المجلة الليبية للعلوم الزراعية
المجلد (24): العدد (2): 2019: 1 - 14
ورقة أصيلة

دراسة هيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية لمنطقة: غدامس، درج، سيناون شمال غرب ليبيا

حنان صالح فرج، نعيمة خليفة الغرياني، سالم محمد الرشراش
قسم الهندسة الجيولوجية – كلية الهندسة – جامعة طرابلس- ليبيا

المستخلص

يتضمن هذا البحث دراسة هيدروجيوكيميائية لمياه الآبار التي تخترق خزان ككله في المنطقة الواقعة بين غدامس درج سيناون بهدف تحديد نوعية مياهها ومنشأ هذه المياه من أجل التخطيط المستقبلي الأمثل لاستعمالات الموارد المائية في هذه المنطقة. تم تقييم نوعية المياه لآبار منطقة الدراسة التي بلغ عددها 15 بئراً باستخدام تصنيف سولن، فقد وجد أن أغلب نماذج مياه الآبار ذات أصل سماوي متوسطة الترشيح ونوع المياه (Na_2SO_4), أما بقية الآبار ذات أصل بحري في خزانات شبه مغلقة ويكون نوع المياه من عائلة ($MgCl_2$). وقد تبين - أيضا - إن معظم مياه آبار منطقة الدراسة غير صالحة للشرب وذلك لارتفاع نسب تراكيز أيوناتها وارتفاع الملوحة الكلية فيها عند مقارنتها مع المواصفات العالمية (WHO, 1995) .بالإضافة إلى ذلك تم تصنيف نوعية المياه الجوفية وفق معادلة كورولوف (Kurolov –Formula) وتبين أن معظم المياه هي من نوع كلوريد الصوديوم NaCl فيها كبريتات الصوديوم وكبريتات الكالسيوم؛ أي ؛ أن النوع الكيميائي السائد للمياه هو الكلوريد بنسبة (73%) و (27 %) كان من نوع الكبريتات. كما تم تقييم مدى صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري والزراعة باستخدام كل من تصنيف ويلكس (Wilcox) وتصنيف ريتشارد (Richard). وقد تبين أن معظم الآبار تكون ضعيفة للاستخدام الزراعي عدا الآبار (14,10,9,5,4,3,2,1) حسب تصنيف (Richard). في حين أن تصنيف (Wilcox) أثبت أن معظم الآبار غير ملائم للاستخدام الزراعي عدا الآبار (10,9,7,5,4,3,2,1).

الكلمات الدالة: هيدروجيوكيميائية، تصنيف سولن، معادلة كورولوف، تصنيف ويلكس، ريتشارد، غدامس، درج، سيناون.

المقدمة

تعتبر ليبيا من المناطق الجافة أو شبه الجافة، وذلك حسب معدلات سقوط الأمطار ؛ حيث تبلغ نسبة المناطق التي يتجاوز فيها معدل سقوط الأمطار 100ملم ؛أي؛ حوالي 5% من مساحتها الكلية الأمر الذي يعطي أهمية قصوى لمصادر المياه المتاحة وكيفية تنميتها للحصول على أكبر عائد ممكن والمحافظة على هذا المصدر المهم للحياة للأجيال القادمة.

تعتبر المياه الجوفية في ليبيا المصدر الرئيسي للمياه وتساهم بأكثر من 98% من إجمالي الاستهلاك، وتعتبر أغلب المناطق المصدر الوحيد المتاح للاستغلال لأغراض مختلفة، ونظرا للتزايد السكاني وتحسن مستوى المعيشة في العديد من المدن الليبية فإن الطلب على المياه في تزايد مستمر خاصة في السنوات الأخيرة التي شهدت العديد من فترات الجفاف، وربما أن الكميات المتاحة من المياه السطحية لا تغطي الطلب المتزايد على المياه سواء كان للاستعمال الصناعي أو الزراعي أو الحضري، كما أن المياه الجوفية تحيط بها العديد من المحددات، والمتمثلة في

للاتصال: حنان صالح فرج. قسم الهندسة الجيولوجية، كلية الهندسة، جامعة طرابلس - طرابلس - ليبيا.
هاتف: ..... البريد الالكتروني: Hananfozz@gmail.com

استلمت بتاريخ: 2018/12/8 أجيزت بتاريخ: 2019/7/17

ضعف التغذية وانعدامها في بعض الأحيان، نتيجة لضعف تساقط الأمطار وطبيعة المكونات الجيولوجية للخزانات الجوفية.

أدى هذا الوضع إلى انخفاض مستوى المياه في خزانات المياه الجوفية، وبالتالي رفع تكاليف الضخ بالإضافة إلى تدهور نوعية المياه الجوفية بسبب التلوث المستمر، خاصة بالنسبة للخزانات ذات العمق المنخفض، فأصبحت هذه الوضعية تشكل خطرا حقيقيا على النشاط الزراعي بصفة عامة والزراعة المروية بصفة خاصة، نتيجة للاستنزاف في كمية المياه الجوفية وقلة مياه الأمطار أصبحت معدلات السحب تفوق معدلات التغذية لخزانات المياه الجوفية في معظم المناطق في حوض غدامس مسببة حدوث هبوط حاد في مناسيب المياه الجوفية وجفاف الطبقات السطحية الحاملة أدى إلى قلة إنتاجية الآبار المحفورة وزيادة في معدلات الهبوط السنوي في مناسيب المياه الجوفية.

تشكل الدراسة الهيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية القاعدة الأساسية لتفسير خصائص هذه المياه، فهي تقدم المعلومات الضرورية عن أصلها ونوعها.

وهناك العديد من العمليات المؤثرة في التركيب الكيميائي للمياه الجوفية، الأمر الذي يجعل كل خزان مائي يتميز ببصمات كيميائية خاصة به، ولهذا السبب تُجرى التحاليل الكيميائية المفصلة التي تعد وسيلة وأداة أساسية تساعد في تفسير وفهم الوضع الهيدروجيولوجي السائد، باعتبار أن التركيب الكيميائي للمياه الجوفية يتشكل نتيجة تأثير مختلف الظروف الطبيعية التي تحدد وبدقة مصادر هذا التركيب، كما تحدد التحاليل الكيميائية كل ما يتعلق بمفاهيم استعمالات المياه المختلفة للأغراض المنزلية، والزراعية، وغيرها من الاستعمالات الأخرى. لقد تم في هذه الدراسة تشخيص ووصف هيدروكيميائية مياه الآبار الجوفية من خلال التحاليل الكيميائية لهذه المياه.

