مجلة جامعة بني وليد للعلوم الإنسانية والتطبيقية
Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences
تصدر عن– جامعة بني وليد – ليبيا
Website:https://jhas-bwu.com/index.php/bwjhas/index
المجلد العاشر ـ العدد الثاني ـ 2025 ـ الصفحات (267–278)
ISSN3005-3900

تقييم جودة مياه الري لبعض الآبار في منطقة وادي زمزم ـ ليبيا

أ. محمد حسن اطبيقة [1*]، أ. السعداوي حسين عبدالسلام 2، أ. سعاد مفتاح أحمد
[1.2.3] قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة سرت، سرت، ليبيا.
moha.hossan@su.edu.ly

Evaluation of irrigation water quality for some wells in Valley Zamzam region – Libya

Mohammed Hasan Atbeeqah[1] , Saadawi Hassain Abdulsalam [2], Soad Moftah Ahmed [3]
Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, University of Sirte, Sirte, Libya [1.2.3]

تاريخ الاستلام: 06–03–2025 تاريخ القبول: 08–04–2025 تاريخ النشر: 28–04–2025

الملخص

أجريت هذه الدراسة بداية من شهر نوفمبر سنة 2024 إلى غاية شهر فبراير سنة 2025 لتقييم جودة مياه بعض الآبار المستخدمة في الري في منطقة وادي زمزم شمال ليبيا، التي تقع غرب مدينة سرت بمسافة 150 كيلومتر، وتبعد عن شاطئ البحر بمسافة 55 كيلو متر جنوباً. أخذت عينات مياه من 10 آبار تم اختيارها عشوائياً في منطقة الدراسة، لغرض تقييمها لأغراض الري. أجريت القياسات الفيزيائية والتحاليل الكيميائية بما فيها تقدير الأيونات الموجبة (Ca^{++}, Na^{+}, Mg^{++}, K^{+}) و الأيونات السالبة (Cl^{-}, HCo_3^{-}, So_4^{--})، وقياس التوصيل الكهربي (EC) ودرجة الحموضة (pH) والأملاح الكلية الذائبة (TDS) بالإضافة إلى تقدير بعض المؤشرات المحسوبة نظرياً والمستخدمة في تقييم مياه الري مثل: - (SAR, $AdjSAR$, %) (RSC, JR, $Mg.R$). بينت النتائج المتحصل عليها ومقارنتها بالمعايير القياسية أنمياه هذه الآبار ذات درجة ملوحة عالية (C_3) ومنخفضة الصودية (S_1)، حيث يؤدي الري بمثل هذه المياه إلى تدهور التربة، وتحتاج إلى إدارة خاصة ونظام صرف جيد، وزراعة نباتات مقاومة للملوحة.

الكلمات الدالة: جودة المياه، الملوحة ، أبار- الصودية، التوصيل الكهربائي.

Abstract

A study was conducted from November 2024 to February 2025 to evaluate the water quality of some wells used for irrigation in the Zamzam Valley area in northern Libya, which is located 150 km west of Sirte and 55 km south of the seashore. Water samples were taken from 10 randomly selected wells in the study area, for evaluation for irrigation purposes. Physical measurements and chemical analyses, including the determination of positive ions, were performed (Ca^{++}, Na^{+}, Mg^{++}, K^{+}) and negative ions (Cl^{-}, HCo_3^{-}, So_4^{--}), and measuring electrical conductivity (EC), the hydrogen exponent (pH), and total dissolved solids (TDS), in addition to estimating some theoretically calculated indicators used in evaluating irrigation water, such as: (%SAR, AdjSAR, RSC, JR, Mg.R). The results obtained and compared with the standard criteria showed that the water of these wells has a high degree of salinity (C_3) and low in sodium (S_1), irrigation with such water leads to soil degradation, and requires special management, a good drainage system, and the cultivation of salt-resistant plants.

Keywords: Water quality, salinity, sodicity, electrical conductivity.

المقدمة:

يُعدّ الماء موردًا طبيعيًا أساسيًا لا يمكن الاستغناء عنه، إذ يُغذّي مختلف مظاهر الحياة والنظم البيئية على سطح الأرض. وتكتسب مسألة توافر موارد المياه وإدارتها أهمية خاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، مثل ليبيا، نظرًا لانعكاساتها المباشرة على قطاعات حيوية متعددة، تشمل الزراعة، والصناعة، والاستخدام المنزلي، فضلًا عن البيئة (Zurqani, H. A، 2025). ورغم أن المياه الجوفية العذبة تُشكّل ما نسبته 0.6% فقط من إجمالي الموارد المائية على سطح الأرض (السلاوي، 1986). فإنها تمثل المصدر الرئيسي للمياه في ليبيا، التي تُعد من الدول الفقيرة مائيًا من حيث الموارد المتجددة.

تتميز معظم الأراضي الليبية بكونها إما قاحلة أو شبه قاحلة، وقد أدى الاعتماد المكثف على المياه الجوفية لتلبية الطلب المتزايد إلى استنزاف هذا المورد الحيوي بشكل مفرط (Shaki, A. A., and Adeloye, A. J.، 2006). وتشير التقديرات إلى أن نصيب الفرد من المياه في ليبيا يقلّ عن 10% من المتوسط العالمي، في ظل ارتفاع متوقع للطلب على المياه مدفوعًا بالنمو السكاني والاقتصادي والعمراني. كما أن استخدام المياه سيتأثر بعوامل متعددة، مثل المشاريع التنموية، والاضطرابات الأمنية، وتغير المناخ، ومتطلبات الأمن الغذائي، وازدياد الحاجة إلى إنتاج المحاصيل، خاصة في الشمال الليبي حيث يتركز معظم السكان ويُستمدّ 97% من إجمالي استهلاك المياه في البلاد من المياه الجوفية. وتُعدّ الينابيع، وآبار المياه المحلية، ومشروع النهر الصناعي العظيم (GMMRP) مصادر المياه الجوفية المستخدمة في إمدادات المياه الحضرية (Hamad, S., and Fensham, R.، 2025).

ومع تزايد الضغوط على هذا المورد، بات تلوث المياه الجوفية يمثل تحديًا خطيرًا. ويُعرف تلوث المياه على أنه تدهور في نوعيتها نتيجة دخول مواد غريبة تحدّ من صلاحيتها للاستخدام، وقد تُسبب ضررًا بالكائنات الحية (سالم، القصبي، 2015).

