تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي ابو غار باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية[١]

الباحث :حيدر محمد حسن الكناني أ.د. صفاء عبد الامير رشم الاسدي
جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الانسانية
alasadysafaa74@gmail.com Haydermohammed999@gmail.com

المستخلص:

تعد طريقة (SCS-CN) من النماذج المهمة المستخدمة في تقدير عمق الجريان السطحي لأحواض الأنهار، إذ طور هذا النموذج من قبل مصلحة صيانة التربة (Soil Conservation Service) التابع لوزارة الزراعة الأمريكية في عام ١٩٨٦. تم اعتماد هذه الطريقة في تقدير عمق الجريان السطحي لمنطقة الدراسة من خلال قيم CN وكمية الأمطار المسجلة لمحطة (حفر الباطن) الواقعة بالقرب من منابع الحوض، اذ تم التعامل مع بيانات الأمطار للمحطة أعلاه بثلاثة محاور تضمن المحور الأول دراسة عمق الجريان السطحي الناتج عن عاصفة مطرية اعتيادية التي تم احتسابها من معدل الأمطار للأيام والتي بلغت (١١.٨ملم/يوم) والمحور الثاني تضمن دراسة عمق الجريان السطحي الناتج عن أعلى عاصفة مطرية للمدة (٢٠٠٩-٢٠١٩) التي سُجلت بتاريخ ٢٠١٧/١١/٢١، إذ بلغت (١٢٣.٩ملم/يوم) ، أما المحور الثالث فتضمن دراسة عمق الجريان السطحي السنوي استناداً إلى معدل المجموع السنوي للأمطار الساقطة على الحوض. ويعتمد هذا النموذج بشكل رئيس على نوع غطاءات الأرض، وفيزيائية التربة (نسجة التربة)، وجاء اختيار الباحث لهذا النموذج لدقته وإمكانيته في تقدير عمق الجريان السطحي على مستوى كل خلية (CN) من خلال ما تمثله من مساحة.

الكلمات المفتاحية:
حوض التصريف، عمن الجريان، الجريان السطحي.

(١) بحث مستل من اطروحة (تقدير حجم الجريان السطحي والحمولة المائية لحوض وادي ابو غار باستخدام تقنيات RS&GIS) ، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة.

Estimation of the surface runoff depth of the Valley Abu Ghar basin using remote sensing and geographic information systems

The researche
Hiedar Muhammad .H. Al-Kanani

The researcher
Safaa Abdul Amir .R. Al-Asadi

Abstract:

The SCS-CN method is an important model used to estimate the depth of runoff for river basins. This model was developed by the Soil Conservation Service of the United States Department of Agriculture in 1986. This method was adopted to estimate the depth of runoff. The study area is based on the CN values and the amount of recorded rainfall for the station (Hafr Al-Batin) located near the sources of the basin, as the rain data for the above station were dealt with three axes. The first axis included a study of the depth of the surface runoff resulting from a regular rainstorm that was calculated from the average rainfall for days and which It amounted to (11.8 mm / day) and the second axis includes a study of the depth of surface runoff resulting from the highest rain storm for the period (2009-2019), which was recorded on 11/21/2017, reaching (123.9 mm / day), while the third axis includes a study of the depth of runoff Annual surface area based on the average annual total rainfall over the basin. This model depends mainly on the type of land cover, and soil physics (soil tissue). The researcher chose this model for its accuracy and potential in estimating the depth of surface runoff at the level of each value (CN) by the area it represents.

key words:Drain basin, Depth of runoff, Runoff.

المقدمة :

تتسم أحواض التصريف في البيئات الجافة وشبه الجافة بقلة أمطارها عن مستوى نشوء جريان سطحي مستمر فضلاً عن محدودية عمق الجريان، غير إن العواصف المطرية الفجائية الموسمية هي الأقدر على توليد كميات أعلى من الجريان السطحي في هذه البيئات. كما لا يمكن عدَ جميع ما يستقبله حوض التصريف من أمطار سينصرف بشكل جريان سطحي بسبب مكونات الحوض

الطبيعية والبشرية فضلاً عن الغطاء الأرضي (Land Cover) وسمات التربة الهيدرولوجية من حيث قدرتها على الاحتفاظ بالماء وتفاعلها مع ما يسقط عليها من أمطار .

موقع منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي ابو غار في الجزء الجنوبي الغربي من العراق في البادية الجنوبية، ويمتد جزء من منابعه الى داخل الأراضي السعودية ضمن محافظة حفر الباطن، ينظر الخارطة (١)، وينحدر من الجنوب الغربي باتجاه الشمال الشرقي، ليصب في منخفض الصليبات، ويقع فلكياً بين خطي طول (٤٥ْ,٢٨ – ٤٦ْ,٣٠ َ) شرقاً، وبين دائرتي عرض (٢٨ْ,٥٠ – ٣٠ْ,٤٤ َ)، شرقاً، يحده من الشمال منخفض الصليبات ضمن محافظتي ذي قار والمثنى ومن الجنوب مدينة حفر الباطن في المملكة العربية السعودية، ومن الشرق محافظة البصرة، أما من الغرب فيحده حوض السدير ضمن محافظة المثنى.

مشكلة البحث:

تعاني منطقة الدراسة من العديد من المشكلات الجديرة بالبحث العلمي، ومن هذه المشكلات:

١. النقص الحاد في الموارد المائية السطحية في الموسم الجاف من السنة .

٢. تعاني منطقة الدراسة من ارتفاع معدلات التسرب بسبب طبيعة تربة الرملية الخشنة.

فرضية البحث :

. يتأثر عمق الجريان السطح في حوض وادي ابو غار في نوع الغطاء الأرضي ونفاذية التربة.

. يتباين عمق الجريان السطحي بتباين كمية الأمطار الساقطة على الحوض.

