مغناطيس التحريك Barreau magnétique

- مرج Agitateur

– العينة

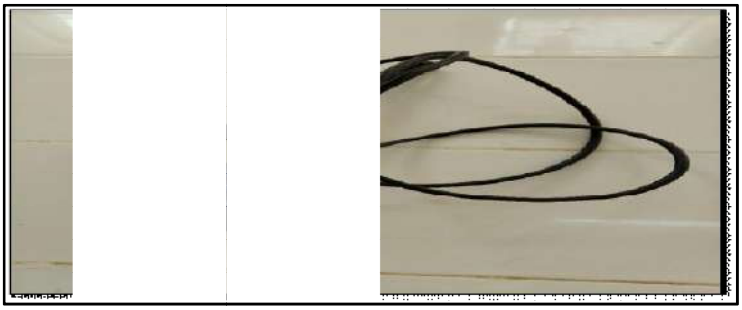
•طريقة العمل:

– أولا: نغسل بالماء المقطر كل من القطب الكهربائي المتصل بجهاز قياس الحموضة (électrode) ومغناطيس التحريك (Barreau magnétique).

– ثانيا: نسكب محلول العينة في كأس بيشرونضعه على الجهاز (الصورة 2).

– ثالثا: نقوم بتشغيل الجهاز ننزل القطب الكهربائي في داخل المحلول نتركه حتى تثبت القراءة ونأخذ قيمة (pH).

4.III. جهاز قياس الناقلية Conductivimètre:



صورة 9: جهاز الناقلية

- **الأدوات المستعملة :**

- بيشرBecher

- **طريقة العمل:**

-نقوم بسكب العينة في البيشر.

-نقوم بغسل الإلكترود المتصل بجهاز الناقلية بالماء المقطر ثم نغطسه في العينة.

- نشغل الجهاز ونقرأ قيمة الناقلية التي تظهر على شاشة الجهاز.

- قياس الكربونات و البيكاربونات في الماء (Alcalinité)

5.III. قياس الكربونات و البيكاربونات في الماء (Alcalinité):

تعرف قلوية الماء $[HCO_3^-]$ بأنها مجموع شحنات الأحماض غير النشطة .

- **الأدوات المستعملة:**

-كأس بيشر Becher

- مخبار مدرج Eprouvette graduée

-سحاحة Pipette

- **الأجهزة المستعملة:**

  - جهاز قياس الحموضة (pH mètre)

- **طريقة العمل:**

بواسطة مخبار مدرج نقيس مقدار20 مل من العينة و نضعها في البيشر، نقيس لها قيمة الpH، إذا وجدت أكبر من 8.30 نأخذ بالسحاحة كمية من H_2SO_4 Acide sulfurique و نخفض به قيمة الـ pH حتى pH=8.30 و نأخذ الحجم V_1 ثم نستمر في التخفيض إلى أن يصل pH=4.50 و نسجل الحجمV_2من السحاحة.

في الأخير نحسب تركيز الـAlcalinité$[HCO_3^-]$ بالعلاقة التالية:

$$HCO_3^- = \frac{(V_2(H_2SO_4)*0.01*1000)*6\ 1}{P_E}\ mg/\ell$$

6.III. قياس المغنيزيوم Mg:

المغنيزيوم هو عنصر كيميائي رمزه Mg و عدده الذري هو 12 ينتمي إلى عائلة الفلزّات القلوية الترابية، التي تقه في المجموعة الثانية للجدول الدوري للعناصر، يتم حساب تركيزه عن طريق المعايرة اللونية، علاقته حسبت كالتالي:

$$Mg = \frac{(V_2 - V_1)}{P_E} * 258$$

الفصل الرابع:

نتائج وتحـــاليل

I. معايير صلاحية مياه الشرب:

يجب أن تفي مياه الشرب بالمعايير الفيزيائية و الكيميائية الموضوعة رسميا من قبل الهيئات الدولية (OMS) و الوطنية المعتمدة لكل دولة حسب ملائمة صحة السكان دون التأثير سلبا على صحتهم، الجدول الموضح أدناه يوضح المعايير لأبرز العناصر الكيميائية الموجودة في المياه الصالحة للشرب للنظامين الدولي (OMS) و الجزائري (NA).

جدول 3: معايير ابرز العناصر الكيميائية الموجودة في المياه الصالحة للشرب حسب النظامين الدولي و الجزائري

المادة	الوحدة	المعيار الدولي OMS	المعيار الجزائري NA
العكارة	NTU	<2.5	<2
درجة الحرارة	C°	<25	<5
TA	مغ/ل	<15	<5
TAC	مغ/ل	<15	<
الكالسيوم	مغ/ل	<270	<200
الماغنيزيوم	مغ/ل	<50	<150
الكلور	مغ/ل	<250	<500
تركيز أيون الهيدروجين	pH	≥6.5 et ≤9.5	≥6.5 et ≤9
العسرة	مغ/ل من CaCO3	<500	<500
الناقلية عند 20 C°	ميكرو سيمنس/سم	<2100	<2800
الأمونيوم	مغ/ل	<0.5	<0.5
البوتاسيوم	مغ/ل	<20	<12
الألومنيوم	مغ/ل	<0.2	<0.2
الكادميوم	ميكروغرام/ل	<3	<3
النحاس	مغ/ل	<2	<2

تابع جدول 4:

المادة	الوحدة	المعيار الدولي OMS	المعيار الجزائري NA
الأكسجين المذاب	O2	<6.5	لا قيمة دليل
فلوريد	مغ/ل	<1.5مغ/ل (حتى إلى 10)	<1.5
الحديد	مغ/ل	<0.3	<0.3
المنغنيز	مغ/ل	<0.4	<0.05
النيترات	مغ/ل	<50	<50
النيتريت	مغ/ل	<0.1	<0.1
الأكسدة	مغ/ل O_2	<5	<5
السولفات	مغ/ل	<400	<400
الزنك	مغ/ل	<3	<5
الفوسفات	مغ/ل	<0.5	<0.5
البقايا الجافة	مغ/ل	<1500	<2000

II. النتائج و المناقشة:

1.II. نتائج تحاليل المياه :

1.1.II. عينات المياه المدروسة:

ماء زمزم و المياه المعدنية المحلية التالية:

قريون– سلسبيل – أوفيتال – منبع – بيور لايف – إيفري – لجدار – فزقية – القنطرة – جبل عمور – الغدير – مسرغينسعيدة – صومام – مسعد–إشمول–أروى – مجانة–حيروش – أرياف–مليزة–تزليزة–جرجرة – يوكوس – قنيعةريغية–تاكسنة – سيدي راشد – لالة خديجة–طوقي–قديلة – القولية – عين بوقلاز – بانيانتوجة.

