ICCPGE-2016, 1, 733-756

دراسة الخواص الفيزيائية و الكيميائية والعناصر الثقيلة لمياه الآبار الجوفية بمنطقة الخُمس

ليلى بشير عثمان الدوفاني*[1]، نوري خليفة بسيبسو[2]

قسم الكيمياء [1] ، كلية العلوم، جامعة المرقب

[2]قسم الهندسة الكيميائية ، كلية الهندسة، جامعة طرابلس

ملخص البحث

أجريت هذه الدراسة على عدد **40** بئراً جوفياً في مختلف أماكن منطقة الخُمس وضواحيها ، حيث تقع هذه المدينة على بعد **120** كم من مدينة طرابلس شرقاً ، ويعتمد أغلب سكان مدينة الخُمس على مياه الأمطار والمياه الجوفية في أغلب متطلباتهم المعيشية .

اعتمدت هذه الدراسة على أساس قياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه المتمثلة في تقدير كل ٍ من أيون الهيدروجين والموصلية الكهربائية ومجموع الأملاح الذائبة والمكونات الأساسية للماء ((الكالسيوم ،الماغنيسيوم،الصوديوم ، البوتاسيوم، البيكربونات ،الكبريتات ،الكلوريد)) إضافة إلى قياس تراكيز العناصر الثقيلة **(Fe,Cu,Zn,Cd,Pb)** باستخدام طرق المعايرة والترسيب والتجفيف و أجهزة الامتصاص الذري والانبعاث اللهبي وجهاز امتصاص الطيف الضوئي وتم تحليل النتائج إحصائياً بواسطة جدول تحليل التباين في تصميم القطاعات تامة العشوائية **(ANOVA)** .

وقد تم التوصل من خلال هذه التحاليل إلى النتائج التالية :-

1 - وُجد أن تركيز أيون الهيدروجين يقع ضمن الحدود المجازة عالمياً ، وقد كان مجموع الأملاح الذائبة فيها مستوى يفوق الحدود المسموح بها عالمياً في جميع عينات مياه الآبار الجوفية ، في حين كانت **75%** من الآبار المدروسة تقع خارج الحدود المسموح بها عالمياً للموصلية الكهربائية، إضافة إلى أن **15%** من العينات المدروسة تفوق تركيز الكادميوم فيها الحدود المسموح بها عالمياً ،ويرجع السبب الرئيسي في ارتفاع هذه المكونات إلى عدة أسباب ، أهمها:-

I- ذوبان بعض الأسمدة الفوسفاتية و الأملاح الصلبة والمعادن المتواجدة بصخور ورسوبيات القشرة الأرضية في مياه الأمطار خلال تسربها إلى الطبقات الحاملة للمياه العذبة في الآبار الجوفية .

II- تداخل مياه البحر مع مياه الآبار الجوفية العذبة خاصة القريبة من البحر، نتيجةً للضخ المستمر.

4- وُجد ايضا أن ملي مكافئات أيون الماغنيسيوم تشكل نسبة أعلى من الكالسيوم وذلك في جُل العينات المدروسة، حيث يشكل كلاهما نسبة أقل من **45%** من إجمالي ملي مكافئات الكاتيونات في أغلب الآبار ، في حين يشكل الصوديوم حوالي **50%** من إجمالي ملي مكافئات الكاتيونات ، أما البيكربونات والكبريتات والكلوريد فتشكل تراكيزها (**<30%، <50%،>50%**) على التوالي من إجمالي ملي مكافئات الأنيونات في أغلب الآبار؛ وبهذا تُعد جميع مياه الآبار الجوفية المدروسة في مختلف أماكن منطقة الخمس وضواحيها غير صالحة الاستعمال كمياه للشرب و ذلك لارتفاع مجموع الأملاح الذائبة وتركيز الكادميوم عن الحدود المسموح بها عالمياً في عدد من الآبار.

المقدمة : Introduction

الماء سر الحياة ومنبعها، فحيثما وُجد دبت الحياة وسبحانه حيث يقول [وَجَعَلْنَاَ مِنَ الْمَاءِ كُل شَيءٍ حَي] (سورة الأنبياء آية30)*

حيث تغطي المياه حوالي 71%من سطح الكرة الأرضية في أشـكال مختلفة منها البحيرات والبحار والأنهار والمحيطات وغيرها ،وتعد الأمطار أهم مصدر للمياه في حياة البشرية،فقد تستخدم مباشرة للري وقد تتجمع فتكون أنهـاراً أوقد تتسرب إلى باطن الأرض فتكون ينابيعاً طبيعية ومياه جوفية عذبة[1،2،3] .

الماء هو الحياة ولا حياة بدون ماء فحياة الإنسان على الأرض ونشاطاته ترتبط بوجود الماء كاستخدامه في الشرب و الطعام والزراعة والصناعة وغير ذلك ،وفي الوقت نفسه تلقى كميات كبيرة من مياه المجاري بأنواعها المختلفة إلى أماكن تجمع المياه،إضافة إلى وصول بعض المواد العالقة الممتزجة بالهواء إلى تلك الأماكن نتيجة لذوبان وتحلل تلك المواد في مياه الأمطار مما ينشأ عن ذلك تلوث الماء، وللماء القدرة على تنقية نفسه بنفسه مما يلوثه من شوائب وبمساعدة العوامل البيئية الأخرى،وذلك عندما تكون تلك الشوائب ضمن قابلية المصدر المائي على تحملها ومعالجتها،ولكن عندما تزداد الملوثات والكثافة البشرية عن حدها فإن القدرة الطبيعية للماء على التخلص من الملوثات تصبح محدودة وغير مجدية ،وتظهر دلائل التردي في نوعية الماءعلى ذلك المصدر المائي مما يشكل خطراً متزايداً على البيئة ومكوناتها الحيوية[2،4].

وقد أصدرت منظمة الصحة العالمية التعريف التالي لتلوث المياه العذبة قائلةً:- (يعتبر المجرى المائي ملوثاً عندما يتغير تركيب عناصره أوتتغير حالته بطريقة مباشرة آو غير مباشرة بسبب نشاطات الإنسان بحيث تصبح هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها)، حيث يشمل هذا التعريف مايطرأ على خصائص الماء الطبيعية والكيميائية والبيولوجية والفيزيائية من تغيرات تجعله غير صالح للشرب أو للاستهلاك المنزلي أو الصناعي أو الزراعي وغيره [5] ؛ويبلغ الحجم الكلي للمياه على سطح الأرض حوالي 1357 مليون كم^3 إلا أنّ معظمه مالح،وذلك لوجوده في البحار والمحيطات ، بينما تحتل المياه العذبة جزءاً صغيراً من سطح الكرة الأرضية لتصل مقاديرها إلى حوالي 37مليون كم^3 ، ومن المعروف أنَّ أهمية المياه العذبة بالنسبة للإنسان تتعدى صغر مساحتها [3،6]

أهداف البحث :. Objectives

1- دراسة تحليلية شاملة ومتكاملة لأهم الخواص الفيزيائية و الكيميائية والعناصر الثقيلة (Pb, Cd, Cu, Fe, Zn) في مياه الآبار الجوفية في منطقة الخمس وضواحيها .

2 - تقييم نوعية وجودة المياه بمقارنة النتائج مع المواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب .

3- المقارنة بين نوعية مياه الآبار الجوفية لجميع المناطق ،وإظهار أوجه الاختلاف و التباين بين خصائصها.

4 - دراسة الطرق والوسائل الملائمة لمعالجة مياه الآبار ومياه الفضلات قبل طرحها في البحر للاستفادة منها والحد من تلوثها للنظام البيئي.

جمع العينات والمواد الكيميائية وأجهزة القياس المستخدمة

Collection of Samples, Materials & Measuring devices used

طريقة جمع العينات: Collection Of Samples Methods

أجريت هذه الدراسة على أساس جمع العينات من الآبار الجوفية من مختلف مناطق مدينة الخمس وضواحيها ؛ حيث تم جمع وتحليل عدد 40 بئر جوفي في مختلف المناطق .

الجدول (1) : يوضح أعداد وأنواع العينات والمناطق المأخوذة منها :-

عدد العينات / المنطقة	آبـار المياه الجـوفية
الخمـــس ولبدة	8
الجحاوات والعمـامـرة	8
المـــرقب وسيلين	8
التحلية والساحل	8
وادي كـعـام والمشروع	8

طريقة غسل الأدوات المستخدمة : Washing Materials Method

تم غسل جميع وسائل التعبئة بالماء المعاد تقطيره ،أما الأدوات الزجاجية فتُغسل بحمض الكروميك المركز ثم بالماء المعاد تقطيره ،أما بواتق الحرق والتبخير فتوضع في حمض الهيدروكلوريك المركز لمدةٍ زمنية لا تقل عن ثلاث ساعات لإزالة المتبقي من الرواسب ،ثم تُوضع في كأس به ماء مقطر يغلي ،وتُغسل بحمض الكروميك ثم بالماء المعاد تقطيره أخيراً، وتُجفف باللهب وتُوضع في المجفف Disecator إلى حين استخدامها .

