

تقدير حجم الجريان السطحي في حوض وادي الخوصر

ا.د احمد عبد الستار جابر

م.م علاء عبد الرضا قاسم

الجامعة المستنصرية / كلية التربية / قسم الجغرافية

المستخلص:

يهدف البحث الى تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي الخوصر الذي يقع في محافظة نينوى شمال غرب العراق، حيث تم حساب وتقدير حجم الجريان وفق طريقة فرضية صيانة حفظ التربة (CN-SCS) الأمريكية، وتم ذلك من خلال تطبيق المعادلات الرياضية لهذا النموذج التي وضعتها وزارة الزراعة الامريكية والمتمثلة بالدائرة الوطنية لحفظ الموارد (NRSC)، يعتمد هذا النموذج على مجموع من المدخلات المتمثلة ب(نوعية التربة الهيدرولوجية وإستعمالات الأرض/الغطاء الأرضي والخصائص المورفومترية والزخة المطرية). وبعد تطبيق هذه المعادلات يتم استخراج قيم المنحنى الرقمي (Curve Number) والذي يمثل حجم وكمية المياه الواصلة الى مصب الحوض. توصلت الدراسة الى أن هنالك تقارب بين قيم المنحنى الرقمي (CN) في الأحواض الثانوية التابعة لحوض الخوصر، إذ تراوحت قيمها بين (82,6-87,5). وهي قيم مرتفعة أعلى من القيمة الوسطية (50) لها القدرة العالية على توليد الجريان السطحي في فترات الزخة المطرية. وبلغ حجم الجريان الكلي لحوض الخوصر (240774693.40) م³.

Abstract:

The research aims to estimate the volume of surface runoff of the Al-Khoser Valley Basin, which is located in Nineveh Governorate, northwest of Iraq. The volume of runoff was calculated and estimated according to the Soil Conservation Hypothesis (SCS-CN) method.

American and this was done by applying the mathematical equations of this model developed by the US Department of Agriculture represented by the National Resources Conservation Service (NRSC). This model depends on a set of inputs represented by the quality of the hydrological soil, land uses/land cover, morphometric characteristics, and rainfall. After applying these equations, the values of the digital curve (Curve Number) are extracted, which represents the volume and quantity of water reaching the basin outlet. The study concluded that there is a convergence between the values of the digital curve (CN) in the secondary basins of the Khoser Basin, as their values ranged between (82.6-87.5). These are high values higher than the average value (50) and have a high capacity to generate surface runoff during rainfall periods. The total runoff volume of the AL-Khoser Basin amounted to (240,774,693.40) m³.

المقدمة:

تزداد أهمية المياه في المناطق الجافة والشبه الجافة التي تكون أكثر حاجة من غيرها للماء في عملية التنمية لكافة الأنشطة البشرية. تم الاعتماد على عدة مصادر في دراسة الخصائص الهيدرولوجية وتمثيلها خرائطياً، تمثلت هذه المصادر بالخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة واستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والدراسة الميدانية والمعادلات الرياضية باستعمال برنامج (Arc GIS) هناك مجموعة من العوامل تؤثر بصورة متباينة في منطقة الدراسة ومنها المناخ من حيث تأثيره بحجم الجريان السطحي والتغذية الناتجة من عنصر التساقط المطري. وأيضاً تتأثر بنوعية التربة الهيدرولوجية ومدى نفاذيتها حيث ظهرت في المنطقة نوعين من هذه التربة وهي (C.D) وهي تربة ذات نفاذية قليلة. ويؤثر عامل الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في حجم الجريان السطحي كونه يصبح عائقاً أمام حركة المياه عند جريانه وهذا ما يقلل من سرعة الجريان وتباطؤها. وأخيراً يجب العمل على كيفية وألية الاستفادة من هذا الجريان لكونه مورداً طبيعياً مهماً في تنمية المنطقة من جهة والوقاية من السيول والفيضانات الموسمية من جهة أخرى.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في التساؤلات الآتية:

- 1- هل يمكن تقدير حجم الجريان السطحي في حوض وادي الخوصر؟
- 2- هل يوجد تأثير واضح لاستعمالات الأرض ونوعية التربة الهيدرولوجية على مقدار الجريان السطحي للحوض؟
- 3- ما مدى إمكانية الحوض في توليد جريان سطحي له مردود وفائدة اقتصادية في المنطقة؟

فرضية البحث:

- 1- تؤكد الفرضية على أنه يمكن تقدير حجم الجريان السطحي باستخدام طريقة (CN-SCS) التي تعتبر من أكثر الطرق دقة واستخدام لتقدير حجم الجريان السطحي للمنطقة.
- 2- يتأثر الجريان السطحي في حوض وادي الخوصر بطبيعة استعمالات الأرض المختلفة ونوعية التربة الهيدرولوجية.
- 3- يمتلك الحوض إمكانات جيدة في توليد الجريان المائي وهذا يعود بالفائدة الاقتصادية للمنطقة قيد الدراسة.

هدف الدراسة:

يهدف البحث الى تقدير حجم الجريان السطحي في حوض وادي الخوصر من خلال توظيف المعادلات الرياضية واستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

أهمية البحث:

بما أن المياه تعد الركيزة الأساسية لكافة اشكال التنمية، لذلك يعد البحث مهم في المنطقة كونها تعتبر من المناطق شبه الجافة التي تعتمد بصورة اساسية على مياه الامطار خصوصا في النشاط الزراعي لذلك يتطلب الأمر البحث والتحري في إيجاد الحلول المناسبة واستغلال مياه الامطار في موسم التساقط وتقدير حجم الجريان السطحي للمياه في المنطقة والاستفادة منه في مختلف الأنشطة البشرية والحد في مخاطر الفيضانات والسيول.

موقع منطقة الدراسة:

ينحصر حوض وادي الخوصر بين خطي طول (17 25 43 - 43 7 41) شرقاً، وبين دائرتي عرض (36 48 46 - 36 21 4) شمالاً، ويقع حوض وادي الخوصر جغرافياً في الجزء الشمال الشرقي من مدينة الموصل خريطة (1-1)، اما إدارياً فيحد الحوض من جهة الشرق ناحية بعشيقية، ومن الشمال الشرقي قضاء شيخان، في حين يحده من الشمال الغربي ناحية القوش، ومن جهة الغرب مناطق تكليف، ومن الجنوب مدينة الموصل. اما بالنسبة لموقعه الطبيعي فإنه يقع في منطقة فاصلة ما بين الجبال من جهة وبين السهول والوديان من جهة أخرى، اذ يحده من الشرق جبل مقلوب، ومن جهة الشمال الشرقي مرتفعات شيخان، اما من الجهة الغربية فيحده تل أسقف وجزء من نهر دجلة، تبلغ مساحة الحوض الكلية نحو (2849.3 كم²)، ومحيطه نحو (179.87 كم)، فيما يبلغ طول الحوض نحو (51.72 كم)، بالنسبة للحدود الزمانية لمنطقة الدراسة ستكون بالنسبة للزخة المطرية لسنة 2020م، وللأقمار الصناعية المستخدمة لسنة 2024م.

اولا-مراحل استخلاص الجريان السطحي وفق طريقة : (SCS - CN)

تم تصنيف عملية استخلاص الجريان السطحي لحوض وادي الخوصر من خلال. تطبيق النموذج الرياضي (SCS-CN) التي هي اختصار لكلمة (Curve number) المختصة بتقدير حجم وعمق الجريان السطحي وكذلك معرفة ذروة هذا الجريان. وهذه المراحل التي تم تصنيفها هي:

1- الأسس والصيغة الرياضية لقياس الجريان السطحي:

يعتمد أسلوب النموذج الرياضي (SCS-CN) الذي هو عبارة عن سلسلة من المعادلات الرياضية في مدخلاته على توفير معلومات كاملة عن الغطاء الأرضي وأنماط استخدامها ونوع الغطاء النباتي ومعرفة هيدرولوجية التربة وكميات الامطار الساقطة، وسيتم اتباع منهجية علمية للحصول على نتائج وبيانات دقيقة من خلال استخدام نموذج (SCS - CN) رياضياً وفقاً للمعادلات ادناه:⁽¹⁾

-المعادلة الأولى:

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

اذن :-

Q = عمق الجريان السطحي (ملمتر)

P = التساقط الكلي للأمطار (ملم)

Ia = الضائعات قبل بدء الجريان

S = امكانية اقصى احتفاظ

وبما أن Ia تمثل خمس قيمة S لذا تصبح Ia=0.2s

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

فتحسب المعادلة بالشكل الاتي:

- المعادلة الثانية:

يتم حساب قيمة S بالصيغة الرياضية الاتية: (2)

$$S = \frac{25.400}{CN} - 254$$

- المعادلة الثالثة:

تقدير حجم الجريان السطحي وفق الصيغة الرياضية الاتية: (3)

$$QV = \frac{Q \times A}{1000}$$

اذ أن

QV = قيم الجريان السطحي

Q = عمق الجريان السطحي

A = مساحة حوض التصريف

1000 = معامل التحويل

- المعادلة الرابعة:

حساب ذروة التصريف (الجريان الاقصى): (4)

اذ أن:

$$QP = \frac{0.208 \times A \times Qd}{tp}$$

QP = الجريان الأقصى (م/ثا)

A = مساحة الحوض (كم)

Qd = كمية الجريان (ملم)

tp = الزمن الى الذروة (بالساعة)

- المعادلة الخامسة:

