

التقييم النوعي لمياه ناحية الحبانية ومدى ملائمتها لأغراض التنمية المستدامة

هاجر محمد فرحان شلال¹ ، أ.م.د. خالد صبار محمد¹ ، أ.م.د. محمود حافظ ذياب الكبيسي²
²جامعة الانبار-كلية التربية للعلوم الانسانية- قسم الجغرافيا
³جامعة الانبار - كلية العلوم - قسم الجيولوجيا التطبيقية
e-mail\ Khalid.sabar@uoanbar.edu.iq

مستخلص:

جودة المياه هي العامل الحاسم الذي يؤثر على صحة الإنسان في المناطق الجافة وشبه القاحلة. حيث تضم منطقة الحبانية مصدران مهمان للمياه السطحية هما بحيرة الحبانية ونهر الفرات. لتقييم جودة المياه، تم أخذ عينات من المياه السطحية وتحليلها من خلال تصنيف الدقة والاختلاف النسبي (T, E%). توزعت معظم عينات المياه في العينات التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية. كانت مؤشرات تقييم جودة المياه هي من تحليل المكونات الرئيسية. نستنتج أن المياه السطحية صالحة للري والشرب ولكن يجب أن تُخلّص مياه الشرب من أيونات الحديد والمنجنيز الطبيعية. ويتطلب الري التحكم في مخاطر الصوديوم والملوحة. وتُعدّ الإدارة المتكاملة للمياه السطحية لأغراض الشرب والري حلاً لمشاكل المياه. أما الخصائص الفيزيائية والتي تعد من العوامل المؤثرة على نوعية المياه في منطقة الدراسة إذ تم الاعتماد على أهمها وهي اللون والرائحة والطعم، درجة الحرارة (درجة مئوية)، الأس الهيدروجيني (pH)، إجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS)، الموصلية الكهربائية (EC)، علاقة TDS-EC، وأثبتت نتائج الدراسة أن معظم مصادر المياه الطبيعية بأنها تحتوي على كاتيونات وأنيونات بحالة توازن كيميائي. واثبتت ايضاً من خلل مخطط بابير يوضح مخطط بابير أن جميع عيناته ال 8 تنتمي الى الصنف الأول 1، والفئة الخامسة V.

الكلمات المفتاحية: ناحية الحبانية، التقييم النوعي، التنمية المستدامة، الموارد المائية.

Qualitative assessment of Habbaniyah district water and its suitability for sustainable development purposes

Hajar Mohammed Farhan Shallal¹ , Asst. Prof. Dr. Khalid Sabbar Mohammed¹,
Asst. Prof. Dr. Mahmood Hafedh Dheyab Al-Kubaisi²

¹University of Anbar - College of Education for Humanities - Department of Geography

²University of Anbar - College of Science - Department of Applied Geology

Abstract:

Water quality is a critical factor affecting human health in arid and semi-arid regions. The Habbaniyah area includes two important sources of surface water: Lake Habbaniyah and the Euphrates River. To assess water quality, surface water samples were taken and analyzed by precision and relative variation (E%, T%) classification. Most of the water samples were distributed into samples (R1, R2, R3, L1, L2, L3, Ch1, Ch2). The water samples were grouped into three categories according to USDA Irrigation Water Quality Assessment. Water quality assessment indicators were derived from principal component analysis. We conclude that surface water is suitable for irrigation and drinking, but drinking water must be free of natural iron and manganese ions. Irrigation requires control of sodium and salinity hazards. Integrated management of surface water for drinking and irrigation purposes is a solution to water problems. As for the physical properties, which are among the factors affecting the quality of water in the study area, the most important ones were relied upon, which are: color, smell, taste, temperature (degrees Celsius), pH, total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), and the TDS-EC relationship. The study results proved that most natural water sources contain cations and anions in chemical equilibrium. It also demonstrated, through the Piper diagram, that all eight samples belong to Class 1 and Class V.

اليومية اهتماماً متزايداً لتقييم جودة المياه ومدى صلاحيتها لمختلف الأغراض العملية. فالإدراك المبكر لحالة المياه يُسهم في اتخاذ قرارات أفضل تضمن استدامة استخدامها وسلامة المستفيدين منها (Al-Kubaisi et al., 2023). إن معرفة نوعية المياه المستخدمة أساسية بحسب الغرض والهدف من استخدام المياه، إذ إنها يجب أن تكون لها العديد من المواصفات والمعايير العالية حسب الغرض منها مثل مياه الشرب تتطلب مواصفات ومعايير دقيقة وعالية، والمياه التي تستخدم لأغراض الري في الزراعة تتطلب مواصفات ومعايير أقل من مياه الشرب أما مواصفات المياه التي تستخدم لأغراض تربية الحيوانات مثل الأغنام والابقار والاسماك والدواجن تتطلب معايير ومواصفات تقترب من مواصفات مياه الشرب للإنسان.

تلعب التغيرات المناخية دوراً محورياً في الإخلال بتوازن الموارد المائية، مما ينعكس سلباً على جودة المياه وتوزيعها الزمني والمكاني. وقد يؤدي ذلك إلى تفاقم التحديات المرتبطة بإدارتها في العديد من المناطق (Al-Kubaisi, 2024b). توجد العديد من الوسائل التي يمكن من خلالها تعزيز إدارة العراق لموارده المائية، ويُعدّ تطوير المعرفة وتوسيع نطاق تطبيق أنظمة حصاد مياه الأمطار، إلى جانب مراقبتها وتقييمها النوعي بصورة مستمرة، من النتائج المباشرة لهذا التوجه المتزايد نحو تحسين كفاءة إدارة المياه (Al-Kubaisi and Al-Kubaisi, 2023). وقد تشير اغلب الدراسات والأبحاث إلى أن مشكلة العصر ستكون مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بقضايا المياه، وإن بعض المحللون يتوقعون بأن الحروب ستكون حروب صراع على المياه في ضل الارتفاع الكبير في درجات الحرارة والتغيرات

المقدمة:

يعد الماء من أهم موارد الطبيعة التي تتواجد على سطح الكرة الأرضية، إذ تعد الموارد المائية من أهم المصادر الطبيعية لديمومة الحياة، وإن الإدارة الكاملة للموارد المائية هي ضرورة أساسية التي تسبق التخطيط لأغراض التنمية المستدامة، إذ كلما زادت نسبة عدد السكان في العالم، زادت نسبة حاجتهم إلى المياه لتلبية متطلبات السكان المتزايدة للشرب والزراعة والصناعة وتربية الحيوانات. وبالتالي تعد إدارة الموارد المائية في البيئات القاحلة وشبه القاحلة من القضايا الحيوية، بسبب ما تعانيه هذه المناطق من جفاف وقلة واضحة في مصادر المياه. ويزيد بشكل تفاقمي التغير المناخي والطلب المتزايد على المياه من تعقيد هذه التحديات، مما يستدعي تبني استراتيجيات مستدامة لإدارة هذه الموارد الحيوية (Al-Kubaisi, 2024a). حيث إن مع تزايد الحاجة إلى المياه نتيجة التوسع في إنتاج الطاقة، والنمو الصناعي المتسارع والاعتماد المتزايد على الزراعة، إضافة إلى التوسع الحضري والسعي نحو تحسين مستويات المعيشة، شهد استهلاك المياه ارتفاعاً كبيراً وسريعاً في الآونة الأخيرة. ويعكس هذا التوسع تحدياً متزايداً في تلبية الطلب المتنامي ضمن حدود الموارد المائية المتاحة (Al-Kubaisi, 2020). إذ تعد أهم التحديات التي تواجه العالم هو النقص في توفر المياه الكافية لسد حاجات ومتطلبات نسبة السكان المتزايدة في العالم، والحاجة إلى الاستغلال الأمثل للموارد المائية سواء كانت سطحية أو جوفية لأهمية المياه العذبة في نشاطات الإنسان المختلفة فضلاً عن استخدام المياه للري وتربية الحيوانات والصناعة وغيرها. إن من الضروري أن نُعطي في حياتنا

النظام البيئي بفعل الأنشطة البشرية المختلفة وغير المتوازنة مع الطبيعة، لذا تعد جودة المياه سواء أكانت مياه سطحية أو جوفية التي تعتمد عليها البشرية أحد المكونات المهمة في تنمية المنطقة التي تتواجد فيها المياه. إذ تعد دراسة الخصائص النوعية للمياه ذات أهمية كبيرة سواء كانت خصائص كيميائية أو خصائص فيزيائية لأنها تعتبر ذات خصائص حساسة جداً لدرجة تأثرها بأي تغيرات، وهذا ينعكس على الإنسان ونشاطاته. فضلاً عن تأثر نوعية المياه في العراق في الآونة الأخيرة بسبب التغيرات المناخية وقلّة مناسيب نهر الفرات، هذا بالإضافة إلى الطلب المتزايد على المياه لسد الحاجات المختلفة للمياه في ظل أعداد السكان المتزايدة، وبعد أن تمت دراسة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة في الفصل الأول، جاء هذا الفصل مكتملاً للدراسة الذي يتضمن دراسة الخصائص الفيزيائية والخصائص الكيميائية والصيغة الهيدروكيميائية ونوعية المياه والدلائل الهيدروكيميائية وأصل المياه الجوفية وتصنيف المياه من أجل التوصل إلى نتائج والتعرف على خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية ونوعية المياه وصلاحياتها للأغراض المختلفة.

