Iraqi National Journal of Earth Science
www.earth.mosuliournals.com

بناء انموذج لاستخلاص الخواص الهيدرولوجية للتربة في منطقة بعشيقة

وائل حازم ذنون الجواري [1*]، دلي خلف حميد الجبوري [2]
[2،1] قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة تكريت، تكريت، العراق

معلومات الارشفة

تاريخ الاستلام: 22- اكتوبر -2023
تاريخ المراجعة: 23- يناير -2024
تاريخ القبول: 14- ابريل -2024
تاريخ النشر الالكتروني: 01- يناير -2025

الكلمات المفتاحية:
موديل
هايدرولوجي
بعشيقة
نظم المعلومات الجغرافية

المراسلة:
الاسم: وائل حازم ذنون الجواري
Email: wael.aljwary.1971@gmail.com

الملخص

ان دراسة خصائص التربة في الحقل واجراء الفحص المختبري لنماذج الترب اصبح من الامور المهمة التي تعطي دلالا ت هيدرولوجية مهمة من خلال ما تحتويه التربة من خصائص فيزيائية وكيميائية مختلفة، لذلك يستعان بها في الدراسات الهيدرولوجية في الوقت الحاضر . وتهدف الدراسة الى دراسة وتحليل لمجموعات الترب السائدة في منطقة الدراسة من حيث خصائصها الفيزيائية والكيميائية مثل (الجبس، المواد العضوية، النفاذية، النسجة) وذلك للوصول الى الدلالات الهيدرولوجية من خلال اخذ نماذج من التربة والعمل الحقلي والمختبري , تم تحديد (18) موقع موزعة على منطقة الدراسة اختيرت على اسس طبيعية لأخذ العينات واجراء العمل الحقلي والمختبري عليها, وتم اجراء تجارب لقياس الارتشاح في الحقل لكل موقع من هذه المواقع المختارة بواسطة طريقة الاسطوانات او ما يسمى المغياض الاسطواني، من ثم اخذ عينات من التربة لاجراء الفحص المختبري عليها، وقد اشتمل التحليل المختبري على عدة متغيرات وهي (المحتوى الرطوبي للتربة) (نسجة التربة) (الكثافة الظاهرية (الجافة)) (المادة العضوية) (الجبس) (النفاذية), فضلا عن ذلك فقد تم تحليل نتائج العمل الحقلي والمختبري للعينات الماخوذة من المواقع المختارة والتي تم الاعتماد عليها في عمل نمذجة للخصائص الهيدرولوجية للتربة، وكانت المتغيرات التي اشتملت على النمذجة هي (عمق الارتشاح الاولي) (عمق الارتشاح التراكمي) (المادة العضوية) (الجبس) (الكثافة الظاهرية) (المجموعة الهيدرولوجية للتربة). وتم توزيع الاوزان لكل متغير من هذه المتغيرات واعداد طبقة له في بيئة (GIS) وبناء مصفوفة علائقية للحصول على المخرجات التي تعبر عن مدى استجابة التربة الهيدرولوجية لمتغير النفاذية, وبينت نتائج التحليل ان النفاذية في منطقة الدراسة تصنف إلى (ثلاث) فئات وهي النفاذية المتوسطة و يتواجد هذا الصنف في مناطق واسعة من منطقة الدراسة, ثم فئة النفاذية العالية و ينتشر هذا الصنف من النفاذية في اماكن متفرقة ، فهو يتوزع في بعض المناطق من الاقسام الشمالية والوسطى والجنوبية منها, تليها فئة النفاذية القليلة ويتمثل هذا الصنف في نطاقات محددة تتواجد في الاجزاء الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة، والتي تسمح بتشكيل جريانات مائية سطحية عالية جدا اذا ما توافرت العوامل الاخرى مثل الانحدار وكثافة الغطاء النباتي والرطوبة المسبقة للتربة وغيرها . اذ يمكن الاستفادة من النفاذية العالية في زيادة كمية المياه المترشحة إلى الاسفل وتغذية المياه الجوفية واستغلالها عن طريق الابار المتواجدة بكثرة في منطقة الدراسة والتي تستخدم لغرض الشرب او الري او للحيوانات او في الاستخدامات المنزلية الاخرى , في حين ان النفاذية القليلة تزيد من حجم الجريانات المائية السطحية وزيادة منسوب الانهار القريبة من منطقة الدراسة والمتمثلة بنهري الخوصر والخازر .

DOI: 10.33899/earth.2024.144048.1163, ©Authors, 2025, College of Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .

Building a Model to Extract the Hydrological Characteristics of the Soil of Bashiqa Region

Wael hazem thanoon Al-jwary [1*], Dali khalaf hameed Al-jubory [2]
[1,2]Department of Natural Geography, College of Education, University of Tikrit, Tikrit, Iraq.

Article information

Received: 22- Oct -2023

Revised: 23- Jan -2024

Accepted: 14- Apr -2024

Available online: 01- Jan – 2025

Keywords:
Model
Hydrology
Bashiqa
GIS

Correspondence:
Name: Wael hazem thanoon Al-jwary

Email: wael.aljwary.1971@gmail.com

ABSTRACT

Studying soil properties in the field and conducting laboratory examination of soil samples have become important issues that give significant hydrological indications through what the soil contains of various physical and chemical properties. Therefore, it is used in hydrological studies at the present time. This study aims to investigate and analyze the prevailing soil groups in the study area (Bashiqa) in terms of their physical and chemical properties such as (gypsum, organic materials, permeability, and texture). In order to deduce the hydrological indications from sampling, field-, and laboratory works, 18 sites have been identified and chosen on natural grounds over the study area for this purpose. Experiments are conducted to measure infiltration in the field for each of these chosen sites using the cylinder method, or what is called the cylindrical plunger. Then, the soil samples have been taken for laboratory examination. The laboratory analysis includes several variables, namely soil moisture content, soil texture, bulk (dry) density, organic matter, gypsum, and permeability. In addition, the results of the field and laboratory works of samples taken from the chosen sites have been analyzed, upon which they are relied in modeling the hydrological properties of the soil. The variables included in the modeling are initial infiltration depth, cumulative infiltration depth, organic matter, gypsum, bulk density, and soil hydrological group. Weights are distributed for each variable, and a layer has been prepared for it in the (GIS) environment and in a relational matrix, thus obtaining the outputs that indicate the extent of integration of the hydrological structure for the variable permeability. The results of the analysis show that the permeability in the study area is classified as medium permeability as that is found in most of the study area; then the high permeability category, which is widespread in various places in the study area. It is distributed in some areas of the northern, central and southern sections; followed by the third low permeability category, which is represented in specific areas located in the southeastern parts of the study area that allows the formation of very high-water flows if other superficial factors are present, such as slope, density of vegetation, prior soil moisture, etc. Through high permeability, it is possible to increase the amount of water flowing to the bottom and to recharge groundwater and exploit it through the wells that are abundant in the study area, which are used for drinking, irrigation, livestock watering, or restoring to other household water usage. While the low permeability increases the volume of surface water flows and the level of the rivers near the study area represented by Al-Khosar and Al- Khazir rivers.

DOI: 10.33899/earth.2024.144048.1163, ©Authors, 2025, College of Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (**http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/**) .

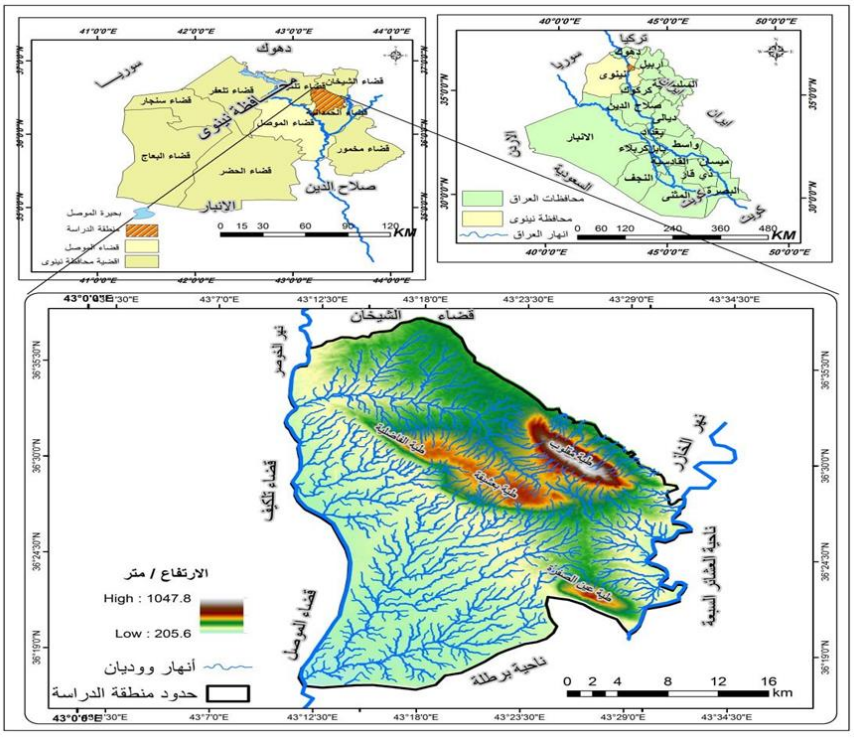
المقدمة

التربة هي نتاج تفتت صخور القشرة الارضية بعوامل التجوية (الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية)، وهي كائن حي يتطور بمرور الزمن، وتتكون التربة من خليط من المواد العضوية والمعدنية والماء والهواء، وتعد موردا طبيعيا لكثير من الانشطة الاقتصادية اضافة الى اهميتها الهيدرولوجية من خلال معدلات المسامية والنفاذية (Hartmann *et al.*, 2011) وهي الطبقة الهشة التي لا يتجاوز عمقها السنتمترات الى بعض الامتار والتي يعيش (Maaroof and Kareem, 2023) بها الانسان والنبات والحيوان الذي يتأثر بها ويؤثر بها (Yu *et al.*, 2017). وتتأثر تربة اي منطقة بالعوامل الجغرافية من حولها، فطبيعة خصائصها ما هي الا نتيجة انعكاس لتلك العوامل (Bednar and Sarapatka, 2018) .تكمن اهمية

