مجلة العلوم الاجتماعية والإنسانية، جامعة باتنة1 المجلد (25) – العدد (01) (جوان، 2024) -ص 219- 244
ISSN 1111-5149 /E. ISSN 2430-2588

النمذجة الخرائطية لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي (بال ملكة) باستخدام نموذج (SCS-CN)

Cartographic modeling to estimate the volume of surface runoff of the Bal Malka Valley Basin using the (SCS-CN) model.

م. م. الحمداني سعد ثامر ابراهيم*[1] ، (جامعة تكريت / كلية الآداب / قسم الجغرافية التطبيقية)،
saad.t.ibrahim@tu.edu.iq , https://orcid.org/0009-0004-1391-0617
أ. د. الدليمي لطيف مزعل صالح[2]، (جامعة تكريت / كلية الآداب / قسم الجغرافية التطبيقية)،
dr.lmsalah68@tu.edu.iq, https://orcid.org/0000-0002-8584-8478

تاريخ الاستلام	2024-04-26	تاريخ القبول	2024-06-13

ملخّص

يقع حوض وادي (بال ملكة) ضمن الاراضي الجبلية في المنطقة الحدودية بين العراق وتركيا ضمن قضاء العمادية، والتابع أدارياً لمحافظة دهوك، وهو من الأودية الموسمية التي تعتمد على سقوط الأمطار إذ تزداد مياهه في فصل الشتاء، وتبلغ مساحة الحوض (472) كم^2،وتكمن مشكلة الدراسة بالتساؤل الآتي: هل يوجد علاقة تكاملية بين البيانات المستخلصة من المرئيات الفضائية و نسجة التربة و كمية التساقط المطري ؟، وتهدف الدراسة الحالية إلى تقدير حجم الجريان السطحي بالاعتماد على فرضية خدمات حفظ التربة الأمريكي American soil- Conservation Service (SCS)، ومن ثم تقدير عمق وحجم الجريان المتوقع عقب سقوط الأمطار لموجات مطرية مؤثرة خلال اثنى عشر سنة من 2010-2022، وتم دراسة مخاطر التعرية المائية الناتجة عن الجريان السطحي وذلك بالاعتماد على نموذج (Bergsma)، وأظهرت الدراسة أن أجزاء واسعة من الحوض بلغت ما يقارب (75%) من اجمالي المساحة الكلية لديها القدرة على توليد جريان سطحي عالي، بسبب ضعف قدرتها على الاحتفاظ بالماء بعد بدء عملية الجريان السطحي، وذلك من خلال أرتفاع قيم معامل (S) التي وصلت الى (100%).

الكلمات المفتاحية: النمذجة الخرائطية؛ التعرية المائية؛ الجريان السطحي؛ وادي بال ملكة.

Abstract

The Bal Malka Valley Basin is located within the mountainous lands in the border region between Iraq and Turkey within the Amadiya District, which is administratively affiliated with the Dohuk Governorate. It is one of the seasonal valleys that depend on rainfall, as its waters increase in the winter. The area of the basin is (472) km2, and the The problem of the study is the following question: Is there a complementary relationship between data extracted from satellite images, soil texture, and the amount of rainfall? The current study aims to estimate the volume of surface runoff by relying on the American Soil-Conservation Service (SCS) hypothesis, and then Estimating the depth and volume of expected runoff following rainfall due to influential rain waves during twelve years from 2010-2022, and the risks of water erosion resulting from surface runoff were studied based on the (Bergsma) model. The study showed that large parts of the basin, amounting to approximately 75% of the total area, have the ability to generate high surface runoff, due to their weak ability to retain water after the start of the surface runoff process, through high values of the coefficient (S), which reached (100%).

Keywords: Cartographic Modeling; Water erosion؛ runoff; Valley Bal Queen.

* المؤلف المراسل

مقدّمة

تتطلب الدراسات الهيدرولوجية إيجاد العلاقة بين السواقط و الجريانات الناتجة عنها لتمثيل النظام الهيدرولوجي السطحي، وغالباً ما يعبر عنها بالجريان المائي السطحي، ويعرف على أنه ذلك الجزء من التساقط المطري الذي يزيد من القدرة الامتصاصية للتربة ويتحرك على سطح الأرض متخذاً عدة مسارات تبعاً لجيومورفولوجية الأرض وانحدارها إلى أن يصل إلى أحد المجاري فيصب فيه ويصبح جزاً منه، و إن عملية الوصول لتقديرات دقيقة لحجم الجريان السطحي للأحواض المائية بمكن إنجازها بالعديد من الطرق، وكما هو معلوم فإن هناك العديد من الطرائق التي تستخدم للوصول لتلك التقديرات، لكن تعد طريقة (SCS-CN) من أشهر الأساليب الرياضية المستخدمة في حساب الجريان السطحي، وتعد من بين الطرق المتوسطة التعقيد، وأسلوب (SCS) عبارة عن سلسلة من المعدلات الرياضية يعتمد في مدخلاتها على توفير معلومات عن عطاءات الأرض وانماط استخدامها وهيدرولوجية التربة، ونوع الغطاء النباتي، وكميات الأمطار الساقطة.

مشكلة الدراسة

تعد مشكلة الدراسة الخطوة الأولى من خطوات البحث العلمي، ويمكن صياغ مشكلة الدراسة بالسؤال الاتي: هل يوجد علاقة تكاملية بين البيانات المستخلصة من المرئيات الفضائية ونسجة التربة وكمية التساقط المطري؟ هل يمكن استخدام تقنيات الجغرافية الحديثة في تقدير حجم وعمق الجريان السطحي ومعرفة كمية التعرية المائية الناتجة عنها؟

فرضية الدراسة

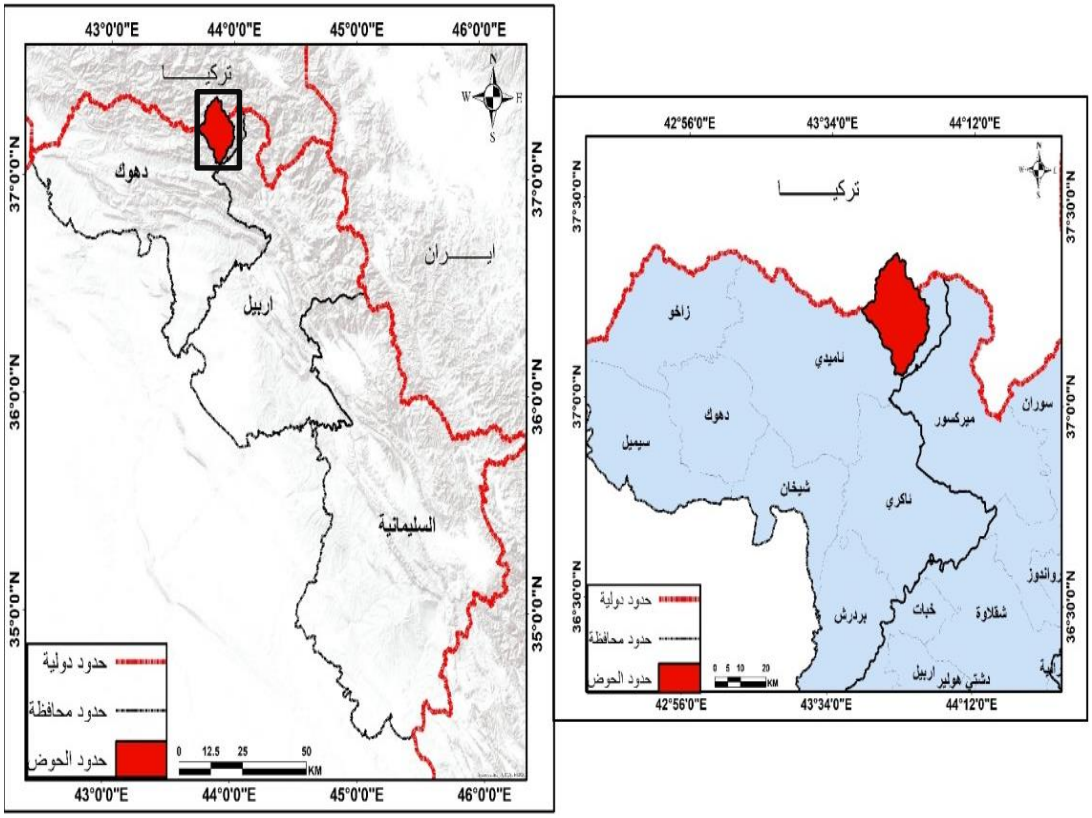
الفرضية هي حل اولي للمشكلة غير مبرهن عليها، وتمثل فرضية الدراسة الرئيسة ما يأتي (يمكن نمذجة الخصائص الطبيعية للحوض باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لقدير حجم وعمق الجريان السطحي والفواقد المائية لحوض بال ملكة ومعرفة كمية التعرية المائية من خلال نموذجBergsma)

