

النمذجة الهيدرولوجية لتقدير حجم الجريان السطحي بطريقه SCS-CN لحوض وادي الخربة

في محافظة كركوك

م.م. هدى ناصر نجم

جامعة تكريت/ كلية التربية للبنات/ قسم الجغرافية

Hydrological modeling to estimate the runoff volume using the SCS-CN method for the Wadi Al-Khirbah basin in Kirkuk Governorate.

Asst. Lecturer: Huda Nasser Najm

Tikrit University / College of Education for Women / Department of Geography



يهدف هذا البحث إلى دراسة الجريان السطحي لحوض وادي الخربة في محافظة كركوك باستخدام النمذجة الهيدرولوجية، مع التركيز على طريقة (SCS-CN) (Soil Conservation Service Curve Number) التي تعد واحدة من أكثر الطرق شيوعاً وفعالية لتقدير حجم الجريان السطحي الناتج عن هطول الأمطار. تعتمد هذه الطريقة على عدة عوامل أساسية، منها خصائص التربة، نوع الغطاء الأرضي، واستخدامات الأرضي، إضافة إلى كمية وشدة الأمطار الهاطلة على المنطقة. يعد حوض وادي الخربة من الأحواض المائية المهمة في كركوك، حيث يتميز بتنوع تضاريسه وخصائصه الهيدرولوجية التي تجعله عرضة للجريان السطحي بشكل كبير، خاصة أثناء مواسم الأمطار الغزيرة. يركز البحث على تحليل البيانات المكانية والجوية المتعلقة بالحوض، مع استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لمعالجة المعلومات ورسم خرائط الاستخدامات الأرضية والتربة. تهدف الدراسة إلى تقدير كميات الجريان السطحي وتحديد المناطق ذات الخطورة العالية من حيث احتمالية حدوث فيضانات. ومن المتوقع أن تسهم النتائج في توفير بيانات دقيقة تُستخدم في إدارة الموارد المائية، ووضع خطط للحد من التأثيرات السلبية للجريان السطحي، مثل تآكل التربة وفقدان المياه. كما تقدم الدراسة توصيات عملية لتحسين استدامة الموارد الطبيعية وتعزيز كفاءة استخدام المياه في المنطقة.**الكلمات المفتاحية:**
- النمذجة الهيدرولوجية تقدير حجم الجريان السطحي طريقة SCS-CN وادي الخربة محافظة كركوك

abstract

This research aims to study the surface runoff of the Wadi Al-Khirbah basin in Kirkuk Governorate using hydrological modeling, with a focus on the SCS-CN (Soil Conservation Service Curve Number) method, which is one of the most common and effective approaches for estimating runoff volume resulting from rainfall. This method relies on several key factors, including soil characteristics, land cover type, land use, and the amount and intensity of rainfall in the area. The Wadi Al-Khirbah basin is one of the important watersheds in Kirkuk, characterized by diverse topography and hydrological properties that make it highly susceptible to surface runoff, especially during heavy rainfall seasons. The research focuses on analyzing spatial and meteorological data related to the basin, utilizing Geographic Information Systems (GIS) to process information and map land use and soil distribution. The study aims to estimate runoff volumes and identify high-risk areas in terms of potential flooding. The expected results will contribute to providing accurate data for water resource management and developing plans to mitigate the negative impacts of surface runoff, such as soil erosion and water loss. Additionally, the study offers practical recommendations to improve the sustainability of natural resources and enhance water use efficiency in the region.**keyword** Hydrological modeling Runoff estimation SCS-CN method Wadi Al-Khirbah basin Kirkuk Governorate

أولاً. المقدمة:

يُعتبر الجريان السطحي من الظواهر الهيدرولوجية البارزة التي تؤثر بشكل مباشر على الموارد المائية وإدارة الأراضي، لاسيما في المناطق التي تشهد تغيرات مناخية وهطولًا مطریاً غير منتظم. لذا، فإن تقدير حجم الجريان السطحي بدقة يُعد عاملًا أساسياً لفهم السلوك الهيدرولوجي للأحواض المائية، مما يسهم في تطوير استراتيجيات فعالة لإدارة المياه والحد من المخاطر البيئية مثل الفيضانات وتأكل التربة. يعتمد هذا البحث على طريقة SCS-CN (Soil Conservation Service Curve Number)، والتي تُعد من أكثر الطرق استخدامًا وفاعلية في تقدير الجريان السطحي الناتج عن هطول الأمطار. تستند هذه الطريقة إلى عدة عوامل رئيسية، منها خصائص التربة، نوع الغطاء الأرضي، استخدامات الأرضي، وشدة الهطول المطري، مما يجعلها أداة ملائمة لدراسة مختلف الأحواض المائية. يركز البحث على تطبيق النمذجة الهيدرولوجية في حوض وادي الخربة بمحافظة كركوك، نظرًا لأهميته البيئية والاقتصادية، وتتنوعه الجغرافي الذي يؤثر بشكل كبير على الموارد المائية في المنطقة. سيتم توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لمعالجة البيانات وتحليلها، بهدف إنتاج خرائط دقيقة تساعد في تقييم المخاطر المحتملة، وتحديد المناطق الأكثر عرضة للجريان السطحي. تهدف الدراسة إلى توفير تقديرات دقيقة لكميات الجريان السطحي، مما يساهم في تحسين إدارة الموارد المائية داخل الحوض، وتقليل التأثيرات السلبية الناتجة عنه. كما تسعى إلى تقديم توصيات عملية تعزز استدامة الموارد الطبيعية، وتحسين كفاءة استخدام المياه في المنطقة، مما ينعكس إيجابيًا على التخطيط البيئي والإدارة المستدامة للأحواض المائية.

ثانياً. مشكلة البحث:

تبرز مشكلة الدراسة من خلال التساؤلات الآتية (كيف يمكن تطبيق طريقة SCS-CN ؟ وما مدى فاعليتها ودقتها في تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الخربة؟ وكيف يمكن توظيفها في تحسين إدارة الموارد المائية؟

ثالثاً. فرضية البحث:

تبرز فرضية البحث من خلال الطرح الآتي (يمكن تطبيق طريقة SCS-CN عن طريق بيانات الاستشعار عن بعد وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية. ولها دقة وفاعلية لتقدير حجم الجريان السطحي. ويمكن توظيفها في تحسين الموارد المائية)

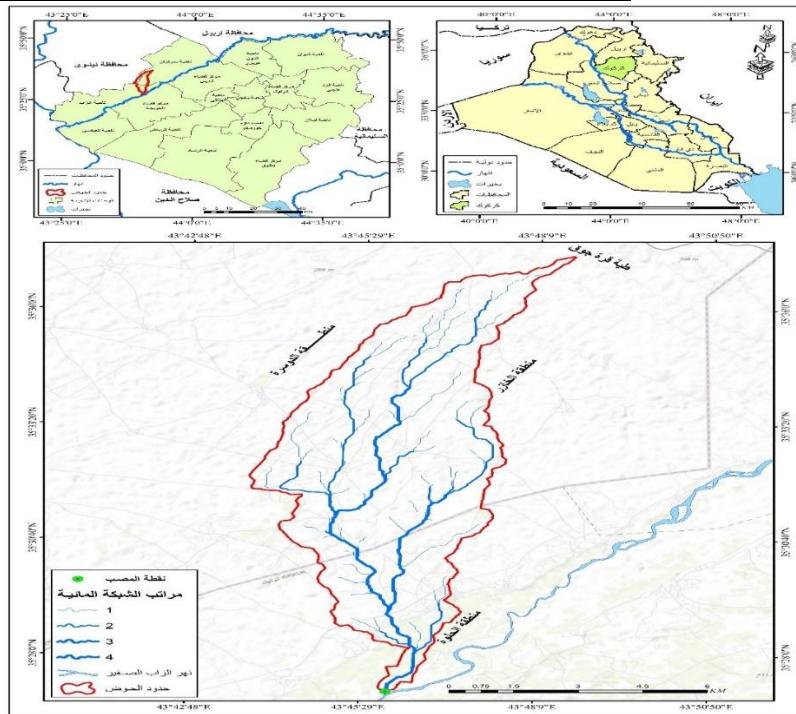
رابعاً. هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

- تقدير حجم الجريان السطحي في حوض وادي الخربة باستخدام طريقة SCS-CN.
- تحليل الخصائص الهيدرولوجية للحوض وتأثيرها على الجريان السطحي.
- توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في معالجة البيانات المكانية وتحليلها لتحسين دقة التقديرات.
- تحديد المناطق الأكثر عرضة للفيضانات استنادًا إلى نتائج النمذجة الهيدرولوجية.
- اقتراح استراتيجيات فعالة لإدارة الموارد المائية والحد من التأثيرات البيئية السلبية للجريان السطحي.

