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

Hydrological Analysis to Estimate the Volume of Surface Runoff according to the Application of Snyder's Model for Wadi Sham Beilan Basin

Ziyad Khaled Muhammad

Prof. Dr. Daly Khalaf Hamid

College of Education for Human Sciences, Tikrit University

* *Corresponding author: E-mail* : t-jtuh@tu.edu.iq

***Keywords*:**
Snyder
The volume of water runoff
Hydrologist
Bilan sniffed

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received	4 Jan 2023
Received in revised form	17 Aug 2023
Accepted	17 Aug 2023
Final Proofreading	27 Oct 2023
Available online	31 Oct 2023

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/

A B S T R A C T

Many studies were interested in estimating torrential volumes and their severity depended on mathematical models and relationships as a result of the difficulty in estimating torrential rain waves from water basins, as they need to provide field equipment and measurement devices, in addition to the difficulty of measuring discharge during the rainstorm period in the absence of monitoring devices in most of these basins.

At the present time, there are many methods that deal with the application of mathematical relations to estimate the volume of surface runoff and determine the hydrological risks resulting from it in the form of hydrographs, as a result of their becoming better available, as helped by geographic information systems programs, remote sensing, and their modern digital satellite-visual data and digital elevation models (DEM).) and the hydrograph unit created by Sherman (1932) is a set of coordinates for the time of discharge and is derived directly from measured basins. As for the hydrograph unit derived from unmeasured water basins, equations and relationships with defined coefficients are used to determine the discharge at any point in the hydrograph, and these used coefficients have a value Hydrological, such as the hydrograph time to reach the peak discharge and the volume of the flow, and the coefficients can be estimated from data for measured basins or natural data for the basins.

© 2023 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.30.10.2.2023.05

التحليل الهيدرولوجي لتقدير حجم الجريان السطحي وفق تطبيق أنموذج سنايدر Snyder's لحوض وادي شم بيلان

الباحث: زياد خالد محمد/ جامعة تكريت/ كلية التربية للعلوم الانسانية

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

الخلاصة:

اعتمدت الكثير من الدراسات المهتمة بتقدير أحجام السيول ومدى خطورتها العلاقات والنماذج الرياضية نتيجة لصعوبة تقدير موجات السيول المطرية من الأحواض المائية كونها تحتاج إلى توفير معدات وأجهزة قياس حقلية فضلاً عن صعوبة قياس التصريف من خلال فترة العاصفة المطرية في ظل غياب أجهزة الرصد في أغلب تلك الأحواض.

وفي الوقت الحاضر تعددت الطرائق التي تتناول تطبيق العلاقات الرياضية لتقدير حجم الجريان السطحي وتحديد المخاطر الهيدرولوجية الناجمة عنه بهيئة هيدروكرافات مائية، نتيجة لكونها اصبحت متاحة بشكل أفضل إذ ساعدت في ذلك برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وبياناتها الرقمية الحديثة المرئية الفضائية ونماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ووحدة مخطط الهيدروكراف الذي أوجده (1932) Sherman) عبارة عن مجموعة من الاحداثيات لزمن التصريف ومستمدة مباشرة من أحواض مقاسة اما وحدة الهيدروكراف المشتقة الأحواض المائية غير المقاسة فتستخدم معادلات وعلاقات بمعاملات معرفة وذلك لتحديد التصريف عند اي نقطة في الهيدروكراف، وتمتلك هذه المعاملات المستخدمة قيمة هيدرولوجية مثل زمن الهيدروكراف للوصول لذروة التصريف وحجم السيل، ويمكن تقدير المعاملات من بيانات لأحواض مقاسة أو البيانات الطبيعية للأحواض.

الكلمات المفتاحية:

- **سنايدر**
- **حجم الجريان المائي**
- **الهايدرولوجي**
- **شم ببيلان**

المقدمة:

عندما أصبحت مرئيات الأقمار الصناعية متوافرة ومتاحة للباحثين وجدوا فيها تعويضاً عن الخرائط الطبوغرافية التفصيلية التي قد لا تتوفر في أحايينً كثيرة، وقد تبين أن هنالك اتجاهات حديثة لاستغلال إمكانات الحاسوب الالي في معالجة المرئيات الفضائية، في سبيل الحصول على التحليلات المورفومترية، لتعويض النقص في الخرائط الطبوغرافية التفصيلية عن طريق استعمال المرئيات الفضائية والتي أصبحت متوافرة تجارياً لأي مستخدم بغض النظر عن جنسه ومعتقده ثم ظهرت تقانات عالية ذات قدرات تحليلية متقدمة تتمثل ب (نظم المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information Systems. التي ينظر اليها على اعتبارها أداة شديدة الفاعلية في التعامل مع البيانات المتنوعة للوصول الى قرارات صائبة مستندة الى مفاهيم علمية واضحة، وتعتمد نظم المعلومات الجغرافية على اعتبارها أداة تحليل على المنطق الرياضي من حيث الربط بين البيانات المتعددة Topology مع وضع قواعد رياضية صحيحة للربط، وهي بهذا ذات شأن في بناء النماذج واختبارها وتحليل العلاقات المتبادلة، وبما أن معظم بيانات نظم المعلومات الجغرافية مكانية Spatial Data فقد كان لأسمها من الجغرافيا نصيباً واضحاً، فضلاً عن