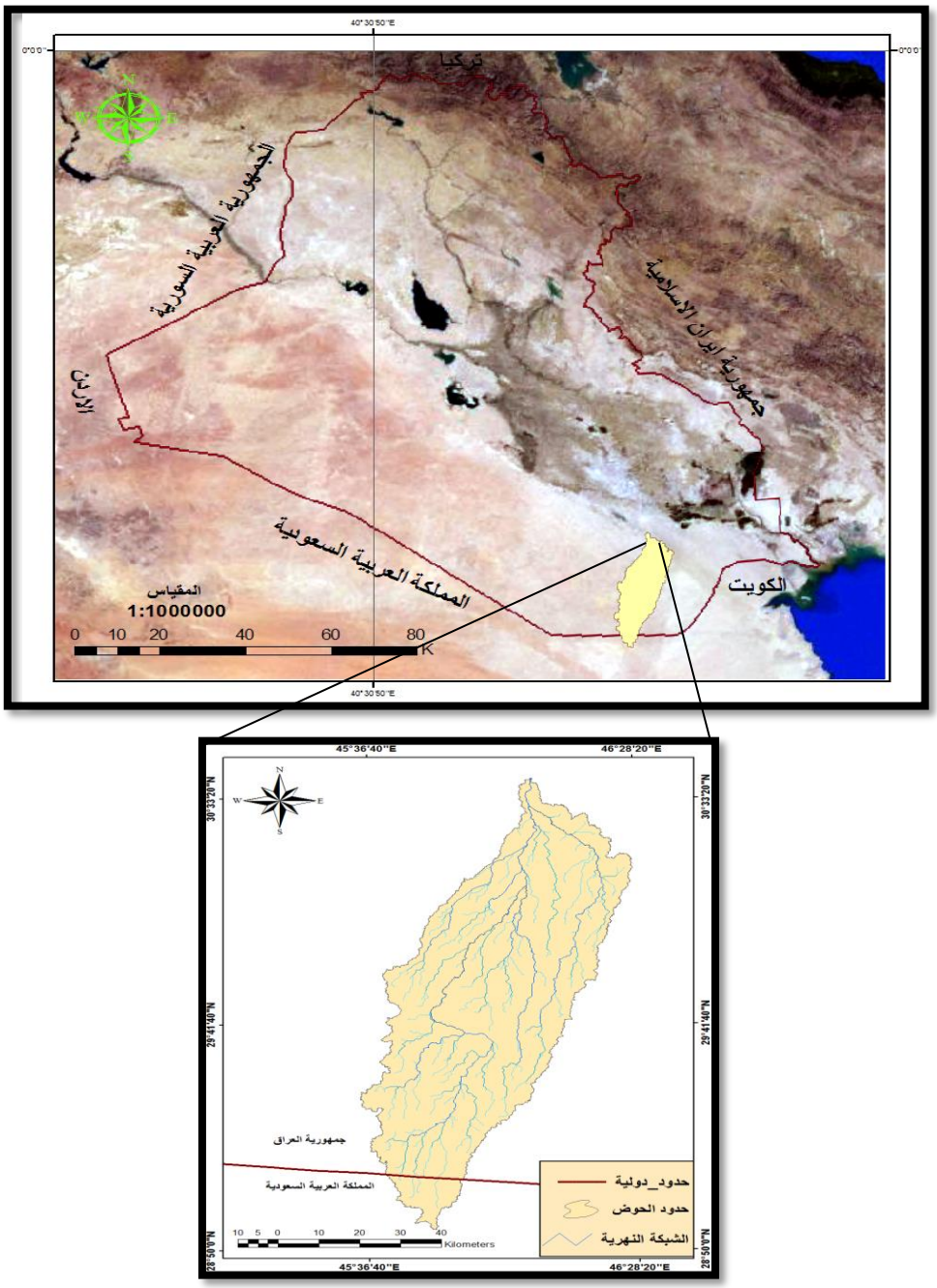
هدف البحث: يهدف البحث إلى:-

١- دراسة اصناف الغطاء الارضي في الحوض.

٢- تحديد السمات الهيدرولوجية للتربة و تحديد مدى رطوبتها بعد سقوط الأمطار.

٣- تقدير عمق الجريان السطحي.

الخارطة (١) الموقع الجغرافي لحوض وادي ابو غار



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بالاعتماد على مخرجات برنامج (ArcGIS10.2).

١- تصنيف الغطاء الارضي لحوض وادي ابو غار:

تتم عملية التصنيف الرقمي بحسب نوعين من التصنيف الأول هو التصنيف الموجة (Supervised classification) والثاني هو التصنيف غير الموجة (Unsupervised classification)، وتم اعتماد النوع الأول في تصنيف الغطاء الأرضي لحوض وادي ابو غار. وعند اعتماد تقنيات الاستشعار عن بعد كوسيلة لمسح وحدات الغطاء الأرضي في منطقة ما فانه لابد من استخدام تصنيف محدد ومناسب للغطاء الأرضي لتحقيق الهدف المنشود من الدراسة، لذا تم اعتماد نظام مصلحة صيانة التربة الأمريكية (SCS)، في تصنيف الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة، وبما يتلاءم مع خصائصها الطبيعية.

اذ تم تحديد مناطق التدريب وفقا للمصادر والمعطيات المرجعية المتمثلة بالخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية للقمر لاندسات ٨، فضلاً عن المرئيات الفضائية عالية الدقة التي تصل دقتها إلى (٦٠ سم) والمتوفرة في بيئة برنامج Google Earth فضلا عن دراسة جغرافية المنطقة ميدانياً بشكل مستفيض، كما تم تلقيم الخرائط إلى برنامج (Erdas 9.1) عن طريق أداة البرنامج AOI TOOL، مع الأخذ بنظر الاعتبار ضرورة تحديد المضلعات التي تمثل كل صنف من أصناف الغطاء الأرضي بشكل هندسي غير منتظم وذلك لتجنب العناصر الواقعة على الحدود والتي لا تنتمي إلى الصنف نفسه، أو لتجنب التداخل بين خصائص الانعكاسية لمناطق التدريب المختارة، من خلال هذه التقنية تم تصنيف المرئية الفضائية إلى خمسة أصناف كما تظهر في الخارطة (٢) والجدول (١) وهي كما يلي:-

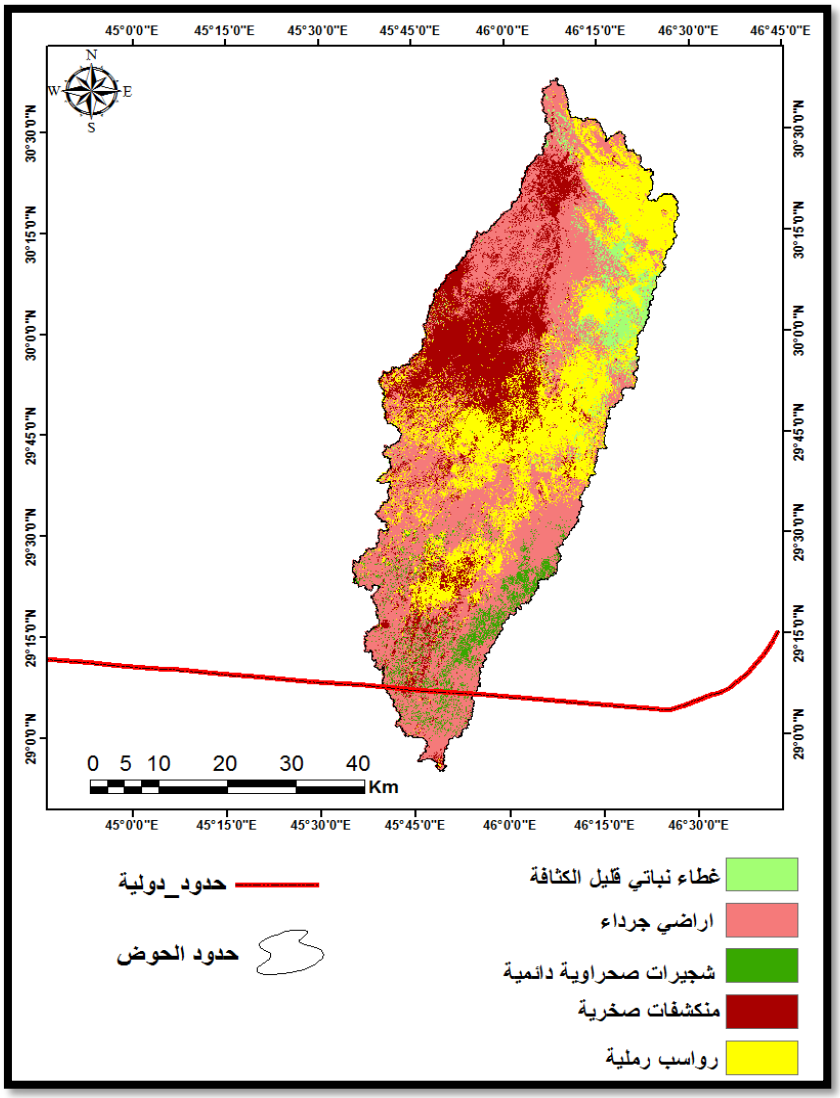
١-الكثبان الرملية: تنتشر الكثبان الرملية في شمال الحوض وتمتد في الجزء الشرقي منه وتشغل اغلب مساحة حوض ام رحال شرقي الحوض، كذلك ينتشر هذا الصنف الاجزاء الوسطى من الحوض، ويشغل مساحة (٢٠٢٣,٥٨ كم^{٢})، بنسبة (٢٦,٨ %) من مساحة الحوض الكلية.

٢-المنكشفات الصخرية: ساعدت الخصائص التركيبية لحوض وادي ابو غار على نشاط الصناعة الاستخراجية للأحجار والحصى والمواد الانشائية الاخرى، اذ ينكشف الكثير منها على السطح ينظر الصورة (١)، وتعد احجار الكلس الاكثر انتشاراً في الحوض ضمن تكوينات الفتحة والغار والدمام، ينظر الصورة (٢)، وتنتشر المنكشفات الصخرية في وسط وشمال الحوض وتشغل مساحة (١٥٢٣,٥٢كم^{٢}) وتغطي (٢٠,٢%) من المساحة الكلية للحوض.

٣-الأراضي الجرداء: يعد هذا الصنف من الغطاء الارضي الاكثر انتشاراً في منطقة الدراسة التي تعد جزء من صحراء العراق الجنوبية، والتي تتصف بتذبذب سقوط الأمطار، وارتفاع درجات

الحرارة ، فظلاً عن إهمال المياه الجوفية وعدم تنظيم استثمارها في منطقة الدراسة، كلها عوامل ساهمت في زيادة رقعة الأراضي الجرداء لتشغل مساحة تصل إلى (٣٣٩٢,٩٩ كم^{٢}) وبنسبة (٤٤,٩ %) من مساحة الحوض الكلية.