بعد إجراء التحاليل الكيميائية لماء زمزم بناقلية 0.63 ميكرو سيمانس على السنتيمتر، وتسجيل التحاليل للأنواع الأخرى من المياه المعدنية المحلية المعبأة و الحصول على تركيز الشوارد الأساسية للمياه و حسابنا للميزان الأيوني وجدنا النتائج مقسمة إلى ثلاثة أصناف كالتالي:

- مياه ذات ميزان أيوني يقل عن 5% و هي مقبولة تماما.
- مياه ذات ميزان أيوني من 5% إلى 10% أخذناها مقبولة بتحفظ.
- مياه ذات ميزان أيوني أكبر من 10% والتي كانت مرفوضة تماما.

المياه التي كان ميزانها الأيوني أكبر من 5% أرجعنا ارتفاع ميزانها الغير مقبول إلى إمكانية عدم توفر عنصر كيميائي جد مهم و هو البيكاربونات و هو ما لاحظناه في ملصقات التحاليل، أو إلى خطأ في إجراء التحاليل.

بعد هذه النتائج حصرنا الدراسة في المياه ذات الميزان الأيوني التي تقل أو تساوي 5% فقط و التي توافق معايير الشرب المتفق عليها.

2.1.II. الميزان الأيوني:

يتم حساب الميزان الأيوني لعينات المياه حيث يجب أن لا تتجاوز قيمة 5% لنقول عن الماء أنه مقبول و صالح للشرب، و إذا كان الميزان الأيوني في مجال [5-10] نأخذ النتائج مقبولة بتحفظ إلا أن الماء لا يكون ذات جودة مثل الذي ذكرنا قبل، و تعطى علاقة الميزان الأيوني كالتالي:

$$\text{Balance ionique} = \frac{\sum(cations - anions)}{\sum(cations + anions)} * 100 \leq 5\%$$

حيث:

$\sum$Cations : مجموع الشوارد الموجبة

$\sum$Anions : مجموع الشوارد السالبة

III. حساب بعض المقاييس الفيزيائية:

1.III. العسرة الكلية TH :

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

هي مؤشر تمعدن الماء، لها علاقة فقط بشوارد الكالسيوم والمغنيزيوم، تحسب بالوحدات التالية:

F°←

méq/l←

mg/l←

2.III. عيار القلوية الكامل TAC :

يمثل كتلة محتوى الهيدروكسيدات والكربونات والبيكاربونات في الماء تحسب علاقته على الشكل التالي:

$$TAC = OH^{-} + HCO_3^{-} + CO_3^{-}$$

حيث:

OH^{-}: هو مركب شاردي يتشكل عندما تطرح جزيئة الماء بروتونا، غالبا ما يتشكل من تشرد القاعدة.

HCO_3^{-}: ملح ينشأ بين أيونات الهيدروكربونات و الكاتيونات.

CO_3^{-2}: ثلاثي أكسيد الكربون و هو أكسيد غير مستقر.

و بما أن المياه طبيعية حمضيتها pH<8 فتصبح قيمة ال OH^{-} و ال CO_3^{-} مهملة غير موجودة، فتصبح القلوية تساوي تركيز البيكاربونات HCO_3^{-}، حسب بتركيز méq/l.

3.III. عيار الأملاح الحمضية القوية SAF:

تمثل أملاح الأحماض القوية المتمثلة في حمض الكبريت، حمض الهيدروكلوريك $C\ell^{-}$ و حمض النتريك NO_3^{-}، و تحسب بالعلاقة الآتية:

$$SAF = [C\ell^{-}] + [NO_3^{-}] + [SO_4^{-}]$$

لخصت النتائج في الجدولين التاليين:

جدول4: تراكيز العناصر الكيميائية

نوعية الماء	تركيز Ca mg/l	تركيز Na mg/l	تركيزMgmg/l	تركيز K mg/l	تركيزHCO3mg/l	تركيز Cl mg/l	تركيز SO4 mg/l	تركيز NO3 mg/l
زمزم	62	50	12.8	32	183	102	33	2
سلسبيل	25	27	5	4	125	10	21	11.40
أوفيتال	91	30	14	1	214	50	86	14
منبع	93	68	31	4	326	84	153	8.9
بيور لايف	55	12	17	0.5	210	15	33	4.6
إيفري	99	15.8	24	2.1	265	72	68	15
لجدار	64	30	37	4	308	41	66	غير مضبوط
فزقية	63.20	14	26.91	1	262.30	30	38	19
القنطرة	90	36	37	3	247	59	162	9.60
جبل عمور	81	21	14	0.2	198	38.4	64	29.26
الغدير	111	25	28	3	317	37	106	25
مسرغين	52	45	42	3	260	78	50	5
سعيدة	68	58	50	2	376	81	65	15
صومام	114	71	32	2	293	78	196	19.20
مسعد	79	50	27	2	275	40	156	2.3
إشمول	101	10	2	0.60	262	10	54	13
أروى	120	23	56	1	256	100	104	46.5
مجانة	136	42	62	2	458	47	211	1.8
حيروش	107.40	18.20	22.20	1.60	262.80	62.20	54	32.80
أرياف	102.4	88.8	29.16	1.4	200.08	196.32	175.43	5.31
مليزة	111	34	29	1	311	10	190	3.2
تزليزة	48	20	48	8	104	76	96	19.97
جرجرة	103	28	54	1	357	97	56	30
قريون	72	27	11	2	336	21	11	20.20