استعماله بيانات الارتفاعات الأرضية الرقمية وخاصة ما يعرف بنماذج الارتفاعات الرقمية Digital (DEM) Elevation Modelفي العديد من التطبيقات العلمية، وأصبحت إحدى المكونات الأساس لأنظمة المعلومات الجغرافية، كما أصبحت نماذج الارتفاعات الرقمية هامة جداً فيعدد من التطبيقات وفي مجالات متعددة ومتنوعة ويرجع سبب ذلك الى التقدم الكبير في التكنلوجيا وعلم المعلوماتية، وتعرف نماذج الارتفاعات الرقمية على أنها نمذجة عددية لتضاريس منطقة ما بوساطة مجموعة من النقاط تم تعيين مواقعها المستوية(الطول العرض) وارتفاعها، والتي يتم الحصول عليها من الخرائط الكنتورية، أو من الصور الجوية أو من مرئيات الأقمار الصناعية، وهذه البيانات الرقمية تستعمل في تحليل التضاريس من جانب الارتفاع وفي تحديد درجات الانحدارات ومعرفة اتجاهاتها، ويمكن عن طريقها تحديد المحدبات والمقعرات، ويمكن بواسطتها تحديد أحواض التصريف واستخلاص الشبكات المائية وتقديم تحليلات هيدرولوجية متكاملة لأحواض التصريف.

مشكلة البحث:

يعاني العراق بصورة عامة ومنطقة الدراسة بصورة خاصة من ظاهرة الجفاف التي لها اثار كبيرة على البيئة الطبيعة والبشرية، وان منطقة الدراسة من الاحواض المائية موسمية الجريان غير المقيسة، لذا ينبغي استخدام طرق حديثة لقياس كميات الجريان وتحقيق تنمية مستدامة للموارد المائية السطحية في (حوض وادي شم ببيلان) سبيلاً لتوفير المياه للاستعمالات المختلفة في منطقة الدراسة؟ ومن هذا المشكلة تدرج مجموعة تساؤلات:

1. كيف يمكن قياس كمية الجريان لحوض منطقة الدراسة باستخدام طريقة سنايدر؟
2. هل يمكن الاستفادة من الأحواض الثانوية لمنطقة الدراسة في تقدير حجم الجريان السطحي للحوض؟

فرضيات الدراسة:

1. يمكن قياس كمية الجريان السطحي بطريقة (سنايدر) وتصحب الاحواض من اجل التنمية المستدامة، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لها دور كبير فهي تختصر الوقت والجهد في تحليل الخصائص الهيدرولوجية والتوصل إلى نتائج دقيقة، ويمكن من خلالها عمل قاعدة معلومات توفر بيانات كبيرة لحوض وادي شم ببيلان.
2. الاحواض الثانوية يبرز دورها في تغذية حوض الوادي بالمياه ورفع مستوى المياه وتأثيرها على عملية الجريان السطحي من خلال كمية المياه التي تغذي بها حوض الوادي.

أهمية الدراسة:

1. يعد من الاحواض المائية المهمة في ناحية شوان فهو يغطي اراضي زراعية مهمة ومناطق سكنية تحتاج إلى المياه لاستعمالات الارض المختلفة.
2. برزت أهمية الدراسة من خلال تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS وبيانات الاستشعار عن بعد RS في بناء قاعدة معلومات جغرافية والتي تقدم بيانات ذات تقنية عالية ومتطورة للقياس وتقدير احجام الجريان السطحي.
3. الكشف عن اهمية طريقة سنايدر في تقدير حجم الجريان السطحي ومدى خطورتها.

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة (حوض وادي شم ببيلان) ادارياً في ناحية شوان التابعة لمركز محافظة كركوك، ويصب في نهر الزاب الأسفل عند منطقة كاني رش، ويتكون حوض الوادي من خمس مراتب نهرية.

الموقع الاحداثي: بين دائرتي عرض (0N" 50 °35 و"N 5 42 °35) شمالاً وبين وخطي طول("24E"32°44 و"16 39°44E) شرقا".

