



Hydrological characteristics of the Zamkan River basin, southeast of Sulaymaniyah Governorate, using Geographic Information Systems GIS

¹Research: Naba Jihad Al-Bayati

University of Wasit / College of Education for Human Sciences / Department of Geography

nabaalbavati185@gmail.com

²Prof. Dr. Hussein Kareem Hamad

University of Wasit / College of Education for Human Sciences / Department of Geography

hussainwadi@uowasit.edu.iq

University of Wasit / College of Education for Human Sciences / Department of Geography

Received. Feb. 26, 2026

Revised May. 5, 2026

Accepted May.9, 2026

Online October1, 2026

ABSTRACT

This study aims to analyze the hydrological characteristics of the Zamkan River basin in southeastern Sulaymaniyah Governorate. The basin lies between longitudes 45° and 46° east and latitudes 34° and 35° north. The total basin area is 2564.1 km², with the majority (2307.7 km²) located within Iranian territory and approximately 256.4 km² within Iraq.

The study focuses on the physical and chemical properties of the water in the study area using Geographic Information Systems (GIS) software and laboratory analysis. This study provides a detailed and robust geographic database of the basin, facilitating planning for the utilization of natural resources by government agencies and local residents, and proposing solutions to the challenges hindering the exploitation of these resources.

Keywords: Darbendi Khan, Qualitative Properties of Surface Water, Zamakan.

تقييم الخصائص النوعية للمياه السطحية لحوض نهر زمكان جنوب شرق محافظة السليمانية باستخدام نظم

المعلومات الجغرافية GIS

¹الباحثة : نبا جهاد البياتي

جامعة واسط / كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافية

²أ.د حسين كريم حمد / جامعة واسط / كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافية

المخلص

يهدف البحث إلى تحليل الخصائص الهيدرولوجية لحوض نهر زمكان جنوب شرق محافظة السليمانية يقع فلكيًا بين قوسي طول (45° - 45') (30° - 46°) شرقًا، ودائرتي عرض (0' - 34°) (10' - 35°) شمالًا ، بينما تبلغ مساحة الحوض الكلية (2564.1) كم² وأغلب مساحته تقع داخل الاراضي الايرانية البالغة (2307.7) كم²، و في العراق نحو (256.4) كم².

وركز البحث على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه وادي منطقة البحث، وذلك باعتماد برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتحليلها مختبريًا، وقد توفرت قاعدة بيانات جغرافية تفصيلية رصينة، فضلاً عن التخطيط لاستثمار الموارد الطبيعية من قبل الجهات الحكومية والأهالي القاطنين في المنطقة ووضع الحلول للمشكلات التي تقف عائقًا أمام استثمار هذه الموارد .

دريندخان , الخصائص النوعية والكيميائية للمياه السطحية ، زمكان .

الكلمات المفتاحية:

المقدمة :

تعد المياه مكونًا رئيسيًا لاستمرار ديمومة الحياة، وهي تتواجد على سطح اليابسة وأسفلها وفي الغلاف الجوي، وتتميز المصادر المائية بأهمية فائقة ربما تتجاوز أهمية بقية الموارد الأخرى، ولها أهمية في الفعاليات الصناعية والزراعية والاقتصادية، ولها دور عظيم في تكوين السمات الجيومورفولوجية لدرجة أفاد ستريلر أن الأنهار هي مكائن الأرض (كربل، 1978، ص113)، فضلا عما يرافق المياه وجريانها من مخاطر بيئية من مثل تعرية التربة والفيضانات وبصاحبها تكاليف مادية وبشرية واقتصادية، ولهذا من الضروري وضع تصورات لتنظيمها بشكل سليم والافادة منها والحد من خطورتها.

أولاً :- مشكلة البحث :

تحدد مشكلة البحث بالتساؤلات التالية :

- 1- هل للتركيب الجيولوجية وبنيتها دور في تباين خصائص المائية السطحية ؟
- 2- هل لخصائص المناخ والسطح والعوامل الطبيعية دور في تغاير الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحوض منطقة البحث ؟
- 3- هل يمكن استثمار المياه السطحية المتوفرة في حوض وادي زمكان في الاستعمالات البشرية والزراعية والصناعية .

ثانياً :- فرضية البحث:

الفرضية التي وضعتها هي :

- 1- للتركيب الجيولوجية وبنيتها دور مهم في تباين خصائص المائية السطحية .
- 2- تؤدي الخصائص المناخية دورا مهما في تغاير الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحوض منطقة البحث .
- 3- يمكن استثمار المياه السطحية المتوفرة في حوض وادي زمكان في الاستعمالات البشرية والزراعية والصناعية .

ثالثاً :- هدف البحث:

- 1- إجراء تحليل مفصل للخصائص الكمية والنوعية لمياه حوض منطقة البحث.
- 2- التعرف على اهم الخصائص الطبيعية المؤثرة في خصائص المياه السطحية .

رابعاً :- حدود منطقة البحث:

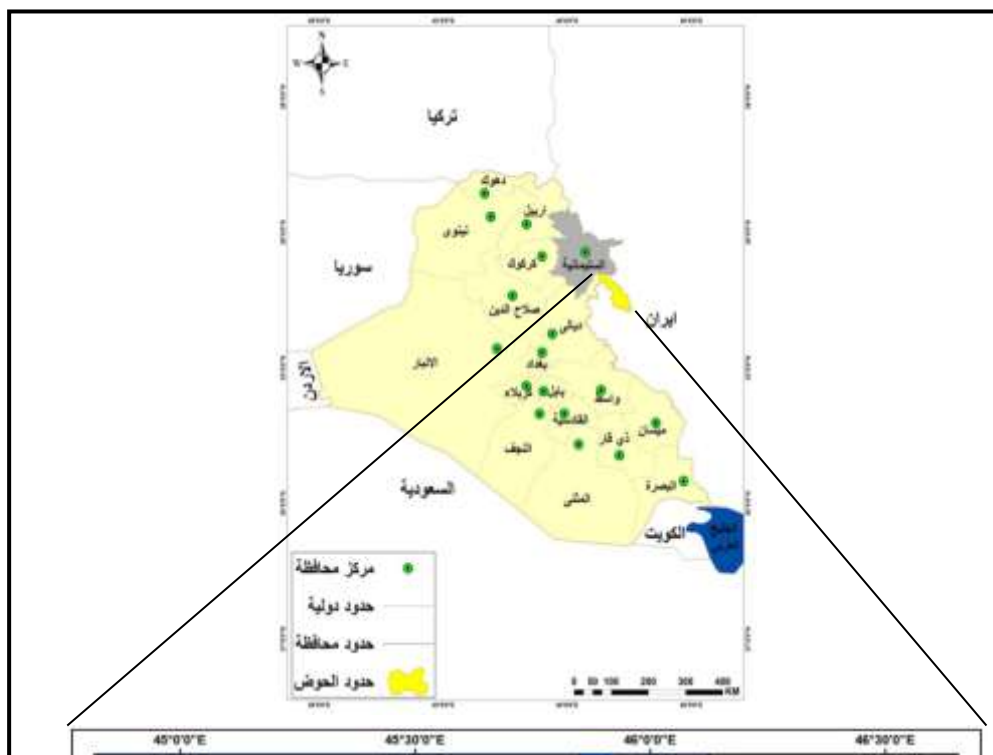
يعد حوض نهر زمكان من الاحواض الحدودية بين العراق و إيران ، إذ يقع من الناحية الإدارية لقضاء دربندخان جنوب شرق محافظة السليمانية ، بالنظر الى خريطة (1)، بداية الحوض النهري من الجانب الإيراني تقع في محافظة كرمانشاه تحديداً، في المناطق الجبلية غرب محافظة كرمانشاه قرب مدينة جوانرود، ثم تتجه المجاري المائية غرباً لتعبر الحدود العراقية .

