



ISSN (Paper) 1994-697X

Online 2706 -722X

<https://doi.org/10.54633/2333-022-048-007>



النمذجة الخرائطية لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي سبنة وفق نموذج (SCS - CN) باستعمال تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

محمد عباس جابر الحميري

جامعة ميسان / كلية التربية / قسم الجغرافية

mhmed_abbas1984@uomisan.edu.iq

<https://orcid.org/0009-0006-2645-1389>

المستخلص :

يهدف البحث إلى استعمال معطيات الاستشعار عن بعد وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية لنمذجة خرائط تقدير حجم الجريان السطحي على وفق نموذج (SCS - CN) لحوض وادي سبنة الذي يقع شمال العراق في محافظة دهوك وبالتحديد في قضاء العمادية والبالغ مساحته (383.98 كم²) ، ويعتمد هذا النموذج على أغذية واستعمالات الارض والمجموعات الهيدرولوجية للتربة والرطوبة المسبقة للتربة والأمطار وتم دمج أغذية واستعمالات الارض مع الترب الهيدرولوجية لغرض الحصول على الارقام المنحنية (CN) والبالغ عددها في الحوض (7) قيم تراوحت بين (58) للمناطق الأدنى صماتة وبين (94) للمناطق الأشد صماتة ، وكشفت الخرائط ان قيم معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي في الحوض تراوحت بين (183.93 ملم) للمناطق الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء وبين (16.21 ملم) للمناطق الأقل قدرة على الاحتفاظ بالماء ، اما قيم معامل الاستخلاص الأولي (Ia) فقد تراوحت قيمه بين (36.79 ملم) للاسطح الاكثر فقداناً للمياه قبل بدء الجريان السطحي وبين (3.24 ملم) للاسطح الاقل فقداناً للمياه قبل بدء الجريان السطحي وأظهرت الخرائط ايضاً ان اعلى قيمة لعمق الجريان السطحي (Q) كانت (37.76 ملم) ، بينما كانت ادنى قيمة (1.35 ملم) ، وبلغ حجم الجريان السطحي السنوي (QV) في الحوض (992953.80 م³)

الكلمات المفتاحية : النمذجة الخرائطية، الاستشعار عن بعد (RS) ، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، الجريان السطحي ، نموذج SCS - CN ، حوض سبنة .

Cartographic Modeling to Estimate the volume of Surface Runoff in the Wadi Sibna Basin According to the (SCS - CN) Model Using Remote Sensing and Geographic Information Systems Techniques.

Mohammed Abbas Jaber Al-Humairi

University of Misan / College of Education / Department of Geography

mhmed_abbas1984@uomisan.edu.iq

<https://orcid.org/0009-0006-2645-1389>

Abstract:

The research aims to use remote sensing data and geographic information systems software to model maps to estimate the volume of surface runoff according to the (CN - SCS) model for the Wadi Sabna basin, which is located in northern Iraq in the Dohuk Governorate, specifically in the Amadiyah District, with an

area of (383.98 km²). This model is based on the covers and uses of the land, the hydrological groups of the soil, the prior soil moisture, and the rain. The covers and uses of the land were combined with the hydrological soils for the purpose of obtaining the curved numbers (CN), which numbered in the basin (7), values that ranged between (58) for the least silent areas and (94) for the most silent areas. The maps revealed that the values of the coefficient of maximum potential for water retention after the start of surface runoff in the basin ranged between (183.93 mm) for the areas most capable of retaining water and (16.21 mm) for the areas least able to retain water. As for the values of the initial extraction coefficient (Ia), they ranged Its value ranged between (36.79 mm) for the surfaces with the most water loss before the start of surface runoff and (3.24 mm) for the surfaces with the least water loss before the start of surface runoff. The maps also showed that the highest value for the depth of surface runoff (Q) was (37.76 mm), while the lowest value was (1.35 mm), and the annual surface runoff volume (QV) in the basin reached (992,953.80 m³).

Keywords: cartographic modeling, remote sensing (RS), geographic information systems (GIS), surface runoff, CN-SCS model, Sibna Basin.

المبحث الأول (المقدمة والإطار النظري للبحث)

المقدمة :

ان احواض التصريف المائي ليست كتل صماء تصرف كل ما تستقبل من أمطار على هيئة جريان مائي منتشر، كما ان توليد الجريان السيلبي واخطاره في احواض التصريف سواء كان من حيث السرعة أو الكمية لا يعتمد فقط على كمية الامطار العاصفة، بمقدار ما يرتبط بنوعية الغطاءات الارضية التي تختلف عن بعضها من حيث الفاقد بالتبخر والتسرب والتخزين والاستجابة للجريان (Darwish:2017:349). ويعد الجريان السطحي من أهم الموارد المائية خاصة في البيئات الجافة وشبه جافة، اذ لجأت العديد من دول العالم الى استثمار هذه الموارد من خلال مشاريع عديدة منها السدود لحفظ مياه الامطار المشكلة بموجب الجريان السطحي أو استعمال تقنيات حصاد المياه كإنشاء الخزانات والآبار الاصطناعية وغيرها من الطرق (Ashour:2022:91).

لقد دأب الجغرافيون المختصون في مجال نظم المعلومات الجغرافية على البحث عن منهجية جديدة لمعالجة البيانات الخلية المعمول بها في بيئة نظم المعلومات الجغرافية بما يتوافق مع البيانات التي تقدمها معطيات الاستشعار عن بعد لغرض دعم التطبيقات الجغرافية نحو كفاءة عالية ودقيقة ، فكان لظهور النمذجة الخرائطية الأثر الكبير والفعال بتحويل هذه العلاقة الى منهجية واضحة المعالم تعتمد على أسس علمية حديثة في منهجية دراستها ، وقد أدى الترابط بين نظم المعلومات الجغرافية ونظم دعم القرار المكاني الى حدوث تقدم علمي كبير في مجال النمذجة الخرائطية الذي تتضمن تحويل القيم الرياضية العددية الى نماذج وسيناريوهات خرائطية بدقة إحصائية ذات دلالات معينة لايمكن صنعها بطرائق التمثيل الخرائطي التقليدية (Al-Qassab:2021:2-1).

ان هنالك العديد من الحلول الرياضية المتعلقة بحساب حجم الجريان السطحي وخصائصه الأخرى كسرعته واعلى قمة له ومقدار حجمه وقوته وغير ذلك وفق رؤى فلسفية علمية تنطلق من مفهوم ديناميكية الجريان السطحي والعوامل المؤثرة فيه ومن هذه الطرق أو الحلول هي طريقة مصلحة صيانة التربة الأمريكية (Soil conservation Service) أو مايعرف بنموذج الأرقام المنحنية للجريان السطحي (Runoff Curve Number Method) ويعتمد هذا النموذج بشكل أساسي على أنواع استعمالات الارض ونوعية الترب من حيث خصائصها الهيدرولوجية والتي عن طريقها يتم استخلاص قيم (CN) من الجداول الخاصة بها ، و استعمل الباحث هذا النموذج وتطبيقه على حوض وادي سبنة لتقدير حجم الجريان السطحي فيه من خلال التكامل بين معطيات الاستشعار عن بعد وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية والمعادلات الرياضية الخاصة بها ونمذجة مدخلاتها وإخراجها خرائطياً .

أولاً : مشكلة البحث : هل يمكن للنمذجة الخرائطية تقديم صورة مكانية توضح تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي سبنة وفق نموذج (CN-SCS) باستعمال معطيات الاستشعار عن بعد (RS) وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) .

ثانياً: **فرضية البحث** : تنطلق فرضية البحث من خلال وصفها حلاً مقترحاً لمشكلتها مفادها ان بالإمكان إنتاج خرائط لتقدير حجم الجريان السطحي في حوض وادي سينه بالاعتماد على النمذجة الخرائطية في ضوء التكامل بين معطيات الاستشعار عن بعد (RS) وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال تحويل التقنيات الرياضية المعتمدة عالمياً في تقدير حجم الجريان وفق نموذج (CN-SCS) الى مجموعة من النماذج الخرائطية .

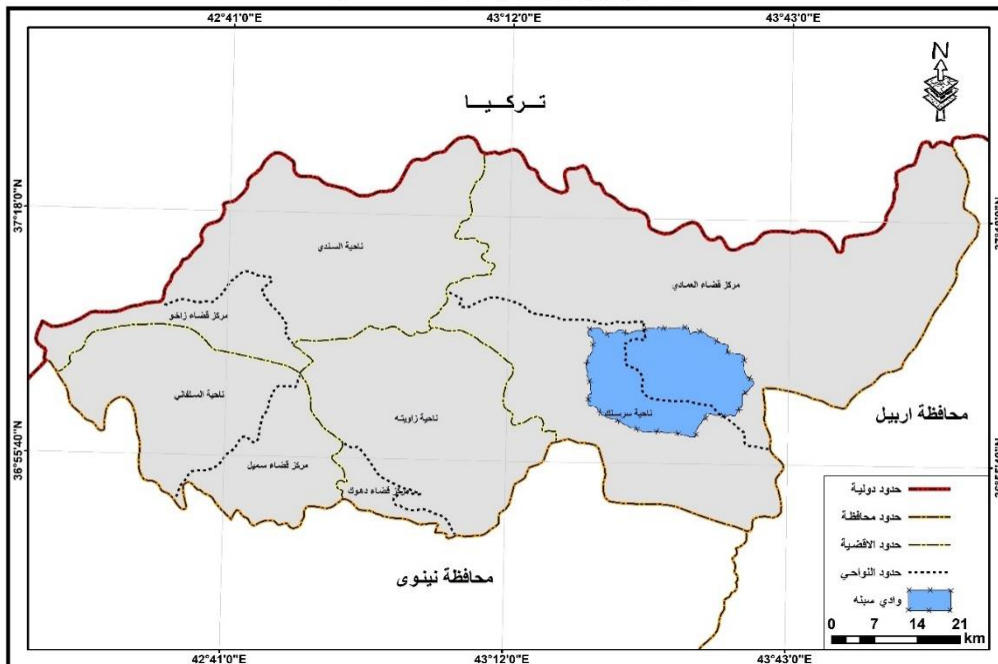
ثالثاً: **أهمية البحث** : تبرز أهمية البحث من خلال الكشف عن مكونات المكان خرائطياً وفق منظور النمذجة الخرائطية، وذلك من خلال تقديم مجموعة من الإجراءات التقنية المختلفة التي يمكن عن طريقها تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي سينه بالاعتماد على معطيات الاستشعار عن بعد (RS) وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والمعادلات الرياضية، والتي يتم عن طريقها معرفة المناطق المناسبة لحصاد المياه وبناء السدود لغرض اتخاذ الإجراءات اللازمة من قبل أصحاب القرار .

رابعاً: **هدف البحث** : ان الهدف الأساسي للبحث ينبثق من جوهر مشكلته، وذلك من خلال وضع تكتيك يتضمن إنتاج خرائط رقمية توضح حجم الجريان السطحي ، توصف بأنها وثائق مكانية يمكن ان تدعم عمليات التخطيط في مجالات العلم المختلفة ذات العلاقة بموضوع البحث ، فضلاً عن رفد الجغرافيين برؤية تقنية تسهم في تطوير إمكانيات البحث الجغرافي الذي يتناول موضوع حجم الجريان السطحي ، تحت مضامين التكامل بين معطيات الاستشعار عن بعد (RS) وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بمنظور النمذجة الخرائطية المتقدمة .

خامساً: **منهج البحث** : اعتمد البحث الحالي على مناهج عديدة منها منهج البحث الخرائطي، إذ تم استعمال هذا المنهج في نمذجة خرائط حجم الجريان السطحي ، وخرائط العوامل الطبيعية . كما تم استعمال الأسلوب الكمي والإحصائي في تقدير كمية الجريان السطحي وقياس مساحاته، فضلاً عن استعمال منهج التحليل التكامل (الدمج) إذ تم استعماله من خلال التكامل المعلوماتي بين معطيات الاستشعار عن بعد وتحليلها في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ، كاشتقاق خريطة الحوض ، وخريطة الانحدارات ، وخريطة الأغشية الأرضية وغيرها من الخرائط ، بالاعتماد على المرئيات الفضائية ، وأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) .

سادساً: **موقع منطقة الدراسة** : تقع منطقة الدراسة في شمال العراق ضمن المنطقة الجبلية والحدود الادارية لمحافظة دهوك وتحديداً ضمن قضاء العمادية، وينتهي الوادي في نهر الزاب الكبير عند قرية زاملوكي ، إذ يقع فلكياً بين دائرتي عرض (١٣° ٨' ٣٧" - ١٠° ٥٨' ٣٦") شمالاً وخطي طول (٤٧° ٢٠' ٤٣" - ١٣° ٣٩' ٤٣") شرقاً ، وتبلغ مساحة الحوض الكلية (383.98 كم^٢) الخريطتان (2،1) .

