



ISSN: 1817-6798 (Print)

Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: www.jtuh.org/
JTUH
 مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية
 Journal of Tikrit University for Humanities

Abdullah Hussein Abdullah Al-Dulaimi

Dalli Khallaf Hamid Al-Jubouri

College of Education for Human Sciences, Tikrit University

* Corresponding author: E-mail :

abdullah.hussein.abdullah@gmail.com

Keywords:

Flow volume,

(DEM)

Wadi al-Deir basin,

flow depth.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 Mar 2024

Received in revised form 25 Mar 2024

Accepted 1 Apr 2024

Final Proofreading 8 July 2024

Available online 9 July 2024

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER
THE CC BY LICENSE

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Journal of Tikrit University for Humanities

Estimating the Surface Runoff Volume of Wadi al- Deir Basin in Mosul District Using the (CN-SCS) Method.

A B S T R A C T

The researcher utilized the CN-SCS method, a significant approach for estimating water harvest, developed by the Soil Conservation Department of the United States Department of Agriculture (Soil Conservation Service) in 1970. The renowned formula associated with this method was developed in 1986. The SCS method consists of a series of mathematical equations that provide valuable information about land covers, usage patterns, soil hydrology, vegetation cover, and rainfall amounts. This information is used to determine water flow characteristics and the feasibility of water harvesting in Wadi al-Deir basin. The method involves analyzing the description of land cover and identifying the hydrological properties of soils in the region. The initial soil moisture level was assessed, and upon completing these three components, the values of CN were derived, representing the soil's permeability, the coefficient (s), indicating the soil's maximum water retention capacity, and the coefficient (LA), indicating the amount of rainwater lost prior to the onset of surface runoff. The coefficients (2) and (CV) represent the depth and amount of surface runoff in the Region.

DOI: <http://doi.org/10.25130/jtuh.31.7.2024.04>

تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الدير في قضاء الموصل بطريقة (CN-SCS)

عبدالله حسين عبدالله علي / كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة تكريت

دلي خلف حميد الجبوري / كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة تكريت

الخلاصة:

اعتمد الباحث على طريقة (CN-SCS) التي تعتبر احد الطرق المهمة التي تستخدم التقدير الحصاد

المائي والتي تم تطويرها عن طريق إدارة صيانة التربة التابعة لإدارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية (Soil Conservation Service) عام 1970م، ووضعت صيغتها المشهورة في عام 1986م، وأسلوب (SCS) عبارة عن مجموعة من المعادلات الرياضية التي توفير معلومات عن غطاءات الأرض وأنماط استخدامها وهيدرولوجية التربة، ونوع الغطاء النباتي، وكميات الأمطار الساقطة لمعرفة خصائص الجريان المائي وإمكانية حصاد المياه في حوض وادي الدير، من خلال معرفة وتحليل وصف الغطاء الاراضي ومعرفة أنواع الترب الهيدرولوجية في المنطقة وتحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة، وبعد استكمال هذه العناصر الثلاثة تم الحصول على قيم الـ CN التي تعبر عن مدى نفاذية التربة والمعامل (S) الذي يعبر عن الإمكانية القصوى لاحتفاظ التربة بالماء، والمعامل (LA) الذي يبين كمية المفقود من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي، والمعاملين (Soc. Engs2) و (CV) اللذان يعبران عن عمق وكمية حجم الجريان السطحي في المنطقة.

الكلمات الدالة : حجم الجريان، (DEM) حوض وادي الدير ، عمق الجريان.

المقدمة:

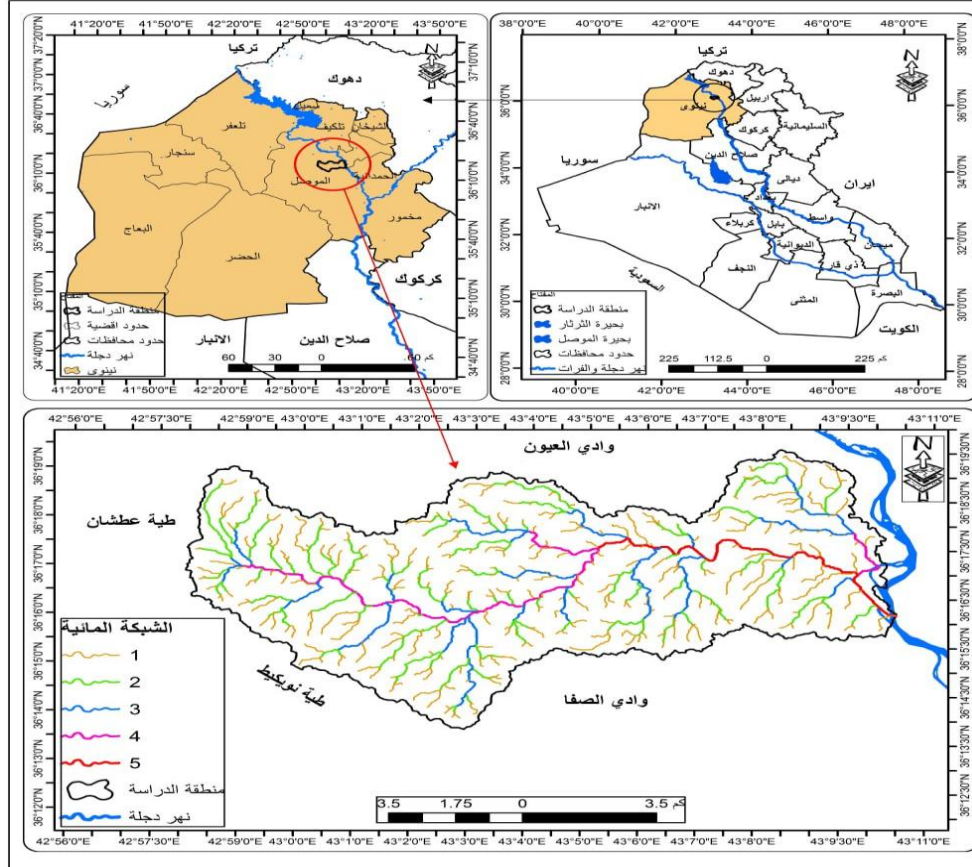
تتمثل دراسة الخصائص الجريانية لأية منطقة بالتعرف على طبيعة العلاقة بين تساقط الامطار وما ينتج عن هذا التساقط من جريانات مائية سطحية ومن خلال فهم ومعرفة صورة هذه العلاقة نتعرف على النظام الهيدرولوجي السطحي والجريان المائي السطحي الذي يمثل المرحلة الأخيرة لمياه الامطار والذي يمكن من خلاله تحديد مدى تأثيره على السطح وما يترتب عليه من كيفية وآلية الاستفادة من هذا الجريان لكونه مورداً مائياً طبيعياً وتسخير هذا المورد في تنمية المنطقة وتطويرها في جميع المجالات من جهة والوقاية من الفيضانات الموسمية من جهة أخرى ، خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة يكون الجريان السطحي من اهم الموارد المائية الطبيعية وذلك بسبب قلة الامطار وتذبذبها مما يوجب العمل على استغلال واستثمار مياه الامطار في الجريان السطحي وحصاد المياه

(1-1) موقع منطقة الدراسة: - Border of study Area

يقع حوض وادي الدير جغرافيا بمساحته الحالية البالغة (111.29) كم². في القسم الشمالي من العراق ضمن الحدود الإدارية لمحافظة نينوى حيث يحده من جهة الشرق نهر دجلة ومن جهة الشمال وادي العيون ومن الغرب طية عطشان ومن الجنوب الغربي طية نويكيط ومن الجنوب وادي الصفا، كما مبين في

الخريطة (1). ويقع فلكتا بين دائرة عرض ($36^{\circ} 14' 5''$) و ($36^{\circ} 19' 30''$) شمالاً وبين خطي طول ($42^{\circ} 56' 0''$) و ($43^{\circ} 11' 0''$) شرقاً.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة العراق الإدارية بمقياس رسم 1/1000000، باستخدام برنامج (ARC GIS10.3).

(1-2) مشكلة الدراسة: ما هو مقدار حجم الجريان السطحي في حوض وادي الدير اعتماداً على طريقة (CN-SCS) بناءً على خصائصه الطبيعية والمورفومترية والهيدرولوجية ؟

(1-3) فرضية الدراسة ::يفترض الباحث من خلال استخدام أداة (CN-SCS) أن ه ناك مقدار كبير من الجريان السطحي أثناء هطول الأمطار الغزيرة والتي يمكن الاستفادة منها للاستعمالات البشرية.

(1-4) هدف البحث: يهدف البحث الى تخمين كمية الجريان المائي السطحي في حوض وادي الدير في ضوء التساقطات المطرية والخصائص المورفومترية للحوض ، ووضع الحلول المناسبة لمعرفة حجم الجريان السنوي المتوقع بطريقة (CN-SCS)، وباستخدام المعادلات الخاصة بالجريان المائي.

(5-1) مبررات البحث: عدم وجود دراسات لتقدير حجم الجريان المائي السطحي في حوض وادي الدير باستخدام المعادلات الخاصة بالموضوع، كما ان الدراسات الهيدرولوجية في منطقة الدراسة لها أهمية كبيرة لكون هذه المنطقة تفتقر للأنهار الدائمة الجريان وهي تستلم كميات كبيرة نسبيا من الأمطار في موسم الهطول المطري والتي يمكن الاستفادة منها عن طريق خزنها.