طـرق التحـليـل : Methods of Analysis

أجريت التحاليل الكيميائية الكاملة لمعرفة مدى تطابق مواصفات تلك العينات مع المعايير والمواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب ، وذلك باستخدام طرق المعايرة والترسيب والتجفيف و أجهزة الامتصاص الذري والانبعاث اللهبي وجهاز امتصاص الطيف الضوئي.

قيـاس الخـواص الفيزيائيـة

تركـيز أيـون الهيـدروجـين (pH) :-

تم قياس (pH) العينات باستخدام جهـاز حقلي موديل SCHOTT-GERATE CC 818،وقد تمت معـايرته قبـل إجراء عمـلية التحليل باستعمال محاليل منظمـة(pH = 4.0,7.0,9.0)

التـوصيل الكـهربائي : Electrical Conductivity

تقاس الموصلية الكهربائية باستعمال خلية التوصيل الكهربائي حيث تعطي القراءة بوحدة µS/cm وmS/cm والذي سبق تعييره بمحلول قياسي من كلوريد البوتاسيوم (0.01N)

مجموع الأملاح الصلبة الذائبة : Total Dissolved Solids

قُدرت المواد الصلبة الذائبة في العينات قيد البحث عن طريق تبخير حجم معلوم من العينة في فرن كهربائي ضبطت درجة حرارته عند 105±2C° ،ثم وُزنت المادة المتبقية بعد التبخير [7.8.9] .

الحسـابـات :

$$T.D.S = \frac{W(g)\times 10^6}{\underset{Sample}{V}\ (ml)}$$

قيـاس الخـواص الكيميـائـية:-

أولاً: الأنيـونـات

تقدير تركيز أيون الكبريتات : (SO_4^{-2})

تعتمد طريقة التقدير على الإضافة البطيئة لمحلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ المخفف(10%) إلى محلول العينة الساخن والمُحمض بحمض الهيدروكلوريك بتركيز(1:1)،حيث يتكون راسب من كبريتات الباريوم في زيادة من محلول كلوريد الباريوم [10.9.11].

الحسـابـات :

$$SO_4^{-2} = \frac{BaSO_4(mg)0.41157\times 1000}{\underset{Sample}{V}\ (ml)}$$

$$SO_4^{-2}(mg/L) = (BaSO_4)g \times 4115.7$$

$$SO_4^{-2}(meq/L) = \frac{SO_4^{-2}(mg/L)}{equ.Wt(mg/meq)}$$

تقدير تركيز أيوني الكربونات والبيكربونات: (CO_3^{-2}, HCO_3^{-})

يتم تقدير هذه المكونات بمعايرة محلول العينة مع حمض قياسي، وبوجود دليل مناسب وتعتمد القاعدية على نوع الدليل المستعمل في المعايرة حيث يستخدم دليل الميثيل البرتقالي لإيجاد قيمة القاعدية الكلية ،بينما يستخدم دليل فينول فثالين لإيجاد تركيز الكربونات والهيدوكسيد[13.12.7.9].

تقدير القاعدية على هيئة كربونات الكالسيوم بإستعمال دليل الميثيل البرتقالي

الحسـابـات :

عند تقدير البيكربونات للعينة يُستخدم القانون التالي :-

$$HCO_3^{-} = \frac{\underset{HCl}{V}\ (ml)\times \underset{HCl}{M}\ (mol/L)\times f.Wt(g/mol)\times 1000(mg/g)}{\underset{Sample}{V}\ (ml)}$$

تقـدير تركـيز أيـون الكلـوريـد: (Cl^{-})

تـم تحـديد الكلوريد في الميـاه بنوعيها جوفية وأمطار طبقاً لطريقة موهرMohr Method بمعايرة حجم معلوم من العينة بمحلول قياسي من نثرات الفضة في وسط متعادل أو قلوي ضعيف وبوجود دليل مناسب من كرومات البوتاسيوم ليتغير لونها إلى البني المحمر عند نقطة النهاية [15.14.13.7].

الحسـابـات :

عند تقدير الكلوريد للعينة يُطبق القانون الآتي :-

$$Cl^{-} = \frac{\underset{AgNO_3}{V}\ (ml)\times \underset{AgNO_3}{M}\ (mol/L)\times f.Wt(g/mol)\times 1000(mg/g)}{\underset{Sample}{V}\ (ml)}$$

ثانياً :الكـاتيـونـات

العـُسـر الكـلـي:-

يـتم تحديـد العسـر الكلي بالمعـايرة مـع محلـول ($EDTANa_2$) باسـتخدام محلـول الأمونيـا المـنظم(pH=10) وبوجـود دليـل الآيروكروم بلاكT**(Eriochrome Black T)** حتى اختفاء اللون الأحمر الخمري **(Wine Red)** لمعقد الدليل مع أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم وظهور اللون الأزرق **(Blue)** لمعقد ($EDTANa_2$) مع أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم الأكثر ثباتاً ، كما يتم تقدير الكالسـيوم في وجـود الماغنيسـيوم بإضـافة محلـول هيدروكسـيد الصـوديوم**(0.100N)**(pH=12–13) لترسـيب الأخـير على هيئـة هيدروكسيد الماغنيسيوم ،وبوجـود دليل الكالكون**(Calcon)** الذي يعطي اللون الأحمر الوردي**(Pink Red)** عند إضافته ويتغير إلى اللون الأزرق عند نقطة النهاية نتيجة تكون معقد ($EDTANa_2$) مع أيونات الكالسيوم [15.14.13.12.9.7] .

تـقـدير العُسـر الكـلي : (TH)

الحسـابـات:-

ويتم حساب العسر الكلي على هيئة كربونات الكالسيوم كالتالي :-

$$Total\ \ Hardness\ \ as\ \ CaCO_3 = \frac{V_T(ml) \times M_{EDTANa_2}(mol/L) \times f.Wt(g/mol) \times 1000(mg/g)}{V_{Sample}(ml)}$$

تقـدير تركـيز أيـون الكـالسيـوم :(Ca^{+2})

خطـوات العمـل :-

الحسـابـات:-

يتم حساب تركيز الكالسيوم كالآتي:

$$Ca^{+2} = \frac{V_{Ca} \times M_{EDTANa_2}(mol/L) \times f.Wt(g/mol) \times 1000(mg/g)}{V_{Sample}(ml)}$$

تقـدير تركيز أيـون الماغنيسـيوم :(Mg^{+2})

إن حجم ($EDTANa_2$) اللازم لمعايرة الماغنيسيوم في العينة قيد الدراسة يتم الحصول عليه من طرح حجمها المستهلك في معايرة تقدير الكالسيوم V_{Ca} من الحجم المستهلك في تقدير العسـر الكلـي V_T.

$$V_{Mg} = V_T - V_{Ca}$$

حيث يتم حساب تركيز الماغنيسيوم طبقا للقانون التالي:-

$$Mg^{+2} = \frac{V_{Mg}(ml) \times M_{EDTANa_2}(mol/L) \times f.Wt(g/mol) \times 1000(mg/g)}{V_{Sample}(ml)}$$

تقدير تركيز أيوني الصوديوم والبوتاسيوم : (Na^{+}&K^{+})

يـتم تحديـد تراكيز كلٍ مـن الصـوديوم والبوتاسـيوم (جـزء من المليـون) في عينـات الميـاه باسـتخدام جهـاز **Flame Photometer**موديل**(JENWAY PEP7)** مزود بمرشحات الصوديوم والبوتاسيوم

النتائج والمناقشة:-

الخواص الفيزيائية The Physical Properties

تركيزالأيون الهيدروجيني : (pH)

وُجد أن متوسط تركيز أيون الهيدروجين قد تراوح مابين (7.24–6.99) (الجدول4)، حيث ظهرت أدنى قيمة لذلك المتوسط كما يبدو من(الشكل) في منطقة سوق الخميس (الساحل)،بينما سُجلت أعلاها في منطقة وادي كعام ،كما يبدو أن التأثير القاعدي الضعيف هو السائد على أغلب العينات (الشكل)؛ وبمقارنة القراءات الناتجة عن هذه الدراسة وُجد أن جميعها يقع ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية **(WHO)**.