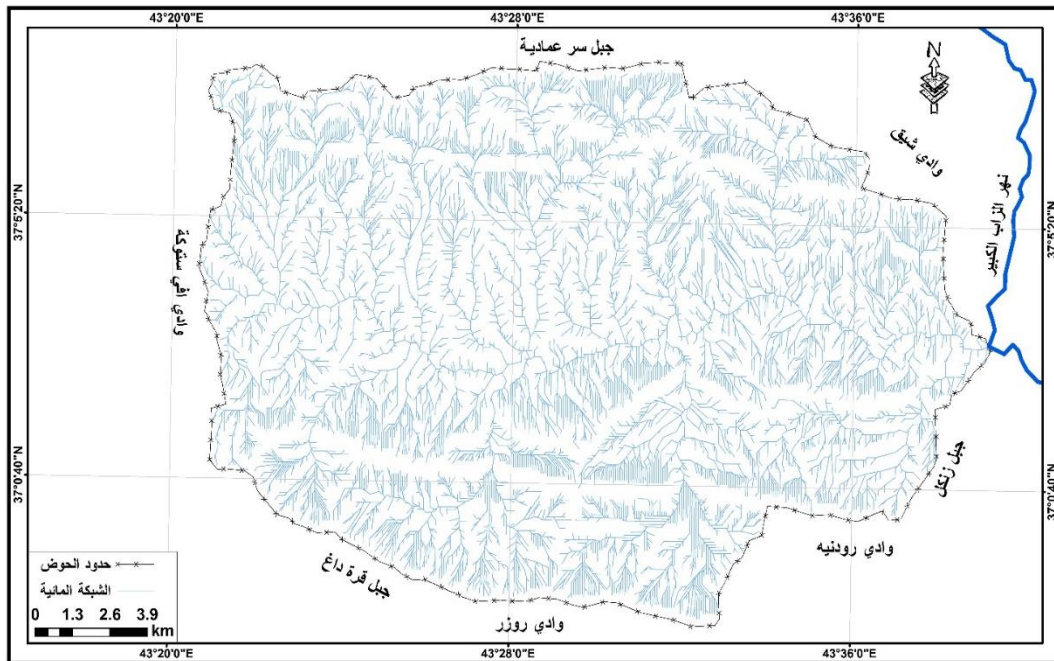
خريطة (١) موقع حوض وادي سينه من محافظة دهوك



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على :-

- جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية ، المديرية العامة للمساحة ، قسم إنتاج الخرائط ، الوحدة الرقمية ، M.P.D ، بغداد ، خريطة محافظة دهوك ، بمقياس ١:٥٠٠٠٠ ، ٢٠١٢ .

خريطة (٢) حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) .

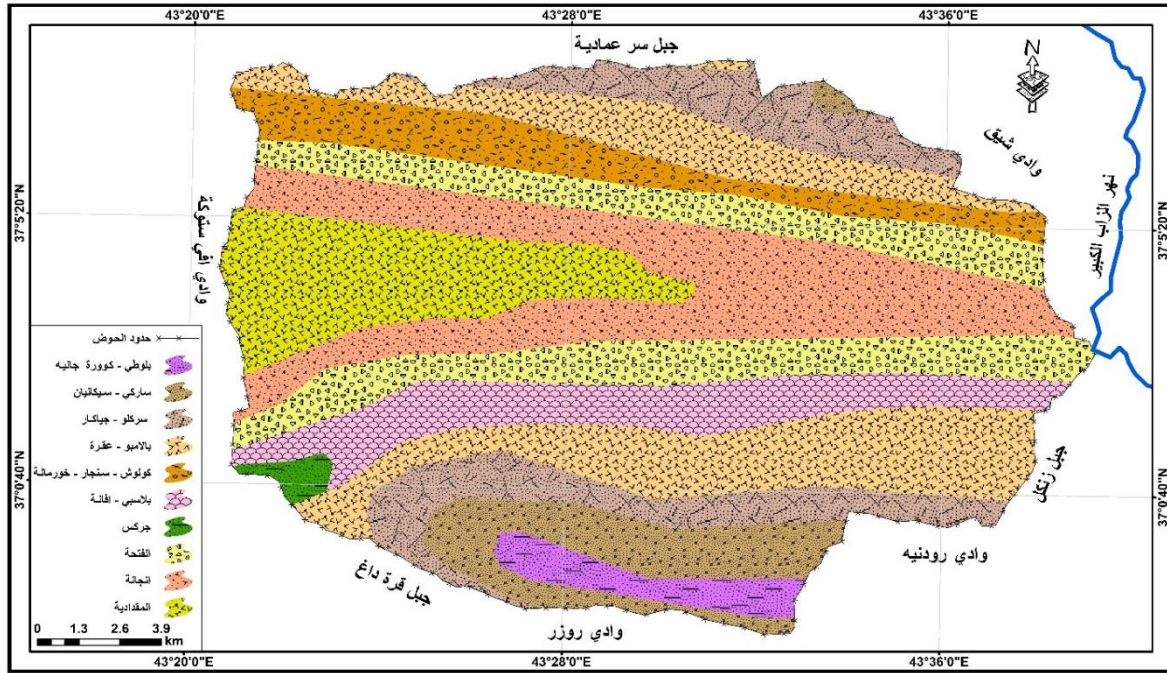
سابعاً : البيانات والبرامج المستعملة في البحث :

- اعتمد الباحث على مجموعة من البيانات والبرامج وذلك لغرض تحقيق هدف البحث المنشود والتي هي كالاتي :-
- ١ - مرئية فضائية للقمر الصناعي الأمريكي (landast-8) ذات النطاقات المتعددة الأطياف وذات المتحسس (OLI) والملتقطة بتاريخ (٦ - ٩ - ٢٠٢٣) .
 - ٢ - أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبدقة تمييزية (30×30 م) .
 - ٣ - الخرائط الطبوغرافية بمقياس (1:100000) للعمادية (J-38-N-SW) لعام ١٩٩٠ ، وبيبو (J-38-N-SE) لعام ١٩٩٠ ، وعين سفني (J-38-T-NW) لعام ١٩٨٥ ، وعقره (J-38-T-NE) لعام ١٩٨٥ ، الصادرة عن الهيئة العامة للمساحة العراقية .
 - ٤ - استخدام برنامجي (ARC GIS 10.4.1) و(ERDAS 8.5) في معالجة وتحليل وتصميم ورسم خرائط البحث .
- المبحث الثاني (خرائط الخصائص الجغرافية المؤثرة على حجم الجريان السطحي لحوض وادي سبته)**
- تعد الخصائص الجغرافية ذات العلاقة، احد أهم المرتكزات التي تؤثر على حجم الجريان السطحي ومخاطره السيالية، إذ تمثل تلك الخصائص بالبنية الجيولوجية والسطح و الامطار والتربة واستعمالات الارض .
- أولاً : جيولوجية منطقة الدراسة :**
- يحتوي حوض وادي سبته على مجموعة من التكوينات الجيولوجية ، وتتباين هذه التكوينات من خلال بيئة الترسيب ومكوناتها الصخرية ودرجة كثافتها وظهور مكاشفها من منطقة إلى أخرى ، فضلاً عن اختلاف أعمارها ، وقد ينحصر التاريخ الجيولوجي للمنطقة ما بين الزمن الجيولوجي الثاني (Mesozoic) وتكوينات الزمن الجيولوجي الثالث (Cenozoic) ، ويمكن تتبع ملامح التوزيع المكاني (الجغرافي) لهذه التكوينات جدول (١) ، (خريطة ٣) ، وبحسب تسلسلها من الأقدم إلى الأحدث :-
- ١ - تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني (Mesozoic) :

أ- تكوينات العصر الترياسي (Triassic) :

تنقسم التكوينات الجيولوجية التي تعود إلى هذا العصر ضمن منطقة الدراسة إلى تكوينين هما تكوين بلوطي (Baluti) وتكوين كوورة جانيه (Kurra China) ، وتبلغ مساحتهما (10.2 كم²) ونسبة (2.66 %) من جملة مساحة منطقة الدراسة . ويعد التكوينين من أقدم التكوينات الجيولوجية الظاهرة في المنطقة ، ويتكونان من الحجر الجيري الدولومايتي والحجر الطيني الصفيحي ذات اللون الأخضر ، ويبلغ سمك تكوين بلوطي حوالي (٤٠ م) وتكوين كوورة جانيه (٣٦ م) (Al-Talabani:١٩٦٨:٦٦) ، وتظهر مكاشف هذين التكوينين في جنوب حوض وادي سبته .

خريطة (٣) التكوينات الجيولوجية في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على :-
 ١- جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، الخريطة الجيولوجية للوحه (Al - Mosul) ، بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، لعام ١٩٩٥ .
 ٢- جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، الخريطة الجيولوجية للوحه (Arbeel and Mahabad) ، بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، لعام ١٩٩٧ .
 ٣- جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، الخريطة الجيولوجية للوحه (Kany Rash) ، بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، لعام ٢٠٠٨ .
 ٤- جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، الخريطة الجيولوجية للوحه (Zakho) ، بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، لعام ٢٠٠٨ .

جدول (١) اسماء التكوينات الجيولوجية ومساحتها ونسبتها المئوية في حوض وادي سبته

الزمن	العصر	التكوين الجيولوجي	المساحة (كم ^٢)	النسبة المئوية (%)	
الزمن الجيولوجي الثاني	عصر الترياسي	بلوطي - كوورة جانيه	10.2	2.66	
	عصر الجوراسي	ساركي - سيكانيان	27.7	7.21	
		سركلو - جياكار	43.62	11.36	
الزمن الجيولوجي الثالث	عصر الكريتاسي	بالامبو - عقرة	69.83	18.19	
	عصر الباليوسين	كولوش - سنجار - خورماله	27.33	7.12	
		بلاسبي - افانة	34.83	9.07	
	عصر الأيوسين	جركس	2.54	0.66	
		عصر الميوسين	الفتحة	59.93	15.61
			انجانة	67.68	17.63
عصر البلايوسين	المقدادية	40.32	10.50		
المجموع			383.98	100.00	

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٣).

ب- تكوينات العصر الجوراسي (Jurassic) :

تنتشر تكوينات هذا العصر في القسم الشمال الشرقي وفي القسم الجنوبي من منطقة الدراسة، وتنقسم تكوينات هذا العصر إلى التكوينات الثانوية الآتية :-

١- تكويننا (ساركي Sarki) و (سيكانيان Sikanian) :

يعود عمر هذين التكوينين إلى العصر الجوراسي المبكر، إذ تبلغ مساحتهما حوالي (27.7 كم^٢) وبنسبة (7.21%) من جملة مساحة منطقة الدراسة، وينقسم تكوين (ساركي) إلى قسمين يتكون القسم الأسفل منه من الحجر الجيري الدولومايتي الصواني، أما القسم الأعلى فيتكون من حجر الدولومايتي، ويبلغ سمك هذا التكوين حوالي (٢١٠ م). بينما يتكون تكوين (سيكانيان) من ثلاثة أقسام ويتألف من الدولومايت والحجر الجيري الدولومايتي والحجر الجيري العضوي، ويبلغ سمك هذا التكوين حوالي (١٢٠ م) (Muhammad:١٩٨٨:١٩)، وتظهر مكاشف هذين التكوينين في شمال شرق منطقة الدراسة وفي جنوبها .

٢- تكويننا (سركلو Sargalu) و (جياكار Chiagara) :

تبلغ مساحة التكوينين حوالي (43.62 كم^٢)، وبنسبة (11.36%) من جملة مساحة منطقة الدراسة، ويتألف تكوين (سركلو) بصورة رئيسة من طبقات رقيقة وأخرى سمكية منتظمة التطبيق من حجر الجير الأسود والرمادي الأزرق كما يحتوي على القير والدولومايت، ويتداخل مع السجيل الأسود (Buday:١٩٨٠:١٩) ويعود عمره إلى العصر الجوراسي الأوسط، كما يبلغ سمكه ما بين (40 - 110 م) (Sissakian and Ibrahim:٢٠٠٤:١٢). أما تكوين جياكار فقد يعود عمره إلى الجوراسي الأعلى، ويتألف من حجر جيري رقيق التطبيق وسجيل كلسي ذو محتوى من الأصداف المتجمعة ويعلوها حجر جيري صلصالي يتداخل مع سجيل قد تكون الطبقات العليا سجيل رملي في بعض الأماكن، ويتراوح سمك تكوين جياكار ما بين (٣٠ - ٣٠٠ م) (Al-Sayyab, A. ١٩٨٢:٨٦) & others). وتظهر مكاشف هذين التكوينين في شمال وجنوب منطقة الدراسة .

