



ISSN: 1817-6798 (Print)

Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: www.jtuh.org/
JTUH
 مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية
 Journal of Tikrit University for Humanities
M.M. Ashjan Gheab Shida Juma

Tikrit University- College of Education for Human Sciences - Geography Department

prof. Dali Khalaf Hamid

Tikrit University- College of Education for Human Sciences - Geography Department

* Corresponding author: E-mail :
ashjan.g.shadah@st.tu.edu.iq
 +9647706887278

Keywords:

Peak,
 Torrents ,
 Snyder Model ,
 Hydrograph

ARTICLE INFO**Article history:**

Received 15 Feb 2023
 Received in revised form 25 Feb 2023
 Accepted 9 May 2023
 Final Proofreading 18 Jan 2024
 Available online 21 Jan 2024

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER
 THE CC BY LICENSE

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>


Analysis of the Morphometric and Hydrological Characteristics of the Wadi Shaal Basin and Its Secondary Basins

A B S T R A C T

The study aims to estimate the volume of torrential rainwater discharge, and as a result of the difficulty in estimating torrential waves in the Wadi Shaal basin, the methods used to estimate the amount of torrential rain must be developed, specifically in unmonitored basins. Because of this, the Snyder model was used to find out this through mathematical models to estimate the volume of the torrents in the water basins in a way that simulates the method of the hydrological system in the basin. We note that the calculated value of the water basin response period to precipitation (TP) is estimated per hour for the study area, as the lowest possible time period during which rain falls was (1.1) hours in (W21) basin. (W24, W27) respectively, and after that the surface runoff begins, while the maximum possible period of time during which rain falls is (1.8) hours, as the maximum period of time in basin (W1, W31) hours, as we note the maximum amount of torrential flow reaches (47.8) m³/s in Basin (W9) and the lowest amount of torrential flow reaches (8.2) m³/s in basin (W12).

DOI: <https://doi.org/10.25130/jtuh.31.1.2024.07>

تقدير خطر السيول في حوض وادي شال باستخدام نموذج سنايدر

م.م . أشجان غائب شدة جمعه/ جامعة تكريت –كلية التربية للعلوم الانسانية

ا.د. دلي خلف حميد/ جامعة تكريت –كلية التربية للعلوم الانسانية

الخلاصة:

تهدف الدراسة الى تقدير حجم تصريف موجات السيول المطرية ونتيجة لصعوبة تقدير موجات السيول في حوض وادي شال لابد من تطوير الطرائق المستخدمة في تقدير كمية السيول وتحديداً في الأحواض غير المرصودة وبسبب ذلك تم استخدام نموذج سنايدر (Snyder model) لمعرفة ذلك من خلال النماذج الرياضية لتقدير حجم السيول في الاحواض المائية بشكل يتم فيه محاكاة اسلوب النظام الهيدرولوجي في الحوض, نلاحظ ان القيمة المحسوبة لفترة استجابة الحوض المائي لهطول الامطار (TP) مقدرة بالساعة لمنطقة الدراسة, حيث سجلت ادنى فترة زمنية ممكن تتساقط فيها الامطار بلغت (1.1) ساعة في حوض (W21,W24,W27) على التوالي ويبدأ بعدها الجريان السطحي, بينما اقصى فترة زمنية

يمكن تتساقط فيها الامطار (1.8) ساعة كأقصى مدة زمنية في حوض (W1,W31) ساعة كما نلاحظ اقصى كمية لتدفق السيول تصل (47.8) م³/ثا وذلك في حوض (W9) وتصل ادنى كمية لتدفق السيول الى (8.2) م³/ثا في حوض (W12).

الكلمات المفتاحية (الذروة, السيول , نموذج سنايدر, الهيدروكراف)

المقدمة

تعد السيول احد الكوارث التي تهدد البيئة الطبيعية بما ينجم عنها من تدمير للطبقة السطحية للتربة وجرفها, فضلاً عن الاضرار في المنشآت والدور وما تسببه من خسائر مالية. وتحدث نتيجة لارتفاع كمية المياه الهائلة في وقت قصير مما يسمح بجريان للمياه السطحية, خاصة في وجود طبقات غير قابلة لنفاذ المياه (صماء), وقد اعتمد نموذج سنايدر (Snyder model) وهو احد النماذج الرياضية التي يعتمدها المنهج الكمي في الدراسات الهيدرولوجية ويمتاز بعدة مميزات ¹.

1- بسيطة وسهلة التطبيق في برنامج نظم المعلومات الجغرافية من خلال ادخال البيانات الخاصة بالحوض للحصول على القيم المطلوبة.

2- يستطيع هذا النموذج تحديد حجم التصريف, وتحديد المناطق المعرضة لخطر السيول.

3- يمكن تطبيقه في كافة الاحواض المائية, لعدم ارتباطه بمحطات قياس الامطار والجريان السطحي.

4- يستطيع هذا النموذج تحديد حجم التصريف, وتحديد المناطق المعرضة لخطر السيول.

1-1 مشكلة البحث

1- ما العوامل المؤثرة في تكوين السيول.

2- هل يمكن حساب وتقدير حجم المياه الجارية ومعرفة خطر السيول في الحوض.

1-2 فرضيات البحث

1- تؤثر العوامل الطبيعية للمنطقة من انحدار وقابلية التربة لامتصاص المياه على حجم الجريان المائي وعمقه.

2- يمكن حساب حجم الجريان السطحي بالاعتماد على النماذج الخاصة بالجريان السطحي ومنها نموذج سنايدر ومن خلالها معرفة خطر السيول المتدفقة في الحوض.

