
Estimation of the depth and volume of surface runoff of the main basins feeding into Sawa Lake using remote sensing and GIS techniques

Duaa. M. Gareeb, University of Thi Qar
Collage of Arts, Department of Geography

art21gephd14@utq.edu.iq

Ali.M. Yaseen University of Thi Qar
Collage of Arts, Department of Geography

ali.zen82.az@gmail.com

DOI: [10.31973/aj.v3i138.181](https://doi.org/10.31973/aj.v3i138.181)

Abstract

This research deals with estimating the depth of runoff using the (SCS-CN) equation of the American Soil Conservation Services, as well as estimating the potential surface runoff volume of Lake Sawa, which is one of the important and common methods for calculating the volume of surface runoff. Estimating the volume of runoff of the basins that feed Sawa Lake is very important; to estimate the amount of water that can feed the lake through the surface runoff that subsequently enters the groundwater to feed the groundwater aquifers represented by the formations of the Euphrates, Dammam and Al-Ras. The equation was applied by making a classification of the land cover in the study area and this classification of the land units must be identical with the classification of the American Soil Conservation Service and the corresponding values (CN). Then he created a soil texture database that relied on the field survey of the study area, and took samples of soil for the purpose of analyzing its texture, on the basis of which a map of the hydrological groups of soil (A, B, C) was extracted, which reflects the nature of its texture and permeability, the amount of the volume of surface runoff, and the more The soil was soft-textured and less permeable, the greater the volume of runoff, represented in the study area by the hydrological group (C), while group (A) was considered to have high permeability, and represented a lack of surface runoff. The depth of the surface runoff in the case of dry soil was (0.22 mm), while in the normal case of soil moisture, the depth of the runoff was (0.68 mm). As for the volume of surface runoff in the dry case, it amounted to (0.83 million m³), and in the second case the normal surface runoff volume was (25.38 million m³).

Keywords: Sawa lake, volume of surface runoff, remote sensing and GIS techniques

تقدير عمق وحجم الجريان السطحي للأحواض الرئيسية المغذية لبحيرة ساوه باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

أ.م.د. علي مجيد ياسين

جامعة ذي قار - كلية الآداب

قسم الجغرافية

ali.zen82.az@gmail.com

م.م. دعاء محمد غريب

جامعة ذي قار - كلية الآداب

قسم الجغرافية

art21gephd14@utq.edu.iq

(مُلخَصُ البَحْث)

يتطرق هذا البحث إلى تقدير عمق الجريان السطحي بإستعمال معادلة (SCS-CN) التابعة إلى خدمات صيانة التربة الأمريكية وكذلك إلى تقدير حجم الجريان السطحي المحتمل لبحيرة ساوة والتي تعد من الطرائق المهمة والشائعة لحساب حجم الجريان السطحي. إن تقدير حجم الجريان السطحي للأحواض التي تغذي بحيرة ساوه مهم جداً؛ لتقدير كمية المياه التي يمكن أن تغذي البحيرة من خلال الجريان السطحي الذي ينفذ فيما بعد إلى المياه الجوفية لتغذية مكامن المياه الجوفية والمتمثلة بتكاوين الفرات والدمام والرص. تم تطبيق المعادلة من خلال عمل تصنيف للغطاء الأرضي في منطقة الدراسة وهذا التصنيف للوحدات الأرضية يجب أن يكون متطابق مع تصنيف مصلحة صيانة التربة الأمريكية وما يقابله من قيم (CN). ومن ثم عمل قاعدة بيانات لنسجة التربة التي أعمدت على المسح الحقلية لمنطقة الدراسة، وأخذ عينات من التربة لغرض تحليل نسجتها، والتي تم على أساسها إستخراج خارطة المجموعات الهيدرولوجية للتربة (A,B,C) والتي تعكس طبيعة نسجتها ونفاذيتها مقدار حجم الجريان السطحي، وكلما كانت التربة ذات نسجة ناعمة ونفاذية قليلة كلما زاد من حجم الجريان السطحي والمتمثل في منطقة الدراسة بالمجموعة الهيدرولوجية (C)، بينما تعد المجموعة (A) ذات نفاذية عالية، وتمثل قلة في الجريان السطحي. بلغ عمق الجريان السطحي في حالة التربة الجافة (٠.٢٢ ملم)، أما في الحالة الإعتيادية لرطوبة التربة، بلغ عمق الجريان السطحي (٠.٦٨ ملم). أما حجم الجريان السطحي للعاصفة المطرية ففقد بلغ في الحالة الجافة (٠.٨٣ مليون م٣)، أما في الحالة الثانية الإعتيادية فقد بلغ حجم الجريان السطحي (٢٥.٣٨ مليون م٣).

