العدد 14 مجلة دراسات في الإنسانيات والعلوم التربوية تموز 2026
No. 14 Journal of Studies in Humanities and Educational Sciences July 2026
Print ISSN 3006-3256 Online ISSN 3006-3264

نمذجة التوزيع المكاني لنوعية المياه الجوفية في شرق محافظة واسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

م.د امجاد سالم مشعان
التخصص الدقيق: جغرافية موارد مائية (هيدرولوجي)
جامعة واسط/ كلية التربية للعلوم الإنسانية/ قسم الجغرافية
amashaan@uowasit.edu.iq

الملخص

يهدف البحث إلى نمذجة التوزيع المكاني لنوعية المياه الجوفية في شرق محافظة واسط باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، لما تمثله المياه الجوفية من مورد مائي مهم في المناطق التي تعاني محدودية الموارد المائية السطحية. اعتمدت الدراسة على جمع (21) عينة من مياه الآبار الموزعة في منطقتي بدرة وزرباطية خلال موسمين هما الشتوي والصيفي، وتحليل عدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه، شملت درجة الحرارة، والأس الهيدروجيني، والعكارة، والمواد الصلبة الذائبة الكلية، والعسرة الكلية، والإيصالة الكهربائية، والأيونات الموجبة والسالبة والعناصر الثقيلة. وتم توظيف نظم المعلومات الجغرافية في إعداد الخرائط المكانية وتحليل التباين المكاني لنوعية المياه. أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز الأملاح الذائبة الكلية والعسرة والإيصالة الكهربائية في معظم العينات، فضلاً عن سيادة أيونات الكلوريد والكبريتات والصوديوم والكالسيوم، مما يعكس تأثير التكوينات الجيولوجية والمناخ الجاف في المنطقة. كما بينت نتائج التقييم أن معظم المياه غير ملائمة للشرب وفق المعايير العراقية والعالمية، في حين تعد صالحة للاستخدام الزراعي بشروط محددة وللاستهلاك الحيواني بدرجات متفاوتة. وأسهمت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في إظهار الأنماط المكانية لتوزيع نوعية المياه وتحديد المناطق الأكثر تأثراً بالملوحة والتدهور النوعي.

الكلمات المفتاحية : المياه الجوفية , نوعية المياه, نظم المعلومات الجغرافية (GIS), النمذجة المكانية, محافظة واسط, بدرة, زرباطية, الموارد المائية.

Modeling the Spatial Distribution of Groundwater Quality in Eastern Wasit Governorate Using Geographic Information Systems (GIS)

Dr. Amjaad Saliem Mashaan
Specialized Field: Water Resources Geography (Hydrology)
Wasit Universyty College of Education for Human Sciences Department of Geography

Abstract

This study aims to model the spatial distribution of groundwater quality in eastern Wasit Governorate using Geographic Information Systems (GIS). Groundwater represents an important water resource in areas suffering from limited surface water availability. The study relied on collecting 21 groundwater samples from wells distributed across Badra and Zurbatiya during the winter and summer seasons. Several physical and chemical parameters were analyzed, including temperature, pH, turbidity, total dissolved solids (TDS), total hardness (TH), electrical conductivity (EC), major cations and anions, and selected heavy metals. GIS techniques were employed to produce spatial distribution maps and analyze groundwater quality patterns. The results revealed high concentrations of total dissolved solids, hardness, and electrical conductivity in most samples, in addition to the dominance of chloride, sulfate, sodium, and calcium ions, reflecting the

influence of geological formations and the arid climate of the study area. The assessment indicated that most groundwater samples are unsuitable for drinking according to Iraqi and international standards, while they can be used for agricultural purposes under specific conditions and are generally suitable for livestock consumption. GIS proved effective in identifying the spatial variability of groundwater quality and locating areas most affected by salinity and water quality deterioration.

Keywords : Groundwater, Water Quality, Geographic Information Systems (GIS), Spatial Modeling, Wasit Governorate, Badra, Zurbatiya, Water Resources

المقدمة

تعد المياه الجوفية من اهم الموارد المائية التي يعتمد عليها الإنسان في تلبية احتياجاته المختلفة، ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني محدودية الموارد المائية السطحية. وتزداد أهمية المياه الجوفية في شرق محافظة واسط نتيجة الاعتماد المتزايد عليها لأغراض الشرب والري والاستهلاك الحيواني. وتتأثر نوعية المياه الجوفية بعدد من العوامل الطبيعية والبشرية، من أبرزها التكوينات الجيولوجية، والظروف المناخية، وطبيعة التربة، والأنشطة الزراعية والسكانية. وقد أسهم التطور التقني في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في توفير أدوات فعالة لتحليل البيانات المكانية وإنتاج خرائط توضح التوزيع المكاني للظواهر الجغرافية ومنها نوعية المياه الجوفية. لذلك تسعى هذه الدراسة إلى نمذجة التوزيع المكاني لنوعية المياه الجوفية في شرق محافظة واسط وتحليل التباينات المكانية والموسمية فيها من أجل توفير قاعدة علمية تساعد في إدارة الموارد المائية واستثمارها بصورة مستدامة .

مشكلة البحث هل تتباين نوعية المياه الجوفية مكانياً وموسمياً في شرق محافظة واسط؟ وما مدى كفاءة نظم المعلومات الجغرافية في نمذجة هذا التباين المكاني وتحديد المناطق الأكثر تأثراً بتدهور نوعية المياه؟

فرضية البحث نوعية المياه الجوفية في شرق محافظة واسط تتباين مكانياً وموسمياً نتيجة تأثير العوامل الجيولوجية والمناخية والأنشطة البشرية، وأن استخدام نظم المعلومات الجغرافية يسهم في نمذجة هذا التباين المكاني بدقة وإظهار مناطق تركز الملوثات والأملاح.

هدف البحث دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية في شرق محافظة واسط. تحديد التباين المكاني والموسمي لنوعية المياه الجوفية. تقييم صلاحية المياه الجوفية لأغراض الشرب والري والاستهلاك الحيواني. توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في نمذجة التوزيع المكاني لنوعية المياه الجوفية. اعداد خرائط مكانية توضح مستويات نوعية المياه وتوزيعها في منطقة الدراسة. دعم عملية التخطيط والإدارة المستدامة للموارد المائية.

منهج البحث اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج المكاني، من خلال جمع البيانات الميدانية الخاصة بآبار المياه الجوفية وتحليل خصائصها الفيزيائية والكيميائية مختبرياً، ثم معالجة النتائج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS),ونمذجة التوزيع المكاني لنوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة، فضلاً عن إجراء المقارنات المكانية والموسمية بين مواقع الآبار خلال الموسمين الشتوي والصيفي وتقييم صلاحية المياه وفق المعايير العراقية والعالمية المعتمدة.