فتتحدد بين قوسي طول (45° - 45°) ("45 - 30") شرقاً، ودائرتي عرض (34° - 0°) (35° - 10°) شمالاً ، بينما تبلغ مساحة الحوض الكلية (2564.1) كم² وأغلب مساحته تقع داخل الاراضي الايرانية البالغة (2307.7) كم² ، و في العراق نحو (256.4) كم².

جغرافية منطقة البحث :

منطقة البحث تمتد ضمن نطاق الجبلي التي يطلق عليها المنطقة غير المستقرة من العراق، التي تتصف بامتداد الطيات المحلية والمقعرة الخريطة (٢) ، العمود الطباقى لمنطقة البحث يشمل تكوينات الزمن الثلاثي يتمثل (كولوش، جركس، بيلاسبي، الفتحة، أنجانة) والثاني الذي يتكون من (تانجيرو، بالميو، عقرة) والجدول (1) .

خريطة (1) موقع منطقة البحث بالنسبة للعراق





المصدر : الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM واستخدام برنامج Arc Gis 10.8



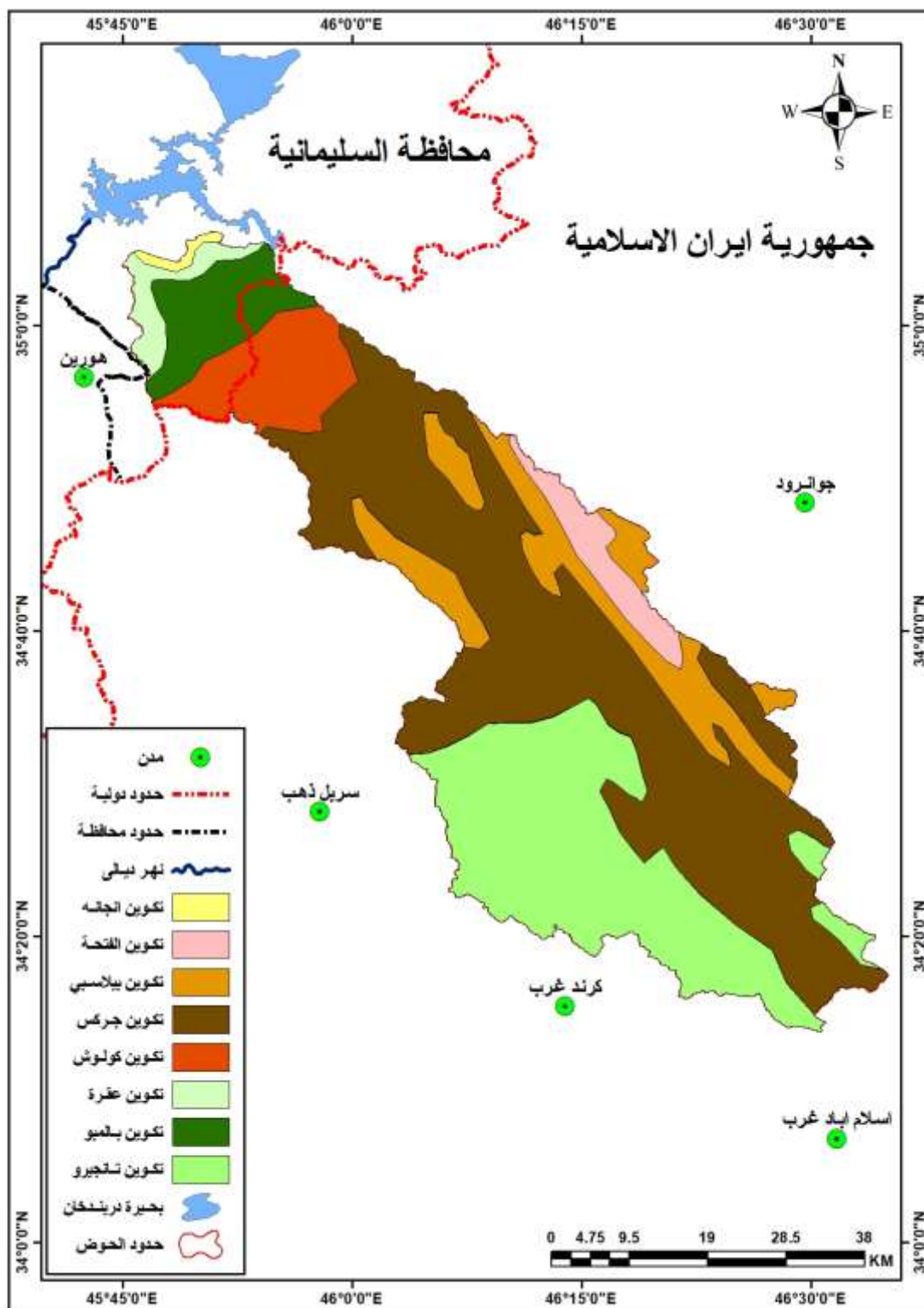
الزمن	العصر	التكوين	مكونات الصخور	المساحة كم ² /	النسبة %
الثاني	كاريتاسي	تكوين تانجيرو	حجر المارل ذات اللون الأزرق و الأحجار الجيرية	657.7	25.7
	كاريتاسي	تكوين بالمبو	الحجر الجيري العضوي و الحجر الجيري الأزرق	142.4	5.5
	كاريتاسي الأعلى	تكوين عقرة	الدلومايت الغريني و حجر الكلس	53.5	2.1
الثالث	بالويسين	تكوين كولوش	حجر الطفل و الحجر الرملي ذات اللون الأخضر و الصخور الطينية والرملية و المدملكات	177.4	6.9
	أيوسين	تكوين جركس	الحجر الرملي و عدسات من المدملكات ذات اللون الأحمر المائل الى الوردي	1151. 3	44.9
	أيوسين	تكوين بيلاسبي	حجر جيرى طباشيري و بلوري	284	11.1
	مايوسين	تكوين الفتحة	حجر الكلسي و حجر الجبس و الرمل الجيري	86.3	3.4
	مايوسين	تكوين أنجانة	الحجر الرملي و الحجر الطيني و الحجر الغريني	11.5	0.4