تُعدّ المياه الجوفية موردًا حيويًا لتوفير مياه الشرب، والري، والصناعات المختلفة، لكن طبيعتها الخفية تجعل من الصعب رصد تلوثها في الوقت المناسب. ويتطلب اكتشاف هذا التلوث معالجته بتقنيات متقدمة تتسم بارتفاع تكلفتها (سلوى،2017). كما أن العمليات الهيدرولوجية والجيولوجية والكيميائية، مثل التجوية، والتبادل الأيوني، وذوبان المعادن، وتفاعلات الأكسدة والاختزال، تؤثر جميعها على التفاعلات بين المياه الجوفية وصخور الطبقة الحاملة، ومن ثم على جودة المياه. لذا، يُعدّ التقييم المستمر لجودة المياه الجوفية أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق الإدارة المستدامة للموارد المائية في البيئات الجافة وشبه الجافة (Batarseh, Mufeed, et al.، 2021).

في السياق ذاته، يُعدّ تقييم جودة مياه الري عاملًا محوريًا في تخطيط الإدارة طويلة الأمد للمحاصيل الحقلية، حيث تؤدي الموصلية الكهربائية العالية (ECw) إلى صعوبة امتصاص النبات للماء نتيجة المنافسة مع الأيونات في محلول التربة (Bauder, Troy Allen, et al.، 2011). وتُعدّ مواصفات جودة مياه الري من أبرز المواضيع البحثية على الصعيد الدولي، إذ وضع دليل وزارة الزراعة الأمريكية (USDA, 1954) معايير رئيسية تشمل: قيمة التوصيل الكهربائي (EC) ونسبة الصوديوم المدمص (SAR) وتركيز البورون (B) والبيكربونات (HCO). (Richards، 1954)، كما تبنّت منظمة الأغذية والزراعة (FAO)تصنيفات تعتمد هذه المؤشرات نظرًا لتأثيرها المباشر على نمو النبات ونفاذية التربة، بالإضافة إلى تراكيز عناصر مثل الكلور، والنترات، والصوديوم.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم جودة مياه الآبار من خلال تحليل الخواص الكيميائية المختلفة، ومدى مطابقتها للمعايير العالمية الخاصة بجودة مياه الري. وستُسهم نتائج الدراسة في تقديم فهم أعمق لحالة المياه الجوفية في منطقة الدراسة، وقد تُساعد في اعتماد استراتيجيات إدارة فعالة لموارد المياه في مناطق أخرى تعاني ظروفًا مشابهة.

الدراسات السابقة:

أظهرت دراسة (**El-Dars, F. M.، 2005**) أن الأنشطة الزراعية تُعد العامل الأبرز في تدهور جودة المياه في المناطق القريبة من الأراضي الزراعية، حيث لوحظ ارتفاع في محتوى المواد الصلبة الذائبة والتوصيل الكهربائي. بينما أشارت (**Hamza, N. H ،2012**) إلى أن المياه المصنفة ضمن الفئة C_3-S_1 تتسم بارتفاع ملوحتها وانخفاض صوديتها، مما يجعلها مناسبة للري في معظم أنواع التربة دون خطر كبير من تراكم الصوديوم.

وفي ذات الإطار، أوضح (**Al-Badaii, F., Shuhaimi-Othman, M., and Gasim, M. B ،2013**) في دراسة لهم أن تدهور جودة مياه الأنهار مرتبط بالأنشطة الصناعية والزراعية وتربية المواشي والتآكل، مما يجعل استخدامها للري ممكنًا بشروط، ولكنه يتطلب معالجة مكثفة للاستخدام المنزلي. كما بيّنت دراسة (**El Alfy, Mohamed, et al. ،2015**) أن التركيب الجيولوجي، والتبادل الأيوني، والتجوية، والذوبان، تُعدّ من أبرز العوامل المؤثرة في كيمياء المياه الجوفية.

وقد توصل (**Barik, R., and Pattanayak, S. K. ،2019**) في دراسة لهما إلى أن التركيب الصخري هو العامل المحدد في كيمياء المياه الجوفية، إذ وُصفت بأنها متوسطة الملوحة ومنخفضة الصودية، مما يسمح باستخدامها في بعض مواقع المدينة لري المساحات الخضراء رغم ندرة المياه السطحية. وأكدت دراسة (**Dimple, D., Rajput, J., Al-Ansari, N.,2022**)

and Elbeltagi, A) فعالية نماذج التعلم الآلي في التنبؤ بجودة المياه الجوفية بناءً على مؤشرات دورية قابلة للقياس، ما يُمكّن من تطوير استراتيجيات لاستخدام المياه منخفضة الجودة بجانب الموارد العذبة في المناطق الفقيرة مائيًا.
وأشار (**Islam, M.S. ،2023**) إلى أن تقييم جودة مياه الري يُعد أمرًا بالغ التعقيد، بسبب خضوع التأثيرات السلبية لمجموعة من العوامل المتداخلة، مثل خصائص التربة، والمناخ المحلي، ونوع المحاصيل، وممارسات إدارة المزارع، وهو ما يجعل من الصعب الاعتماد على مؤشر واحد للتقييم.
وأخيرًا، أظهرت دراسة (2023، Fuentes-Rivas, R. M., et al.) أن التركيب الكيميائي للمياه في الطبقات الجوفية الضحلة يتأثر بثلاث عمليات جيوكيميائية رئيسية: التجوية السيليكاتية، والتجوية الألبيتية، والتبادل الأيوني العكسي. وتُعد هذه العمليات محددًا رئيسيًا في جودة المياه الجوفية من خلال تأثيرها على نسب الأيونات الذائبة، ما يعكس تفاعلات معقدة بين المياه والصخور ضمن النظام الجوفي.

منطقة البحث

أجريت الدراسة على مجموعة من الآبار الجوفية تقع في منطقة وادي زمزم غرب مدينة سرت بمسافة 150 كيلومتر. هذه المنطقة تقع بين خطي طول "15.01°" و "15.14°" شرقاً، ودائرتي عرض "31.07°" و "31.21°" شمالاً. يحدها من الشمال البحر الأبيض المتوسط ومن الجنوب الصحراء. ترتفع هذه المنطقة عن سطح البحر بمعدل يتراوح بين30 و80متراً،ومناخها يتبع مناخ البحر المتوسط، حيث ترتفع الحرارة في فصل الصيف وتعتدل خلال فصلي الربيع والخريف وتنخفض في فصل الشتاء، ويبلغ متوسط درجات الحرارة حوالي "26"م^0، ومعدل سقوط الأمطار حوالي "182.2"ملم في السنة.

مواد وطرائق البحث

تم اختيار عشرة مواقع مختلفة للدراسة. تم جمع عينات مياه الري من 10 آبار موزعة على هذه المواقع. بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد مواقع هذه الآبار وأعماقها كما هو موضح في الجدول (1).

جدول رقم (1) الموقع الجغرافي لآبار منطقة وادي زمزم.