مشكلة البحث: تمحورت مشكلة البحث بتساؤل رئيسي وهو: هل تغيرت الخصائص النوعية للمياه السطحية بسبب الضغط في الاستخدام وطرح المخلفات الزراعية والصناعية والمنزلية والصحية بشكل مباشر أو غير مباشر في قضاء الحسانية؟

فرضية البحث: تأثرت الموارد المائية كيميائياً في منطقة الدراسة بسبب الملوثات الناتجة من مختلف القطاعات. وتغير خصائصها النوعية أصبحت لا تلائم كافة الاستخدامات.

هدف البحث: التعرف على الخصائص والدلائل

المناخية، ولا سيما وأن أغلب الدول التي تتواجد فيها منابع الأنهار قد أخذت بالعمل على بناء سدود وخزانات مائية كبيرة وأخذت بالعمل على تحويل مسار المجاري لبعض أنهارها وفقاً لمصالح البلد، كما وأنها تستخدم المياه كعامل ضغط من أجل المساومة على الدول المتشاطئة. كما في ظل الظروف التي يعاني فيها البلد من شحة في كميات المياه والتدني الكبير في نوعيتها، فقد عمدت دول المنابع على إقامة العديد من المشاريع للسيطرة والخزن على كل من نهري دجلة والفرات والروافد التابعة لهما، مما أدى إلى تفاقم العديد من المشكلات البيئية والبشرية. ونظراً لما يحدث من تباين في تصريف أنهار العراق من سنة وأخرى وبين فصول السنة نفسها حسب مميزات السنة المائية حسبها كانت رطبة أو جافة، ومنها نهر الفرات الذي يعد المزود الرئيس للمياه في بحيرة الحسانية، إذ إن ارتباط كميات المياه في البحيرة بما يوجد من المياه عليها من قبل نهر الفرات، مما أدى إلى حالات توسع المساحة المائية السطحية أو قلتها وما يترتب عليها من آثار ومشاكل بيئية. وكل يدعو إلى الحاجة إلى الاهتمام بالبحيرات والمشاريع للسيطرة والخزن لأنها تعد الركيزة الأساسية لتوفر الكميات المائية الضرورية لسد حاجة البلد من المياه وتقليل من أضرار الشحة المائية. يعد الماء الذي يكون صالحاً للشرب مكسب وحق من حقوق الإنسان.

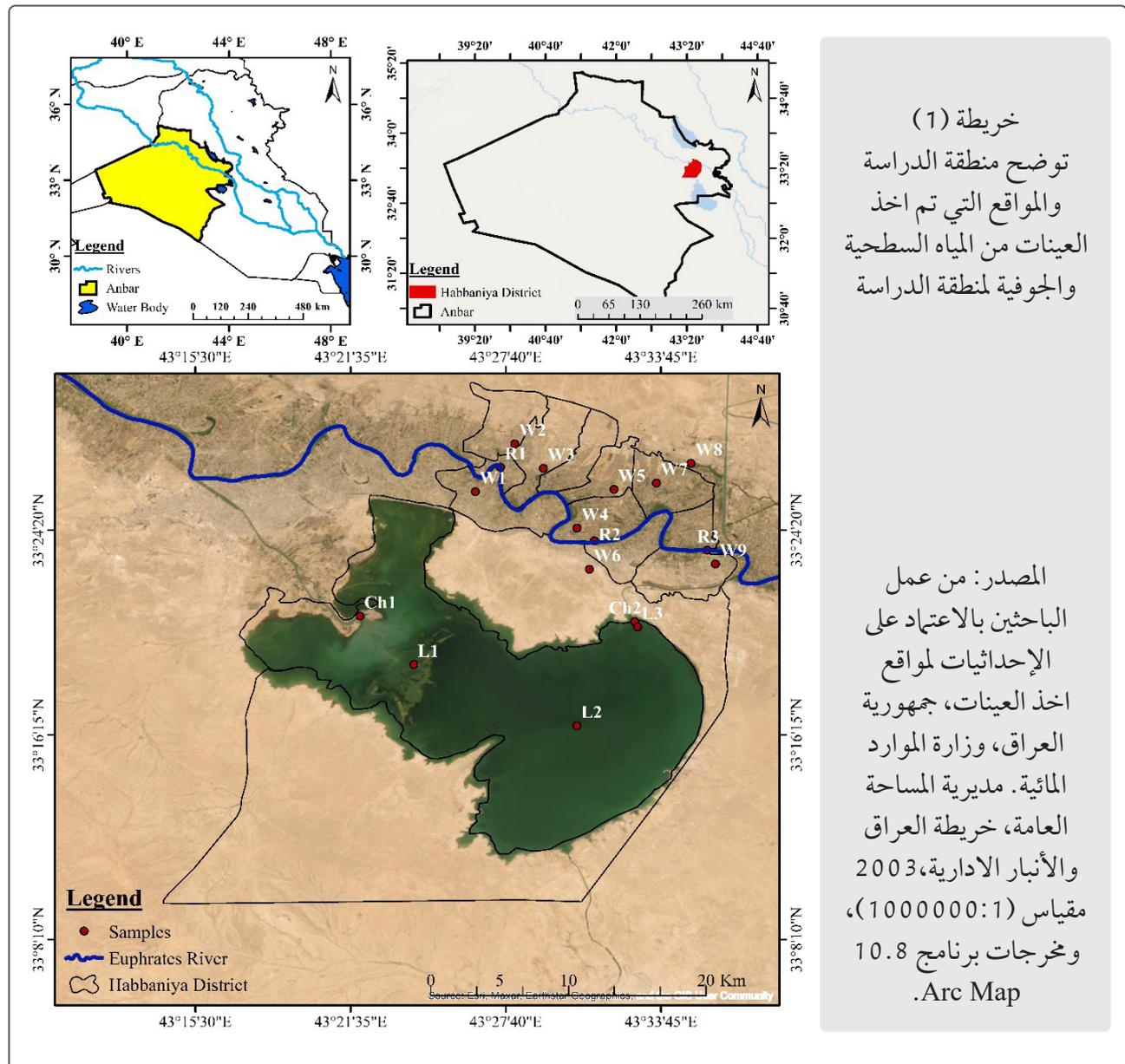
تعد المياه أحد المكونات الأساسية التي تتواجد في الغلاف الحيوي لذا تكون أهميتها كبيرة بالنسبة للإنسان ولللكائنات الحية الأخرى، فالمياه هي عنصر طبيعي متجدد من خلال الدورة الطبيعية الهيدرولوجية التي تتواجد في الطبيعة إلا إن اتساع رقعة المجتمع البشري وزيادة السكان أدى إلى تغير في

بمسافة (25 كم) أي تتوسط منطقة الدراسة بين مدينتي الرمادي والفلوجة. وتبلغ مساحة قضاء الحبانية (802 كيلومتر مربع)، وكما موضح في خريطة (1)، أما فلكياً تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 33.29° شمالاً وخطي طول 43.25° شرقاً، أما الحدود الزمانية لمنطقة الدراسة إذ تمثلت بتحليل بيانات البحث للمدة (1990-2020).

النوعية للمياه السطحية في منطقة الدراسة.

1-1- الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في وسط العراق وبالتحديد في الجزء الشرقي من محافظة الأنبار، إذ تحدها من الشرق مدينة الفلوجة، ومن الغرب والشمال مدينة الرمادي، ومن الجنوب والجنوب الشرقي قضاء العامرية، إذ تبعد منطقة الدراسة عن العاصمة بغداد بمسافة تبلغ (90 كم)، وتبعد عن مدينة الرمادي بمسافة (20 كم)، وعن مدينة الفلوجة



للاستخدامات المختلفة، وتكمن أهمية المياه بما تحتويه من عناصر ذائبة، لذلك سيتم تفصيل استخدامات المياه السطحية والجوفية لمنطقة الدراسة وكالاتي:

3-1-1 ملائمة المياه للاستهلاك البشري:

إن لمياه شرب الانسان أهمية خاصة إذ لا بد ان تكون خالية من المواد السامة والمواد الكيميائية والاحياء المجهرية وبنسب تؤدي الى مشاكل لصحة الانسان، وإن مياه الشرب يجب ان تكون خالية من اللون والطعم والرائحة غير المرغوب فيها، ولغرض تقييم مدى صلاحية المياه السطحية (نهر الفرات وبحيرة الحبانية) والمياه الجوفية لقضاء الحبانية لأغراض الاستهلاك البشري سيتم اعتماد المواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب التي تحتوي على معايير وفقاً للحدود المسموح بها محلياً وعالمياً، إذ تم الاعتماد على معايير منظمة الصحة العالمية (WHO, 2022)⁽¹⁾، والمواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب (2009)⁽²⁾.

