



المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض

www.earth.uomosul.edu.iq

تقدير الجريان السطحي في حوض كبيل باستخدام نموذج SCS-CN وتحليل العلاقات

الارتباطية مع خصائص حوض التصريف

جهد ابراهيم سليم² ID

jihad.salim@uod.ac

ناديه صديق رمضان¹ ID

nadiaramadha9@gmail.com

¹ قسم الجغرافيا الطبيعية، كلية العلوم الإنسانية، جامعة دهوك، دهوك، العراق.

² قسم الغابات، كلية علوم الهندسة الزراعية، جامعة دهوك، دهوك، العراق.

* الباحث المراسل.

تاريخ الاستلام: 25 أيار 2025 تاريخ المراجعة: 01 تموز 2025 تاريخ القبول: 18 آب 2025

تاريخ النشر الإلكتروني: 01 تشرين الأول 2026

الملخص

يُعدّ تقدير الجريان السطحي عاملاً رئيسياً في إدارة الموارد المائية، خصوصاً في البيئات الجافة وشبه الجافة. يهدف هذا البحث إلى تحليل الخصائص الهيدرولوجية لحوض كبيل، الذي تبلغ مساحته (404.65 كم²) باستخدام نموذج (SCS-CN)، وجدت ثلاث مجموعات من الترب الهيدرولوجية (B, C, D) استناداً إلى عينات التربة المأخوذة من منطقة الدراسة، وتم تصنيف الغطاء الأرضي إلى ثمانية أصناف، كما تم تحليل بيانات الأمطار اليومية للسنة المائية (2023-2024) لثلاث محطات تقع داخل منطقة الدراسة (ناكري، دینارته، بجیل). تم الاعتماد على طريقة مضلعات ثيسين في توزيع الأمطار مكانياً. بلغت كمية الأمطار المتساقطة في دینارته (1761.8 ملم)، وفي ناكري (994.9 ملم)، وفي بجیل (1502 ملم)، في حين بلغ عمق الجريان السطحي (549.46 ملم) في دینارته و(145.11 ملم) في ناكري، و(442.89 ملم) في بجیل، بينما سُجل حجم الجريان السطحي في حوض كبيل (132851245.8 م³) وشُكل 24.8% من حجم السواقي على الحوض. سُجل أعلى مقدار من الجريان السطحي في محطة بجیل بمقدار (57270105.9 م³)، تليها محطة دینارته (48415096.8 م³)، وأقل مقدار كان في محطة ناكري (27166043.1 م³)، وينسب جريان (31.18%) و(29.48%) و(14.60%) على التوالي، وبينت الدراسة ان للمسيح علاقة ارتباط موجبة مع كل من الأمطار (P) ومعامل الاستخلاص الأولي (Ia) والمنسوب (E) والانحدار (LS) ونوع التربة (S). وسجلت اقوى علاقة ارتباط مع الأمطار، اذ بلغت قيمة (r) 0.93، بينما علاقة الارتباط السلبية كانت مع كل من رقم المنحني (CN) واستخدامات الارض (LCLU) حيث بلغت قيمة (r) -0.56 و -0.46 على التوالي. وأكدت نتائج الدراسة أن نموذج (SCS-CN) يُعدّ أداة فعالة لتقدير الجريان السطحي مما يعزز استخدامه في إدارة الموارد المائية خصوصاً في المناطق التي تعاني من تباين كبير في التساقط المطري.

الكلمات المفتاحية:

المسيح السطحي، الأمطار، SCS-CN

DOI: [10.33899/injes.v26i4.56210](https://doi.org/10.33899/injes.v26i4.56210), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

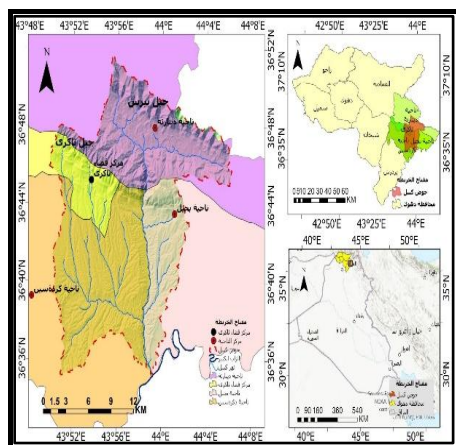
This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

وضع استراتيجيات للحد من التعرية وحماية الموارد المائية، والتنبؤ

بمخاطر الفيضانات، وتقييم الخسائر المحتملة. هناك العديد من الطرائق المتبعة للوصول إلى تقدير حجم الجريان المائي، من أبرزها طريقة (SCS-CN) التي طورتها إدارة حفظ التربة التابعة لإدارة الزراعة (Soil Conservation Service Method, SCS) بالولايات المتحدة الأمريكية (USDA, 1986) ويهدف البحث إلى تخمين كميات الجريان السطحي في حوض كبيل وذلك عبر تحليل البيانات المناخية والهيدرولوجية، وبلاستفادة من نموذج (SCS-CN) في تقدير حجم

1. المقدمة

يُعدّ الجريان السطحي (Runoff) من أهم الموارد المائية، خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة. لهذا السبب لجأت العديد من الدول إلى الاستفادة من هذا المورد، وذلك من خلال إقامة السدود لحزن مياه الأمطار والتي تتحول الى جريان مائي سطحي. ولا تقتصر الغاية من دراسة الجريان السطحي على تأمين مياه الشرب والزري وتغذية المخزون الجوفي، بل ايضا تقدير حجم الجريان السطحي الذي يُعدّ أمراً بالغ الأهمية في المشاريع المرتبطة بالرواسب والتآكل، إذ يساهم في



الشكل 1: موقع منطقة الدراسة (حوض كيبيل)

3. المواد وطرائق العمل

أجرى (Al-Zarfi, 2021) دراسة هيدرولوجية في بادية المثنى باستخدام نموذج (SCS-CN) لتقدير حجم الجريان السطحي من أجل بناء نموذج الملاءمة المكانية لتحديد أفضل موقع للحصاد المائي، بعد حساب قيم معامل الجريان السطحي CN أظهرت النتائج تبايناً ملحوظاً في القيم بين الأحواض. وقام (Omar, 2022) بدراسة هيدرومورفومترية للأحواض الجنوبية لجبل بيبخير، حيث ركز على دراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة، وتم تحليل الجريان السطحي باستخدام نموذج (SCS-CN)، لتحديد معدلات الجريان في أحواض منطقة الدراسة. وكذلك دراسة (Khadir and Al-Jabouri, 2024) في وادي القصر اعتمدت على نموذج (SCS-CN)، وتم حساب حجم الجريان السطحي للحوض معتمداً على مدخلات كل من الغطاء الأرضي وأنماط استخدامها وهيدرولوجية التربة وكميات الأمطار الساقطة، وتم استخراج القيم الخاصة بـ (CN) فضلاً عن تحديد المعاملات التي تعكس سعة احتفاظ التربة بالمياه، وكمية الفاقد من الأمطار قبل الجريان وإمكانية حصاد المياه في حوض وادي السكران.

4. البيانات المستخدمة

في الدراسة الحالية، تم استخدام مجموعة مختلفة من البيانات من مصادر متنوعة والمبينة أدناه:

1. البيانات الفضائية للقمم الصناعي (Landsat 8,9) للمنطقة بتاريخ (2024/5/25) بدقة (30) متر (<https://earthexplorer.usgs.gov>).
2. نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة (12.5) متر (<https://search.asf.alaska.edu>).
3. الخريطة الجيولوجية للعراق تمثلت بخريطة التكوينات الجيولوجية اعتماداً على GEOLOGICAL MAP OF AL MOSUL: QUADRANGLE, SHEET NJ-38-9, Bagdad, Iraq, 2007.
4. بيانات مناخية بالاعتماد على حكومة إقليم كردستان العراق ووزارة النقل والاتصالات، مديرية الأنواء الجوية والرصد الزلزالي،

المياه السطحية المتاحة. وتم العمل وفقاً لهذه الطريقة ضمن برنامج (Arc GIS Pro.3.0)، ومدعماً بالبيانات المستخلصة من المراثبات الفضائية. وتم تصنيف التربة بحسب أصناف التربة الهيدرولوجية التي حددتها طريقة (SCN-CN) لتحديد المناطق ذوات الجريان السطحي العالي استناداً إلى معطيات الحوض ووضع حلول علمية لتوظيفها في إدارة الموارد المائية وبنيت الدراسة على فرضية مفادها أن حوض كيبيل يشهد معدلات جريان سطحي مرتفعة، خصوصاً خلال فترات هطول الأمطار الغزيرة، مما يعزز إمكانية استثمار هذه المياه بطرق مستدامة

2. موقع الدراسة

تقع منطقة الدراسة جغرافياً في إقليم كردستان (شمال العراق)، وتحديداً شرقي محافظة دهوك ضمن الحدود الإدارية لقضاء ثاكري، ويحدد موقعه الإحداثيات الجغرافية بين خطي طول (43°51'20") و (43°55'34") شرقاً ودائرتي العرض (36°45'45") و (36°45'53") شمالاً. تبلغ مساحة منطقة الدراسة (404.65) كم² تتوزع على ثلاثة نواحي إدارية هي دينارته وبجيل وكردسين بنسب (3.59% و 23.15% و 28.06%) على التوالي، أما الجزء الباقي (33.99%) فيقع ضمن مركز قضاء ثاكري كما هو مبين في الشكل (1). ويمتلك حوض كيبيل طوبوغرافية متنوعة، حيث تسود في الجزء الشمالي للحوض جبال عالية ومن أهمها جبل بريس وجبل عقرة وجبل سري صادا، وينبع من بين هذه الجبال نهر كيبيل والذي يعتبر الشريان الحيوي للمنطقة، أما الجزء الوسطي والجزء الجنوبي من الحوض فهما عبارة عن تلال وهضاب وسهول تشكل مناطق زراعية خصبة ومراعي. أما الحدود الزمانية فتحدد بالبيانات المناخية للمحطات المناخية (ثاكري ودينارته وبجيل) لسنة (2023-2024).

أوضحت دراسة (Al-Kanani and Al-Asadi, 2020) أن نموذج (SCS-CN) يُعد من النماذج الفعالة في تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي أبو غار باستخدام قيم (CN) وبيانات مطرية للفترة (2009-2019)، حيث بلغ عمق الجريان السطحي الناتج عن أعلى عاصفة مطرية (77.07) ملم. وأظهرت النتائج فعالية النموذج في احتساب الجريان السطحي بدقة. وهدفت دراسة (Al-Darrat, 2020) إلى تحليل الخصائص الهيدرولوجية لوادي الكراث الواقع ضمن بلدية طبرق شمال شرقي ليبيا، باستخدام تقنيات التحسس النائي ونموذج (SCS-CN) الأمريكي لتقدير الجريان السطحي، وأظهرت النتائج أن 48% من مساحة الحوض ذات نفاذية منخفضة ما يساعد على توليد الجريان السطحي في زمن قصير من عاصفة مطرية واحدة.