1-3 مبررات البحث وأهدافها

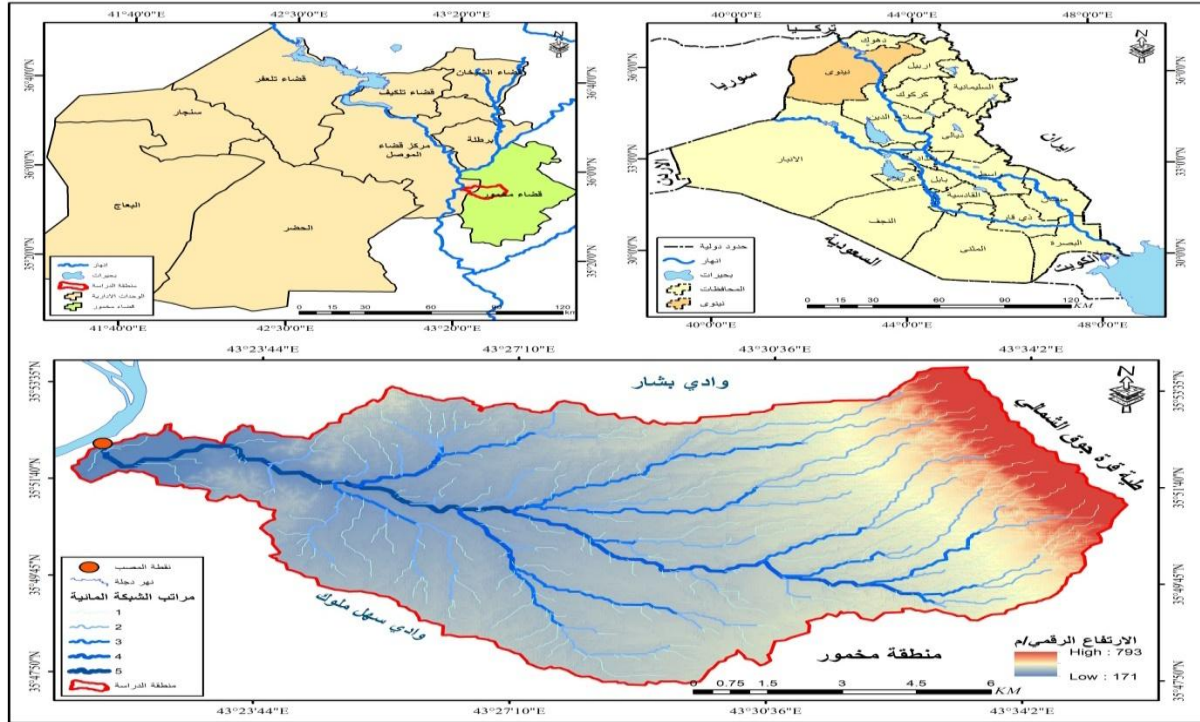
حساب حجم السيول الجارية وعمقها ومدى خطورتها وذلك عن طريق الاعتماد على نموذج سنايدر (Snyder model).

1-4 موقع الدراسة (Sijte study area)

يقع وادي شال ضمن الحدود الادارية لقضاء مخمور التابع لمحافظة نينوى, من جهة الشرق والشمال وتحدها ناحية القيارة من الغرب التابعة لمحافظة نينوى وينحصر مابين الزاب الكبير والصغير, حيث يفصل الزاب الكبير منطقة الدراسة كفاصل طبيعي عن محافظة نينوى كما موضح في خريطة (1), ينبع

من مرتفعات قرة جوق الشمالية ويصب في نهر دجلة والذي يخترق منطقة الدراسة بطوله البالغ (25.7) كم , وينحصر بين خطي طول (43-34-02-43-20-44) شرقاً ودائرتي عرض (35-53-25) شمالاً. يبلغ مساحته (138.6) كم².

خريطة رقم (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على خريطة العراق الادارية بمقياس 1/1000000, وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM), ذي الدقة التمييزية 12.5م, باستخدام برنامج Arc Gis10.8.

2-3 تقدير احجام السيول ومدى خطورتها الهيدرولوجية للحوض المائي من خلال تطبيق برنامج سنايدر Snyder Model المعدلة:-

2-3-1 قياس زمن استجابة الحوض المائي لهطول الامطار (ساعات) للوصول الى ذروة التصريف (التدفق) : يطلق عليه زمن الاستجابة الاولى ويتم حسابه من خلال تطبيق المعادلة (Raghunath (H,m.2006)¹.

$$TP (hr) = ct (Lb - Lca)^{0.3} \dots\dots\dots(1)$$

حيث تمثل :-

TP = فترة استجابة الحوض المائي لهطول الامطار محسوبة (الساعة).

Ct = معامل خاص بطبيعة الحوض وانحداره تتراوح قيمته بين (0.2 - 2.2) .

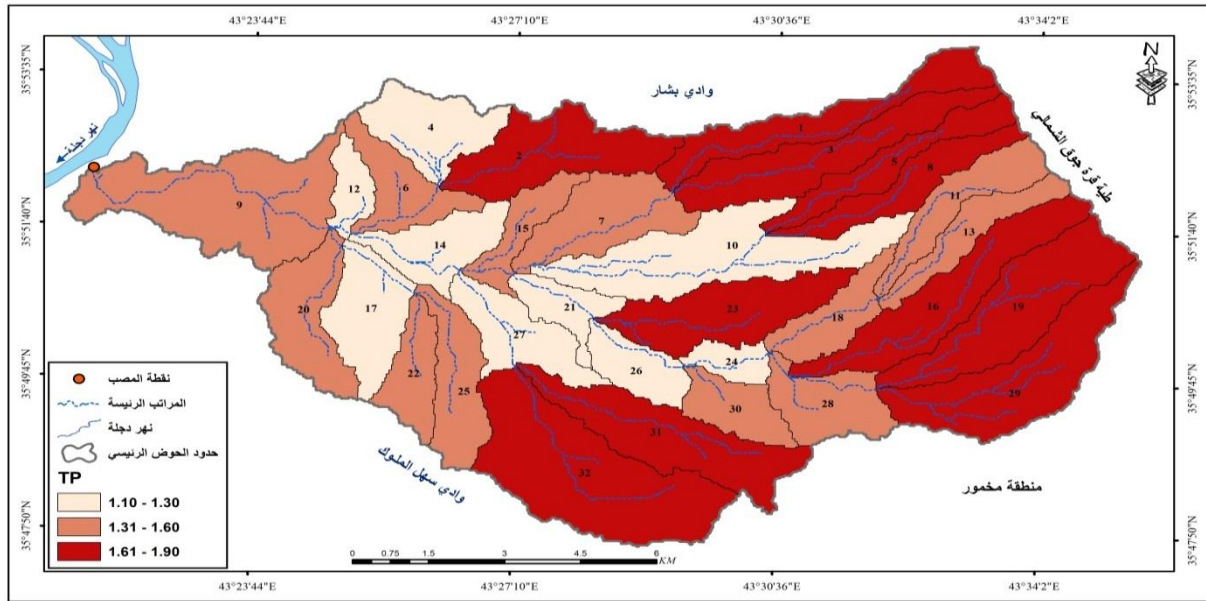
Lb = طول المجرى الرئيسي (كلم)

Lca = المسافة الفاصلة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقله (كلم) .

وتدل القيم المحسوبة في الجدول (1) وخريطة (2) على الفترة الزمنية لهطول الامطار محسوبة بالساعات والتي يبدأ معها الجريان السطحي لحوض وادي شال حيث سجلت ادنى فترة زمنية ممكن ان تسقط فيها

لأمطار على حوض وادي شال (1.1) ساعة في حوض (W21,W24,W27) على التوالي، ويبدأ بعدها الجريان السطحي وبين (1.8) ساعة كأقصى مدة زمنية في حوض (W1,W31) ويتضح ايضا انه كلما زادت قيم C_t ارتفع زمن استجابة الحوض للوصول الى ذروة التدفق بدلالة قلة الانحدار , بينما كلما قلت C_t تعني زيادة الانحدار وبالتالي تتناقص قيم TP.