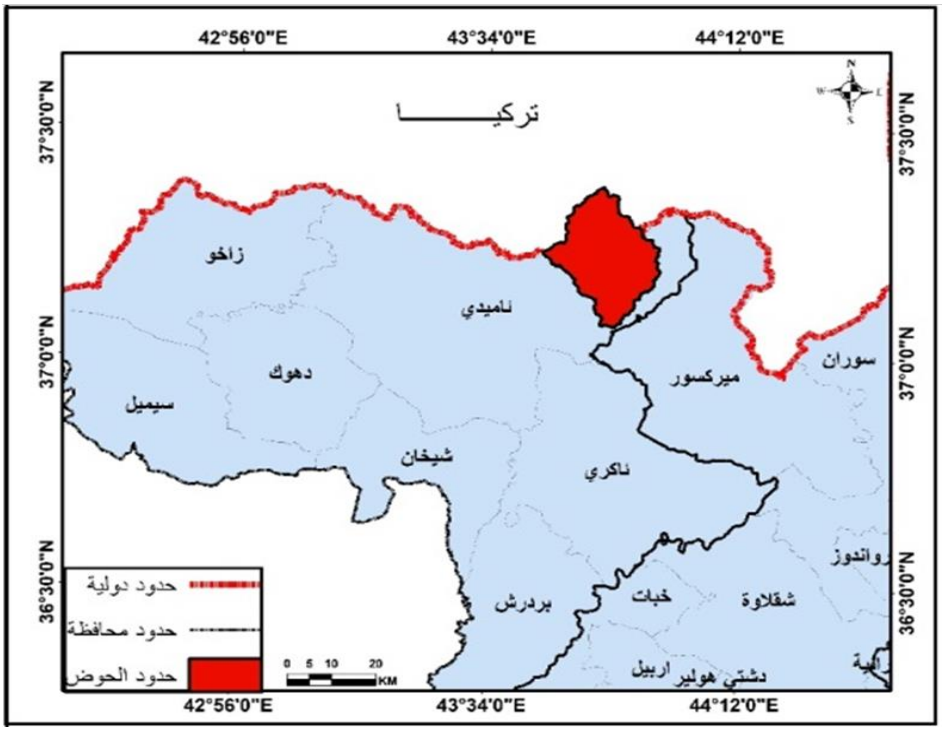
موقع منطقة الدراسة

يقع حوض وادي بال ملكة بين دائرتي عرض (¯5 °37 ¯22 °37 –) شمالاً، وخطي طول (¯45 °43 °0 °44 –) شرقاً، و يعد حوض وادي بال ملكة من الاحواض المشتركة بين العراق وتركيا، حيث يتضمن الجزء الواقع داخل الأراضي العراقية الحدود الإدارية لمحافظة دهوك وتحديداً في قضاء العمادية ، و ينحدر المجرى الرئيس لحوض وادي بال ملكة من قمة جبل ميدان في الأراضي التركيا عند الحدود الشمالية من العراق على ارتفاع (3307)متر فوق مستوى سطح البحر، و يجمع هذا الوادي مياهه من المرتفعات القادمة من تركيا ولاسيما في فصل الشتاء ذروة التساقط ، كما و يبلغ طول الوادي (46.23)كم^2 ، اما اقصى ارتفاع لحوض وادي بال ملكة (3488)متر عند منطقة المنابع ، أما ارتفاعه عند

منطقة المصب فيكون (638) متر عن مستوى سطح البحر ، و تبلغ مساحته الكلية (472)كم^2 ، والخريطة (1) توضح موقع مطقة الدراسة .

الخريطة (1) موقع منطقة الدراسة





المصدر: بالاعتماد على خريطة العراق الإدارية بمقياس 1:100000، بغداد لعام 2012، ومخرجات برنامج ARC Map.V.10.8.

أولاً: طريقة العمل

1- الجريان السطحي وفق طريقة(SCS-CN)

التحدي الاساسي للهيدرولوجيا في تقدير حجم الجريان السطحي هو كيفية تقدير معامل الجريان السطحي الناتج عن عاصفة مطرية مؤثرة في الأحواض التي لا تتوفر فيها محطات قياس، ويعد منحنى الجريان السطحي(CN) عامل رئيس في تحديد الجريان السطحي في فرضية(SCS) ، والتي تأخذ بالحسبان استعمالات الأرض ونوعية التربة والبنية الجيولوجية والغطاء النباتي، والتساقط المطري"، والصيغة الرياضية لهذه الطريقة هي (العكام، 2014: 235):

معادلة رقم (1). $Q = \frac{(P-IA)2}{P-Ia+s}$

حيث ان:

Q= عمق الجريان السطحي (ملم).

P= كمية الأمطار الساقطة (ملم).

Ia = الاعتراض الاولي قبل بدء الجريان السطحي متمثل بالتبخر والتسرب والنبات.

S= التجمع السطحي بعد بداية الجريان السطحي (ملم).

وبما ان Ia تعادل خمس قيمة S فأن Ia تصبح كالاتي(USDA- SCS, 1972:7-9) :

معادلة رقم(2) .. Ia=0.25

ووفق المعادلة تكون:

$$Q = \frac{(P-0.2S)2}{P-0.8S}$$ ..معادلة رقم (3)

أما حساب قيمة(S) فيكون على أساس العلاقة الرياضية الأنية (Johns, 1985:5):

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$ ..معادلة رقم (4)

قيم (CN)هي انعكاس لحالة غطاءات الأرض وهيدرولوجية التربة وذلك من خلال قدرتها على امتصاص الماء وهي بذلك مؤشر لمدى استجابة الحوض للجريان السطحي حيث تتراوح قيم (CN)بين (0-100) فقيم CN المرتفعة تدل على الأسطح القلية النفاذية وهي الأسطح التي لا تسمح للمياه بالمرور من خلالها، وهذه الأسطح هي القادرة على نشوء الجريان السطحي (النفعي، 2010: 95) ، أما القيم المنخفضة فتدل على الأسطح المنفذة او العالية النفاذية، والتي من خلالها تتسرب المياه الى داخل التربة وهي بذلك تنخفض مقدرتها على توليد الجريان السطحي، وبين الحدين المتطرفين قيمة (0) وقيمة (100) تقع القيمة الوسطى(50) والتي تعبر عن الأسطح متوسط النفاذية، ولذلك فان قيم(CN) تحدد من خلال تحديد العوامل التي تؤثر فيها وهي نوع التربة السائدة، حددت طريقة(SCS-CN) أربعة أنواع من الترب وهي محددة وفقا لسرعة المياه في داخل التربة (A-B-C-D) كل أفق من أفاق هذه التربة لها مدلول رقمي يعبر عن حالة التربة هيدرولوجيا، وقد سميت المجموعات الهيدرولوجية للتربة (Hydrologie Soil Groups) ولكل منها صفاتها الخاصة، فالفئتان A وD تمثلان حدين متطرفين بالنسبة لنشوء الجريان السطحي أذ تمثل A جريان سطحي منخفض و Dجريان سطحي عالي وأما الفئتان B و C فتمثل فئتهما حالتين متوسطتين بالنسبة لنشوء الجريان السطحي(خضر، 2011: 378) ، و الجدول(1) يبين ذلك .

الجدول (1) المجموعات الهيدرولوجية للتربة

صنف التربة	عمق الحريان	صنف التربة
A	قليل	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين والغرين
B	متوسط	طبقة رملية اقل عمق من الصنف A مع ارتشاح متوسط
C	فوق المتوسط	طبقة طينية محدودة العمق مع ارتشاح دون المتوسط أو طبقة صخرية مغطاة بطبقة من التربة
D	عالي	طبقة طينية سميكة مغطاة بطبقة ضحلة من الغرين الناعم او طبقة صخرية عارية

department of agriculture Urban hydrology for small watershed USDA- SCS ،P3 USA 1986.

ولتحويل وحدات المعادلة اعلاه الى ملم لتتوافق مع المقاييس المترية فأنها تأخذ الشكل التالي:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$ معادلة رقم (5)...(USDA- SCS, 1972 :1-3)

بينما تحسب قيمة (CN) الكلي وفق المعادلة التالي(shadeed , almasri, 2010:6) :

$$CN\ composit = \frac{(A1 \times CN1) + (A2 \times CN2) + (A3 \times CN3) + (A4 \times CN4) + (A5 \times CN5)}{A1 + A2 + A3 + A4 + A5}$$

حيث أن:

A1, A5= مساحة كل نوع من أنواع غطاءات التربة

CN1, CN5 = قيمة كل نوع من أنواع غطاءات الترب.

1- حساب حجم الجريان السطحي الكلي

يتم احتساب حجم الجريان السطحي الكلي من خلال عمق الجريان الناتج من معادلة رقم 3 و5 فتصبح العلاقة الرياضية كالتالي (USDA- SCS, 1972:6-3):

$$Qv = Q \times \frac{A}{1000}$$ معادلة رقم (6)..

حيث أن:

Qv= حجم الجريان السطحي.

Q= عمق الجريان السطحي/ملم.

A= مساحة حوض التصريف /كم2.

1000=معامل التحويل.

ثانياً: التطبيق الكمي على بيانات حوض وادي بال ملكة

تتطلب المعدلات أعلاه العديد من المعطيات على حوض الدراسة ومنها الاتي:

1- أصناف الغطاء الأرضي

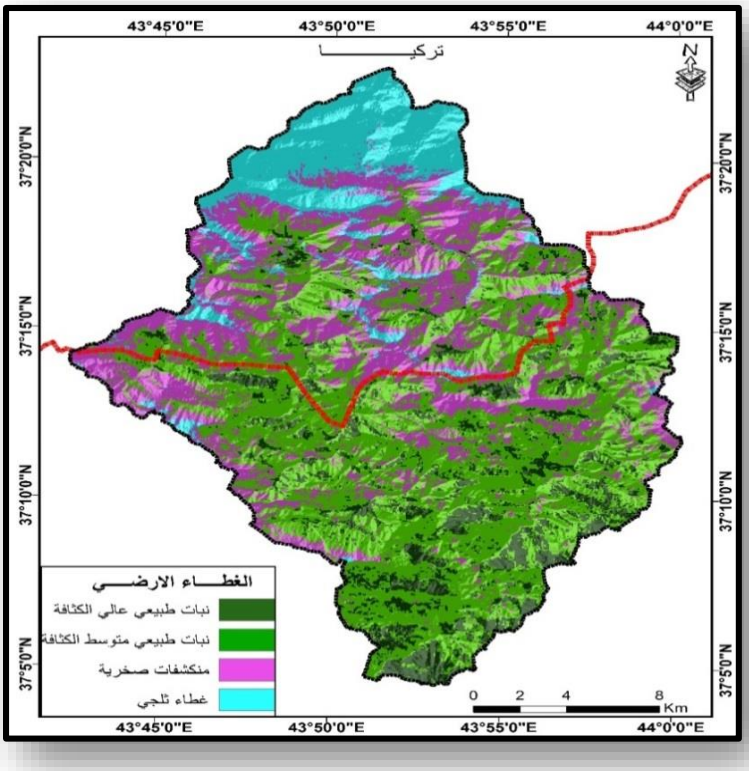
تم اشتقاق أصناف الغطاء الأرضي للمنطقة من المرئية الفضائية (Landsat-8) بتاريخ (2022/4/20)، ومن خلال التصنيف الموجة (Supervised Classification) في برنامج Arc map.v.10.8، إذ تم تصنيف الغطاء الأرضي الى اربعة أصناف كما في الجدول (2) والخريطة (2).