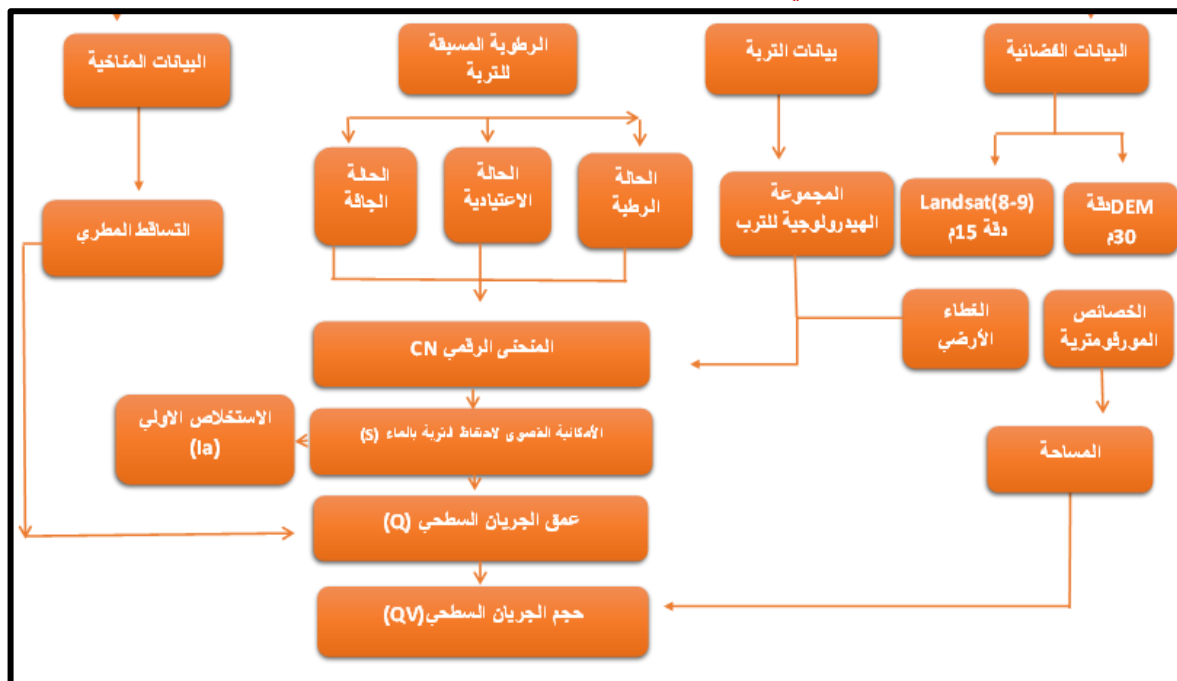
والإحصاء والتقارير في دهوك والمتعلقة بكميات الأمطار اليومية لسنة 2023-2024.

5. خريطة التربة بالاعتماد على عينات مختبرية.

6. خريطة الترب الأمريكية USDA بعمق 30 سم،

بمقياس 1:5000000

5. مراحل استخلاص خصائص الجريان



الشكل 2: مخطط يوضح طريقة استخلاص رقم المنحنى والجريان السطحي.

ويتم استخراج حجم الجريان السطحي وفق المعادلة التالية (AI)

(Darrat, 2020)

$$QV = \frac{Q \cdot A}{1000} \dots (6)$$

حيث أن QV = حجم الجريان السطحي (م³)، Q = عمق

الجريان (ملم)، A = مساحة الحوض (كم²)، 1000 = معامل التحويل

للحصول على النتائج ب (م³).

6. خصائص الحوض الطبيعية

A. الخصائص الجيولوجية

تعد الخصائص الصخرية للتكوينات الجيولوجية من العوامل الأساسية التي تؤثر على الخصائص الهيدرولوجية في الأحواض النهرية. وتمت دراسة الخصائص الجيولوجية لحوض كبيل من خلال الكشف عن تكوين ونوع وتوزيع الصخور التي تعكس نوعية الرواسب المعدنية التي كونت تربة الحوض السطحية أو منكشفات التكوينات، إذ تساهم الخصائص الجيولوجية في تشكيل الأحواض النهرية وتحديد أنماط شبكة التصريف النهري واتجاهاتها حيث تنشأ هذه الأنماط نتيجة للتفاعل المعقد بين التضاريس والمناخ ونوعية الصخور وبنيتها (AI) (Birmani, 2019). يُعد التركيب الجيولوجي أحد العوامل الهامة التي

يمكن التعبير عن طريقة (SCS-CN) رياضياً بالشكل التالي

(Hassan and Abdulsalam, 2023)

المعادلة الرياضية المعتمدة لقياس منحنى الجريان (Wang

and Qin, 2015) هي:

$$Q = \frac{(P-Ia)^2}{(P-Ia+S)} \dots (1)$$

حيث إن: Q = عمق الجريان السطحي (ملم)، P = الأمطار

الساقطة (ملم)، Ia = الفواقد الأولية، S = الامكانية القصوى للاحتفاظ

بالماء بعد بدء الجريان السطحي .

ولأن Ia تساوي خمس قيمة S، فإنها تحسب رياضياً كالآتي:

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

بناءً على ذلك، يمكن صياغة المعادلة (1) على النحو التالي:

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \dots (3)$$

يتم حساب قيمة S وفق المعادلة التالية (USDA, 1986):

$$S = \frac{CN}{1000} - 10 \dots (4)$$

ولتحويل وحدات (S) إلى ملم لتتوافق مع المقاييس المترية،

تصبح الصيغة كما يلي:

$$S = \frac{25400}{CN} - 25 \dots (5)$$

تكوين بلاسبي

يتألف هذا التكوين من قسمين علوي وسفلي، الجزء العلوي يتكون من حجر جيرى وصخور طباشيرية ومحتوى قيرى. وقد توجد أيضاً صخور صلصالية بيضاء. أما الجزء السفلي فيحتوي على صخور طباقية صلبة تشمل حجر الكلس الأبيض مع الهيدروكربونات؛ بالتالي يهيمن حجر الكلس الأبيض على التكوين. ومن حيث النفاذية والمسامية فهو ضعيف النفاذية قليل المسام (Al-Sayyab et al., 1982).

تكوين مقدادية

وهو عبارة عن حجر رملي حصوي وحجر غريني وحجر طيني. يتميز بارتفاع مساميته إلى جانب نفاذية مرتفعة ناتجة عن كبر حجم الفراغات وانتشار الشقوق والفواصل داخلها، لذلك فإن خصائص التكوين تسهم في التقليل من احتمالات الجريانات السطحية والكثافة التصريفية العالية على سطحه (Ahmed, 2022).

تكوين باي حسن

يتكون من مدملكات ناعمة وخشنة تحتوي على مواد فتاتية بحجم السلت والرمل بلون رمادي غامق تتحول تدريجياً إلى اللون الأحمر في الطبقات العليا المكشوفة نتيجة للخصائص الصخرية المميزة (Salim, 2016). يُسهم التكوين في تعزيز معدلات الترشيح، الأمر الذي ينعكس بانخفاض واضح في حجم الجريانات السطحية.

تكوين انجانة

يتكون من الصلصال الأحمر أو الأصفر مع متداخلات من الحجر الرملي ناعمة إلى خشنة وتماسكها ضعيف. يتضمن التكوين فواصل وشقوقاً في بعض الأحيان (Salim, 2016) إن وجود هذه الفواصل والشقوق وبدرجة كبيرة يعزز من أهميته الهيدرولوجية، حيث يسهم في تحسين نفاذية المياه وحركتها داخل التكوين فتقلل من فرص تشكيل المسيلات المائية.

تكوينات سرمورد، بالامبو، كراكو

يتكون تكوين سرمورد من صلصال مزرق إلى بني، مع تداخلات من صخر جيرى صلبالي. أما تكوين بالامبو فتتكون طبقاته من الحجر الجيري البني الرمادي الداكن والمارل الأخضر الزيتوني والدولومايت. يتكون تكوين كراكو من الحجر الجيري الرملي الخشن الحبيبي (Al-Koran, 2011). أما هيدرولوجياً، فتساهم هذه التكوينات الثلاثة في تقليل حجم الجريان السطحي نتيجة لخواصها المسامية التي تسهم في الترشيح إلى الطبقات العميقة.

ترسيبات السهل الفيضي

تتكون هذه الترسبات من الحصى والمواد الطينية والغرينية الناعمة والرمل (Al-Bahadli, 2021)، وتتميز هذه الترسبات بزاوية انحدار منخفضة ومستويات واطئة يجعلها تتعرض للغمر بالمياه خلال مواسم الفيضان.

تحدد خصائص الحوض، فالمناطق التي تحتوي على صخور عالية المسامية ونسبة كبيرة من الفواصل والشقوق غالباً ما تزداد فيها كمية الفوائد المائية بالتسرب إلى الطبقات تحت السطحية، وبالتالي تقل كمية المياه السطحية في هذه المناطق. بالمقابل، يزداد تدفق المياه السطحية في المناطق التي تحتوي على صخور منخفضة المسامية وفواصل وشقوق قليلة (Karbal, 1986) بالإضافة إلى ذلك، تلعب الجيولوجيا دوراً حاسماً في تحديد أنسب المواقع لحصاد المياه وفقاً للتكوينات الصخرية المختلفة الموجودة في منطقة الدراسة، وتتكشف في حوض كيبيل مجموعة من التكوينات الجيولوجية التي تؤثر بشكل مباشر على خصائصها الهيدرولوجية، إذ تمتد هذه التكوينات عبر عصور جيولوجية مختلفة من الجوراسي إلى الترياسي، مما يساهم في تنوع الخصائص الهيدرولوجية للمنطقة، وينكشف اثنا عشر تكويناً في منطقة الدراسة وهي :

تكوين قمجوقة

يتكون هذا التكوين من طبقات من الصخور الجيرية والدولوماتية، وحجر الطفل الأسود، والغرين، والصلصال، والمارل، ويظهر هذا التكوين على شكل نتوءات بارزة واضحة. مكوناته الصخرية ذات مقاومة ضعيفة للتجوية الكيميائية والتعرية مما أدى إلى تكوين تجاويف في الأجزاء التي تشغلها، لذا، فإن لها أهمية كبيرة في تحقيق الجريان المائي بسبب احتوائها على هذه التجاويف (Al-Zubaidi, 2018).

تكوين عقرة - بخمة

يتكون من طبقات من الصخور الجيرية وصخور الجير الدولوماتية التي تتميز بألوانها القهوائية المصفرة والرمادية الفاتحة ويتركبها البلورية الصلبة جداً. إن ما يميز تكوين عقرة هو الصخور القاسية ذات النفاذية العالية (Al-Hayali, 2021).

تكوين كولوش

يتكون هذا التكوين من حجر الطفل والحجر الرملي والحجر الغريني والحجر الطيني الأسود. ورغم أن التكوين يتمتع بدرجات عالية من المسامية والنفاذية، إلا أن بيئته الترسيبية المتمثلة في تعاقب الحجر الرملي مع الطين الصفائحي (Hassan and Al-Koran, 2012) أسهمت في الحد من قدرة المياه على التغلغل إلى الأعماق مما أدى إلى تجمع المياه على السطح، وبالتالي ساعد ذلك في نشوء جريان سطحي فعال وتطور شبكة تصريفية بدلالات مختلفة.

تكوين جركس

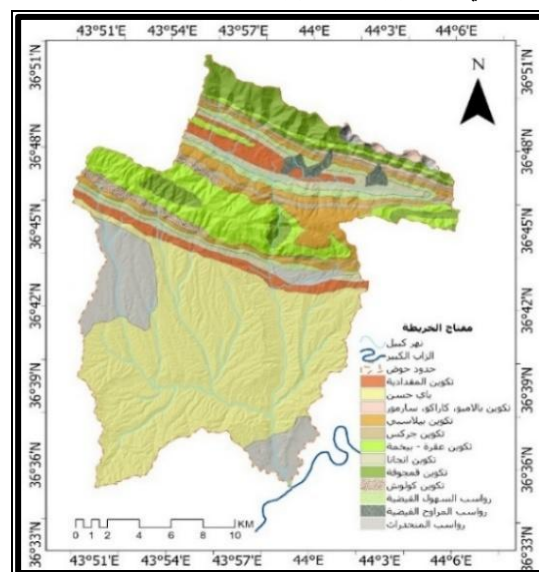
يتكون من صخور الطفل الأحمر المائل إلى البنفسجي بالإضافة إلى حجر الطين وحجر الرمل والصلصال، كما يتميز هذا التكوين باحتوائه على كميات كبيرة من الجبس في طبقاته العليا إلى جانب صخور المارل (Ali and Hamad, 2023). ونظراً لكونه يمتاز بالصلابة والمقاومة العالية، فهو يسهم في تعزيز الجريانات المائية على سطحه.