خريطة (2) قياس زمن استجابة الحوض المائي لهطول الامطار (ساعات)



المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج ArcGis10.8

2-3-2 قياس الفترة الزمنية Standard Duration لتمثيل ذروة تساقط الامطار (ساعات) :
وتستخدم هذه المعادلة عندما تكون فترة هطول الامطار Tr (hr) لايتجاوز زمن استجابة الحوض المائي, وهي متماثلة لطبيعة التساقط المطري في حوض الدراسة بهيئة عواصف مطرية كثيفة وقصيرة لا تتعدى ساعة او بضع ساعات. ويتم حسابه من خلال تطبيق المعادلة (Raghunath H,m.2006)¹.

$$Tr (hr) = \frac{tp (hr)}{5.5} \quad \dots\dots\dots(2)$$

حيث ان :-

$Tr (hr)$ = الفترة الزمنية لهطول الامطار محسوبة (الساعة)

$Tp(hr)$ = فترة استجابة الحوض المائي لهطول الامطار محسوبة (الساعة)

5.5 = عدد ثابت

جدول (1) زمن استجابة الحوض المائي لهطول الامطار Tp

1	0.8	0.6	0.4	0.2	معامل ct
1.5	1.2	0.9	0.6	0.3	W1
1.4	1.1	0.9	0.6	0.3	W2
1.6	1.2	0.9	0.6	0.3	W3
1.1	0.9	0.6	0.4	0.2	W4
1.4	1.1	0.8	0.6	0.3	W5
1.1	0.9	0.7	0.5	0.2	W6
1.2	1.0	0.7	0.5	0.2	W7
1.4	1.1	0.8	0.6	0.3	W8
1.2	1.0	0.7	0.5	0.2	W9
1.1	0.9	0.6	0.4	0.2	W10
1.3	1.1	0.8	0.5	0.3	W11
1.1	0.9	0.6	0.4	0.2	W12
1.3	1.0	0.8	0.5	0.3	W13
1.1	0.8	0.6	0.4	0.2	W14
1.3	1.0	0.8	0.5	0.3	W15
1.4	1.1	0.8	0.6	0.3	W16
1.1	0.9	0.6	0.4	0.2	W17
1.2	1.0	0.7	0.5	0.2	W18
1.4	1.1	0.8	0.6	0.3	W19
1.3	1.0	0.8	0.5	0.3	W20
0.9	0.7	0.5	0.4	0.2	W21
1.2	1.0	0.7	0.5	0.2	W22
1.4	1.1	0.8	0.6	0.3	W23
0.9	0.7	0.6	0.4	0.2	W24
1.2	1.0	0.7	0.5	0.2	W25
1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	W26
0.9	0.7	0.5	0.4	0.2	W27
1.2	0.9	0.7	0.5	0.2	W28
1.4	1.1	0.8	0.6	0.3	W29
1.2	0.9	0.7	0.5	0.2	W30
1.5	1.2	0.9	0.6	0.3	W31
1.5	1.2	0.9	0.6	0.3	W32

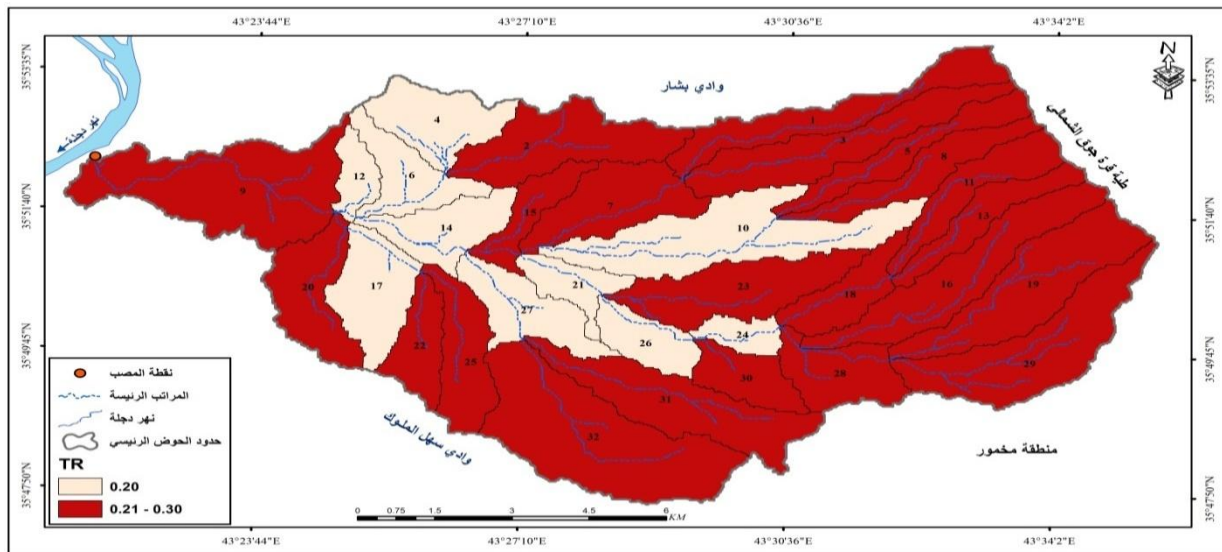
المعدل	2.2	2	1.8	1.6	1.4	1.2	معامل ct
1.8	3.2	2.9	2.6	2.3	2.1	1.8	W1
1.7	3.1	2.9	2.6	2.3	2.0	1.7	W2
1.9	3.4	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	W3
1.3	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	W4
1.7	3.1	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	W5
1.4	2.5	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	W6
1.5	2.7	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	W7
1.7	3.0	2.8	2.5	2.2	1.9	1.7	W8
1.5	2.7	2.5	2.2	2.0	1.7	1.5	W9
1.3	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	W10
1.6	2.9	2.7	2.4	2.1	1.9	1.6	W11
1.3	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	W12
1.6	2.9	2.6	2.3	2.1	1.8	1.6	W13
1.3	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	W14
1.5	2.8	2.5	2.3	2.0	1.8	1.5	W15
1.7	3.1	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	W16
1.3	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	W17
1.5	2.7	2.5	2.2	2.0	1.7	1.5	W18
1.7	3.1	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	W19

1.6	2.9	2.6	2.3	2.1	1.8	1.6	W20
1.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	W21
1.5	2.7	2.5	2.2	2.0	1.7	1.5	W22
1.7	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	1.7	W23
1.1	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	1.1	W24
1.5	2.7	2.5	2.2	2.0	1.7	1.5	W25
1.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	W26
1.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	W27
1.4	2.5	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	W28
1.7	3.1	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	W29
1.4	2.5	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	W30
1.8	3.3	3.0	2.7	2.4	2.1	1.8	W31
1.7	3.2	2.9	2.6	2.3	2.0	1.7	W32

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على المعادلة رقم (1)

ويظهر الجدول (2) والخريطة (3) الفترة الزمنية القياسية الاولى لتمثيل ذروة التساقط المطري في احواض الدراسة والتي تراوحت بين (0.2) ساعة في معظم الأحواض كأدنى فترة زمنية مناسبة لتمثيل ذروة التساقط المطري وبين (0.3) ساعة في باقي الأحواض كأقصى فترة زمنية وهي قيم متقاربة هذا يعني ان زيادة الانحدار في الاحواض بسبب انخفاض قيم استجابة الاحواض لذروة هطول الامطار. ولوحظ ايضاً انه كلما زادت قيمة Tr (hr) تحقق زيادة في استجابة الحوض، وينعكس ذلك على زيادة قيمة Ct ومن ثم زيادة الفترة Tr تزداد قيمة Ct .

