النمذجة الهيدرولوجية لتقدير حجم الجريان السطحي SCS-CN في منطقة جبل قرة داغ

م.م. ميس فيصل غازي فياض

mays.f.ghazi@aliraqia.edu.iq

الجامعة العراقية/ كلية الاداب

Hydrological modeling for estimating surface runoff volume using SCS-CN in the Jabal Qara Dagh region

Asst. Lecturer Mais Faisal Ghazi Fayyadh
College of Arts / Iraqia University

المستخلص

تهدف الدراسة الى تحليل خصائص الجريان السطحي للأحواض النهرية في منطقة جبل قرة داغ الذي تقع في الجزء الجنوبي الغربي من محافظة السليمانية دائرتي عرض ٥٠ ٣٤°- ٥٠ ٣٥° وخطي طول(٤٠ ٤٥°- ٤٠ ٤٤°) اذ تبلغ مساحة الاحواض وعددها ستة احواض (٣٥٢٦.٨)كم٢ ويبلغ محيطه الجغرافي (٣٦٠.٩) كم ،يحدها من الشمال مرتفعات جبلية تابعة لسلسلة زاغروس وتمتد نحو شارزور ودوكان ومن الجنوب ترتبط بحدود قضاء كفري وبعض المناطق التابعة لمحافظة ديالى ومن الشرق تحدها مدينة السليمانية وبعض السهول الداخلية ومن الغرب تمتد باتجاه الحدود لمحافظة كركوك نحو منطقة طوزخورماتو ويمكن تحديد كمية الجريان السطحي الناتج عن هطول الأمطار من خلال النمذجة باستخدام معايير الاحواض النهرية المختلفة. يعد تحليل الجريان السطحي من العناصر الأساسية في إدارة الموارد المائية وتقييم مخاطر الفيضانات. باستخدام تقنيات النمذجة المكانية وGIS، يمكن تمثيل الحوض المائي وتحليل توزيعات الجريان بدقة، مع دمج المعلومات الطبوغرافية والمناخية والتربة. يُستخدم نموذج SCS-CN لتقدير كمية الجريان السطحي الناتج عن هطول الأمطار بناءً على نوع التربة، الغطاء النباتي، ومعامل الاحتفاظ بالرطوبة، مما يوفر أداة قوية للتخطيط الهيدرولوجي وإدارة المياه في الأحواض المختلفة .Sharma et al ,(2004),Mahboubeh et al. (2012),Ruslin (2011). (200٨)

وقد تم اختيار طريقة واحدة لقياس الجريان السطحي بناءً على الهدف وطبيعة منطقة الدراسة وتوفير البيانات. فإن اختيار نموذج مناسب لجريان مياه الأمطار لحوض مائي معين أمر بالغ الأهمية للتخطيط ويعتمد اختيار النموذج بشكل أساسي على قدرة التنبؤ بواقع الحوض النهري يُعد نموذج SCS-CN المعدل نموذجًا مناسبًا للجريان السطحي للمناطق الرطبة ذات الغطاء النباتي الجيد، حيث يعتمد تشبع التربة على العوامل الطبوغرافية وعمق هطول الأمطار الفعلي.

الكلمات المفتاحية: الجريان السطحي ،نموذج SCS-CN،المنحنى الرقمي ،الرقم الهيدرولوجي،خصائص الجريان السطحي.

Abstract

This study aims to analyze the surface runoff characteristics of the river basins in the Qara Dagh Mountains region, located in the southwestern part of Sulaymaniyah Governorate, between latitudes 34°50' and 35°50' and longitudes 45°40' and 44°40'. The basins, numbering six, cover an area of 3526.8 km² and have a geographical perimeter of 360.9 km. They are bordered to the north by the Zagros Mountains, extending towards Sharazur and Dokan; to the south by the Kifri District and some areas of Diyala Governorate; to the east by the city of Sulaymaniyah and some inland plains; and to the west by the border with Kirkuk Governorate towards the Tuz Khurmatu area. The amount of surface runoff resulting from rainfall can be determined through modeling using various river basin parameters. Surface runoff analysis is a fundamental element in water resource management and flood risk assessment. Using spatial modeling and GIS techniques, a watershed can be accurately modeled and runoff distributions analyzed, integrating topographic, climatic, and soil information. The SCS-CN model is used to estimate the amount of surface runoff resulting from rainfall based on soil type, vegetation cover, and moisture retention coefficient, providing a powerful tool for hydrological planning and water management in various basins. (Mahboubeh et al. (2004), 2012, 2011, 2008)

A single method for measuring surface runoff was selected based on the objective, the nature of the study area, and the availability of data. Selecting an appropriate runoff model for a given watershed is crucial for planning, and the model choice depends primarily on its predictive ability to reflect the realities of the river basin. The modified SCS-CN model is suitable for surface runoff in wetlands with good vegetation cover, where soil saturation depends on topographic factors and the

Keywords: surface runoff, SCS-CN model, digital curve, hydrological number, surface runoff characteristics

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

تُعدّ دراسة الجريان السطحي من العناصر الأساسية في إدارة الموارد المائية، لما لها من أهمية في فهم سلوك المياه السطحية وتقدير كميات السيول ومخاطر الفيضانات. تقع منطقة جبل قرة داغ في محافظة السليمانية شمال العراق، وتتميز بتضاريسها الجبلية وانحداراتها المتفاوتة التي تجعلها منطقة حساسة من الناحية الهيدرولوجية

المشكلة

تتلخص مشكلة البحث

١.كيف يختلف الجريان السطحي بين الأحواض الفرعية داخل منطقة قرة داغ حسب خصائص التربة والاستخدام؟

٢.أي نموذج هيدرولوجي يعطي نتائج أقرب للواقع عند مقارنته بقياسات حقلية/محطات؟

٣.ما هي مناطق تجمع السيول والأولى للتدخل الهندسي أو الإحيائي.

فرضية البحث

١. يختلف الجريان السطحي بين الأحواض الفرعية في قرة داغ تبعًا لاختلاف خصائص التربة والانحدار واستخدامات الأرض.

٢. يُظهر نموذج SCS–CN نتائج أكثر دقة من النماذج الأخرى عند مقارنتها بالقياسات الحقلية.

٣.تتركز مناطق تجمع السيول في الأحواض ذات الانحدارات العالية وضعف الغطاء النباتي، وهي الأَوْلى بالتدخل الهندسي أو الإحيائي.

اهمية البحث

١. فهم ديناميكية الجريان السطحي في بيئة جبلية معقدة مثل قرة داغ.

٢. تحديد الأحواض والمناطق الأكثر عرضة للسيول، بما يساعد الجهات المحلية في اتخاذ تدابير وقائية فعالة.

٣. تطوير قاعدة بيانات هيدرولوجية مكانية يمكن الاستفادة منها في دراسات مستقبلية تتعلق بإدارة الموارد المائية والحد من أخطار الكوارث الطبيعية.

٤. تعزيز استخدام تقنيات GIS والاستشعار عن بعد في النمذجة الهيدرولوجية في العراق، بما يفتح آفاقًا بحثية وتطبيقية أوسع في هذا المجال

الاهداف

١. تحديد الأنماط المكانية والزمانية للجريان السطحي في أحواض جبل قرة داغ.

٢. تقييم تأثير استخدامات الأرض والتصريف السطحي والتعرية على إنتاج الجريان.

٣. مقارنة طرق نمذجة الجريان (SCS–CN, Green–Ampt, HEC–HMS,

٤. اقتراح مواقع ملائمة لخزن السيول/سدود صغيرة وقياسات تقليل الفقد

٥. دراسة تأثير التغير المناخي/الهطول المستقبلي على مخاطر الفيضانات والجريان السطحي

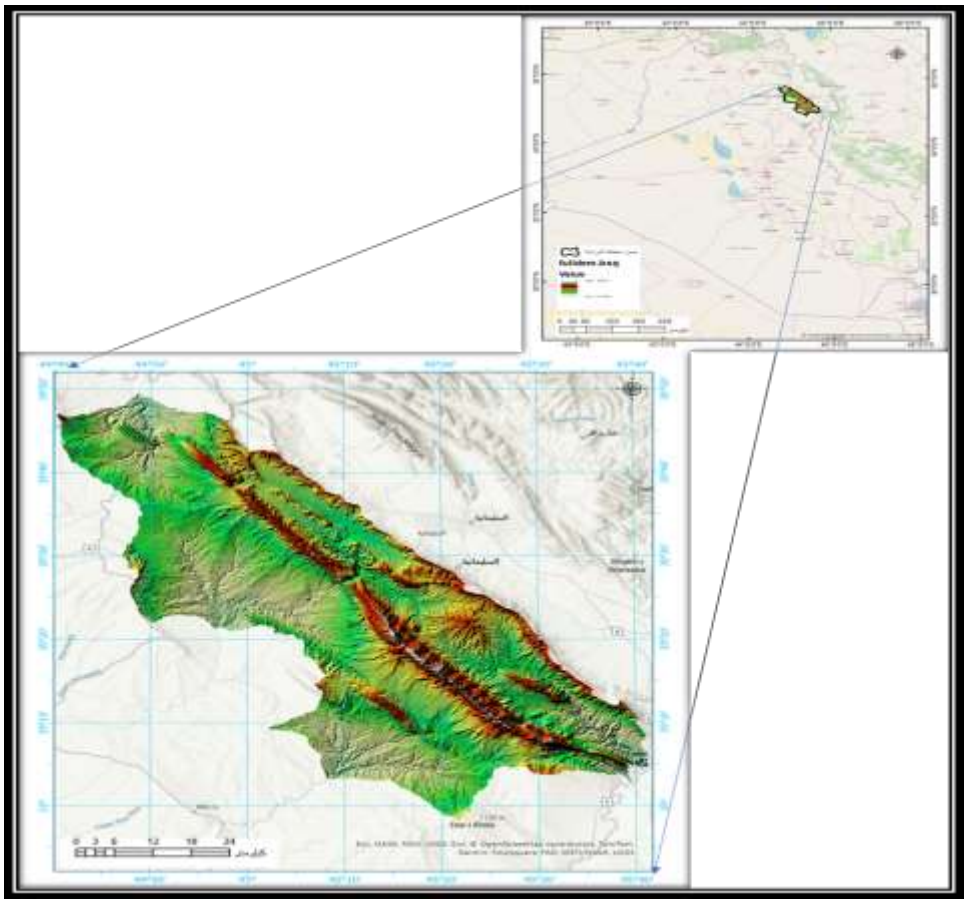
موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي من محافظة السليمانية ضمن إقليم كردستان في شمال شرقي العراق، وتشمل منطقة جبل قرة داغ الواقعة بين دائرتي عرض (٣٥°٣٠′ – ٣٥°٥٠′ شمالاً) وخطي طول (٤٥°٠٠′ – ٤٥°٤٠′ شرقاً). تُعد المنطقة جزءًا من النطاق الجبلي النشط تكتونيًا، وتتميز بتضاريسها المتنوعة التي تشمل سلاسل جبلية ومنحدرات حادة وتلالًا متقطعة.

تضم المنطقة ستة أحواض مائية تبلغ مساحتها الإجمالية نحو ٣٥٢٦.٨ كم²، ويبلغ محيطها الجغرافي حوالي ٣٦٠.٩ كم².