(6-1) منهجية البحث: المنهج التحليلي من خلال هذا المنهج يمكن تحليل البيانات التي تشمل المرئية الفضائية، نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، الخرائط وإجراء القياسات وتطبيق المعادلات للمتغيرات والخصائص الخاصة بتقدير حجم الجريان السطحي السنوي للمنطقة.

(1-2) تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الدير

(1-1-2): حجم الجريان السطحي: يقصد بالجريان السطحي للمياه بأنه جريان المياه على سطح الأرض بسبب زيادة كمية الامطار الساقطة وعدم قدرة التربة على امتصاص هذه المياه لذا تتحرك المياه على سطح الأرض متخذة لنفسها عدة مسارات تبعاً لجيومورفولوجية الأرض وانحدارها إلى أن تصل إلى أحد المجاري فتصب فيه وتصبح جزءاً منه. إن احواض التصريف في البيئات الجافة وشبه الجافة تتسم بقلّة امطارها عن مستوى نشوء جريان سطحي مستمر. إلا أن العواصف المطرية الفجائية الموسمية تكون ذات قدرة على توليد كميات أعلى من الجريان السطحي في هذه البيئات ، لذا يعد تقدير الجريان السطحي للمياه الناتجة عن التساقط المطري من أهم العوامل الهيدرولوجية المؤثرة في عمليات التعرية والإرساب المائي والحد من مخاطر السيول والانجرافات، ويتوقف معامل الجريان على عوامل عدة كالتساقط وكثافته ومدته وتوزيعه المكاني والزمني والغطاء النباتي ونوعية التربة وطبوغرافية الارض. ونظرا لعدم وجود محطات هيدرولوجية في منطقة الدراسة، لذلك تم الاعتماد على طريقة (SCS-CN)، والتي تعد من أشهر الطرق والأساليب الرياضية المستخدمة في حساب المقترح من قبل صيانة التربة الامريكية عام 1970م، و قد تم وضع صيغته المشهورة في عام (1986). و تم تقدير حجم الجريان السطحي وفق هذه الطريقة باستعمال برنامج (Arc Gis 10.3) والاستشعار عن بعد من أجل وحدة الخلية (pixel unit) (30*30) وذلك من اجل الحصول على نتائج أكثر واقعية تغطي المنطقة.

(2-1-2) مراحل استخلاص خصائص الجريان (Stages of extracting flow Characteristics)

أن أسلوب النموذج الرياضي (SCS-CN) هو عبارة عن سلسلة من المعادلات المسبقة لرطوبة التربة-هيدرولوجية التربة-الغطاء الارضي)، ويمكن التعبير لطريقة (CN-SCS) رياضياً بالشكل الاتي.

$$Q = \frac{(p-Ia)^2}{(p-Ia)+S} \dots\dots\dots (1) \quad \text{حيث ان :-}$$

Q = عمق الجريان السطحي (بوصة) .

P = عمق الأمطار الساقطة (بوصة) .

Ia = المستخلصات الأولية قبل الجريان السطحي كالترب وما يستقبل من النبات والتبخر (بوصة)

S = أقصى قدرة محتملة من الاحتفاظ بعد بداية الجريان السطحي (بوصة) .

ووجد إن Ia تعادل خمس قيمة S وتحسب قيمة Ia كالآتي⁽¹⁾ :-

$$Ia = 0.2S \dots\dots\dots (2)$$

ويتم احتساب S بالصيغة الرياضية الآتية :-

$$S = \frac{1000}{CN} - 1 \dots\dots\dots (3)$$

ومن جبر قيمة (S) حولت المعادلة الرياضية لعمق الجريان السطحي واصبحت بالشكل الآتي :-

$$Q = \frac{(p-Ia)^2}{(p+0.8S)} \dots\dots\dots (4)$$

ويلاحظ أن مدخلات النموذج هي بالبوصة لذلك تم إعادة صياغة المعادلة لتتوافق مع المقاييس المترية إذ ضربت الأرقام الثابتة في المعادلة السابقة في (25.4) لتحويلها من بوصة إلى (مم) فأصبحت صيغة المعادلة على النحو التالي.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \dots\dots\dots (5)$$

ولتقدير حجم الجريان السطحي بطريقة (CN-SCS) ويمكن حسابه من خلال المعادلة الآتية⁽⁴⁾ :-

$$QV = (Q * A / 1000) \dots\dots\dots (6) \quad \text{حيث ان :-}$$

QV : حجم الجريان السطحي (م³/سنة).

Q : عمق الجريان السطحي (مم).

A : مساحة حوض التصريف.

1000: معامل التحويل للتأكيد من النتائج النهائية بالوحدة (م³) .

ولتقدير تدفق ذروة الجريان رياضياً بالشكل الاتي:-

$$t_c = 0.335 \left[\frac{A}{S^{0.5}} \right]^{0.5} \dots (7) \quad \text{1- زمن التركيز: (1)}$$

حيث ان :-

t_c = زمن التركيز بالدقائق.

S = متوسط انحدار المجرى الرئيسي (متر / متر).

ساعة 2. 24 =

A = مساحة الحوض المائي.

$$T_p = \left[\frac{T_c + 0.133T_c}{1.7} \right] \dots (8) \quad \text{2- حساب زمن ذروة الجريا.}$$

حيث ان :-

T_p = زمن ذروة الجريان.

ساعة 0.024 =

T_c = زمن التركيز بالساعات.

3- حساب تدفق ذروة الجريان السطحي .

$$q_p = \left[\frac{(0.208 A Q)}{T_p} \right] \dots (9) \quad \text{= (m}^3\text{/s)}$$

حيث ان :-

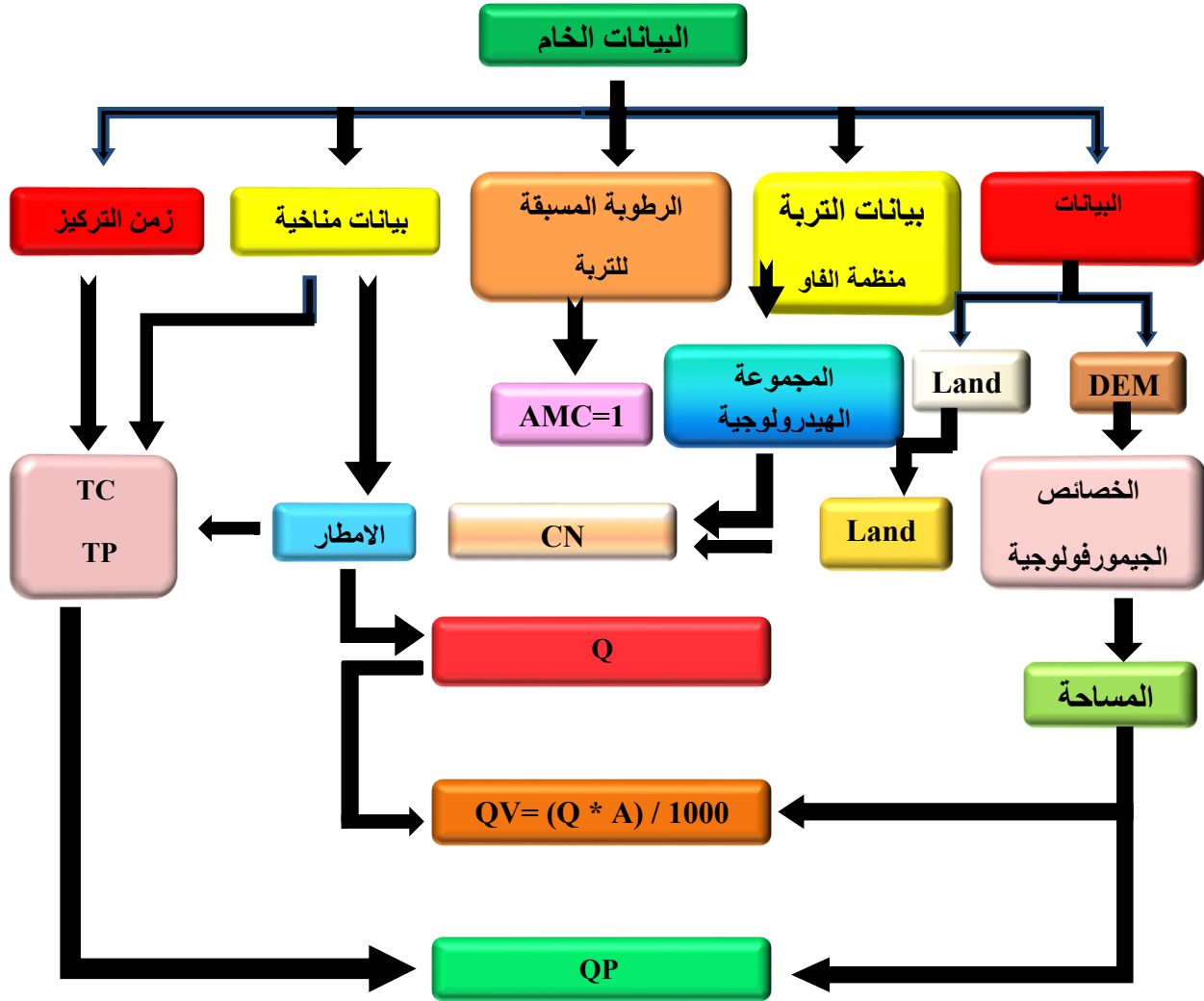
A = مساحة حوض التصريف المائي (كم²).

Q = كمية الجريان السطحي (ملم).

م³/ثانية 67 =

T_p = زمن وصول التدفق للذروة (ساعة).