ترسبات المراوح الغرينية

تتكون من ترسبات رسوبية في المناطق المنخفضة وسفوح التلال ناتجة عن تعرية الصخور والرسوبيات من المناطق الجبلية العالية بفعل الأمطار الغزيرة. (Al-Fahdawi, 2018)

ترسبات المنحدرات

تشكلت نتيجة الجريان السطحي خلال فترات الأمطار الغزيرة، وتتألف من خليط من فئات الحصى والرمل. تظهر هذه التكوينات مع مساحاتها في الشكل (3) والجدول (1) أدناه.



الشكل 3: التكوينات الجيولوجية في حوض كيبيل

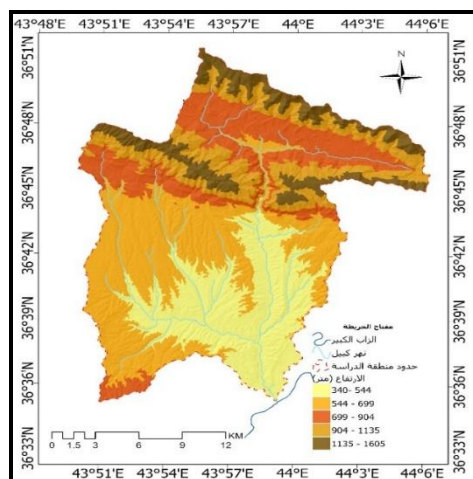
الجدول 1: التكوينات الجيولوجية ومساحاتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة.

ت	نوع التكوين	المساحة كم ²	النسب المئوية %
1	تكوين قمحوقة	30.1	7.44
2	تكوين عقرة - بخمة	51.89	12.82
3	تكوين كولوش	6.11	1.51
4	تكوين جركس	10.8	2.67
5	تكوين بلاسي	28.91	7.14
6	تكوين انجانة	17.55	4.34
7	تكوين مقدادية	20.92	5.17
8	تكوين باي حسن	175.54	43.38
9	تكوين سرمورد، بالامبو، كراكو	4.68	1.16
10	ترسبات المراوح الغرينية	4.1	1.01
11	ترسبات المنحدرات	38.2	9.44
12	ترسبات السهل الفيضي	15.85	3.92
	المجموع	404.65	100

B. الخصائص التضاريسية للحوض

تؤثر الخصائص التضاريسية بشكل مباشر في الدراسات الهيدرولوجية، وينحصر تأثير التضاريس ممثلاً بالارتفاع والانحدار على التصريف المائي من زيادة أو نقصان في سرعة جريان المياه على سطح الأرض (Al-Shammari, 2023) والتضاريس عامل متحكم

في حركة المياه السطحية، وكذلك كمية المياه المنصرفة وسرعتها، وكذلك التباين في وصول موجة التصريف من المنبع الى المصب (Hassan, 2023) تزداد سرعة جريان مياه الامطار في المناطق الشديدة الانحدار، وهذا يؤدي الى انخفاض طاقة الترشيع والتبخر. أما في المناطق ذات الانحدار الطفيف، فتتميز ببطء تدفق المياه، وبالتالي تزداد كميات الترشيع والتبخر (Karbal, 1986) وكذلك تعكس دراسة خصائص الانحدار والارتفاع أثر العناصر المناخية، لاسيما في كميات الامطار المتساقطة وقيم التبخر. تزداد كميات الامطار المساقطة وتنخفض درجات الحرارة مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر، والعكس صحيح. أجريت دراسة خصائص الارتفاع باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييز (12.5) متراً باستخدام برنامج يوضح الشكل (4) والجدول (2) أن طوبوغرافية حوض كيبيل تتراوح ما بين (340 م) كأدنى ارتفاع عند منفذ الحوض، وتصل إلى (1605 م) فوق مستوى سطح البحر في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية. وتم تصنيف المنطقة إلى خمس فئات رئيسية بناءً على درجات الارتفاع: الفئة الأولى تتمثل بالمنطقة السهلية في الأجزاء الجنوبية الشرقية والمناطق الوسطى. تتميز أنواع الجريان في هذا المنطقة بأنها غير دائمة حيث يرتبط وجودها بالتساقطات المطرية والثلجية. تواجه هذه المناطق تدفقات مائية عالية خلال العواصف المطرية التي تتجاوز قدرة السطح على امتصاصها. اما الفئة الثانية، فتعد من أكثر الفئات التضاريسية مساحة وهي أكثر تموجاً من الفئة السابقة، وهي تمثل أراضي التلال المنخفضة. الفئة الثالثة تمثل الأراضي المتوجة وتتصف بالتضرس وتعد من المناطق النشطة تعريياً. تتمثل الفئة الرابعة بأقدام الجبال التي تمتد بشكل شريط طولي من اتجاه الشمال الشرقي الى الجنوب الشرقي وعلى جانبي كلي زنته. اما الفئة الخامسة، فتعد من أعلى مناطق الحوض ارتفاعاً إذ تقع ضمن المنطقة الشديدة الالتواء والمتمثلة بالجبال الشاهقة والوعرة. وتعد هذه الفئة ذات أقل انتشار مكاني من بين فئات الارتفاع الأخرى فهي تغطي قمم الجبال العالية.



الشكل 4: خصائص الارتفاع لمنطقة الدراسة.

7. طريقة استخلاص رقم المنحنى للأحواض (CN)

يعكس رقم المنحنى (Curve Number - CN) القيمة المعبرة عن الحالة الهيدرولوجية للتربة ومدى قدرتها على امتصاص المياه بالإضافة إلى تأثير الغطاء الأرضي. وهو مؤشر يُستخدم لمعرفة مدى استجابة حوض التجميع للجريان السطحي. وتعتمد طريقة رقم المنحنى (Curve Number) على مجموعة من المعادلات الرياضية التي تُبنى على المعلومات متاحة عن هيدرولوجية التربة وخصائص الغطاء الأرضي وأنماط استخدام الأراضي، بالإضافة إلى كمية الأمطار يُعد هذا الرقم أحد المدخلات الأساسية في معادلة الجريان السطحي التي طورتها خدمة الحفاظ على التربة (Hameed, 2013)، حيث يتيح تقدير الجريان السطحي بدقة من خلال دمج العوامل المشار إليها، ويساعد على فهم العلاقة بين الهطول والتسلل والجريان السطحي في منطقة الدراسة (Khalaf et al., 2020).

8. وصف الغطاء الأرضي Land Cover Description

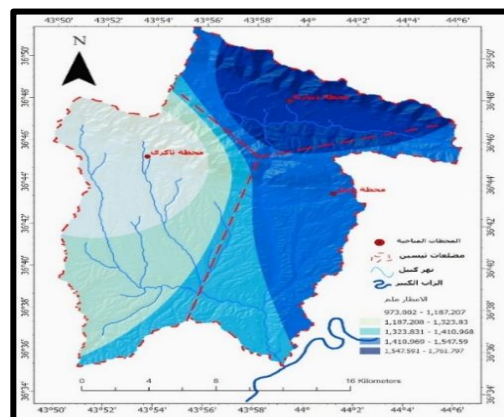
يشير الغطاء الأرضي إلى الخصائص الطبيعية من تربة وغطاء نباتي وموارد مائية بالإضافة إلى المعالم التي أنشأها الإنسان (Ahmed, 2019). أن تحليل أصناف غطاء الأرض في حوض كبيل يوضح تأثيرها على قدرة الحوض على تشكل الجريان السطحي أو تغذية المياه الجوفية، إذ تتميز الأسطح المبنية في الحوض بقدرة عالية على تكوين السيول عند هطول الأمطار الغزيرة مقارنةً بالمناطق ذات التكوينات العالية المسامية التي تعزز تسرب المياه وتغذية الخزانات الجوفية (Al-Zarfi, 2021). فقد تم تصنيف الغطاء الأرضي إلى ثمانية أصناف بالاعتماد على المرئية الفضائية (Landsat 8,9) التي تم الحصول عليها من موقع الهيئة الجيولوجية الأمريكية (USGS) بدقة مكانية (30 متراً) بتاريخ (15/5/2024) وذلك باستخدام برنامج (Arc GIS Pro.3.0) وتطبيق أسلوب التصنيف الموجه (Supervised Classification) وتم إنتاج الشكل (6) الذي يُظهر الأصناف الثمانية الرئيسية من الغطاء الأرضي في حوض كبيل. ويبين الجدول (3) نسب توزيع الغطاء الأرضي بحسب التصنيف، فالأراضي الجرداء تمثل مجمل المناطق غير المستخدمة من الحوض، ويشغل هذا الصنف مساحة (50.18 كم²) بما يعادل (12.4%) من إجمالي مساحة الحوض وتظهر الأراضي الجرداء تأثيراً واضحاً يتمثل في تعزيز سرعة الجريان السطحي (Al-Jabouri and Al - Douri, 2020) ويرجع ذلك إلى غياب الغطاء النباتي باستثناء الأراضي الرملية والحصوية تكون هذه الأراضي عادة غير متماسكة مما يسمح بمرور المياه. أما صنف الأراضي العمرانية فيشمل جميع مظاهر النمو الحضري مثل الاستخدامات السكنية والتجارية وطرق النقل والأرصعة بالإضافة إلى غيرها من الأنشطة العمرانية. ولا تزيد مساحته عن (15.15 كم²)، أي ما يساوي (3.74%) من المساحة الإجمالية للمنطقة .

الجدول 2: مساحة ونسب الارتفاعات لحوض كبيل.

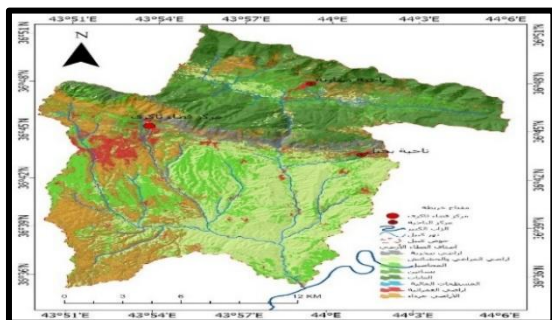
الغثة /متر	المساحة كم ²	النسبة المئوية %
340 – 455	101.27	25.03
544 – 699	128.61	31.78
699 – 904	78.43	19.38
904 – 1135	55.72	13.77
1135 – 1605	40.62	10.04
المجموع	404.65	100

C. الخصائص المناخية

اعتمدت الدراسة الحالية على بيانات هطول الأمطار المسجلة في عدة محطات داخل نطاق منطقة الدراسة، والتي تشمل محطات (ناكرى ودينارته وبيجل)، فضلاً عن استخدام طريقة مضلعات ثايسن (Thiessen Polygons) لحساب متوسط وتوزيع التساقط المطري التي تستند على الموقع الجغرافي للمحطات المطرية المؤثرة وكميات الهطول التي تستقبلها، حيث بلغ عدد الأيام الممطرة للسنة المائية (2023 – 2024) سبعة وخمسين يوماً ممطراً. كما يتبين في الجداول (10 و 11 و 12) أنه كان عدد الأيام الممطرة متطابقة في جميع المحطات الواقعة داخل حوض كبيل، إلا أن مجموع الأمطار المسجلة لكل من محطة (ناكرى ودينارته وبيجل) أظهر تبايناً ملحوظاً، إذ بلغ إجمالي الهطول المطري في محطة ناكرى 994.9 ملم، بينما سجلت محطة دينارته 1761.8 ملم، و1502 ملم في بيجل كما هو مبين في الشكل (5) مما يشير إلى تفاوت كبير في كميات الهطول بين المحطات. بلغ مجموع حجم المياه الواصلة إلى حوض كبيل للسنة المائية (2023-2024) حوالي 535746283 م³ مكعب كما هو مبين في الجدول (13). على الرغم من أن الهطول المطري في دينارته هو الأعلى، إلا أن حجم المياه المتساقطة لم يتناسب بشكل مباشر مع هذه الكمية. ففي محطة دينارته، بلغ حجم المياه المتساقطة 155267434 م³، بينما سجلت محطة بيجل 194223620 م³، وأقل حجم كان في محطة ناكرى بواقع 186255229 م³. يعكس هذا التفاوت في حجم المياه المتساقطة إلى الاختلاف في المساحات التي تغطيها كل محطة حسب تصنيف ثايسن.