يحد المنطقة من الشمال مرتفعات سلسلة زاغروس الممتدة باتجاه شارزور ودوكان، ومن الجنوب أراضي قضاء كفري وبعض مناطق محافظة ديالى، أما من الشرق فتجاورها مدينة السليمانية والسهول الداخلية، في حين تمتد غربًا حتى حدود محافظة كركوك باتجاه منطقة طوزخورماتو (انظر الشكل ١)

شكل خريطة (١) الموقع الجغرافي والفلكي لمنطقة جبل قرة داغ



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM –DEM 1arcsecond

باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.2

3-٢ تقدير الجريان السطحي باستعمال طريقة (SCS – CN)

يعد تطبيق طريقة SCS-CN المعدلة للأحواض النهرية واحد من اهم المفاهيم الهيدرولوجية الاساسية والذي يمكن من خلالها تحديد معامل الارتباط بين هطول الأمطار وعمق الجريان السطحي واستُخدمت أعماق هطول الأمطار الشهرية الثلاثة، المنخفضة والمتوسطة والعالية، لاختبار أداء النموذج (Viji. R et al,2015.)

فالعلاقة معقدة بين هطول الأمطار والجريان السطحي وتتأثر بخصائص العواصف والصرف المختلفة .هناك عدة طرق لتقدير الجريان السطحي تُعد طريقة رقم منحنى خدمة حفظ التربة (SCS CN) ، التي طورتها خدمة حفظ الموارد الوطنية(NRSC) ، التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية (USDA) عام(١٩٦٩). وفي هذه الدراسة تُستخدم طريقة SCS-CN لتقدير عمق الجريان السطحي في للأحواض النهرية. إذ تم إعداد خريطة أساسية، وخريطة تربة، وخريطة استخدام الأراضي (الغطاء الأرضي)، وخرائط أخرى مرتبطة بمنطقة الدراسة باستخدام بيانات الاستشعار عن. والهدف من هذه الدراسة هو تقييم كمية الجريان السطحي من منطقة الدراسة باستخدام نظام المعلومات الجغرافية. ثم يتم تطبيق نموذج SCS-CN لتقدير الجريان اليومي من الاحواض الفرعية(shtiyaq Ahmad ,2015). وتستند طريقة (SCS – CN) على معادلة الموازنه المائية المعتمدة على فرضيتين اساسيتين الاولى التمثلة بالعمليات الهيدرولوجية لكل من المياه السطحية والمياه الجوفية ، والفرضية الثانية ترتبط بالغلاف الجوي ، اي بمعنى انها تعتمد على دورة المياه في الطبيعة (الخزرجي دنيا عبد الجبار ناجي ، ٢٠٢٢).وتم حسابه ضمن المعادلة الاتية .

(M. Kh. Askar, 2013)

$$Q = (P - Ia)^2/P - Ia + S$$

.....(١)

إذ إن: Q = عمق الجريان السطحي (بوصة)

P = كمية الأمطار الساقطة (بوصة)

Ia = الاعتراض الأولي قبل بدء الجريان السطحي متمثل بالتبخر والتسرب والنبات

S = التجمع السطحي بعد بداية الجريان السطحي (بوصة)

ويتم حساب قيمة معامل (S) حسب المعادلة الآتية:

$$S = 1000/CN - 10$$

.....(٢)

وبما أن مخرجات المعادلة (٢) هي بوحدة قياس (البوصة) لذا نقوم بتحويل المخرجات الى وحدة قياس (ملم) لتصبح بالشكل الآتي (P. Sundara Kumar et al,2016),

$$S = 25400/CN - 254$$

.....(٣)

في حين أن Ia تعادل خمس قيمة S فإن Ia تصبح كالآتي

Asal Hassan Mahmood et al,2018)

$$Ia = 0.2S$$

.....(٤)

ووفق ذلك تكون المعادلة التي يتم خلالها حساب عمق الجريان السطحي كالآتي:

$$Q = (P - 0.2S)^2/P + 0.8S$$

.....(٥)

ولحساب الجريان السطحي الكلي فيتم الاستعانة بالمعادلة الآتية Hadeel Qays)

Hashim and Khamis Naba Sayl, 2020)

$$QV = QxA/1000$$

.....(٦)

إذ إن: Q = عمق الجريان السطحي (ملم)

A = مساحة حوض التصريف (كم^{٢})

1000 = معامل التحويل

أما المنحنى الرقمي الموزون Curve Number Weighted (CNw)، فيستخرج عن طريق ضرب كل رقم CN في نسبة ما تمثله من مساحة الحوض ثم جمعها وقسمها على المساحة الكلية للحوض، وهي على النحو الآتي Hemin N MAmin (and Sabah A Majeed, 2022) ,

$$CN\ weighted = \sum CNixAi/\sum Ai$$

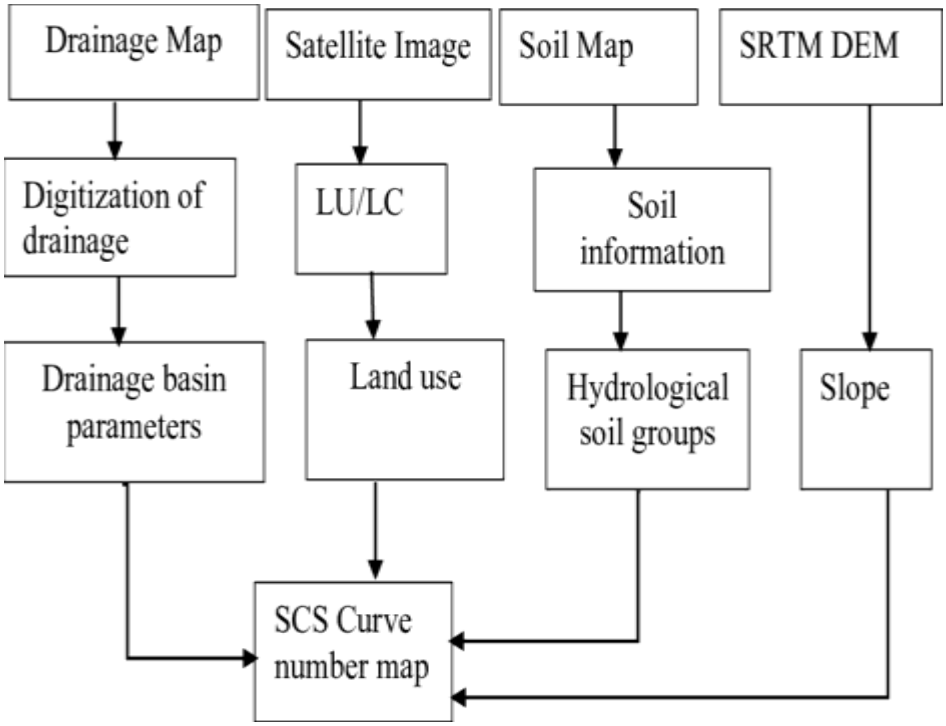
.....(٧)

إذ إن

CNi : قيمة كل نوع من أنواع أغطية التربة=

Ai = مساحة كل نوع من أنواع أغطية التربة

شكل (٢.١) مخطط توضيحي لمراحل تقدير حجم الجريان السطحي وفق طريقة (SCS–CN)



Ratika Pradhan, et al 2010 Department of Computer Science and Engineering, Sikkim Manipal Institute of Technology, Majitar, Rangpo, Sikkim, INDIA

3-3 مراحل استخلاص المنحنى الرقمي Curve Number (CN) لمنطقة الدراسة

تعد قيم ل(CN) انعكاساً لأصناف الغطاء الأرضي والمجموعة الهيدرولوجية التي تنتمي إليها تربة منطقة الدراسة، فهي تشير إلى مدى استجابة المنطقة للجريان السطحي من مياه الأمطار، وتتراوح قيمها بين (١٠٠- ٠)، وكلما ارتفعت قيمة (CN) دلالة على ان نفاذيتها منخفضة ولا تسمح بمرور المياه من خلالها وبالتالي ارتفاع في الجريان السطحي وانخفاض في عملية الترشيح ،اذ يؤثر في قيمة (CN) عاملين رئيسين هو نوع التربة السائدة في المنطقة والمجموعة الهيدرولوجية التي تنظم إليها هذه التربة مع صنف الغطاء الأرضي الموجود فوقها (Ishtiyaq et al,2015 Ahmad). ويمكن استنتاج قيم (CN) لمنطقة الدراسة عن طريق دمج طبقة الغطاء

الأرضي واستعمالات الأرض مع طبقة هيدرولوجية التربة التي أنشأتها منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) وشركائها يوضح المخطط (٢.١) مراحل المعتمدة لتحليل الجريان السطحي، وباستخدام الأداة (Combine) الموجودة ضمن بيئة عمل برنامج (Arc Map 10.8) وإجراء بعض التحليلات للحصول على قيم (CN) وهي:-

٣-٣-١ الغطاء الارضي واستعمالات الارض Land use &Land cover

يصنف الغطاء الارضي واستعمال الارض حسب تصنيف أندرسون كما تبين في خريطة (٣.١) وجدول (١.١.) هنالك (٨) أصناف في منطقة الدراسة للغطاء والاستعمال الارضي على النحو الاتي :-

٣-٣-١-١ اراضي البور: وهي ذات مساحات كبيرة منتشرة بشكل واسع في منطقة الدراسة ، اذ تشغل مساحة قدرها (٤٦٨.٩٢) كم^{٢}،بنسبة (١٣.٢٩٦)% ، اذ تقع هذه الاراضي ضمن الرمز (٧٧) من تصنيف اندرسون .تمتاز صخورها بمسامية متباينة وهذا يؤدي بدوره الى اختلاف نسبة تسريب المياه ،وتماسك الصخور يقلل من نسبة التسرب المائي مما يؤدي على ان الجريان السطحي يكون ممتاز في هذه الاراضي مع زيادة انحدار السطح .

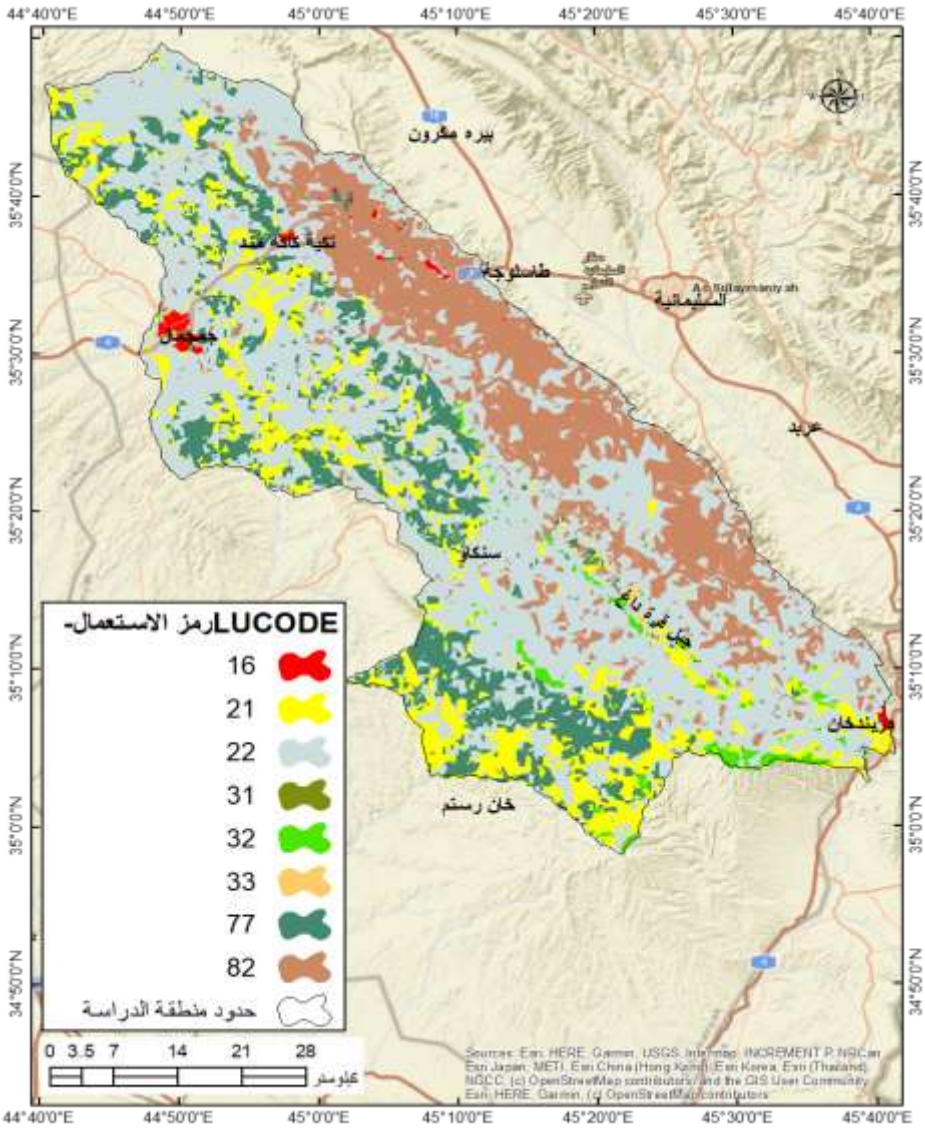
٣-٣-١-٢ اراضي عشبية : تنتشر على طول النطاق الغربي من منطقة قرة داغ بشكل مبعثر وتقع ضمن الرمز (٣٣) من التصنيف ، تشغل مساحة قدرها (٣.٤٧) كم^{٢} بنسبة (٠.٠٩٨)%.

