التقييم الهيدرولوجي لإمكانية حصاد مياه الامطار (وادي غريبة دراسة حالة)

مصطفى أنور عزيز، أ.د محمد بهجت ثامر
الجامعة المستنصرية/ كلية التربية/ قسم الجغرافية
mohammedbahjet@uomustansiriyah.edu.iq musstafa1942@gmail.com

المستخلص
يعد حوض وادي غريبة أحد الاحواض الفرعية لحوض وادي الثرثار الذي يقع ضمن إقليم الجزيرة في محافظة الانبار غرب العراق بين دائرتي عرض ("٤٥ ٤٠' ٣٣° - "٥٩ ٤٧' ٣٣°) شمالاً، وقوسي طول ("٣ ٥٤' ٤٢° - "٤٨ ٧' ٤٣°) شرقاً ويصب في بحيرة الثرثار، ويشغل مساحة قدرها (١٤٤,٢٩٦) كم٢، تهدف الدراسة لتقدير حجم الجريان السطحي لأغراض الحصاء المائي اذ تم الاعتماد على نموذج (SCS-CN) بينت الدراسة وجود خمسة أصناف من استعمالات الغطاء الأرضي اي انها تتميز بتنوع غطائها الأرضي كما بينت وجود صنفين من الترب الهيدرولوجية والتي تمثلت بالترب ذات الأصناف (A,B) والتي تتصف بانها ذات نفاذية عالية للماء وهذا مؤشر يوضح اني منطقه الدراسة تتصف بجريان سطحي متوسط بسبب وجود هذا الأصناف من الترب وارتفاع قيمة (CN) وانخفاض قيم المعامل (S) اضافه إلى أن الدراسة أشارت إلى امكانية اقامة خزانات لحصاد المياه في المناطق التي تم تحديدها وذلك بهدف تنمية المنطقة للاستثمارات المستقبلية.
الكلمات المفتاحية: وادي غريبة، الجريان السطحي، حصاد المياه.

Hydrological assessment of the possibility of rainwater harvesting (Wadi Ghriba case study)

Mustafa Anwar Aziz, prof. Dr. Muhammed Bahjat Thamer
Mustansiriyah University/ College of Education

Abstract
The Wadi Ghriba Basin is one of the sub-basins of the Wadi Al-Tharthar Basin, which is located within the territory of Al-Jazira in Anbar province, western Iraq, between two viewing circles (٣٣° 40' 45" - ٣٣° 47' 59") North, arc length (42° 54' 3" - 4٣° 7' 43") it occupies an area of (144.296) km^2, the study aims to estimate the volume of surface runoff for water gravel purposes, as the study was based on the (SCS-CN) model, the study showed the existence of five types of land cover uses, that is, it is characterized by the diversity of its land cover, and it also showed the existence of two types of hydrological soils, represented by soils of varieties (A,B), this indicator shows that the study area is characterized by medium surface runoff due to the presence of this type of soil, the high value of (CN) and the low values of the coefficient (S), in addition, the study pointed to the possibility of establishing reservoirs to harvest water in the identified areas in order to develop the area for future investments.
Keywords: Wadi Ghariba, Surface Runoff, Water Harvesting.

1- المقدمة

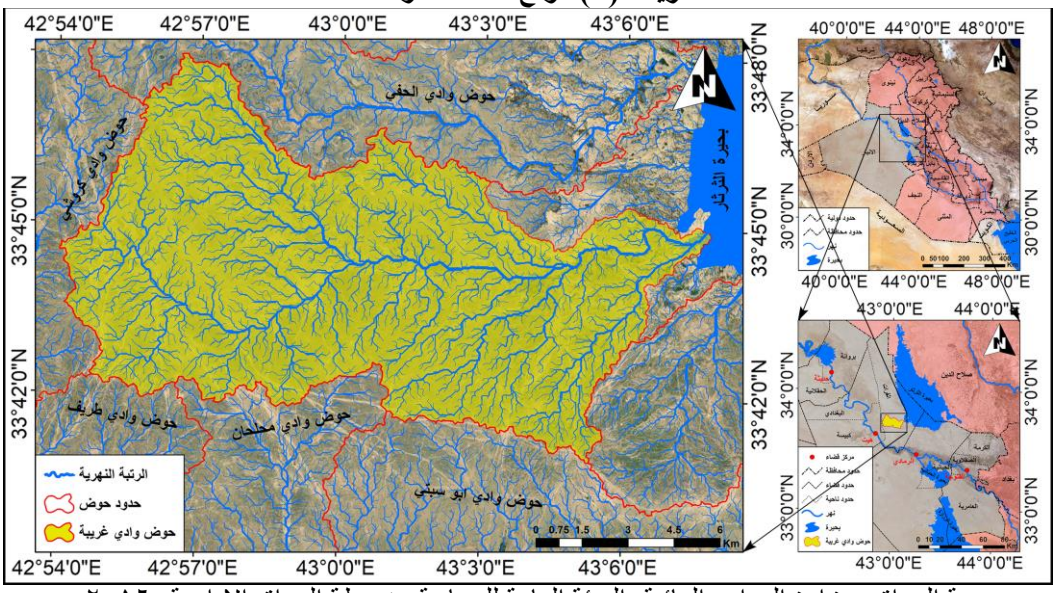
تحضا دراسة الجريان السطحي بأهمية بالغه في الدراسات الهيدرولوجية، خصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة اذ تعد ندرة المياه من أهم التحديات في هذه المناطق لكونها تشكل تهديدا للاحتياجات المائية لمختلف الاستعمال ويأتي في مقدمتها توفير المياه الصالحة للاستخدام البشري(الشرب) والزراعي ولأغراض البناء والانشاءات، وأن من أسباب تلك التحديات هو التغيرات المناخية وما نتج عنها من قلة سقوط الأمطار وتذبذب توزيعها المكاني والزماني وارتفاع درجات الحرارة بالإضافة الى الزيادة في أعداد السكان والذي صاحبه زيادة الطلب على المياه والغذاء، يصنف الجريان المائي السطحي في منطقة الدراسة بأنه جريان موسمي يعتمد على هطول الأمطار خلال الموسم المطير وأن عملية استخدام هذه المورد المائي يستوجب إجراء تحليل وتقييم هيدرولوجي وتوضيح العلاقة بين سقوط الأمطار والجريان السطحي وقد ركزت الدراسة على تقدير حجم الجريان السطحي وتطبيق تقانات حصاد المياه، ويعد حوض وأدي غريبة من الاحواض المناسبة للقيام بمثل هكذا مشاريع والتي من شأنها أن تقلل الاعتماد على مياه الأنهار وخاصة للاستعمال الزراعي الذي يتطلب كميات كبيرة من المياه ويتحقق ذلك إذا اختيرت أماكن الخزانات في المواقع المناسبة في حوض الوادي. تكمن مشكلة الدراسة بشحة الموارد المائية وتناقصها باستمرار الامر الذي ادى الى البحث والتقصي عن مصادر مائية اخرى ومنها استثمار السيول وامكانية الاستفادة منها في المواسم الجافة عن طريق تقدير ايراها المائي وفق النموذج الامريكي وتحديد المناطق المثلى لحصاد المياه لأغراض الاستخدام البشري (الشرب) والارواء الزراعي باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

إن منهجية الدراسة تمت باستخدام المنهج الكمي نظم المعلومات الجغرافية لمعرفة حجم الجريان السطحي في منطقة الدراسة واستخدام طرائق التحليل الإحصائي لبيان درجه العلاقة بين المتغيرات المختلفة والظاهرة المدروسة ومجالات استثماراتها.

٢- موقع منطقة الدراسة

يقع حوض وادي غريبة ضمن الحدود الإدارية لمحافظة الانبار تحديداً قضاء هيت ناحية الفرات، وتبلغ مساحة الحوض الكلية (١٤٤,٢٩٦) كم٢، يحده من الشمال حوض وادي الحفي، ومن الغرب حوض وادي كروشي، ومن الجنوب حوض وادي طريف ومحلحان وأبو سبتي، ومن الشرق بحيرة الثرثار خريطة (١)، في حين يقع فلكياً بين دائرتي عرض ("٤٥ ٤٠' ٣٣° - "٥٩ ٤٧' ٣٣°) شمالاً، وقوسي طول ("٣ ٥٤' ٤٢° - "٤٨ ٧' ٤٣°) شرقاً.

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: ١- جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية، ٢٠١٦.
٢- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييز ١٢,٥ متر، باستخدام برنامج (Arc Map 10.8).

٣- البيانات والبرامج المستخدمة

- بيانات راداريه نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للقمر الصناعي (Alos Palsar).
- بيانات فضائية للقمر الصناعي متعدد الاطياف (Sentinel 2).
- بيانات مطرية من الموقع https://chrsdata.eng.uci.edu.
- برنامج (Arc Map 10.8).
- برنامج (ENVI 5.3).
- برنامج (WMS 11.2).