رقم البئر	عمق البئر بالمتر	خط الطول	خط العرض
Well 1	**40**	15°14′05″E	31°21′08″N
Well 2	**57**	15°14′21″E	31°18′47″N
Well 3	**72**	15°09′.17″E	31°13′.48″N
Well 4	**89**	15°05′56″E	31°07′19″N
Well 5	**79**	15°05′33″E	31°12′02″N
Well 6	**46**	15°14′51″E	31°20′02″N
Well 7	**85**	15°06′.12″E	31°09′.31″N
Well 8	**62**	15°11′17″E	31°16′49″N
Well 9	**66**	15°10′.22″E	31°15′.39″N
Well 10	**87**	15°01′.00″E	31°10′.21″N

تم أخذ عينات المياه من البئر بعد تشغيل المضخة لمدة 15 دقيقة، وذلك بهدف التخلص من المياه الراكدة في الأنابيب وضمان تمثيل العينة لمصدر المياه الفعلي. جُمعت العينات في قناني زجاجية نظيفة بسعة 1 لتر، ثم نُقلت إلى المختبر وحُفظت في الثلاجة عند درجة حرارة 4.0°م للحفاظ على خصائصها الكيميائية.
ولتقييم جودة هذه المياه لأغراض الري، أُجريت مجموعة من التحاليل الكيميائية وفقاً للطرق القياسية المعتمدة كما وردت في (**Hesse, 1971**). شملت هذه التحاليل تقدير الأس الهيدروجيني ودرجة التوصيل الكهربائي، بالإضافة إلى قياس تراكيز الأيونات الذائبة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم والكلوريد والكربونات والبيكربونات والكبريتات. كما تم استخدام عدد من المؤشرات الحسابية لتقييم مدى صلاحية المياه للري، من بينها نسبة الصوديوم المدمص (SAR)، والتي تم حسابها باستخدام المعادلة الواردة في (**Richards, 1954**).

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2}+Mg^{+2}}{2}}} \qquad (1)$$

ونسبة الصوديوم الذائب حسب ما ورد عن (**Todd, 1980**). كما في المعادلة

$$SSP = \frac{Na^+}{Ca^{+2}+Mg^{+2}+Na^+ + K^+} \text{ X } 100 \qquad (2)$$

ونسبة الماغنيسيوم كما في المعادلة حسب ما وردعن (**Raghunath, 1987**).

$$Mg(\%) = \frac{Mg^{+2}}{Ca^{+2} + Mg^{+2}} \text{ X } 100 \qquad (3)$$

كذلك تم تقدير كربونات الصوديوم المتبقية RSC باستخدام معادلة (**Eaton, 1950**).

$$RSC = (CO^{-2}_3 + HCO^{-}_3) - (Ca^{+2} + Mg^{+2}) \text{ meq / l} \qquad (4)$$

بالإضافة إلى تقدير نسبة جونز حسب المعادلة كما ورد عن (**عبدالعزيز، عبدالرزاق مصباح، عبدالسلام وناصر مولود، 2020**).

$$JR = \left(\frac{Na^{+}}{Cl-}\right) \qquad (5)$$

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

نفذت التجربة باستخدام التصميم العشوائي التام بثلاث مكررات، وأجريت عمليات التحليل الإحصائي لكافة الصفات التي شملتها الدراسة بعد جدولتها إحصائياً باستخدام برنامج Gnestat.7، والمقارنة بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي "LSD" عند مستوى معنوية 5%.(**Gomez و Gomez، 1984**).

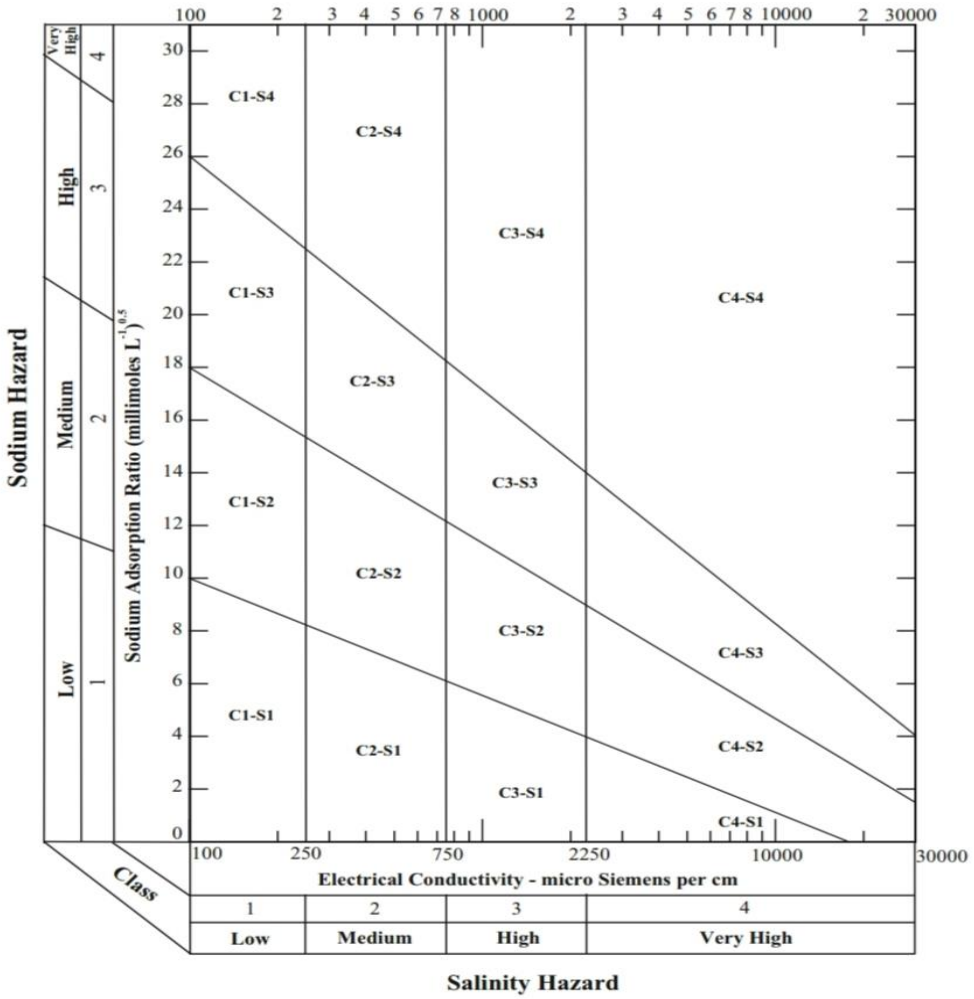

Fig. 5.1 Diagram for the classification of irrigation waters (USSL Staff 1954; modified by Shahid and Mahmoudi 2014)

الشكل (1): - مخطط مختبر الملوحة الأمريكي لتصنيف مياه الري- تبعا للتركيز الكلي للأملاح "EC" و نسبة الصوديوم المدمص "SAR" (**Richards, 1954**).

جدول (2): - تقييم معمل الملوحة الأمريكي لمياه الري على أساس قيمة SAR(**Richards, 1954**).

