

Hydrogeochemistry Study of The Conditions of Some Groundwater Wells Closed with Lime Using HCL: Maokan Basin as a Model

Assistant Prof. Aram Dawood Abbas (Ph.D.)
University of Sulaimani, Humanities Sci. Education
aram.abbas@univsul.edu.iq

Copyright (c) 2026 Associate Prof. Aram Dawood Abbas (Ph.D.)

DOI: <https://doi.org/10.31973/we60dc24>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#).

Abstract:

This research was conducted on the quality of groundwater from wells in the study area, located north of Sulaymaniyah city within the Mawakan basin, approximately 10 km from the city. The study revealed that the chemical composition of the well water consists of sodium sulfate and sodium bicarbonate, originating from infiltrated atmospheric water. It was determined that this water could be used for irrigation and human activities. However, fluctuations in rainfall and interactions between rock formations lead to the drying or depletion of some wells. Consequently, the researcher used hydrochloric acid (HCl) in seven wells to reopen clogged pores and channels. As a result, the researcher successfully reopened the channels in the wells across all formations in the study area, except for the Kometan formation, where the results were not positive.

From a hydrological perspective, the concentration time in the basin is (1:33) hours, the response time is (3:10) hours, the gradual rise in water flow is (1:8) hours, and the gradual decline in water flow is (2:16) hours. This provides more opportunity for infiltration into the soil, considering the limited time available. However, at the same time, there is a rapid water flow rate and a high flow intensity (2.19 m/s, 451.5 m³/s), which contributes to flooding rather than infiltration. The study concluded that the groundwater originating from atmospheric water is suitable for human use.

Keywords: groundwater, hydrochloric acid (HCl), Hydrogeochemistry, Mawakan basin.

دراسة هايدروجيوكيميائية لظروف بعض الآبار الجوفية المغلقة بمادة الكلس
باستخدام مادة (HCL): حوض ماوهكان كنموذج

أ.م.د. آرام داود عباس

جامعة السليمانية - كلية التربية للعلوم
الإنسانية

(مُلخَصُ البَحْث)

جرى في هذا البحث دراسة نوعية واصل المياه الجوفية للآبار في منطقة الدراسة الواقعة شمال مدينة السليمانية ضمن حوض ماوهكان على بعد (١٠ كم) عن المدينة. بينت الدراسة أن النوع الكيميائي لمياه الآبار تتكون من كبريتات الصوديوم وبيكاربونات الصوديوم وتكون ذات أصل جوي مترشح، وأنه من الممكن استخدام هذه المياه في أغراض الري والنشاط البشري، إذ تذبذب الأمطار والتفاعل الموجود بين التكوينات الصخرية يؤدي الى ضمور او جفاف بعض من الآبار، من هنا استخدم الباحث مادة (HCL) في (٧) آبار لفتح تلك المسامات والقنوات المضمورة، بالنتيجة وصل الباحث إلى فتح القنوات في الآبار الموجوده في منطقة الدراسة في جميع التكوينات ماعدا تكوين كوميتان التي لم تكون النتائج ايجابية.

من الناحية الهايدرولوجية زمن التركيز في الحوض (١:٣٣ ساعة) وزمن الاستجابة (٣:١٠ ساعة) والارتفاع التدريجي للتدفق المائي (١:٨ ساعة) في حين الانخفاض التدريجي للتدفق المائي (٢:١٦ ساعة) مما يعطي فرصة اكثر للتسرب إلى داخل التربة مع مراعاة الوقت لأن الوقت ليس بكثير، لكن في نفس الوقت هناك سرعة في الجريان المائي وكمية شدة التدفق كالتالي (٢.١٩ م/ثا، ٤٥١.٥ م³/ثا)، مما تساعد على الفيضان وليس التسرب. وتبين ان اصل المياه الجوفية مياه جوية صالحة للاستخدام البشري.

الكلمات المفتاحية: هايدروجيوكيميائية، حامض هيدروكلوريك (HCL)، حوض ماوهكان، مياه جوفية.

المقدمة:

تعد دراسة هايدروجيوكيميائية المياه الجوفية من الدراسات المهمة، وذلك من أجل الحصول على مصادر المياه يمكن استخدامه لأغراض التنمية في المجال الازراعي والمجالات العمرانية والصناعية والاستخدامات البشرية، يعد عمليات التنقية الحديثة من خلال القيام بعملية التخلص من الأملاح باستخدام عملية التحليل الكيميائي، وقد يلاحظ في كثير من البلدان وخصوصًا البلدان المجاورة. تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي للمياه وذلك لافتقارها إلى الأنهار.

لقد أجريت العديد من الدراسات الهيدروجيولوجية على هذه المنطقة وتم دراسة المصادر وطبيعة المياه الجوفية لحوض ماوهكان التي تعتبر ضمن الحوض الكبير (بينجوين - چوارتا) والاحواض المجاوره لها، وأشار الباحث من خلال دراسته إلى وجود مواد كلسية تعمل على اغلاق القنوات المائية التي تغذي المياه الجوفية خاصة في الجانب الشمال الشرقي من جبل ازمر مما يؤدي الى ضمور تلك القنوات وبالنتيجة جفاف الآبار قبل أوانها. وكذلك تمت دراسة الصفات الهيدروجيولوجية لـ(٢٥) بئر محفور ضمن منطقة الدراسة في خزانات التكوينات الجيولوجية وحدد عمق واتجاه حركة المياه الجوفية برسم خطوط كنتورية على خارطة المنطقة، وذكر أن اتجاه حركة المياه تحت السطح يكون مطابق لاتجاه حركة المياه السطحية عدا الجزء الشمال الشرقي من جبل ازمر، وأشار إلى أن عدم وجود أنهار دائمة الجريان في منطقة الدراسة لتغذي خزانات المياه الجوفية في السنوات الجفاف تعجل عملية جفاف الآبار مقارنة بالسنوات الرطبة، فضلا عن قلة التصريف.

كذلك تم تناول دراسة هيدروجيولوجية الآبار المحفورة ضمن المنطقة ومن خلال التحليلات الكيميائية أثبتت الدراسة إلى أن مياه الآبار فيها كاربونات الكالسيوم (CaCO_3) و كبريتات الكالسيوم (CaSO_4) و هيدروكسيد المغنسيوم (Mg(OH)_2) والعسره الكلية للمياه (TH)، ان ترسب هذه المواد تميل إلى ان تكون رواسب صلبة بيضاء في السطح الداخلي للمسامات ونتيجة لتكرار العملية والظروف التبخرية داخل المسامات ادى الى ضيق المسامات وانسدادها في نهاية العملية.

تكمن مشكلة الدراسة في هل من الممكن استخدام مادة (HCL) في منطقة الدراسة لفتح قنوات الآبار خاصة الآبار التي تجف في اكثر من فصل واحد؟ توصل الباحث الى فرضية انه استخدام مادة (HCL) تؤدي الى فتح القنوات في الآبار المضمورة والتي تجف في عدة فصول السنة، خاصة إذا لم تكن التكوين كلها صخري.

وتهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى استخدام (HCL) التي تساعد في فتح المسامات والقنوات المغلقة في الآبار الجوفية في منطقة الدراسة، وتأثيراتها في نوعية المياه الجوفية للآبار وإمكانية استخدامها لأغراض الري والنشاط البشري.

استخدم في هذا البحث حامض هيدروكلوريك (HCL)، واستخدم نموذج الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة (DEM 12.5m)، ولتحديد خطوط الطول والعرض تم الاعتماد على برنامج (Arc GIS 10.8)، وتم الفحوصات في وزارة العلوم و التكنولوجيا، دائرة البيئة والمياه، مركز بحوث المياه، بغداد.

منطقة الدراسة:

تقع حوض ماوهكان في شمال شرق مدينة السليمانية، بالتحديد تقع في قضاء چوارتا و جزء صغير منه تقع في ناحية بهرزنجة التابعة لقضاء سيد صادق، فالحوض في الشمال والشمال الشرقي محاذي مع حوض جوگهسور ومن الشرق حوض چهقان ومن الجنوب حوض بيستان سور ومن الغرب والجنوب الغربي حوض تانجهرو، الخريطة رقم (١).

من الناحية الفلكية تقع منطقة الدراسة بين خط العرض (٣٥°٢٧'١٩" - ٣٥°٤١'٤٧") شمالا و خط الطول (٤٥°٤٣'٥" - ٤٥°٢٧'٠٧") شرقا^١. أما المساحة الإجمالية للحوض فتقدر بحوالي (٣٢٩.٤ كم^٢)، (عباس، ٢٠٢٣، ص٣). بشكل عام تقع الحوض في منطقة الجبال المعقدة من حيث التضاريس، أيضا تعتبر المنطقة من المناطق المتداخلة من حيث التكوينات الجيولوجية.

