ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: http://www.jtuh.tu.edu.iq

Assist prof. Dali Khalaf Hameed AL-jubouri
Raghad sahmi Hussein Al-douri

* *Corresponding author: E-mail*
Raghad.Sahme@Gmail.com

***Keywords*:**
Hydrological analysis
water harvesting
Extraction of values
Varieties of hydrological soils
The volume of flux

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received 5 Aug. 2020
Accepted 16 Aug 2020
Available online 26 Sept 2020
E-mail
journal.of.tikrit.university.of.humanities@tu.edu.i
E-mail : adxxxx@tu.edu.iq

Hydrological Analysis of the Application of Water Harvesting Technology in Wadi AL-Luqluq Basin using the CN-SCS Method

A B S T R A C T

The research deals with the study of the valley of Anxiety Basin, which has an area of about (73.2) km^2 which is considered one of the unheard of basins. Therefore, mathematical model (CN-SCS) is adopted, which is considered one of the most important methods used to reach estimates of procedures and inputs and the use of modern geographic technologies. Because the information is provided in a very accurate and short time, it has been used programs of geographic information system (Geography information system) and remote sensing technology to obtain confidence in identifying areas with surface run off for selection optimized for water harvest l

© 2020 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: http://dx.doi.org/10.25130/jtuh.27.2020.11

التحليل الهيدرولوجي لتطبيق تقانة حصاد المياه لحوض وادي اللقلق بطريقة (CN-SCS)

أ.م. د. دلي خلف حميد الجبوري/ جامعة تكريت/ كلية التربية للعلوم الانسانية

رغد سهمي حسين الدوري

الخلاصة:

تناول البحث دراسة حوض وادي اللقلق والذي يبلغ مساحة حوالي (٧٣,٢) كم^٢ والذي يعتبر من الاحواض غير المدروسة لذلك فقد أعتمد النموذج الرياضي (CN-SCS) والذي يعد من أهم الطرق التي تستخدم للوصول الى تقديرات حجم الجريان السطحي والتي تعتمد على مجموعة من الإجراءات والمدخلات وقد تم استخدام التقنيات الجغرافية الحديثة وذلك لما توفر من معلومات في غاية الدقة وفي زمن قصير فقد تم الاستعانة ببرامج نظم المعلومات الجغرافية (Geography information system)

وتقنية الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) للحصول على دقة في تحديد المناطق ذات الجريان السطحي لاختيار الموقع الأمثل للحصاد المائي.

المقدمة

الماء هو مصدر الحياة على سطح الأرض واحد من اهم الموارد الطبيعية التي يسعى الانسان الى استغلالها اذ كانت ولا تزال تلعب دوراً مهماً في النشاط الاستيطاني للإنسان الامر الذي أدى الى تفكير من قبل الباحثين والمختصين لإيجاد حل وطريقة للاستفادة من المياه وحصادها، ويقصد بالحصاد المائي بأنه عملية جمع او حجز او جني مياه الامطار او المياه الجارية للاستفادة القصوى منها وتختلف طرق حصاد المياه باختلاف طبيعة المناخ السائد في منطقة الدراسة وطبيعة جيولوجية منطقة الدراسة ولعل من اهم الطرق المستخدمة لحصاد المياه هي طريقة (CN–SCS) وهي احد الطرق المعروفة لتقدير الحصاد المائي والتي تعتمد على مجموعة من الإجراءات وطورت هذه الطريقة من قبل إدارة صيانة التربة التابعة لإدارة الزراعة بالولايات المتحدة الامريكية (Soil Conservation Serice) عام ١٩٧٠ ووضعت صيغتها المشهورة عام ١٩٨٦ وتم تقدير الحصاد المائي وفق هذه الطريقة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد

١–١ مشكلة البحث

تتلخص مشكلة الدراسة بأن:

هل لمكونات وطرق حصاد المياه إثر على التقييم المائي وتقدير حجم السيح السطحي في حوض وادي اللقلق؟

١–٢ فرضية البحث

إن مكونات وطرق حصاد المياه قد تساهم بشكل فعال على معرفة التقييم المائي للحوض وتقدير حجم السيح السطحي.

١–٣ أهمية البحث

تأتي أهمية البحث من خلال تحديد وجمع المعلومات وكافة المعايير وتوفير قاعدة بيانات هيدرولوجية لحوض وادي اللقلق بكونه من الاحواض غير المرصودة وخاصة ان كافة تلك البيانات سوف تساهم في معرفة المناطق المناسبة لحصاد المياه فضلاً عن كونه يساهم في تقدير حجم الجريان السطحي المائي.

١-٤ هدف البحث

يهدف البحث الى تقدير حجم الجريان السطحي في حوض وادي اللقلق بالاعتماد على مجموعة من البرمجيات ومنها برنامج Global Mapper لاستخراج بعض الخصائص الهيدرولوجية لحوض منطقة الدراسة.

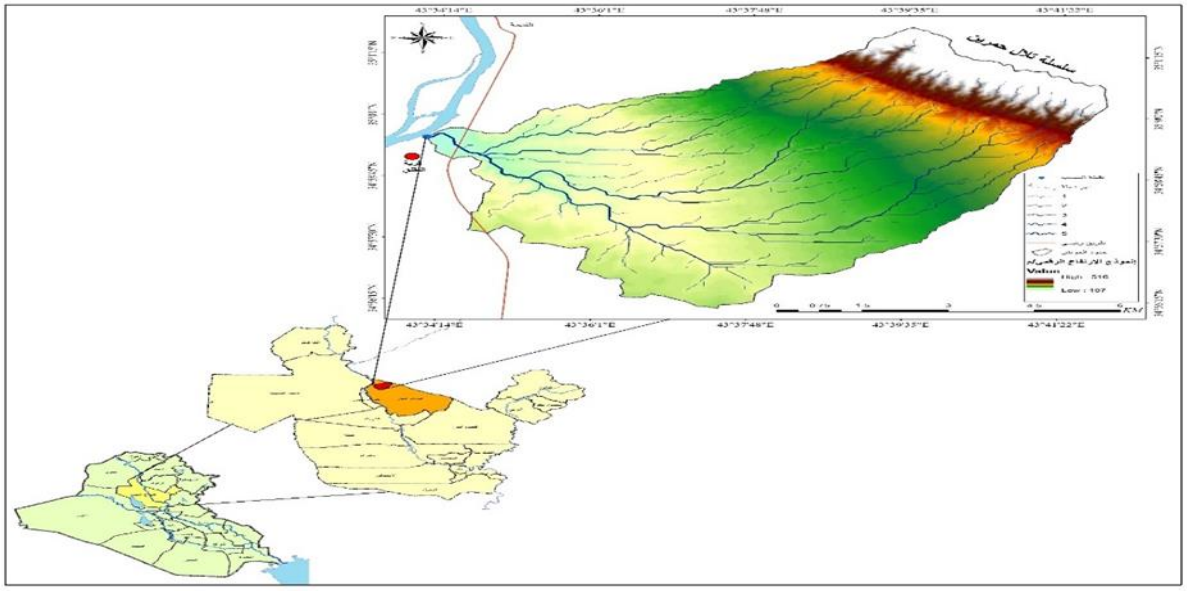
١-٥ منهجية البحث

فقد تم استخدام المنهج الاستقرائي الذي يقوم على تقصي الحقائق والمعلومات من المصادر والمرجع والمنهج الكمي الذي يختص باستخدام الطرق التجريبية الكمية في معالجة الاشكال الأرضية ومتغيراتها، إضافة الى المنهج التقاني المعاصر في استخدام التقنيات الحديثة التي ساهمت في رسم الخرائط الرقمية لغرض اختزال الوقت والجهد.

١-٦ موقع منطقة الدراسة

يقع حوض وادي اللقلق بمساحته البالغة (٧٣,٢) كم^{٢}، احداثيا بين خطي طول ("43°41'57.36 و43°34'1.107) شرقاً، وبين دائرتي عرض ("35°1'47.866 و "34°56'8.837) شمالاً يحدها من ناحية الشمال والشمال الشرقي تلال حمرين ومن ناحية الغرب نهر دجلة ومن ناحية الشرق أراضي منطقة ربيضة اما من الشمال الغربي فتقع منطقة الفتحة.

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي وخريطة صلاح الدين بمقياس رسم١/ ٢٥٠٠٠٠ وخريطة العراق الادارية بمقياس رسم ١/١٠٠٠٠٠ باستخدام برنامج Arc GIS10.6.1

١- ٧ حصاد المياه (Water Harresting)

يطلق مصطلح الحصاد المائي على أية عملية مورفولوجية أو كيميائية او فيزيائية تنفذ على الأرض من اجل الاستفادة من مياه الامطار سواء بطريقة مباشرة عن طريق تمكين التربة من تخزين اكبر قدر ممكن من مياه الامطار الساقطة عليها وتخفيف سرعة الجريان الزائد عليها هذا الامر من شأنه ان يسهم في تقليل الانجراف او بطريقة غير مباشرة وذلك بتجميع مياه الجريان السطحي في منطقة تصريف وتخزين غير معرضة للانجراف واستخدامها لأغراض الري للمحاصيل الزراعية او للشرب او سقاية للحيوان او تغذية المياه الجوفية[١] ويمكن تعريف حصاد المياه بطريقة أخرى بأنه عملية جمع او حجز او جني مياه الامطار او المياه الجارية للاستفادة القصوى منها ، وتختلف طرق حصاد المياه باختلاف طبيعة المناخ السائد في منطقة الدراسة وطبيعة جيولوجية المنطقة أيضا، حيث يتوجب اتباع افضل السبل والطرق الهيدرولوجية لغرض تحقيق جدوى اقتصادية مثلى وتحقيق منافع مائية لجميع مجالاتها والتي من أهمها النشاط الزراعي وسد احتياجات الانسان [٢]

١-٨ مكونات طرق حصاد المياه

١-منطقة المستجمع المائي

وهي جزء من الأرض التي يجري فوقها ماء المطر بشكل سيح سطحي باتجاه منطقة الهدف ويمكن ان تكون مساحة منطقة المستجمع أمتار مربعة او كيلومترات وعلى ان تكون مجاورة لمنطقة الهدف او بعيدة عنها [٣]

٢- وسيلة التخزين.