الدراسة في ان خصائص التربة تحدد الاستجابات الهيدرولوجية لسلوك جريان الاحواض المائية، لذلك فهي من الامور المهمة مع زيادة التغيرات المناخية. تبحث الدراسة الحالية عن امكانية مساهمة خصائص التربة الارتشاحية ومقدار النفاذية في تحديد الظروف الهيدرولوجية في منطقة الدراسة وذلك بالاستعانة بالمعادلات الرياضية في احتساب الخصائص الهيدرولوجية للتربة، كما تبحث الدراسة ايضا عن تحديد التباين في الخصائص الهيدرولوجية للتربة وتأثيراتها على نفاذيتها، لذا فان الهدف الرئيس من الدراسة يتمثل في تحليل مجموعات الترب السائدة في المنطقة من حيث خصائصها الفيزيائية والكيميائية مثل (الجبس، المواد العضوية، النفاذية، النسجة) وذلك للوصول الى الدلالات الهيدرولوجية وذلك بأخذ نماذج من التربة والعمل الحقلي والمختبري. وهناك العديد من الدراسات التي تناولت دراسة الخصائص الهيدرولوجية للتربة ومنها دراسات (Shukla, 2011) (Hopmans *et al.*, 2003) (Zwartendijk *et al.*, 2020) (Singh *et al.*, 2019)، اذ تناولت تلك الدراسات تحليل للخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وبناء نماذج لها، فضلا عن استخدام التحليل الكمي والاحصائي في معالجة البيانات واستخدام المعادلات الرياضية المناسبة، وتحليل نتائج العمل الحقلي والمختبري وصولا لتحقيق ادق النتائج.

الموقع الجغرافي والخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

تقع منطقة بعشيقة في الجزء الشمالي من العراق ضمن الحدود الادارية لمحافظة نينوى. اما فلكيا فانها تقع بين خطي طول (43°56'07") و(43°32'43") شرقاً وبين دائرتي عرض (36°15'28") و(36°37'48") شمالاً، وبذلك فان منطقة الدراسة تشغل مساحة تقدر بنحو (882.42) كم2 وكما موضح في الشكل (1). ووفقا لتقسيم العراق التكتوني (Al-Kadhimi *et al.*, 1996)، الذي تم استخدامه في هذه الدراسة كونه من اكثر التقسيمات وضوحا واستخداما من قبل المختصين والباحثين، فان منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق الطيات الواطئة، وفي نطاق اقدام الجبال (Foot-hill-zone) ضمن نطاق بطمة – الموصل (Butmah–Mousl subzone) ، والذي يشكل جزءً من الرصيف غير المستقر (Unstable Shelf).



الشكل 1. موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق

لقد تم تقسيم منطقة الدراسة جيولوجيا إلى (7) تكوينات وهي من الاقدم الى الاحدث: تكوين جركس بنسبة (8.17) % وتكوين بيلاسبي بنسبة (10.67)% وتكوين فتحة بنسبة (3.56) % وتكوين انجانة بنسبة (14.63) % وتكوين مقدادية بنسبة (7.27) % وترسبات العصر الرباعي ويشمل (المصاطب النهرية بنسبة (1.80) % وترسبات المنحدرات بنسبة (7.04) % والتربة المتبقية بنسبة (54.17) %) وترسبات السهل الفيضي بنسبة (0.69) % من المساحة الاجمالية لمنطقة

الدراسة حسب الخارطة الجيولوجية للعراق وبمقياس (1/25000) والصادرة عن المؤسسة العامة للمسح الجوي الجيولوجي والتعدين المعدني، الطبعة الاولى لعام 1995. وقد تم تحليل العناصر المناخية (درجات الحرارة، الامطار، الرطوبة النسبية، التبخر/النتح الممكن، الرياح) لمحطة الموصل المناخية ولمدة ثلاثة واربعين عاماً (1980 – 2022) وذلك للحصول على نتائج حقيقية عن حالة المناخ لمنطقة الدراسة. وتبين ان المعدل العام لدرجة الحرارة في منطقة الدراسة بلغ (20.3) °سليزية، وللرطوبة النسبية بلغ (52.3) %، ولسرعة الرياح بلغ (1.3) م/ثا، وللتبخر/النتح الممكن والذي تم الحصول على نتائجه على وفق طريقة (Kharrufa, 1985) بمقدار (1828.78)، اما الامطار فقد بلغ مجموعها (369.8) ملم حسب البيانات المناخية لجمهورية العراق وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ للفترة من (1980–2022). اما التربة فقد تم تصنيفها إلى ثلاث اقسام حسب تصنيف (Buringh, 1960) وهي التربة البنية ذات السمك العميق وتشكل (52.71 %) من مساحة منطقة الدراسة وتوجد في الاقسام الشمالية والمرتفعات وتربة الليثوسول مع الكلس وتشكل ما نسبته (35.72%) وتوجد في مناطق تقسيم المياه والتربة ذات السمك المتوسط وتشكل (11.58 %) وتوجد في الاقسام الشمالية الغربية من منطقة الدراسة.

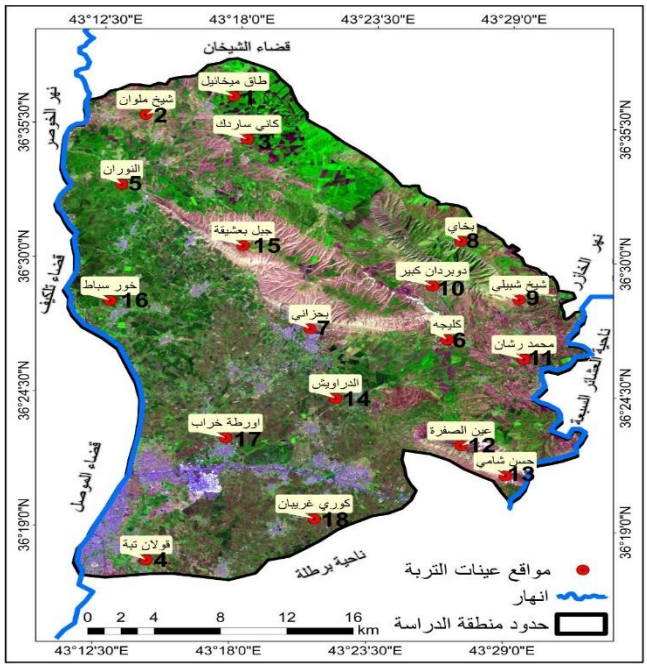
العمل الحقلي والمختبري

يمثل العمل الحقلي والتحليلات المختبرية حلقة بالغة الاهمية في دراسة خصائص التربة لانه يساهم في معرفة خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وتحديد خصائصها الهيدرولوجية، كذلك تتحكم الخصائص الهيدروفيزيائية للطبقة السطحية من التربة بعملية ارتشاح الماء فيها وتؤثر هذه العملية بدورها في كمية المياه المتخزنة ضمن التربة وقدرتها على توصيل الماء باتجاه الأعماق. تم تحديد (18) موقعا للدراسة الحقلية لأجل التحليل المختبري كما موضح في الشكل (2)، اذ تم اخذ عينات من التربة وبعمق (30) سم. وقد تمثلت هذه التحليلات بكل من (المحتوى الرطوبة للتربة، نسجة التربة، الكثافة الجافة، المادة العضوية، الجبس، النفاذية)، لذا فان العمل الحقلي والمختبري في منطقة الدراسة تمثل في الجوانب الاتية:

1- قياس معدلات الارتشاح الاولي والتراكمي للتربة.

2- تحليل خصائص التربة.

وقد تم قياس معدلات الارتشاح للتربة في كل موقع من المواقع المختارة في منطقة الدراسة والتي شملت معدل الارتشاح الاولي ومعدل الارتشاح التراكمي وذلك باستخدام المغياض الاسطواني، وقد ادرجت النتائج في الجدول (1) .



الشكل 2. المواقع المختارة للعمل الحقلي في منطقة الدراسة.