الجدول (2) أصناف الغطاء الارضي في منطقة الدراسة

أصناف الغطاء الارضي	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
نبات طبيعي عالي الكثافة	70.82	15
نبات طبيعي متوسط الكثافة	134.93	29
منكشفات صخرية	167.94	36
غطاء ثلجي	91.38	20

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مرئية فضائية (Landsat-8) بتاريخ (2022/4/20)، ومخرجات برنامج ArcGis.v.10.8.

الخريطة (2) أصناف الغطاء الأرضي لحوض وادي بال ملكة



المصدر: بالاعتماد على مرئية فضائية (Landsat-8) **بتاريخ (2022/4/20)، ومخرجات برنامج** ArcMap.v.10.8

أ- المنكشفات الصخرية

يشغل هذا الصنف المساحة الأكبر في منطقة الدراسة والتي بلغت (167.94) كم^2 وبنسبة (36%) من المساحة الاجمالية للحوض، وتتواجد في الأجزاء الوسطة والشمالية من الحوض وهي صخور ذات مقاومة عالية ومسامية منخفضة، وتتميز هذه الصخور بجريان سطحي عالي.

ب- نبات طبيعي متوسط الكثافة

يحتل هذه الصنف المرتبة الثانية من حيث المساحة والبالغة (134.93) كم^2 وبنسبة (29%) من المساحة الكلية للحوض، وتتوزع هذه النباتات في الاجزاء الشرقية والوسطى والجنوبية من منطقة الدراسة ضمن السفوح المرتفعات العالية، إذ تنحدر عند منابع الاودية، وبعض المناطق المتفرقة في جنوب الحوض.

ت- غطاء ثلجي

يحتل هذه الصنف المرتبة الثالثة من حيث المساحة والبالغة (91.38) كم^2 وبنسبة (20%) من المساحة الجمالية للحوض، يتواجد هذه الصنف في الأجزاء الشمالية من الحوض ضمن القمم الجبلية على ارتفاع يتراوح بين (2500 - 3500) متر.

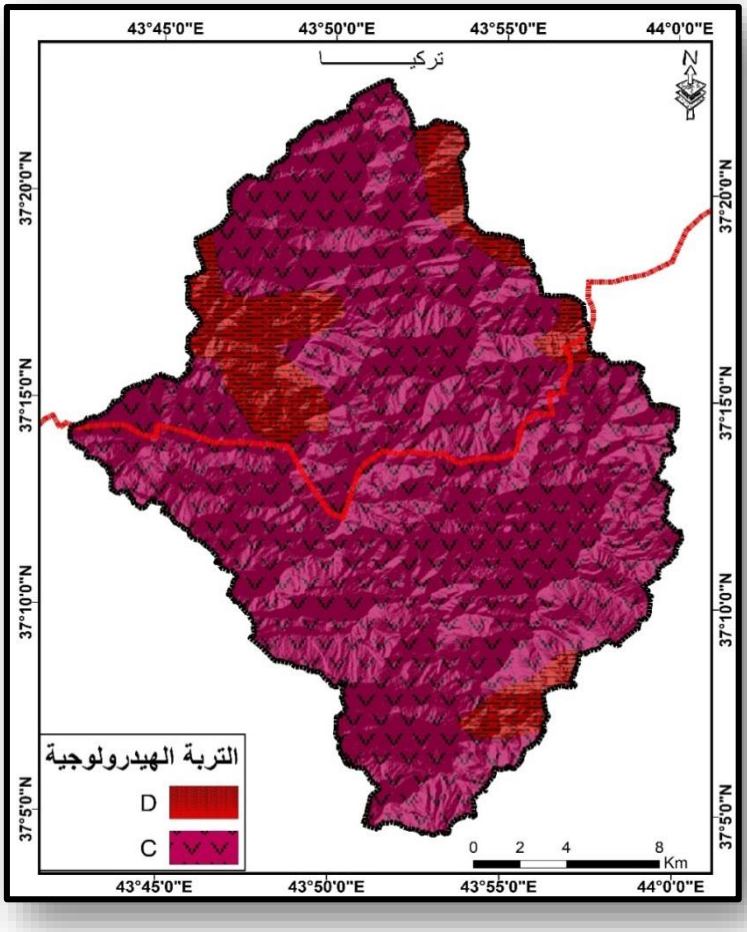
ث- نبات طبيعي عالي الكثافة

يحتل هذه الصنف المرتبة الأخيرة بمساحة بلغت (70.82) كم^2 وبنسبة (15%) من المساحة الاجمالية للحوض، يتركز في الأجزاء الوسطى والجنوبية من منطقة الدراسة ضمن المناطق المنخفضة من الحوض على ارتفاع يتراوح بين (640 - 1300) متر.

2- أصناف التربة الهيدرولوجية

المجموعات الهيدرولوجية للتربة (Groups Soil Hydrologic)، وهي عبارة عن تصنيف حددته خدمات حفظ التربة الأمريكية (SCS) بأربعة مجموعات وفقاً لمعدل سرعة انتقال الماء من خلالها وبحسب درجة نفاذيتها (الكناني، 2021: 32)، وكما هو مبين في الجدول (3) وهي (A، B,C,D) بالاعتماد على نسجه التربة ومعدل الارتشاح. وبالاعتماد على تصنيف (FAW) لترب المنطقة، وبناءً على نسجه والمكونات لتلك الترب، لوحظ وجود نوعين من الترب فقط ضمن المنطقة، وتم حساب مساحات ونسب كل من تلك الأنواع وكما هو موضح في الخريطة (3).

الخريطة (3) أصناف التربة الهيدرولوجية في حوض وادي بال ملكية



المصدر: بالاعتماد على منظمة الغذاء والزراعة (الفاو)، لعام 2006، ومخرجات برنامج Arc Map.V.10.8.

الجدول (3) المجموعات التربة الهيدرولوجية لتربة حوض بال ملكة

الفئة	الوصف	المساحة كم^2	%
C	ثقيلة وعميقة ومتماسكة ذات مسامية عالية الى متوسطة، وهي مزيجية طينية	416	88%
D	طبقة طينية ذات نسبة أنتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من التربة الناعمة فريبة من السطح	56	12%
المجموع		472	100

المصدر: بالاعتماد على خريطة(3) .

أ- **المجموعة الهيدرولوجية** (C)

تأتي تربة هذه المجموعة بالمرتبة الأولى من حيث امتدادها المساحي اذ تبلغ مساحتها (416) كم^2 أي بنسبه (88%) من المساحة الكلية كما هو مبين في الجدول (3) وتنتشر في جميع أجزاء الحوض، والخريطة (3) توضح ذلك، اما من الناحية الهيدرولوجية فان هذه التربة تسمح بحدوث جريان مائي عالي ومتوسط، ويسبب ذلك انخفاض في معدل الارتشاح بسبب وجود طبقات من الطين والغرين الناعم تعيق حركة المياه إلى الاسفل.

ب- المجموعة الهيدرولوجية (D)

يتميز هذا الصنف من التربة بأنه ذو جريان سطحي مرتفع عند مقارنته مع صنف التربية الهيدرولوجية في المجموعة (C) ، إذ ينتشر على شكل نطاق ضيق في الأجزاء الشمالية الشرقية والجنوبية والغربية، كما هو موضح في الخريطة (3) ، وتأتي في المرتبة الثانية من حيث امتدادها المساحي إذ تبلغ مساحتها (56)كم^2 أي بنسبة (12%) من إجمالي مساحة الحوض و الجدول (3) يبين ذلك ، وبالرغم من قلة امتدادها المساحي إلا أنها ذات أهمية هيدرولوجية كبيرة ، وذلك لكونها اضعف اصناف الترب الهيدرولوجية قدرة على امتصاص المياه وبذلك ينتج عنها جريان مائي سطحي مرتفع.

استخلاص قيم (CN) لمنطقة الدراسة

يتم استنباط قيم معامل (CN) من خلال دمج طبقة الغطاء الأرضي مع طبقة المجموعات الهيدرولوجية الخاصة بترب منطقة الدراسة ، و بواسطة وظيفة (Combine) في برنامج (arc map) ، ومن ثم مقارنتها بالجدول المعد من (scs)، إذ توضح قيم (CN) قابلية التربة على امتصاص الماء تبعاً لنوع التربة وحالة الغطاء الأرضي، وهنالك علاقة عكسية ما بين قيمة (CN) وبين نفاذية السطح، إذ تعكس القيم المرتفعة لها على ان سطح الأرض ذات نفاذية قليلة وعلى العكس ذلك، إذ تدل القيم المنخفضة على ارتفاع نسبة النفاذية لسطح الأرض، وعلى هذا الأساس أظهرت النتائج ان قيم معامل (CN) للترب في الحالة الاعتيادية قد انحصرت ما بين (57 - 98)، و بلغ عدد قيم (CN) المعبرة عن النفاذية (8) قيم ، و الجدول (4) يبين ذلك .