هناك العديد من الدراسات التي تتضمن منطقة الدراسة من أهمها دراسة هيدروجيولوجية لمنطقة غدامس الهدف منها دراسة الموارد المائية للمنطقة الذي قام بها المكتب الاستشاري الهندسي للمرافق (Municipal Engineering Consultation Bureau, 1998) ودراسة هيدروجيولوجية حوض غدامس في شمال غرب ليبيا (Hydrogeology of Ghadamis Basin, NW Libya, 2000) ، تم فيها تقييم مصادر المياه الجوفية في حوض غدامس الواقع في الجزء الشمال الغربي من ليبيا، وهذه الدراسة الهيدروجيولوجية تعرف أنظمة الخزانات الموجودة في الحوض من ناحية الخواص الهيدروليكية والكيميائية.

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة أصل ونوع المياه الجوفية للآبار التي تخترق خزان ككلة في المنطقة الواقعة بين غدامس درج سيناون وإمكانية استخدامها لأغراض الري والنشاط البشري.

المواد وطرائق البحث

تم تجميع المعلومات عن الآبار المحفورة في منطقة الدراسة والتي تخترق خزان ككلة من الهيئة العامة للمياه وقد بلغ عددها 15 بئراً و تشمل هذه البيانات التحاليل الكيميائية لمياه الآبار في سنة الحفر تم خلالها مراعاة توزيع هذه الآبار بحيث تشمل كافة أرجاء منطقة الدراسة.

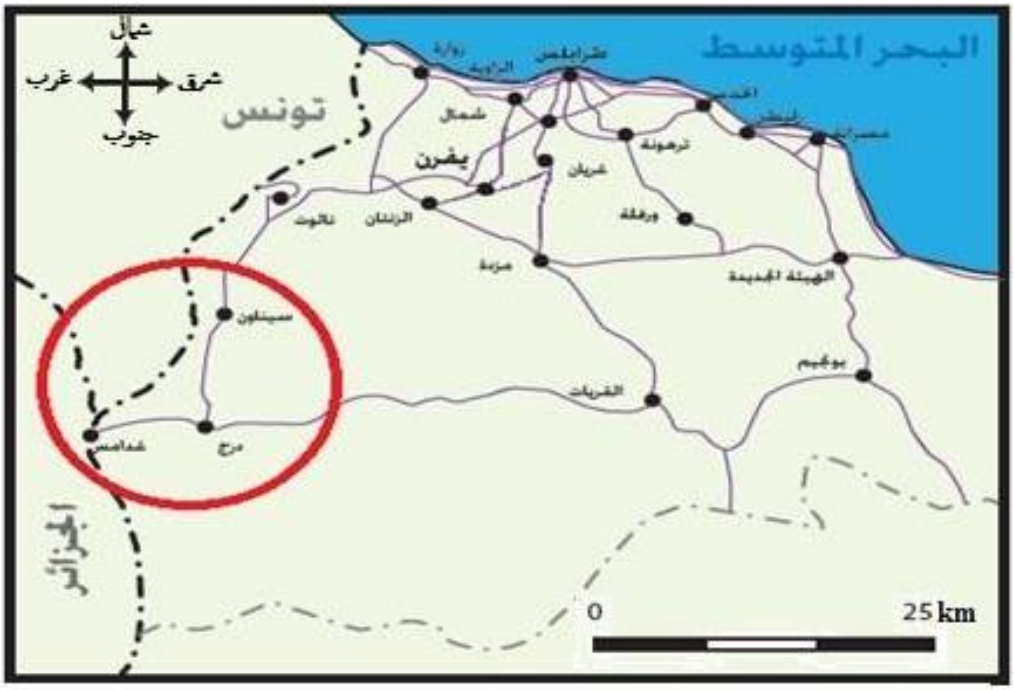
تمت معالجة نتائج التحاليل بعد إعادة حساب هذه النتائج من الشكل الوزني الأيوني ppm إلى الشكل المكافئ (epm) والمكافئ النسبي (epm%)، لاستخدامها لمعرفة أصل ونوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة من خلال تصنيف سولن (Collins, 1975)، وتطبيق صيغة كورولوف (الجبوري و البصراوي،2001).

ثم تم تقييم صلاحية هذه المياه لأغراض الشرب، والري بالاعتماد على نسبة الصوديوم (Na%)، و نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR).

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الشمال الغربي من ليبيا على دائرتي عرض 30.08 و31.02 درجة شمالا وخطي طول 9.03 و10.36 درجة شرقا وتشترك في الحدود مع الجزائر وتونس. حيث تتكون من حوض واسع يمتد من هضبة الحمادة الحمراء جنوبا وشرقا مع سفوح جبل نفوسة إلى الشمال (Energoprojekt, 1973)، شكل(1) يوضح موقع منطقة الدراسة.

مدينة غدامس تقع عند أدنى نقطة من الحوض بارتفاع 325 م عن مستوى سطح البحر، أما في شمال سفوح جبل نفوسة بارتفاع 650 - 750م ، أما درج و سيناون يتراوح فيهما الارتفاع ما بين 450 - 600 متر فوق مستوى سطح البحر (Srivastava, 1981).