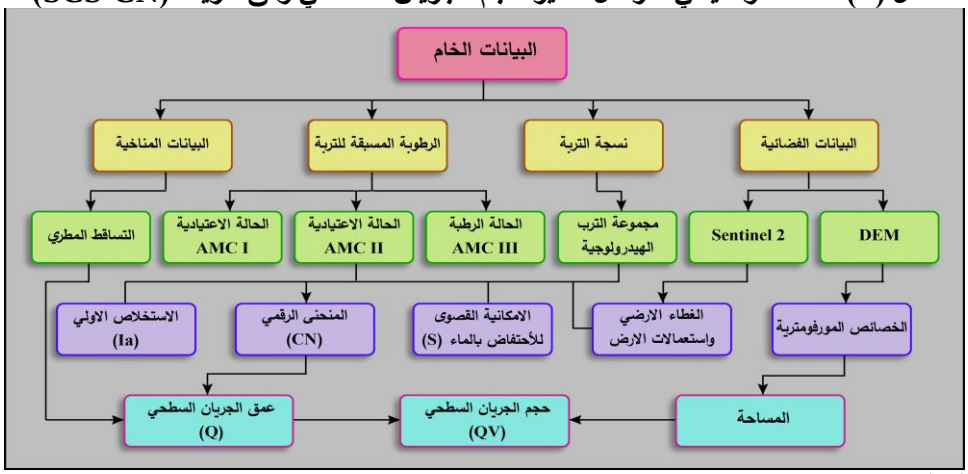
٤- تقدير حجم الجريان السطحي وفق طريقة (SCS-CN)

يتطلب تطبيق النموذج الرياضي (SCS-CN) الخاص باحتساب خصائص عمق وحجم الجريان السطحي لمنطقة الدراسة تهيئة مجموعة من الخطوات التي تحتاج بدورها الى انشاء طبقات وخرائط خاصة لكـــل تفصيلات الانموذج والتي تتمثل بـ (تصنيف الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض، مجموعة الترب الهيدرولوجية، قيمة المنحنى الرقمي (CN)، قيم الفواقد الأولية (S)، قيم الامكانية القصوى للاحتفاظ بالمياه (Ia))، شكل (١)، وتم تهيئة جميع الطبقات المذكورة في بيئة عمل برنامج (Arc Map 10.8) وتقنيات الاستشعار عن بعد واعتماد مبدأ قياس مساحة كل خلية (Pixel) والتي تمثل في الواقع (١٠x١٠) متر ، وتم حسابه وفق المعادلة الآتية[i]:

$$Q = (P - Ia)^2 / P - Ia + S \quad \ldots\ldots (1)$$

إذ إن: Q= عمق الجريان السطحي (بوصة) P= كية الامطار الساقطة (بوصة) Ia= الاعتراض الأولي قبل بدء الجريان السطحي متمثل بالتبخر والتسرب والنبات S= التجمع السطحي بعد بداية الجريان السطحي (بوصة)

شكل (١) مخطط توضيحي لمراحل تقدير حجم الجريان السطحي وفق طريقة (SCS-CN)



المصدر: من عمل الباحث.

ويتم حساب قيمة معامل (S) حسب المعادلة الآتية[ii]:

$$S = 1000/CN - 10 \quad \ldots\ldots (٢)$$

وبما ان مخرجات المعادلة (٢) هي بوحدة قياس (البوصة) لذا نقوم بتحويل المخرجات الى وحدة قياس (ملم) لتصبح بالشكل الآتي[iii]:

$$S = 25400/CN - 254 \quad \ldots\ldots (٣)$$

في حين ان Ia تعادل خمس قيمة S فأن Ia تصبح كالآتي[iv]:

$$Ia = 0.2S \quad \ldots\ldots (٤)$$

ووفق ذلك تكون المعادلة التي يتم خلالها حساب عمق الجريان السطحي كالآتي:

$$Q = (P - 0.2S)^2/P + 0.8S \quad \ldots\ldots (٥)$$

ولحساب الجريان السطحي الكلي فيتم الاستعانة بالمعادلة الآتية[v]:

$$QV = QxA/1000 \quad \ldots\ldots (٦)$$

إذ إن: Q= عمق الجريان السطحي (ملم) A= مساحة حوض التصريف (كم^2) 1000= معامل التحويل

اما المنحنى الرقمي الموزون Weighted Curve Number (CNw)، فيحسب عن طريق ضرب كل رقم CN في نسبة ما تمثله من مساحة الحوض ثم جمعها وقسمها على المساحة الكلية للحوض، وهي على النحو الآتي[vi]:

$$CN\ weighted = \sum CNixAi/\sum Ai \quad \ldots\ldots (٧)$$

إذ إن: CNi = قيمة كل نوع من أنواع اغطية التربة Ai = مساحة كل نوع من أنواع اغطية التربة

٥- مراحل استخلاص المنحنى الرقمي Curve Number (CN)

تعبر قيم (CN) انعكاساً لحالة أصناف الغطاء الأرضي والمجموعة الهيدرولوجية التي تنتمي اليها تربة منطقة الدراسة، فهي دلالة تشير الى مدى استجابة المنطقة للجريان السطحي لمياه الامطار، وتتراوح قيمتها بين (٠-١٠٠)، وكلما زادت قيمة (CN) كلما دل ذلك على انها ذات نفاذية قليلة لا تسمح بمرور المياه من خلالها وبالتالي زيادة الجريان السطحي وقلة في عمليات الارتشاح والعكس صحيح، إذ ان قيمة (CN) يؤثر فيها عاملين رئيسين هما نوع التربة السائدة والمجموعة الهيدرولوجية التي تنظم اليها هذه التربة مع صنف الغطاء الأرضي الموجود فوقها[vii]، استخلصت قيم (CN) لمنطقة الدراسة عن طريق دمج طبقة الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض مع طبقة هيدرولوجية التربة التي أنشأتها منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO)، وباستخدام الأداة (Combine) الموجودة ضمن بيئة عمل برنامج (Arc Map 10.8) واجراء بعض التحليلات للحصول على قيم (CN)، وهي:

٥-١ تصنيف الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض (LU/LC)

تم الاعتماد على المرئية الفضائية للقمر (Sentinel 2) بتاريخ (٢٠٢٣/٢/٣) لأجراء تصنيف للغطاء الأرضي واستعمالات الأرض لمنطقة الدراسة وبدقة تمييز (١٠) م، وفق طريقة التصنيف الموجه (Supervised Classification) باستخدام برنامج (ENVI 5.3)، والذي يعتمد على مجموعات سابقة من الألوان الطيفية الطبيعية أو التجمعات القائمة في المرئية وما توصلنا اليه من الدراسة الميدانية للمنطقة، ومن ثم خضعت بيانات القمر الصناعي لمراحل عديدة من المعالجات، وبعد دمج باندات الـ (RGB) وهي (٤،٣،٢)، أمكن تحديد خمس أصناف للغطاء الأرضي واستعمالات الارض لحوض وادي غريبة، خريطة (٢) وهي على النحو الآتي:

1-أراضي زراعية: تنتشر هذه الأراضي في مساحات متفرقة من الأجزاء العليا لمنطقة الدراسة، وتمثل الأراضي التي يتم زراعتها بتدخل الانسان لإنتاج الغذاء بالدرجة الأساس وإنتاج العلف الحيواني معتمدة على مياه الابار والتساقط المطري وكذلك تشمل الاراضي الزراعية المتروكة أو المحروثة التي يتم تهيئتها للزراعة، وتشغل المساحة الأصغر في المنطقة وتقدر بنحو (٦,٣٨٩) كم^2 وبنسبة (٤,٤٣%)، جدول (١).