النمذجة الهيدرولوجية لترب منطقة الدراسة

بناء الانموذج

ان طبيعة الانموذج تتجسد في البيانات المبسطة لتمثيل الواقع وبدرجة من التجريد وبمقدار من الاحتمالية عند تطبيقه والتنبؤ بسلوكه في المستقبل في ظل ظروف معينة والذي يمكن ان يظهر بشكل خريطة او صورة او معادلة او بشكل بياني (Al-Khafaji, 2023)، اذ بالامكان التعرف على وفهم خصائص ومواصفات الترب ودلالاتها الهيدرولوجية عن طريق بناء النماذج المختلفة. وقد تم نمذجة ترب منطقة الدراسة وتحديد خصائصها الهيدرولوجية من حيث خصائص الارتشاح باستخدام المتغيرات المتعددة والقائمة على تطبيق نظم المعلومات الجغرافية باعتبارها الطريقة الاكثر استخداما في الدراسات الهيدرولوجية التطبيقية والتي تعتمد على تحديد المعايير والمتغيرات المتحكمة في اظهار الجانب الهيدرولوجي للتربة ودرجة استجابتها المائية وتحديد اوزان المتغيرات او المعايير بالاعتماد على تطبيق طريقة التحليل الهرمي (Younis and Ahmed, 2022) (Omer and Rasul, 2023). وقد تم بناء الانموذج الهيدرولوجي لمنطقة الدراسة وفقا للمراحل الاتية:

1- مرحلة اعداد المتغيرات (الطبقات)، 2 – مرحلة توزيع الاوزان، 3 – مرحلة اعداد المصفوفة العلائقية،.4 – مرحلة مخرجات النمذجة.

1- مرحلة اعداد المتغيرات (الطبقات)

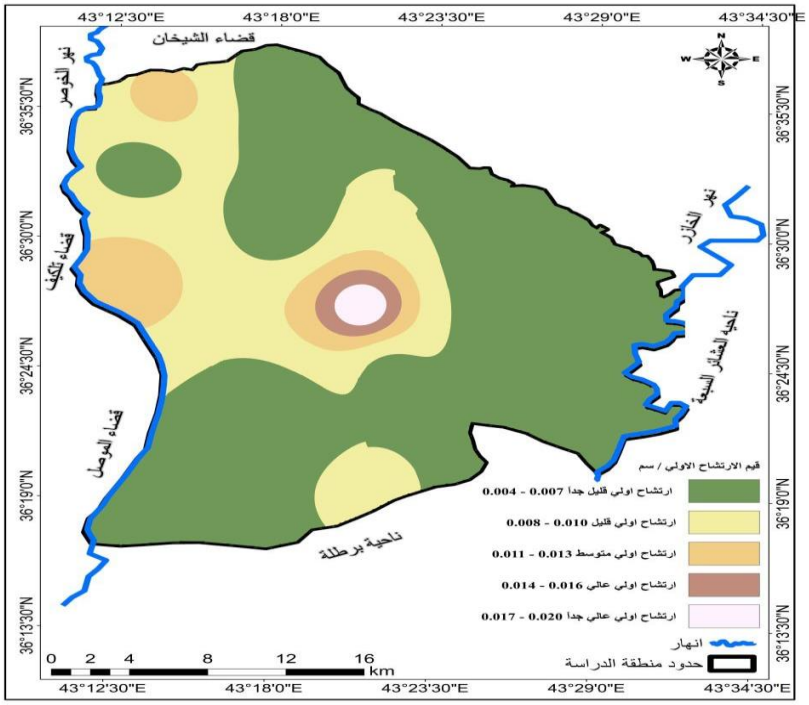
تعتمد طريقة (AHP) على درجات ذات اهمية نسبية لكل عامل في المقارنات، وتتميز قوة وميزة تقنية (AHP) في قدرتها على الجمع بين البيانات من مختلف المجالات العلمية لتحديد الوزن الطبيعي لكل عامل، ويتكون الانموذج من (6) متغيرات وهي معدلات الارتشاح الاولي Primary Filtration، ومعدلات قيم الارتشاح التراكمي Cumulative Effusion، والكثافة الجافة Dry density، والمجموعة الهيدرولوجية للتربة Grope Hydrologic، ومعدلات الجبس Gypsum، وقيم المادة العضوية Organic Matter، وتعد تلك المتغيرات هي من تحدد الخصائص الهيدرولوجية النهائية للترب في منطقة الدراسة.

متغير عمق الارتشاح الاولي

من خلال سطح التربة يساهم عمق الارتشاح الاولي للمياه في تحديد كميات المياه الجارية على السطح خلال العاصفة المطرية، وقد تم تهيئة نمذجة متغير الارتشاح الاولي كما في الشكل (3) بالاعتماد على الجدول (1)، اذ لجأ الباحث الى تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس فئات من حيث عمق الارتشاح الاولي وذلك لسهولة التمييز وهذه التصانيف هي قليل جدا (0.004 – 0.007)، وقليل (0.008 – 0.010)، ومتوسط (0.11 – 0.13)، وعالي (0.014 – 0.016)، وعالي جدا (0.017 – 0.019). ويتبين من الجدول (2) ان فئة الارتشاح الاولي القليل تمثل النسبة الاكبر، اذ بلغت (43.65 %) من مساحة منطقة الدراسة، يليها الارتشاح الاولي القليل جدا بنسبة (36.61 %)، ثم فئة الارتشاح المتوسط بنسبة (19.07 %)، يليه الارتشاح الاولي العالي بنسبة (0.50 %)، ثم الارتشاح الاولي العالي جدا بنسبة (0.17 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

الجدول 1: قيم عمق الارتشاح الاولي والتراكمي والكثافة الجافة والمادة العضوية والجبس والإحداثيات في منطقة الدراسة بالاعتماد على العمل الحقلي والمختبري.

رقم التجربة	الموقع	N	E	عمق الارتشاح الاولي (سم) كوستاكوف	عمق الارتشاح التراكمي (سم) كوستاكوف	الكثافة الجافة غم / سم^3	المادة العضوية OM%	نسبة الجبس GYP %
1	طاق	43.295	36.611	0.006	2.088	1.67	2.27	8.30
2	شيخ ملوان	43.237	36.598	0.012	4.341	1.50	2.38	13.67
3	كاني	43.305	36.582	0.006	2.389	1.52	1.69	11.61
4	قولان تبة	43.244	36.294	0.004	1.352	1.45	1.44	10.40
5	النوران	43.221	26.550	0.006	1.684	1.43	0.55	9.86
6	كليجة	43.442	36.447	0.004	2.510	1.50	2.10	5.76
7	بحزاني	43.350	36.453	0.020	5.360	0.74	2.41	6.63
8	بخاي	43.450	36.514	0.004	2.184	1.39	1.75	9.10
9	شيخ شيلة	43.490	36.475	0.006	4.409	0.64	2.79	14.90
10	دوبردان	43.432	36.484	0.005	1.941	1.53	2.10	8.49
11	محمد	43.494	36.434	0.005	2.847	0.53	2.55	11.35
12	عين	43.453	36.375	0.006	1.605	0.83	1.00	3.49
13	حسن	43.483	36.354	0.004	1.549	1.37	2.38	10.57
14	الدراويش	43.368	36.406	0.006	1.810	0.81	2.89	7.83
15	جبل	43.304	36.509	0.005	1.314	0.85	2.96	8.25
16	خورسيباط	43.215	36.471	0.013	3.540	0.58	1.58	6.30
17	اورطة	43.295	36.378	0.004	1.993	0.60	1.93	13.90
18	كوري	43.356	36.324	0.008	2.041	1.51	2.20	11.87



الشكل 3. قيم الارتشاح الاولي (سم / ساعة) لترب منطقة الدراسة.

لجدول 2: مساحات ونسب فئات متغير عمق الارتشاح الاولي (سم / ساعة) اعتمادا على الشكل (3).