الشكل 5: التوزيع المكاني لهطول الأمطار على نطاق الحوض لسنة (2024-2023).



الشكل 6: استعمالات الأرض لحوض كيبيل.

الجدول 3: نسب ومساحات الغطاء الأرضي والاستعمالات.

الغطاء واستعمال الأرض	المساحة كم ²	النسبة المئوية %
المحاصيل	107.03	26.45
الأراضي الصخرية	28.01	6.92
المسطحات المائية	0.28	0.069
الأراضي العمرانية	15.15	3.74
الغابات	95.05	23.48
أراضي المراعي الطبيعية والحشائش	91.55	22.62
البساتين	17.41	4.3
الأراضي الجرداء	50.18	12.4
المجموع	404.65	100%

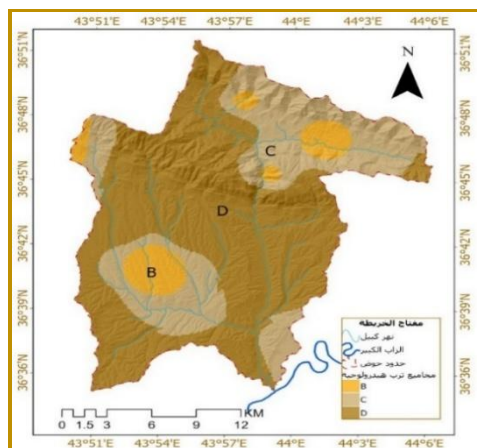
تعد نوعية التربة من العوامل الأساسية التي تؤثر بشكل كبير على كمية الجريان السطحي، وقد حددت طريقة (SCS-CN) أربع مجموعات هيدرولوجية رئيسية للتربة استناداً إلى معدل النفاذية بها، الذي يعتمد على معدل وسرعة انتقال المياه عبر التربة (Al-Nafie, 2010). وتنقسم هذه المجموعات إلى (A,B,C,D)، حيث يتميز كل نوع بخصائص فريدة تميزه عن الأنواع الأخرى، حيث تتميز المجموعة A بطبقات رملية عميقة ذات نفاذية عالية جداً ومحتوى منخفض من طين وغرين، مما ينتج جرياناً سطحياً منخفضاً. ومن أنواع التربة في هذه المجموعة التربة رملية والتربة المزيجية والتربة الرملية المزيجية، أما المجموعة B، فتضم طبقات رملية أقل عمقاً من المجموعة A مع معدل ارتشاح متوسط، وتشمل تربة مزيجية وتربة غرينية مزيجية، بينما تحتوي المجموعة C على طبقات طينية محدودة العمق ذات نفاذية منخفضة نسبياً، ومن أنواع التربة في هذه المجموعة التربة المزيجية الرملية الطينية. وتتميز المجموعة D بتربة طينية ذات نفاذية منخفضة جداً وجريان سطحي عالٍ، مع وجود طبقة سطحية ضحلة من تربة ناعمة، وتشمل هذه المجموعة الترب الطينية المزيجية والطينية الغرينية المزيجية كما هو مبين في الجدول (4) (USDA, 1986).

وهيدرولوجياً تتميز أراضي هذا الصنف بمسامية منخفضة كونها مصمتة مما يمنع تسلس المياه إلى التربة ويُعزز من التدفق السطحي (Hassan, 2021).

وتشغل المنكشفات الصخرية مساحة تقدر بـ (28.01 كم²) أي ما يعادل (6.92%) من إجمالي مساحة المنطقة المدروسة. يظهر صنف المكشفات الصخرية بشكل متفرق ضمن منطقة الدراسة، يختلف هذا الصنف في صلابة الصخور المنكشفة وقابلية الترشيع وتتميز بضعف المسامية، مما يقلل من قدرة التربة على نفاذ المياه، باستثناء بعض المناطق التي تحتوي على شقوق وفواصل تسمح بتسرب كميات قليلة من المياه عبر الشقوق والفواصل الموجودة بين أجزائها عقب سقوط الأمطار. وتشمل أراضي المراعي والحشائش الطبيعية على الحشائش القصيرة والطويلة التي تغطي جزءاً كبيراً من منطقة الدراسة، وتعتبر ثاني أكبر صنف من حيث المساحة إذ يشغل حوالي (91.55 كم²) بما يعادل (22.62%) من إجمالي مساحة حوض كيبيل. يلعب الغطاء النباتي دوراً مهماً في تقليل حجم الجريان السطحي، وتختلف كثافة هذا الصنف من منطقة إلى أخرى داخل حوض كيبيل، حيث تساهم زيادة الكثافة في تعزيز ترشيح المياه وتقليل كميتها المتدفقة على السطح (Khadir and Al-2024) والثانوية والبرك، بالإضافة إلى غيرها من التجمعات المائية، وتشكل أقل نسبة من مساحة منطقة الدراسة حيث بلغت (0.28 كم²) بما يعادل (0.069%) من إجمالي مساحة الحوض. أما صنف المحاصيل، فإنه يشمل الأراضي المستخدمة للإنتاج الزراعي في حوض كيبيل، والتي تشمل بشكل أساسي زراعة الحنطة والرز والماش والسمسم، ويشغل مساحة (107.03 كم²) التي تعادل (26.45%) من إجمالي مساحة حوض كيبيل. يعمل هذا الصنف من الأراضي الأكثر استخداماً وانتشاراً ضمن حوض كيبيل على إعاقة الجريان السطحي مما يعزز فرصة نفاذ المياه إلى باطن التربة، وبالتالي تتخفف القدرة على إحداث الجريان (Al-Ghamidh, 2023) ويشمل صنف البساتين الأراضي الزراعية المتمثلة بالبساتين المختلفة، حيث بلغت مساحتها في الحوض (17.41 كم²) بما يعادل (4.3%) من إجمالي المساحة. تعمل البساتين على إعاقة الجريان السطحي، مما تعزز فرص نفاذ المياه وترشيحها داخل التربة. أما صنف الغابات، فإنه يشغل مساحة تقدر بحدود (95.05 كم²) ونسبة (23.48%) من المساحة الكلية. ويتركز في شمال منطقة الدراسة. تساهم الغابات في تقليل الجريان السطحي، إذ تعمل جنورها على امتصاص المياه وتخزينها في التربة، مما يعزز قدرة الأرض على الاحتفاظ بالرطوبة وإعادة تغذية المياه الجوفية.

الجدول 4: أصناف التربة الهيدرولوجية بحسب طريقة (SCS-CN).

المجاميع الهيدرولوجية للتربة	عمق الجريان	المجاميع الهيدرولوجية للتربة
A	قليل	طبقة رملية ذات عمق كبير تتخللها نسبة ضئيلة من الطين والغرين، تمثل (رملية - رملية مزيجية أو مزيجية رملية)
B	متوسط	مع معدل تسرب متوسط بعد ترطيب التربة. (التربة مزيجية غرينية - مزيجية) (A) طبقة رملية اقل عمقاً من صنف
C	عالٍ	طبقة طينية ذات عمق محدد، تتميز بمعدل ارتشاح أقل من المتوسط قبل أن تصل التربة إلى حالة التشبع. (مزيجية طينية رملية)
D	عالٍ جداً	طبقة طينية ذات قدرة انتفاخ مرتفعة، يعلوها طبقة سطحية ضحلة من التربة الغرينية ناعمة. تتنوع قوام التربة بين (مزيجية طينية - مزيجية رملية - وغرينية طينية)



الشكل 7: التربة الهيدرولوجية لحوض كبيل.

9. الحالة المسبقة لرطوبة التربة

إن الحالة المسبقة لرطوبة التربة لها تأثير كبير في حجم الجريان السطحي، كما تشير إلى مستوى الرطوبة في التربة قبل بدء العاصفة المطرية (Al-Kanani and Al-Asadi, 2020). تم تصنيف الرطوبة المسبقة للتربة إلى ثلاث فئات رئيسية تُستخدم كمداخلات في رقم المنحنى (CN) (الجدول 6) (Gangodagamage and Aggarwal, 2012). الفئة الأولى (AMC I) تشير إلى التربة الجافة التي تمثل أدنى احتمالية للجريان السطحي، والفئة الثانية (AMC II) تشير إلى التربة الاعتيادية ذات الرطوبة المتوسطة، والفئة الثالثة (AMC III) تشير إلى التربة الرطبة مما يعكس أعلى احتمالية للجريان السطحي (Gangodagamage and Aggarwal, 2012). تم تخصيص قيمة (CN) خاصة بكل حالة من هذه الحالات لتحديد الجريان السطحي وفقاً لدرجة رطوبة التربة مما يساهم في تحليل تأثير حالة رطوبة التربة السابقة (AMC) على توليد الجريان السطحي. تُظهر البيانات أن تأثير الرطوبة السابقة على الجريان السطحي كان جوهرياً، وقد سُجلت إحدى التساقطات 33 ملم دون تسجيل أي جريان سطحي بسبب جفاف التربة، في المقابل سُجل هطول قدره 31.2 ملم، ولكن نظراً لوجود رطوبة مرتفعة في الخمسة أيام التي سبقت الزخة المطرية فتم تسجيل جريان سطحي بلغ 10.06 ملم، مما يؤكد أن الحالة السابقة لرطوبة التربة لها تأثير على توليد الجريان السطحي أكثر من كمية الهطول المطري بحد ذاتها. كما أظهرت البيانات أن أعلى قيمة للجريان

تم رسم الشكل للتربة الهيدرولوجية للحوض بناءً على التحليل المختبري لعينات التربة المأخوذة من منطقة الدراسة (Salim et al., 2025)، حيث وجد في منطقة الدراسة ثلاثة أصناف من التربة الهيدرولوجية (B, C, D)، بينما لم يظهر الصنف (A) من بين المجموعات الأربعة المعتمدة. وإن مساحات وتوزيع هذه التربة في منطقة الدراسة يبيّنه الجدول (5) والشكل (7).

الجدول 5: أصناف التربة الهيدرولوجية.

النسبة %	المساحة (كم ²)	الصنف
7.33	29.69	B
30.53	123.54	C
62.13	251.42	D
100%	404.65	المجموع

1. التربة الهيدرولوجية (الصنف B): تضم هذه المجموعة التربة المزيجية - المزيجية الغرينية التي تتصف بنسيج خشن إلى متوسط والطبقة الرملية فيها أقل عمقاً من المجموعة (A) (Al-Saedi and Al-Ajili, 2019). تساهم هذه المجموعة بجريان سطحي معتدل، إذ تؤثر بشكل مباشر على خصائص الجريان السطحي في المنطقة وتشغل مساحة (29.69) كم² بما يعادل (7.33%) من إجمالي المساحة الكلية لحوض كبيل.