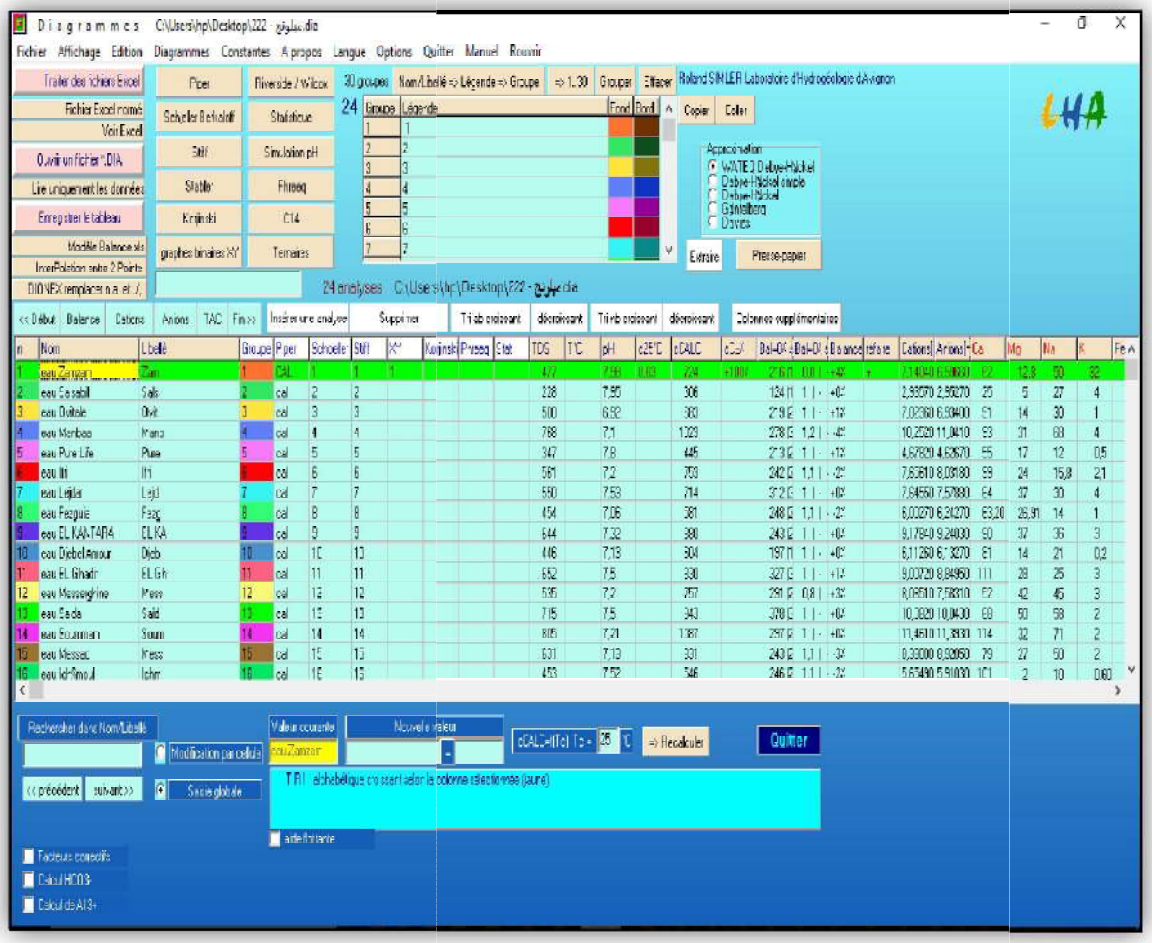
صف	نوع الماء	الميزان الأيوني	العسرة الكلية TH méq/l	القلوية الكاملة TACméq/l	الحمضية القويةSAFméq/l	pH
1	زمزم	4	4.15	3	3.592	7.98
2	سلسبيل	0	1.66	2.04	0.901	7.95
3	أوفيتال	1	5.69	3.50	3.424	6.92
4	منبع	4	7.19	5.34	5.696	7.1
5	بيور لايف	1	4.14	3.44	1.183	7.8
6	إيفري	2	6.92	4.34	3.685	7.2
7	لجدار	0	6.24	5.04	2.529	7.53
8	فزقية	2	5.37	4.3	1.942	7.06
9	القنطرة	0	7.54	4.04	5.190	7.32
10	جبل عمور	0	5.19	3.24	2.885	7.13
11	الغدير	1	7.84	5.19	3.653	7.5
12	مسرغين	3	6.05	4.26	3.318	7.2
13	سعيدة	0	7.51	6.16	3.876	7.5
14	صومام	0	8.32	4.80	6.589	7.21
15	مسعد	3	6.16	4.50	4.413	7.13
16	إشمول	2	5.20	4.29	1.615	7.52
17	أروى	2	7.89	4.19	5.732	7.33
18	مجانة	1	10.24	4.22	5.747	7.12
19	حيروش	1	6.86	4.30	3.406	7.20
20	أرياف	5	7.51	3.28	9.269	7.25
21	مليزة	1	8.34	5.09	4.290	7.33
22	تزليزة	1	4.04	1.70	4.462	7.32
23	جرجرة	2	7.44	5.85	4.381	7.67
24	قريون	2	5.82	5.50	1.145	7.28

IV. رسم منحنيات هيدروشيمي:

1.IV. منحنى Piper:

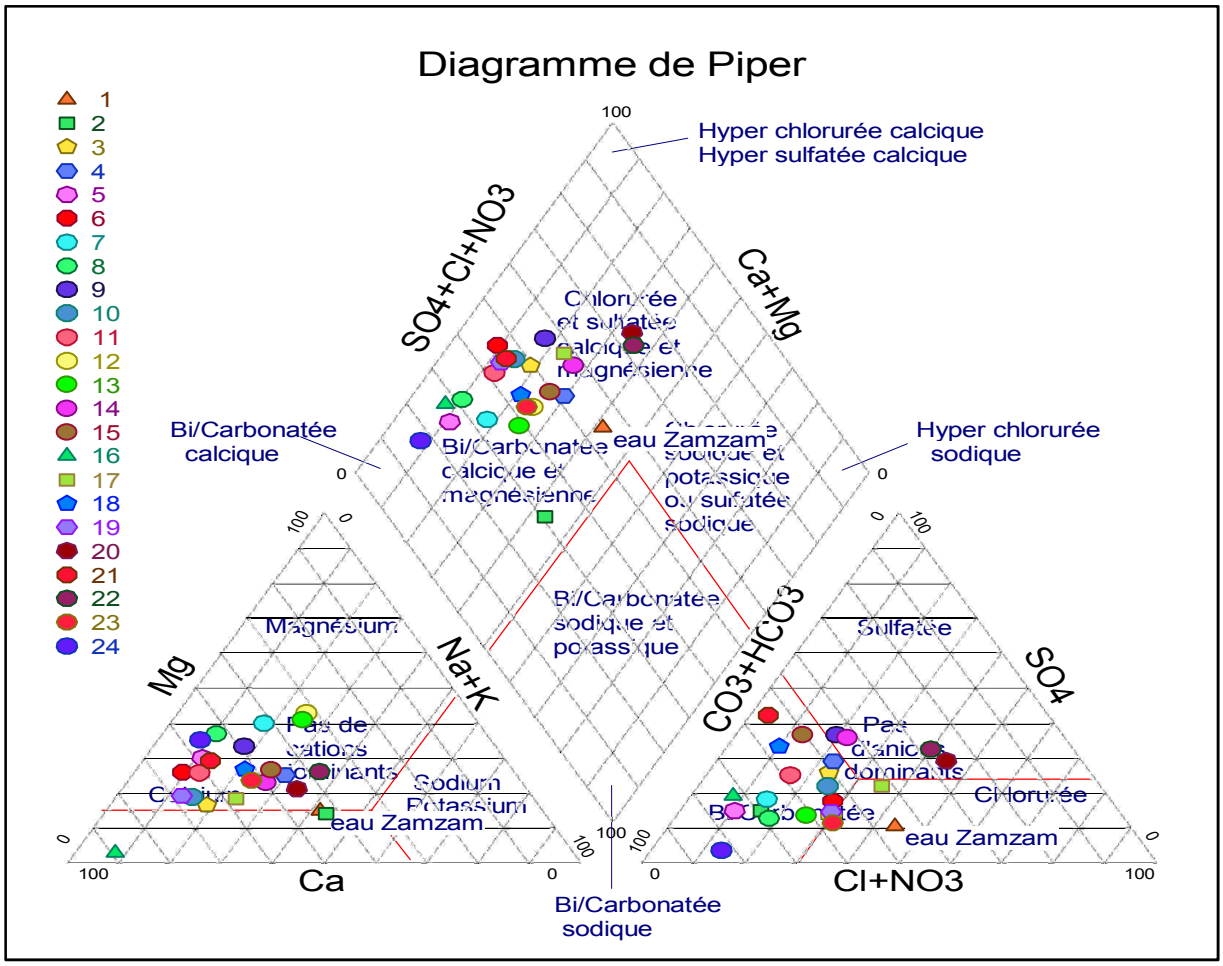
مخطط بيبر هو تمثيل بياني في الكيمياء لعينة أو عدة عينات من الماء، مكون من مثلثين منفصلين إحداهما يبين توزيع الشوارد الموجبة والآخر توزيع الشوارد السالبة، ومعين يمثل الشوارد السيطرة التي من خلالها يتم تسمية صنف العينة ز يستخدم لتصنيف المياه والمقارنة بين العناصر الكيميائية.