الخارطة (٢) أصناف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (ArcGIS10.2).

الصورة (١) المنكشفات الصخرية في منطقة الدراسة

الصورة (٢) مقلع لاحجار الكلس ضمن تكوين الدمام

المصدر: الزيارة الميدانية بتاريخ ٣/٢/ ٢٠١٩.

جدول(١) أصناف الغطاء الأرضي ومساحاتها في منطقة الدراسة

ت	الغطاء الأرضي	المساحة كم٢	المساحة %
١	كثبان رملية	٢٠٢٣,٥٨	٢٦,٨
٢	منكشفات صخرية	١٥٢٣,٥٢	٢٠,٢
٣	أراضي جرداء	٣٣٩١,٩٩	٤٤,٩
٤	غطاء نباتي قليل الكثافة (موسمية)	٣١٩,٤٨	٤,٢
٥	نباتات صحراوية دائمية	٢٩٧,٤٤	٣,٩

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة (٢).

٤-غطاء نباتي قليل الكثافة : يتمثل هذا الصنف من الغطاء الارضي في النباتات الموسمية التي تنتشر في الفيضات والخبرات وفي موسم سقوط الامطار، ويتم اعتمادها لنشاط الرعي في الموسم أعلاه ينظر الصور (٣)، (٤)، يشغل هذا الصنف مساحة تقدر (٣١٩,٤٨ كم٢) اي ما نسبته (٤,٢ %) من المساحة الكلية للحوض ، وهي نسبة قابلة للتغير بحسب الموسم السنوي وطبوغرافية الأرض.

الصورة (٣)

الصورة (٤) النباتات الموسمية في منطقة الدراسة

المصدر: الزيارة الميدانية بتاريخ ٣/٢/ ٢٠١٩.

٥-شجيرات صحراوية دائمية : يتوزع هذا النوع من الغطاء الأرضي في المناطق المنخفضة من الحوض فضلا عن انتشاره في مجاري الشبكة المائية للنهر، ينظر الصورة (٣)، ويشغل هذا الصنف النسبة الأقل من مساحة الحوض (٣,٩ %)، وبمساحة تصل إلى (٢٩٧,٤٤ كم^{٢}).

الصورة (١٣) انتشار نبات السدر في مجرى حوض وادي ابو غار

المصدر: الزيارة الميدانية بتاريخ ٣/٢/ ٢٠١٩.

٢ – المجموعات الهيدرولوجية للتربة:

استناداً للتصنيف الذي وضعته مصلحة صيانة التربة الأمريكية (SCS)، والذي يقسم التربة الى أربع مجموعات هيدرولوجية (HSG)* (A, B, C, D) ، بحسب نسجة التربة ، والتي تحدد معدلات تسرب المياه من خلالها، فضلاً عن تفسير علاقة نسيج التربة بنشوء الجريان السطحي(United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service Conservation, 1986 p:A-1)، ولكل مجموعة من الأصناف أعلاه خصائصها الهيدرولوجية، اذ تمثل المجموعتين (A , D) حدين متطرفين في استجابتهما للجريان السطحي، اذ ينتج عن المجموعة (A) جريان قليل جداً، في حين يزداد الجريان السطحي في الترب ذات الصنف (D)، ويمثل الصنفين (B , C) حالة وسطية بين الصنفين المشار لهما أعلاه، ولكل صنف من هذه الاصناف تركيبته الخاصة التي يحدد من خلالها نوع المجموعة، ينظر الجدول (٢). وبعد تحليل معطيات النسجة لتربة منطقة الدراسة، تم التوصل الى ثلاث مجموعات هيدرولوجية (HSG) هي، (A, B, D)، والمبين توزيعها في ونسب انتشارها في الجدول (٢) و الخارطة (٣) وهي كما يأتي :-

٢ –١ – مجموعة التربة A :

يمثل هذا الصنف الترب الرملية والحصوية ذات قوام خشن التحبب (JOHN W. BRYANT, 1978, p:c-1)، وتتصف هذه المجموعة بارتفاع معدلات التسرب المياه من خلالها اذ تصل معدلات التسرب في هذا النوع الى (٢٥ ملم/ساعة) وغالباً ما تكون معدل نفاذيتها (< ٧,٦ملم/ساعة) لذلك هي تساهم بجريان سطحي منخفض، وتعد هذه المجموعة الأكثر انتشاراً في الحوض، ينظر الخارطة (٣)، إذ تغطي ما يقارب (٨٧,٢ %) من سطح منطقة الدراسة، بمساحة تصل الى (٦٥٨٩,٥ كم^{٢}).

ت	مجموعة التربة	عمق الجريان	نوع التربة
١	A	قليل	طبقة رملية عميقة مع نسبة قليلة جداً من الطين والغرين.
٢	B	متوسط	طبقة رملية اقل عمقاً من الصنف A مع معدل تسرب متوسط.
٣	C	فوق المتوسط	طبقة طينية محدودة العمق مع معدل تسرب 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.

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

٢-٢- مجموعة التربة B :

تتصف ترب هذه المجموعة بأنها معتدلة إلى خشنة القوام وتصل معدلات التسرب من خلالها إلى (١٣ ملم/ساعة) و يتراوح معدل نفاذيتها (٧,٦- ٣,٨ ملم/ساعة) وتساهم بجريان سطحي متوسط، يزيد عن المجموعة الاولى (R.E. Schulze, 2004,p:4). تتكون هذه المجموعة من الرواسب التي تنقلها الأودية النهرية وخليط من الحصى الناعم تربط بينها مواد لاحمة، تشغل هذا المجموعة مساحة (٥٩٤,٢ كم^{٢}) وما نسبته (٧,٨ %) من المساحة الكلية للحوض.

جدول رقم (٣) المجموعات الهيدرولوجية (HSG) لتربة منطقة الدراسة

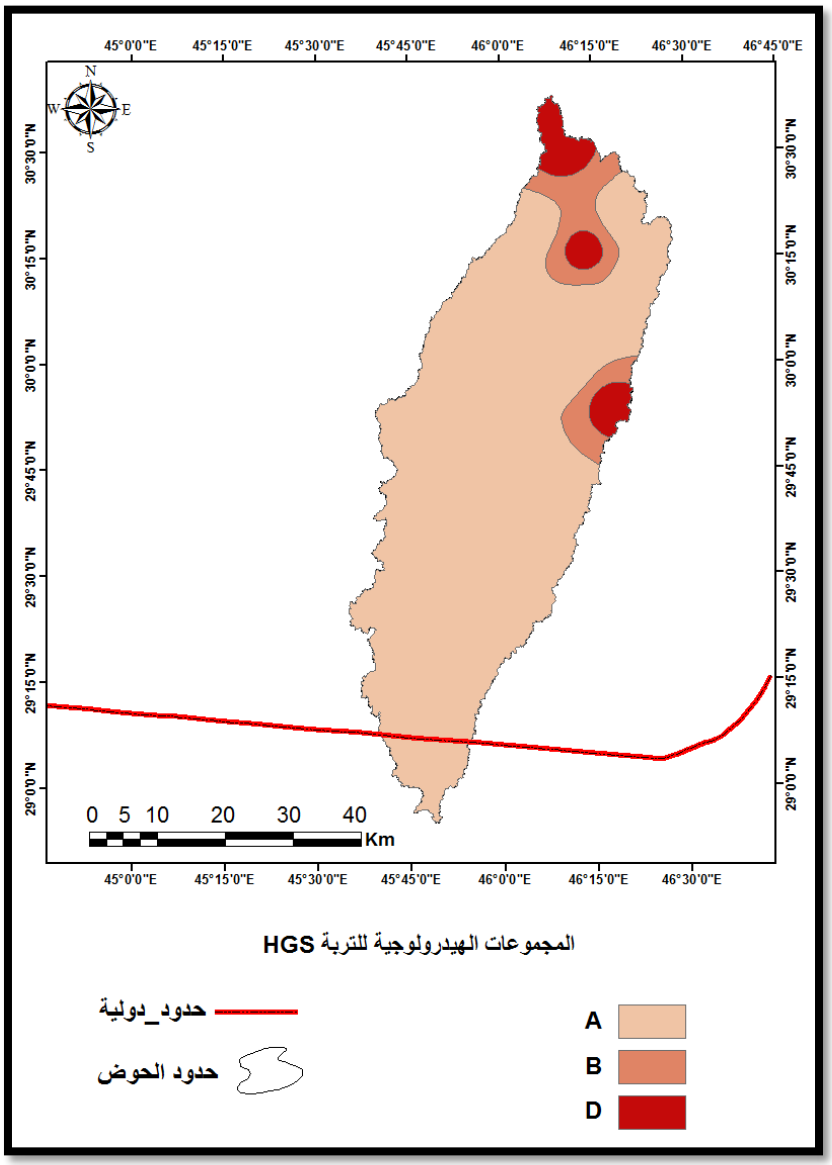
ت	المجموعة الهيدرولوجية للتربة	المساحة كم٢	المساحة %
١	مجموعة التربة A	٦٥٨٩,٥	٨٧,٢
٢	مجموعة التربة B	٥٩٤,٢	٧,٨
٣	مجموعة التربة D	٣٧٢,٤	٥
	المجـــــــــــــموع	٧٥٥٦,١	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الخارطة (٣) واستخرجت القياسات ببرنامج (Arc GIS١٠.٢).