صنف الماء	SAR	المواصفات
قليل الصوديوم	0<SAR<10	S_1 يمكن استخدامه للري على معظم الأراضي مع ملاحظة ظهور قليل من مستويات الصوديوم الضارة.
متوسط الصوديوم	10<SAR<18	S_2 من المحتمل أن يسبب خطورة للصوديوم في الأراضي الناعمة حيث تكون ظروف قليلة من الغسل و يمكن استخدامه في الأراضي الخشنة القوام ذات النفاذية العالية.
عالي الصوديوم	18<SAR<26	S_3 ربما تنتج عنه خطورة الصوديوم و يحتاج إلى إدارة تربة خاصة (صرف جيد. غسيل على استخدام مصلحات كيماوية جبس زراعي).
عالي الصوديوم جداً	26<SAR	S_4 عادة ما يكون غير صالح لأغراض الري.

جدول (3):- تصنيف حدود ملحية مياه الري (EC_{iw}) بوحدة ديسيمنز/متر (**Richards,1954**).

تصنيف"Ussl" Richards,1954		
التصنيف	**المدى dS/m**	**الدرجة**
منخفضة	اقل من 0.25	**C_1**
متوسطة	0.75 – 0.25	**C_2**
عالية	2.25 – 0.75	**C_3**
عالية جدا	أكبر من 2.25	**C_4**

جدول (4): - نظام الفاو لتقييم جودة المياه للري (**Ayers و Westcot، 1985, FAO**).

Potential Irrigation Problem				**Units**	**Degree of Restriction on Use**		
					Non	**Slight to Moderate**	**Severe**
Salinity (affects crop water Availability)							
	EC			dS/m	<0.7	0.7-3.0	>3.0
	(or)						
	TDS			mg/l	<450	450-2000	>2000
Infiltration (affects infiltration rate of water inter into the soil Evaluate using EC_w and SAR together)							
SAR	=0-3	And EC_W	=		<0.2	0.7-0.2	>0.7
	=3-6		=		<0.3	1.2-0.3	>1.2
	=6-12		=		<0.5	1.9-0.5	>1.9

	=12-20		=		<1.3	2.9-1.3	>2.9
	=20-40		=		<2.9	5.0-2.9	>5.0
Specific Ion Toxicity (affects sensitive crops)							
Sodium (Na)							
Surface irrigation				SAR	<3	3-9	>9
Sprinkler irrigation				meq/l	<3	>3	
Chloride (Cl)							
Surface irrigation				meq/l	<4	4-10	>10
Sprinkler irrigation				meq/l	<3	>3	
Boron (B)				mg/l	<0.7	0.7-3.0	>3.0
Miscellaneous Effects (affects sensitive crops)							
Nitrogen (NO_3-N)				mg/l	<5	5-30	>30
Bicarbonate (HCO_3)							
(overhead sprinkling only)				meq/l	<1.5	1.5-8.5	>8.5
pH					**Normal Range 6.5-8.4**		

النتائج والمناقشة

أفادت القياسات الكيميائية والمؤشرات الحسابية لعينات المياه بشكل عام أن مياه الآبار متباينة القيم كما هو موضح في الجداول (5،6).

الجدول (5) الخصائص الكيميائية لمياه الآبار بمنطقة وادي زمزم.

رقم البئر	pH	EC	TDS	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	HCo_3^{-}	So_4^{-2}
		ds/m	mg/l	meq/l						
1	7.16	2.17	1388.8	4.62	4.54	12.21	0.24	12.46	5.28	3.87
2	7.21	2.05	1312	4.36	4.2	11.63	0.22	11.64	5.04	3.73
3	7.22	1.83	1171.2	3.95	3.61	10.48	0.17	10.24	4.72	3.25
4	7.26	1.62	1036.8	3.5	3.07	9.42	0.11	8.88	4.43	2.8
5	7.19	1.79	1145.6	3.89	3.5	10.26	0.16	9.95	4.68	3.18
6	7.18	2.13	1363.2	4.56	4.44	11.99	0.22	12.13	5.25	3.83
7	7.24	1.69	1081.6	3.69	3.24	9.75	0.13	9.28	4.59	2.94
8	7.19	1.93	1235.2	4.15	3.83	11.03	0.2	11.02	4.82	3.37
9	7.23	1.85	1184	3.99	3.66	10.6	0.18	10.43	4.72	3.26
10	7.21	1.7	1088	3.71	3.26	9.8	0.14	9.42	4.51	2.98
Min	7.16	1.62	1036.8	3.5	3.07	9.42	0.11	8.88	4.43	2.8
Max	7.26	2.17	1388.8	4.62	4.54	12.21	0.24	12.46	5.28	3.87
AVER	7.20	1.87	1200.6	4.042	3.735	10.71	0.17	10.545	4.804	3.32

الجدول (6): - المؤشرات الحسابية لجودة مياه الآبار بمنطقة وادي زمزم.

رقم البئر	SAR	Adj SAR	R.S.C	SSP	JR	Mg.R
				(%)		(%)
1	5.70	14.26	-3.88	56.50	0.97	49.56
2	5.62	13.49	-3.52	56.98	0.99	49.06
3	5.39	12.93	-2.84	57.55	1.02	47.75
4	5.19	12.47	-2.14	58.50	1.06	46.72
5	5.33	12.81	-2.71	57.60	1.03	47.36
6	5.65	14.13	-3.75	56.52	0.98	49.33
7	5.23	12.57	-2.34	58.00	1.05	46.75
8	5.52	13.25	-3.16	57.41	1.00	47.99
9	5.41	13.00	-2.93	57.51	1.01	47.84
10	5.249	12.59	-2.46	57.95	1.04	46.77
Min	5.19	12.47	-3.88	56.50	0.97	46.72
Max	5.70	14.26	-2.14	58.50	1.06	49.56
AVER	5.43	13.15	-2.97	57.45	1.01	47.91

تحليل جودة مياه الآبار ومدى ملاءمتها للري في منطقة الدراسة

تم تحليل الخصائص الكيميائية لمياه الآبار في منطقة الدراسة، وتمت مناقشة النتائج بناءً على المعايير المعتمدة دولياً لتقييم مدى صلاحيتها لأغراض الري، وذلك على النحو التالي:

الأس الهيدروجيني (pH_{iw}):

أظهرت النتائج في **الجدول (5)** أن قيم الأس الهيدروجيني (pH_{iw}) تراوحت بين 7.16 و7.26، بمتوسط عام 7.20، مما يصنف المياه كقلوية خفيفة. تتوافق هذه القيم مع النطاق المقبول الذي حددته منظمة الأغذية والزراعة **(FAO)** والذي أشار له **(Westcot, Ayers, (1985)** والذي يتراوح بين 6.5 و8.5. ويعكس ذلك وجود كميات مناسبة من البيكربونات الذائبة(HCO_3^-) ، ما يجعل المياه آمنة للاستخدام في الري دون تأثيرات سلبية على النباتات أو التربة.