حدود منطقة الدراسة تقع منطقة الدراسة جغرافياً ضمن محافظة واسط في قضاء بدرة وجزء من ناحية زرباطية , اذ تقع ناحية زرباطية في الجزء الشمالي الشرقي من قضاء بدرة وتمثل الحدود الفاصلة بين محافظة واسط والجمهورية الإيرانية , والمسافة بين بدرة وزرباطية هي 18كم, اما فلكياً فتقع تقع منطقة الدراسة تقريباً بين دائرتي عرض (32°00′ – 33°00′ شمالاً)، وخطي طول (45°45′ – 46°45′ شرقاً) خريطة (1).

ـجيولوجية المنطقة الشرقية في محافظة واسط

يساهم تحديد جولوجية المنطقة الشرقية في فهم طبيعة شبكات التصريف المائي والمظاهر الأرضية المختلفة, وله علاقة بمكونات التربة والغطاء النباتي السائد , لذا فان التعرف على التكوينات الجيولوجية السائدة في المنطقة امر في غاية الأهمية , فيلاحظ وجود تكوينات جيولوجية متنوعة ومتباينة والتي تكون منتشرة في المنطقة الشرقية من محافظة واسط (الغرابي، 2021)

ان التكوينات الصخرية لها أهمية كبيرة في تحديد وتشكيل سطح الأرض وظواهره واشكاله التضاريسية والصخرية , وهي خصائص الصخور الكيميائية والفيزيائية وتجانس الاشكال والاحجام الخاصة بها , تقوم هذه الخصائص بتحديد مدى تأثر الصخور مع عمليات التعرية وعمليات التجوية وامكانيتها من حيث التحلل والذوبان ومدى ترسب الصخور , اذ تترسب الصخور الرسوبية بشكل طبقات سميكة او طبقات نحيفة , وتتركب من صخور صلبة وهشة , اما ميل الطبقات فيعمل على تسهيل عملية التعرية لطبقات بشكل عمودي او بشكل افقي (أبو العينين، 1976).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة في شرق محافظة واسط

المصدر: الباحثة الاعتماد على بيانات الهيئة العامة للمساحة، وخريطة محافظة واسط الإدارية والهيئة العامة للمياه الجوفية, 2005 .

ان المنطقة الشرقية في محافظة واسط تحتوي على صخور قديمة جداً, تعود الى الزمن الجيولوجي الثالث, اما بالنسبة للتكوينات الجيولوجية فهي تختلف من مكان الى مكان اخر, وتشتمل على التكوينات التالية:

أ-تكوين الفتحة Fatha Formation (المايوسين الأوسط)

ان العمر الجيولوجي لهذا التكوين يرجع الى عصر المايوسين, الذي قد تم تحديد تاريخه ب 20 مليون سنة (العمري واخرون، 1985) , تكونت في ترسبات تكوين الفتحة دورة الترسبات التبخرية الحاوية على الحجر الجيري والجبس والمارل والقليل من الغرين والرمل والانهيدرايت

لهذا التكوين أهمية اقتصادية لأنه يعد مستودعاً للنفط ومن مصادر الصخور التي تصلح لصناعة الاسمنت (السياب واخرون، 1985) .

ب0 تكوين انجانة InJana Formation (المايوسين الأعلى)

يتكون من الحجر الرملي الرصاصي والبني و الحجر الطيني البني وأيضا الحجر الغريني الأحمر، تظهر اجزاءه السفلية كمنطقة انتقالية تحتوي فضلاً عن تلك المكونات على طبقة خفيفة من الحجر الجيري والجبس الأبيض، ويعكس هذا التكوين بيئة مائية عذبة ويمتاز هذا التكوين بزيادة حجم الحبيبات البحرية الناعمة والمكونات الكلسية (بشو، 2004) .

ج0تكوين المقدادية Mukdadiya Formation(المايسوين الأعلى – البلايوسين)

هذا التكوين يعود الى عصر المايوسين الأعلى متكوناً من عدة دورات ترسيبية, تتكون الدورة الواحدة من حجر حصوي وحجر رملي وحجر طيني وحجر غريني , وبصورة عامة يتزايد حجم الحبيبات نحو الأعلى يغطي هذا التكوين مساحات كبيرة في الأجزاء الشرقية لمنطقة الدراسة ويتواجد ايضاً في السلاسل الجبلية , ويتألف من طبقة سميكة من المدملكات الخشنة , ويتغير الى طبقة سميكة من الحجر الطيني البني وطبقة خفيفة أخرى من الحجر الرملي (عناد، 2007) .

د0تكوين باي حسن Bai Hassan Formation(البلايوسين)

يعود هذا التكوين لعصر البلايوسين اذ ينكشف من الأجزاء الشرقية والشمالية الشرقية ان صخارية تكوين باي حسن عبارة عن حصى وطين غريني و حجر رملي طيني وغرين رملي (بشو، 2004) , يحتوي هذا التكوين على حبيبات خشنة تمتد بشكل شريط بمحاذاة جانب الأراضي الإيرانية من الجهة الشمالية الشرقية , ويعد تكوين باي حسن مصدراً رئيسياً للمياه الجوفية للإبار القريبة من الحدود الإيرانية .

-تقييم نوعية المياه الجوفية

للحفاظ على صحة الانسان والتربة والنبات وباقي الاحياء الأخرى من التغيرات التي تحصل في نوعية المياه, والتحكم بها بأسلوب إدارة يتلائم مع التغييرات , يستوجب اجراء تقييم منتظم وبشكل دوري لنوعيه المياه السطحية والجوفية . ان من اهم أسباب تلوث المياه الجوفية هي الأنشطة البشرية فهي تجعل المياه الجوفية غير صالحة للاستعمال البشري, ان المياه الجوفية هي احد اهم الموارد الطبيعية فاذا لم يتم استخدامها واستغلالها بصورة صحيحة وعقلانية وحمايتها من التلوث فذلك سيؤدي الى رداءة نوعيتها وبالتالي يؤثر بشكل سلبي على الموارد الاقتصادية والبيئية (WHO،2011). من المعروف ان جودة المياه تعتمد بصورة أساسية على الطعم والنقاء والرائحة والصفات الحية الأخرى التي تجعله صالحاً للشرب ولكن هناك صفات اهم منها , يجب ان لا تحتوي المياه على نسبة عالية من الاملاح الذائبة , والمياه الجوفية كالمياه السطحية تحتوي على احياء مجهرية ومواد عضوية وأخرى غير عضوية الا ان الماء الجوفي بطبيعته يميل ليكون اكثر عسراً مكن الماء السطحي , اذ ان الملوحة تزداد مع زيادة العمق , كما ان العوامل الرئيسية التي تؤثر في جودة ونوعية المياه الجوية تنحصر , في تركيب ونوعية الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه (داوود، 2022) ففي المناطق الرطبة تكون تغذية المياه الجوفية مستمرة من الطبقات بسبب الامطار المستمرة , وتمتاز ايضاً بجودة عالية للمياه الجوفية , بينما في المناطق الجافة ذات جودة متدنية للمياه الجوفية وذلك يعود الى لندرة مياه الامطار (الخطيب،2012) .