100	2564. 1	المجموع	
-----	------------	---------	--

(1)H.forster, Mesozois-Cenozole Metallogenesis in Iran, printed in Northern Ireland, t1, 1978, p445-448

(2): بالأعتماد على مخرجات البرنامج (Arc Gis 10.8)



أولاً :- خصائص المياه السطحية :

تُعرف الموارد المائية السطحية بأنها المياه التي تجري أو تتجمع على اليابسة، وتكون مكشوفة للغلاف الجوي. وتشمل البحيرات والبرك والأنهار والجداول والخنادق والمسطحات التي صنعها الإنسان كمجاري مائية سطحية (بوبيك، 2020، ص314) إذاً، تُشكل الموارد المائية السطحية قسماً من التدفق المائي، وهذا الجريان أو السيال قد يكون مستمرّاً أو موسميّاً أو مؤقتاً في مسارات أودية جافة، وتؤثر قوى المياه الجارية في نحت القناة النهرية ورسم ملامحها، وغالباً ما تكون المياه الجارية في المسار المائي هي المياه المتبقية من التساقط المطري بعد مرورها بعمليات التبخر والتسرّب، وتبعاً لذلك، كلما عظم المقدار المتبقي ازداد الجريان السطحي أو النهرية (الربيعي، 2019، ص83)، وتتفاوت الخصائص النوعية للمياه السطحية من موضع لآخر في نطاق منطقة البحث، وهذا يعود للعوامل المتمثلة بالتكوين الجيولوجي والمناخ وطبيعة الصخور وسماتها وتحركات المياه السطحية، فقد أخذت (10) نماذج من عينات المياه من منطقة البحث مثلما موضح في الصور (1) .

صورة (1) نماذج عينات من المياه السطحية لمنطقة البحث



المصدر: دراسة ميدانية بتاريخ 2024/11/30



Journal homepage: <https://lark.uowasit.edu.iq>

Vol. 18 No 4 October 2026, pp.197-229

<https://doi.org/10.31185/lark.5476>

الجزء الثاني الخاص بطلبة الدراسات العليا

جدول (2) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه السطحية في منطقة البحث

Journal homepage: <https://lark.uowasit.edu.iq>

Vol. 18 No 4 October 2026, pp.197-229

<https://doi.org/10.31185/lark.5476>

الجزء الثاني الخاص بطلبة الدراسات العليا

[illegible]



1 8 3 . 0	0 . 6 3	2 8 . 2	5	1 4 . 5	6 0 . 8 0	6 8 . 1 3	1 4 2	7 . 7 4	0 . 4 6 9	2 1 6	S 1	ف ر س ت ا ل م ن
2 8 0 .	0 . 5 0	2 2 . 3	8	9 . 5	8 0 . 2	8 8 . 1	1 6 6 .	7 . 6 2	0 . 5 4	2 4 9	S 2	ف ر س ت ا ل م ن



6					5	7	9		1			١.٢٠٢٤
250.1	0.50	190	7	105	79.85	66.13	166.33	7.57	0.488	224	53	١.٢٠٢٤



												١
												٢
1	0	2	4	1	6	7	1	7	0	2	S	٣
6	.	4	.	7	4	0	3	.	.	1	4	٤
4	6	.	5	.	.	.	4	6	4	4	4	٥
.	1	1		5	4	1	.	8	6			٦
7					4	4	9		6			٧
1	0	2		1	6	6	1	7	0	2	S	٨
7	.	8	4	6	0	0	3	.	.	1	5	٩
6	5	.		.	.	.	8	5	4			١٠
.	9	4		5	3	1	.	8	6			١١



6					1	2	4		8			١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ٣١ ٣٢ ٣٣ ٣٤ ٣٥ ٣٦ ٣٧ ٣٨ ٣٩ ٤٠ ٤١ ٤٢ ٤٣ ٤٤ ٤٥ ٤٦ ٤٧ ٤٨ ٤٩ ٥٠ ٥١ ٥٢ ٥٣ ٥٤ ٥٥ ٥٦ ٥٧ ٥٨ ٥٩ ٦٠ ٦١ ٦٢ ٦٣ ٦٤ ٦٥ ٦٦ ٦٧ ٦٨ ٦٩ ٧٠ ٧١ ٧٢ ٧٣ ٧٤ ٧٥ ٧٦ ٧٧ ٧٨ ٧٩ ٨٠ ٨١ ٨٢ ٨٣ ٨٤ ٨٥ ٨٦ ٨٧ ٨٨ ٨٩ ٩٠ ٩١ ٩٢ ٩٣ ٩٤ ٩٥ ٩٦ ٩٧ ٩٨ ٩٩ ١٠٠
---	--	--	--	--	---	---	---	--	---	--	--	--



رقم	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	2	3	1	9	8	1	7	0	2	S	6
8	.	1	.	7	0	0	7	.	.	6	6	5
9	5	.	5	.	.	.	7	2	5	7	7	7
.	8	9		5	9	1	.	7	7			
1					8	6	5					
2	0	2	1	1	4	6	1	7	0	1	S	7
1	.	2	0	5	8	0	2	.	.	9		