2. التربة الهيدرولوجية (الصنف C): من ملاحظة الجدول (5)، نجد أن تربة هذه المجموعة شغلت مساحة قدرها (123.54) كم²، أي ما يعادل (30.53%) من إجمالي مساحة الحوض. تتكون هذه التربة من تربة مزيجية غنية بالغرين ذات نفاذية تتراوح بين الضعيفة والجيّدة (Falih, 2023). تتميز هذه التربة بمعدل ارتشاح منخفض إلى متوسط، مما يؤدي إلى زيادة معدلات الجريان السطحي فوقها (Aftan and Hamid, 2023).

3. التربة الهيدرولوجية (الصنف D): تمثل هذه المجموعة أكبر المجموعات الهيدرولوجية مساحة، حيث تُقدر مساحتها بـ (251.42) كم² بما يعادل (62.13%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وتُعد هذه الفئة من التربة الأقل كفاءة بين المجموعات الهيدرولوجية في امتصاص المياه حيث يتميز معدل تسربها بالانخفاض الشديد وتتسم بارتفاع الجريان السطحي مقارنة بالمجموعات الأخرى (Al-Samarrai and Al-Samarrai, 2024).

السطحي المسجلة بلغت 89.27 ملم عندما كان الهطول المطري 122.7 ملم، وكانت التربة في حالة رطبة جدًا. تم استخدام بيانات هطول الأمطار اليومية كمداخلات لحساب الجريان السطحي اليومي.

الجدول 6: تصنيف الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC).

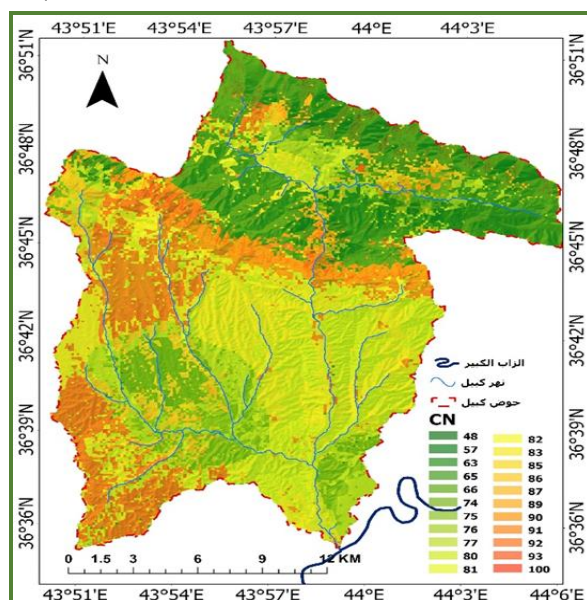
فئة AMC	مجموع الأمطار في الأيام الخمسة السابقة (ملم)	
	موسم النمو	موسم السكون
AMC I	اصغر من 35	اصغر من 12.7
AMC II	35 إلى 52.5	12.7 إلى 27.9
AMC III	أكبر من 52.5	أكبر من 27.9

(2021). لحساب قيمة (CN) يتم دمج طبقتين هما طبقة استعمال الأرض وطبقة التربة الهيدرولوجية باستخدام أداة (Combine) ضمن برنامج (Arc GIS Pro.3.0) (Khalaf et al. 2020). وبينت النتائج (الشكل 8 والجدول 7) وجود مجموعة شاملة تضم 24 قيمة لـ CN تتراوح ما بين 48 و 100. يعكس هذا النطاق تنوع نوعية الغطاء الأرضي والتربة في المناطق المدروسة، مما يقدم لنا فهماً معمقاً لخصائص الجريان السطحي. تم حساب رقم المنحنى المرجح لحالة (AMC-II) باستخدام الصيغة المعتمدة وكانت القيمة الناتجة (77.49)، وباستخدام المعادلات التجريبية التي تم توضيحها في الجدول (8)، تم اشتقاق (CN) لكل من (AMC-I)(AMC-III) حيث بلغت القيم (60.06) و (88.06) على التوالي. بناءً على هذه القيم، وتم تقدير الحد الأقصى لقدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه.

10. النتائج والمناقشة

استخراج قيم رقم المنحنى (CN)

تُعبّر قيم (CN) عن الاستجابة المائية للأسطح التي تستقبل مياه الأمطار وتحولها إلى جريان سطحي. تعتمد كمية الجريان وطبيعته على نفاذية التربة وخصائص الغطاء الأرضي، والتي يتم التعبير عنها من خلال قيم (CN) (Al- Kanani and Al- Asadi, 2020)، حيث تتراوح هذه القيم ما بين (0 - 100). تشير قيمة (CN) القريبة من 0 إلى تربة ذات نفاذية عالية، مما يسمح بتسرب أكبر للمياه وتقليل الجريان السطحي، بينما تعكس قيمة (CN) القريبة من 100 إلى انخفاض كبير في النفاذية وهي الأكثر قدرة على توليد الجريان السطحي، وتمثل القيمة المتوسطة أسطحاً ذات نفاذية متوازنة (Muhammad,)



الشكل 8: قيم CN لحوض كيبيل.

الجدول 7: قيم CN، المساحات والنسب المئوية

رقم المنحنى	مساحة	النسبة المئوية	(% مساحة X CN (موزون))
100	0.2	0.049	4.94
100	0.02	0.005	0.49
100	0.058	0.014	1.43
87	12.23	3.022	262.95
93	40.41	9.986	928.74

106.90	1.243	5.03	86
270.10	2.936	11.88	92
52.65	0.650	2.63	81
13.34	0.178	0.72	75
1257.38	15.717	63.6	80
348.01	4.703	19.03	74
47.05	0.554	2.24	85
609.53	9.675	39.15	63
690.79	12.119	49.04	57
46.50	0.969	3.92	48
497.00	5.462	22.1	91
121.63	1.367	5.53	89
69.39	0.771	3.12	90
145.30	1.772	7.17	82
142.74	1.878	7.6	76
45.14	0.694	2.81	65
194.58	2.948	11.93	66
520.06	6.754	27.33	77
1372.43	16.535	66.91	83
7749.07	100.000	404.65	المجموع

تم تحليل قيم (S) لثلاث محطات (ناكري، دينارته، بجيل) بناءً على بيانات الهطول المطري لـ 57 يوماً، فأظهرت النتائج أن قيم (S) كما هو موضح في الجدول (9) تزداد مع انخفاض مستوى رطوبة التربة، حيث كانت (168.91 ملم) في الحالة الجافة، و(73.78 ملم) في الحالة المعتدلة، و(34.44 ملم) في الحالة الرطبة، مما يُظهر العلاقة العكسية بين تشبع التربة وقدرتها على امتصاص مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي.

معامل الاستخلاص الأولي (Ia) Initial Abstraction

يُعتبر هذا المعامل من العناصر المهمة في تقدير كمية الجريان السطحي ويشير إلى الكمية المفقودة من المياه قبل بدء عملية الجريان السطحي نتيجة لعمليات التبخر والتسرب أو عن طريق ما تحتجزه النباتات من مياه الأمطار. يرتبط معامل (Ia) بشكل وثيق بالتربة وغطاءات الأرض من خلال علاقته بالمعامل (S)، إذ تعادل قيمته خمس قيمة الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) (Al-ani et al., 2016). تشير القيم المنخفضة لمعامل (Ia) والتي تقترب من الصفر إلى قلة كمية الفوائد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي وتساعد على توليد كميات كبيرة من الجريان السطحي. في حين يصبح معدل الاستخلاص الأولي (Ia) مساوياً لمعدل المياه الجارية في حال وصلت قيمة المعامل (50.8) ملم، أما إذا ارتفعت قيمة (Ia) عن قيمة الوسيط تزداد كمية الفاقد من مياه الأمطار وبالتالي تقل كمية المياه الجارية على السطح (Al-Obaidi, 2022). في إطار دراسة معامل الاستخلاص الأولي (Ia) لحوض كبيل في ثلاث محطات (ناكري، دينارته، بجيل) تم تحليل البيانات لـ 57 يوماً ممطراً، حيث تم تصنيف هذه الأيام إلى ثلاث حالات: جافة، معتدلة، ورطبة وفقاً لمعدلات هطول الأمطار المسجلة في كل محطة كما هو موضح في الجدول (9). حقق معامل الاستخلاص الأولي في الحالة الجافة (AMC I) ما مقداره (33.78) ملم مما يشير إلى قدرة التربة العالية على الاحتفاظ بالمياه. أما في

الجدول 8: معاملات CN وآلية الحساب والنتائج

النتائج	آلية حساب القيم	معاملات CN
77.49	موزون / 100	CN II
60.06	$CN(I) = \frac{4.1CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}$	CN I
88.06	$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$	CN III

الجدول 9: معاملات SCS-CN لعام 2024.

معاملات	AMC I (جاف)	AMC II (معتدل)	AMC III (رطبة)
CN	60.06	77.49	88.06
S	168.91	73.78	34.44
Ia = 0.2S	33.78	14.76	6.89

استخلاص الامكانية القصوى للاحتفاظ التربة بالماء بعد بدء

الجريان السطحي (S)

يمثل معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء (S) قدرة التربة على احتجاز الماء بعد حدوث الجريان السطحي (Potential Maximum Retention After Runoff)، حيث يوضح حالة التربة عندما تكون في حالة تشبع تام بالماء بعد عملية التسرب. يتباين سمك طبقة التربة الممتلئة بالماء بتباين نوع التربة وقابليتها لامتصاص الماء أثناء فترة تساقط الأمطار، وبناءً على ذلك، يمكن التأكد أن هذا العامل له تأثير مباشر على نوع التربة والغطاء الأرضي السائد (Al-Saadi and Al-Jaberi, 2018)، كما أن الغطاء النباتي يلعب دوراً هاماً في تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، حيث تلعب النباتات على إعاقة جريان الماء وبالتالي زيادة التسرب إلى داخل التربة. كذلك يؤثر الانحدار في المنطقة على قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، حيث أن التربة في المناطق ذات الانحدار العالي قد تكون أقل قدرة على الاحتفاظ بالماء. تُعبر القيمة المرتفعة للمعامل (S) إلى قدرة أعلى للتربة على الاحتفاظ بالماء مما يقلل من نسبة الجريان السطحي، بينما تُشير القيم المنخفضة إلى انخفاض القدرة التخزينية للتربة للماء مما يؤدي إلى زيادة سرعة وكمية الجريان السطحي (Muhammad and Mahmoud, 2019).

ارتفاع معدلات الجريان السطحي نتيجة للعجز في قدرة التربة على استيعاب المزيد من المياه. تبرز هذه النتائج أهمية دراسة كل محطة بشكل مستقل بسبب اختلاف أيام سقوط الأمطار وكمياتها وبالتالي الأيام المصنفة كجافة ومعتدلة ورطبة اختلفت في كل محطة وكذلك عمق وحجم الجريان السطحي كما هو مبين في الجداول (10) و (11) و (12).

الحالة المعتدلة، فقد سجلت قيمة معامل الاستخلاص الأولى (AMC II) بمقدار (14.76) ملم مما يشير إلى انخفاض قدرة التربة على تخزين المياه مقارنة بالحالة الجافة. في هذه الحالة تزداد احتمالية الجريان السطحي عند حدوث هطول الأمطار. وفي الحالة الرطبة (AMC III) كانت قيمة معامل الاستخلاص الأولى (6.89) ملم وهي الأدنى بين الحالات الثلاث، وتعكس هذه القيمة تشبع التربة بالمياه، مما يؤدي إلى

الجدول 10: البيانات الهيدرولوجية لمحطة ناكري: تاريخ سقوط العاصفة، كمية التساقط، حالة رطوبة التربة، وقيم CN و S و Ia و Q و QV.