جيولوجية المنطقة:

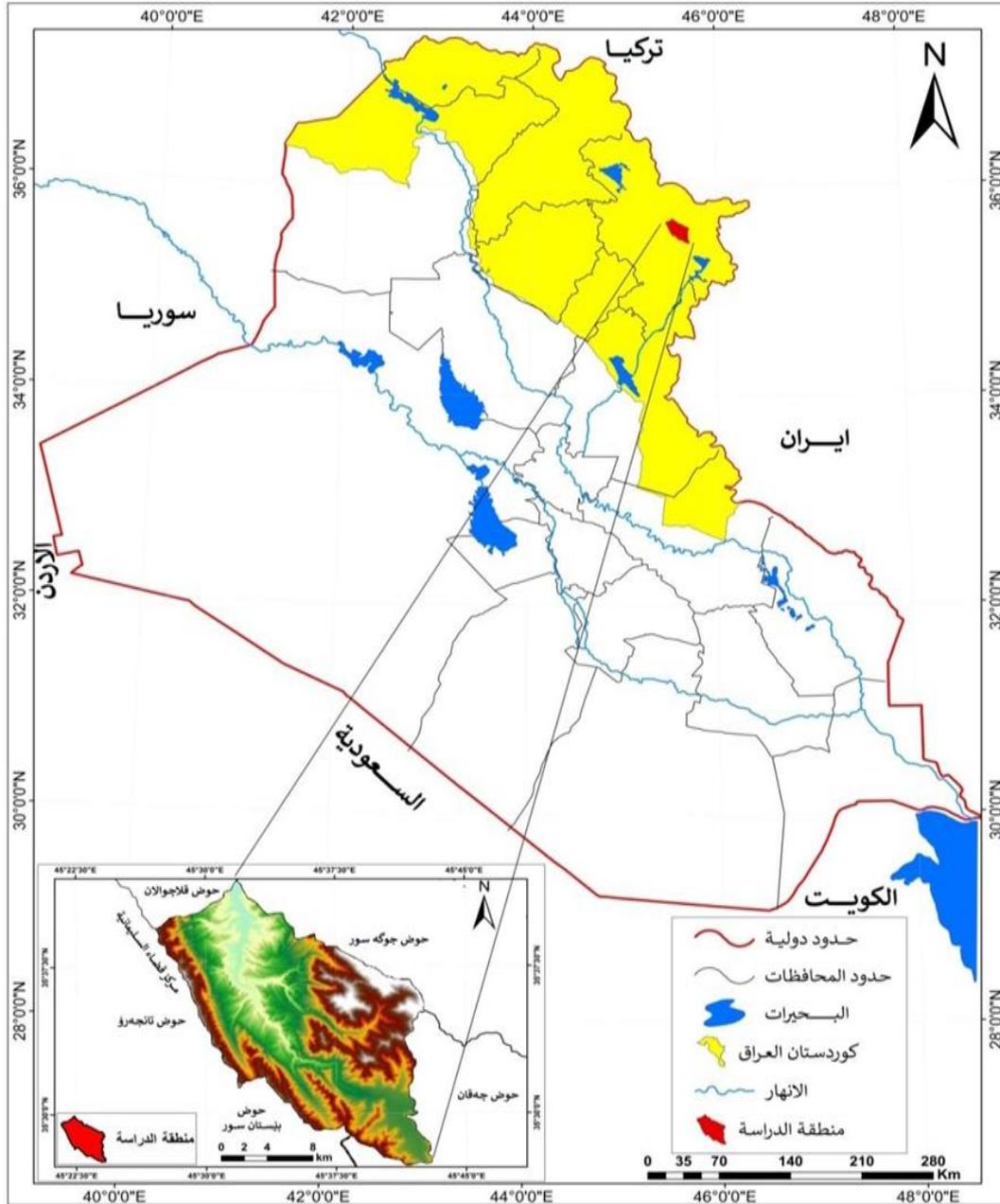
تقع منطقة الدراسة في الطرف الشمالي الشرقي للصفحة العربية في المنخفض التعريوي وبالتحديد في نطاق الصدوع الزاحفة (Thrust Zone) ونطاق الطيات العالية (High Folded Zone) المتمثل بجبل ازمر (Buday T, 1980, p. ٤٤٥). من الناحية التركيبية يمثل مظاهر التشويه المتمثلة بالكسور الثانوية وهي الصدوع والفواصل والشقوق والعروق القيرية والكلسية. (معل، ٢٠٠٦، ص٣٩). التكوينات الجيولوجية تعود الى الزمن الثاني والثالث اي بين عصري (Triassic - Pliocene) وبالاخص تتكون من خمسة تكوينات مختلفة، الخريطة رقم (٢)، كالآتي:

١ - تكوين بالامبو: يتالف من قسمين رئيسيين: القسم الأسفل يتكون من طبقات متعاقبة من الحجر الجيري الامونايي مع طبقات من السجيل الأسود (Shale)، في حين يتالف القسم الاعلى من طبقات الحجر الجيري لايمستون (limestone) مع الطفل (Marl)، سمك هذا

^١ - لتحديد خطوط الطول والعرض اعتمد الباحث على برنامج (Arc GIS 10.8).

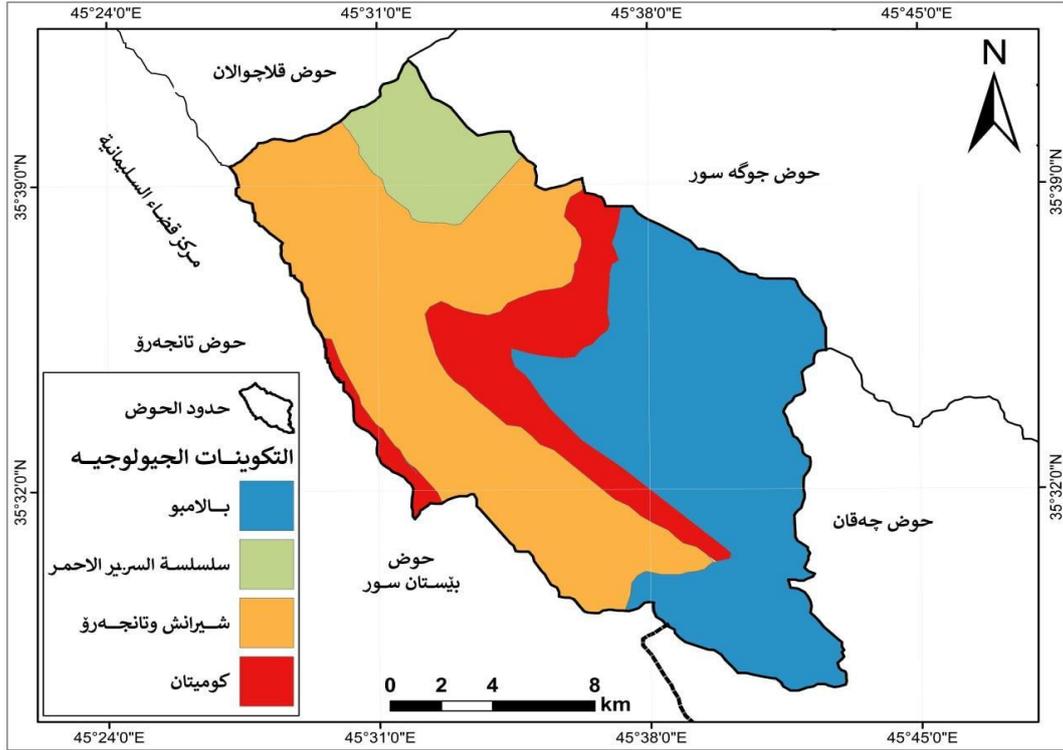
التكوين في منطقة الدراسة ما بين (٣٠٠ - ٧٠٠ م) ويتكشف في الجزء الجنوب الشرقي من طية ازمر و جبل كورهكاژلو،(عباس، ٢٠٢٣، ص١٥-١٧) والطبقة الظاهرة منه لا تتجاوز سمكها اكثر من (١٥٥ م)،(معلة، ٢٠٠٦، ص٣٩). مساحة التكوين في منطقة الدراسة تقدر بحوالي (١٢٨.٤١ كم²).

خريطة (١) منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على (DEM ١٢.٥).

خريطة (٢) جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر:

١ - جمهورية العراق ، المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، الخريطة الجيولوجية لمحافظة السليمانية، التقرير الجيولوجي رقم (٢٨١٧)، مقياس (١/٢٥٠٠٠٠)، ٢٠١٤.

2 - KAMAL H. KARIM, H E M I N KOY I, M USHIR M. BAZIANY & KHALED HESSAMI, Significance of angular unconformities between Cretaceous and Tertiary strata in the northwestern segment of the Zagros fold-thrust belt, Kurdistan Region, NE Iraq, Cambridge University Press 2011. The online version, Geol. Mag. 148 (5-6), 2011, op.cit, p. 934.

٢ - كوميتان: الهيكل العام لهذا التكوين تأخذ امتدادا طوليا بمحاذاة قدمات طية ازمر (جنوب شرقي - شمال غربي) لمسافة طويلة تقدر بحوالي (٣٥.٤ كم) وفي اعلى قمة جبل ازمر لمسافة (١٠ كم)، كما موضح في الخريطة رقم (٢)، وبعد ذلك تأخذ اتجاه شمال شرقي لتكون حدا فاصلا ما بين تكويني (بالامبو و شيرانش - تانجهرو)، مساحة التكوين بشكل عام تقدر (٤٤.٤١ كم²)، وهذا التكوين يتكون من الحجر الجيري الناعم الصلب ذو التطبق المتوسط والجيد وتظهر ترسبات السليكا بين طبقاتها وتمتاز بصلابتها بسبب ترسبات السليكا، وسمك التكوين لا يتجاوز (٣٢٥ م).

٣ - شيرانش: يتكون من قسمين: القسم الأسفل يتكون من الطفل الازرق (Marl) مع طبقات من اللاميستون، والطفل هو الأغلب، أما القسم الأعلى يتكون من الحجر الجيري الرمادي مع طبقات من الطفل، والحجر الجيري اللاميستون هو الغالب، سمك هذا التكوين بين (١٠٠ - ٣٠٠ م). (حمه غريب، ١٩٨٣، ص ١٤).