وهي تلك المنطقة التي تخزن الماء من وقت حدوث السيح السطحي الى حين استهلاكه لأي غرض ويمكن ان يكون خزن الماء في مقد التربة حيث تنمو المحاصيل الزراعية او في خزانات سطحية او في طبقات صخرية مائية في الأرض

٣- المنطقة المستهدفة (الهدف)

وهي المنطقة التي تستخدم فيها المياه التي تم حصادها والتي يتم الاستفادة منها في الإنتاج الزراعي والاستخدامات البشرية الأخرى

١- ٩ العوامل المؤثرة على كمية الحصاد المائي

١-خصائص سطح التربة: - وتؤثر خصائص سطح التربة تأثيرا مباشرا على كمية ومعدل المياه المخزونة ومن خلال عدة عوامل ومنها

أ- طول السطح: - اذ يلعب طول سطح التربة دور كبير ومباشر في مساحة التخزين وعلى الفترة الزمنية اللازمة للتخزين وعلى كمية ما يخزن من مياه عليها

ب- الميل: - لميل السطح دورا بارزا غي عملية تخزين المياه اذ عند اختيار منطقة الحجز يجب ان لا يتجاوز الميل ٥% وفي حال زيادة الميل عن ذلك سوف يؤدي الى عمليات انجراف التربة

ج-كثافة الغطاء النباتي: - يؤثر الغطاء النباتي على الحصاد المائي اذ يظهر تأثيره من خلال ظهور البقع المائي والتي بدورها تزيد من عمليات التبخر كما انها تشكل حواجز امام المياه وبالتالي زيادة كمية التبخر [٤]

٢- خصائص هطول الامطار: - تؤثر خصائص هطول الامطار بشكل رئيسي على كمية المياه المحجوزة ومن اهم هذه الخصائص

أ- كمية الماء الهاطل: - ويقصد بها كمية ما يسقط من هطولات مطرية لمرة واحدة خلال مدة زمنية وكلما زادت كمية الهطول المطري تزداد رطوبة التربة ويمكن ان تحول فيما بعد الى مياه مخزونة [٥]

ب- شدة هطول المطر: - يقصد بها كمية الهطول المطري في مدة معينة وتقاس بالمليمتر ماء لكل ساعة وذلك خلال فترة زمنية معينة وعادة ما تكون شدة الهطل قليلة في البداية ثم تزداد مع الزمن فأذا ما تجاوزت شدة الهطل معدل الترشيح فأن ذلك يزيد من إمكانية حصاد المياه

٣- توزيع الهطولات المطرية: - ويتأثر توزيع الهطولات بوجود رطوبة مسبقة في تربة مكان حجز المياه وغالبا ما يحدث ذلك عند الفترات المطرية المتباعدة على ارض جافة مما يسبب تسرب هذه المياه خلال الشقوق وبالتالي نقص كمية المياه المحجوزة بها.

١- ١٠ طرق حصاد المياه

هنالك عدة طرق ونماذج تستخدم للوصول الى تقديرات حجم الجريان السطحي، ومن اهم هذه الطرق هي (SCS-CN) وهي احد الطرق المعروفة لتقدير الحصاد المائي والتي تعتمد على مجموعة من المعادلات والإجراءات والمدخلات ومنها معلومات عن الغطاءات الأرضية وهيدرولوجية التربة ونوع النباتات الطبيعية وكمية الامطار الساقطة[٦] وطورت هذه الطريقة من قبل إدارة صيانة التربة التابعة لإدارة الزراعة بالولايات المتحدة الامريكية (Soil Conservation Serice) عام ١٩٧٠ ووضعت صيغتها المشهورة في عام ١٩٨٦ ، اذ تعد هذه الطريقة من الطرق المتوسطة التعقيد وتم حساب الحصاد المائي وفق هذه الطريقة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية باعتماد على برنامج (Arc Gis10.4) وتقنيات الاستشعار عن بعد للحصول على دقة في تحديد المناطق ذات الجريان السطحي لاختيار الموقع الأمثل للحصاد

المائي وبناء السد اذ تعمل هذه الطريقة مع وحدات الخلية بكسل وللأبعاد (٣٠,٣٠) متر ويتم التعبير لطريقة (SCS–CN) رياضيا بالشكل الاتي

$$Q = \frac{(p-Ia)2}{(p-Ia)+S} \quad \text{.....معادلة (١)}$$

حيث ان:

Q = عمق الجريان السطحي (بوصة).

P = الأمطار الساقطة (بوصة).

Ia= المستخلصات الأولية قبل الجريان السطحي كالترب والاستقبال من قبل النبات والتبخر (بوصة)

S = التجمع السطحي الأقصى بعد بداية الجريان السطحي (بوصة) ووجد إن Ia تعادل خمس قيمةS

ويتم حساب Ia عن طريق المعادلة الاتية:

$$Ia = 0.2S \quad \text{.....معادلة (2)}$$

ويتم احتساب S بالصيغة الرياضية الاتية:

$$S=\frac{1000}{CN} - 10 \quad \text{..... معادلة (3)}$$

ومن خلال جبر قيمة Sحولت المعادلة الرياضية لعمق الجريان السطحي واصبحت بالشكل الاتي:

$$Q = \frac{(p-Ia)2}{(p+0.8S)} \quad \text{..... معادلة (4)}$$

ويلاحظ من مدخلات البيانات هي بالبوصة لذلك تم إعادة صياغة المعادلة لتتوافق مع المقاييس المترية إذ ضربت الارقام الثابتة في المعادلة السابقة في (25.4) وذلك من اجل تحويلها من بوصة إلى (ملم) [٧] فأصبحت صيغة المعادلة على النحو التالي

$$S=\frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{..... معادلة (٥)}$$

ولتقدير حجم الجريان السطحي بطريقة (CN–SCS) ويمكن حسابه من خلال المعادلة الاتية [٨]

QV=(Q*A/1000) .....معادلة (٦)

حيث ان: –

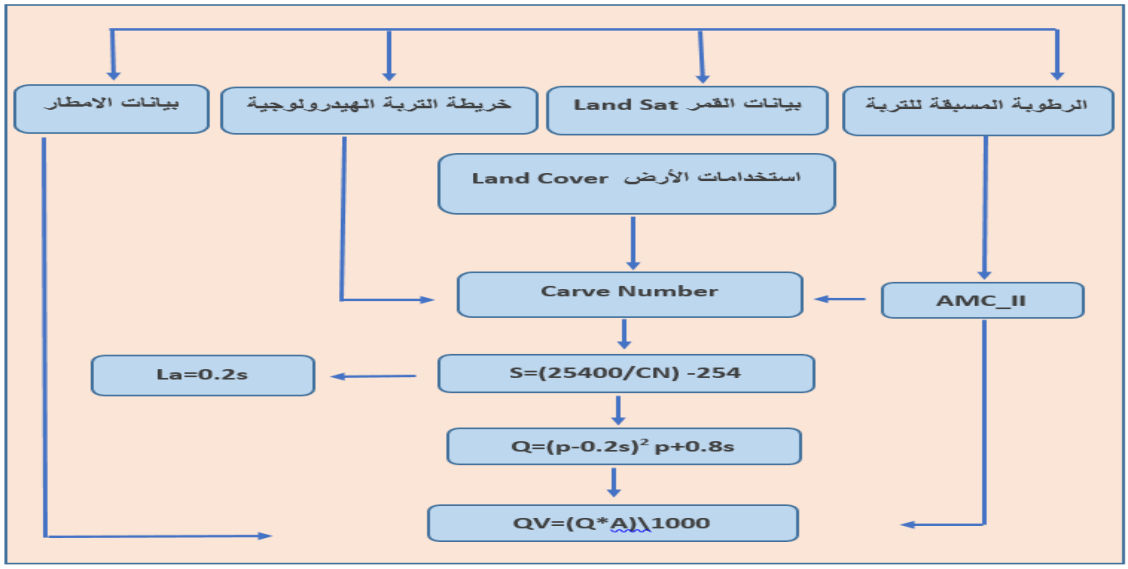
QV–: حجم الجريان السطحي.

Q: عمق الجريان السطحي.

A: مساحة حوض التصريف.

1000: معامل التحويل.