يتم تصنيف المياه الجوفية, بحسب صلاحيتها للأغراض البشرية والزراعية من خلال قياس تراكيز العناصر الكيميائية فيها من ثم مقارنتها مع الحدود الحرجة للمعايير الدولية لتركيز هذه العناصر , لمعايير منظمة الصحة العالمية WHO والمعايير العراقية .

-الصفات الهيدرولوجية لنظم المياه الجوفية

يعتمد هذ النظام على وجود كمية الماء الجوفي , من حيث الموقع وعوامل أخرى مثل المناخ و التربة وجيولوجية وهيدرولوجية وطبوغرافية المنطقة بالإضافة الى العوامل البيئية جميعها عوامل تتداخل بعضها مع البعض لتكون النظام الحركي للمياه ونتيجة لهذا التداخل فأنها تعطي فكرة واضحة عن حركة النظام , ان مستوى وكمية ونوعية المياه الجوفية قابل للتغير بمرور السنوات كما ان التغيير الحاصل في الوصفيات المائية الجوية تؤثر بالماء الجوفي , وتعتبر العوامل المناخية لاسيما كميات الامطار المتساقطة عوامل مهمة متحكمة في النظام , ففي السنوات الرطبة التي تزداد فيها الامطار يرتفع مستوى المياه الجوفية بينما ينخفض في سنوات الجفاف نتيجة قلة الامطار, يتكون نظام المياه الجوفية في أي مكان على سطح الأرض من طبقات حاملة للماء وطبقات عازلة فيما بينها , ويحقق هذا النظام هدفين هما : الأول يعد وسيطاً يعمل على نقل المياه من مناطق التغذية الى مناطق التصريف , والهدف الثاني هو خزن المياه والاحتفاظ بها داخل المسامات الى اقصى حد ممكن , لذا يعد نظام المياه الجوفية عبارة عن خزان مائي وقناة مائية في الوقت نفسه, **وتوجد ثلاث طبقات تعمل على التحكم في المياه الجوفية وبكميات متفاوتة , وهي:**

1-الطبقات الحاملة للمياه تكون ذات نفاذية عالية وتنقل المياه بشكل جيد , وتصبح الطبقات مشبعة بالماء , اذا توفرت فيها شروط الترشيح فهي تتألف من عدة أنواع من الصخور الرسوبية لاسيما الصخور الرملية.

2-الطبقات الصخرية ذات المسامية والنفاذية القليلة وهي طبقات صخرية لها قابلية ضعيفة للاحتفاظ بالمياه ,وتتكون هذه الطبقات من حجر الطفل او الطين.

3-الطبقات الأرضية الكتمية ذات المسامية الدقيقة جداً , تنعدم فيها حركة المياه احياناً بسبب قدرتها المحدودة.

-العمل الميداني وجمع العينات

تم اجراء مجموعة من الزيارات الميدانية المتعددة لاكتشاف منطقة الدراسة ومعرفة طبيعتها الجغرافية والزراعية وتحديد مساحة منطقة الدراسة والامكان التي توجد فيها الابار، اذ وجد عدد كبير من الابار الرسمية والابار الغير رسمية بمسافات متقاربة وأخرى متباعدة , وغالبية الابار تستخدم لأغراض الري وشرب الحيوانات او الماشية , وقد تم تحديد 21بئرجدول (1) متواجدة ضمن منطقة الدراسة خريطة (2) موزعة بشكل عشوائي , وتم اخذ عينات لموسمين , موسم شتوي و موسم صيفي .

-خصائص المياه الجوفية

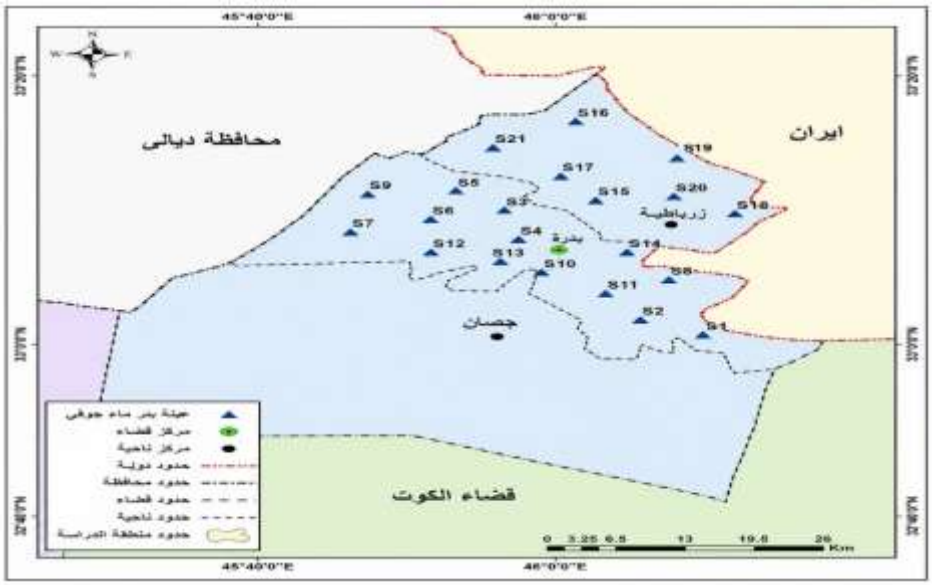
المياه الجوفية هي المياه التي تقع تحت سطح الأرض داخل الطبقات الصخرية, ويتم الحصول عليها من خلال حفر الابار او الانفاق , او تتدفق بشكلاً طبيعياً الى سطح التربة بواسطة النز او تخرج على شكل ينابيع, ان معظم المياه الجوفية تتكون بفعل رشح المياه المتواجدة فوق سطح التربة الى الأسفل بشرط ان تكون الصخور التحت سطحية , ذات نفاذية عالية تكفي لنقل هذه المياه , وبالنسبة لسرعة الرشح فيجب ان تكون كافية لأجل اشباع سمك معين من الصخور (الجبوري،2013) .