التوصيل الكهربائي (EC_{iw}):

تراوحت قيم التوصيل الكهربائي (EC_{iw}) بين 1.62 و2.17 ديسيمنز/م، بمتوسط 1.87 ديسيمنز/م كما هو مبين **بالجدول (5)**. ووفقاً لتصنيف**FAO (1994)**، فإن هذه المياه تُعد ضمن فئة المياه جيدة الملوحة الصالحة للري (0.7–3.0 ديسيمنز/م). ووفقاً لتصنيف **معهد الملوحة الأمريكي (Richards, 1954)**، فإن القيم تقع ضمن النطاق المرتفع نسبياً (0.75–2.25 ديسيمنز/م)، مما يستدعي اعتماد استراتيجيات إدارة فعالة عند استخدامها في الري.

نسبة جونز:(JR)

أظهرت نتائج **الجدول (6)** أن قيمة JR تراوحت بين 0.97 و1.06، بمتوسط 1.01، وهي أعلى من 0.86، مما يشير إلى أن الأملاح الذائبة في المياه تعود إلى مصادر جيولوجية، وليست نتيجة لتداخل مياه **(عبد العزيز، عبدالرزاق مصباح، عبدالسلام وناصر مولود، 2020)**.

الكاتيونات:

أظهرت التحاليل في **الجدول (5)**، أن تركيز الكالسيوم الذائب تراوح بين 3.5 و4.62 مليمكافئ/لتر بمتوسط 4.04 مليمكافئ/لتر، وهي ضمن المدى الطبيعي المقبول (0–20 مليمكافئ/لتر) وفق **Westcot, Ayers، (1994).** أما الماغنيسيوم فقد تراوح بين 3.07 و4.54 مليمكافئ/لتر بمتوسط 3.73 مليمكافئ/لتر، وهي أيضاً ضمن النطاق الموصى به حسب دراسات سابقة مثل تلك التي أشارت إليها كتب **Ogunfowokan وآخرون، (2013) نقلاً عن Kashuta, Shahinasi، (2008)**. أما البوتاسيوم، فتراوحت قيمته بين 0.11 و0.24 مليمكافئ/لتر بمتوسط 0.17، وهو ضمن النطاق الطبيعي (0–20 مليمكافئ/لتر) حسب **منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2006)**، بالنسبة للصوديوم، تراوحت القيم بين 9.42 و12.21 مليمكافئ/لتر بمتوسط 10.71، وهو أيضاً يقع ضمن النطاق المسموح به (0–40 مليمكافئ/لتر) وفق **Westcot, Ayers، (1994).** يمكن اعتبار أن هذه المياه تتوافق مع المدى المقبول لتركيز الصوديوم، خاصةً إذا أخذنا بنظر الاعتبار المتوسط العام لتركيز الصوديوم البالغ "10.71" مليمكافئ/لتر. الزيادة في تركيز الصوديوم قد تعزى

إلى عوامل عدة مثل التداخل مع مياه البحر في المناطق غير المرتفعة عن سطح البحر، أو تكوينات جيولوجية خاصة بالصخور الموجودة في المنطقة.

الأنيونات:

أظهرت النتائج في **الجدول (5)**، أن تركيز الكلوريد الذائب تراوح بين 8.88 و12.46 مليمكافئ/لتر، بمتوسط 10.54مليمكافئ/لتر، وهي أقل من الحد الأقصى للمدى المسموح به (0-30 مليمكافئ/لتر) وفقا لتقرير **منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2006)**. قد يكون الارتفاع في تركيز أيونات الكلوريد الذائب فوق الحد المسموح به في مياه الري ناتجًا عن تسرب مياه البحر أو ارتفاع درجات الحرارة وعمليات البخر. أما الكبريتات، فتراوحت بين 2.8 و3.87 مليمكافئ/لتر، بمتوسط 3.32 مليمكافئ/لتر، وبالرجوع إلى ما ورد عن **منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2006)** والتي ذكرت أن المدى الطبيعي لتركيز أيون الكبريتات الذائب في مياه الري في المعدل (0-20) مليمكافئ/لتر، وبالتالي فإن مياه هذه الآبار لم تتجاوز المدى المسموح به من أيون الكبريتات في مياه الري. **(درياق، 2017)**. أوضحت النتائج في **الجدول (5)**، أن تركيز أيون البيكربونات الذائب في مياه الآبار في المدى "4.43–5.28" مليمكافئ/لتر بمتوسط عام "4.80" مليمكافئ/لتر. هذه القيم تدخل ضمن المدى الطبيعي المعتاد لتركيز أيونات البيكربونات في مياه الري، والذي يتراوح عادةً بين"0-10" مليمكافئ/لتر، كما يُشير إليها لعديد من الدراسات مثل دراسات **(Kashuta, Shahinasi، 2008) و (Harivandi, 1992)**.

المؤشرات الحسابية لجودة المياه:

نسبة امتصاص الصوديوم:(SAR)

تراوحت بين 5.19 و5.70، بمتوسط 5.43، وتُعد ضمن المستوى المنخفض إلى المتوسط حسب تصنيف **مختبر وزارة الزراعة الأمريكي (Richards، 1954)**، مما يشير إلى جودة مقبولة للمياه في هذا المؤشر. وتظهر النتائج أيضًا أن جميع قيم SAR للمياه تقل عن "10"، مما يجعلها مياه ممتازة ومنخفضة التأثير على التربة والمحاصيل، وفقًا لدراسة **خليل، (1998)**.

كربونات الصوديوم المتبقية:(RSC)

من خلال النتائج المدونة في **الجدول (6)** فإن قيم كربونات الصوديوم المتبقية "RSC" لمياه الآبار جميعها كانت ذات قيمة سالبة (بين -2.14 و-3.88)، أي أقل من 1.5 مليمكافئ/لتر، وحسب التصنيف الذي يشير بأن المياه يمكن استخدامها للري عندما تكون قيمة كربونات الصوديوم المتبقية "RSC" أقل من "1.5" مليمكافئ/لتر، مما يشير إلى صلاحية هذه المياه للري وفق المعايير المعتمدة.

النسبة المئوية للصوديوم الذائب:(SSP)

أوضحت النتائج المدونة في **الجدول (6)** أن نسبة تركيز النسبة المئوية للصوديوم الذائب (SSP%) في مياه الآبار تراوحت بين 56.50% و58.50% بمتوسط 57.45%، وهي أقل من الحد الأعلى المسموح به (60%) حسب دراسة (**MamRasoul, 2000**). مما يؤكد ملاءمة هذه المياه للاستخدام الزراعي.

