



دراسة العمليات الهيدروجيوكيميائية لأبار المياه الحارة (دراسة حالة منطقة العسة و بدر شمال غرب ليبيا)

رياض الشيباني الطبيب¹، محمد علي اللافي²، يوسف عبد الرحمن ونيس^{1,2} (*)

1- الهندسة الجيولوجية، الموارد الطبيعية العجيلات، الزاوية، ليبيا.

2- الهندسة الجيولوجية، الموارد الطبيعية العجيلات، الزاوية، ليبيا.

3- الكيمياء، العلوم رقدالين، صبراتة، ليبيا.

ملخص البحث:

في هذه الدراسة تم جمع ستة عينات من بئري مياه العسة وبدر أواخر عام 2020م، حيث أجريت التحاليل الكيميائية للعينات متضمنة المكونات الرئيسية وفق الشروط المخبرية تمثلت في (HCO₃⁻, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, TH, PH, TDS, Na⁺, K⁺, Ca²⁺) واستخدمت الأساليب الكيميائية والمخططات البيانية والمعادلات القياسية لاستقصاء العمليات

(*) Email: ryadaltbyb815@gmail.com

الهيدروجيوكيميائية السائدة لبثري المياه الحارة بمنطقة الدراسة ثم تحديد نوعها الكيميائي ومدى ملائمتها للأغراض الحياتية المختلفة، وأفادت نتائج الدراسة بأنها مياه عسرة جدا شديدة الملوحة وأن تراكيز العناصر الرئيسية المحددة أعلى بكثير من أقصى تركيز مسموح به حسب مواصفات مياه الشرب وذلك استناداً على مواصفات المركز الوطني الليبي لمياه الشرب (1992) ومعايير الصحة العالمية (2006)، وإن العمليات الهيدروجيوكيميائية تتم عن طريق تجوية المعادن السيليكاتية ثم التداخلات الحرمائية وترشيح الكبريتات من الصخور الحاملة لها (الجبس والانهيدرايت) ثم الامتزاج بالمياه الجوية وتهيمن الكبريتات على مجموعة الأنيونات بينما يهيمن الصوديوم على مجموعة الكاتيونات، وتميزت بسحنة جيوكيميائية من كلوريد الصوديوم ومصدر المياه جوي عميق، ولوحظ وجود تباين في مدى استخدامها لأغراض الري استناداً لحساب معاملات ادمصاص الصوديوم والمغنيزيوم والنسبة المئوية للصوديوم ومعامل النفاذية، مع ملاحظة إنها قد تكون ملائمة لري بعض المحاصيل الزراعية، وتوصي الدراسة باستغلال هذا المورد الطبيعي واستثماره في تعزيز التنمية البشرية والاقتصادية والصحية.

الكلمات الدالة: المياه الحارة، العمليات الهيدروجيوكيميائية، السحنة الجيوكيميائية، نوعية

المياه.

1. المقدمة:

تعد الدراسة الهيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية الحارة من الدراسات المهمة وذلك من أجل الحصول على مصادر المياه، التي يمكن استخدامها لأغراض التنمية البشرية والصناعية والزراعية، وتلعب المياه الجوفية دوراً بارزاً في نظام إمداد المياه في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في العالم، وتكشف الدراسات الحديثة إن 65% من المياه الجوفية في العالم تستخدم

لأغراض الشرب، وحوالي 20% للري و 15% للأغراض الصناعية [1] ، تؤثر العمليات الهيدروجيوكيميائية في الكيمياء المائية للخرانات الجوفية والتي تحدد نوعية المياه ومدى ملائمتها لأغراض الشرب والري، وبشكل عام يخضع تنوع تركيب المياه الجوفية إلى تنوع العمليات الهيدروجيوكيميائية كتفاعل المياه الجوفية مع الصخور في البيئة تحت السطحية وتداخل المياه الجوية والسطحية المتسربة، وعمليات التبادل الأيوني والإذابة والتبخر والترشيح والتجوية والأكسدة، والتركيب الكيميائي للمياه العميقة التي تشارك في تغذية الطبقات الحاملة للمياه عبر الفوالق التكتونية والطبقات النفاذة [2]، ويتم تحديد العملية الهيدروجيوكيميائية المؤثرة في التركيب الكيميائي للمياه الجوفية بالتحليل الكيميائي للأيونات الرئيسية، حيث توفر نسب تراكيز الأيونات الرئيسية أدلة مهمة لتحديد وتفسير الاختلاف في العمليات الهيدروجيوكيميائية للموارد المائية [3]. ومما لا شك فيه إن الاختلاف في العمليات الهيدروجيوكيميائية المؤثرة في التركيب الكيميائي للمياه الجوفية يجعل كل خزان مائي يملك خصائص كيميائية خاصة به، ونظرا لشح الموارد المائية السطحية بشمال غرب ليبيا وتناقص هطول الأمطار وزيادة معدلات التبخر وزيادة النمو السكاني الذي لا يفي بالمتطلبات المائية، أضحى الاهتمام المتزايد بدراسة المياه الجوفية واستغلالها في التطبيقات الحياتية المختلفة، ولهذه الأسباب جميعها والتي اعتبرت احدي الأهداف الأساسية في هذه الدراسة، أجريت التحاليل الكيميائية المفصلة للعناصر الكيميائية الأساسية لمياه الآبار الحارة بمنطقة الدراسة، والتي تعتبر وسيلة وأداة أساسية تساعد في تحديد وتفسير العمليات الهيدروجيوكيميائية السائدة، والتي بدورها تحدد نوع المياه في هذه الخزانات الجوفية واستعمالاتها المختلفة [3].