جدول (١.١٠) استعمال الارض والغطاء الارضي بحسب تصنيف اندرسون

صنف استعمال الارض	LUCODE	المساحة (كم٢)	المساحة (%)
اراضي بور	77	468.92	13.296
اراضي عشبية	33	3.47	0.098
أراضٍ زراعية عشبية	82	718.36	20.368
معظمها أراضٍ زراعية ضمن فسيفساء مع نباتات طبيعية	21	145.79	4.134
معظمها نباتات طبيعية ضمن فسيفساء مع أراضٍ زراعية	21	298.38	8.460
أراضٍ زراعية بعلية	22	1822.37	51.672
أراضي شجيرات	32	0.25	0.007
غطاء عشبي متناثر	31	0.44	0.012
نباتات متناثرة	32	48.18	1.366
مناطق حضرية	16	20.65	0.585
المجموع		3526.8	100

المصدر: بالاعتماد على تصنيف (Anderson,1976)، وباستخدام برنامج ArcGIS

خريطة(٣.١) أصناف استعمال الأرض/ الغطاء الأرضي بحسب رموز تصنيف اندرسون



المصدر/ بالاعتماد على تصنيف (Anderson,1976)، وباستعمال برنامج ArcGISv10.8

٣-٣-١-٣ **أراضي زراعية عشبية** : تنتشر هذه الاراضي بشكل كبير في النطاق الشرقي من منطقة الدراسة من جنوب المنطقة الى الاجزاء الشمالي وهي ضمن الرمز (٣٢) بمساحة قدرت (٧١٨.٣٦) كم^{٢} بنسبة (٢٠.٣٦٨)%

٣-٣-١-٤ **أراضي معظمها زراعية ضمن فسيفساء مع نباتات طبيعية:** تنتشر في الاجزاء الجنوبية الغربية والنطاق الغربي باتجاه الشمال وقليل وهي ضمن الرمز (٢١) بمساحة قدرت (١٤٥.٧٩)كم^{٢} وبنسبة (٤.١٣٤)%

٣-٣-١-٥ **نباتات معظمها طبيعية ضمن فسيفساء مع أراضي زراعية:** تنتشر هذه الاراضي على طول النطاق الغربي بشكل كبير وتقع ضمن الرمز (٢١) بمساحة قدرت (٢٩٨.٣٨) كم^{٢}وبنسبة (٨.٤٦٠)%.

٣-٣-١-٦ **أراضي زراعية بعلية** :تنتشر بشكل واسع وبمساحات كبيرة جدا وهي اكبر الأراضي من حيث المساحة لتصنيف واستعمال الارض في منطقة الدراسة تمتد بنطاق كبير وتتوافر بجميع اجزاء المنطقة وتقع ضمن الرمز (٢٢) بمساحة قدرت (١٨٢٢.٣٧) كم^{٢} وبنسبة (٥١.٦٧٢)% اي نصف الاراضي تشغل في منطقة الجبل لقرة داع .

٣-٣-١-٧ **أراضي شجيرات:** تنتشر في الاجزاء الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة وباتجاه المنطقة الوسطى لجبل قرة داغ بشكل متناثر ومساحات صغيرة وهي تقع ضمن الرمز (٣٢) وبمساحة قدرت (٠.٢٥)كم^{٢} وبنسبة (٠.٠٠٧)%

٣-٣-١-٨ **غطاء عشبي متناثر:** تنتشر في الاجزاء الوسطى والشمالية الغربية بشكل مبعثر وبمساحات صغيرة تقع ضمن الرمز (٣١) وبمساحة قدرت (٠.٤٤) كم^{٢} وبنسبة (٠.٠١٢)%

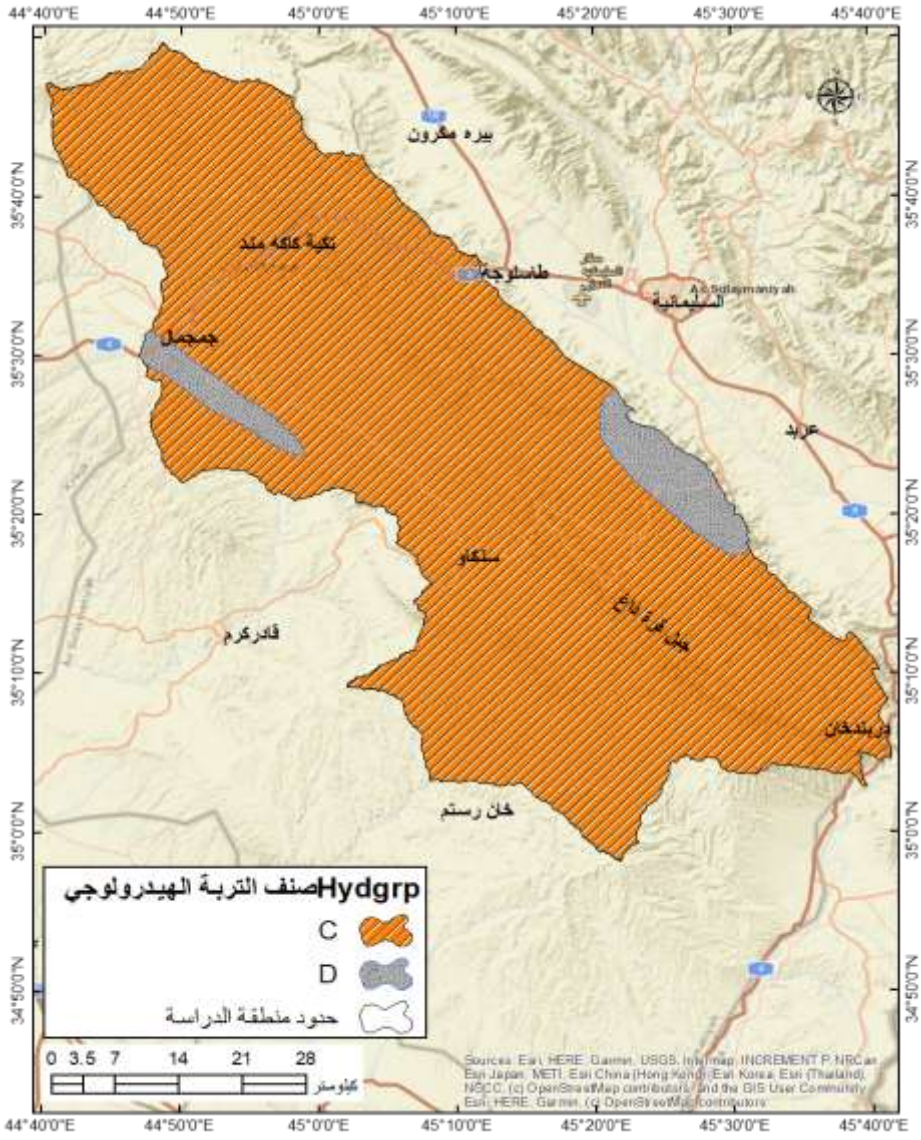
٣-٣-١-٩ نباتات متناثرة: تنتشر في الاجزاء الجنوبية الغربية والوسطى من منطقة الجبل وتقع ضمن الرمز (٤٨.١٨) كم^{٢} وبنسبة (١.٣٦٦)%

٣-٣-١-١٠ مناطق حضرية او مجمعات سكنية : تقع في منطقة جمجمال في الجزء الغربي من منطقة الدراسة واقصى جنوب المنطقة عند بحيرة دربنديخان وتقع ضمن الرمز (٢٠) بمساحة قدرت (٢٠.٦٥) كم^{٢}وبنسبة (٠.٥٨٥)%.

٣-٣-٢ مجموعات الترب الهيدرولوجية Hydrologic Soil Groups (HSG)

تُصنّف مجموعة الترب الهيدرولوجية (Hydrologic Soil Groups – HSG) وفق دليل وزارة الزراعة الأمريكية (USDA) بناءً على قدرتها على امتصاص وتصريف المياه، ومدى نفاذيتها للجريان السطحي. تُستخدم هذه المجموعات لتقدير سرعة تكوّن الجريان السطحي بعد هطول الأمطار، حيث تُقسم التربة إلى أربع مجموعات رئيسية (A, B, C, D) بحسب نفاذيتها، من عالية النفاذية إلى منخفضة النفاذية. تعتبر هذه التصنيفات أداة مهمة في التخطيط الزراعي، إدارة المياه، وتصميم نظم تصريف السيول، وتُستخدم أيضاً في نماذج تقدير الجريان السطحي مثل نموذج SCS-CN لتحديد معاملات الجريان لكل نوع من أنواع الترب، إذ أعدت مصلحة حفظ التربة الأمريكية (SCS) ان كل مجموعة لها مدلول رقمي يعبر عن ظرف هيدرولوجي معين بناءً على مميزاته مثل النسبة المئوية للرمل والطمي والطين ومدى تأثيره بمستوى تسرب المياه للتربة ومدى تأثير نسجة التربة بتقدير حجم الجريان السطحي( ) USDA,2009.كما تبين من الخريطة (٤.١) تصنيف وتوزيع المجموعات الهيدرولوجية للتربة في منطقة الدراسة الى مجموعتين وكالآتي :

شكل خريطة (٤.١) اصناف الترب الهيدرولوجية في منطقة الدراسة



المصدر/ المصدر: اعتماداً على تصنيف التربة الموحد (HWSD)، باستخدام برنامج Arc Map 10.8

٣-٣-٢-١ المجموعة الهيدرولوجية C

هي تربة ذات نفاذية منخفضة إلى متوسطة، مما يعني أنها تمتص الماء ببطء نسبيًا مقارنة بالمجموعات الأعلى نفاذية مثل A أو B. نتيجة لذلك، تتصف هذه التربة بزيادة احتمالية تكوّن الجريان السطحي بعد هطول الأمطار، خاصة إذا كانت الأرض مشبعة بالماء أو مغطاة نباتيًا بشكل جزئي.

تتضمن خصائص المجموعة C عادةً تربة ذات محتوى طيني أعلى أو طبقات ضيقة تسمح بمرور الماء بصعوبة، مما يقلل من قدرة التربة على تخزين مياه الأمطار في الطبقات العليا. في النمذجة الهيدرولوجية، مثل نموذج SCS-CN، تُستخدم التربة من المجموعة C لإعطاء معامل جريان أعلى من المجموعة B، وبالتالي فهي تشير إلى استجابة أسرع للجريان السطحي، خصوصًا في الأحواض ذات الغطاء النباتي المحدود أو المنحدرات الشديدة.