خريطة (3) قياس الفترة الزمنية Standard Duration لتمثيل ذروة تساقط الامطار



المصدر من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج ArcGis10.8

2-3-3 قياس كمية التدفق الاقصى (الذروة) للسيول

ويتم حسابه من خلال المعادلة الاتية (Raghunath H,m.2006)¹.

$$QP \text{ (M}^3/\text{s)} = \frac{cpA}{Tp(\text{hr})} \quad \text{.....(3)}$$

حيث ان :-

QP = كمية التدفق الاقصى للسيول بالحوض المائي (م³/ثانية)

A = مساحة الحوض (كم²)

CP = معامل تدفق الذروة ويرتبط بقدرة الحوض المائي لخزن المياه وله علاقة بالنفاذية وتتراوح قيمة بين (2-605).

Tp(hr) = فترة استجابة الحوض المائي للتساقط المطري (ساعة).

جدول (2) الفترة الزمنية القياسية لتمثيل ذروة هطول الامطار TR

معامل ct	0.2	0.4	0.6	0.8	1
W1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W4	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W5	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W6	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W7	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W8	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W9	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W10	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W11	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W12	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W13	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W14	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W15	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W16	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W17	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W18	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W19	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W20	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W21	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
W22	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W23	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W24	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
W25	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W26	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
W27	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
W28	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W29	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W30	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
W31	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
W32	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3

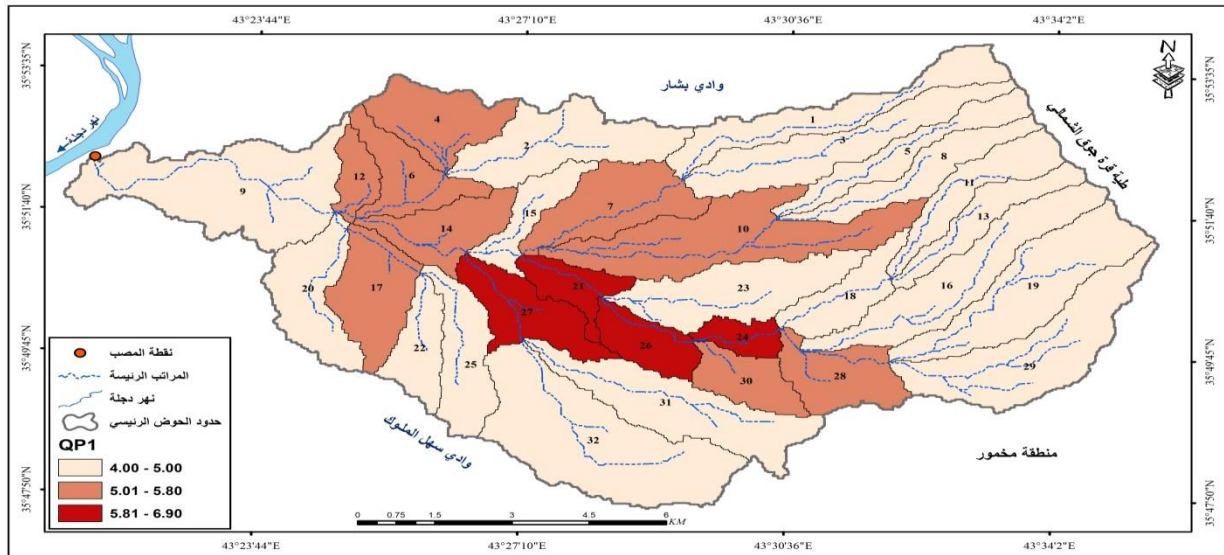
معامل ct	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	المعدل
W1	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.3
W2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.3
W3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.3
W4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2
W5	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.3
W6	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.2
W7	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3
W8	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.3
W9	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3
W10	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2
W11	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3
W12	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2
W13	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3

0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	W14
0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	W15
0.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	W16
0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	W17
0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	W18
0.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	W19
0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	W20
0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	W21
0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	W22
0.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	W23
0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	W24
0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	W25
0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	W26
0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	W27
0.3	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	W28
0.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	W29
0.3	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	W30
0.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	W31
0.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	W32

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على المعادلة رقم (2).

ويتضح من الجدول (3) والخريطة (4) ان اقصى كمية لتدفق السيول تصل (47.8) م³/ثا وذلك في حوض (W9) وتصل ادنى كمية لتدفق السيول الى (8.2) م³/ثا في حوض (W12) , ويلاحظ ايضا ان هناك زيادة في كميات التدفق السيول للاحواض المائية مع زيادة قيمة معامل تدفق الاقصى CP وقلة معامل زمن تدفق الذروة Ct.

خريطة (4) قياس كمية التدفق الاقصى (الذروة) للسيول



المصدر من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج ArcGis10.8

2-3-4 قياس الزمن الاساس للسيل (القاعدة الزمنية للهيدروكراف) / ساعة

ويتم حسابه من خلال المعادلة الاتية (Raghunath H,m.2006)¹.

$$Tb \text{ (hours)} = T_p * 4 \quad \text{.....(4)}$$

حيث ان :

T_b = زمن الاساس للسيل (ساعة)

4 = عدد ثابت

TP = زمن استجابة الحوض المائي للتساقط المطري (ساعات).

ومن ملاحظة الجدول (4) والخريطة (5) يتضح ان ادنى قيمة للزمن الاساس للسيل سجلت (3.1) ساعة, واقصى قيمة سجلت كانت (3.2) ساعة وسوف تسهم هذه القيم في تحديد فترة الارتفاع التدريجي للسيل وهي قيم متقاربة بعض الشيء.