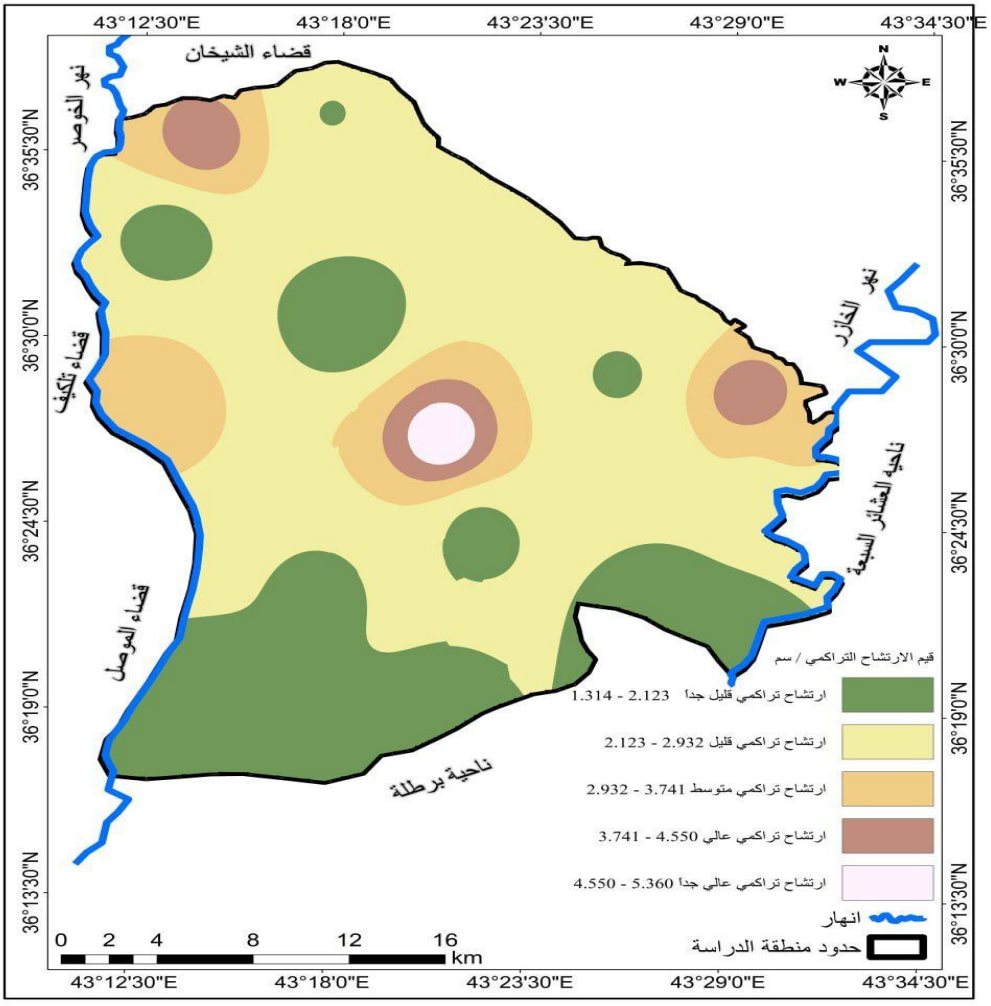
ت	الفئات	المساحة كم2	النسبة المئوية %
1	ارتشاح اولي قليل جدا (0.007 – 0.004)	323.06	36.61
2	ارتشاح اولي قليل (0.010 – 0.008)	385.17	43.65
3	ارتشاح اولي متوسط (0.013 – 0.011)	168.25	19.07
4	ارتشاح اولي عالي (0.016 – 0.014)	4.42	0.50
5	ارتشاح اولي عالي جدا (0.020 – 0.017)	1.52	0.17
	المجموع	882.42	% 100

متغير عمق الارتشاح التراكمي

يتضح من الجدول (1) ان معدل قيمة الارتشاح التراكمي لمنطقة الدراسة تتراوح مابين (1.314 – 5.360) سم/ساعة، وقد تم رسم الشكل (4) الذي يمثل متغير عمق الارتشاح التراكمي، اذ قسمت منطقة الدراسة إلى (5) فئات وذلك لسهولة التمييز ، وهي فئة قليل جدا (1.314 – 2.123)، وقليل (2.123 – 2.932)، ومتوسط (2.932 – 3.741)، وعالي (3.741 – 4.550)، وعالي جدا (4.550 – 5.360). ومن خلال ملاحظة الجدول (3) يتبين ان فئة الارتشاح التراكمي القليل تمثل النسبة الاكبر فقد بلغت (41.34 %) من مساحة منطقة الدراسة، تليها فئة الارتشاح التراكمي المتوسط بنسبة (31.90 %)، ثم فئة الارتشاح التراكمي العالي والقليل جدا بنسبة (12.20 %) و(12.01%) على التوالي، تليها فئة الارتشاح التراكمي العالي جدا بنسبة (2.55 %) من المساحة الاجمالية لمنطة الدراسة.

الجدول 3: مساحات ونسب فئات متغير عمق الارتشاح التراكمي (سم / ساعة) اعتمادا على الشكل (4).

ت	الفئات	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
1	ارتشاح اولي قليل جدا (1.314 – 2.123)	105.98	12.01
2	ارتشاح اولي قليل (2.123 – 2.932)	364.75	41.34
3	ارتشاح اولي متوسط (2.932 – 3.741)	281.45	31.90
4	ارتشاح اولي عالي (3.741 – 4.550)	107.97	12.20
5	ارتشاح اولي عالي جدا (4.550 – 5.360)	22.27	2.55
	المجموع	884.42	% 100



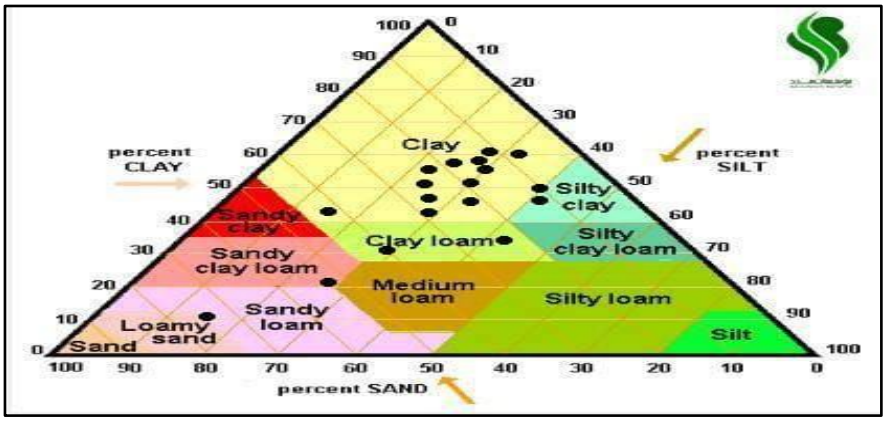
الشكل 4: قيم الارتشاح التراكمي (سم / ساعة) لترب منطقة الدراسة.

متغير المجموعة الهيدرولوجية للتربة

يعبر هذا المتغير عن مدى تاثير هيدرولوجية التربة بالنسجة، وبالتالي للدلالة على حجم الجريان المائي السطحي وعلى النحو الذي حددته طريقة (SCS) الذي صممته صيانة التربة الامريكية والذي يعرف اختصارا بطريقة (SCS)، وهو عبارة عن سلسلة من المعادلات الرياضية (Chow *et al.*, 1988). وتكون الترب على اربع مجاميع هي (A-B-C-D) ويطلق عليها تسمية المجموعات الهيدرولوجية للتربة. ولكل نوع منها صفاته الخاصة وفقا لمعدل سرعة انتقال المياه (Ibrahim and Hamed, 2022)، كما تمتاز هذه الطريقة بالافضلية لكونها تعتمد على عدد من المتغيرات كاستعمالات الارض وطبيعة الغطاء الارضي وهيدرولوجية التربة وتساقط الامطار (Alyas and Khader, 2022)، فقد تم تحديد ثلاث مجموعات هيدرولوجية للترب السائدة في منطقة الدراسة كما مبين في الجدول (4) ومثلث نسجة التربة الشكل (5). ويقصد بالنسجة التناسق الحجمي بين جزيئات التربة (Wallach, 2019).

الجدول 4: المجموعة الهيدرولوجية لاصناف النسجة لترب منطقة الدراسة.

ت	الموقع	صنف النسجة	المجموعة الهيدرولوجية
1	طاق ميخائيل	Clay	D
2	شيخ ملوان	Clay	D
3	كاني ساردك	Clay	D
4	قولان تبة	Sandy clay loam	C
5	النوران	Clay	D
6	كليجة	Clay	D
7	بحزاني	Clay	D
8	بخاي	Clay	D
9	شيخ شيلة	Sandy loam	A
10	دوبردان كبير	Clay	D
11	محمد رشان	Clay	D
12	عين الصفرة	Silty clay	D
13	حسن شامي	Clay loam	D
14	الدراويش	Silty clay	D
15	جبل بعشيقة	Clay loam	D
16	خورسياط	Clay	D
17	اورطة خراب	Clay	D
18	كوري غريبان	Clay	D



الشكل 5: مثلث نسجة التربة لمنطقة الدراسة.

ويبين الجدول (4) ان نسجة التربة في منطقة الدراسة تراوحت ما بين (الطينية Clay) و(المزيجية الرملية Sandy Loam) و(المزيجية الطينية الغرينية Silty clay loam) و(المزيجية الطينية Clay loam). واعتمادا على نسجة التربة

في منطقة الدراسة، فقد تم تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث مجموعات هيدرولوجية (Hydrologic Soil Group) وكما موضح في الجدول (5).

الجدول 5: مساحات ونسب المجموعة الهيدرولوجية لترب منطقة الدراسة.