شكل (1) مخطط توضيحي لمراحل استخلاص الخصائص الجريانية للأحواض المائية بحسب النموذج الرياضي SCS-CN



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على النموذج الرياضي (SCS CN)

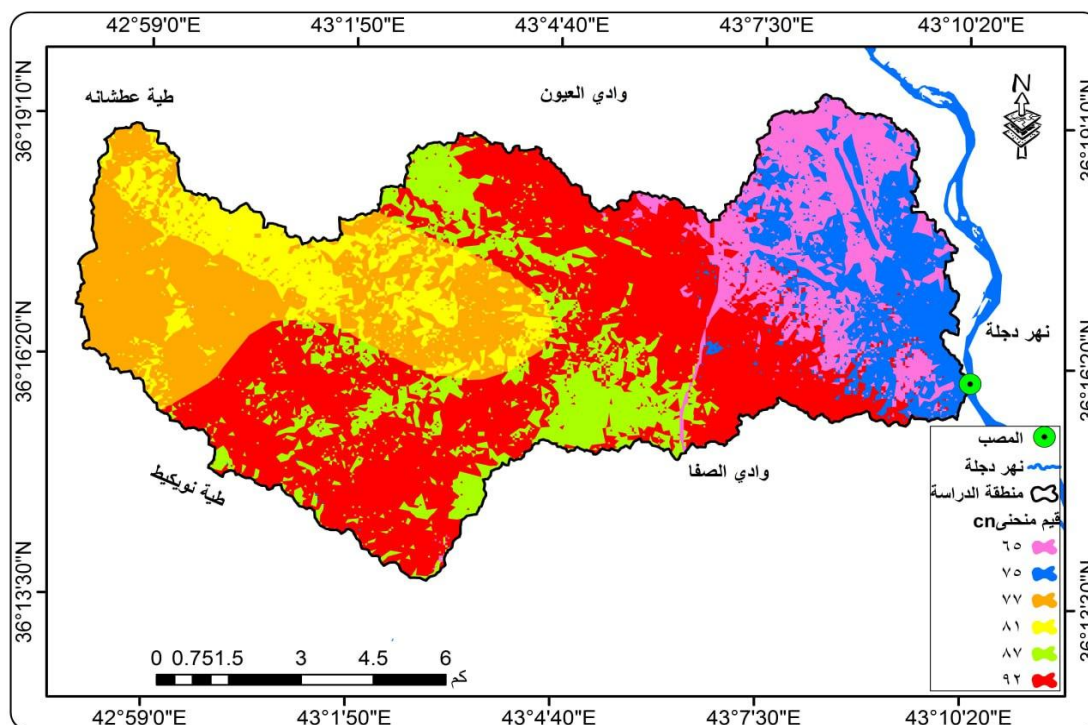
(3-1-2): استخلاص قيم (CN): ان قيم CN تعبر عن مدى القابلية المائية لمكونات الغطاء الأرضي في أحواض التصريف، وتنحصر قيمها بين (الصفر-100) ، وأن هذه الطريقة تركز على مجموعة من المعادلات الرياضية والتي تعتمد بدورها على البيانات والمعلومات التي تتوفر عن الغطاء الأرضي وأنماط الاستخدام ، وكمية الأمطار الساقطة وهيدرولوجية التربة . وتعبر قيمة (CN) عن مقدار نفاذية الأسطح للماء إذ كلما اقتربت قيمة ال (CN) من (100) دلالة على أن سطح التربة أكثر قابلية على حفظ الماء وذات نفاذية منخفضة، في حين إذا اقتربت قيمة ال (CN) من (0) تكون التربة ذات نفاذية عالية وقابلية قليلة

على الاحتفاظ بالماء. ويتم الحصول على قيمة ال(CN) عن طريق دمج الغطاء الارضي مع طبقة هيدرولوجية التربة التي انشأتها منظمة الاغذية والزراعة الدولية للأمم المتحدة ومن خلال إجراء (Gode) لكل طبقة بقيم تختلف عن القيم التي توجد في الطبقة الأخرى . لكي لا يحصل هناك أخطاء من قبل البرنامج ويتم دمج الطبقات التي لها نفس القيم، وقد تم دمج الطبقتين التي ذكرناهما من خلال الاداة (combine) في برنامج (ArcGIS10.3) وبالتالي تظهر قيم (CN) لحوض منطقة الدراسة . وإن الحصول على قيم ال(CN) يتوقف على ثلاثة متغيرات هي(الرطوبة المسبقة للتربة، الغطاء الارضي، هيدرولوجية التربة) نتبع ما يلي:

(1-3-1-2): تحديد حالة الرطوبة المسبقة للتربة (AMC): تعد حالة الرطوبة المسبقة للتربة (AMC) احد المتغيرات الأساسية المهمة لتحديد قيم،CN والتي لها دور مهم في حجم الجريان المائي السطحي وهي مؤشر للمحتوى الرطوبي للتربة قبل العاصفة المطرية، ونتيجةً لهذا الدور قامت طريقة (SCS) بتطوير العمل على هذا الجانب لتقدير قيمة (CN) إذ استخدمت ثلاث مستويات للرطوبة المسبقة هي:- المستوى الأول (AMC I) ويمثل الحد الفاصل للترب الجافة، والمستوى الثاني (AMC II) وهو يمثل الحالة الاعتيادية للتربة، والمستوى الثالث (AMC III) والذي يشترط فيه سقوط أمطار خفيفة إلى غزيرة مع انخفاض في درجات الحرارة وذلك خلال الخمسة أيام السابقة لحساب الجريان السطحي إذ تكون التربة مشبعة بالماء، ولكل مستوى من مستويات الرطوبة المسبقة للتربة قيم (CN) خاصة بها، وفي الدراسة الحالية فقد حدد المستوى الثاني لرطوبة التربة والمتمثلة بالحالة الاعتيادية (AMC II) لاحتساب الخصائص الجريانية لحوض وادي الدير. وبعد استكمال المتغيرات تم التوصل الى قيمة (CN) عن طريق التصنيف الأرضي والمجموعة الهيدرولوجية للتربة، وذلك من خلال دمج(combine) لكل من طبقة الغطاء الارضي(Landuse) والمجموعة الهيدرولوجية للتربة (Group Hydrologic Soil) في برنامج(ArcGis10.3) ومن خلال الإيعاز (Union) حيث يتم إعطاء قيم(CN) على شكل عامود رقمي، وقد تم تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة على أنها الحالة الاعتيادية(AMCII) في منطقة الدراسة.. كما في الجدول (1) والخريطة(2). ومن خلال ملاحظة الجدول فقد اتضح أن القيم المعبرة لـ (CN) في حوض منطقة الدراسة والبالغ عددها (6) قيم فقد تراوحت ما بين القيمة (65) للمناطق الأكثر نفاذية للماء وأوطئ قدرة على إنتاج الجريان السطحي، وبين القيمة (92) للمناطق الأقل نفاذية للمياه وذات قدرة عالية على إنتاج جريان سطحي، وهذا بدوره يؤثر تأثيراً كبيراً من الناحية الهيدرولوجية من حيث القدرة على توليد الجريان وعدم نفاذية الترب للمياه وتكون هناك امكانية كبيرة لحصاد مياه الحوض بشكل جيد والحصول على كميات كبيرة من المياه . وإن أكثر مساحة تشغلها قيم (CN) هي القيمة (92) إذ بلغت المساحة التي تشغلها (43.02) كم2، وشكلت نسبة بلغت

(38.75%) من مساحة الحوض الإجمالية، وتأتي بالمرتبة الثانية القيمة (77)، إذ بلغت المساحة التي شغلها (20.09) كم² ونسبة بلغت (18.1%) من إجمالي مساحة الدراسة، أما باقي القيم فقد شغلت أجزاء متباينة في الحوض، أما المعدل الإجمالي للحوض فقد بلغ (79.5) وهذا دليل على أن سطح الحوض يولد جرياناً مائياً سطحياً.

خريطة (2) توزيع قيم الـ (CN) في حوض منطقة الدراسة.



المصدر:- من عمل الباحث إعتماًداً على برنامج (ArcGis10.3).

لجدول (1) توزيع قيم (CN) المستخلصة في حوض منطقة الدراسة

ت	قيم منحنى (CN)	المساحة/ كم ²	النسبة المئوية %
1	65	13.3	11.74
2	75	10.83	9.75
3	77	20.09	18.1
4	81	10	9.01

12.65	14.05	87	5
38.75	43.02	92	6
100	111.29	79.5	المعدل

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة (2) ومخرجات برنامج (Arc Gis10. 3).