Journal homepage: <https://lark.uowasit.edu.iq>

Vol. 18 No 4 October 2026, pp.197-229

<https://doi.org/10.31185/lark.5476>

الجزء الثاني الخاص بطلبة الدراسات العليا

3 . 5	9 7	. 7	. 		. 	. 1 2	7 . 8	7 0	4 1 8	2		C L L L L L L L L L
1	0	1	4	1	6	6	1	7	0	2	S	

Journal homepage: <https://lark.uowasit.edu.iq>

Vol. 18 No 4 October 2026, pp.197-229

<https://doi.org/10.31185/lark.5476>

الجزء الثاني الخاص بطلبة الدراسات العليا

7 0 . 8	. 6 2	8 . 9		5 . 5	1 . 9 0	4 . 1 2	2 9 .	. 6 3	. 4 6 5	1 4	8	٢٠٢٠ ٢٠٢١ ٢٠٢٢ ٢٠٢٣ ٢٠٢٤ ٢٠٢٥ ٢٠٢٦ ٢٠٢٧ ٢٠٢٨ ٢٠٢٩ ٢٠٣٠ ٢٠٣١ ٢٠٣٢ ٢٠٣٣ ٢٠٣٤ ٢٠٣٥ ٢٠٣٦ ٢٠٣٧ ٢٠٣٨ ٢٠٣٩ ٢٠٤٠ ٢٠٤١ ٢٠٤٢ ٢٠٤٣ ٢٠٤٤ ٢٠٤٥ ٢٠٤٦ ٢٠٤٧ ٢٠٤٨ ٢٠٤٩ ٢٠٥٠
------------------	-------------	-------------	--	-------------	------------------	------------------	-------------	-------------	------------------	--------	---	--



1 7 6 . 9	0 . 6 1	1 8 . 5	4 . 5	2 0	6 0 . 8 0	5 0 . 5 1	1 3 1 . 3	7 . 6 7	0 . 4 6 5	2 1 4	S 9	الجزء الثاني الخاص بطلبة الدراسات العليا
1	0	3	6	1	8	6	1	7	0	2	S	الجزء الثاني الخاص بطلبة الدراسات العليا



الجزء الثاني الخاص بطلبة الدراسات العليا

3	.	2	.	2	1	0	6	.	.	1	1	ر ي ة ك و ن
8	6	.	5		.	.	6	6	5	5	0	
.	1	6			4	1	.	7	6			
1					7	2	8		7			

المصدر: الباحثة اعتماداً على نتائج تحليل في مختبر .



1- الخصائص الفيزيائية

أ- التوصيلة الكهربائية (Ec)

ويُقصد بها مقدرة الماء على حمل الشحنة الكهربائية، ويعتمد قياسها على درجة الحرارة، ودرجة تركيز الشوارد المنحلة في الماء؛ فعند ارتفاع حرارة المياه درجة مئوية واحدة يؤدي إلى ازدياد الموصلية الكهربائية في المياه بنسبة (2%)، وأن المادة المعدنية والأملاح المنحلة في المياه تُعد من الموصلات الكهربائية الجيدة (الحمزاوي، 2015، ص132) وأظهرت نتائج التحليلات بما هو موضح في الجدول (2) أنه سجلت أعلى قيمة للتوصيلة الكهربائية في منطقة البحث في موقع (S6) بلغت (0.5777) ويعود سبب الارتفاع للتوصيلة الكهربائية قرب الموقع من مناطق جيولوجية صخرية غنية بالأملاح (دولومايت، جبس، كلوريدات). بينما بلغ أدنى قيمة في الموقع (S7) بلغ (418).

ب- الأملاح الذائبة (T.D.S)

ويقصد بها جميع المواد الصلبة الذائبة في المياه، تكون ذائبة بهيئة مركبات عضوية ناتجة من أنشطة الإنسان المختلفة، وتعد من المعايير النوعية للمياه التي تحدد الغاية التي يمكن أن تستعمل لأجله " وأن الأملاح الذائبة في المياه يعتمد نوعها وتركيزها على بيئة المنطقة وسرعة المياه، كما تتسبب الأملاح في ملوحة التربة في عمليات الري المختلفة للأغراض الزراعية (الحمزاوي، مصدر سابق، ص140) وأوضحت نتائج التحليلات كما هو مبين في الجدول (2) أن أعلى قيمة بلغت للأملاح الذائبة في منطقة البحث للموقع (S6) نحو (265) بسبب مرور المياه فوق الصخور الغنية بالأملاح مثل الصخور الجيرية أو الجبسية، بينما تنخفض قيمة الأملاح الذائبة في موقع (S7) من منطقة البحث حيث بلغت (142) بسبب زيادة كمية الأمطار التي تخفف من تركيز الأملاح.

ج- الأس الهيدروجيني (PH)

الأس الهيدروجيني هو مقياس لتركيز أيونات الهيدروجين في الماء، ويُعبّر عنه بقيمة رقمية تُشير إلى مدى حموضة أو قلوية المياه وتتراوح قيمته عادة في المياه السطحية الطبيعية بين (6.6 – 8.5) نتيجة التوازن بين ثاني أكسيد الكربون والمواد المعدنية الذائبة (الجوراني، 2014، ص82) تبين نتائج التحليلات المختبرية الموضح بالجدول (2) أن أعلى قيمة للأس الهيدروجيني في منطقة البحث للموقع (S1) بلغت (7.74)، ويعود سبب ارتفاعها إلى وجود تركيز أعلى من البيكربونات التي تزيد قلوية المياه احتمالية الاحتكاك بصخور كربوناتية بينما تسجل أدنى قيمة في الموقع (S6) من منطقة البحث بسبب ارتفاع الأملاح ووجود أيونات معدنية قد يخفف القلوية.

2- الأيونات الموجبة

أ- الكالسيوم (Ca)

بعد من العناصر المهمة في حياة الكائنات الحية ، يتواجد هذا العنصر نتيجة عمليات التجوية الكيميائية للصخور والمعادن التي تحتوي على هذا العنصر ، فضلا عن انه ينتج نتيجة تحلل مكونات القشرة الارضية الكلسية ومخلفات الانشطة البشرية (الجوراني، 2014، ص 83) ، تبين من نتائج التحليل من الجدول (2) الموضح أن أعلى قيمة سجلت في الموقع (S2) بلغت (88.16) أن مرور المياه عبر تكوينات جيولوجية غنية بأملاح الكالسيوم أدى الى ارتفاع قيمها في الموقع ، بينما سجلت أدنى قيمة في الموقع (S9) بلغت (50.51) .