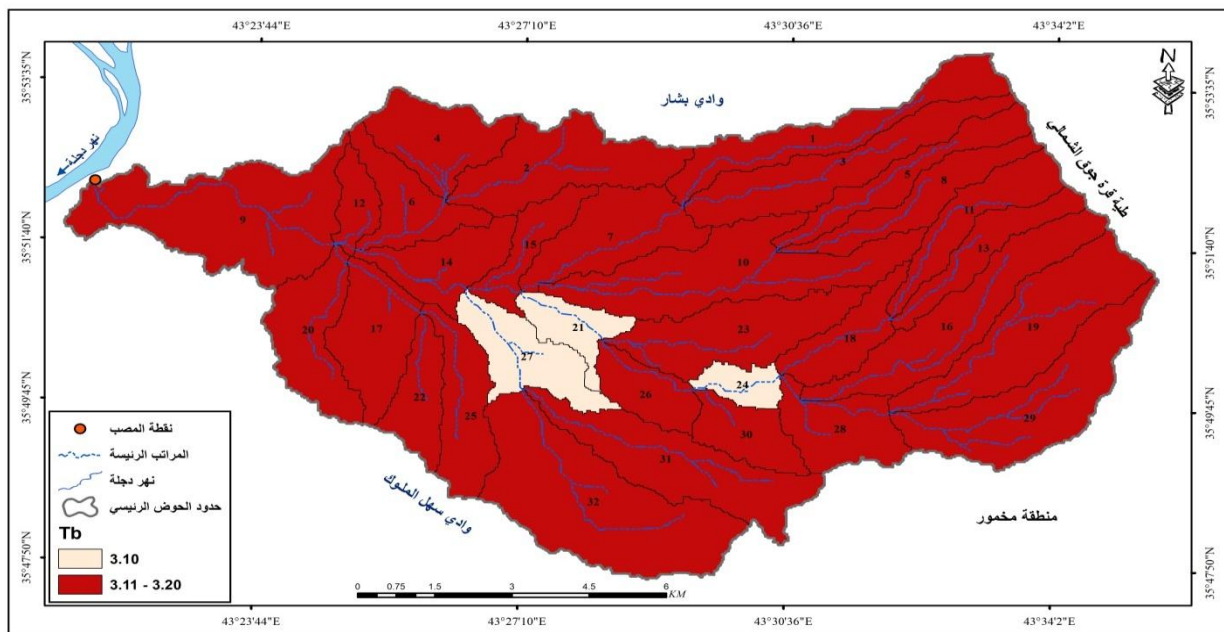
جدول (3) قياس كمية التدفق الاقصى (الذروة) للسيل

1	0.8	0.6	0.4	0.2	معامل ct
14.5	18.2	24.2	36.3	71.1	W1
17.7	22.1	29.5	44.2	88.5	W2
16.1	20.1	26.8	40.2	80.4	W3
16.0	19.9	26.6	39.9	79.8	W4
10.1	12.6	16.9	25.3	50.6	W5
12.1	15.2	20.2	30.3	60.7	W6
16.7	20.9	27.9	41.8	83.6	W7
10.8	13.4	17.9	26.9	53.8	W8
34.8	43.5	58.0	87.0	174.1	W9
34.7	43.4	57.9	86.8	173.7	W10
11.0	13.8	18.3	27.5	55.0	W11
6.0	7.5	10.0	15.0	30.0	W12
9.3	11.6	15.4	23.2	46.3	W13
13.8	17.3	23.0	34.6	69.1	W14
7.7	9.6	12.8	19.2	38.3	W15
19.9	24.8	33.1	49.7	99.4	W16
16.8	21.0	28.0	42.0	83.9	W17
9.6	12.0	16.0	23.9	47.9	W18
22.2	27.7	37.0	55.4	110.9	W19
14.1	17.6	23.5	35.3	70.6	W20
9.8	12.2	16.3	24.5	49.0	W21
9.0	11.2	14.9	22.4	44.8	W22
17.4	21.8	29.0	43.5	87.1	W23
6.1	7.6	10.1	15.2	30.4	W24
13.1	16.4	21.9	32.9	65.7	W25
10.4	13.0	17.4	26.1	52.1	W26
17.7	22.1	29.5	44.2	88.5	W27
13.3	16.6	22.2	33.3	66.5	W28
22.7	28.3	37.8	56.7	113.3	W29
9.5	11.8	15.8	23.7	47.3	W30
19.3	24.2	32.2	48.3	96.6	W31
32.5	40.6	54.1	81.2	162.4	W32

المعدل	2.2	2	1.8	1.6	1.4	1.2	معامل ct
19.8	6.6	7.3	8.1	9.1	10.4	12.1	W1
24.3	8.0	8.8	9.8	11.1	12.6	14.7	W2
22.1	7.3	8.0	8.9	10.1	11.5	13.4	W3
21.9	7.3	8.0	8.9	10.0	11.4	13.3	W4
13.9	4.6	5.1	5.6	6.3	7.2	8.4	W5
16.7	5.5	6.1	6.7	7.6	8.7	10.1	W6
22.9	7.6	8.4	9.3	10.4	11.9	13.9	W7
14.8	4.9	5.4	6.0	6.7	7.7	9.0	W8
47.8	15.8	17.4	19.3	21.8	24.9	29.0	W9
47.7	15.8	17.4	19.3	21.7	24.8	28.9	W10
15.1	5.0	5.5	6.1	6.9	7.9	9.2	W11
8.2	2.7	3.0	3.3	3.7	4.3	5.0	W12
12.7	4.2	4.6	5.1	5.8	6.6	7.7	W13
19.0	6.3	6.9	7.7	8.6	9.9	11.5	W14
10.5	3.5	3.8	4.3	4.8	5.5	6.4	W15
27.3	9.0	9.9	11.0	12.4	14.2	16.6	W16
23.0	7.6	8.4	9.3	10.5	12.0	14.0	W17
13.1	4.4	4.8	5.3	6.0	6.8	8.0	W18
30.4	10.1	11.1	12.3	13.9	15.8	18.5	W19
19.4	6.4	7.1	7.8	8.8	10.1	11.8	W20
13.4	4.5	4.9	5.4	6.1	7.0	8.2	W21
12.3	4.1	4.5	5.0	5.6	6.4	7.5	W22
23.9	7.9	8.7	9.7	10.9	12.4	14.5	W23
8.3	2.8	3.0	3.4	3.8	4.3	5.1	W24
18.0	6.0	6.6	7.3	8.2	9.4	11.0	W25
14.3	4.7	5.2	5.8	6.5	7.4	8.7	W26
24.3	8.0	8.8	9.8	11.1	12.6	14.7	W27
18.3	6.0	6.7	7.4	8.3	9.5	11.1	W28
31.1	10.3	11.3	12.6	14.2	16.2	18.9	W29
13.0	4.3	4.7	5.3	5.9	6.8	7.9	W30
26.5	8.8	9.7	10.7	12.1	13.8	16.1	W31
44.6	14.8	16.2	18.0	20.3	23.2	27.1	W32

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على المعادلة رقم (3).

خريطة (5) قياس الزمن الاساس للسيل (القاعدة الزمنية للهيدروكراف) / ساعة



المصدر من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج ArcGis10.8

2-3-5 قياس زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول (ساعات)

ويتم حسابه من خلال المعادلة الاتية ¹(Raghunath H,m.2006).

$$T_m \text{ (hr)} = T_b \text{ (hr)} / 3 \dots\dots\dots(5)$$

حيث ان :-

T_m = زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ساعات)

وهي الفترة الزمنية الممتدة من بداية جريان السيل الى فترة ذروته على الهيدروكراف.