شكل (١) مخطط توضيحي لمراحل الجريان السطحي وفق طريقة (SCS)



المصدر: من عمل الباحثة

١- ١١ استخلاص قيم Carve Number (CN)

تعكس قيمة CN حالة غطاءات الأرض وهيدرولوجية التربة من حيث قدرتها على امتصاص المياه وهي بذلك مؤشر لمدى استجابة حوض التجميع للجريان السطحي[٩] وتعتمد هذه الطريقة على سلسلة من المعادلات الرياضية بالاعتماد على المعلومات المتوفرة عن الغطاء الأرضي وانماط استخداماتها وهيدرولوجية التربة وكمية الامطار وتنحصر قيم(CN) بين (٠-١٠٠)[١٠] وان قيمة (CN) التي تتجه نحو (١٠٠) تدل على التربة والاسطح غير منفذه للمياه واكثر صماته ، واما قيمة (CN) التي تتجه نحو (٠) فهذا يدل على ان السطح يكون منفذ للمياه وان الأرض ذات قابلية عالية من النفاذية ، وان قيمة (CN) تعتمد على ثلاثة عناصر هي الحالة المسبقة لرطوبة التربة وغطاءات الأرض والمجموعة الهيدرولوجية ، وللحصول على قيم (CN) هو اجراء عملية الدمج لطبقتي المجموعات وبين طبقة غطاءات الأرض (استعمالات الأرض) وذلك بعد ترميز (Gode) لكل طبقة بقيم تختلف عن القيم الموجودة في الطبقة الأخرى والسبب في ذلك لكي لا يدمج البرنامج الفئات التي لها نفس القيمة وقد تم دمج طبقتين لطبقة استعمالات الأرض وطبقة الترب الهيدرولوجية من خلال وظيفة (Combine) في برنامج (Arc Gis10.4) وبالتالي تظهر قيمة (CN) للحوض[١١]

١- ١٢ وصف الغطاء الأرضي (Land Cover Description)

يقصد به توضيح أصناف الغطاء النباتي المنتشر في حوض وادي اللقلق والتي يتم اشتقاقها عن طريق المرئية الفضائية للقمر (LandSat8) وبتاريخ وبدقة تمييزية ومن خلال الاعتماد على التصنيف الموجة

(Supervised Classification) والذي يعتمد على معلومات سابقة من المجموعة الطيفية الطبيعية او التجمعات القائمة في المرئية وما توصلنا اليه بالدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة ومن ثم اخضاع بيانات القمر الاصطناعي لمراحل عديدة من المعالجات عبر بيئة برنامج (Arc Gis10.6.1) ويمكن تصنيف وتحديد أصناف استعمالات الأرض على الشكل الاتي.

١- ارض جرداء: يقصد بها الأراضي الصخرية التي تكون غير صالحة للاستخدام البشري ولا للاستخدام الزراعي، وذلك لوجود عدد من المكاشف الصخرية لطبقات الطيات المحدبة والمنكشفة بسبب التعرية التي تعرضت لها تلك الأراضي[١٢] وهذا يعتبر السبب الرئيسي في كون تلك الأراضي خالية من النبات وتظهر تلك الأراضي في أجزاء واسعة من منطقة الدراسة وخاصة في الأجزاء الشمالية وأكثرها تركيزا في سلسلة تلال حمرين اذ يشغل هذا الصنف مساحة حوالي ٣١,٢ من مساحة حوض منطقة الدراسة ونسبة مئوية ٤٢,٦% كما هو واضح في الجدول(١) ، ولهذا الصنف انعكاس هيدرولوجي واضح لأنه يساعد في زيادة سرعة الجريان السطحي باستثناء الأراضي التي تكون فيها ترب رملية وحصوية لان المياه تتسرب فيها وبالتالي يؤثر على الجريان السطحي في المنطقة.

جدول (١) أصناف الاستعمالات الأرضية للحوض المدروس

ت	استعمالات الأرض	المساحة/كم٢	النسبة المئوية %
1	اراضي جرداء	31.2	42.6
2	مستقرات بشرية	0.7	0.9
3	غطاء عشبي	32.9	44.9
4	اراضي زراعية	8.5	11.6
5	المجموع	73.2	100

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (ArcGIS 10.6.1)

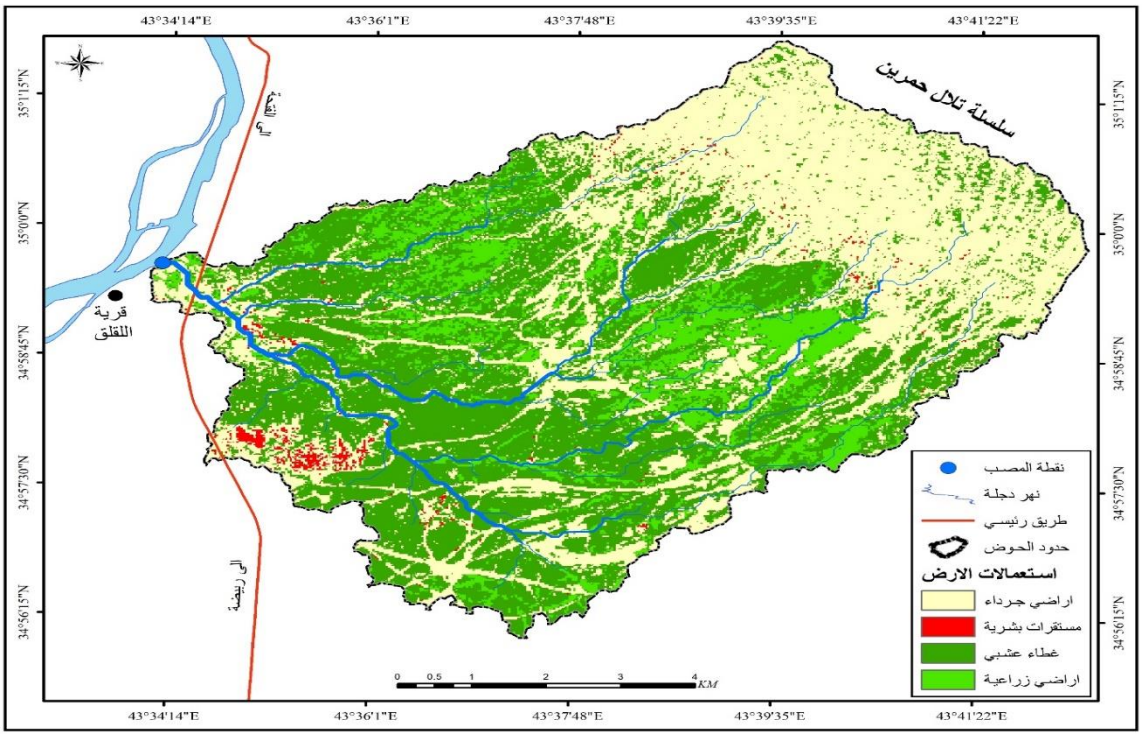
٢- مستقرات بشرية: ويقصد بالمستقرات البشرية هي المناطق التي يسكنها الانسان ويتفاعل في داخلها وله هدف معين وهو الاستقرار وكما عرفت بانها شبكة من مراكز النشاط البشري وتتراوح بين قرية صغيرة ومدينة ويمتاز حوض منطقة منطقه الدراسة بقلة اعداد المستقرات البشرية والمتمثلة بالقرى ، ويظهر هذا الصنف في أجزاء قليله من منطقة الدراسة وخاصة في الأجزاء الغربية وبالقرب من منطقة ربيضه اذ يشغل هذا الصنف اقل مساحة مقارنه مع الأصناف الأخرى اذ بلغت مساحته حوالي ٠,٧ وبنسبة مئوية ٠,٩% من مساحة حوض منطقة الدراسة وان السبب الرئيسي لعدم انتشار او تواجد المستقرات البشرية يرجع الى طبيعة الخصائص البيئية والمناخية للحوض

٣- غطاء عشبي: يشمل هذا الصنف ما يغطي المنطقة من اعشاب سواء كانت اعشاب فصلية او دائميه على مدار السنة والتي تضم نباتات او حشائش قصيرة وطويلة في اغلب منطقة الدراسة ويشغل هذا الصنف حوالي ٣٢,٩كم^{٢} وبنسبة مئوية ٤٣,٧ % من مساحة حوض منطقة الدراسة وهذا الصنف يعد

من الأصناف الأكثر انتشارا في حوض منطقة الدراسة من ناحية المساحة وكما هو موضح في الجدول (١) وهنالك علاقة عكسية بين كثافة النبات والمياه اذ كلما زادت كثافة النباتات او الأعشاب انخفضت كمية المياه الجارية والعكس صحيح.

٤- أراضي عشبية: يضم هذا الصنف جميع الأراضي الزراعية التي تغطي مساحات قليلة جدا من حوض منطقة الدراسة والتي اشتملت على الأراضي المزروعة بمحاصيل الحبوب وقد تم تمثيلها باللون الأخضر الفاتح كما هو واضح في الخريطة ويشغل هذا الصنف حوالي ٨,٥كم^{٢} وبنسبة مئوية ١١,٦% من مساحة حوض منطقة الدراسة، وان لهذا الصنف تأثير واضح وخاصة من الناحية الهيدرولوجية حيث ان وجود المحاصيل الزراعية له تأثير على عملية الجريان السطحي من حيث تسرب جزء من المياه الى التربة مما يؤدي الى حدوث ضعف في عملية الجريان

خريطة (٢) توضح أصناف الغطاء الأرضي



المصدر: اعتماداً على برنامج (ArcGIS 10.6.1) والمرئية الفضائية للقمر (LANDSAT8 ٢٠١٩)

١-١٣ أصناف الترب الهيدرولوجية

تصنف الترب الهيدرولوجية الى أربع مجاميع بحسب نموذج (SCS-CN) وفقا لمعيار معدل وسرعة انتقال المياه من خلالها وتعتمد الترب الهيدرولوجية على خصائص التربة الفيزيائية من مسامية ونفاذية والنسجة لما لها من تأثير كبير على خصائص الجريان [١٣] وان هذه المجموعات مصنفة الى (A.B.C.D) حيث ان لكل نوع مواصفات خاصة تختلف عن الأنواع الأخرى وفيما يلي الجدول الخاص بأصناف الترب الهيدرولوجية

جدول (٢) أصناف الترب الهيدرولوجية بحسب طريقة (SCS)

المجموعات الهيدرولوجية للتربة	صفات التربة
A	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة جداً من الطين والغرين رملية–رملية مزيجية او مزيجية رملية
B	طبقة رملية أقل عمق من صنفA مع معدل ارتشاح متوسط بعد ترطب التربة مزيجية غرينية او مزيجية
C	طبقة طينية محددة العمق مع معدل ارتشاح دون الوسط قبل وصول التربة إلى حالة التشبع مزيجية طينية رملية
D	طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من التربة الناعمة الغرينية في السطح مزيجية طينية–مزيجية طينية غرينية–طينية رملية–طينية غرينية –طينية

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

وقد تم تحديد أصناف الترب الهيدرولوجية لحوض وادي اللقلق استنادا الى معطيات خريطة تصنيف الفاو للتغذية (F.A.O) ٢٠٠٦ كما سبق توضيحه في الفصل الثاني إضافة الى نسجه التربة وهذا يبين وجود ثلاثة أنواع من الترب ضمن منطقة الدراسة وقد تم حساب مساحة كل نوع من هذه الأنواع وكما في الجدول (٣).