يُعزى التأثير الحمضي الضعيف لبعض العينات بسبب ذوبان بعض المواد أو الغازات الحمضية في مياه الأمطار قبل تجمعها أو تسربها إلى طبقات الأرض، أما التأثير القلوي الضعيف فربما يعود هو الآخر إلى زيادة عُسرة هذه المياه .وبمقارنة القراءات الناتجة عن هذه الدراسة وُجد أن جميعها يقع ضمن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية **(WHO)**

الموصلية الكهربائية ومجموع الأملاح الذائبة : (EC&T.D.S)

تدل درجة التوصيل الكهربائي على قابلية المادة لكي تكون موصلاً للتيار الكهربائي وتعتبر مقياس تقريبي لتركيز الأملاح الذائبة في الماء، فقد سُجلت أعلى قيمة لمتوسط الموصلية الكهربائية ومجموع الأملاح الذائبة في منطقة سوق الخميس(الساحل)(EC = 4725µS/cm,T.D.S=3181mg/L) ،بينما سُجلت في منطقة سيلين أدنى قيمة لمتوسط الخاصيتين (EC=1800µS/cm,T.D.S=1203mg/L) (الجدول) ؛في حين وُجد أن75 % من عينات مياه الآبار الجوفية تفوق تلك الحدود(الجدول8)،أما فيما يتعلق بقيم مجموع الأملاح الذائبة فقد لوحظ أن جميع عينات مياه الآبار تفوق الحدود المسموح بها عالمياً(الجدول)، كما لوحظ من خلال هذه الدراسة ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة في مياه الآبار الجوفية ويُعزى هذا الارتفاع إلى تداخل مياه البحر مع المياه العذبة الجوفية من جراء الضخ المستمر لمياه الآبار،ومما يؤكد ذلك ارتفاع مجموع الأملاح الذائبة في آبار مناطق سوق الخميس وكعام والخمس القريبة من البحر مقارنة بالمناطق الأخرى ،في حين يُلاحظ انخفاض تركيز هذه الأملاح بشكل ملحوظ في العينات المأخوذة من مناطق سيلين والجحاوات و العمامرة وذلك لبعد هذه الآبار عن البحر.

الجدول (2): يوضح متوسط الخواص الفيزيائية لعينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

المنطقة	pH	EC (µS/cm)	T.D.S (mg/L)
الخمس	7.05±0.105	4400±913.0	2945±529.0
لبدة	7.14±0.087	3225±479.0	2194±268.0
سوق الخميس (التحلية)	7.01±0.096	4500±1871	3049±1120
سوق الخميس (الساحل)	6.99±0.155	4725±1729	3181±1133
المرقب	7.21±0.149	2725±718.0	1896±501.0
سيلين	7.10±0.179	1800±141.0	1203±142.0
الجحاوات	7.07±0.105	2175±222.0	1503±178.0
العمامرة	7.17±0.198	2250±173.0	1563±101.0
وادي كعام	7.24±0.070	4350±370.0	2885±263.0
وادي كعام(المشروع)	7.01±0.070	3750±351.0	2510±180.0

الخواص الكيميائية The Chemical Properties

أولاً : الكاتيونات

الكـالسـيوم والمـاغـنيسـيوم (Ca^{+2} & Mg^{+2}):

لـوحظ مـن خـلال هـذه الدراسـة أن أقصـى ارتفـاع لمتوسـط تركيز الكالسـيوم في ميـاه الآبـار الجوفيـة وُجـد في منطقـة وادي كعـام (المشـروع) [Ca^{+2}=222.0mg/L] كمـا اتضـح أيضـاً وجـود أدنـى قيمـة لمتوسـط تركيزه في الآبـار الجوفيـة في منطقـة الجحـاوات [Ca^{+2}=62.00mg/L](الشكل12)، في حين كانت أدنى قيمة لمتوسط تركيز الماغنيسوم في مياه الآبار في منطقة سيلين [56.00mg/L =Mg^{+2}] ، بينما سُجلت أقصى قيمة لمتوسط تركيزه في منطقة سوق الخميس (الساحل) [149mg/L=Mg^{+2}] .

وبمقارنـة قـيم النتـائج المدونـة في (الجـدول) بـالقيم المسـموح بهـا عالميـاً لتركيز الكالسـيوم وُجـد أن جميـع عينـات ميـاه الآبـار الجوفية الواقعة في مناطق الخمس ولبدة وسيلين والجحاوات والعمامرة تقع ضمن المواصفات العالمية، أما فيما يتعلق بتركيزه في باقي المناطق فقد وُجد أنه يقع ضمن تلك الحدود لنصف العينات في كل منطقة، في حين وُجد أن تركيز الماغنيسيوم في جميع عينات مياه الآبار الجوفية يفوق قيم الحدود المسموح بها عالمياً باستثناء ثلاث عينـات كان تركيز الماغنيسيوم فيها ضمن تلك الحدود كما مبين في (الجدول).

الصـوديـوم والبـوتاسـيوم (Na^{+} & K^{+}):

سُجل أعلى متوسط لتركيز الصوديوم في مياه الآبار الجوفية في منطقة الخمس [Na^{+}= 741mg/L]، بينما سُجلت أدنى قيمة للمتوسط في مياه آبار منطقة سيلين والتي بلغت حوالي[Na^{+}=238.0mg/L](الجدول6)، في حين بلغ متوسط تركيز البوتاسيوم قيمته القصوى في عينات مياه الآبار المأخوذة من منطقة سوق الخميس (الساحل) [K^{+}=23.50mg/L]،أما أدناها فسُجل في منطقة سيلين[K^{+}=8.50 mg/L].

الجدول(3): يوضح متوسط تراكيز الكاتيونات (mg/L) في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

المنطقة	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}
الخـــمس	122±15.00	110.5±7.00	741±179.0	15.00±8.00
لبـــدة	131±31.00	97.0±11.00	457±69.00	18.50±3.00
سوق الخميس (التحلية)	203±94.00	141.0±53.00	620±236.0	18.00±5.50
سوق الخميس (الساحل)	201±100.0	149.0±53.00	641±204.0	23.50±8.00
المـــرقب	125±79.00	68.5±43.00	419.5±135	14.00±4.00
سيـــلين	73.0±09.50	56.0±05.50	238±43.00	08.50±1.50
الجحـــاوات	62.0±04.00	63.5±12.50	341±76.00	09.40±2.00
العمـــامـرة	89.5±08.00	65.00±3.00	325±34.00	10.50±0.77
وادي كعـــام	192±33.00	134.0±13.50	576±55.00	21.50±9.00
وادي كعام(المشروع)	222±25.00	122.5±11.50	415±90.00	18.00±0.66

يتضح من (الجدولين) أن تراكيز كل من الصوديوم والبوتاسيوم في جميع عينات مياه الأمطار تقع ضمن الحدود المسموح بها وفق منظمة الصحة العالمية **(WHO)**، باستثناء عينة واحدة تعدى فيها تركيز الصوديوم تلك الحدود، كما لُوحظ من خلال هذه الدراسة ارتفاع تركيز الصوديوم في جميع العينات المأخوذة من مياه الآبار الجوفية عن قيم الحدود المسموح بها(الملحق24)، كما وُجد أن تركيز البوتاسيوم في أغلب هذه العينات يقع ضمن الحدود المجاز بها عالمياً (الجدول) .

ويشكل تركيز الصوديوم 50% من إجمالي ملي مكافئات الكاتيونات ،و25% تقريباً من إجمالي ملي مكافئات مكونات كل عينة،بينما يشكل البوتاسيوم نسبة ضئيلة جداً من محتوى جميع العينات المدروسة من الآبار الجوفية

ثـــانيـــاً: الأنيـــونات

البيكـربـونـات (HCO_3^-):

أظهرت نتائج تحليل البيكربونات في عينات مياه الآبار الجوفية أن أقصى متوسط لتركيزها وُجد في منطقة سوق الخميس (الساحل) (360.0 mg/L) بينما سُجل أدنى متوسط لتركيزها في آبار منطقة وادي كعام (261.0 mg/L) (الجدول 8) ؛وُجد أن جميع القراءات تفوق الحدود المسموح بها عالمياً في العينات المدروسة من مياه الآبار الجوفية كما هو مبين في (الجدول)؛ ويُلاحظ أن البيكربونات تشكل أقل من 30%من إجمالي ملي مكافئات أنيونات العينة في حالة مياه الآبار الجوفية ؛فعلى الرغم من انخفاض نسبة تركيز البيكربونات في مياه الآبار الجوفية إلا أنها قد تجاوزت الحدود المسموح بها عالمياً، وقد يُعزى السبب في هذا التجاوز إلى ذوبان نسب عالية من أملاح الحوامض والقواعد القوية و الضعيفة.