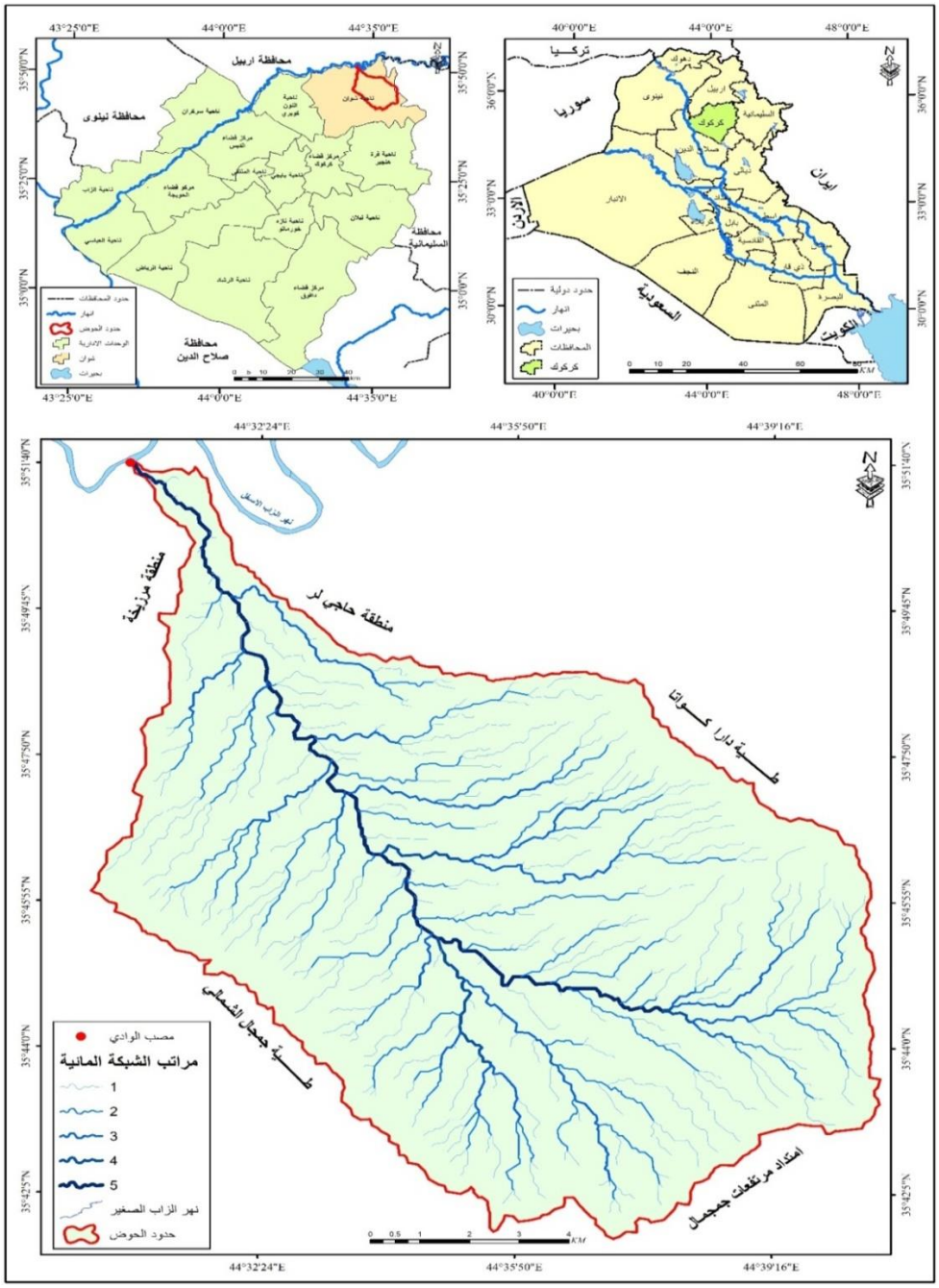
تبلغ مساحة حوض الوادي (159.2) كم2، ومحيط حوض الوادي (65.2)كم، أما أعلى نقطة فيه تصل إلى (1195)م، وأدنى نقطة هي (313)م، في حين يبلغ طول الحوض (23.9)كم، أما عرضه فقد يبلغ (10.1)كم. وكما في الخريطة (1).

تطبيق انموذج سنايدر:

وتصنف طرائق اشتقاق وحدة الهيدروكراف بناءً على نوعية البيانات المستخدمة والمتاحة كالاتي:

1. طرائق استخدمت بيانات حوض النهر الطبيعية فقط في اشتقاق وحدة الهيدروكراف، مثل طريقة (1938) (Snyder).
2. طرائق استخدمت بيانات الأمطار والتصريف معاً في اشتقاق وحدة الهيدروكراف مثل طريقة المربع الأدنى المستخدمة من قبل الباحثين (Brune & Dooge (1989).
3. طرائق استخدام بيانات التصريف، كطريقة انتقاء الجذور المقترحة من قبل الباحثين الثلاثة (Turner & Dooge & Bree 1989).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على خريطة العراق الإدارية بمقياس رسم 1:100000، وخريطة كركوك الإدارية بمقياس رسم 1:250000، ونموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

وتشترك جميع هذه الطرائق بأنها توظف معاملات زمنية متشابهة ولكن غير متطابقة، وقد حقق أنموذج (Snyder) انتشاراً واسعاً بالسنوات الأخيرة بفضل التعديلات التي قام بها عدد من الباحثين والهيئات منها سلاح المهندسين في الجيش الامريكي وكل من (Zhongboy 1988,1998 .Chow 1991, Raghunath 2000, Ramerez) [1]

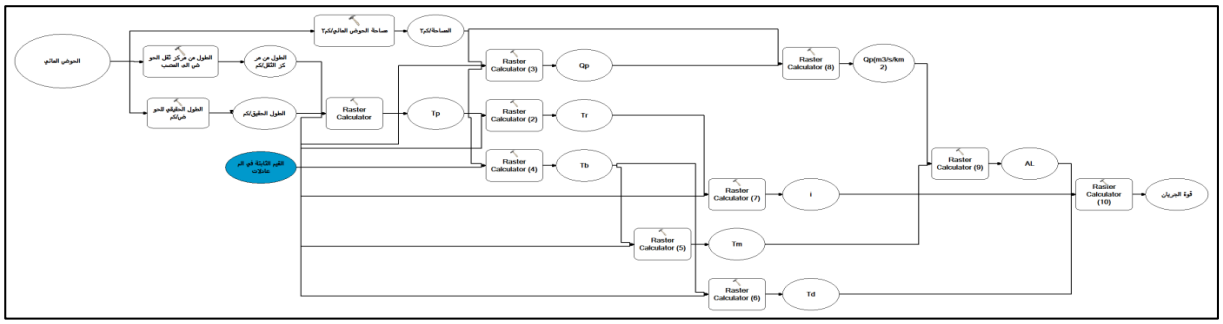
إذ اتاحت التعديلات الاخيرة إعطاء قيم مناسبة لعاملي زمن تدفق الذروة (TC) ومعامل جريان الذروة (CP) تراوحت بين (0.2) – (2.2) للأول عوضاً عن (1.8 – (2.2) وبين (2 – 6.5) للثاني عوضاً عن (0.5) – 0.7 وهي

قيم تشمل جميع نماذج الأحواض النهرية، وبذلك فهي تكون مناسبة لتقدير تدفق السيول في الأحواض التي تفتقر إلى بيانات مسجلة عن الجريان أو العواصف المطرية وتعتمد على بيانات الأحواض ذاتها، لذا تم الأخذ بها لتقدير حجم وتدفق السيول وخطورتها في أحواض منطقة الدراسة.