3. طرائق البحث ومواده:

1.3 العمل الميداني والتحليل المخبرية:

جمعت ستة عينات من بئري منطقة الدراسة، حيث كانت ثلاثة عينات منها لبئر مياه العسة والأخرى لبئر مياه بدر، تم جمع كل عينتين لبئري منطقة الدراسة في نفس الزمن على فترات مختلفة في أواخر العام 2020، أجريت التحاليل الكيميائية التفصيلية للعينات المأخوذة بمختبر النسيم للتحاليل البيئية، وتم اختيار الطرائق التحليلية بعناية للوصول إلى نتائج دقيقة، شملت القياسات كل من درجة الحرارة والملوحة والموصلية الكهربائية والحموضة باستخدام العدادات الرقمية، وتم حساب العسرة الكلية من المعادلة التالية $TH = (2.49Ca + 4.11Mg)$ ، وتضمنت التحاليل الكيميائية أيضا تحديد الكاتيونات والانيونات الأساسية باستخدام الطرق المعيارية حسب [7] موضحة في الجدول (1).

الجدول (1): الطرق الرئيسية المستخدمة في تحليل ايونات عينات المياه الجوفية [7]

طريقة القياس	الأيونات الرئيسية
Flame Photometer مقياس طيف اللهب	Na^+, K^+ 6
المعايرة باستخدام EDTA	Ca^{2+}, Mg^{2+}
Spectrophotometer مقياس الطيف الضوئي	SO_4^{2-}
0.05 N $AgCO_3$ المعايرة باستخدام	Cl^-
H_2SO_4 المعايرة باستخدام	HCO_3^-

2.3 حساب وتقدير النسب والمعاملات الكيميائية:

تمت دراسة العمليات الهيدروجيوكيميائية بمنطقة الدراسة باستخدام مصفوفة الارتباط والمخططات ثنائية المتغير (باستخدام Microsoft Excel)، وتم حساب وتقدير معاملات أصل ونوع المياه الجوفية باستخدام مؤشرات التبادل القاعدي والتكوين ومخططات باير ودوروف (باستخدام Grapher15 Software) بالإضافة إلي مدي ملائمتها لإغراض الشرب وفق المعايير الليبية ومنظمة الصحة العالمية ولإغراض الري بالاعتماد على نسب ادمصاص الصوديوم والمغنيزيوم والنسبة المئوية للصوديوم ومعامل النفاذية، وحسبت هذه المعاملات باستخدام المعادلات الموضحة في الجدول (2).

جدول (2): الطرق الرئيسية لتقدير نوعية واصل المياه الجوفية وملائمتها للري.

المرجع	المعادلة	الرمز	معاملات نوعية وصلاحية المياه
[8]	$BEI = (Na^+ - Cl)/SO_4^{2-}$	BEI	مؤشرات التبادل القاعدي
[8]	$MGI = [(Na^+ + K^+) - Cl]/SO_4^{2-}$	MGI	مؤشرات التبادل القاعدي
[9]	$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$	SAR	نسبة ادمصاص الصوديوم
[10]	$\%Na = \frac{Na^+ + k^+}{(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + k^+)} \times 100$	% Na	النسبة المئوية للصوديوم
[11]	$MAR = \left[\frac{Mg^{2+}}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} \right] \times 100$	MAR	نسبة ادمصاص المغنيزيوم
[12]	$PI = \frac{Na^+ + \sqrt{HCO_3^-}}{(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+)} \times 100$	PI	معامل النفاذية

4. التحاليل الكيميائية و التفاعلات الكاتيونية و الأنيونية:

من أجل إعطاء صورة عامة عن المياه الحارة في منطقة الدراسة تم عرض النتائج

التحليلية الكيميائية للعينات بالجدول (3).