الكـــبريـتات (SO_4^{-2}) :

تبين من الدراسة أن أقصى ارتفاع لمتوسط تركيز الكبريتات في مياه الآبار الجوفية قد سُجل في منطقة وادي كعام (المشروع) (783.0mg/L) ،في حين سُجل أدناه في منطقة سيلين (154.0mg/L)؛ وبمقارنة النتائج المدونة في (الجدول) بالقيم المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية وُجد أن 67.5% من عينات مياه الآبار الجوفية تفوق المسموح به (الجدول).

الجدول(4): يوضح متوسط تراكيز الأنيونات (mg/L) في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

المنطقـة	HCO_3^-	SO_4^{-2}	Cl^-
الخـــمس	343.0±29.00	407.0±213.0	1196±209.0
لبـــدة	314.0±31.00	408.5±69.00	753.0±106.0
سوق الخميس (التحلية)	335.5±25.00	645.0±253.0	1072±502.0
سوق الخميس (الساحل)	360.0±96.00	732.0±432.0	1053±354.0
المـــرقب	286.0±14.00	210.0±43.00	758.0±263.0
سيـــلين	265.0±26.00	154.0±05.00	390.0±65.00
الجحـــاوات	280.0±07.00	224.0±33.00	505.0±79.00
العمـامـرة	307.0±04.00	263.0±32.00	479.0±35.50
وادي كعـــام	261.0±38.00	753.0±143.0	926.0±98.00
وادي كعام(المشروع)	261.0±42.00	783.0±33.00	674.0±126.0

العنـــاصر الثـــقيلـــة

النحـــاس والـرصـاص (Cu & Pb) :

أظهرت نتائج تحليل هذين العنصرين في جميع العينات المدروسة عدم احتوائها لهما باستثناء عدد ضئيل

الحـــديـــد (Fe):

ظهر أعلى متوسط له في منطقة التحلية (0.044mg/L) وفي منطقة وادي كعام سُجلت أدنى قيمة لمتوسط تركيزه والتي بلغت حوالي (0.0047mg/L)؛ جميع العينات المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها لتركيز الحديد في مياه الشرب طبقاً لمنظمة الصحة العالمية **(WHO)** (الجدول)

الخـــارصـــين (الزنك) (Zn) :

وُجد أن أعلى متوسط لتركيزه أُعطي في منطقة سوق الخميس (التحلية) (1.605mg/L) أما أدنى قيمة للمتوسط فسجلت في مياه الآبار الجوفية في منطقة مشروع وادي كعام (0.032mg/L) ؛وتجدر الإشارة إلى أن جميع تراكيز الخارصين المستنتجة خلال هذه الدراسة تقع ضمن الحدود المسموح بها عالمياً ،باستثناء عينة واحدة لُوحظ فيها ارتفاع تركيزه عن تلك الحدود بشكل ضئيل إلى حوالي (5.30mg/L)، وربما يعود السبب الرئيسي في هذا الارتفاع إلى ارتفاع منسوب المياه في ذلك البئر إضافة إلى قربه من البحر (الجدول) .

الكـــادميـــوم (Cd) :

ظهرت أعلى قيمة للمتوسط في مياه الآبار الجوفية في منطقة سيلين(0.00475mg/L) ، بينما لم تعطِ التحاليل أية نتائج إيجابية عن وجود الكادميوم في آبار منطقة وادي كعام؛نجد أن 15% من مياه الآبار الجوفية يفوق تركيز الكادميوم فيها تلك الحدود؛ ويرجع السبب لارتفاعه في منطقة سيلين إلى وجود بعض مركباته على هيئة نفايات، إضافة إلى استعمال الأسمدة الفوسفاتية باعتبارها منطقة زراعية مما يؤدي إلى ذوبان بعض مما سبق في مياه الأمطار قبل تجمعها في طبقات الارض.

الجدول(5): يوضح متوسط تراكيز العناصر الثقيلة (mg/L) في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

المنطقة	(Fe)	(Zn)	(Cd)
الخـــمس	0.0142±0.0159	0.0340±0.0033	0.0002±0.0005
لبـــدة	0.0350±0.0153	0.0792±0.0495	0.0035±0.0017
سوق الخميس (التحلية)	0.0440±0.0311	1.6050±2.5623	0.0002±0.0005
سوق الخميس (الساحل)	0.0235±0.0225	0.1772±0.2028	0.0040±0.0070
المـــرقب	0.0290±0.0073	0.1450±0.1633	0.0015±0.0010
سيـــلين	0.0257±0.0135	0.1587±0.1226	0.0047±0.0037
الجحـــاوات	0.0177±0.0103	0.0482±0.0200	0.0017±0.0020
العمـــامـــرة	0.0080±0.0104	0.3035±0.4626	0.0007±0.0015
وادي كعـــام	0.0047±0.0095	0.0882±0.0627	Nil
وادي كعام(المشروع)	0.0105±0.0079	0.0325±0.0230	0.0020±0.0014

الجدول(6): يوضح القوانين والعلاقات المستخدمة لتقدير تركيز مكونات مياه الآبار الجوفية في العينة بوحدة (mg/L) :-

	المُكون	قوانين تقدير تراكيز المكونات بوحدة (mg/L)
1	مجموع الأملاح الصلبة الذائبة T.D.S	$T.D.S = \frac{W(g)\times 10^6}{V_{Sample}(ml)}$
2	أيون الكبريتات (SO_4^{-2})	$SO_4^{-2} = \frac{BaSO_4(mg)0.41157\times 1000}{V_{Sample}(ml)}$
3	القاعدية على هيئة كربونات الكالسيوم	$HCO_3^- = \frac{V_{HCl}(ml)\times M_{HCl}(mol/L)\times f.Wt(g/mol)\times 1000(mg/g)}{V_{Sample}(ml)}$
4	أيون الكلوريد (Cl^-)	$Cl^- = \frac{V_{AgNO_3}(ml)\times M_{AgNO_3}(mol/L)\times f.Wt(g/mol)\times 1000(mg/g)}{V_{Sample}(ml)}$
5	العُسر الكلي (TH)	$T\ H\ As\ CaCO_3 = \frac{V_{T}(ml)\times M_{EDTANa_2}(mol/L)\times f.Wt(g/mol)\times 1000(mg/g)}{V_{Sample}(ml)}$
6	أيون الماغنيسيوم (Mg^{+2})	$V_{Mg} = V_T - V_{Ca}$ $Mg^{+2} = \frac{V_{Mg}(ml)\times M_{EDTANa_2}(mol/L)\times f.Wt(g/mol)\times 1000(mg/g)}{V_{Sample}(ml)}$
7	أيون الكالسيوم (Ca^{+2})	$Ca^{+2} = \frac{V_{Ca}\times M_{EDTANa_2}(mol/L)\times f.Wt(g/mol)\times 1000(mg/g)}{V_{Sample}(ml)}$

الجـدول (7): يبــين تركيز الأيـون الهيـدروجيني (pH) في عينـات ميـاه الآبـار الجوفيـة في أمـاكن مختلـفة مـن منطـقة الخُمـس وضـواحيها.

رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمــس	7.04	7.21	7.01	6.97
لبــدة	7.03	7.12	7.19	7.23
التحليــة	6.91	7.13	7.04	6.96
الساحــل	6.83	6.94	7.20	7.00
المرقــب	7.30	7.00	7.33	7.23
سيلــين	6.92	7.30	6.98	7.20
الجحـاوات	7.03	7.01	7.23	7.02
العمامـرة	7.35	7.40	6.90	7.04
وادي كـعام	7.07	7.50	6.96	7.45
المشـروع	7.10	7.00	7.03	6.93

الجدول (8): يبـين الموصـلية الكهربائية(µS/cm) في عينات ميـاه الآبار الجوفية في أمـاكن مختلفة من منطقة الخُمس وضـواحيها.

رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمــس	4800	5200	3100	4500
لبــدة	2700	3000	3400	3800
التحليــة	5400	2800	3100	6700
الساحــل	3900	6400	2700	5900
المرقــب	2300	3000	3600	2000
سيلــين	1900	1600	1800	1900
الجحـاوات	1900	2100	2300	2400
العمامـرة	2100	2200	2200	2500
وادي كـعام	4600	3900	4200	4700
المشـروع	4000	4100	3400	3500

الجدول (9): يبـين تركيز الأملاح الذائبة(mg/L) في عينـات مياه الآبار الجوفية في أمـاكن مختلـفة من منطـقة الخُمس وضـواحيها.

رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمــس	3212	3469	2252	2846
لبــدة	1813	2225	2309	2430
التحليــة	3623	1998	2236	4340
الساحــل	2635	4166	1846	4076
المرقــب	1572	2210	2425	1377
سيلــين	1333	1038	1133	1309
الجحـاوات	1295	1425	1599	1694
العمامـرة	1462	1547	1541	1703
وادي كـعام	3021	2598	2742	3180
المشـروع	2643	2686	2328	2385

الجدول(10): يبين تركيز أيون الكالسيوم في عينات مياه الآبار الجوفية في أمـاكن مختلـفة مـن منطـقة الخُمس وضـواحيها.

رقم العينة	I		II		III		IV	
التركيز / المنطقة	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
الخمـس	140.0	07.00	124.0	06.20	104.0	05.20	120.0	06.00
لبــدة	92.00	04.60	168.0	08.40	136.0	06.80	128.0	06.40
التحـلية	280.0	14.00	96.00	04.80	152.0	07.60	283.0	14.20
الســاحل	160.0	08.00	296.0	14.80	80.00	04.00	268.0	13.40
المرقب	74.00	03.70	240.0	12.00	112.0	05.60	72.00	03.60
سيـلين	80.00	04.00	60.00	03.00	80.00	04.00	72.00	03.60
الجحـاوات	64.00	03.20	56.00	02.80	64.00	03.20	64.00	03.20
العمـامرة	80.00	04.00	86.00	04.30	96.00	04.80	96.00	04.80
وادي كعام	192.0	09.60	192.0	09.60	152.0	07.60	232.0	11.60
المشـروع	200.0	10.00	208.0	10.40	256.0	12.80	224.0	11.20

الجدول(11): يبين تركيز أيون الماغنيسيوم في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة	I		II		III		IV	
التركيز / المنطقة	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
الخمس	103.0	08.60	117.6	09.80	106.6	08.80	115.0	09.60
لبدة	84.00	07.00	93.60	07.80	110.5	09.20	101.0	08.40
التحلية	158.4	13.20	96.00	08.00	100.8	08.40	209.0	17.40
الساحل	125.0	10.40	204.0	17.00	86.40	07.20	180.0	15.00
المرقب	80.40	06.70	09.60	00.80	113.0	09.40	70.80	05.90
سيلين	60.00	05.00	60.00	05.00	48.00	04.00	55.00	04.60
الجحاوات	69.60	05.80	76.80	06.40	48.00	04.00	60.00	05.00
العمامرة	65.00	05.40	63.60	05.30	69.60	05.80	62.00	05.20
وادي كعام	149.0	12.40	120.0	10.00	125.0	10.40	141.6	11.80
المشروع	129.6	10.80	130.0	10.80	124.8	10.40	105.6	08.80

الجدول(12): يبين تركيز أيون الصوديوم في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة	I		II		III		IV	
التركيز / المنطقة	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
الخمس	855	37.17	908	39.47	511	22.22	690	30.00
لبدة	391	17.00	426	18.53	460	20.00	551	24.00
التحلية	718	31.21	424	18.43	430	18.70	908	39.48
الساحل	523	22.74	826	35.92	415	18.05	800	34.79
المرقب	334	14.53	507	22.04	560	24.34	277	12.04
سيلين	274	11.92	190	08.27	214	09.30	275	11.94
الجحاوات	258	11.22	295	12.82	400	17.40	410	17.82
العمامرة	302	13.13	328	14.28	299	13.00	373	16.21
وادي كعام	593	25.78	495	21.53	595	25.86	620	26.97
المشروع	483	21.00	486	21.13	296	12.88	396	17.22

الجدول (13): يبين تركيز أيون البوتاسيوم في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة	I		II		III		IV	
التركيز / المنطقة	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
الخمس	05.74	0.147	15.22	0.390	12.76	0.328	25.55	0.655
لبدة	14.70	0.377	16.64	0.428	21.00	0.538	21.50	0.551
التحلية	20.91	0.536	11.23	0.288	15.26	0.391	23.44	0.600
الساحل	20.00	0.512	24.55	0.629	15.92	0.408	33.84	0.868
المرقب	11.56	0.296	14.91	0.382	19.67	0.504	10.60	0.272
سيلين	10.30	0.264	06.90	0.177	07.50	0.192	09.10	0.233
الجحاوات	09.21	0.236	07.85	0.201	08.22	0.211	12.31	0.316
العمامرة	10.54	0.270	09.66	0.248	10.20	0.261	11.50	0.294
وادي كعام	34.35	0.881	15.00	0.385	15.59	0.399	20.84	0.534
المشروع	17.24	0.442	17.34	0.445	18.50	0.474	18.39	0.472

الجدول(14): يبين تركيز أيون البيكربونات في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة	I		II		III		IV	
التركيز / المنطقة	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
الخمس	335.5	05.50	305.0	05.00	366.0	06.00	366.0	06.00
لبدة	274.5	04.50	343.0	05.62	335.5	05.50	305.0	05.00
التحلية	335.5	05.50	335.5	05.50	366.0	06.00	305.0	05.00
الساحل	366.0	06.00	259.0	04.25	328.0	05.37	488.0	08.00
المرقب	290.0	04.75	275.0	04.50	305.0	05.00	275.0	04.50
سيلين	274.0	04.50	229.0	03.75	267.0	04.37	290.0	04.75
الجحاوات	274.5	04.50	282.0	04.62	290.0	04.75	274.5	04.50
العمامرة	313.0	05.13	305.0	05.00	305.0	05.00	305.0	05.00
وادي كعام	229.0	03.75	229.0	03.75	305.0	05.00	282.0	04.62
المشروع	282.0	04.62	275.0	04.50	290.0	04.75	198.0	03.25

الجدول(15): يبين تركيز أيون الكبريتات في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة	I		II		III		IV	
التركيز / المنطقة	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
الخمس	341	07.10	714	14.88	219	04.57	353	07.36
لبدة	307	06.39	457	09.51	449	09.34	421	08.76
التحلية	780	16.25	384	08.00	487	10.15	930	19.38
الساحل	601	12.53	1027	21.39	180	03.75	1121	23.35
المرقب	183	03.80	252	05.25	241	05.02	163	03.39
سيلين	155	03.22	150	03.12	150	03.12	160	03.33
الجحاوات	175	03.64	236	04.91	240	05.00	246.5	05.13
العمامرة	216	04.50	275	05.73	288	06.00	274	05.71
وادي كعام	843	17.56	732	15.25	560	11.66	878	18.29
المشروع	741	15.43	775	16.14	797	16.60	819	17.06

الجدول(16): يبين تركيز أيون الكلوريد في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة	I		II		III		IV	
التركيز / المنطقة	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
الخمس	1418	40.00	1276	36.00	922.0	26.00	1170	33.00
لبدة	638.0	18.00	709.0	20.00	780.0	22.00	886.0	25.00
التحلية	1312	37.00	638.0	18.00	674.0	19.00	1666	47.00
الساحل	815.0	23.00	1500	42.30	727.0	20.50	1170	33.00
المرقب	585.0	16.50	886.0	25.00	1064	30.00	496.0	14.00
سيلين	461.0	13.00	319.0	9.00	355.0	10.00	426.0	12.00
الجحاوات	425.5	12.00	461.0	13.00	532.0	15.00	603.0	17.00
العمامرة	461.0	13.00	461.0	13.00	461.0	13.00	532.0	15.00
وادي كعام	957.0	27.00	780.0	22.00	975.0	27.50	993.0	28.00
المشروع	780.0	22.00	780.0	22.00	532.0	15.00	603.0	17.00

الجدول (17): يبين تركيز أيون النحاس (mg/L) في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمس	Nil	Nil	Nil	Nil
لبدة	Nil	Nil	Nil	Nil
التحلية	Nil	Nil	Nil	0.041
الساحل	Nil	0.010	Nil	Nil
المرقب	Nil	Nil	Nil	Nil
سيلين	0.011	Nil	Nil	Nil
الجحاوات	Nil	Nil	Nil	Nil
العمامرة	0.010	0.010	0.010	Nil
وادي كعام	Nil	Nil	Nil	Nil
المشروع	Nil	Nil	Nil	Nil

الجدول (18): يبين تركيز أيون الرصاص(mg/L)في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمس	0.001	0.001	Nil	Nil
لبدة	Nil	Nil	Nil	Nil
التحلية	Nil	0.001	0.001	0.002
الساحل	Nil	0.002	Nil	Nil
المرقب	Nil	Nil	Nil	Nil
سيلين	0.002	Nil	Nil	Nil
الجحاوات	Nil	Nil	Nil	Nil
العمامرة	Nil	Nil	Nil	Nil
وادي كعام	Nil	Nil	Nil	Nil
المشروع	Nil	Nil	Nil	Nil

الجدول(19): يبين تركيز أيون الحديد (mg/L) في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمس	0.005	0.016	Nil	0.036
لبدة	0.049	0.018	0.047	0.026
التحلية	0.005	0.037	0.055	0.079
الساحل	0.010	0.057	0.017	0.010
المرقب	0.024	0.030	0.023	0.039
سيلين	0.019	0.010	0.035	0.039
الجحاوات	0.014	0.010	0.014	0.033
العمامرة	0.022	Nil	Nil	0.010
وادي كعام	Nil	Nil	Nil	0.019
المشروع	0.013	0.019	0.010	Nil

الجدول (20): يبين تركيز أيون الخارصين (mg/L) في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكن مختلفة من منطقة الخُمس وضواحيها.