باختصار، تربة المجموعة C تمثل حالة متوسطة بين التربة جيدة النفاذية والتربة منخفضة النفاذية جدًا، ويجب أخذها بعين الاعتبار عند تقدير حجم الجريان السطحي وتصميم نظم تصريف المياه والسيول تمتاز هذه التربة في هذه المجموعة بأن حجم الجريان السطحي فيها ذات امكانيات معتدلة عند الرطوبة التامة، بمعنى ان حركة المياه في هذا النوع من التربة مقيدة إلى حداً ما. وتعرف هذه التربة في المجموعة (C)، باحتوائها على نسبة من الطين تتراوح ما بين(٤٠- ٢٠)% ومن الرمل و الطين الصلصالي، والغريني بنسبة أقل من (٥٠)% ومن شظايا الصخور بنسبة (٣٥)% وتكون كثافتها الكلية منخفضة للغاية.

٣-٣-٢-٢ المجموعة الهيدرولوجية D

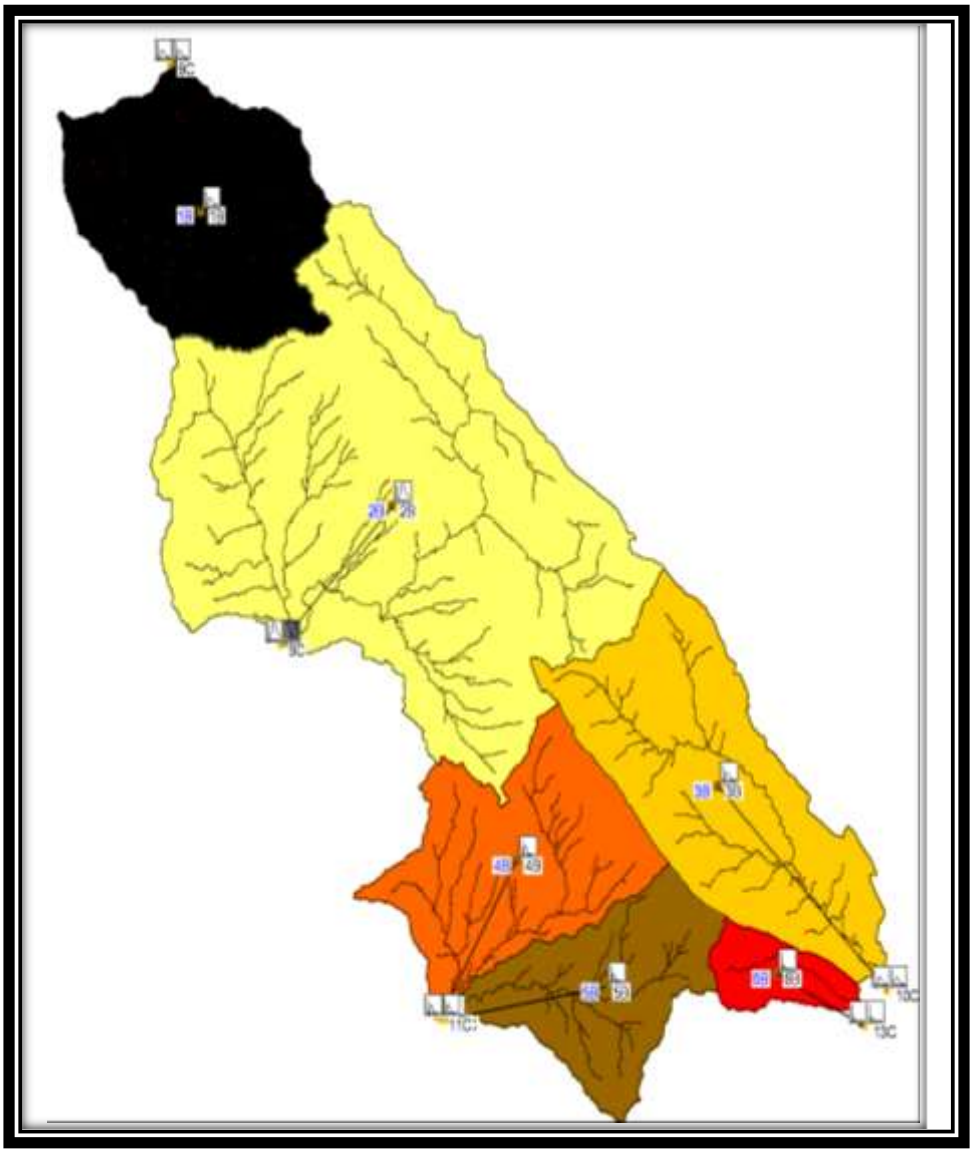
هي تربة ذات نفاذية منخفضة جدًا، مما يعني أنها تمتص الماء ببطء شديد أو تكاد لا تمتصه. نتيجة لذلك، تكون هذه التربة عالية الميل لتكوين الجريان السطحي بعد هطول الأمطار، خصوصًا إذا كانت الأرض مشبعة أو مغطاة نباتيًا بشكل ضعيف.تتضمن خصائص المجموعة D عادةً تربة طينية ثقيلة أو صخرية مع طبقات مانعة لتسرب المياه، مما يقلل من قدرة التربة على تخزين مياه الأمطار في الطبقات العليا. في النمذجة الهيدرولوجية، مثل نموذج SCS-CN، تُستخدم التربة من المجموعة D لإعطاء معامل جريان مرتفع جدًا، مما يشير إلى أن الحوض المائي سيكون سريع الاستجابة للجريان السطحي، مع احتمالية عالية لحدوث فيضانات أو تجمع مياه على السطح.

باختصار، التربة من المجموعة D تمثل أقل الترب نفاذية وأكثرها عرضة للجريان السطحي، وهي عامل حاسم يجب مراعاته عند التخطيط للهيدرولوجيا وإدارة السيول والمياه في الأحواض المختلفةوتتكون نسجة التربة فيها أكثر من(٤٠) % من الطين، وأقل من (٥٠) % من الرمال، ذات قوام طيني في بعض المناطق، جميع أنواع التربة مع عمق طبقة المياه الكتيمة تكون أقل من (٥٠) سم تقع في هذه المجموعة كل أنواع التربة التي ويصل عمق الترب الى منسوب المياه الجوفية عند(٦٠) سم من السطح. (USDA-NRCS, 2007) وتنتشر هذه التربة في منطقة الدراسة بشكل محدود جداً في اقصى الاجزاء الغربية عند منطقة جمجمال وفي جنوب شرق المنطقة بمساحات صغيرة جداً.

٣-٤ متغيرات الجريان السطحي

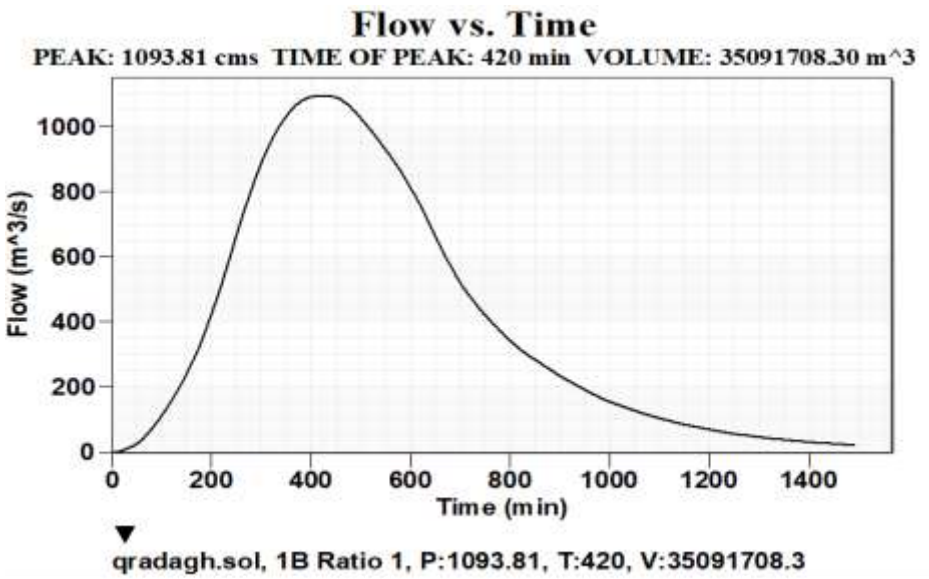
ركزت المتغيرات او خصائص الجريان السطحي من خلال نتائج التحليل وحسابه للأحواض باستعمال برنامج (WMS v. 11.0) وذلك بالاعتماد على خريطة واستعمالات الأرض بحسب تصنيف اندرسون ١٩٧٦ وخريطة اصناف التربة الهيدرولوجية ،اذ تم الحصول على قيم (SCS , CN) ،شكل خريطة المنحنيات الهيدرولوجية (٥.١) ، شكل (٦.١)و(٧.١)و(٨.١) ، اذ توضح اشكال الخرائط ، وبيانات الجدول (١-٢) ، تباين احواض التصريف فيما بينها بالخصائص الهيدرولوجية وهي كالاتي :

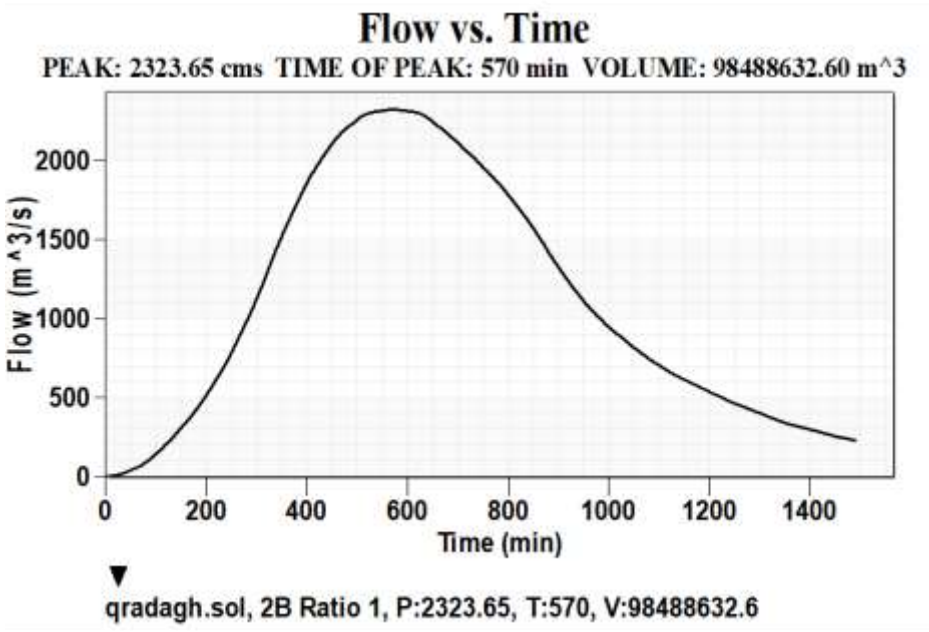
شكل خريطة (٥.١) المنحيات الهيدرولوجية



المصدر/ بيانات جدول(٢-٢) باستعمال برنامج WMS11.0

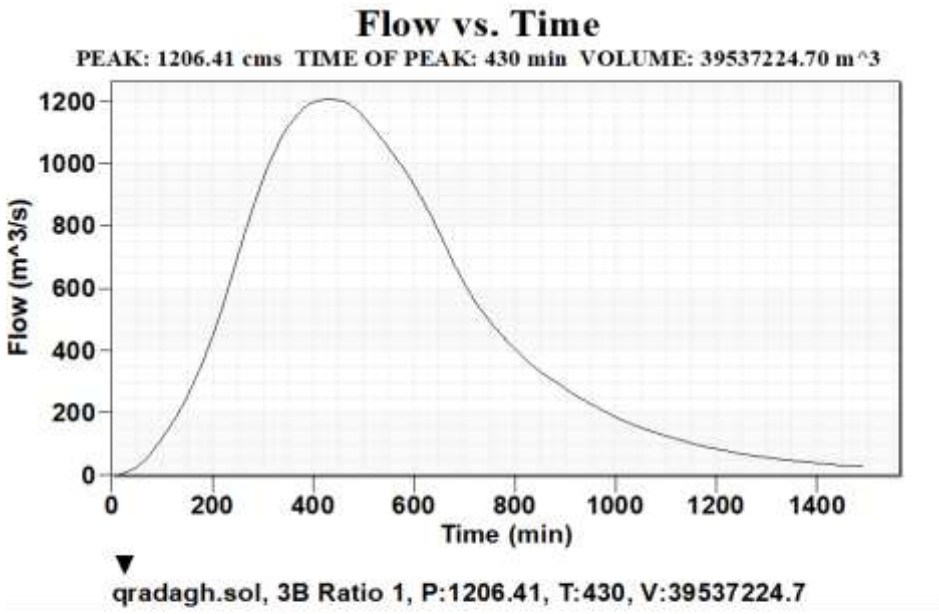
شكل (٦.١) المنحنيات الهيدرولوجية للحوض (B1&B2) من احواض منطقة الدراسة