حساب زمن التركيز بحسب الصيغة الرياضية الاتية: (5)

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^{0.77}}{s^{0.385}} \right)$$

اذ أن: - stc زمن التركيز

$L =$ طول المجرى الرئيسي بالمتر

$S =$ انحدار المجرى

– المعادلة السادسة:

حساب زمن التأخر (التباطؤ) من خلال تطبيق المعادلة الآتية: (6)

$$TP = Ct (Lb \times Lca) 0.3 \quad \text{اذ أن :}$$

$TP =$ زمن التأخر

$Ct =$ معامل زمن الذروة تتراوح قيمته (0.2-2.2)

$Lb =$ طول المجرى الرئيس (كم)

$Lca =$ المسافة الفاصله بين مصب الحوض ومركز ثقله (كم)

2-تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC)

Antecedent Soil Moisture Condition

تعد الحالة المسبقة للرطوبة مؤشراً مهماً للمحتوى الرطوبي في التربة قبل بدء العاصفة المطرية، إذ تلعب دور مهم ومؤثر في حجم الجريان السطحي، ولمعرفة قيم (CN) فإن طريقة (SCS) طورت سياق عملها عن طريق استخدامها ثلاثة مستويات للرطوبة المسبقة وكما موضح في جدول (1) المستوى الأول (AMCI) بالترب الجافة، والمستوى الثاني (AMCII) يختص بالترب الاعتيادية شبة الجافه اما المستوى الثالث (AMCIII) فقد اختص بالمناطق الرطبة التي يشترط فيها سقوط الامطار الخفيفة والغزيرة وتكون درجات الحرارة فيها منخفضة وذلك خلال خمسة ايام تسبق عملية حساب الجريان السطحي بحيث تكون التربة مشبعة بالمياه وارتفاع نسبة الرطوبة فيها⁽⁷⁾.

وتوجد قيم (CN) خاصة بكل مستوى من مستويات الرطوبة المسبقة للتربة وكما موضح بالجدول (4)، تم تحديد المستوى الثاني لرطوبة التربة والمتمثل بالحالة الاعتيادية شبة الجافة في حساب الخصائص الجريانية لحوض وأدي الخوصر.

3-الزخة المطرية المعتمدة:

تم الاعتماد على الزخة المطرية التي تم رصدها بتاريخ (18 / 3 / 2020) والتي كان فيها مجموع التساقط اليومي (67.28) ملم لغرض حساب الجريان السطحي في حوض منطقة الدراسة.

4-صنوف استعمال الأرض الخاصة بالجريان السطحي:

يقصد بالغطاء الأرضي هو نوع الظاهرة التي تقع على سطح الأرض، بينما يشير مفهوم استخدام الأرض الى جميع الفعاليات التي يقوم بها الانسان على بقعة معينة من سطح الأرض⁽⁸⁾. وتعد استعمالات الأرض والغطاء النباتي خطوة مهمة في اختيار الاستعمال الأمثل والمستدام للأرض. كما تؤدي هذه الاستعمالات والغطاء الأرضي دوراً مهماً في عملية الجريان المائي السطحي وتقدير حجمه، إذ ان الأرض سواء أن كانت منبسطة او منحدرت إضافة الى قلة او كثافة الغطاء النباتي جميعها عوامل معرقة لعملية الجريان السطحي للحوض النهري قيد الدراسة كذلك تتغير طبيعة استعمالات الأرض مع تقادم الزمن وتختلف من منطقة الى منطقة أخرى نتيجة لتغير طبيعة حاجات الانسان للأرض خصوصاً عندما يكون هنالك أكثر من استعمال في نفس قطعة الأرض، وهنا يصعب على الباحث إعطاء القرار لنوع الصنف البارز في المنطقة، وللتغلب على هذه المشكلة تم الاعتماد على تصنيف اندرسون لتصنيف استعمالات الأرض في منطقة الدراسة⁽⁹⁾، بالإضافة الى الاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية التي بدورها وفرت عدة مميزات تعجز الطرق التقليدية عن توفرها من عمليات المسح الميداني ووجد المقومات الطبيعية والبشرية وبيان تلك الاستعمالات في المنطقة .

يتضح لنا من خلال الخريطة (1) والجدول (3)، وجود عدة أصناف من استعمالات الأرض والغطاء الأرضي بحسب تصنيف اندرسون وكما يلي: -

-أراضي بور:

وهي أراضي جرداء تنتشر في الجزء الأوسط ممتدة الى الجنوب والجنوب الشرقي من منطقة الدراسة، موزعة بصورة متفرقة فأنها تمتاز بقلّة وجود الغطاء النباتي والاستخدام البشري، وذلك نظراً لوجود عدد من المكاشف الصخرية ورداءة تربتها بسبب عامل التعرية المائية والنقل وحفر الوديان لذلك لا يمكن استخدام هذه الأراضي في الزراعة وفي النقل، تحتل مساحة قدرها (36.48) كم² ما نسبته (4.30%) من اجمالي مساحة المنطق، ان لهذا الصنف من الأراضي القدرة العالية على زيادة سرعة الجريان السطحي وذلك نظراً لعدم وجود الغطاء النباتي الذي يعمل على إعاقة المياه الجارية، فضلاً عن ذلك ان هذه المناطق تكون ذات طبيعة صخرية قليلة المسامية لا تسمح بتسرب المياه داخل التربة، يقع ضمن الرمز (77) من تصنيف اندرسون.

-الأراضي الزراعية العشبية:

تقع هذه الأراضي ضمن الرمز (82)، تنتشر في اغلب منطقة الدراسة وتشغل المساحة الأكبر من حيث التصنيفات الباقية إذ بلغت مساحتها (434.08) كم² أي بنسبة (51.11%) من مساحة المنطقة قيد الدراسة

وتنتشر في عموم منطقة الدراسة وهي تحتوي على تربة غنية صالحة للزراعة لذلك يستخدمها سكان المنطقة في زراعة المحاصيل الحقلية الصيفية والشتوية. ان الغطاء النباتي في هذا الصنف بكافة انواعه يعمل على إعاقة المياه وله القدرة على تقليل الجريان السطحي في حوض وادي الخوصر.

-أراضي زراعية في الغالب مع نباتات طبيعية ونباتات متناثرة:

يسود هذا الصنف من الأراضي الزراعية والنباتات الطبيعية بشكل محدد ومقتصر في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة وتحديداً عند منطقة القوش في مناطق اقدام الجبال، شغلت مساحة (5.55) كم² بنسبة (0.65%) من اجمالي المساحة الكلية للمنطقة، تقع ضمن الرمز (32). اما النباتات المتناثرة فتكاد تكون غير موجودة وأنها لم تسجل نسبة ملحوظة اقتصر تواجدها في الجزء الشمالي الشرقي والشرقي من المنطقة المدروسة، شغلت مساحة (4.84) كم² مانسبته (0.57%)، يرمز لها بالرمز (33).

-الأراضي الزراعية البعلية:

تضم هذه الأراضي محاصيل الحبوب المتمثلة بالحنطة والشعير التي هي من المحاصيل الديمية التي تنتشر في منطقة الدراسة، يرمز لهذا الصنف بالرمز (21) ضمن تصنيف اندرسون المستخدم في تصنيف الاستعمال والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة، شغل هذا الصنف مساحة تقدر (322.86) ما نسبته (38.02%) من اجمالي مساحة الحوض الكلية، يتبين من خلال الخريطة (1) ان هذه الأراضي تنتشر في عموم أجزاء منطقة الدراسة، تؤثر هذه المحاصيل هيدرولوجياً في عملية الجريان السطحي من حيث ترشح المياه داخل التربة، وكذلك تعمل على تقليل قوة وسرعة المياه النازلة، فيؤثر ذلك على الجريان السطحي في الأجزاء التي يتواجد فيها هذا النوع من الاستعمال.

-أراضي عشبية متناثرة:

يقنصر انتشار هذه الأراضي في الجزء الشرقي والشمالي من المنطقة المدروسة وكما موضح بالخريطة (1)، تعد هذه الاراضي مناطق رعي جيدة خصوصاً بعد تساقط الامطار، فضلاً عن كونها تشكل غطاء واقياً يحمي التربة من شدة العاصفة المطرية، وتعمل ايضاً على التقليل من شدة عملية التعرية اذ انها تعمل على تخفيف سرعة المياه وممسك حبيبات سرعة الجريان السطحي لحوض وادي الخوصر. شكلت الأراضي العشبية مساحة قدرها (10.62) كم² ما نسبته (1.25%) من مساحة المنطقة المدروسة، يرمز لها بالرمز (31) بحسب التصنيف.

-مناطق حضرية:

تعد استعمالات الأرض انعكاس واضح لتطور المجتمعات البشرية في أي مكان، أن هذا الصنف يتركز أغلبه في المناطق الهضبية والسهلية من منطقة حوض نهر الخوصر، خاصة في جنوب غرب المنطقة قيد الدراسة وتحديدًا عند مدينة الموصل وذلك لارتباط هذه المناطق بمجرى مياه نهر دجلة إضافة إلى قربها من مركز مدينة الموصل وسهولة الحركة والتنقل من وإلى المركز من قبل سكان تلك المناطق، يمثل هذا الصنف بطرق نقل تربط المناطق والقرى الواقعة ضمن منطقة الدراسة مركز مدينة الموصل، وكذلك المباني السكنية الموجودة في تلك المنطقة، شغل مساحة (34.82) كم² ما نسبته (4.10%) من إجمالي منطقة الدراسة. وبما أن هذه الاستعمالات لا تسمح بتسرب المياه من خلالها لذا فأنها تزيد من سرعة جريان المياه السطحي وارتفاع مخاطر الفيضان والايراد المائي للحوض. تقع هذه الأراضي ضمن الرمز (16) من التصنيف المستخدم.