(2-3-1-2): تصنيف الغطاء الأرضي: يقصد بالغطاء الأرضي التعبير عن الطبيعة الفعلية للسطح في موقع ما، أي إنه يكون مرتبط بالخصائص الموجودة على سطح الأرض. كما أنه يقدم وصفاً للظروف السائدة على السطح الطبيعية والبشرية كالأنهار والبحيرات والأشجار والمباني والطرق وغيرها. وقد تم توضيح أصناف الغطاء الأرضي لحوض وادي الدير عن طريق اشتقاق الرؤية الفضائية للقمر الصناعي (Landsat8)، وبدقة تمييزية (12.5م)، من خلال عملية تغطية الخلايا ذات الأطياف المتعددة إلى أصناف الغطاء الأرضي من خلال استخدام التصنيف الموجة (Supervised Classification) الذي يعطي نتائج أكثر دقة وتفصيلاً من غيره، فهو يقوم بتحديد الخصائص الطيفية لكل صنف يتوقع تواجده ضمن المنطقة المراد تصنيفها، بمساعدة الخرائط الطبوغرافية، ليتم بعد ذلك إنشاء ملف خاص بالمناطق المصنفة، ومن ثم إخضاع بيانات القمر الصناعي للمعالجة عبر برنامج (Arc Map10.3)، فضلاً عن ما تم مشاهدته أثناء الزيارات الميدانية للحوض، ولابد من الإشارة إلى بعض استعمالات الأرض التي تؤثر على الجريان السطحي فمثلاً الغطاء النباتي يعمل على إعاقة سير المياه الجارية مما يؤدي إلى ترشحها إلى باطن التربة وهذا بطبيعة الحال يؤثر على حجم الجريان، وعليه تم تصنيف الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة إلى عدة أصناف وهي كالآتي:

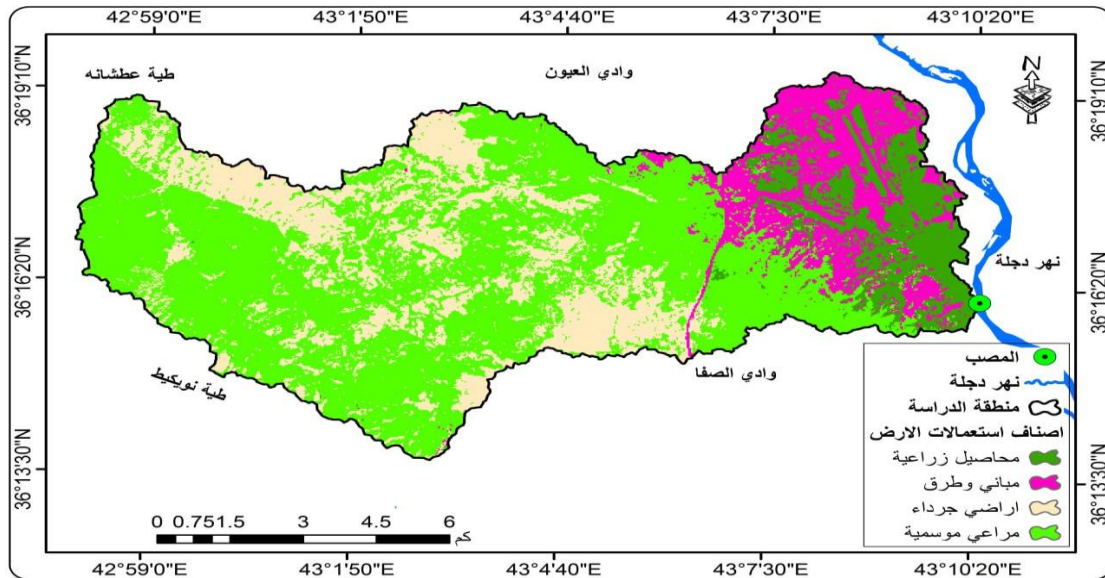
(2-3-1-2) صنف المحاصيل الزراعية :- وتشمل المحاصيل الحقلية كالحنطة والشعير ومحاصيل الخضر وكذلك الأراضي المحروثة، ويمثل هذا الصنف الأراضي التي تستخدم لإنتاج الغذاء بالدرجة الأساسية وبلغت مساحة المحاصيل الزراعية (10.83كم²)، ونسبة بلغت (9.74%) من مجموع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة ويبرز تأثير المحاصيل الزراعية هيدرولوجياً من خلال إعاقة سرعة جريان الماء مما يعطي فرصة أكبر للتسرب المياه إلى داخل التربة لذلك تنخفض القدرة على توليد الجريان في هذا الصنف من الاستعمال الأرضي، وغالبية هذه النباتات هي نباتات شتوية وتعتمد بالدرجة الأولى على الأمطار في نموها أي في فصل الشتاء وبداية فصل الربيع، وكما موضح في الخريطة (3) والجدول (2).

(2-2-3-1-2) **صنف المباني والطرق:** ويشغل هذا الصنف جميع استخدامات الأراضي السكنية كالمدينة والقرية، والمنشآت المدنية وطرق النقل البرية، حيث تمتد بامتداد شبكة طرق النقل وفي أماكن متفرقة من منطقة الدراسة، وتشغل مساحة (13.04) كم² من مساحة منطقة الدراسة، و بنسبة مئوية بلغت (11.72) % كما مبين في الخريطة (3)، و الجدول (2).

(2-2-3-1-2) **صنف الأراضي الجرداء:** يظهر هذا الصنف في مناطق المنحدرات العالية والتحديات والمناطق الصخرية والمناطق التي تكون تربتها قليلة السمك أو ذات تربة حصوية رملية يكاد ينعدم فيها الغطاء النباتي ، هذا النوع من الأراضي يفترق إلى كافة مقومات الحياة ومن الناحية الهيدرولوجية فإنه ينعكس ايجابا على حجم الجريان المائي وذلك من خلال عدم إعاقة سرعة الجريان المائي باستثناء الترب ذات التكوين الرملي أو الحصوي. وقد بلغت مساحة هذا الصنف (24.32) كم² من وبنسبة بلغت (21.86) % كما موضح في الخريطة (3) والجدول (29).

(2-2-3-1-2) **صنف المراعي الموسمية:** ويشغل هذا الصنف مساحة تقدر بحوالي (63.06) كم²، وبنسبة (56.68) % من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وكما موضح في الخريطة (3) والجدول (2)، ويشمل هذا الصنف الأراضي التي تغطيها الأعشاب الموسمية القصيرة والتي تنتشر في منطقة الدراسة، ويوفر مراعي طبيعية للحيوانات، وللغطاء النباتي أثر كبير في الجريان السطحي ، فكلما زادت كثافة النباتات والأعشاب انخفضت كمية المياه الجارية والعكس صحيح.

خريطة (3) استعمالات الأرض في حوض منطقة الدراسة.



المصدر:

من عمل الباحث اعتمادا على برنامج (Arc Gis10.3).

جدول (2) تصنيف استعمالات الارض في حوض منطقة الدراسة.

ت	استعمالات الارض	المساحة كم ²	النسبة المئوية %
1	محاصيل زراعية	10.87	9.74
2	مباني وطرق	13.04	11.72
3	اراضي جرداء	24.32	21.86
4	مراعي موسمية	63.06	56.68
	المجموع	111.29	100

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على خريطة (3) ومخرجات برنامج (Arc Gis10.3).

(2-1-4): المجموعات الهيدرولوجية لترب حوض منطقة الدراسة:

تؤثر خصائص التربة الهيدرولوجية على حجم الجريان السطحي نتيجة التساقط المطري لذلك يجب أن تأخذ بنظر الاعتبار تلك الخصائص عند تقدير حجم الجريان السطحي، حيث تم الاعتماد على التصنيف الذي وضعته إدارة صيانة التربة الأمريكية (SCS) الذي صنف التربة إلى أربع مجموعات هيدرولوجية وهي (D،C،B،A) بحسب نسجه التربة ، وفقاً لمعدل سرعة انتقال الماء خلالها ،حيث أن لكل نوع مواصفات خاصة به تختلف عن النوع الآخر من حيث نشوء الجريان السطحي وحركة المياه السطحية وأن الصنفين (A و D) يمثلان حدين فاصلين ومتطرفين من حيث نشوء الجريان السطحي ،أما (B-C) فهما يمثلان حالة متوسطة لنشوء الجريان السطحي كما موضح في الجدول (3).

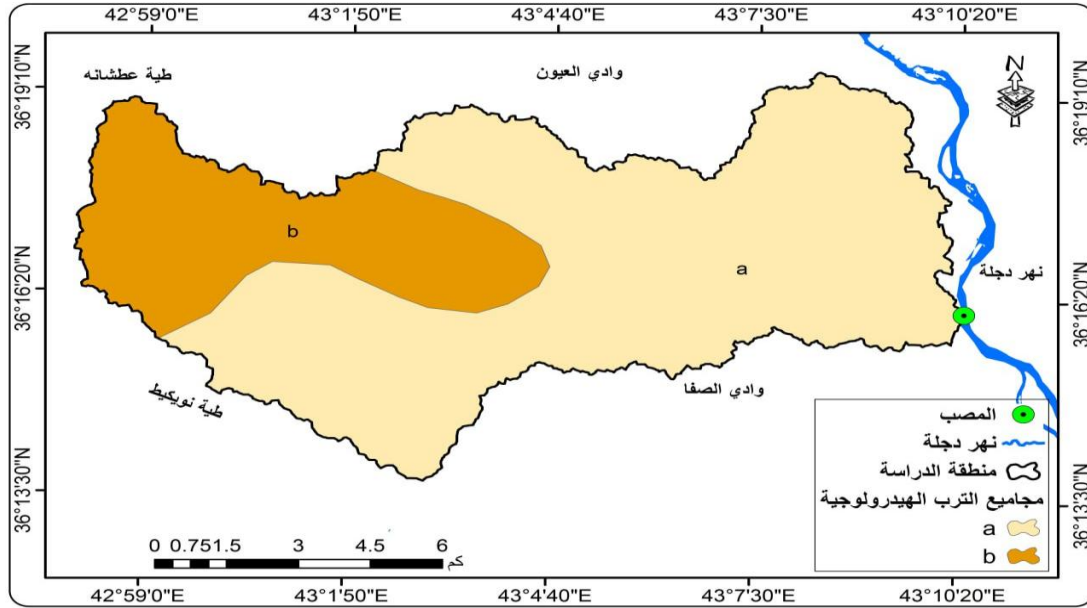
جدول (3) انواع الترب الهيدرولوجية للتربة حسب تصنيف (SCS-CN)