بعد المرور على البرنامج المبين أدناه:



صورة 10: برنامج Diagramme

ننتقل إلى منحنى بيبر الذي يعطي الشكل التالي:

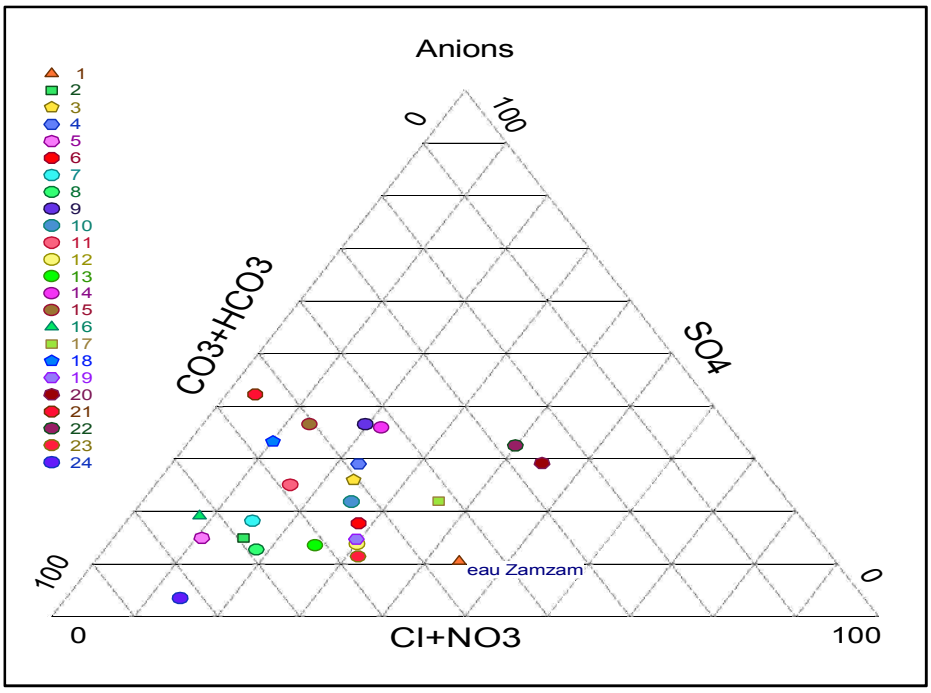


شكل 3: منحنى بيبر

نلاحظ حسب منحنى Piper لدينا في المثلث على اليمين الذي يمثل الأيونات أن تراكيز المياه توضعت كلها في منطقتين، فبعض العينات جاءت في مثلث الوسط أي أنها متوازنة، و الأخرى على اليسار فجاءت التسمية كالآتي:

جدول5 : تسمية مخطط pipre للأيونات

أنواع العينات	الصفة	التسمية
زمزم، تزليزة ، أرياف ، أروى صومام ، القنطرة ، منبع	متوازنة	/
سلسبيل ،أوفيتال ، بيور لايف إيفري، لجدار، جبل عمور، الغديرمسعد ،حيروش ، إشمول، مليزة ، مجانة ،جرجرة ، قريون ، مسرغين ،سعيدة، فزقية	غير متوازنة	Bicarbonatée

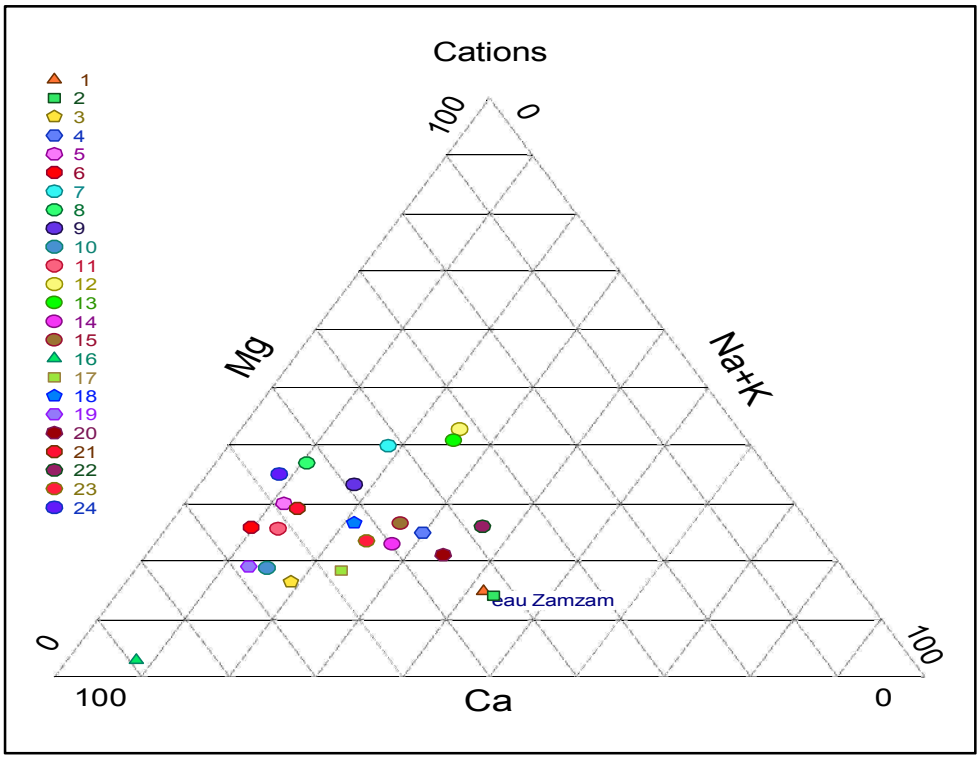


شكل 4: تراكيز المياه على المثلث الذي يمثل الأيونات

و في الجهة المقابلة نلاحظ في المثلث على اليسار الذي يمثل الكاتيونات مجموعة الشوارد الموجبة فالتراكيز أيضا تمركزت في منطقتين، مثلث الوسط أي أن المياه متوازنة و مثلث اليسار الذي يعبر عن وجود عناصر كيميائية غالبة، نلخص التسمية كالآتي:

جدول 6 : تسمية مخطط pipre للكاتيونات

أنواع العينات	الصفة	التسمية
زمزم، تزليزة، أرياف، منبع، مسعد، مسرغين، سعيدة، القنطرة، لجدار، سلسبيل صومام متوازنة إلا أنها تنزاح بصفة ضعيفة إلى لكالسيوم	متوازنة	/
فزقية، قريون، بيور لايف إشمول، مليزة، حيروش، أوفيتال، مجانة، الغدير، إيفري،جبل عمور، أروى	غير متوازنة	Calcium