خامساً. موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة جغرافياً ضمن ناحيتي الزاب وسركان التابعة إدارياً لمحافظة كركوك، إذ ينحدر الحوض من طية قره جوق الجنوبي شمالاً ويسكب في نهر الزاب الأسفل عند منطقة الحلوة جنوباً، فيحده من الشرق منطقة الخازر ومن الغرب منطقة الدوسرة، بمساحة بلغت (٥٨٠.٣) كم^٢. أما موقعه الاحادي فيقع بين خطى طول (٤٣°٤٣' - ٤٣°٤٨') شرقاً وبين دائري عرض (٣٥°٣٧'٣٠' - ٣٥°٢٧'١٠') شمالاً وكما في الخريطة (١). خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على خريطة العراق الإدارية بمقاييس ١:١٠٠٠٠٠، وخريطة كركوك الإدارية بمقاييس رسم ١:٢٥٠٠٠، ونموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج GIS ARC.

تُعد هذه الدراسة ذات أهمية علمية وعملية بارزة، نظرًا لما تقدمه من فوائد متعددة، منها:

- توفير تقديرات دقيقة لحجم الجريان السطحي في حوض وادي الخربة باستخدام طريقة SCS-CN، مما يسهم في فهم السلوك الهيدرولوجي للحوض بشكل أكثر دقة.
 - تقليل مخاطر الفيضانات من خلال تحديد المناطق الأكثر عرضة للجريان السطحي المرتفع، الأمر الذي يساعد في اتخاذ تدابير وقائية فعالة.
 - دعم إدارة الموارد المائية عبر توفير بيانات دقيقة تساعد صانعي القرار على وضع استراتيجيات مستدامة لحفظ المياه وتقليل الفاقد منها.
 - تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحليل البيانات المكانية، مما يعزز دقة التنبؤات الهيدرولوجية ويسهل إنشاء خرائط تفصيلية لدعم التخطيط المائي.
 - تعزيز استدامة البيئة والتخطيط الحضري عبر تقديم حلول عملية للحد من التأثيرات السلبية للجريان السطحي، مثل تأكّل التربة، وفقدان المياه، وتدهور الأراضي الزراعية.

سابعاً. البيانات المستخدمة في الدراسة:

هناك أربعة مصادر للبيانات الرئيسية تعتمد عليها طريقة SCS-CN في اشتقاق نظام الجريان السطحي والموضحة في الشكل (١) ومنها تتفرع تفاصيل أخرى وهي على النحو الآتي:

- كميات الامطار: اذ تم الاعتماد على بيانات محطة مخمور كونها الأقرب لمنطقة الدراسة اذ تبعد عن متوسطها ٢٥ كم وللفترة (٢٠٠٠ - ٢٠٢٤)

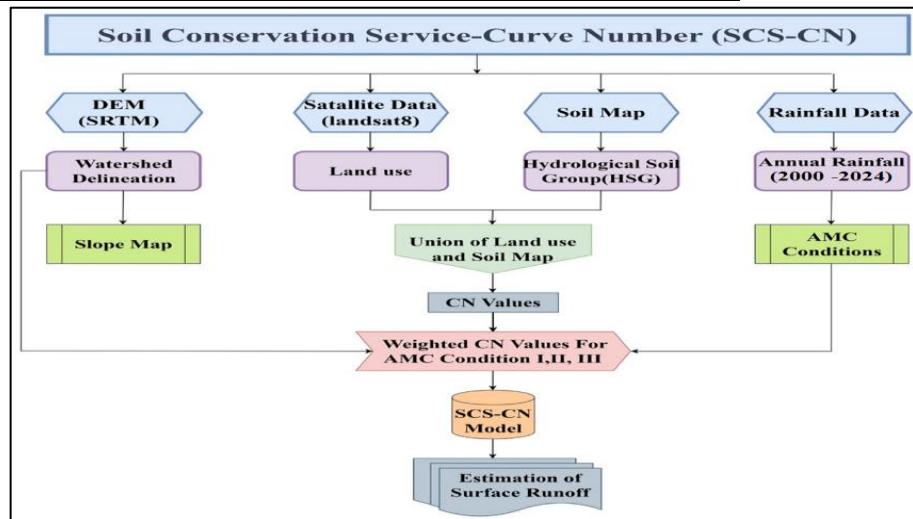
- خصائص التربة: ومنها تتعرّج التربة الهيدرولوجية التي بدورها تنقسم إلى A B C D.

- بيانات الاستشعار: عن بعد ومنها لاندستات ٨ بتاريخ ٢٣-٣-٢٠٢٤ والتي تستق منها خريطة استعمالات الأرض.

- بيانات الارتفاع الرقمي DEM: والتي يستفاد منها في اشتقاء الحوض المائي. شكل (١) المخطط الهيكلي لاشتقاء كمية الجريان المائي وفق

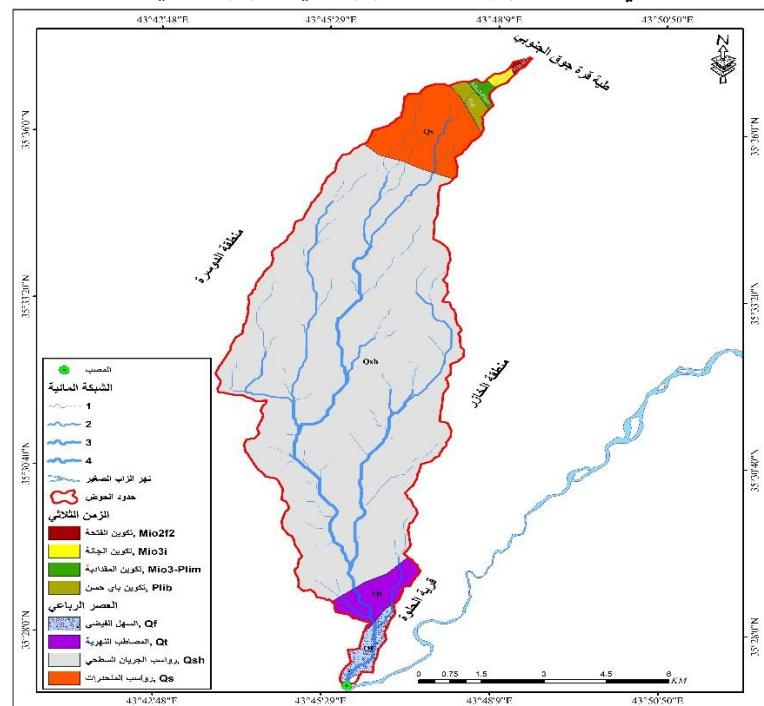
طريقة SCS-CN

طريقة SCS-CN



Ali Hagrass, Runoff modeling using SCS-CN and GIS approach in the Tayiba Valley Basin, Abu Zenima area, South-west Sinai, Egypt, February 20239(4):1-13, DOI:10.1007/s40808-023-01714-5.