جدول (1) أسماء واحدثيات ابار منطقة الدراسة

رمز البئر	اسم البئر المسجل لدى الدولة	موقع البئر	الاحداثيات	
			(Y)	(X)
A1	حازم عباس مجيد	بدرة	33,108695	45,946734
A2	سامي شراد	بدرة	33,112428	45,960295
A3	عماد سلمان برفي	بدرة	33,1107278	45,948708
A4	علي هاشم	بدرة	33,19453	45,951841
A5	علي علوان عبد الصاحب (1)	بدرة	33,8319	45,57,569
A6	علي علوان عبد الصاحب (2)	بدرة	33,80308	45,57632
A7	علي علوان عبد الصاحب (3)	بدرة	33,80503	45,57 366
A8	حضير مانع	بدرة	33.12516	45,97956
A9	قاسم عبد الواحد بوري	بدرة	33.1091	45.9266
A10	عبد الحسين فرحان	بدرة	33,12838	45,97514
A11	حسن لفته اسد	بدرة	33, 12408	45,98268
A12	لكن انصار	بدرة	33,11232	45,96340
A13	عبد الرزاق عبد الرؤوف	بدرة	33,11595	45,95288
A14	باسل عبد الرزاق	بدرة	33,11495	45,95445
A15	اياد احمد فرج	زرباطية	33,15026	45,98208
A16	عبد الصاحب عبد الكريم (1)	زرباطية	-	-
A17	جاسم محمد جاسم	زرباطية	33,145387	46,055739
A18	عبد الصاحب عبد الكريم (2)	زرباطية	33,139294	46,07801
A19	وهاب كريم	زرباطية	33,1091	45,9266
A20	الوالدة	زرباطية	33,148528	46,564889
A21	حسين هادي	زرباطية	33,1481198	46,0593569

المصدر: الباحثة بالاعتماد على الدراسة الميدانية

خريطة (2) مواقع عينات مياه الابار في منطقتي زرباطية وبدرة



المصدر: الهيئة العامة للمساحة، خريطة محافظة واسط الإدارية، مع تعديلات الباحثة وإضافة مواقع العينات باستخدام Arc GIS.

-الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الابار في منطقة الدراسة

ان دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لها أهمية كبيرة فمن خلالها يمكن معرفة نوعية المياه ومصادرها الصالحة للاستخدامات البشرية والزراعية والصناعية ويتوقف تصنيف صلاحية المياه الجوفية, على عدة عوامل منها طبيعة الايونات الموجبة والسالبة و ودرجة الحرارة وملوحة المياه والاس الهيدروجيني وغيرها (عبد الله، 2014) .

ومن اهم الخصائص في تحديد نوعية المياه الجوفية هي : درجة الحرارة, العكورة,الاس الهيدروجيني, المواد الصلبة العالقة الكلية, المواد الصلبة الذائبة, العسرة الكلية, الايصالة الكهربائية, ايونات الكالسيوم , ايونات المغنسيوم, ايون الصوديوم, ايون البتاسيوم,ايون الكلوريد, ايون الكبريتات, ايون البيكاربونات, ايون النترات, ايون الفوسفات, نسبة امتزاز الصوديوم, تركيز العناصر الثقيلة وتشمل تركيز عنصر الرصاص و النحاس والكادميوم والكروم والكوبلت .

بالاعتماد على بيانات جدول (2) أظهرت نتائج التحاليل وجود تباين مكاني بين عينات الآبار في منطقتي زرباطية وبدرة للموسم الشتوي، إلا أن معظم القيم اتسمت بارتفاع الأملاح الذائبة الكلية (TDS)والتوصيلية الكهربائية (EC)، إذ تراوحت قيم TDS بين (2027–2989) ملغم/لتر، في حين تراوحت قيم EC بين (3.48–5.06) ديسيسمنز/متر، مما يشير إلى ارتفاع درجة التمعدن والملوحة في المياه الجوفية. ويُعزى هذا الارتفاع إلى عدة عوامل أهمها: طبيعة التكوينات الجيولوجية الغنية بالجبس والأنهيدرايت والأملاح القابلة للذوبان, قلة التغذية المائية الحديثة للمكمن الجوفي, ارتفاع معدلات التبخر خلال الفصول الحارة السابقة وما يرافقه من تراكم للأملاح, طول فترة مكوث المياه داخل الخزان الجوفي مما يزيد من ذوبان المعادن.

كما أظهرت نتائج الأيونات الذائبة سيادة أيونات الكلوريد والكبريتات والصوديوم والكالسيوم، إذ سجلت الكبريتات قيماً مرتفعة تراوحت بين (496–757) ملغم/لتر، والكلوريد بين (523–838) ملغم/لتر. ويُفسر ذلك بانتشار الصخور الجبسية والرسوبية الغنية بالأملاح ضمن منطقة الدراسة.

أما قيم الأس الهيدروجيني (pH) فقد تراوحت بين (7.19–7.59)، وهي ضمن الحدود الطبيعية للمياه الجوفية، مما يدل على استقرار التفاعلات الكيميائية وعدم وجود تأثيرات حامضية أو قاعدية شديدة.

وأظهرت قيم العكارة تفاوتاً واضحاً بين العينات، إذ تراوحت بين (2.3–14.1) NTU، ويرتبط ارتفاعها في بعض المواقع بوجود دقائق الطين والغرين والمواد العضوية العالقة الناتجة عن حركة المياه داخل الطبقات الحاملة للمياه.

وفيما يتعلق بالعناصر الثقيلة (Pb, Cu, Cd, Cr, Co) فقد لوحظ ارتفاع نسبي لبعض القيم، وخاصة الرصاص والنحاس والكروم. ويرجع ذلك إلى: التفاعل بين المياه والصخور الحاوية لهذه العناصر, النشاط الزراعي واستخدام الأسمدة والمبيدات التأثيرات البشرية المحلية وتسرب بعض الملوثات إلى المياه الجوفية.

أما نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) فقد تراوحت بين (3.52–5.77)، مما يشير إلى أن المياه تقع ضمن فئة الخطورة المنخفضة إلى المتوسطة من حيث تأثيرها على نفاذية التربة عند استخدامها للري.