شكل 5: تراكيز المياه على المثلث الذي يمثل الكاتيونات

في الأخير نلخص تسمية المياه على منحنى Piper في المعين الذي يقع بين المثلثين، حيث تعطى التسمية كالتالي:

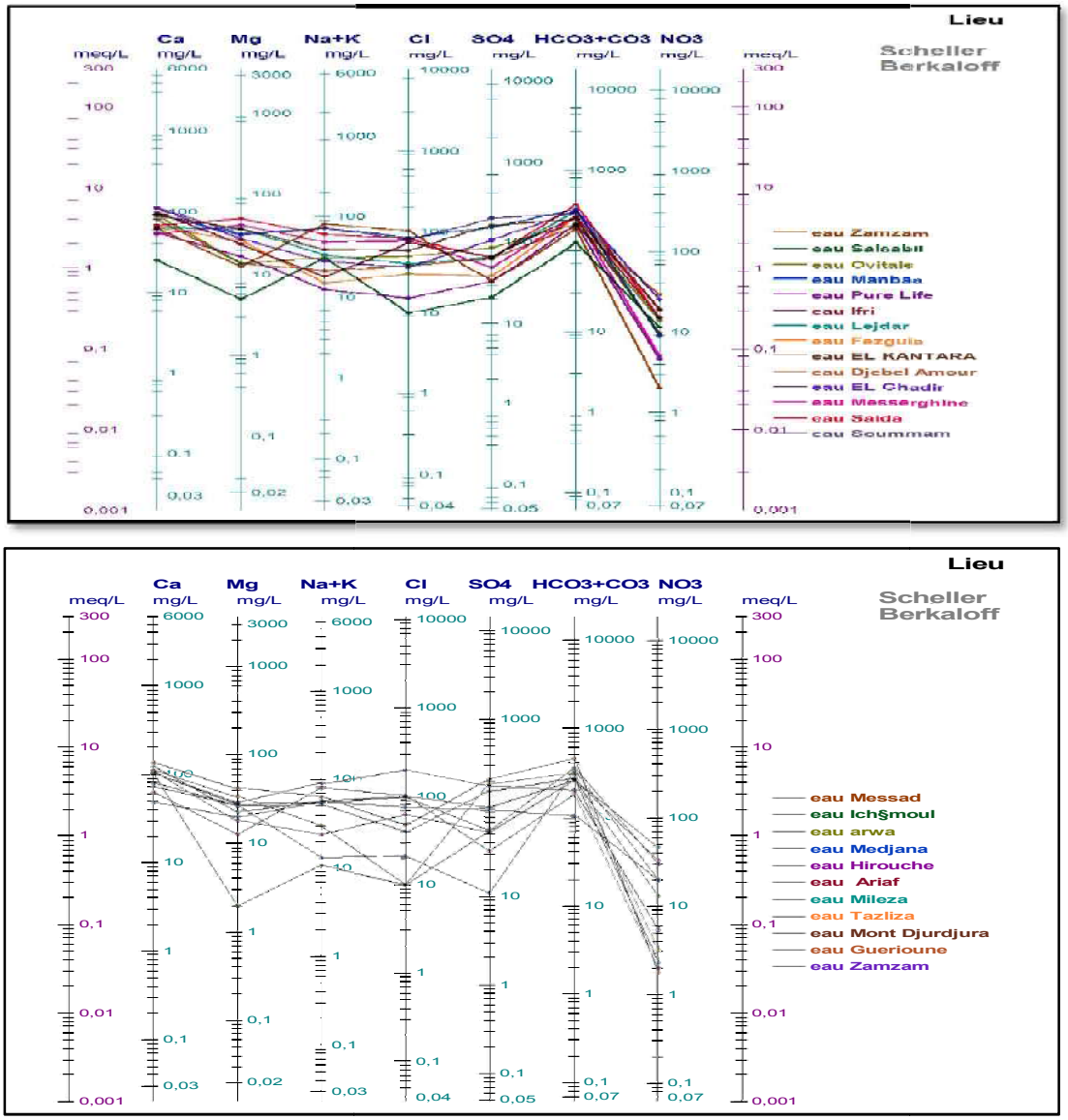
جدول 7 : تسمية نوعية المياه على منحنى pipre

نوعية المياه	التسمية
زمزم القنطرة منبع	Chlorurée et sulftée et calcique et magnésienne
تزليزة، أرياف، منبع، مسعد، مسرغين، سعيدة، لجدار، سلسبيلصومام،فرقية، قريون، بيور لايف إشمول، مليزة، حيروش، أوفيتال، مجانة، الغدير، إيفري،جبل عمور، أروى، مسعد،	Bicarbonatée calcique et magnésienne

2.IV. منحنى SchoellerBerkalov:

مخطط Berkaloff Schoeller هو تمثيل رسومي نصف لوغاريتمي يحمل 14 عينة من المياه، تجعل القيم القصوى و القيم الدنيا للقراءة من الممكن اختيار مقياس مناسب دون نسيا الاحتفاظ بنفس الشيء لمقارنة العديد من الرسوم البيانية، النقاط التي تم الحصول عليها مرتبطة بخطوط مستقيمة.

يجعل شكل الرسم البياني من الممكن تصور أوجه المياه التي تم تحليلها، كما يشير على متوسط المحتوى للعناصر الرئيسية من هذه المياه.