جدول رقم (3): نتائج عينات التحاليل الكيميائية لمياه الآبار الحارة في منطقة الدراسة

عينات بئر بدر			عينات بئر العسة			Unit	Test Code
S3-W2 Des/2020	S2-W2 Nov/2020	S1-W2 Oct/2020	S3-W1 Des/2020	S2-W1 Nov/2020	S1- W1 Oct/2020		
37.3	38.6	36.8	37.6	40.1	39.8	C ⁰	Tem
6780	6880.00	8540	7970.00	7990.03	7120	µs/cm	EC
4347.38	4411.50	5551	5104.47	5117.30	4628	mg/L	TDS
7.39	7.45	6.78	7.23	7.29	7.05	mg/L	PH
683.65	693.72	933.91	987.19	989.67	1230.46	mg/L	TH
1227.90	1246.01	1070	1316.88	1320.19	1185	mg/L	Na ⁺
65.45	66.42	47	59.30	59.45	53	mg/L	K ⁺
195.71	198.60	196.8	248.04	248.66	254	mg/L	Ca ²⁺
47.77	48.47	108	89.92	90.15	145.5	mg/L	Mg ²⁺
163.22	165.63	194.8	165.35	165.77	94	mg/L	HCO ₃ ⁻
1206.82	1224.62	1240	969.64	972.08	946	mg/L	Cl ⁻
1436.24	1457.42	1466.33	2253.45	2259.11	2100	mg/L	SO ₄ ²⁻

لقد أظهرت التحاليل الكيميائية توافقا في الخواص الفيزيائية والكيميائية لعينات بئري العسة وبدر، حيث تراوحت مدي درجة الحرارة السطحية من 36 إلى 40 °C، وتراوح مدي قيم الأس الهيدروجيني لعينات المياه من 6.78 إلى 7.45، مما يشير إلى طبيعة حامضية وقلوية هامشية وهي ضمن الحدود المسموح بها وفقا لمواصفات مياه الشرب (6.5 < PH < 8.5) [13,14] ، ومدي قيم التوصيل الكهربائي (EC) تتراوح ما بين (6780 إلى 7970 ميكرو

سيمنس (سم) عند درجة الحرارة السطحية، وإجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS) تراوحت من (4347 إلى 5551 ملجم/لتر)، جميع العينات بها تراكيز من الأملاح الذائبة أعلى بكثير من أقصى تركيز مسموح به حسب مواصفات مياه الشرب [13,14]، وحسب تصنيف العسرة [13 و14] تقع معظم عينات المياه الجوفية في فئة عسرة جداً، وكشفت البيانات التحليلية إن الصوديوم أكثر الكاتيونات الموجبة السائدة بنسبة 78% في مياه بئر العسة و75% في مياه بئر بدر، وقيم كل الكاتيونات الموجبة أعلى بكثير من أقصى تركيز مسموح به حسب مواصفات مياه الشرب [13,14] ، وان مجموعة الكبريتات الأنيون السائد بنسبة 66.62% في بئر العسة ونسبة 51% في بئر بدر وقيم كل الانيونات أعلى بكثير من أقصى تركيز مسموح به حسب مواصفات مياه الشرب [13,14].

5. التقييم الهيدروجيوكيميائي:

تظهر مصفوفة الارتباط الجدول (4) وجود علاقة موجبة قوية ($r=0.97$) بين أيوني الكالسيوم والكبريتات مما يدل على الأصل المشترك بينهما نتيجة لانحلال صخور الجبس والانهيدرايت، وتبين وجود علاقة موجبة ($r=0.6,0.52$) على التوالي بين أيوني SO_4^{2-} , Na^+ و SO_4^{2-} , Mg^{2+} يدل على عملية التجوية للصخور الطينية والرملية أو إذابة صخور الهاليت وترشيح الصخور الحاملة للكبريتات، بالإضافة إلي وجود علاقة موجبة بين أيونات Na^+ , K^+ و Ca^{2+} Na^+ على التوالي ($r=0.68,0.51$) نتيجة لتجوية المعادن السليكاتية، ولوحظ تناقص تركيز البيكربونات والارتباط الضعيف مع الكالسيوم والمغنيزيوم ويفسر ذلك نتيجة استنفاد الكالسيوم والتبادل الأيوني والانحلالية الضعيفة لصخور الكالسيت والدولومايت.