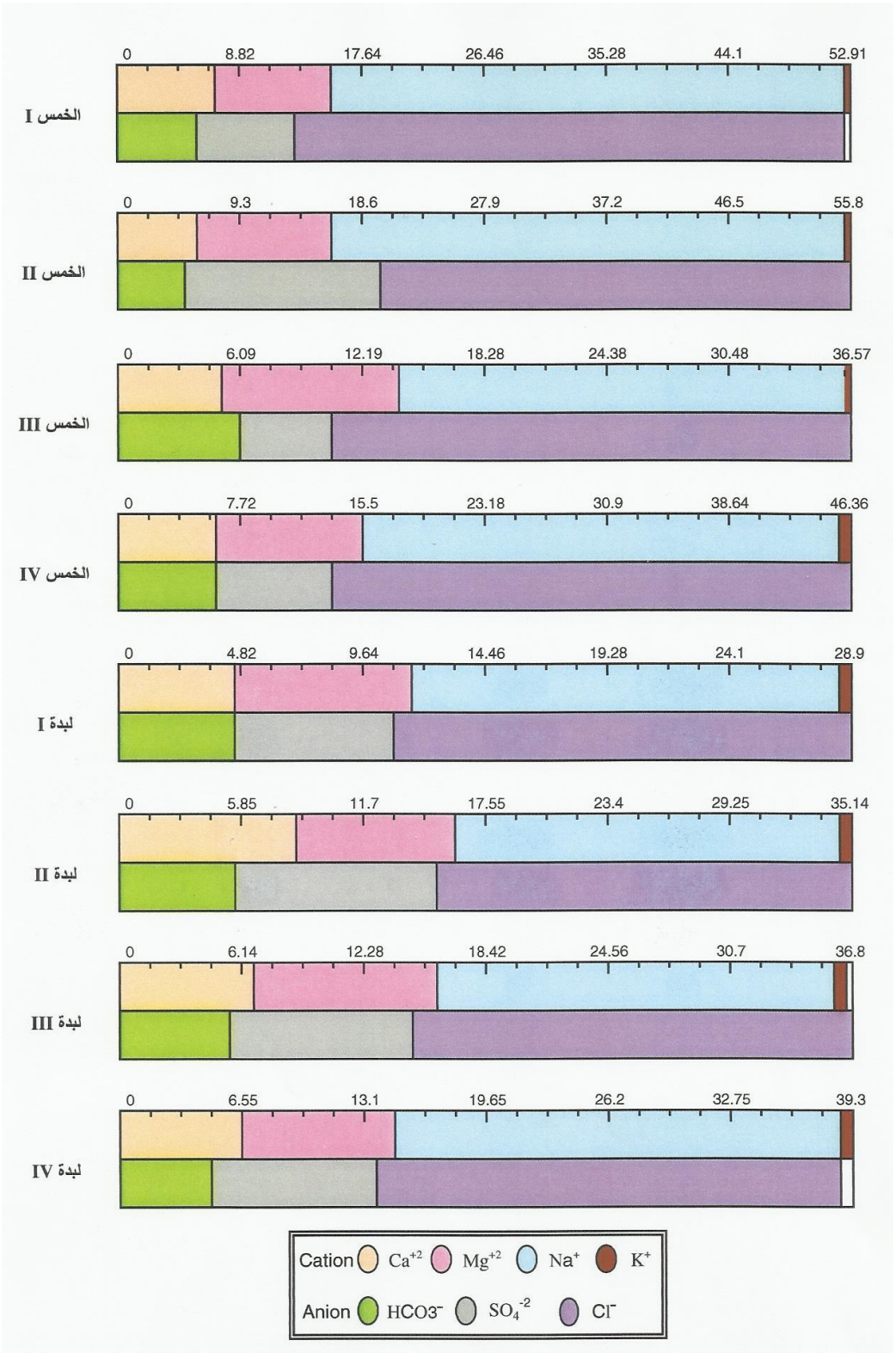
رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمس	0.005	0.008	0.010	0.013
لبدة	0.077	0.145	0.025	0.070
التحلية	0.043	0.471	5.301	0.605
الساحل	0.050	0.157	0.032	0.470
المرقب	0.383	0.057	0.023	0.117
سيلين	0.288	0.079	0.032	0.236
الجحاوات	0.022	0.069	0.057	0.045
العمامرة	0.984	0.010	0.205	0.015
وادي كعام	0.059	0.118	0.159	0.017
المشروع	0.016	0.010	0.057	0.047

الجدول (21): يبـين تركيز أيون الكادميوم (mg/L) في عينات ميـاه الآبار الجوفية في أمـاكن مختلـفة من منطـقة الخُمس وضـواحيها.

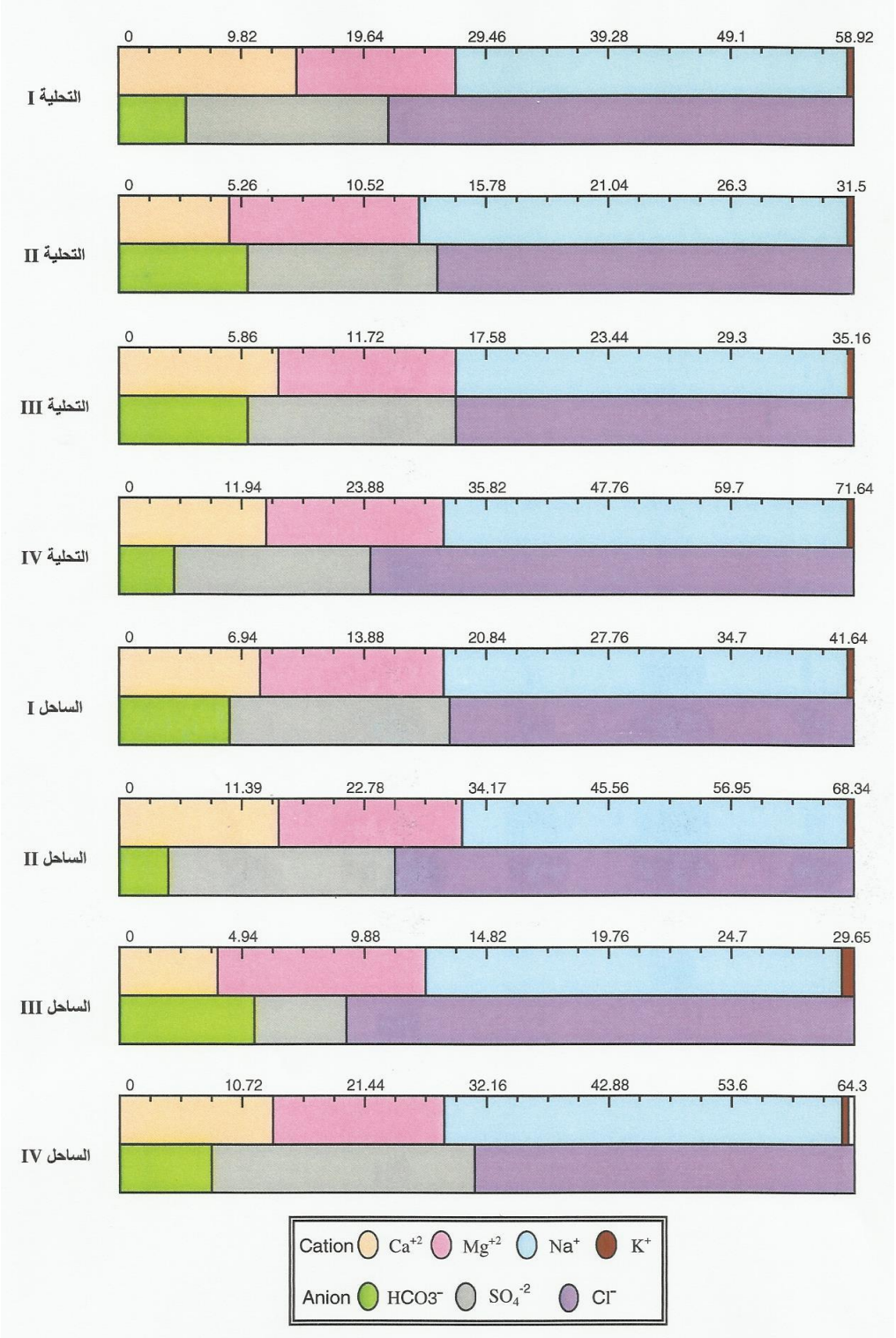
رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمــس	Nil	Nil	Nil	0.001
لبــدة	0.003	0.002	0.006	0.003
التحليـة	Nil	Nil	0.001	Nil
الساحـل	Nil	0.015	0.002	Nil
المرقــب	0.001	0.001	0.001	0.003
سيلـين	0.01	0.002	0.005	0.002
الجحـاوات	Nil	Nil	0.003	0.004
العمامـرة	0.003	Nil	Nil	Nil
وادي كـعام	Nil	Nil	Nil	Nil
المشـروع	0.004	0.001	0.001	0.002

الجدول (22): يبـين تركيز العسـر الكـلي (mg/L) على هـيئة كربونات الكالسيـوم في عينات مياه الآبار الجوفية في أماكـن مختلـفة مـن منطقة الخُمـس وضواحيـها.