ت- تكوينات العصر الكريتاسي (Cretaceous) :

تنقسم التكوينات الجيولوجية التي تعود إلى هذا العصر ضمن منطقة الدراسة إلى تكوينين هما بالامبو (Balambo) وتكوين عقرة (Akra)، وتبلغ مساحتهما (69.83 كم^٢) وبنسبة (18.19%) من جملة مساحة منطقة الدراسة. ويتكون تكوين بالامبو من قسمين هما القسم الأعلى ويتكون من طبقات رقيقة متعاقبة من الحجر الجيري العضوي، أما القسم الأسفل فيتكون من طبقات رقيقة من الحجر الجيري الأزرق مع طبقات متداخلة من المازل الأخضر الزيتوني والطفل الأزرق الداكن (Gharib:١٩٨٣:٨). أما تكوين عقرة فيتكون من الصخور الجيرية الشعابية والدولومايت القيري والحجر الجيري العضوي (Aziz:٢٠٠٧:٤٢-٤٣) وتظهر مكاشف هذين التكوينين في مناطق متفرقة ضمن منطقة الدراسة ويمتدان على شكل طولي من الشرق إلى الغرب.

٢- تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث (Cenozoic) :

أ- تكوينات العصر الباليوسين :

تبلغ مساحة تكوينات العصر الباليوسين (27.33 كم^٢)، وتحتل نسبة (7.12%) من مجموعة مساحة منطقة الدراسة، وتمتد على شكل شريط طولي يمتد من الشمال الشرقي إلى الشمال الغربي، وتنقسم التكوينات الجيولوجية التي تعود إلى هذا العصر ضمن منطقة الدراسة إلى تكوينات كولوش (Kolosh)، وتكوين سنجان (Sinjar)، وتكوين خورماله (Khurmala). ويتكون تكوين كولوش من الطفل والحجر الرملي الناعم والحجر الجيري والصلصال، فضلاً عن احتوائه على قطع مختلفة الأحجام من صخور خضراء والصوان والراديولايت، ويتغاير سمك تكوين كولوش ما بين منطقة وأخرى، إذ يتراوح سمكه ما بين (٨٠ - ٢٠٠ م) (Al-Obaidi:٢٠٠٥:١٥). أما تكوين سنجان فيتكون من الحجر الجيري والحجر الجيري المدملك الغني بالمواد الطينية (Al-Obaidi:٢٠٠٥:١٥). (Surdashi:٢٠٠٥:١٥)، ويبلغ سمك تكوين سنجان ما بين (١٠٠ - ٢٠٠ م). بينما يتكون تكوين خورماله من دولومايت وحجر جيري متبلور دقيق قد يكون ذو أصل كيميائي وان الأجزاء الجيرية تتلاسن وتتداخل مع تكوين كولوش وإنها قد تحتوي على صوان وقلنت ومواد

فتاتية . كما أن طبقات من الانهيدرايت والجبس قد تتداخل معها ، ويتراوح سمك هذا التكوين بين (٥٠ - ١٥٠ م) (١١٩ - ١٩٨٢:١١٨). (Al-Sayyab, A. & others:1982:118).

ب- تكوينات عصر الأيوسين (Eliocene) :

تتمثل التكوينات الجيولوجية التابعة لهذا العصر ضمن منطقة الدراسة في تكويني (بلاسي-آفانة) (Pilaaspi – Avana) وجركس (Gercuse) ، وتبلغ مساحة تكويني (بلاسي-آفانة) ، (34.83 كم^٢) ، ونسبة (9.07 %) من مجموعة مساحة منطقة الدراسة . ويتكون تكوين بلاسي من حجر الكلس الدولوستون و حجر الكلس الدولومايتي وهو جيد التطبيق ذو لون أبيض إلى أبيض مصفر و رصاصي يكون صلب إلى صلب جداً محلياً ، ويحتوي على عقد الصوان في الأجزاء العليا ، ويكون سمك هذا التكوين متغاير إذ يتراوح ما بين (١٠٠ - ٢٠٠ م) (AI-Janabi:2016:19). أما تكوين آفانة فإنه يتكون من الصخور الحيرية والدولومايتية ، ويبلغ سمكه حوالي (٢١٢ م) (AI-Talabani:1968:19). وتظهر مكاشف تكويني (بلاسي-آفانة) على شكل شريط طولي يمتد من الجنوب الشرقي إلى الجنوب الغربي ضمن منطقة الدراسة . وينكشف تكوين جركس ضمن مساحة صغيرة جداً تبلغ حوالي (2.54 كم^٢) ويحتل نسبة (0.66 %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة . ويتكون من الطين والمارل فضلاً عن احتوائه على كميات من الجبس ، كما يتميز بلونه الأحمر المائل إلى البنفسجي (AI-Omari, F. S. A:1977:122) ، ويبلغ سمك هذا التكوين ما بين (٨٥٠ - ١٠٠ م) ، فضلاً عن ذلك فإن سمكه يتغير باتجاه تغير السحنات (AI-Sayyab, A. & others:1982:118-119). ويظهر هذا التكوين في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة .

ت- تكوينات العصر الميوسين :

تنقسم التكوينات الجيولوجية التي تعود إلى هذا العصر ضمن منطقة الدراسة إلى تكوينين هما تكوين الفتحة (Fatha) وتكوين انجانة (Injana) ، وتبلغ مساحتهما (59.93 ، 67.68 كم^٢) على التوالي ، ونسبة (15.61 ، 17.63 %) من مجموع مساحة منطقة الدراسة . ويظهران هذان التكوينين في المنطقة على شكل شريط طولي يمتدان من الشرق إلى الغرب . ويتألف تكوين الفتحة من الحجر الطيني والحجر الجيري والصلصال والحجر الغريني والحجر الرملي ، وتشكل طبقات الحجر الطيني المكون الأساس لهذا التكوين إذ يكون أكثر من نصف سمك التكوين الذي يبلغ حوالي (300 م) (Beg:2006:9). أما تكوين انجانة فيتكون من مكونات صخرية مختلفة أغلبها صخور صلصاليه حمراء أو رمادية سلتية أو صخور طينية سلتية أو رمال أو صخر رمليه حمراء أو رمادية (Ibrahim:1984:105-114) ، وسمك هذا التكوين مختلف من منطقة إلى أخرى ويعود سبب ذلك إلى عمليات التعرية أو لأسباب تتعلق بالترسيب الأصلي إلا أنه يتراوح سمكه ما بين (٧٠٠ - ١٢٠٠ م) (Khajik:1990:11).

ث- تكوينات عصر البلايوسين (Pliocene) :

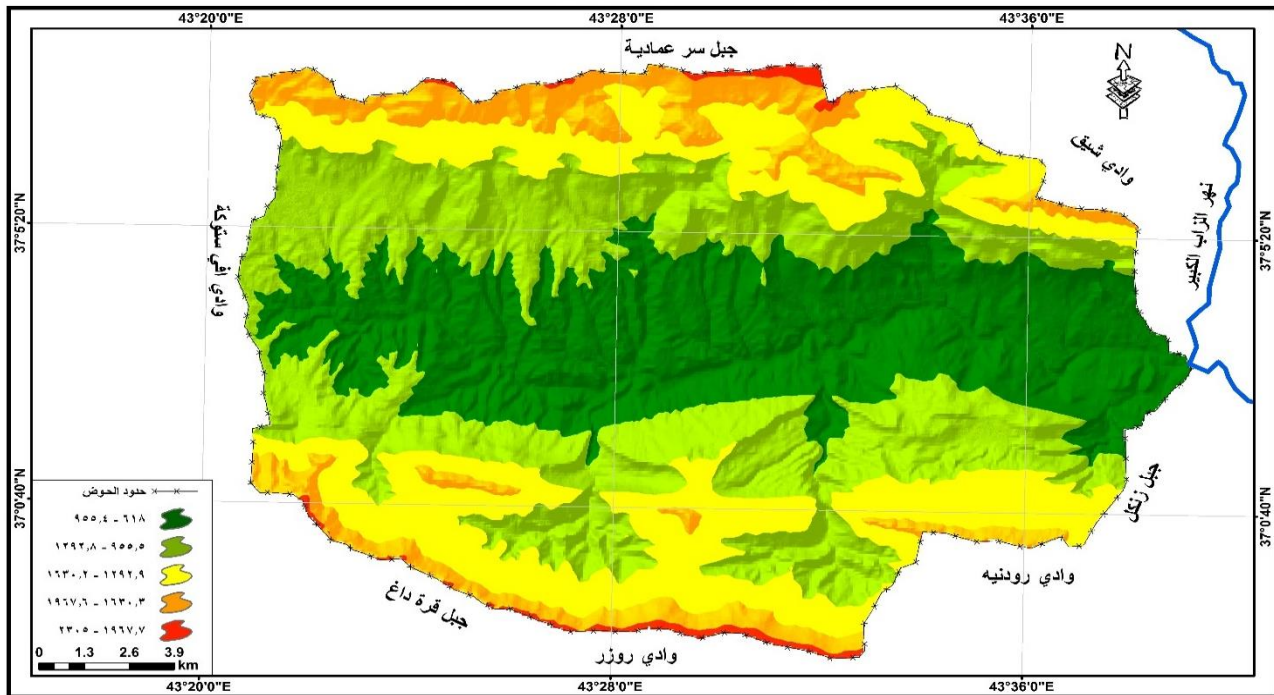
تمثل تكوينات عصر البلايوسين التي تنكشف في المنطقة بتكوين المقادية فقط ، وتبلغ مساحته حوالي (40.32 كم^٢) ، ونسبة (10.50 %) من جملة مساحة منطقة الدراسة ، ويتكون من طبقات سميكة من الرمل ذو اللون الرصاصي المتداخل مع طبقات كتلية من الحجر الطيني الناعم ذو اللون الرصاصي المصفر إلى البني الفاتح والحجر الغريني البني والرصاصي (Buday:1980:282). ويتراوح سمك التكوين ما بين (١٠٠ - ٢٠٠ م) (Jasim and Coff:2006:184) ، ويوجد في الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة .

ثانياً: السطح :

تتم احواض التصريف النهري في المناطق الجافة وشبه جافة عموماً بشدة تضرسها وانحدارها، وان تضاريس الحوض تكشف على العديد من الدلالات الهيدرولوجية المتعلقة بحركة المياه السطحية وكمية المياه المنصرفة وسرعتها واتجاه جريانها. وتدرج ارتفاعات تضاريس الحوض من (٦١٨ م) فوق مستوى سطح البحر في ادنى ارتفاعاً للحوض عند التقاءه في نهر الزاب الكبير وتحديداً عند قرية زاملوكي الى (٢٣٠٥ م) فوق مستوى سطح البحر في أقصى شمال الحوض عند جبل سر عمادية . وبذلك فقد بلغت نسبة التضرس في الحوض حوالي (٦١.٧٢ م/كم) وهي تشير الى شدة تضرس الحوض وانحداره وعلى أساس ذلك فقد تبين بان الحوض يتسم بسرعة جريان المياه فيه نتيجة لارتفاع نسبة التضرس . وبدراسة مستويات ارتفاعات السطح في حوض وادي سبته

، وجد ان ادنى الفئات ارتفاعاً تشغل مساحة قدرها (١١٨.٨٤ كم^٢) ونسبة (٣٠.٩٥) من جملة مساحة منطقة الدراسة ولايزيد فيها الارتفاع عن (٩٥٥.٤ م) ولا تقل عن (٦١٨ م) وتمتد من مخرج الحوض شرقاً وحتى غرب الحوض على شكل شريط طولي ، بينما اعلى الفئات ارتفاعاً تشغل مساحة قدرها (٣.٩١ كم^٢) ونسبة (١.٠٢%) من مساحة الحوض وتتراوح فيها مناسيب الارتفاع بين (١٩٦٧.٧م) الى (٢٣٠٥م) فوق مستوى سطح البحر ، وتتركز في أقصى الشمال والجنوب وبالتحديد عند جبل سر عمادية وجبل قرة داغ خريطة (٤) ، جدول (٢) . وقد انعكس تأثير شدة التضرس في الحوض على انحدارات السطح ، اذ بلغ مجموع مساحة الأراضي المستوية التي تقع ضمن درجة (٠ - ٢) حوالي (٥.٦٢ كم^٢) ونسبة (١.٤٦%) من مساحة الحوض ، في حين شكلت نسبة (٦٦.١٠%) من مجموع مساحة الحوض ضمن انحدارات تتحصر درجاتها بين (٢ - ١٨) حسب تصنيف يونك والتي تمثل

خريطة (٤) مستويات ارتفاع السطح في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) .