ب- المغنيسيوم (Mg)

من الفلزات القاعدية ويُعدّ من المكونات الأساسية لتغذية النباتات والحيوانات، ومصدره مياه الأنهار وذوبان الشوارد الناتجة عن الصخور ومكوّناتها، ومنها الدولوميت، وعن النفايات الصناعية (الجميل، 2010، ص154) و تبين من نتائج التحليلات كما هو موضح في الجدول (2) أن أعلى قيمة سجلت للمغنيسيوم في منطقة البحث في الموقع (S6) بلغت (90.98)، بينما تسجل أدنى قيمة في الموقع (S7) وبلغت (48.99).

ج – الصوديوم (Na)

مصدر الصوديوم في الأنهار، يتوقف وجوده على الفعالية البشرية والزراعية و أن ارتفاع نسب تراكيزه في المياه يسبب أضراراً عند استعماله في الزراعة ، إذ يسهم في رفع قلوية التربة و يقلل من نفاذيتها (الربيعي ، 2019 ، ص 108) ، وتبين من نتائج التحليلات المختبرية كما هو موضح في الجدول (2) أن أعلى قيمة سجلت للصوديوم في منطقة البحث في الموقع (S9) بلغت (20) بينما سجلت أدنى قيمة في الموقع (S2) بلغت (9.5).

د- البوتاسيوم (K)

من ملاحظة الجدول (2) تبين أن أعلى قيمة سجلت في الموقع (S7) من منطقة البحث بلغت (10.5)، بينما سجلت أدنى قيمة في الموقع (S6) بلغت (3.5) تبين تركيز عنصر البوتاسيوم من مكان الى اخر، بسبب استخدام الاسمدة الفوسفاتية والكيميائية كونها اراضي زراعية خصبة فضلا عن طبيعة الصخور والرواسب التي تختلف من مكان الى اخر في منطقة البحث؛ لذلك فان النباتات التي تحتوي على كميات كافية من البوتاسيوم تكون اكثر مقاومة للجفاف من النباتات الاخرى .

3- الأيونات السالبة

أ- الكبريتات (So₄)

تتشكل الكبريتات من تفتت التربة والصخور الغنية بها، فضلا عن تحلل المواد العضوية التي تحتوي على الكبريت والمخلفات الصناعية من مثل صناعة الورق (الموسوي ، مصدر سابق، ص230) وعند ملاحظة الجدول (2) تبين أن أعلى قيمة سجلت للكبريتات في الموقع (S10) بلغت (32.6) بينما سجلت أدنى قيمة في الموقع (S9) بلغت (18.0).

ب- الكلوريد (Cl)

يتواجد مصدر الكلوريد في المياه بمياه ري الأراضي التي يكون استعمال الاسمدة فيها بشكل متواصل، وعلة وجوده في الطبيعة تعود إلى تفكك ترسبات الأملاح ومذاق الملوحة الموجود في المياه (السعدي ، 1993 ، ص64) وتبين

من الجدول (2) أن أعلى قيمة للكلوريدات في الموقع (S6) من منطقة البحث بلغت (177.5) بينما سجلت أدنى قيمة في الموقع (S7) من منطقة البحث بلغت (127.8) ؛ إذ تتباين قيم الكلوريد في منطقة البحث من مكان الى اخر تبعاً لنوعية الصخور المتبخرة في منطقة البحث

ج- النتترات (NO_3)

يتبين من نتائج التحليلات المختبرية كما هو موضح في الجدول (2) أن أعلى قيمة للنتترات سجلت في الموقع (S7) بلغت (0.97) ويشير سبب الارتفاع الى الجريان السطحي يحمل ملوثات التربة ، بينما سجلت أدنى قيمة في الموقع (S2, S3) والتي بلغت (0.50) ويشير سبب الانخفاض الى عدم وجود مصادر تلوث زراعي.

د- البيكربونات (HCO_3)

يتبين من الجدول الموضح (2) أن أعلى قيمة سجلت في الموقع (S2) بلغت (250.1) ويعود سبب الارتفاع الى ذوبان كربونات الكالسيوم ، بينما سجلت أدنى قيمة في الموقع (S10) والتي بلغت (138.1) ويعزى سبب الانخفاض الى زيادة الكبريتات بدل البيكربونات .

ثانياً :- تقييم المياه السطحية في منطقة البحث:

تعدّ المياه السطحية من أهم الموارد الطبيعية التي تعتمد عليها المجتمعات في تلبية احتياجاتها المختلفة، ولا سيما مياه الشرب والري والاستخدامات الصناعية. ونظراً لتزايد الضغوط الناتجة عن الأنشطة البشرية والتغيرات البيئية، أصبح تقييم نوعية المياه السطحية ضرورة علمية وإدارية لضمان استدامتها وحماية النظم البيئية المرتبطة بها. يهدف تقييم المياه السطحية إلى تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه، ومقارنتها بالمعايير المعتمدة لتشخيص مستويات التلوث ومصادره المحتملة، بما يساهم في دعم اتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة الموارد المائية وحمايتها.

1- صلاحية المياه السطحية لأغراض الشرب :

من ملاحظة الجدول (3) و بالاعتماد على الجدول (2) تبين أن نتائج تلك المقارنات كانت على النحو الاتي :
أن جميع المواقع تقع ضمن الحدود والمواصفات العالمية والعراقية لأغراض الشرب ولكل الأيونات الفيزيائية والكيميائية عدا قيمة الأيون (Mg) فقد وقعت جميع العينات خارج الحدود عدا موقع (S7) بحسب المواصفات العراقية لكنها كانت ضمن الحدود و المواصفات العالمية ، كذلك أيون (Ca) تجاوزت المواصفات العراقية بينما كانت ضمن المواصفات العالمية عدا موقع (S2) و (S6)، إذ يعزى انخفاض هذا الايون بشكل عام الى الطبيعة الجيولوجية للمنطقة التي يقل فيها انتشار مصادره ضمن التكوينات الصخرية لمنطقة البحث.