المقدمة

تعد بحيرة ساوة من البحيرات المغلقة التي تقع في المناطق الجافة وهي تتغذى بشكل مباشر من مياه العيون المائية. أما التغذية الغير مباشرة فهي من الاحواض السطحية المتمثلة بحوض ابو مريس وصويلحة والتي تتبع من الهضبة الجنوبية وتجري باتجاه الشمال

الغربي لتصب بالقرب من البحيرة في منخفضات البليبا التي تحيط بالبحيرة. تم في هذه الدراسة تقدير عمق الجريان باستعمال المعادلات النظرية لمعرفة حجم التغذية السطحية للبحيرة والتي تتسرب الى المياه الجوفية المغذية لبحيرة ساوة.

مشكلة الدراسة:

تعاني منطقة الدراسة من عدد من المشكلات الجديرة بالبحث العلمي، من هذه المشكلات:

- ١- قلة المورد المائي لبحيرة ساوة خصوصا في الموسم الجاف من السنة.
- ٢- ارتفاع معدلات التسرب عن مستوى الجريان السطحي بسبب طبيعة التربة.

فرضية الدراسة

- ١- يتأثر عمق الجريان السطحي في منطقة الدراسة في نوع الغطاء الارضي ونوعية التربة.
- ٢- يعتمد عمق الجريان السطحي في منطقة الدراسة على كمية الأمطار الساقطة على الحوض.

هدف البحث:

- ١- تقدير عمق الجريان السطحي للأحواض السطحية المغذية لبحيرة ساوة.
- ٢- تصنيف الغطاء الارضي وتحديد الخصائص الهيدرولوجية في منطقة الدراسة.

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة إدارياً في محافظة المثنى، على بعد (٢٥ كم) غرب مدينة السماوة، وتبعد عن مدينة السلطان بمسافة (٣٠) كم، أما فلكياً تقع بين دائرة عرض (٢٤ ١٧ ٣١) - (١٧ ٢٠ ٣١) وقوسي طول (١٣ ٥٩ ٤٤) - (٦٨ ١١ ٤٥). طبيعياً تقع على حافة الهضبة المنقطعة في موقع إنتقالي ما بين الهضبة والسهل الرسوبي، إذ يحدها من الشرق والشمال الشرقي نهر الفرات - فرع العطشان، والذي يبعد عنها بمسافة (٣) كم في أقرب نقطة.