٤ - تانجرو: تظهر بشكل كبير في الجزء الخارجي من جبل ازمر على شكل شريط طولي مع امتداد متداخل مع تكوين شيرانش والتي من الصعب التفريق بينهما في منطقة الدراسة، (KAMAL H. KARIM, H E M I N KOY I, M USHIR M .). (BAZIANY & KHALED HESSAMI, 2011, p ٩٣٢). يتكون من طبقتين: الطبقة الأسفل الأعماق يتكون من حجر السجيل والحجر الرملي والحجر الطيني والمدملكات تربطها مادة كلسية جيرية، والطبقة الثانية العليا المكشوفة يتكون من تتابع السجيل والحجر الرملي والحجر الغريني والمدملكات وحجر الكلس، سمك الطبقة ما بين (٥٠٠ - ١٥٠٠ م). (عباس، ٢٠٢٣، ص ١٨) تقدر مساحة التكوينين (شيرانش وتانجرو) بحوالي (١٣١.١٦ كم²).

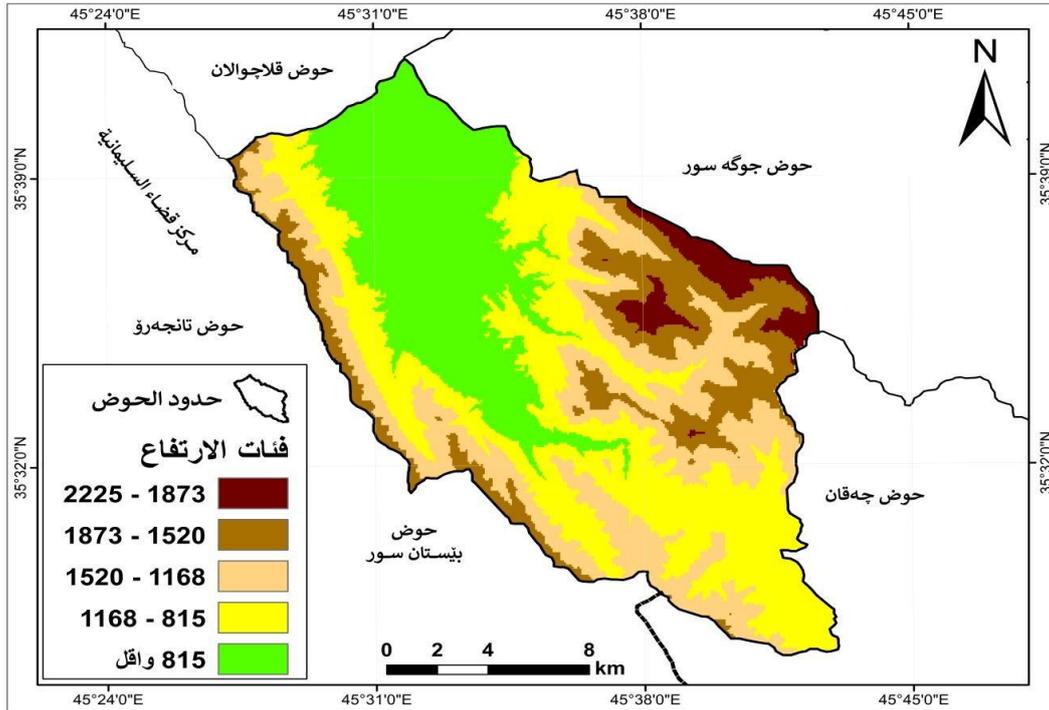
٥ - مجموعة الطبقات الحمراء: تظهر في الجزء الشمال الغربي من الحوض وتتألف من الصخور الفتاتية وطبقات طينية حمراء هشة إلى متوسطة الصلابة في حين الطبقات الرملية والمدملكات شديدة الصلابة، لون الاحجار الرملية ما بين رمادي ووردي واحمر، (معل، وآخرون، ٢٠٠٤، ص ٢٦ و ٣٥)، سمك هذا التكوين ما بين (٢٠٠ - ٤٤٠ م)، (عباس، ٢٠٢٣، ص ٢٠) مساحتها لا تتجاوز (٢٥.٤٢ كم²).

طوبوغرافية المنطقة:

تتميز المنطقة بشكل عام بتضاريس متباينة في الارتفاع، حيث الاجزاء الجنوبية الغربية والشمالية الشرقية اكثر ارتفاعاً، والرواسب النهرية متكونة من الغرين داخل الوديان والمناطق القليلة الانحدار، إذ تبين أن الترسبات الكلسية الموجودة في منطقة الدراسة تكون نتيجة لتبخر المياه في فصل الصيف والتي في الأساس تكونت نتيجة تساقط الأمطار والثلوج في فصل الشتاء.

من خلال استخدام DEM للارتفاعات الرقمية قسمت منطقة الدراسة على خمس فئات ارتفاعية تبدأ من اعلى ارتفاعا لتصل الى اقل ارتفاعا ضمن منطقة الدراسة، الفئة الأولى أعلى ارتفاعا واقل مساحة (٢٢٢٥ - ١٨٧٣) م فوق مستوى سطح البحر بمساحة (١٢.٧٥) كم²، والفئة الخامسة اقل ارتفاعا من بين الفئات الخمسة من حيث المساحة (٨١٥) (اقل) م فوق مستوى سطح البحر وبمساحة (٨٧.٨٥) كم²، الخريطة رقم (٣) والجدول رقم (١).

الخريطة رقم (٣) فئات الارتفاع في منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على DEM ١٢.٥ منطقة الدراسة.

الجدول رقم (١) فئات الارتفاع لحوض قه لاجوا

النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	الارتفاع / م	الفئات
3.9	12.75	2225 – 1873	الاولى
13.9	45.89	1873 – 1520	الثانية
23.7	77.99	1520 – 1168	الثالثة
31.8	104.72	1168 – 815	الرابعة
26.7	87.85	815 – وقل	الخامسة
100 %	329.4	المجموع	

المصدر : اعتماداً على DEM ١٢.٥ منطقة الدراسة ، والخريطة رقم (٣) .

خصائص الانحدار : Slopes Characteristics

تعدُّ دراسة الانحدارات ذات أهمية كبيرة في دراسات الهيدرولوجية و الاشكال الارضية، اذ تعد المنحدرات أماكن نشاط لمجمل عمليات التعرية والترسيب والنقل التي تعمل مجتمعة مع الجاذبية الارضية في تحديد نوع المنحدر (داود، ٢٠٠٢، ص ١٢٠).

ويزداد معدل التصريف المائي والتعرية المائية مع زيادة الانحدار وذلك من خلال تناقص معدلات التسرب، فضلاً عن الأهمية البارزة ذات العلاقة الوثيقة بالنشاطات البشرية من خلال تأثيرها في تنفيذ كثير من المشاريع والأنشطة التنموية المختلفة (خلف حسين الدليمي، ٢٠٠٩، ص ١٦٢-١٦٣).

بما ان اغلب منطقة الدراسة انحداراتها الجيولوجية متوازية مع الانحدارات الطبوغرافية ماعدا بعض المساحات الصغيرة، قام الباحث بالاعتماد على تصنيف (Zing) (اسود، ١٩٩١، ص ٩١-٩٢)، صنفت من خلالها انحدارات منطقة الدراسة إلى خمس فئات، الجدول رقم (٢) والخريطة (٤)، تبين ان المناطق القليلة الانحدار والمتوسطة الانحدار تشكلان المساحة الأكبر من ضمن اشكال الانحدارات والارتفاعات الخمسة الاخرى والتي تعدُّ منطقة الترسيب الكلسي الاكثر في منطقة الدراسة كما تتبين ذلك في نتائج فحوصات استخدام مادة (HCL).

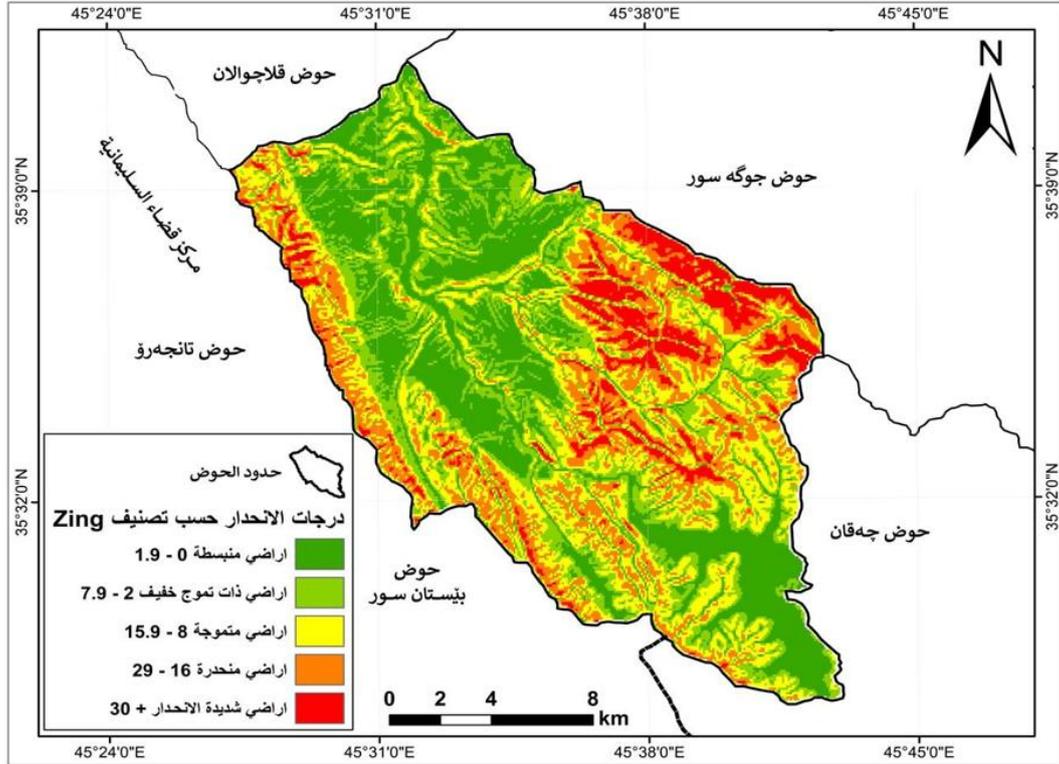
جدول (٢)