5- تصنيف التربة بحسب خصائصها الهيدرولوجية:

تؤثر خصائص التربة الهيدرولوجية على عملية توليد الجريان السطحي الناتج من التساقط المطري، لذا يجب الأخذ بنظر الاعتبار نوع التربة بحسب نسجتها في إجراء عملية تقدير الجريان السطحي للحوض⁽¹⁰⁾. ووفقاً لمعدل سرعة انتقال الماء من خلال التربة حددت الهندسة الوطنية (NEH) للزراعة الأمريكية USDA أربع مجموعات هيدرولوجية للتربة (A, B, C, D) وكما موضح بالجدول (4-4)، وأن هذه المجموعات تكشف مدى تأثير نسج التربة في نشوء وحجم الجريان السطحي⁽¹¹⁾.

ومن خلال الخريطة (2) والجدول (5) أتضح وجود نوعين من أنواع الترب الهيدرولوجية في منطقة الدراسة التي تشير إلى مدى تأثيرها في عملية تقدير حجم الجريان السطحي من خلال الخصائص النسيجية لهذه الترب، وهي كالاتي:

-المجموعة الهيدرولوجية C:

تتكون التربة في هذه المجموعة من الطين وبنسبة تصل ما بين (20% - 40%) وأقل من (50%) من الرمال الذي يحتوي على الطفل والطيني الطفلي الرملي والطين الصلصالي الغريني، تمتلك هذه التربة امكانيات عالية نسبياً. من الجريان السطحي عند تشبع الرطوبة فيها، ويكون انتقال المياه من خلال هذا النوع من الترب مقيداً نوعاً ما إذ يتراوح (12.7-25.4) ملم / ساعة، ومعدل ارتشاح متوسط .

أن التوصيلة الهيدروليكية المشبعة التي تمثل أحد أهم محددات المجموعة (C) في الطبقة الأقل ترشياً بين سطح الأرض و 50 سنتمتراً (20 بوصة) عمقاً ما بين 1 ميكرومتر في الثانية ما يعادل (0.42 بوصة للساعة الواحدة) و 10 ميكرومتر ما يعادل (1.42 بوصة للساعة الواحدة) ، وان العمق إلى أي طبقة كتيمة هو اكبر من 50 سنتمتراً (20 بوصة) ، والعمق لمستوى المياه الجوفية هو اكبر من 60 سنتمتراً (24 بوصة)، أما التربة التي هي أعمق من 100 سنتمتراً (40 بوصة) إلى المياه الجوفية فهي تقع ضمن المجموعة. (D)

ينتشر هذا النوع من الترب في أغلب مناطق الحوض، اذ شغلت مساحة (279.19) كم² مانسبته (32.88%) من مجموعة مساحة حوض وادي الخوصر (12).

-المجموعة الهيدرولوجية D:

تشغل ترب هذه المجموعة المساحة الأكبر في حوض منطقة الدراسة اذ تقدر المساحة التي شغلتها (570.05) كم² بنسبة (67.12%) من أجمالي مساحة المنطقة. وتنتشر في عموم منطقة الدراسة شمالاً وجنوباً وشرقاً وغرباً. أن التربة في هذه المجموعة ينتج عنها جريان سطحي عالي عندما تصل إلى معدل عالي من التشبع بالرطوبة، أما حركة وانتقال الماء من خلال التربة مقيدة ومنخفضة جدا (0.508-2.54) ملم / ساعة.

تتكون نسجتها من الطين بحوالي أكثر من 40%، وقل من 50 % من الرمال. ولها القوام الطيني في بعض المناطق، فضلا عن ذلك فإنها تمتلك خاصية تقلص عالية، وأن تشخيص هذه المجموعة من التربة يتم وفق بعض المحددات التي تتمثل بالتوصيلية الهيدروليكية لها، اذ تصف هذه المحددات. على أن الترب التي تكون فيها الطبقة الكتمية للماء على عمق يتراوح مابية 50-100 سنتمتر (40 بوصة) والتوصيلية الهيدروليكية المشبعة في طبقة التربة ذات الانتقال الأقل للمياه يساوي او اقل من (1) ميكرومتر في الثانية (0.14 بوصة للساعة الواحدة). أما التربة التي هي تكون أعمق من 100 سنتمتر (40بوصة) عند التربة المقيدة لحركة المياه التي هي عند مستوى المياه الجوفية، تكون فيها التوصيلية الهيدروليكية المشبعة لجميع طبقات التربة اقل او تساوي (0.40) ميكرومتر بالثانية (0.06بوصة في كل ساعة) (13).

ثانيا-حساب الجريان السطحي لحوض وادي الخوصر:

لحساب وتحليل الجريان السطحي لعدد من المجاري الفرعية لحوض وادي الخوصر استخدم الباحث أسلوب النمذجة الحاسوبية من خلال برنامج (WMS V.10.8)، بالاعتماد على خرائط استعمالات الأرض بحسب تصنيف اندرسون 1979، و صنوف التربة الهيدرولوجية، اضافة إلى معرفة الخصائص المورفومترية للحوض التي تم استخراجها من نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM-DEM)، واعتماد الزخة المطرية اليومية التي سجلت بتاريخ (18-3-2020). فكانت النتائج كما مبين في ادناه:

1-حساب معدل رقم المنحنى(CN): Curve number

يوضح هذا المعدل مقدار نفاذية السطح والاستجابة المائية التي تعتمد بصورة اساسية على نوعية التربة الهيدرولوجية ونوع الاستعمال والغطاء الارضي في احواض التصريف المائي (14)، تتراوح قيمة رقم المنحنى (CN) ما بين (صفر - 100)، اذ أن هذه القيمة تعبر عن مدى النفاذية العالية والمنخفضة في الحوض، فكلما

كانت القيم عالية وقريبة من الـ (100) فأنها تدل على أن سطح الحوض قليل النفاذية ، فيما اذ اتجهت القيم نحو الـ (الصفر) فأنها تشير إلى أن سطح الحوض ذات نفاذية عالية⁽¹⁵⁾ .

ومن خلال معادلة رقم المنحنى التي تم ذكرها سابقاً ومعطيات الجدول (6) والخريطة (4) تبين ان قيمة CN مرتفعة في جميع الفروع التابعة للحوض وهذا يدل على أن سطح الحوض قليل النفاذية وجريان سطحي مرتفع، فتراوحت القيم ما بين (82.6-87.5) ، كانت اعلى قيمة مسجلة في حوض (7B) بلغت (87.5) وبمساحة (21.1) كم² فقد جاء ضمن الفئة الأولى ، اما الفئة الثانية التي تنحصر فيما بين (83.6-85.3) فقد شملت الاحواض (8B,5B,4B,3B) شغلت مساحة (500) كم² ، اذ تعد هذه الأراضي المسؤول الأول عن الجريان السطحي في الحوض نظراً لكبير حجم المساحة التي تشغلها وارتفاع رقم معدل المنحنى فيها، فيما جاء الحوضي رقم (6B) ضمن الفئة الثالثة وشغل مساحة مقدارها (29.8) كم² ، وجاء كلا من الحوض (1B,2B) ضمن الفئة الأخيرة التي سجلت اقل قيمة، وشغلت مساحة (307.4) ، يرجع السبب في انخفاض قيمة (CN) ضمن هذه الفئة التي تقع شمال منطقة الدراسة إلى نوعية التربة في هذه المنطقة التي تتكون من طبقة طينية محددة العمق وبمعدل ارتشاح دون الوسط قبل تشبع التربة.

2- زمن التركيز Time of concentration

يقصد بهذا المتغير تلك الفترة الزمنية اللازمة التي من خلالها تنتقل المياه في المنطقة البعيدة في اجزاء الحوض العليا إلى حين وصولها لمنطقة المصب اسفل الحوض⁽¹⁶⁾ . كلما كان زمن التركيز مرتفعاً فهذا يدل على جريان سطحي أكبر ينتج عنه تنشيط عمليات النحت ونقل الرواسب والمفتتات في مجاري الوديان⁽¹⁷⁾.

ومن خلال تطبيق معادلة زمن التركيز وكما يبين جدول (6) وخريطة(5)، نلاحظ ان الاحواض الفرعية في منطقة الدراسة سجلت قيم مرتفعة في زمن التركيز تراوحت بين (6.1-21.4) ساعة، وهذا يدل على ان زمن التركيز في الحوض طويلاً ولا تشكل السيول خطراً فيه. يرجع سبب زيادة زمن التركيز إلى شكل الحوض الطولي وكبير مساحته وكثرة الانعطافات في مجاريه فيؤدي الى استغراق وقت اطول في وصول المياه الى منطقة المصب، اذ سجل الحوض (8B) اعلى زمن تركيز بلغت (21.4) ساعة وسجل حوض (5B,2B) أقل زمن تركيز بلغت (6.1)، وسجلت بقية الأحواض ازمان تراكيز متباينة ويرجع سبب هذا التباين إلى مجموعة من العوامل المتمثلة بكل من خصائص التربة الهيدرولوجية والتركييب الجيولوجي والنبات الطبيعي، فضلا عن مساحة الحوض الكبيرة اذ انه كلما قلة مساحة الأحواض يقل معها زمن التركيز والعكس يحدث مع الاحواض ذات الاحجام الكبيرة فهي تحتاج الى وقت طويل في تصريف مياهها .