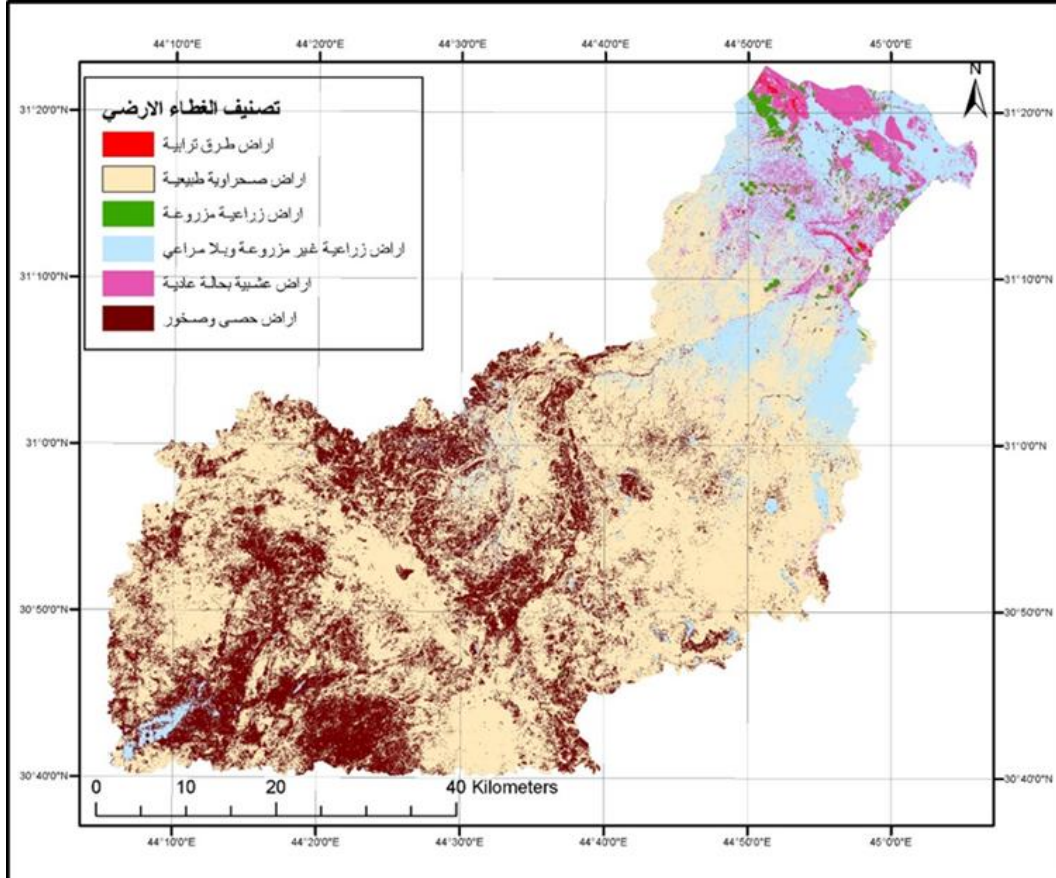
تصنيف الغطاء الارضي

صنف الغطاء الأرضي لمنطقة احواض بحيرة ساوة اعتماداً على مرئية القمر الصناعي الأوربي (Sentinel 2A) والملتقطه بتاريخ (٢٣/١/٢٠٢١) اعتماداً على طريقة التصنيف الموجه تم تصنيف منطقة الدراسة إلى ستة أصناف وهذه الأصناف متوافقة مع تصنيف الغطاء الأرضي لمصلحة صيانة التربة الامريكية (Qing-Hai, Jun, Feng-Peng,) (Quan-Hou, 2011:738) حتى يتم من خلالها حساب قيم (المنحنى الهيدرولوجي) (Curve Number) (CN) وهذه الأصناف تمثلت بالآتي: (يلاحظ الخارطة 1)

أولاً: أراضي زراعية غير مزروعة وبلا مرعي:

تمثلت هذه الأراضي بالمناطق الزراعية التي لم يتم زراعتها في الوقت الحاضر، وهي ترب ممكن أن تزرع إذا ما تحسنت ظروفها من خلال تحسين وصيانة التربة وهي تشتمل على السهول الصحراوية والفيضات ومناطق السباح. ينتشر هذا الصنف في مناطق ذات مساحات كبيرة لاسيما قرب بحيرة ساوه وكذلك في أجزاء متناثرة عند منابع الأحواض تكون نسبة التغطية النباتية فيها أقل من (٣٠%). الخريطة (١)

خارطة (١) تصنيف الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة



المصدر: - بالاعتماد على التصنيف الموجه للمرئية الفضائية للقمر الصناعي الاوربي (Sentinel 2A,B) بتاريخ ٢٠٢١/٤/٣

ثانياً: أراضي زراعية مزروعة:

يشتمل هذا الصنف على الأراضي التي تم زراعتها والمزروعة حالياً، ويقع من ضمنها الأراضي البور التي كانت مزروعة في الموسم الماضي. إن أغلب هذه المزارع تعتمد على آبار المياه الجوفية ويستعمل فيها طريقة الرش المحوري لذلك تبدو المزارع بشكل دائري، فضلاً عن المزارع المستطيلة الشكل والتي تعتمد على الري السيجي وتنتشر هذه المزارع في الفيضات وبطون الأودية عند مصباتها، وكذلك في المروحة الفيضية لحوض وادي أبو مريس. ينتشر هذا الصنف في المناطق القريبة من بحيرة ساوه.

ثالثاً: أراضٍ صحراوية طبيعية:

وهي تشتمل على المناطق الصحراوية في أحواض بحيرة ساوه، وتكون ذات غطاء نباتي قليل وذات تربة ضحلة، وهي تنتشر على مساحة كبيرة مقارنة ببقية الأصناف الأخرى.

رابعاً: أراضٍ حصي وصخور:

يشتمل هذا الصنف على الأراضي الحصوية والمنكشفات الصخرية التي تنتشر على مساحة واسعة في بطون الأودية والسهول الصحراوية وكذلك تمثل مناطق تغذية سطحية عند المنابع.

خامساً: أراضٍ طرق ترابية:

هذا الصنف يشتمل على مواقع الطرق الترابية التي تكون ذات مسارات متعددة ومتشابهة وهي تمثل أراضٍ مترابطة بشكل مسارات أفقية متعددة.