تصنيف الانحدارات واشكال سطح الارض لمنطقة الدراسة بحسب تصنيف زنك

الفئة	شكل التضرس	الانحدار %	تصنيف السطح	المساحة	النسبة المئوية %
1	مسطح	0 - 9,1	سهل - وادي	93.11	28.27
2	تموج خفيف	2 - 9,7	سهول - تحاتية نهريّة عليا، سفوح (أقدام الجبال)	77.84	23.63
3	متموج	8 - 9,15	تلال منخفضة	73.98	22.5
4	مقطعة	16 - 29	تلال مرتفعة	58.66	17.8
5	مقطعة بدرجة عالية	30 فأكثر	جبال	25.81	7.8
المجموع				329.4	100 %

المصدر: يوسف صالح إسماعيل الشمزيني، التقييم الجيومورفولوجي لسهل ديبكه، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل، ٢٠٠٨، ص ١٨، والخريطة (٤).

الخريطة رقم (٤) درجات الانحدار حسب تصنيف زنك لمنطقة الدراسة



جيمومورفولوجية المنطقة:

تمثل حوض ماوكان حوضاً ثانوياً تابعاً لحوض قهلاچولان الكبير، عبارة عن وادي تحيط بها التضاريس المرتفعة من الجانب الجنوبي والجنوبي الشرقي والجنوب الغربي والشمال الشرقي التي تتمثل بالتلال التكتونية الأصل ضمن نطاق الطيات العالية، فيما تظهر أشكال ذات أصل أودية نهريّة موسمية أهمها وادي (وشكيشيو، كفران، غيلهدير، كاژاو، زردهگلّه، مامهسنجان، گورگهدير، گهرهدي، نالهسيانو، نهمير، تهگهران) بعض منها كان في السابق عبارة عن أودية دائمة الجريان أما الآن معظمها تجف في منتصف الصيف إلى نهايات الخريف.

تتباين أنماط التصريف بالعوامل الطبوغرافية، إضافة إلى عوامل البناء والتوسع العمراني والزراعي، يعد النمط الشجري والشبه الشجري والشعائي والشبه الشعائي والمستطيلي هو السائد إضافة إلى نمط مخالب القط، كما أن هناك تباين في مساحات تصريف الأودية، بشكل عام التصريف كبير في الأودية ذات المساحات الكبيرة وخاصة في الجانب الشمالي الشرقي من الحوض، في الجدول (٥) توجد المعلومات الطبوغرافية والمورفومترية لحوض منطقة الدراسة.

جدول (٥) الخصائص الطبوغرافية والمورفومترية لمنطقة الدراسة

الحوض	اعلى نقطة في الحوض /م	ادنى نقطة في الحوض /م	الطول /كم	العرض/كم	متوسط العرض/كم	المحيط /كم	عدد المراتب النهرية	مجموع طول القنوات/كم
ماوهكان	2225	842.8	31.8	17.8	10.4	92.2	193	298.2

المصدر: بالاعتماد على DEM 12.5m.

هايډرولوجية المنطقة:

تتبع في المنطقة ثلاثة مصادر مائية ومجرايين رئيسيين جميعها موسمية، الأول ينبع من نبع (درگه) على ارتفاع (١٠٠م) غرب قضاء برزنجة ويحمل الوادي نفس اسم النبع مع وادي (وشكهشيوي) والمجرى الرئيسي لوادي (كفران) ويلتقيان بالقرب من قرية (گورگهدهر). الثاني ينبع من ينابيع وادي (كفران، سهرشيلان، ژنان غربي قضاء برزنجة) ووادي (گيلهدهر) ونبع (پهگؤمان) على ارتفاع (٢٠٠م). وتشكل جميع الجداول الخمسة لنهر وادي (كفران)، ثم تندمج مع نهر وادي (كاژاو) الذي ينبع من الينابيع الجبلية لجبل (كورهكاژاو). ثم تغير اسم الوادي إلى نهر (كاژاو) وهو المجرى الدائم الوحيد في منطقة الدراسة، ويستمر الوادي حتى يصل إلى وادي (زرده گله)، وبعد أكثر من ١٥ كم يتغير اسم المجرى إلى (مامه سنجان).

اما المصدر الثالث هو وادي (گورگهدهر) الذي يعتبر مصدراً جيداً للمياه عبر نبع (كاني كاريز)، وبحسب سكان المنطقة فإنه لم يجف منذ أكثر من (٧٠) عاماً، لكن تصريفها تقل الى اكثر من (٩٠%) في نهاية الصيف والخريف مقارنة بالاقوات الاخرى. ومن هذا الوادي تلتقي منابع المياه الرئيسية الثلاثة، حتى تصل إلى نهر وادي (گهردي) ومن ثم نهر وادي (ثاله سیاو وئهمهر وتهگهران)، وأخيراً بعد (٠.٨ كم) من جسر (گرگاشي) يلتقي النهر الرئيسي لحوض ماوهكان مع النهر الرئيسي لحوض جوگهسور على ارتفاع (٨٣٦م).

بشكل عام من الناحية الهايدرولوجية أن كمية المياه المتدفقة إلى القنوات الرئيسية والثانوية لحوض (ماوهكان) أقل مقارنة مع الاحواض الواقعة شمالاً و جنوباً، وفي الوقت نفسه الوديان والمجاري المائية أقل عدداً واقل التواء وعمقا مقارنة بالاحواض المائية المجاورة لها، وهناك الكثير من الاستقامة خاصة المجرى الرئيسي من الحوض. من ناحية اخرى هناك ترسب وترشح كبير داخل اسطح وبطون المجاري المائية للمنطقة الحوض مقارنة بالاحواض المجاورة ويرجع ذلك إلى التكوين الجيولوجي لبطون القنوات والمجاري

المائية الرئيسية، (دراسة ميدانية لمنطقة الدراسة بتواريخ (٢٠٢٢/١٠/٢٢ و ٢٠٢٣/١٢/١٧ و ٢٠٢٤/٢/٨ و ٢٠٢٥/٣/١٧)).

تبين ان زمن التركيز (١:٣٣ ساعة) وهذا يثبت بان تجمع المياه الامطار لحدوث الفيضانات عالي في هذا الحوض، وزمن الاستجابة (٣:١٠ ساعة) من هنا تبين بان مع زيادة الانحدار تقل زمن الاستجابة في الوقت نفسه التكوين الجيولوجي ونوعية الصخور من التشققات والانكسارات، وقابلية النفاذية كلها تؤثر بصورة مباشرة في منطقة الدراسة خاصة في بدايات الخريف الذي يحتاج الى وقت اطول تملأ الشقوق وتتسبع التربة بمياه الامطار وتكون النتيجة تطول وزيادة في زمن الاستجابة، وتبين بان الزمن الرئيسي للتدفق (٣.٤٠/يوم) وهذه يثبت بأن هناك علاقة طردية ما بين زمن الاستجابة والزمن الرئيسي للتدفق المائي.

تبين ايضا بان زمن الارتفاع التدريجي للتدفق قصير جدا بسبب عدم بقاء مياه الأمطار في المجاري المائية لمدة طويلة حتى بدء الجريان وهذا يزيد من خطورة حدوث الفيضان، ايضا تبين بأن فترة زمن الارتفاع التدريجي للتدفق المائي ثلاث مرات اقل من زمن الاستجابة. وتبين ايضا بأن هناك علاقة طردية ما بين الانخفاض التدريجي للتدفق وزمن الاستجابة، وهذا يرجع الى احتياج لفترة اطول لتصل إلى شدة التدفق.

كذلك تبين بان سرعة الجريان السطحي في حوض ماوهكان (٢.١٩ م/ثا) وشدة التدفق (٤٥١.٥ م³/ثا) وكمية التدفق النوعي (١.٣٧ م³/ثا/كم²) ونتيجة معادلة الفيضان حسب معادلة (Jaton) كانت (٣.٦)، اي أن خطورة حدوث الفيضانات تكون متوسطة. الجداول (٦ - ١٢). كالاتي:

$$TC = \frac{(L)^{1.15}}{7700 (H)^{0.38}} \quad 1$$

TC = زمن التركيز .

L = طول القناة الرئيسي (م).

H = متوسط الارتفاع في الحوض (م).

S = مساحة الحوض (كم²). (اسحاق صالح العكام، ونوال كامل علوان، ٢٠١٧، ص ٣١).

$$Tp(hr) = Ct (Lb \times Lca)^{0.3} \quad 2$$

Tp(hr) = زمن الاستجابة في الحوض لمياه الامطار/ساعة.

Ct = قيم ثابتة خاصة بطبيعة الحوض وانحدار الاحوض، القيم ما بين (٠.٢٢ - ٢.٠٢).

Lb = طول القناة الرئيسي/كم.