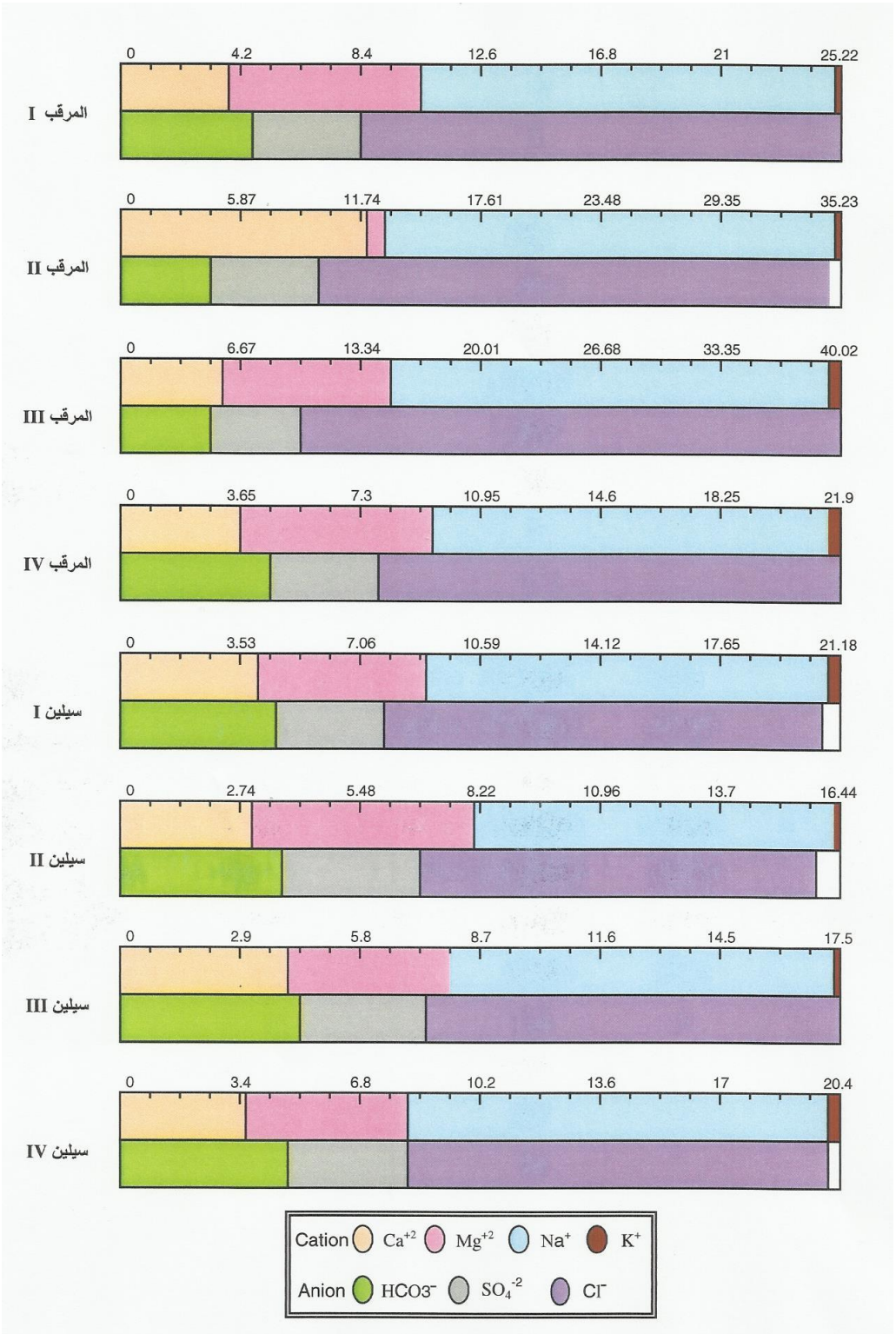
رقم العينة / المنطقة	I	II	III	IV
الخمــس	780	800	700	780
لبــدة	580	810	800	740
التحليـة	1360	640	800	1580
الساحـل	920	1590	560	1420
المرقــب	520	640	750	475
سيلـين	450	400	400	410
الجحـاوات	450	460	360	410
العمامـرة	480	530	500	470
وادي كـعام	1100	980	900	1170
المشـروع	1040	1060	1160	1000



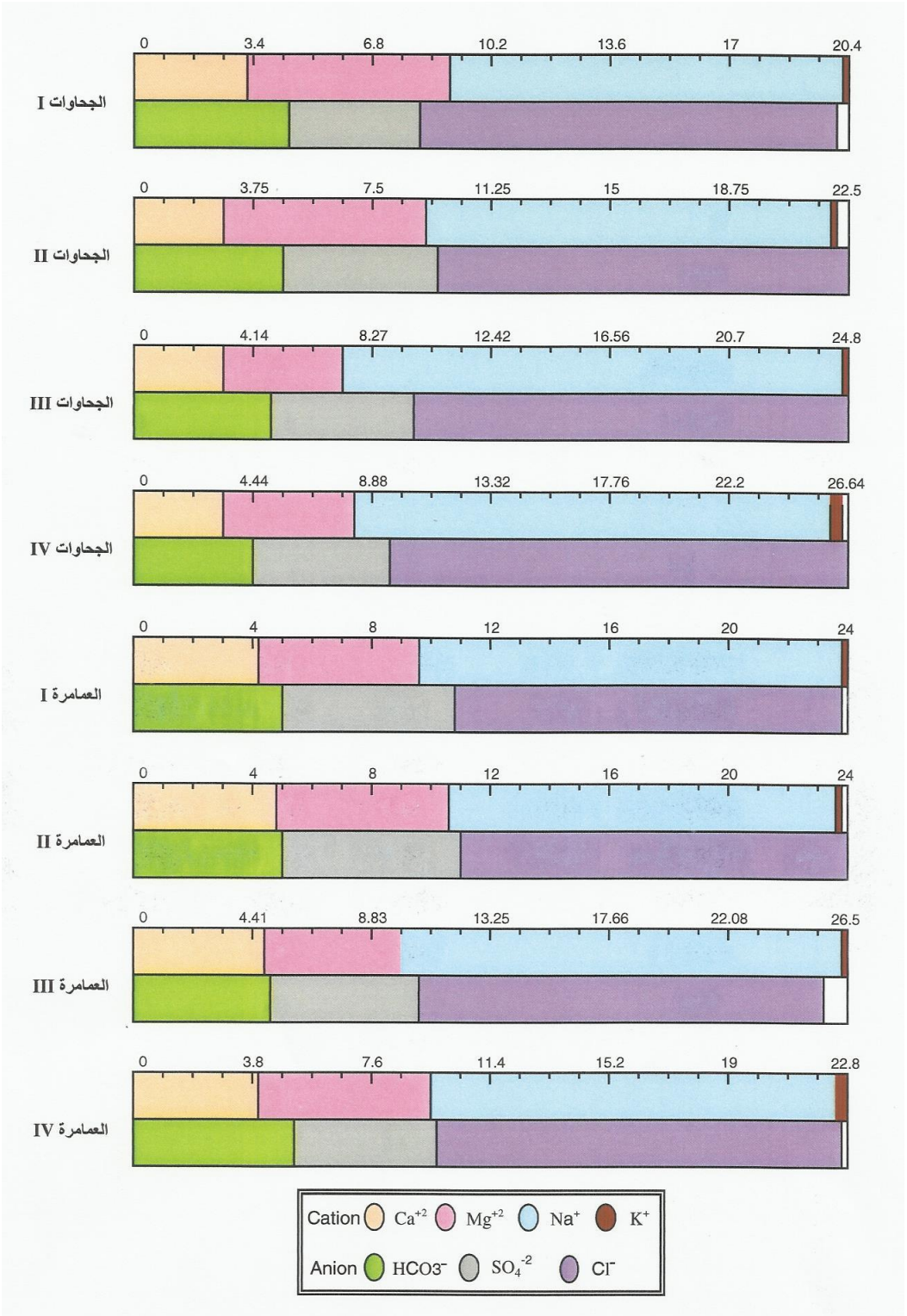
الشكل (1): يوضح محتوى عينات مياه الآبار الجوفية من الكاتيونات والأنيونات معبراً عنه بـ(meq/L) في منطقتي الخُمس ولبدة.