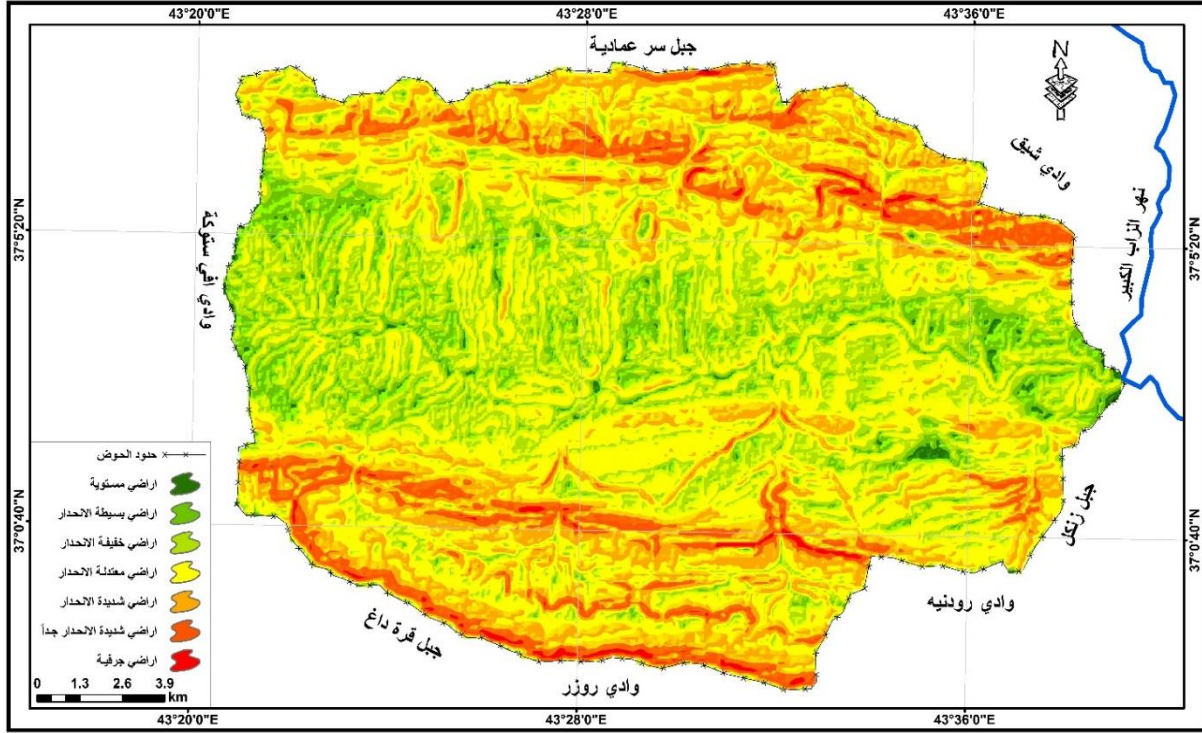
بالأراضي البسيطة والخفيفة والمعتدلة الانحدار ، اما الأجزاء التي تتسم انحداراتها بين (١٨ - ٤٥) درجة فأنها تشغل قرابة ثلث الحوض ، في حين لم تشغل الأراضي الجرفية التي تزيد درجة انحدارها عن (٤٥) درجة إلا نسبة (٠.٩٥) من مجموع مساحة الحوض خريطة (٥) ، جدول (٣)

جدول (٢) فئات الارتفاع ومساحتها ونسبتها المئوية في حوض وادي سبته

الفئة	طول الفئة (م)	المساحة (كم ^٢)	النسبة المئوية (%)
١	٦١٨ - ٩٥٥.٤	118.84	30.95
٢	٩٥٥.٥ - ١٢٩٢.٨	134.31	34.98
٣	١٢٩٢.٩ - ١٦٣٠.٢	87.67	22.83
٤	١٦٣٠.٣ - ١٩٧٦.٦	39.25	10.22
٥	١٩٧٦.٧ - ٢٣٠٥	3.91	1.02
المجموع		٣٨٣.٩٨	١٠٠.٠٠

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٤) .

خريطة (٥) انحدارات السطح في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) .

جدول (٣) مستويات الانحدار حسب تصنيف يونك (Young) في حوض وادي سبته

المستوى	حدود درجة الانحدار	صنف السطح	المساحة (كم ^٢)	النسبة المئوية (%)
الأول	٢ - ٠	اراضي مستوية	5.62	1.46
الثاني	٥ - ٢	اراضي بسيطة الانحدار	40.08	10.44
الثالث	١٠ - ٥	اراضي خفيفة الانحدار	100.09	26.07
الرابع	١٨ - ١٠	اراضي معتدلة الانحدار	113.65	29.59
الخامس	٣٠ - ١٨	اراضي شديدة الانحدار	86.61	22.56
السادس	٤٥ - ٣٠	اراضي شديدة الانحدار جداً	34.30	8.93
السابع	٤٥ فأكثر	اراضي جرفية	3.63	0.95
المجموع			٣٨٣.٩٨	١٠٠.٠٠

المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على :-

١- تغلب جرجيس داود ، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي (الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة افرج البصرة ، ٢٠٠٢ ، ص ١٢٣-١٢٤ .

٢- خريطة (٥) .

رابعاً: المناخ :

يرتبط مقدار نشوء الجريان السطحي في منطقة ما بنوع المناخ السائد وكمية الامطار الساقطة، ويلعب المناخ المحلي الدور الكبير في الكشف عن الحالة المناخية ذات التأثير المباشر في حدوث الجريان السطحي وما قد ينجم عنه من مخاطر سيولية . و قد تم دراسة عنصر الامطار فقط من بين عناصر المناخ الأخرى ، وذلك لأهميتها الكبيرة في حدوث الجريان السطحي ، فمع زيادة الامطار الساقطة يزداد من حجم الجريان السطحي ، ويحدث العكس مع انخفاض كمية الامطار ، اذ ينخفض مقدار الجريان

السطحي ، ولعدم توفر محطة مناخية في منطقة الدراسة فقد تم الاعتماد على البيانات المناخية التي يقدمها الموقع (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>) ، وذلك لغرض الحصول على اكبر عاصفة مطرية للمدة (٢٠١٠ - ٢٠٢٢) ، اذ تبين من خلال الجدول (٤) ان اكبر عاصفة مطرية سجلت في حوض وادي سبته للمدة المذكورة آنفاً هي (٥٣.٢٥ ملم/يوم) وذلك في عام ٢٠٢٠ وبالتحديد في شهر آذار .

جدول (٤) اشد العواصف المطرية اليومية للمدة (٢٠١٠ - ٢٠٢٢) ملم

ت	السنة	كمية الامطار (ملم / يوم)
١	٢٠١٠	٢٠.٠٥
٢	٢٠١١	٤٦.٧٩
٣	٢٠١٢	١٧.٠١
٤	٢٠١٣	٢٦.٤٤
٥	٢٠١٤	٢٤.٤٦
٦	٢٠١٥	٢٥.٨٥
٧	٢٠١٦	٢٩.٤٧
٨	٢٠١٧	٢٩.٩٤
٩	٢٠١٨	٢٩.٧٧
١٠	٢٠١٩	٤١.٠٠
١١	٢٠٢٠	٥٣.٢٥
١٢	٢٠٢١	٢١.٨٧
١٣	٢٠٢٢	٢٤.٨٨

المصدر : <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>

خامساً : التربة :

تتأثر عملية الجريان السطحي للمياه بخصائص التربة ، لذا فأن تقدير حجم الجريان السطحي وعمقه يتطلب معرفة صنف التربة ، وقد تم الاعتماد على تصنيف التربة في حوض وادي سبته على مصلحة صيانة التربة الأمريكية (SCS) الذي يتضمن أربعة مجاميع هيدرولوجية وهي (A-B-C-D) جدول (٥) ، وان لكل نوع من التربة صفاته الخاصة اذ ان صنف التربة (A-D) يمثلان حالتين متطرفتين للجريان السطحي ، بينما يمثل صنف التربة (A) جريان سطحي منخفض في حين يمثل الصنف (D) جريان سطحي عالي ، اما الصنفين (B-C) فيمثلان حالتين متوسطتين للجريان السطحي (Al-Jawthari:٢٠١٩:145) .

جدول (٥) المجموعات الهيدرولوجية للتربة حسب تصنيف (SCS-CN)

ت	صنف التربة	عمق الجريان	صفات التربة
١	A	قليل	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين والغرين
٢	B	متوسط	طبقة رملية اقل عمق من الصنف A مع معدل ارتشاح متوسط
٣	C	فوق المتوسط	طبقة طينية محدودة العمق مع معدل ارتشاح دون المتوسط أو طبقة صخرية مغطاة بطبقة من التربة.
٤	D	عالي	طبقة طينية سميكة مغطاة بطبقة ضحلة من الغرين الناعم او طبقة صخرية عارية

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

وتم تحديد أصناف الترب الهيدرولوجية في حوض وادي سبته استناداً الى معطيات خريطة الفاو، اذ تبين من خلالها وجود نوعين من التربة ضمن حدود حوض منطقة الدراسة وهي كالاتي خريطة (٦) جدول (٦) .

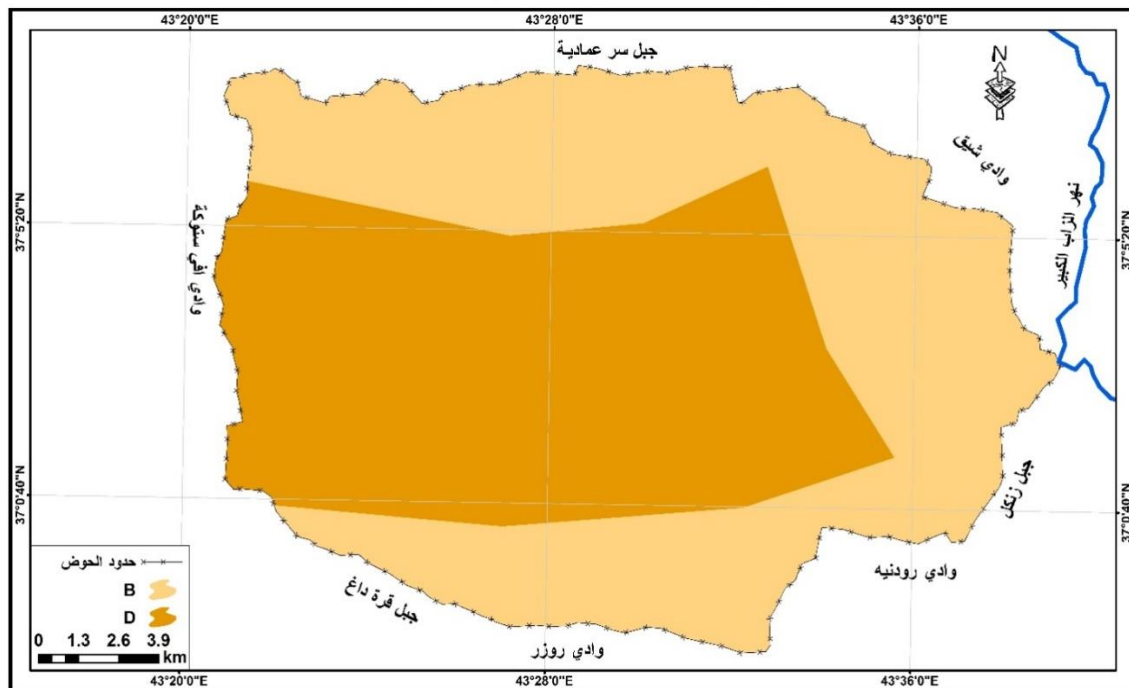
١ - المجموعة الهيدرولوجية B :

تتصف هذه المجموعة بأنها ترب متوسطة العمق ، فضلاً عن ان معدل نفاذيتها يتراوح ما بين الحالة المتوسطة الى الجيدة كما انها تتألف من نسيج خشن الى متوسط الخشونة ، وتتكون من خليط من الحصى والفئات الصخري والجلاميد الصخرية وتترابط فيما بينها من خلال وجود مواد لاحمة ، كما يتراوح معدل ترشيح الماء فيها بين (٣.٨١ - ٧.٦٣) ملم / ساعة (Al-Karkhi & ٢٠١٨:521 Nibras) ، وتبلغ مساحة هذه المجموعة حوالي (١٩٦.٩١ كم^٢) ، وبنسبة (51.28 %) من مجموعة مساحة منطقة الدراسة ، وتصف بأنها ذات نسجة مزيجية وتنتشر في الأجزاء الشمالية والجنوبية والشرقية من منطقة الدراسة .

٣ - المجموعة الهيدرولوجية D :

تتصف هذه المجموعة من الترب بأنها اقل المجموعات الهيدرولوجية قدرة على امتصاص الماء اي انها ذات نفاذية قليلة، كما تمتاز بأن معدل ترشيح الماء فيها لايزيد عن (١) ملم / ساعة ، لذلك تعد هذه التربة من أهم مجموعات الترب الهيدرولوجية لأنها تزيد من قوة وسرعة الجريان السطحي (Al-Naff'i:٢٠١٠:92) داخل حدود حوض منطقة الدراسة ، وتبلغ مساحة هذا الصنف حوالي (١٨٧.٠٧ كم^٢) ، وبنسبة (48.72 %) من مجموعة مساحة منطقة الدراسة ، وتصف بأنها ذات نسجة مزيجية طينية وتنتشر في الأجزاء الوسطى والغربية من منطقة الدراسة .