ثاماً. الخصائص الجيولوجية: يرتبط التاريخ الجيولوجي للعراق ارتباطاً وثيقاً بالصفحة العربية من جهة، وبالصفيحتين الإيرانية والأناضولية من جهة أخرى^(١). تقع منطقة الدراسة ضمن حدود الرصيف غير المستقر تحديداً في نطاق الطيات الواطئة بحزام مكحول، في الطرف الشرقي له. تتميز هذه المنطقة بوجود فوالق ذات اتجاهات مختلفة، يغلب عليها الاتجاه الشمالي الشرقي - الجنوبي الغربي، وتكون ضيقه نسبياً، في حين أن أوسع الفوالق يمتد باتجاه الشمال الغربي. أظهرت الأحداث التكتونية عبر التاريخ الجيولوجي أن الرصيف غير المستقر قد تعرض لتصدعات وانكسارات متزايدة، مما أدى إلى تراكم الرواسب في المنطقة، إضافة إلى جزء من الجانب الشرقي لهذا الرصيف^(٢). يسود في منطقة الدراسة نوعين من العصور الجيولوجية الأولى هي العصر الثلاثي الذي يقيم إلى تكوينات الفتحة، انجانة، المقدادية وبأي حسن وتحديداً في شمال منطقة الدراسة، تتراوح مساحاتها (٠٠١، ٠٠٢، ٠٠٣، ٠٠٤) كم٢ وبنسبة (٠٠٥، ٠٠٢، ٠٠٣، ٠٠٥)٪ على التوالي. أما النوع الثاني فهو العصر الرباعي والذي يمثل صفة الأغلبية في منطقة الدراسة وتنتشر فيه أنواع من الرواسب هي (المصاطب النهرية، السهل الفيسي، الجريان السطحي ورواسب المنحدرات) وبمساحات بلغت (١.٨، ١.١، ٤٩.٧، ٤٤.٥) كم٢ وبنسبة (٣.٠، ١.٨، ٨٥.٥، ٧٦.٧)٪. وتنتشر في المناطق الوسطى والجنوبية من منطقة الدراسة وكما في الخريطة (٢) والجدول (١). خريطة (٢) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على لوحة كركوك الجيولوجية، بمقاييس رسم ١:٢٥٠٠٠، باستخدام برنامج GIS10.8 ARC جدول (١) مساحة ونسبة التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

مجلة الجامعة العراقية المجلد (٧٤) العدد (٤) تشرين الثاني (٢٠٢٥)

التكوينات الجيولوجية	العصر الجيولوجي	الرمز الجيولوجي	المساحة/كم ^٢	النسبة %
تكوين الفتحة	Tertiary	Mio2f2	0.1	0.2
تكوين انجانة	Tertiary	Mio3i	0.2	0.3
تكوين المقدادية	Tertiary	Mio3-Plim	0.3	0.5
تكوين باي حسن	Tertiary	Plib	0.5	0.9
المصاطب النهرية	Quaternary	Qt	1.8	3.1
السهل الفيضي	Quaternary	Qf	1.1	1.8
رواسب الجريان السطحي	Quaternary	Qsh	49.7	85.5
رواسب المنحدرات	Quaternary	Qs	4.5	7.7
المجموع			58.2	100.0

المصدر: اعتماداً على خريطة (٢).

تاسعاً. الخصائص المناخية

تلعب الخصائص المناخية دوراً أساسياً في تحديد كمية الجريان السطحي، وذلك من خلال تأثيرها المباشر أو غير المباشر عليها، فبالنسبة للتأثير المباشر فإن أكثر العناصر تأثيراً على كمية الجريان هي الامطار لأنها مدخل أساسي في معادلة SCS-CN، في حين ان العناصر الأخرى لا تكون طرفاً في المعادلة الا انها تؤثر بصورة غير مباشرة^(٣). وسوف نستعرض العناصر المناخية في الجدول (٢) لمحطة مخمور وللفترة (١٩٩٥-٢٠٢٤).

جدول (٢) الخصائص المناخية لمحطة مخمور لمدة (١٩٩٥-٢٠٢٤)

المحطة	الأشعة الشمسية	درجات الحرارة العظمى/م	درجات الحرارة الصغرى/م	سرعة الريح/م-ث	الرطوبة النسبية%	الامطار/ملم	التبخر/ملم
٢ ك	202.6	14	4.8	2.4	74.9	53.8	68.2
شباط	279.3	15.8	5.9	3.8	69.8	48.5	71.3
اذار	363.3	20.3	9.5	3	58.8	33.7	134.8
نيسان	456.3	26.6	14.6	4	47.5	37.6	201.7
مايس	554.4	34	20.6	3.4	34.8	15	381.2
حزيران	636.4	40.1	25.6	4.3	25.2	1.1	470.8
تموز	615.9	43.5	28.7	4.3	23.8	0.2	503.7
آب	559.3	42.9	28.2	4	23.6	0	433.9
أيلول	480.5	38.1	24.5	2.6	26.3	2	239.6
١ ت	345.7	31.1	18.8	2.7	39.8	16.6	192.3
٢ ت	230.3	22.5	11.5	2.4	62.8	34.3	116.6
١ ك	181.9	16.2	6.5	2.5	70.3	44.7	55.8
المجموع/المعدل	408.8	28.8	16.6	3.3	44.3	287.6	2869.9

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواع الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠٢٤ (بيانات غير منشورة) يعكس الجدول (٢) القيم المناخية الشهرية لمنطقة الدراسة، والتي تلعب دوراً أساسياً في تحديد كمية الجريان السطحي. عند تحليل البيانات، نجد أن أقصى إشعاع شمسي تم تسجيله في حزيران (636.4 MJ/m^2)، في حين كانت أدنى قيمة في كانون الأول (181.9 MJ/m^2). تشير

هذه القيم إلى أن الأشهر الصيفية تتميز بارتفاع مستوى الإشعاع، مما يزيد من معدلات التبخر ويحد من المياه المتاحة للجريان السطحي، بينما يكون الإشعاع أقل خلال فصل الشتاء، مما يحافظ على رطوبة التربة ويساعد في زيادة تدفق المياه عند تساقط الأمطار. أما فيما يخص درجات الحرارة، فقد سجل تموز أعلى معدل للحرارة العظمى (43.0°م)، بينما كان كانون الثاني الأدنى (14°م). تعكس هذه التباينات تأثير درجات الحرارة على التبخر؛ إذ يؤدي ارتفاع الحرارة في الصيف إلى تبخر مكثف للمياه السطحية، مما يقلل من فرص حدوث الجريان السطحي حتى مع هطول كميات محدودة من الأمطار. على العكس، في الشتاء، يؤدي انخفاض درجات الحرارة إلى تقليل معدل التبخر، مما يسمح بتجمع المياه وزيادة تدفقها على السطح. بالإضافة إلى ذلك، سجلت أعلى نسبة رطوبة نسبية في كانون الثاني (74.9%)، بينما كانت أدنى قيمة في آب (23.6%). تؤدي المستويات المرتفعة للرطوبة في الشتاء إلى فقدان المياه عبر التبخر، مما يسهم في زيادة مخزون المياه في التربة ويعزز الجريان السطحي. أما في الصيف، فإن انخفاض الرطوبة النسبية يؤدي إلى تسرع عمليات التبخر، مما يقلل من كمية المياه القابلة للجريان السطحي. عند النظر إلى معدلات الأمطار، نجد أن أكبر كمية هطول مطري سُجلت في كانون الثاني (53.8 ملم)، بينما كانت أدنى كمية في آب (0 ملم). توضح هذه القيم أن الجريان السطحي يزداد خلال الشتاء بسبب تساقط الأمطار الغزيرة التي تشبع التربة، مما يؤدي إلى تدفق المياه السطحية بشكل أكبر. وعلى العكس، خلال فصل الصيف، يؤدي ندرة الهطول المطري وارتفاع معدلات التبخر إلى ضعف الجريان السطحي أو انعدامه. أما بالنسبة للتبخر، فقد بلغت أعلى قيمة له في تموز (30.7 ملم)، بينما سجلت أدنى قيمة في كانون الأول (50.8 ملم). يشير ذلك إلى أن الأشهر الصيفية تشهد معدلات تبخر مرتفعة جدًا نتيجة الارتفاع الكبير في درجات الحرارة وكثافة الإشعاع الشمسي، مما يؤدي إلى تقليل الجريان السطحي. في المقابل، يكون التبخر في أدنى مستوياته خلال الشتاء، مما يسمح بتراكم المياه وزيادة تدفقها. بناءً على هذه المعطيات، يمكن الاستنتاج أن الجريان السطحي يبلغ ذروته في الشتاء نتيجة زيادة الهطول المطري وانخفاض معدلات التبخر، في حين يكون في أدنى مستوياته خلال الصيف بسبب التبخر المرتفع وغياب الأمطار، مما يؤدي إلى فقدان معظم المياه قبل أن تتحول إلى جريان سطحي.