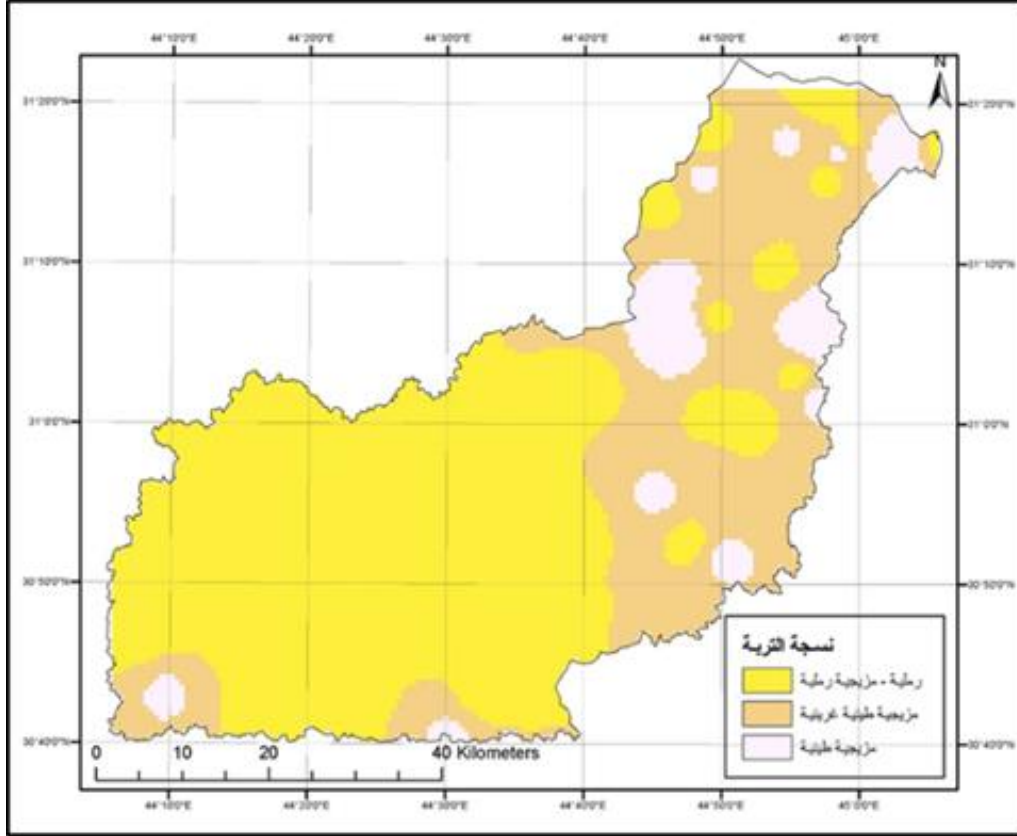
سادساً: أراضٍ حضرية بدون غطاء نباتي:

تشتمل على المناطق الحضرية مثل بنايات ضواحي المدن مثل ناحية المملحة، فضلاً عن المصانع والمعامل.