3- زمن التأخير (التباطؤ): Lag Time

يعد هذا المعامل من المعاملات المهمة التي تؤثر بشكل او بأخر في تحديد الفاقد المائي في الحوض، إذ كلما زاد زمن التأخير زادت معه كمية المياه المترشحة داخل التربة، يمكن تعريف زمن التأخير بأنه الوقت الفاصل بين بداية سقوط الأمطار وبداية حدوث عملية الجريان السطحي، أن دراسة زمن التأخير تفيد الباحثين واهل الاختصاص في التعرف على الوقت الكافي لبداية جريان المياه السطحي لكل حوض اضافة الى ذلك يتم من خلاله حساب كمية الفاقد المائي عن طريق التسرب خلال هذا الزمن⁽¹⁸⁾.

أتضح من خلال الجدول (6)، والخريطة (6) أن قيم زمن التأخير للأحواض الفرعية في المنطقة جاءت مرتفعة ايضاً وضمن اربعة فئات تراوحت القيم فيها ما بين (3.6-12.8) ساعة، اذ سجل حوض (8B) أعلى قيمة بلغت (12.8) ، يليه حوض (4B) بقيمة بلغت (6.8) ساعة، وسجل حوض (5B) أدنى قيمة فبلغت (3.6). وجاءت بقية الأحواض بقيم متباينة في زمن التأخير، إذ يرجع سبب ارتفاع قيم زمن التأخير وتباينها في حوض وادي الخوصر إلى كبر مساحة الحوض وشكله الطولي الذي يعمل على تأخير زمن الجريان السطحي لهم فضلاً عن انحدار الاحواض في المنطقة وكثافتها التصريفية للمياه.

4- حجم الجريان الكلي (م³): volume of run off

أن حجم الجريان السطحي يعبر عن كمية المياه المتجمعة على مستوى الحوض كله والتي تتدفق في شبكة تصريف الحوض، اذ يحدث الجريان السطحي نتيجة لتجاوز الشدة المطرية قدرة الحوض على استيعابها فتصبح سرعة الجريان عالية مما ينتج عنه حدوث فيضانات وسيول⁽¹⁹⁾. تم حساب الجريان الكلي للأحواض الفرعية في منطقة الدراسة وفق المعادلة الثالثة المذكورة مسبقاً، فظهرت قيم الجريان الكلي لهذه الاحواض، بحسب ما موضح في جدول (6) وخريطة (7)، فتبين لنا أن أعلى حجم للجريان تمثل في الحوض (1B-3B)، اذ بلغ حجم الجريان الكلي فيهما (5000022.9-5960313.0) م³ على التوالي، ضمن الفئة الأولى التي تتراوح ما بين (5960313.00-3870141.31) م³ ويرجع سبب ارتفاع القيم في هذين الحوضين الى كبر مساحتهما إضافة إلى أن صنف التربة السائد هو الصنف D التي تمتاز تربيتها بأنها تربة طينية سميكة مغطاة بطبقة من الغرين الناعم الذي يمنع من تسرب المياه داخلها. أما عن أقل حجم جريان كلي فقد جاء به حوض رقم (6B - 7B) اذ بلغ حجم الجريان السطحي فيه (878285.1-777944.4) م³ وهذا يعود الى صغر مساحة هذه الأحواض وعدم مقدرتها على تلقي كميات عالية من المياه. وجاءت الاحواض المتبقية بقيم متباينة من حجم الجريان السطحي الكلي فيها. في حين سجل حجم الجريان السطحي الكلي لحوض وادي الخوصر وكما مبين في الخريطة (8) التي توضح منحى الجريان بعد الزخة المطرية، اذ توضح الهايدروكرافات نمط الجريان السطحي في كل حوض فرعي وحساب كمية المياه الخارجة من الحوض الرئيسي بداية هذا الجريان ووصوله إلى ذروته ثم انحساره بالتدرج، اذ سجلت الهايدروكرافات أن الجريان السطحي في حوض وادي الخوصر يبلغ ذروته بعد مرور (280 دقيقة) فيصل إلى ما يقارب (960) م³ بالثانية. بلغ حجم الجريان الكلي في حوض وادي الخوصر (240774693.40) م³ ،

وهذه القيمة المرتفعة تعكس كبر مساحة الحوض وتلقيه لكميات عالية من مياه الامطار في وقت الشدة المطرية. وفيما يخص متوسط حجم الجريان وكما موضح بالخريطة (9) بالنسبة للأحواض الفرعية في المنطقة فقد تراوحت قيمها ما بين (630.7-4832.1)م³ ، وجاءت النتائج مقارنة لنتائج وقيم حجم الجريان الكلي بالنسبة للأحواض الفرعية في المنطقة. في حين تراوحت قيم معدل الجريان لهذه الاحواض ما بين (0.70-1.5)م³ الثانية اذ نلاحظ أن جميع الأحواض جاءت متقاربة فيما بينها في معدل الجريان، وكما يتضح من الخريطة (4-10) اذ سجلت قيم اعلى من الواحد صحيح ، ماعدا حوض رقم (8B) فإنه سجل قيمة أقل من الواحد، إذ بلغت (0.70)م³ الثانية، ويرجع السبب في ذلك إلى أن هذا الحوض يقع في وسط منطقة الدراسة وتمتد إلى منطقة المصب والتي تكون قليلة الانحدار ويسود فيها الاستعمال السكني والمباني التي تعمل على اعاقه الجريان السطحي فيه .

5-أقصى جريان :Hydo – Peak

يوضح الجدول (6) قيم الجريان الاقصى م³/الثانية للأحواض الفرعية في منطقة الدراسة، إذ سجل الحوض رقم (3B) اقصى جريان حيث بلغ (296.59) م³ /ثانية يليه الحوض رقم (1B) بلغ اقصى تصريف له (225.08)م³ و جاء كلاً من هذين الحوضين ضمن الفئة الأولى التي تتراوح ما بين (225.2-296.6) م³ / ثانية و كما مبين بالخريطة (11)، وجاء الحوض رقم (2B) بقيمة مرتفعة ايضاً إذ بلغت (214.77)م³ / الثانية وذلك ضمن الفئة الثانية التي تتراوح ما بين (100.1-225.1)م³ /ثانية. يعود السبب في ارتفاع قيم هذه الأحواض إلى عدة اسباب تمثلت بارتفاع المناطق التي تقع فيها هذه الأحواض اذ ان حوض (3B,1B) يقعان في شمال منطقة الدراسة وحوض (2B) يقع في شرق المنطقة التي تمتاز بارتفاع اراضيها وزيادة درجة انحدارها، فضلاً على ذلك فقد جاءت الأحواض الثلاثة بأكبر مساحة وهذا يدل على تلقيها كمية أكبر من مياه الامطار الساقطة. التي تساعد في تسريع عملية الجريان السطحي في هذه الأحواض. أما أقل تصريف فقد جاء به حوض رقم (6B) فقد بلغ (33.52)م³/ثانية ضمن الفئة (33.5-34.6)م³ /الثانية ، وهذا يعود إلى قلة ارتفاع وانحدار الاراضي التي يقع ضمنها هذ الحوض اذ انه يقع في الجزء الجنوبي الغربي من المنطقة ، بالإضافة الى صغر مساحة الحوض ووقوعه ضمن استعمال المباني والطرق التي تعمل على عرقلة حركة المياه وتأخير الجريان فيها. اما باقي الاحواض فقد جاءت بقيم متباينة تراوحت ما بين (34.7-100.0)م³ /ثانية.

6- زمن الجريان الأقصى / دقيقة: Hydro time to peak

يعد زمن الجريان الأقصى من الخصائص الهيدرولوجية المهمة التي من خلالها يمكن التعرف إلى مدى خطورة الأحواض للوصول إلى ذروة درء الفيضانات. وهو انعكاساً لخصائص الحوض الهيدرولوجية التي تعبر عنها قيم (CN) اذ تراوحت قيمة (CN) في منطقة الدراسة ما بين (82.6 - 87.5) وهذا يدل على أن حوض وادي

الحوصر ذات تصريف عالي وتسرب قليل . فيتبين في الجدول (6) أن الحوض رقم (8B) سجل أقصى زمن تصريف بلغ (790)دقيقة ، يليه الحوض (4B) فقد سجل قيمة تقدرت بـ (430) دقيقة. إذ انهما يقعان ضمن الفئة الأولى والثانية كما موضح بالخريطة (12)، وهذه القيم المرتفعة تدل على زيادة الوقت في هذين الحوضين لتتشكل ذروة الجريان السطحي، اللذان يقعان ضمن الاراضي ذات الارتفاع المنخفض ودرجة انحدار قليلة، فضلاً عن شكل الحوضين الذي يكون قريب إلى الشكل المستطيل الذي بدوره يعمل على تأخر وصول المياه بصورة سريعة ووصولها على شكل دفعات إلى منطقة المصب.

أما فيما يخص اقل زمن للتصريف فقد سجله حوض رقم (5B) فبلغ (240) دقيقة يليه الحوض (2B, 3B) اللذان سجلا قيمة تقدر بـ (250-270) دقيقة على التوالي إذ تقع هذه الاحواض ضمن الفئة التي تتراوح ما بين (240.0-270.0) دقيقة ويرجع سبب انخفاض عدد الدقائق لتكوين أقصى جريان في هذه الأحواض إلى ارتفاع أراضي هذه الأحواض وزيادة درجة الانحدار وكذلك شكلها الذي هو قريب إلى الشكل الدائري الذي يعمل على إيصال المياه بشكل اسرع إلى منطقة المصب، وهذا ما يشكل خطر الفيضانات في هذه الأحواض .