الجدول (4) قيم (CN) المستخلصة لمنطقة الدراسة

أصناف الغطاء الأرضي	قيم (CN) بحسب المجموعات	
	C	D
نبات طبيعي عالي الكثافة	60	85
نبات طبيعي متوسط الكثافة	59	60
منكشفات صخرية	88	94
غطاء ثلجي	94	98

USDA-SCS, Urban Hgdrology for Small watersheds Department of Agniculture, USA,1986, TR55, p2-6.

توزيع قيم (CN) لمنطقة الدراسة

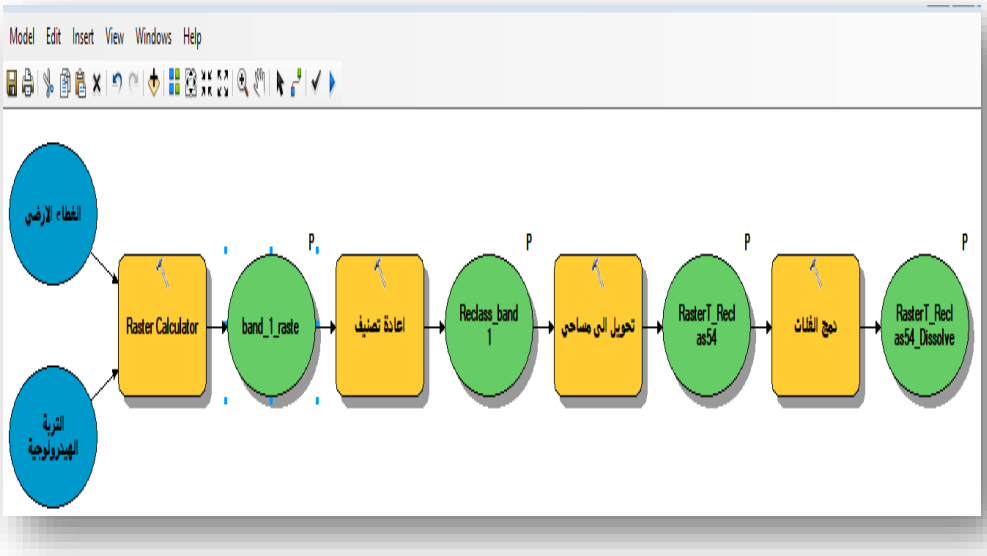
من ملاحظة الجدول (4) والخريطة (4) ومطابقة النتائج مع جدول (4) و (5)، حيث يتبين ان قيمة (CN) الاكثر انتشارا هي قيمة (88) ملم، إذ تشغل مساحة(214.51)كم^2 وبنسبة (45.7%) من المساحة الاجمالية، وهذا يؤشر إلى ان هذه القيم هي المسؤولة عن استجابة الحوض للجريان السطحي الى حد ما بمقدار القيم هي النسبة المذكورة، والسبب يعود في ذلك الى قلة نفاذيتها لوجود تكوينات الزمن الثلاثي والتي تتميز بالصلابة، وهي منكشفات صخرية، اذ تتمثل في الاجزاء الواقعة عند منابع الحوض الكلي ضمن منطقة المنابع ، وهذا امر طبيعي، إذ غالبا ما تتكون منابع الاحواض من تكوينات صخرية صلبة تمثل اعلى مناطق منطقة الدراسة ارتفاعاً، بالإضافة إلى كونها تتسم بقابلية على منع تسرب الماء من خلالها الى الداخل لكونها ذات صلابة تقاوم عمليات التعرية المائية، فضلاً ان قوة اندفاع الماء بشدة من المناطق المرتفعة وباتجاه المناطق المنخفضة لا يمنح الفرصة الكافية للمياه بالتسرب الى الداخل، مما ينتج عنة ازدياد في حجم الجريان السطحي، إذ بلغت اعلى قيمة (98)ملم ، والمتمثلة بترب المنكشفات الصخرية ذات والغطاء الثلجي ذات الطبقة (D)، وبمساحة بلغت(47.56) كم وبنسبة (10.1%) من مجمل المساحة الكلية مما يؤشر على انعدام نفاذيتها الى حد ما ، لكونها تتسم بسطوح صخرية شديدة الصلابة(Impervious Surfaces). مما يمنع فقدان اي مياه عن طريق التسرب، الامر الذي ينتج عنة زيادة كمية المياه الجارية على السطح وما يترتب على ذلك من زيادة في عملية الحت المائي وتشكيل مظاهر جيومرفولوجية مختلفة، فضلاً عن ارتفاع كمية المياه عند منطقة المستجمع، فيما شغلت القيمة (57)ملم ادنى قيمة بمساحة قدرها (4.23)كم^2 او ما يعادل (0.9%)، وتمثلت بترب ذات غطاء نباتي متوسطة من الطبقة(C)، وعلى الرغم من انتشارها عند مناطق التي تتميز بصلابة صخورها وصماته اسطحها ومقاومتها للحت المائي الا انها اكثر مناطق الحوض نفاذية، والسبب يعود في ذلك الى وجود المنخفضات الكارستية كنتيجة لوجود الصخور الجيرية، فضلاً عن وجود الشقوق والفواصل والحافات الصدعية، اما فيما يتعلق بالقيمة (94) ملم، والتي شغلت مساحة وقدرها (105.54) كم^2 ، او ما يعادل (22.5%) من مجموع المساحة الكلية، إذ تمثلت بالمنكشفات الصخرية ذات التربة من الطبقة (C) والتي تتسم بوجود طبقة من الطين فوق طبقة صخرية.

جدول (5) قيم منحنى CNلمنطقة الدراسة

قيم CN ملم	المساحة كم2	%
57	4.23	0.9%
58	21.43	4.6%
59	17.66	3.8%
60	11.84	2.5%
85	46.80	10.0%
88	214.51	45.7%
94	105.54	22.5%
98	47.56	10.1%
المجموع	469.59	100.0%

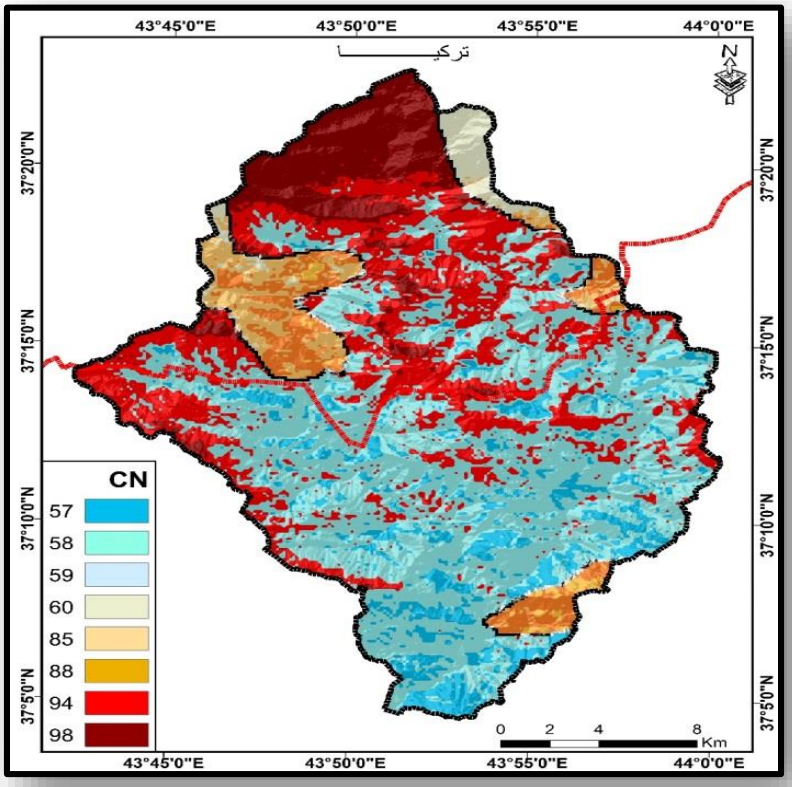
المصدر: بالاعتماد على خريطة (4)، ومخرجات برنامج ARC GIS.V.10.8.

الشكل (1) استخراج مؤشر CN باستخدام Model Builder



المصدر: بالاعتماد على برنامج ArcGis.v.10.8.

الخريطة (4) التوزيع المكاني لقيم منحنى (CN) المستخلص لمنطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على مرئية فضائية (Landsat-8) **بتاريخ (2022/4/20)، ومخرجات برنامج** Arc Map.v.10.8.

وما سبق يتضح أن اغلب أراضي منطقة الدراسة هي ذات نفاذية قليلة وذات قابلية كبيرة في الاحتفاظ بالمياه على سطوحها على رغم من اختلاف غطائها الأرضي، واختلاف نوعية اسطحها وطوبوغرافيتها، ووجود مناطق الضعف كالشفوف والفواصل.

3- حساب معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي(S)

يظهر هذا المعامل مدى الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة، أو حبس الماء في التربة بعد بدء الجريان السطحي(Potential Maximum Retention After Runoff) ويمكن القول بأن هذا المعامل يصف حال التربة بعد بدء الجريان السطحي بعد توقف الترشيح، وهناك تباين في سمك طبقة التربة المشبعة بالماء تبعاً لنوع التربة ومدى قابليتها على امتصاص الماء خلال فترة سقوط المطر، ومن ذلك يمكن التأكيد على أن هذا المعامل له علاقة مباشرة بنوع التربة ونوع الاستخدام الأرضي وهو ما ينعكس من خلال قيم(CN) .

وتعكس القيم المرتفعة لمعامل (S) ارتفاع إمكانية التربة في الاحتفاظ بالماء وبالتالي انخفاض كمية الجريان السطحي، في حين تعكس القيم القريبة من الصفر انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء مما ينعكس على توفير كمية أكبر من مياه الجريان السطحي.