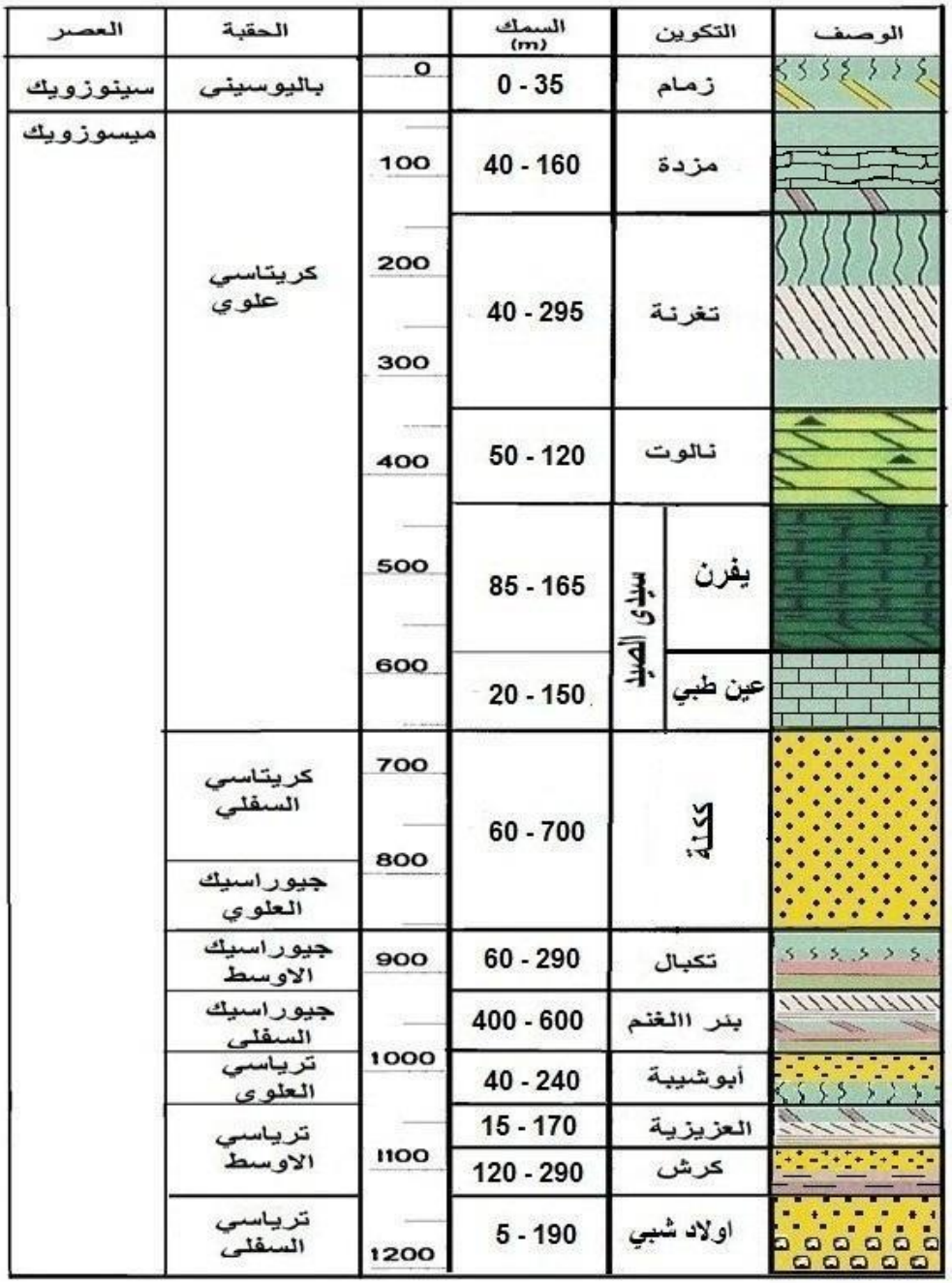


شكل 1. موقع منطقة الدراسة

جيولوجية منطقة الدراسة

أغلب منطقةِ الدراسةَ مُغَطَّاة بصخور من عصر الباليوسين (Palaeocene) والطباشيري العلوي (Upper Cretaceous). من خلال التتابع الطبقي لآبار المياه وبعض آبار النفط المحفورة في منطقة الدراسة يتضح بأن هناك نوعين من ترسبات. الجزء العلوي صخور من الباليوسين والطباشيري العلوي تتكون من الحجر الجيري الدلومايت، حجر جيري دولوميتي، مارل ورواسب مختلفة الأعمار من ترسبات طينية وغرينية وجبسيه (EL-Baruni *et al.*, 2000).

أما الجزء السفلي فإنه يتكون من الطباشيري السفلي (Lower Cretaceous)، ويتكون بشكل رئيسي من طبقات سميكة من الرواسب الحبيبية (صخور رملية من العصر الميسوزوك و الباليوزويك) (Mesozoic and Palaeozoic sandstone) مع تدخلات من الطين الصفائحي والطين و الغرين. مع وجود طبقات رقيقة من الحجر الجيري مع الجبس (EL-Baruni *et al.*, 2000). يوضح شكل (2) التتابع الطبقي لمنطقة الدراسة .



شكل 2. التتابع الطبقي لبئر عميق في منطقة الدراسة(Rashrash and Farag , 2016)

هيدروجيولوجية منطقة الدراسة

تعتبر المياه الجوفية من أهم مصادر المياه في منطقة الدراسة وحيث أن الخزانات الجوفية موجودة في أغلب التكوينات الجيولوجية، فيما يلي يتم سرد أهم الخزانات الجوفية الموجودة في المنطقة وخصائصها الهيدروليكية:

1. الخزان الجوفي زمام (الباليوسيني)

يعتبر هذا الخزان من خزانات المياه الجوفية الثانوية بالمنطقة، وهو يمثل الخزان العلوي أو السطحي ويتكون من رواسب غير متجانسة مثل الحجر الجيري، الحجر الجيري المارلي، الحجر الجيري الرملي، الحجر الغريني،

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (24)، العدد (2) 2019: 14-1

والرواسب غير متماسكة كالرمل والغرين والحصى والطين، والجبس والانهيدرايت، تمتد ضمن تكوين زمام، والتالة والمعزوزة من العصر الكريتاسي العلوي إلى الباليوسيني (El-Baruni *et al.*, 2000).

سمك الخزان حوالي 100 متر والعمق إلى المياه من سطح الأرض من 10 إلى 93 متر تحت سطح الأرض في منطقة غدامس. يصل معدل التصريف من هذا الخزان في منطقة غدامس ما بين 4 إلى 48 م^3/ يوم وقيمة الإمرارية في الخزان من 1.5×10^{-5} إلى 4.2×10^{-3} متر^2/ ثانية، وتصل كمية الأملاح المذابة فيه ما بين 1600-6000 مللي جرام/ لتر (EL-Baruni *et al.*, 2000).

2. خزانات العصر الكريتاسي العلوي

تتكون التكوينات الحاملة للمياه للعصر الكريتاسي العلوي من شقوق وكسور الحجر الجيري الدولوميتي والدولوميت الموجود داخل الطبقات مع المارل والطين والجبس، وتشمل هذه الخزانات مزده ونالوت مفصولة بطبقات غير منفذة لقصر تغرنة ويفرن مارل (EL-Baruni *et al.*, 2000).