جدول (2) نتائج تحليل مياه الابار لمنطقتي زرباطية وبدرة الموسم الشتوي

	العناصر الثقيلة (PPM)					الأيونات الثانية الموجبة والسالبة (ملغ / لتر)									dsm	ملغ / لتر			/ NTU	C°		
	Co	Cr	Cd	Cu	Pb	SAR	PO4	NO3	HCO^{-3}	SO_4^{-2}	Cl^-	K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	EC	T.H	TDS	TSS	ph	عكارة	TEM	nb
	0.139	0.42	0.175	0.421	0.528	5.77	0.44	15	302	660	743	16	376	145	336	4.94	801	2623	275	7.37	11.7	23.9	1
	0.11	0.399	0.101	0.128	0.122	3.76	0.42	21	243	508	588	13	289	114	283	3.52	626	2052	115	7.41	3.4	22.3	2
	0.094	0.179	0.089	0.105	0.093	3.82	0.28	10	256	523	523	15	309	113	267	3.64	648	2130	78	7.29	2.5	21.9	3
	0.092	0.356	0.132	0.311	0.285	3.74	0.27	9.5	239	496	584	12	290	112	251	3.48	613	2027	253	7.3	14	23.5	4
زرباطية	0.147	0.496	0.141	0.479	0.576	3.76	0.31	11	270	558	650	15	325	126	290	3.85	694	2270	264	7.19	14.1	23.1	5
	0.14	0.45	0.143	0.495	0.511	3.96	0.39	14	281	581	655	16	321	124	279	3.04	703	2278	227	7.27	13.3	20.4	6
	0.131	0.386	0.138	0.413	0.511	3.95	0.33	13	276	560	646	16	332	128	284	3.92	700	2278	227	7.27	10.3	22.6	7
	0.109	0.208	0.096	0.093	0.092	4.46	0.52	18	348	757	838	19	425	166	285	5.06	917	2989	68	7.53	2.3	20.6	8
	0.112	0.406	0.119	0.349	0.316	4.32	0.46	13	289	640	693	17	403	139	371	4.21	797	2494	206	7.39	5.8	19.5	9
	0.105	0.175	0.128	0.131	0.115	4.27	0.49	17	337	721	811	18	433	160	342	4.87	869	2876	112	7.51	3.3	21.1	10
	0.132	0.401	0.136	0.366	0.418	4.2	0.45	12	292	621	707	18	349	117	325	4.18	761	2475	269	7.44	10.9	20.6	11
	0.122	0.346	0.133	0.361	0.319	3.83	0.22	9	259	511	625	11	307	120	274	3.6	644	2094	132	7.41	9	23.4	12
	0.118	0.276	0.119	0.215	0.221	3.89	0.35	9.4	283	531	691	15	343	140	280	3.66	663	2122	132	7.52	3.8	22.7	13
	0.116	0.289	0.128	0.224	0.295	4.23	0.42	13	296	652	740	16	374	143	330	4.56	789	2690	158	7.59	4.5	21.4	14
	0.099	0.21	0.098	0.129	0.089	3.78	0.21	8.5	235	516	598	10	299	113	263	3.5	625	2060	96	7.31	2.8	21.7	15
بدرة	0.095	0.31	0.129	0.268	0.338	3.76	0.23	12	246	519	601	11	298	117	270	3.58	645	2091	149	7.29	3.7	22.3	16
	0.113	0.369	0.112	0.29	0.246	3.95	0.29	11	289	529	607	14	301	119	273	3.71	655	2124	211	7.22	8.2	21.3	17
	0.114	0.286	0.131	0.246	0.226	4.06	0.43	14	288	628	710	16	359	140	317	4.09	768	2501	155	7.48	4	25.8	19
	0.102	0.362	0.134	0.313	0.307	3.54	0.46	16	309	675	749	18	288	148	269	4.56	772	2668	199	7.59	5.2	20.1	20
	0.128	0.411	0.151	0.366	0.426	4.13	0.42	15	299	643	729	17	365	144	331	4.33	793	2571	281	7.5	11.4	19.5	21
	الكوبلت	الكروم	الكادميوم	النحاس	الرصاص																		

المصدر: الباحثة بالاعتماد على العمل المختبري

ومن الجدول (3) أظهرت نتائج تحليل العينات للموسم الصيفي , ارتفاعاً عاماً في تراكيز العديد من العناصر والأيونات مقارنة بالموسم الشتوي، وهو أمر متوقع نتيجة زيادة معدلات التبخر وارتفاع درجات الحرارة التي تراوحت بين (28.8–37.5)°م.

وقد تراوحت قيم TDS بين (1803–2936) ملغم/لتر، في حين تراوحت قيم EC بين (3.13–4.97) ديسيسمنز/متر، مما يدل على استمرار التأثير الملحي للمياه الجوفية. ويُعزى ذلك إلى:

زيادة التبخر خلال الصيف, انخفاض معدلات التغذية الجوفية, تركيز الأملاح داخل الخزان الجوفي, قلة الهطول المطري .

كما سجلت أيونات الكلوريد والكبريتات والصوديوم والكالسيوم قيماً مرتفعة نسبياً، حيث وصلت تراكيز الكلوريد إلى (832) ملغم/لتر والكبريتات إلى (725) ملغم/لتر في بعض العينات، مما يعكس التأثير المباشر للتركيب الجيولوجي للمنطقة.

ولوحظ ارتفاع تركيز النترات (NO_3) في بعض العينات لتصل إلى (30) ملغم/لتر، ويُعزى ذلك إلى: الاستخدام المكثف للأسمدة النتروجينية, تسرب مياه الري إلى الخزان الجوفي.

أما الفوسفات فقد بقي ضمن مستويات منخفضة نسبياً، مما يدل على محدودية التلوث العضوي المباشر.

وسجلت العكارة (NTU) قيماً تراوحت بين (2.3–15.5) ، ويُحتمل أن يكون ارتفاعها في بعض المواقع ناتجاً عن زيادة حركة الرواسب الدقيقة داخل الآبار نتيجة انخفاض مناسيب المياه وعمليات الضخ المستمرة خلال فصل الصيف.

جدول (3) نتائج تحليل مياه الابار لمنطقتي زرباطية وبدرة للموسم الصيفي

	العناصر الثقيلة (PPM)					الأيونات الذائبة الموجبة والسالبة (ملغ / لتر)										dsm	ملغ / لتر			/ NTU	C°	
	Co	Cr	Cd	Cu	Pb	SAR	PO4	NO3	HCO^{-3}	SO_4^{-2}	Cl	K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	EC	T.H	TDS	TSS	ph	عكارة	TEM	nb
	0.145	0.412	0.161	0.430	0.549	4.11	0.39	19	291	619	718	15	150	130	325	3.06	1383	2504	269	7.39	12.5	37.5	1
	0.106	0.195	0.101	0.108	0.122	4.05	0.42	21	299	518	648	16	310	127	283	3.86	1229	2370	118	7.41	3.4	35.7	2
	0.097	0.179	0.09	0.099	0.095	3.79	0.38	17	316	489	523	13	309	113	256	3.51	1104	2046	78	7.28	2.6	33.6	3
	0.096	0.356	0.132	0.311	0.286	4.02	0.32	15	266	466	532	12	290	109	238	3.40	1043	1976	281	7.23	14	35	4
زرباطية	0.147	0.51	0.157	0.491	0.58	3.76	0.27	10	296	433	541	11	271	98	221	3.13	955	1803	289	7.18	15.5	35.3	5
	0.148	0.436	0.163	0.479	0.573	3.96	0.4	13	286	510	640	15	321	124	279	3.75	1201	2219	274	7.36	13.6	33.8	6
	0.129	0.395	0.159	0.44	0.506	3.92	0.38	16	351	460	596	16	319	117	267	3.70	1148	2168	257	7.32	11.3	34.3	7
	0.095	0.216	0.099	0.386	0.086	4.24	0.53	19	289	532	632	20	414	165	315	4.97	1607	2936	69	7.61	2.3	31.8	8
	0.115	0.420	0.123	0.386	0.342	3.94	0.37	19	289	532	632	17	321	125	285	3.82	1226	2315	233	7.46	5.3	31.9	9
	0.109	0.187	0.134	0.125	0.107	4.55	0.51	27	320	695	791	26	412	156	345	4.71	1501	2814	101	7.59	3.0	32.5	10
	0.128	0.386	0.151	0.407	0.375	4.17	0.46	24	300	617	696	20	359	138	317	4.21	1362	2507	278	7.51	10.3	32.8	11
	0.105	0.381	0.139	0.371	0.352	3.91	0.38	20	272	581	640	18	327	130	295	3.92	1266	2408	243	7.42	8.5	36.5	12
	0.102	0.221	0.126	0.32	0.313	3.96	0.32	23	256	466	647	19	154	56	209	3.97	1290	2414	149	7.45	3.7	31.4	13
بدرة	0.106	0.316	0.135	0.255	0.302	4.07	0.36	19	268	513	641	17	324	122	221	3.74	1170	2396	186	7.35	4.6	33.2	14
	0.102	0.262	0.106	0.131	0.096	3.71	0.31	11	311	440	526	15	241	124	279	3.40	1076	2007	84	7.30	2.9	33.8	15
	0.107	0.317	0.135	0.381	0.281	3.96	0.23	12	241	453	529	14	267	106	285	3.50	1038	1912	178	7.23	9.7	33.6	15
	0.116	0.322	0.139	0.269	0.276	3.95	0.35	18	358	494	648	18	312	120	270	3.69	1168	2161	162	7.33	4.3	33.5	18
	0.123	0.424	0.152	0.264	0.218	3.88	0.44	21	296	570	626	19	350	137	305	4.00	1315	2186	151	7.41	3.9	31.1	19
	0.108	0.401	0.143	0.314	0.335	4.18	0.46	15	315	634	733	21	369	144	329	4.36	1414	2590	209	7.52	5.5	32.5	20
	0.132	0.424	0.152	0.415	0.386	4.22	0.45	14	309	636	725	20	363	142	320	4.30	1383	2552	261	7.46	11.9	31.5	21
	الكوبلت	الكروم	الكادميوم	النحاس	الرصاص																		