T_b = زمن الاساس (القاعدة الزمنية للهيدروكراف / الساعات)

3 = عدد ثابت.

ويوضح الجدول (5) والخريطة (6) ان ادنى زمن للارتفاع التدريجي لتدفق السيل بلغت (0.4) ساعة,

والقيمة العظمى البالغة (0.6) ساعة ويستدل من ذلك انه كلما زادت قيمة معامل زمن تدفق الذروة C_t

زاد زمن الارتفاع التدريجي للوصول الى ذروة التدفق.

جدول (4) الزمن الاساس في الاحواض منطقة الدراسة T_b

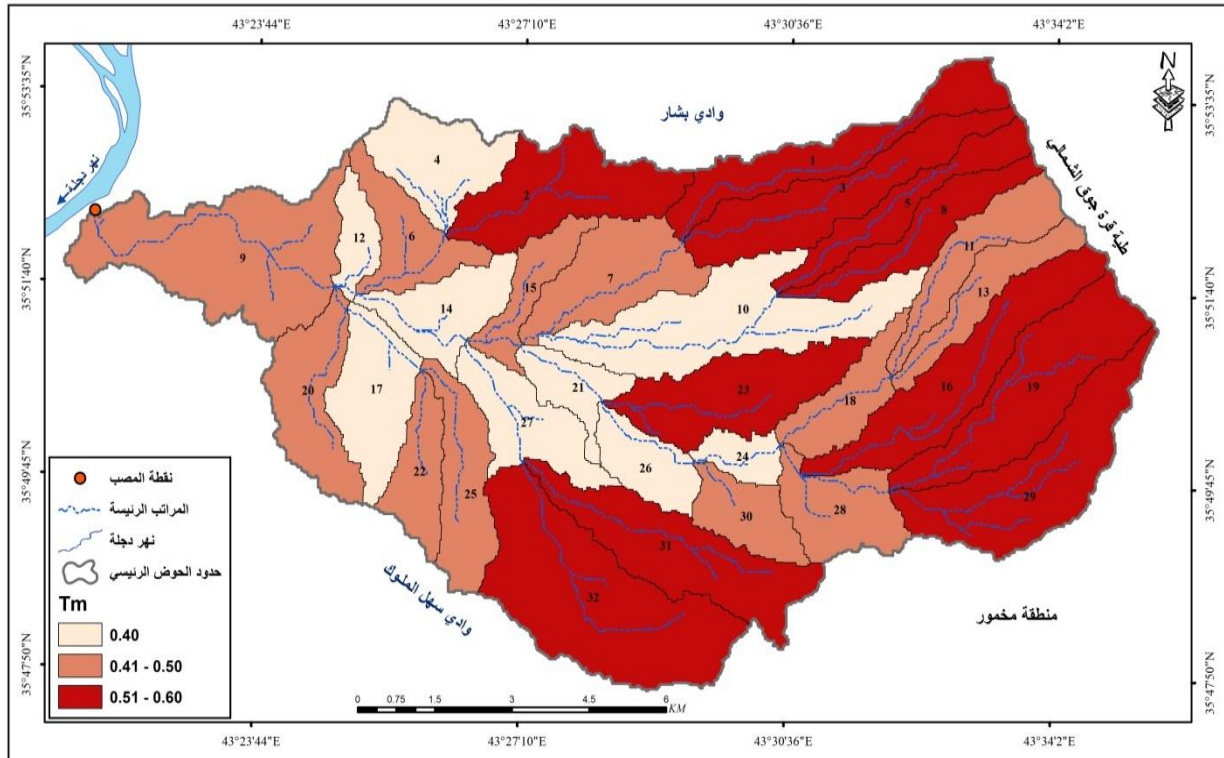
معامل C_t	0.2	0.4	0.6	0.8	1
W1	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W2	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W3	3.0	3.1	3.1	3.2	3.2
W4	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W5	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W6	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W7	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W8	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W9	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W10	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W11	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W12	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W13	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W14	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W15	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W16	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W17	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W18	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W19	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W20	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W21	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1
W22	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W23	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W24	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1
W25	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W26	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W27	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1
W28	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W29	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W30	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W31	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W32	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2

مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية المجلد {31} العدد {1} لعام 2024

المعدل	2.2	2	1.8	1.6	1.4	1.2	معامل ct
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	W1
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	W2
3.2	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	W3
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W4
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	W5
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W6
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W7
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W8
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W9
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W10
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W11
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W12
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W13
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W14
3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W15
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	W16
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W17
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W18
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	W19
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W20
3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	W21
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W22
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W23
3.1	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	W24
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W25
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W26
3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	W27
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W28
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	W29
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W30
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	W31
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	W32

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على المعادلة رقم (4).

الخريطة (6) قياس زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول (ساعات)



المصدر من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج ArcGis10.8

2-3-6 قياس زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (ساعات)

وهو الزمن الذي يستغرق السيل لرجوع المياه الى وضعها الطبيعي، ويتم حسابه من خلال تطبيق المعادلة الاتية (Raghunath H,m.2006)¹.

$$T_d \text{ (hr)} = \frac{2}{3} T_b \text{ (hr)} \quad \dots\dots\dots(6)$$

حيث ان :-

$T_d \text{ (hr)}$ = زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (ساعة)

$T_b \text{ (hr)}$ = زمن الاساس لقاعدة الهيدروكراف (ساعات).

جدول (5) قياس زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول (ساعات) لمنطقة الدراسة TM

معامل ct	0.2	0.4	0.6	0.8	1
W1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
W2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
W3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
W4	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
W5	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
W6	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
W7	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
W8	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
W9	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
W10	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
W11	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4