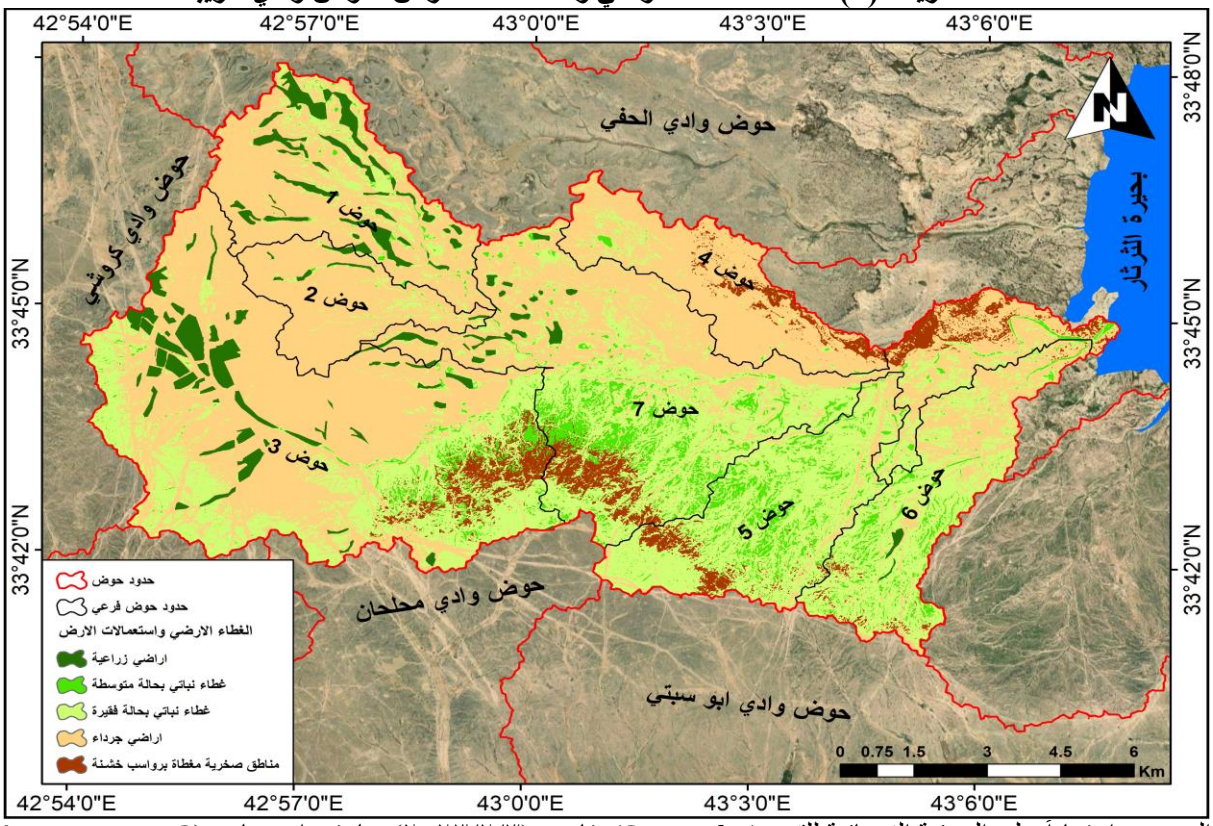
٢- غطاء نباتي بحالة متوسطة: يظهر هذا الصنف بشكل واضح في الأجزاء الجنوبية لمنطقة الدراسة، ويشغل مساحة (٨,٢٠٧) كم^2 وبنسبة (٥,٦٩%)، وان هذه الصنف يشكل عائقاً فهو يقلل من سرعة الجريان السطحي للمياه وهذا يؤدي الى تسرب المياه داخل التربة وتبخرها في الجو وبذلك تنخفض كمية المياه الجارية.

٣- غطاء نباتي بحالة فقيرة: يظهر بشكل واسع في الأجزاء الجنوبية والوسطى كذلك يظهر بشكل مبعثر في الأجزاء الغربية والشمالية والشرقية من منطقة الدراسة، ويأتي بالمرتبة الثانية من حيث المساحة البالغة (٤٩,٠٧٩) كم^2 وبنسبة (٣٤,٠١%) من المساحة الكلية، ويضم الأراضي التي تنمو فيها النباتات الطبيعية المتمثلة بالأعشاب الموسمية والدائمية واغلبها نباتات شوكية لاسيما (الكعوب والحنظل).

٤ -أراضي جرداء: تمثل الأراضي التي تكون خالية تماماً من الغطاء النباتي، وتتصف هذه الفئة من الأراضي بانها ذات صخور مختلفة قليلة النفاذية لا تسمح بتسرب كميات كبيرة من الماء الى داخل التربة ومن ثم تعمل على تكوين جريان سطحي مع وجود انحدار للسطح، وتنتشر بشكل واضح في الأجزاء العليا والاقسام الشمالية من منطقة الدراسة، وتشغل المرتبة الاولى من حيث المساحة إذ بلغت (٧٣,٨٦٦) كم^2 وبنسبة (٥١,١٩%) من المساحة الكلية.

٥- مناطق صخرية مغطاة برواسب خشنة: تشغل هذه الفئة مساحة (٦,٧٥٥) كم^2 وبنسبة (٤,٦٨%)، وتظهر بشكل واضح في المنحدرات الجنوبية من منطقة الدراسة، كذلك تظهر في الأجزاء الشرقية بمحاذاة المجرى الرئيس للحوض، تكونت هذه الرواسب بفعل عمليات الترسيب والانجراف التي تعرض لها الحوض، أي ان هذه الرواسب لها علاقة طردية مع الانحدار فكلما زادت الرواسب زاد الانحدار، مما يسهم بزيادة الجريان المائي على السطح.

خريطة (٢) اصناف الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض لحوض وادي غريبة



المصدر: اعتماداً على المرئية الفضائية للقمر (Sentinel 2) بتاريخ (٢٠٢٣/٢/٣)، باستخدام برنامج (ENVI 5.3، Arc Map 10.8).

جدول (١) أصناف الغطاء الأرضي واستعمالات الارض

الغطاء الأرضي واستعمالات الارض	المساحة كم^2	النسبة %
اراضي زراعية	٦,٣٨٩	٤,٤٣
غطاء نباتي بحالة متوسطة	٨,٢٠٧	٥,٦٩
غطاء نباتي بحالة فقيرة	٤٩,٠٧٩	٣٤,٠١
أراضي جرداء	٧٣,٨٦٦	٥١,١٩
مناطق صخرية مغطاة برواسب خشنة	٦,٧٥٥	٤,٦٨
المجموع	144.296	100

المصدر: اعتماداً على خريطة (٢).

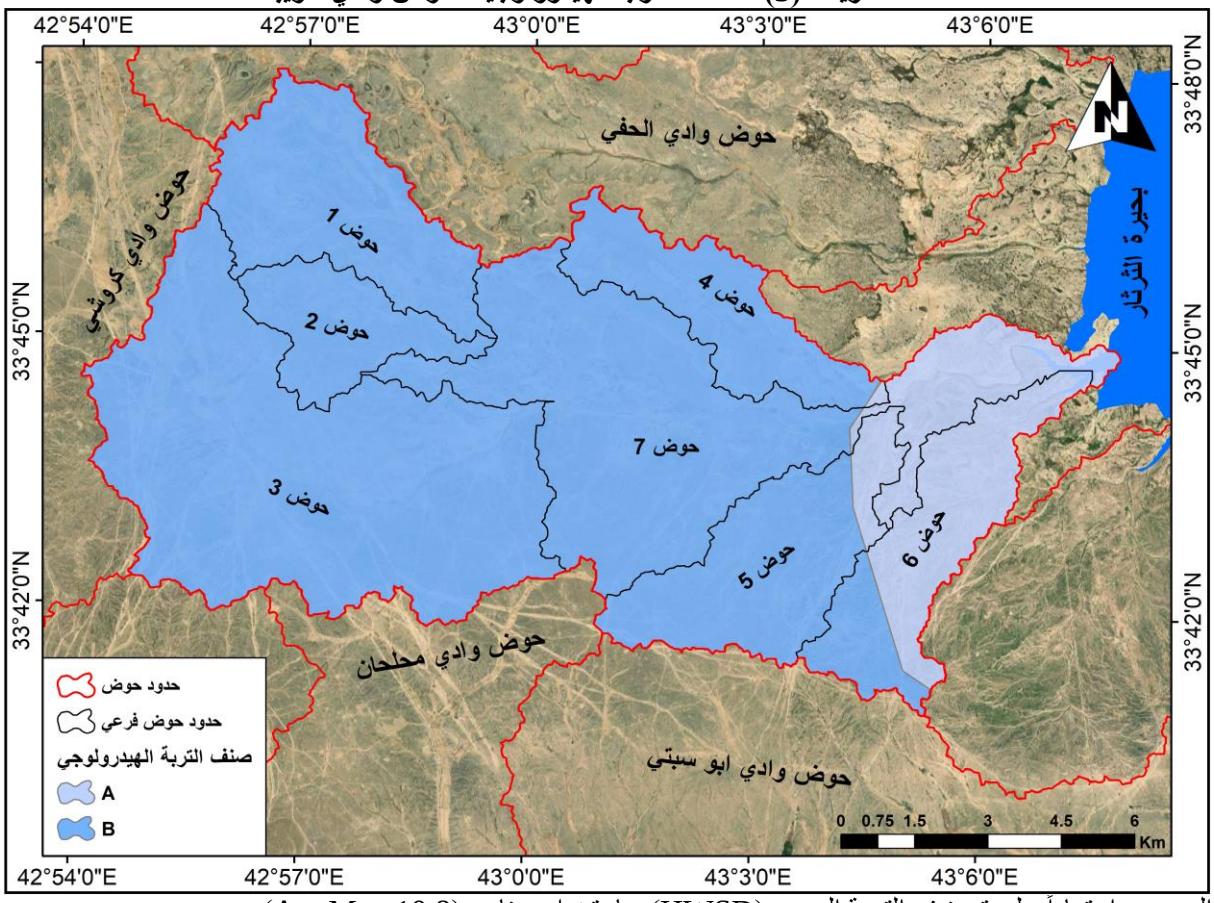
٢-٥ مجموعات الترب الهيدرولوجية Hydrologic Soil Groups (HSG)

تؤثر خصائص التربة بشكل مباشر في العلاقة بين سقوط الامطار والجريان السطحي، إذ أعدت مصلحة حفظ التربة الامريكية (SCS) جدولاً خاصاً للتربة الهيدرولوجية (A, B, C, D) يتضمن تقسيمها الى اربع فئات (Hydrologic Soil Groups) كل فئة لها مدلول رقمي يعبر عن ظرف هيدرولوجي معين بناءً على مميزات مثل النسبة المئوية للرمل والطمي والطين ومدى تأثيره بمستويات تسرب المياه في التربة وفي نشوء الجريان السطحي[viii]، إذ تعد المجموعة (A) ذات سعة ترشيح عالية للتربة، في حين المجموعة (B) تمثل الترب ذات سعة ترشيح متوسطة، والمجموعة (C) ذات سعة ترشيح منخفضة، أما المجموعة (D) فتكون ذات سعة ترشيح منخفضة جداً، وصنفت منطقة الدراسة الى مجموعتين للترب الهيدرولوجية اعتماداً على معطيات خارطة التربة حسب مشروع (HWSD) المنجزة من قبل منظمة (FAO) وشركائه، خريطة (3) وهي على النحو الآتي:

١- المجموعة الهيدرولوجية (A): تمثل المناطق التي يكون فيها الجريان السطحي قليل وذلك لأنها ترب رملية ذات نفاذية عالية للماء، كما ان الغطاء النباتي المتوافر فيها يساهم على إعاقة الجريان السطحي وبالتالي يعمل على تقليل من سرعة المياه الجارية مما يؤدي الى زيادة نسب التبخر وتسرب كميات كبيرة من المياه داخل التربة، ويتبين من خريطة (3) بانها تتواجد في الجزء الشرقي من الحوض، وتشغل مساحة (١٨,٨٠١) كم^2 وبنسبة (١٣,٠٣%)، جدول (2).