جدول (٣) أصناف الترب الهيدرولوجية للحوض

ت	مستويات الترب	المساحة/كم٢	النسبة المئوية
1	A	13.6	19
2	B	39.6	54.0
3	D	20.0	27
٤	المجموع	73.2	100

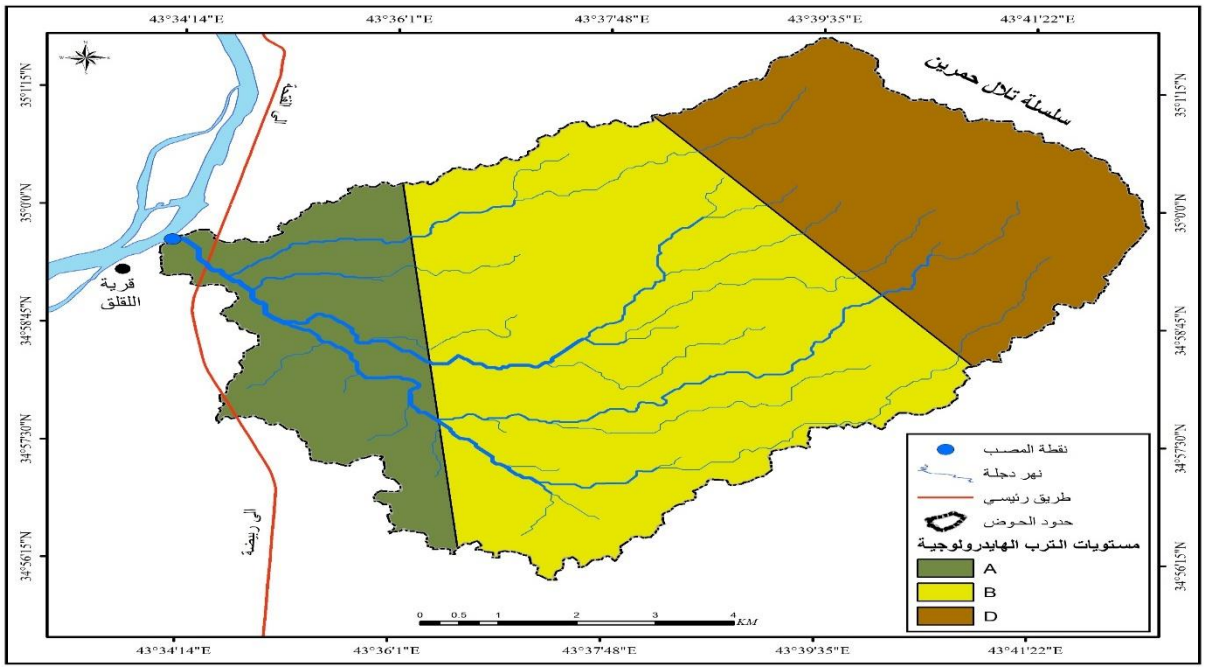
المصدر: بالاعتماد على برنامج (ArcGIS 10.6.1)

١. المجموعة الهيدرولوجية A: تمتاز هذه المجموعة بكونها ترب ذات نسجة خشنة وتحتوي على طبقة رملية عميقة [١٤] في أعالي الحوض إضافة الى كونها تحتوي على كميات قليلة من الطين والغرين وتشغل هذه المجموعة اقل جزء في الحوض من حيث المساحة اذ بلغت مساحة هذه المجموعة ١٣,٦كم^{٢} من مجموع مساحة حوض منطقة الدراسة، وتعد هذه الترب من الترب المعرضة للتصحر والسبب في ذلك يعود الى قلة كثافة الغطاء النباتي

٢. المجموعة الهيدرولوجية B: تمتاز هذه المجموعة بكونها أكثر انتشارا في منطقة الدراسة اذ شغلت مساحة ٣٩,٩كم^{٢} وبنسبة مئوية ٥٤,٠% من مساحة حوض منطقة الدراسة وهي ذات نسيج خشن

وهي اقل عمقا من المجموعة A وهي خليط من الحصى والرمل والفتات الصخري والتي تربط بينهما مواد لاحمة تتألف من السلت [١٥] وتمتاز أيضا بكونها ذات مسامية ونفاذية قليلة وتمتد في أجزاء واسعة من الحوض اذ تمتد من شمال المنطقة الى جنوبها وكما هو موضح في خريطة (٣).

خريطة (٣) توضح أصناف الترب حسب طريقة (SCS- CN)



المصدر: بالاعتماد على خريطة الفاو بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠٠ لسنة ٢٠٠٧

٣. المجموعة الهيدرولوجية D: يوجد هذا النوع من التربة في الجزء الشمالي من حوض منطقة الدراسة وبالقرب من سلسلة تلال حمرين وشغلت هذه المجموعة مساحة ٢٠,٠كم^{٢} وبنسبة مئوية ٢٧% من مجموع مساحة الحوض الكلية وتتكون من طبقة ضحلة ناعمة [١٦] اما نسجتها فهي ذات نسيج متوسط من الطمي الغريني او الطين الغريني ومما سبق ان نحو ثلثي مساحة الحوض عبارة عن ترب هيدرولوجية من الفئتين (B.D) وتمتاز هذه الترب بكونها ضعيفة التصريف وبالتالي تساعد على نشوء جريان سطحي عالي في حوض وادي اللقلق

١- ١٤ الحالة المسبقة لرطوبة التربة (Antecedent Soil Moisture condition)

إن الحالة المسبقة لرطوبة التربة لها دور مهم في حجم الجريان السطحي كما انها مؤشر للمحتوى الرطوبي للتربة قبل العاصفة المطرية ونتيجة لما ذكر قامت طريقة (SCS) بتطوير العمل على هذا الجانب لتقدير (CN) لذا فقد تم الاعتماد على ثلاث مستويات لرطوبة التربة المستوى الأول (ACI) هو الحد الفاصل للترب الجافة والمستوى الثاني (ACII) يظهر الحالة الاعتيادية للتربة، اما المستوى الثالث (ACIII) والذي يشترط فيه سقوط امطار خفيفة الى غزيرة مع انخفاض في درجات الحرارة وذلك خلال الأيام الخمسة السابقة لحساب الجريان السطحي اذ تكون التربة مشبعة بالمياه[١٧] وان لهذه المستويات قيم (CN) خاصة بها وفي هذه الدراسة حدد المستوى الثاني لرطوبة التربة والمتمثلة بالحالة الطبيعية

الاعتيادية لاحتساب خصائص الجريان السطحي لحوض وادي اللقلق ، وبعد استكمال المتغيرات الثلاثة قد تم الحصول على قيم (CN) ومن خلال عملية تقاطع (enter section) بين طبقتي عطاءات الأرض والمجموعة الهيدرولوجية للتربة على ان الحالة المسبقة لرطوبة التربة هي الحالة المعتدلة (AMCII) وفيما يلي الجدول الخاص بقيم (CN)

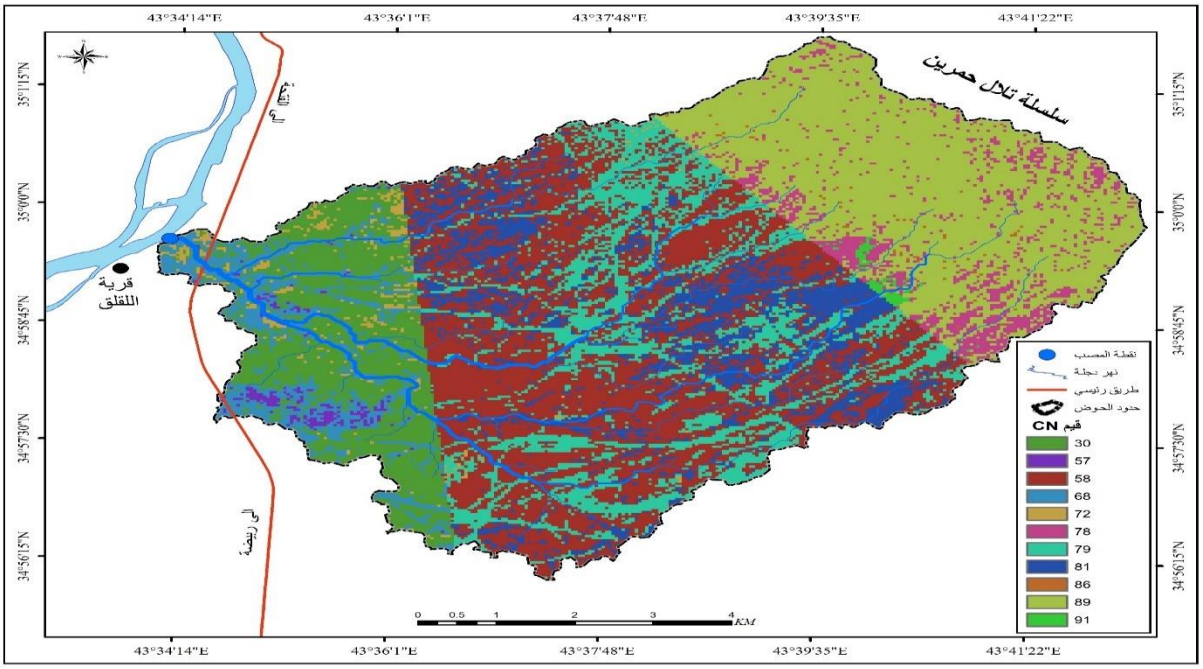
جدول (٤) قيم (CN) للحوض منطقة الدراسة.