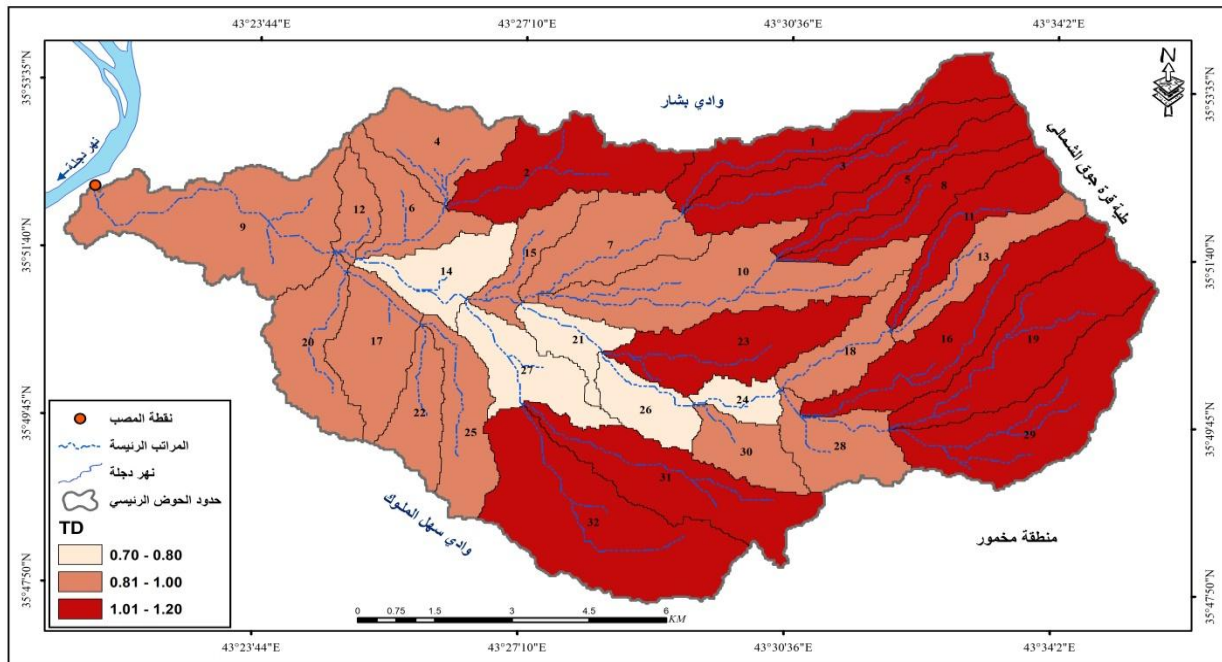
0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	W12
0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	W13
0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	W14
0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	W15
0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	W16
0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	W17
0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	W18
0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	W19
0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	W20
0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	W21
0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	W22
0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	W23
0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	W24
0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	W25
0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	W26
0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	W27
0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	W28
0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	W29
0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	W30
0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	W31
0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	W32

المعدل	2.2	2	1.8	1.6	1.4	1.2	معامل ct
0.6	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	W1
0.6	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	W2
0.6	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	W3
0.4	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	W4
0.6	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	W5
0.5	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	W6
0.5	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	W7
0.6	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	W8
0.5	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	W9
0.4	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	W10
0.5	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	W11
0.4	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	W12
0.5	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	W13
0.4	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	W14
0.5	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	W15
0.6	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	W16
0.4	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	W17
0.5	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	W18
0.6	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	W19
0.5	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	W20
0.4	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	W21
0.5	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	W22
0.6	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	W23
0.4	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	W24
0.5	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	W25
0.4	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	W26
0.4	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	W27
0.5	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	W28
0.6	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	W29
0.5	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	W30
0.6	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	W31
0.6	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	W32

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على المعادلة رقم (5)

ويلاحظ من الجدول (6) والخريطة (7) ان اقل زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول بلغ (0.7) ساعة , في حين ان اطول زمن الانخفاض تدفق السيول بشكل تدريجي قدر (1.2) ساعة نراها القيم قد تتباين في بعض الحالات في الادنى او الاعلى وقد تتكرر اكثر من حوض وهي حسب الجدول المشار له اعلاه. ويستدل ايضاً انه مع زيادة قيمة معامل زمن تدفق الذروة ازداد زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول ويبدو من خلال المعادلات السابقة ان علاقة معامل زمن الذروة C_t في احواض الدراسة علاقة طردية مع جميع قيم الزمن حيث مع زيادته يزداد زمن استجابة الاحواض للوصول الى ذروة التدفق T_p كما يزداد الزمن المثالي القياسي لهطول الامطار T_r والزمن الاساس للسيول T_b فضلاً عن ارتفاع زمني للسيول T_m وانخفاض زمني للسيول T_d .

الخريطة (7) قياس زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (ساعات)



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج ArcGis10.8.

جدول (6) الزمن الاساس في الاحواض منطقة الدراسة T_b

معامل c_t	0.2	0.4	0.6	0.8	1
W1	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W2	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W3	3.0	3.1	3.1	3.2	3.2
W4	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W5	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W6	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W7	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W8	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W9	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W10	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W11	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W12	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W13	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W14	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1
W15	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W16	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2
W17	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1

مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية المجلد {31} العدد {1} لعام 2024

3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W18
3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W19
3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W20
3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	W21
3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W22
3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W23
3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	W24
3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W25
3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	W26
3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	W27
3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	W28
3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W29
3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	W30
3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W31
3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	W32

المعدل	2.2	2	1.8	1.6	1.4	1.2	معامل ct
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	W1
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	W2
3.2	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	W3
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W4
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	W5
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W6
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W7
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W8
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W9
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W10
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W11
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W12
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W13
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W14
3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W15
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	W16
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W17
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W18
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	W19
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W20
3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	W21
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W22
3.2	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	W23
3.1	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	W24
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W25
3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	W26
3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	W27
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W28
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	W29
3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	W30
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	W31
3.2	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	W32

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على المعادلة رقم (6).

2-3-7 قياس الفترة المناسبة لعرض منحني السيل (الهيدروكراف) وبالبالغة (50% -75%) من تصريف الذروة (التدفق الأقصى للسيل م³/ثا)