جدول رقم (4): معاملات الارتباط بين المكونات الكيميائية الأساسية لعينات بئري

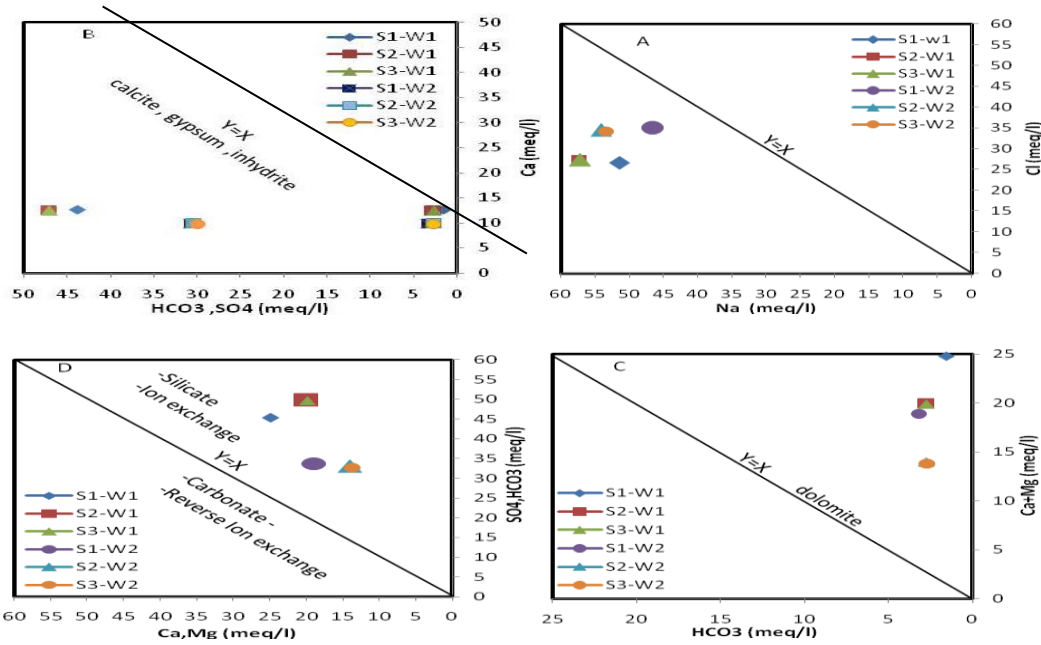
الدراسة

	TDS	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
TDS	1							
Ca ²⁺	0.178	1						
Na ⁺	-0.279	0.51	1					
K ⁺	-0.759	-0.191	0.68	1				
Mg ²⁺	0.453	0.63	-0.344	-0.824	1			
Cl ⁻	-0.126	-0.995	-0.546	0.138	-0.591	1		
SO ₄ ²⁻	0.273	0.977	0.6	-0.145	0.525	-0.975	1	
HCO ₃ ⁻	0.477	-0.589	-0.099	0.031	-0.548	0.602	-0.417	1

من خلال نتائج التحاليل الكيميائية لوحظ أن تركيز الصوديوم عالي في منطقة الدراسة، هناك سببان لارتفاع تركيز Na⁺ انحلال الهاليت أو تجوية السيليكات، لهذا تلعب نسبة $\frac{Na^+}{Cl^-}$ دوراً حيوياً، إذا كان $\frac{Na^+}{Cl^-} < 1$ فإن انحلال الهاليت مسئول عن ارتفاع الصوديوم، بينما إذا كان $\frac{Na^+}{Cl^-} > 1$ يتم تحرير Na⁺ من تجوية السيليكات [15]، في هذه الدراسة تتراوح النسبة المولية $\frac{Na^+}{Cl^-}$ لعينات المياه في منطقة الدراسة من 1.33 إلى 2.09 ملي مكافئ لتر الشكل (A2)، وهذا يدل على إن الصوديوم مستمد من تجوية المعادن السليكاتية أو تبادل الكاتيونات، وتكون النسبة $Y=X$ بين الكاتيونات والانيونات في حالة إذابة وتفكك صخور الجبس والكالسيت والدولومايت حسب [16]، المخططات الثنائية الشكل (B2,C2) تظهر عشوائية مما يشير إلي الأصل المختلف، ولهذا يعتقد وجود احتمالان لتكوين المياه الحارة في منطقة الدراسة بسبب قرب خزاناتها من صخور القاعدة (1) تداخل المياه الحرمانية مع ارتفاع محتوى الكلور، وترشيح الكبريتات من الصخور الحاملة لها، ثم الامتزاج

بالمياه الجوفية، (2) تدخلات الغاز الصهاري وتفاعله مع الصخور ثم الامتزاج لاحقًا بالمياه الجوفية .