1.2 الخزان الجوفي مزدة

يمتد هذا الخزان الجوفي جنوب جبل نفوسة وغدامس، ولوحظ تباين كبير في التكوين الصخري والخصائص الهيدروليكية لخزان مزده، هذا الخزان يكون مفصول عن الخزانات السفلية في منطقة الدراسة. يصل عمق الآبار التي تخترق الخزان الجوفي مزده 100 متر، وتعطي إنتاجية جيدة جدا تصل حوالي 100 متر^3/ ساعة في منطقة سوكنة. وتقل تدريجيا في جميع الاتجاهات، يتغذى الخزان بشكل مباشر من الجريان السطحي لمياه الأمطار القادم من منحدرات جبل نفوسة، ومن شمال جبال القرقاف.

متوسط الإمرارية لخزان مزده يتراوح ما بين 6.4×10^{-3} إلى 9.2×10^{-6} متر^2 /ثانية في منطقة غدامس وجبل نفوسة، أما متوسط معامل التخزين فيقدر بـ 1.4×10^{-3} في منطقة غدامس، ويصل تركيز الأملاح المذابة إلى أكثر من 3200 مللي جرام / لتر في منطقة غدامس .(EL-Baruni *et al.*, 2000)

2.2. الخزان الجوفي نالوت

يعتبر الخزان بشكل عام ضعيف من ناحية الخصائص الهيدروليكية وجودة المياه، ويغطى سطح الخزان بطبقة سميكة من المارل والطين، تمتد إلى الطبقات غير المنفذة من يفرن وقصر تغرنة.

عمق الخزان يتراوح ما بين 50 إلى 250 متر اً بالنسبة لمستوى سطح الأرض على امتداد جبل نفوسة، ويتزايد تدريجيا كلما اتجهنا للجنوب من 200 – 450 متراً في منطقة غدامس، ويعتبر معدل الصرف في الخزان بشكل عام ضعيف جدا، يتراوح ما بين 5 -70 متراً^{3}/ ساعة (EL-Baruni *et al.*, 2000).

وتعتبر الإمرارية ضعيفة جدا، حيث أنه تم حساب متوسط الإمرارية من تجارب الضخ يتراوح ما بين 2×10^{-3} إلى 2.1×10^{-5} متر^2/ثانية، معدل التخزين في الخزان يعتبر عالي ؛ حيث أنه في المناطق المتكشفة يصل إلى 10^{-1} حيث يكون الخزان حر، و يتراوح ما بين 1.7×10^{-3} إلى 2.6×10^{-4} في المناطق المحصورة، وتتراوح قيمة المسامية ما بين 11% إلى 23% (EL-Baruni *et al.*, 2000).

تعتبر نوعية المياه مقبولة جدا مقارنة بدرجة الملوحة الناتجة من الجبس و الانهيدرايت وتصل كمية الأملاح المذابة ما بين 2600-4000 مللي جرام / لتر في منطقة غدامس (EL-Baruni *et al.*, 2000).

3. الخزان الجوفي ككلة (الكريتاسي السفلي)

وهو من أهم الخزانات الجوفية في شمال غرب ليبيا، وهو مشترك مع تونس والجزائر؛ حيث تصل مساحته حوالي 900 ألف كم مربع في الجزائر و تونس، أما في ليبيا تقدر مساحته حوالي 215 ألفاً كم مربع على امتداد حوض غدامس (Sahara and Sahel Observatory (OSS), 2004).

يتكون الخزان من حبيبات رملية ناعمة إلى خشنة جدا من الكوارتز والحصى المتداخلة مع الطمي والطين والوحل والحجر الجيري، في الجزء العلوي طبقات من تكوين عين طبي التي تتكون من الحجر الجيري الدولوميتي التي تكون متصلة هيدروليكيا مع الخزان الجوفي ككلة

(Sahara and Sahel Observatory (OSS), 2004).

يصل سمك الخزان في منطقة غدامس إلى 300 متر، وتتراوح قيمة الإمرارية ما بين 1.6× 10^{-3} إلى 2.8 × 10^{-2} م^2/تانية، أما معدل التخزين يتراوح ما بين 10^{-4} إلى 10^{-5} في المناطق المحصورة، تتراوح قيمة المسامية ما بين 20% إلى 38% (EL-Baruni, *et al.*, 2000).

النتائج والمناقشة

تصنيف المياه بحسب تركيز الأيونات الرئيسة:

يعتمد تصنيف نوعية المياه الجوفية وفق معادلة كورولوف (Kurolov –Formula) على نسبة تراكيز الأيونات الرئيسة فيها تعد قيمة الأيونات الموجبة والسالبة التي تزيد تراكيزها عن (15 %) من وحدة المكافئ الأيوني (epm %) أساساً في تصنيف المياه الجوفية من ذات الاستجابة المتشابهة من تلك غير المتشابهة، أما الصيغة الهيدروكيميائية فأنها تمثل النسبة الوزنية المكافئة لكل الأيونات الرئيسة الموجبة والسالبة مرتبطة بانتظام بحسب تركيز كل منها في المياه كذلك مقدار الملوحة (TDS mg/L) و(الأس الهيدروجينيpH). والصيغة هي (الجبوري والبصراوي، 2001).

$$Kurolov - Formula = TDS(mg/l)\frac{Cations(epm\%)}{Anions(epm\%)}PH.....(1)$$

وقد طبقت هذه الصيغة على جميع عينات مياه الآبار المدروسة وباستخدام برنامج (quachem ν-4) وقد أظهرت النتائج كما في جدول (1).

جدول 1. تصنيف المياه حسب صيغة كورولوف

نوعية الماء (Water type)	التكرر (Frequency)	السحنة المائية (Water Facies)
NaCl	11	Na-Ca-Mg-Cl-SO_4-Cl-HCO_3
$NaSO_4$	2	Na-Ca-Mg-SO_4-Cl
$CaSO_4$	2	Ca-Na-Mg-SO_4-Cl-HCO_3

يظهر هذا التصنيف أن معظم المياه هي من نوع كلوريد الصوديوم NaCl فيها كبريتات الصوديوم وكبريتات الكالسيوم؛ أي؛ أن النوع الكيميائي السائد للمياه هو الكلوريد بنسبة (73%) و (27%) كان من نوع الكبريتات.