عشراً. طريقة (SCS-CN) في احتساب الجريان السطحي:تعرف هذه الطريقة بـ(طريقة صيانة التربة الأمريكية SCS) والمختصر لـ (Soil Conservation Service) وتعرف بطريقة (CN) والتي صممتها إدارة صيانة التربة التابعة لإدارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية سنة (١٩٧٠) ووضعت صيغتها المشهورة في سنة (١٩٨٦) وتعتبر من الطرق المتوسطة التعقيد. وهي معروفة اختصاراً بـ(CN-SCS). يتمثل أسلوب هذه الطريقة بسلسلة من المعادلات الرياضية التي تعتمد في مدخلاتها على توفر معلومات عن الغطاء الأرضي (Land Cover) وطبيعة استخداماته، وهيدرولوجية التربة وتحديد أصنافها، وكميات الأمطار الساقطة، كل هذه المتغيرات يعبر عنها برقم يسمى المنحنى (Cover) الرقمي CN والذي يدخل في المعادلات المشار لها أعلاه لغرض احتساب الجريان السطحي. من الأسباب الرئيسية لنجاح وانتشار استخدام هذه الطريقة بصورة واسعة هو أنها تمثل العديد من العوامل المؤثرة بما في ذلك نوع التربة، نسبة الغطاء النباتي ونوع وكثافة الغطاء النباتي، واستخدام الأرض ومعالجتها، وحالة السطح، وحالة الرطوبة السابقة، ودمجها في منحنى رقمي (CN). وعلاوة على ذلك فهي المنهجية الوحيدة التي تتميز بسهولة المدخلات البيئية الموثقة بشكل جيد، وهي طريقة راسخة، مقبولة على نطاق واسع (Mishra and Singh, 2006)^(٣). تتطلب طريقة (SCS-CN) العديد من الخطوات والإجراءات والمعادلات الرياضية للحصول على التقديرات الدقيقة للجريان المائي السطحي لمنطقة الدراسة، وتكون المعادلات الرياضية المعتمدة في ذلك هي حسب (USDA) على النحو التالي:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \dots \dots \dots \quad 1$$

la = 0.2 s 2

$$D = \frac{(P-Ia)^2}{(P-Ia)+S} \quad \dots \dots \dots \quad 3$$

$$V = \frac{D * A}{1000} \quad \dots \dots \dots \quad 4$$

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

la = المستخلصات الأولية قبل الجريان السطحي بواسطة الترب والاستقبال من قبل النبات والتبخّر (لم)

D=عمق الجريان السطحي (ملم)، ويرمز لها في كثير من الأديبيات بالرمز (Q) وتم استبدالها في هذه الدراسة للتمييز بين عمق الجريان السطحي والتصريف الذي يرمز له أيضاً بالرمز (Q)

$P = \text{الأمطار السنوية المقطعة (مم)}$

卷之三

مس (۲۰۷:۶)

قبل البدء بتطبيق طريقة (SCS-CN) بالأساليب المختلفة فإنه يتوجب إيجاد تحديد الفقرات التالية:

١. **معدل تساقط الأمطار السنوي Mean Annual Rainfall** يعتبر الساقط المطري المصدر الرئيسي لعناصر الدورة الهيدرولوجية، وكذلك المصدر الأساسي الذي يزود حوض منطقة الدراسة بالمياه. ويعرف هطول الأمطار بأنه محصلة كل الأمطار التي وقعت خلال ٢٤ ساعة^(١). غالباً ما يعبر عن كمية الأمطار بـ ملليمتر (mm) في وحدة الزمن. إن انخفاض وارتفاع شدة الساقط المطري ربما يمكن ملاحظته من خلال سطح التربة^(٢). وان الجدول (٣) يبين المعدل الشهري للتساقط المطري للفترة من (١٩٩٥-٢٠٢٤) والتي تبيّن ما بين (٥٣.٨-٠٥) ملم يمكن تقسيم السنة إلى فترتين: الفترة الأولى هي الفترة الرطبة أو فترة تساقط الأمطار وتبدأ من شهر تشرين الأول مستمرة إلى شهر آيار، ويلاحظ إن شهر كانون الثاني هو الأكثر مطرًا في هذه الفترة حيث بلغ معدل الساقط المطري (٥٣.٨) ملم. أما الفترة الثانية فهي فترة الجفاف أو فترة انقطاع سقوط الأمطار وتبدأ من شهر حزيران مستمرة إلى شهر أيلول ومن النادر سقوط الأمطار ضمن هذه الفترة، وان الأشهر الأقل مطرًا كانا شهري آب وتموز. إن المعدل السنوي للتساقط المطري للفترة من (١٩٩٥-٢٠٢٤) بلغ (٢٨٧.٦) ملم جدول (٣) المعدل الشهري للتساقط المطري للفترة (١٩٩٥-٢٠٢٤) في محطة مخمور

المجموع	١ ك	٢ ت	١ ت	أيلول	آب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	اذار	شباط	٢ ك
287.6	44.7	34.3	16.6	2	0	0.2	1.1	15	37.6	33.7	48.5	53.8

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة لأنواع الجوية العراقية والرصد الزلالي، قسم المناخ، بغداد، ٢٠٢٤ (بيانات غير منشورة).

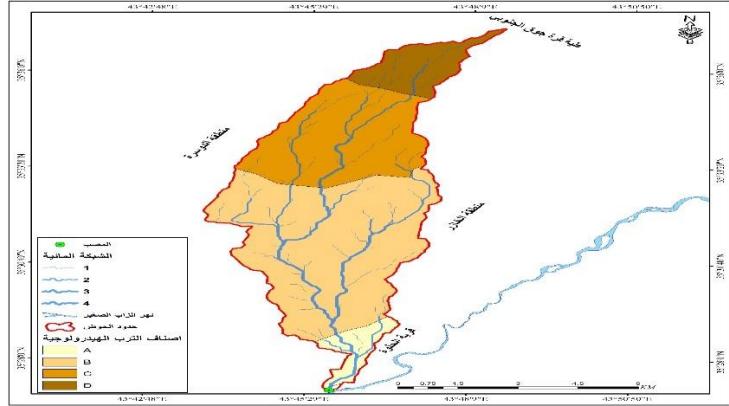
٢. تصنيف الترب الهيدرولوجية تم تصنيف التربة من قبل إدارة صيانة التربة الأمريكية بطريقة (SCS) إلى أربع مجموعات هيدرولوجية للتربة (HSG) Hydrologic Soil Groups) اعتماداً على معدل سرعة انتقال الماء وترشيحه خلالها، وبالتالي فهي تقوم بكشف مدى تأثير نسيج التربة في نشوء الجريان المائي^(٤)، وقد لوحظ وجود جميع أصناف الترب الهيدرولوجية موزعة ضمن منطقة الدراسة، ومجموعات الترب هي (A, B, C, D) لكل منها مميزات خاصة بشأن نشوء الجريان السطحي وكما وردت في (USDA-SCS)، وكما موضح في الجدول (٤) وقد تم الاعتماد على الخلفية الجيولوجية في تحديد أصناف الترب الهيدرولوجية.

٣. **التربيّة الهيدرولوجية (A):** هي تمثل التربة التي تمتاز بقلة الجريان السطحي المحتمل فيها، وتكون نسبة ترشيح المياه خلالها عالية حتى وإن كانت مشبعة كلها حيث تصل إلى أكثر من (7.62 mm/hr)، وتتضمن بشكل رئيسي الحصى أو الرمل جيد البزل، التي هي من تربات العصر الرباعي، وقد تبين أنها شكلت مجتمعة مساحة قدرها (٢٠.٩ كم^٢) أي بنسبة (٥%) من مساحة المنطقة الكلية، وكما موضح في الجدول (٥) والخريطة (٣). الجدول (٤) تصنيف الترب حسب خصائصها الهيدرولوجية وفق طريقة (SCS).

التربيّة الهيدرولوجية	نوع التربة
طبقة رملية عميقه ذات نسبة ترشيح عالية مع كمية قليلة جداً من الطين والغررين	A
طبقة رملية عميقه الى متوسطة العمق مع معدل ترشيح متوسط بعد تشبّع التربة	B
طبقة طينية محددة العمق مع معدل ترشيح دون المتوسط قبل وصول التربة إلى حالة التشبّع	C
طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من التربة الغرينية الناعمة بالقرب من السطح	D

Soil Conservation Service. Urban Hydrology for Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S. Dept of Agriculture, Washington D.C. (1986).

خريطة (٣) أصناف الترب الهيدرولوجية في منطقة الدراسة



Soil Conservation Service. Urban Hydrology for Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S. Dept of Agriculture, Washington D.C. (1986).

ب. التربة الهايدرولوجية (B): هي تلك التربة التي يكون لها نسبة ترشيح معتدلة عندما تكون مشبعة، وتكون عميقة إلى متوسطة العمق، وتتميز بانها تربة جيدة إلى متوسطة البزل، وان سرعة حركة انتقال وترشيح المياه خلالها متوسطة وتتراوح بين ($3.81 - 7.62 \text{ mm/hr}$.)، ويكون نسيجها من متوسط النعومة إلى متوسط الخشونة، وشكلت هذه التربة مساحة قدرها (32.1 km^2) أي بنسبة (55.2%) من المساحة الكلية المنطقة كما موضح في الجدول (5).جدول (5) أصناف الترب الهايدرولوجية في منطقة الدراسة

نسبة %	المساحة /كم²	أصناف الترب الهايدرولوجية	ت
5.0	2.9	A	1
55.2	32.1	B	2
30.2	17.6	C	3
9.6	5.6	D	4
100	58.2	المجموع	

Soil Conservation Service. Urban Hydrology for Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S. Dept of Agriculture, Washington D.C. (1986).