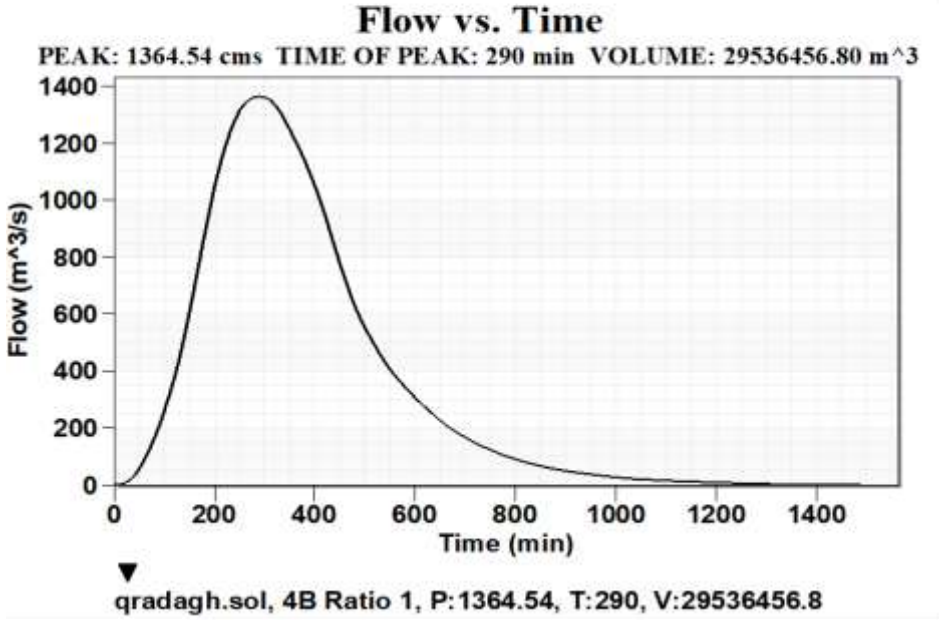




المصدر/ بيانات جدول(٣-٢) باستعمال WMS11.0 وفق طريقة SCS – CN

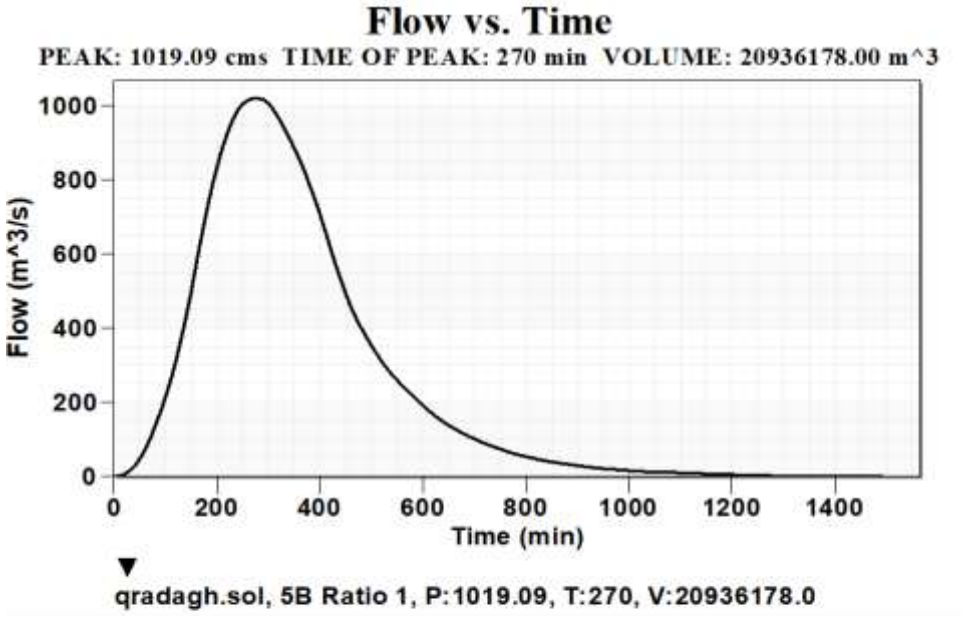
شكل (٧.١) المنحنيات الهيدرولوجية للحوض (B3&B4) من احواض منطقة الدراسة

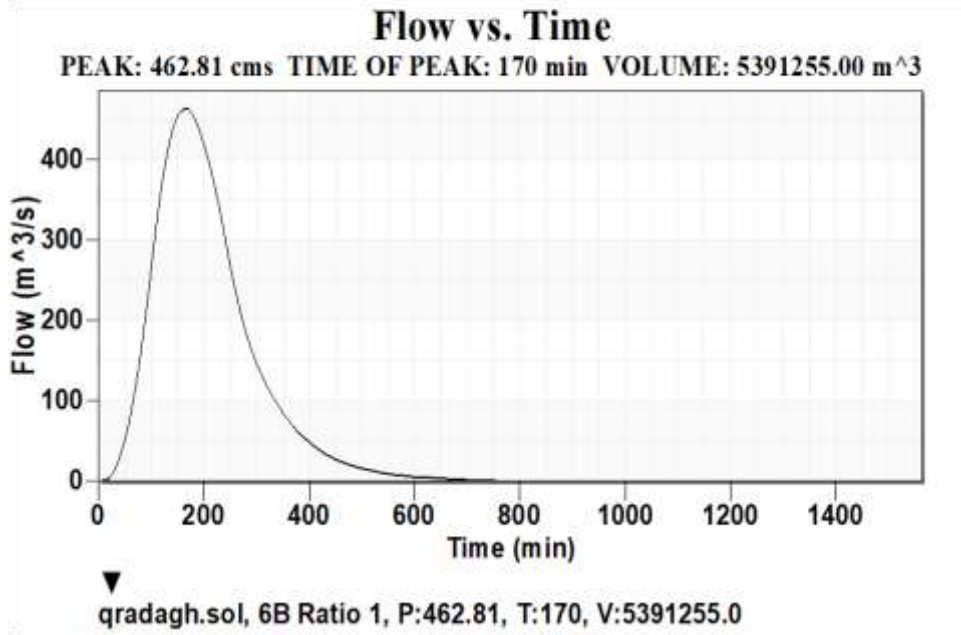




المصدر/ بيانات جدول(٣-٢) باستعمال WMS11.0 وفق طريقة SCS – CN

شكل (٨.١) المنحنيات الهيدرولوجية للحوض (B5&B6) من احواض منطقة الدراسة





المصدر/ بيانات جدول(٢-٢) باستعمال WMS11.0 وفق طريقة SCS – CN

جدول (١-٢) خصائص الجريان السطحي للأحواض النهرية في منطقة الدراسة

اسم الحوض	المساحة(كم٢)	زمن التباطؤ (ساعة) Lag time	TC(ساعة) -زمن التركز	رقم المنحنى -CN	كمية الامطار(ملم)	حجم الجريان الكلي م٣	زمن الجريان الأقصى (دقيقة)	اقصى جريان (متر مكعب/ ثانية)	متوسط حجم الجريان(متر مكعب)	معدل الجريان (م٣/ثا)
B1	524.68	6.63	11.04	87.82	100	35091708.3	420	1093.81	28449.20	2.63
B2	1551.65	9.12	15.19	87.37	100	98488632.6	570	2323.65	79845.71	2.50
B3	601.47	6.78	11.30	87.36	100	39537224.7	430	1206.41	32053.22	2.59
B4	443.71	4.40	7.34	87.46	100	29536456.8	290	1364.54	23945.50	2.62
B5	313.52	4.17	6.95	87.55	100	20936178	270	1019.09	16973.17	2.63
B6	86.62	2.32	3.86	85.56	100	5391255	170	462.81	4370.74	2.45

المصدر/ بالاعتماد على برنامج WMS 11.0 , وطريقة خدمة حفظ التربة -SCS CN

٣-٤-١ زمن التباطؤ Lag time

هو الفاصل الزمني لبداية التساقط المطري وبداية الجريان السطحي، ويمثل أحد الخصائص الهيدرولوجية المهمة والمؤثرة في كمية المفقود المائي وتحدد الوقت اللازم لبداية كل الجريان السطحي، ويتأثر بعدة عوامل منها التراكيب الخطية (الفواصل والشقوق) وطبيعة التكوينات الصخرية ويتأثر زمن التباطؤ بنوع الصخور وتركيبها ومدى تأثيرها بالفواصل والشقوق ، ويمكن تحديد مدى خطورة السيول على الأحواض النهرية حسب زمن التباطؤ ويمكن استخراجها من المعادلة الاتية.

$TP_{(hr)}=Ct\ (Lb*Lca)^{0.3}$

إذ إن: $TP_{(hr)}$= زمن التباطؤ (ساعة)