أن نسبة $[(SO_4^{2-} + HCO_3^-) / (Ca^{2+} + Mg^{2+})]$ يمكن استخدامها لتحديد التبادل الأيوني في نظام المياه الجوفية [16]. إذا كانت العينات تقع أعلى خط $Y=X$ فإن تبادل الكاتيون هو تفاعل سائد في المياه الجوفية نتيجة عملية التدوير وإعادة شحن المياه، بينما تشير العينات الموجودة أسفل خط $Y=X$ يعني ذلك إلى تبادل الكاتيون العكسي كعملية سائدة، لوحظ أغلب العينات لبئري منطقة الدراسة تقع فوق خط $Y=X$ الشكل (D2) فإن تبادل الكاتيون المباشر هو تفاعل سائد في نظام المياه الجوفية.



شكل رقم (2): A العلاقة بين نسب (Na^+ / Cl^-) ، B العلاقة بين نسب $(Ca^{2+}/HCO_3^-, SO_4^{2-})$ ، C ،

العلاقة بين نسب $(Ca^{2+} + Mg^{2+}/HCO_3^-)$ ، D العلاقة بين نسب

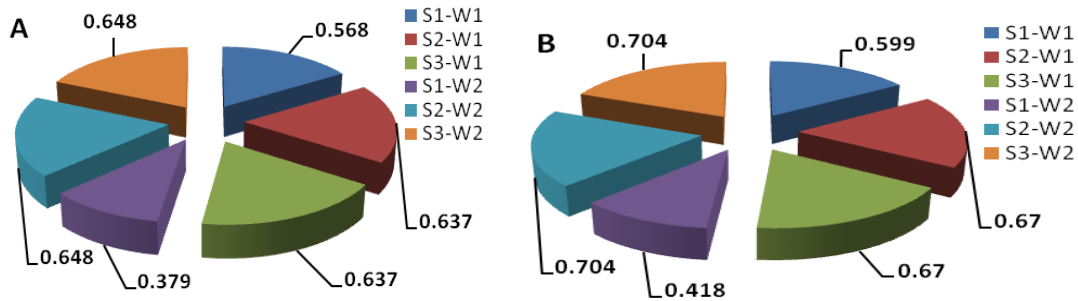
$$[(SO_4^{2-} + HCO_3^-) / (Ca^{2+} + Mg^{2+})]$$

6. أصل ونوع المياه الحارة في منطقة الدراسة:

تصنيف المياه الجوفية مسألة غاية في التعقيد بسبب حركة المياه الجوفية واختلاف الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه والصخور الخازنة، في هذه الدراسة تم تحديد أصل وتصنيف نوع المياه الجوفية بعدة أساليب باستخدام مؤشر التبادل الأساسي ومؤشر التكوين الجوي ومخطط بايبر ودوروف.

1.6 مؤشرات التبادل القاعدي (BEI) ومؤشرات التكوين الجوي (MGI) :