تصنيف المياه الجوفية لخزان ككلة في منطقة الدراسة وفقاً لمنشئها (تصنيف سولن 1946): يعد منشأ المياه الجوفية وطريقة تشكلها مسألة في غاية التعقيد. ويعود هذا لسببين رئيسيين وهما:

قابلية المياه للحركة وبالتالي إمكانية مزج مختلف أنماط المياه المختلفة النشأة، وتنوع التراكيب الكيميائية والخصائص الفيزيائية لمختلف التشكيلات الحاملة للمياه (حايك ومحمد، 2013).

يعد تصنيف سولن من أكثر التصانيف استعمالا لمعرفة نوعية المياه الجوفية وأصلها، حيث يتم استخدام النسب المئوية للأيونات الموجبة والسالبة بالمكافئ الغرامي لتكوين الأملاح الافتراضية (emp %) ومن ثم بيان أصل المياه ونوعها في الأحواض الرسوبية القارية والبحرية، وتهمل في هذه الطريقة التراكيز التي تبلغ أقل من (15%) في الحسابات (Fetter ,1980).

ويقسم مخطط سولن على مربعين اعتمادا على نسبة

($Na^+ + K^+ / Cl^-$). فالمربع الأعلى يمثل المياه ذات الأصل البحري (Marine Water) إذا كانت النسبة فيه أقل من واحد، ويقسم المربع الأعلى إلى مثلثين بالاعتماد على النسبة $A = ((Cl^- - (Na^+ + K^+)) / Mg^{+2})$ ويمثل المثلث الأول مياه بحرية الأصل في خزانات مغلقة إذا كانت (A>1) ونوع المياه من عائلة، ($CaCl_2$)، أما المثلث الثاني (A<1) فيمثل مياه بحرية الأصل في خزانات شبه مغلقة ويكون نوع المياه من عائلة ($MgCl_2$) (Collins, 1975).

أما المربع الأسفل حيث تكون نسبة ($Na^+ + K^+ / Cl^-$) فيه أكبر من واحد، فيمثل المياه ذات الأصل السماوي المترشح (Meteoric Water)، وبالاعتماد على نسبة

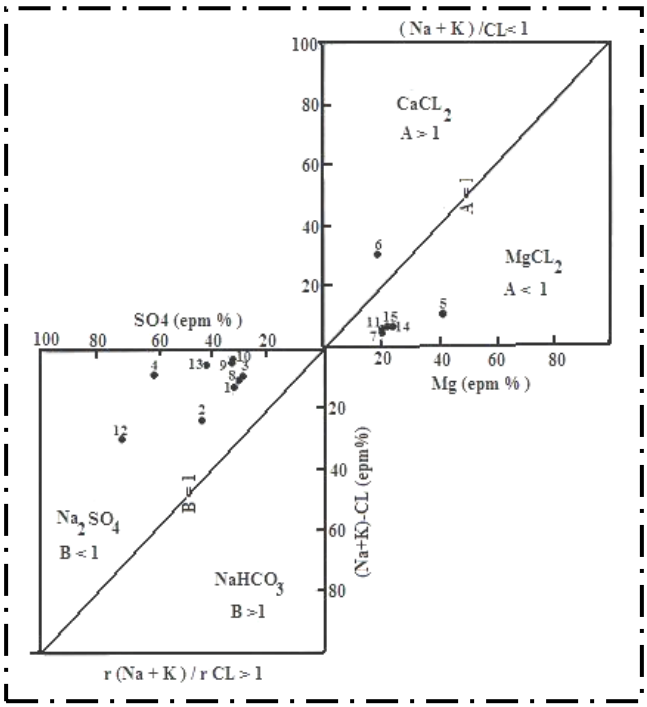
$(B = (Na^+ + K^+) - Cl^- / SO_4^{-2})$

يقسم المربع الأسفل إلى مثلثين، فعندما تكون (B>1) فإنها تعني أن مياهها ذات أصل سماوي في الأحواض المفتوحة ونوع المياه هو ($NaHCO_3$) ، أما إذا كانت (B<1) فتعني أن مياهها ذات أصل سماوي متوسطة الترشيح ونوع المياه هو (Na_2SO_4) (Collins, 1975).

ومن الشكل (3) وجد أن أغلب نماذج مياه الآبار ذات أصل سماوي متوسطة الترشيح ونوع المياه (Na_2SO_4)، أما بقية الآبار ذات أصل بحري في خزانات شبه مغلقة ويكون نوع المياه من عائلة ($MgCl_2$)، باستثناء البئر رقم 6 فهو ذا أصل بحري في خزانات مغلقة ويكون نوع المياه من عائلة ($CaCl_2$).

تقييم صلاحية المياه للاستعمالات المختلفة

لاستخدام المياه لأغراض عدة فلا بد من أن تكون مطابقة للمواصفات العالمية، بحيث لا تسبب أي أضرار على الإنسان أو الحيوان أو النبات. وتحدد نسب الأيونات الموجبة والسالبة والأملاح الكلية الذائبة صلاحية المياه من عدمها. ويتم تحديد التراكيز المسموح بها في الماء بناءً على دراسات تشمل احتياج الإنسان والنبات من هذه العناصر، بحيث يتم استهلاكها بدون أن تسبب الأذى نتيجة لاختلاف درجة تأثير هذه التراكيز في الكائنات الحية المختلفة . وقد تم تقسيم استخدامات المياه إلى:



شكل 3. تصنيف سولن لآبار منطقة الدراسة

- **استخدامات المياه الجوفية لأغراض الشرب:**

تتوقف المياه الصالحة للشرب (Potable Water) على ما تحتويه من نوع الأملاح الذائبة وكمياتها. وقد قورنت المواصفات الكيميائية لمياه الآبار المدروسة في منطقة الدراسة مع المواصفات العالمية الموضوعة من قبل منظمة الصحة العالمية (World Health Organization, WHO, 1995)، والتي تتضمن حدود الملوحة (TDS) وحدود تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة الرئيسية، ويبين الجدول (2) حدود تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة والملوحة حسب المواصفات العالمية .

جدول 2. حدود تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة لمياه الشرب والملوحة حسب المواصفات (WHO, 1995)

Unit	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	TDS
ppm	12	200	75	125	250	250	125-350	500-1000

وعند مقارنة تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة والملوحة (TDS) لعينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة مع المواصفات العالمية (WHO, 1995)، ومن الجدول (3) يظهر أن أغلب مياه الآبار في منطقة الدراسة غير صالحة للشرب، وذلك لارتفاع نسب تراكيز أيوناتها وارتفاع الملوحة الكلية فيها (TDS).