نسبة الصوديوم المعدلة:(AdjSAR)

تشير النتائج المتحصل عليها في **الجدول (6)** إلى أن قيم "AdjSAR" لهذه الآبار تراوحت بين 12.47 و14.26 بمتوسط 13.15، وفقًا لتصنيف **Westcot, Ayers، (1994)**، فإن قيم نسبة الصوديوم المعدلة "AdjSAR" في هذا المدى تعتبر غير صالحة للري، لأنها تتجاوز قيمة 9. وهذا يشير إلى احتمالية تراكم الصوديوم وتأثيره السلبي على التربة والمحاصيل. وكقاعدة عامة، تكون قيمة "AdjSAR" بمياه الري الحاوية على كميات معتبرة من البيكربونات أكبر قيمة من SAR الاعتيادية، نظراً لأن قيمة "AdjSAR" تأخذ بعين الاعتبار احتمالات ترسيب جزء من Mg, Ca في مياه الري، فقد يوصى باستخدامها كدليل على خطورة الصوديوم في مياه الري.

الأملاح الكلية الذائبة:(TDS)

أوضحت النتائج المدونة في **الجدول (5)** أن قيم تركيز الأملاح الذائبة الكلية "T.D.S" تتراوح ما بين 1036.8 و1388.8 ملغم/لتر بمتوسط 1200.6 ملغم/لتر، وهي أقل من الحد الأقصى المسموح به (2000 ملغم/لتر) **منظمة الأغذية والزراعة "FAO"**، مما يجعل المياه مناسبة للري.

مؤشر خطر الماغنيسيوم Mg.R:

أوضحت النتائج المدونة في **الجدول (6)**، أن نسبة الماغنيسيوم في مياه الآبار تتراوح بين 46.72% و49.56% بمتوسط 47.91%، وهي أقل من الحد الحرج (60%)، مما يدل على عدم وجود خطر مباشر من تركيز الماغنيسيوم على جودة التربة والإنتاج النباتي، وتشير الدراسات العلمية إلى أن التركيزات التي تتجاوز 50-60% من الماغنيسيوم في مياه الري قد تكون ضارة بالنباتات. (**Kovda,1973**).

تصنيف جودة مياه الآبار بمنطقة وادي زمزم لأغراض الري

تم تصنيف جودة مياه الآبار بمنطقة وادي زمزم استنادًا إلى المعايير القياسية لتقييم المياه الجوفية للري، وخاصة بناءً على مؤشري درجة التوصيل الكهربائي (EC_{iw}) ونسبة الصوديوم المدمص .(SAR) وبحسب تصنيف **معمل الملوحة الأمريكي USSL(1954)**، تصنف مياه المنطقة ضمن الفئة **"C_3-S_1"**، مما يدل على أنها مياه عالية الملوحة ومنخفضة في نسبة ادمصاص الصوديوم. ووفقًا لتصنيف **دليل منظمة الزراعة والغذاء (FAO, 1985)**. تعتبر هذه المياه ذات ملوحة متوسطة. وبناءً عليه، فإن استخدام هذه النوعية من المياه يتطلب توفر تربة متوسطة إلى خشنة القوام ذات صرف جيد، كما يوصى باستخدامها مع محاصيل تتحمل الملوحة بدرجة عالية.

تشير نتائج التحاليل إلى أن قيم الأس الهيدروجيني (pH_{iw}) لمياه الآبار تراوحت بين 7.16 و7.26 بمتوسط قدره 7.20، وهي ضمن المجال المقبول (6.5 – 8.5) بحسب المعايير المعتمدة من قبل **Westcot, Ayers، (1985)** ومنظمة **الأغذية والزراعة FAO**، ما يدل على أن المياه قلوية خفيفة ومناسبة للري والأغراض الزراعية.

أما فيما يتعلق بدرجة التوصيل الكهربائي(EC_{iw})، فقد تراوحت القيم بين 1.62 و2.17 ديسيمنز/م، بمتوسط 1.87 ديسيمنز/م، وهي تعتبر مرتفعة وفق تصنيف **معهد الملوحة الأمريكي"Richards, 1954"** الذي يحدد المياه ذات الملوحة المرتفعة ضمن النطاق 0.75 – 2.25 ديسيمنز/م. ويتطلب استخدام مثل هذه المياه إدارة دقيقة للموارد المائية، بما يشمل تحديد احتياجات المحاصيل بدقة واستخدام تقنيات ملائمة مثل الري بالتنقيط، إلى جانب التحكم في مستوى المياه الجوفية لتقليل تراكم الأملاح في التربة. بينما كانت قيم نسبة جونز (JR) بين 0.97 و1.06 بمتوسط 1.01، وهي أعلى من 0.86، مما يشير إلى عدم حدوث تداخل لمياه البحر مع المياه الجوفية في المنطقة.

أما تركيزات الأيونات الموجبة (الصوديوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، البوتاسيوم) والأيونات السالبة (الكلوريد، الكبريتات، البيكربونات)، فقد كانت ضمن الحدود المقبولة وفق **تقرير منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 2006)** وما أشار له **Westcot, Ayers، (1994)** ويمكن أن يُعزى ارتفاع بعض هذه التركيزات إلى الطبيعة الجيولوجية للمنطقة أو وجود تداخل طفيف مع مياه البحر.

تراوحت قيم SAR بين 5.19 و5.70 بمتوسط 5.43، وجميعها أقل من الحد الحرج البالغ 10 بحسب تصنيف **Westcot, Ayers، "FAO 1994"**. مما يشير إلى أن المياه ذات جودة ممتازة من حيث امتصاص الصوديوم، ويمكن استخدامها بأمان في الري دون تأثير سلبي على التربة أو المحاصيل.

كما أظهرت النتائج أن قيم كربونات الصوديوم المتبقية (RSC) كانت سالبة، وتراوحت بين -2.14 و-3.88، مما يدل على صلاحية هذه المياه للري وفقًا لهذا المؤشر. أما نسبة الصوديوم الذائب (SSP%) فقد تراوحت بين 56.50% و58.50% بمتوسط 57.45%، وهي لم تتجاوز الحد الأقصى المسموح به (60%)، ما يشير إلى إمكانية استخدامها في الري دون آثار ضارة.

ورغم ذلك، فقد بينت النتائج أن قيم نسبة الصوديوم المعدلة (Adj SAR) تراوحت بين 12.47 و14.26 بمتوسط 13.15، وهي تفوق الحد الحرج (9) المحدد وفق تصنيف **Westcot, Ayers، (1994)** مما يشير إلى أن المياه غير صالحة للري عند اعتماد هذا المقياس تحديدًا.