٢-٣- مجموعة التربة D :

تتكون هذه المجموعة من الترب الطينية التي لا يزيد معدل تسرب الماء من خلالها عن (٣ ملم/ساعة) ومعدل نفاذيتها اقل من (١,٣ ملم/ ساعة) وتتميز بتوفير جريان سطحي عالي cit,p (USDA, ١٩٨٦،op 630.)، وتحتوي نسجة هذه التربة على اكثر من ٣٠ % طين، ينظر الجدول (٤)، وتتوزع هذه المجموعة في شمال الحوض قرب منخفض الصليبات، وفي شرق الحوض وتشغل مساحة (٣٧٢,٤ كم^{٢}) بما نسبته (٥%) من مساحة الحوض الكلية.

الخارطة (٣) المجموعات الهيدرولوجية للتربة في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٣)، ومخرجات برنامج (ArcGIS10.2).

٣- تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة (AMC) * لمنطقة الدراسة

يشير هذا المعامل الى حالة رطوبة التربة قبل بدء العاصفة المطرية وتكوين الجريان السطحي، ويعد من المتغيرات المهمة التي يحدد على أساسها قيم CN**، إذ حددت مصلحة صيانة التربة الأمريكية (SCS) ثلاث حالات للرطوبة المسبقة للتربة (AMC-I, AMC-II, AMC-III) تستخدم الحالة الأولى للمناطق الجافة، والحالة الثانية للمناطق شبة الجافة وتسمى بالحالة الاعتيادية، والحالة الثالثة للمناطق الرطبة ذات الأمطار الغزيرة ودرجات الحرارة المنخفضة، ولكل حالة من هذه الحالات قيم CN خاصة بها، ويتم تحديد الحالة المسبقة لرطوبة التربة على أساس مجموع هطول الأمطار لمدة خمسة أيام متتالية قبل حساب الجريان (Taylor & Francis, 1982, p4-5.)، وكما مبين بالجدول (٥).

تم اعتماد بيانات هطول الأمطار لمحطة حفر الباطن التي تقع بالقرب من منابع الحوض، لذا فهي تعبر عن كميات الأمطار الساقطة فعلاً على الحوض، وبعد ملاحظة البيانات اليومية لهذه المحطة تبين أنها تتوافق مع الحالة الثانية أي الحالة الاعتيادية (AMC-II).

* (AMC) هي اختصار للجملة (Antecedent moisture condition).

** (CN) تعرف CN (curve numbers) بأنها أرقام مقدرة تتراوح مابين (الصفر- ١٠٠).

الجدول (٤) المجموعات الهيدرولوجية لمفصولات تربة منطقة الدراسة

ت	نوع التربة	اسم العينة	طين %	غرين %	رمل %	حصى %	Textures	HSG
١	التربة الرملية الحجرية	S1	١٧.٦	١٥.٣	٦٧.١	٠	Sandy loam	A
		S2	٩.٦	٧.٨	٧١.٥	١١.١	Sandy loam	A
		S3	٥.٦	٥٥.١	٦١	٠	Silt loam	B
٢	التربة الكلسية	S4	٣.٨	١٠.٣	٧٦.٩	٩	Loamy sand	A
		S14	٧.١	٢٠.١	٧٢.٣	٠.٥	Sandy loam	A
٣	تربة الكثبان الرملية	S6	٠	٥.٨	٨٢.١	١٢.١	Sand	A
		S13	٤.١	٧.٤	٨٧.١	١.٤	Sand	A
		S19	٣.٩	٧.٣	٨١.٦	٧.٢	Sand	A
٤	تربة بطون الوديان	S5	٦.٤	٥٤.٧	٣٨.٩	٠	Silt loam	B
		S15	١٨.٩	٢١.٧	٥١.١	٨.٣	Loam	B
		S16	١.٢	٥.٩	٨٠.١	٥.٢	Loamy sand	A
		S18	١.٥	١٤.٥	٧٩.٨	٤	Loamy sand	A
٥	تربة صحراوية جبسية	S7	٩.٢	٢١.٦	٦٩.٢	٠	Sandy loam	A
		S11	٦.٩	٢١.١	٧٢	٠	Sandy loam	A
		S17	٦.٣	١٧.٥	٧٤.٦	١.٦	Sandy loam	A
٦	تربة الفيضات	S8	٢٦.١	٤٤.١	٢٩.٨	٠	Loam	B
		S9	٢١	٤٥.٢	٣٢.٩	٠.٩	Loam	B
		S10	٣٣.١	٥.٦	٦١.٣	٠	Silty Clay Loam	D
		S12	٣٢.١	١٩.٨	٤٨.١	٠	Silty Clay Loam	D
		S20	٣١.٦	٥.٥	٦١	١.٩	Silty Clay Loam	D

المصدر:من عمل الباحث بالاعتماد على تحليل عينات التربة التربة في مختبر كلية العلوم، جامعة ذي قار ، بتاريخ، ٢٠١٩/١٠/١٨.

الجدول (٥) الحالة المسبقة لرطوبة التربة بحسب تصنيف (SCS)

مجموع هطول الامطار لخمسة ايام سابقة (mm)	الحالة المسبقة لرطوبة التربة
اقل من ٣٥	AMC-I
٣٥ ـ ٥٢,٥	AMC-II
اكثر من ٥٢,٥	AMC-III

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

٤ – استخلاص القيم المنحنية CN لمنطقة الدراسة:

تعبر قيم (CN) عن الاستجابة المائية للأسطح ، التي تستقبل مياه الأمطار وتحولها إلى جريان سطحي، إذ تعتمد طبيعة وكمية الجريان على نفاذية هذه الأسطح ، وطبيعة الغطاء الأرضي والتي تم تمثيلها بقيم (CN)، تم استخلاص هذه القيم لمنطقة الدراسة من خلال دمج طبقتي الغطاء الأرضي والمجموعات الهيدرولوجية للتربة بواسطة وظيفة (Intersect) في برنامج (Arc GIS 10.2) فضلاً عن اعتماد الحالة الاعتيادية (AMC-II) للحالة المسبقة لرطوبة التربة، اذ تم التوصل إلى القيم المبينة في الجدول (٦) .

جدول رقم (٦) قيم CN المقابلة لغطاء الأرض والمجموعات الهيدرولوجية للتربة

ت	نوع الغطاء الأرضي	المجموعات الهيدرولوجية للتربة			
		A	B	C	D
١	رواسب رملية	٦٣	٧٧	–	٨٨
٢	منكشفات صخرية	٨٣	٨٩	–	٩٣
٣	ارضي جرداء	٧٧	٨٦	–	٩٤
٤	شجيرات صحراوية دائمية	٦٣	٧٧	–	٨٨
٥	غطاء نباتي قليل الكثافة	٨٦	٧٩	–	٨٩

المصدر : (8)USDA, Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55, Engineering Division, 1986,p2/5-6-7-8.