Lca = المسافة ما بين المصب والثقل الهايدروولوجي في الحوض/كم. (مرزا، ومحمد سعيد البارودي، ٢٠٠٥، ص ٢٥٤).

$$Tb(days) = 3 + \frac{tp}{8} \quad 3$$

$T_b(days)$ = المدة الرئيسية للتدفق/يوم.

$T_p(hr)$ = زمن الاستجابة في الحوض لمياه الامطار/ساعة، (زمن التباطئ)^٢. (البارودي، واخرون، ٢٠١٢، ص ٧٩٠).

$$Tm(hr) = \frac{1}{3} Tb(days) \quad 4$$

$T_m(hr)$ = مدة الارتفاع التدريجي/ساعة (التدفق التدريجي).

$(T_b(days)$ = المدة الرئيسية للتدفق/يوم. (البارودي، ٢٠١٢، ص ٥٨).

$$Td(hr) = \frac{2}{3} Tb(days) \quad 5$$

$T_d(hr)$ = مدة الانخفاض التدريجي/ساعة.

$(T_b(days)$ = المدة الرئيسية للتدفق/يوم. (البارودي، ٢٠١٢، ص ٦٠).

$$V\left(\frac{m}{s}\right) = \frac{L(M)}{3.6 TC(S)} \quad 6$$

$V(m/s)$ = سرعة الجريان السطحي م/ثا.

$L(M)$ = طول القناة الرئيسي.

$TC(S)$ = زمن التركيز/ثا، (Jaton. J.F.(1980),p.41).

$$Q_p = \frac{C_p \times A}{T_p} \quad 7$$

Q_p = التدفق القصوى للمياه م³/ثا.

C_p = قديم ثابتة (٢ - ٦.٥)، لها علاقة مع قدرة الحوض للاحتفاظ بالمياه، في نفس الوقت

لها علاقة مع قدرة النفاذية، (لهذه الاسباب اختار الباحث معدل القيم الذي يحدد (٤.٢٥)).

A = مساحة الحوض (كم²).

T_p = زمن الاستجابة في الحوض لمياه الأمطار/ساعة، (زمن الاستجابة). (درادكة، ٢٠٠٦، ص ١٨٤).

$$q_p(m^3/s/km^2) = \frac{Q_p(m^3/s)}{A(km^2)} \quad 8$$

$q_p(m^3/s/km^2)$ = قديم كمية التدفق النوعي في الحوض (م³/ثا/كم²).

$Q_p(m^3/s)$ = قديم كمية التدفق القصوى للمياه في الحوض (م³/ثا).

$A(km^2)$ = مساحة الحوض (كم²). (H.M. Raghunath, 2006, p.154).

^٢ - هنا يجب استخدام النتائج قبل تغييرها الى الدقائق .

2 كم/حوض في التصريف كثافة طول = الفيضان معادلة

2 كم / مجاري الاولى المرتبة مجاري تكرر ×

كثافة التصريف في الحوض = اعداد المجاري في المرتبة الاولى / مساحة منطقة المرتبة الاولى

تكرر مجاري المرتبة الاولى = اعداد مجاري المرتبة الاولى / اعداد مجاري المرتبة الثانية..
(DR. Jatou J.F. 1980, p.14)

الجدول (٦) زمن التركيز / ساعة و دقيقة لحوض ماوهكان

الحوض	طول المجرى الرئيسي/م	معدل الارتفاع/م	النتيجة ^{٣*}	زمن التركيز/ساعة	زمن التركيز/دقيقة
ماوهكان	39280	1511.7	1.55	1:33	83

المصدر: اعتماد على (DEM 12.5m) واستخراج نتائج المعادلات.

جدول (٧) زمن الاستجابة/ساعة وزمن الرئيسي للتدفق المائي/يوم

الحوض	طول المجرى الرئيسي/ كم	البعد ما بين المصب ومركز الثقل الهيدرولوجي للحوض/كم	النتيجة	زمن الاستجابة/ساعة	الزمن الرئيسي للتدفق/يوم
	Lb	Lca		Tp(hr)	Td(days)
ماوهكان	39.28	0.63	3.17	3:10	3.40

المصدر: اعتماد على (DEM 12.5m) واستخراج نتائج المعادلات.

جدول (٨) الارتفاع والانخفاض التدريجي للتدفق المائي في حوض ماوهكان

الحوض	الزمن الرئيسي للتدفق/يوم	الارتفاع التدريجي	الارتفاع التدريجي للتدفق المائي	الانخفاض التدريجي	الانخفاض التدريجي للتدفق المائي
	Tb (days)		Tm(hr)		Td(hr)
ماوهكان	3.40	1.13	1:8	2.27	2:16

المصدر: استخراج نتائج المعادلات.

جدول (٩) سرعة الجريان السطحي م/ثا

الحوض	طول الحوض/م	زمن التركيز/ساعة	زمن التركيز/دقيقة	زمن التركيز/ثا	السرعة م/ثا
ماوهكان	39280	1:33	83	4980	2.19

المصدر: اعتماد على (DEM 12.5m) واستخراج نتائج المعادلات.

^٢ - للحصول على النتيجة بالدقائق، الارقام بعد الفارزة تقسم على ١٠٠ وبعد ذلك تضرب ب ٦٠ .

جدول (١٠) كمية شدة التدفق المائي Q_p م³/ثا

الحوض	المساحة/كم ²	زمن التركيز/ساعة T_p	شدة التدفق Q_p م ³ /ثا
ماوهكان	329.4	3:10	451.5

المصدر: اعتماد على (DEM 12.5m) واستخراج نتائج المعادلات.

جدول (١١) كمية التدفق النوعي (م³/ثا/كم²)

الحوض	المساحة/كم ²	شدة التدفق Q_p م ³ /ثا	كمية التدفق النوعي q_p (م ³ /س / كم ²)
ماوهكان	329.4	451.5	1.37

المصدر: اعتماد على (DEM 12.5m) واستخراج نتائج المعادلات.

جدول (١٢) نتيجة معادلة الفيضان لحوض ماوهكان

الحوض	عدد المجاري في المرتبة الاولى	مساحة المرتبة الاولى/كم ²	تكرار المجاري في المرتبة الاولى	طول كثافة التصريف/كم ²	معادلة الفيضان
ماوهكان	148	157	3.795	0.94	3.6

المصدر: اعتماد على (DEM 12.5m) واستخراج نتائج المعادلات.

ميل سطوح التطبيق (٣٦ - ٣٩) درجة باتجاه الشمال الشرقي التي قطعها عوامل التعرية لتتشأ سطح الرصيف الصخري (البدمنت Pediment) المائل بدرجات قليلة تقدر (متر لكل ١٠٠ متر) باتجاه الشرق التي تمنحه النفاذية الثانوية وتجعل طبقاته مفتوحة نحو الاعلى (معل، ٢٠٠٦، ص ٤٣)، في مناطق أخرى ميل سطوح التطبيق تزداد الى اكثر من (٥٠ - ٨٥) درجة وهذا يؤثر بصورة مباشرة على الجريان السطحي التي تأخذ في كثير من المناطق نفس اتجاه ميول سطوح التطبيق.

وصف آبار منطقة الدراسة:

تعد آبار منطقة الدراسة من نوع متوسطة العمق اغلبها ما بين (٦٠ - ١٥٠) م من النوع الذي تتغذى على كميات التساقط سواء كانت مطرية او ثلجية، حيث اختراق طبقة المياه الجوفية في تكوين بالامبو وتانجرو تكون جزئيا، حيث في تكوين بالامبو نوع طبقات المياه الجوفية من النوع المتشقق اما تكوين تانجرو من النوع الحبيبات المتداخلة، اما مجموعة الطبقات الحمراء المخارج عبارة عن طين احمر وطين غريني كلسي، على سبيل المثال في مقاطعة سيتك الترسبات تتكون من الطين والحصى والرمل (رملية كلسية) والطمى، اما في تگران نفس ترسبات مقاطعة سيتك مع وجود طبقات من الصخور، وفي النهاية تظهر على شكل تراكيز ايونات فلزية ذائبة في مياه الابار.

من جانب آخر تكوينات بالامبو وكوميتان و شيرانش المتكشفة على الطرف الشمالي الشرقي لطية ازمر المحدبة تعتبر مناطق وانطقة لتغذية (Recharge Zones) الجوفية لنطاقات اخرى بسبب ضعف قابلتها على خزن المياه الجوفية التي تتغذى على مياه الامطار والثلوج الساقطة التي تترشح عبر الكسور الثانوية وسطوح التطبقات الميل العالي (٥٠ - ٨٩ درجة). (معلّة، وحسن، كريم محمود و غالب، ازهار علي، ٢٠٢٤، تقرير رقم ٢٨٨٥).

طرائق العمل:

١ - جمع نماذج المياه وتحليلها:

بنيت الدراسة على (٧) نماذج للمياه الجوفية من الآبار الإنتاجية وذلك لخطورة استخدام مادة (HCL) ولفادي الاضرار في حال عدم السيطرة على العملية الميدانية، الخريطة رقم (٥)، وتم حفظ النماذج في قناني بلاستيكية سعتها (١) لتر مغسولة ومجففة مكرر العملية لكل موقع، وحفظت في المختبر وأجريت عليها الطرق الكيميائية التحليلية القياسية كما وجدت في (١٢، AptIA AwwA, AphA, AwwA, Apcf، ١٩٨٥) فقد تم تعيين ايون الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة جهاز قياس الانبعاث الذري اللهبى (Flame Photometers) وايون الكالسيوم والمغنسيوم بالطريقة الكتل الحجمية باستعمال محلول (FDTA) أما ايون الكلوريد تم بالطريقة الحجمية بالتسحيح مع محلول نترات الفضة، وايون كبريتات بالطريقة الوزنية لكن بترسيبه مع شكل كبريتات الباريوم باستعمال كلوريد الباريوم، أما ايون البيكاربونات فقد تم تحليله بطريقة التسحيح مع حامض الكبريتيك، أما النترات فتم بطريقة التسحيح مع حامض الكبريتيك القياسي وباستعمال جهاز التقطير البخاري وبذلك تم حساب تراكيز الايونات الموجبة والسالبة لمياه آبار الدراسة، كما في الجدول رقم (١٣).