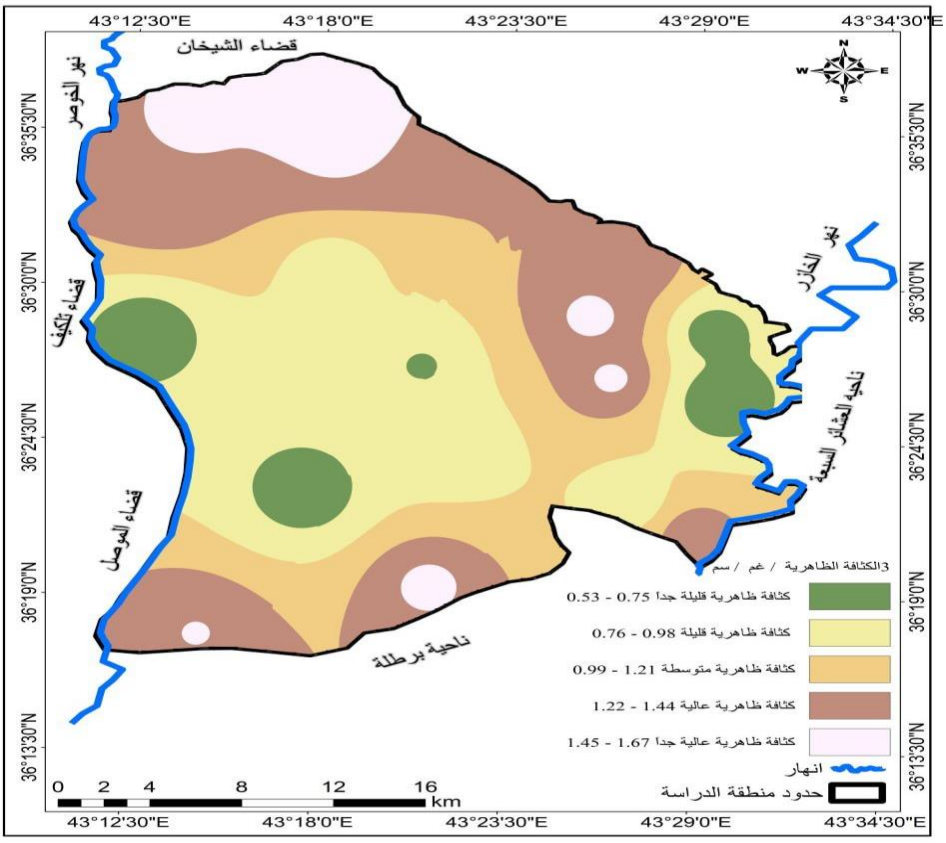
ت	المجموعة الهيدرولوجية	المساحة (كم^2)	النسبة المئوية %
1	A	145.12	17.47
2	C	182.71	20.71
3	D	545.59	61.82
	المجموع	882.42	% 100

متغير قيمة الكثافة الجافة (الظاهرية) Buik Dansity

هي كتلة المادة الصلبة من التربة لحجم معين، اذ تكون كثافتها عالية اذا احتوت على اكاسيد ومعادن ثقيلة كالحديد، وبالعكس فانها تكون منخفضة اذا احتوت على نسبة عالية من المواد العضوية (Hussein, 2012). ومن خلال ملاحظة الجدول (6) والشكل (6) يتبين ان فئة الكثافة الجافة القليلة مثلت النسبة الاكبر في منطقة الدراسة، فقد بلغت نسبتها (30.83 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

الجدول 6: مساحات ونسب الكثافة الجافة غم / سم^3.

ت	الفئات	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
1	كثافة جافة قليلة جدا (0.53 – 0.75)	132.61	15.03
2	كثافة جافة قليلة (0.76 – 0.98)	272.05	30.83
3	كثافة جافة متوسطة (0.99 – 1.21)	187.23	21.22
4	كثافة جافة عالية (1.22 – 1.44)	186.81	21.17
5	كثافة جافة عالية جدا (1.45 – 1.67)	103.72	11.75
	المجموع	884.42	% 100



الشكل 6. قيم الكثافة الجافة (غم / سم^3) لتربة منطقة الدراسة.

متغير قيمة المادة العضوية Organic Matter

وهي بقايا المخلفات النباتية والحيوانية في التربة وتتراوح نسبة المادة العضوية في الطبقات السطحية للتربة الجيدة التهوية بين (1– 6%) في المناطق الرطبة مما يضيف اللون الداكن للتربة، وتتناقص كميته مع العمق Brady and Weil, (1999). وهيدرولوجياً، فان تعرض المادة العضوية (الدبال) في التربة الى عمليات الاذابة والتحلل يساهم في اكتساب سطوح التربة الحاوية لها صفة النفاذية وامرار المياه من خلالها نحو التكوينات تحت السطحية والتقليل من حجم الجريان السطحي ولاسيما اذا كانت التربة ذات محتوى عالٍ من المادة العضوية في مقطعها (Ahmed, 2022). ويوضح الجدول (7) فئات قيم المادة العضوية في منطقة الدراسة.

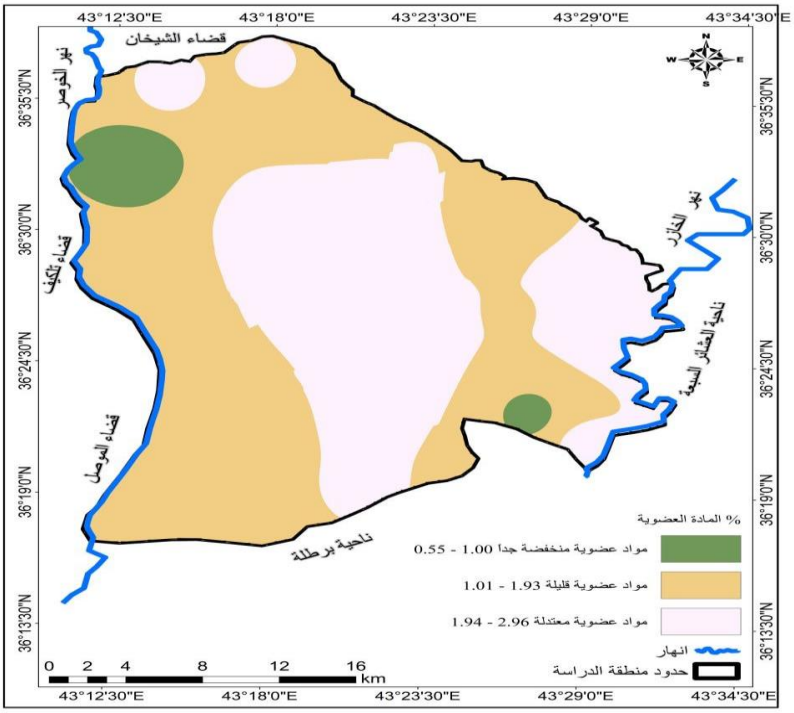
الجدول 7: مساحات ونسب المادة العضوية % لترب منطقة الدراسة اعتمادا على قيم الشكل (7).

ت	الفئات	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
1	منخفضة جدا (0.55 –1.00)	158.13	17.92
2	قليلة (1.01 – 1.93)	474.22	53.74
3	معتدلة (1.94 – 2.96)	250.07	28.34
	المجموع	884.42	% 100

ويتضح من الجدول (1) ان نسبة المادة العضوية في منطقة الدراسة اعطت اعلى معدل لها (2.96) في الموقع رقم (15) (جبل بعشيقة)، واقل معدل في الموقع رقم (5) (النوران)، اذ بلغ (0.55), وقد تم تهيئة معدلات قيم المادة العضوية في منطقة الدراسة والحصول على الشكل (7)، ويتبين من الجدول (8) والشكل (7) ان فئة المادة العضوية القليلة تشكل اكبر نسبة في منطقة الدراسة، اذ بلغت (53.74 %) من مساحة منطقة الدراسة .

الجدول 8: معايير المادة العضوية (Barazanji, 1973)

ت	المعايير	المواد العضوية
1	منخفض جدا	<1.00
2	قليل	2.00 – 1.00
3	معتدل	4.20 – 2.10
4	عالي	6.00 – 4.30
5	عالي جدا	>6.00



الشكل 7. قيم المادة العضوية % (Barazanji, 1973) لترب منطقة الدراسة

متغير قيمة الجبس

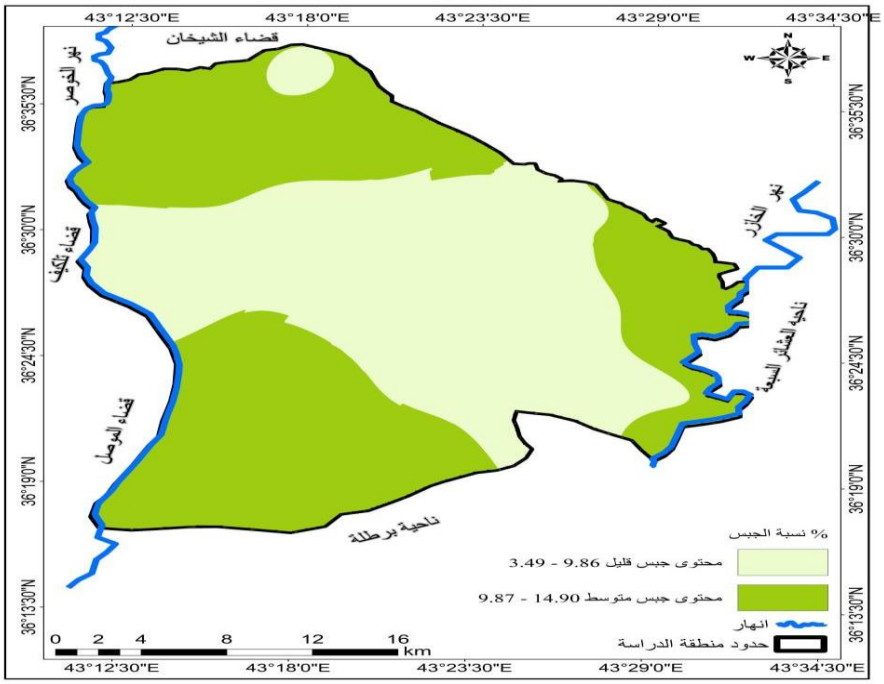
يعد الجبس (كبريتات الكالسيوم $Ca\ SO_4$) من المكونات الاساسية للتربة وخصوصا في المناطق الجافة وشبه الجافة . ويتكون الجبس نتيجة ترسب الكالسيوم Ca^{2+} مع السلفات SO_4^{2-} اثناء عملية التملح عندما يصعد الماء بالخاصية الشعرية ليحل محل الماء المتبخر، وتحتوي التربة الجبسية اشكالا مختلفة من الجبس بسبب تنوع مصادر الجبس والظروف التي تحتها (Boyadgiev, 1992). وهناك مجموعة من العوامل المؤثرة في ذوبان الجبس منها درجة الحرارة العالية التي تزيد من ذوبان الجبس ووجود الايون المشترك، اذ تؤدي الاملاح الحاوية على ايون مشترك (الكالسيوم او الكبريتات) إلى تقليل ذوبان الجبس فضلا عن حجم بلورات الجبس، فكلما كانت صغيرة زادت سرعة الذوبان. ويوضح الشكل (8) والجدول (9) ان متغير الجبس في تربة منطقة الدراسة كان في فئتين، شكلت فئة محتوى الجبس االقليل اعلاها بنسبة (55.77 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، فيما شكلت فئة محتوى الجبس المتوسط نسبة (44.33 %).