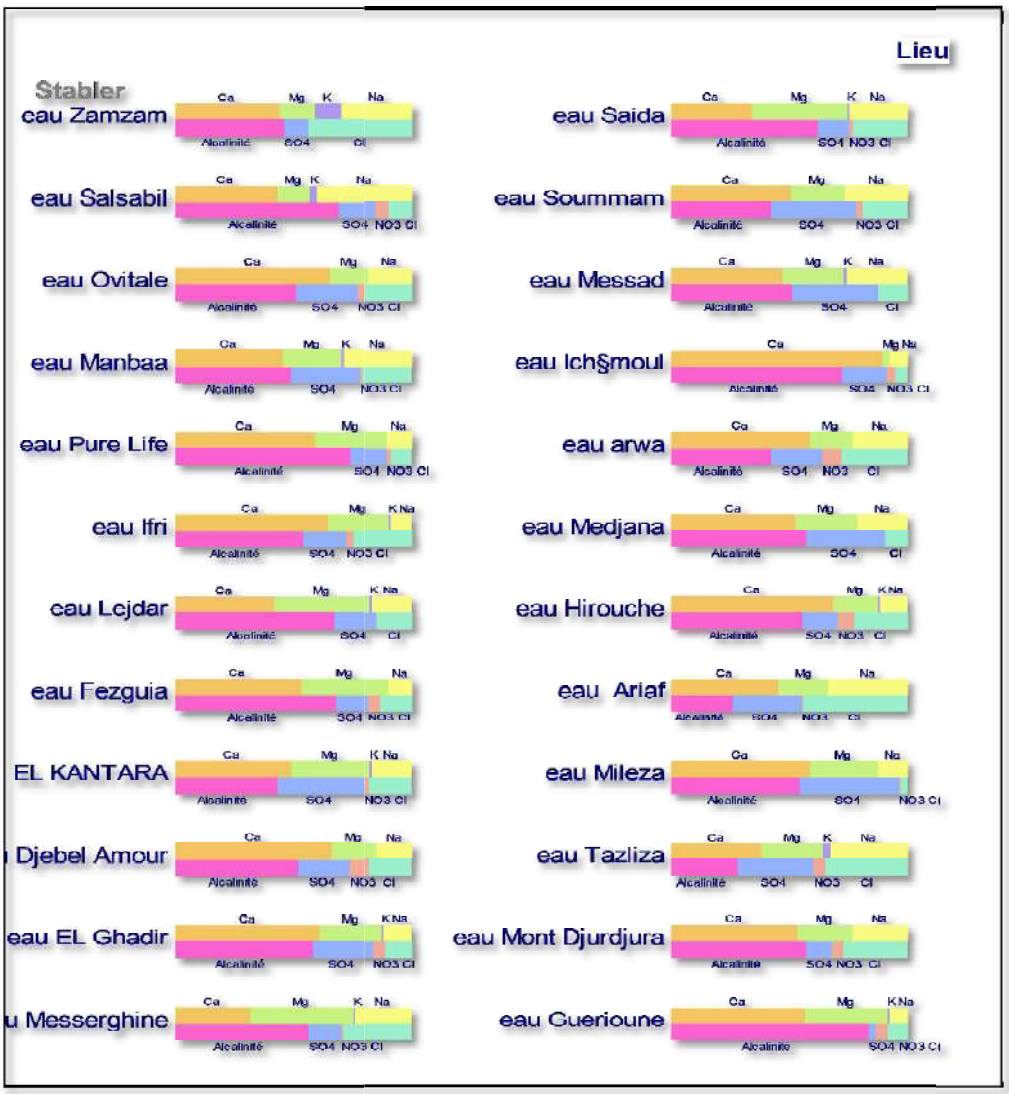
شكل 6: مخطط SchoellerBerkaloff

نلاحظ أن تركيز النيترات لماء زمزم أقل تركيزا من المياه الأخرى، إذ لا يجب أن تكون تراكيز النيترات في المياه عالية جدا فتتحول إلى نتريت الذي يخطر أن يزيد و لو بنسبة ضعيفة في الماء.

لاحظنا أن ماء زمزم غنية بالمعادن إذ أنها مياه عسرة لغناها بالكالسيوم و المغنيزيوم.

3.IV. منحنى Stabler:

هو مخطط بياني كيميائي عبارة عن شكل مستطيل، يدرس العمليات الكيميائية التي تؤثر على توزيع وتداول المركبات الكيميائية في المحاليل.



شكل 7: منحنى Stabler

نلخص التسميات على حسب العناصر الغالبة الموجودة في المياه في الجدول الآتي:

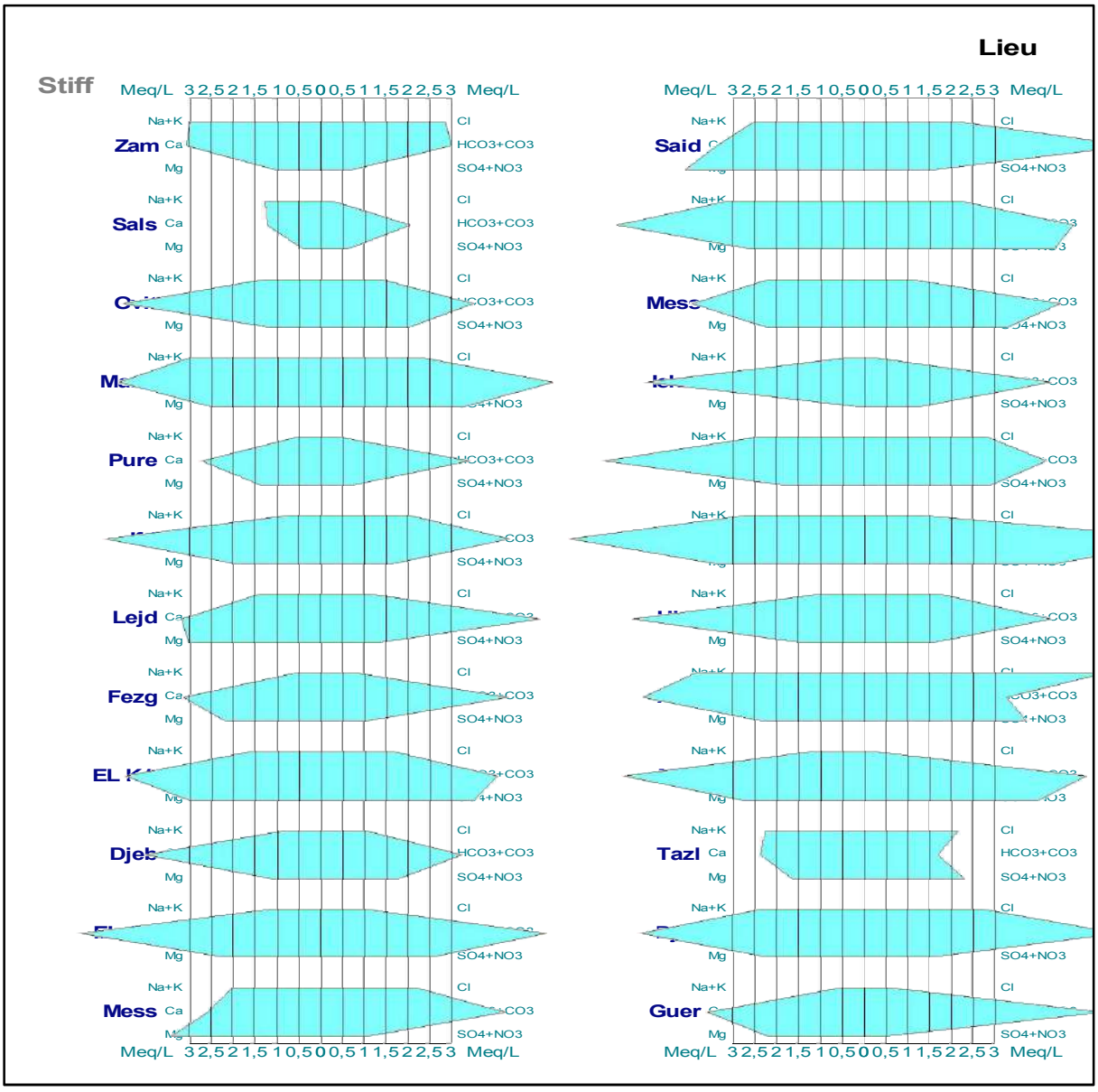
جدول 8: تسميات على حسب العناصر الغالبة الموجودة في المياه