- **تقييم المياه الجوفية لأغراض الري :**

إنَ للمياه الجوفية أهمية كبيرة وضرورية لغرض الري وتقييم مدى صلاحيتها للري على المتغيرات الهيدروكيميائية المتمثلة في الموصلية الكهربائي (Ec) وعلى نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) والنسبة المئوية لصوديوم (Na%) الموجودة في جدول (4) هي من المعايير الأكثر أهمية في جودة المياه (Deshpund and Aher, 2012) واستخدم أيضا مخطط ريتشارد (Richard, 1954) ومخطط ويلكوس (WILCOX,1955).

1- نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR)

يعد الصوديوم من أخطر العناصر الموجودة في مياه الري؛ إذ يؤثر على الخواص الفيزيائية للتربة من خلال تشتيت حبيباتها، مما يحولها إلى تربة ذات نفاذية ضعيفة، وبالتالي نمو سيء للنباتات، كما ويؤثر سلبياً على النباتات الحساسة بسبب تراكمه السمي في أوراق هذه النباتات، هذا ويحدد خطر الصوديوم في مياه الري وذلك بتقدير نسبة الصوديوم إلى كلٍ من الكالسيوم والماغنسيوم وفق العلاقة التالية (Todd and Mays, 2005) :-

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad .....(2)$$

ويعبر عن التراكيز الأيونية بـ (epm) .

وباستخدام تصنيف (Richard,1954) الذي يعتمد على العلاقة بين نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) والموصلية الكهربية (EC) الشكل (4) .

بالاعتماد على الجدول (5) ومن خلال الشكل (4) اتضح أن عينات المياه من الآبار 14,10,9,5,4,3,2,1 من النوع المقبول (Admissible) للاستخدام الزراعي أما العينات 15,8,7 مشكوك فيها (Marginal) للاستخدام الزراعي والعينات 13,12,11 ضعيفة (Poor) للاستخدام الزراعي.

2- نسبة أيون الصوديوم (Na%)

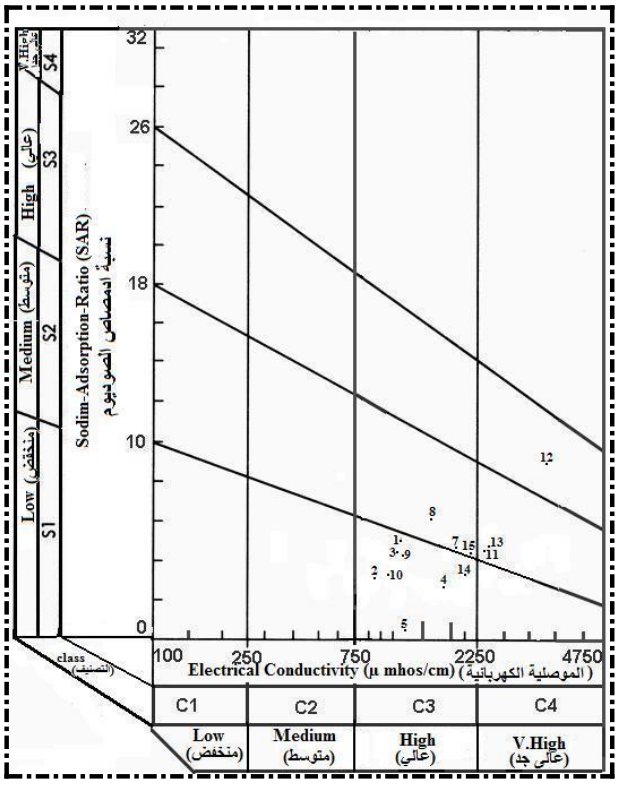
يلعب الصوديوم دوراً رئيسياً في تحديد صلاحية مياه الري، وبالتالي فإن النسبة المئوية لأيون الصوديوم تعد من أهم الخواص التي تلعب دوراً أساسياً في تقييم نوعية مياه الري، وقد أوجد "ويلكوس" نسبة الصوديوم بوحدات (epm) لمجموع الكاتيونات على النحو التالي (WILCOX ,1955):

جدول 3. نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الآبار المحفورة في منطقة الدراسة (ملفات الآبار، الهيئة العامة للمياه).

التسلسل	رقم البئر	Axis (Decimal Degrees)		EC (µ mhos/cm)	TDS (ppm)	Ca^{+2} (ppm)	Mg^{2+} (ppm)	K^{+} (ppm)	Na^{+} (ppm)	Cl^{-} (ppm)	SO_4^{-} (ppm)	HCO_3^{-} (ppm)
		X	Y									
1	T/276/77	9.45	30.04	1410	955	72	29	25	190	220	239	198
2	T/203/80	9.48	30.10	1160	792	52	38	23	137	127.4	282	198
3	T/1/1/81	9.5	30.16	1440	892	70	35	20	172	227	216	214
4	T/96/76	10.46	30.15	1815	1460	142	78	16	160	181	608	183
5	T/1/11/81	11.38	30.33	1466	1056	140	83	25	55	163	474	153
6	T/1/158/89	10.54	31.35	6456	4851	432	158	52	636	1704	566	152
7	T/64/78	10.65	31.06	1950	1126	104	47	24	222	365	266	177
8	WG-22	9.51	30.14	1710	1172	61	39	36	244	315	253	219
9	T-277-77	9.51	30.18	1540	935	74	46	26	184	246	258	211
10	T-203-80	9.46	30.10	1379	894	70	42	22	142	195	225	218
11	T-175-78	11.19	31.80	2339	1460	144	60	27	250	455	412	192
12	T-110-76	10.36	31.24	3945	5399	588	92	47	915	660	2913	96
13	T-22-76	10.66	31.79	2442	1588	144	60	27	292	412	512	205
14	T-131-77	12.33	31.03	2129	1341	136	62	29	200	390	408	171
15	T-130-77	12.27	31.10	2200	1380	132	58	27	236	427	345	183

جدول 4. الموصلية الكهربائية لعينات مياه آبار منطقة الدراسة، نسبة ادمصاص الصوديوم والنسبة المئوية للصوديوم.