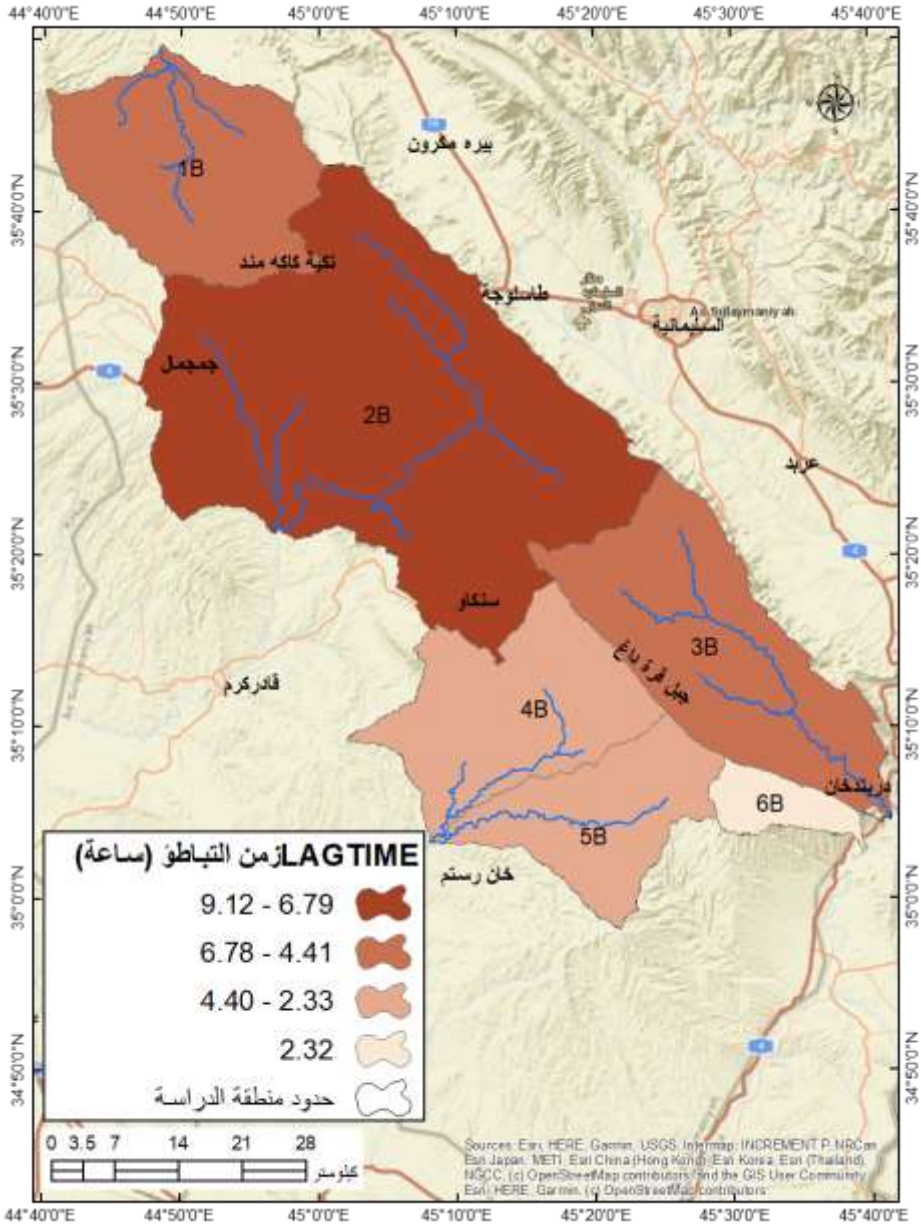
Ct = معامل زمن الذروة وهو خاص بطبيعة الحوض وانحداره وقيمته (١.٢)

Lb = طول المجرى الرئيس (كم)

Lca = المسافة بين مصب الحوض ومركز ثقله (كم)

وتبين من خلال الجدول (٣-٢) والخريطة (٣-٨) بلغت أعلى قيم زمن التباطؤ في حوض(2B,1B,3Bالذي بغلت قيمتها (9.12،٦.٦٣،٦.٧٨) ساعة ضمن الفئة الاولى بين (٦.٧٩-٩.١٢)، وهذا يعود الى طبيعة الأحواض النهرية الواقعة ضمن تصنيف الترب (C,D) والتي تمتاز بسعة جريان معتدلة وبرطوبة عالية ، وكذلك استعمالات الارض والغطاء الارضي(اراضي زراعية عشبية، اراضي بور، اراضي زراعية بعلية، مناطق حضرية) اذ يعمل هذا الغطاء على تباطؤ وتأخير حدوث جريان سطحي في هذا الحوض ، اما الاحواض (3B , 1B, 4B, 5B) بلغ زمن التباطؤ فيها (٤.١٧،٤.٤٠) ساعة على التوالي ، اذ يكون الجريان السطحي في هذه الاحواض فوق المتوسط ، وهذا يعود الى طبيعة الاحواض التي تقع ضمن صنف الترب (C,D) ، وكذلك استعمالات الارض والغطاء الارضي (المحاصيل الزراعية ، اراضي شجيرات ، اراضي سكنية ، ارض بور)، فيما سجلت أقل قيمة لزمن التباطؤ في الحوض(6B) (٢.٣٢) ساعة ، مما يدل على زيادة في امكانية الجريان السطحي في هذا الحوض.

خريطة (٩.١) زمن التباطؤ (ساعة) للأحواض النهرية في منطقة الدراسة



المصدر/ بالاعتماد على جدول (١-٢) وباستعمال برنامجArcGIS10.8

٣-٤-٢ زمن التركز Time of Concentration (TC)

يعد من المتغيرات المهمة في دراسة الخصائص الهيدرولوجية للأحواض المائية، ويقصد به المدة الزمنية التي تحتاجها المياه اثناء انتقالها من ابعد نقطة في الاجزاء العليا للحوض وانتقالها عبر المجرى الرئيسي(بورية ،محمد بن فضيل،٢٠٠٧) ويستخرج من المعادلة الآتية:

$$TC=(L)^{1.15}/7700\ (H)^{0.38}$$

إذ إن

TC = زمن التركز (ساعة)

L = طول المجرى الرئيس (م)

H = الفارق الرأسي بين أدنى وأعلى نقطة في الحوض (م)

*1.15, 0.38*أسس ثابتة تدل على خصائص الحوض من نبات طبيعي ومفتتات سطحية وخشونة السطح (الفيتوري ،علي محمد،٢٠١٧)

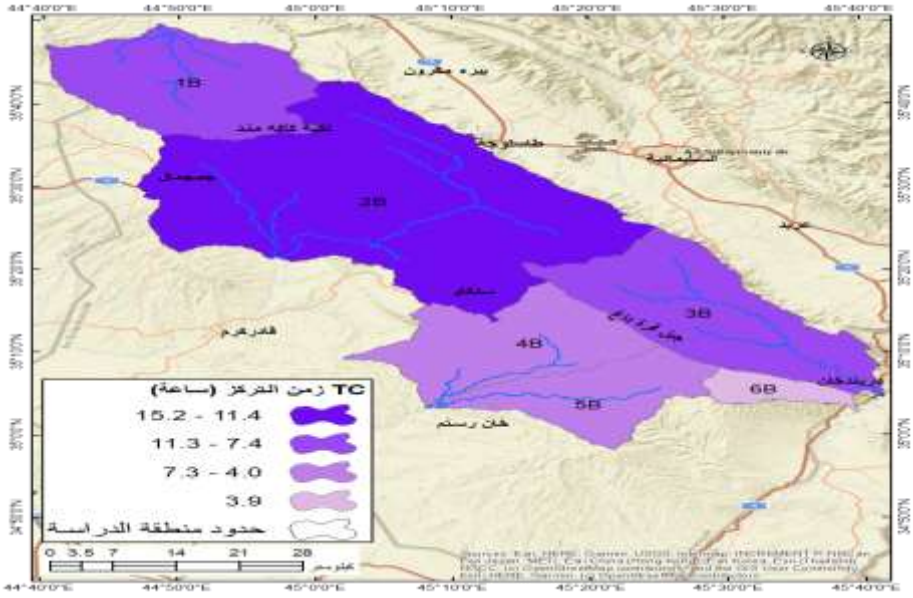
وتبين من خلال الجدول (٢.١) والخريطة (٩.١) ضمن اربعة فئات في منطقة الدراسة أن زمن التركز بلغ في الحوضين (1B,2B) يصنفان ضمن الفئة الاولى التي سجلت أعلى القيم بين (١٥.١٩-١١.٤)ساعة وهذا يدل على أن زمن التركز للحوض متوسط الى عالي ويشير ذلك إلى السرعة المتوسطة لوصول المياه إلى المصب أثناء الجريان السطحي، أما الفئة الثانية سجلت للأحواض(3B,4B) بقيم (11.3-7.34) ساعة في حين بلغ أدنى زمن التركز في حوض (٥B) وبقيمة(٦.٩٥) ساعة جاءت ضمن الفئة الثالثة (7.3-4.0) فيما سجلت أدنى القيم في الحوض (6B) البالغة (٣.٨٦) ساعة ضمن الفئة الرابعة (٣.٩).

٣-٤-٣ رقم المنحنى CN

يمكن من خلال حساب المنحنى الرقمي معرفة مقدار الجريان السطحي للأحواض فكلما انخفضت قيمة رقم المنحى CN دلالة على انخفاض مقدار الجريان السطحي ، اما زيادة قيمة رقم المنحىCN دلالة على زيادة في الجريان السطحي(Ishtiyaq Ahmad et al,2015). بعد إكمال المتطلبات الأساسية لاستخلاص قيم (CN) لمنطقة الدراسة تم دمج طبقتي الغطاء الأرضي والمجموعات الهيدرولوجية للتربة بواسطة الأداة (Combine) في برنامج (Arc Map 10.8) وفق الجدول (٣-٢) المعد من قبل (SCS) لاشتقاق تلك القيم.

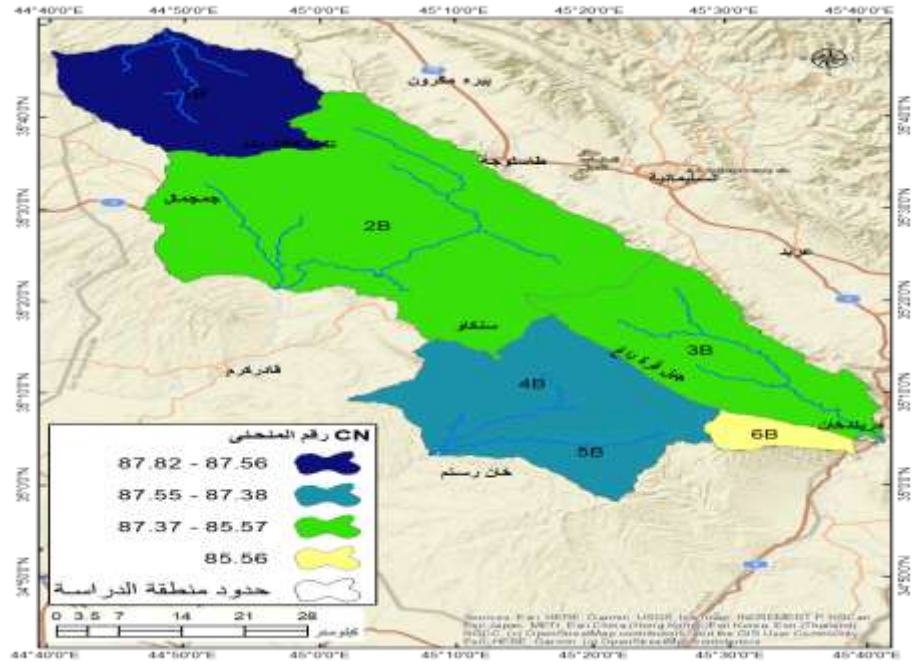
يتضح من خريطة (٣-١٠) أن عدد قيم (CN) (٦) قيم ضمن اربعة فئات ، ، تم دراسة قيم (CN) للأحواض النهرية من حيث خصائصها الهيدرولوجية التي يمكن من خلالها تحديد أفضل الطرق التي يمكن اعتمادها في حصاد المياه ، أن هناك تبايناً للأحواض في سرعة استجابتها للجريان السطحي بحسب قيم (CN)، سجلت قيم CN للحوض النهري (1B) جاءت ضمن الفئة الاولى بين (87-56,87.82) وبمساحة (٥٢٤.٦٨) كم^{٢} ، أما الحوض النهري (4B,5B) جاءت ضمن الفئة الثانية (87.55-87.38) والتي شغلت مساحة (443.71,313.52) كم^{٢} وبنسبة من مجموع مساحة الحوض، في حين سجلت القيم في الاحواض (2B,3B) ضمن الفئة الثالثة (85.57-87.37) وهي اكبر المساحات في المنطقة جاءت ضمن هذه الفئة بمساحة (1551.65-601.47) كم^{٢} وسجل قيمة الحوض أدنى القيم (6B) ضمن الفئة الرابعة (85.56) وبمساحة (٨٦.٦٢) كم^{٢}.