٢- المجموعة الهيدرولوجية (B): تمتاز ترب هذه المجموعة بنسيج خشن غالباً ما تكون ضحلة العمق وهي اقل عمقاً من المجموعة (A)، إذ تتصف بنفاذيتها المتوسطة مما تساعد على استمرار الجريان السطحي وهي خليط من الحصى والرمل والفتات الصخري تلتصق مع بعضها بمواد لاحمة تتألف من السلت وتضم مواد جبسية ايضاً، وتغطي هذه المجموعة كافة منطقة الدراسة باستثناء الأجزاء الشرقية وتشغل مساحة قدرها (١٢٥,٤٩٥) كم^2 وبنسبة (٨٦,٩٧%).

خريطة (3) اصناف الترب الهيدرولوجية لحوض وادي غريبة



المصدر: اعتماداً على تصنيف التربة الموحد (HWSD)، باستخدام برنامج (Arc Map 10.8).

جدول (2) مجموعة الترب الهيدرولوجية (HSG) لحوض وادي غريبة

صنف التربة الهيدرولوجي	اسم التربة حسب تصنيف FAO	نسبة الرمل %	نسبة الغرين %	نسبة الطين %	نسجة التربة	المساحة كم٢	النسبة %
A	Yy10-2ab	٨٦	٩	٥	رملية مزيجية	18.801	13.03
B	Yk26-1a	٣٦	٣٧	٢٧	مزيجية	125.495	86.97
المجموع						١٤٤,٢٩٦	١٠٠

المصدر: اعتماداً على خريطة (٣).

٥-٣ الحالة المسبقة لرطوبة التربة Antecedent Soil Moisture Condition

من بين أحد اهم المتطلبات الأساسية للحصول على قيم (CN) هي تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC) وهي مؤشر للمحتوى الرطوبي للتربة قبل بدء العاصفة المطرية، ولتحديد قيم (CN) قام المختصون بتطوير طريقة (SCS) وتم الحصول على ثلاث حالات لتحديد الرطوبة المسبقة للتربة، الحالة الأولى (AMCI) التي تختص بالترب الجافة، والحالة الثانية (AMC II) هي التي تمثل المناطق الجافة وشبه الجافة، اما الحالة الثالثة (AMC III) تمثل المناطق الرطبة ذات التساقط المطري الغزير ودرجات الحرارة المنخفضة للأيام الخمسة السابقة لحساب الجريان السطحي[ix]، ولكل حالة من حالات الرطوبة المسبقة للتربة قيم (CN) خاصة بها، تم تحديد الحالة الثانية (AMC II) التي تتمثل بالحالة الاعتيادية لحساب خصائص الجريان السطحي لحوض وادي غريبة، اعتماداً على رطوبة التربة التي بلغت (٤٠,٥) ملم للأيام الخمسة التي سبقت الزخة المطرية المعتمدة[x].

٥-٤ حساب المنحنى الرقمي (CN) لمنطقة الدراسة

بعد اكمال المتطلبات الأساسية لاستخلاص قيم (CN) لمنطقة الدراسة تم دمج طبقتي الغطاء الأرضي والمجموعات الهيدرولوجية للتربة بواسطة الأداة (Combine) في برنامج (Arc Map 10.8) وفق جدول (٣) المعد من قبل (SCS) لاشتقاق تلك القيم، يتضح من خريطة (٤) ان عدد قيم (CN) في حوض وادي غريبة بلغت (١٠) قيم، وتتراوح بين (٤٩) التي تضم أراضي ذات غطاء نباتي بحالة متوسطة مع مجموعة تربة (A)، وهي قيمة منخفضة تشير الى ان السطح عال النفاذية أي له القدرة على امتصاص الماء وترشحه الى الداخل وبالتالي انخفاض مقدرته على توليد جريان سطحي، وبين (٨٦) التي تضم أراضي جرداء مع مجموعة تربة (B) وهي قيمة مرتفعة تدل على سرعة استجابة الحوض للجريان السطحي عقب سقوط الامطار لأنها تمتاز بقلة النفاذية.

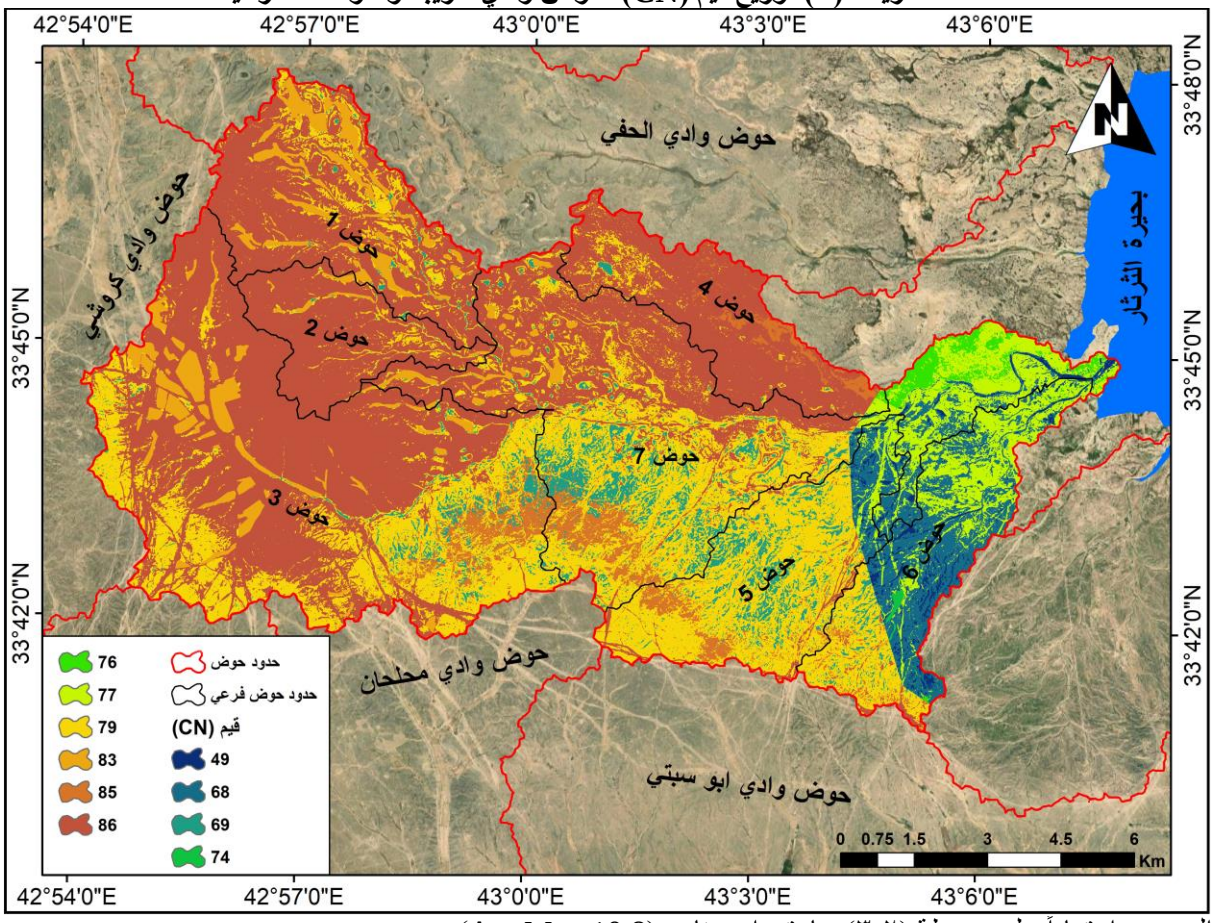
جدول (٣) قيم (CN) المقابلة للغطاء الأرضي واستعمالات الارض وصنف التربة الهيدرولوجي

الغطاء الأرضي واستعمالات الارض	قيمة المنحنى الرقمي حسب صنف التربة الهيدرولوجي	
	B	A
اراضي زراعية	٨٣	٧٤
غطاء نباتي بحالة متوسطة	٦٩	٤٩
غطاء نباتي بحالة فقيرة	٧٩	٦٨
أراضي جرداء	٨٦	٧٧
تربة صخرية مغطاة برواسب خشنة	٨٥	٧٦

المصدر: USDA-SCS, (1986), Urban hydrology for small watershed, department of agriculture, USA: 3.