ولتطبيق أنموذج (Snyder) المعدل لابد من اتباع خمس مراحل أساسية لاشتقاق وحدة الهيدروكراف وتتلخص بحساب زمن الاستجابة للحوض المائي (TP) ، وتصريف الذروة (QP)، والزمن الأساس للسيل (القاعدة الزمنية (T) والفترة المثالية (القياسية) لهطول الأمطار Td أو Tr، وحساب الفترة الزمنية W50 و W75 المناسبة لعرض الهيدروكراف عند مستوى 50% أو 75% من تدفق أو تصريف الذروة, او الاعتماد على المخطط الانسيابي الذي موضح شكل ادنى[2] .

وفيما يأتي عرض لتطبيق هذا الأنموذج لأحواض منطقة الدراسة والموضحة في الشكل (1) :-

شكل (1) المخطط الانسيابي لتطبيق انموذج سنايدر



1- قياس زمن استجابة الأحواض المائية لهطول الأمطار (ساعات) للوصول إلى ذروة التصريف (التدفق)، ويطلق عليه زمن الاستجابة الأولي، ويتم حسابه من خلال تطبيق المعادلة الآتية:

معدلة (1)

إذ إن:-

$$Tp\ (hr) = ct\ (lb - lca)0.3$$

Lp: طول المجرى الرئيسي (كم)

Lca: المسافة الفاصلة بين مصب الحوض المائي ومركز ثقلة (كم)

T زمن استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة)

ct: معامل زمن تدفق الذروة Peak ow Time Factor وهو خاص بطبيعة الحوض

وانحداره وتتراوح قيمته بين (0.2 - 2.2)

وتتضح نتائج تطبيق المعادلة في الجدول (1).

جدول (1) تطبيق معامل Tp قياس زمن الاستجابة لهطول الأمطار (ساعات) بحسب الاحواض المائية الثانوية

معامل ct	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
0.2	2.1	1.8	1.0	1.4	0.6	2.9	0.7	1.8	1.7	2.6	2.4	2.3
0.4	4.1	3.6	2.1	2.8	1.1	5.8	1.4	3.6	3.3	5.1	4.7	4.6
0.6	6.2	5.4	3.1	4.3	1.7	8.7	2.1	5.3	5.0	7.7	7.1	6.9

9.2	9.5	10.2	6.7	7.1	2.8	11.6	2.2	5.7	4.1	7.2	8.3	0.8
11.5	11.8	12.8	8.4	8.9	3.5	14.5	2.8	7.1	5.1	9.0	10.3	1
13.7	14.2	15.3	10.0	10.7	4.2	17.4	3.3	8.5	6.2	10.7	12.4	1.2
16.0	16.6	17.9	11.7	12.4	5.0	20.3	3.9	9.9	7.2	12.5	14.5	1.4
18.3	19.0	20.5	13.4	14.2	5.7	23.2	4.4	11.3	8.2	14.3	16.5	1.6
20.6	21.3	23.0	15.1	16.0	6.4	26.1	5.0	12.8	9.3	16.1	18.6	1.8
22.9	23.7	25.6	16.7	17.8	7.1	29.0	5.6	14.2	10.3	17.9	20.7	2
25.2	26.1	28.1	18.4	19.5	7.8	31.9	6.1	15.6	11.3	19.7	22.7	2.2
13.7	14.2	15.3	10.0	10.7	4.2	17.4	3.3	8.5	6.2	10.7	12.4	المعدل

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة Tp

ويبين الجدول (1) زمن استجابة الأحواض المائية المدروسة لهطول الأمطار (TP) والتي تراوحت بين (31,9) ساعة كأقصى مدة زمنية في حوض (W6), ويبدأ بعدها الجريان السطحي، وبين (1.0) ساعة كأقصى مدة زمنية في حوض (W3) ويتضح أيضاً أنه كلما زادت قيم (ct) ارتفع زمن استجابة الأحواض للوصول إلى ذروة التدفق بدلالة قلة الانحدار، بينما قلة قيم (ct) تعني زيادة الانحدار وبالتالي تناقص قيم (TP).ويلاحظ من الجدول اعلاه تتركز قيمة Tpوالتي تعبر عن مدى استجابة الاحواض المائية للهطول بالساعات في الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة على امتدادة طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال وهيه قيمة تتراوح بين (12.8–17,4)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على طول القناة النهرية ,وكلما زاد طول الحوض المائي كلما زادة الاستجابة للهطول كما نلاحظ في المناطق الشمالية ان الطول الحوض او القناة الرئيسية اطول من المناطق الجنوبية ولهاذه تكون هطول الامطار في المناطق الشمالية اكثر من المناطق الجنوبية, كما في الاحواض الثانوية التي تمثل كل من الأحواض الثانوية التالية (6–10–11–12) اما تركز قيمة (Tp) في المناطق الشمالية الشرقية التي يبدء منها مصب الحوض وادي شم ببيلان والجنوبية الشرقية المتمثلة في مرتفعات منطقة حاجي لر الشرقية تكون القيمة متوسطة الاستجابة هطول الامطار وكلما قل طول القناة الرئيسية قلة كمية هطول الامطار كما في الخريطة والتي تتراوح قيمتها بين(8.1–12.8) والمتمثلة في الأحواض الثانوية التالية (1–2–4–8–9),اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا نزولا" الى الغرب تكون قيمة التركز الاستجابة في (Tp) ضعيفة والتي تتراوح بين (8.0–3.3) وان استجابة هطول الامطار ضعيفة في الاحواض الثانوية التي تتمثل (3–5–7)في قيمة ال(Tp).