الصنف	العمق	صفات التربة
A	قليل	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين والغرين رملية-رملية مزيجية او مزيجية رملية
B	متوسط	طبقة رملية أقل عمق من صنف A مع معدل ارتشاح متوسط بعد ترطب التربة مزيجية غرينية او مزيجية
C	فوق المتوسط	طبقة طينية محددة العمق مع معدل ارتشاح دون الوسط قبل وصول التربة إلى حالة التشبع مزيجية طينية رملية
D	عالي	طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من التربة الناعمة الغرينية القريبة من السطح مزيجية طينية-مزيجية طينية غرينية-طينية رملية-طينية غرينية - طينية

Surface Runoff Estimation ، Y.Yawanth Kumar،Source: Shanmukha Srinivas Gorantla
International Journal، India،using RS and GIS–A Case Study of Swarnamukhi River

وقد تم تحديد المجاميع الهيدرولوجية للتربة في حوض وادي الدير اعتماداً على معطيات خريطة التربة المعدة حسب تصنيف (USDA) الأمريكية، وكذلك بالاعتماد على خريطة منظمة الفاو (F.A.O) للأغذية لعام (2006)م، وكذلك نسجه التربة، إذ تم من خلالهما انشاء طبقات (الخريطة) لحوض منطقة الدراسة وضمن بيئة برنامج (Arc Gis10.3) وقد تبين بأن الفئات الهيدرولوجية للتربة السائدة في حوض وادي الدير نوعين فقط من تلك الأنواع وهما المجموعة الهيدرولوجية (A) وتقدر مساحتها بحوالي (81.13) كم² وبنسبة مئوية وصلت إلى (72.9) % من مجموع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، والمجموعة الهيدرولوجية (B) التي بلغت مساحتها (30.16) كم² وبنسبة (27.1)% كما مبين في الجدول (4) والخريطة (4).

خريطة (4) هيدرولوجية الترب في منطقة الدراسة



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc GIS10.3)

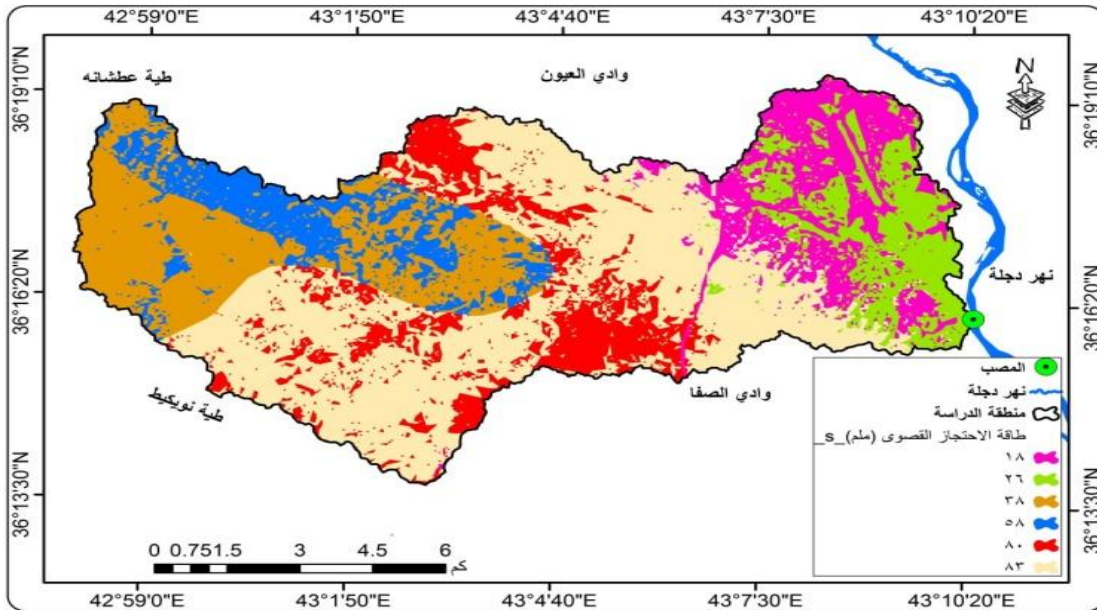
الجدول (4) توزيع اصناف الترب الهيدرولوجية في حوض منطقة الدراسة

النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	المجموعة الهيدرولوجية للتربة	ت
72.9	81.13	A	1
27.1	30.16	B	2
100	111.29	المجموع	

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على خريطة (4)

(2-1-5) معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S):- ان قيم المعامل (S) تبين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء بعد عملية الجريان السطحي ، وكذلك يصف حالة التربة المشبعة بالماء بعد عملية الجريان ، بعد عملية تسرب الماء إلى التربة ، ويختلف سمك طبقة التربة المشبعة بالماء تبعا لاختلاف نوع التربة ومدى قدرتها على امتصاص كميات أكبر من المياه خلال فترة تساقط المطر، ومن ذلك يمكن التأكد على ان هذا العامل يرتبط ارتباطاً وثيقاً بنوع التربة ونوع الاستخدام الأرضي وهذا ما يتضح من خلال قيم ال(CN) . وتعكس القيم المرتفعة للمعامل (S) ارتفاع إمكانية التربة على الاحتفاظ بالماء ومن ثم انخفاض كمية الجريان السطحي في حين تعكس القيم المنخفضة القريبة من(0) انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء مما ينعكس على توفير كمية أكبر من مياه الجريان السطحي . ويتم حساب قيمة (S) وفق المعادلة (5) التي ذكرت سابقا عن طريق القيام بعملية جبر الخرائط (Map algebra) باستخدام الحاسبة الخلوية في أدوات التحليل المكاني في برنامج(Arc Gis10.3) للحصول على الطبقات (الخرائط) التي تمثل معامل (S) لحوض وادي الدير ومن خلال ملاحظة الخريطة (5) و الجدول (5) يتبين أن القيم المعبرة عن معامل (S) في حوض منطقة الدراسة بلغت (6) قيم وقد تراوحت قيمها بين (18- 83) ملم، وأن هذه القيم تتجه نحو الصفر وهي أقل من معدل الوسيط البالغة (254)ملم، وهيدرولوجيا يدل هذا على أن سطح التربة في منطقة الدراسة قليل الاحتفاظ بالماء مما يسبب ارتفاعاً في حجم الجريان السطحي، ونجد إن أعلى قيمة لمعامل (S) من حيث المساحة والنسبة المئوية هي (83) حيث شغلت مساحة (43.02) كم² ونسبة (38.75) %، في حين أدنى قيمة لمعامل (S) هي القيمة (58)، إذ شغلت مساحة (10) كم² ونسبة (9.01) %، وتباينت المساحة التي تشغلها باقي القيم، وكما هو موضح في الجدول(5).

الخريطة (5) توزيع قيم(S) في منطقة الدراسة.



المصدر

- من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc GIS10.3).

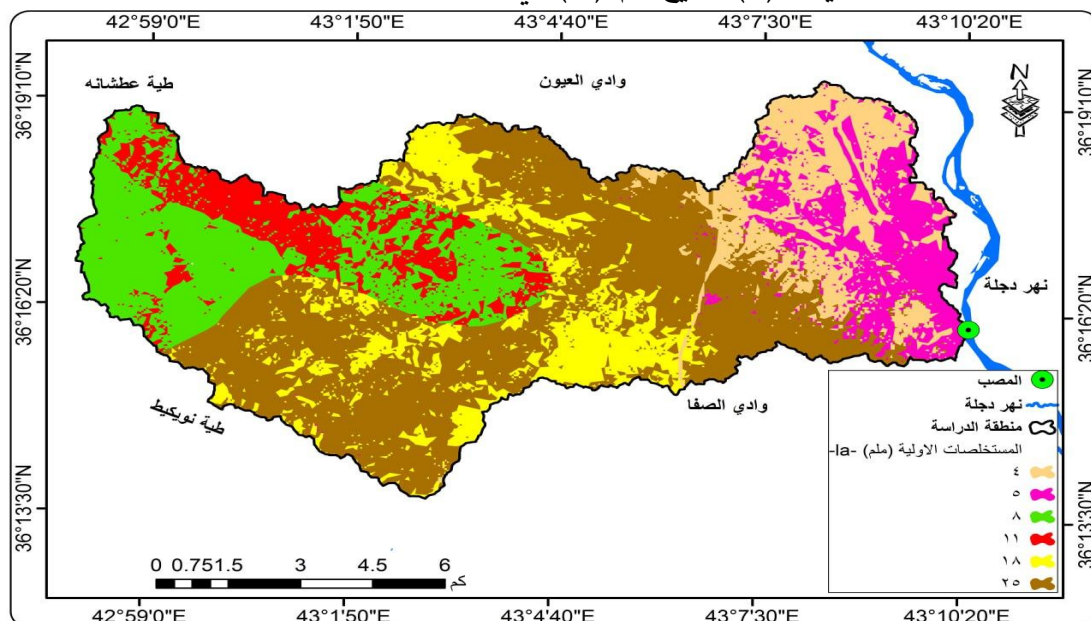
الجدول (5) توزيع قيم (S) ملم في حوض منطقة الدراسة.

ت	قيم (S)	المساحة/ كم ²	النسبة المئوية%
1	18	13.18	11.74
2	26	10.1	9.75
3	38	20	18.1
4	58	10	9.01
5	80	14.99	12.65
6	83	43.02	38.75
المجموع		111.29	100

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (5).