جدول (3) المواصفات القياسية العراقية و العالمية لصلاحية مياه شرب الانسان

أيونات العناصر	المواصفات العراقية	المواصفات العالمية (WHO)
Na	200	200

125	50	Mg
75	50	Ca
250	250	CL
250	250	So₄
50	50	No₃
350	200	Hco³
12	—	K
8.5	8.5	Ph
1530	1500	Ec
1000	1000	TDS

1-Switzerl and Source: W.H.O. International Standard for Drinking Water Geneva P489-496. 2010 edition

2- المواصفات القياسية العراقية، مسودة تحديث المواصفات القياسية المرقم (2009)، (424)، ص22

2- صلاحية المياه السطحية لأغراض الري :

أ- نسبة امتزاز الصوديوم

تشير قيمة (SAR) إلى التناسب بين تركيز أيونات الصوديوم وتركيز أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم، إذ إن وجودها بكثرة في مياه السقي يؤدي إلى رفع مستوى (PH) في التربة، مما يسبب تدهور تركيب التربة وتفريق حبيباتها الغروية فتصبح تربة قاعدية، الأمر الذي يستدعي متابعة هذا المعدل باستمرار في مياه الري (السعدي ، 2014، ص124).

يمكن استخراج نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) من تطبيق المعادلة الآتية على قيم الايونات مقاسة بوحدة (epm) ومن ثم تحدد درجة صلاحية مياه الري على وفق النتائج المستخرجة (P336, 1980, D.K. Todd) .

$$SAR = \frac{NA}{\sqrt{\frac{CA+MG}{2}}}$$

- نسبة امتزاز الصوديوم للمياه السطحية:

بعد تطبيق صيغة المعادلة لنسبة امتزاز الصوديوم (SAR) على مخرجات الفحوص الكيميائية لقيم الأيونات المستخلصة بوحدة (epm) لعينات المياه السطحية المأخوذة من منطقة البحث وبعد مقارنتها بالمعيار المقرر من قبل معمل الملوحة الأمريكي (US-Salinity) (الزبيدي، 1992، ص 241)، في جدول (5) لنوعية المياه واستعمالها بحسب كمية امتزاز الصوديوم نجد أنّ تركيز نسبة امتزاز الصوديوم لجميع المواقع يندرج ضمن تصنيف (1) منخفض الصوديوم، التي تكون مياهها مناسبة لسقاية أغلب المزروعات ولصنوف الترب كافة تقريباً ما عدا المحاصيل شديدة التأثير بالصوديوم، إذ تُعد مياه مثالية صالحة لري المحاصيل الأقل عرضة للخطر لكون نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) فيها أدنى من (10) emp.

جدول (4) تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي (US-Salinity) لمياه الري حسب قيمة (SAR)

صنف الماء	SAR	مدى ملائمة الماء للري
S1- قليل الصوديوم	0 - 10	الماء ملائم لري معظم المحاصيل و معظم أنواع الترب تقريباً عدا محاصيل الحساسة جداً للصوديوم
S2- متوسط الصوديوم	10 - 18	الماء ملائم للترب ذات النسجة الخشنة وذات نفاذية جيدة و غير ملائم للترب ناعمة النسجة ولا سيما عند عدم كفاية الغسل ووجود كمية قليلة من الجبس في التربة
S3 - عالي الصوديوم	18 - 26	الماء ضار لأغلب الترب و تتطلب بزل و غسل جيد مع استعمال الجبس
S4 - عالي الصوديوم جداً	أكثر من 26	الماء عادة يكون غير صالح لأغراض الري

المصدر : أحمد حيدر الزبيدي ، ملوحة التربة ، ط 1 ، مطبعة دار الحكمة ، بغداد ، 1992 ، ص 241 .

جدول (5) صلاحية المياه السطحية للإرواء الزراعي وفقاً لقيمة (SAR) و لموقع منطقة البحث

م و ق	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1

ع	ا	ل	م	ن	ة	0					
S	1	1	1	2	0	1	2	1	2	1	1
A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
R	8	0	2	1	5	9	0	9	7	4	1

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (2)

ب- تصنيف ريتشارد لمياه الري (Richard Classification):

يُعد تصنيف ريتشارد من التصنيفات الهامة التي يمكن بها تمييز جودة المياه، ويعتمد هذا التصنيف على متغيرين: الأول قيمة (sar)، والثاني قيم التوصيلة الكهربائية (Es) (Richards, 1954, P16) جدول (6).

- تصنيف ريتشارد لمياه الري السطحية :

من تطبيق قيم الجدول (6) على قيمة SAR و التوصيل الكهربائي لمواقع العينات المياه السطحية في منطقة البحث على وفق تصنيف ريتشارد (Richard) وجد أن جميع مواقع المياه وقعت تحت صنف C_1S_1 ، أي ضمن المياه (الممتازة) للاستعمال الزراعي، وذلك لارتفاع قيم الايصالية الكهربائية .

جدول (6) تحديد نوعية المياه وفقاً لتصنيف ريتشارد

الدليل	ES	الدليل	SAR
C_1	≤ 250	S_1	< 10
C_2	$- 750$ 250	S_2	$- 18$ 10
C_3	$- 2250$	S_3	$- 26$

18		750	
< 26	S ₁	> 2250	C ₄

Agric. ,Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, L.A. Source: Richards

D.C. 1954. P16 Wishing ton ton Dept of Agric Hand book60

جدول (6) تصنيف ريتشارد Richard

الرمز	صنف المياه	الرمز	صنف المياه
C ₁ S ₁	ممتاز	C ₃ S ₁	مسموح بيه
C ₁ S ₂	جيد	C ₃ S ₂	يمكن استعماله
C ₁ S ₃	مسموح به	C ₃ S ₃	يمكن استعماله
C ₁ S ₄	رديء	C ₃ S ₄	رديء
C ₂ S ₁	جيد	C ₄ S ₁	رديء
C ₂ S ₂	جيد	C ₄ S ₂	رديء
C ₂ S ₃	يمكن استعمال	C ₄ S ₃	رديء جدا
C ₂ S ₄	رديء	C ₄ S ₄	رديء جدا

Agric. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils: L.A. Source: Richards

D.C. 1954. P16. Wishing ton U.S. Dept of Agric-Hand book60

3- صلاحية المياه لأغراض الاستهلاك الحيواني:

توجد مقاييس عديدة لتقييم صلاحية المياه للري الحيواني، منها تصنيف (Crist and Lowery)، إذ يركز هذا التصنيف على متغير واحد وهو التركيز الكلي للأملاح الذائبة في المياه لتوضيح مدى ملاءمتها للاستهلاك الحيواني، شريطة على أن لا تتجاوز تراكيز الأملاح الذائبة في هذه المياه الحد المسموح به ، جدول (7).