الاستنتاجات: -

- 1- أن العامل الأكثر تأثيراً على حجم الجريان السطحي في المنطقة المدروسة هي مياه الأمطار .
- 2- وفقاً لتصنيف (USDA) للزراعة الامريكية، فإن ترب حوض وادي الخوص تقع ضمن المجموعتين (D,C)، لذلك فان نسبة تسرب المياه داخل التربة تكون قليلة.
- 3 -أوضح تصنيف المرئية الفضائية للمنطقة وجود (8) اصناف من استعمالات الأرض في المنطقة، شغل صنف (الاراضي الزراعية العشبية) مساحة (434.08) كم² و بنسبة (51,11%)، وهي أعلى مساحة من ضمن الاستعمالات.
- 4 -تتقارب قيم (CN) فيما ما بينها بالنسبة للأحواض الفرعية، إذ تراوحت بين (82.6-87.5) وهي قيمة مرتفعة تدل على امكانية حدوث جريان سطحي عالي في حوض وادي الخوصر .
- 5 -يبلغ حجم الجريان الكلي للحوض (240774693.40) م³، وهذا يدل على كبر مساحة الحوض وقدرته على استيعاب كميات كبيرة من مياه الامطار في أوقات التساقط المطري.

التوصيات:

- 1-نصب محطات هيدرولوجية للاستفادة منها في معرفة حجم الجريان السطحي لحوض الخوصر ، وكذلك تساعد الباحثين في الحصول على بيانات أكثر دقة لاستغلالها في اقامة المشاريع التنموية في المنطقة.

2-توعية سكان المنطقة بمخاطر الفيضان من خلال الارشادات التوعوية التي تقيمها الجهات المعنية، وكذلك حثهم عن الابتعاد من المجاري الرئيسية والثانوية في الحوض.

3-يتطلب من الجهات المعنية انشاء بعض السدود الصغيرة في اماكن معينة من الحوض لغرض درء الفيضانات اوقات الذروة والاستفادة من المياه المخزونة في الزراعة.

1-الجدول:

جدول (1) تصنيف الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC)

الحالة	AMC mm	الفئة
الجاف	≤ 35	AMCI
المعتدل	35-52.5	AMCII
غزير الامطار	≥ 52.5	AMCIII

Gangodagamage, Chandana, and S. P. Aggarwal. "Integrating Curve Satellite based Remotesensing observations with ses Nember Method for simplified Hydrologic modeling in Ungauged Basins, Asian Journal of Geoin for matics 12.3 (2012), 9-35.

جدول(2) قيم (CN) قبل الحالة المسبقة لرطوبة التربة

CN For Condition I	CN For Condition II	CN For Condition III
100	100	100
95	87	99
90	78	98
85	70	97
80	63	94
75	57	91
70	51	87
65	45	83
60	40	79
55	35	75
50	31	70
45	27	65
40	23	60

35	19	55
30	15	50
25	12	45
20	9	39
15	7	33
10	4	26
5	2	17
0	0	0

المصدر/ -in/library of congress gataloging- R(W,D), Hydrologic Analysis and design, McCuen, publication data, prentice Hall, second edition, 1988, p.13.

جدول (3) مساحة ونسبة صنوف استعمال الأرض الخاصة بالجريان السطحي في حوض الخوصر

ت	رمز الاستعمال	صنف الاستعمال	Area(km2)	نسبة المساحة (%)
1	77	اراضي بور	36.48	4.30
2	82	الأراضي الزراعية العشبية	434.08	51.11
3	32	أراضي زراعية في الغالب مع نباتات طبيعية	4.02	0.47
4	32	نباتات طبيعية في الغالب مع اراضي زراعية	1.53	0.18
5	21	الأراضي الزراعية البعلية	322.86	38.02
6	31	اراضي عشبية متناثرة	10.62	1.25
7	33	نباتات متناثرة	4.84	0.57
8	16	مناطق حضرية	34.82	4.10
9			849.25	100

المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات الخريطة (1) .

جدول (4-4) اصناف التربة الهيدرولوجية بحسب طريقة (SCS) في حوض الخوصر

ت	صنف التربة	عمق النسيج	نوع التربة
1	A	قليل	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة من الطين والغرين
2	B	متوسط	طبقة رملية اقل عمقا من A بمعدل ارتشاح متوسط بعد الترطيب
3	C	فوق المتوسط	طبقة طينية محددة العمق بمعدل ارتشاح دون الوسط قبل تشبع التربة
4	D	عالي	طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من ترب ناعمة القريبة في سطح الأرض

المصدر/ Soil Conservation service. Urban Hydrology for Small watershed Technical releases 55, 2nd, U.S. Dept of Agriculture, washigton D.C.1986.

جدول (5) مساحة ونسبة أصناف الترب الهيدرولوجية في حوض الخوصر

الصنف الهيدرولوجي	نسبة المساحة (%)	المساحة (كم ²)	نوع التربة
D	7.71	65.48	منطقة حضرية
D	58.01	492.62	طين
D	1.41	11.95	غرين طيني
C	29.76	252.70	طين سلتي
C	3.12	26.49	طين مع غرين سلتي
	100	849.23	المجموع

المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات خريطة (2)

جدول (6) خصائص الجريان السطحي لحوض وادي الخوصر

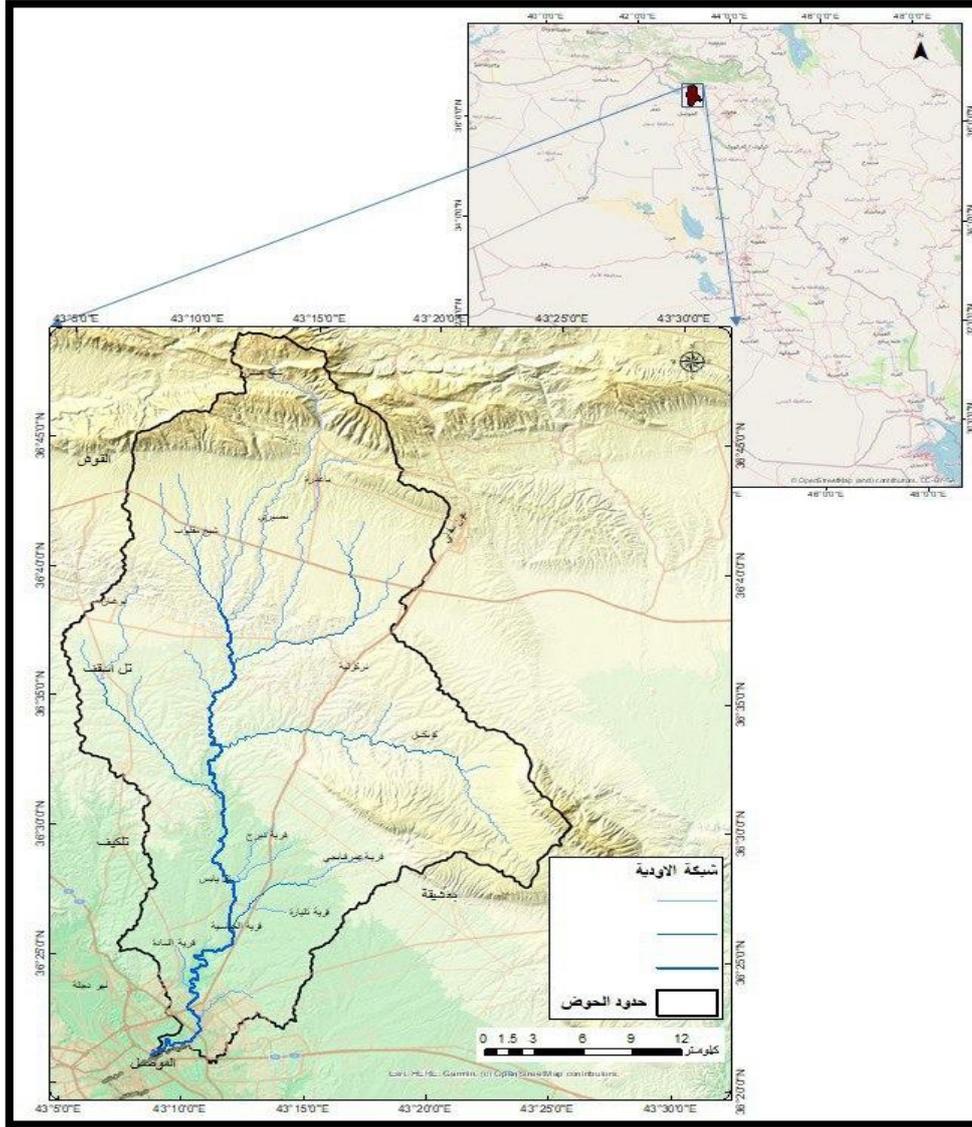
معدل الجريان (م ³ /ثا)	متوسط حجم الجريان (متر مكعب)	اقصى جريان (متر مكعب/ ثانية)	زمن الجريان الأقصى (دقيقة)	حجم الجريان الكلي 3م	كمية الامطار (مم)	رقم المنحنى CN	زمن التركز TC (ساعة)	Lag time التأخير (ساعة)	المساحة (كم ²)
-----------------------------------	------------------------------	------------------------------	----------------------------	----------------------	-------------------	----------------	----------------------	-------------------------	----------------------------

1.16	2179.59	87.90	430	2688499.8	67.28	84.4	11.3	6.8	90.9
1.13	4053.57	225.08	300	5000022.9	67.28	82.6	7.6	4.6	174.1
1.16	712.03	33.52	360	878285.1	67.28	83.5	9.2	5.5	29.8
0.70	2517.91	90.05	790	3105803.4	67.28	84.4	21.4	12.8	173.9
1.45	630.69	34.57	300	777944.4	67.28	87.5	7.7	4.6	21.1
1.31	4832.09	296.59	270	5960313.0	67.28	85.3	6.8	4.1	179.0
1.14	3137.56	214.77	250	3870141.3	67.28	82.6	6.1	3.7	133.3
1.26	1454.16	99.99	240	1793690.1	67.28	84.4	6.1	3.6	56.2

المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج WMS 10.8 , وطريقة خدمة حفظ التربة.