(2-1-6) حساب معامل الاستخلاص الأولي (la) يعبر هذا المعامل (la) عن الكمية المفقودة من المياه قبل بدء عملية الجريان عن طريق التبخر أو عن طريق اعتراض النباتات للمياه الجارية أو المنخفضات السطحية وكذلك عن طريق التسرب الباطني للمياه، وهو يرتبط بدرجة كبيرة بنوعية التربة والغطاءات الأرضية، وهو يمثل خمس القيمة الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة بعد بدء عملية الجريان السطحي . وتبلغ قيمة الوسيط لهذا المعامل (2انج) والتي تساوي (8. 50 ملم) في النظام المتري، وتشير القيم التي تقترب من الصفر إلى انخفاض كمية ما يفقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كمية المياه الجارية على السطح ، ويتساوى معدل الاستخلاص الأولي مع معدل الجريان السطحي إذا بلغت قيمة (la) قيمة الوسيط (8. 50ملم) في حين تزداد كمية الفاقد من مياه الأمطار عندما ترتفع قيم (la) عن قيمة الوسيط مما يؤدي إلى قلة الجريان السطحي. ومن خلال استخدام المعادلة (2) التي أشرنا إليها سابقاً بواسطة برنامج (ArcGis10.3) ومن خلال (Raster Calculator) ضمن قائمة التحليل المكاني (Spatial analyst) تم احتساب المعادلة لتنتج لنا الخريطة (Raster) تظهر فيها البكسلات ذات القيم المتشابهة بلون معين إضافةً للمساحات ونسب تلك القيم. ومن خلال ملاحظة الخريطة (6) والجدول (6) الخاص بقيم (la) تبين إن القيم بلغ عددها (6) قيم، تراوحت بين القيمة (4) ملم للمناطق الأقل فقداً لمياه الأمطار قبل بدء عملية الجريان السطحي، وبلغت مساحتها (13.02) كم² ونسبة بلغت (11.73) %، وبين القيمة (25) ملم للمناطق الأكثر فقداً لمياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي وبلغت مساحتها (43.02) كم² ونسبة (38.75) %، وإن جميع قيم معامل (la) هي أقل من قيمة الوسيط البالغة (50.8) ملم، وهذا له دور كبير من الناحية الهيدرولوجية يوضح أن حوض الدراسة منطقة يمكنه توليد جريان سطحي بكميات كبيرة.

خريطة (6) توزيع قيم (la) في حوض منطقة الدراسة.



المصدر: - من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (ArcGis10.3).

الجدول (6) توزيع قيم (la) ملم في حوض منطقة الدراسة.

ت	قيم (la)	المساحة/ كم ²	النسبة المئوية%
1	4	13.18	11.74
2	5	10.1	9.75
3	8	20	18.1
4	11	10	9.01
5	18	14.99	12.65
6	25	43.02	38.75
	المجموع	111.29	100

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (6).

(2-1-7): طبقات اعماق تساوي المطر في حوض الدراسة:

ويعتبر المطر المصدر الرئيسي لتكوين الجريان السطحي، حيث تتأثر كميات المياه الجارية بكثرة هطول الأمطار. ومع زيادة هطول الأمطار تزداد كميات الجريان السطحي، ويحدث العكس مع انخفاض كميات الأمطار، حيث يعكس انخفاض كمية المياه الجارية خاصة وأن المطر (P) هو أهم عنصر أساسي في معادلة عمق الجريان السطحي (Q).

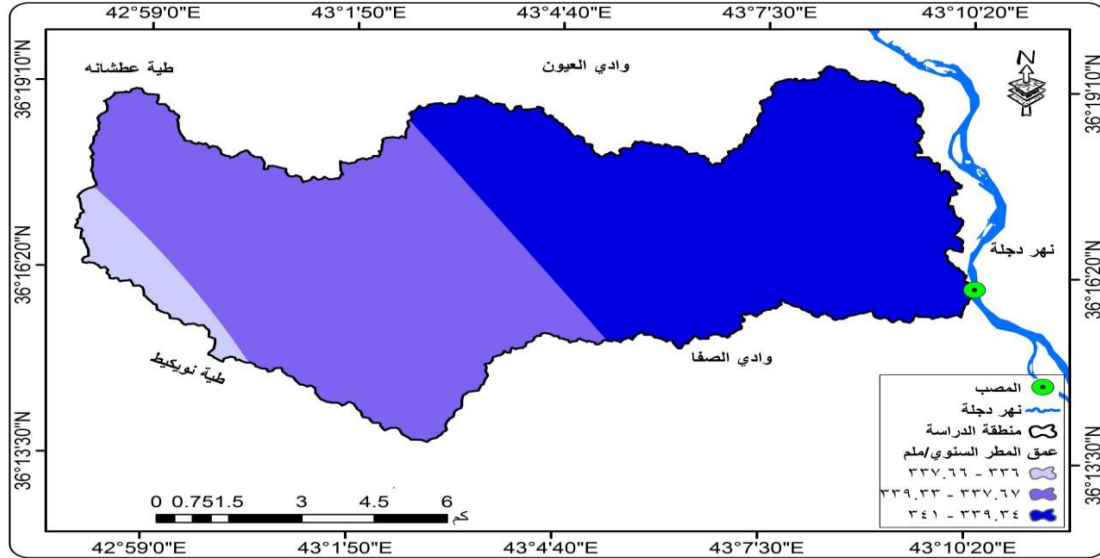
تم الاعتماد على محطة الموصل كمحطة مجاورة لمنطقة الدراسة حيث تم تغطية حوض منطقة الدراسة بخطوط تساوي المطر (ملم)، وتم استخدام طريقة الاستكمال (Inverse Distance Weight IDW)، والتي تعد من الطرق التقليدية لقياس قمة المطر في المناطق غير المقاسة، من خلال الاستعانة بالتحليل الاحصائي المكاني ضمن البيئة المتكاملة لبرنامج (Arc Gis) للوصول إلى أعماق تساوي المطر في منطقة الدراسة. ومن خلال ذلك تم الحصول على خريطة لخطوط تساوي المطر والتي تراوحت بين (336 – 341) ملم وبمتوسط (339) ملم كما هو موضح. وفي الخريطة (7) والجدول (7) تنعكس هذه القيم هيدرولوجياً بشكل مهم وإيجابي. وتشير هذه القيمة إلى أن حوض الدراسة يستقبل كميات كبيرة من الأمطار سنوياً، مما يزيد من قدرة الحوض على توليد الجريان السطحي، تزامناً مع انخفاض درجات الحرارة والرياح والتبخر في فصل الشتاء. وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة حجم جريان المياه، بسبب قلة فاقد الجريان السطحي، مما يشجع على استثمارها وتنمية القطاعات المختلفة في منطقة الدراسة.

جدول (7) اعماق تساوي المطر في حوض منطقة الدراسة

ت	ادنى عمق تساوي المطر	اعلى عمق تساوي المطر	معدل عمق تساوي المطر
1	366	341	339

المصدر: اعتماداً على خريطة (7)

الخريطة (7) اعماق تساوي المطر في حوض منطقة الدراسة



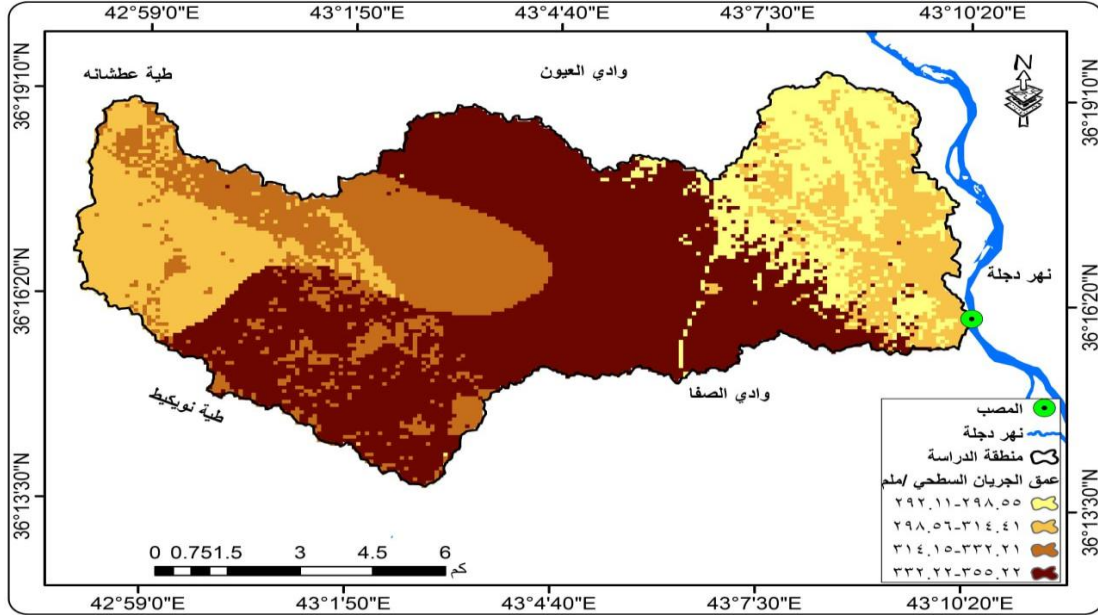
المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc GIS10.4).