جدول (7) صلاحية مياه لشرب الحيوانات تبعاً لمواصفات (Crist and Lowry)

أنواع الحيوانات	النوعية	(TDS)ppm
الدواجن ال 2860	جيد	أقل من 1000
	مقبول	1000 – 3000
الخيول الى 6435	ضعيف	3000 – 5000
	ضعيف جداً	5000 – 7000
أبقار الحليب الى 7150 أبقار اللحم الى 12900 الاغنام الى 10000	غير مقبول	أكثر من 7000

المصدر: هاجر تحسين علي الجبوري ، نظم المياه الجوفية في حوض الفرات بين هيت و حديثة ، رسالة ماجستير ، غير منشور، جامعة بغداد ، كلية التربية أبن رشد، 2013، ص 194.

- صلاحية المياه السطحية لأغراض الاستهلاك الحيواني:

من مطابقة قيم حدود لتصنيف (Crist and Lowery) في جدول (7) مع قيم (TDS) في مياه عينات منطقة البحث جدول (2) نجد أن جميع العينات تقع ضمن صنف (جيد) لسقي الدواجن و الخيول و الابقار بأنواعها (الحليب و اللحم) و الأغنام بحسب معيار (Crist and Lowery) لتصنيف المياه.

4- صلاحية المياه للأغراض الصناعية :

أن العمليات الصناعية تستلزم مواصفات نوعية محددة للمياه، تكون ذات تأثير مباشر على الإنتاج الصناعي، ولأن المياه ذات العسر الشديد تسبب تشكيل طبقة كلسية تترسب على الآلات المستعملة في مياه عمليات التبريد مما ينتج عنه انخفاض في كفاءتها فضلاً عن إهدار الطاقة وقد تفضي إلى انفجارها، على حين أن المياه ذات التركيزات الملحية المرتفعة تؤدي إلى تآكل بعض أجزاء الماكينات، فلكل صناعة مواصفات محددة تبعاً للمواصفات المعيارية وتبعاً لاستخداماتها للمياه (حسين ، 2013 ، ص 165).

و على وفق معيار (Salvato) الذي يعتمد على مجموعة من الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للمياه لبيان صلاحيتها للأغراض الصناعية (8) و كما يأتي :

- صلاحية المياه السطحية للأغراض الصناعية :

استناداً إلى المعايير والمواصفات النموذجية المقترحة في الجدول (8) بالاعتماد على جدول (2)، نرى أن معظم نماذج المواقع السطحية لمنطقة البحث تتوافق مع المتطلبات القياسية لتصنيع المعلبات وصناعة الإسمنت ، فضلاً عن قطاع النفط. فقد كانت كل النماذج تلبي احتياجات هذه المجالات. أما بخصوص صناعة الورق، فقد أبانت غالبية النماذج المأخوذة عن عدم توافقها مع المتطلبات المحددة، باستثناء النماذج (S2، S10، S4، S3) التي كانت مناسبة لإنتاج الورق طبقاً للمعيار المقرر نتيجة ارتفاع تراكيز الكالسيوم و المغنيسيوم .

جدول (8) المواصفات القياسية لصلاحية المياه السطحية للأغراض الصناعية بحسب تصنيف (Salvato)

الصناعة	Ph	Cl	So ₄	Ca	Mg
التعليب	6. 5 — 8. 5	8.462	5.205	5.988	8.22 6
الكيمياوية	6 — 9	14.10 3	17.69 7	9.980	—
الاسمنت	6. 5 — 8. 5	7.052	5.205	—	—

6.99 2	10.97 8	11.86 7	45.13 0	6 — 9	النفطية
0.98 7	0.998	—	5.641	6 — 9	الورق

المصدر: الباحثة بالاعتماد على جدول (3 – 1)

2- P.E. Salvate, Environmental Engineering and Sanitation, , U.S.A, New York, 1982, P. 163.

5- صلاحية المياه لأغراض الانشائية و البناء :

تركز الأيونات في المياه يؤثر في مدى صلاحيتها للاستخدام في البناء، إذ يمكن أن تسبب أضراراً للبناء، لذلك، تم تحديد مدى صلاحية المياه لأغراض البناء وفقاً لتصنيف الباحث التوفيسكي (ALtoviski) للمياه المستخدمة في هذا المجال وفق المعايير الموضحة في الجدول (9)

- صلاحية المياه السطحية لأغراض الانشائية و البناء :

عند مقارنة نتائج مواقع الجدول (2) مع المعيار الموجود في جدول (9)، نلاحظ أن جميع مواقع العينات كانت مناسبة لأغراض البناء والإنشاءات حسب تصنيف التوفيسكي (ALtoviski)

جدول (9) الحدود المقترحة لأستعمال المياه لأغراض البناء و الإنشاءات حسب تصنيف (ALtoviski)

تركيز الأيونات	Na	Ca	Mg	Cl	So ₄	Hc o ₃
الحد المسموح به	11 60	4 3 7	2 7 1	21 87	14 60	35 0

المصدر: M.E : 1962, Moscow, Gosgeolitzdat, Hand book of Hydrology, Altoviski, Source: M.E P.614

الاستنتاجات

1 - حوض نهر زمكان حوضٌ حدودي بين العراق وإيران، ومعظم مساحته (نحو 90%) تقع داخل الأراضي الإيرانية، ما يجعل إدارته مائياً ذات بُعد عابر للحدود.

- 2- الخصائص الهيدرولوجية للمياه السطحية في الحوض تتأثر بوضوح بالبنية الجيولوجية والتكوينات الصخرية السائدة.
- 3- التكوينات الجيولوجية الأكثر انتشاراً في الحوض هي تكوين جركس، ما يعطي تأثيراً كبيراً على نوعية المياه.
- 4- قيم الأس الهيدروجيني (pH) لجميع العينات تقع ضمن المدى الطبيعي للمياه السطحية، وتميل إلى القلوية الخفيفة.
- 5- أعلى قيم التوصيل الكهربائي وTDS سُجلت في الموقع S6 بسبب مروره بصخور غنية بالأملاح (جبس، دولومايت، كلوريدات).
- 6- معظم مواقع المياه صالحة للشرب وفق المعايير العراقية والعالمية، مع ملاحظات على المغنيسيوم والكالسيوم في بعض المواقع.
- 7- جميع العينات تقع ضمن فئة الصوديوم المنخفض (S1) حسب SAR، ما يجعلها مناسبة للري الزراعي.
- 8- وفق تصنيف ريتشارد، مياه الحوض تقع ضمن الفئة الممتازة (C1S1) للري.
- 9- مياه الحوض صالحة للاستهلاك الحيواني لجميع أنواع الماشية اعتماداً على قيم TDS المنخفضة.
- 10- المياه مناسبة لمعظم الاستخدامات الصناعية والإنشائية، لكن ملائمتها لصناعة الورق محدودة في بعض المواقع فقط.