خريطة (١٠.١) زمن التركز TC (ساعة) للأحواض النهرية في منطقة الدراسة



المصدر/ بالاعتماد على جدول (١-٢) وباستعمال برنامجArcGIS10.8

خريطة (١١.١) رقم المنحى (CN) في احواض منطقة الدراسة



المصدر/ بالاعتماد على جدول (١-٢) وباستعمال برنامجArcGIS10.8

٣-٤-٤ كمية الامطار الساقطة (ملم)

يعد تسرب المياه في التربة كبيراً في بداية كل عاصفة مطرية ، ومن ثم يأخذ في التناقص بسرعة كبيرة بعد ذلك مما يسمح لمزيد من المياه بالجريان السطحي، لذا فإن حجم الجريان السطحي يتناسب طردياً مع مدة العاصفة المطرية ، وفق جدول (١-٢) بلغت كمية الامطار الساقطة للاحواض النهرية في منطقة الدراسة بشكل متساوي (١٠٠) ملم.

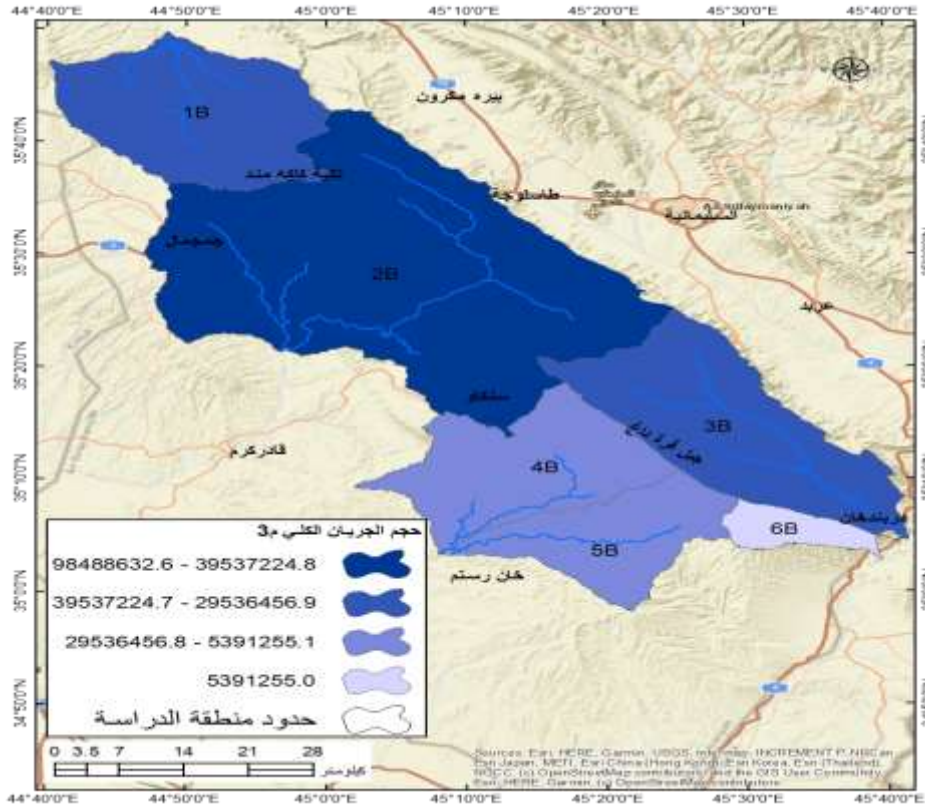
٣-٤-٥ حجم الجريان السطحي

يقصد به ارتفاع كمية الامطار عن كمية المياه المفقودة بالتبخر او التسريب والتغلغل داخل التربة و يشير الى المياه المتدفقة في شبكة تصريف الحوض ، يحدث عند عدم قدرة الحوض على استيعاب المياه الناتجة من الشدة المطرية العالية وتصبح سرعة الجريان السطحي عالية ، مما يسبب حدوث الفيضانات Raghunath, H.M (2023,) ويقاس حجم الجريان بالمتر المكعب. اذ تبين من خلال الجدول (٣-٢)والخريطة (٣-١١) ان حجم الجريان السطحي في الاحواض (2B,3B) سجلت قيمها ضمن الفئة الاولى والاكبر بين(٣٩٥٣٧٢٢٤.٨ -٩٨٤٨٨٦٣٢.٦)م^{٣} ، دلالة على ان القيم مرتفعة اي ارتفاع في كمية الامطار مع انخفاض في كمية الفاقد من المياه بالتسرب، مما يؤدي الى حدوث فيضانات بسبب عدم قدرة الحوض على استيعاب كميات المياه المتدفقة . اما الحوض(1B) بقيمة(٣٥٠٩١٧٠٨.٣) سجلت قيمها ضمن الفئة الثانية بين (٢٩٥٣٦٤٥٦.٨-٣٩٥٣٧٢٢٤.٧) م^{٣} ، يشير الى ان الحوض ذو تدفق متوسط للمياه ، اما الاحواض (٤B,5B) سجلت بقيمة (٢٩٥٣٦٤٥٦.٨)الذي سجلت ضمن الفئة الثالثة والادنى تدفق، بقيم بين (٢٩٥٣٦٤٥٦.٨-٥٣٩١٢٥٥.١) اما الحوض(6B)الذي سجل اقل قيمه ضمن الفئة

الرابعة (٥٣٩١٢٥٥.٠)وبتدفق منخفض جدا ان انخفاض هذه القيم يدل على امكانيات تدفق منخفضة بسبب تسرب اغلب مياه داخل الترب .

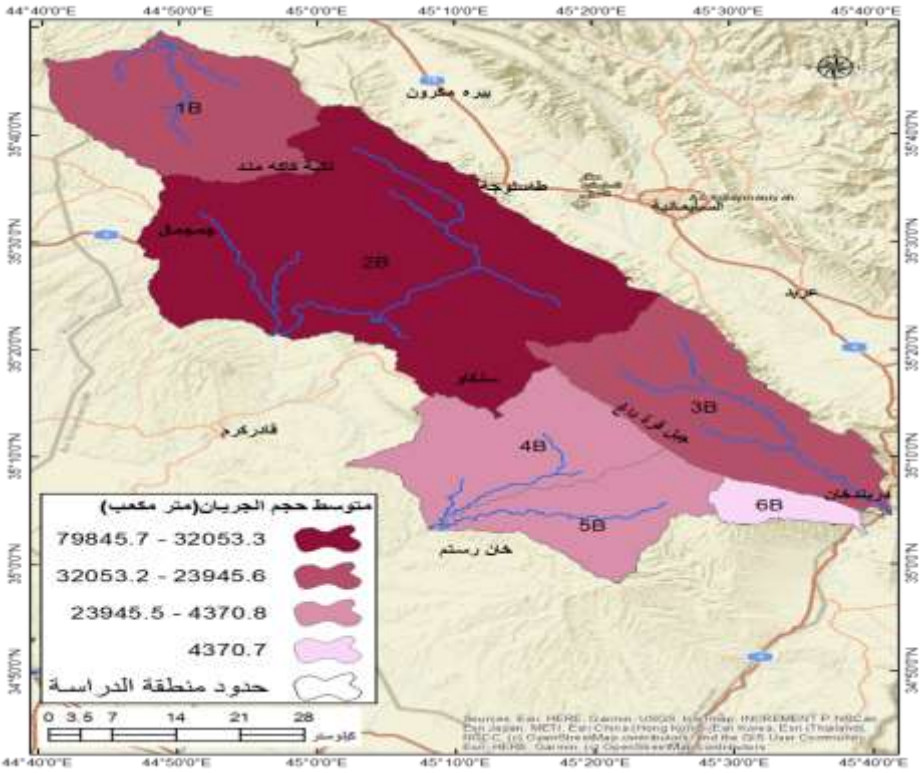
اما متوسط الجريان السطحي وكما في خريطة (١-١٢) فقد سجلت أعلى القيم في الحوض (2B) بكمية تدفق ضمن الفئة الاولى والاعلى تدفق تتراوح بين (٣٢٠٥٣.٣-٧٩٨٤٥.٧) م ٣ ، اما الاحواض ذات القيم المعتدلة (3B,1B) سجلت قيمها ضمن الفئة الثانية(٢٣٩٤٥.٦-٣٢٠٥٣.٢) على التوالي ، فيما سجلت القيم في الاحواض (4B,5B) ضمن الفئة الثالثة والاقل تدفق تتراوح بين(٤٣٧٠.٨-٢٣٩٤٥.٥) اما الحوض (6B) سجلت قيمته ضمن الفئة الرابعة(٤٣٧٠.٧)م٣.

خريطة(١٢.١) حجم الجريان السطحي (م٣) للاحواض النهرية في منطقة الدراسة



المصدر/ بالاعتماد على جدول (١-٢) وباستعمال برنامج ArcGIS10.8

خريطة(١٣.١) متوسط الجريان السطحي(م^{٣}) للأحواض النهرية في منطقة الدراسة



المصدر/ بالاعتماد على جدول (١-٢) وباستعمال برنامج ArcGIS10.8

٣-٤-٦ زمن الجريان الاقصى (دقيقة)

بلغت اعلى قيم زمن الجريان الاقصى كما في شكل خريطة (٣-١٣) للحوض (٢B)(٥٧٠.٠) دقيقة ، اما في الاحواض (3B,1B) بلغت القيم (٤٢٠-٤٣٠)دقيقة على التوالي ، ان ارتفاع هذه القيم في هذه الاحواض يعود الى ارتفاع نفاذية التربة لذلك يعتمد على مساحة الحوض وشكله وكذلك الانحدار وكثافة التصريف للشبكة المائية والغطاء النباتي ومن ثم التربة ، والذي يجعل امكانياتها منخفضة وذات جريان سطحي متوسط، اذ تقع هذه الاحواض ضمن صنف الترب(C,D) واستعمالات الارض والغطاء الارضي متنوع كما صنفت اعلاه في الجدول(٣-١)، اما الاحواض(4B,5B)

بلغت فيها القيم (٢٧٠-٢٩٠)دقيقة على التوالي ، وهي احواض ذات جريان سطحي معتدل ، وسجلت ادنى القيم في الحوض(6B) بقيمة (١٧٠) **دقيقة** ، اذ يقع هذا الحوض ضمن اصناف الترب(C) التي تتميز باستعمالات ارض متنوع.

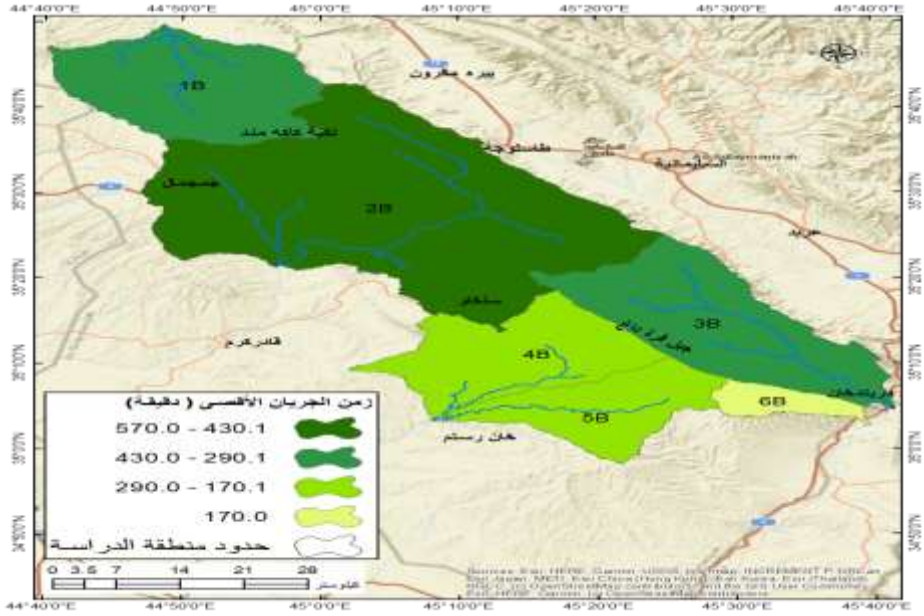
٣-٤-٧ اقصى جريان (م٣/ثا)

سجل اقصى الجريان السطحي في الاحواض(2B) بقيمة (٢٣٢٣.٦٥) م٣/ثا، كما مبين في الجدول (٣-٢) وخريطة (٣-١٤)اذ تقع هذا الاحواض ضمن تصنيف الترب(C) ذات امكانيات جريان سطحي عالي، فضلا عن استعمالات الارض و الغطاء الارضي اما الاحواض (4B,3B,1B,)سجلت قيمها(١٠٩٣.٨١-١٢٠٦.٤١-١٣٦٤.٥٤)م٣/ثا على التوالي، فيما تبين في الحوض (5B) قيمة اقصى جريان سطحي متدنية (١٠١٩.٠٩) م٣/ثا اما في الحوض (6B) سجلت ادنى قيمة (٤٦٢.٨١) م٣/ثا.