المجموعات الهيدرولوجية لترب منطقة الدراسة

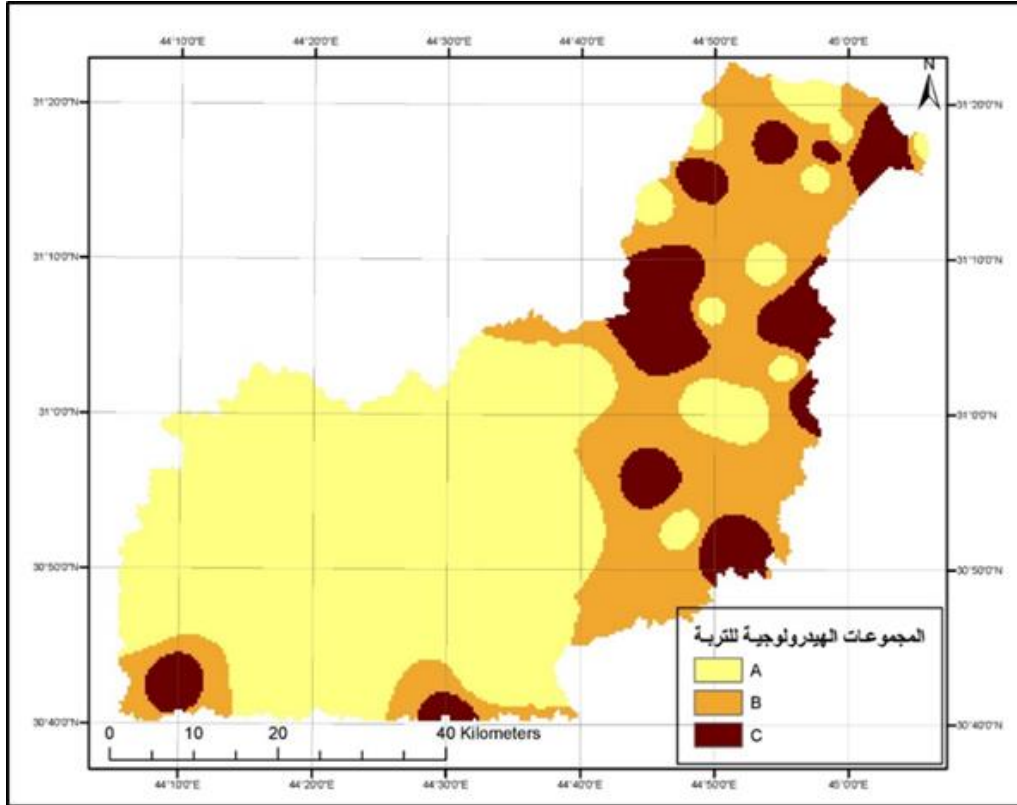
تم تحديد أصناف التربة الهيدرولوجية اعتماداً على نسجة التربة (الخريطة ٢) ، وإن كل مجموعة لها مدلول رقمي يسمى (CN) اعتماداً على خصائص نسجة التربة لكل مجموعة هيدرولوجية والتي قسمت إلى أربعة مجاميع هيدرولوجية تسمى (A,B,C,D) ، وتختلف قيم (CN) لكل مجموعة هيدرولوجية اعتماداً على ظروف التربة من نفاذية ومسامية (Lim, (K.J.; Engel, B.A.; Muthu Krishnan,; Harbor2000:200) ، إذ تمثل المجموعة الأولى (A) ظروف تربة ذات نفاذية عالية ومسامية قليلة بسبب كونها تربة رملية الى مزيجية رملية ، وهي تمثل ظروف جريان سطحي منخفض . أما المجموعة الهيدرولوجية (B,C) تمثل حالة متوسطة إذ انها تمثل نسجة تربة مزيجية إلى مزيجية غرينية ومزيجية طينية أو انها تمثل منكشفات صخرية. أما المجموعة الأخيرة (D) تمثل ظروف هيدرولوجية عالية إذ إنها تسمح بتوليد جريان سطحي عال وتكون ذات طبيعة تربة طينية (Mishra, and Singh,2004:121). وفي منطقة الدراسة تبين من خلال نسجة التربة وجود ثلاث مجموعات هيدرولوجية لنسجة التربة وهي (A,B,C) يلاحظ الخريطة (٢) و(٣).

الخريطة (٢) نسجة التربة في احواض منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على نتائج التحليل المختبري التي اجريت في مختبر كلية الزراعة - جامعة المثنى