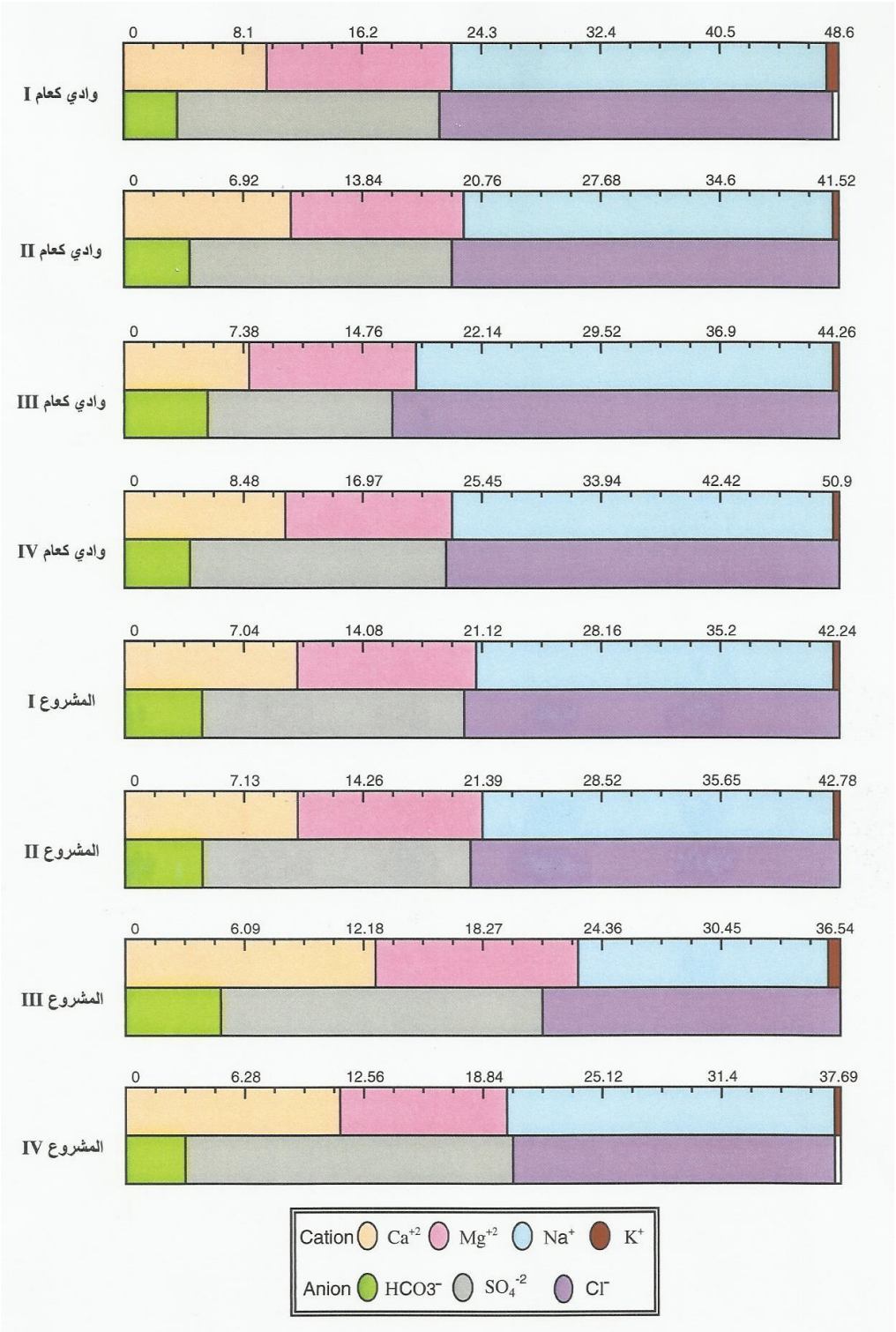
الشكل(2): يوضح محتوى عينات مياه الآبار الجوفية من الكاتيونات والأنيونات معبراً عنه بـ(meq/L) في منطقتي التحلية والساحل.



الشكل (3): يوضح محتوى عينات مياه الآبار الجوفية من الكاتيونات والأنيونات معبراً عنه بـ(meq/L) في منطقتي المرقب وسيلين.



الشكل (4): يوضح محتوى عينات مياه الآبار الجوفية من الكاتيونات والأنيونات معبراً عنه بـ(meq/L) في منطقتي الجحاوات والعمامرة.



الشكل (5): يوضح محتوى عينات مياه الآبار الجوفية من الكاتيونات والأنيونات معبراً عنه بـ(meq/L)في منطقتي وادي كعام والمشروع.

المراجع:-

1- أحمد عبد الوهاب عبد الجواد (2001): ((تلوث المياه العذبة)) ،جامعة الزقازيق، الدار العربية للنشر والتوزيع،الطبعة الأولى، 32-36.

2- فؤاد صالح ،مصطفى ابوقرين(1992): ((تلوث البيئة ...اسبابه،اخطاره، مكافحته)) دار الكتب الوطنية،إصدارات الهيئة القومية للبحث العلمي،بنغازي ،الطبعة الأولى، 183-225.

3- محمد خميس الزوكة(2000):((جغرافية المياه)) ،دار المعرفة الجامعية ،الإسكندرية ،23.

4- محمد السيد أرناؤوط ، عبد الحكم عبد اللطيف الصعيدي(1996):((الإنسان وتلوث البيئة)) ،الدار المصرية اللبنانية ،الطبعة الثانية ، 337-355 .

5- عامر مجيد آغا،منير عاروض (1996): ((علم البيئة)) ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية ،إصدارات جامعة حلب ، كلية الزراعة الثانية ، 212-221 .

6- حسن البنا سعد فتح (2002): ((تكنولوجيا تحلية المياه)) ،الدار الجامعية ،43-100.

7- أحمد امحمد عون (2002): ((الماء من المصدر إلى المكب))، إصدارت الهيئة العامة للبيئة ، 61-185.

8- سمير المنهراوي،عزة حافظ (1997): ((المياه العذبة))،الدار العربية للنشر والتوزيع ، 19-118،33-167 .

78- أماني محمد عمر (2005) : ((الإنتاج الزراعي بمنطقة الخمس بين واقع الظروف الطبيعية وتنافر وتوافق العوامل البشرية للفترة 1984-2000ف)) أطروحة ماجستير في الجغرافيا غير منشورة ، جامعة المرقب ، كلية الآداب والعلوم ، الخُمس .

المراجع الأجنبية

10- مؤيد قاسم العباجي ،ثابت سعيد الغبشة(1980): ((أسس الكيمياء التحليلية)) ، إصدارت جامعة الموصل ،مديرية مطبعة الجامعة ، 189-283 .

11- الهيئة المصرية العامة للتوحيد والقياس وجودة الإنتاج (1990): ((طرق فحص واختبار مياه الشرب)) ،تقدير الكبريتات، المواصفات القياسية المصرية.

12- الحصادي،النقاش،بدر الدين،عبد المنعم،العجيلي(1994): ((الأسس النظرية والعملية للتحليل الكيميائي النوعي))،إصدارات جامعة قاريونس،بنغازي،الطبعة الأولى، 260-291.

9-Arnold ,E .Lenore,S. Andrew ,D (1992): ((Standard methods for examination of Water&Wastewater))18th Ed. American Public Health Associatione.

13-H, Jeffery.J ,Bassett.J ,mendham .R,C ,Denney(1989): Vogel S ((Quantitative Chemical Analysis)) 5th, Longman Scientific&Technical ,318-350.

14-Gary,Christian (1977):((Analytical chemistry)) 2th ,University of Washington, Printed in The USA ,PP.89-221.

15-Gary,Christian(1994):((Analytical chemistry)) 5th University of Washington, Printed in The USA ,PP.701-718.