رقم	نوعية الماء	الوجه الكيميائي
1	زمزم	BiCarbonatée calcique fortement chlorurée
2	سلسبيل	Bicarbonatée calciquefortement sodique
3	أوفيتال	Bicarbonatée calcique
4	منبع	Bicarbonatée calcique
5	بيور لايف	Bicarbonatée calcique
6	إفري	Bicarbonatée calcique
7	لجدار	Bicarbonatée calcique fortement magnésienne
8	فزقية	Bicarbonatée calcique
9	القنطرة	Bicarbonatée calcique
10	جبل عمور	Bicarbonatée calcique
11	الغدير	Bicarbonatée calcique
12	مسرغين	Bicarbonatée magnésienne
13	قريون	Bicarbonatée calcique
14	جرجرة	Bicarbonatée calcique
15	تزليزة	Chlorurée calcique fortement sodique
16	مليزة	Bicarbonatée calcique
17	أرياف	Bicarbonatée calcique
18	حيروش	Bicarbonatée calcique
19	مجانة	Bicarbonatée calcique
20	أروى	Bicarbonatée calcique
21	إشمول	Bicarbonatée calcique
22	مسعد	Bicarbonatée calcique
23	صومام	Bicarbonatée calcique
24	سعيدة	Bicarbonatéemagnésienne

نلاحظ بأن معظم المياه المعدنية المحلية متشابهة من حيث أغلبية تواجد البيكاربونات و الكالسيوم، عدا البعض الذي يختلف نوعا ما، أما عن مياه زمزم فهي وحدها من تحتوي على عنصرين من شوارد الأيونات بكثرة إضافة إلى الكالسيوم، من هنا نرى أنه مميز عن بقية المياه.

4.IV. منحنى Stiff:

يُستخدم هذا الرسم التخطيطي لإعداد التحليلات، الرسم له محاور أفقية و محورين أفقيين خارجيين يعبران عن التركيزات بالـ méq/l، الكاتيونات تظهر على يسار المحور الرأسي و الأيونات التي تظهر على اليمين.



شكل 8: منحنى Stiff

كلما قلت مساحة مخطط Stiff كلما قلت نسبة الملوحة، هنا نعرض عينات المياه الأقل ملوحة كالتالي:

1- سلسبيل، 2- بيور لايف بتقارب مع تزليزة، 3- جبل عمور، 4- زمزم قريبة نوعا ما إلى فزقية و إشمول

5- أوفيتال، 6- أروى و مسعد بتقارب، 7- حيروش، 8- قريون مسرغين و القنطرة متقاربة، 9- إيفري

10- منبع تتقارب مع لجدار، 11- الغدير جرجرة مليزةصومام و أرياف كلها متقاربة، 12- سعيدة، 13- مجانة.

- هنا تتلخص الدراسة في ملاحظتنا أن لماء زمزم نوعين من المياه فزقية و إشمول قريبين له حسب المساحة في مخطط Stiff إلا أنه في مخطط Piper وجدنا أن ماء زمزم متوازن عكس عينتي مياه فزقية و إشمول اللتان وجدنا مياههما غير متوازن، إضافة إلى أن تركيز أملاح البيكاربونات لعينتي فزقية و إشمول تكاد تكون متساوية، حيث أملاح فزقية قدرت ب 262.30 مغ/ل و إشمول ب 262 مغ/ل، أما ماء زمزم فكانت مختلفة عنهم و أقل ملوحة بقيمة أملاح تساوي 183 مغ/ل.

إضافة إلى ما استنتجناه سابقا من منحنى Stabler وجدنا أن كلا عينتين إشمول و فزقية متشابهتين حيث كلاهما لهما نفس التسمية عكس ماء زمزم الذي اختلف عنهما، و أيضا حسب مخطط Berkaloff Schoelle العينتين مختلفتان تماما عن عينة ماء زمزم و تركيز النيترات لهما أكبر من تركيز النيترات لماء زمزم.

كل هذه التحاليل والمعطيات و الفروق توصلنا إلى أن ماء زمزم ماء مميز عن بقية المياه الأخرى لا شبيه له.

الخـــــاتمة

الخـــــاتمة

من أعظم النعم التي أنعم الله تعالى بها على عباده هي نعمة الماء، فهو سر الحياة لجميع الكائنات الحية، فلا يمكن لأي كائن حي الاستغناء عنه أبدا.

بعد إجرائنا لمقارنة حول أهم العناصر الكيميائية بين عينة من ماء زمزم و عينات أخرى من المياه المعدنية المحلية، إذ تعتبر مياه زمزم أحسن المياه على وجه الأرض، لما لها من مكانة دينية هامة و عظيمة عند المسلمين، توصلنا إلى أنه هناك تشابه في بعض الصفات الكيميائية بين عينة ماء زمزم و العينات الأخرى من المياه المعدنية المحلية إذ أن جميع عينات المياه لها كمية معتبرة من المعادن و الأملاح المفيدة لجسم الإنسان، إلا أنه وجدنا تميز خاص لماء زمزم من حيث الاختلاف في نسب المعادن و أنه ماء متوازن حسب ما درسنا في المنحنيات الهيدروكيميائية إضافة إلى توازن كل عناصره الفيزيائية و تطابق مواصفاته مع المعايير المأخوذ بها لصلاحية شرب المياه، إذن هو ماء ماء مميز عن بقية المياه فهو أحسن ماء على وجه الأرض.

فقد رغبنا في اقتراح توسيع الدراسة حول إمكانية تأثير مياه زمزم في أنواع أخرى من المياه من حيث الخصائص و التركيبة العامة للمياه، قصد تسهيل توفرها بالكميات و الأحجام المعتبرة للناس لاستغلالها أحسن استغلال و قضاء أغراضهم خاصة و أنها حجة تستعمل حتى للتداوي بها كما قال صلى الله عليه و سلم:"ماء زمزم لما شرب له"، فنظرا لبعض الظروف و ضيق الوقت نأمل أن ندرسها بتعمق في المستقبل القريب بحول الله.