تم تقسيم منطقة الدراسة إلى (١٥) قيمة CN، تختلف باختلاف نوع الغطاء الأرضي و نسجة التربة، اذ كانت اقل القيم هي (٦٣) المنتشرة في مناطق الكثبان الرملية و مناطق تواجد الشجيرات الصحراوية الدائمية ضمن صنف التربة (A)، إذ ترتفع معدلات تسرب المياه ويقل الجريان السطحي في المناطق ذات التربة الرملية، في حين سجل صنف الأراضي الجرداء ضمن صنف التربة (D) أعلى قيم CN (٩٤) مما يشير إلى قدرة هذه المناطق على توليد جريان سطحي قياساً بأجزاء الحوض الأخرى، كما نلاحظ تشابه بعض القيم المقدرة CN لغطاءات الأرض المختلفة ولأنواع الترب المختلفة ،ويشير التشابه في قيم CN أعلاه، إلى تشابه طبيعة الجريان السطحي في هذه المناطق .

- توزيع قيم CN في منطقة الدراسة:

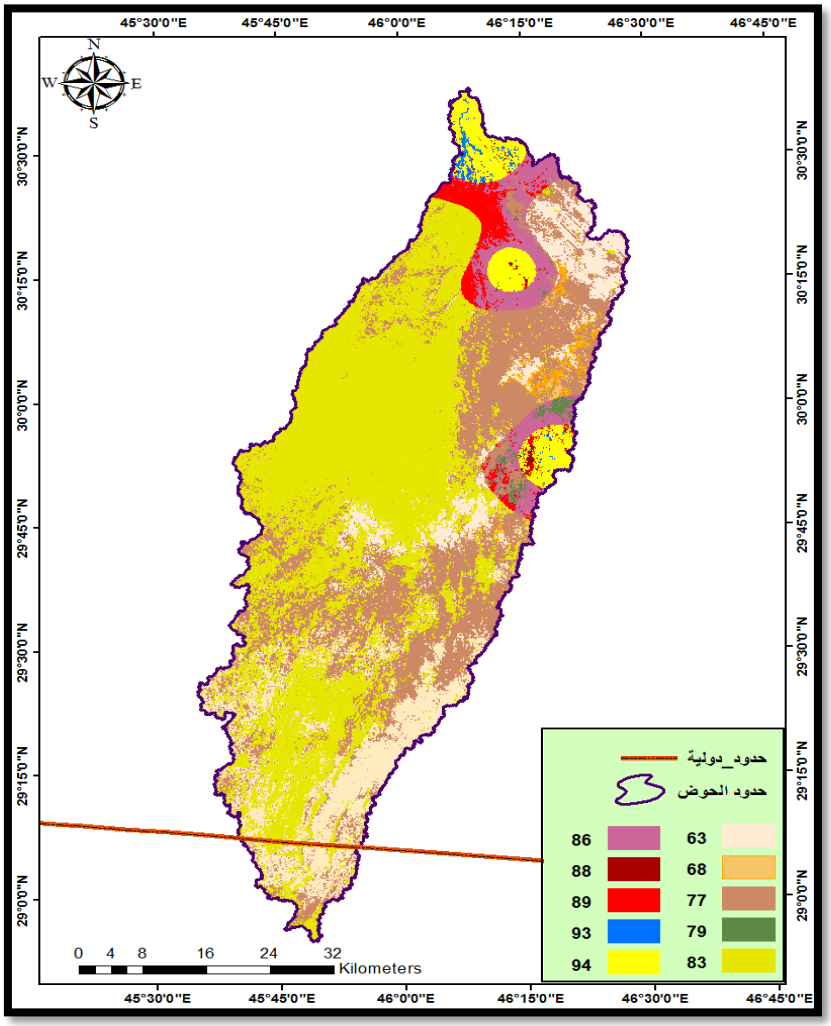
من الجدول (٧) نلاحظ تباين المساحات الخاصة بقيم CN الموزعة في الحوض، مما ينعكس على تباين طبيعة الجريان السطحي، بحسب هذه القيم، اذ ان اكثر القيم تمثيلاً لسطح الحوض هي القيمة (٧٧) اذ بلغت مساحتها (٣١٤٧.٢ كم^{٢}) اي انها مسئولة عن استجابة (٤١%) من مساحة الحوض للجريان السطحي، وتأتي القيمة (٦٣) في المرتبة الثانية، بمساحة (٢٠٠٣.٤ كم^{٢}) وبنسبة (٢٦.٥%) من مساحة الحوض الكلية، وتمثل هذه القيمة الرواسب الرملية ضمن صنف التربة (A)، لذا تنتشر هذه القيمة في اغلب أجزاء الحوض، ينظر الخارطة (٤).

كما سجلت القيمة (٨٣) المرتبة الثالثة من حيث المساحة التي تشغل (١٤٤٤.٧ كم^{٢}) ما نسبته (١٩.١%) من مساحة الحوض. وتتراوح نسبة مساحة قيم CN السبعة الأخرى بين (٣.٢ – ٠.١ %) ، أي إن مجموع ما تمثله نسبة مساحة هذه القيم (١٢.٩%) من مساحة الحوض الكلية.

جدول (٧) المساحات والنسب المئوية (%) لقيم CN

ت	قيم CN	المساحة كم^{٢}	المساحة %	ت	المساحة كم^{٢}	المساحة %
١	٦٣	٢٠٠٣.٤	٢٦.٥	٦	٨٦	٢٣٨.٥
٢	٦٨	٢٠٥.٦	٢.٧	٧	٨٨	٩٨.٩
٣	٧٧	٣١٤٧.٢	٤١.٧	٨	٨٩	١٢٣.٢
٤	٧٩	٦٨.٤	٠.٩	٩	٩٣	٧.٣
٥	٨٣	١٤٤٤.٧	١٩.١	١٠	٩٤	٢١٨.٩
المجموع		٧٥٥٦.١				١٠٠

الخارطة رقم (٤) توزيع قيم (CN) في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٧)، ومخرجات برنامج (ArcGIS10.2).

٥- استخلاص معامل الإمكانية القصوى لاحتفاظ التربة بالماء بعد بدء الجريان السطحي (Potential Maximum Retention After Runoff) :

يسمى بمعامل (S) ويشير الى حالة التربة المشبعة بالماء تماماً بعد توقف عملية التسرب وبدء الجريان السطحي، أي أقصى احتمالية لاحتفاظ التربة بالماء بعد بدء الجريان السطحي، ويتم التوصل الى قيم معامل (S) من خلال قيم (CN) التي تعبر عن تكامل العلاقة بين نوع الترب والغطاء الأرضي، وتشير قيم (S) القريبة من الصفر على ضعف إمكانية التربة للاحتفاظ بالماء بعد بدء

الجريان السطحي، مما يؤدي إلى زيادة فرص توليد الجريان السطحي، ويتساوى معدل احتفاظ التربة بالماء مع كمية المياه الجارية على سطحها اذا وصلت قيمة (S) الى قيمة الوسيط والبالغة (١٠انج) والتي تساوي (٢٥٤ ملم) عند تحويلها إلى النظام المتري، في حين تزداد احتمالية احتفاظ التربة بالماء عند زيادة قيمة (S) عن قيمة الوسيط، مما يشير الى تدني فرص تكوين الجريان السطحي((USDA, Natural Resources Conservation Service, 2010,p12، ، ويحسب معامل (S) بالعلاقة الآتية (USDA, Engineering Division,1986, Op Cit, P 2-1.) :-

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

إن معطيات العلاقة أعلاه بالبوصة لكي يتم تحويلها إلى النظام المتري يتم ضربها في معامل التحويل (٢٥,٤) لتحويلها إلى ملم.