الجدول 9: اصناف ونسب الجبس % في منطقة الدراسة

ت	الفئات	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
1	قليل (3.49 –9.86)	492.09	55.77
2	متوسط (9.87 – 14.90)	390.33	44.23
	المجموع	884.42	% 100

الجدول 10: معايير متغير الجبس (Barazanji, 1977).

ت	تصنيف التربة	نسبة الجبس %
1	ترب غير جبسية	0.3 – 0
2	ترب ذات محتوى جبس قليل جدا	3– 0.3
3	ترب ذات محتوى جبس قليل	10 – 3
4	ترب ذات محتوى جبس متوسط	25 – 10
5	ترب ذات محتوى جبس عالي	50 – 25



االشكل 8. قيم الجبس % لترب منطقة الدراسة

2- مرحلة توزيع الاوزان

تم اتخاذ صفة (النفاذية العالية) كهدف اساس لتحقيقه من خلال توزيع الاوزان للوصول إلى النمذجة الرياضية والتي سوف تعبر مخرجاتها عن خصائص التربة الهيدرولوجية في منطقة الدراسة.

اوزان نسبة متغير الارتشاح الاولي

ان قيمة الاوزان تزداد مع زيادة نسبة الارتشاح الاولي، وتم اعطاء الوزن (10) لاعلى قيمة للارتشاح الاولي وهي الفئة العالية جدا، في حين اعطي الوزن (2) لقيم فئة الارتشاح الاولي القليلة جدا. وقد تراوحت اوزان هذا المتغير بين (2–10) وكما موضح في الجدول (11).

الجدول 11: درجات الاوزان لقيم متغير الارتشاح الاولي (سم /ساعة) لترب منطقة الدراسة.

ت	الفئات	الوزن
1	قليل جدا (0.004 – 0.007)	2
2	قليل (0.008 – 0.010)	4
3	متوسط (0.011 – 0.013)	6
4	عالي (0.014 – 0.016)	8
5	عالي جدا (0.017 – 0.020)	10

اوزان نسبة متغير الارتشاح التراكمي

لقد اعطي للفئة عالي جدا اعلى وزن وهو (10)، في حين اعطي اقل وزن لاقل قيمة ارتشاح تراكمي وهي فئة قليل جدا (1.314 – 2.123) سم / ساعة وهو وزن (2)، وكما موضح في الجدول (12).

الجدول 12: درجات الاوزان لقيم متغير الارتشاح التراكمي (سم /ساعة) لترب منطقة الدراسة.

ت	الفئات	الوزن
1	قليل جدا (1.314 – 2.314)	2
2	قليل (2.123 – 932 2.)	4
3	متوسط (2.932 – 3.741)	6
4	عالي (3.741 – 4.550)	8
5	عالي جدا (4.550 – 5.360)	10

اوزان قيم متغير مجموعة التربة الهيدرولوجية

وجد في منطقة الدراسة ثلاث مجموعات هيدرولوجية، وهي فئة (A) بوزن (10) والتي تتميز بمعدلات ارتشاح عالية، ومجموعة (C) وتم اعطائها الوزن (5) وتتميز بمعدلات ارتشاح دون الوسط، والمجموعة الثالثة وهي مجموعة (D) بوزن (1) كما موضح في الجدول (13) والتي تتميز بقلة معدلات الارتشاح ومعدلات عالية للجريان السطحي.

الجدول 13: قيم اوزان مجموعة الترب الهيدرولوجية لترب لمنطقة الدراسة

ت	الفئات	الوزن
1	A	10
2	C	5
3	D	1

اوزان قيم متغير الكثافة الجافة

تم تقسيم قيم الكثافة الجافة إلى (5) فئات تراوحت بين (2–10)، وتم اعطاء الوزن (10) لقيم الكثافة العالية جدا، فيما تم اعطاء الوزن (2) لقيم الكثافة الجافة القليلة جدا والتي شكلت نسبتها بين (0.53 –0.75) وكما موضح في الجدول (14) .

الجدول 14: درجات الاوزان لقيم متغير الكثافة الجافة (غم / سم^3) لترب منطقة الدراسة

ت	الفئات	الوزن
1	قليلة جدا (0.53 –0.75)	2
2	قليلة (0.76 – 0.98)	4
3	متوسطة (0.99 – 1.21)	6
4	عالية (1.22 – 1.44)	8
5	عالية جدا (1.45 – 1.67)	10

اوزان قيم متغير المادة العضوية

ان هذا المتغير تم تقسيمه إلى ثلاث اقسام في منطقة الدراسة حسب التصنيف الذي اعده (Barazanji, 1973). وقد اعطي اعلى وزن وهو (5) إلى فئة المادة العضوية المعتدلة والتي تمثل الفئة بين (1.94 – 2.96)، في حين شكلت اقل الاوزان لفئة المادة العضوية المنخفضة جدا بوزن (1) وتقع هذه الفئة بين (0.55 – 1.00)، وقد اعتمدت الاوزان على مقدار النفاذية، وقد تراوحت الاوزان ما بين (1–5) وكما موضح في الجدول (15).

الجدول 15: درجات الاوزان لقيم متغير المادة العضوية % لترب منطقة الدراسة

ت	الفئات	المساحة كم^2	النسبة المئوية %	الوزن
1	منخفضة جدا (0.55 –1.00)	158.13	17.92	1
2	قليلة (1.01 – 1.93)	474.22	53.74	3
3	معتدلة (1.94 – 2.96)	250.07	28.34	5
	المجموع	884.42	% 100	

اوزان قيم متغير الجبس

كما موضح في الجدول (16)، فقد تم تقسيم هذا المتغير إلى فئتين تراوحت الاوزان فيهما ما بين (3–5)، وتعد فئة محتوى جبس قليل اقل الفئات وزنا وهو (3)، في حين سجلت فئة محتوى الجبس المتوسط اكثر الاوزان وهو (5).

الجدول 16: درجات الاوزان لقيم متغير الجبس لترب منطقة الدراسة.

ت	الفئات	المساحة كم^2	النسبة المئوية %	الوزن
1	قليل (3.49 –9.86)	492.09	55.77	3
2	متوسط (9.87 – 14.90)	390.33	44.23	5
	المجموع	884.42	% 100	

3– مرحلة اعداد المصفوفة العلائقية

تم ادخال قيم المتغيرات (الطبقات) لكل متغير من المتغيرات الـ (6) مع الاوزان المشكلة لكل متغيرفي برنامج (Arc map) للحصول على مصفوفة علائقية الشكل (9) يتضمن قيم المتغيرات البالغة عددها (6) متغيرات والتي تم الاعتماد عليها في الدراسة الحالية، اذ تم اعداد خارطة نهائية الشكل (10) من خلال اعداد طبقات جديدة عبر نافذة (Over layer).

4– مرحلة مخرجات النمذجة

نفاذية قليلة (38.01 – 54)

وتكون معدلات قيم النفاذية في هذا الصنف منخفضة بصورة كبيرة، وبالتالي تسمح بتشكيل جريانات مائية سطحية عالية جدا، ويشكل هذا الصنف مساحة تقدر بنحو (127.68) كم^2 بما نسبته (14.47 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وكما موضح في الجدول (17) .