2 – قياس الفترة الزمنية القياسية (Standard Duration) لتمثيل ذروة تساقط الأمطار (ساعات)، وتستخدم هذه المعادلة عندما تكون فترة هطول الأمطار ((tr (hr) لا يتجاوز زمن استجابة الحوض المائي، وهي مماثلة لطبيعة التساقط المطري في أحواض الدراسة بهيئة عواصف مطرية كثيفة وقصيرة لا تتعدى ساعة أو بضع ساعات.

ويتم حسابه من خلال تطبيق المعادلة الاتية:

معادلة (2) إذ إن:-

$$tr(hr) = \frac{tp(hr)}{5.5}$$

Tp زمن استجابة الحوض المائي لهطول الأمطار (ساعة).

(h r) tr– الفترة الزمنية القياسية لتمثيل ذروة هطول الأمطار (ساعة).

5.5 عدد ثابت

جدول (2) تطبيق معامل Tr قياس زمن الاستجابة لهطول الأمطار (ساعات) بحسب الاحواض المائية الثانوية

معامل ct	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.1	0.5	0.1	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4
0.4	0.8	0.7	0.4	0.5	0.2	1.1	0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	0.8
0.6	1.1	1.0	0.6	0.8	0.3	1.6	0.4	1.0	0.9	1.4	1.3	1.2
0.8	1.5	1.3	0.7	1.0	0.4	2.1	0.5	1.3	1.2	1.9	1.7	1.7
1	1.9	1.6	0.9	1.3	0.5	2.6	0.6	1.6	1.5	2.3	2.2	2.1
1.2	2.3	2.0	1.1	1.5	0.6	3.2	0.8	1.9	1.8	2.8	2.6	2.5
1.4	2.6	2.3	1.3	1.8	0.7	3.7	0.9	2.3	2.1	3.3	3.0	2.9
1.6	3.0	2.6	1.5	2.1	0.8	4.2	1.0	2.6	2.4	3.7	3.4	3.3
1.8	3.4	2.9	1.7	2.3	0.9	4.7	1.2	2.9	2.7	4.2	3.9	3.7
2	3.8	3.3	1.9	2.6	1.0	5.3	1.3	3.2	3.0	4.7	4.3	4.2
2.2	4.1	3.6	2.1	2.8	1.1	5.8	1.4	3.6	3.3	5.1	4.7	4.6
المعدل	2.3	2.0	1.1	1.5	0.6	3.2	0.8	1.9	1.8	2.8	2.6	2.5

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة tr

ويظهر الجدول (2) الفترة الزمنية القياسية (الاولية) لتمثيل ذروة التساقط المطري في أحواض الدراسة والتي تراوحت بين (0.6–2.4) ساعة في الاحواض, اما في الاحواض التالية (5,7w)والتي تشكل (0.2) كأدنى فترة زمنية مناسبة لتمثيل ذروة التساقط المطري. اما في الحوض التالي (W6) والتي تشكل قيمة (5.8)ساعة في حوض كأقصى فترة زمنية.

ولوحظ أيضاً أنه كلما زادت قيمة ((hr) tr) تحقق زيادة في استجابة الحوض، وينعكس ذلك على زيادة قيمة (ct) ومن ثم زيادة الفترة (tr) تزداد قيمة (ct).ويلاحظ من الجدول ان تركز قيمة (tr)تحقق زيادة في استجابة الاحواض ومن ثمة زيادة الفترة الزمنية لقياس ذروة التساقط المطري وتعتمد على زيادة هطول الامطار في الساعات في الجنوب الغربي من منطقة الدراسة على امتداد طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال والقيمة التي تتراوح بين (2.4–3.2)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على طول الفترة الزمنية لذروة تساقط المطر, فكلما زاد الفترة الزمنية لقياس ذروة هطول المطر كلما زادة استجابة الحوض لهطول المطر في الساعات كما في الاحواض الثانوية التالية (6–10–11–12)اما في المناطق الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية في لمرتفعات منطقة حاجي الر تقل الفترة الزمنية لقياس الذروة المطرية في الساعات وذالك تقل الاستجابة الهطول المطري في الاحواض الثانوية والتي تتراوح بين (1.6–2.3)وتكون ذات قيمة متوسطة (tr) في الاحواض الثانوية التالية(1–2–4–8–9) اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا الى المناطق الغربية تصبح ضعيفة الفترة الزمنية لقياس الذروة المطرية في الساعات ,وكذالك تقل جدا" الاستجابة المطرية للأحواض الثانوية المتمثلة باالاحواض التالية (3–5–7) والتي تتراوح قيمة ال(tr) بين (0.6–1.5)كما مبين في الجدول.

3-: قياس كمية التدفق الأقصى (الذروة) للسيول

ويتم حسابه من خلال المعادلة الآتية:

المعادلة (3)

$$Qp(M3/S\frac{cpA}{tp(hr)}$$

إذ إن:-

QP =كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي (م/ ثانية)

مساحة الحوض (كم)

Cp =معامل تدفق الذروة Peak Flow actor ويرتبط بقدرة الحوض المائي لخزن المياه وله علاقة بالنفاذية وتتراوح قيمته بين (2) – 6.5)

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

جدول (3) تطبيق معامل Qp قياس كمية تدفق السيول(ساعات) بحسب الاحواض المائية الثانوية