ت	قيم CN	المساحة/كم٢	النسبة%
1	30	8.60	11.7
2	57	0.43	0.6
3	58	21.66	29.6
4	68	3.79	5.2
5	72	0.86	1.2
6	78	2.84	3.9
7	79	10.59	14.5
8	81	7.16	9.8
9	86	0.11	0.1
10	89	16.83	23.0
11	91	0.36	0.5
المجموع	المعدل = ٧١,٧	73.23	100.0

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (ArcGIS 10.6.1)

ومن خلال ملاحظة جدول (٤)، فقد اتضح ان القيم المعبرة ل(CN) وقد بلغ عددها (١١) قيمة وتراوحت ما بين (٥٨) للمناطق الاكثر نفاذية للمياه وأوطئ قدرة على انتاج جريان مائي سطحي ومآبين القيمة (٨٦) للمناطق الاقل نفاذية للمياه وذات قدرة كبيرة في انتاج الحريان المائي السطحي وعدم نفاذية التربة للمياه والسبب في ذلك يعود لكون جميع هذه القيم هي اعلى من قيمة الوسيط البالغ (٥٠) وان أكثر مساحة تشغلها قيم CN هي القيمة (٥٨) اذ بلغ مجموع المساحة التي تشغلها (٢١,٦٦) كم^{٢} وشكلت نسبة (٢٩,٦) % من مساحة الحوض الكلية وتأتي بالمرتبة الثانية القيمة (٨٩) اذ بلغ مجموع المساحة التي تشغلها (١٦,٨٣) كم^{٢} وشكلت نسبة (٢٣,٠) % اما باقي القيم فقد شغلت أجزاء متباينة في الحوض الكلي وبلغ المعدل الإجمالي للحوض (٧١,٧) وهذا دليل بأن سطح الحوض ينتج جريان مائي سطحي.

خريطة (٤) توضح قيم (CN)



المصدر: اعتمادا على طبقتي غطاء الأرض وفئات التربة وبرنامج (ArcGIS 10.6.1)

١. حساب معامل الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي (S)

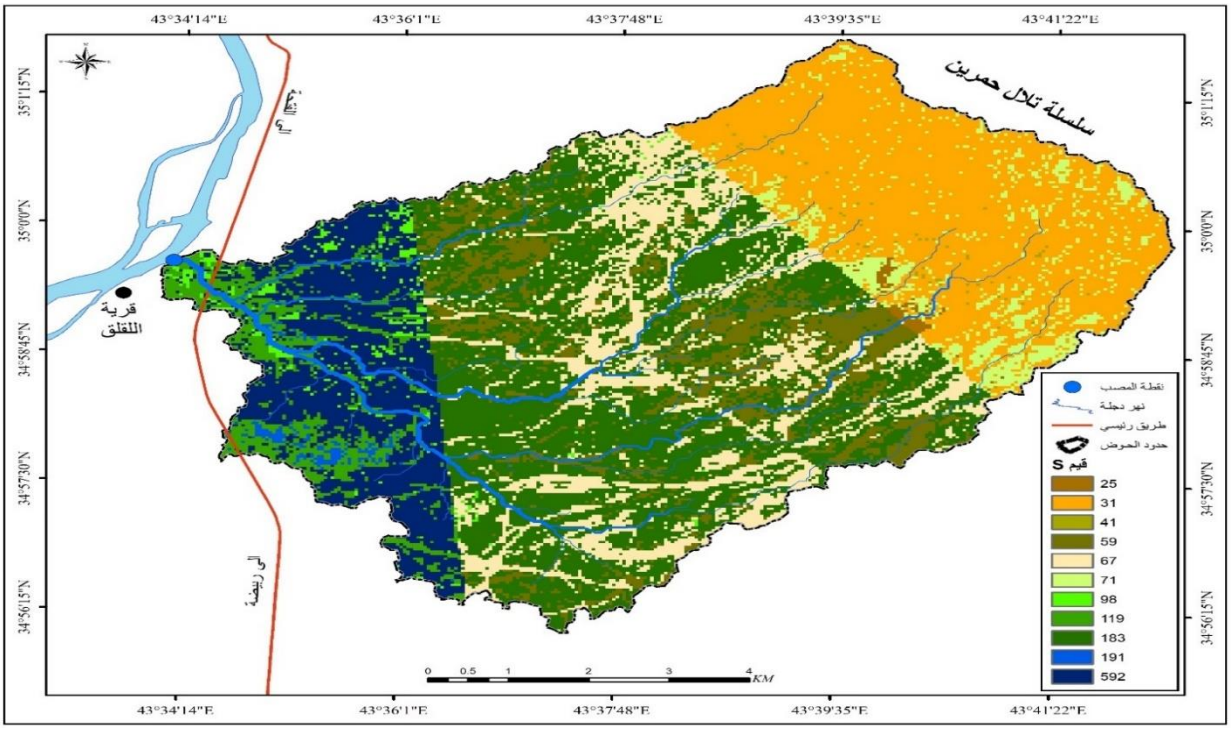
يمثل معامل (s) (Potential Maimum Retention After Runoff) الامكانية القصوى للاحتفاظ بالماء او حبسة في التربة بعد الجريان السطحي وهذا المعامل يصف حالة التربة المشبعة بالماء بعد الجريان أي بعد عملية التسرب وهنالك تباين في سمك طبقة التربة المشبعة بالماء تبعا لنوع التربة ومدى قابليتها على امتصاص الماء خلال مدة تساقط الامطار ومن خلال ذلك يمكن التأكد ان هذا المعامل له علاقة مباشرة بنوع التربة ونوع الاستعمال الأرضي[١٨] اذ تعكس القيم المرتفعة للمعامل (S) ارتفاع قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء ومن ثم انخفاض كمية الجريان السطحي في حين تعكس القيم المنخفضة انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء مما ينعكس على توفير كمية اكبر من مياه الجريان السطحي ، وقد حسبت قيمة (S) اعتمادا على وفق المعادلة (٥) ومن ثم استخراج النتائج ضمن برنامج (Arc Gis) باستخدام (raster calculator) للحصول على قيم ونتائج والتي تراوحت بين (٢٥) ملم وهي الأقل قدرة على الاحتفاظ بالماء على سطحها وبين (٥٩٢) ملم للأجزاء الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء والتي لا تساعد على إتمام عملية الجريان السطحي وهذا يدل على حدوث جريان سطحي عالي ويثبت ذلك صحة نتائج قيم (CN) ومن خلال ملاحظة الجدول الخاص بقيم (S) والخريطة (٥)، قد تبين ان القيم المعبرة عن معامل (S) في حوض الدراسة بلغت (١١) قيمة تراوحت بين (٢٥-٥٩٢) وان اعلى قيمة لمعامل (S) من حيث المساحة والنسبة المئوية هي (١٨٣) حيث شغلت مساحة ٢١,٧٧كم^{٢} وبنسبة مئوية ٢٩,٧٢ % في حين ان القيمة الأدنى لمعامل (S) هي القيمة (٤١) اذ شغلت مساحة ٠,١١كم^{٢} وبنسبة مئوية ٠,١٥% وتباينت المساحة التي تشغلها باقي القيم وكما موضح في جدول (٥).

جدول (٥) يوضح قيم (S)

ت	قيم S	المساحة/كم٢	النسبة%
1	25	0.23	0.32
2	31	16.94	23.13
3	41	0.11	0.15
4	59	7.12	9.73
5	67	10.61	14.49
6	71	2.70	3.69
7	98	0.84	1.14
8	119	3.77	5.15
9	183	21.77	29.72
10	191	0.47	0.64
11	592	8.67	11.84
المجموع		73.23	100.00

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة (S) ومخرجات برنامج (ArcGIS 10.6.1).