٣-٤-٨ معدل الجريان السطحي

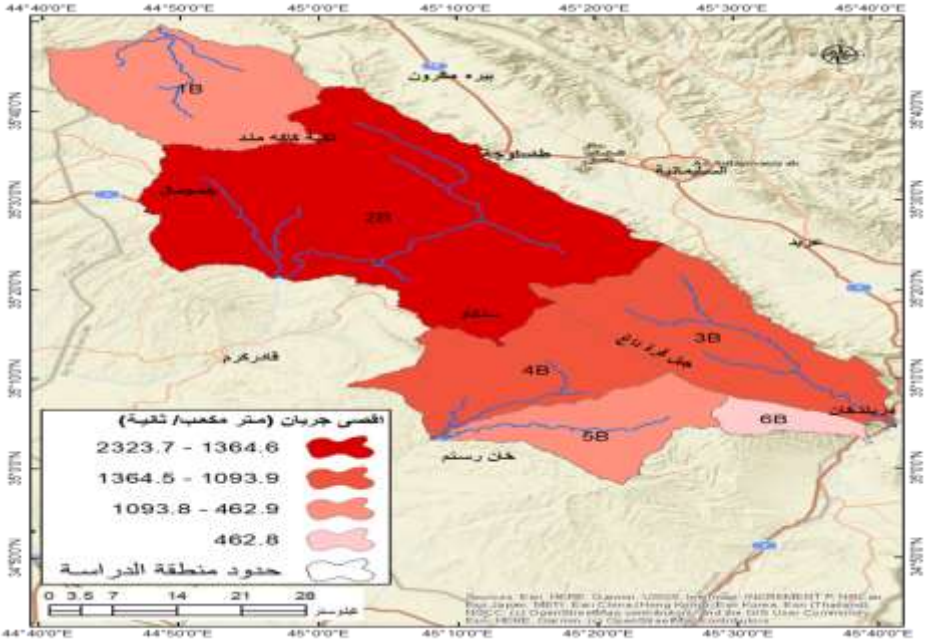
نلاحظ من خلال قيم معدل الجريان السطحي اذ تبين من خلال الجدول (٣-٢) والخريطة (٣-١٥) اذ سجلت في الاحواض (1B,5B,4B) أعلى قيم معدل الجريان بلغ (٢.٦٠-٢.٦٣) م٣/ثا ويليها في الاحواض (3B) بقيم بلغت بين (٢.٥١-٢.٥٩) م٣/ثا اما في الحوض (2B) سجلت بمعدل بين (2.46-2.50) م٣/ثا في حوض (6B) اذ ادنى المعدلات للجريان السطحي (٢.٤٥) م٣/ثا .

خريطة (١٤.١) زمن الجريان الاقصى للأحواض النهرية في منطقة الدراسة



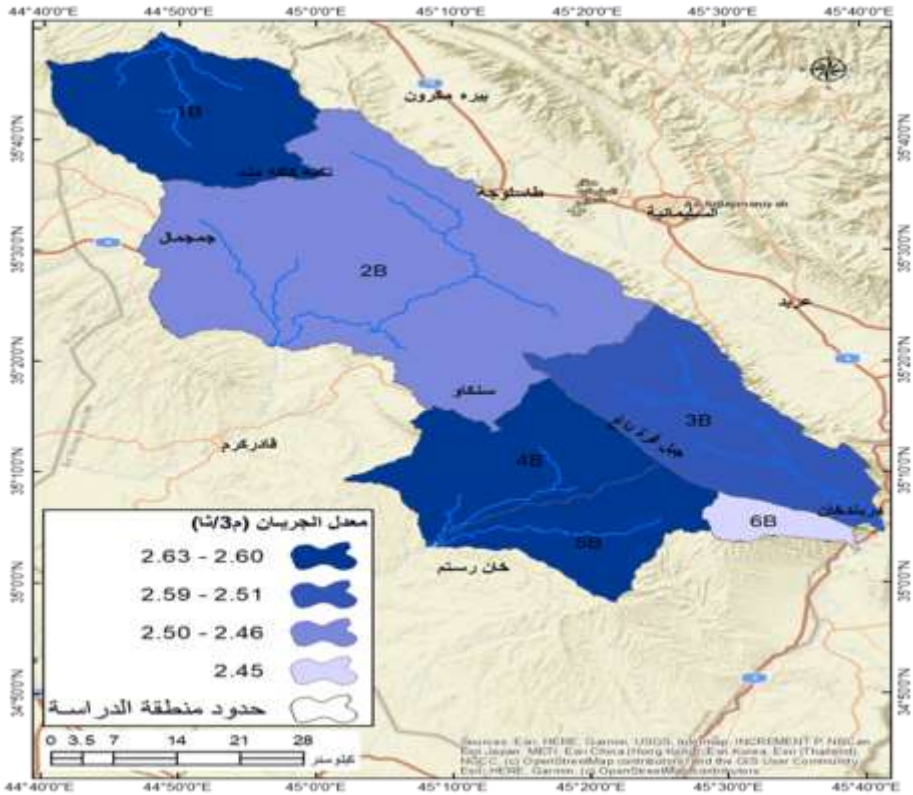
المصدر/ بالاعتماد على جدول (١-٢) وباستعمال برنامج ArcGIS10.8

خريطة (١٥.١)اقصى جريان سطحي(م^3/ثا) في احواض منطقة الدراسة



المصدر/ بالاعتماد على جدول (١-٢) وباستعمال برنامج ArcGIS10.8

خريطة (١٦.١) معدل الجريان السطحي م^{3}/ثا للاحواض النهرية في منطقة الدراسة



المصدر/ بالاعتماد على جدول (١-٢) وباستعمال برنامج

الاستنتاجات

١.تبين في منطقة الدراسة تصنيف الغطاء الارضي واستعمالات الارض حسب تصنيف اندرسون ٨ اصناف (اراضي البور، اراضي عشبية ،اراضي زراعية عشبية ،اراضي معضمها زراعية ،نباتات معضمها طبيعية ضمن فيسفاء مع اراضي زراعية ،اراضي زراعية بعلية ،اراضي شجيرات ،غطاء عشبي متناثر ،مناطق حضرية او مجمعات سكنية)

٢.تبين من الدراسة للترب الهيدرولوجية وفقا لدليل الهندسة الوطنية الذي وضعتها وزارة الزراعة الاميركية usda نوعان من الترب المجموعة الهيدرولوجية C وهي اكبر المساحات انتشارا في منطقة الدراسة.

٣.تم الاعتماد على خصائص الجريان السطحي للاحواض النهرية منها معدل الجريان ،متوسط حجم الجريان ،اقصى الجريان ،زمن اقصى الجريان ،حجم الجريان الكلي ،كمية الامطار ،رقم المنحنى ،زمن التركيز ،زمن التباطؤ

المقترحات

١. تشجيع الاستفادة من نظم التخزين الصغيرة في النقاط الحرجة لخفض الذروة وزيادة إعادة تغذية المياه الجوفية.

٢.وضع ضوابط لاستخدام الأراضي على المنحدرات الشديدة لتقليل التعرية.

إدماج نتائج البحث مع خطط التنمية المحلية والبلديات في السليمانية3.

المصادر العربية

1. الخزرجي، دنيا عبد الجبار ناجي. (٢٠٢٢). المنهجية الكارتوغرافية للعمليات الهيدروجيومورفولوجية لمنطقة سرترك بو في محافظة السليمانية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة المستنصرية، كلية التربية.

٢. عبد الله، أيمن محسن خريبط. (٢٠١٨). بناء نموذج الجريان السطحي لحوض وادي مزعل بطريقة (.(SCS–CNمجلة القادسية للعلوم الإنسانية، ٢١(٤)، ١١٦.

٣. فؤاد، مجيد حسن القناوي، وعايد حسين اللامي. (٢٠٢٠). تحليل الخصائص المورفومترية دراسة مقارنة لحوضي نهر دويريج ووادي أبو غار باستخدام التقنيات الجيومورفولوجية والجيوبوليتية في نظم المعلومات الجغرافية. مجلة الجغرافية والعلاقات الإقليمية، جامعة الكوفة، ٤٢(١)، ٢١٥.

٤.آل بن فضيل بوري. (٢٠٠٧). دراسة هيدرومورفومترية لتقدير حجم السيول في حوض عندو بالمملكة العربية السعودية. مركز دراسات الخليج، الجزيرة العربية، ٥٥.

٥.علي، علي الفيتوري. (٢٠١٧). تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة ميدرو مترية وهيدرولوجية لبعض وديان البهيمة الأولى بالجبل الأخضر – شمال شرق ليبيا. ص. ٦.

References

1.R. Vijia, P. Rajesh Prasannab, and R. Ilangovanc, (2015), Modified SCS–CN and Green-Ampt Methods in Surface Runoff Modelling for the Kundahpallam Watershed, Nilgiris, Western Ghats, India, INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RESOURCES, COASTAL AND OCEAN, p.12

2.Ishtiyaq Ahmad, Vivek Verma, and Mukesh Kumar Verma, (2015), Application of Curve Number Method for Estimation of Runoff Potential in GIS Environment, National Institute of Technology Raipur, Chhattisgarh, India, SSIPMT Raipur, Chhattisgarh, India

3.M. Kh. Askar, (2013), Rainfall–Runoff Model Using the SCS–CN Method and Geographic Information Systems: A Case Study of Gomal River Watershed, Water and Society, 178: 164

4.P. Sundara Kumar, T. V. Praveen, and M. A. Prasad, (2016), Rainfall–Runoff Modelling Using Modified NRCS–CN, RS, and GIS – A Case Study, Journal of Engineering Research and Applications, 6(3): 55

5.Asal Hassan Mahmood, Sabbar Abdullah Saleh, and Yassen Ali Saleh, (2018), Estimation of Annual Water Income Using (SCS–CN) Method Based RS–GIS for Wadi Abu Khashab Watershed – North of Iraq, Tikrit Journal of Pure Science, 23(9): 73–

6.Hemin N. M. Amin and Sabah A. Majeed, (2022), Runoff Estimation and Dam Selection Site in the Khur Khur Watershed (KHW) Using (SCS–CN) Method and (GIS & RS) Techniques, p.5

7.Ishtiyaq Ahmad, Vivek Verma, Mukesh Kumar Verma, (2015), Application of Curve Number Method for Estimation of Runoff Potential in GIS Environment, International Conference on Geological and Civil Engineering, 80(10): 17

8.USDA, (2009), Hydrologic Soil Groups, National Engineering Handbook, Part 630, Hydrology: 2

9.Ishtiyaq Ahmad, Vivek Verma, Mukesh Kumar Verma, (2015), Application of Curve Number Method for Estimation of Runoff Potential in GIS Environment, International Conference on Geological and Civil Engineering, 80(10): 17

10. Raghunath, H. M., (2023), Hydrology: Principles, Analysis, Design, New Age International (P) Limited, 2006, p.152