W12	W11	W10	W9	W8	W7	W6	W5	W4	W3	W2	W1	معامل ct
337.5	337.5	373.5	295.7	175.9	339.4	353.0	239.0	158.1	478.6	150.6	344.2	0.2
168.8	168.8	186.8	147.8	88.0	169.7	176.5	119.5	79.1	239.3	75.3	172.1	0.4
112.5	112.5	124.5	98.6	58.6	113.1	117.7	79.7	52.7	159.5	50.2	114.7	0.6
84.4	84.4	93.4	73.9	44.0	84.9	88.2	59.8	39.5	119.7	37.7	86.0	0.8
67.5	67.5	74.7	59.1	35.2	67.9	70.6	47.8	31.6	95.7	30.1	68.8	1
56.3	56.3	62.3	49.3	29.3	56.6	58.8	39.8	26.4	79.8	25.1	57.4	1.2
48.2	48.2	53.4	42.2	25.1	48.5	50.4	34.1	22.6	68.4	21.5	49.2	1.4
42.2	42.2	46.7	37.0	22.0	42.4	44.1	29.9	19.8	59.8	18.8	43.0	1.6
37.5	37.5	41.5	32.9	19.5	37.7	39.2	26.6	17.6	53.2	16.7	38.2	1.8
33.8	33.8	37.4	29.6	17.6	33.9	35.3	23.9	15.8	47.9	15.1	34.4	2
30.7	30.7	34.0	26.9	16.0	30.9	32.1	21.7	14.4	43.5	13.7	31.3	2.2
92.7	92.7	102.5	81.2	48.3	93.2	96.9	65.6	43.4	131.4	41.4	94.5	المعدل

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلة Qp

من ملاحظة الجدول (3) يتضح أن أدنى قيمة للزمن الأساس للسيل سجلت في حوض (W2) والبالغة (13.7) ساعة، وأقصى قيمة سجلت كانت(478.6) ساعة في حوض (W3)، وسوف تسهم هذه القيم في تحديد فترة الارتفاع التدريجي للسيل. ويلاحظ من الجدول ان تركز قيمة (Qp) كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي (م/ ثانية)

مساحة الحوض (كم) ويرتبط بقدرة الحوض المائي لخزن المياه وله علاقة بالنفاذية وتتراوح قيمته بين (2 – 6,5)

تحقق زيادة في استجابة الاحواض ومن ثمة زيادة الفترة الزمنية لقياس ذروة التساقط المطري وتعتمد على زيادة هطول الامطار في الساعات في الجنوب الغربي من منطقة الدراسة على امتداد طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال والقيمة التي تتراوح بين (3.2–2.4)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على كمية التدفق الاقصى للسيول بالحوض المائي , فكلما زاد كمية التدفق الاقصى للسيول بالحوض المائي ,كلما زادة قدرة الحوض على خزن المياه المطر كلما زادة استجابة الحوض لهطول المطر في الساعات كما في الاحواض الثانوية التالية (12–11–10–6)اما في المناطق الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية في لمرتفعات منطقة حاجي الر تقل او تتوسط كمية التدفق السيول المطرية في الساعات وذالك تقل الاستجابة الهطول المطري في الاحواض الثانوية والتي تتراوح بين (2.3–1.6)وتكون ذات قيمة متوسطة (Qp)في الاحواض الثانوية التالية(1–2–4–8–9) اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا الى المناطق الغربية تصبح ضعيفة في كمية تدفق السيول المطرية في الساعات ,وكذالك تقل جدا" الاستجابة المطرية للأحواض الثانوية المتمثلة باالاحواض التالية (3–5–7) والتي تتراوح قيمة ال(Qp) بين (1.5–0.6)كما مبين في الجدول.

4– زمن الاساس للسيول" (Tb) :

$$Tb(days) = +3\frac{tp(hr)}{8}$$

يعبر عن المدة الزمنية لحدوث السيل لحوض التصريف من المنبع وصولا الى المصب, وهو بذلك يتشابه مع متغيرات زمن التباطؤ (1), بلغ المعدل العام لزمن الاساس لأحواض (10.735)

تم الاعتماد على معادلة الاتية في استخراج زمن الاساس للسيل (يوم)

اذ تمثل:

Tb days =الفترة زمن الأساس للسيل (يوم)

Tp(hr)= فترة استجابة الحوض الماني لسقوط الأمطار/ساعات (زمن التباطؤ)

المعادلة الثانية:

3–8:أعداد ثابتة.

جدول(4) تطبيق معامل Tb قياس فترة الاساس (اليوم) للسيل

معامل ct	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
0.2	3.3	3.2	3.1	3.2	3.1	3.4	3.1	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3
0.4	3.5	3.4	3.3	3.4	3.1	3.7	3.2	3.4	3.4	3.6	3.6	3.6
0.6	3.8	3.7	3.4	3.5	3.2	4.1	3.3	3.7	3.6	4.0	3.9	3.9
0.8	4.0	3.9	3.5	3.7	3.3	4.4	3.4	3.9	3.8	4.3	4.2	4.1
1	4.3	4.1	3.6	3.9	3.3	4.8	3.4	4.1	4.0	4.6	4.5	4.4
1.2	4.5	4.3	3.8	4.1	3.4	5.2	3.5	4.3	4.3	4.9	4.8	4.7
1.4	4.8	4.6	3.9	4.2	3.5	5.5	3.6	4.6	4.5	5.2	5.1	5.0

1.6	5.1	4.8	4.0	4.4	3.6	5.9	3.7	4.8	5.6	5.4	5.3	
1.8	5.3	5.0	4.6	4.6	3.6	6.3	3.8	5.0	4.9	5.7	5.6	
2	5.6	5.2	4.3	4.8	3.7	6.6	3.9	5.2	5.1	6.0	5.9	
2.2	5.8	5.5	4.4	5.0	3.8	7.0	4.0	5.4	5.3	6.3	6.1	
المعدل	4.5	4.3	3.8	4.1	3.4	5.2	3.5	4.3	4.3	4.8	4.7	