التسلسل	رقم البئر	SAR	Na%	EC (µ mhos/cm)
1	T/276/77	4.78	59.8	1410
2	T/203/80	3.52	53.4	1160
3	T/1/1/81	4.19	55.6	1440
4	T/96/76	2.68	35.3	1815
5	T/1/11/81	0.91	18	1466
6	T/1/158/89	6.66	45.6	6456
7	T/64/78	4.54	53.1	1950
8	WG-22	6.00	64.8	1710
9	T.277-77	4.14	53.7	1540
10	T.203-80	3.31	49.2	1379
11	T-175-78	4.42	48.8	2339
12	T-110-76	9.26	52.6	3945
13	T-22-76	5.16	52.5	2442
14	T-131-77	3.57	44.3	2129
15	T-130-77	4.31	49.1	2200



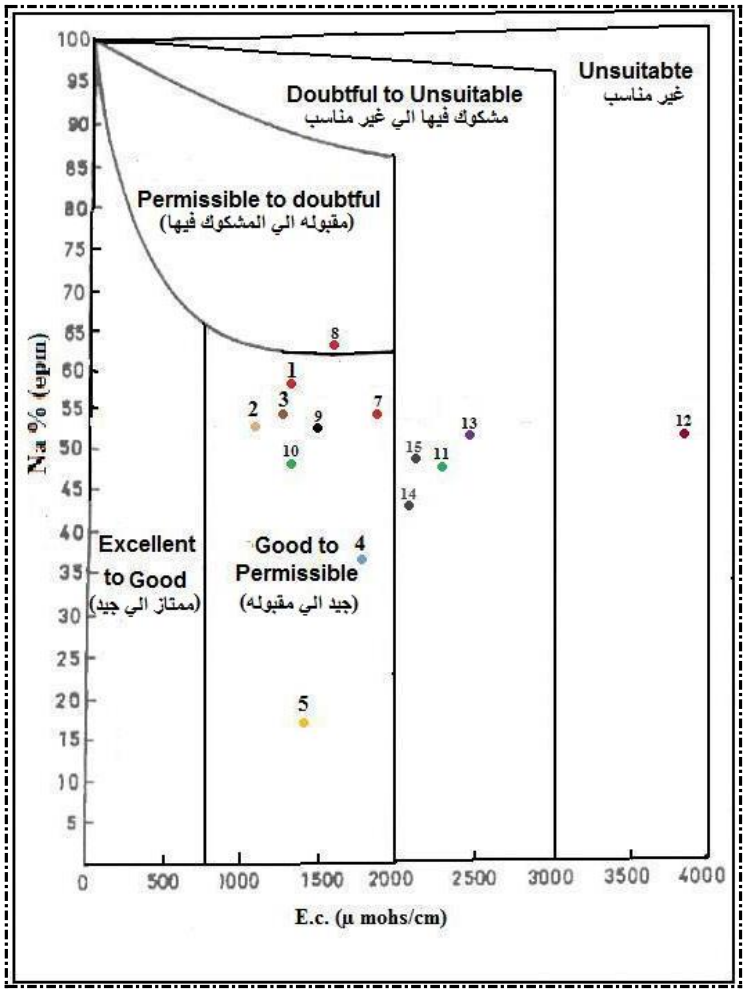
شكل 4. نتائج تحليل مياه منطقة الدراسة وفق تصنيف (Richard , 1954) لمياه الري

جدول 5 . أنواع المياه في الآبار المحفورة في منطقة الدراسة حسب تصنيف رتشارد

أرقام الآبار (No Of well)	تصنيف الماء (Water Class)	الدليل (Index)	أرقام الآبار No. Of) (wel	تصنيف الماء (Water Class)	الدليل (Index)
1,2,3,4,5,9,10,14	مقبولة (Admissible)	C3-S1	-	ممتازة (Excellent)	C1-S1
7,8,15	مشكوك فيها (Marginal)	C3-S2	-	جيد (Good)	C1-S2
-	مشكوك فيها (Marginal)	C3-S3	-	مقبولة (Admissible)	C1-S3
-	ضعيفة (Poor)	C3-S4	-	ضعيفة (Poor)	C1-S4
-	ضعيفة (Poor)	C4-S1	-	جيد (Good)	C2-S1
11,13	ضعيفة (Poor)	C4-S2	-	جيد (Good)	C2-S2
12	ضعيفة جدا (Very Poor)	C4-S3	-	مشكوك فيها (Marginal)	C2-S3
-	ضعيفة جدا (Very Poor)	C4-S4	-	ضعيفة (Poor)	C2-S4

$$\%Na = \frac{Na}{Ca + Mg + Na + K} \times 100 \ldots\ldots\ldots (3)$$

تم تمثيل هذه النسبة للعينات المدروسة على مخطط ويلكوس الذي يقسم إلى مناطق وفق خواص المياه، كما هو موضح في الشكل (5).



شكل5 . نتائج تحليل مياه منطقة الدراسة وفق تصنيف (WILCOX ,1955) لمياه الري

يلاحظ من الشكل (5) أن عينات المياه المحللة فى الآبار(1 ،2 ،3 ،4 ، 5 ، 7 ، 9 ، 10) وقعت في صف المياه الجيدة إلى الممكنة الاستخدام (مقبولة)؛ إذ تراوح محتوى الصوديوم بين (18-59) % و بذلك يمكن استخدام هذه المياه في الري كون تلك النسبة مسموح بها ومقبولة.

أما عينات مياه الآبار (11 ، 13 ، 14 ، 15) قد جاءت في صف المشكوك في استخدامها إلى غير المناسب؛ أي: أنها غير مضمونة النتائج والعينة رقم (8) وقعت في صف المياه المقبولة إلى المشكوك فيها. أما العينة (12) نلاحظ أنها غير مناسبة (Unsuitable) للاستخدام الزراعي.

الاستنتاج

أظهرت الدراسة الهيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة لمجموعة من الآبار المخترقة للخزان الجوفي ككلة إلى جملة استنتاجات وهي:

1- تظهر نوعية المياه الجوفية وفق معادلة كورولوف (Kurolov –Formula) من نوع كلوريد الصوديوم NaCl فيها كبريتات الصوديوم و كبريتات الكالسيوم؛ أي : أن النوع الكيميائي السائد للمياه هو الكلوريد بنسبة (73%) و (27%) كان من نوع الكبريتات.