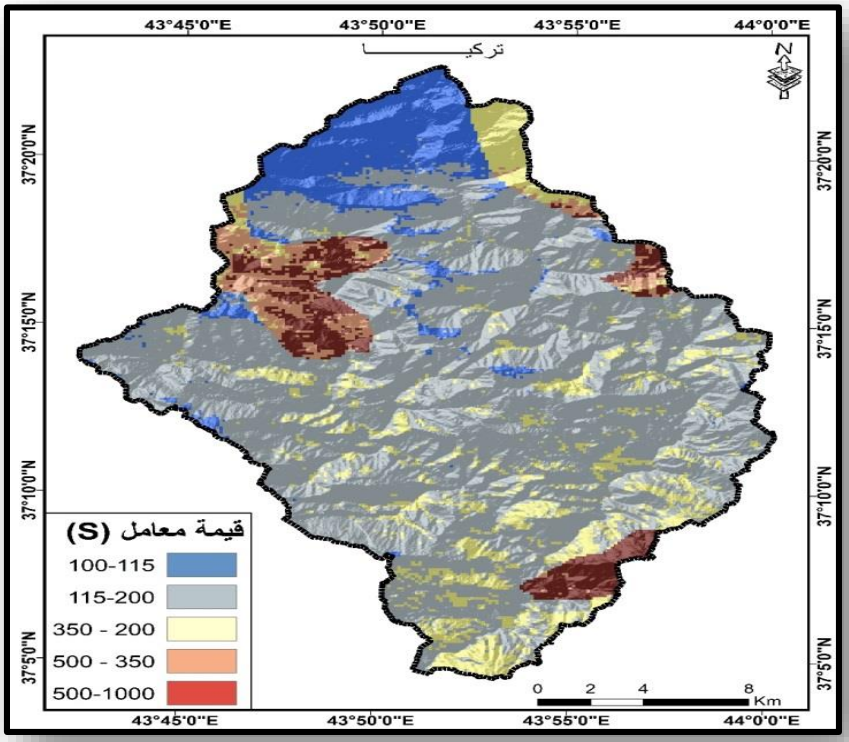
وقد تم احتساب قيمه وفق المعادلات (4) التي سبق ذكرها بالاعتماد على برنامج (ArcGIS10.8) من خلال(raster calculator) ، مما مكننا من الحصول على خريطة تحدد المناطق ذات القيم المتشابهة للمعامل مع مساحات ونسب كل قيمة من تلك القيم، ومن خلال الجدول (6) والخريطة (5) يتضح وجود تباين في قيم معامل (S)، اذ بلغت اعلى قيمة (100)ملم ، فيما بلغت ادني قيمة (115) ملم ، وان قيمة (S) التي تتراوح بين (115 - 200)ملم ، هي القيمة الاكثر توزيعا وانتشار بمساحة بلغت (321.15)كم^2 اي ما يعادل (68.4%) من المساحة الكلية.

الجدول (6) قيم فئات معامل (S) لمنطقة الدراسة

فئة معامل (S)	المساحة كم2	%
100 – 115	47.30	10.1%
115 – 200	321.15	68.4%
200 – 350	57.97	12.3%
350 – 500	17.58	3.7%
500 – 1000	25.75	5.5%

المصدر: بالاعتماد على معادلة (S) ومخرجات برنامج ArcGis.v.10.8.

الخريطة (5) التوزيع المكاني لقيم معامل (S)



المصدر: بالاعتماد على معادلة (S)، ومخرجات برنامج ArcMap.v.10.8.

4- حساب معامل الاستخلاص الأولي للحوض(La)

يظهر معامل المستخلصات الأولية (Initial abstraction) مقدار المفقود من مياه المطر قبل بداية عملية الجريان السطحي من خلال التبخر، أو من خلال اعتراض المياه من النباتات، أو المياه التي تتجمع في المنخفضات السطحية، أو عن طريق التسرب، وهذا المعامل مهم في تقدير كمية الجريان السطحي، كونه عنصراً مهماً من عناصر المعادلة لكونه له علاقة وثيقة بالتربة وغطاءات الأرض من خلال علاقته المباشرة بالمعامل S كما ذكرنا في معادلة Ia إنها تمثل خمس قيمة S ، وتدل القيم المنخفضة لهذا المعامل والتي تقترب من الصفر على انخفاض كمية المفقود من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي، في حين يصبح معدل الاستخلاص الأولي مساوياً لمعدل المياه الجارية على السطح إذا بلغت قيمةIa (50.8) ملم ، وفي حال ارتفاع القيم عن تلك القيمة ففي ذلك إشارة الى ارتفاع في كمية المفقود من مياه المطر وبالنتيجة انخفاض كمية المياه السطحية الجارية **(USDA- SCS, 1972 :1-6)** :

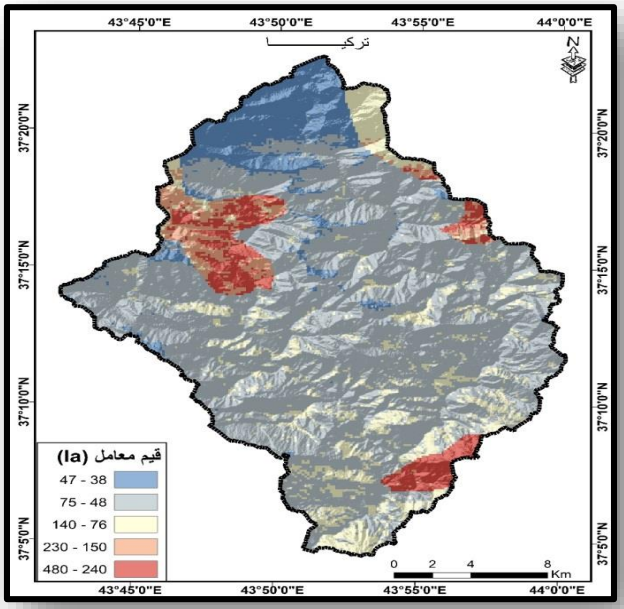
ومن خلال تطبيق معادلة رقم (5) وجدول (7)، بمكن ملاحظ أن قيم المعامل تراوحت بين (38 - 47) ملم لأقل فاقد أولي لمياه المطر، و(240 - 480) ملم لأعلى فاقد، نستنتج من هذه يمكن توليد جريان سطحي بكميات كبيرة وذلك على عدة أن جميع القيم التي ظهرت هي دون الوسيط المذكور أعلاه (50.8) ملم.

جدول (7) قيم معامل (Ia) لحوض الدراسة

فئة معامل (S)	المساحة كم2	%
38 – 47	47.30	10.1%
48 – 75	321.15	68.4%
76 – 140	57.97	12.3%
150 – 230	17.58	3.7%
240 – 480	25.75	5.5%

المصدر: بالاعتماد على معادلة (Ia) ومخرجات برنامج ArcGis.v.10.8.

خريطة (6) التوزيع المكاني لقيم معامل (Ia) لحوض الدراسة



المصدر: بالاعتماد على معادلة (Ia)، ومخرجات برنامج ArcGis.v.10.8.

تقدير عمق الجريان السطحي للخوض (Q)

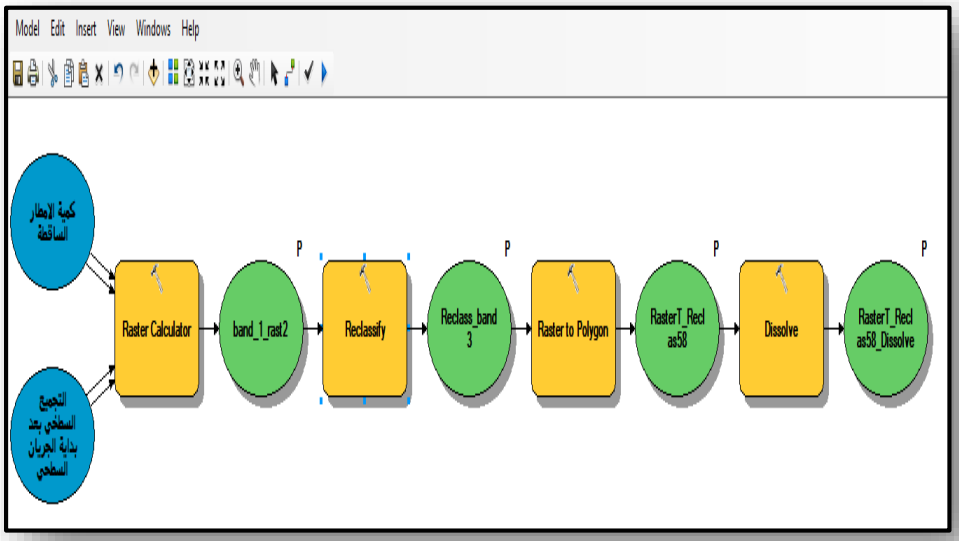
بالاعتماد على المعطيات الطبيعية للأحواض الدراسة التي نستدل بها عبر قيم (La، S،CN) وبحساب المتوسط للأمطار لكل خلية، الذي حصلنا علية بالاعتماد على بيانات الأمطار السنوي للمحطات المذكورة في خريطة (7)، إذ تم توزيع المحطات المذكورة على المنطقة ثم أجرينا عليها عملية الاستكمال (Interpolation) بواسطة برنامج (Arc GIS) من خلال وظيفة المحلل المكاني وكما يأتي:

Tools Spatial Analyst .....Interpolation .....IDW

وباستخدام الأمر (Raster Calculater) ثم حساب عمق الجريان السطحي السنوي (Q) حسب المعادلة رقم (3)، والتي أنتجت خريطة لتوزيع القيم المتشابهة، تمثلت بالخريطة (8)، وقد أظهرت مناطق الحوض تبايناً ملحوظاً في تلك القيم، وكما يظهر في الخريطة المذكورة، فتراوحت قيم عمق الجريان بين (2360) ملم وتظهر المناطق التي تشغلها تلك القيم في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والمتمثلة بالمناطق المرتفعة التي ينحدر منها الوادي، في حين ظهرت أقل القيم والبالغة (102) ملم في نهاية الحوض في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية، ويشير ذلك الى ارتفاع معدلات الجريان في بداية الحوض مع زيادة كمية التساقط، وارتفاع معدلات الانحدار، فتتدفق المياه بسرعة من جميع جهات الحوض المرتفعة لتتجمع في وسط الحوض ثم تتجه نحو الجنوب منطقة المصب.