خريطة (٦) المجموعات الهيدرولوجية للتربة في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة الفاو للتربة بمقياس 1:٥٠٠٠٠٠٠.

جدول (٦) صنف ومساحة الترب الهيدرولوجية في حوض وادي سبته ونسبها المئوية

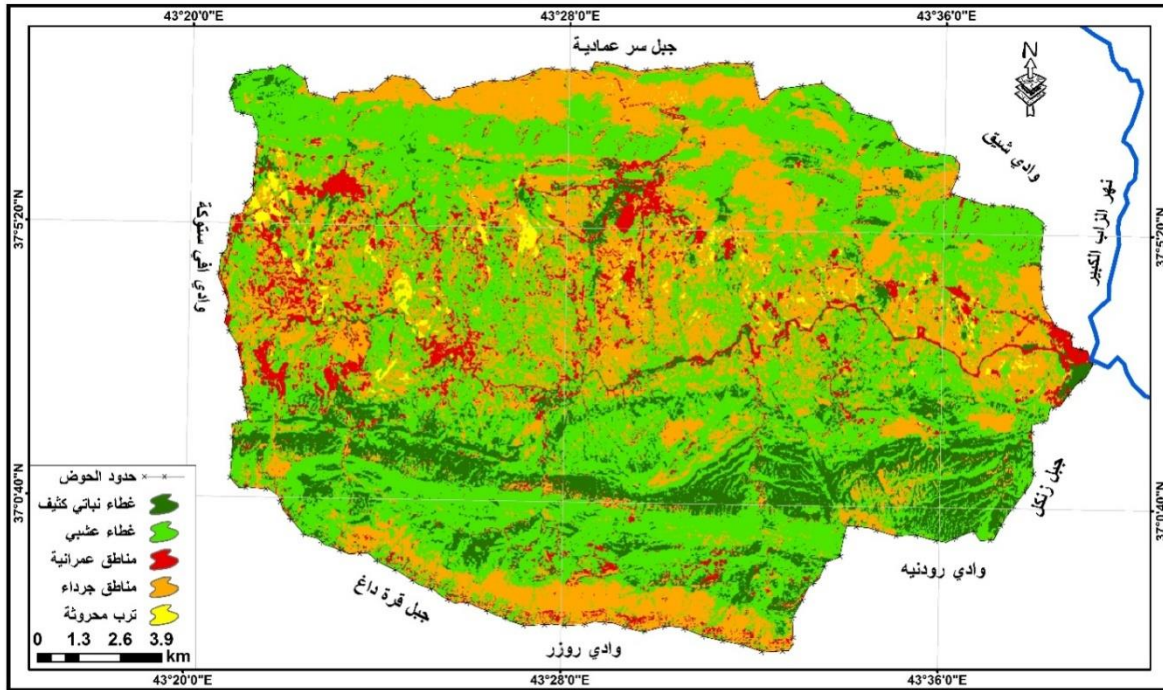
الفئة	صنف التربة	المساحة (كم ^٢)	النسبة المئوية (%)
١	B	١٩٦.٩١	٥١.٢٨
٢	D	١٨٧.٠٧	٤٨.٧٢
٣	المجموع	٣٨٣.٩٨	١٠٠.٠٠

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٦)

سادساً : أغطية واستعمالات الأرض :

يطلق مفهوم أغطية الارض على كل ما هو طبيعي مثل الصخور والرواسب والنباتات وغيرها ذات الصفة الطبيعية، بينما تشير استعمالات الارض الى كل ما هو بشري كالمباني والشوارع والمواقف وغيرها . وقد اعتمدت الدراسة الحالية على استعمال التصنيف الموجه (Supervised-Classification) ، وهو احد طرائق التصنيف الرقمي للمرتبات الفضائية ، والذي يقوم على اختيار نماذج تدعى بنماذج التدريب (Training Area) من قبل المصنف بعدها يقوم البرنامج المستعمل في عملية التصنيف بتصنيف المرئية الفضائية اعتماداً على هذه النماذج المختارة ، واستعملت المرئية الفضائية العائدة للقمر الصناعي (Landsat-8) ذات النطاقات المتعددة الأطياف وذات المتحسس (OLI) والملتقطه بتاريخ (٢٠٢٣/٩/٦) ، وبدقة تمييزية (٣٠م) لغرض الحصول على أغطية واستعمالات الارض في حوض وادي سبته وصنفت بما يتلائم مع نظام التصنيف (SCS) ، وأظهرت نتائج التصنيف ان منطقة الدراسة تحتوي على خمسة أصناف هي (غطاء نباتي كثيف وغطاء عشبي ومناطق عمرانية ومناطق جرداء وترب محروثة) (محرثة) خريطة (٧) جدول (٧).

خريطة (٧) اغطية واستعمالات الارض في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Landsat8) الملتقطه بتاريخ (٢٠٢٣ / ٩ / ٦) ، ويستخدم برنامجي (Erdas Imagine) و (Arc Map 10.4.1) .

جدول (٧) اغطية واستعمالات الارض ومساحتها ونسبها المئوية في حوض وادي سبته

ت	نوع أغطية واستعمالات الارض	المساحة (كم ^٢)	النسبة المئوية (%)
١	غطاء نباتي كثيف	29.88	7.78
٢	غطاء عشبي	190.64	49.65
٣	مناطق عمرانية	113.97	29.68
٤	مناطق جرداء	5.50	1.43
٥	ترب محروثة	43.99	11.46
	المجموع	٣٨٣.٩٨	١٠٠.٠٠

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٧) .

المبحث الثالث (النمذجة الخرائطية لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي سبته)

أولاً : تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC) :

تعتبر الحالة المسبقة لرطوبة التربة عن كمية الرطوبة الموجودة في قطاع التربة ، إذ تؤثر رطوبة التربة المسبقة على حجم الجريان السطحي ، وان هناك ثلاث حالات لرطوبة التربة والتي يتم استعمالها في مدخلات المنحنى الرقمي (CN) جدول (٨) ، إذ تشير الحالة الأولى (AMC-I) الى الترب الجافة الذي تمثل ادنى احتمالية للجريان السطحي ، بينما تشير الحالة الثانية (AMC-II) الى الترب الاعتيادية التي تكون رطوبتها معتدلة ، في حين تشير الحالة الثالثة (AMC-III) الى الترب الرطبة التي تمثل اعلى احتمالية للجريان السطحي ، ولكل حالة من الحالات الثلاثة أعلاه لها قيم (CN) خاصة بها ، ويتم تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة على أساس مجموع هطول الامطار ولمدة خمسة أيام متتالية قبل حساب الجريان السطحي (Bo,X.I.A.O.,et ٢٠١١738-749) . وبعد ملاحظة البيانات اليومية للأمطار المدروسة تبين بأنها تتوافق مع الحالة الثانية اي الحالة الاعتيادية (AMC-II) .

جدول (٨) الحالات المسبقة لرطوبة التربة بحسب تصنيف (SCS)

الحالة	AMC (mm)	فئات CAMS
الجافة	< 35	AMC-I
المعتدلة	35-52.5	AMC-II
غزيرة الامطار	>52.5	AMC-III

Taylor & Francis, The antecedent soil moisture condition of the curve number procedure, Hydrological Sciences Journal, 1982 ,p5.

ثانياً : نمذجة القيم المنحنية (CN) وتوزيعها :

تعد قيم الأرقام المنحنية مؤشراً يوضح مدى الاستجابة للجريان فالقيم المرتفعة تدل على الأسطح شديدة الصماتة اي غير منفذة للمياه اي تكون أكثر قدرة على توليد الجريان ، بينما تدل القيم المنخفضة على الأسطح غير المصمتة المنفذة للمياه إذ تتخفف مقدرتها على توليد الجريان السطحي ، ومن بين واقع قياسات مصلحة صيانة التربة الأمريكية فيما يتعلق بالحالة المعتدلة (AMC-II) وجد ان قيم الأرقام المنحنية (CN) تتراوح بين (الصفير) للسطوح غير المصمتة القادرة على تسريب كل ماتستقبله من إمتار الى القيمة (١٠٠) للأسطح التي تجري فيها مياه الامطار بصورة مباشرة ، وقد تقع بين القيمتين القيمة الوسطى (٥٠) حيث تعبر هذه القيمة عن الأسطح متوسطة الصماتة التي تتساوى فيها معدلات تسرب مياه الامطار في التربة مع كمية الجريان السطحي . وبعد تحديد أغطية واستعمالات الارض والترب الهيدرولوجية في حوض وادي سبته ودمجها من خلال الأداة (Combine) في برنامج (ARC GIS 10.4.1) على اعتبار ان الحالة المسبقة للرطوبة هي الحالة الاعتيادية تم الحصول على الأرقام المنحنية (CN) وذلك من خلال جداول خاصة بمصلحة صيانة التربة الأمريكية جدول (٩) .

جدول (٩) قيم الارقام المنحنية (CN) بعد مطابقة اغطية واستعمالات الارض مع المجموعات الهيدرولوجية للتربة في حوض وادي سبته

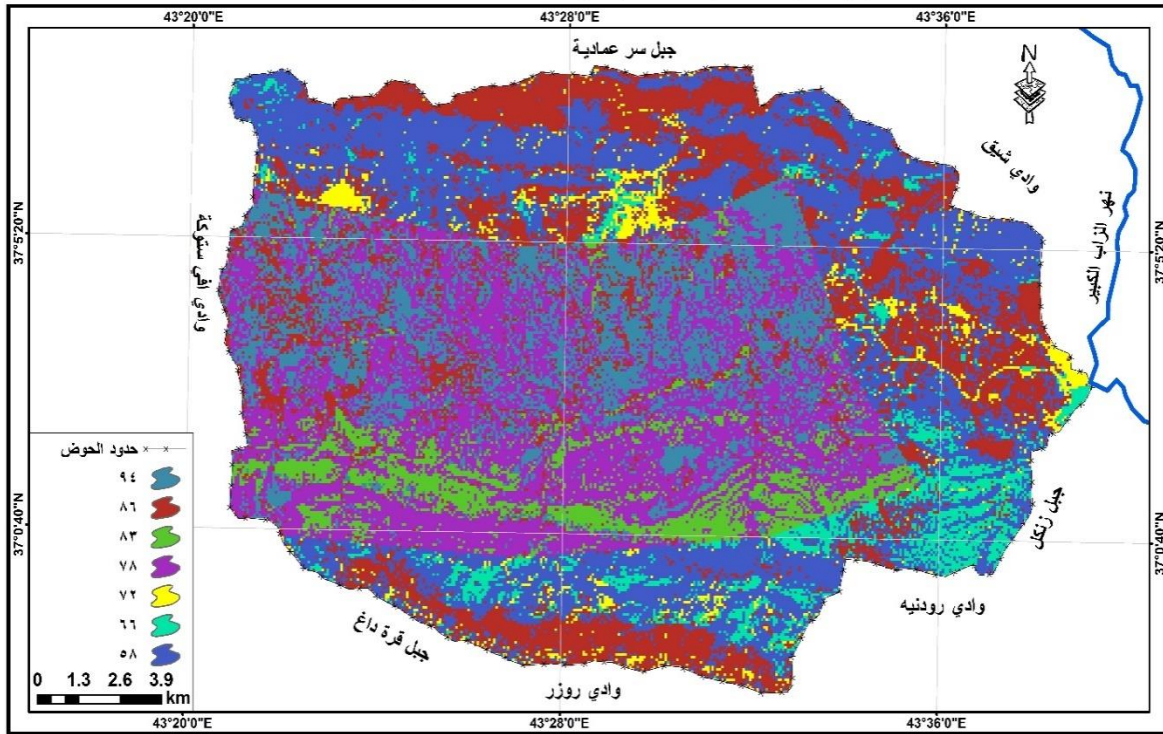
ت	نوع أغطية واستعمالات الارض	المجموعة الهيدرولوجية للتربة	
		D	B
١	غطاء نباتي كثيف	٨٣	٦٦
٢	غطاء عشبي	٧٨	٥٨
٣	مناطق عمرانية	٨٦	٧٢
٤	مناطق جرداء	٩٤	٨٦
٥	ترب محروثة	٩٤	٨٦

Vijay P. Singh , Donald K. Frevert , Watershed Models , CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, 2006 , P 364 .