نفاذية متوسطة (54.01 –74)

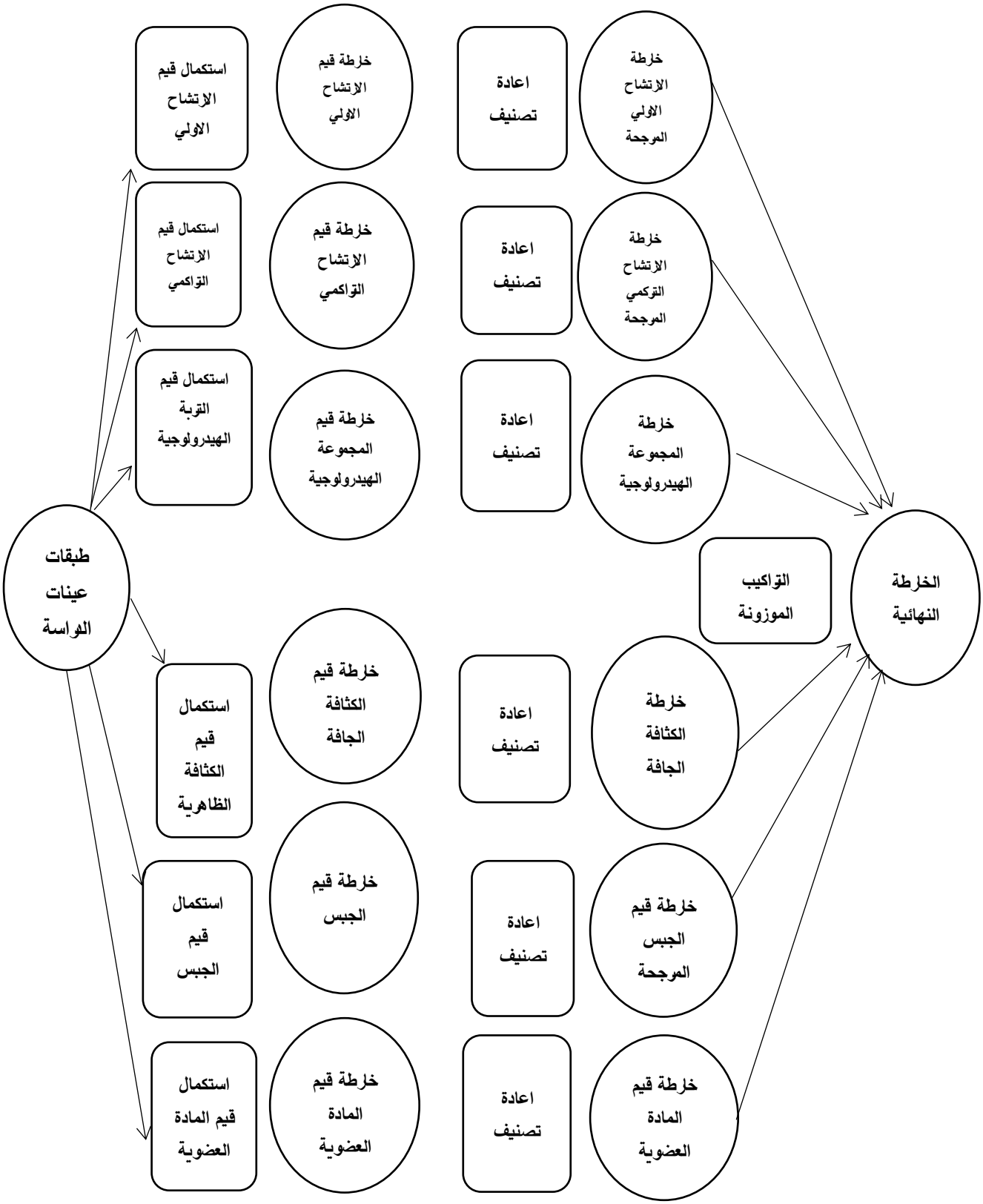
يوجد هذا الصنف في مناطق واسعة من منطقة الدراسة، فهو يشكل الجزء الاكبر منها بمساحة تقدر بنحو (452.59) كم^2 ما نسبته (51.29 %) من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة، وهذا يعني ان اقساما كبيرة من منطقة الدراسة تتميز بنفاذية متوسطة.

نفاذية عالية (< 72.01)

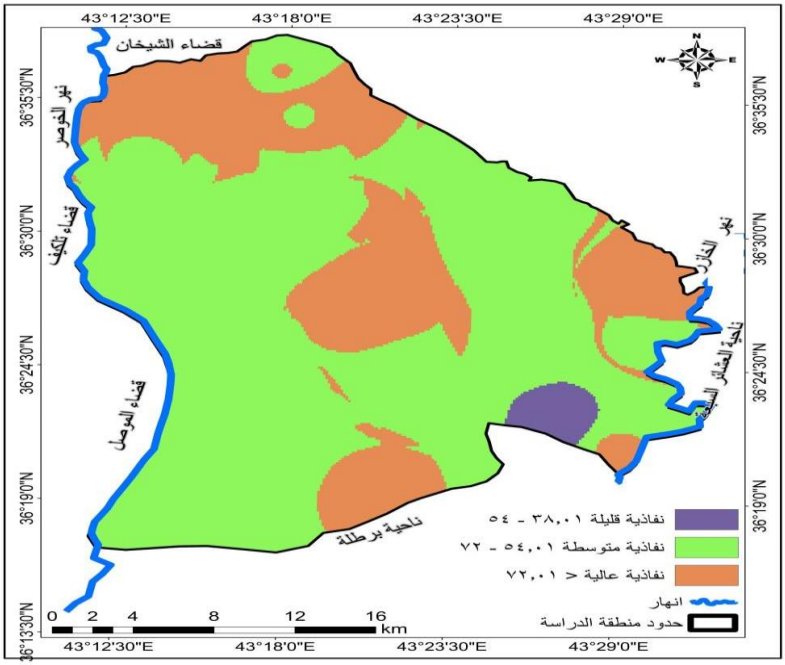
ينتشر هذا الصنف من النفاذية في اماكن متفرقة من منطقة الدراسة وبمساحة تقدر بنحو (302.15) كم^2 بما نسبته (34.24 %) من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة. ويتضح ذلك من خلال القدرات العالية على النفاذية وبالتالي التأثير في كمية الجريانات المائية السطحية والتقليل منها.

الجدول 17: المعدلات النهائية لقيم النفاذية في تربة منطقة الدراسة

ت	الفئات	النفاذية	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
1	54 −38.01	قليلة	127.68	14.47
2	72 −54.01	متوسطة	452.59	51.29
3	72.01 >	عالية	302.15	34.24
	المجموع		882.42	% 100



الشكل 9. المصفوفة العلائقية للخصائص الهيدرولوجية لتربة منطقة الدراسة.



الشكل 10. قيم النفاذية في منطقة الدراسة.

يبين الجدول (17) والشكل (10) ان النفاذية في منطقة الدراسة صنفت إلى ثلاث اصناف وهي مناطق ذات نفاذية قليلة ومناطق ذات نفاذية متوسطة ومناطق ذات نفاذية عالية. ففي المناطق ذات النفاذية القليلة والتي تشكل مساحة تقدر بنحو (14.47 %) من مساحة منطقة الدراسة تتسم تربتها بقلة معدلات النفاذية وزيادة معدلات الجريان المائي السطحي، لذا فان معدلات المياه الجوفية تكون قليلة. يشكل تكوين انجانة ملامح الشبكة المائية في منطقة الدراسة فضلا عن وجود تربة الليثوسول مع الكلس التي تتميز بقلة سمكها وتشكلها من الصخور الكلسية والجبسية التي تعد من مناطق تشكيل الرتب الاولى للاودية المائية، اذ تسمح هذه المناطق بتشكيل جريانات مائية اثناء فصل سقوط الامطار في الشتاء خصوصا ان منطقة الدراسة تقع ضمن مناخ البحر المتوسط الذي يتميز بان الامطار فيه تكون شتوية. وتساهم المياه السطحية في تلك المنطقة بتغذية الانهار القريبة منها وهما نهرا الخازر والخوصر، او يمكن استغلال هذه المياه كحصاد مائي عن طريق وضع السدود والخزانات في المواقع المناسبة لهذا الغرض والاستفادة منها في ري الاراضي الزراعية والبساتين او سقي الحيوانات او للاستخدامات اخرى.

اما في المناطق التي صنفت على انها ذات نفاذية متوسطة، فقد شكلت هذه المناطق مساحة كبيرة من منطقة الدراسة قدرت بنحو (51.29 %). تحقق هذه المناطق معدلات متوسطة من النفاذية والجريان السطحي، اذ تتميز بوجود ترب بتكوينات جيولوجية مختلفة مثل تكوين فتحة وتكوين بيلاسبي وترسبات المنحدرات وتكوين الترب المتبقية التي تشكل مساحة كبيرة في هذا التصنيف من النفاذية المكوّن من الحطام الصخري مع انتشار التربة البنية ذات السمك العميق والتي تتميز بانها ذات نسجة متوسطة الخشونة.

اما المناطق التي صنفت بانها ذات نفاذية عالية فهي تنتشر في اجزاء متفرقة من شمال ووسط وجنوب منطقة الدراسة ذات المساحة المقدرة بنحو (34.24 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، فانها موجودة ضمن تكوين ترسبات السهل الفيضي والتي تتكون من المواد التي نقلتها الانهار من مناطق المنبع المرتفعة وهي الطين والغرين والحصى والرمل وتكوين ترسبات المنحدرات من احجار مختلفة مثل الجلاميد والحصى والتي ساهمت بنفاذ المياه من خلالها إلى الطبقات تحت السطحية مع توافر المناطق السهلية وقلة عامل الانحدار، فضلاعن وجود التربة البنية ذات السمك العميق التي تتميز بنفاذية جيدة للماء والهواء. تميز تلك المناطق بانتشار البساتين والتي تتمثل ببساتين الزيتون التي تشتهر بها منطقة الدراسة ويعتمد

عليها السكان اقتصاديا، اذ تم حفر ابار عديدة جدا من اجل توفير المياه وارواء تلك البساتينووصل عدد تلك الابار إلى ما يقارب (70) بئراً، فضلا عن استعمال المياه الجوفية في ري الاراضي الزراعية وللحيوانات والاستخدامات المنزلية الاخرى.