تاريخ سقوط العاصفة المطرية	كمية التساقط المطري /ملم	خمسمة أيام متتالية	الحالة المسبقة لرطوبة التربة AMC	CN	(mm)S	Ia	(mm)Q	QV (°m)
3/10/2023	5.4	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
4/10/2023	5.6	5.4	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
10/10/2023	4	1.2	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
16/10/2023	5.8	0.2	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
1/11/2023	3.2	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
3/11/2023	1.8	3.2	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
14/11/2023	3.2	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
15/11/2023	4	3.2	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
16/11/2023	14.6	7.2	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
17/11/2023	33	21.8	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
19/11/2023	64	55	III	88.06	34.44	6.89	35.63	6670292.30
20/11/2023	42	115.8	III	88.06	34.44	6.89	17.73	3319233.30
27/11/2023	13.2	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
9/12/2024	3.2	2.8	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
11/12/2024	4.4	6	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
12/12/2024	31.6	9.4	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
13/12/2024	4	41	III	88.06	34.44	6.89	0.00	0.00
21/12/2024	16.4	0.2	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
22/12/2024	19.4	16.6	II	77.49	73.78	14.76	0.27	50546.70
23/12/2024	27	35.8	III	88.06	34.44	6.89	7.41	1387226.10
24/12/2024	18.2	62.8	III	88.06	34.44	6.89	2.80	524188.00
4/1/2024	5.2	0.4	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
5/1/2024	20.2	5.6	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
9/1/2024	3.4	25.4	II	77.49	73.78	14.76	0.00	0.00
10/1/2024	5.4	23.6	III	88.06	34.44	6.89	0.00	0.00
11/1/2024	23.4	8.8	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
12/1/2024	14.4	32.2	III	88.06	34.44	6.89	1.35	252733.50
13/1/2024	67	46.6	III	88.06	34.44	6.89	38.22	7155166.20
14/1/2024	13.4	113.6	III	88.06	34.44	6.89	1.04	194698.40
23/1/2024	11	3.8	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
24/1/2024	11.8	14.8	II	77.49	73.78	14.76	0.00	0.00
26/1/2024	40.4	26.6	II	77.49	73.78	14.76	6.61	1237458.10
4/2/2024	24	3	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
5/2/2024	13.8	27	II	77.49	73.78	14.76	0.00	0.00
14/2/2024	74	0	I	60.06	168.91	33.78	7.73	1447133.30
15/2/2024	18.8	74	III	88.06	34.44	6.89	3.06	572862.60
16/2/2024	25.8	92.8	III	88.06	34.44	6.89	6.70	1254307.00
18/2/2024	7.4	119.2	III	88.06	34.44	6.89	0.01	1872.10
20/2/2024	11.8	52.8	III	88.06	34.44	6.89	0.61	114198.10
18/3/2024	25	3.6	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
19/3/2024	41.1	28.6	I	60.06	168.91	33.78	0.30	56163.00
20/3/2024	10.2	70	III	88.06	34.44	6.89	0.29	54290.90
21/3/2024	6	80.2	III	88.06	34.44	6.89	0.00	0.00
22/3/2024	31.2	86.2	III	88.06	34.44	6.89	10.06	1883332.60
23/3/2024	13.2	113.8	III	88.06	34.44	6.89	0.98	183465.80
24/3/2024	4.2	102	III	88.06	34.44	6.89	0.00	0.00
26/3/2024	21.4	54.6	III	88.06	34.44	6.89	4.30	805003.00
6/4/2024	2.6	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
7/4/2024	15.2	2.6	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
9/4/2024	25.4	22	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
30/4/2024	15.8	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
1/5/2024	17.2	15.8	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
2/5/2024	12.2	33	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00

ناديه صديق رمضان: تقدير الجريان السطحي في حوض كيبيل باستخدام نموذج SCS-CN وتحليل العلاقات

0.00	0.00	14.76	73.78	77.49	II	45.2	14	3/5/2024
0.00	0.00	6.89	34.44	88.06	III	59.2	7.2	4/5/2024
0.00	0.00	14.76	73.78	77.49	II	37	4.2	7/5/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	2.4	13.6	21/5/2024

الجدول 11: البيانات الهيدرولوجية لمحطة ناكري: تاريخ سقوط العاصفة، كمية التساقط، حالة رطوبة التربة، وقيم CN و S و Ia و Q و QV.

QV (³m)	(mm)Q	Ia	(mm)S	CN	الحالة المسبقة لرطوبة التربة AMC	خمس أيام متتالية	كمية التساقط المطري /مم	تاريخ سقوط العاصفة المطرية
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0	5.4	3/10/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	5.4	5.6	4/10/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	1.2	4	10/10/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0.2	5.8	16/10/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0	3.2	1/11/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	3.2	1.8	3/11/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0	3.2	14/11/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	3.2	4	15/11/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	7.2	14.6	16/11/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	21.8	33	17/11/2023
6670292.30	35.63	6.89	34.44	88.06	III	55	64	19/11/2023
3319233.30	17.73	6.89	34.44	88.06	III	115.8	42	20/11/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0	13.2	27/11/2023
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	2.8	3.2	9/12/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	6	4.4	11/12/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	9.4	31.6	12/12/2024
0.00	0.00	6.89	34.44	88.06	III	41	4	13/12/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0.2	16.4	21/12/2024
50546.70	0.27	14.76	73.78	77.49	II	16.6	19.4	22/12/2024
1387226.10	7.41	6.89	34.44	88.06	III	35.8	27	23/12/2024
524188.00	2.80	6.89	34.44	88.06	III	62.8	18.2	24/12/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0.4	5.2	4/1/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	5.6	20.2	5/1/2024
0.00	0.00	14.76	73.78	77.49	II	25.4	3.4	9/1/2024
0.00	0.00	6.89	34.44	88.06	III	23.6	5.4	10/1/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	8.8	23.4	11/1/2024
252733.50	1.35	6.89	34.44	88.06	III	32.2	14.4	12/1/2024
7155166.20	38.22	6.89	34.44	88.06	III	46.6	67	13/1/2024
194698.40	1.04	6.89	34.44	88.06	III	113.6	13.4	14/1/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	3.8	11	23/1/2024
0.00	0.00	14.76	73.78	77.49	II	14.8	11.8	24/1/2024
1237458.10	6.61	14.76	73.78	77.49	II	26.6	40.4	26/1/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	3	24	4/2/2024
0.00	0.00	14.76	73.78	77.49	II	27	13.8	5/2/2024
1447133.30	7.73	33.78	168.91	60.06	I	0	74	14/2/2024
572862.60	3.06	6.89	34.44	88.06	III	74	18.8	15/2/2024
1254307.00	6.70	6.89	34.44	88.06	III	92.8	25.8	16/2/2024
1872.10	0.01	6.89	34.44	88.06	III	119.2	7.4	18/2/2024
114198.10	0.61	6.89	34.44	88.06	III	52.8	11.8	20/2/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	3.6	25	18/3/2024
56163.00	0.30	33.78	168.91	60.06	I	28.6	41.1	19/3/2024
54290.90	0.29	6.89	34.44	88.06	III	70	10.2	20/3/2024
0.00	0.00	6.89	34.44	88.06	III	80.2	6	21/3/2024
1883332.60	10.06	6.89	34.44	88.06	III	86.2	31.2	22/3/2024
183465.80	0.98	6.89	34.44	88.06	III	113.8	13.2	23/3/2024
0.00	0.00	6.89	34.44	88.06	III	102	4.2	24/3/2024
805003.00	4.30	6.89	34.44	88.06	III	54.6	21.4	26/3/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0	2.6	6/4/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	2.6	15.2	7/4/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	22	25.4	9/4/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	0	15.8	30/4/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	15.8	17.2	1/5/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	33	12.2	2/5/2024
0.00	0.00	14.76	73.78	77.49	II	45.2	14	3/5/2024
0.00	0.00	6.89	34.44	88.06	III	59.2	7.2	4/5/2024
0.00	0.00	14.76	73.78	77.49	II	37	4.2	7/5/2024
0.00	0.00	33.78	168.91	60.06	I	2.4	13.6	21/5/2024

الجدول 11: البيانات الهيدرولوجية لمحطة دينارته: تاريخ سقوط العاصفة، كمية التساقط، حالة رطوبة التربة، وقيم CN و Ia و Q و QV.

تاريخ سقوط العاصفة المطرية	كمية التساقط المطري /مم	خمسـة أيام متتالية	الحالة المسبقة لرطوبة التربة AMC	CN	(mm)S	Ia	(mm)Q	QV (³m)
3/10/2023	3.5	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
4/10/2023	11.8	3.5	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
10/10/2023	10.3	1	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
16/10/2023	7.5	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
1/11/2023	7.2	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
3/11/2023	3	7.2	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
14/11/2023	6.6	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
15/11/2023	8.4	6.6	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
16/11/2023	18.2	15	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
17/11/2023	88	33.2	I	60.06	168.91	33.78	13.17	1161198.90
19/11/2023	120.5	121.2	III	88.06	34.44	6.89	87.18	7686660.60
20/11/2023	41	235.1	III	88.06	34.44	6.89	16.97	1496244.90
27/11/2023	17	0.7	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
9/12/2024	6.4	4.4	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
11/12/2024	8.6	10.8	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
12/12/2024	42.7	16.8	II	77.49	73.78	14.76	7.68	677145.60
13/12/2024	9.7	59.5	III	88.06	34.44	6.89	0.21	18515.70
21/12/2024	21.3	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
22/12/2024	44	21.3	II	77.49	73.78	14.76	8.30	731811.00
23/12/2-24	122.7	65.3	III	88.06	34.44	6.89	89.27	7870935.90
24/12/2024	39.5	188	III	88.06	34.44	6.89	15.86	1398376.20
4/1/2024	19.7	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
5/1/2024	51.2	19.7	II	77.49	73.78	14.76	12.05	1062448.50
9/1/2024	7	70.9	III	88.06	34.44	6.89	0.00	0.00
10/1/2024	7.8	58.2	III	88.06	34.44	6.89	0.02	1763.40
11/1/2024	57.2	14.8	I	60.06	168.91	33.78	2.85	251284.50
12/1/2024	38.3	72	III	88.06	34.44	6.89	14.98	1320786.60
13/1/2024	120.3	110.3	III	88.06	34.44	6.89	86.99	7669908.30
14/1/2024	11.8	230.6	III	88.06	34.44	6.89	0.61	53783.70
23/1/2024	17	5.8	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
24/1/2024	20.3	22.8	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
26/1/2024	86.5	43.1	II	77.49	73.78	14.76	35.37	3118572.90
4/2/2024	18.5	2	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
5/2/2024	20	20.5	II	77.49	73.78	14.76	0.35	30859.50
14/2/2024	121	0	I	60.06	168.91	33.78	29.70	2618649.00
15/2/2024	12.3	121	III	88.06	34.44	6.89	0.73	64364.10
16/2/2024	23.7	133.3	III	88.06	34.44	6.89	5.51	485816.70
18/2/2024	3.5	157	III	88.06	34.44	6.89	0.00	0.00
20/2/2024	12	43	II	77.49	73.78	14.76	0.00	0.00
18/3/2024	60.5	5.3	I	60.06	168.91	33.78	3.65	321820.50
19/3/2024	85.8	65.8	III	88.06	34.44	6.89	54.94	4844059.80
20/3/2024	13.3	151.6	III	88.06	34.44	6.89	1.01	89051.70
21/3/2024	9.5	164.9	III	88.06	34.44	6.89	0.18	15870.60
22/3/2024	62	174.4	III	88.06	34.44	6.89	33.92	2990726.40
23/3/2024	30.3	231.1	III	88.06	34.44	6.89	9.47	834969.90
24/3/2024	4.5	200.9	III	88.06	34.44	6.89	0.00	0.00
26/3/2024	36.2	106.3	III	88.06	34.44	6.89	13.48	1188531.60
6/4/2024	4.1	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
7/4/2024	17.8	4.1	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
9/4/2024	38.5	23.2	I	60.06	168.91	33.78	0.13	11462.10
30/4/2024	1.6	0	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00
1/5/2024	40	1.6	I	60.06	168.91	33.78	0.22	19397.40
2/5/2024	14.5	41.6	II	77.49	73.78	14.76	0.00	0.00
3/5/2024	21.3	56.1	III	88.06	34.44	6.89	4.25	374722.50
4/5/2024	4.7	77.4	III	88.06	34.44	6.89	0.00	0.00
7/5/2024	19.5	48.3	II	77.49	73.78	14.76	0.29	25569.30
21/5/2024	11.5	1.6	I	60.06	168.91	33.78	0.00	0.00