الخريطة (3) المجموعات الهيدرولوجية

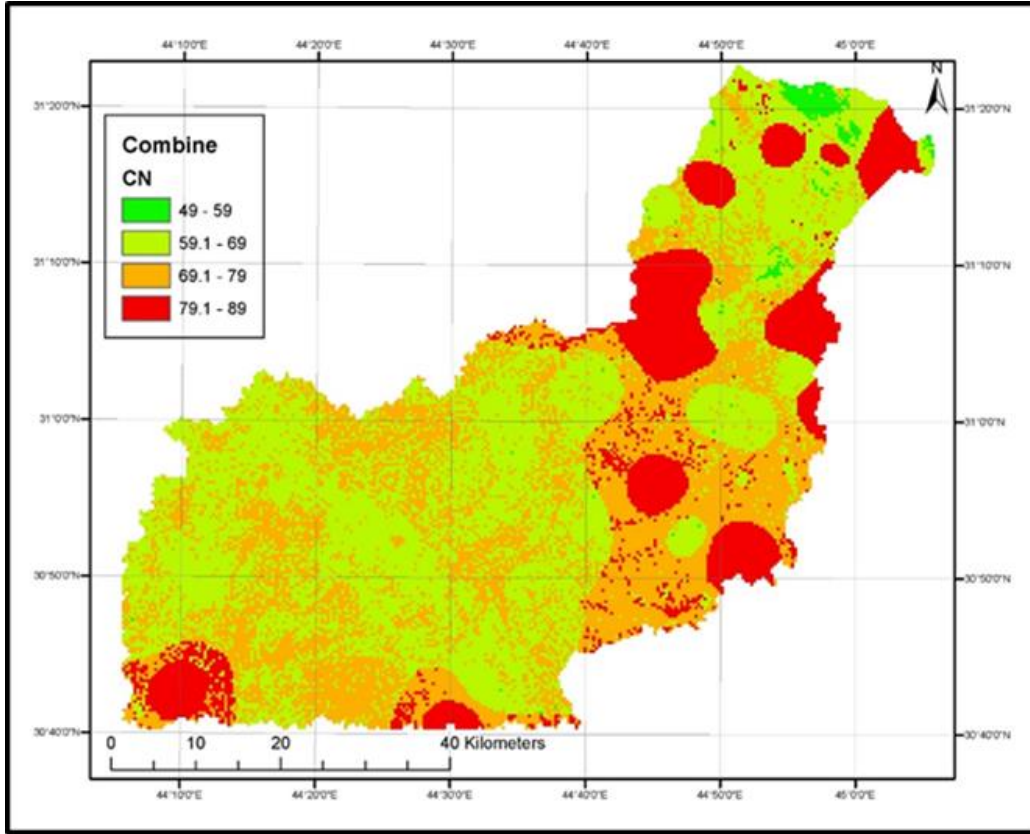


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على نتائج نسجة التربة الخريطة (٢و١)

إستخراج قيم رقم المنحنى الهيدرولوجي (Curve Number) (CN)

تعتمد قيمة (CN) على طبيعة أصناف التربة والمجموعات الهيدرولوجية (A,B,C,D)، وهي أرقام تتراوح ما بين (٠-١٠٠)، وتعبّر عن الإستجابة المائية لمكونات سطح الارض التي تعتمد على طبيعة نسجة التربة، وكلما إقتربت القيم من الرقم (١٠٠) دل ذلك على المسامية العالية مما يساعد على نشوء الجريان السطحي. أما إذا كانت القيم قريبة من الصفر فإن ذلك يشير إلى النفاذية العالية لسطح الأرض مما يعمل على تقليل الجريان السطحي (Schneider, Brunner, Hollis, and Stamm, 2007:13). وتختلف قيم (CN) لكل مجموعة هيدرولوجية إعتياداً على ظروف التربة من نفاذية ومسامية وما يقابلها من صنف أرضي لذلك تم إشتقاق خارطة إستعمالات الأرض وما يقابلها من خارطة المجموعات الهيدرولوجية من خلال عمل (Combine) لها (الخريطة ٤) وإستخراج مساحة كل صنف أرضي وما قبله من مجموعات هيدرولوجية وعلى أساسها تم إستخراج قيم (CN) التي تراوحت ما بين (٤٩ - ٨٩) يلاحظ الجدول (١). إن هذه القيم يجب أن تحول إلى ما يقابلها من المعدل الموزون، وذلك لإستخراج القيمة الكلية للمنحنى الهيدرولوجي (CN) ويتم ذلك من خلال ضرب مساحة كل صنف أرضي وما يقابله من مجموعة هيدرولوجية مع رقم الـ (CN) المقابل لها، وذلك لإستخراج المعدل الموزون الذي يمثل المنحنى الهيدرولوجي لمنطقة الدراسة، ومن ثم إستخراج (CN adjusted) إعتياداً على ظروف حالة رطوبة التربة (Antecedent soil moisture conditions class) إذا كانت جافة أو رطبة أو إعتيادية، ويتم ذلك من خلال معامل التحويل. فإذا كانت التربة من ضمن الصنف الثاني وهي الحالة الإعتيادية للتربة، أما إذا كانت ضمن الصنف الأول تعد ضمن الترب الجافة، وإذا كانت ضمن الصنف الثالث تعد من الترب الرطبة وإن ذلك يعتمد على الحالة المسبقة لرطوبة التربة وكمية الأمطار الساقطة فإذا كانت كمية الأمطار الساقطة على التربة تتراوح ما بين (١٣ - ٣٠ ملم) تعد تربة جافة، وإذا كانت كمية الأمطار تتراوح ما بين (٣٠ - ٥٢.٥ ملم) تعد التربة إعتيادية، أما إذا كانت التربة أمطارها أكثر من (٥٢.٥) تعد التربة رطبة، وبما إن تربة منطقة الدراسة هي تربة جافة بحسب المعطيات الهيدرولوجية وإن الحالة المسبقة للخمس أيام المسبقة للعاصفة المطرية تعد جافة فقد تم إستخراج رقم المنحنى والذي بلغ (٧١.٤) والذي تم ضربه بمعامل التحويل البالغ (٥٢.١) وهو رقم المنحنى المعدل الذي يلائم البيئة الجافة، أما في الحالة الإعتيادية فإن قيمة المنحنى تبقى كما هي في المعدل الموزون والبالغة (٧١.٤).