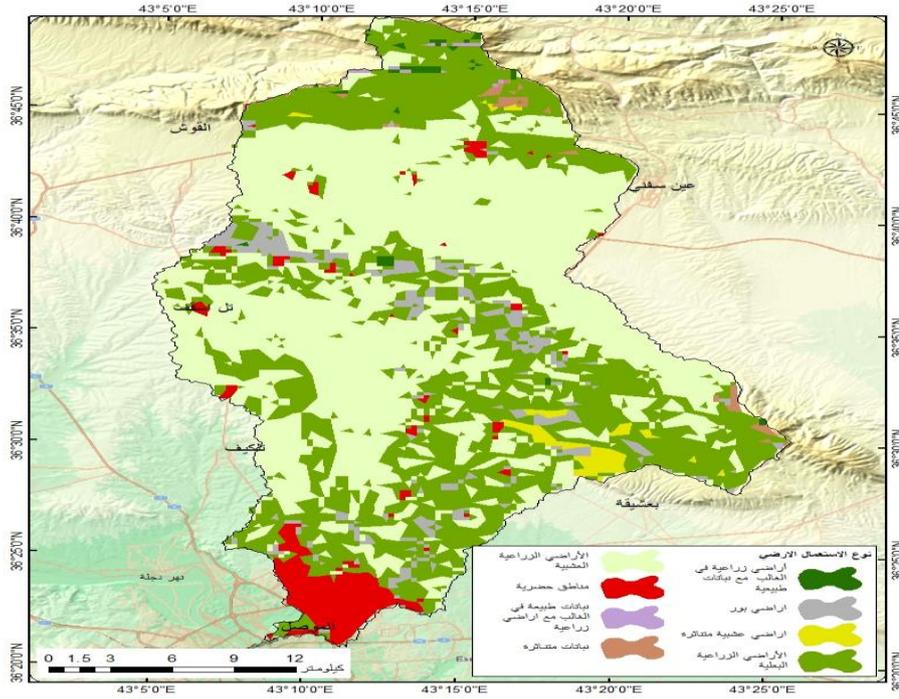
2-الخرائط :

خريطة(1-1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



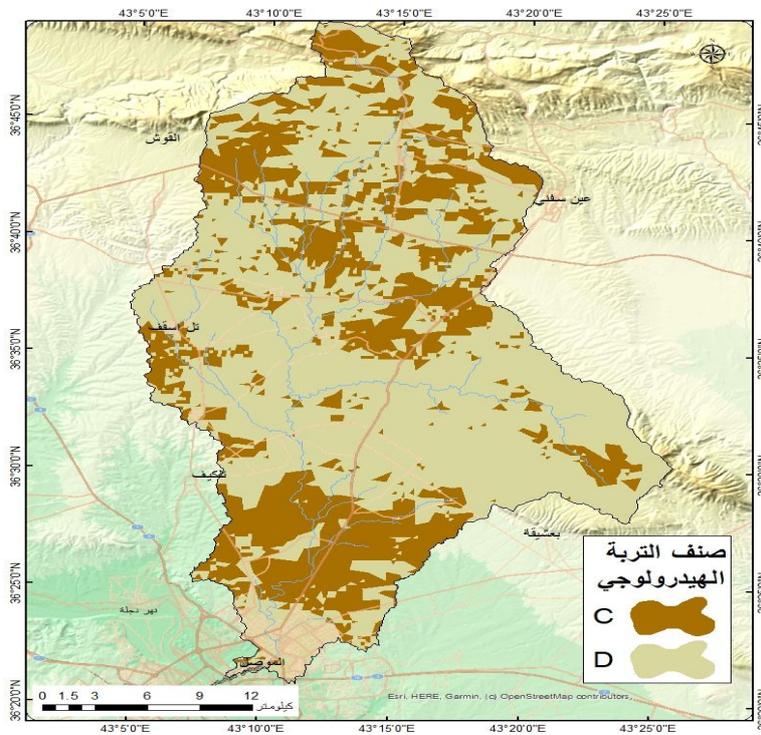
المصدر: جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية المديرية العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، بمقياس 1:1000000 لعام 2022،
بإستعمال ARC Map 10.8 .

خريطة (1) صنوف استعمال الأرض والغطاء الأرضي بحسب تصنيف اندرسون في حوض الخوصر



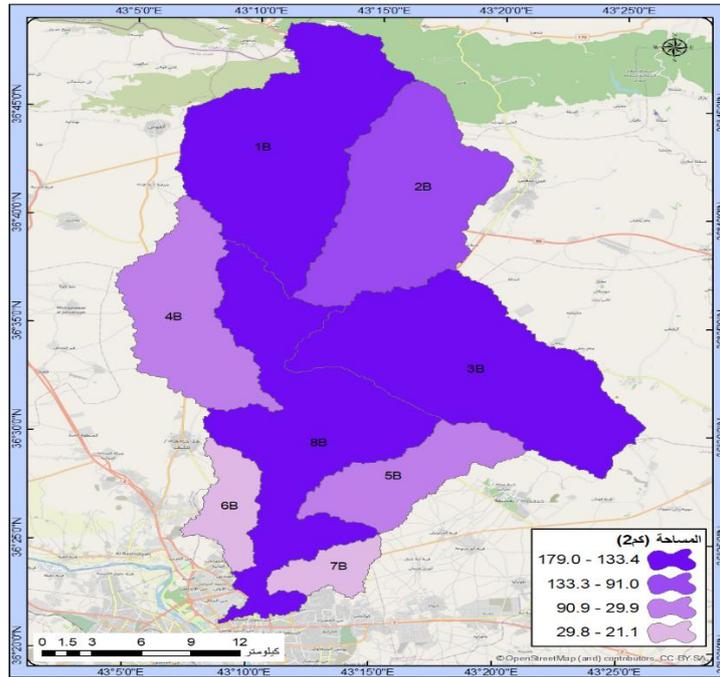
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على تصنيف(Anderson1976) ومرئيات القمر الصناعي (Sintai2) باستخدام برنامج .ArcGIS

خريطة (2) أصناف التربة الهيدرولوجية في حوض الخوصر



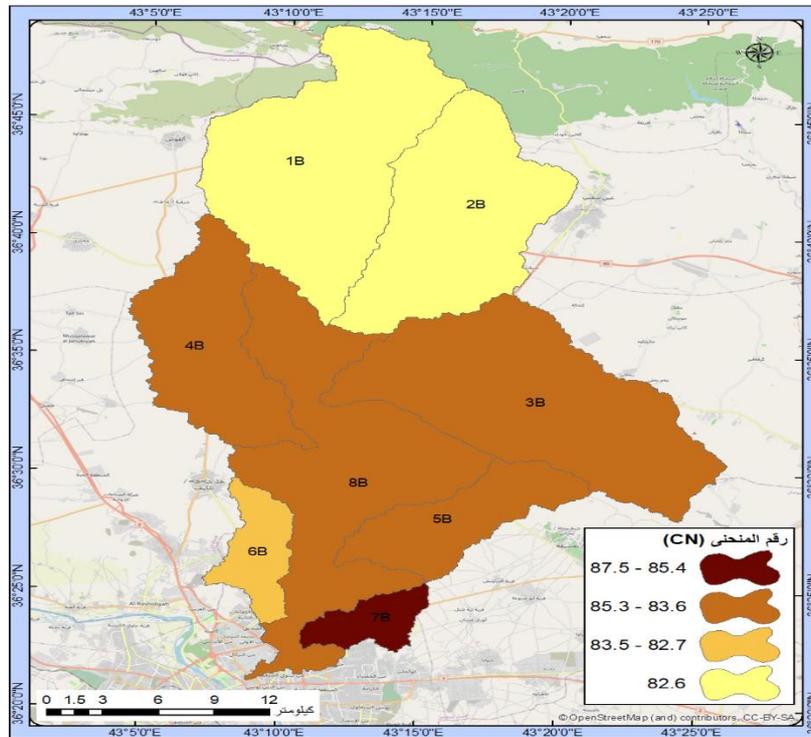
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على: (1: خريطة أصناف التربة في العراق، بيورنك، لسنة 1960. (2) الدراسة الميدانية بتاريخ 2024/10/19. USDA-NRCS, 2007(3