قائمة المراجع

المراجع

[1]: تلوث المياه العذبة – الدكتور /أحمد عبد الوهاب عبد الجواد – الطبعة الأولى بناير 1995 ص 28

[2]: تلوث المياه العذبة – الدكتور /أحمد عبد الوهاب عبد الجواد – الطبعة الأولى بناير 1995 ص 30

[3]: تلوث المياه العذبة – الدكتور /أحمد عبد الوهاب عبد الجواد – الطبعة الأولى بناير 1995 ص32

[4]: تلوث المياه العذبة – الدكتور /أحمد عبد الوهاب عبد الجواد – الطبعة الأولى بناير 1995 ص 56

[5]: تلوث المياه العذبة – الدكتور /أحمد عبد الوهاب عبد الجواد – الطبعة الأولى بناير 1995 ص 62

[6]:تحليل و تقويم جودة المياه–الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم–كلية الزراعة –ساباباشا– جامعة الإسكندرية–2007– ص 23

[7]:حليل و تقويم جودة المياه– الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم–كلية الزراعة –ساباباشا– جامعة الإسكندرية –2007– ص24

[8]:تحليل و تقويم جودة المياه– الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم–كلية الزراعة –ساباباشا– جامعة الإسكندرية –2007– ص 26

[9]:تحليل و تقويم جودة المياه – الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم–كلية الزراعة –ساباباشا– جامعة الإسكندرية –2007– ص28

[10]:تحليل و تقويم جودة المياه – الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم–كلية الزراعة –ساباباشا– جامعة الإسكندرية –2007– ص7

[11]:تحليل و تقويم جودة المياه– الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم–كلية الزراعة –ساباباشا– جامعة الإسكندرية –2007– ص 8

[12]:تحليل وتقويم جودة المياه– الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم–كلية الزراعة –ساباباشا– جامعة الإسكندرية–2007–ص 123

[13]:تحليل وتقويم جودة المياه –الأستاذ الدكتور ماهر جورجي نسيم–كلية الزراعة –ساباباشا– جامعة الإسكندرية–2007–ص127

[14]:مذكرة تخرج ماستر بعنوان: الدراسة الهيدروليكية للمياه الموجهة للشرب والسقي بمطقة جانت نوقشت علنا يوم:2011/06/29

[15]: زمزم – عبد الناصر بليح 2017 ص 75

[16]: تاريخ زمزم و ذكر فضائله – محمد سعد عبد الدايم – ص

[17]: تاريخ زمزم و ذكر فضائله – محمد سعد عبد الدايم – ص

[18]: تاريخ زمزم و ذكر فضائله – محمد سعد عبد الدايم – ص

[19]: زمزم – عبد الناصر بليح 2017 ص 46

[20]: زمزم – عبد الناصر بليح 2017 ص 89

[21]: زمزم – عبد الناصر بليح 2017 ص 90

[22]: زمزم – عبد الناصر بليح 2017 ص 91

[23]: زمزم – عبد الناصر بليح 2017 ص 99

ماء معدني - بوقلاز-

ماء معدني -إفري-

ماء معدني -بيور لايف-

ماء معدني – صومام -

ماء معدني - لجدار-

ماء معدني -مسعد-

ماء معدني - قديلة -

ماء معدني -حيروش-

ماء معدني - جبل عمور-

ماء معدني -أروى-

ماء معدني - أوفيتال -

ماء معدني – إشمول -

ماء معدني - مسرغين -

ماء معدني -توجة

ماء معدني - طوجي -

ماء معدني - سيدي راشد -

ماء معدني - القنطرة -

ماء معدني - قريون -

ماء معدني -لالة خديجة-

ماء معدني - القولية -

ماء معدني - مليزة

ماء معدني - سلسبيل --

ماء معدني - الغدير-

ماء معدني - ريغية -

ماء معدني - قنيعة -

ماء معدني - يوكوس -

ماء معدني - تزليزة-

ماء معدني - فزقية –

ماء معدني - منبع -

ماء معدني - مجانة -

ماء معدني - تاكسنة -

ماء معدني - أرياف -

ماء معدني - سعيدة

ماء معدني -بانيان-

ملخص:

إن وجود أنواع مختلفة من المياه الصالحة للشرب في العالم جراء اختلاف مصادر و طبقات المياه و اختلاف التراكيز الكيميائية الموجودة في المياه يعد بمثابة بوابة للإنسان للبحث عن أسمى و أحسن الأنواع.

تهدف هذه المذكرة إلى دراسة كيميائية لعينة من ماء زمزم و مقارنتها ببعض المياه المعدنية المحلية.

و بعد تحديد تركيبتها الكيميائية، تبين أن عينة ماء زمزم متوازنة من حيث تركيز الشوارد، أما بالنسبة إلى المياه المعدنية المحلية وجدنا بعضها متوازنة والآخر لا.

و عند مقارنة عينة زمزم مع هاته المياه المعدنية المحلية، لاحظنا اختلافا بينها، هذا إذا أخذنا بعين الإعتبار معياري كمية و نسبة بعض العناصر الكيميائية معا، حيث أن بعضها يتقارب من حيث الأملاح إلا أن نسبة هذه الأخيرة تتفاوت، هذا ما لاحظناه في مخطط Piper و مخطط Stiff، لهذا نستطيع القول أن ماء زمزم ماء ليس له شبيه بين المياه المحلية المدروسة، فيبقى ماء زمزم يحافظ على مكانته المميزة لما روي عن فوائده الكثيرة وبركاته العظيمة.

الكلمات المفتاحية: ماء زمزم، المياه المعدنية، الأملاح المعدنية، الآبار، عينة الماء، العسرة، الخصائص الكيميائية

Résumé :

L'existence de différents types d'eau potable dans le monde en raison des différents ressources et couches d'eau et des différentes concentrations chimiques présentes dans l'eau C'est une passerelle pour l'homme à la recherche des espèces les plus élevées et les meilleures.

Cette note a pour objectif d'étudier un échantillon chimique d'eau de Zamzam et de le comparer avec certaines eaux minérales locales.

Après avoir déterminé sa composition chimique, il a été constaté que l'échantillon d'eau de Zamzam est équilibré en termes de concentration d'électrolytes, Quant à l'eau minérale locale, nous en avons trouvé certaines équilibrées et d'autres non.

Et en comparant l'échantillon de Zamzam avec cette eau minérale locale, nous avons remarqué une différence entre eux, C'est si l'on prend en compte les deux critères de la quantité et de la proportion de certains éléments chimiques ensemble, Certains d'entre eux sont proches en termes de sels, mais le pourcentage mentionné récemment vatie, C'est ce que nous avons observé dans le graphique Piper et le graphique Stiff, Pour cela on peut dire que l'eau de Zamzam est une eau qui n'a aucune similitude entre les eaux locales étudiées, Ainsi, l'eau de Zamzam conserve sa position distinguée, comme il a été raconté ses nombreux avantages et ses grandes bénédictions.

Mots clés : Eau de Zamzam, eaux minérales, sels minéraux, puits, échantillon d'eau, dureté, propriétés chimiques.

Abstract :

The existence of different types of drinking water in the world due to the different resource and layers of water and the different chemical concentrations in the water is considered a gateway for the human being to search for the highest and best types.

This note aims to study a chemical sample of Zamzam water and compare it with some local mineral water.

And after determining its chemical composition, It was found that the Zamzam water sample is balanced in terms of the concentration of electrolytes, As for the local mineral water, we found some balanced and others not.

And when comparing the sample of Zamzam with this local mineral water, We noticed a difference between them, This is if we take into account the two criteria of the quantity and proportion of some chemical elements together, As some of them converge in terms of salts , However, the percentage of the latter varies, This is what we noticed in the Piper chart and the Stiff chart , That is why we say that Zamzam water is unparalleled among the studied local waters, Thus, Zamzam water maintains its distinguished position, as it was narrated about its many benefits and great blessings.

Keywords: Zamzam water, mineral water, mineral salts, wells, water sample, hardness, chemical properties