(2-1-8): تقدير اعماق الجريان السطحي السنوي (Q) ملم:

يعبر عمق الجريان السطحي (Runoff Depth) عن مقدار المياه الجارية على السطح خلال مدة تساقط الأمطار عليه بغض النظر عن المساحة التجميعية للحوض، وتعد العوامل المهمة المتمثلة بنوع الغطاء الأرضي ونوع التربة ومقدار نفاذيتها بأنها عوامل متباينة مع عمق الجريان السطحي، إذ تشير قيمه إلى مقدار عمق المياه الجارية على السطح خلال عاصفة مطرية محددة. إنَّ أعماق الجريان السطحي تحدد بفترة زمنية تكون بدايتها مع تساقط الأمطار على سطح الأرض وتنتهي عندما تصب المياه في المجرى المائي، وقد تم احتساب عمق الجريان السطحي (Q) ملم في الدراسة الحالية لحوض منطقة الدراسة وذلك بالاعتماد على المعطيات الطبيعية للحوض منها نوعية الترب الهيدرولوجية ونوع الغطاء الأرضي والتي تم التعبير عنها في قيم كل من (la-s-cn) ومن خلال حساب المعدل السنوي للأمطار الساقطة في حوض منطقة الدراسة، نجد أنَّ عمق الجريان السطحي يعبر عن كمية ما يجري على سطح الأرض من المياه الساقطة خلال العاصفة المطرية بعيداً عن مساحة الحوض التجميعية. الأمر الذي جعل معامل عمق يختلف عن معامل حجم الجريان (QV). ومن خلال ما موضح في الجدول (8) والخريطة (8) أنَّ قيم أعماق الجريان السطحي تتراوح ما بين القيم (292-355) ملم، وقد بلغ معدل أعماق الجريان السطحي في حوض الدراسة (323) ملم، ويدل هذا على أنَّ غالبية الأمطار الساقطة تتحول إلى جريان سطحي في الحوض وهذا ينعكس ايجابيا من الناحية الهيدرولوجية إذ يدل على أنَّ الحوض ذو قابلية كبيره وامكانية عالية

على توليد جريان مائي على سطح الارض، بسبب العواصف المطرية الساقطة و وبالتالي يتوفر في حوض الدراسة مساحات تجميعية كبيرة تعمل على زيادة حجم الجريان المائي.

الخريطة (8) اعماق الجريان السطحي السنوي(ملم) في حوض منطقة الدراسة



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc GIS10.3).

الجدول(8) اعماق الجريان السنوي في حوض منطقة الدراسة

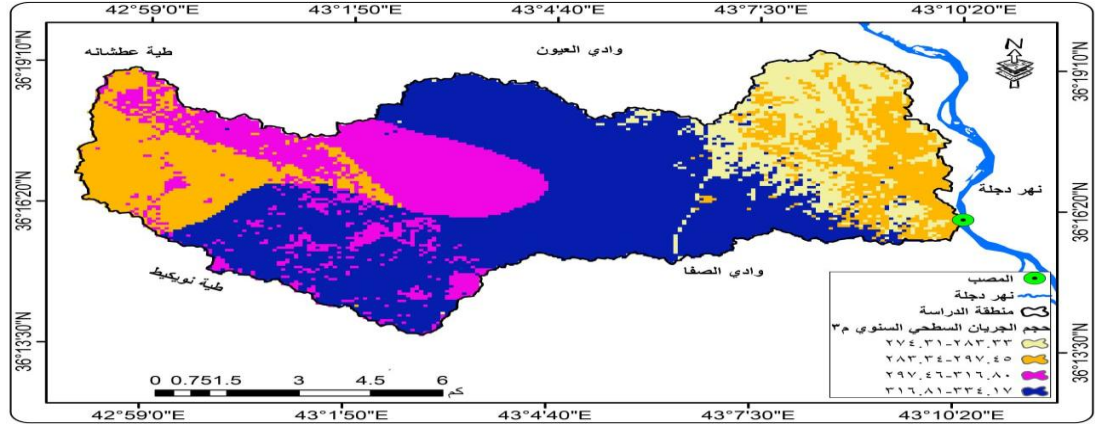
ت	اعماق الجريان السنوي ملم	المساحة كم ²	النسبة المئوية%
1	298.55 - 292.11	23.83	21.48
2	314.41 - 298.56	30.21	27.30
3	332.21 - 314.15	14.09	12.86
4	355.22 - 332.22	43.15	38.36
	المجموع	111.28	100

المصدر: اعتمادا على خريطة (8)

(2-1-9): تقدير حجم الجريان السطحي السنوي (QV): يحدد تقدير حجم الجريان المائي السطحي من المسائل المهمة عند القيام بأية دراسة هيدرولوجية لا سيما الدراسات التي تتعلق بحصاد المياه وتحديد مواقع السدود، لا سيما المناطق التي تكون قليلة الأمطار وذات مناخ جاف كما هو الحال في منطقة الدراسة، إذ يساعد هذا التقدير على معرفة أكثر الأماكن التي تكون عرضة لمياه السيول داخل الأحواض المائية. وعند

تطبيق معادلة حجم الجريان السطحي (QV) أظهرت نتائج الدراسة أن إجمالي قيم حجم الجريان السطحي السنوي لحوض وادي الدير بلغ (15998862) م، وأن أعلى جريان سطحي تراوح بين (316.81-334.17م) بمساحة تقدر ب(53.35) كم² بنسبة (47.91)%. وهي من الفئة الرابعة بينما يتراوح أقل جريان سطحي ما بين (274.31-283.33) م، وتشغل مساحة تقدر ب(13.02) كم²، وبنسبة (11.69) وهي من الفئة الأولى. وهذا يدل على أن سطح الحوض يتمتع بقدرة إنتاجية كبيرة على الجريان السطحي. ونلاحظ أن نتائج حساب الخصائص الهيدرولوجية تؤكد لنا بشكل دقيق وجود كمية كبيرة من مياه الجريان السطحي خلال موسم هطول الأمطار، ولهذا الأمر دور كبير من الناحية الهيدرولوجية لحوض الدراسة. كما تؤكد النتائج وجود مصدر مائي متاح يمكن حصاده واستخدامه في مختلف الاستخدامات. الكائنات الموجودة في الحوض من خلال تطبيق الأساليب المناسبة للمنطقة.

الخريطة (9) حجم الجريان السطحي السنوي (لم³) في حوض منطقة الدراسة



المصدر :- عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc GIS10.3).

الجدول (9) حجم الجريان السطحي السنوي (لم³) في حوض منطقة الدراسة

ت	الفئات	الحجم (م ³)	المساحة/ كم	النسبة المئوية%
1	283.33 - 274.31	3577447	13.02	11.69
2	297.45 - 283.34	3647967	24.47	22.04
3	316.80 - 297.64	4249166	20.44	18.36
4	334.17 - 316.81	4524282	53.35	47.91
	المجموع	15998862	111.28	100

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على خريطة (9)

(2-1-10): حساب تقدير تدفق ذروة الجريان:

(2-1-10-1): زمن التركيز: يعرف زمن التركيز بأنه الفترة الزمنية اللازمة للماء حتى يجري من أبعد جزء من مساحة الحوض وصولاً إلى مصب الحوض. ويعد زمن التركيز أحد المتغيرات الهيدرولوجية المهمة للأحواض المائية، وقد بلغ زمن التركيز في منطقة الدراسة (2.01 ساعة) ما يعادل (131.4) دقيقة و(8.064 ثانية) وذلك يشير إلى طول فترة وصول مياه الأمطار إلى المصب، وتم استخراج زمن التركيز من خلال المعادلة رقم (7).

(2-1-10-2): حساب زمن ذروة الجريان:

ويقصد بزمن الذروة وهي المدة الزمنية منذ بداية العاصفة المطرية حتى وصولها إلى تصريف الذروة⁽²⁾. وحيث بلغ زمن الذروة في حوض منطقة الدراسة (0.022 ساعة) وتم الحصول على زمن الذروة من خلال المعادلة رقم (8).

(2-1-10-3): حساب تدفق ذروة الجريان السطحي: ويقصد بذروة الجريان وهي أعلى كمية تصريفية متوقعة من الحوض خلال العاصفة المطرية، وغالباً ما تحدث قمة الذروة قبل منتصف المدة الزمنية للعاصفة المطرية. وهناك علاقة بين مساحة الحوض وحجم التصريف وطول المجرى و انحداره ، وإن ارتفاع ذروة التصريف تتأثر بهذه العوامل من حيث ارتفاعها وانخفاضها ، وإن قيمة تدفق الجريان السطحي تعبر عن حجم المياه المنصرفة عند منفذ الحوض قياساً إلى الزمن. وقد بلغ تدفق ذروة الجريان السطحي لحوض الدراسة (69.72) م³/ثانية، وتم الحصول على تدفق ذروة الجريان من خلال تطبيق المعادلة رقم (9) وله الدلالة الهيدرولوجية الكبيرة في حصاد مياه الحوض والاستفادة منها في مجالات مختلفة التنموية للمنطقة .

الاستنتاجات:

1- بينت الدراسة وجود اربعة أصناف للغطاء الارضي في الحوض وهي أراضي جرداء، محاصيل زراعية، مباني وطرق ، مراعي موسمية)، كما أظهرت الدراسة أن المنطقة تحتوي على مجموعتين من التربة الهيدرولوجية وهي (A-B) وفق تصنيف منظمة الفاو (2006) والتي تتصف بكونها ذا جريان عالي وقدرة ضعيفة على امتصاص الماء وينخفض فيها معدل الترسيب انخفاضاً كبيراً ولاسيما عندما تكون التربة رطبة ، وحددت الحالة المسبقة الرطوبة التربة في الحوض على أنها الحالة الاعتيادية للمناطق شبة الجافة في منطقة الدراسة.