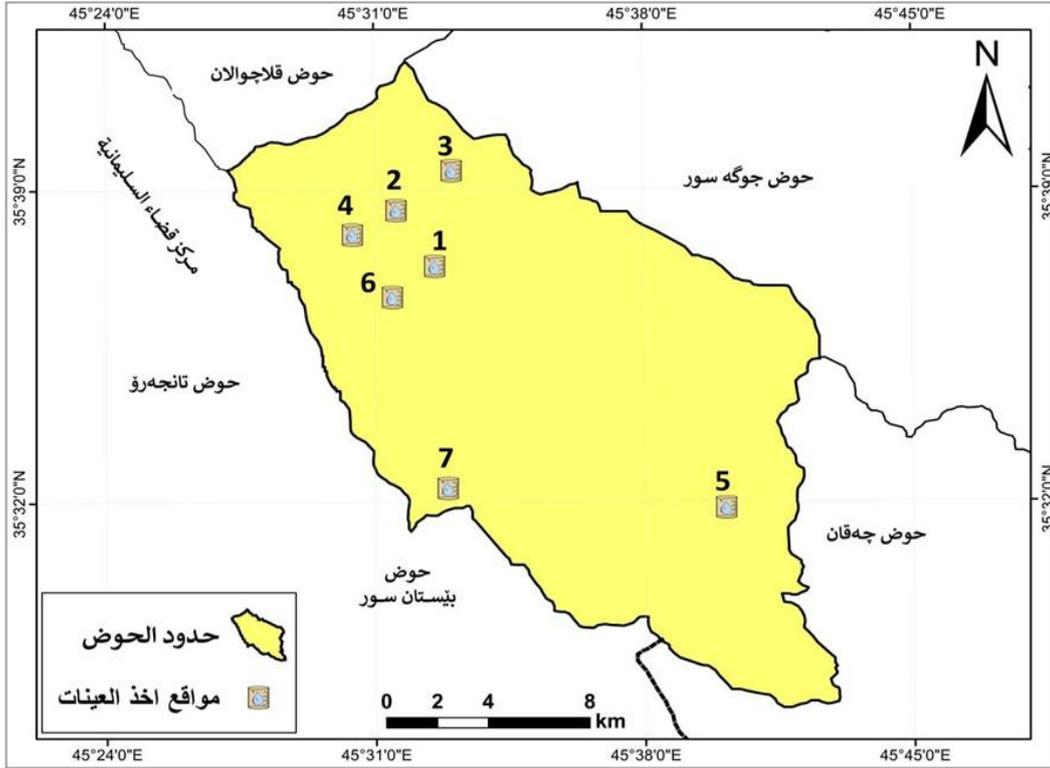
جدول (١٣)

تحليل تراكيز الايونات الموجبة والسالبة % لأبار الدراسة بوحدات (PPm)

PH	T.H	EC. (mg/l)	T.D.S. (mg/l)	NO ₃ ⁻¹	HCO ₃ ⁻¹	SO ₄ ⁻²	CL ⁻	Mg ⁺²	Ca ⁺²	K ⁺	Na ⁺	رقم البئر
7.5	204	657	268	1.4	290	13.9	1.2	18.3	58.2	2.2	22.5	1
7.6	231	761	308	2.3	350	98.0	0.9	22.2	62.6	2.1	47.0	2
7.4	225	738	298	2.0	290	20.0	1.05	23.5	63.7	1.0	9.0	3
7.5	135	433	198	1.7	270	2.9	1.2	8.3	47.9	0.9	2.6	4
7.5	220	670	255	2.2	280	23.7	1.1	19.7	52.1	2.2	14	5
7.6	219	637	252	1.2	250	5.7	0.9	21.8	53.6	1.9	11.0	6
7.6	207	722	269	0.9	270	4.2	0.85	14.3	49.3	1.4	10.2	7

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على، وزارة العلوم و التكنولوجيا، دائرة البيئة و المياه، مركز بحوث المياه، بغداد، ٢٠٢٢/٢/٢١ و ٢٠٢٣/٧/٤ و ٢٠٢٤/١١/١٣.

خريطة (٥) مواقع العينات في منطقة الدراسة



المصدر : اعتماداً على DEM ١٢.٥ لمنطقة الدراسة.

هايدروجيوكيميائية مياه الآبار:

تمثل الدراسات الهايدروجيوكيميائية احد الجوانب المهمة لتحديد الطبقات الصخرية الحاملة للمياه وايضا في فهم الظروف والعوامل التي مرت بها المياه خلال تاريخ تكوينها سواء اكانت ظروف مناخية او نوعية التكوينات الصخرية، كما أن هايدروجيوكيميائية المياه تتأثر بالعديد من العوامل منها نوعية التركيب الصخري للمنطقة التي تتواجد فيها المياه، وقابلية الصخور على خزن المياه في المسامات، والنفاذية المتواجدة في النسيج الصخري فضلا عن العمر الجيولوجي في جميع العمليات التحويرية اللاحقة بالإضافة إلى نوعية وكمية المياه المتواجدة ضمن تلك الآبار (Ingebritsen, S. and Sandford, W. (2001), P341). وتستخدم الدراسات الهايدروجيوكيميائية في حل العديد من مشاكل الإنتاج المياه، منها تحديد مصادر المياه الطبقيّة وكذلك معرفة تراكيز المواد الذائبة والمركبات الموجودة في المياه الخلالية (Interstitial Water) وكذلك تستخدم نتائج تحاليل المياه لمعرفة إلى أي مدى القنوات والمسامات المائية تتأثر بترسيب تلك المركبات في غلق وتغير مسارات المياه الجوفية (Gibbs, R.J. (1970). ١٧٠، ١٠٨٦ - ١٠٩٠).، في هذه الدراسة حاول

الباحث استخدام النتائج الناتجة من التحاليل الهيدروكيميائية للآبار منطقة الدراسة وذلك لمعرفة عدد من الاستنتاجات وكما يأتي:

١- معرفة أصل المياه الجوفية في آبار منطقة الدراسة:

يمكن معرفة أصل تلك المياه باستخدام تصنيف (Sulin, 1946) الذي يستند إلى تحديد النسب المئوية للمكافئات (%epm) للأيونات الموجبة والسالبة الذائبة في المياه ويمكن تطبيق هذا المبدأ على الآبار المدروسة، الجدول رقم (١٤).

الجدول رقم (١٤) يوضح تصنيف مياه آبار منطقة الدراسة حسب تصنيف (Sulin)

رقم البئر	نوع المياه	أصل المياه	قيمة Na/Cl	قيمة Na- Cl/SO ₄	قيمة Cl- Na/Mg
1	SO ₄	جوية	18.75	1.53	- 1.16
2	SO ₄	جوية	52.22	0.47	- 2.08
3	SO ₄	جوية	8.57	0.40	- 0.39
4	SO ₄	جوية	2.17	0.48	- 0.19
5	SO ₄	جوية	12.73	0.54	- 0.65
6	SO ₄	جوية	12.22	1.77	- 0.46
7	SO ₄	جوية	12.00	2.23	- 0.65

المصدر: بالاعتماد على:

1- Collins, A.G. (1975). Geochemistry of oil field water. Elsevier publishing company, Amste p496.

ب - صلاحية مياه الآبار في الاستخدام الزراعي والاروائي:

يمكن معرفة استخدام صلاحية مياه هذه الآبار للأغراض الاروائية والزراعية من خلال تطبيق مبادئ (Todd) لاحتساب نسبة امتصاص الصوديوم لمياه الآبار (SAR Sodium Adsorption Ratio) (عباس، ٢٠١٦، ص١١٠٨) وكما يأتي:

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

حيث SAR = تمثل امتزاز الصوديوم.

Na^+ = صوديوم، Ca^{2+} = كالسيوم، Mg^{2+} = مغنسيوم، ويمكن تطبيق المبدأ على آبار منطقة الدراسة، حيث اذا تبين ان SAR اقل من (١٠) تكون خطورة التملح قليلة، اما اذا كان SAR بين (١٠ - ١٨) تكون الخطورة متوسطة، واما اذا كان SAR بين (١٨ - ٢٦) تكون الخطورة عالية. الجدول (١٥).

جدول (١٥) يوضح تطبيق مبادئ Todd على آبار الدراسة

رقم البئر	قيمة SAR	صلاحية الاستخدام
1	2.57	صالح للاستعمال
2	5.11	صالح للاستعمال
3	0.96	صالح للاستعمال
4	0.35	صالح للاستعمال
5	1.65	صالح للاستعمال
6	1.27	صالح للاستعمال
7	1.28	صالح للاستعمال

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات نتائج المعادلة.

ج- معرفة صلاحية مياه الآبار في الاستخدام البشري:

يمكن استخدام مبدأ Carrol أو ما يسمى (TDS) نسبة الاملاح الذائبة (Carrol, D.)

(1958), 14(1), 21-26) في معرفة مدى صلاحية مياه الآبار للاستخدام البشري،

الجدول (١٦).