ووفق نتائج النمذجة الهيدرولوجية، يُستدل بان الاستجابة الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة تميل نحو تحقيق الجريانات السطحية مع بقاء المتغيرات الاخرى ثابتة. وبذلك، فان فرص الجريانات العالية قد تزيد خاصة مع زيادة فعاليات العواصف المطرية. وهيدرولوجياً، فان مثل هذه الحالات يترتب عليها ظروف هيدرولوجية مفادها تدفقات مائية ضمن الشبكة التصريفية التي تنتشر في منطقة الدراسة. وعليه، يتطلب ذلك الاستفادة من تلك المياه الجارية وبطرائق الحصاد المائي الملائمة التي تتناسب مع بيئة الحوض وخزن المياه لتوظيفها في الري التكميلي او في استخدامات اخرى، فضلا عن ان التصاريف العالية ينتج عنها مخاطر هيدرولوجية وجريانات سيلية تشكل خطورة على المستقرات البشرية وكذلك الاراضي الزراعية ومنشات الطرق والنقل. بناءً على ذلك يتطلب الأمر تحديد المناطق الاكثر عرضة للجريان من المناطق الاكثر عرضة للفيضانات. وللاهمية الكبيرة للمياه الجوفية لحياة الانسان في منطقة الدراسة، يصبح من الضروري استثمار هذه المياه وبشكل علمي مما يسهم في التنمية الاقتصادية في تلك المناطق. وعليه، فان هذه الفقرة تهدف إلى استثمار المياه الجوفية في منطقة بعشيقة وخصوصا في المناطق التي تم تصنيف التربة فيها على انها ذات نفاذية عالية تساهم في زيادة كميات المياه المترشحة إلى الطبقات تحت السطحية والحاملة للمياه الجوفية.

الاستنتاجات

1- كانت نتائج عمق الارتشاح الاولي متفاوتة ما بين (0.004) سم/دقيقة في مواقع (قولان تبة، كليجة، بخاي، حسن شامي، اورطة خراب) كاقل نسبة وبين (0.020) سم/دقيقة في موقع (بحزاني) كأعلى نسبة مع متوسط قدره (0.006)%.

2- بينت نتائج عمق الارتشاح التراكمي انها متفاوتة مابين (1.314) سم/دقيقة في موقع (جبل بعشيقة) كأقل نسبة و (5.360) سم/دقيقة في موقع (بحزاني) كأعلى نسبة وبمتوسط قدره (2.49761) %.

3- اظهرت نتائج تحليل التربة ان التربة في منطقة الدراسة ذات محتوىً عالٍ من الطين (clay) ثم الرمل (sand) والغرين (silt) وبنسب مختلفة.

4- اظهرت نتائج تحليل نسجة التربة في منطقة الدراسة انها تنتمي إلى ثلاث مجموعات هيدرولوجية وهي (A , C ,D) (الجدول 4).

5- بينت نتائج التحليل المختبري لقيم الكثافة الجافة (الظاهرية) في منطقة الدراسة انها تراوحت مابين (0.53) غم/سم^3 كأقل قيمة في موقع (محمد رشان) و (1.67) غم/سم^3 في موقع (طاق ميخائيل) كأعلى قيمة وبمتوسط بلغ (1.1361) غم/سم^3.

6- اظهرت نتائج تحليل الجبس انها متباينة في منطقة الدراسة، فقد بلغت اوطأ قيمة لها في موقع (عين الصفرة) بنسبة (3.49) %، في حين بلغت اعلى نسبة لها في موقع (شيخ شيلة) بنسبة (14.90) % وبمتوسط بلغ (9.571) %.

7- اظهرت نتائج تحليل درجة النفاذية انها تصنف إلى ثلاث اصناف حسب مخرجات النمذجة وهي صنف النفاذية القليلة (38.01- 54) والنفاذية متوسطة (54.01- 72) والنفاذية عالية (<72.01)، وان صنف النفاذية المتوسطة هو أكثر الفئات انتشارا في منطقة الدراسة بنسبة (51.29) % يليها صنف النفاذية العالية بنسبة (34.24) % ثم صنف النفاذية القليلة بنسبة (14.47) %.

References

Ahmed, I. M. 2022. Hydrological characteristics of the soil of the Erbil basin, Msc thesis (unpublished), University of Mosul, Iraq.

Al-Kadhimi, J.A., Sissakian, V.K., Fattah, A.S., And Deikran, D.B., 1996. Tectonic Map of Iraq, scale 1: 1000 000, 2nd edit. GEOSURV, Baghdad, Iraq.

Al-Khafaji, A. H. 2023. Spatial modeling of wind speed in Nineveh governorate using geographic information systems, Msc thesis (unpublished), University of Mosul, Iraq.

Alyas, S. H and Khader, S. H. 2022. Extracting the hydrological characteristics of the Quiesy Basin using the SCS-CN. College Of Basic Education Research Journal, 18(41). p.p. 862-894.

Barzanji, A. F. 1973. Gypsiferous soils of Iraq (Doctoral dissertation, Ghent University). http://hdlhandle.net/1854/lu-8597685

Bednář, M. and Šarapatka, B., 2018. Relationships between physical–geographical factors and soil degradation on agricultural land. Environmental research, 164, pp.660-668. https://doi.org/10.1016/j.enves.2018.03.042

Boyadgiev, T. and Soyegh, A.H. 1992. Forms of Evaluation of Gypsum in Arid Soil and Soil Parent Materials Pedologie, XL 11-2, pp.171-182.

Brady, N.C. and Weil, R.R., 1999. The Nature and properties of soils. 13th EdPrentice-Hall Inc. New Jersey, 7458

Buringh, P. 1960. Soils and Soil Conditions of Iraq. Ministry of Agriculture, Agricultural Research and Projects, Baghdad. p. 321

Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W., 1988. Applied hydrology.007-010810-2.

Hartmann, J. and Moosdorf, N., 2011. Chemical weathering rates of silicate-dominated lithological classes and associated liberation rates of phosphorus on the Japanese Archipelago—Implications for global scale analysis. Chemical Geology, 287(3-4), pp.125-157. https://dio.org/10.1016/j.chemgeo. 2010.12.

Hopmans, J.W., Nkedi-Kizza, P. and Wendroth, O., 2003. Soil hydrological properties and processes and their variability in space and time.10.1016/50022-1694(02)00250-0.

Hussein K. A. 2012. Soil Geography, ^{2}nd ed, Dar Almanhal Allubani, Beirut.

Ibrahim, A.M. and Hamed, D. K. 2022. Hydrological Characteristics Analysis of Wadi Al-Sukran Basin Using (CN-SCS) Method." Journal of University of Anbar for Humanities, 2(1). p.p 25-49.iasj.net.3ee1fff2964dc1bc.

Khrrufa, N. S., 1985. Simplified Equation for Evapotranspiration in Arid Regions Beitrage zun Hydrology, Sounderhet, 5.1, pp.39-47.

Maaroof, B. F., & Kareem, H. H. 2023. Geomorphological Analysis of Chemical Weathering Features in Al-Band Hills Area, Eastern of Misan Governorate, Iraq. Iraqi National Journal of Earth Science, 23(1), 67-84. https://doi-org/10.33899/earth.2023.137382.1034

Ministry of Transport and Communications, General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring, Climate Section, Report f data of the period (1980-2020).

Omer, F.O. and Rasul, A., 2023. Assessing hydrological modeling approaches: A review of the soil conservation service curve number and the soil and water assessment tool. GIS. 3(2) pp.47-52.

Shukla, M.K., 2011. Introduction to soil hydrology: processes and variability of hydrological properties. In Soil hydrology, land use and agriculture: measurement and modelling (pp. 1-23). Wallingford UK: CAB International. https://doi.org/10.1079/9781845937973.0001

Singh, N., Dhaliwal, J.K., Sekaran, U. and Kumar, S., 2019. Soil hydrological properties as influenced by long-term nitrogen application and landscape positions under switchgrass seeded to a marginal cropland. Gcb Bioenergy, 11(9), pp.1026-1040. https://doi.org/10.1111/gcbb.12611

Wallach, R. 2019. Physical characteristics of soilless media. In Soilless Culture (pp. 33-112). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63696-6.00003-7

Younis, J. and Ahmed, C.I., 2022. Application of Remote Sensing and GIS to Mapping Groundwater Potential Zones of Khazir River Basin, Northern Iraq. Iraqi National Journal of Earth Science, 22(2), pp.209-230. DOI: 10.33899/earth.2022.176650

Yu, F., Faybishenko, B., Hunt, A. and Ghanbarian, B., 2017. A simple model of the variability of soil depths. Water, 9(7), p.460. https://doi.org/10.3390/w9070460 .

Zwartendijk, B.W., Ghimire, C.P., Ravelona, M., Lahitiana, J. and van Meerveld, H.J., 2020. Soil hydrological characteristics for three areas in the Corridor Ankeniheny-Zahamena (CAZ), Madagascar. NERC Environmental Information Data Centre. https://doi.org/10.5285/7987c6d4-973d-436d-a136-c52997d0bce5 .