أما تركيز الأملاح الذائبة الكلية (TDS) فقد تراوح بين 1036.8 و1388.8 ملغم/لتر بمتوسط 1200.6 ملغم/لتر، وهي ضمن الحدود المسموح بها (0–2000 ملغم/لتر) وفق معايير **منظمة الأغذية والزراعة "FAO"**، ما يعزز صلاحية هذه المياه للري من منظور محتوى الأملاح الكلية.

وفيما يخص نسبة الماغنيسيوم (Mg.R)، فقد تراوحت بين 46.72% و49.56% بمتوسط 47.91%، وهي ضمن الحدود المقبولة (أقل من 50–60%)، مما يدل أيضًا على صلاحية المياه من حيث محتوى الماغنيسيوم.

الاستنتاجات والتوصيات.

أولاً:- الاستنتاجات:-

1- تتميز مياه الآبار بارتفاع ملوحتها، مع انخفاض نسبي في تركيز عنصر الصوديوم، مما قد يقلل من تأثيرها السلبي على التربة والنباتات.
2- أظهرت التحاليل خلو المياه من الملوثات الكيميائية الضارة مثل النترات والبورون، مما يدل على جودتها البيئية.
3- تقع أغلب تراكيز الأيونات في مياه الآبار ضمن الحدود الموصى بها في دليل منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، مما يجعلها مناسبة للاستخدام الزراعي عند اتباع الإرشادات المناسبة.
4- تُعتبر معظم مصادر المياه في هذه المناطق غير ملائمة للاستخدام في الري بسبب مستويات الملوحة المرتفعة. وبالتالي، يتطلب الأمر تنفيذ استراتيجيات إدارة فعّالة تشمل تطوير نظام صرف مناسب للتربة، بالإضافة إلى اختيار محاصيل قادرة على تحمل الملوحة.

ثانياً:- التوصيات:-

1- تطبيق معدل الغسيل عند الري، وذلك بإضافة كميات من المياه تفوق الاحتياج الفعلي للنبات بهدف إزالة الأملاح من منطقة الجذور.

2- تنفيذ عمليات حرث وخدمة زراعية دورية لتفتيت الطبقات الصماء وتقليل مقاومة التربة لنفاذ الماء، مما يعزز من حركة المياه ويحد من تركّز الأملاح في التربة.
3- التوسع في زراعة المحاصيل والأشجار المتحملة للملوحة مثل الشعير، النخيل، والزيتون لضمان استدامة الإنتاج الزراعي في البيئات المتأثرة بالملوحة.
4- اعتماد تقنيات ري حديثة تقوم على الري بفترات متقاربة وكميات قليلة للحد من تراكم الأملاح وتحسين كفاءة استخدام المياه.
5- تحسين شبكات الصرف الزراعي من خلال إنشاء مصارف سطحية وتحت سطحية لتقليل مستوى الماء الأرضي ومنع تراكم الأملاح.

قائمة المراجع العربية

1. **الزبيدي**، أحمد حيدر.**(1989)**. ملوحة التربة- الأسس النظرية والتطبيقية- جامعة بغداد- منشورات بيت الحكمة.
2. **السلاوي**، محمود **(1986)**. المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق. كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا.
3. **الفقي**، يوسف محمد وصويد، فتحي علي.**(2016)**. المياه الجوفية الضحلة (طبقة حاوية غير محصورة) لبعض آبار مياه منطقة مصراته ومدى ملازمتها للشرب والري. مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية. 2 (2): - 15-33.
4. **خليل**، محمود عبد العزيز.**(1998)**. العلاقات المائية ونظم الري (الأراضي الرملية - الزراعات المحمية - محاصيل الخضر). منشأة المعارف- الاسكندرية- مصر.
5. **درياق**، جمال سعيد.**(2017)**. تقييم جودة مياه الري لبعض الآبار في بعض مناطق الجبل الأخضر- البيضاء- ليبيا- مجلة الجديد في البحوث الزراعية. 22(3): -130-147.
6. **سالم**، ن. ا. **(2015)**. دراسة عن الجودة الصحية للمياه الجوفية في منطقة طرابلس من ليبيا. (ماجستير). قسم الطب الوقائي، جامعة طرابلس.
7. **سلوى**، ه. أ. **(2017)**. تقييم المخاطر الصحية ومؤشرات التلوث للمياه الجوفية في منطقة العلم في محافظة صلاح الدين، العراق. مجلة المثنى للهندسة والتكنولوجيا، 5 (2) ، 62 – 69.
8. **عبد العزيز**، عبد الرزاق مصباح وعبدالسلام، ناصر مولود.**(2020)**. تقييم الوضع المائي في المنطقة الممتدة من ساحل البحر بمدينة صبراتة إلى منطقة عقار. مجلة الإسكندرية للعلوم الزراعية 65 (1): - 15-27.

Arabic References

1. Al-Zubaidi, Ahmed Haidar (1989). Soil Salinity - Theoretical and Applied Foundations. University of Baghdad - Bayt Al-Hikma Publications.
2. Al-Salawi, Mahmoud (1986). Groundwater: Between Theory and Practice. College of Agriculture, University of Tripoli, Libya.
3. Al-Faqi, Yousef Mohammed and Suwaid, Fathi Ali (2016). Shallow Groundwater (Unconfined Container Aquifer) in Some Wells in the Misrata Region and the Extent of Its Use in Drinking and Irrigation. Journal of Marine Sciences and Environmental Technologies. 2 (2): 15-33.
4. Khalil, Mahmoud Abdel Aziz (1998). Water Relations and Irrigation Systems (Sandy Soils - Protected Agriculture - Vegetable Crops). Maaref Establishment, Alexandria, Egypt.
5. Dariak, Gamal Saeed (2017). Evaluation of Irrigation Water Quality in Some Wells in Some Areas of Jabal Al-Akhdar and Al-Bayda, Libya. Journal of New Agricultural Research. 22 (3): 130-147.
6. Salem, N. A. (2015). A study on the health quality of groundwater in the Tripoli region of Libya. (Master's). Department of Preventive Medicine, University of Tripoli.
7. Salwa, H. A. (2017). Health risk assessment and pollution indicators of groundwater in the Al-Alam area of Salah al-Din Governorate, Iraq. Al-Muthanna Journal of Engineering and Technology, 5 (2), pp. 62–69.
8. Abdul Aziz, Abdul Razzaq Misbah, and Abdul Salam, Nasser Mawloud (2020). Assessment of the water situation in the area extending from the coast of the city of Sabratha to the Aqar area. Alexandria Journal of Agricultural Sciences 65 (1): 15–27.