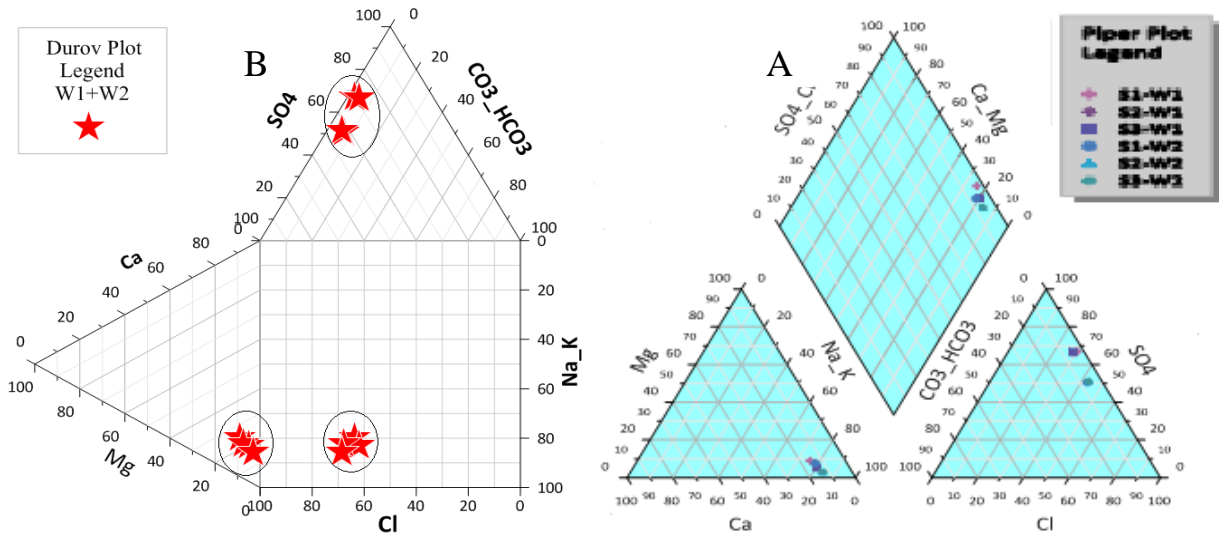
مؤشرات التبادل الأساسي ومؤشرات التكوين الجوي أسلوب جدير بالاهتمام لتصنيف نوعية المياه الجوفية [8]، ويعبر عن التركيزات بملي مكافئ لتر $(Na^+, K^+, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-)$ فإذا كانت $(BEI, MGI < 1)$ يكون نوع الماء Na^+ والمصدر جوي عميق، أما إذا كان $(BEI, MGI > 1)$ يكون نوع الماء SO_4^{2-} والمصدر جوي ضحل [8]، حيث بلغ متوسط قيم BEI لعينات بئري العسة ويدر على التوالي 0.61 و 0.55 ومتوسط قيم MGI كانت 0.64 و 0.60 وبالتالي فإن نوع المياه في بئري منطقة الدراسة من Na^+, SO_4^{2-} ، ومصدر المياه جوي عميق موضحة بالشكل (B,A3).



شكل رقم (3): A قيم مؤشرات التبادل القاعدي (BEI) ، B مؤشرات التكوين الجوي (MGI) لعينات مياه بئري الدراسة

2.6 مخطط بايير:

مخطط بايير ثلاثي الخطوط مفيد جدًا في الكشف عن أنواع المياه بناءً على التركيب الأيوني للمياه الجوفية من طبقات المياه الجوفية المختلفة وهي أداة فعالة للغاية لتحديد العلاقة الكيميائية في عينات المياه [17]، يحتوي الرسم البياني على مخططين مثلثين لتصوير نسب الكاتيونات (Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+}) والأيونات (CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) معبرًا عنها بملي مكافئ لتر، تم رسم قيم البيانات الكيميائية التي تم الحصول عليها من عينات المياه المختلفة التي تم جمعها من منطقة الدراسة في مخطط بايير الشكل (14) B. ظهر مخطط بايير إن نوع الكاتيون السائد في مياه بئري العسة وبدر هو الصوديوم بأكثر 75% من إجمالي الكاتيونات و أيونات الكبريتات بأكثر 50%. وسجلت سحنة واحدة هي مجموعة أيون الصوديوم مع الكلوريد.



شكل رقم (4): A مخطط بايير ، B مخطط دوروف لعينات بئري العسة وبدر

3.6 مخطط دوروف:

تم استخدام مخطط دوروف الشكل (B4) للتحقق من العمليات الجيوكيميائية التي تحدد وتصنف نوع المياه الجوفية لأبار منطقة الدراسة، حيث يتم رسم الكاتيونات ذات الأهمية مقابل الأنيونات المقابلة، اظهر مخطط دوروف أن الكاتيون السائد للعينات في منطقة الدراسة من الصوديوم بنسبة 75% إلى 85% من مجموع نسب الكاتيونات والأنيون السائد تمثل في مجموعة الكبريتات بنسبة 50% إلى 85% من مجموع نسب الانيونات، وان اغلب العينات تقع في الحقل ثمانية على طول خط الانحلال أو الخلط نتيجة التداخلات الحرمائية وتوفير الكلور ثم ترشيح وانحلال الكبريتات من الصخور الحاملة له والامتزاج بالمياه الجوية.