المصدر: الباحثة بالاعتماد على العمل المختبري

وبالنسبة للعناصر الثقيلة، فقد أظهرت النتائج استمرار وجود الرصاص والنحاس والكروم والكادميوم والكوبلت بتراكيز متفاوتة. ويمكن تفسير ذلك بـ: التجوية الكيميائية للصخور الحاوية لهذه العناصر, واحتمالية تسرب بعض الملوثات من المناطق السكنية والزراعية.

كما تراوحت قيم SAR بين (3.72–4.55)، وهي قيم تشير إلى صلاحية مقبولة للمياه لأغراض الري مع ضرورة مراقبة تراكم الأملاح والصوديوم في التربة على المدى الطويل.

وفيما يتعلق بالعناصر الثقيلة (Pb, Cu, Cd, Cr, Co) للموسمين الشتوي والصيفي وعند مقارنتها مع الحدود القياسية لمنظمة الصحة العالمية حسب جدول (4) فانه لوحظ , ان تصنيف عنصر **الرصاص** بحسب معايير الصحة العالمية WHO (2011) فقد تجاوزت المعايير ولاتعد المياه صالحة للشرب , بينما لم يتجاوز **النحاس** الحدود المسموح بها , بالنسبة للمواصفات الدولية وتعد المياه صالحة للشرب في حالة اجراء المعالجة المطلوبة , ولكنه يعد متجاوز للحدود المسموح بها , ضمن المواصفات العراقية ,وبالنسبة لقيم ايون **الكادميوم** فقد تجاوزت الحدود المسموح بها بحسب منظمة الصحة العالمية WHO (2011) الا انها لم , تتجاوز الحدود المسموح بها للمواصفات العراقية (IQS (2009 , وفيما يخص قيم ايون **الكروم** فانها قد تجاوزت , الحدود المسموح بها لجميع مواصفات مياه الشرب العالمية WHO (2011) والعراقية (IQS (2009 , ولا يصلح الماء للشرب في جميع الأحوال , واخيراً قيم ايون **الكوبلت** فانه لم يتم العثور على معايير عالمية خاصة به , بسبب عدم الإعلان عن أي من المعايير الدولية للحدود المسموح بها بشكل رسمي , على الرغم من ان الكوبلت يعد عنصر ساماً في حالة كون التراكيز عالية ,الا ان قيمته لم تتجاوز الحدود , للمواصفات العراقية بحسب الجدول(4) .

جدول (4) تصنيف المياه الجوفية بالنسبة للعناصر الثقيلة للمعايير العالمية والمحلية (ppm)

Present Study	IQS (2009)	Health Canada(2013)	USEPA (2007)	WHO (2011)	العناصر الثقيلة
0.175-0.059	1	0.005	0.005	0.03	الكادميوم(Cd)
0.203-0.09	0.5	-----	-----	-----	الكوبلت(Co)
0.512-0.169	0.05	0.005	0.10	0.05	الكروم(Cr)
0.491-0.093	0.03	1.0	1.3	2.0	النحاس(Cu)
0.605-0.089	0.01	0.01	0.015	0.01	الرصاص(Pb)

-تصنيف نوعية مياه الابار لمنطقة الدراسة وتحديد صلاحياتها للاستخدامات المختلفة

صلاحية المياه الجوفية لأغراض الشرب اعتمد بشكل أساسي عند تقييم صلاحية المياه الجوفية , لأغراض شرب الانسان على بعض الخصائص المهمة منها , معرفة تراكيز العناصر الرئيسية للأملاح الذائبة, وخاصة تراكيز الايونات السالبة والموجبة , اذ لابد من معرفة مدى تطابق خصائص المياه الجوفية مع المقاييس العالمية والمقاييس المحلية ومن أهمها , هو مقياس منظمة الصحة العالمية (WHO) والمواصفات القياسية العراقية (IQS) كما مبين في الجدول (5) .

وعند مقارنة خصائص المياه الجوفية لمنطقة الدراسة مع المواصفات العالمية والعراقية تبين ما يلي :

-ان قيم الاس الهيدروجيني (PH) وقيم ايونات النترات (NO3) في جميع ابار منطقة الدراسة وللموسمين الشتوي والصيفي صالحة للشرب بالنسبة للمواصفات العالمية والعراقية, هي ضمن الحدود المسموح بها , وينطبق ذلك على قيم ايون الفوسفات (P04) فهي ايضاً تقع ضمن الحدود المسموح بها العراقية والعالمية, باستثناء البئر الأول في بدرة للموسمين الشتوي والصيفي , والبئر الثالث في بدرة في الموسم الصيفي , فأنها تقع خارج الحدود المسموح بها .

اما قيم Mg فجميع الابار ضمن الحدود المسموح بها ماعدا البئر الأولى في بدرة في الموسم الشتوي والصيفي , والبئر الثالثة في بدرة للموسمين الشتوي والصيفي , فانها تقع خارج الحدود المسموح بها , وبالنسبة لقيمK , جميع الابار هي ضمن الحدود المسموح بها , ماعدا ثلاثة ابار تقع خارج الحدود المسموح بها , وتشمل ابار بدرة الأول والثالث و الثالث عشر للموسم الصيفي.

بينما باقي القيم والمتمثلة بقيم (TDS,Na,Ca,CL,) لجميع ابار منطقة الدراسة وللموسمين الشتوي والصيفي غير صالحة للشرب , وقد تجاوزت الحدود المسموح بها .