English References:

Al-Badaii, F., Shuhaimi-Othman, M., andGasim, M. B. (2013). Water quality assessment of the Semenyih river, Selangor, Malaysia. Journal of chemistry, 2013(1), 871056.

https://doi.org/10.1155/2013/871056.ISSN: 2090-9071.
Ayers, R. S and Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper (29 Rev. t.) FAO. Rome. Italy PP: - 1-13.
Ayers. R. S., and Westcot, D.W. (1994). Water quality for Agriculture. FAO. Irrigation & Drainage paper 29. ReV1.Rome-Italy. 178PP.
Ayers. R. S., and Westcot, D.W. (1994). Water quality for Agriculture. FAO. Irrigation & Drainage paper 29. ReV1.Rome-Italy. 178PP.
Barik, R.,andPattanayak, S. K. (2019). Assessment of groundwater quality for irrigation of green spaces in the Rourkela city of Odisha, India.*Groundwater for Sustainable Development, 8,* 428-438.https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.01.005. ISSN: 2352-801X.
Batarseh, M., Imreizeeq, E., Tilev, S., Al Alaween, M., Suleiman, W., Al Remeithi, A. M., ... and Al Alawneh, M. (2021). Assessment of groundwater quality for irrigation in the arid regions using irrigation water quality index (IWQI) and GIS-Zoning maps: Case study from Abu Dhabi Emirate, UAE. Groundwater for Sustainable Development, 14, 100611. https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100611.ISSN: 2352-801X.
Bauder, T. A., Waskom, R. M., Davis, J. G., & Sutherland, P. L. (2011). Irrigation water quality criteria (pp. 10-13). Fort Collins: Colorado State University Extension.
Black.C.A.. Evans, D.D.,White,J.L.,Ensminger,L.E., and Clark., 1965, Methods of Soil Analysis. part (1) and part (2), Am. Soc. of agron. Wisc., U.S.A.
Bohn, L.H., McNeal. L.B. and O' connor, A.G. (1979). soil Chemistry. Fourth. ed. JohnWiley&Sons, Inc. New York.
Chapman. H. and Pratt, P., 1961, Methods of Analysis for Soils, plants and waters. Unif. Of calif. U.S.A.
Cheng. K.L., and. B. R.h., 1951. Dettermination of Calcium and Magnesium in Soil and Plant Material. Soil Sci. V (72) PP: 449-453.
Dimple, D., Rajput, J., Al-Ansari, N.,andElbeltagi, A. (2022). Predicting Irrigation Water Quality Indices Based on Data-Driven Algorithms: Case Study in Semiarid Environment. Journal of Chemistry, 2022(1), 4488446.https://doi.org/10.1155/2022/4488446.ISSN: 2090-9071.
Donnen., L.D. (1964). Notes on water Quality in agriculture. Water Sci&Engin. Paper: - 001 Dept of Water Sci&Engin. Univ of California.
Eaton. F.M. (1950). Significance of carbonates in irrigation waters. Soil Sci. 69:123–133.
El-Dars, F. M.(2005). Evaluation of groundwater quality within a typical Egyptian village, North of Cairo, Egypt. Annali di Chimica: Journal of Analytical, Environmental and Cultural Heritage Chemistry, 95(5), 357-368.https://doi.org/10.1002/adic.200590040.ISSN: 1612-8877.
El Alfy, M., Lashin, A., Al-Arifi, N., and Al-Bassam, A. (2015). Groundwater characteristics and pollution assessment using integrated hydrochemical investigations GIS and multivariate geostatistical techniques in arid areas. Water Resources Management, 29, 5593-5612. https://doi.org/10.1007/s11269-015-1136-2.ISSN: 1573-1650.
FAO. (1994). Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1. Rome. 174 pp.
FAO. (2006). World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Rome, FAO.
Fuentes-Rivas, R. M., Santacruz-De León, G., Ramos-Leal, J. A.,andMorán-Ramírez, J. (2023). Hydrogeochemical assessment and groundwater quality in a shallow aquifer: a case study of San Luis Potosí Valley, Mexico. *Groundwater for Sustainable Development, 20,* 100881.https://doi.org/10.1016/j.gsd.2022.100881.ISSN: 2352-801X.
Gomez, K.A, and Gomez, A.A. (1984). Statistical procedure for agricultural research. John Wiley and Sons. J. Agril. Res. 50(3): 357-364.

Hamad, S., & Fensham, R. (2025). Groundwater: An Important Resource of Urban Water Supply in Libya. In Water Resources of Libya: Challenges and Management (pp. 41-66). Cham: Springer Nature Switzerland.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-80920-0_3.ISSN: 2364-6934.
Hamza, N. H.(2012). Evaluation of water quality of Diyala River for irrigation purposes. Diyala Journal of Engineering Sciences, 5(2), 82-98.
https://www.iasj.net/iasj/download/5ab8b960c5625257.ISSN: 1999-8716.
Harivandi. M. A. (1992). Interpreting Turf grass irrigation water test results. California Unv. Div of agric. & natural resources publication.
Hesse, P.R., 1971, A Text Book of Soil Chemical Analysis. Jhon Me London.
Islam, M. S. (2023). Irrigation Water Quality. In Hydrogeochemical Evaluation and Groundwater Quality (pp. 223-280). Cham: Springer Nature Switzerland.https://doi.org/10.1007/978-3-031-44304-6_7.
Kovda., V.A. (1973). Irrigation, Drainage and Salinity. Hutchinson Co. London. England.
MamRasoul, G.A. (2000). Steady water quality and its effect on nutrients availability for Corn in Sulaimania region. Msc. Thesis. Col. Agric. Sulaimania. Unv. PP: - 120.
Ogunfowokan.A.O., Obisanya., J. F, and OgunkoyaO.O. (2013). Salinity and Sodium hazard of three streams of different agricultural land use system in IIe- IBe, Nigeria. Appl. Water. Sci 3: 19-28.
Raghunath. H.M. (1987). Ground water, 2nd Ed. Wiley Eastern Ltd. New Delhi, India, PP. 344-369.
Reitemeier. R.f..1943. Semimicro analysis of saline solution. Indus..andeng. In chemi. Analyt. Ed ... V (15) pp: 393-402, ILLUS.
Richards. L. A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. Dept of Agric. Handbook No 60, PP 69-82.
Richards. L. A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. Dept of Agric. Handbook No 60, PP 69-82.
Shahinasi. E; and Kashuta, V. (2008). Irrigation Water quality and its effects upon soil. Balwois-Ohrid Republic of Macedonia.
Shaki, A. A., & Adeloye, A. J. (2006). Evaluation of quantity and quality of irrigation water at Gadowa irrigation project in Murzuq basin, southwest Libya. Agricultural water management, 84(1-2), 193-201. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.01.012.ISSN: 0378-3774.
USSL Staff. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook No 60. Washington DC, USA 160 pp.
Wilcox. L.V. (1955). Classification and use of irrigation waters. USDA, circular 469. Washington, DC.
Zurqani, H. A. (2025). Introduction to the “Water Resources of Libya: Challenges and Management”. In Water Resources of Libya: Challenges and Management (pp. 1-16). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-80920-0_1.ISSN: 2364-6934.