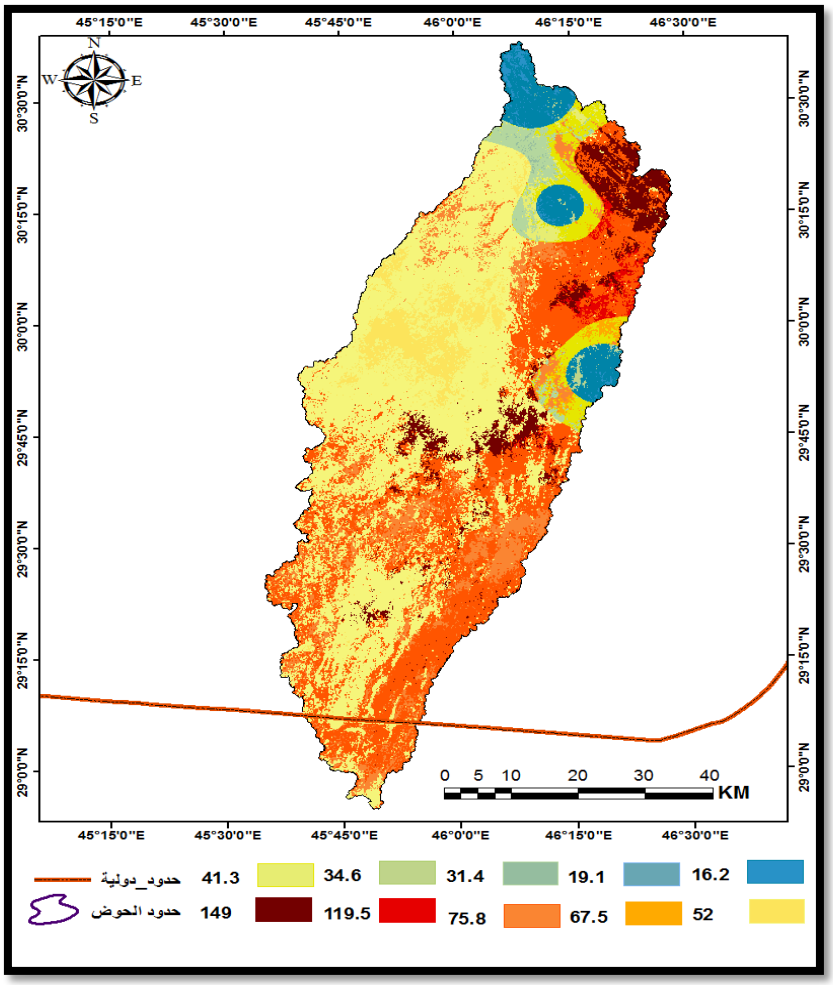
تتباين قيم المعامل (S) بين أعلى القيم (١٤٩ ملم) المحسوبة لأدنى قيمة CN (٦٣) ينظر الجدول (٨) والتي تشير إلى اقل المناطق قدرة على توليد الجريان السطحي إذ تتفوق طاقة التسرب فيها على جريان المياه السطحية.

جدول (٨) المساحات والنسب المئوية (%) لقيم المعامل (S)

ت	قيم CN	قيم S	قيم Ia	المساحة كم^2	المساحة %
١	٦٣	١٤٩	٢٩.٨	٢٠٠٣.٤	٢٦.٥
٢	٦٨	١١٩.٥	٢٣.٩	٢٠٥.٦	٢.٧
٣	٧٧	٧٥.٨	١٥.١٦	٣١٤٧.٢	٤١.٧
٤	٧٩	٦٧.٥	١٣.٥	٦٨.٤	٠.٩
٥	٨٣	٥٢	١٠.٤	١٤٤٤.٧	١٩.١
٦	٨٦	٤١.٣	٨.٢٦	٢٣٨.٥	٣.٢
٧	٨٨	٣٤.٦	٦.٩	٩٨.٩	١.٣
٨	٨٩	٣١.٤	٦.٢٨	١٢٣.٢	١.٦
٩	٩٣	١٩.١	٣.٨	٧.٣	٠.١
١٠	٩٤	١٢.٢	٣.٢	٢١٨.٩	٢.٩
المجموع				٧٥٥٦.١	١٠٠

بينما بلغت أدنى قيم المعامل (S) (١٦.٢ ملم) والتي تقابل قيمة CN (٩٤) و تشير إلى قلة احتفاظ ترب هذه المناطق بالمياه وزيادة فرص الجريان السطحي فيها، ان هذه المناطق تعد صغيرة نسبياً إذ تمثل (٢.٩ %) من مساحة الحوض الكلية، لذا يقل تأثيرها في تحليل طبيعة الجريان السطحي، لذا يمكن اعتماد قيمة المعامل (S) (٧٥.٨ ملم) والتي تقابل قيمة CN (٧٧)، كونها تمثل (٤١.٧ %) من مساحة الحوض، ينظر الخارطة (٥).

الخارطة (٥) توزيع قيم معامل (S) في حوض وادي ابو غار



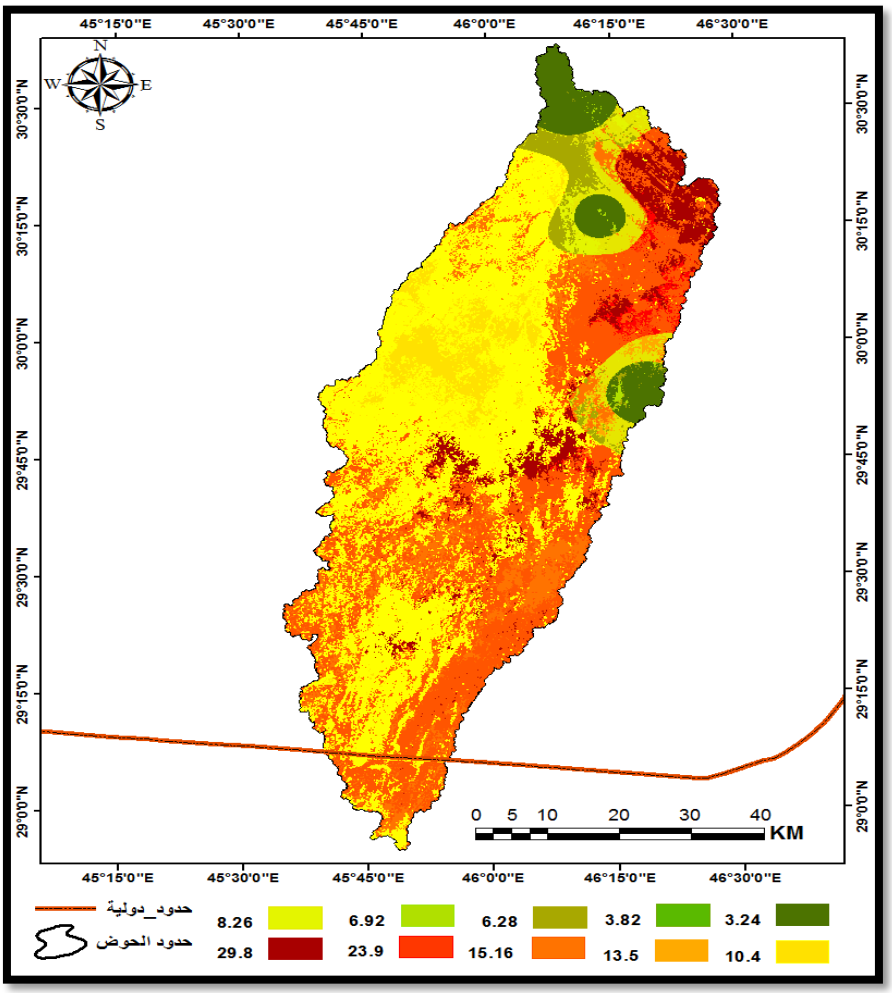
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٨)، ومخرجات برنامج (ArcGIS10.2).

٦ـ حساب معامل الاستخلاص الأولي (Initial abstraction) لمنطقة الدراسة:

يشير هذا المعامل الى مقدار مياه الأمطار المفقودة بالتبخر والتسرب والمعترضة من قبل النبات قبل تحولها إلى جريان سطحي، ويمثل هذا المعامل خمس قيمة المعامل (S) (USDA, Natural Resources Conservation Service, 2010, op cit,p13.)، وتبلغ قيمة الوسيط لهذا المعامل (٢انج) والتي تساوي (٥٠,٨ ملم) في النظام المتري وهي خمس قيمة وسيط المعامل (S) وتشير قيم هذا المعامل التي تقترب من الصفر إلى قلة الفاقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان السطحي الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كمية المياه الجارية على السطح، ويتساوى معدل الاستخلاص الأولي مع معدل الجريان السطحي إذا بلغت قيمت (Ia) قيمة الوسيط (٥٠,٨ ملم) في حين تزداد كمية الفاقد من مياه الأمطار بارتفاع قيمة (Ia) عن قيمة الوسيط مما يؤدي إلى قلة الجريان السطحي (Elena V. Brevnova,2001, p6.).