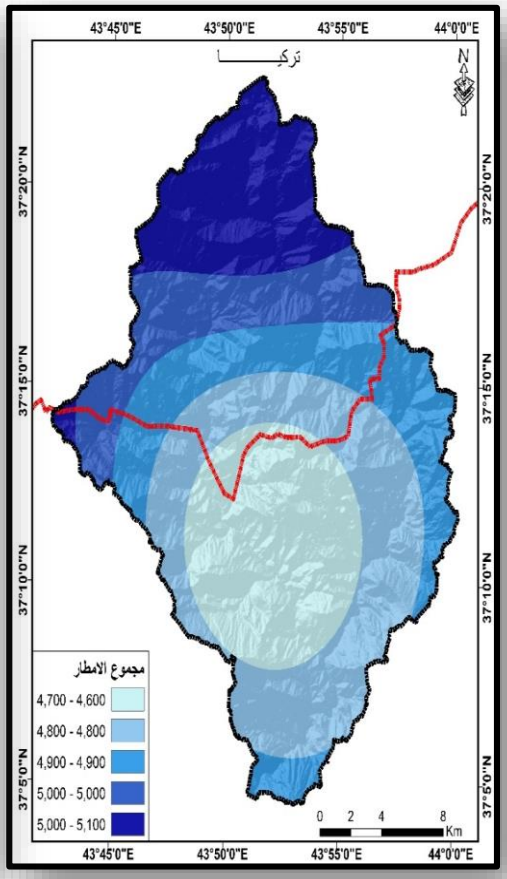
ومن ذلك يمكننا القول أن مناطق الحوض أظهرت وجود تباين في القيم ما بين بداية الحوض ومناطق تقسيم المياه وما بين المناطق الدنيا، وهذا يعطيها خاصية توليد جريان سطحي متجمع من الأجزاء العليا والوسطى نحو الأجزاء الدنيا فيها، حيث تتحول نسبة تصل الى (75%) من مياه التساقط المطري الى جريان سطحي.

شكل (2) نموذج استخراج عمق الجريان باستخدام Model Builder



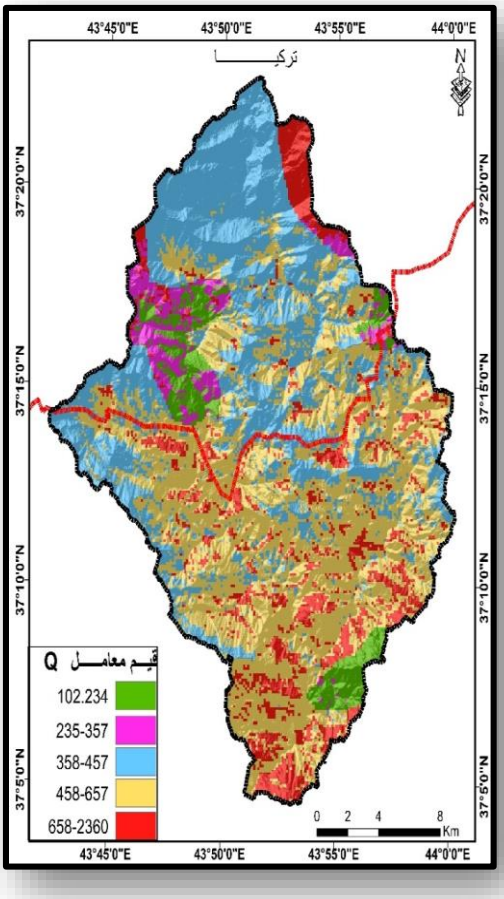
المصدر: بالاعتماد على برنامج ArcGis.v.10.8.

خريطة (7) توزيع الكمي للأمطار



المصدر: بالاعتماد على طريقة (IDW)

خريطة (8) توزيع قيم عمق الجريان



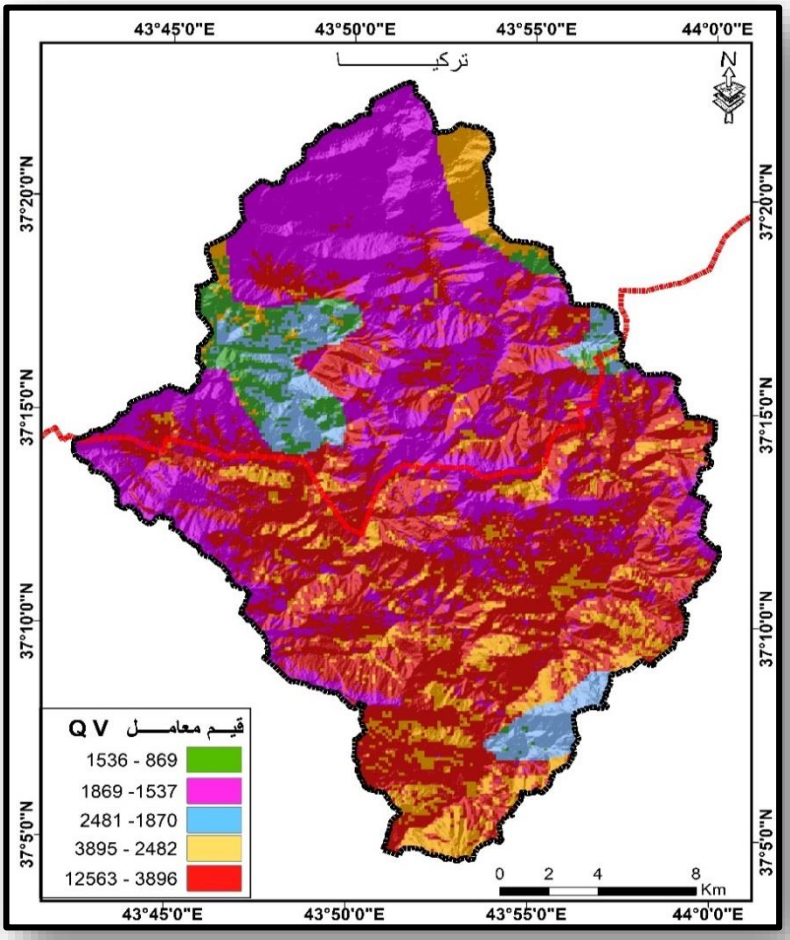
المصدر: بالاعتماد على معادلة (Q)

تقدير حجم الجريان السطحي (Qv) للحوض

بعد احتساب عمق الجريان(Q)، تم حساب حجم الجريان السنوي(Qv) Runoff Volum، وفق المعادلة (36) المذكورة سابقاً، وباستخدام برنامج (ArcGIS 10.8) بعد استخراج قيمة (Q) لكل بكسل وبوجود المساحة الخاصة لكل بكسل والتي سبق أن ذكرنا بأننا اعتمدنا في كل المتغيرات ضمن معادلات طريقة (SCS) على مساحة للبكسل قدرها (٣٠ × ٣٠ متر) مما يعطي مساحة ثابتة لكل البكسلات قدرها (٢٠٩٠٠)، ومن خلال المعادلة ظهرت قيم حجم الجريان السنوي للحوض المدروس، ومن ملاحظة الخريطة (8)، اتضح ان اعلى قيمة لحجم الجريان السطحي واقعة ضمن الفئة (12563 - 3896) م٣، قد بلغت وبمساحة (214.32) كم، اذ تمثلت بالتربة الجرداء و أراضي ذات نبات طبيعي متوسط الكثافة مع تربة ذات سطوح شديدة الصلابة وأكثر صماته، مما يجعلها أكثر مناطق الحوض قدرة على توليد جريان سطحي كبير، الامر الذي يترتب علية زيادة الفرص في حدوث السيول والفيضانات. فيما بلغت اقل كميات جريان سنوي ضمن الفئة الأولى والتي تراوحت بين(869 - 1536)٣، اذ بلغت مساحتها (18.20)كم، ومن ذلك نستنتج بأن ان قيم حجم الجريان

السطحي (QV) تعكس الى حد ما قدرة الحوض على توليد كميات كبيرة من المياه المذكورة أعلاه أنما السطحية الجارية الناتجة من التساقط المطري ، فضلاً عن ما يصل من سيول من مناطق مجاورة الى منطقة الدراسة من جهة ، ومن جهة اخرى تعكس بوضوح ضياع هذه الكميات الكبيرة من المياه السطحية المتولدة من دون الاستفادة منها ، والتي يمكن استغلالها في تنمية الحوض فيما لو تم توظيفها بالشكل الصحيح من خلال طرائق الحصاد المائي ، والتي يمكن الاعتماد عليها في توفير المياه للأغراض البشرية والحيوانية والنباتية خلال فترات الجفاف.

الخريطة (9) تقديرات حجم الحريات السنوي (QV)



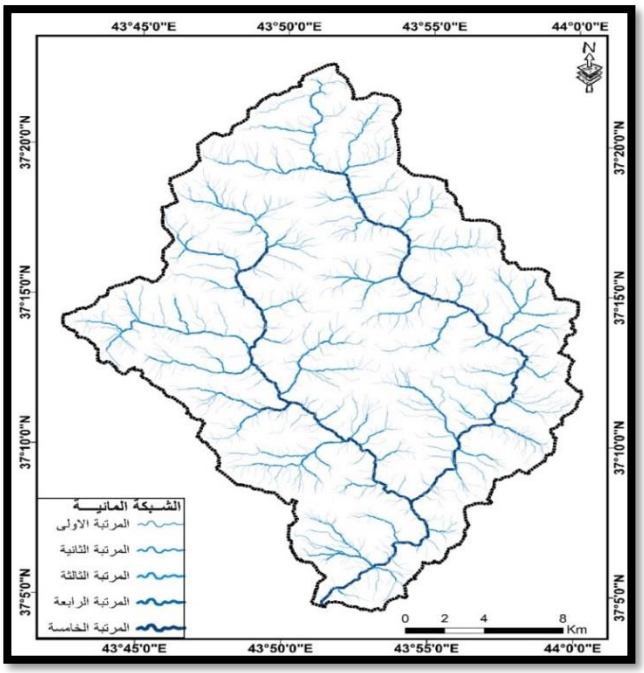
المصدر: بالاعتماد على معادلة (QV)، **ومخرجات برنامج** Arc MAP.v.10.8.