2- أظهرت قيم المعامل (CN) ارتفاعاً في معظم مناطق الحوض، إذ تراوحت ما بين (65-92) مما يشير إلى إمكانية توليد جريان سطحي في الحوض، أما بالنسبة لقيم المعامل (S) في حوض وادي الدير فمعظمها يقع ضمن القيم المنخفضة الغربية من الصفر، إذ تراوحت ما بين (18-83 ملم) وهذا يدل أن سطح التربة قليل الاحتفاظ بالماء، مما يدل على سرعة الاستجابة للجريان السطحي في المنطقة أثناء فترة هطول الأمطار، بينما بلغت قيم معامل الاستخلاص الأولي (LA) الذي يوضح مقدار ما مفقود من مياه تساقط الأمطار قبل بدأ عملية الجريان السطحي في الحوض والبالغة (6) قيم تراوحت ما بين (25 ملم) للمناطق الأكثر فقداً لمياه الأمطار ، وما بين (4 ملم) للمناطق الأقل فقداً لمياه الأمطار ، مما يشير إلى إمكانية توليد جريان سطحي في الحوض

3- تراوح عمق الجريان السطحي السنوي الـ (Q) ما بين (292-355) ملم ، وإن مجموع قيم حجم الجريان السطحي السنوي الحوض وادي الدير قد بلغ (15998862) متراً مكعباً من المياه سنوياً، مما يشير إلى إمكانية توليد جريان سطحي في الحوض والاستفادة منها في جوانب عديدة تساعد بنهوض الواقع الاقتصادي في المنطقة وخصوصاً الجانب الزراعي . بينت الدراسة أن قيمة زمن التركيز بلغت (2.01 ساعة) أي ما يعادل (131.4) دقيقة و (8.064 ثانية) ، وفي ذلك إشارة على طول فترة وصول مياه الأمطار إلى المصب، أما زمن الذروة في حوض الدراسة بلغ (0.022 ساعة) في حين بلغ تدفق ذروة الجريان السطحي الحوض منطقة الدراسة (69.72) م³/ثا. هـ إن تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ساعدت على إمكانية الحصاد المائي، وذلك من خلال تحديد افضل المواقع الملائمة لإنشاء.

4- تم اختيار الموقع الثاني كخزان مقترح والذي يقدر (1.907140م)، والذي من خلاله يمكن تطوير جوانب تنموية ضمن حوض وادي الدير متمثلة بالإنتاج الزراعي والاستفادة من مناسيب التخزين في الخزان من خلال إيجاد عمليات ري تكميلي ومنها طريقة الري بالرش (المرشات) ، فضلاً عن سقاية الحيوان وإمكانية تطوير المستقرات البشرية ...

التوصيات :

1- ضرورة إنشاء محطة هيدرولوجية في حوض منطقة الدراسة لاسيما أن كمية التصريف المائي كبيرة جداً، وذلك من أجل معرفة الكمية الحقيقية لذلك التصريف والاستفادة منها للتنمية المنطقة .

2- ضرورة إنشاء محطة مناخية في منطقة الدراسة ، وذلك من أجل الحصول على البيانات المناخية للأمطار لأهميتها الهيدرولوجية في حصاد المياه.

3- توصي الدراسة بالاستفادة من كميا المياه المصرفة من وادي الدير من خلال اقتراح إقامة خزان مائي في موقع ملائم ، من أجل الزراعة ولغرض احياء أكبر قدر ممكن من الأراضي الزراعية بغيا للوصول إلى تطوير الانشطة البشرية في المنطقة

4- الاستفادة القصوى من الدراسة الحالية من قبل المختصين كمهندسين الري والجيولوجيين والجغرافيين في إدارة الموارد المائية ، ودراسة امكانيات حصاد المياه في المنطقة في ضل النقص الحاصل في مشاريع الري، من أجل تطوير مقومات الزراعة.

5-توصي الدراسة الاعتماد على التقنيات الجغرافية الحديثة منها نظم المعلومات الجغرافية

والتحسس الثاني في دراسات التحليل الهيدرولوجي للأحواض المائية وخصائصها المورفومترية

إذ توفر الوقت والكلفة والجهد، والحصول على نتائج دقيقة جداً .

6- العمل على انشاء سدود واطئة الكلفة في سبيل احياء أكبر مساحة ممكنة من الأراضي والاهتمام بتنشيط السياحة داخل منطقة الدراسة.

Sources

- (1)Deli Khalaf Hamid Spatial analysis to estimate the volume of surface runoff using (SCS - CN) the southern Wadi al- Murr basin, northern Iraq, Tikrit Journal of Pure Sciences, Volume (21), Issue (5) 2016, , p117.
- (2)U. S. Department of Agriculture، (2)Soil Conservation Service (USDA SCS) National Engineering Handbook، Section4، Washington، 1997، p6.
- (3) Haifa Muhammad Al- Nafi'i, Estimating surface runoff and the risk of Al- Sailiya in the upper basin of Wadi Araba, east of Mecca, using remote sensing and geographic information systems, Master's thesis, Umm Al- Qura University, College of Social Sciences 2010 AD, p. 103.
- (4) Jamil Abd Hamza Al- Omari A geographical evaluation of the most important equations for calculating surface runoff in water basins, Journal of the College of Basic Education and Humanities, University of Babylon, Issue (42), 2019, No. 881.
- (5)Clark.C.O.(1945): Storage and the Unit Hydrograph،(5) Proc. Amer .Soc .Engs.، Vol.69، p.1333-1360.
- (6)Hasan Mohammed Hameed،2013، Water harvesting in Erbil Governorate، Kurdistan region، Iraq Detection of suitable sites using Geographic Information System and Remote Sensing ، Department of Physical Geography and Ecosystems Science ، Lund University ،Sölvegatan 12 ،S- 223 62 Lund ، Sweden ، p23

- (7) Ali Mohsen Kamel Al- Sharifi, Zahraa Mahdi Abdul Redha Al- Abadi, Building a Surface Runoff Model for the Wadi Mazal Basin (SCS) CN), Al- Qadisiyah Journal for Human Sciences, Volume (21), Issue (4) 2018, p362
- (8) McCuen, R(W.D), Hydrologic Analysis and design, (8) library of congress cataloging-in-publication data, prentice Hall, second edition, 1998, p.13.
- (9) Ali Talib Hamza Al- Ta'i Hydrogeomorphological risks in eastern Iraq between the Diyala and Karkha rivers using modern geographical techniques 2022 AD, p. 158.
- (10) Abdul Hassan Jabr Maleh Al- Saidi, Hydrology of the Wadi Jadah Basin in the Samawah Desert Using Geographical Technologies, Al- Adab Magazine, Volume (2) Issue (131) 2019 AD, p. 167.
- (11) Ali Ahmed Muhammad Qaddouri Al- Lahibi, previous source, p. 87.
- (12) Maidment, David R, Hand book of Hydrology, op. cit. p.89 (1)
- (13) Hussein Karim Hamad Al- Saadi, Amal Hadi Kadhim Al- Jabri, Spatial modeling of water harvesting in the Wadi Arar Basin in western Iraq using RC GIS techniques, Basra Research Journal of Human Sciences, Issue (3), Volume (43), Year 2018, p.317.
- (14) Haifa Muhammad Al- Nafi'i, previous source, p. 109. 1 (5)
- (15) Mujib Razouki Fareeh Al- Zubaidi, Hydrogeomorphological assessment of the basins southeast of Mount Peres and its effects on sustainable development, unpublished doctoral thesis, College of Education, Al- Mustansiriya University 2018 AD, p135 134
- (16) Deli Khalaf Hamid, Spatial analysis to estimate the volume of surface runoff in the Wadi al- Fadl Basin in northern Iraq using geographic information systems, Adab Talfarahidi Journal, Issue 25, 2016, p. 305.
- (17) Muhammad Bahjat Thamer, Characteristics of surface runoff in the Wadi Ghariba Basin and the possibility of investing in it Water Harvesting, Al- Mustansiriya University, College of Education, Department of Geography, 2023, p. 95
- (18) Hameed, H .M.(2013).Water harvesting in Erbil Governorate,(18) Kurdistan region , Iraq Detection of suitable sites using Geographic Information System and Remote Sensing . Department of Physical Geography and Ecosystems .p.23.
- (19) Ahmed Mahmoud Ibrahim Ali Khalaf Hamid: Analysis of the hydrological characteristics of the Wadi al- Sakran Basin using the CN (SCS) method), Anbar University Journal of Human Sciences, Volume 2, Issue 1, 2022.P. 45.
- (20) Hala Muhammad Abd al- Rahman Nahrain Hassan Abboud Calculating the volume of surface runoff and the processes resulting from it In the Saura Valley Basin Uruk Magazine, Volume (9), Issue (3) 2016 AD, 193 194
- (21) Rashid, Anas Mahmoud and Iqlimus Youssef Francis, using maps and digital hydrological systems in estimating surface runoff and sediment production in Wadi Al- Shur, University of Mosul, Al- Rafidain Engineering Journal. Volume (12), Issue (3) (2004), p 58-45
- (22) Khalifa Abdel Hafez Dardaka, Hydrology of Surface Water and Groundwater, Dar Al- Hateen for Printing and Publishing, Amman, Jordan, 2006, 1st edition, p. 121
- (23) Radi Mahmoud Dhiyab, the relationship between surface runoff and rainfall in Wadi Samail in the Sultanate of Oman, Kuwait Geographical Society Geographic Letters, 141, Kuwait.