المقترحات

- 1- إنشاء برنامج مراقبة دورية لنوعية المياه السطحية في الحوض لرصد أي تغير مستقبلي.
- 2- تعزيز التعاون العراقي-الإيراني في إدارة موارد حوض زمكان نظراً لطبيعته الحدودية.
- 3- حماية مناطق المنابع من التلوث الزراعي والصناعي للحد من ارتفاع النترات والأملاح.
- 4- تنظيم استخدام الأسمدة الكيميائية في الأراضي الزراعية داخل الحوض.
- 5- اعتماد قاعدة بيانات GIS محدثة باستمرار لدعم القرار المائي.
- 6- توعية السكان المحليين بأهمية الحفاظ على نوعية المياه.
- 7- إجراء دراسات موسمية (صيف/شتاء) لمعرفة تأثير التغيرات المناخية في نوعية المياه.
- 8- مراقبة مواقع S6 وما يشابهها جيولوجياً لارتفاع الأملاح فيها.
- 9- وضع معايير محلية لاستعمال المياه في الصناعات المختلفة وفق خصائص الحوض.
- 10- تشجيع دراسات مستقبلية تربط بين نوعية المياه والصحة العامة والزراعة في المنطقة.

المصادر :

- 1- بوبيك ، ايماب ، جمع وتحليل الملوثات الكيميائية البيئية ، ترجمة محمد ابراهيم الوابل ، عبد الله سليمان الفراج ، عادل ربيع عثمان ، احمد حمدي النجار ، دار جامعة الملك سعود للنشر ، الرياض ، 2020م.
- 2- الجميلي ، محمود فاضل ، سلوى هادي احمد ، تلوث التربة والمياه ، دار الكتب والوثائق ، بغداد 2018 م
- 3- الجوزري ، علي حمزة ، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي ناشيريان شمال شرق محافظة ميسان ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية التربية ، جامعة واسط ، 2019 .
- 4- الحمزاوي ، اسمين نعيم جاسور ، التحليل المكاني للنشاطات البشرية واثرها في تلوث مياه شط الدغارة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة القادسية ، 2015.
- 5- الربيعي ، ميادة طالب كاظم ، جيومورفولوجية ، الترسيبات الصناعية شرقي محافظة واسط رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية ، جامعة واسط ، 2019 م
- 6- الزبيدي، احمد حيدر، ملوحة التربة ، ط1 ، مطبعة دار الحكمة ، بغداد ، 1992.
- 7- الساعدي، حسين كريم حمد ، تقييم جغرافي لصلاحية مياه الشرب في مدينة الحي، مجلة لارك، المجلد 7 ، العدد 1 ، 2015 .
<https://doi.org/10.31185/lark.Vol1.Iss17.723>
- 8- العتابي ، علي راضي ، حسين كريم حمد ، هيدرولوجية المياه الجوفية في حوض وادي كاني شيخ شرقي محافظة ديالى وإمكانية استثمارها، مجلة كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة واسط، المجلد 51 ، العدد 2 ، 2023 .
<https://doi.org/10.31185/eduj.Vol51.Iss2.2410>
- 9- الموسوي، عيون عبد المحسن جاسم، هيدرولوجية أحواض الأنهار المغذية لهور الحويزة وعلاقتها بحجم التساقط المطري شرق محافظة ميسان، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة واسط، 2021م.
- 10- D.k. Todd ,Ground water Hydrology ,2nd edition ,John wiely and sons ,Inc ,Toppon printing company ,Ltd ,New york ,1980.
- 11- Richards L.A. ,Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils Agric. Hand book60 ,U.S. Dept of Agric ,Wishing ton ,D.C. 1954

1- Bu-Bik, Imab, Collection and Analysis of Environmental Chemical Pollutants, translated by Mohammed Ibrahim Al-Wabel, Abdullah Sulaiman Al-Farraj, Adel Rabie Othman, Ahmed Hamdi Al-Najjar, King Saud University Press, Riyadh, 2020.

2- Al-Jameeli, Mahmoud Fadel, Salwa Hadi Ahmed, Soil and Water Pollution, Al-Kutub and Al-Watha'iq House, Baghdad, 2018.

- 3- Al-Joudhari, Ali Hamza, Hydrogeomorphology of Wadi Nashiriyah Basin North East of Maysan Governorate, PhD Thesis (unpublished), College of Education, Wasit University, 2019.
- 4- Al-Hamzawi, Ismin Naeem Jasour, Spatial Analysis of Human Activities and Their Impact on the Pollution of Shat Al-Dagharah Water, Master's Thesis (unpublished), College of Arts, Al-Qadisiyah University, 2015.
- 5- Al-Rubaie, Mayada Talib Kazem, Geomorphology of Industrial Deposits East of Wasit Governorate, Master's Thesis (unpublished), College of Education, Wasit University, 2019.
- 6- Al-Zubaidi, Ahmed Haider, Soil Salinity, 1st Edition, Al-Hikma House Press, Baghdad, 1992.
- 7- Al-Saadi, Hussein Karim Hamad, Geographical Evaluation of Drinking Water Suitability in Al-Hayy City, LARK Journal, Vol.7, Issue 1, 2015.
<https://doi.org/10.31185/lark.Vol1.Iss17.723>
- 8- Al-Atabi, Ali Radhi, Hussein Karim Hamad, Hydrology of Groundwater in the Kani Sheikh East Basin, Diyala Governorate, and the Possibility of its Exploitation, Journal of the College of Education for Human Sciences, Wasit University, Vol. 51, Issue 2, 2023.
<https://doi.org/10.31185/eduj.Vol51.Iss2.2410>
- 9- Al-Mousawi, Ouyoun Abdul Mohsen Jassem, Hydrology of the Rivers Feeding Al-Huwaiyza Marsh and its Relation to Rainfall Volume East of Maysan Governorate, Master's Thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, Wasit University, 2021.
- 10- D.k. Todd, Ground water Hydrology, 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc, Toppan printing company, Ltd, New York, 1980.
- 11- Richards L.A., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils Agric. Hand book60, U.S. Dept of Agric, Washington, D.C. 1954