الخريطة (٤) استخراج قيم رقم المنحنى (CN)



المصدر: من عمل الباحث بالإعتماد على الخارطة (٣).

معامل الإمكانية القصوى للإحتفاظ بالماء بعد بدأ الجريان السطحي (Ia)

يعد هذا المعامل مؤشر إلى كمية الأمطار المفقودة قبل بدأ الجريان السطحي، سواء كان ذلك عن طريق الغطاء النباتي أو التبخر النتح أو التسرب، وهو يرتبط بطبيعة سطح الأرض وبذلك فهو يرتبط بطريقة طردية مع المعامل (S) إذ يمثل خمس قيمة (S).

(Mohammed Achab, Mohamed Rida Soumali, Adil Hafidi, Khaddor)

(Alaoui,2007:10)

إن القيم القريبة من الصفر تشير إلى إنخفاض كمية فقدان من مياه الأمطار قبل بدأ الجريان وهذا يؤدي إلى إرتفاع الجريان السطحي إذا كانت قيمة (Ia) تساوي (٥٠.٨)، تشير إلى حالة الوسط، أي إن معدل الإعتراض الأولي يساوي كمية المياه الجارية على السطح. أو بمعنى آخر إن نصف الجريان يتسرب إلى باطن الأرض. ومن خلال تطبيق المعادلة (Ia=0.2S) نلاحظ إنخفاض قيم الإعتراض الأولي عن قيمة الوسيط، وهذا يشير إلى إنخفاض كمية الفاقد من مياه الأمطار عن كمية الجريان السطحي إذ بلغت قيمة الإعتراض الأولي (٤٦.٦٧)، وهي قيمة متوسطة نوعاً ما وهذا يعني إن التساقط المطري متساوي تقريباً؛ نصفه يتوزعان ما بين الجريان السطحي والمياه المتسربة إلى داخل التربة وذلك يرجع إلى طبيعة المجموعات الهيدرولوجية التي تكونت منها منطقة الدراسة، إذ إن أغلبها

كانت ترب من المجموعة الهيدرولوجية الثانية التي تتميز بحالة متوسطة من الإعتراض الأولي . أما في حالة التربة الإعتيادية فان قيمة (الإعتراض الاولي Ia) بلغت (٢٠.٣٤) **تقدير عمق وحجم الجريان السطحي**

يمثل عمق الجريان السطحي هو مقدار ما يجري من مياه الأمطار على السطح والناجم من حصول عاصفة مطرية. ولغرض تقدير حجم الجريان السطحي فقد تم الإعتماد على أعلى كمية مطر خلال عاصفة مطرية ولسنة جافة وأخرى إعتيادية. وقد تم الإعتماد على موقع (CHRS Data) الذي وفر بيانات الهطول المطري على المستوى الشهري واليومي أو الساعي لإستحصال بيانات التساقط المطري لأعلى عاصفة مطرية. (Lim; Engel,) (Muthukrishnan, Harbor2006:220,

تم في هذه الدراسة أخذ أعلى كمية مطر سقطت على المستوى اليومي الشهري والمبينة في الجدول (١). وتم الإعتماد على البيانات اليومية الشهرية للسنتين الأخيرتين والتي مثلت أعلى عاصفة مطرية تعرضت لها منطقة الدراسة خلال مدة (٢٤) ساعة. مع الأخذ بنظر الأعتبار مدة التساقط فيها وطبيعة حالة التربة للخمسة أيام السابقة قبل بدأ الجريان تحت تأثير العاصفة المطرية.

جدول (١) كمية الامطار الساقطة على المستوى اليومي الشهري وتحديد الحالة المسبقة

لرطوبة التربة

التاريخ	كمية الامطار الساقطة اليومية / للعاصفة المطرية / ملم	كمية الامطار الساقطة للخمسة ايام المسبقة للعاصفة المطرية	الحالة المسبقة لرطوبة التربة (اعتيادية، جافة، رطبة)	Q	QV مليون متر مكعب
٢٠٢٠/٤/٦	٥٤	٣ ملم	جافة	٠.٢٢٣	٠.٨٣
٢٠١٩/٤/١١	٢٩	٣٥	اعتيادية	٠.٦٨	٢٥.٣٨

١. المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات موقع (CHRS Data) <https://chrsdata.eng.uci.edu/>

ويتطبيق معطيات المعادلة $Q=(P-Ia)2/P+0.8S$ تبين إن عمق الجريان السطحي يتباين زمانياً إعتياداً على كمية الأمطار الساقطة، والحالة المسبقة لرطوبة، التربة وطبيعة الإعتراض الأولي. إذ بلغ عمق الجريان السطحي في الحالة الجافة (٠.٢٢ ملم)، أما في الحالة الثانية وهي الحالة الإعتيادية إذ بلغ عمق الجريان السطحي (٠.٦٨ ملم). (Mishra,) (and Singh,2004.:120,

أما حجم الجريان السطحي فانه يستخرج من خلال تطبيق المعادلة الاتية:

$$QV=QA/1000$$

اذ ان: QV: - حجم الجريان السطحي للعاصفة المطرية / مليون م٣.

Q=عمق الجريان السطحي / ملم.

= مساحة حوض التصريف المائي / كيلومتر مربع.
١٠٠٠ = معامل التحويل ملم الى متر).

يتضح من الجدول (١) ان حجم الجريان السطحي للعاصفة المطرية في الحالة الجافة قد بلغ (٠.٨٣ مليون م^٣)، أما في الحالة الثانية الإعتيادية وعندما كانت الحالة المسبقة للخمس أيام المسبقة لرطوبة التربة قبل بدأ الجريان للعاصفة المطرية، فقد بلغ حجم الجريان السطحي (٢٥.٣٨ مليون م^٣).

الاستنتاجات

١. تم تصنيف منطقة الدراسة الى ست اصناف للغطاء الارضي تمثلت في اراضٍ زراعية غير مزروعة وبلا مرعي وأراضٍ زراعية مزروعة وأراضٍ حصى وصخور وأراضٍ طرق ترابية وأراضٍ حضرية بدون غطاء نباتي وهذه الاصناف متطابقة مع تصانيف مصلحة صيانة التربة الامريكية
٢. تم تقسيم الترب الى ثلاث مجموعات هيدرولوجية بحسب نسجة التربة وهي المجموعة ((A,B,C) وإستخراج مساحة كل صنف أرضي وما قابله من مجموعات هيدرولوجية وعلى أساسها تم إستخراج قيم (CN) التي تراوحت ما بين (٤٩ - ٨٩)
٣. بلغ عمق الجريان السطحي في حالة التربة الجافة (٠.٢٢ ملم)، أما في الحالة الإعتيادية لرطوبة التربة، بلغ عمق الجريان السطحي (٠.٦٨ ملم).
٤. اما حجم الجريان السطحي للعاصفة المطرية ففقد بلغ في الحالة الجافة (٠.٨٣ مليون م^٣)، أما في الحالة الثانية الإعتيادية فقد بلغ حجم الجريان السطحي (٢٥.٣٨ مليون م^٣).

References:

- Bo X, Qing-Hai W, Jun F, Feng-Peng H, Quan-Hou D., 2011, Application of the SCS-CN model to runoff estimation in a small watershed with high spatial heterogeneity, p738.
- Khaddor I., Mohammed Achab M., Mohamed Rida Soumali, Adil Hafidi Alaoui, Rainfall-Runoff calibration for semi-arid ungauged basins based on the cumulative observed hyetograph and SCS Storm model: Application to the Boukhalef watershed (Tangier, North Western Morocco), Journal of Materials and Environmental Sciences, JMES, Volume 8, Issue 10, 2017.
- Lim, K.J.; Engel, B.A.; Muthukrishnan, S.; Harbor, J. Effect of initial abstraction and urbanization on estimated runoff using CN technology. J. Am. Water Resour. Assoc. 2006, 629.
- Lim, K.J.; Engel, B.A.; Muthukrishnan, S.; Harbor, J. Effect of initial abstraction and urbanization on estimated runoff using CN technology. J. Am. Water Resour. Assoc. 2006.
- Mishra, S. K., and Singh, V. P. (2004). "Long-term hydrologic simulation based on soil conservation service curve number." Hydrol. Proc., P,121–131.
- Mishra, S. K., and Singh, V. P. "Long-term hydrologic simulation based on soil conservation service curve number." Hydrol. Proc,2004
- Schneider, M. K., Brunner, F., Hollis, J. M. and Stamm, C.: Towards a hydrological classification of European soils: preliminary test of its predictive power for the base flow index using river discharge data, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1501–1513, 2007, p13.