ان جميع قيم المعامل (Ia) المستخلصة لحوض وادي أبو غار هي اقل من قيمة الوسيط أعلاه، ينظر الجدول (٨)،. اذ تتباين هذه القيم بين (٢٩.٨ ملم) وهي أعلى قيمة مسجلة في الحوض والتي تتمثل في مناطق الكثبان الرملية، ذات التسرب العالي للمياه السطحية، واقل قيمة مسجلة لمعامل (Ia) هي (٣.٢ ملم) والتي تتمثل في مناطق الأراضي الجرداء ذات التربة الغرينية، ينظر الخارطة (٦).

الخارطة رقم (٦) توزيع قيم المعامل (Ia) في حوض وادي ابو غار



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (٨)، ومخرجات برنامج (ArcGIS10.2).

٧- عمق الجريان السطحي Runoff Depth:

يعبر عمق الجريان السطحي عن مقدار ارتفاع المياه الجارية (ملم) الناتجة عن عاصفة مطرية معينة (ملم)، ويتكون نتيجة استجابة مكونات الغطاء الأرضي ونوع التربة لكميات الأمطار الساقطة،

ويمكن استخراجه بالعلاقة الآتية:- (U. S. Department of Agriculture,1997, p6.)

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

إذ إن:

Q: عمق الجريان السطحي (ملم).

P: الأمطار الساقطة (ملم).

Ia: معامل الاستخلاص الأولي للمياه قبل بدء الجريان لسطحي (ملم).

S: التجمع السطحي الأقصى للمياه بعد بدء الجريان السطحي (ملم).

٧-١- تقدير عمق الجريان السطحي لمعدل الأمطار اليومي (١١.٨ ملم):

يتباين عمق الجريان السطحي بتباين نوع الغطاء الأرضي و نسجة التربة مع ثبات كمية الأمطار الساقطة ، اذ يتبين من الجدول (٩) إن أكثر من ٩٠ % من مساحة الحوض غير قادرة على توليد جريان سطحي من خلال المعدلات الاعتيادية لسقوط الأمطار التي سرعان ما تتعرض لعمليات التسرب قبل وصول التربة إلى مرحلة التشبع قبل بدأ الجريان السطحي يساعدها في ذلك طبيعة التربة الرملية لمنطقة الدراسة.

٧-٢- تقدير عمق الجريان السطحي الناتج عن أعلى عاصفة أمطار (١٢٣.٩ ملم):

إن الهدف من تقدير عمق الجريان السطحي لأعلى عاصفة مطرية هو معرفة أعلى عمق وصل إليه الجريان السطحي في هذه المدة التي تصل إلى ١٠ سنوات، وإجراء المقارنة بين العمق الذي يصل إليه الجريان السطحي لعاصفة مطرية اعتيادية وأخرى متطرفة على مستوى مساحات الخلايا (CN)، ومن ثم للحوض الرئيس والأحواض الثانوية، كذلك إبراز الأثر المترتب على العواصف المطرية المتطرفة الفجائية من خلال معرفة العمق الذي يمكن أن تصل إليه المياه لكل جزء من أجزاء الحوض عن طريق المساحات الخاصة بكل قيم (CN).

من الجدول (١٠) نلاحظ التباين الطردي بين معدلات عمق الجريان السطحي وبين قيم (CN)، إذ سجل صنف الرواسب الرملية ذو القيمة (٦٣) والذي يشكل (٢٦.٥%) من مساحة الحوض، أدنى معدل لعمق الجريان السطحي (٣٦.٤) ملم، ثم يزداد عمق الجريان مع ارتفاع قيم (CN)، ليسجل أعلى معدل (١٠٦.٤) ملم، في الجزء ذو القيمة (٩٤) والذي يمثل الترب المزيجية والطينية الجرداء في مصب الحوض والتي لا تشكل سوى (٢.٩%) ينظر الخارطة (٧).

الجدول (٩) عمق الجريان السطحي الناتج عن (١١.٨) ملم

ت	قيم CN	قيم S	قيم Ia	المساحة كم^2	المساحة %	عمق الجريان السطحي ملم
١	٦٣	١٤٩	٢٩.٨	٢٠٠٣.٤	٢٦.٥	٠
٢	٦٨	١١٩.٥	٢٣.٩	٢٠٥.٦	٢.٧	٠
٣	٧٧	٧٥.٨	١٥.١٦	٣١٤٧.٢	٤١.٧	٠
٤	٧٩	٦٧.٥	١٣.٥	٦٨.٤	٠.٩	٠
٥	٨٣	٥٢	١٠.٤	١٤٤٤.٧	١٩.١	٠
٦	٨٦	٤١.٣	٨.٢٦	٢٣٨.٥	٣.٢	٠.٣
٧	٨٨	٣٤.٦	٦.٩	٩٨.٩	١.٣	٠.٦
٨	٨٩	٣١.٤	٦.٢٨	١٢٣.٢	١.٦	٠.٨٢
٩	٩٣	١٩.١	٣.٨	٧.٣	٠.١	٢.٣٤
١٠	٩٤	١٢.٢	٣.٢	٢١٨.٩	٢.٩	٢.٩٥
المجموع				٧٥٥٦.١	١٠٠	–
المعدل				–	–	٠.٧

المصدر: الباحث

كما تشير المعطيات إلى أن معدل عمق الجريان السطحي في أكثر من (٩٠%) من مساحة الحوض يصل (٥٨.٥ ملم)، أما معدل عمق الجريان للحوض الرئيس فبلغ (٧٧.٠٧ ملم)، أي إن أكثر من نصف كمية الأمطار الساقطة تتحول إلى جريان سطحي.

٧-٣- عمق الجريان السطحي السنوي:

تم احتساب عمق الجريان السطحي السنوي استناداً للمجموع السنوي للأمطار المسجلة لمحطة حفر الباطن والبالغ (٨٥.٩ ملم)، إذ يشير الجدول (١١) إلى توافق قيم عمق الجريان مع قيم (CN)، إذ سجل أعلى عمق للجريان السطحي (٦٩.١ ملم) لأعلى قيمة (CN) (٩٤)، في حين سجلت أدنى قيم (CN) (٦٣ ملم)، أدنى عمق للجريان السطحي (١٥.٣ملم)، وهذا ما أكدته دراسة عمق الجريان

السطحي لحالتي المطر السابقتين، مما يشير إلى إن قيم (CN)، المعبرة عن خصائص الحوض الطبيعية هي المتحكم الرئيس في قيمة عمق الجريان السطحي، مع ثبات كمية الأمطار الساقطة.