خريطة (٥) تبين قيم (S) لحوض منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على طبقتي غطاء الأرض وفئات التربة وبرنامج (ArcGIS 10.6.1)

٢. حساب معامل الاستخلاص الاولي للحوض Ia

يعكس معامل الاستخلاص الاولي (Initial abstraction) مقدار الفاقد من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي عن طريق التبخر او من خلال اعتراض المياه من قبل النباتات اذ يعد معامل الاستخلاص الاولي أحد اهم العناصر المهمة في المعادلة (٢) والتي من خلالها يتم استخراج جميع القيم لغرض تقدير كمية الجريان السطحي وكما هو معلوم ان لهذا العامل علاقة وثيقة بالتربة وغطاءات الأرض وارتباطه أيضا بالمعامل (S) [١٩] وكما قد تبين في المعادلة الخاصة بـ (Ia) اذ يمثل خمس قيمة (S) وتحسب كالاتي:

$$Ia=0.2S$$

حيث ان:

Ia = التجريد الاولي (ملم)

S = قيمة الاحتجاز القصوى (ملم)

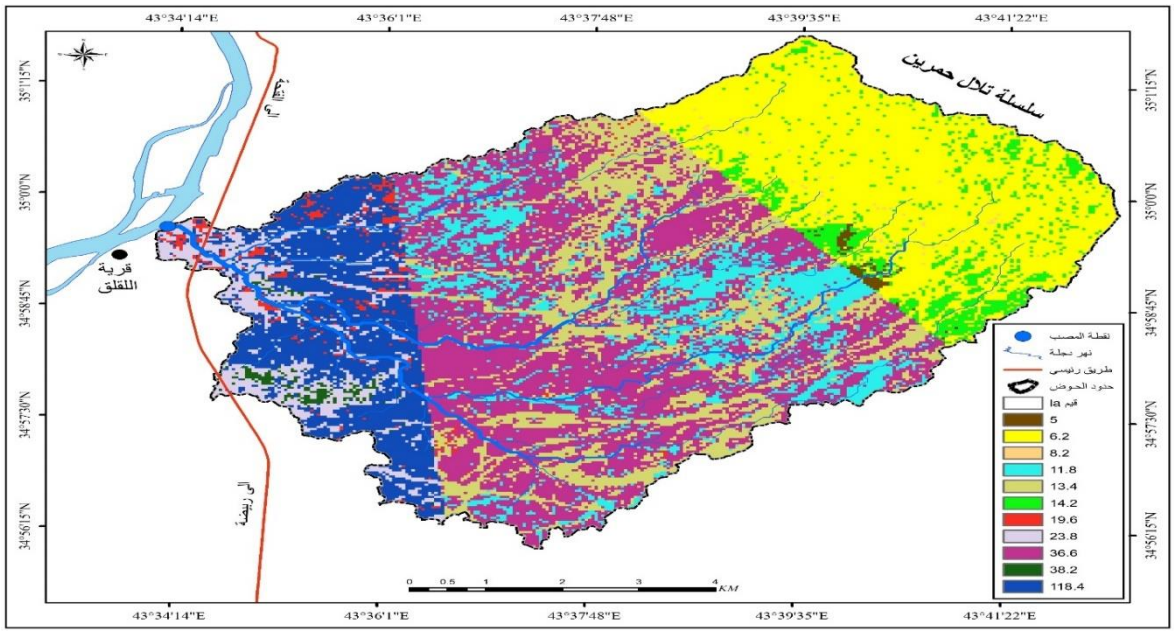
وان القيم المنخفضة للاستخلاص الاولي والتي تقترب قيمتها من (الصفر) تدل على قلة الفاقد من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي مما يساعد على التسريع في عملية الجريان السطحي او يصبح معدل (Ia) مساويا لمعدل المياه الجارية على السطح اذ بلغت قيمة الوسيط للمعامل(Ia) (٥٠,٨) ملم ، اما اذا ارتفعت قيمة معامل الاستخلاص الاولي عن الوسيط فأن ذلك يدل على فقدان كميات اعلى من الامطار وبالتالي انخفاض في كميات المياه الجارية على السطح[٢٠] وقد امكن حساب قيم المعامل لحوض وادي اللقلق بواسطة برنامج (Arc Gis) ومن خلال الأداة (Raster Calculator) ضمن قائمة التحليل المكاني (Spatial Analyst) وتم احتساب المعادلة لتنتج لنا خريطة (Raster) تظهر فيها البكسلات ذات القيم المتشابهة بلون معين إضافة الى مساحة ونسب تلك القيم ومن خلال ملاحظة الجدول الخاص بقيم (Ia) اتضح ان القيم بلغ عددها (١١) قيمة ، اما بالنسبة للقيمة التي شغلت اعلى مساحة ونسبة مئوية هي القيمة (٣٦,٦) والتي شغلت مساحة (٢١,٧٧)كم^{٢} ونسبة مئوية (٢٩,٧٢) % واتضح أيضا ان القيم تراوحت بين (٥) ملم لأقل فاقد اولي لمياه المطر وبين (١١٨,٤) ملم لأعلى فاقد وهذا له انعكاس هيدرولوجي يوضح ان عموم منطقة الدراسة يمكنها توليد جريان سطحي بكميات كبيرة وذلك لان بعض القيم ظهرت دون الوسيط المذكور أعلاه (٥٠,٨) ملم.

جدول (٦) قيم (Ia)

ت	قيم Ia	المساحة/كم٢	النسبة%
1	5	0.23	0.32
2	6	16.94	23.13
3	8.2	0.11	0.15
4	11.8	7.12	9.73
5	13.4	10.61	14.49
6	14.2	2.70	3.69
7	19.6	0.84	1.14
8	23.8	3.77	5.15
9	36.6	21.77	29.72
10	38.2	0.47	0.64
11	118.4	8.67	11.84
المجموع		73.23	100.00

المصدر: بالاعتماد على معادلة (Ia) ومخرجات برنامج (ArcGIS 10.6.1) .

خريطة (٦) توزيع قيم (Ia) لحوض منطقة الدراسة



المصدر: – بالاعتماد على معادلة (Ia) على برنامج (Arc GIS10.6.1).

٣. اعماق المطر السنوي في حوض وادي اللقلق

تعتبر الأمطار المصدر الرئيسي للجريان السطحي اذ تتأثر كميات المياه الجارية بغزارة التساقط المطري فمع زيادة الامطار الساقطة يزيد من كميات الجريان السطحي ويحدث العكس مع انخفاض

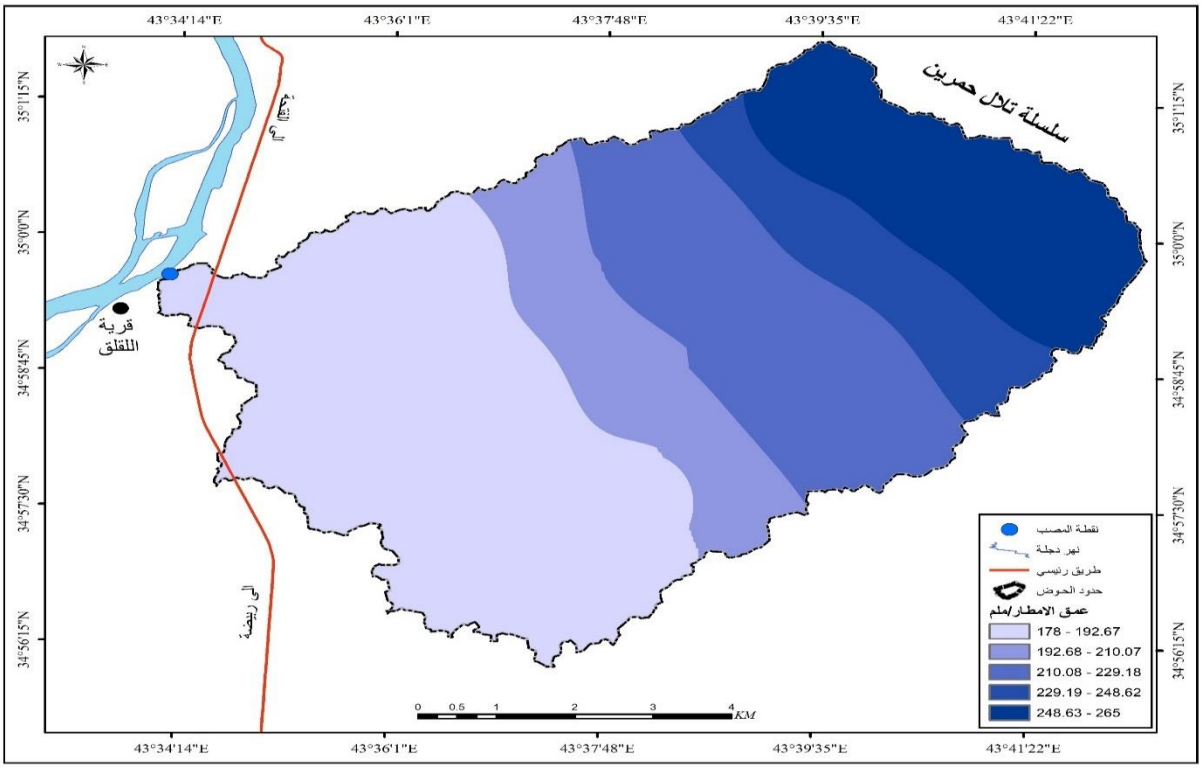
كميات الامطار حيث تعكس انخفاض مقدار او كمية المياه الجارية وخاصة ان الامطار (P) تعتبر احد اهم العناصر الرئيسية في معادلة عمق الجريان السطحي (Q)[٢١] ولذلك فقد تم الاعتماد في استخراج كميات الامطار على انموذج (مهمة قياس هطول الامطار الاستوائية) (TRMM) (Tropical Rainfall Measuring Mission) وان السبب الاساسي في اختيار هذا النموذج لكونه يعطي كمية الامطار على مستوى البكسل بمقاييس يومية وشهرية وسنوية وبدقة تميزية (١٠٠) م، وقد تم على محطة بيجي لكونها قريبة من منطقة الدراسة للتوصل الى اعماق تساوي المطر في منطقة الدراسة ونلاحظ من دراستنا الحالية بأن اعماق تساوي المطر في حوض وادي اللقلق تراوحت بين (١٧٨ – ٢٦٥) وبمعدل (٢٢١,٢) وكما هو موضح في جدول (٧)، وخريطة (٧).

جدول (٧) اعماق تساوي المطر في حوض وادي اللقلق

ادنى عمق تساوي المطر	اعلى عمق تساوي المطر	معدل عمق المطر
١٧٨	265	221.5

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الخريطة (٧).