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلةTb

يتضح من الخلال الجدول (4)ان اقصر فترة اساس لحدوث السيل لحوض وادي شم ببيلان مايقارب حوالي (ثلاثة ايام وربع ساعات واربعون دقيقة) أي مايعادل (76 ساعة واربعون دقيقة) بينما كانت اطول فترة هي(خمسة ايام وثلاثة ساعات وستة وثلاثون دقيقة)مايعادل (123ساعة وستة وثلاثون دقيقة)ويتضح ان اقل زمن في قياس الاساس السيل في الاحواض التي هي (3–5–7) التي تتراوح نسبت السيل هيه (4.0–3.4) وتتوسط نسبة السيل في الاحواض الثانوية التي يمكن مشاهدتها من خلال الخريطه هي (1–2–4–8–9) والتي تتراوح القيم نسبة السيل في الاحواض الثانوية التالية (4.1–4.6)ما الاحواض التي تكون نسبتها عالية هي الاحواض المتمثلة (6–10–11–12) والتي تتراوح نسبة قياس فترة الاساس للسيل في الساعة في اليوم الواحد تكون (4.7–5.2)والتي تعتبر اعلى نسبة من بين الاحواض الثانوية في منطقة الدراسة من بين الاحواض الثانوية التي تمكنا من تحليلها من خلال الجدول اعلاها .

5–قياس زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول (ساعات)

ويتم حسابه من خلال المعادلة الآتية:

المعادلة (5)

$$Tm(hr)=Tb(hr)/3$$

إذ إن:–

$$Tm\ (hr) = Tb(hr)/3$$

Tm =زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ساعات)

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

Tb =زمن الأساس القاعدة الزمنية للهيدروكراف/ الساعات)

3 =عدد ثابت

جدول (5) تطبيق معامل Tm قياس زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول (ساعات) بحسب الاحواض المائية الثانوية

معامل ct	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
0.2	0.7	0.6	0.3	0.5	0.2	1.0	0.2	0.6	0.6	0.9	0.8	0.8
0.4	1.4	1.2	0.7	0.9	0.4	1.9	0.5	1.2	1.1	1.7	1.6	1.5
0.6	2.1	1.8	1.0	1.4	0.6	2.9	0.7	1.8	1.7	2.6	2.4	2.3
0.8	2.8	2.4	1.4	1.9	0.7	3.9	0.9	2.4	2.2	3.4	3.2	3.1
1	3.4	3.0	1.7	2.4	0.9	4.8	1.2	3.0	2.8	4.3	3.9	3.8
1.2	4.1	3.6	2.1	2.8	1.1	5.8	1.4	3.6	3.3	5.1	4.7	4.6

1.4	4.8	4.2	2.4	3.3	1.3	6.8	1.7	4.1	3.9	6.0	5.5	5.3
1.6	5.5	4.8	2.7	3.8	1.5	7.7	1.9	4.7	4.5	6.8	6.3	6.1
1.8	6.2	5.4	3.1	4.3	1.7	8.7	2.1	5.3	5.0	7.7	7.1	6.9
2	6.9	6.0	3.4	4.7	1.9	9.7	2.4	5.9	5.6	8.5	7.9	7.6
2.2	7.6	6.6	3.8	5.2	2.0	10.6	2.6	6.5	6.1	9.4	8.7	8.4
المعدل	4.1	3.6	2.1	2.8	1.1	5.8	1.4	3.6	3.3	5.1	4.7	4.6

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلةTm

ويوضح الجدول (5) أن أدنى زمن للارتفاع التدريجي لتدفق السيل بلغت (0.2) ساعة وذلك في حوض (W5.7)، والقيمة العظمى البالغة (10.6) ساعة تحققت في حوض (6W) ويستدل من ذلك أنه كلما زادت قيمة معامل زمن تدفق الذروة (Ct) زاد زمن الارتفاع التدريجي للوصول إلى ذروة التدفق. ويلاحظ من الجدول ان تركز قيمة (Tm) زاد زمن الارتفاع التدريجي, مما يؤدي الى الزيادة في قيمة معامل زمن تدفق الذروة (Ct) تحقق زيادة في استجابة الاحواض ومن ثمة زيادة التساقط المطري وتعتمد على زيادة هطول الامطار في الساعات في الجنوب الغربي من منطقة الدراسة على امتداد طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال والقيمة التي تتراوح بين (4.3-5.8)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على زمن الارتفاع التدريجي, فكلما زاد قيمة معامل زمن تدفق الذروة ,كلما زاد زمن الارتفاع التدريجي, كلما زادة قدرة الحوض على خزن المياه المطر كلما زادة استجابة الحوض لهطول المطر في الساعات كما في الاحواض الثانوية التالية (6-10-11-12)اما في المناطق الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية في لمرتفعات منطقة حاجي الر تقل او تتوسط كمية التدفق السيول المطرية في الساعات وذألك تقل الاستجابة الهطول المطري في الاحواض الثانوية والتي تتراوح بين (2.8-4.2)وتكون ذات قيمة متوسطة (Tm)في الاحواض الثانوية التالية(1-2-4-8-9) اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا الى المناطق الغربية تصبح ضعيفة في كمية تدفق السيول المطرية في الساعات ,وكذالك تقل جدا" الاستجابة المطرية للأحواض الثانوية المتمثلة باللأحواض التالية (3-5-7) والتي تتراوح قيمة ال(Tm) بين (1.1-2.7)كما مبين في الجدول .وتبين من خلال الجدول ان كلما زادة معامل تدفق الذروة زاد زمن الارتفاع التدرجي والعكس صحيح.