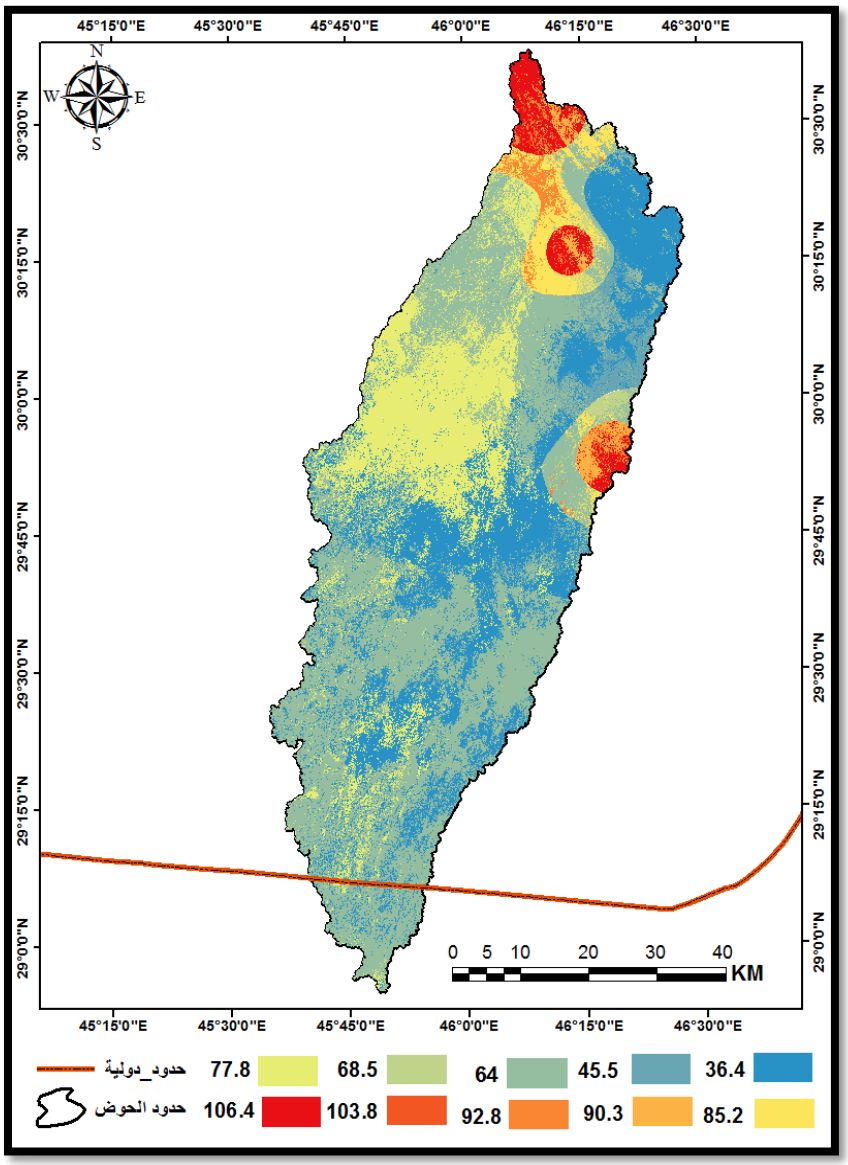
الجدول (١٠) عمق الجريان السطحي (ملم) الناتج عن عاصفة أمطار (١٢٣.٩) ملم

ت	قيم CN	قيم S	قيم Ia	المساحة كم^{٢}	المساحة %	عمق الجريان السطحي ملم
١	٦٣	١٤٩	٢٩.٨	٢٠٠٣.٤	٢٦.٥	٣٦.٤
٢	٦٨	١١٩.٥	٢٣.٩	٢٠٥.٦	٢.٧	٤٥.٥
٣	٧٧	٧٥.٨	١٥.١٦	٣١٤٧.٢	٤١.٧	٦٤
٤	٧٩	٦٧.٥	١٣.٥	٦٨.٤	٠.٩	٦٨.٥
٥	٨٣	٥٢	١٠.٤	١٤٤٤.٧	١٩.١	٧٧.٨
٦	٨٦	٤١.٣	٨.٢٦	٢٣٨.٥	٣.٢	٨٥.٢
٧	٨٨	٣٤.٦	٦.٩	٩٨.٩	١.٣	٩٠.٣
٨	٨٩	٣١.٤	٦.٢٨	١٢٣.٢	١.٦	٩٢.٨
٩	٩٣	١٩.١	٣.٨	٧.٣	٠.١	١٠٣.٨
١٠	٩٤	١٢.٢	٣.٢	٢١٨.٩	٢.٩	١٠٦.٤
المجموع				٧٥٥٦.١	١٠٠	770.7
المعدل				–	–	77.07

المصدر: الباحث.

وبلغ معدل عمق الجريان السطحي السنوي (٤٥.١ ملم)، اذ تقع أكثر من ٩٠% من مساحة الحوض دون هذا المعدل، بسبب طبيعة تربة الحوض الرملية المفككة التي تزيد فاعلية عمليات التسرب السطحي لمياه الأمطار قبل تحويلها إلى جريان سطحي، فضلاً عن أن معظم مساحته هي أراضي جرداء.

الخارطة (٧) عمق الجريان السطحي(ملم) الناتج عن امطار(١٢٣.٩) بحسب الخلايا (CN)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (١٠) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.2).

الجدول (١١)عمق الجريان السطحي السنوي

ت	قيم CN	قيم S	قيم Ia	المساحة كم٢	المساحة %	عمق الجريان السطحي ملم
١	٦٣	١٤٩	٢٩.٨	٢٠٠٣.٤	٢٦.٥	١٥.٣
٢	٦٨	١١٩.٥	٢٣.٩	٢٠٥.٦	٢.٧	٢١.٢
٣	٧٧	٧٥.٨	١٥.١٦	٣١٤٧.٢	٤١.٧	٣٤.١
٤	٧٩	٦٧.٥	١٣.٥	٦٨.٤	٠.٩	٣٧.٤
٥	٨٣	٥٢	١٠.٤	١٤٤٤.٧	١٩.١	٤٤.٧
٦	٨٦	٤١.٣	٨.٢٦	٢٣٨.٥	٣.٢	٥٠.٦
٧	٨٨	٣٤.٦	٦.٩	٩٨.٩	١.٣	٥٤.٩
٨	٨٩	٣١.٤	٦.٢٨	١٢٣.٢	١.٦	٥٧.١
٩	٩٣	١٩.١	٣.٨	٧.٣	٠.١	٦٦.٦
١٠	٩٤	١٢.٢	٣.٢	٢١٨.٩	٢.٩	٦٩.١
المجموع				٧٥٥٦.١	١٠٠	451
المعدل				–	–	45.1

المصدر: الباحث.

الاستنتاجات:

١-كفاءة تقنية التصنيف الموجه في تصنيف المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة بشكل أدق من التصنيف الغير موجه، اذ تم إخراج خمسة أصناف لمنطقة الدراسة تمثل الغطاء الأرضي فيها.

٢-توصلت الدراسة الى الاستجابة الهيدرولوجية للتربة بعد سقوط الامطار، من خلال تكامل العلاقة بين اصناف الغطاء الارضي ونسجة التربة، مع ثبات كمية الامطار الساقطة.

٣-تؤكد الدراسة على أهمية نماذج (curve numbers) (CN) في دراسة الخصائص الهيدرولوجية لأحواض الأنهار.

٤-بلغ عمق الجريان السطحي الناتج عن أعلى عاصفة أمطار (١٢٣.٩) ملم، (٧٧.٠٧) ملم.

المقترحات:

١-توصي الدراسة بانشاء محطة رصد هيدرولوجية في منطقة الدراسة، تعنى بتسجيل البيانات المائية التي تعد من اهم التحديات البيئية فيها.

٢-توصي الدراسة بتنمية احواض البادية الجنوبية بشكل عام، لاهميتها الكبيرة في تجميع مياه الامطار، عن طريق انشاء الخزانات الاصطناعية الحديثة مع مراعاة تجنب الضائعات المائية بالتسرب والتبخر .

المصادر:

1- United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service Conservation, Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55, Engineering Division.
2- Soil Conservation Service- Urban Hydrology For Small Watershed. Technical releases 55,2nd, U.S. Dept of Agriculture, Washington D.C.
3- JOHN W. BRYANT, HYDROLOGY MANUAL, Riverside County, California.
4- R.E. Schulze, Mapping Hydrological Soil Groups over South Africa for Use with theSCS –SA Design Hydrograph Technique: Methodology and Results, School of Agricultural, Earth and Environmental Sciences, University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, South Africa.
www.ru.ac.za/static/institutes/iwr/SANCIAHS/2012/documents/046_Schulze
5- USDA,Hydrology National Engineering Handbook,op cit.
6- Taylor & Francis, The antecedent soil moisture condition of the curve number procedure, Hydrological Sciences Journal.
7- USDA, Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55, Engineering Division.
8- USDA, Natural Resources Conservation Service, Hydrology National Engineering Handbook.
9- USDA , Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55, Engineering Division, Op Cit.
10- USDA, Natural Resources Conservation Service,Hydrology National Engineering Handbook,op cit.
11- Elena V. Brevnova,Green-Ampt Infiltration Model Parameter Determination Using SCS Curve Number (CN) and Soil Texture Class, and Application to the SCS Runoff Model, requirements for the degree of Master, College of Engineering and Mineral Resources, at West Virginia University.
12- U. S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service (USDA SCS), National Engineering Handbook, Section 4, Washington.