الجدول (١٦) يوضح تصنيف TDS

Water Type	Total Dissolved Solids (T.D.S)mg
Fresh Water	1000 - ٠
Brackish Water	1000- 10000
Saline Water	10000- 100000
Brine	>100000

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد:

1- Carrol, D. (1958). Role of clay mineral in the Trans rotation of Iran, *Geoche. Cosm. Acta.*, 1958, 14(1), 21-26.

من ضمن طرائق العمل تضمنت هذه الدراسة كما اشرفنا إليها في السابق (٧) آبار في

منطقة الدراسة خاصة الآبار التي على وشك الجفاف أو التي عندها فترات جفاف، خاصة

الآبار التي كانت ذات مردود مائي كثير ومع مرور السنوات قل التصريف المائي أو تعرض

للجفاف الدائم أو الفصلي، تم استخدام مادة HCL (حامض الهيدروكلوريك) في آبار المياه

وذلك لأجل:

٢ - تنظيف الآبار (Well Stimulation):

- يتم حقن حامض الهيدروكلوريك في الآبار لتحفيز الطبقات الصخرية الحاملة للمياه.
- يساعد الحامض على إذابة الكربونات والمعادن الأخرى التي تسد المسام ومسارات المياه وقنواتها، مما يحسن تدفق السوائل.

- ٣ - تحميص الطبقات (Acidizing):
- يستخدم في معالجة الصخور الكربونية مثل الحجر الجيري أو الدولوميت.
 - يتفاعل HCL مع كربونات الكالسيوم (CaCO_3) وينتج ثاني أكسيد الكربون والماء، مما يفتح قنوات جديدة داخل الطبقات الصخرية.
- ٤ - إزالة الترسبات الكلسية و المعدنية:
- يعمل الحامض على إزالة الترسبات المعدنية مثل كربونات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم التي تتراكم داخل أنابيب الآبار سواء كانت بلاستيكية أم حديد.
- ٥ - التراكيز والكميات والفترات:
- التركيز التي استخدم في هذه البحث (٣٢%) والكمية المستخدمة لكل بئر (٥ - ٦ لتر) والفترة المستخدمة في بداية الربيع عندما تكون الآبار مليئة بالمياه ولمرة واحدة.
- ٦ - السلامة والاحتياطات:
- حامض الهيدروكلوريك شديد التآكل، لذا يجب استخدام مواد مقاومة للتآكل مثل البلاستيك.
 - ضرورة ارتداء معدات الحماية الشخصية (PPE) مثل القفازات، النظارات الواقية، والملابس الواقية.
 - التجنب استنشاق الأبخرة.
 - استخدام مواد قلووية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) لتقليل التأثير البيئي بعد الاستخدام.
- ٧ - التفاعلات الكيميائية الرئيسية:
- التفاعل مع كربونات الكالسيوم:
 - هذا التفاعل هو الأساس لتحسين النفاذية في الصخور الكربونية.
 - التخلص من المياه المستعملة (المحتوية على HCL) وذلك من خلال تخفيفه الى اعلى مستوى قبل طرحها على البيئة المحيطة.
- ٨ - موانع الاستخدام:
- لا يُستخدم HCL في الطبقات الحاملة للرمال أو الطين، حيث يمكن أن يؤدي إلى انهيار الطبقة أو انسداد المسام بسبب تراكم نواتج التفاعل ولأن منطقة الدراسة منطقة جبلية صخرية ليس هناك أي موانع للاستخدام.

- ٩ - إعداد البئر قبل الحقن:
- ان يكون البئر خالي من أي اسلاك كهربائية او اسلاك معدنية حاملة للغطاسات وغطاسات مائية.
 - ١٠ - الأدوات المستخدمة في حقن HCl :
 - الأنابيب الملفوفة (Coiled Tubing)، عبارة عن أنابيب مرنة يتم إدخالها في البئر.
 - ١١ - فترة بقاء مادة (HCL) في البئر:
 - المدة التي اجري عليها البحث من قبل الباحث هو (٧٢ ساعة). وبعد ذلك تفريخ البئر كاملة من المياه من خلال كومبريسرات سحب المياه وإضافة حوالي (١٠٠٠٠٠ - ١٥٠٠٠٠ لتر) من المياه الى الآبار وشفطها مرة اخرى وبعد (٢٤ ساعة) يتم اعداد البئر مثلما كان في السابق وتشغيل الغطاس للمدة (١٢ - ٢٤ ساعة) متتالية لتخلص من آثار (HCL) في مياه الابار، صورة (١).

صورة (١) بعض المشاهد للاجراء العمليات التطبيقية



المصدر: التقط الصور في مواقع الدراسة.

١٢ - عدد الآبار واعماقها:

- استخدم مادة (HCL) على سبعة آبار في منطقة الدراسة باعماق ما بين (٦٥ - ١٥٠م).

النتائج والمناقشة:

١- هيدروكيميائية المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة:

تتأثر طبيعة تغاير الايونات الذائبة في المياه بصورة رئيسية بالمناخ ونوع صخور الأم والنشاط البشري السائد في المنطقة، ويبين الجدول رقم (١٣) تراكيز الايونات ومقدار الملوحة الكلية في المياه الجوفية للآبار حيث تكون أعلى قيم لتراكيز الايونات هي لايونات الكالسيوم والبيكاربونات والصوديوم وذلك لأن منطقة الدراسة تقع ضمن مكاشف تكوين صخور بالامبو وكوميتان وشيرانش وتانجرو ذات الطبيعة الصخرية المتكونة من الحجر الجيري والكلس ولايمستون على الاغلب بالإضافة إلى ترسبات السليكا والطين والرمل.

وتم معرفة أصل ونوع مياه الآبار من خلال استخدام مبدأ (Sulin, 1946) فوجد أن نوعها الكيميائي من نوع كبريتات الصوديوم ذات الأصل الجوي كما في جدول (١٤) ومنها نستنتج ان مياه الابار مياه جوية اي من مصدر تساقط مطري و ثلجي مما تساعد على تراكم التكلسات في المسامات في أثناء فترات الجفاف.

٢ - فتح المسامات وقنوات نقل المياه الجوفية بعد استخدام مادة (HCL):

اظهرت نتائج استخدام مادة (HCL) على الابار حيث تبين بأن البئر رقم سبعة تأثرها اقل من النصف مقارنة بالابار الاخرى، حيث بعد استخدام (HCL) فترة تزويد الابار بالمياه ارتفع الى (١/ ايلول) لكن في السابق كان ينقطع ويجف في (اواسط/ تموز). اما بنسبة للبئر السابع انها في المنطقة الجبلية (جبل ازمر) المنحدرة عند تلاقي تكوين كوميتان مع شيرانش انها احد الاسباب في ان لا تعطي نتائج ايجابية كباقي الآبار الأخرى، والسبب الآخر من الناحية الهيدرولوجية الانحدار الشديد لا تعطي فرصة للتسرب الى الداخل، منطقة الدراسة بشكل عام ونقطة بئر السابع سرعة الجريان السطحي فيها (٢.١٩ م/ثا) و شدة التدفق (٤٥١.٥ م³/ثا) وشدة التدفق النوعي (١.٣٧ م³/ثا/كم²) مما تساعد على الفيضان، وللفيضانات المناطق المنحدرة لها علاقة عكسية مع التسرب، الجدول (٩، ١٠، ١١، ١٢)، مما تؤدي الى قلة التسرب الى الداخل وبطئها وهذا ما يجعل نوع من الرطوبة، وهذه الرطوبة تفاعل مع التكوينات الصخرية وبالتكرار تتحول الى تراكيز فلزية ذائبة في مياه الابار وبالنتيجة تعرقل جريان المياه، مما تؤدي في النهاية الى حبسها او تغير اتجاه مجراه.

٣- صلاحية استخدام مياه الآبار لأغراض الري والاستخدام البشري:

لقد تم تطبيق مبدأ العالم Todd في معرفة مبدأ صلاحية هذه الآبار لأغراض الري والصناعة كما في الجدول رقم (١٥) فأتضح بأن هذه الآبار صالحة للأغراض الري والنشاط الصناعي وذلك لان قيمة الامتزاز (SAR) اقل من (٥) كما واضح في الجدول (١٥) لهذه الآبار، لذلك ممكن القيام بعمل منشآت زراعية وصناعية وكذلك فإن مياه هذه الآبار صالحة للاستخدام البشري، ذلك نتيجة لاستخدام مخطط Carrol كما في جدول (١٦) وقد تجري لها بعض التقنيات الحديثة من خلال عمل بعض التحاليل الكيميائية والبايولوجية للحصول على مياه صالحة بصورة جيدة للاستخدام البشري.

التوصيات:

- ١ - العمل على استخدام مادة (HCL) للمساعدة على فتح القنوات المائية المغلقة في الآبار التي تعاني من الجفاف الفصلي.
- ٢ - لكل منطقة ظروفها الخاص من الناحية المناخية والجيولوجية والهيدرولوجية، لذا من الأفضل دراسة المنطقة والبئر المراد استخدام مادة (HCL) فيه.
- ٣ - نظرا لخطورة المادة فمن الأفضل ان تكون تحت اشراف علمي ويراعي فيها الحماية البيئية.