خريطة (٧) اعماق تساوي المطر في حوض وادي اللقلق



المصدر: – اعتمادا على نموذج (H) وبرنامج (ARC GIS10.6.1)

وان هذه القيم لها انعكاس هيدرولوجي مهمة وإيجابية حيث تؤكد بان حوض منطقة الدراسة يستقبل سنويا كميات كافية من الامطار الساقطة مما يجعل الحوض قادر على انتاج جريان سطحي مائي وخاصة اذا كان متزامنا مع انخفاض درجات الحرارة وقلة التبخر في فصل الشتاء وهذا يزيد من حجم الجريان المائي بسبب قلة الفاقد الجرياني وتزداد إمكانية حصاد المياه واستثمارها في مختلف القطاعات.

٤. عمق الجريان السطحي السنوي Q

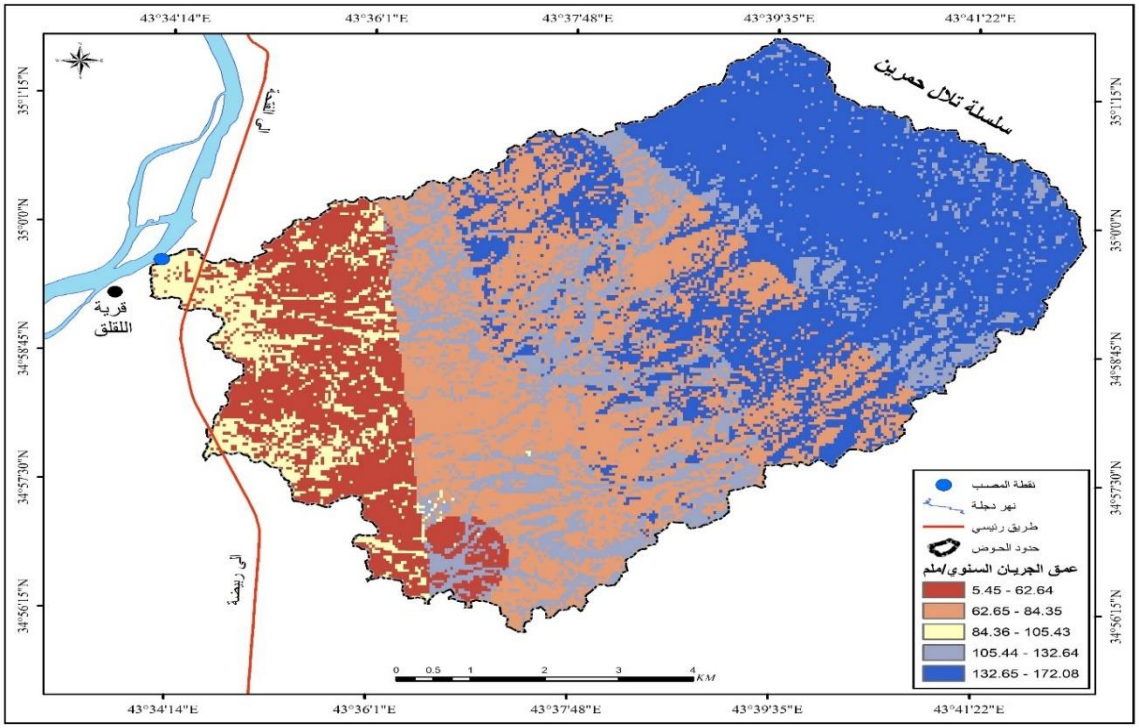
عمق الجريان السطحي هو نتيجة تفاعل زخة مطرية معينة مع خصائص ومكونات حوض التصريف ولذلك كلما اختلف نوع الغطاء الأرضي ومقدار مساميته يختلف عمق الجريان السطحي الذي يشكل على سطحه ، وفي هذه الحالة ان الأرقام المنحنية هي العنصر المتغير والمتحكم في تباين عمق الجريان السطحي[٢٢] بين أجزاء الحوض ويتحدد عمق الجريان السطحي بفترة زمنية تبدا مع تساقط الامطار على سطح الأرض وتنتهي عندما يصب في المجرى المائي ، اذ تم تقدير عمق الجريان السطحي (Q) لدراسة حوض وادي اللقلق اعتمادا على مكونات الغطاء الأرضي والمعبرة عنها بقيمة (CN) وحساب المعدل السنوي للأمطار الساقطة على أجزاء الحوض ولغرض احتساب عمق الجريان فقد تم الاعتماد على استخدام الحاسبة الخلوية (Raster Calculator) ضمن قائمة المحلل المكاني (Spatial Analyst) في بيئة برنامج (Arc Gis) ومن ثم حساب عمق الجريان السطحي لكل خلية في الحوض وفق المعادلة (١) التي تم ذكرها سابقا ، ومن خلال ما موضح في الجدول والخريطة ان قيم أعماق الجريان السطحي تراوحت بين (١٧٢,٠٨-٥,٤٥) وبلغ معدل عمق الجريان السطحي قد بلغ (١٨٩,٥) وقد ظهرت القيمة (١٧٢,٠٨) ملم في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والتي شغلت اعلى مساحة ونسبة مقارنة مع القيم الأخرى اذ بلغت مساحتها (١٩,٦٨) كم^{٢} وبنسبة مئوية (٢٦,٨٨) % ، في حين ظهرت اقل القيم والتي هي (٥,٤٥) ملم في نهاية الحوض في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية والتي شغلت اقل مساحة (٨,٩١) كم^{٢} وبنسبة مئوية (١٢,١٧) % ، وهذا يشير الى ارتفاع معدلات الجريان في بداية الحوض مع زيادة في كميات التساقط وارتفاع معدلات الانحدار فتتدفق المياه بسرعة في الحوض لتتجمع وسط الحوض وتتجة نحو منطقة المصب على نهر دجلة .

جدول (٨) تقديرات عمق الجريان السنوي (Q) لحوض وادي اللقلق

ت	عمق الجريان السنوي/ملم	المساحة/كم٢	النسبة %
1	5.45 - 62.64	8.91	12.17
2	62.65 - 84.35	15.00	20.48
3	84.36 - 105.43	11.51	15.71
4	105.44 - 132.64	18.13	24.76
5	132.65 - 172.08	19.68	26.88
	المعدل = ١٨٩,٥	73.23	100.00

المصدر : - اعتماداً على معادلة (Q) بحسب طريقة (SCS) وبرنامج (ArcGIS 10.6.1).

خريطة (٨) توزيع قيم عمق الجريان السطحي السنوي/ ملم في حوض وادي اللقلق



المصدر: – بالاعتماد على مخرجات برنامج (ArcGIS 10.6.1) ومعادلة عمق الجريان.

٥. حجم الجريان السنوي QV لحوض وادي اللقلق

إن حجم الجريان السنوي (Run Off Volume) يعبر عنه بأنه مجموع الجريان الى مساحة الحوض ويعتبر حجم الجريان السطحي من الدراسات الهيدرولوجية الهامة [٢٣] حيث تم تقدير حجم الجريان السطحي (QV) في الدراسة الحالية لحوض وادي اللقلق اعتمادا على حساب عمق الجريان السطحي (Q) التي تم الحصول عليها، وبعد ذلك فقد تم احتساب حجم الجريان السنوي (QV) وفق المعادلة الاتية

QV= (Q * A / 1000)

حيث ان

QV=حجم الجريان السطحي

Q=عمق الجريان

A=مساحة حوض التصريف

١٠٠٠= معامل التحويل

وقد تم استخدام التقنيات الحديثة وبرنامج (Arc Gis10.8) وبعد استخراج قيمة Q لكل بكسل بوجود المساحة الخاصة لكل بيكسل والتي قدرها ٣٠×٣٠ مما اعطى مساحة ثابتة لكل البكسلات والتي قدرها (٩٠٠) م^{٢} وعند تطبيق معادلة حجم الجريان السنوي (QV) ظهرت النتائج اذ بلغ حجم الجريان السنوي الكلي للحوض (١٦٣٠٢١٧٩,٢) م^{٣} من المياه سنويا واظهر الحوض تفاوتا في قيم حجم الجريان اذ ان اعلى حجم جريان سنوي يقع ضمن الفئات (٣١٧٧٨٧٦,٨–٢٥٦٢٤٣٧,٩) م^{٣} اذ وصل حجم الجريان