ولغرض دراسة الجريان السطحي للحوض بشكل تفصيلي ومعرفة أي الاحواض أسرع استجابة للجريان السطحي، تم دراسة قيم (CN) للأحواض الفرعية من حيث خصائصها الهيدرولوجية التي تعكس أفضل الطرق التي يمكن اعتمادها في حصاد المياه، إذ يتضح من جدول (4) ان هناك تباين للأحواض في سرعة استجابتها للجريان السطحي بحسب قيم (CN)، إذ نجد ان القيمة (٨٦) شغلت اكبر مساحة في حوض (١) وتقدر بنحو (١٠,٩٧) كم^{٢} وبنسبة (٦٩,٤٠%)، في حين كانت القيمة (٦٩) الأقل مساحة والتي بلغت (٠,١٩) كم^{٢} وبنسبة (١,٢١%) من مجموع مساحة الحوض، اما الحوض (٢) الذي يعد اقل الاحواض الفرعية المدروسة مساحة فقد شغلت القيمة (٨٦) أكبر مساحة وبحدود (٧,٠٢) كم^{٢} وبنسبة (٩٠,١٣%)، في حين شغلت القيمة (٦٩) ادنى مساحة وبحدود (٠,٠٣) كم^{٢} وبنسبة (٠,٣٩%) من مجموع مساحة الحوض، اما حوض (٣) فقد سادت عليه القيمة (٨٦) والتي شغلت ما يقارب اكثر من

خريطة (٤) توزيع قيم (CN) لحوض وادي غريبة واحواضه الفرعية



المصدر: اعتماداً على خريطة (٣،٢)، باستخدام برنامج (Arc Map 10.8).

جدول (4) قيم (CN) المستخلصة لحوض وادي غريبة واحواضه الفرعية

قيم CN		حـوض							
		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	وادي غريبة
المساحة	٤٩	-	-	-	-	٠,١٥	٠,٧٢	٠,٢٦	١,١٣
	٦٨	-	-	-	-	١,١٧	٥,٢٢	١,٦٢	٨,٠١

٦٩		٠,١٩	٠,٠٣	١,٢٩	٠,٠٦	١,٩٤	٠,٣٨	٣,١٨	٧,٠٧
٧٤		-	-	-	-	-	٠,١٠	-	٠,١٠
٧٦		-	-	-	٠,٠٣	-	٠,٠٦	١,٣٢	١,٤١
٧٧		-	-	-	٠,١٠	٠,٦٥	٣,٥٩	٣,٨٢	٨,١٦
٧٩		٢,٤٥	٠,٥٤	١٣,٠٣	٠,٧٣	٩,٣٣	٢,٧٣	١٢,٢٥	٤١,٠٦
٨٣		٢,١٩	٠,١٩	٣,٢٣	-	-	٠,٠١	٠,٦٦	٦,٢٨
٨٥		-	-	١,٩٤	٠,٧٨	٠,٨٥	٠,٢٠	١,٥٩	٥,٣٦
٨٦		١٠,٩٧	٧,٠٢	٢٥,٣٤	٩,١٠	٠,٧١	٠,٣٣	١٢,٢٤	٦٥,٧١
مجموع المساحة		١٥,٨٠	٧,٧٨	٤٤,٨٣	١٠,٨١	١٤,٨١	١٣,٣٢	٣٦,٩٤	١٤٤,٢٩

المصدر: اعتماداً على خريطة (٤).

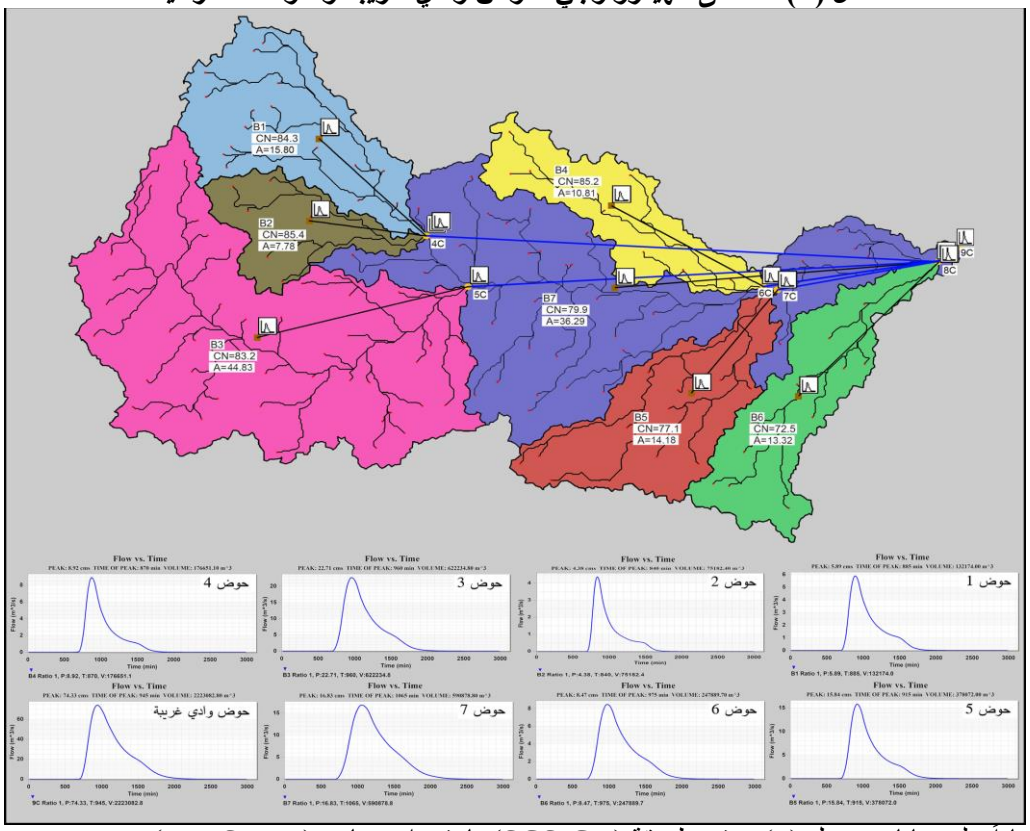
٥-٥ حساب المنحنى الرقمي الموزون Curve Number Weighted (CNw)

اعتمدت المعادلة (٧) في حساب قيم CNw، وذلك للتعرف على مستوى النفاذية لكل حوض وايهما أكثر قدرة على توليد جريان سطحي، ويتبين من جدول (٥) ان اعلى قيم CNw كانت لحوض (٢) بقيمة (٨٥,٣٧)، يليه حوض (٤) بقيمة (٨٥,٢٣) وحوض (١) بقية بلغت (٨٤,٢٩) يليه حوض (3) بقيمة (٨٣,٢٢) ثم حوض (٧) بقيمة (٧٩,٤٦) وحوض (٥) بقيمة (٧٧,١١) ويليه حوض (٦) بقيمة بلغت (٧٢,٤٦)، في حين بلغت قيمة CNw لحوض وادي غريبة (٨١,٠٨) وهي قيم مرتفعة قريبة من (١٠٠)، ما يشير الى ارتفاع الجريان السطحي وانخفاض مستوى النفاذية لمنطقة الدراسة، وهذا يعد مؤشر إيجابي على إمكانية قيام مشاريع حصاد المياه في المنطقة، شكل (٢).

٦- حساب معامل الامكانية القصوى لاحتفاظ التربة بالماء بعد بدء الجريان السطحي (S) Maximum Possibility of Soil Retention of Water After the Start of Runoff

يصف معامل (S) حالة التربة المشبعة بالماء بعد توقف عملية الترسب وبدء الجريان السطحي، كما ويختلف سمك الطبقة المشبعة بالماء تبعاً لاختلاف نوع التربة ومدى قدرتها على امتصاص كميات اكبر من الماء اثناء التساقط المطري[xi]، وكلما اقتربت قيم (S) من الصفر دل ذلك على ضعف إمكانية التربة في الاحتفاظ بالماء بعد بدء عملية الجريان السطحي الامر الذي يؤدي الى ارتفاع كمية المياه الجارية على السطح، في حين ترتفع إمكانية التربة في حفظ الماء على السطح كلما زادت قيمة هذا المعامل، وذلك لان القيم العالية لا تسمح بتوليد جريان سطحي مرتفع[xii]، تم حساب معامل (S) من معادلة (٣)، وتبين من جدول (٦) ان قيمته بلغت في حوض وادي غريبة (٥٩,٢٧) ملم، أما

شكل (٢) المنحنى الهيدرولوجي لحوض وادي غريبة واحواضه الفرعية



المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٥)، وفق طريقة (SCS-CN) باستخدام برنامج (WMS 11.2).