$$W50 \text{ (hr)} = \frac{5.6}{\dots\dots\dots(7)}$$

$$(qp)1.08$$

$$W75 \text{ (hr)} = \frac{3.21}{\dots\dots\dots(8)}$$

$$(qp)1.08$$

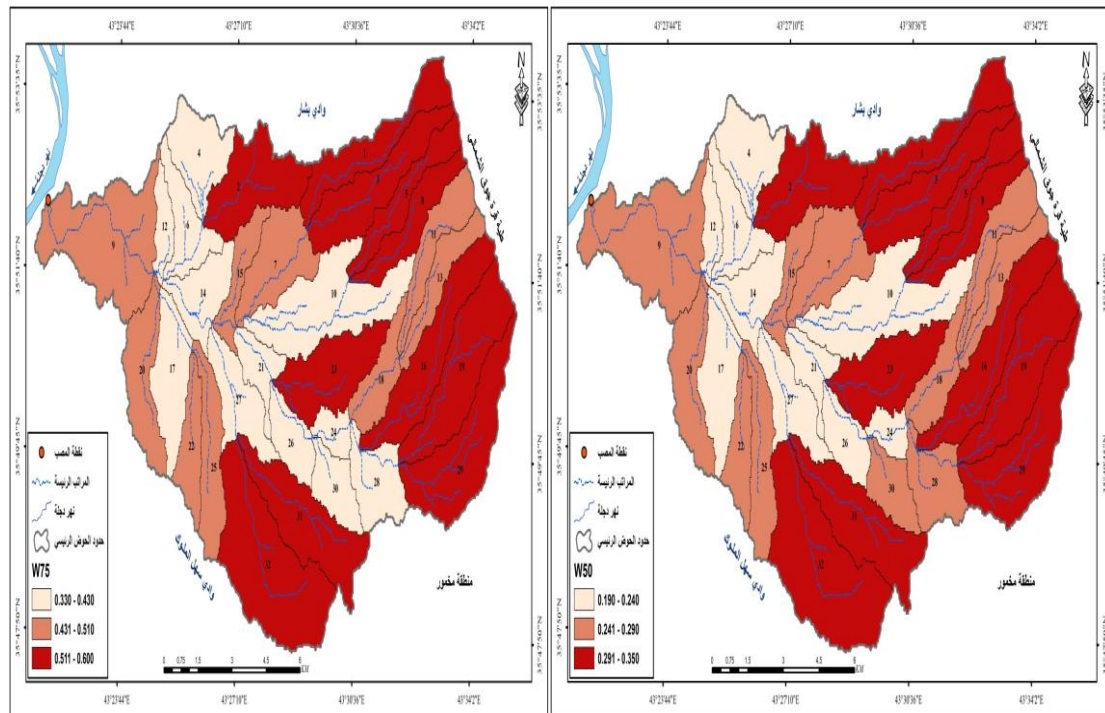
حيث ان :-

$$\left\{ \begin{array}{l} W50 \\ W75 \end{array} \right. = \text{الفترة الزمنية المناسبة لقيمة (50\% - 75\%) من التدفق الاقصى للسيل (م}^3\text{/ثا).}$$

$$Qp = \text{تدفق الذروة النوعي للحوض (م}^3\text{/ثا / كم}^2\text{).}$$

ويتضح من الجدول (7) والخريطة (8) و(9) , للفترة الزمنية عند مستوى (50%) ان ادنى فترة زمنية مناسبة لعرض هيدروكراف السيل عند (50%) من تدفق الذروة النوعي في احواض الدراسة بلغت (0.19) ساعة وذلك في حوض (W21,W27). بينما وصلت اقصى فترة زمنية مناسبة لعرض منحني السيل عند نفس المستوى من الذروة (0.33) ساعة في حوض (W1,W31). كما يتضح من الجدول ايضاً الفترة الزمنية عند مستوى (75%) ان ادنى فترة زمنية مناسبة لعرض هيدروكراف السيل عند مستوى (75%) من تدفق الذروة النوعي في احواض الدراسة بلغت (0.33) ساعة وحصلت في حوض (W21,W27). في حين ان اقصى فترة زمنية مناسبة لعرض منحني السيل عند نفس المستوى سجلت (0.60) ساعة وايضاً في حوض (W3).

الخريطة (8) قياس الفترة المناسبة لعرض منحني السيل (الهيدروكراف) وبالبالغة (50%) و من تصريف الذروة (التدفق الأقصى للسيل م³/ثا)



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على برنامج ArcGis10.8

جدول (7) الفترة الزمنية المناسبة لعرض منحني السيل عند مستوى (50%) و(75%) من التدفق الاقصى للسيل في احواض منطقة الدراسة

الاحواض	W50%	W75%
1	0.33	0.58
2	0.32	0.55
3	0.35	0.60
4	0.23	0.41
5	0.31	0.54
6	0.24	0.43
7	0.26	0.46
8	0.30	0.53
9	0.27	0.47
10	0.23	0.41
11	0.29	0.51
12	0.23	0.41
13	0.28	0.50
14	0.23	0.40
15	0.28	0.48
16	0.31	0.54
17	0.23	0.41
18	0.27	0.47
19	0.31	0.54
20	0.28	0.50
21	0.19	0.33
22	0.27	0.47
23	0.31	0.53
24	0.20	0.35
25	0.27	0.47
26	0.21	0.37
27	0.19	0.33
28	0.25	0.43
29	0.31	0.54
30	0.25	0.43
31	0.33	0.57
32	0.32	0.56

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على المعادلة رقم (8) و(9).

الاستنتاجات

- 1- واعتمدت الدراسة على انموذج سنايدر SNYDER المعدلة (2006) للحصول على القيم الزمنية لاستجابة الحوض المائي لهطول الامطار TP وذروة التساقط Tr ومن ثم وصوله الى ذروة التصريف (التدفق) وقياس كمية التدفق الاقصى للسيول QP وقياس الزمن الاساس للسيول (القاعدة الزمنية للهيدروكراف) Tb وقياس زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول Tm وقياس زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول Td وقياس تركيز (كثافة) الامطار المناسبة لتدفق الذروة i وقياس تدفق الذروة النوعي وقياس الفترة المناسبة لغرض منحني السيل الهيدروكراف والبالغة (50-75%) من تصريف الذروة وقياس عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل Emm .
- 2- تبين انه يمكن حساب حجم السيول الجارية وعمقها ومدى خطورتها وذلك خطورتها وذلك عن طريق الاعتماد على نموذج سنايدر .

التوصيات

- 1- اتخاذ الاجراءات الملائمة للحد من مخاطر السيول في المناطق التي تقع عند مجاري الوديان وذلك من خلال منع اقامة النشاطات البشرية لتفادي الخسائر.
- 2- الاستفادة من مياه السيول في موسم الامطار واستخدامها في تغذية المياه الجوفية والنشاط الزراعي.
- 3- انشاء محطة مناخية من منطقة الدراسة لرصد الظواهر المناخية.
- 4- اقامة مشاريع حصاد المياه في منطقة من اجل خزن المياه في موسم الامطار والاستفادة منها في موسم الجفاف.

References

- 1- Al-Baroudi, Muhammad Saeed, Estimating the volumes of torrents and their risks at the lower course of Wadi Arna, east of the cities of Makkah Al-Mukarramah, using geographical information systems, Umm Al-Qura University, College of Social Sciences, The Egyptian Association, Issue 48, 2012, p. 65.
- 2- Al-Adhari, Ahmed Abdel-Sattar, and Hussein Kazem, The danger of torrential rains in the Merka Survi Valley in Erbil, Iraq (applied hydromorphometric study), Journal of Arts, Literature, Humanities and Sociology, No. 8, June, 2016, p. 201.
- 3- Owaid, Diao El-Din Abdel-Hussein et al., Catographic modeling to measure the flow of torrents, Tarsakh and Talha using Geographic Information Systems (GIS), Lark Journal of Philosophy and Social Sciences, Issue 23, 2016, p. 571.
- 4- Al-Ghailan, Hanan Abdul-Latif bin Hassan, Estimating the volume of torrents in Wadi Laban using geographic information systems (a hydromorphometric study of the Wadi Laban basin), the Third International Conference on Water Resources and the Arid Environment and the First Arab Water Forum, 2008, p. 187.
- 5- Al-Nafi'i, Haifa Muhammad, Estimating the volume of surface runoff and the risks of sedimentation on the upper basin of Wadi Arna, east of Makkah Al-Mukarramah, by means of remote sensing and geographic information systems, Master's thesis (unpublished), Umm Al-Qura University, Saudi Arabia, 2010, p. 64.
- 6-Raghunath, H.M.(2006) : Hydrology : Principles , analysis and design ; Wiley Limited New Eastern Delhi: p.1-482.
- 7- Studying the Morphometric Characteristics of Wadi El-Lina Basin and its water harvest using techniques of (GIS, RS).