7. تحديد صلاحية المياه الحارة لأغراض الري:

من الضروري معرفة مدى ملائمة المياه الجوفية لأغراض الري اعتمادًا على تأثير المكونات المعدنية للمياه على كل من النباتات والترب [18] ، في هذه الدراسة استخدمت بعض المعايير الكيميائية لتحديد مدى صلاحية بئري الدراسة لأغراض الري، مثل نسب ادمصاص الصوديوم والمغنيزيوم والنسبة المئوية للصوديوم ومعامل النفاذية.

1.7 نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR):

تم حساب نسبة ادمصاص الصوديوم من المعادلة المبينة في الجدول (2)، ويعبر عن تراكيز الأيونات الموجبة بالملي مكافئ لتر، نتائج حساب قيم نسبة ادمصاص الصوديوم في العينات موضحة بالجدول (5) بمتوسط SAR لعينات بئري العسة وبدر علي التوالي 17.04 و 18.72 وتندرج عينات المياه تحت فئة جيدة في بئر العسة ومشكوك بها في بئر بدر.

2.7 النسبة المئوية للصوديوم (%Na):

يسبب وجود أيون الصوديوم بتركيز مرتفع انخفاضاً في نفاذية التربة مما يؤثر على النباتات بسبب تراكمه السمي في أوراقها [10]، تم حساب النسبة المئوية للصوديوم من المعادلة المبينة في الجدول (2)، ويعبر عن تراكيز الأيونات الموجبة بالملي مكافئ التتر، نتائج حساب النسبة المئوية للصوديوم في آبار منطقة الدراسة موضحة بالجدول (5) بمتوسط 72% بالنسبة لبئر العسة و 77% بالنسبة لبئر بدر، وتعتبر نسب جميع العينات ليست ضمن الحدود المسموح بها لأغراض الري أكثر من 60%.

3.7 نسبة ادمصاص المغنيزيوم: (MAR) :

تكون المياه مناسبة للري عندما تكون قيمة $MAR < 50$ وغير ملائمة للري عندما تكون $MAR > 50$ حيث تسبب أضرار للمحاصيل الزراعية [11]، ويعبر عن تراكيز الأيونات الموجبة بالملي مكافئ التتر، تم حساب النسبة المئوية للصوديوم من المعادلة المبينة في الجدول (2)، حيث بلغت نسبة ادمصاص المغنيزيوم اقل من 50% في بئري الدراسة موضحة بالجدول (5) وبذلك لا تشكل مياه بئري العسة وبدر خطورة للمحاصيل الزراعية من حيث محتواها من عنصر المغنيزيوم.

4.7 معامل النفاذية (PI)

تتأثر نفاذية التربة باستخدام مياه الري على المدى الطويل من خلال تأثير مكونات المياه من الصوديوم و الكالسيوم والمغنيزيوم والبيكربونات في محتويات التربة [12]، ويعبر عن تراكيز الأيونات الموجبة بالملي مكافئ التتر، أفادت نتائج معامل النفاذية في الجدول (5) التي تم حسابه من المعادلة المبينة في الجدول (2)، وتكون مناسبة في بئر العسة اقل من 75% بمتوسط

73.93 حيث تقع في الفئة الثانية وجيدة في بئر بدر أكثر من 75% بمتوسط 79.25 حيث تقع في الفئة الثالثة.

جدول رقم (5): نتائج (PI, MAR, % Na, SAR) لعينات بئري الدراسة

متوسط PI	PI	متوسط MAR	MAR	متوسط %Na	% Na	متوسط SAR	SAR	رقم العينة
73.93	69.10	41	48.58	72	68.21	17.04	6814.	S1-W1
	76.34		37.42		74.82		2318.	S2-W1
	76.34		37.41		74.82		2118.	S3-W1
79.25	73.90	35	47.51	77	71.84	18.72	2115.	S1-W2
	81.91		28.70		80.08		5520.	S2-W2
	81.93		28.70		80.08		4020.	S3-W2

8. الاستنتاج:

1. أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية عدم وجود اختلاف في الخصائص الكيميائية لمياه بئري منطقة الدراسة، وصنفت مياه أبار الدراسة علي إنها مياه عسرة جدا شديدة الملوحة وان تركيزات العناصر الكيميائية الأساسية أعلى من الحدود القصوى المسموح بها لمياه الشرب وفق المعايير الدولية والعالمية، وان نوع الكاتيون السائد في اغلب العينات بشكل رئيسي من الصوديوم، بينما نوع الأنيون السائد مجموعة الكبريتات وذلك لان الطبيعة الصخرية في البيئة تحت سطحية لمنطقة الدراسة متكونة من الصخور الرملية والطينية والجبس.