الاحواض الفرعية فأنها تراوحت بين (٩٦,٥٤) ملم في حوض (٦) كأعلى قيمة وهو الحوض الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء على السطح والذي لا يساعد في إتمام عملية الجريان السطحي، وبين (٤٣,٥٣) ملم في حوض (٢) كأدنى قيمة وهو اقل الاحواض قدرة على الاحتفاظ بالماء على سطحه، والذي يمتاز باستجابة لنشوء جريان سطحي.

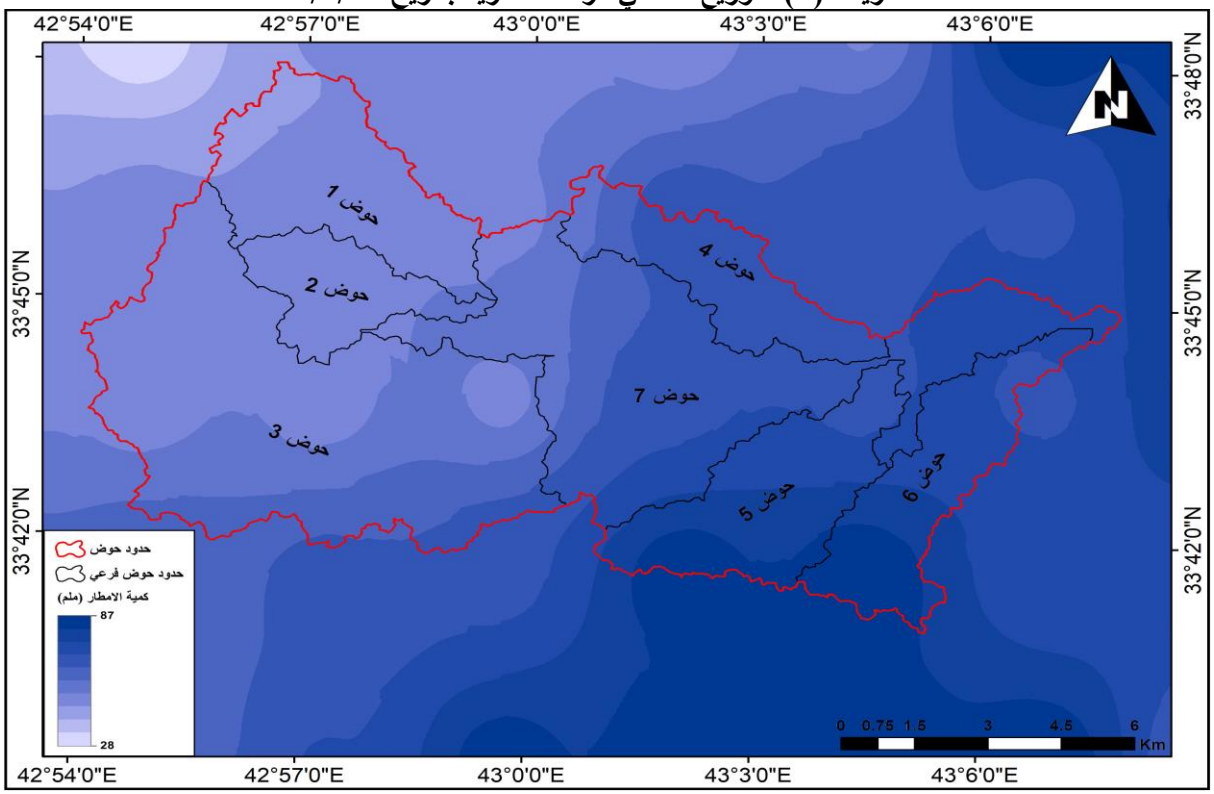
7- حساب معامل الاستخلاص الاولي Initinal Abstraction (Ia)

يعد هذا المعامل من اهم المعايير المستخدمة في احتساب كمية الجريان السطحي، فهو يعطي صورة واضحة عن كمية المفقود من مياه الامطار قبل بدء عملية الجريان السطحي بفعل عملية التبخر والتسرب وعرقلة النباتات للمياه، وان انخفاض قيم معامل (Ia) واقترابها من الصفر تدل على قلة المفقود من مياه الامطار مما يعني جريان سطحي بكميات عالية، والعكس من ذلك فان انخفاض القيم تعطي دلالة على ارتفاع نسبة المفقود من مياه الامطار لمعدل المياه الجارية في منطقة الدراسة[xiii]، تم حساب معامل (Ia) من معادلة (٤)، وتبين من جدول (٥) ان قيمته بلغت في حوض وادي غريبة (١١,٨٥) ملم، أما الاحواض الفرعية فأنها تراوحت بين (٨,٧١) ملم في حوض (٢) كأدنى قيمة و(١٩,٣١) ملم في حوض (٦) كأعلى قيمة، وهي قيم منخفضة تقترب من (٠) ملم وأدنى من قيمة الوسيط لمعامل (Ia) والبالغة (٥٠,٨) ملم، مما يعطي إمكانية أكبر في توليد جريان سطحي مرتفع.

٨- حساب عمق الجريان السطحي Runoff Depth (Q)

يعبر عمق الجريان السطحي عن مقدار المياه الجارية على السطح خلال مدة تساقط الامطار عليه بغض النظر عن المساحة التجميعية للحوض[xiv]، وتعد العوامل المهمة المتمثلة بنوع الغطاء الأرضي ونوع التربة ومقدار نفاذيتها بانها عوامل متباينة مع عمق الجريان السطحي، إذ تشير قيمه الى مقدار عمق المياه الجارية على السطح خلال عاصفة مطرية محددة، تم اعتماد زخة مطرية يومية بتاريخ (٢٠١٩/٣/٣٠)، لغرض حساب عمق الجريان السطحي، وبلغ معدل التساقط في حوض وادي غريبة (52.17) ملم خريطة (٥)، اما معدل التساقط بحسب الاحواض الفرعية فقد

خريطة (٥) التوزيع المكاني للزخة المطرية بتاريخ ٢٠١٩/٣/٣٠



المصدر: https://chrsdata.eng.uci.edu.

تراوحت قيمه بين (33.41) ملم في حوض (١) وبين (73.97) ملم في حوض (٦)، وباستخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator) ضمن قائمة المحلل المكاني (Spatial Analyst) في برنامج (Arc Map 10. 8)، اعتمدت معادلة (٥) لحساب عمق الجريان السطحي، وتبين من جدول (٥) ان قيمته بلغت في حوض وادي غريبة (١٦,٣٢) ملم، مما يدل على إمكانية استمرار جريان مائي سطحي وهذا يتوافق مع قيم (CN)، (S)، (Ia) للحوض، في حين تراوحت قيمه في الاحواض الفرعية بين (٢٥,٣٧) ملم في حوض (٥) كأعلى قيمة و(٨,٠٤) ملم في حوض (١) كأدنى قيمة، اما الاحواض الاخرى فإنها تراوحت بين هذه القيم.

٩- تقدير حجم الجريان السطحي Estimate the Volume of Surface Runoff (QV)

يعد تقدير حجم الجريان المائي السطحي من المسائل المهمة عند القيام بأية دراسة هيدرولوجية، لاسيما الدراسات التي تتعلق بحصاد المياه وتحديد مواقع السدود، وخاصة في المناطق التي تكون قليلة الامطار وذات مناخ جاف كما هو الحال في منطقة الدراسة، إذ يساعد هذا التقدير في معرفة اكثر الأماكن التي تكون عرضة لمياه السيول داخل الاحواض المائية[xv]، تم تقدير حجم الجريان السطحي في منطقة الدراسة اعتماداً على عمق الجريان السطحي الذي تم الحصول عليه، وبعد تطبيق معادلة (٦) اتضح وجود تباين في الاحواض الفرعية من حيث حجم الجريان السطحي جدول (٥) وتراوح بين (٨٠٧٢٩,٧١) م^3 في حوض (٢) كأدنى جريان سطحي، وبين (٦٣٢٢٤٩,٤١) م^3 في حوض (٣) كأعلى جريان سطحي، في حين بلغ مجموع حجم الجريان السطحي في حوض وادي غريبة (٢٢٨٠١١٠,٧٤) م^3 وبمعدل جريان (٣٢٥٧٣٠,١٠) م^3.