حساب معدل التعرية المائية وشدتها

لغرض معرفة نسبة التعرية الاخدودية والسيلية في منطقة الدراسة وتوزيعها الجغرافي كان لابد من حسابها الاعتماد على الخطوات الاتية:

1- اشتقاق الشبكة المائية للمنطقة من خلال نموذج الارتفاع الرقمي بدقة تميزية تصل إلى 12.5 متر، كما في الخريطة (10).

الخريطة (10) الشبكة المائية لمنطقة الدراسة

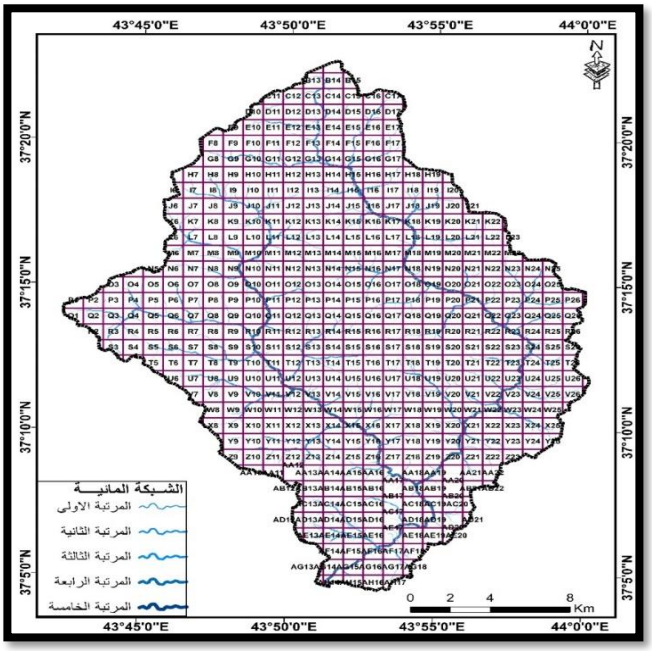


المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)**، بدقة تميزية 12.5.**

تقسيم خريطة الشبكة المائية إلى وحدات متساوي المساحة للخريطة (10)، واعتمدت مساحة (1كم^2) لكل وحدة مساحية متكاملة.

2- تم اعطاء حرف ورقم لكل مساحة التي على اساسها يتم تقسيم الشبكة المائية، وقد اعتمدت الأرقام بالاتجاه الأفقي والاحرف بالاتجاه العمودي وكما في الخريطة (11).

الخريطة (11) تقسيم الشبكة المائية إلى وحدات متساوية المساحة



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، بدقة تميزية 12.5،

1- قياس أطوال الوديان (الأخاديد) في كل وحدة مساحية باستخدام برنامج ARCGIS.V.10.3.

2- حساب مساحة المربع الواحد بحسب طول الضلع ومقياس الخارطة باستخدام ARCGIS.V.10.3 .

3- تم حساب معدل التعرية المائية في كل وحدة مساحية وفق معادلة (Bergsma):

$$AE = \frac{\Sigma L}{A}$$

AE = معدل التعرية المائية (متر/كم^2).

ΣL = مجموع أطوال الوديان (الاخاديد) لكل وحدة مساحية(متر).

A = مساحة الوحدة المكانية (كم^2).

تم الاعتماد على الجدول الذي وضعة الباحث (Bergsma) حيث أنه قسم درجات التعرية المائية إلى سبع مديات وكما مبين في الجدول (8)، وبعد حساب معدل التعرية المائية في كل وحدة مساحية تم تسقيط هذه المعدلات في مواقع مراكز الوحدات المساحية ورسمت خطوط التعرية المتساوية.

الجدول (8) درجات قياس التعرية الاخدودية بحسب تصنيف (Bergsma)

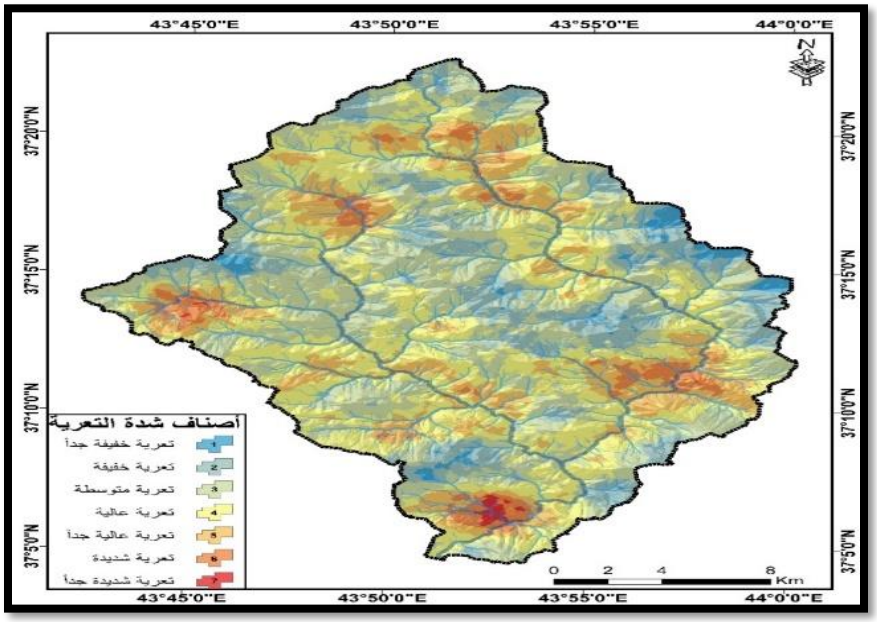
درجات التعرية	معدلات التعرية م/كم^2	الوصف
1	400 >	خفيفة جداً
2	1000-401	خفيفة
3	1500 -1001	متوسطة
4	2700 - 1501	عالية
5	3700 - 2701	عالية جداً
6	4700 -3701	شديدة
7	< 4700	شديدة جداً

المصدر: (عزالدين جمعة درويش، جزا توفيق طالب، 2011، 294).

4- ومن خلال تطبيق المعادلة أعلاه والاستعانة ببرنامج (GIS) تم الحصول على قياسات أطوال وأعداد ألحت السيلي والاخدودي ومعدل التعرية ودرجتها.

5- إذ تم انتاج خريطة درجات التعرية من خلال أخذ نقطة المركزية لكل وحدة مساحية ومن ثم يتم توزيع الظاهرة بإحدى طرق الاستكمال المكاني (IDW) في برنامج ARC.GIS. V.10.3، ومن ثم يتم توزيع ظاهرة الخريطة التعرية المائية كما في الخريطة (12).

الخريطة (12) درجات التعرية المائية باستخدام IDW



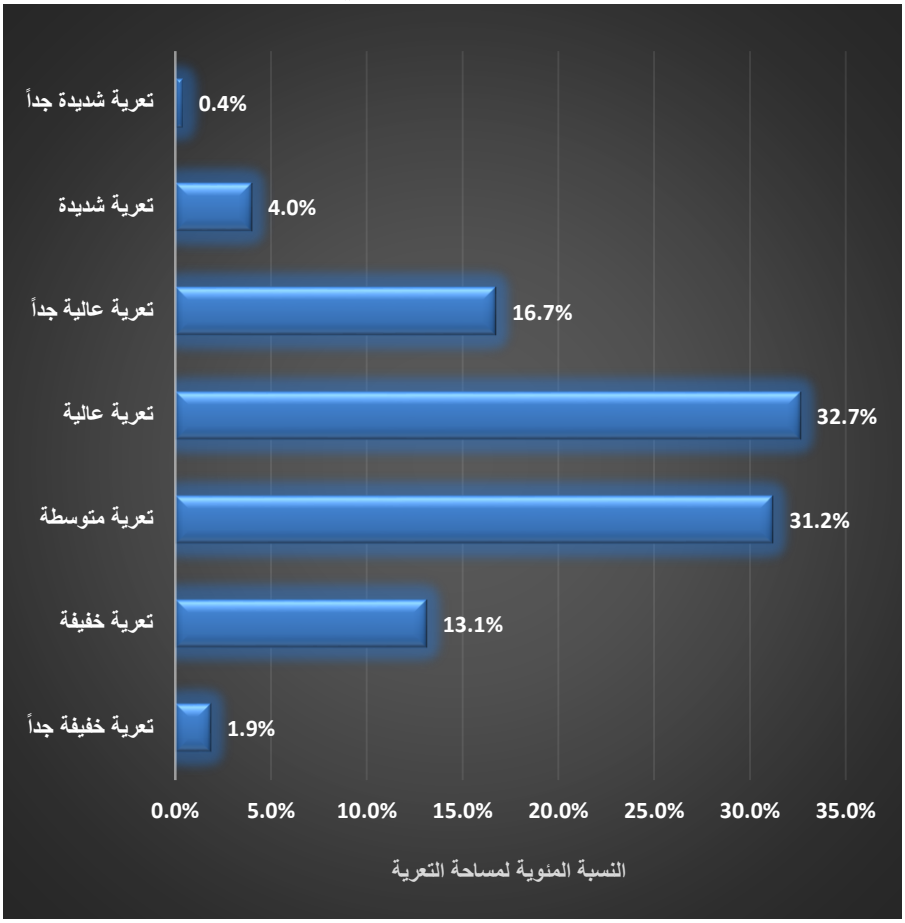
المصدر: بالاعتماد على طريقة الاستكمال المكاني (IDW)

الجدول (9) المساحة المتأثرة بالتعرية بحسب الدرجات ونسبتها في منطقة الدراسة

درجات التعرية	عدد المواقع	المساحة كم^2	مجموع أطوال الأودية/ متر	نسبتها من المساحة الكلية ٪	صنف التعرية
1	11	8.82	30964.33	1.9	نطاق التعرية الخفيفة جداً
2	59	61.91	169245.73	13.1	نطاق التعرية الخفيفة
3	151	147.31	463645.38	31.2	نطاق التعرية المتوسطة
4	155	154.06	559309.36	32.7	نطاق التعرية العالية
5	74	78.99	339082.50	16.7	نطاق التعرية العالية جداً
6	18	18.90	100225.13	4.0	نطاق التعرية الشديدة
7	21	1.82	14105.03	0.4	نطاق التعرية الشديدة جداً
المجموع	489	471.80	1676577.46	100	

المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج ARC.GIS.V10.3.