ج. التربة الهايدرولوجية (C): تمثل التربة ذات نسبة ترشيج قليلة عندما تكون مشبعة كلياً وتتضمن هذه التربة بشكل أساسى من طبقة غير نفاذة تعيق حركة الماء باتجاه الأسفل وترب ذات نسيج متوسط الخشونة، وهي تمتاز بنسبة دون المتوسط لسرعة انتقال الماء خلالها تتراوح بين ($2.54 - 3.81 \text{ mm hr}$.)، وقد شكلت مساحة قدرها (30.2 km^2) أي بنسبة (30.2%) من مساحة المنطقة الكلية، وكما موضح في الجدول (5).

د. التربة الهايدرولوجية (D): هي تلك التربة التي تمتاز بنسبة عالية من السيل السطحي والترشيج القليل جداً عندما تكون مشبعة كلياً، وتكون بشكل أساسى من التربة الطينية التي تمتاز بنسبة الانفاس العالية، ويكون منسوب المياه الجوفية فيها عادة عالي، وتمتاز بوجود طبقة طينية أو عدسات طينية قريبة من السطح والتربة الضحلة تكون من مواد غير نفاذة، وان نسبة ترشيج هذه التربة قليلة إذ تتراوح سرعة حركة المياه العمودية للماء بين ($0.00 - 2.54 \text{ mm hr}$.)، وقد شكل هذا النوع من التربة مساحة قدرها (9.6 km^2) أي بنسبة (9.6%) من مساحة المنطقة الكلية، وكما موضح في الجدول (5).

٣. تصنيف الغطاء الأرضي Land Cover Classification تعنى بتحديد وتوضيح أصناف الغطاء الأرضي المتواجدة ضمن منطقة الدراسة إذ تمت معالجة واستخدام بيانات المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Landsat-8) بدقة تميز مكانية (30 متر) وللبيانات ($2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$) على التوالي والملقطة بتاريخ (2024-02-15)، وقد اعتمد التصنيف الموجي (supervised Classification) في الدراسة الحالية لأثنين من الأساليب المستخدمة لحساب الإيراد المائي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، بينما اعتمد في طريقتين على الخلفية الجيولوجية بالاعتماد على أصناف التربة الهايدرولوجية، وهذا التصنيف لا يستند إلى معلومات سابقة عن المجموعات الطيفية أي لا يستلزم دراسات حقلية سلفا وإنما يتم اختيار عدد الأصناف بناءً على نوعية الخصائص الطيفية الشائعة في المرئية أي يميز آلياً اعتماداً على البيانات الرقمية للمرئية، ثم يتم تحديد هوية كل صنف من الغطاء الأرضي بناءً على المقارنة مع خرائط الغطاء الأرضي أو خرائط استعمالات الأرض أو

من خلال المعايرة الحقلية اللاحقة وباستخدام برنامج Arc Map 10.8). وقد ميزت الأصناف الناتجة بألوان مختلفة عن بعضها، حيث حددت الأرضي القاحلة والمنشآت (Barren Land and Buildings) باللون الاحمر، والشجيرات والأراضي العشبية (Shrubs and Grassland) باللون الاصفر، والمساحات النباتية المتباشرة (Sparse Vegetation) باللون الأخضر، والنباتات الكثيفة (Dense Vegetation) باللون الأخضر القاتم، وكما موضح في الخريطة (٤). حيث تم ملاحظة وتمييز اربعة أصناف من الغطاء الأرضي بوساطة الاستشعار عن بعد وكما في الجدول (٦) وعلى النحو التالي:

Barren Land and Built-up تضمنت الأرضي الجرداء الحجرية والصخرية الصلبة وغير

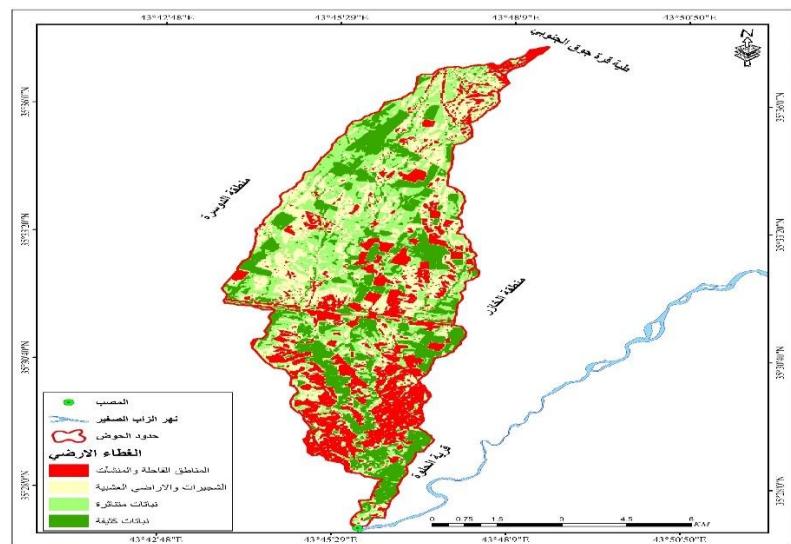
مستغله لكونها لا تصلح للاستخدام الزراعي بسبب صلابتها والتي تتضمن المنكشفات الصخرية للطيات المحدبة والمرتفعات التي تتعرض للتعرية لذلك لوحظ تواجدها بنسبة عالية مع امتداد المنطقة المنكشفة والمرتفعة، كذلك الأرضي الوعرة (Badland) الغير قابلة للاستغلال الزراعي والمميزة للتكتونيات والترب الفتاتية مثل تكون إنجانة وتكون المقدادية، توجد بعض القرى السكنية ولكن بمساحات صغيرة وبشكل بنايات صغيرة ومبعثرة وبينها أرضية ترابية غير معبدة بحيث لا تؤثر على قيم منخني (CN)، حيث بلغ مجموع مساحة المناطق القاحلة (١٣٠.٤) كم^٢ أي بنسبة (٢٣%) من مساحة المنطقة الكلية.

Shrubs and Grassland اشتمل هذا الصنف على ما يغطي المنطقة من أعشاب موسمية

دائمية وفصيلية والتي تضم الحشائش والنباتات القصيرة والمنخفضة النمو والتي تنمو تحت ظروف هيدرولوجية فقيرة، وتميز بقلة كثافتها عن بقية الأصناف الغطاء النباتي، وقد لوحظ انتشارها بشكل واسع ضمن مناطق المراوح الفيضية وخاصة على التربات الحديثة (Quaternary) كذلك بامتداد المجرى المائي والأراضي المنخفضة، وقد بلغ مجموع مساحة هذا الصنف (١٦.١) كم^٢، أي بنسبة (٢٧.٧%) من مساحة المنطقة الكلية.

Sparse Vegetation تشمل هذه الفئة على خليط من نباتات عشبية منخفضة النمو

والشجيرات القصيرة وبعض الأشجار الطبيعية أو المثمرة، وتميز بقلة كثافتها وابتعاد مكوناتها بعضها عن بعض، وتتدخل هذه المكونات فيما بينها لتعطي انعكاس طيفي اعلى من صنف (الشجيرات والأراضي العشبية)، ويلاحظ انتشارها بشكل مبعثر وعشوائي بعض الشيء ضمن منطقة الدراسة، إذ وجد أن مساحة هذا الصنف بلغت (١٤٠.٤) كم^٢ أي ما نسبته (٢٤٠.٧٪) من مساحة المنطقة الكلية. خريطة (٤) أصناف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc GIS 10.8.)

Dense Vegetation تمثل هذه الفئة التصنيفية الأرضي المغطاة بنسبة عالية من النباتات

النباتات الكثيفة

والأشجار والشجيرات الكثيفة، وتشتت في اغلب مساحات منطقة الدراسة على شكل بقع صغيرة ومبعثرة وهي الأقل مساحة بالمقارنة مع الأصناف النباتية الأخرى ولكن تعتبر الأعلى كثافة بالغطاء النباتي، إذ بلغت مساحتها (١٤٠.٣) كم^٢ أي بنسبة (٢٤٠.٦٪) من مساحة المنطقة الكلية.