جدول (٥) قيم (CNw) لحوض وادي غريبة واحواضه الفرعية

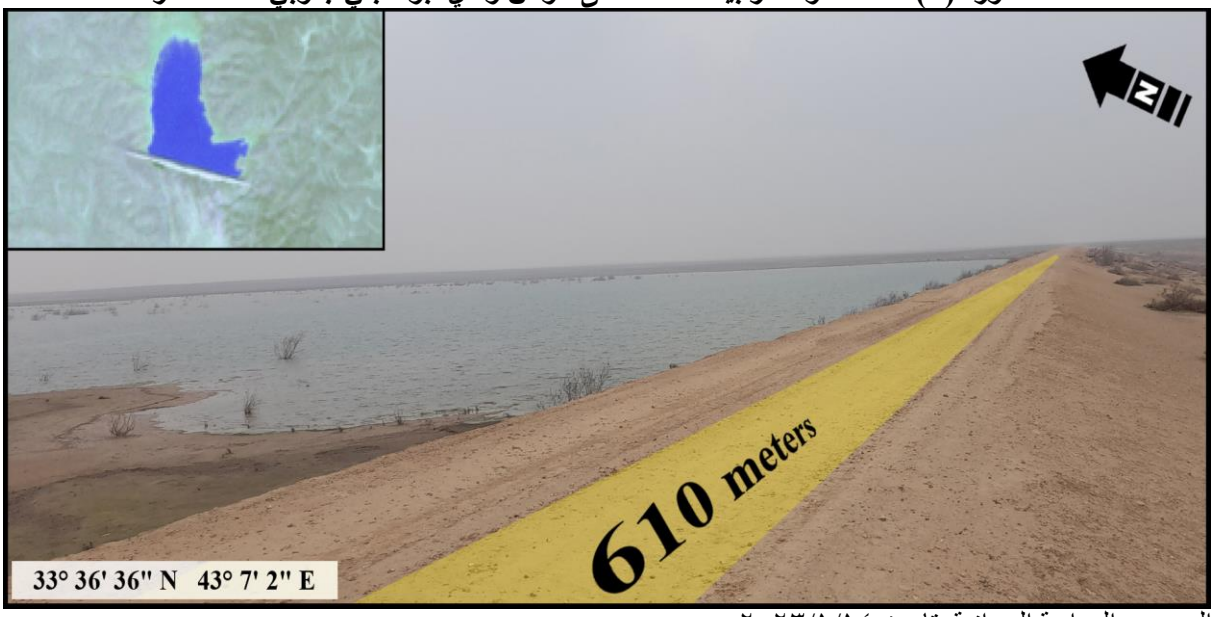
حوض	قيم CNw	قيم (S) ملم	قيم (Ia) ملم	الامطار ملم	عمق الجريان السطحي ملم	حجم الجريان السطحي م^3	المساحة كم^2	النسبة %
١	84.29	٤٧,٣٤	٩,٤٧	٣٣,٤١	٨,٠٤	١٢٧٠٧٠,٧٦	١٥,٨٠٢	١٠,٩٥
٢	85.37	٤٣,٥٣	٨,٧١	٣٥,٧٦	١٠,٣٧	٨٠٧٢٩,٧١	٧,٧٨٥	٥,٤٠
٣	83.22	٥١,٢٢	١٠,٢٤	٤٥,٠٨	١٤,١٠	٦٣٢٢٤٩,٤١	٤٤,٨٣٠	٣١,٠٧
٤	85.23	٤٤,٠٢	٨,٨٠	٥٠,٢٠	٢٠,٠٦	٢١٦٨٨٣,٧١	١٠,٨١٠	٧,٤٩
٥	77.11	٧٥,٤٠	١٥,٠٨	٧٣,٣٠	٢٥,٣٧	٣٧٥٧١٦,٠٨	١٤,٨١١	١٠,٢٦
٦	72.46	٩٦,٥٤	١٩,٣١	٧٣,٩٧	١٩,٧٦	٢٦٣٢٢٥,١٨	١٣,٣٢٠	٩,٢٣
٧	79.87	٦٤,٠٢	١٢,٨٠	٥٣,٥٠	١٥,٨٢	٥٨٤٢٣٥,٨٩	٣٦,٩٣٨	٢٥,٦٠
وادي غريبة	81.08	٥٩,٢٧	١١,٨٥	٥٢,١٧	١٦,٣٢	٢٢٨٠١١٠,٧٤	144.296	100

المصدر: اعتماداً على بيانات جدول (٤)، وتطبيق معادلة (٧).

١٠- حصاد المياه Water Harvesting

هو الطريقة او التقنية التي يتم من خلالها جمع وتخزين مياه الامطار الساقطة والسيول في فصل التساقط المطري بطرائق ووسائل متعددة تختلف من حيث كميتها ومعدل تساقطها ويتم استخدامها في وقت الحاجة اليها سواء كان نوع الاستخدام منها لغرض الاستخدام البشري أم ري الاراض الزراعية أو بقية الاستخدامات الاخرى[xvi]، ومن خلال المرئيات الفضائية والزيارة الميدانية لمنطقة الدراسة تبين أن أفضل المشاريع الملائمة لحصاد المياه هي إقامة السدود الترابية الصغيرة منخفضة الكلفة في مناطق تجميع مياه الامطار صورة (١)، إذ تم دراسة عدة مواقع في حوض وادي غريبة، وتم انتخاب ثلاث مواقع مؤهلة نظرياً وعملياً بوصفها افضل مواقع يمكن انشاء السداد عليها وحصاد مياه الجريان السطحي المتأتية من المساحة المغذية لمنطقة المقطع نظراً لملائمتها من الناحية الهيدرولوجية والطبوغرافية والاقتصادية، خريطة (٦)، إذ ان الهدف من انشاؤها هو خزن المياه في المواسم التـي تشهد تساقط الامطار ومـن ثم
الاستفادة منها في مختلف الأغراض في أوقات الجفاف وقلة تساقط الامطار.

صورة (١) أحد السدود الترابية المقامة على حوض وادي ابو سبتي جنوبي منطقة الدراسة



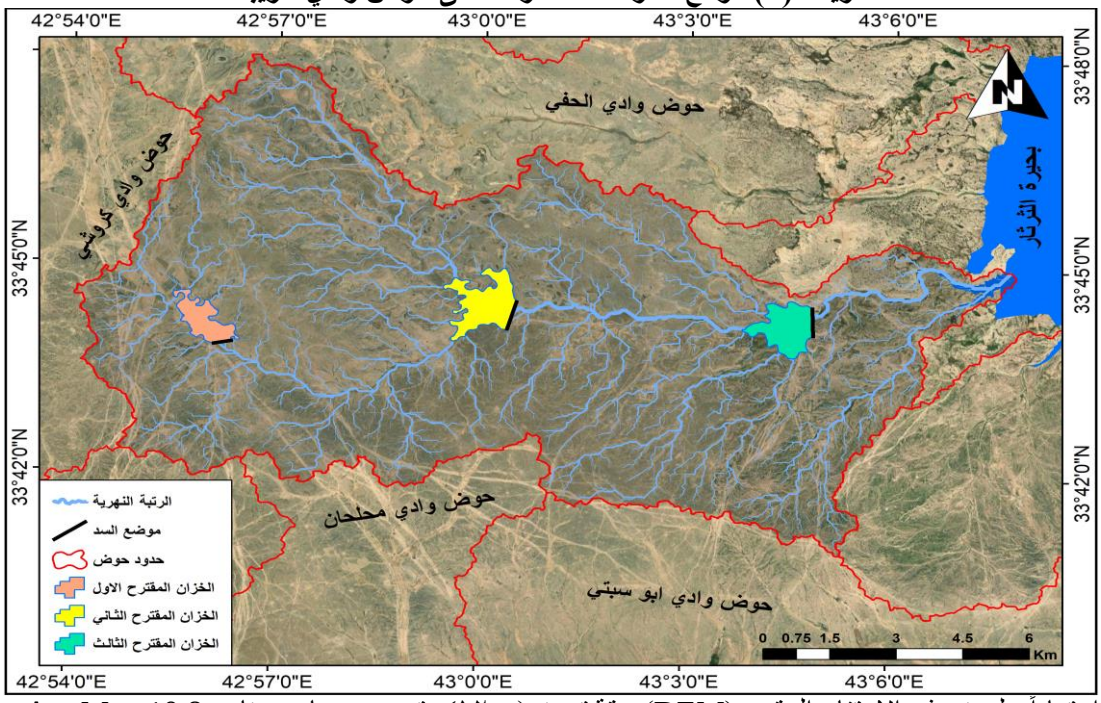
المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٣/١/١٤.

الموقع المقترح الأول: يقع هذا الخزان على دائرة عرض ("50 '43 °33) شمالاً وقوس طول ("14 '56 °42) شرقاً، وينحصر الموقع بين خطي كنتور (١٠٩-١١٤) متر فوق مستوى سطح البحر شكل (٣)، ويبلغ ارتفاع الخزن فيه (5) متر وطول السد (٤٨٨) متر، وبلغت مساحة الخزين (٠,٩٣٥) كم^2، وبذلك يمكن خزن الماء في بحيرة تقع امام السد بطاقة خزن (١٩٣٩٤٩١) م^3 عند خط ارتفاع (١١٤) متر، وتقل الطاقة التخزينية كلما قل الارتفاع، جدول (٦).

الموقع المقترح الثاني: يقع هذا الخزان على دائرة عرض ("17 '44 °33) شمالاً وقوس طول ("26 '0 °43) شرقاً، وينحصر بين خطي كنتور (87-93) متر فوق مستوى سطح البحر شكل (٣)، ويبلغ ارتفاعه (٦) متر وبطول (828) متر، وبلغت مساحة الخزين (1.627) كم^2، وبذلك تبلغ طاقة الخزن فيه (2717280) م^3 عند خط ارتفاع (93) متر.