لغرض بيان ملائمة المياه وصلاحيتها لشرب الانسان سواء مياه سطحية او جوفية للمقارنة بين نسبة الاملاح وبعض العناصر الرئيسية فيها، وكانت المقارنة لعينات المياه السطحية في منطقة البحث التي تشمل مياه نهر الفرات ومياه بحيرة الحبانية، والمياه الجوفية التي تشمل العينات التي تم اخذها لتسعة آبار لمناطق متفرقة من منطقة الدراسة، وعند مقارنة هذه المعايير مع نتائج

3- طريقة العمل: تضمنت ثلاث مراحل:

3-1- مرحلة العمل المكتبي، وتضمن:

أ- الحصول على المعلومات والبيانات من الكتب العربية والأجنبية والرسائل والأطاريح والأبحاث والتقارير المنشورة في المجالات العلمية التي تختص بدراسة الموارد المائية والمواضيع التي ترتبط بها.

ب- اعتماد البحث على التقارير والبيانات الصادرة من الجهات الرسمية المتمثلة بالبيانات المناخية والموارد المائية.

3-2- مرحلة العمل الميداني، وتضمن:

أ- جمع نماذج العينات للبحث للمياه الجوفية، وقد تم مراعاة ان تكون النماذج المختارة عينات المياه الممتلئة لمنطقة الدراسة.

ب- جمع نماذج العينات للمياه وتحليل خصائصها النوعية وبواقع 9 عينات من الآبار في منطقة الدراسة.

ج- الزيارات لدوائر الدولة الرسمية التي تكون ذات العلاقة بموضوع البحث من اجل الحصول على المعلومات التي يحتاجها البحث.

3-3- مرحلة العمل المختبري:

بعد ان تمت عمليات جمع العينات من المياه بعلب مختبرية خاصة من البلاستيك، وتم تدوين المعلومات الخاصة لكل عينة التي تشمل رقم العينة وتاريخ اخذها، وتم تسليمها الى المختبرات لتقييم الخصائص النوعية للمياه.

3-3- مرحلة التحليل الإحصائي لنتائج العينات.

3-1- تقييم المياه لأغراض مختلفة:

إن ملائمة وتحديد مياه منطقة الدراسة وصلاحيتها للأغراض المختلفة يحدده نوعية المياه فكانت مناسبة لبعض الاستعمالات دون الاخرى، إذ إن جودة المياه ونقاوتها تعد المقياس الرئيسي

(1) World Health Organization (WHO), 2022. Guidelines for Drinking Water Quality, 4th ed., Geneva, 564p.

(2) الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، المواصفات العراقية لمياه الشرب، 417. وزارة الزراعة العراقية - قسم الموارد المائية.

العينات للمياه السطحية والجوفية لمنطقة البحث تبين ان المياه السطحية في منطقة البحث تصلح لأغراض الشرب لأنها تناسب معايير منظمة الصحة العالمية (2022)، والمواصفات القياسية العراقية لمياه الشرب (2009)، وفقاً لقيمة الاملاح الذائبة والعناصر الموجبة والسالبة والثقيلة، فيما عدا عينة ناظم الورا وعينات مدخل ووسط ومخرج بحيرة الحبانية إذ ترتفع فيها نسبة العسرة الكلية عن الحد المسموح الذي يبلغ 500 ملغم/ لتر، ففي منطقة ناظم الورا بلغت 560 ملغم/ لتر، وفي منطقة مدخل بحيرة الحبانية بلغت

572 ملغم/ لتر، وفي منطقة وسط البحيرة بلغت 651 ملغم/ لتر، وفي منطقة مخرج بحيرة الحبانية بلغت 521 ملغم/ لتر، أما بقية العناصر فهي ضمن حدود المعايير المعتمدة.

اما المياه الجوفية في منطقة البحث فهي لا تصلح لأغراض الشرب وذلك لأن تركيز الاملاح الكلية الذائبة والعسرة الكلية والتوصيل الكهربائي والكالسيوم ترتفع عن الحدود المسموحة حسب منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية العراقية، كما هو موضح في جدول (1)، و جدول (2).

جدول (1)

مقارنة عينات (المياه السطحية) مع معايير مياه الشرب لمنظمة الصحة العالمية 2022 ومنظمة الجودة العراقية (2009).

الايونات	WHO,2022	IQS,2009	الحد الأعلى والادنى لتراكيز الاملاح في المياه الجوفية (للعينات) ملغم/ لتر
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	7.1-7.6
T.H	-	500	585-1043
TDS	1000	1000	1121.4-1673
EC	-	1500	1602-2390
Ca ²⁺	75	150	108-177
Mg ²⁺	50	100	46-74
+Na	200	200	169-253
+K	10	-	4-12.3
-Cl	250	350	197-313
SO ₄ ²⁻	250	400	355-520
HCO ₃ ⁻	-	200	192-266
NO ₃ ⁻	50	50	0.1-7.3
Fe	0.3	0.3	0.1000-0.1900
Pb	0.01	0.01	0.0020-0.3100
Cd	0.003	0.003	0.0002-0.0500
Zn	3	3	0.0500-0.4300

Source: World Health Organization (WHO), 2022.Guidelines for Drinking Water Quality, 4th ed., Geneva, 564p.

Iraqi Standard (IQS), 2009.Iraqi standard of drinking water, No.417, modification No.2.

جدول (2)

مقارنة عينات (المياه الجوفية) مع معايير مياه الشرب لمنظمة الصحة العالمية 2022 ومنظمة الجودة العراقية (2009).

الحد الأعلى والادنى لتراكيز الاملاح في المياه السطحية (للعينات) ملغم/ لتر	IQS,2009	WHO,2022	الايونات
7.01-8	6.5-8.5	6.5-8.5	pH
348-651	500	-	T.H
737.1-886.2	1000	1000	TDS
1053-1266	1500	-	EC
77-99	150	75	Ca ²⁺
28-36	100	50	Mg ²⁺
114-138	200	200	+Na
2-4	-	10	+K
114-173	350	250	-Cl
230-250	400	250	SO ₄ ²⁻
146.3-182.8	200	-	HCO ₃ ⁻
0.12-11	50	50	NO ₃ ⁻
0.0600-0.1300	0.3	0.3	Fe
0.0080-0.1100	0.01	0.01	Pb
0.0001-0.0004	0.003	0.003	Cd
0.1500-0.4600	3	3	Zn

Source: World Health Organization (WHO), 2022.Guidelines for Drinking Water Quality, 4th ed., Geneva, 564p.

Iraqi Standard (IQS), 2009.Iraqi standard of drinking water, No.417, modification No.2.

الماشية والدواجن، وذلك لأن جميع العناصر والاملاح الذائبة الكلية تكون نسبها ضمن المعايير المعتمدة لأغراض الماشية والدواجن بحسب تصنيف (Altoviski,1962).

3-1-2- ملائمة المياه للماشية والدواجن:

تم الاعتماد على تصنيف (Ayers And West- cot 1989)، وتصنيف (Altoviski,1962)، لأجل بيان مدى صلاحية المياه السطحية والجوفية لقضاء الحبابية لأغراض شرب الماشية، وبالاعتماد على التوصيلية الكهربائية للماء من خلال مقارنة قيم العينات المأخوذة مع المعايير المستخدمة كما في جدول (3)، (4) يتضح ان المياه السطحية والجوفية لقضاء الحبابية أنها مياه جيدة جداً لأغراض

جدول (3) مواصفات (المياه السطحية) ومدى وملائمتها للماشية في منطقة البحث حسب تصنيف (Altoviski), 1962

حدود عينات المياه السطحية في منطقة البحث	حدود عالية	مياه يمكن استخدامها	مياه مقبولة	مياه جيدة	مياه جيدة جداً	الايونات
114-138	4000	2500	2000	1500	800	Na ⁺
77-99	1000	900	800	700	350	Ca ²⁺
28-36	700	600	500	350	150	Mg ²⁺
114-173	6000	4000	3000	2000	900	Cl ⁻
230-250	6000	4000	3000	2500	1000	So ₄ ²⁻
737.1-886.2	15000	10000	7000	5000	3000	TDS
348-651	54000	4700	4000	3200	1500	T.H

Source: Altovisiki, M.E.1962. Hand book of hydrogeology. Geogelitzet, Moscow, USSR (In Russian),614p.

جدول (4) مواصفات (المياه الجوفية) ومدى ملازمتها للماشية في منطقة الدراسة حسب تصنيف (Altoviski, 1962).

حدود عينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة	حدود عالية	مياه يمكن استخدامها	مياه مقبولة	مياه جيدة	مياه جيدة جداً	الايونات
169-253	4000	2500	2000	1500	800	Na ⁺
108-177	1000	900	800	700	350	Ca ²⁺
46-74	700	600	500	350	150	Mg ²⁺
197-313	6000	4000	3000	2000	900	Cl ⁻
355-520	6000	4000	3000	2500	1000	So ₄ ²⁻
1121.4-1673	15000	10000	7000	5000	3000	TDS
585-1043	54000	4700	4000	3200	1500	T.H

Source: Altovisiki, M.E.1962. Hand book of hydrogeology. Geogelitzet, Moscow, USSR (In Russian),614p.