خريطة (3) مساحة الاحواض الفرعية في حوض الخوصر



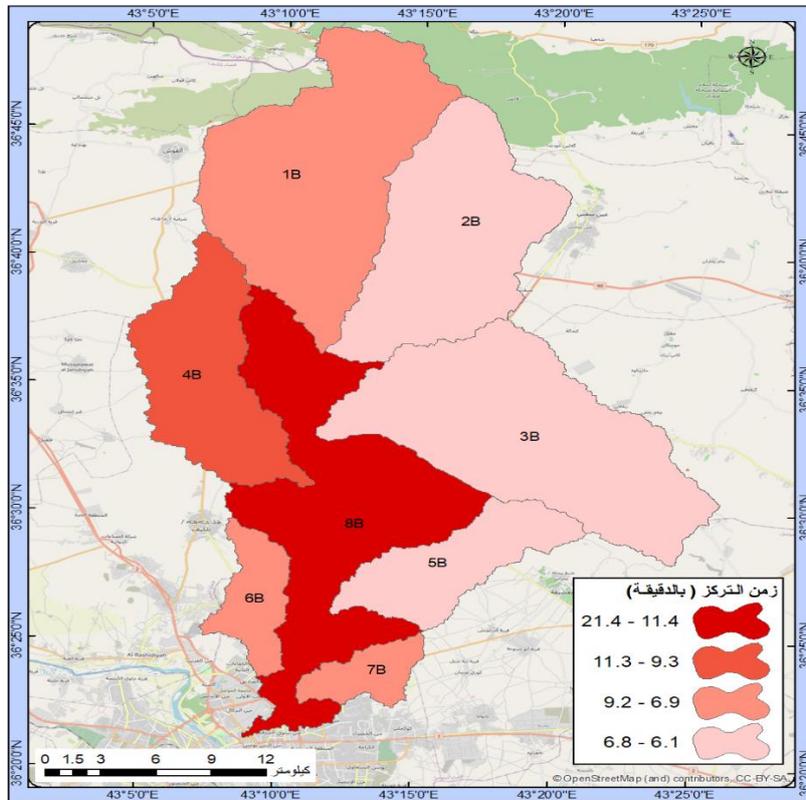
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على معلومات ASTER-DEM باستخدام WMS 10.1.

خريطة (4) التوزيع المكاني لمعدل رقم المنحنى للجريان السطحي في حوض الخوصر



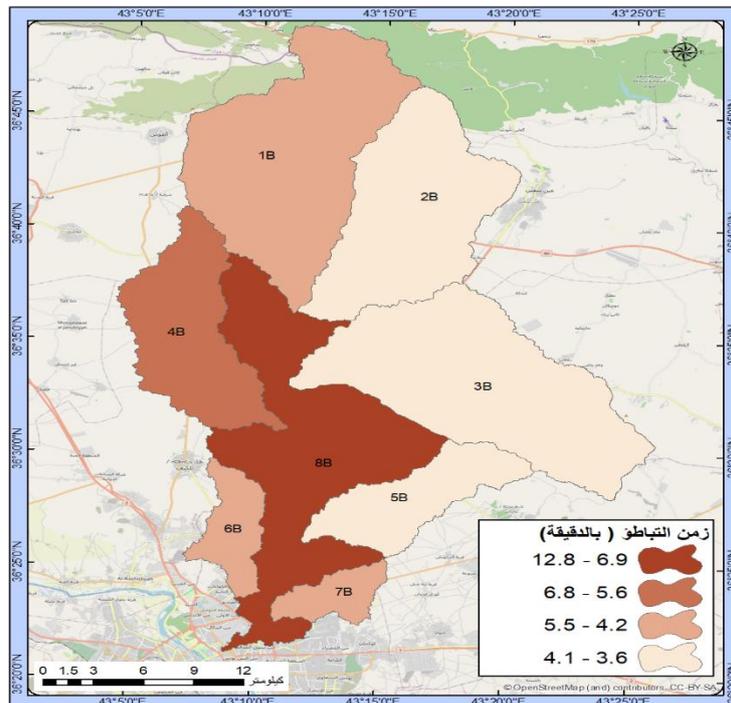
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS

خريطة (5) التوزيع المكاني لزمان التركيز بالساعة للجريان السطحي في حوض الخوصر



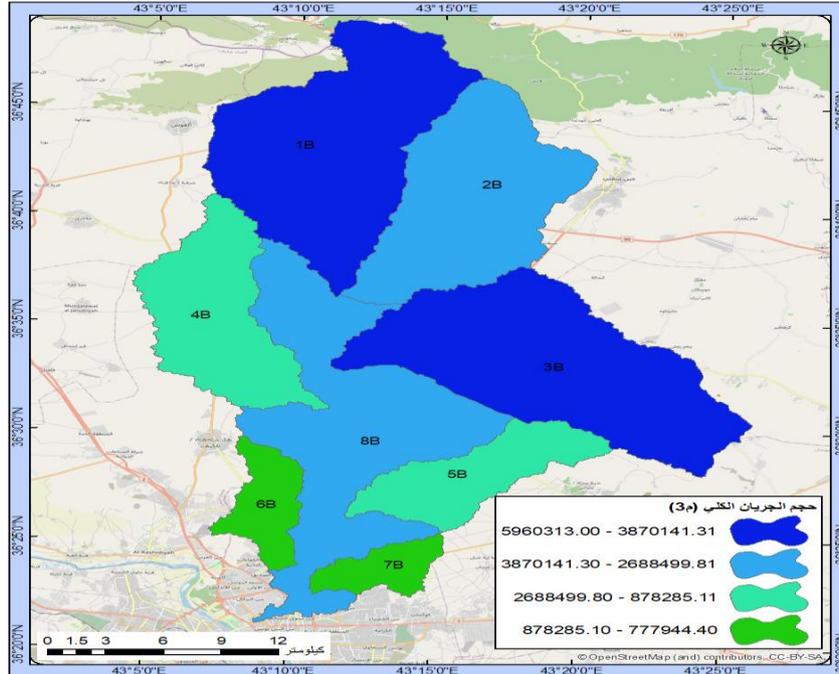
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS

خريطة (6) التوزيع المكاني لزمان التباطؤ بالساعة للجريان السطحي في حوض الخوصر



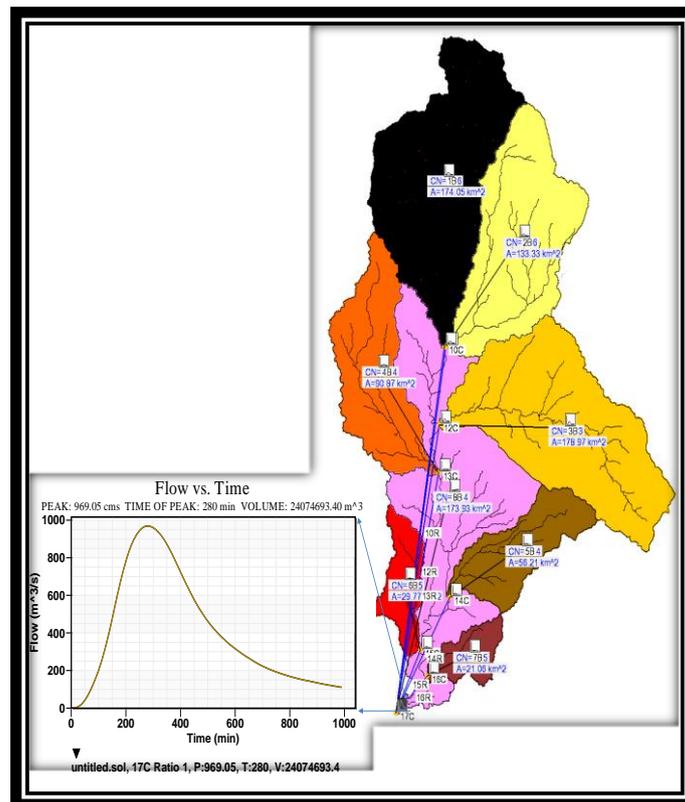
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS

خريطة (7) التوزيع المكاني لحجم الجريان السطحي(م³) في حوض الخوصر



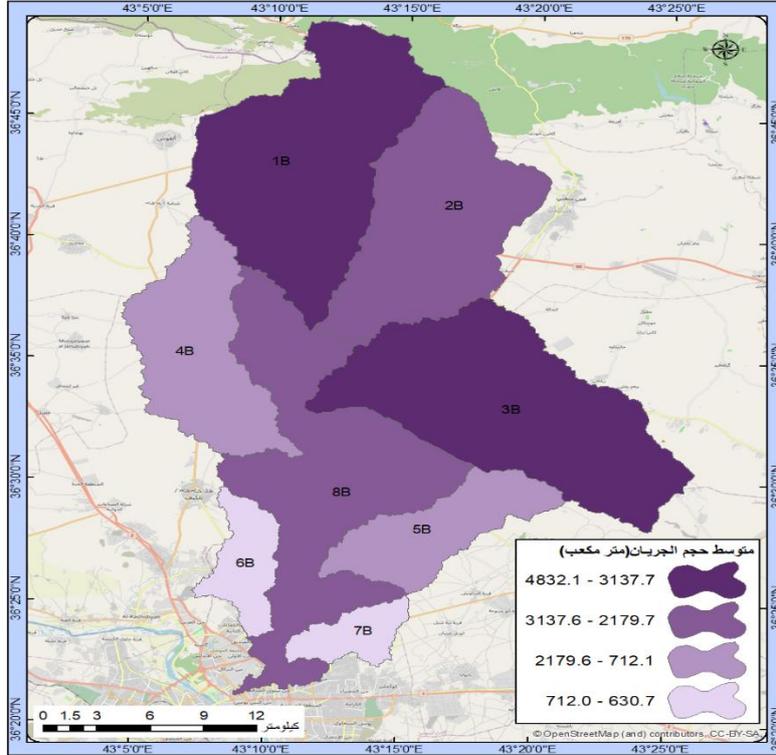
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS

خريطة (4-8) شبكة الجريان والهيدروكراف بحسب الاحواض الفرعية لحوض الخوصر



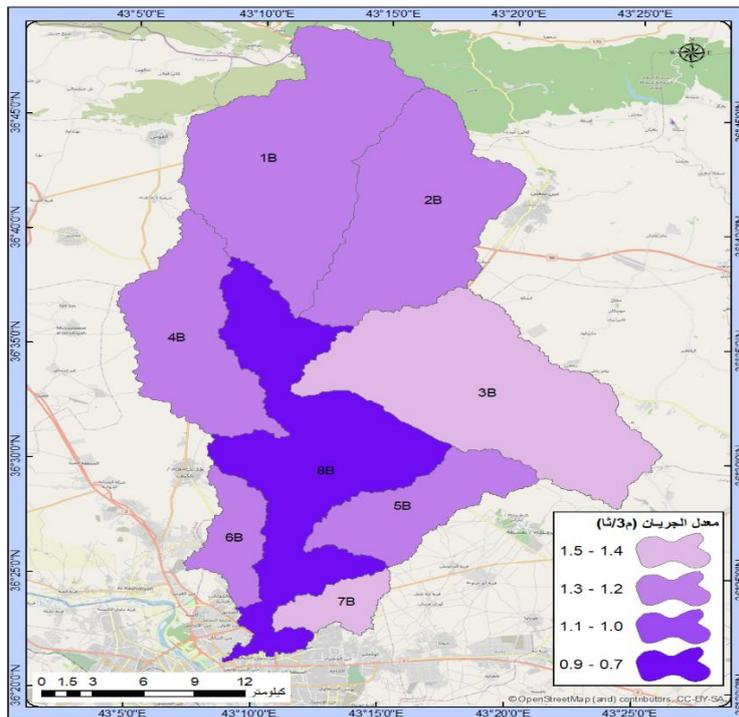
المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS

خريطة (9) التوزيع المكاني لمتوسط حجم الجريان السطحي في حوض الخوصر

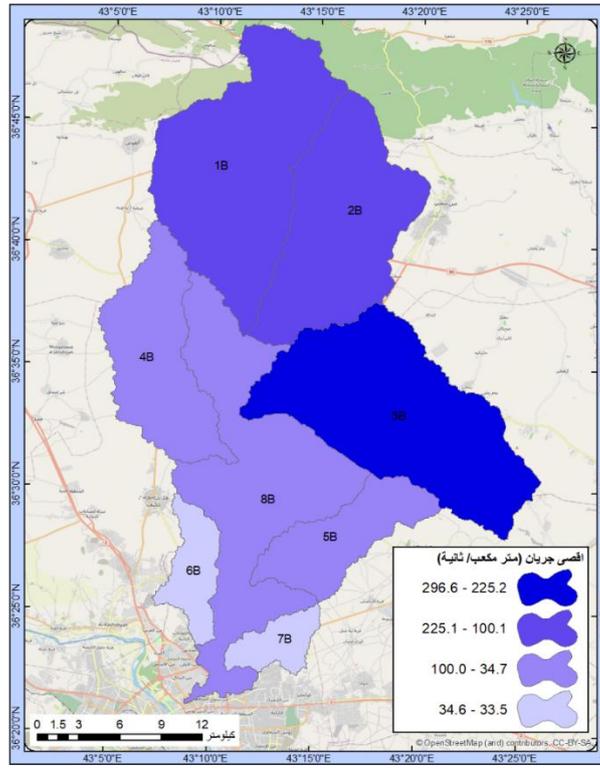


المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS

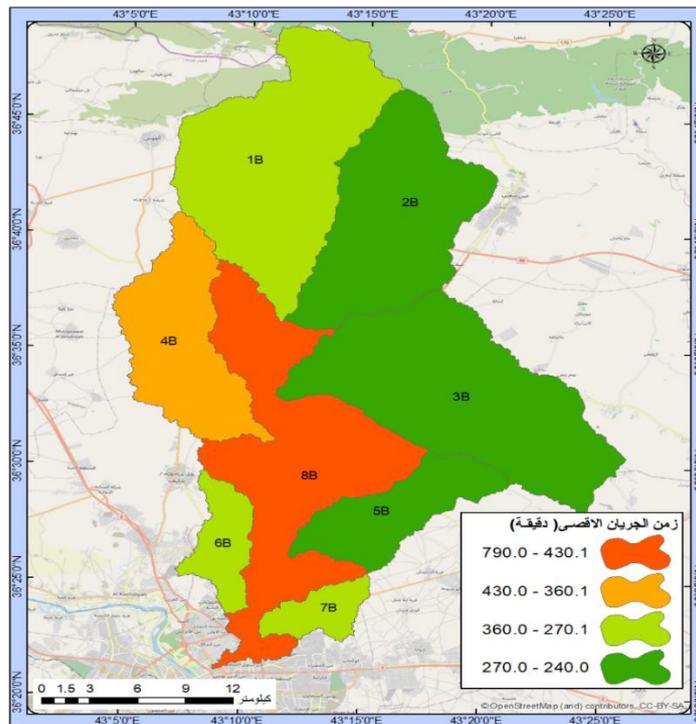
خريطة (10) التوزيع المكاني لمعدل الجريان السطحي في حوض الخوصر



المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS
 خريطة (11) التوزيع المكاني لأقصى جريان (م³/ثا) الناتج عن الجريان السطحي في حوض الخوصر



المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS
 خريطة (12) التوزيع المكاني لزمن الجريان الأقصى (دقيقة) الناتج عن الجريان السطحي في حوض الخوصر



المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات الجدول (6) واستخدام برنامج ArcGIS

الهوامش:

- ¹ Richard C. Sorrell, P. E 2010" Computing Flood Discharges For Small Ungaged water Sheds, Michigan Departmen of Natural Resources and Environment land and water Management Division June 22, P. 13.
- (2) Midment, David R., Hand book of Hydrology. University of Texas at Astin Texas USA, 1993, P. 72.
- (3) Soil Conservation service. Urban Hydrology.For Small Watershed. Technical releases 55, 2nd Ed,U.S. Dept. of Agriculture, Washington D - C (1986), p.3-6.
- (4) Anass M. M. Rasheed, Yousiff, Eclimes, "Using a Digital Maps and Digital hydrological Systems to Estimabe Surface Runoff and sediment Yield of AL-Shour wadi "AL-Rafidain Engineering, Vol. 12, No. 3. 2004, p. 50.
- (7) علي محسن الشريفي، زهراء مهدي، بناء نموذج الجريان السطحي لحوض وادي مزعل بطريقة (SCS-CN) ، مجلة القادسية للعلوم الانسانية، المجلد 21، العدد الرابع ، 2018 ، ص116.
- (8) أحمد عبد الستار العذاري، حسين كاظم، خطر السيول في وادي مركة سور في اربيل العراقية (دراسية.هيدرومورفومترية تطبيقية)، مجلة الفنون والآداب وعلوم الانسانيات والاجتماع، العدد الثامن، 2016، ص201.
- (9) McCuen, R (W,D), Hydrologic Analysis and desin library of congress gataloging-in-publication datas Prentice Hall, second edition, 1998, P.13.
- (2) Lilles etal, 1987, Remote sensing and jmage, interpretation. John wiley sons.
- (1) Anderson, James Richard, 1976, A land use and land cover classification system for use with remote sensor jata, Vol. 964, US Government Printing office.
- (10) Richard C. Sorrell, P.E 2010 "Computing flood Discharges For small Ungaged water sheds, op. cit.P.4.
- (11) USDA-NRCS Part 630 Hydrology: National Engineering Handbook-Chapter 7: Hydrologic soil Groups. Washington_ D.C.: USDA 2007, 9:262.
- (12) USDA-NRCS, 2007, Part 630, Hydrology! National. Engineering Handbook-Chapter 7: Hydrologic so. Groups, v. section 4: washington, D.C., USDA.
- (13) USUA-NRLS. 2007, part 630 Hydrology: op.cit
- (14) عبد الرحمن احمد حميدة الرياني واخرون، تقدير الجريان السطحي لبعض الأودية في شمال غرب ليبيا، المجلة الليبية للعلوم والزراعة، المجلد 24، العدد 1، 2019، ص21.
- (1) اسحاق صالح العكام، تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي دويريج بالاعتماد على تقنية التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة البحوث الجغرافية، العدد 21، ص 345.
- (16) Sule, balabi, S, application of synthetic unit hydrograph methods to construct strom hydrographs. Internatonal Journal of water resources and environmental engineerin 5-11.2013. Pi639.
- (17) اسحق صالح العكام، جميلة فاخر محمد، تقدير مخاطر الجريان السطحي لسته احواض في الهضبة الغربية ، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد 27، العدد 5، 2016، ص 538.
- (18) ادريس علي سلمان الودعاني، مخاطر السيول في منطقة جازان غرب السعودية (منظور جيومرفولوجي)، مجلة جامعة جازان للعلوم الانسانية ، المجلد الثالث ، العدد الاول ، 2014 ، ص 45.
- (19) Raghunath, H.M, Hydrology, Principles, Analysis, Desigh, New Age Internation (P) limited, 2006, p. 152.