الموقع المقترح الثالث: يقع هذا الخزان على دائرة عرض ("15 '44 °33) شمالاً وقوس طول ("50 '4 °43) شرقاً، وينحصر الموقع بين خطي كنتور (69-76) متر فوق مستوى سطح البحر شكل (٣)، ويبلغ ارتفاع الخزن فيه (7) متر وطول السد (810) متر، وبلغت مساحة الخزين (1.380) كم^2، وبذلك يمكن خزن الماء في بحيرة تقع امام السد بطاقة خزن (2966580) م^3 عند خط ارتفاع (93) متر، وتقل الطاقة التخزينية كلما قل الارتفاع.

خريطة (٦) مواقع الخزانات المقترحة على حوض وادي غريبة



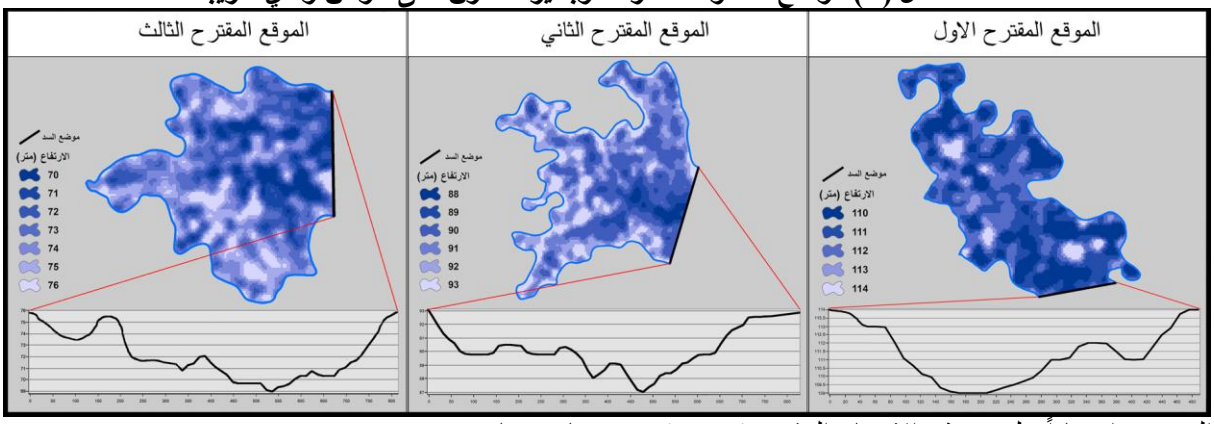
المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييز (١٢,٥) متر ومخرجات برنامج Arc Map 10.8.

جدول (٦) الموقع الجغرافي ومواصفات السدود المقترحة على حوض وادي غريبة

السد المقترح الاول 33° 43' 50" N 42° 56' 14" E							
الارتفاع	١٠٩	١١٠	١١١	١١٢	١١٣	١١٤	المجموع
حجم الخزين م^3	٠	٧٠٢٠٩٠	٧٠٨٨٧٦	٤٢٨٠٤٠	٨١٠٨٤	١٩٤٠١	١٩٣٩٤٩١
السد المقترح الثاني 33° 44' 17" N 43° 0' 26" E							
الارتفاع	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	المجموع
حجم الخزين م^3	٠	١٢٣١٢٠	٣٠٤٦٥٠	١٠٣٨٦٠٠	٦٦٥٢٨٠	٤٢٢١٠٠	١٦٣٥٣٠	٢٩٦٦٥٨٠
السد المقترح الثالث 33° 44' 15" N 43° 4' 50" E								
الارتفاع	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	المجموع
حجم الخزين م^3	٠	٣٦٤١٤٠	٤٤٤٩٦٠	٦٣٣١٥٠	٦٦٧٨٠٠	٥٢٤٠٧٠	٢٦٤٦٠٠	٦٧٨٦٠	٢٩٦٦٥٨٠

المصدر: اعتماداً على خريطة (٦).

شكل (٣) موضع السدود المقترحة وبحيرة الخزن على حوض وادي غريبة



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج Arc Map 10.8.

١١- الاستنتاجات

١- تعد طريقة (SCS-CN) من الطرائق المهمة في دراسة الخصائص الهيدرولوجية للأحواض المائية، مع الاعتماد على تقانة نظم المعلومات الجغرافية للحصول على تقديرات دقيقة للجريان السطحي للمنطقة.

٢- بينت الدراسة وجود خمس أصناف من استعمالات الاراض والغطاء الأرضي في الحوض ووجود مجموعتين من الترب الهيدرولوجية هي (A، B) وحددت ايضاً الحالة المسبقة لرطوبة التربة وهي ضمن المستوى الثاني، المناطق شبه الجافة.
٣- أظهرت قيم معامل (CN) ارتفاعاً في معظم مناطق الحوض، إذ تراوحت بين (49-86) ما يشير الى إمكانية توليد جريان مائي سطحي في الحوض المدروس.
٤- بينت الدراسة ان قيم عمق الجريان تتراوح بين (٨,٠٤-٢٥,٣٧) ملم وحجم الجريان السطحي الكلي لحوض وادي غريبة بلغ (٢٢٨٠١١٠,٧٤) م^{3} من المياه للزخة المطرية اليومية المعتمدة، ما يؤكد إمكانية توليد جريان مائي سطحي في الحوض.
٥- أشارت الدراسة إلى إمكانية إقامة الخزانات ضمن حوض وادي غريبة وتطويره من جوانب تنموية تتمثل بإقامة وتطوير المستقرات البشرية وتطوير الانتاج الزراعي وسقاية الحيوانات وذلك من خلال الاستفادة من المخزون المائي في الخزانات المقترحة.

المصادر

(i) Ayad Ali Faris Beg, Mohammed Bahjat Thamer, Alyaa Gatea Shiltagh and Ahmed .H AL-Sulttani, (2021), Gravel Mining Activity Impact on Riverbed Erosion and Bridge Foundation Stability, Iraqi Geological Journal, 54 (2C): 72.
(ii) M. Kh. Askar, (2013), Rainfall - Runoff Model Using the SCS-CN Method and Geographic Information Systems: A Case Study of Gomal River Watershed, Water and Society, 178: 164.
(iii) P. Sundara Kumar, T. V. Praveen and M. A. Prasad, (2016), Rainfall-Runoff Modelling Using Modified NRCS-CN, RS and GIS -A Case Study, Journal of Engineering Research and Applications, 6 (3) :55.
(iv) Asal Hassan Mahmood, Sabbar Abdullah Saleh and Yassen Ali Saleh, (2018), Estimation of Annual Water Income Using (SCS-CN) Method based RS-GIS for Wadi Abu Khashab Watershed-North of Iraq, Tikrit Journal of Pure Science, 23 (9): 73.
(v) Hadeel Qays Hashim and Khamis Naba Sayl, (2020), Incorporating GIS Technique and SCS-CN approach for Runoff Estimation in the Ungauged Watershed: A Case Study West Desert of Iraq, Iraqi Journal of Civil Engineering, 14 (2): 5.
(vi) Hemin N MAmin and Sabah A Majeed, (2022), Runoff Estimation and Dam Selection Site in the Khur khur Watershed (KHW), Using (SCS-CN) Method and (GIS & RS) Techniques: 5.
(vii) علي، حسين علي رشيد، نمذجة الاستجابة الهيدرولوجية للمناطق الحضرية، مدينة دهوك أنموذجاً، رسالة ماجستير (غ. م)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الموصل، ٢٠٢١، ص١٠٦.
(viii) USDA, (2009), Hydrologic Soil Groups. In National Engineering Handbook: Part 630 Hydrology: 2.
(ix) A. C. Lalitha Muthu, M. Helen Santhi, (2015), Estimation of Surface Runoff Potential Using SCS-CN Method Integrated with GIS, Indian Journal of Science and Technology, 8 (28): 3.
(x) https://chrsdata.eng.uci.edu.
(xi) حميد، دلي خلف، التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الفضا في شمال شرق العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، مجلة آداب الفراهيدي، العدد ٢٥، ٢٠١٦، ص٢٠٧-٢٠٨.
(xii) Thakuriah Gitika and Saikia Ranjan, (2014), Estimation of Surface Runoff Using NRCS Curve Number procedure in Buriganga Watershed Assam India - A Geospatial Approach، International Research Journal of Earth Sciences, 2 (5): 4-5.
(xiii) الجابري، هند خليل ابراهيم، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي عكاش وإمكانية استثماره في حصاد المياه، رسالة ماجستير (غ. م)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الانبار، ٢٠٢٢، ص١٠٢.
(xiv) Tomasz Kowalik and Andrzej Walega, (2015), Estimation of CN Parameter for Small Agricultural Watersheds Using Asymptotic Functions, Water Science and Soil، 7 (2): 944.
(xv) ابراهيم، احمد محمود، حميد، دلي خلف، تحليل الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي السكران باستخدام طريقة (SCS-CN)، مجلة جامعة الانبار للعلوم الإنسانية، المجلد ٢، العدد ١، ٢٠٢٢، ص٤٥.
(xvi) آل الشيخ، عبد الملك بن عبد الرحمن، حصاد مياه الامطار والسيول وأهميته للموارد المائية في المملكة العربية السعودية، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، الرياض، ٢٠٠٦، ص٢.