لان جميع العينات للمياه السطحية والجوفية كانت فيها الأملاح اقل من 1500 ملغم/ لتر، فيما عدا بئر (W3) ويرجع السبب في ذلك أن الأملاح فيه كانت 1673 ملغم/ لتر أي أنها من ضمن صنف المياه الملائمة جداً لأغراض الماشية والدواجن، كما موضح في جدول (5) و جدول (6). وخريطة (1).

اما فيما يخص ملائمة المياه لأغراض الماشية والدواجن بحسب تصنيف Ayers and Westcot (1989)، فقد تبين من خلال نتائج العينات للمياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة ومقارنتها مع المعايير المسموحة أن المياه السطحية والمياه الجوفية جميعها ضمن تصنيف المياه الممتازة وذلك

جدول (5) تراكيز الأملاح لعينات المياه السطحية والجوفية ملغم/ لتر

رقم العينة	تراكيز الأملاح للعينات ملغم/ لتر للمياه السطحية	رقم العينة	تراكيز الأملاح للعينات ملغم/ لتر للمياه الجوفية
R1	737.1	W1	1430.8
R2	763	W2	1462.3
R3	742	W3	1673
Ch1	812	W4	1323
Ch2	819	W5	1260
L1	830	W6	1442
L2	886	W7	1121
L3	790	W8	1453
-	-	W9	1449

المصدر: النتائج المخبرية لعينات المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة بتاريخ (16/11/2024).

جدول (6) مواصفات المياه السطحية ومدى وملاءمتها للماشية والدواجن حسب Ayers and Westcot (1989)

ملاحظات	التقييم	مجموع الأملاح ملغم/ لتر
صالح للاستخدام لجميع أنواع الماشية والدواجن	ممتاز	اقل من 1500
صالح للاستخدام لجميع فئات الماشية والدواجن، وقد يسبب اسهلاً مؤقتاً في الماشية غير المعتادة على مثل هذه المياه.	ملائم جداً	1500-5000
قد يسبب اسهلاً مؤقتاً او قد ترفضه في البداية الحيوانات غير المعتادة على مثل هذه المياه، غالباً ما يسبب برازاً مائياً، وزيادة في معدل الوفيات، وانخفاضاً في النمو، خاصة في الديوك الرومية.	ملائم للماشية غير مناسب للدواجن	5000-8000
صالح للاستخدام بأمان معقول لأبقار الالبان واللحوم والاعنام والخنازير والخيول، مع تجنب استخدامه للحيوانات الحوامل او المرضعة. غير مقبول للدواجن.	استخدام محدود للماشية غير مناسب للدواجن	8000-11000 11000-8000
غير صالح للدواجن وربما غير صالح للخنازير وهناك مخاطر كبيرة في استخدامه للأبقار او الخيول او الأعنام الحوامل او المرضعة، او لصغار هذه الأنواع بشكل عام، ويجب تجنب الاستخدام على الرغم من ان الخيول والدواجن والخنازير قد تعيش على مياه مثل هذه في ظل ظروف معينة.	استخدام محدود للغاية	11000-16000
المخاطر المرتبطة بهذه المياه شديدة الملوحة كبيرة جداً لدرجة انه لا يمكن التوصية باستخدامها تحت أي ظرف من الظروف.	غير مستحسن ولا يوصى باستخدامه	16000 فأكثر

Source: Ayers, R. S. and Westcot, D. W. 1989. Water quality for agriculture. irrigation and drainage paper 29, Rev. 1, FAO, Rome, Italy, 174 P.

جدول (7) ملائمة المياه لأغراض الصناعية وفقاً لنموذج Hem (1991) مع الحد الأعلى والادنى لنتائج العينات.

TH	TDS	PH	NO3 ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	الأيونات
100	-	6-10	-	-	-	200	12	20	اللب والورق الكيميائي
900	1000	6.5-8	5	250	100	500	50	100	المواد الكيميائية للخشب
350	-	6.5-8.3	-	-	-	-	36	80	المطاط الصناعي
350	1000	6-9	-	-	-	300	30	75	المنتجات البترولية
250	500	6.5-8.5	10	-	250	250	-	-	القواكه والخضراوات المعلبة والجففة والمجمدة
-	-	-	-	-	500	500	-	100	تعبئة المشروبات الغازية
-	-	6-8	-	-	250	250	-	-	دباغة الجلود
-	600	6.5-8.5	-	-	250	250	-	-	تصنيع الاسمنت الهيدروليكي
348-651	737.1-886.2	7.01-8	0.6-11	146-182.8	230-250	114-173	28-36	77-99	حدود عينات المياه السطحية في منطقة الدراسة
585-1043	1121.4-1673	7.1-7.6	0.1-7.3	192-266	355-520	197-313	46-74	108-177	حدود عينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة

Source: Hem, J. D. 1991. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. USGS. Water Supply paper no. 2254,263 P.

3-1-3-3 ملائمة المياه لأغراض الصناعة:

إن المنشآت الصناعية من خلال عملياتها الانتاجية تتطلب مياه ذات مواصفات معينة فهي تختلف من صناعة الى أخرى بحسب طبيعة الإنتاج ونوع المكائن والمعدات، فالصناعات الغذائية تحتاج الى مياه ذات نوعية ممتازة، أما استخدام المياه في تبريد المكائن والمعدات في المصانع فيتطلب التقييم للأيونات الذائبة فيها وعلى وجه الخصوص العسرة والاملاح، أما بالنسبة للأملاح الذائبة في المياه فهي تسبب تآكل في المكائن والمعدات ومتطلبات متزايدة في كلف صيانتها.

وعند مقارنة حدود نتائج العينات للمياه السطحية والجوفية لقضاء الحباينة مع المواصفات والمعايير المستخدمة وفقاً لنموذج (Hem, 1991) كما في جدول (7)، وقد تبين ان نتائج العينات للمياه السطحية تصلح لأغلب الصناعات منها صناعة اللب والورق الكيميائي وصناعة المواد الكيميائية للخشب وصناعة المطاط الصناعي وصناعة المنتجات البترولية ودباغة الجلود وغيرها من الصناعات.

وعند مقارنة نتائج عينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة مع المعايير المستخدمة حسب نموذج 1991 (Hem,) فقد تبين ان المياه الجوفية لمنطقة الدراسة غير مناسبة لجميع الصناعات وذلك لارتفاع نسب بعض العناصر فيها مثل الاملاح الذائبة والعسرة الكلية والعناصر الأخرى عن المعايير للأغراض الصناعية حسب (Hem, 1991) كما موضح في جدول (7).

3-1-4- ملائمة المياه لأغراض البناء:
إن لبعض العناصر الذائبة في المياه سواء كانت مياه سطحية او مياه جوفية دور أساسي في تحديد صلاحية المياه في عملية البناء، وذلك لأن الاملاح الموجودة في المياه تكون السبب في تلوث واجهات الأبنية والجدران بالقشرة الملحية ذات اللون الأبيض، ولغرض بيان صلاحية مياه منطقة الدراسة لأغراض البناء فقد تم الاعتماد على تصنيف (AI-

1962 toviski)، وعند مقارنة نتائج تحاليل العينات للمياه السطحية والمياه الجوفية في منطقة الدراسة مع الحدود المسموحة بحسب تصنيف (Altoviski 1962) تبين ان النتائج ضمن الحدود المسموح بها لجميع العينات سواء مياه سطحية او مياه جوفية في منطقة الدراسة، بل وتعد ملائمة جداً لأغراض البناء، وكما هو موضح في جدول (8).

جدول (8) مقارنة عينات (المياه السطحية والجوفية)

بتصنيف المياه لاستخدامات البناء بحسب تصنيف (Altoviski 1962)

الايونات	الحد المسموح به	حدود نتائج عينات (المياه السطحية) في منطقة الدراسة	الايونات	الحد المسموح به	حدود نتائج عينات (المياه الجوفية) في منطقة الدراسة
Ca ²⁺	473	77-99	Ca ²⁺	473	108-177
Mg ²⁺	271	28-36	Mg ²⁺	271	46-74
Na ⁺	1160	114-138	Na ⁺	1160	169-253
Cl ⁻	2187	114-173	Cl ⁻	2187	197-131
SO ₄ ²⁻	1460	230-250	SO ₄ ²⁻	1460	355-520
HCO ₃ ⁻	350	146.3-174.4	HCO ₃ ⁻	350	192-266

Source: Altoviski, M.E., Handbook of hydrology. G. Sageolizedat, moscow, Russia, 1962, p.163

3-1-5- ملائمة المياه لأغراض الزراعة:
إن النشاط الزراعي يعد من الأنشطة الاقتصادية المهمة للبلد عموماً ومنطقة الدراسة على وجه الخصوص، وان منطقة الدراسة اغلب مناطقها زراعية وتكثر فيها الزراعة سابقاً، إلا ان في الوقت الحاضر يعاني النشاط الزراعي عدة معوقات منها انخفاض منسوب المياه لنهر الفرات وقلة سقوط الامطار مما أدى الى التقليل من النشاط الزراعي في المنطقة وتوجه انظار المزارعين الى المياه الجوفية لحل مشكلة قلة المياه مما دعت الضرورة الى معرفة