قيم SO4 في جميع ابار منطقة الدراسة للموسمين , غير صالحة للشرب, بالنسبة للمواصفات العالمية والعراقية فقد تجاوزت الجدود المسموح بها , ماعدا بئر التاسعة , في بدرة في الموسم الشتوي , فانه لم يتجاوز الحدود المسموح بها .

قيم HC03 في جميع ابار منطقة الدراسة للموسمين الشتوي والصيفي معظمها غير صالحة للشرب, بالنسبة للمواصفات العالمية والعراقية, وقد تجاوزت الحدود المسموح بها.

جدول (5) المواصفات القياسية لصلاحية المياه الجوفية لأغراض الشرب بحسب المقاييس العراقية والعالمية

العناصر ملیغرام لتر-1	المواصفات العالمية (WHO،2011)		المواصفات العراقية (IQS،2009)
	الحد الأدنى	الحد الأعلى	
Na^{+2}	50	200	200
Mg^{+2}	50	150	150
Ca^{+2}	75	200	200
K^{+}	1.4	20.4	0
PH	6.5	8.5	8.5
TDS	500	1500	1500
CL	200	600	600
SO_4^{-2}	200	400	400
HCO_3^{-}	45	285	0
PO_4	----	*0.5	----
NO_3	----	*50	50

ـتصنيف المياه الجوفية للأغراض الزراعية من اهم المعايير المستخدمة لتصنيف المياه للأغراض الزراعية هو تصنيف Richard(1954) اذ يعد من اهم التصانيف التي يعتمد عليها للتعرف على نوعية المياه الجوفية , فيعتمد هذا التصنيف على متغيرين هما الايصالة الكهربائية (EC) وقيم نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) كما في الجدول (6) و(7) .

جدول (6) تصنيف المياه الجوفية على وفق تصنيف Richard (1945)

الدليل	EC مايكرو موز سم-1	الدليل	SAR
C1	<250	S1	0-10
C2	250-750	S2	10-18
C3	750-2250	S3	18-26
C4	2250-5000	S4	>26

جدول (7) أنواع المياه على وفق تصنيف Richard(1945)

الرمز	صنف المياه	الرمز	صنف المياه
C1 S1	ممتاز	C3 S1	مسموح به
C1 S2	جيد	C3 S2	يمكن استخدامه
C1 S3	مسموح به	C3 S3	يمكن استخدامه
C1 S4	فقير	C3 S4	فقير
C2 S1	جيد	C4 S1	فقير
C2 S2	جيد	C4 S2	فقير
C2 S3	مسموح به	C4 S3	فقير جداً
C2 S4	فقير	C4 S4	فقير جداً

بعد تطبيق تصنيف Richard كما في الجدول (8) و (9) يتبين ان جميع مياه ابار منطقة الدراسة تقع ضمن صنف فقير , ويكون استخدام المياه محصوراً بالترب ذات النفاذية الجيدة, وفي انتاج المحاصيل التي لها القابلية على تحمل الملوحة العالية , ويستوجب الحذر عند استخدام هذا النوع من المياه, لغرض منع تراكم الاملاح , فمن الضروري وجود مبازل واستخدام متطلبات الغسل , مع حصر استخدام هذا النوع من المياه في الترب ذات النسجة الخفيفة .

جدول (8) نوعية مياه الابار وصلاحيتها للري في الموسم الشتوي وفق تصنيف Richard (1954)

رمز البئر	SAR	EC	Richard الصنف	Richard الوصف
S1	5.77	4.94	C4 S1	فقير
S2	3.77	3.52	C4 S1	فقير
S3	3.82	3.64	C4 S1	فقير
S4	3.74	3.48	C4 S1	فقير
S5	3.79	3.85	C4 S1	فقير
S6	4.03	4.04	C4 S1	فقير
S7	3.85	3.92	C4 S1	فقير
S8	4.46	5.06	C4 S1	فقير
S9	4.22	4.21	C4 S1	فقير
S10	4.77	4.87	C4 S1	فقير
S11	4.20	4.18	C4 S1	فقير
S12	3.83	3.60	C4 S1	فقير
S13	3.89	3.66	C4 S1	فقير
S14	4.23	4.36	C4 S1	فقير
S15	3.78	3.50	C4 S1	فقير
S16	3.76	3.58	C4 S1	فقير
S17	3.95	3.71	C4 S1	فقير
S18	3.98	4.09	C4 S1	فقير
S19	4.06	4.22	C4 S1	فقير
S20	3.18	4.56	C4 S1	فقير
S21	4.13	4.33	C4 S1	فقير

جدول (9) نوعية مياه الابار وصلاحيتها للري في الموسم الصيفي وفق تصنيف Richard (1954)

رمز البئر	SAR	EC	الصنف Richard	الوصف Richard
S1	4.11	3.06	C4 S1	فقير
S2	4.05	3.86	C4 S1	فقير
S3	3.79	3.51	C4 S1	فقير
S4	4.02	3.40	C4 S1	فقير
S5	3.76	3.13	C4 S1	فقير
S6	3.96	3.78	C4 S1	فقير
S7	3.92	3.70	C4 S1	فقير
S8	4.34	4.97	C4 S1	فقير
S9	3.94	3.82	C4 S1	فقير
S10	4.55	4.71	C4 S1	فقير
S11	4.17	4.23	C4 S1	فقير
S12	3.91	3.92	C4 S1	فقير
S13	3.95	3.97	C4 S1	فقير
S14	4.07	3.74	C4 S1	فقير
S15	3.71	3.43	C4 S1	فقير
S16	3.72	3.30	C4 S1	فقير
S17	3.98	3.38	C4 S1	فقير
S18	3.95	3.69	C4 S1	فقير
S19	3.88	4.00	C4 S1	فقير
S20	4.18	4.36	C4 S1	فقير
S21	4.22	4.30	C4 S1	فقير

-تصنيف المياه الجوفية لأغراض الاستهلاك الحيواني اما بخصوص المواصفات القياسية لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) , الخاصة بصلاحية المياه للاستهلاك الحيواني , كما في الجدول (10) يتضح من هذه القيم ما يلي :

جدول (10) المواصفات القياسية لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO، 1992) لصلاحية المياه للاستهلاك الحيواني

صنف المياه	Na^{+2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	CL	TDS
مياه جيدة جداً	800	350	150	900	3000
مياه جيدة	1500	700	350	2000	5000
مياه مسموح بها	2000	800	500	3000	7000
مياه يمكن استخدامها	2500	900	600	4000	10000

قيم ايون الصوديوم تراوحت بين (433-271) مليغرام لتر , فجميع ابار منطقة الدراسة للموسمين هي ضمن صنف المياه الجيدة جداً.

قيم ايون الكالسيوم تراوحت بين (375-221) مليغرام لتر, سائر الابار كانت ضمن صنف المياه الجيدة جداً .

قيم ايون المغنسيوم تراوحت (166-98) مليغرام لتر توزعت الابار ضمن صنف المياه الجيدة والجيدة جداً.