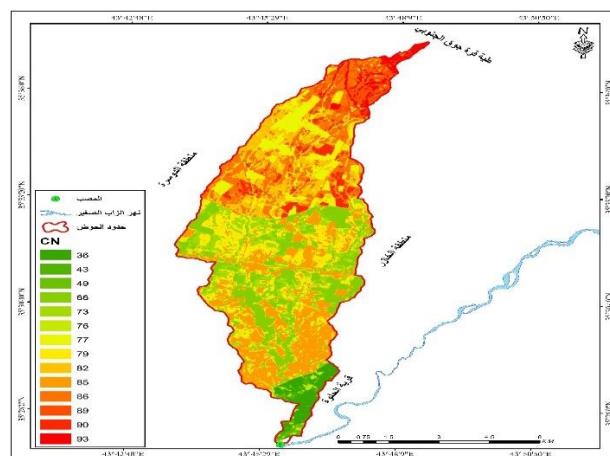
جدول (٦) أصناف ومساحة الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة

نوع الغطاء الأرضي	المساحة/كم ^٢	Land cover	%
-------------------	-------------------------	------------	---

23.0	13.40	Barren Land and Built-up	المناطق القاحلة والمنشآت	1
27.7	16.10	Shrubs and Grassland	الشجيرات والأراضي العشبية	2
24.7	14.40	Sparse Vegetation	نباتات متباينة	3
24.6	14.30	Dense Vegetation	النباتات الكثيفة	4
100.0	58.20	المجموع		

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على مرئية لاندسات، بتاريخ ١٥/٢/٢٠٢٤.

٤. تحديد قيم أرقام المنحنيات (CN) هي عبارة عن قيم (CN) تعكس مدى قدرة الأسطح على امتصاص ونفاذ الماء خلالها أو جريانها السطحي بالاعتماد على حالة الغطاء الأرضي والترب الهيدرولوجية وظروفها^(٩)، إذ إن قيم (CN) المرتفعة تدل على الأسطح شديدة التصميي التي لها القدرة على توليد جريان سطحي عالي، بينما قيم (CN) المنخفضة فتدل على الأسطح القليلة التصميي أو غير المصممة والتي تمتاز بانخفاض قدرتها على توليد جريان سطحي. من واقع قياسات (SCS) المختصة بالحالة المعتدلة لرطوبة التربة المسبقة (AMC-II) وجد أن قيم (CN) ممتدة في مدى بين (صفر - ١٠٠)،^(١٠) وتدل القيم المرتفعة والمقربة من (١٠٠) على الأسطح الأكثر صماماته والتي تكون غير منفذة للماء أو تسمح بمرور كميات قليلة خلالها وبالتالي فإنها تولد جريان سطحي عالي، بينما القيم التي تقترب من (صفر) فتدل على الأسطح غير النفاذه (أقل صماماته) والتي تسمح بمرور كميات عالية من المياه خلال تربتها، وما بين الحدين تقع قيمة وسطى (٥٠) التي تعبر عن الأسطح المتوسطة النفاذه وصمماته متوسطه بحيث تكون معدلات الجريان السطحي متساوية مع معدلات الترشيح^(١١). وكما في الخريطة (٥) خريطة (٥) قيم CN في منطقة الدراسة



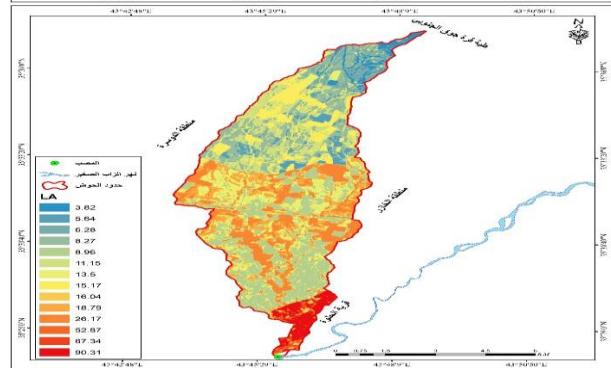
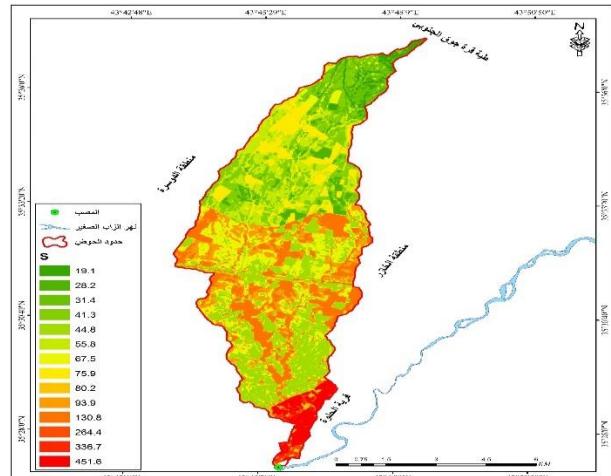
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على جدول (٥).

٥. حساب معامل (S) يعبر المعامل (S) عن الإمكانية القصوى للتربة للاحتفاظ بالماء أو حبسه بعد بدء الجريان السطحي^(١٢)، وهو يصف حالة التربة المشبعة تماماً بالماء بعد بدء الجريان السطحي، أي بعد توقف عملية التسرب أو الترشيح. ويتبين سماكة طبقة التربة المشبعة بالماء تبعاً لنوع التربة ومدى قدرتها على امتصاص الماء أثناء فترة سقوط المطر، ومن ذلك يمكن التأكيد على أن لهذا المعامل علاقة مباشرة مع نوع التربة ونوع الاستخدام الأرضي. تعكس القيمة المرتفعة للمعامل (S) ارتفاع قدرة التربة على احتفاظها بالماء وبالتالي انخفاض في كمية الجريان المائي السطحي، بينما تعكس القيمة الواطئة والمقربة من الصفر انخفاض قدرة التربة على احتفاظها بالماء مما ينتج عنه زيادة في كمية الجريان المائي السطحي، وقد تم احتساب قيمة (S) بكلة الأساليب المتعددة في حساب الجريان السطحي وفق المعادلة الرياضية رقم (١) أعلاه. وتظهر النتائج في الخريطة (٦).

٦. حساب معامل (Ia) يعكس معامل الاستخلاص الأولى (Initial abstraction) مقدار الفاقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي عن طريق التبخّر، أو ما تعرّضه النباتات من مياه الأمطار، أو المياه المتجمعة في المنخفضات السطحية، أو عن طريق التسرب والترشيح، وقد تم احتساب قيمة (Ia) بكلة الأساليب المتعددة في حساب الجريان السطحي وفق المعادلة الرياضية رقم (٢) حسب (USDA) المذكورة في أعلاه.

يستدل من القيمة المنخفضة لمعامل الاستخلاص الأولى على قلة الفاقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي مما يساعد على تسريع الجريان السطحي، بينما يستدل من ارتفاع قيمة معامل الاستخلاص الأولى على فقدان كميات عالية من الأمطار مما يؤدي إلى انخفاض كميات المياه الجارية على السطح، فيما يتساوى الاستخلاص الأولى ومعدل المياه الجارية على السطح إذا بلغت قيمة الوسيط لمعامل (la) (١٣.١٦٧). وتظهر النتائج في الخريطة (٧). خريطة (٧) أصناف قيم LA