صلاحيات المياه الجوفية لأغراض الزراعة وسقي المحاصيل في منطقة الدراسة، ومجال استعمال المياه لأغراض الزراعة والارواء يعتمد بالدرجة الأساس على مدى احتياج النباتات من الاملاح والقابلية على تحمل تركيزات هذه الاملاح بالإضافة الى نوع التربة لذا تم وضع عدة مستويات للتراكيز في المياه لغرض تحديد مدى صلاحية مياه الري، لذا لا بد من معرفة مدى صلاحية مياه المنطقة للأغراض الزراعية، فقد تم مقارنة نتائج العينات المأخوذة في منطقة الدراسة مع تصنيف (Wilcox 1955)،

وكذلك تم اعتماد نتائج العينات حسب تصنيف (Todd2007) لغرض قياس التحملات النسبية للمحاصيل الزراعية لتركيز الاملاح والتوصيل الكهربائي في المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة، وقد تبين ان المياه السطحية تكون ضمن صنف المياه المقبولة بالنسبة لتركيز الصوديوم المثوية والايصالية الكهربائية، في حين أن المياه الجوفية كانت من ضمن صنف المياه المقبولة بالنسبة لتركيز المثوية للصوديوم، أما بالنسبة للإيصالية الكهربائية فان المياه الجوفية كانت من ضمن صنف المياه التي يُشك في صلاحيتها ما عدا بئر (W4, W5, W7) فأنها ضمن المياه المقبولة، حسب تصنيف (Wilcox 1955) وكما هو موضح في جدول (9,10,11).

جدول (9) معايير صلاحية المياه لأغراض الري حسب تصنيف Wilcox (1955).

صنف الماء	معيار النسبة المثوية للصوديوم %Na	معيار الايصالية الكهربائية
ممتاز	اقل من 20	أقل من 250
جيد	20-40	250-750
مقبول	40-60	750-2000
يُشك بصلاحيته	60-80	2000-3000
غير صالح	أكبر من 80	أكثر من 3000

Source: L.V. Wilcox, Classification and use of irrigation waters, U.S. department agriculture, Circ. 969, Washington D.C.1955. p.19.

جدول (10) صلاحية (المياه السطحية) لنسبة الصوديوم المثوية والإيصالية الكهربائية للأغراض الزراعية حسب تصنيف Wilco (1955).

مدي ملائمة المياه لأغراض الزراعة حسب نسبة الايصالية الكهربائية	نسبة الايصالية الكهربائية للعينات	رقم العينة	مدي ملائمة المياه لأغراض الزراعة حسب نسبة الصوديوم %	النسبة المثوية للصوديوم للعينات %Na	رقم العينة
مقبول	1053	R1	مقبول	45.19	R1
مقبول	1090	R2	مقبول	44.73	R2
مقبول	1060	R3	مقبول	43.65	R3
مقبول	1160	Ch1	مقبول	44.01	Ch1
مقبول	1170	Ch2	مقبول	42.92	Ch2
مقبول	1186	L1	مقبول	43.55	L1
مقبول	1266	L2	مقبول	43.54	L2
مقبول	1129	L3	مقبول	43.40	L3

المصدر: نتائج العينات المختبرية في منطقة الدراسة مقارنة مع معايير تصنيف Wilcox (1955)

جدول (11) صلاحية (المياه الجوفية) لنسبة الصوديوم المثوية والايصلية الكهربائية للأغراض الزراعية حسب تصنيف Wilcox (1955).

مدى ملائمة الماء لأغراض الزراعة حسب نسبة الايصلية الكهربائية	نسبة الايصلية الكهربائية للعينات	الرمز	مدى ملائمة الماء لأغراض الزراعة حسب نسبة الصوديوم	النسبة المثوية للصوديوم %Na للعينات	الرمز
يُشك بصلاحيته	2044	W1	مقبول	44.96	W1
يُشك بصلاحيته	2089	W2	مقبول	46.11	W2
يُشك بصلاحيته	2390	W3	مقبول	43.16	W3
مقبول	1890	W4	مقبول	41.28	W4
مقبول	1800	W5	مقبول	40.47	W5
يُشك بصلاحيته	2060	W6	مقبول	43.53	W6
مقبول	1602	W7	مقبول	44.86	W7
يُشك بصلاحيته	2076	W8	مقبول	40.93	W8
يُشك بصلاحيته	2070	W9	مقبول	44.65	W9

المصدر: نتائج العينات المختبرية في منطقة الدراسة مقارنة مع معايير تصنيف Wilcox (1955)

بنيتها ونفاذيتها وتهويتها، مما يؤدي بشكل غير مباشر تأثيره على نمو النبات،⁽¹⁾ وقد تم تصنيف مياه الري الى أربع فئات وفقاً الى قيم التوصيلية الكهربائية من قبل جامعة ولاية بنسلفانيا-كلية العلوم 2002، وكما موضح في جدول (11)، وبناءً على هذا التصنيف فإن جميع عينات المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة من نوع مياه C3، أي ستؤثر الملوحة سلباً على معظم النباتات، وتتطلب اختيار نباتات تتحمل الملوحة والري

وهناك العديد من التصنيفات الغرض منها معرفة مدى ملائمة المياه لأغراض الري، منها الموصلية الكهربائية EC، ونسبة امتزاز الصوديوم SAR، ونسبة الصوديوم الذائب %Na، وكرينات الصوديوم المتبقية RSC، ومؤشر كيلي KI، ومؤشر النفاذية PI، وكما يأتي:

1. الموصلية الكهربائية EC:

إن المياه المستخدمة في الري تحتوي دائماً على كميات من المواد الصلبة الذائبة من التربة والصخور، لذلك فإن الموصلية الكهربائية تكون مهمة جداً في تصنيف المياه لأغراض الري، لتأثر نمو النبات بالأملاح التي تتواجد في الماء، هذا بالإضافة الى تأثيرات الاملاح على التربة من حيث

(1) Singh, A. K., Mondal, G. C., Tewary, B. K. and Sinha, A. 2009. Major ion chemistry, solute acquisition processes and quality assessment of mine water in Damodar valley Coalfields, India, International mine water conference, Pretoria, South Africa, 267-276p.

الدقيق والتصريف والترشيح الجيد، عدا بئر W3،
من نوع مياه C4، لأن قيمة EC تزداد فيه عن 2250
، إذ يكون ضمن المياه الغير مقبولة بشكل عام
للري باستثناء النباتات الشديدة التحمل للملوحة
والصرف الممتاز والترشيح المتكرر والإدارة المكثفة،
وكما موضح في جدول (12).

جدول (12) تصنيف مياه الري بناءً على قيم التوصيلية الكهربائية EC.

Source: College of Agricultural Sciences, 2002. Irrigation water quality, The
Pennsylvania State University, USA.

الكالسيوم والمغنيسيوم في التربة في الحالة التي تكون
مياه الري ذات تركيز عالي من SAR، وهذا يؤدي
الى تلف في بنية التربة، كما انه يعمل على انخفاض
وتسلل ونفاذية التربة، وبالتالي حصول مشاكل عدة
في انتاج المحاصيل⁽¹⁾ وتم تصنيف مياه الري حسب
تصنيف سوبرمان الى أربع فئات بناءً على قيم SAR
كما هو موضح في جدول (13)، ومن خلال تحليل
النتائج تبين ان جميع عينات المياه السطحية والجوفية
في منطقة الدراسة ضمن فئة المياه الممتازة، وذلك
لأن اعلى قيمة سُجلت 4.21 وأدنى قيمة سُجلت
2.76 كما هو موضح في جدول (17).

2. نسبة امتزاز الصوديوم: SAR

نسبة امتزاز الصوديوم SAR تشير الى تركيز
الصوديوم في الماء، إذ انها دلالة مهمة جداً لتصنيف
مياه الري، وان تراكم الصوديوم في التربة تؤثر
على معدل تسرب المياه عبر التربة، وهذه الدلالة
تمثل تأثير تركيز الكاتيونات النسبي على تراكم
الصوديوم في التربة SAR، ويتم حساب قيم نسبة
امتزاز الصوديوم SAR خلال المعادلة التالية: (4)

$$SAR = \frac{rNa^+}{\sqrt{\frac{rCa^{2+} + rMg^{2+}}{2}}}$$

إذ إن: Sar = نسبة امتزاز الصوديوم

rNa⁺, rCa²⁺ and rMg²⁺: تركيز ايونات الصوديوم

والكالسيوم والمغنيسيوم بوحدات epm

وان الصوديوم الموجود في الماء سيحل محل

(1) Todd, D. K. 2007. Groundwater hydrology third
edition, John Wiley and Sons, Third Reprint. Inc.
India. 535p.