الشكل (3) أنطقه التعرية المائية في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على الجدول (9).

نستنتج من الجدول (9)، والخريطة (12)، ما يأتي:

1- يصل مجموع أطوال الاخاديد في منطقة الدراسة ولكل الوحدات المساحية (1676577.46) متر.

2- أدنى مجموع أطوال الاخاديد بلغ (76.94) م ضمن مساحة (1) كم^2، أما أقصى مجموع لأطوال الأخاديد فظهر بطول (6965.17) م ومساحة تقدر (1) كم^2.

3- تتراوح درجات التعرية في المنطقة بين الدرجات (1 إلى 7) درجة وهي تتضمن جميع درجات التعرية من (الخفيفة جداً، إلى الشديدة جداً).

4- تم تقسيم نطاقات التعرية المائية بالاعتماد على الخريطة (12)، وكلاتي:

أ- **نطاق التعرية الخفيفة جداً:**

وتشغل مساحة تصل إلى (8.82) كم^2 ونسبة (1.9%) وينتشر هذا النطاق في الأجزاء متفرق من منطقة الدراسة ويتركز في الأجزاء الشرقية من حوض الدراسة، كما في الخريطة (12)، وهو في

الغالب يكون في المناطق المرتفعة ما بين (993 - 2300) متر، وتمتاز هذه المناطق بالاستقرار النسبي في العمليات الجيومورفولوجية أي عند منابع الانهار ضمن المرتبة الأولى للشبكة المائية.

ب- نطاق التعرية الخفيفة

وتشغل مساحة تصل إلى (61.91) كم^2 وبنسبة تصل إلى (13.1%) كما في الجدول (9) والشكل (3) ويتوزع هذا النطاق في أجزاء متفرقة في داخل الحوض، إذ تكثر هذا النطاق عند التقاء المرتبة النهرية الأولى مع الثانية.

ت- نطاق التعرية المتوسطة

ينتشر في أجزاء كثيرة من المنطقة ويحتل مساحة قدرها (147.31) كم^2 ونسبة مئوية (31.2٪)، وينتشر في المناطق يتراوح ارتفاعها (681 - 3488) درجة مما يساعد على زيادة سرعة المياه التي تجرف معها ما يصادفها من حجارة تعمل على نحت وتعميق الأخاديد أي عند المرتبة النهرية الثالثة.

ث- نطاق التعرية العالية

ويحتل هذه النطاق الجزء الأكبر من منطقة الدراسة والبالغ (145.06) كم^2 وبنسبة (32.7%)، ويتواجد في أجزاء متفرقة من منطقة الدراسة على ارتفاع (650 - 3367) متر، وتتواجد عند التقاء المجاري النهرية.

ه- نطاق التعرية العالية جداً

يتواجد هذا النطاق في الاجزاء الشمالية والجنوبية من منطقة الدراسة محيطة بنطاق التعرية المتوسطة، تبلغ مساحة هذا النطاق (78.99) كم^2 ونسبة (16.7%)، كما في الجدول (9) والشكل (3) والخريطة (12).

و- نطاق التعرية الشديدة

يتواجد هذا النطاق في الاجزاء متفرقة من منطقة الدراسة محيطة بنطاق التعرية العالية جداً، تبلغ مساحة هذا النطاق (18.90) كم^2 ونسبة (4.0%)، كما في الجدول (9).

ز- نطاق التعرية الشديدة جداً

وهو نطاق ضيق ومحدود في منطقة الدراسة يتواجد في الجزء الجوبي من منطقة الدراسة محيطة بنطاق التعرية الشديدة، تبلغ مساحة هذا النطاق (1.82) كم^2 ونسبة (0.4%)، كما في الجدول (9).

خاتمة ونتائج الدراسة

الاستنتاجات

1- إمكانية الاعتماد على طريقة (SCS-CN) كطريقة مهمة لدراسة الخصائص الهيدرولوجية للأحواض المائية، مع إمكانية الاعتماد على التقنيات الحديثة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية وخاصة برنامج (ARC GIS) والحصول من خلال ذلك على تقديرات دقيقة للمتغيرات الهيدرولوجية.

2- تبين من خلال الدراسة وجود أربع أصناف من الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة ووجود نوعين من أصناف التربة الهيدرولوجية هي (C,D).

3- تبين الدراسة ان قيم (CN) مرتفعة وهذه يدل على إمكانية لتوليد جرسان سطي مائي في الحوض أما قيم (S) فأنها منخفضة تدل على استجابة للجريان السطحي خلال فترة الهطول، أما قيم معامل الاستخلاص الاولي (lA) فأنها منخفضة تدل على أن السطح الخوض قليل في الفقدان الاولي قيل بدء عملية الجريان وهذه يساعد على توليد جريان سطحي مرتفع في المنطقة.

4- أظهرت الدراسة أن أجزاء واسعة من الحوض بلغت ما يقارب (75%) من اجمالي المساخة الكلية لديها القدرة على توليد جريان سطحي عالي، بسبب ضعف قدرتها على الاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي، وذلك من هلال ارتفاع قيم معامل (S) التي وصلن الى (100).

5- ومن خلال المراحل الأخيرة لطريقة (SCS-CN) جرت عملية احتساب حجم الجريان السنوي (QV)، إذ بلغ حجم الجريان السطحي الكلي للحوض () م^3 من المياه سنوياً، ومن ذلك نستنتج أن الحوض يولد جريان سطحي وبكميات كبيرة يمكن توظيفها والاستفادة منها في جوانب تطبيقية تنموية.

التوصيات

1- استخدام برنامج (GIS) وتقنية الاستشعار عن بعد والذي سيحسن من نتائج هذه الدراسة اذ يستعاض عن البيانات التقليدية بأخرى يمكن الحصول عليها من خلال الاقمار الصناعية وهذا يساعد على دقة تقدير الجريان السطحي وتقدير التعرية الناتجة عنها..

2- الافادة من مياه الوادي من خلال بناء السدود وانشاء مشاريع رعوية وزراعية في المنطقة.

3- اجراء دراسات مماثلة بالاعتماد على النماذج التجريبية المذكورة في البحث لقياس معدل الجريان مع الاخذ بنظر الاعتبار اهمية تأثير الخصائص السطح والغطاء النباتي ونظام هطول الأمطار في المنطقة.

4- إعداد نموذج هيدرولوجي مبني على تكامل العلاقة بين البيانات المستخلصة من المرئيات الفضائية ونموذج ونسجة التربة وكمية التساقط المطري في جميع الاحواض التي سيتم دراستها في المستقبل.

قائمة المصادر والمراجع

اولاً: المصادر العربية

1. الكناني، حيدر محمد حسن. (2021). تقدير حجم الجريان السطحي والحمولة المائية لحوض أبو غار في جنوب غرب العراق باستخدام تقنيات RS وGIS. اطروحة دكتوراه، جامعة البصرة. كلية التربية / قسم الجغرافية .
2. النفعي، هيفاء محمد. (2010). *تقدير الجريان السطحي ومخاطرة السيلية في الحوض الاعلى لوادي عرفة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية*. رسالة ماجستير، جامعة ام القرى. كلية العلوم الاجتماعية / قسم الجغرافية.
3. العكام، اسحاق صالح. (2005). " تقدير حجم التعرية المائية في حوض سكينة (وادي سنجار) بدلالة خطوط الكنتور (دراسة في الجيومورفولوجيا) ". *مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية*، العدد (8)، (418-414).
4. خضر، صهيب حسن. فيصل، رائد محمود. (2011)." الدلالة الهيدرولوجية السطحية لحوض وادي العجيج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ". *مجلة التربية والعلوم*، العدد (1)، (378 - 398).
5. درويش، عزالدين جمعة. طالب، جزا توفيق. (2011)." تقويم حجم القدرة الحتية الريحية والمطرية لمنطقة خانقين" دراسة في العمليات الجيومورفولوجية ". *مجلة ديالى للبحوث الانسانية*، العدد (49)، (276 - 307).

ثانياً المصادر الاجنبية

6. Johns, st, technical puplication agulde to SCS runoff procedures, department of water resources, river water management district. No .85.5,1985.
7. Sameer shadeed, mohammad almasri, application of GIS – based SCS –CN method in west bank catchments, Palestine, college of engineering, An Najah national university, Nablus Palestine ,2010, vol. 3.
8. Soil Conservation Service. Urban Hydrology for Small Watershed. Technical releases 55,2nd U. S. (2) Dept of Agriculture, Washington D. C.1990.
9. USDA- SCS, National Engineering Handbook section 4, Hydrology, USDA –SCS, Washington, DC, USA, 1972.