ومن خلال ملاحظة خريطة (٨) وجدول (١٠) ، اتضح بأن عدد قيم الأرقام المنحنية (CN) في حوض الدراسة بلغت (٧) قيم ، وتختلف القيم باختلاف درجة الصماتة نتيجة لاختلاف أغطية واستعمالات الارض والترب الهيدرولوجية ، وتراوحت القيم بين (٥٨) للمناطق الأدنى صماتة وبين (٩٤) للمناطق الأشد صماتة ، وبذلك نلاحظ ان جميع قيم الأرقام المنحنية (CN) في حوض وادي سبته تكون اعلى من قيمة الوسيط (٥٠) وبلغ المعدل الإجمالي لجميع القيم (٧٦.٧١) اذ يشير معدل الاصمات في الحوض بأنها مرتفعة عموماً. كما تشير الخريطة والجدول أعلاه ان أكثر القيم تمثيلاً لسطح الحوض هي القيمة (٥٨) ، اذ بلغت مساحتها (١٠٢.٥٦ كم^٢) وبنسبة (٢٦.٧١) من جملة مساحة الحوض الكلية ، وتأتي القيمة (٧٨) في المرتبة الثانية بمساحة (٨٩.٢٨ كم^٢) وبنسبة (٢٣.٢٥) ، كما سجلت القيمة (٨٦) المرتبة الثالثة بمساحة بلغت (٨١.٣٨ كم^٢) وبنسبة (٢١.١٩) ، في حين سجلت قيمة (٩٤) المرتبة الرابعة بمساحة بلغت (٥٥.٧٢ كم^٢) وبنسبة (١٤.٥١) ، كما تتراوح نسب قيم (٦٦ ، ٧٢ ، ٨٣) بين (٣.٠١ - ٦.١٣ %) ، اي ان مجموع ما تمثله نسبة مساحة هذه القيم هي (١٤.٣٤ %) من مجموع مساحة حوض وادي سبته .

وبعد ملاحظة توزيع القيم المنحنية (CN) على أسطح الحوض نستدل ان القيم المتحققة هي قيم مرتفعة وقادرة على إنتاج الجريانات السطحية ، ومن ثم مع ارتفاع القيم ترتفع احتمالية الحصول على الجريان السطحي ، وتشتد الحالة أكثر إذا كانت التربة رطبة والعاصفة المطرية شديدة وفجائية ، وبذلك فان الاستجابة الهيدرولوجية لمكونات الحوض موجبة نحو توليد الجريانات المائية في الظروف الهيدرولوجية يمكن الاستفادة منها في تنمية الحوض من خلال استثمار مياهه الجارية عقب التساقطات المطرية ضمن مشاريع حصاد المياه وردء خطورتها في الحالات السلبية .

خريطة (٨) توزيع قيم الأرقام المنحنية (CN) على مستوى الخلية في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطتي (٧،٦) وجدول (٩) باستعمال برنامج (ARC GIS 10.4.1) .

جدول (١٠) قيم (CN) وتكرارها ومساحاتها ونسبها المئوية في حوض وادي سبته

ت	قيم CN	التكرار	المساحة (كم ^٢)	النسبة المئوية (%)
١	94	٢	55.72	14.51
٢	86	٣	81.38	21.19
٣	83	١	23.53	6.13
٤	78	١	89.28	23.25
٥	72	١	11.56	3.01
٦	66	١	19.95	5.20
٧	58	١	102.56	26.71
المجموع			٣٨٣.٩٨	١٠٠.٠٠

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (8) وجدول (9) .

ثالثاً : نمذجة معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي (S) :

يعبر المعامل (S) Potential Maximum Retention After Runoff عن الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة او حبس الماء بالتربة بعد بدء الجريان السطحي ويصف هذا المعامل حالة التربة المشبعة تماماً بالماء بعد بدء الجريان السطحي اي بعد توقف عملية التسريب ، وقد يختلف سمك طبقة التربة المشبعة بالماء تبعاً لنوعية التربة ومدى قدرتها على امتصاص كميات اكبر من الماء أثناء موجة المطر ومن ثم فان هذا المعامل له علاقة بنوع التربة وأغطية واستعمالات الارض وهو ما ينعكس من خلال قيم الأرقام المنحنية (CN) (USDA:1986:1-2) . وتدل قيم معامل الإمكانية القصوى القريبة من الصفر على تدني إمكانية التربة الاحتفاظ بالماء على السطح بعد بدء الجريان مما يؤدي الى ارتفاع كمية المياه الجارية ، وعندما يتماثل معدل احتفاظ التربة بالماء مع معدل المياه الجارية على السطح عندما تكون قيمة المعامل قريبة من (٢٥٤ ملم) وهي قيمة الوسيط للمعامل بينما ترتفع إمكانية التربة في حفظ الماء على السطح كلما زادت قيم الإمكانية القصوى عن الوسيط مما يؤدي الى انخفاض كمية الجريان السطحي (Al-Nafi'i:٢٠١٠:103) ، ويحسب هذا المعامل على وفق المعادلة الآتية (Shadeed & Almasri:2010:7) .

اذ أن :-

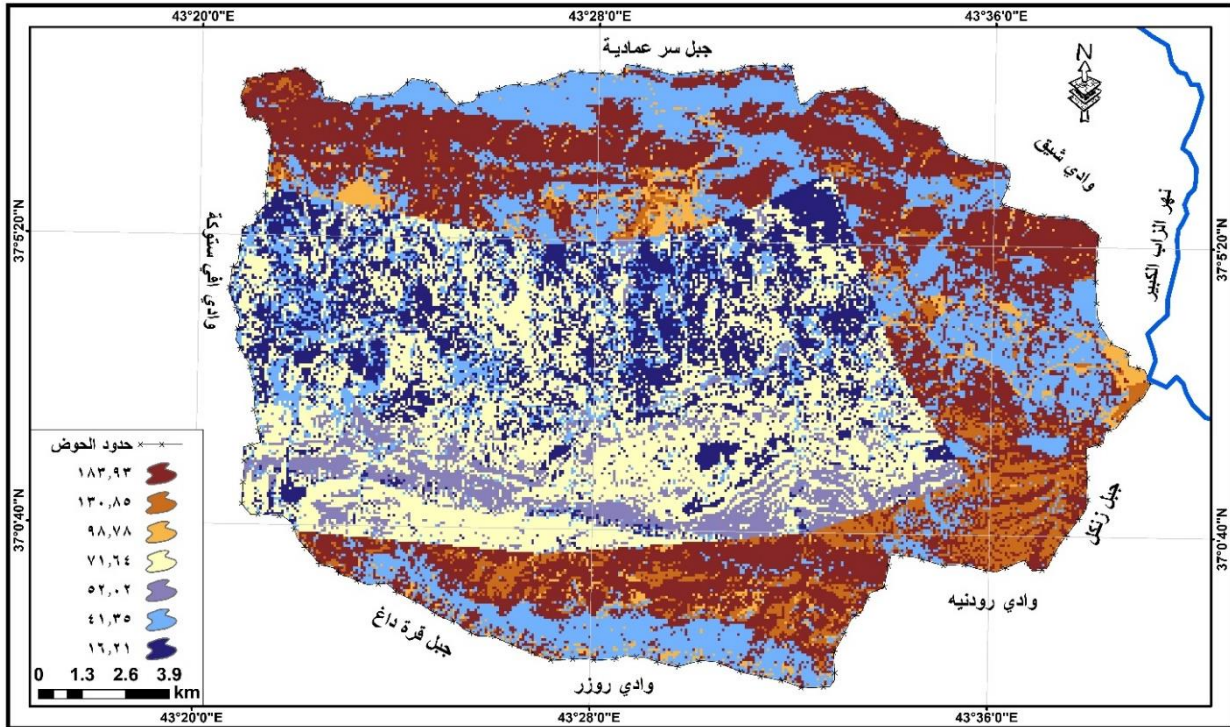
$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

S = معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي .
CN = قيم الأرقام المنحنية .

يتبين من خريطة (9) وجدول (11) ان معاملات احتفاظ التربة بالماء في حوض وادي سبته تراوحت بين (١٨٣.٩٣ ملم) للمناطق الأكثر قدرة على حفظ المياه على السطح الى (١٦.٢١ ملم) في المناطق الأقل قدرة على حفظ الماء بالسطح، اذ تعكس القيمة الأولى مدى قدرة التربة على تسريب المياه، بينما تبين القيمة الثانية مدى قدرة التربة على توليد الجريان السطحي . وبلغ متوسط قيمة هذا المعامل وعلى مستوى الخلايا في الحوض (٨٤.٩٧ ملم) اذ تدل على ابتعاد هذه القيمة عن قيمة وسيط معامل الإمكانية القصوى للتربة على الاحتفاظ بالماء بحسب مصلحة صيانة التربة والبالغة (٢٥٤ ملم) ، مما يعني ذلك ضعف الإمكانية القصوى للتربة على الاحتفاظ بالمياه في السطح بعد بدء الجريان في الحوض ، كما ان جميع القيم المحسوبة لجميع الخلايا في الحوض هي اقل من قيمة الوسيط لمعامل الإمكانية القصوى ويمكن اعتبار ذلك مؤشر على سرعة استجابة الحوض للجريان السطحي مهما كانت كمية الامطار الناتجة عن اي عاصفة مطرية تحدث .

كما تشير الخريطة والجدول أعلاه أيضاً ان أكثر القيم لمعامل (S) انتشاراً في الحوض هي قيمة (183.93 ملم) اذ تشكل هذه القيمة نسبة (26.71) من مجموع المساحة الكلية في الحوض، بينما بلغت قيمة (98.78 ملم) اقلها نسبة في الحوض اذ بلغت (3.01) ، بينما بلغت نسب القيم (130.85 ، 16.21 ، 41.35 ، 52.02 ، 71.64 ، 81.38) بنسب (0.20 ، 0.13 ، 0.51 ، 1.19 ، 2.25 ، 6.13) على التوالي .

خريطة (9) توزيع قيم إمكانية احتفاظ التربة بالماء بعد بدء الجريان على مستوى الخلية في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (8) ومعادلة (S) .

جدول (11) قيم (S) ومساحاتها ونسبها المئوية في حوض وادي سبته

ت	قيم S	المساحة (كم ²)	النسبة المئوية (%)
١	183.93	102.56	26.71
٢	130.85	19.95	5.20
٣	98.78	11.56	3.01
٤	71.64	89.28	23.25
٥	52.02	23.53	6.13
٦	41.35	81.38	21.19
٧	16.21	55.72	14.51
	المجموع	383.98	100.00

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (9) .

رابعاً : نمذجة معامل الاستخلاص الأولي (Ia) :

يعبر معامل الاستخلاص الأولي (Ia) Initial abstraction عن معدلات الفاقد من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي عن طريق التبخر او عن طريق ماتعترضه النباتات من مياه الامطار او المياه المستجمعة في المنخفضات السطحية او عن طريق التسرب (USDA:1986:1-2) . ويعد هذا المعامل من المعاملات المهمة في تقدير كمية الجريان السطحي وذلك لما له من علاقة

وثيقة بالتربة وبأغطية واستعمالات الارض ، كما انه يمثل حوالي خمس قيمة الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء في التربة (AI-Jawthari:2019:157)، وقد تبين القيم المنخفضة لهذا المعامل والتي تقترب من الصفر على قلة الفاقد من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي مما ينعكس ذلك على سرعة توليد الجريان السطحي ، في حين يصبح معدل الاستخلاص مساوياً لمعدل المياه الجارية على السطح اذ بلغت قيمة الوسيط له (0.8 ملم) ، بينما اذا ارتفعت قيمة الاستخلاص عن قيمة الوسيط اعلاه دل ذلك على فقدان كميات اعلى من الامطار ومن ثم تتخض كمية المياه الجارية على السطح (AI-Ramadhani:2023:321) وبحسب هذا المعامل على وفق المعادلة الآتية (Kareem:2015:239) .

اذ أن :-

$$La = 0.2S$$

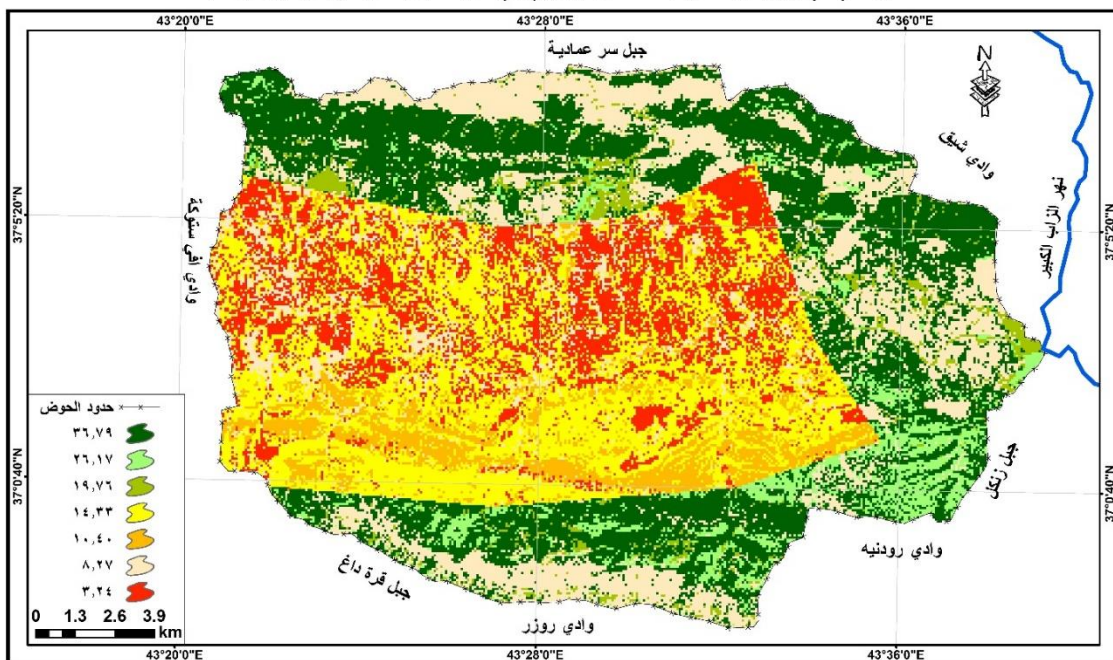
La = معامل الاستخلاص الأولي .

S = معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي .

يتبين من خريطة (10) وجدول (12) ان قيم معامل الاستخلاص الأولي (Ia) في حوض وادي سبته وعلى مستوى الخلية تراوحت بين (3.24 ملم) للاسطح الاقل فقداناً للمياه قبل بدء الجريان السطحي وبين (36.79 ملم) للاسطح الاكثر فقداناً للمياه قبل بدء الجريان السطحي ، كما نلاحظ ان جميع القيم المحسوبة اقل من قيمة وسيط معامل الاستخلاص الاولي (Ia) البالغة (0.8 ملم) ، اذ بلغ معدل قيمة الوسيط في حوض وادي سبته (16.99 ملم) وهذا يعني ان سطح الحوض المدروس قليل الفقد للمياه قبل بدء عملية الجريان السطحي مما يزيد من كمية المياه الجارية ، كما يلاحظ ايضاً ان الخلايا التي ترتفع فيها قيم هذا المعامل تكون منتشرة مع اغطية النبات بينما تنخفض القيم في المناطق العمرانية .

كما تشير الخريطة والجدول اعلاه ايضاً ان أكثر القيم لمعامل (La) انتشاراً في الحوض هي قيمة (36.79 ملم) اذ تشكل هذه القيمة نسبة (26.71) من مجموع المساحة الكلية في الحوض، بينما بلغت قيمة (19.76 ملم) اقلها نسبة في الحوض اذ بلغت (3.01) ، بينما بلغت نسب القيم (26.17 ، 10.40 ، 3.24 ، 8.27 ، 14.33) بنسب (0.20 ، 6.13 ، 14.01 ، 21.19 ، 23.25%) على التوالي .

خريطة (10) توزيع قيم معامل الاستخلاص الاولي (La) على مستوى الخلية في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (9) ومعادلة (La) .

جدول (١٢) قيم (Ia) ومساحاتها ونسبها المئوية في حوض وادي سبته

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ^٢)	قيم Ia	ت
26.71	102.56	36.79	١
5.20	19.95	26.17	٢
3.01	11.56	19.76	٣
23.25	89.28	14.33	٤
6.13	23.53	10.40	٥
21.19	81.38	8.27	٦
14.51	55.72	3.24	٧
١٠٠.٠٠	٣٨٣.٩٨	المجموع	

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (١٠) .

خامساً : نمذجة تقدير عمق الجريان السطحي (Q) :

يعبر عمق الجريان السطحي Runoff Depth عن خلاصة تفاعل عاصفة مطرية معينة مع مكونات وخصائص حوض التصريف، ولذلك كلما اختلفت أغطية واستعمالات الارض ومقدار صماتته يختلف عمق الجريان السطحي المتشكل على سطحه، وفي هذه الحالة ان الارقام المنحنية هي العنصر المتغير والمتحكم في تباين عمق الجريان السطحي بين أجزاء الحوض (Al-Ghobar:2020:8) وقد تم تقدير حجم الجريان السطحي لأعلى عاصفة مطرية سجلت في حوض وادي سبته وذلك لغرض الوقوف على اعلى عمق وصل اليه الجريان السطحي في حوض وادي سبته ولمدة ثلاثة عشر سنة اذ كانت اعلى عاصفة مطرية سجلت (٥٣.٢٥ ملم) وذلك في ٢٠٢٠/٣/١٨ ويحسب تقدير عمق الجريان السطحي على وفق المعادلة الآتية (Kowalik and Walega:2015:944) . اذ أن :-

$Q = \text{عمق الجريان السطحي (ملم)}$.

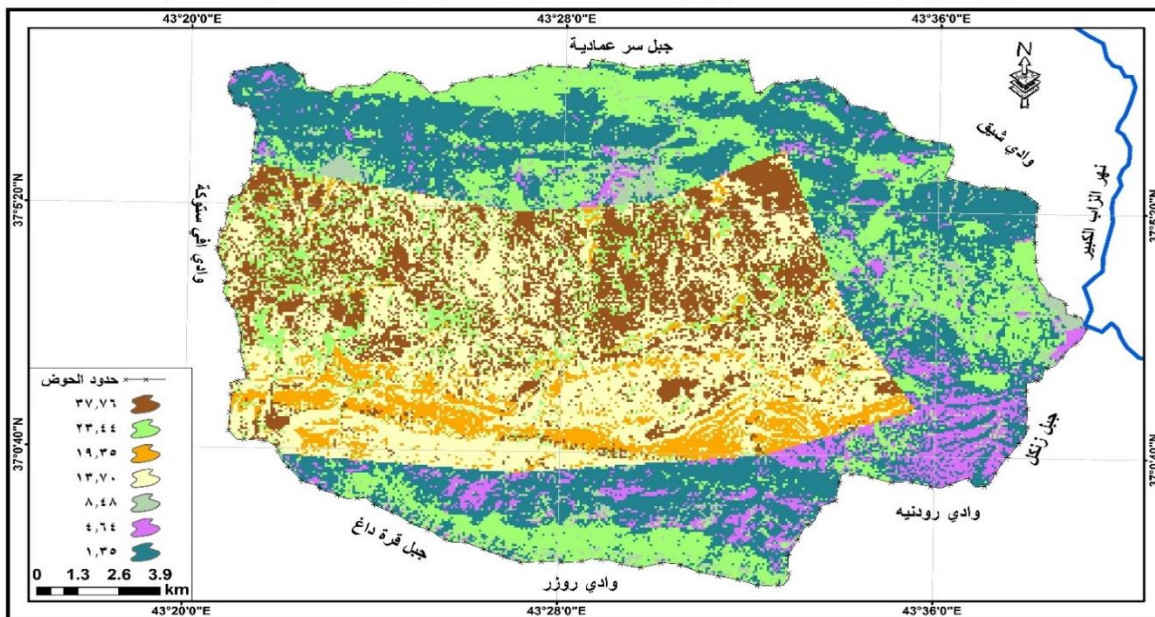
$P = \text{كمية الامطار الساقطة (ملم)}$.

$L_a = \text{معامل الاستخلاص الأولي قبل بدء الجريان السطحي (ملم)}$.

$S = \text{معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي (ملم)}$.

يتبين من خريطة (١١) وجدول (١٣) ان قيم اعماق الجريان السطحي تراوحت (٣٧.٦٧ - ١.٣٥ ملم) ، وبلغ معدل عمق الجريان السطحي في الحوض (١٥.٥٣ ملم) وهي متفاوتة بين اجزاء الحوض ونلاحظ ان قيمة (١.٣٥ ملم) تعد اكثر قيمة انتشاراً في حوض وادي سبته بنسبة (26.71%) ، بينما قيمة (٨.٤٨ ملم) اقلها نسبة في الحوض بواقع (٣.٠١%) ، بينما بلغت نسب باقي القيم (٤.٦٤ ، ١٩.٣٥ ، ٣٧.٧٦ ، ٢٣.٤٤ ، ١٣.٧) بنسب (٥.٢٠ ، ٦.١٣ ، ١٤.٥١ ، ٢١.١٩ ، ٢٣.٢٥%) على التوالي .

خريطة (١١) توزيع قيم عمق الجريان السطحي (Q) من عاصفة أمطار (53.25 ملم) على مستوى الخلية في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطتي (٩ ، ١٠) ومعادلة (Q) .

جدول (١٣) قيم (Q) ومساحاتها ونسبها المئوية في حوض وادي سبته

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ^٢)	قيم Q	ت
14.51	55.72	37.76	١
21.19	81.38	23.44	٢
6.13	23.53	19.35	٣
23.25	89.28	13.7	٤
3.01	11.56	8.48	٥
5.20	19.95	4.64	٦
26.71	102.56	1.35	٧
١٠٠.٠٠	٣٨٣.٩٨	المجموع	

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (١١) .

سادساً : نمذجة حجم الجريان السطحي السنوي (QV) :

يراد بحجم الجريان السطحي (QV) Runoff Volume بانه مجموعة الجريان السطحي للمياه الى مساحة الحوض ، ويعد من الحسابات الهيدرولوجية المهمة للعديد من الدراسات الهيدرولوجية ، اذ من خلاله يمكن معرفة وتحديد المناطق المناسبة لعمليات تخزين المياه وتجميعها وكذلك تحديد مواقع السدود (Elias & Suhaib:2022:890) ، وقد تم تقدير حجم الجريان السطحي في الدراسة الحالية بالاعتماد على عمق الجريان السطحي وبعد ذلك تم احتساب حجم الجريان السنوي على وفق المعادلة الاتية (AI- Jubouri& AI- D:2020:323).

اذ أن :-

$$QV = \frac{(Q * A)}{(1000)}$$

QV = حجم الجريان السطحي .

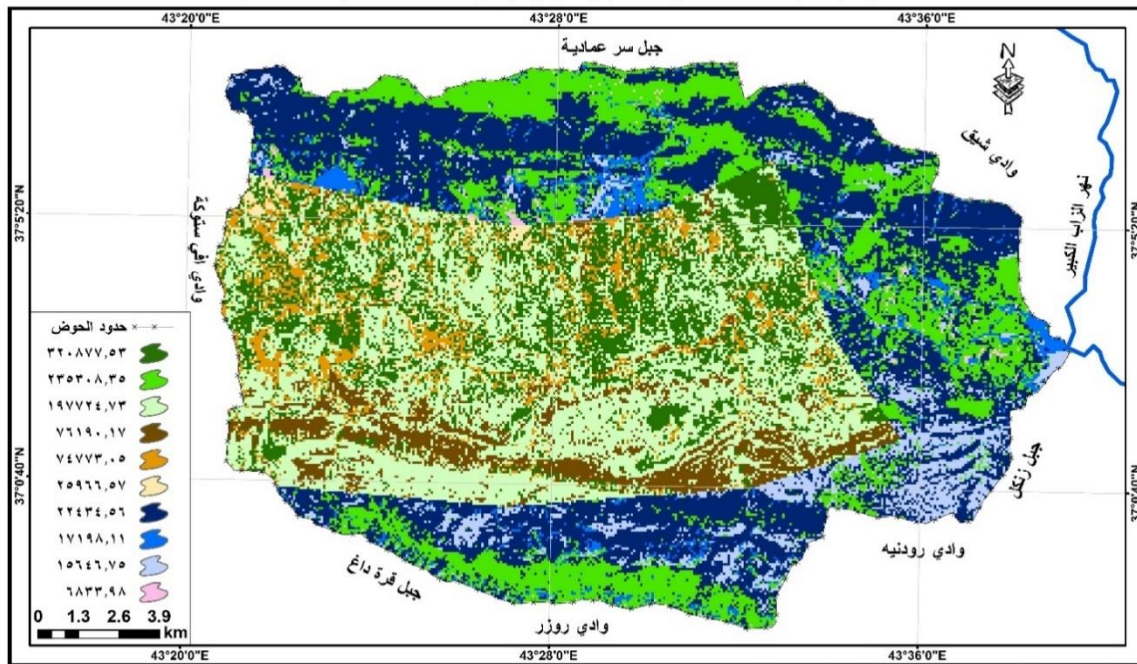
Q = عمق الجريان السطحي (ملم) .

A = مساحة حوض التصريف .

١٠٠٠ = معامل التحويل .

وبعد استخراج قيمة (Q) لكل بكسل ، وايجاد مساحة كل بكسل في الحوض والتي قدرها (٣٠×٣٠) مما اعطى مساحة ثابتة لجميع البكسلات وهي (٩٠٠م^٢) ، وعند تطبيق معادلة حجم الجريان السنوي (QV) اظهرت النتائج كما هي موضحة في خريطة (١٢) وجدول (١٤) ، اذ بلغ حجم الجريان السنوي الكلي للحوض (992953.80م^٣) ، كما اظهر الحوض ان هنالك تفاوتاً في قيم حجم الجريان ، اذ بلغ اعلى حجم جريان سنوي (22434.56م^٣) وبنسبة (26.64%) من مجموع مساحة الحوض الكلية ، بينما سجل اقل حجم جريان سنوي (6833.98م^٣) وبنسبة (0.43%) من مساحة الحوض ، وبذلك نستنتج بان الحوض يولد جريان سطحي يمكن الاستفادة منها في جوانب تطبيقية وتنموية تنهض بالواقع المائي في ظل الازمة المائية بالعراق .