تقدير عمق الجريان السطحي (Q)

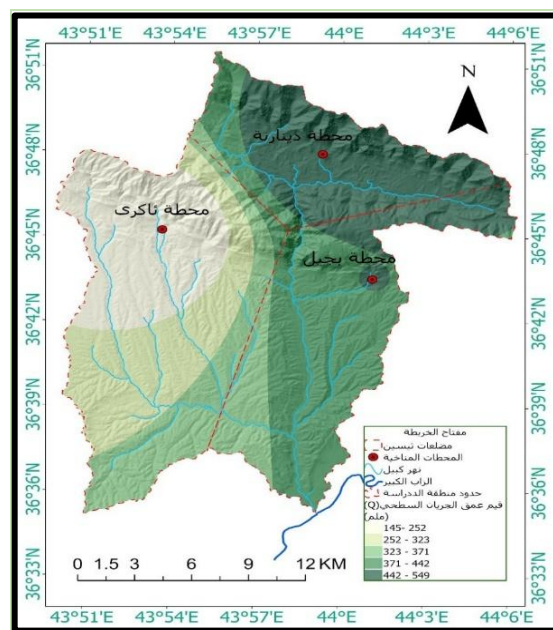
يعبر عمق الجريان السطحي Q عن الناتج النهائي لتفاعل عاصفة مطرية معينة مع خصائص حوض التصريف. ويختلف هذا

العمق بناءً على نوع الأغشية الأرضية ومستوى نفاذية التربة (Al- Zarfi and (Al-Taie, 2021 حيث تُعد أرقام المنحنى (CN العامل المتغير الرئيس الذي يتحكم في تباين عمق الجريان السطحي

تقدير حجم الجريان السطحي (QV)

تُعتبر دراسة حجم الجريان السطحي من الجوانب الهيدرولوجية المهمة لتقدير كمية الجريان في أحواض التصريف المائي، حيث يُعبر عنه بإجمالي المياه المتدفقة ضمن مساحة الحوض (Al-Darrat, 2020). تم تقدير حجم الجريان السطحي (QV) لحوض كيبيل اعتماداً على عمق الجريان السطحي (Q) التي تم الحصول عليها وفقاً للمعادلة (6) المذكورة مسبقاً. بلغ مجموع الجريان السطحي في حوض كيبيل 132851245.8 م³ ونسبة 24.8% من حجم السواقي على الحوض للسنة المائية (2023-2024) (الجدول 13).

بين مختلف أجزاء الحوض (Salah and Mayas, 2023). في هذه الدراسة، تم تقدير عمق الجريان السطحي لمنطقة الدراسة كما هو مبين في الشكل (9) بالاعتماد على مكونات الغطاءات الأرضية ونوع التربة الهيدرولوجية إضافة إلى الأمطار اليومية الساقطة على أجزاء الحوض. سجلت محطة دينارته أعلى عمق جريان سطحي بواقع 549.36 ملم، تليها محطة بجيل بعمق 442.89 ملم، في حين كانت محطة ناكري الأقل تأثراً بالجريان السطحي بواقع 154.11 ملم كما هو مبين في الجدول (12). وهذا يبين تأثير مقدار سقوط الامطار وحالة التربة بالإضافة الى الانحدار ونفاذية التربة.



الشكل 9: عمق الجريان السطحي (Q) لحوض كيبيل.

الجدول 13: متوسط عمق الجريان وحجم الجريان السطحي لسنة (2023-2024) في حوض كيبيل.

اسم المحطة	المساحة m ²	كمية الأمطار المتساقطة (mm)	حجم المياه المتساقطة (m ³)	عمق الجريان السطحي Q (mm)	حجم الجريان السطحي QV (m ³)	النسبة المئوية للجريان السطحي
محطة ناكري	187.21	994.9	186255229	145.11	27166043.1	14.60%
محطة دينارته	88.13	1761.8	155267434	549.36	48415096.8	31.18%
محطة بجيل	129.31	1502	194223620	442.89	57270105.9	29.48%
المجموع	404.65		535746283		132851245.8	24.8%

كما هو مبين في الجدول (13) مما يتطلب تطوير استراتيجيات إدارة الجريان السطحي، لا سيما في المناطق ذات التصريف العالي باستخدام تقنيات الحصاد المائي وإنشاء السدود الصغيرة للتحكم في تدفق المياه وتقليل مخاطر الفيضانات.

العلاقات الارتباطية (Correlation Coefficient):

تم حساب معامل ارتباط بيرسون (r) في هذه الدراسة والذي هو مقياس إحصائي يعبر عن قوة واتجاه العلاقة بين متغيرين حيث تتراوح قيمته بين (1+) و (1-) باستخدام برنامج (Minitab 18). وتناولت

سجلت محطة دينارته 48415096.8 م³ من المياه الجارية، في حين سجلت محطة بجيل أعلى جريان سطحي بقيمة 57270105.9 م³، وأقل قيمة للجريان كانت في محطة ناكري حيث بلغت (27166043.1) م³. بالنظر إلى النسبة المئوية لحجم الجريان السطحي نسبة إلى حجم المياه الساقطة من خلال الأمطار، سجلت محطة دينارته النسبة الأعلى بواقع 31.18%، تليها محطة بجيل بنسبة 29.48%، بينما سجلت محطة ناكري أدنى نسبة عند 14.60%. تعكس هذه النسب الفروقات في خصائص التربة والغطاء الأرضي بين المحطات الثلاثة

هذه الدراسة دراسة علاقة السطح السطحي في حوض كبييل مع مجموعة من المتغيرات والتي لها تأثير على السطح (Q) وتشمل الامطار (P) ورقم المنحنى (CN) ومعامل الاستخلاص الأولي (Ia) والمنسوب (E) والانحدار (LS) واستخدامات الارض (LCLU) بالإضافة الى تحديد نوع التربة (S)، وكذلك دراسة علاقات الارتباط بين هذه العوامل مع بعضها كما هو مبين في الجدول رقم (14).

الجدول 14: العلاقات الارتباطية بين السطح والمتغيرات الاخرى في حوض كبييل

	Q	P	CN	Ia	E	SL	LCLU
السطح (Q)	1						
الامطار (P)	0.931	1					
رقم المنحنى (CN)	-0.56	-0.569	1				
معامل الاستخلاص الأولي (Ia)	0.56	0.586	-0.988	1			
المنسوب (E)	0.313	0.407	-0.493	0.546	1		
الانحدار (LS)	0.222	0.268	-0.304	0.346	0.623	1	
استخدام الارض (LCLU)	-	-0.467	0.675	-0.655	-0.353	-0.227	1
نوع التربة (S)	0.473	0.485	-0.438	0.429	0.081	0.042	-0.238

(442.89 ملم)، بينما كانت محطة ناكرى الأدنى بعمق جريان (145.11 ملم).

4- تم احتساب حجم الجريان السطحي في محطات منطقة الدراسة، حيث سجلت محطة بجيل أعلى حجم جريان بمقدار (57270105.9 م³)، تليها محطة دينارته بحجم (48415096.8 م³)، ثم محطة ناكرى بأدنى حجم جريان بلغ (27166043.1 م³). وبلغت النسبة المئوية للجريان السطحي في حوض كبييل 24.8% من حجم السواقي على الحوض. بينت الدراسة ان لمساحة الحوض تأثير على حجم الجريان السطحي اكثر من كمية الهطول المطري.

5- بينت الدراسة ان للسطح علاقات ارتباط موجبة وسالبة مع المتغيرات، حيث وجدت اقوى علاقة الارتباط موجبة (r) مع الامطار (P)، اذ بلغت قيمتها 0.93، في حين اعلى علاقة ارتباط سالبة (r) كانت مع رقم المنحنى (CN) حيث بلغت قيمتها -0.56.

12. المراجع

- Aften, L.S. and Hamid, L.S., 2023. Estimating the volume of surface runoff of the Bazian in Sulaymaniyah Governorate, Madad Al-Adab Journal, (n.d.), p. 560.
- Ahmed, I. H. 2022. Hydrological characteristics of the soils of Erbil basin, MSc Thesis, University of Mosul, College of Education for Humanities, p.16.
- Ahmed, I. M.H. 2019. Representing the value of the water flow curve (CN) for the Tharthar Valley Basin using geographic information systems, Higher Diploma Thesis, College of Education for Humanities, University of Mosul, p. 43.
- Al-Bahadli, K.K.J. 2021. Evaluation of the Tigris River for agricultural investment in Maysan Province. MSc Thesis, University of Maysan, College of Education, p.19.

من خلال الجدول (14)، نلاحظ ان للسطح علاقات ارتباط موجبة وسالبة مع المتغيرات، حيث كانت علاقة الارتباط موجبة مع كل من الامطار (P) ومعامل الاستخلاص الأولي (Ia) والمنسوب (E) والانحدار (LS) ونوع التربة (S). وكانت اقوى علاقة ارتباط موجبة (r) كانت مع الامطار، اذ بلغت 0.93. بينما علاقة الارتباط السالبة كانت مع كل من رقم المنحنى (CN) واستخدامات الارض (LCLU) حيث بلغت قيمة (r) -0.56 و-0.46 على التوالي. اما بالنسبة لعلاقات الارتباط بين المتغيرات نفسها، فمن الجدول (14) ايضا نلاحظ وجود مختلف العلاقات الموجبة والسالبة والقوية والضعيفة فيها، فعلى سبيل المثال اقوى علاقة ارتباط موجبة كانت بين رقم المنحنى واستخدامات الارض (0.67) بينما اقوى علاقة ارتباط سالبة وعكسية كانت بين رقم المنحنى ومعامل الاستخلاص الأولي (-0.98).

11. الاستنتاجات

1 - بينت الدراسة وجود ثلاثة اصناف من التربة الهيدرولوجية وفق العينات المختبرية، وهي (B) و(C) و(D). وعلى ثمانية اصناف من الغطاء الأرضي داخل الحوض.

2- تم حساب رقم المنحنى للحالات المختلفة للرطوبة عن طريق حساب (CN) الموزون، حيث بلغ قيمة (CN) في الحالة الجافة ب (60.06)، وفي الحالة المعتدلة ب (77.49)، بينما بلغت قيمتها في الحالة الرطبة (88.06). وتعكس هذه القيم التفاوت في القدرة على الجريان السطحي.