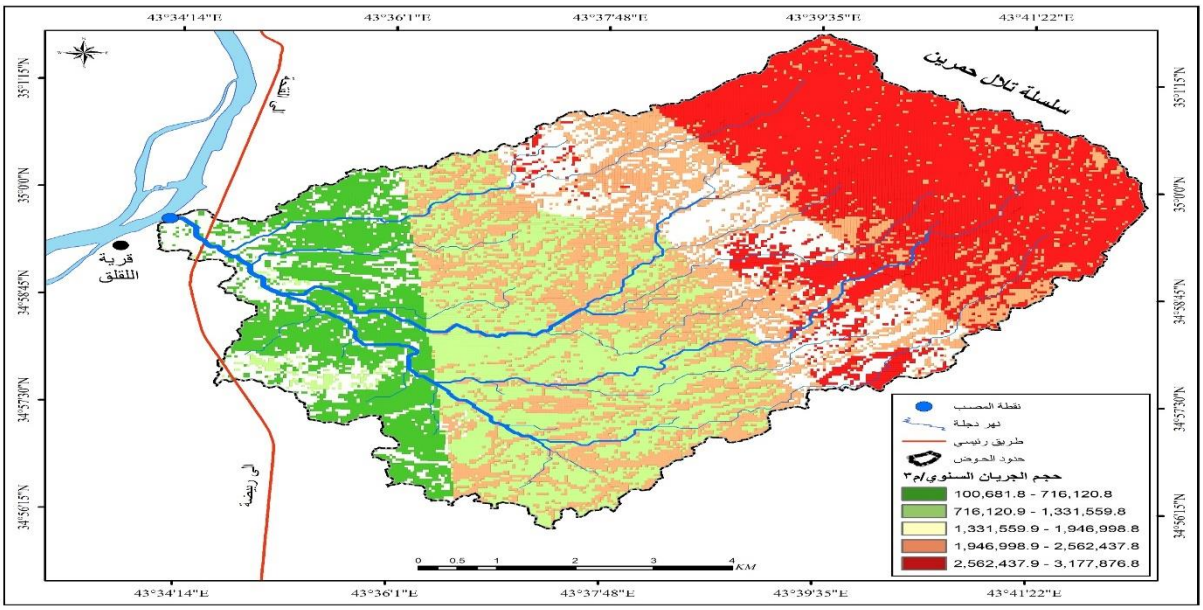
السنوي الى (٥٧٤٠٣١٤,٧) م^{٣} وتحتل هذه الفئة نسبة مئوية (٣٥,٢١)% من مساحة المنطقة المدروسة ، فيما بلغت اقل كميات جريان سنوي ضمن الفئة (٧١٦١٢٠,٨-١٠٠٦٨١,٨) والتي تكون الفئة الأولى اذ بلغ حجم الجريان فيها (٧٢٦١٨٨,٩) م^{٣} وبنسبة (٤,٤٥)% كما هو واضح في الجدول(٩) والخريطة ومع ذلك نستنتج بأن الحوض يولد جريان سطحي وبكميات كبيرة يمكن توظيفها والإفادة منها في جوانب تطبيقية تنموية يمكنها النهوض بالواقع الاقتصادي للدولة

جدول (٩) يبين حجم الجريان السطحي لحوض وادي اللقلق

ت	الفئات	حجم الجريان/م٣	النسبة %
1	100681.8 - 716120.8	726188.9	4.45
2	716120.9 - 1331559.8	2047680.2	12.56
3	1331559.9 - 1946998.8	3278558.7	20.11
4	1946998.9 - 2562437.8	4509436.7	27.66
5	2562437.9 - 3177876.8	5740314.7	35.21
	المجموع	16302179.2	100.00

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً الخريطة (٩) وعلى برنامج(Arc Gis 10.6.1)

خريطة (٩) حجم الجريان السطحي السنوي QV (م^{٣}) لحوض وادي اللقلق



المصدر: - بالاعتماد على مخرجات برنامج (ArcGIS 10.6.1) ومعادلة حجم الجريان

الاستنتاجات:

١- لقد تم الاعتماد على طريقة CN-SCS للوصول الى حجم الجريان السطحي والتي تعد من اهم الطرق والتي تعتمد على مجموعة من الإجراءات والمدخلات

٢- من خلال مرئية (Landsat 8) ومن تطبيق التصنيف الموجة تم التعرف على أصناف استعمالات الأرض في حوض الدراسة وتبين ان الصنف الأكثر انتشارا هو صنف الغطاء العشبي ويليه صنف الأراضي الجرداء ثم صنف الأراضي الزراعية وأخيرا صنف المستقرات البشرية

٣- من خلال خريطة الترب الهيدرولوجية ومعطياتها تبين ان الترب السائدة في حوض منطقة الدراسة هي ترب من نوع (B) وهي طبقة رملية اقل عمق من صنف A مع معدل ارتشاح متوسط بعد ترطب التربة مزيجيه غرينيه او مزيجيه

٤- لقد تم الاعتماد في تحديد الرطوبة المسبقة للتربة على المستوى الثاني لكونه يمثل الحالة الطبيعية الاعتيادية لاحتساب خصائص الجريان السطحي في الحوض

٥- أظهرت النتائج ان القيمة المعبرة عن (CN) في حوض الدراسة تراوحت بين (٥٨) للمناطق الأكثر نفاذية للمياه واوطئ قدرة على انتاج جريان مائي سطحي وبين (٨٦) للمناطق الأقل نفاذية وذات قدرة كبيرة في انتاج الجريان المائي السطحي وهذه القيم تعتبر ذات دلائل هيدرولوجية لكون الحوض يعمل على انتاج جريان سطحي مائي وان تلك القيم هي اعلى قيمة من الوسيط البالغ (٥٠)

٦- أظهرت النتائج ان القيم المعبرة عن معامل (S) الامكانية القصوى في الاحتفاظ بالماء بعد بدء الجريان السطحي في حوض الدراسة بلغ عددها (١١) قيمة تراوحت ما بين (٢٥) ملم للمناطق الأقل قدرة على الاحتفاظ بالماء على السطح وبين (٥٩٢) ملم للمناطق الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء على سطحها ، اما معامل (Ia) والمقصود به مقدار الفاقد من مياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي وبلغت قيم معامل (Ia) (١١) قيمة وتراوحت قيمة معاملها ما بين (٥) ملم للمناطق لأقل فاقد لمياه الامطار قبل بدء الجريان السطحي وبين (١١٨,٤) ملم لأعلى فاقد وهذا له انعكاس هيدرولوجي يوضح ان عموم منطقة الدراسة يمكنها توليد جريان سطحي وبكميات كبيرة وذلك لان القيم ظهرت دون الوسيط (٥٠,٨) ملم

٧- اتضح أن أعلى قيمة لعمق الجريان السطحي (Q) في حوض وادي اللقلق هي (١٧٢,٠٨) ملم إذ تعتبر هذه النسبة عالية وهذا يدل على أن حوض جريان من خلال تساقط الامطار ويمكن أن تستثمر في حصاد المياه

٨- تبين ان حجم الجريان السنوي (QV) في حوض منطقة الدراسة (١٦٣٠٢١٧٩,٢) م^{٣} وهي كمية عالية تؤكد لنا إمكانية حصاد المياه لحوض وادي اللقلق

التوصيات:

١- تقترح الباحثة بأنشاء محطات قياس هيدرولوجية على مجرى الحوض لغرض معرفة حجم الصرف المائي لحوض الدراسة

٢- العمل على انشاء سدود واطئة التكلفة في سبيل احياء أكبر عدد ممكن من الأراضي ويتطلب ذلك دعما وتشجيعا حكوميا لغرض الاستفادة منها في مختلف الاستعمالات ومنها (الزراعية، السكنية، الصناعية)

٣- توصي الدراسة على ضرورة الاعتماد على التقنيات الجغرافية الحديثة والمتمثلة بتقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في دراسو وتحليل الهيدرولوجي للأحواض المائية الغير مرصودة وخصائصها المورفومترية اذ يتم من خلال تلك التقنيات توفير الوقت والكلفة والجهد في الحصول على نتائج في غاية الدقة وسريعة.

Sources

(1) http:// f. zira3a .net /t7832 # ixzz2k WQ cf

(2) Rafi sahib Awed Al- obaidi , Hydrological analysis of harresting its water north of Kirkuk , Amagister message that is not published , college of Education for Human Science Tikrit university ٢٠١٨،

(3) Faisal Abdel Fattah Nafeh, using water Harvest Technologies to Develop Iraqi Water Resources, Al- Mustansiriya Journal for International Arabstudies, Issue 60

(4) Abdul Rahman Muhammad Al- Hassan, water Harvesting in Sudan Research paper presented to the Water Economics and Sustainable Development Forum, Muhammed Khudair University, Biskra

(5) Basheer Farhan Mahmoud Al- Tamimi , Hydrological Modeling of the Chamchamal Water Basin Using Geographic Information Systems and Sensing , Unpublished PhD thesis University of Tikrit College of Education for Human Sciences

(6))Maidment, David R, Hand book of Hydrology, op. cit. pp.77-78

(7) Soil Conservation Service. Urban Hydradogy for small watershed, op.cit

(٨) Haifa Muhammed Al- Nafiei , Estimation of runoff and the upper basin of Wadi Arafa , east of Makkah Al- Mukarramah , by means of remote sensing and geographic information systems , an unpublished master's thesis ,Umm Al- Qura University College of Social Sciences Department of Geography

(٩) Ali Abd Abbas Al-Azzawi and Zakaria Yahya Al- Jubouri , Hydrological Modeling of Surface Water Harvesting in Wadi Taro Using Geographic Information Systems The Arab journal of Informatics Volume 1, lssus 2

(١٠)Ali Mohsen Kamal Al- Sharifi , Zahra Mahdi Abd Al- Redha Al- Abadi , Building a Runoff Model for Wadi Mazal Basin by CN and SCS Al- Qadisiyah Journal for Human Sciences Volume 21, lssue 4 ,2018

(١١) Ruqayya Ahmed Muhammad , Lazem Muhammad Mahmoud , required water harvesting and its investment mechanisms in the West Tigris region between Al Fatha and Tikrit using remote sensitivity data and geographic information systems

(١٢) Hussein Abdul karim Al- Saadi , Amal Hadi Kazem Al- Jabri ,Spatial Modeling of Water Harvesting in the Wadi Arar Basin , Western Iraq, Using Gis-RS Technologies , Basra Research Journal for the Humanities lssue3, Volume 43, 2018

(١٣) Daly Khalaf Hamid Al- Juobouri , Spatial Analysis for Estimating the Volume of Runoff for Wadi Al-Fada Basin , North eastern Iraq ,Uaing Geographic Information Systems Adab Al-Farahidi Journal , Issue 25 ,2016

(١٦) Ishaq Saleh Al- akam , Ahmed Hashem Al-Sultani , Runoff in the Wadi Al- Jabab Basin , Al- Qadisiyah Journal for Human Sciences ,Volume21, lusse4, 2018

(١٧) Hameed M, H, 2013 Water harvesting in Erbil Governorate, Kurdistan region, Iraq, Detection of suitable sites using Geographic information system and Remote sensing, op. cit