خريطة (١٢) حجم الجريان السطحي السنوي (QV) (م^٣) على مستوى الخلية في حوض وادي سبته



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (١١) ومعادلة (QV) .

جدول (١٤) حجم الجريان السطحي (QV) (م^٣) ومساحته ونسبه المئوية في حوض وادي سبته

ت	حجم الجريان (م ^٣)	المساحة (كم ^٢)	النسبة المئوية (%)
١	320877.53	51.23	13.34
٢	235308.35	61.36	15.98
٣	197724.73	89.56	23.32
٤	76190.17	23.53	6.13
٥	74773.05	18.68	4.86
٦	25966.57	4.07	1.06
٧	22434.56	102.31	26.64
٨	17198.11	11.63	3.03
٩	15646.75	19.95	5.20
١٠	6833.98	1.66	0.43
المجموع	992953.80	٣٨٣.٩٨	١٠٠.٠٠

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (12) .

الاستنتاجات:

- 1- بينت الدراسة قدرة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) على نمذجة خرائط الجريان السطحي وفق نموذج (SCS-CN) بالاعتماد على مجموعة من المعادلات الرياضية متفق عليها عالمياً مع البيانات التي يوفرها الاستشعار عن بعد (RS) .
- 2- تبين من خلال تصنيف المرئية الفضائية العائدة للقمر الصناعي (landast-8) ان منطقة الدراسة تحتوي على خمسة أصناف وان الصنف الأكثر انتشاراً في الحوض هو الغطاء العشبي ثم المناطق العمرانية ثم الترب المحروثة ثم الغطاء النباتي الكثيف واخيراً المناطق الجرداء .
- 3- تبين من خلال خريطة الترب الهيدرولوجية ان الترب السائدة في منطقة الحوض هي ترب المجموعة الهيدرولوجية (B) التي تتصف بطبقة رملية اقل عمق من الصنف A مع معدل ارتشاح متوسط وهي ذات نسجة مزيجية، وكذلك ترب المجموعة الهيدرولوجية (D) التي تتصف بطبقة طينية سميكة مغطاة بطبقة ضحلة من الغرين الناعم او طبقة صخرية عارية وهي ذات نسجة مزيجية طينية .
- 4- أظهرت خريطة توزيع الارقام المنحنية (CN) ان حوض الدراسة تراوحت به قيم (CN) بين (٩٤) للمناطق الأقل نفاذية وذات قدرة كبيرة على توليد الجريان المائي السطحي وبين (٥٨) للمناطق الأكثر نفاذية للمياه واقل قدرة على توليد الجريان السطحي، وان جميع قيم (CN) في الحوض هي اعلى من قيمة الوسيط .
- 5- أظهرت نتائج خريطة حساب معامل الإمكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي (S) ان عدد قيمها بلغ (٧) قيمة تراوحت ما بين (١٨٣.٩٣ ملم) للمناطق الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء وبين (١٦.٢١ ملم) للمناطق الأقل قدرة على الاحتفاظ بالماء ، كما تبين بان متوسط قيمة (S) في الحوض تبلغ (٨٤.٩٧ ملم) مما يعني ذلك ابتعاد عن قيمة وسيط معامل الإمكانية القصوى للتربة على الاحتفاظ بالماء بحسب مصلحة صيانة التربة وبالبالغة (٢٥٤ ملم) ، وبالتالي ضعف الإمكانية القصوى للتربة على الاحتفاظ بالمياه في السطح بعد بدء الجريان في الحوض .
- 6- تبين من خريطة قيم معامل الاستخلاص الأولي (Ia) ان قيمه تتراوح بين (36.79 ملم) للاسطح الاكثر فقداناً للمياه قبل بدء الجريان السطحي وبين (3.24 ملم) للاسطح الاقل فقداناً للمياه قبل بدء الجريان السطحي كما ان جميع القيم للمعامل كانت دون قيمة وسيط المعامل وهذا يعني ان سطح الحوض المدروس قليل الفقد للمياه قبل بدء عملية الجريان السطحي مما يزيد من كمية المياه الجارية فيه .
- 7- كشفت خريطة تقدير عمق الجريان السطحي (Q) لحوض وادي سبته ان اعلى قيمة لعمق الجريان كانت (٣٧.٧٦ ملم) ، بينما كانت ادنى قيمة (١.٣٥ ملم) .
- 8- اتضح من خريطة حجم الجريان السطحي السنوي (QV) ان كمية الجريان السنوي بلغت في الحوض (992953.80 م^٣) وبذلك نستنتج بان الحوض يولد جريان سطحي يمكن الاستفادة منها في جوانب تطبيقية وتنموية تهض بالواقع المائي في ظل الازمة المائية بالعراق .

Reference:

- 1- Al-Jubouri, D. Kh. H.Raghad, S. H. Al-D. (2020). "Hydrological Analysis of the Application of Water harvesting Technology to the Wadi Al-Luqluq Basin by the (CN-SCS) Method," Tikrit University Journal for the Human Sciences, Volume Twenty-Seven, Issue Seven.
- 2- Al-Janabi, B. Ali. A. (2016). **Geomorphological Evaluation of the Slopes of the Karah Range**, PhD thesis, unpublished, College of Education - Ibn Al-Rushd for Human Sciences, University of Baghdad.
- 3- Al-Jawthari, A. H. A.(2019). **Hydrogeomorphology of the Wadi Nashrian Basin, Northeast of Misan Governorate**, doctoral thesis, unpublished, College of Education for the Humanities, University of Wasit.

- 4- Al-Ramadhani, L. F. (2023). **Estimating the Volume of Erosion and Surface Runoff of the Basins of the Valleys of the Al-Jana Region, Northeast of Misan Governorate**, doctoral thesis, unpublished, College of Education for the Humanities, University of Basra.
- 5- Al-Surdashi, A. M. (1988). **A lithological, Facies and Environmental Study of the Sinjar Formation in Selected Sections of the Sulaymaniyah Region in Northeastern Iraq**, Master's thesis, unpublished, Saladin University - Erbil, College of Science.
- 6- Al-Sayyab, A. & others(1982).**Geology of Iraq**, Ministry of Higher Education and Scientific Research, University of Mosul, Directorate of Dar Al-Kutub for Printing and Publishing.
- 7- Al-Talabani, N. J. (1968). **Around water in the Area Between Zabin and its Exploitation**, master's thesis, unpublished, College of Arts, University of Baghdad.
- 8- Ashour, A. A. R. (2022). **"Estimating the Depth of Surface Runoff of the Wadi Derna Basin by Integrating GIS Techniques and the SCS-CN Model,"** Sebha University Journal of Research and Applied Sciences, Sebha University, Issue Two, Volume 21.
- 9- Al-Obaidi, L. D.Y. (2005). **An Engineering Geological Study of the Stability of the Rock Slopes of the Formations (Shiranish, Koloush, Jarkas, and Belasbi) Surrounding the Shaqlawa region, Northeastern Iraq**, Master's thesis, unpublished, University of Baghdad, College of Science.
- 10- Aziz, T. A. (2007). **Spatial Variation of Spring water in Sulaymaniyah Governorate**, doctoral thesis, unpublished, College of Education, Al-Mustansiriya University.
- 11- Al-Omari, F. S. A. (1977). **Geology of Northern Iraq**, Dar Al-Kutub Printing and Publishing Foundation, Mosul.
- 12- Al-Qassab, O.A. I.(2021). **Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing in Cartographic Modeling of Land Use, Erbil Plain District as a Model**, PhD thesis, unpublished, College of Education for the Humanities, University of Mosul.
- 13- Al-Karkhi, A. H. S. & Nibras A. Y. A. (2018). **"Using Geographic Information Systems and Remote Sensing Technology to Estimate the Volume of Water Runoff in the Basins of the Eastern Part of Diyala Governorate,"** Diyala Journal, University of Diyala, Issue Seventy-Seven.
- 14- Al-Nafi'i, H. M.(2010). **Estimating Surface Runoff and its Downstream Risks in the Upper Basin of Wadi Arnah, East of Mecca, Using Remote Sensing and Geographic Information Systems**, Master's thesis, consultation on the international information network, College of Social Sciences, Umm Al-Qura University.
- 15- Ibtesam, R K. (2015). **"Conjunctive Use Modeling of Surface Water and Croudwater in The Jolak basin, North Iraq"** , University of Technology, Journal of Kerbala University, Vol. 13, No. 1.
- 16- Beg, M. Sh. (2006). **A Study of the Stability of the Rock Slopes of form the Opening and Rescue it Formations surrounding Wadi Mirawah - Shaqlawa District - Erbil Governorate**, Master's thesis, unpublished, University of Baghdad, College of Science.
- 17- Bo, X. I. A. O., et al. (2011). **"Application of the SCS-CN Model to Runoff Estimation in a Small Watershed with High Spatial Heterogeneity"** ,Pedosphere 21.6 .
- 18- Buday , (1980). **The Regional Geology of Iraq Vo (1)** , Strategraphy And Poleo Geagrophy , Baghdad .
- 19- Darwish, I.A. (2017). **Estimating the Volumes and Risks of Floods in the Wadi Al-Maroud Basin (Republic of Yemen) Using Geographic Information Systems and Remote Sensing**, doctoral thesis, published on the International Information Network, College of Social Sciences, Umm Al-Qura University.
- 20- Daoud, T. G.(2002). **Applied Geomorphology (Applied Geomorphology)**, University House for Printing, Publishing and Translation, Basra Branch.

- 21- Elias, S. H. & Suhaib. H. Kh. (2022). **“Extracting the hydrological characteristics of the Qwaisi Basin using the SCS-CN Model,”** a special issue of the Fourth Scientific Conference / Historical and Geographic Studies, which was held at the College of Basic Education, University of Mosul.
- 22- Gharib, A.H. (1983). **Geomorphology of the Mountainous Bayramkron Region in the Republic of Iraq**, Master’s Thesis, unpublished, Faculty of Arts, Alexandria University.
- 23- Hussein, A. et al.(2020) **Estimation of Surface Water Runoff for a Semi-Arid Area Using RS and GIS –Based SCS-CN Method**, King Saud University.
- 24- Hussein, A. et al.(2020) **Estimation of Surface Water Runoff for a Semi-Arid Area Using RS and GIS –Based SCS-CN Method**, King Saud University.
- 25- Khajik, F., translated by Azhar, A. Gh. , Republic of Iraq, Ministry of Industry and Minerals, General Establishment for Geological Survey and Mining(1995).**Geological Report on the Mosul Plate, (NG 38-3), (GMA), Scale 1: 250,000**, Baghdad .
- 26- Muhammad, N. N.(1988). **Study of Linear Structures Using Remote Sensing Data and their Relationship to Seismic Activity in Northeastern Iraq**, Master’s thesis, unpublished, College of Science, University of Baghdad.
- 27- Republic of Iraq, Ministry of Industry and Minerals, General Company for Geological Survey and Mining. (1995). **Geological map of the Al - Mosul plate, on a scale of 1: 250,000, for the year 2007.**
- 28- Republic of Iraq, Ministry of Industry and Minerals, General Company for Geological Survey and Mining. (1997). **Geological map of the Arbeel and Mahabad plate, scale 1: 250,000.**
- 29- Republic of Iraq, Ministry of Industry and Minerals, General Company for Geological Survey and Mining. (2008). **Kany Rash geological map, scale 1: 250,000.**
- 30- Republic of Iraq, Ministry of Industry and Minerals, General Company for Geological Survey and Mining (2008). **Zakho plate geological map, scale 1: 250,000.**
- 31- Saad, Z. J. & Jeremy C. C. (2006). **Geology of Iraq** , printed in the Gzech Republic , first edition
- 32- Sameer, Sh. & Mohammad, A. (2010) ."**Application of GIS-Based SCS-CN Method in West Bank Catchments Palestine**" , Water Science and Engineering, Vol113.
- 33- Shamuel,b.I. (1984) **Report on the Photogeology of Apart of the Folded Zone** , northern Iraq , D.G of geological survey and mineral investigation .
- 34- Taylor & Francis, (1982 .) "The Antecedent Soil Moisture Condition of the Curve Number Procedure, Hydrological" **Sciences Journal.**
- 35- Tomasz. K. & Andrzej, W. (2015) "Estimation of CN Parameter for Small Agricultural Watersheds Using Asymptotic Functions" , **Water Science and Soil**, Volume (7), Issue (2).
- 36- USDA-TR55. (1986). **Urban Hydrology for Small Watersheds**, Department of Agriculture, USA .
- 37- Varoujan K. S. & Faiza, A . I. (2004). **Series of Geological Hazard Maps of Erbil and Mahabad Quadrangle sheet Nj-38-14&Nj38-15** , state company of geological survey and mining (geosurv) Baghdad.
- 38- Vijay P. S. & Donald, K. F. (2006). **Watershed Models** , CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group.