جدول (13) تصنيف مياه الري لقيم SAR حسب تصنيف Subramain (2005).

pH	%Na	SAR	(ppm) TDS	(μS/cm) EC	نوعية المياه
6.5	20	3	175	250	ممتازة
6.5-6.8	20-40	3-5	175-525	250-750	جيدة
6.8-7	40-60	5-10	525-1400	750-2000	مسموح بها
7-8	60-80	10-15	1400-2100	2000-3000	مشكوك فيها
8 فأكثر	80 فأكثر	15 فأكثر	2100 فأكثر	3000 فأكثر	غير مناسبة

المخاطر	EC (μS/cm)	الرمز
خطر منخفض، ولا توجد آثار ضارة على النباتات	أقل من 250	C1
قد تظهر النباتات الحساسة إجهاداً يمنع الترشيع المعتدل لتراكم الملح في التربة	250-750	C2
ستؤثر الملوحة سلباً على معظم النباتات، وتتطلب اختيار نباتات تتحمل الملوحة، والري الدقيق، والتصريف والترشيح الجيد	750-2250	C3
غير مقبول بشكل عام للري، باستثناء النباتات الشديدة التحمل للملوحة، والصرف الممتاز، والترشيح المتكرر والإدارة المكثفة	2250 فأكثر	C4

Source: Subramani, T. Elango, L. and Damodarasamy, S. R. 2005. Groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in Chithar River Basin, Tamil Nadu, India, Environmental Geology:47, 1099-1110 p.

وتم تصنيف المياه لأغراض الري حسب تصنيف (Don 1995)، بناءً على الرقم الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي والمواد الصلبة الذائبة ومعدل الامتصاص النوعي ونسبة الصوديوم كما هو موضح في جدول (14)، ومن خلال تحليل نتائج عينات المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة. تبين ان جميع نتائج العينات للمياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة ضمن صنف المياه المسموح بها وذلك لأن قيم مؤشر %Na تتراوح بين (40.47-46.11)، كما موضح في جدول (17)

3. نسبة ايونات الصوديوم %Na:

إن النسبة المئوية للصوديوم %Na هو مصطلح آخر يتم استخدامه لتقييم جودة المياه لأغراض التلوث مثل SAR ولكن SAR يربط الصوديوم بالكالسيوم والمغنيسيوم فقط، في حين ان النسبة المئوية للصوديوم %Na تمثل إجمالي الكاتيونات، ويتم حساب النسبة المئوية لتركيز الصوديوم %Na خلال المعادلة التالية (5).

$$Na\% = \frac{rNa + rk}{rCa + rMg + rNa + rk} \times 100$$

إذ إن تركيز الأيونات بوحدات epm (1).

(1) Todd, D. K. 2007. Groundwater hydrology third edition, John Wiley and Sons, Third Reprint. Inc. India. 535p.

جدول (14) تصنيف مياه الري حسب Don (1995)

فئة المياه	خطر القلوية	SAR
ممتاز	S1	10 واقل
جيد	S2	10-18
مشكوك فيه	S3	18-26
غير مناسب	S4	26 فأكثر

Source: Don, C. M. 1995. A grows guide to water quality, University college station, Texas.

4. كربونات الصوديوم المتبقية RSC: التأثير الخطير للكربونات والبيكربونات على جودة مياه الري يمكن حسابه من خلال كربونات الصوديوم المتبقية RSC، إذ إن الكالسيوم والمغنيسيوم تُرسب في التربة بسبب ارتفاع تراكيز البيكربونات في مياه الري، حينها يزداد تركيز الصوديوم⁽¹⁾، ويمكن حساب قيم كربونات الصوديوم المتبقية RSC خلال المعادلة التالية: (6)

$$RSC = ([CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]) - ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])$$

إذ إن تركيز الأيونات بوحدّة epm وتم تصنيف مياه الري على حسب تصنيف Turgeon 2000 وكما موضح في جدول (15)، وعند تحليل نتائج عينات المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة تبين أن جميع عينات المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة تحتوي على قيمة سالبة أي (أقل من الصفر)، مما يشير إلى أن خطر الصوديوم غير موجود كما موضح في جدول (17).

جدول (15) تصنيف مياه الري بناءً على قيم RSC حسب تصنيف (2000 Turgeon).

الخطر	RSC
لا يوجد	0 واقل
منخفض، مع إزالة بعض الكالسيوم والمغنيسيوم من مياه الري	0-1.25
متوسط، مع إزالة ملحوظة للكالسيوم والمغنيسيوم من مياه الري	1.25-2.50
مرتفع، مع إزالة معظم الكالسيوم والمغنيسيوم مما يؤدي إلى تراكم الصوديوم	2.50 فأكثر

Source: Turgeon, A. J. 2000. Irrigation Water Quality, College of Agricultural sciences, The Pennsylvania State University, USA.

(1) Van Hoorn, J. W. 1970. Quality of irrigation water, limits of use and prediction of long-term effects, In: Salinity Seminar, Baghdad, Irrigation and Drainage Paper 7. FAO, Rome, 117-135 p.

والجوفية في منطقة الدراسة تبين ان جميع نتائج العينات اقل من واحد، مما يعني انها مناسبة لأغراض الري كما موضح في جدول (49).

6. مؤشر النفاذية PI:

الاستخدام الطويل الأمد لمياه الري ومحتوى التربة من الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والبيكربونات يؤثر على نفاذية التربة⁽²⁾، ويعد قياس نفاذية التربة لتقييم مدى ملائمة المياه لأغراض الري، حيث يعتمد هذا المؤشر على ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبيكربونات، ويتم حسابها من خلال المعادلة التالية:

5. مؤشر كيلي KI:

يُطلق مؤشر كيلي KI على نسبة ايونات الصوديوم الى ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم، ويُستخدم لتحديد مدى ملائمة المياه لأغراض الري، وتعد المياه التي يزيد مؤشر كيلي KI فيها عن واحد غير مناسبة لأغراض الري، ويتم حساب مؤشر كيلي KI من خلال المعادلة التالية⁽¹⁾:

$$KI = \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$$

إذ يتم التعبير عن جميع الأيونات بوحدة epm. وعند تحليل نتائج العينات للمياه السطحية

$$PI = [(Na^+ + HCO_3^-) / (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+)] 100$$

نتائج العينات ضمن الفئة الثانية أي أنها ذات جودة جيدة للري، وذلك لأن اعلى قيمة سجلت لمؤشر النفاذية PI هي 65.59 وأدنى قيمة سُجلت 57.69 كما هو موضح في جدول (16).

إذ يتم التعبير عن جميع الأيونات بوحدة epm. وتم تصنيف المياه الى ثلاث فئات حسب تصنيف Nagaraju (2006) بناءً على جدول قيم مؤشر النفاذية PI، وعند تحليل نتائج عينات المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة تبين أن جميع

جدول (16) تصنيف جودة المياه وفقاً لقيم مؤشر النفاذية

جودة المياه	الفئة	مؤشر النفاذية PI
غير مناسبة للري	الفئة الثالثة	25 و اقل
جودة جيدة للري	الفئة الثانية	25-75
جودة جيدة جداً للري	الفئة الاولى	75 فأكثر

Source: Nagaraju, A., Suresh, S., Killham, K. and Hudson-Edwards, K.2006. Hydrogeochemistry of waters of Mangampeta barite mining area, Cuddapah Basin, Andhra Pradesh, India, Turkish Journal of Engineering and Environment Science, Vol. 30 (4), 203-219p.

- (1) Kelley, W. P. 1951. Alkali soils-their formation properties and reclamation, Reinhold Publishing Corp., New York.
- (2) Vasanthavigar, M., Srinivasamoorthy, K., Rajiv Gantha, R., Vijayaraghavan, K. and Sarma, V. 2010. Characterization and quality assessment of groundwater with special emphasis on irrigation utility: Thirumanimuttar sub-basin, Tamil Nadu, India, Arabian Journal of Geosciences 5(2), 245-258 p.

وبناءً على ما سبق، تم تقييم مدى ملائمة ووفقاً لهذه التصنيفات، فإن جودة المياه السطحية المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة لأغراض الري بناءً على (SAR, Na%, RSC, KI, PI, EC) عام. والجوفية في منطقة الدراسة مناسبة للري بشكل

جدول (17)

قيم (SAR, Na%, RSC, KI, PI) لعينات المياه السطحية والجوفية في منطقة الدراسة.