2. أشارت المخططات الثنائية أن العمليات الهيدروجيوكيميائية يتم التحكم فيها بشكل أساسي عن طريق تجوية المعادن السيليكاتية ثم التداخلات الحرمائية وترشيح الكبريتات من الصخور الحاملة لها (الجبس والانهدرايت) ثم الامتزاج بالمياه الجوية، وبينت الدراسة إن

الصوديوم مستمد من التجوية للصخور الطينية، ولوحظ انحلالية متدنية لصخور الكربونات نتيجة استنفاد الكالسيوم والتبادل الأيوني المباشر وهو عملية سائدة لمواد الخزان الجوفي في نظام المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

3. أوضحت مؤشرات ومخططات نوعية المياه إن نوع المياه الجوفية لبئري الدراسة من الصوديوم والكبريتات بسحنة هيدروجيوكيميائية أساسية من كلوريد الصوديوم، والأصل الجوي العميق.

4. أفاد حساب معاملات ملائمة المياه الحارة للري بمنطقة الدراسة، بأنها جيدة للري في بئر العسة ومشكوك بها في بئر بدر من حيث الصوديوم المدمص، وغير مسموح بها لأغراض الري من حيث النسبة المئوية للصوديوم، وملائمة للري من حيث المغنيزيوم المدمص، وتبين بأنها مناسبة للري لبئر العسة وجيدة في بئر بدر حسب معامل النفاذية، واستناداً لهذه النتائج فإن مياه منطقة الدراسة يمكن استخدامها للري في ظروف معينة.

9. التوصيات:

1. استخدام التقنيات الحديثة لإدارة هذه الموارد المائية المتاحة واستثمارها وتطويرها بالشكل الأمثل.

2. إجراء المزيد من الدراسات المخبرية لدراسة تتداخل مياه البحر بالإضافة إلى اختبار العناصر السامة والمواد العضوية.

3. إنشاء شبكات مراقبة لرصد نوعية المياه بشكل دوري ومنتظم.

10. المراجع:

- [1] Adimalla, N.; Venkatayogi, S. Mechanism of fluoride enrichment in groundwater of hard rock aquifers in Medak, South India. *Environ Earth Sci.* 2017 ,PP .45-76.
- [2] Eugene, P. Adina, P. Bianca, P. Ground water geochemistry of the yucatan peninsula, mexico:Constraints on stratigraphy and Hydrogeology. *journal of Hydrology.* 2009, pp. 27 – 40.
- [3] Wu, J.H.; Li, P.Y.; Qian, H.; Duan, Z.; Zhang, X.D. Using correlation and multivariate statistical analysis, China. *Arabian Journal of Geosciences.* 2013, pp. 3973-3982.
- [4] Hallett, D. *Petroleum Geology of Libya.* 2002.
- [5] Gefli, *Groupement D'Etude Francais En libye Siege Social. Survey for the development of the central wadi zone and Gulf of Sirt.* 1973.
- [6] وزارة التخطيط مصلحة المساحة، الأطلس الوطني. 1978، ص. 33.
- [7] Apha, *Standard methods for the examination of water and waste water.* American Health Association. 1975.
- [8] Soltan, M.; E. Characterization, classification and evaluation of some groundwater samples in upper Egypt. 1998, pp. 735–745.
- [9] USSL, *United States Salinity Laboratory, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agricultural Handbook, USA, vol. 60.* 1954.
- [10] Wilcox, L.; V. *Classification and use of irrigation water.* 1955, pp. 969.

- [11] Ragnath, H.; M. *Groundwater*. Wiley Eastern Ltd., New Delhi, India. 1987.
- [12] Doneen, L.; D. *Notes on Water Quality in Agriculture*. Water Science and Engineering. 1964.
- [13] Lncsdws, (Libyan National Center for Specifications and Drinking Water Standards). 1992.
- [14] Who, *Guidelines for Drinking water Quality*. 2006.
- [15] Meybeck, M. *Global chemical weathering of surficial rocks estimated from river dissolved loads*. 1967, pp. 401–428.
- [16] Zhang, Y.; Xu, M.; Li, X.; Qi, J.; Zhang, Q.; Guo, J.; Yu, L.; Zhao, R. *Hydrochemical characteristics and multivariate statistical analysis of natural water system*. 2018.
- [17] Adimalla, N.; Li, P.; Venkatayogi, S. *Hydrogeochemical evaluation of groundwater quality for drinking*. 2018, pp. 362-380.
- [18] Richards, L.; A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. 1954.