3- أكدت الدراسة وجود تباين واضح في قيم عمق الجريان السطحي داخل الحوض، وذلك نتيجة لاختلاف الخصائص الهيدرولوجية للمحطات المدروسة، حيث سجلت محطة دينارته أعلى عمق جريان سطحي (549.36 ملم)، تلتها محطة بجيل بعمق

- Al-Kanani, H. M. Ha., and Al-Asadi, S. A. R. 2020. Estimating the depth of surface runoff in Wadi Abu Ghar using remote sensing techniques and geographic information systems. *Journal of the College of Education, University of Wasit*, (41): 138.
- Al-Nafie, H.M. 2010. Estimating surface runoff and its flash flood risks in the upper basin of Wadi Arna, east of Makkah Al-Mukarramah, using remote sensing and geographic information systems. Master's thesis, Umm Al-Qura University, College of Social Sciences, p. 89.
- Al-Obaidi, O.H.A. 2022. A Study of Some Water Harvesting Indicators Using Remote Sensing and Geographic Information Systems Technologies in Al-Kathna and Najaf Governorates, PhD Thesis, Al-Muthanna University, College of Agriculture, p. 124.
- Al-Saadi, H.K.H. and Al-Jaberi, A. H. 2018. Spatial Modeling of Water Harvesting in the Arar Valley Basin, Western Iraq, Using GIS and RS Techniques. *Basra Journal of Humanities Research*, 43 (3): 317.
- Al-Saeedi, A.J. and Al-Ajili, A.A. 2019. Hydrology of the Wadi Jada Basin in the Samawah Desert Using Geographical Technologies, *Journal of Arts*, 131(2):171.
- Al-Samarrai, S.H.G. and Al-Samarrai, H. H. L. 2024. Estimating the surface runoff of the Shishin Valley basin using the (SC-SCS) method, *Madad Al-Adab Journal*, Samarra University, College of Education, (n-t), p. 756.
- Al-Zarfi, N. Q. M. and Al-Taie, A. A. Fd. (2021). Estimating the volume of surface runoff in the Wadi al-Ghadari basin using the (CN) method. *Uruk Journal of Humanities*, 14(4):3122.
- Al-Zarfi, N. Q. M. 2021. Hydrological Assessment of the Possibility of Rainwater Harvesting in the Muthanna Desert (Wadi Al-Ghadari - An Applied Study), Master's Thesis, Muthanna University, College of Education for Human Sciences, p. 102.
- Falih, H. N. 2023. Hydrology of the Barada Valley Basin in Northeast Diyala, *Journal of Arts* 136: 407. <https://doi.org/10.31973/aj.v1i136.1244>
- Gangodagamage, C. and Aggarwal, S. P. 2012. Integrating Satellite based Remote Sensing Observations with SCS Curve Number Method for Simplified Hydrologic Modeling in Ungauged Basins. *Asian Journal of Geoinformatics*, 12(3).
- Hameed, H. M. 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 Ecosystem Science, Lund University, p. 23.
- Hassan, A.A. and Al-Koran, B. M. M. 2012. Slope forms in Mount Aqra: A study in applied geomorphology. *Journal of Basic Education Research*, 12(3), p.481.
- Hassan, M.M. and Abdulsalam. M.M., 2023. Analysis of the hydrological characteristics of the basins of Sharbazir district, east of Sulaymaniyah province, using the CN-SCS method, *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(2):292
- Al-Fahdawi, M.A. M. A. 2018. Geomorphometry of Karst forms between Anah and Haditha regions [Master's thesis, University of Anbar, College of Education], p.25.
- Al-Hayali, S. B. A. (2021). Hydrological hazards of water basins in Aqra area, PhD Thesis, College of Education for Humanities, University of Mosul.
- Al-Koran, B. M. M. 2011. Slope forms in Mount Aqra: A study in applied geomorphology, MSc Thesis, Salahaddin University – Erbil, College of Arts, p.55.
- Al-Sayyab, A., et al 1982. Geology of Iraq. Mosul: Dar Al- Kutub for Printing and Publishing, p.124.
- Al-Shammari, S.A.M.N. (2023). Analysis of morphometric and morphotectonic characteristics in Wadi Balkian basin, MSc Thesis, College of Education, Al-Mustansiriyah University, p.26.
- Al-Zubaidi, M. R. F. 2018. Hydrogeomorphological evaluation of the southeastern basins of Mount Birs and their impact on sustainable development, PhD Thesis, Al-Mustansiriyah University, College of Education, p.8.
- Al-ani et al. H.Z.A. 2016. Analyzing remote sensing and geographic information systems data in estimating surface runoff for watershed site selection (Jam Jamal Basin - Iraq as a case study), *Journal of Arts, Design, Humanities and Social Sciences*, 11:143.
- Al-Birman, D.B.R. 2019. The Impact of Climate on Hydrological Characteristics and Their Suitability for Different Uses in Babil Governorate, PhD Thesis, Department of Geography, College of Arts, University of Kufa, p. 20.
- Al-Darrat, A. J. 2020. Quantitative Assessment of Surface Runoff in Wadi Al-Karath, Tobruk, Northern Libya: A Hydromorphometric Study, *Sabratha University Scientific Journal*, p. 62. <https://www.jhs.sabu.edu.ly/index.php/hjsu/article/view/138>
- Al-Ghamidh, A. 2023. A Study of Changes in Hydrological Conditions of the Amman-Zarqa Basin Using Progressive Climate Change Scenarios, a Soil and Water Assessment Model, and Geospatial Techniques. *An-Najah University Journal for Research (Humanities)*, 37(5):949.
- Ali, A.Y. and Hamad, N. J. 2023. Geomorphological evaluation of neotectonics in the basin of Wadi Jummah Sur – Southeast of Koysinjaq. *Journal of Koya University*, p.1012.
- Al-Jabouri, D.K.H. and Al-Douri, R.S.H. 2020. Hydrological Analysis of the Application of Water Harvesting Technology in the Wadi Al-Laqlaq Basin Using the (CN-SCS) Method. *Tikrit University Journal for Humanities*, p. 221. <https://doi.org/10.25130/jtuh.27.7.2020.11>
- Al-Kanani, H. M. H. and Al-Asadi, S.A.R. 2020. Estimating the depth of surface runoff in the Wadi Abu Ghar basin using remote sensing techniques and geographic information systems. *Journal of the College of Education*, 41(4): 316. <https://doi.org/10.31185/eduj.Vol4.Iss41.1931>

- Governorate, Using Contemporary Techniques. Journal of Historical and Civilizational Studies, 12(50):386.
- Omar, I. S. A., 2022. Hydromorphometric study of the southern basins of Mount Biher in water harvesting, MSc Thesis. University of DUHOK, College of Humanities, Department of Geography.
- Salah, B. M. N., and Mayas, M.A.H. 2023. Estimating Surface Runoff Volume Using the SCS (CN) Model in the Wadi Zabid Basin - Yemen, Sana'a University Journal of Humanities, 4(1):123. <https://doi.org/10.59628/jhs.v4i1.315>.
- Salim, J.I. 2016. Hydromorphometric characteristics of the Bakrman basin and their effects on sediment and nutrient transport, PhD Thesis, University of Mosul, College of Agriculture and Forestry, p.27.
- Salim, J.I. et al., 2025. Application of RUSLE Model to Mapping the Soil Erosion Risk in Gebel Watershed, Iraqi National Journal of Earth Science, 25(1):123. DoI: [10.33899/earth.2024.143444.1146](https://doi.org/10.33899/earth.2024.143444.1146).
- USDA Soil Conservation Service. 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds Technical Release:55. U.S. Department of Agriculture, Washington, p. 4.
- Wang, D., and Qin, L., 2015. Application of SCS – CN Model in Runoff Estimation, International Symposium on Material, Energy and Environment Engineering, published by Atlantis. Press, p. 50. <https://doi.org/10.2991/ism3e-15.2015.14>.
- Hassan, R.S.K. 2021. Modeling Flood Risks in Mosul City, Master's Thesis, College of Education for Humanities, University of Mosul, p. 78.
- Hassan, I. J.D. 2023. Hydrology of valley basins and water harvesting west of Lake Sawa, MSc Thesis, University of Baghdad, College of Education for Women, p. 16. <https://doi.org/10.31185/eduj.Vol4.Iss41.1931>.
- Karbal, A.R. 1986. Geomorphology: The science of landforms. University of Basrah, College of Arts, p.119.
- Khadir, D.A.K. and Al-Jabouri, D.K.H. 2024. Estimating the volume of surface runoff of the Wadi Al-Qasr basin in Al-Sharqat district using the (CN-SCS) method, Tikrit Journal of Humanities, 31 (2), 248. <https://doi.org/10.25130/jtuh.31.2.2024.13>.
- Khalaf, S. S. A., et al, 2022. Estimating the volume of surface runoff in Diyala Governorate using the soil conservation method (SCS-CN) and analyzing it using digital data from remote sensing and geographic information systems. Diyala Journal of Humanities Research, 92: 77. <http://repo.uodiyala.edu.iq/handle/xmlui/5563>.
- Khalaf, S.S., et al. 2020. Integration of remote sensing data and geographic information systems in automated analysis for modeling hydrological characteristics (Diyala Governorate as a model), Journal of Arts, Humanities and Social Sciences 59: 287.
- Hammed, R. A., and Mahmoud, L.M.(2019). Water harvesting and its investment mechanisms in the area west of the Tigris between Al-Fatha and Tikrit using remote sensing data and geographic information systems. Al-Frahedis Arts Journal, 11(3), 233.
- Muhammad, A.H. 2021. Modeling the Hydrological Map of the Wadi Al-Wilh Basin, West of Salah al-Din



المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض

www.earth.uomosul.edu.iq

Estimation of Surface Runoff in Gebel Watershed Using SCS-CN Model and Correlation Analysis with Watershed Characteristics

Nadya Sedeeq Ramadhan¹ , Jihad Ibrahim Salim^{2*} 

nadiaramadha9@gmail.com

jihad.salim@uod.ac

¹ Department of Physical Geography, College of Humanities, University of Duhok, Duhok, Iraq.

² Department of Forestry, College of Agriculture Engineering Sciences, University of Duhok, Iraq.

* Correspondence author.

Received: 25 May 2025

Received in revised form: 01 July 2025

Accepted: 18 August 2025

Available online: 01 October 2026

Abstract

Estimating surface runoff is a key factor in water resources management, especially in arid and semi-arid environments. This research aims to analyze the hydrological characteristics of the Gebel watershed, which has an area of 404.65 km², using the SCS-CN model. Three soil groups (B, C, D) are identified based on soil samples taken from the study area, and the land cover is classified into eight classes. Daily rainfall data for the year (2023-2024) are analyzed for three meteorological stations located within the study area (Akre, Dinarta, and Bajil). The Thiessen polygon method is used for spatial rainfall distribution, which contributes to improving the accuracy of the estimates. The amount of rainfall in Dinarata was (1761.8 mm), in Akre (994.9 mm), and in Bajil (1502 mm), while the surface runoff was (549.46 mm) in Dinarata, (145.11 mm) in Akre, and (442.89 mm) in Bajil; therefore, the volume of total runoff in Gebel watershed was (132851245.8 m³). The Bajil station portion is (57270105.9 m³), Dinarata has (48415096.8 m³), and Akre has (27166043.1 m³), with runoff percentages of (31.18%), (29.48%), and (14.60%), respectively. The study demonstrates that runoff has a positive correlation with precipitation (P), initial abstraction (Ia), elevation (E), slope (LS), and soil type (S). The strongest correlation is observed with precipitation ($r = 0.931$). In contrast, negative correlations are found with both the Curve Number (CN) and Land Cover and Land Use (LCLU), with correlation coefficients of -0.56 and -0.46, respectively. The results confirm that the SCS-CN model is an effective tool for accurately estimating surface runoff.

Keywords:

Surface flow, rainfall, watershed.

DOI: [10.33899/injes.v26i4.56210](https://doi.org/10.33899/injes.v26i4.56210), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

=====