رقم العينة	EC	SAR	%Na	RSC	KI	PI
R1	1053	2.89	45.19	-3.89	0.82	65.94
R2	1090	2.88	44.73	-3.96	0.80	65.95
R3	1060	2.76	43.65	-3.99	0.77	65.07
Ch1	1160	2.87	44.01	-4.21	0.78	65.28
Ch2	1170	2.84	42.92	-4.70	0.74	63.19
L1	1186	2.93	43.55	-4.60	0.76	64.90
L2	1266	3.02	43.54	-4.89	0.76	64.77
L3	1129	2.84	43.40	-4.50	0.76	63.80
W1	2044	3.92	44.96	-8.76	0.80	59.49
W2	2089	4.21	46.11	-8.72	0.84	62.07
W3	2390	4.03	43.16	-10.83	0.74	58.17
W4	1890	3.42	41.28	-8.70	0.69	57.78
W5	1800	3.22	40.47	-8.04	0.67	58.27
W6	2060	3.89	43.53	-9.89	0.75	57.69
W7	1602	3.43	44.86	-6.01	0.80	63.58
W8	2076	3.58	40.93	-9.38	0.68	59.45
W9	2070	3.88	44.65	-8.58	0.78	60.79

المصدر: اعتماداً على النتائج المخبرية لتحاليل العينات للمياه السطحية والجوفية بتاريخ (2024/11/16)

أما صلاحية المياه لأغراض الزراعة بحسب تصنيف Todd (2007) فمن خلال مقارنة تحليل نتائج العينات للمياه السطحية والجوفية في منطقة البحث على حسب الحدود المسموح بها للأملاح حسب تصنيف Todd (2007)، تبين ان المياه السطحية والمياه الجوفية في منطقة البحث تكون ملائمة لجميع أنواع المحاصيل ولجميع العينات كما هو موضح في جدول (18)، (19)، (20).

جدول (18) التحملات النسبية للمحاصيل الزراعية لتركيز الاملاح حسب تصنيف Todd (2007).

المحاصيل	تحمل منخفض للملوحة محاصيل التوصيلية الكهربائية.	تحمل متوسط للملوحة محاصيل التوصيلية الكهربائية.	محاصيل عالية الملوحة محاصيل تحمل التوصيلية الكهربائية.
محاصيل الفاكهة	0-3000 ليمون، برتقال، مشمش، تفاح، إجاص، خوخ.	3000-4000 زيتون، شمام، تين، رمان.	4000-10000 نخيل التمر.
محاصيل الخضراوات	3000-4000 فاصوليا خضراء، كرفس، فجل.	4000-10000 خيار، جزر، بصل، طماطم، خس، بطاطس.	10000-12000 سبانخ، بنجر.
محاصيل حقلية	4000-6000 فاصوليا خضراء	6000-10000 دوار الشمس، كتان، أرز، ذرة.	10000-16000 قطن، بنجر سكري، حبوب الشعير.

Source: Todd, D. K. 2007. Groundwater hydrology third edition, John Wiley and Sons, Third Reprint. Inc. India. 535p.

جدول (19) صلاحية (المياه السطحية) في منطقة الدراسة للزراعة حسب تصنيف Todd (2007).

العينات	تراكيز الاملاح للمياه السطحية	مدى ملائمة التراكيز الملحية في المياه للمحاصيل الزراعية
R1	737.1	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
R2	763	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
R3	742	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
Ch1	812	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
Ch2	819	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
L1	830	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
L2	886	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
L3	790	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل

المصدر: نتائج العينات لمنطقة الدراسة، وبالاعتماد على تصنيف Todd (2007).

جدول (20) صلاحية (المياه الجوفية) في منطقة الدراسة للزراعة حسب تصنيف Todd (2007).

العينات	تراكيز الاملاح للمياه الجوفية	مدى ملائمة التراكيز الملحية في المياه للمحاصيل الزراعية
W1	1430.8	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
W2	1462.3	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
W3	1673	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
W4	1323	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
W5	1260	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
W6	1442	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
W7	1121.4	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
W8	1453.2	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل
W9	1449	ملائمة لجميع أنواع المحاصيل

المصدر: نتائج العينات لمنطقة الدراسة، وبالاعتماد على تصنيف Todd (2007).

المياه السطحية والجوفية لقضاء الحبانية لأغراض الشرب، ولحساب نموذج مؤشر جودة المياه (WQI) تم استخدام المعايير الخاصة لأغراض الشرب وفقاً لتوصيات معايير منظمة الصحة العالمية (WHO, 2022).

وبعد تطبيق المعادلة لاستخراج قيم HWQI إذ بينت النتائج ان العينات للمياه السطحية (L2,L3,Ch1) ضمن صنف المياه الممتازة جدول (21) و جدول (22)، أما باقي العينات للمياه السطحية كانت ضمن المياه الجيدة، وتُعتبر مياه جيدة وذلك لأن قيمة مؤشر جودة المياه لا تتجاوز الحد المسموح 100 كما في جدول (23)، أما بالنسبة للمياه الجوفية فأن جميع عينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة كانت ضمن تصنيف المياه الجيدة، كما هو موضح في جدول (24).

وقد تضمن حساب مؤشر تقييم المياه (WQI) عدة خطوات، ففي الخطوة الأولى تم تحديد وزن لكل معلمة من المعلمات التسعة المستخدمة (المواد الصلبة الذائبة، الرقم الهيدروجيني، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والكلوريدات، والكبريتات، والنترات)، ولحساب الوزن النسبي (Wi) باستخدام المعادلة التالية:

$$W_i = \frac{K}{S_i}$$

إذ إن:

S_i = المعيار الموصى به وقيمة كل معلمة.

K = ثابت النسبة، ويمكن حسابه باستخدام

المعادلة التالية:

$$K = \frac{1}{\sum(\frac{1}{S_i})}$$

أما الخطوة الثانية، يعطى مقياس تقييم الجودة

2-3. تقييم نوعية المياه للاستهلاك البشري

باستخدام تقنية WQI:

إن معرفة نوعية المياه من الأمور المهمة والضرورية لقياس جودة المياه، ويعد مؤشر نوعية المياه من أكثر الأدوات ذات الفعالية لتوصيل المعلومات بخصوص جودة المياه، إذ إن مؤشر نوعية المياه يعرف بأنه مدى ملائمة وصلاحيته تلك المياه للاستخدامات المختلفة وأهمها مياه الشرب، ومؤشر جودة المياه يقوم بحساب قيمة رقمية موحدة تتراوح هذه القيمة على مقياس (0-100) إذ إن القيمة (100) تمثل جودة عالية للمياه، ولغرض تحقيق نتيجة عالية يجب أن تتوافق نتائج عينات المياه مع معايير جودة المياه بشكل كامل⁽¹⁾.

وتهدف هذه الطريقة من حساب مؤشر جودة المياه الى توضيح الحكم على نوع المياه المدروسة من خلال تحويل الكميات الهائلة من البيانات المعقدة الى معلومات مفهومة وسهلة، إذ إن مؤشر جودة المياه اساسياً لتحديد نوع المياه وذلك لأنه يوضح فكرة عامة من المشاكل المحتملة للمياه في أي منطقة⁽²⁾.

وفي هذه الدراسة تم استخدام المعلمات الكيميائية: المواد الصلبة الذائبة (TDS)، والرقم الهيدروجيني (pH)، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والكلوريدات، والكبريتات، والنترات، لغرض تقييم مدى ملائمة

(1) كمال إبراهيم رشيد سفر الكاكتي، نمذجة مؤشرات نوعية المياه الجوفية WQI في مدينة أربيل، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل، 2024، ص 143

(2) Mahmood Hafedh Dheyab al-Kubaisi, hydro-chemical facies description to assess the water quality of habbaniya lake, iraq, Iraqi geological journal, 2020, 53(2f), p104-105

ولحساب مؤشر تقييم جودة المياه (WQI)، يتم استخدام المعايير الدولية للوحدات (SI) أولاً لكل معامل، كما موضح في جدول (21)، وبعد ذلك يستخدم مؤشر جودة المياه (WQI) بالمعادلة التالية:

$$Sli = Wi \times qi$$

$$HWQI = \sum_{i=1}^n Sli$$

(qi) لكل معلمة من خلال قسمة تركيزها لكل عينة مياه على القيمة المعيارية الخاصة بها، وضرب النتيجة في 100.
إذن:

$$qi = \text{تقييم الجودة}$$

C = تركيز كل معلمة كيميائية في كل عينة مياه بالملغم/ لتر

باستثناء الرقم الهيدروجيني (pH).⁽¹⁾

$$qi = \left\{ \frac{ci - c0}{si - c0} \right\} \times 100$$

جدول (21)

القيم الحسابية والمعيارية لكل معلمة حسب معايير منظمة الصحة العالمية (2022)

المعلمات	المعيار (Si) (WHO,2022)	Si /1	K	الوزن (Wi)
PH	6.5–8.5	0.1176	3.5137	0.413
TDS	1000	0.001		0.003
Ca ²⁺	75	0.013		0.046
Mg ²⁺	50	0.02		0.07
Na ⁺	200	0.005		0.017
K ⁺	10	0.1		0.35
Cl ⁻	250	0.004		0.014
SO ₄ ²⁻	250	0.004		0.014
No ₃ ⁻	50	0.02		0.07
المجموع		0.2846		1

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على معايير WHO,2022

(1) Sufyan Khairalla Al-Sumaidai, Hydrogeological Study for Euphrates Aquifer in Alkhasfa Area -West of Iraq, University of Baghdad, 2021, p86.

جدول (22)

تصنيف جودة المياه حسب نطاقات قيم مؤشر جودة الماء الصالح للشرب HWQI.