S (mm) أصناف قيم خريطة (٦) أصناف قيم

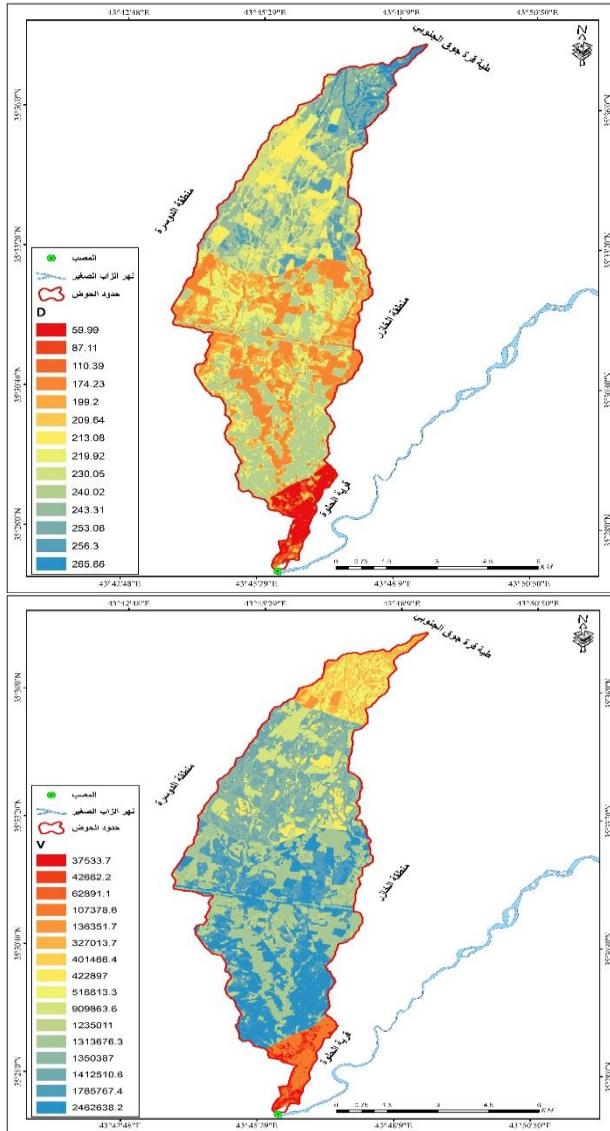


المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على تطبيق المعادلات السابقة.

٧. حساب عمق الجريان (D) يعبر عميق الجريان السطحي (Runoff Depth) عن خلاصة التفاعل بين موجة مطرية معينة مع مكونات وخصائص حوض التصريف، وينتج عن اختلاف نوع الغطاء الأرضي ومقدار نفاذية تربته اختلاف في عمق الجريان المتشكل على سطحه، إذ بمثل هذه الحالات ومع ثبات موجات المطر على كامل الحوض فأن الأرقام المنحنية (CN) هي العنصر المتغير والمتحكم في تباين عمق الجريان السطحي بين أجزاء الحوض، ويتم احتساب عمق الجريان السطحي (D) وفق المعادلة الرياضية رقم (٣) حسب (USDA) المذكورة في أعلى. وتظهر النتائج في الخريطة (٨).

٨. حساب حجم الجريان السطحي (V) يعبر حجم الجريان السطحي عن مجموع الجريان إلى مساحة الحوض، ويعتبر حجم الجريان السطحي من الحسابات الهيدرولوجية الهامة للعديد من الدراسات الهيدرولوجية خاصة التي تعنى بتحديد موقع السدود ومعرفة مواقعها المثلثى ومدى فاعليتها، وتحديد الواقع الأكثر عرضة لغمر المياه، ويتم حساب حجم الجريان السطحي بطريقة (SCS-CN) حسب (USDA) ووفق المعادلة رقم (٤) المذكورة في أعلى. وتظهر النتائج في الخريطة (٩). خريطة (٩) أصناف قيم D

خريطة (٩) أصناف قيم



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على تطبيق المعادلات السابقة.

٩. الأساليب المستخدمة لتطبيق طريقة (SCS-CN) لحساب الإيراد المائي

تتعدد وتنتوء الأساليب والطرق والمنهجيات المستخدمة لحساب الإيراد المائي السنوي بتطبيق طريقة صيانة التربة الأمريكية (SCS) (Soil Conservation Service)، حيث تم الاستدلال والتطرق على خمسة أساليب متنوعة، وتم إهمال احدى هذه الأساليب التي اعتبر فيها بأن منطقة الدراسة متجانسة من جميع الصفات، إذ أعطت نتائج ذات شذوذ مرتفع عن الطرق الأخرى والتي كانت نتائجها متقاربة وذلك نتيجة لعدم أخذ الكميات المائية المتاخرة والمترشحة داخل الترب بنظر الاعتبار ضمن معادلاتها وبالتالي أهميتها ولم تدرج ضمن النتائج العملية، بينما تم استخدام اسلوبين نتج عنها قيم متقاربة وكما يأتي شرحها وبيان نتائجها بالتفصيل:

أ.افتراض قيم (CN) بالاعتماد على الترب الهيدرولوجية ونوع الغطاء الأرضي. يتم تحديد قيم أرقام المنحنى (CN) لكل صنف من التربة الهيدرولوجية بالاعتماد على نوع الغطاء الأرضي (Land Cover) الخاص بطريقة (SCS-CN) (USDA). بعد تحديد قيم (CN) لكل تربة هيدرولوجية كما في الخريطة (١)، تم بعدها تطبيق المعادلات الرياضية الخاصة بطريقة (SCS-CN) المذكورة آنفاً وبشكل متسلسل وتدرجياً لحساب حجم الجريان المائي السطحي، حيث تم إيجاد قيم معامل (S) لكل نوع غطاء ارضي ضمن صنفه من الترب الهيدرولوجية، وإيجاد قيم معامل (Ia)، وحساب عمق الجريان (D)، ومن ثم حساب حجم الجريان السطحي (V) (متر³) لكل نوع غطاء ارضي ضمن صنفه من الترب الهيدرولوجية، بالاعتماد على معادلات رقم (١)، (٢)، (٣)، (٤) حسب (USDA) وكما موضحة قيمها في الجدول (٧).

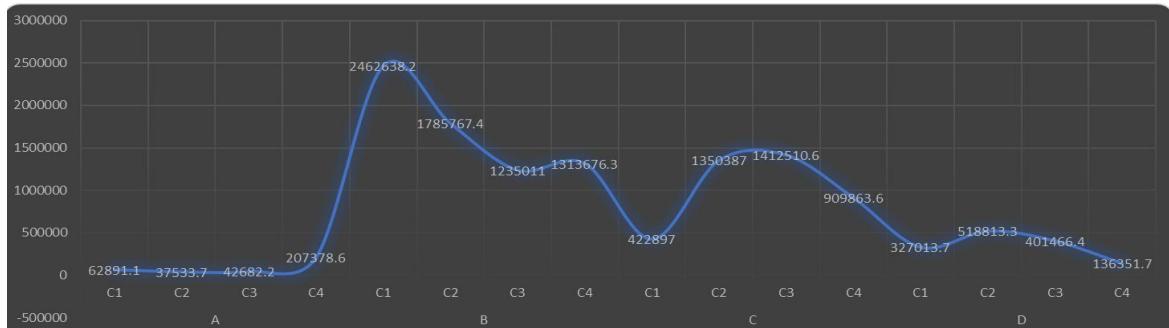
جدول (٧) قيم كل من CN، معامل (S)، معامل (D)، حجم الجريان السطحي (V) لأصناف الترب الهيدرولوجية ونوع الغطاء الأرضي حسب (USDA).

مجلة الجامعة العراقية المجلد (٧٤) العدد (٤) تشرين الثاني (٢٠٢٥)

V	D	LA	S	cn	النسبة %	المساحة /كم²	الغطاء الأرضي	الترب
62891.1	209.64	16.04	80.2	76	0.52	0.3	المناطق القاحلة والمنشآت	A
37533.7	110.39	52.87	264.4	49	0.58	0.34	الشجيرات والأراضي العشبية	
42682.2	87.11	67.34	336.7	43	0.84	0.49	نباتات متباشرة	
107378.6	59.99	90.31	451.6	36	3.08	1.79	النباتات الكثيفة	
2462638.2	240.02	8.96	44.8	85	17.63	10.26	المناطق القاحلة والمنشآت	B
1785767.4	219.92	13.50	67.5	79	13.95	8.12	الشجيرات والأراضي العشبية	
1235011.0	199.20	18.79	93.9	73	10.65	6.2	نباتات متباشرة	
1313676.3	174.23	26.17	130.8	66	12.96	7.54	النباتات الكثيفة	
422897.0	256.30	5.64	28.2	90	2.84	1.65	المناطق القاحلة والمنشآت	C
1350387.0	243.31	8.27	41.3	86	9.54	5.55	الشجيرات والأراضي العشبية	
1412510.6	230.05	11.15	55.8	82	10.55	6.14	نباتات متباشرة	
909863.6	213.08	15.17	75.9	77	7.34	4.27	النباتات الكثيفة	
327013.7	265.86	3.82	19.1	93	2.11	1.23	المناطق القاحلة والمنشآت	D
518813.3	253.08	6.28	31.4	89	3.52	2.05	الشجيرات والأراضي العشبية	
401466.4	243.31	8.27	41.3	86	2.84	1.65	نباتات متباشرة	
136351.7	219.92	13.50	67.5	79	1.07	0.62	النباتات الكثيفة	

المجموع: ١٢,٥٢٦,٨٨٢ متر³

المصدر: مشتق من الجدول (٦) والجدول (٧). وبالتالي فإن مجموع حجم الجريان المائي السطحي (متر³) لأصناف التربة الاربعة في هذه الطريقة يساوي ١٢,٥٢٦,٨٨٢ متر³. وكما في الشكل (٢) منحنى الجريان بالنسبة لنوع الغطاء الأرضي وصنف التربة في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على جدول (٧).