قيم ايون الكلوريد تراوحت بين (838-523) مليغرام لتر, جميع ابار منطقة الدراسة وللموسمين الشتوي والصيفي ضمن صنف , مياه جيدة جداً .

قيم TDS تراوحت بين (2989-1803) مليغرام لتر و جميع ابار منطقة الدراسة وللموسمين الشتوي والصيفي هي ضمن صنف , مياه جيدة جداً .

الاستنتاجات

1- أظهرت نتائج التحليل وجود تباين مكاني وموسمي في نوعية المياه الجوفية بين آبار منطقتي بدرة وزرباطية، نتيجة اختلاف الظروف الجيولوجية والهيدرولوجية السائدة.

2- بينت النتائج ارتفاع قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)والإيصالية الكهربائية (EC)في معظم العينات خلال الموسمين الشتوي والصيفي، مما يدل على ارتفاع ملوحة المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

3-سجلت أيونات الكلوريد والكبريتات والصوديوم والكالسيوم تراكيز مرتفعة في أغلب الآبار، ويعود ذلك إلى تأثير التكوينات الجيولوجية الغنية بالجبس والأملاح القابلة للذوبان.

4- أظهرت قيم الأس الهيدروجيني (pH) استقراراً نسبياً ضمن الحدود الطبيعية للمياه الجوفية، مما يشير إلى عدم وجود تأثيرات حامضية أو قاعدية شديدة.

5- تبين أن التغيرات المناخية الموسمية، ولاسيما ارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر خلال فصل الصيف، أسهمت في زيادة تركيز الأملاح والعناصر الذائبة في المياه الجوفية.

6-أظهرت نتائج العناصر الثقيلة وجود تراكيز متفاوتة من الرصاص والنحاس والكادميوم والكروم والكوبلت، مما يعكس تأثير العمليات الطبيعية والأنشطة البشرية والزراعية في المنطقة.

7- أوضحت نتائج التقييم أن معظم مياه الآبار غير مطابقة لمعايير مياه الشرب العراقية والعالمية بسبب ارتفاع تراكيز الأملاح وبعض الأيونات الرئيسية.

8-بين تطبيق تصنيف Richards (1954) أن أغلب مياه الآبار تقع ضمن فئة المياه محدودة الصلاحية للري، وتتطلب إدارة خاصة للتربة والمياه عند استخدامها زراعياً.

9- أثبتت نتائج التقييم أن معظم مياه الآبار تقع ضمن فئة المياه الجيدة إلى الجيدة جداً لأغراض الاستهلاك الحيواني وفق معايير منظمة الأغذية والزراعة (FAO) .

10-أثبتت نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كفاءة عالية في نمذجة التوزيع المكاني لنوعية المياه الجوفية وإظهار مناطق التباين المكاني ومستويات التدهور النوعي في منطقة الدراسة.

التوصيات

1-ضرورة المراقبة الدورية لنوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة من خلال إجراء تحاليل موسمية منتظمة لمتابعة التغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

2-الحد من الاستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية والمبيدات الزراعية بالقرب من الآبار لتقليل احتمالية تلوث المياه الجوفية.

3-اعتماد تقنيات الري الحديثة، مثل الري بالتنقيط، للحد من تراكم الأملاح في التربة وتقليل استنزاف المياه الجوفية.

4-عدم استخدام المياه الجوفية للشرب إلا بعد معالجتها وإزالة الأملاح والعناصر التي تتجاوز الحدود المسموح بها وفق المعايير الصحية المعتمدة.

5-التوسع في استخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة الموارد المائية وإعداد قواعد بيانات مكانية محدثة للمياه الجوفية.

6- إنشاء شبكة رصد هيدرولوجية متكاملة لمتابعة مناسيب المياه الجوفية ونوعيتها بصورة مستمرة.

7-تنفيذ مشاريع حصاد المياه واستثمار مياه الأمطار والسيول لتعزيز تغذية الخزانات الجوفية وتقليل آثار الجفاف.

8-اختيار المحاصيل الزراعية المتحملة للملوحة في المناطق التي تعتمد على المياه الجوفية ذات الملوحة المرتفعة.

9- تعزيز برامج التوعية البيئية للمزارعين والسكان المحليين حول أهمية المحافظة على المياه الجوفية من التلوث والاستنزاف.

10-إجراء دراسات مستقبلية لتقييم تأثير التغيرات المناخية والأنشطة البشرية على نوعية المياه الجوفية في شرق محافظة واسط باستخدام نماذج مكانية متقدمة

المصادر

-المصادر العربية

1. أبو العينين، حسن سيد أحمد، 1976، أصول الجيمورفولوجيا، الطبعة السادسة، الدار الجامعية للطبع والنشر، بيروت.

2. بشو، ضياء يعقوب، 2004، التحريات الهيدروجيولوجية ميسان، تقرير غير منشور، تحريات القاطع/9، المرحلة السادسة، وزارة الموارد المائية، مديرية حفر الآبار المائية.

3. الجبوري، هاجر تحسين، 2013، نظم المياه الجوفية في حوض الفرات بين هيت وحديثة، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية التربية – ابن رشد.

4. الخطيب، السيد أحمد، 2012، تلوث المياه، المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوزيع، جامعة الإسكندرية، كلية الزراعة.

5. داوود، إيلاف محمد حارز، 2022، دراسة نوعية المياه الجوفية في قضاء الدور/ محافظة صلاح الدين، جامعة تكريت، كلية العلوم.

6. السياب، عبد الله، والسنوي، سهل، والأنصاري، نصير، وآخرون، 1985، جيولوجيا العراق، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

7. عبد الله، عفاف خليل، 2014، الخصائص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية لمياه الآبار التابعة لناحية سنجار وصلاحيتها لأغراض الشرب والري والصناعة، مجلة التربية والعلم – العلوم الصرفة.

8. العمري، فاروق صنع الله، والجاسم، جاسم علي، وعوض، سمير أحمد، وآخرون، 1985، الجيولوجيا الطبيعية والتاريخية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

9. عناد، طارق حامد، 2007، تكوين المقدادية في منطقة بدرة: دراسة رسوبية، أطروحة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، كلية العلوم.

10. الغرابي، حمزة جاسم عباس، 2021، التحليل الهيدرولوجي لشبكة الأودية وتحديد مواقع إنشاء السدود واستثماراتها الاقتصادية شرق محافظة واسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، أطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية.

-المصادر الاجنبية

.11-FAO (1992). Water Quality for Livestock Drinking. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.

.12-Health Canada. (2013). Minister Ambrose Addresses the 146th Canadian Medical Association Meeting – Working Together for Real Outcomes. Retrieved February 1, 2014.

.13- I QS. (2009). Standards of Water Quality (Iraqi Guideline).

.14-Richard, L.A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.

.15-USEPA (United States Environmental Protection Agency). (2007). National Recommended Water Quality Criteria. Office of Water, Office of Science and Technology (4304T).

16-WHO (World Health Organization). (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality. Geneva, Switzerland.