جودة المياه	قيمة مؤشر جودة المياه
مياه ممتازة	أقل من 50
مياه جيدة	50-100
مياه رديئة	100-200
مياه رديئة جداً	200-300
مياه غير مناسبة	300 فأكثر

Source: Vasanthavigar, et al. 2010. Characterization and quality assessment of groundwater with special emphasis on irrigation utility: Thirumanimuttar sub-basin, Tamil Nadu, India, Arabian Journal of Geosciences 5(2), 245-258 p.

جدول (23)

ملخص احصائي لنتائج عينات (المياه السطحية) HWQI في منطقة الدراسة.

رقم العينة	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	pH	TDS	HWQI
R1	80	28	118	2.10	117	235	11	7.90	737.1	53.24
R2	82	29	119	2.40	118	230	9.40	7.90	763	54.39
R3	77	32	114	2	114	235	0.12	8	742	55.62
L1	92	35	130	4	153	240	2.10	7.60	830.2	52.90
L2	99	36	138	3.30	173	250	0.60	7.01	886.2	36.33
L3	86	34	123	3.10	132	245	3.20	7.20	790.3	38.76
Ch1	84	32	122	2	132	243	2.70	7.61	812	46.28
Ch2	88	36	125	3.40	135	246	2.90	7.78	819	56.15

المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على نتائج عينات المياه السطحية لمنطقة الدراسة..

جدول (24) ملخص إحصائي لنتائج عينات (المياه الجوفية) HWQI في منطقة الدراسة.

رقم العينة	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	pH	TDS	HWQI
W1	157	51	221	8	270	462	5.70	7.20	1430.8	65.71
W2	163	53	242	6	287	475	1.80	7.30	1462.3	65.31
W3	177	74	253	12.3	313	520	2.60	7.10	1673	85.02
W4	134	67	194	5	249	401	0.10	7.50	1323	70.19
W5	126	64	178	4	233	385	3.60	7.60	1260	69.03
W6	167	61	231	9.2	293	465	0.80	7.3	1442	72.86
W7	108	46	169	4.1	197	355	5.90	7.2	1121.4	57.89
W8	162	69	216	5	287	443	1.30	7.2	1453.2	72.10
W9	139	65	221	11.1	286	438	7.30	7.4	1449	75.51

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نتائج عينات المياه الجوفية لمنطقة الدراسة

الاستنتاجات (Conclusions)

المياه السطحية لنهر الفرات وبحيرة الحبانية صالحة للشرب حسب معايير WHO (2022) والمواصفة العراقية (2009)، مع استثناء بعض المواقع مثل ناظم الورار ومدخل ووسط ومخرج البحيرة التي تجاوزت فيها العسرة الكلية الحد المسموح. بينما المياه الجوفية غير صالحة للشرب بسبب ارتفاع تراكيز الأملاح والعسرة والتوصيلية والكالسيوم. كل عينات المياه السطحية والجوفية ملائمة جداً لشرب الماشية والدواجن وفق تصنيفي (Altoviski, 1962) و (Ayers and Westcot, 1989)، ما عدا بئر W3 الذي يحتوي على تركيز أملاح مرتفع نسبياً. المياه السطحية صالحة لمعظم الصناعات مثل صناعة الورق، المطاط، ودباغة الجلود. المياه الجوفية غير مناسبة لجميع الصناعات بسبب تجاوزها الحدود المسموح بها للعديد من

العناصر. جميع عينات المياه السطحية والجوفية ملائمة جداً للبناء حسب تصنيف (Altoviski, 1962). حسب تصنيف Wilcox (1955): المياه السطحية مقبولة للري Na% و EC ضمن الحدود. بينما المياه الجوفية مقبولة في Na%، لكن بعض الآبار تُشك بصلاحيته بسبب ارتفاع EC. التصنيفات الأخرى (EC، SAR، Na%، RSC، KI، PI): جميع عينات المياه السطحية والجوفية مناسبة للري. حسب مؤشر جودة المياه (WQI) فان جميع العينات المياه السطحية ضمن تصنيف «مياه جيدة» باستثناء بعض العينات مثل L2، L3، Ch1 كانت «ممتازة». كما ان المياه الجوفية جميعها ضمن تصنيف «مياه جيدة» أيضاً.

وأخيراً يمكن القول بان مياه قضاء الحبانية (سطحية وجوفية) صالحة بشكل عام لمعظم الأغراض الزراعية والحيوانية، وصالحة للصناعة

المصادر الاجنبية:

- 1-World Health Organization (WHO), 2022. Guidelines for Drinking Water Quality, 4th ed., Geneva, 564p.
- 2-World Health Organization (WHO), 2022. Guidelines for Drinking Water Quality, 4th ed., Geneva, 564p.
- 3-Iraqi Standard (IQS), 2009.Iraqi standard of drinking water, No.417, modification No.2.
- 4-Altovisiki, M.E.1962. Hand book of hydro-geology. Geogelitzet, Moscow, USSR (In Russian),614p.
- 5-Ayers, R. S. and Westcot, D. W. 1989. Water quality for agriculture. irrigation and drainage paper 29, Rev. 1, FAO, Rome, Italy, 174 P.
- 6-Hem, J. D. 1991. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. USGS. Water Supply paper no. 2254,263 P.
- 7- L.V. Wilcox, Classification and use of irrigation waters, U.S. department agriculture, Circ. 969, Washington D.C.1955. p.19.
- 8- Singh, A. K., Mondal, G. C., Tewary, B. K. and Sinha, A. 2009.Major ion chemistry, solute acquisition processes and quality assessment of mine water in Damodar valley Coalfields, India, International mine water conference, Pretoria, South Africa, 267-276p.
- 9- College of Agricultural Sciences, 2002. Irrigation water quality, The Pennsylvania State University, USA.
- 10-Subramani, T. Elango, L. and Damodarasamy, S. R. 2005.Groundwater qual-

والبناء بدرجات متفاوتة، بينما المياه السطحية صالحة للشرب مع ضرورة المعالجة في بعض المواقع، والمياه الجوفية غير صالحة للشرب. تُعد هذه المياه ذات نوعية مناسبة لتعزيز التنمية المستدامة في المنطقة، بشرط اتباع استراتيجيات إدارة متكاملة للمياه.

المصادر العربية:

1. الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، المواصفات العراقية لمياه الشرب، 417.
2. كمال إبراهيم رشيد سفر الكاكي، نمذجة مؤشرات نوعية المياه الجوفية WQI في مدينة أربيل، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل، 2024، ص 143
3. محمد عطا الله محمد فياض الحمدي، & الأستاذ الدكتور عبد الباقي خميس حمادي الحمدي. (2025). تقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية وإمكانية استثمارها في قضاء العامرية/ محافظة الأنبار: تقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية وإمكانية استثمارها في قضاء العامرية/ محافظة الأنبار. مداد الآداب، 15(39)، 2023-2052.
4. بشرى أحمد عباس فر. (2024). تقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية في قضاء حلبجة شمال العراق. -Journal of Babylon Center for Humanities Studies, 14(4).
5. م. م. أسعد جواد كاظم السوداني. (2024). تقييم الوضع المائي لنهر الفرات شمال محافظة البصرة للمدة 2023-2024 م. Journal of Education College Wasit University, 57(2) , 221-236.

Alkhasfa Area -West of Iraq, University
of Baghdad, 2021, p86

- ity and its suitability for drinking and agricultural use in Chithar River Basin, Tamil Nadu, India, *Environmental Geology*:47,1099-1110 p.
- 11-Todd, D. K. 2007. *Groundwater hydrology* third edition, John Wiley and Sons, Third Reprint. Inc. India. 535p.
- 12-Turgeon, A. J. 2000. *Irrigation Water Quality*, College of Agricultural sciences, The Pennsylvania State University, USA.
- 13-Van Hoorn, J. W. 1970. Quality of irrigation water, limits of use and prediction of long-term effects, In: *Salinity Seminar*, Baghdad, Irrigation and Drainage Paper 7. FAO, Rome, 117-135 p.
- 14-Kelley, W. P. 1951. *Alkali soils-their formation properties and reclamation*, Reinhold Publishing Corp., New York.
- 15-Nagaraju, A., Suresh, S., Killham, K. and Hudson-Edwards, K.2006. *Hydrogeochemistry of waters of Mangampeta barite mining area, Cuddapah Basin*,
- 16-Vasanthavigar, M., Srinivasamoorthy, K., Rajiv Gantha, R., Vijayaraghavan, K. and Sarma, V. 2010. Characterization and quality assessment of groundwater with special emphasis on irrigation utility: Thirumanimuttar sub-basin, Tamil Nadu, India, *Arabian Journal of Geosciences* 5(2), 245-258 p. Andhra Pradesh, India, *Turkish Journal of Engineering and Environment Science*, Vol. 30 (4), 203-219p.
- 18-Mahmood Hafedh Dheyab Al-Kubaisi, hydrochemical facies description to assess the water quality of habbaniya lake, iraq, *Iraqi geological journal*, 2020, 53(2f), p104-105
- 19- Sufyan Khairalla Al-Sumaidai, *Hydrogeological Study for Euphrates Aquifer in*