ب. طريقة **Weighted Curve Number (CNw)** تعبر قيمة رقم المنحنى الموزون عن معدل صماته لكل الأجزاء المكونة للحوض الكلي (١٣)، وتم في هذه الطريقة إيجاد قيمة رقم المنحنى الموزون (CNw) للحوض المائي المتكون من أربع تكوينات جيولوجية يمتلك كل منها رقم منحنى (CN) محدد سلفاً، بالاعتماد على القانون التالي:

$$CNw = \frac{\sum CNi \times AREAi}{\sum Area}$$

حيث (i) ١,٢,٣,٤....=

$$CNw = \frac{CN1 \times Area1 + CN2 \times Area2 + CN3 \times Area3 + CN4 \times Area4}{Total Area}$$

وبعد تعويض قيم أرقام المنحنى (CN) لكل تكوين جيولوجي مع مساحته التي يشغلها (Area) في المعادلة السابقة وإجراء العمليات الحسابية وجد أن قيمة رقم المنحنى الموزون (CNw) يساوي (٧٧.٩)، بعدها تم إيجاد وحساب كل من (S, la, D) ومن ثم حساب حجم الجريان السطحي (متر³) كما في الآتي:-

$$S = \frac{25400}{77.9} - 254$$

..... 1

$$mm72.1 S =$$

$$..... 272.1 la = 0.2 \times$$

$$mm14.42la =$$

$$..... 3 D = \frac{(287.6-14.42)^2}{(287.6-14.42)+72.1}$$

$$mm21.14 D =$$

$$..... 4 V = \frac{216.14 * 58200000}{1000}$$

حجم الجريان السطحي (متر³) (V) وفق هذه الطريقة = (12,579,348) م³. وبالتالي ان نتيجة الاسلوبين متقاربة.
الاستنتاجات

توصل البحث الى مجموعة من النتائج وهي:

١. فاعلية طريقة SCS-CN: أثبتت طريقة SCS-CN فعاليتها في تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الخربة، حيث أظهرت دقة عالية في الحسابات الهيدرولوجية.
٢. تأثير التربة والغطاء الأرضي: يتأثر حجم الجريان السطحي بشكل كبير بخصائص التربة ونوع الغطاء الأرضي، حيث تلعب التربة الطينية والغطاء النباتي الكثيف دوراً مهماً في تقليل الجريان السطحي.
٣. سجل الصنف (الشجيرات والأراضي العشبية) الأكثر مساحة في منطقة الدراسة اذ بلغ (١٦.١) كم^٢ وبنسبة (٢٧.٧)%، وهو يمثل قيم متوسطة لأرقام منحنى الجريان.
٤. تباينت التربة الهيدرولوجية في مساحاتها فقد سجل الصنف (B) هي تلك التربة التي يكون لها نسبة ترشيح معتدلة عندما تكون مشبعة، وتكون عميقية الى متوسطة العمق. اذ بلغت مساحتها (٣٧.١) كم^٢ وبنسبة (٥٥.٢)%.
٥. بلغ حجم الجريان المائي (١٢,٥٢٦,٨٨٢) مليون/م³ في حوض وادي الخربة، يتركز في المناطق الوسطى ويقل في المناطق الشمالية والجنوبية من منطقة الدراسة.
٦. ساهمت تقنيات GIS في تحليل البيانات المكانية بدقة، مما ساعد في تحديد المناطق الأكثر تأثراً بالجريان السطحي.

المفردات:

يقترح البحث الجوانب الآتية:

١. تطوير البنية التحتية للحد من الفيضانات: يستلزم إنشاء سدود صغيرة وخزانات مائية في المناطق الأكثر عرضة للجريان السطحي المرتفع، للحد من مخاطر الفيضانات وتحسين استغلال الموارد المائية.
٢. تعزيز تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS): يوصى بتوسيع نطاق استخدام نظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الهيدرولوجية، بهدف تحسين إدارة الموارد المائية وتحفيظ استخدام الأرضي بشكل أكثر كفاءة.
٣. زيادة الغطاء النباتي للحد من الجريان السطحي: يُنصح بتكييف زراعة الأشجار والنباتات في المناطق المعرضة للجريان السطحي، مما يسهم في تقليل المخاطر البيئية وتحسين توازن النظام الهيدرولوجي.
٤. تحسين أنظمة تصريف المياه في المناطق الحضرية: ينبغي تنفيذ شبكات تصريف فعالة في المناطق السكنية ضمن نطاق حوض وادي الخربة، للحد من احتمالات الفيضانات وتقليل الأضرار الناجمة عنها.
٥. الاستفادة من نماذج هيدرولوجية متقدمة: يفضل دمج تقنيات محاكاة هيدرولوجية متطرفة لدراسة تأثيرات التغير المناخي على الجريان السطحي، مما يساعد في تحسين التنبؤات واتخاذ تدابير وقائية فعالة.
٦. إجراء بحوث ودراسات مستقبلية: يُنصح بإجراء دراسات إضافية حول تأثيرات التغير المناخي والتغيرات في استخدامات الأرضي على أنماط الجريان السطحي، لضمان استدامة الموارد المائية في المنطقة

قائمة المورّد

- (١) سهل السنوي، وأخرون، الجيولوجيا العامة، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، الطبعة الأولى، ١٩٩٧، ص ٦٥.
- (٢) انور برواري ونظيره صيلوه، التقرير الجيولوجي، لوحة كركوك، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، بغداد، ص ١٠.
- (٣) علي حسين شلش، ترجمة ماجد السيد ولـي وعبدالله ارزوقي كربـلـ، مناخ العراق، جامعة البصرـةـ، ١٩٨٨، ص ٢٧.
- (٤) Richard C. Sorrell, P.E.(June 22, 2010)Computing Flood Discharges For Small Ungaged Watersheds, Michigan Department of Natural Resources and Environment Land and Water Management Division , p10 - 11.
- (٥) Surendra Mishra, M. K. Jain, P.K. Bhunya, Vijay P. Singh, Field Applicability of the SCS-CN-Based Mishra–Singh General Model and its Variants, February 2005Water Resources Management 19(1):37-62. DOI:10.1007/s11269-005-1076-3.
- (٦) Brouwer, C. and A., Goffeau, and M., Heibloem, Irrigation water management: Introduction to irrigation, Training Manual No. 1, FAO, 1985, P50.
- (٧) Critchley, W. and K., Siegert, and C., Chapman, Water harvesting- A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production, AGL/MISC/17/91, FAO, 1991, P63.
- (٨) Chow, V.T. and D.R., Maidment and L.W., Mays, Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, USA.1988, P62.
- (٩) USDA-TR55, Urban Hydrology for Small Watersheds, USA, Department of Agriculture, 1986, p75.
- (١٠) USDA-TR55, Urban Hydrology for Small Watersheds, USA, Department of Agriculture, 1986, p75.
- (١١) AL-Gamdi, S., Estimating Runoff Curve Numbers of the Soil Conservation Service in Arid and Semi-arid Environments Using Remotely Sensed Data, A dissertation Submitted to the Faculty of the University of Utah, 1991, p45.
- (١٢) هيفاء محمد النفيسي، تقدير الجريان السطحي ومخاطرـهـ السيلـيةـ فيـ الحـوضـ الأـعـلـىـ نـوـاديـ عـرـفـةـ شـرقـ مـكـةـ المـكـرـمـةـ بـوسـائـلـ الـاستـشـاعـارـ عنـ بـعـدـ وـنـظـمـ المـعـلـومـاتـ الجـغـرافـيـةـ، رسـالـةـ مـاجـسـتـيرـ غـيرـ مـنشـورـةـ، جـامـعـةـ اـمـ القـرـىـ، ٢٠١٠ـ، صـ ٧٥ـ.
- (١٣) Richard C. Sorrell, P.E.(June 22, 2010)Computing Flood Discharges For Small Ungaged Watersheds, Michigan Department of Natural Resources and Environment Land and Water Management Division , p10 - 11.