2- وقد تم تقييم نوعية المياه لآبار منطقة الدراسة باستخدام تصنيف سولن، فقد وجد أن أغلب نماذج مياه الآبار ذات أصل سماوي متوسطة الترشيح ونوع المياه (Na_2SO_4) ، أما بقية الآبار ذات أصل بحري في خزانات شبه مغلقة ويكون نوع المياه من عائلة ($MgCl_2$) مما يدل على أن المياه قد تأثرت بالتجاوزات البحرية المتقاطعة مع الظروف القارية عبر الدورات الرسوبية للتشكيلات البحرية (أي: متأثرة بالرسوبيات البحرية) .

3- تم تقييم صلاحية المياه الجوفية لأغراض الشرب حسب المواصفات العالمية (WHO) وكانت أغلب العينات غير صالحة للشرب، وذلك لارتفاع نسب تركيز أيوناتها وارتفاع الملوحة بها (TDS).

4- كما تم تقييم مدى صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري والزراعة باستخدام كل من تصنيف ويلكس (Wilcox) وتصنيف ريتشارد (Richard) .وقد تبين أن معظم مياه الآبار تكون غير جيدة للاستخدام الزراعي عدا الآبار (14,10,9,5,4,3,2,1) حسب تصنيف (Richard). أما تصنيف (Wilcox) معظم مياه الآبار غير ملائم للاستخدام الزراعي عدا الآبار (10,9,7,5,4,3,2,1).

توصي الدراسة بإنشاء شبكة مراقبة منتظمة لرصد نوعية المياه الجوفية، ومراقبة تطور تلك النوعية مع الزمن، فضلاً على إجراء كافة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية للمياه لتقييم مدى صلاحيتها للشرب.

المراجع

الجبوري، حاتم خضير والبصراوي، نصير حسن، 2001. دراسة هيدرولوجية وهيدروكيميائية منطقة لوحة النجف، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، لوحة رقم(NH- 38 -2) ، مقياس(1:250000)، بغداد، العراق.

حايك، شريف ومحمد، أحمد، 2013. دراسة هيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية في المنطقة الواقعة بين نهري الصنوبر والكبير الشمالي، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم الأساسية المجلد (35) العدد (2), سورية.

Collins, A. G. 1975. Geochemistry of Oil Field Water. Elsevier publishing company, Amste ,pp.496.

Deshpande, S. M. and Aher, K. R. 2012. Evaluation of Ground Water Quality and Its Suitability for Drinking and Agriculture Use in Parts of Vaijapur, District Aurangabad, MS, India. Research Journal of Chemical Sciences.Vol. 2.

EL- Baruni, S. S., EL- Futasi, R. H., and Maaruf, A. M. 2000. Hydrogeology of Ghadamis Basin, NW Libya. In: The Geology of Northwest Libya (Eds. Salem. M.J, Oun. K.M, and Seddig. H.M). Gutenberg Press, Malta, Vol.3, p.p. 269-290.

Energoprojekt, 1973. Preliminary Report on Regional Hydrogeological Study in Ghadamis-Darj- Sinawin Area. General Water Authority, Tripoli, Libya, Unpublished Report.

Fetter, C. W. 1980. Applied hydrogeology. Ed: Charles, E. Merrill pub. Co. A Bell and Howell Co., London, pp.488.

Municipal Engineering Consultation Bureau. 1998. Ghadamis project Water Resources; Final Report - Vol. 1: Geology, Hydrogeology & Water Cost, General Water Authority, Tripoli, Libya, pp.177. Unpublished Report.

Srivastava, M. L. 1981. Regional Hydrogological Study in Ghadamis – Darj – Sinawin Area. General Water Authority, Tripoli, Libya, pp.153. Unpublished Report.

Todd, D. K. and Mays, L. W. 2005. Ground water Hydrology. 3rd. ed., John Willey &Sons Inc, USA, pp.636.

WHO.1995. International Standard for Drinking Water, Geneva.

Wilcox, L. V. 1955. Classification and use of Irrigation water, U.S. Dept. Agric. Circ. 969, Washington, D. C., 19P.

Ritchard, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Doils, Agri Handbook 60, U.S. dep. Agric., Washington D.C.

Rashrash, S. and Farag, H. 2016. Water Resources Evaluation in Ghadamis Basin, Libya, Journal of Water Resource and Protection, pp.19.

Sahara and Sahel Observatory (OSS). 2004. The North-Western Sahara Aquifer System (Libya, Algeria, Tunisia) – Vol 2: Hydrogeology, General Water Authority, Tripoli, Libya, pp.164. Unpublished Report.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (24), No. (2), 2019: 1 - 14

A Hydrogeochemical Study of Ground Water in the Region Ghadames, Darj, Sinawin Northwest Libya

Hanan Saleh Farag, Naima Khalifa Elgariani and Salem Rashrash

Geological Engineering Department- Faculty of Engineering- University of Tripoli

ABSTRACT

This study presents a hydro geochemistry study of groundwater samples from water wells penetrates Kiklah aquifer as a whole in the area between Ghadames, Darj and Sinawin. The aim of this study is to determine the quality of water and its optimal future planning for the use of water resources in this region. The water quality of the 15 wells was evaluated using the Sulin classification, it was found that most of the water samples were of Meteoric origin, quality of the water (Na_2SO_4), and the rest of the samples were of marine origin in semi-closed aquifer and the water type ($MgCl_2$). It has also been shown that most of the water wells samples in the study area are not suitable for drinking due to the high concentrations of dissolved salts and the total salinity when compared with the international standards (WHO, 1995). In addition, groundwater quality was classified according to the Kurolov -Formula Equation, it was found that most of the water is NaCl type water, in which sodium and calcium sulphate are the predominant chemicals. The predominant chemical type of water is Chloride (73%) and (27%), it was a kind of Sulphate. In addition, validity of groundwater for irrigation and agriculture was assessed using both the Wilcox and Richard classification. Most wells were found to be weak for agricultural use except wells (1,2,3,4,5,9,10,14) by Richard classification However, Wilcox classification proved that most wells are unsuitable for agricultural use except wells (1,2,3,4,5,7,9,10).

Keywords: Hydrogeocheimstry, Sulin Classification, Kurolov–Formula, Wilcox Classification, Ritchard, Ghadames, Darj, Sinawin.

Corresponding Author: Hanan S. Farag. Geological Eng., Dep., Fac. of Eng., Univ. of Tripoli, Tripoli, Libya.

Phone:..... **Email: :hananfozz@Gmail.com**

Received: 8/12/2018 **Accepted: 17/7/ 2019**