المصادر:

المصادر العربية:

- اسود، فلاح شاكر، الخرائط الموضوعية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، الموصل، ١٩٩١، ص ٩١-٩٢.
- البارودي، محمد سعيد، تقدير احجام السيول ومخاطرها عند المجرى الادنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، جمعية الجغرافية المصرية، العدد (٤٨)، ٢٠١٢، ص ٥٨.
- البارودي، محمد سعيد، وآخرون، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقدير احجام السيول ومدى خطورتها عند المجرى الادنى لوادي نعمان جنوب مدينة مكة المكرمة من خلال تطبيق نموذج سنايدر واعتماد نموذج الارتفاعات الرقمية ASTER، المؤتمر الجغرافي الدولي (الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة)، عدد خاص، كلية الاداب والعلوم الانسانية، جامعة طيبة، مكة المكرمة، ٢٠١٢، ص ٧٩٠.
- داود، تغلب جرجيس، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة، البصرة، ٢٠٠٢، ص ١٢٠.

درادكة، خليفة عبدالحافظ، المياه السطحية وهيدرولوجيا المياه الجوفية، دار الحنين للنشر والتوزيع، الاردن، ٢٠٠٦، ص ١٨٤.

الدليمي، خلف حسين، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية علمية تطبيقية)، الطبعة الأولى، دار الصفاء للنشر، عمان، ٢٠٠٩، ص ١٦٢-١٦٣.

الشمزيماني، يوسف صالح إسماعيل، التقييم الجيومورفولوجي لسهل ديبكه، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل، ٢٠٠٨، ص ١٨.

عباس، ارام داود، اثر ظاهرة التصحر على انتاج المحاصيل الزراعية، مجلة جامعة رابرين، ٢٠١٦، المجلد (٣)، العدد (٩)، ٢٠١٦، ص ١١٠٨.

العكام، اسحاق صالح، وعلوان، نوال كامل، مقارنة بين طريقتي (GIUH)-(SCS-CN) لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي دويريج باستخدام (GIS)، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد (٢٨)، العدد (١)، ٢٠١٧، ص ٣١.

حمه غريب، عطا، جيومورفولوجية منطقة بيرهمه-كروان الجبلية في الجمهورية العراقية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، ١٩٨٣، ص ١٤.

مرزا، معرج نواب، والبارودي، محمد سعيد، السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لاودية الحرم المكي، مجلة جامعة ام القرى، كلية العلوم الاجتماعية (عدد خاص)، ٢٠٠٥، ص ٢٥٤.

معلة، خلدون عباس، وحسن، كريم محمود، وغالب، ازهار علي، ٢٠٢٤، المسح الجيولوجي شبه تفصيلي لمنطقة جبل ازمر - جوارته، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير رقم ٢٨٨٥.

معلة، خلدون عباس، وآخرون، المسح الجيولوجي الشبه تفصيلي لمنطقة أزمر - جوارتها في محافظة السليمانية، المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد، ٢٠٠٤، ص ٢٦ و ٣٥.

معلة، خلدون عباس، تقييم الخواص الهيدروكيميائية لمياه الينابيع المتدفقة على الجانب الغربي لنهر تگران في السليمانية - شمال العراق، مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية، المجلد ٢، العدد ١، ٢٠٠٦، ص ٣٩ و ٤٣.

المصادر الكوردية:

عباس، ارام داود، تايه تمهندييه هايدرولوجيه كانى ناوزيلى روبرارى قه لاجوالان و چونينتى دروينه كردنى ناوه كهى، اطروحة دكتوراه، جامعة السليمانية، كلية الآداب، قسم الجغرافية، ٢٠٢٣، ص ٣، ١٥ - ١٧، ١٨، ٢٠.

المصادر الانكليزية:

- Buday T., 1980: Regional Geology of Iraq: Vol. 1, Stratigraphy, I.I. Kassab and S.Z.Jassim (Eds) D. G. Geo Survey, Min, Invest, Publication, p.445.
- KAMAL H. KARIM, H E M I N KOY I, M USHIR M . BAZIANY & KHALED HESSAMI, Significance of angular unconformities between Cretaceous and Tertiary strata in the northwestern segment of the Zagros fold–thrust belt, Kurdistan Region, NE Iraq, Cambridge University Press 2011. The online version, Geol. Mag. 148 (5–6), 2011, p. 932 ,934.
- Jaton. J.F.(1980)Hydrologic Dec reface (1ere parties) Emolument .De surface ET debits Cruse .E Cole poly Technique .instate Institute De Genuine Rural, Lausanne, 1980,p.41.
- H.M. Raghunath, Hydrology Principles Analysis and Design, John Wiley, New York, 2006, p.154.
- DR. Jaton J.F.Hydrologie De Surface (1ere.partie) Ecoulement De Surface Et Debits Cruse .Ecole polytechnique. Lnstitute De Genine Rural, Lausanne, 1980, p.14).
- Ingebritsen, S. and Sandford, W. (2001). Ground Water in Geologic processes Cambridge, univ, 3rd, edition, p341.
- Gibbs, R.J. (1970). Mechanisms controlling world water chemistry. Science., 1970, 170, 1086- 1090.
- Collins, A.G. (1975). Geochemistry of oil field water. Elsevier publishing company, Amste p496.
- Carrol, D. (1958). Role of clay mineral in the Trans rotation of Iran, Geoche. Cosm. Acta., 1958, 14(1), 21-26.
- جمهورية العراق، المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، الخريطة الجيولوجية لمحافظة السليمانية، التقرير الجيولوجي رقم(٢٨١٧)، مقياس(١/٢٥٠٠٠٠)، ٢٠١٤.
- استخدام نموذج الارتفاعات الرقمية لمنطة الدراسة (DEM 12.5m).
- وزارة العلوم و التكنولوجيا، دائرة البيئة و المياه، مركز بحوث المياه، بغداد، ٢٠٢٢/٢/٢١ و ٢٠٢٣/٧/٤ و ٢٠٢٤/١١/١٣.
- دراسة ميدانية لمنطقة الدراسة بتواريخ (٢٠٢٢/١٠/٢٢ و ٢٠٢٣/١٢/١٧ و ٢٠٢٤/٢/٨ و ٢٠٢٥/٣/١٧).
- * لتحديد خطوط الطول والعرض اعتمد الباحث على برنامج (Arc GIS ١٠.٨).
- ** للحصول على النتيجة بالدقائق، الارقام بعد الفارزة تقسم على ١٠٠ وبعد ذلك تضرب ب ٦٠.

References

- Aswad, Falah Shaker, Thematic Maps, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, Mosul, 1991, pp. 91-92.
- Al-Baroudi, Muhammad Saeed, Estimating Flood Volumes and Risks in the Lower Course of Wadi Arnah, Southeast of Makkah, Using Geographic Information Systems, Egyptian Geographical Society, Issue (48), 2012, p. 58.
- Al-Baroudi, Muhammad Saeed, et al., Using Geographic Information Systems to Estimate Flood Volumes and Risks in the Lower Course of Wadi Numan, South of Makkah, by Applying the Snyder Model and Adopting the ASTER Digital Elevation Model, International Geographical Conference (Geography and Contemporary Global Changes), Special Issue, Faculty of Arts and Humanities, Taibah University, Makkah, 2012, p. 790.
- Daoud, Taghlib Jirjis, Applied Landform Science, University Press for Printing, Publishing and Translation, Basra, 2002, p. 120. Daradka, Khalifa Abdul-Hafiz, Surface Water and Groundwater Hydrology, Dar Al-Hanin for Publishing and Distribution, Jordan, 2006, p. 184.
- Al-Dulaimi, Khalaf Hussein, Landforms (An Applied Scientific Geomorphological Study), First Edition, Dar Al-Safa for Publishing, Amman, 2009, pp. 162-163.
- Al-Shamzamani, Yousef Saleh Ismail, Geomorphological Evaluation of the Dibka Plain, PhD Dissertation (Unpublished), College of Education, University of Mosul, 2008, p. 18.
- Abbas, Aram Dawood, The Impact of Desertification on Agricultural Crop Production, Rapahreen University Journal, 2016, Volume (3), Issue (9), 2016, p. 1108. Al-Akkam, Ishaq Saleh, and Alwan, Nawal Kamel, A Comparison Between the SCS-CN and GIUH Methods for Estimating Surface Runoff Volume in the Wadi Duweirij Basin Using GIS, Journal of the College of Education for Girls, Volume (28), Issue (1), 2017, p. 31.
- Hama Gharib, Ata, Geomorphology of the Piramahgron Mountainous Region in the Republic of Iraq, Unpublished Master's Thesis, Department of Geography, Faculty of Arts, Alexandria University, 1983, p. 14. Mirza, Maraj Nawab, and Al-Baroudi, Muhammad Saeed, Morphological Features, Morphometric and Hydrological Characteristics of the Valleys of the Holy Sanctuary of Mecca, Journal of Umm Al-Qura University, Faculty of Social Sciences (Special Issue), 2005, p. 254.

Ma'la, Khaldoun Abbas, Hassan, Karim Mahmoud, and Ghaleb, Azhar Ali, 2024, Semi-Detailed Geological Survey of the Azmar-Chwarta Mountain Area, General Company for Geological Survey and Mining, Report No. 2885.

Ma'la, Khaldoun Abbas, et al., Semi-Detailed Geological Survey of the Azmar-Chwarta Area in Sulaymaniyah Governorate, General Directorate of Geological Survey and Mineral Exploration, Baghdad, 2004, pp. 26 and 35.

Ma'la, Khaldoun Abbas, Evaluation of the Hydrochemical Properties of Spring Waters Flowing on the Western Side For the Tigran River in Sulaymaniyah - Northern Iraq, Iraqi Journal of Geology and Mining, Volume 2, Issue 1, 2006, pp. 39 and 43.