4-1-5 قياس زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (ساعات)

وهو الزمن الذي يستغرقه السيل لرجوع المياه إلى وضعها الطبيعي، ويتم حسابه من خلال تطبيق المعادلة الآتية :

المعادلة (6)

$$Td(hr) = \frac{2}{3} Tb(hr)$$

إذ إن:

Td(hr) =زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول (ساعة)

Tb(hr) =زمن الأساس لقاعدة الهيدروكراف (ساعات)

(Td (hr) = =Tb (hr

ويلاحظ من الجدول (6) أن أقل زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول بلغ (0.4) ساعة في حوض (5W)، في حين أن اطول زمن لانخفاض تدفق السيول بشكل تدريجي قدر (21.2) ساعة وكان ذلك في حوض (6W).

ويستدل أيضاً أنه مع زيادة قيمة معامل زمن تدفق الذروة ازداد زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول ويبدو من خلال المعادلات السابقة أن علاقة معامل زمن الذروة (Ct) في أحواض الدراسة علاقة طردية مع جميع قيم الزمن حيث مع زيادته يزداد زمن استجابة الأحواض للوصول إلى ذروة التدفق (TP) كما يزداد الزمن المثالي القياسي لهطول الأمطار (Tr) والزمن الأساس للسيل (Tb) فضلاً عن ارتفاع زمني للسيل (Tm) وانخفاض زمني للسيل (Td). ويلاحظ من الجدول ان تركز قيمة (Td)ان زيادة في قيمة معامل زمن تدفق الذروة (Ct) زاد زمن الانخفاض التدريجي تحقق زيادة في استجابة الاحواض ومن ثمة زيادة التساقط المطري وتعتمد على زيادة هطول الامطار في الساعات في الجنوب الغربي من منطقة الدراسة على امتداد طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال والقيمة التي تتراوح بين (8.6–11.6)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على زمن الانخفاض التدريجي, فكلما زاد قيمة معامل زمن تدفق الذروة ,كلما زاد زمن الانخفاض التدريجي, كلما زادة قدرة الحوض على خزن المياه المطر كلما زادة استجابة الحوض لهطول المطر في الساعات كما في الاحواض الثانوية التالية (6–10–11–12)اما في المناطق الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية في لمرتفعات منطقة حاجي الر تقل او تتوسط كمية التدفق السيول المطرية في الساعات وذألك تقل الاستجابة الهطول المطري في الاحواض الثانوية والتي تتراوح بين (5.4–8.5)وتكون ذات قيمة متوسطة (Td)في الاحواض الثانوية التالية(1–2–4–8–9) اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا الى المناطق الغربية تصبح ضعيفة في كمية تدفق السيول المطرية في الساعات ,وكذالك تقل جدا" الاستجابة المطرية للأحواض الثانوية المتمثلة باللأحواض التالية (3–5–7) والتي تتراوح قيمة ال(Tm) بين (2.2–5.3)كما مبين في الخريطة, وتبين من خلال الجدول ان كلما زادة معامل تدفق الذروة زاد زمن الانخفاض التدرجي والعكس صحيح.

جدول (6) تطبيق معامل Td قياس زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول(ساعات) بحسب الاحواض المائية الثانوية

معامل ct	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
0.2	1.4	1.2	0.7	0.9	0.4	1.9	0.5	1.2	1.1	1.7	1.6	1.5
0.4	2.8	2.4	1.4	1.9	0.7	3.9	0.9	2.4	2.2	3.4	3.2	3.1
0.6	4.1	3.6	2.1	2.8	1.1	5.8	1.4	3.6	3.3	5.1	4.7	4.6
0.8	5.5	4.8	2.7	3.8	1.5	7.7	1.9	4.7	4.5	6.8	6.3	6.1
1	6.9	6.0	3.4	4.7	1.9	9.7	2.4	5.9	5.6	8.5	7.9	7.6
1.2	8.3	7.2	4.1	5.7	2.2	11.6	2.8	7.1	6.7	10.2	9.5	9.2
1.4	9.6	8.4	4.8	6.6	2.6	13.5	3.3	8.3	7.8	11.9	11.1	10.7
1.6	11.0	9.5	5.5	7.6	3.0	15.5	3.8	9.5	8.9	13.6	12.6	12.2

1.8	12.4	10.7	6.2	8.5	3.3	17.4	4.2	10.7	10.0	15.3	14.2	13.7
2	13.8	11.9	6.9	9.5	3.7	19.3	4.7	11.8	11.2	17.1	15.8	15.3
2.2	15.2	13.1	7.5	10.4	4.1	21.2	5.2	13.0	12.3	18.8	17.4	16.8
المعدل	8.3	7.2	4.1	5.7	2.2	11.6	2.8	7.1	6.7	10.2	9.5	9.2

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلةTd

6- قياس تركز (كثافة) الأمطار المناسبة لتدفق الذروة

ويتم حسابه بالشكل الآتي:

المعادلة (7)

إذ إن:-

$$i(cm/hr) = \frac{1}{tr(hr)}$$

i cm / hr) تركز (كثافة الأمطار في الزمن (سم/ ساعة)

tr (hr) الفترة الزمنية القياسية للتساقط المطري (ساعات).

جدول(7) قياس تركز (كثافة) الامطار المناسبة لتدفق الذروة

معامل ct	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
0.2	2.7	3.1	5.4	3.9	9.9	1.9	7.8	3.1	3.3	2.1	2.3	2.4
0.4	1.3	1.5	2.7	1.9	4.9	0.9	3.9	1.5	1.6	1.1	1.2	1.2
0.6	0.9	1.0	1.8	1.3	3.3	0.6	2.6	1.0	1.1	0.7	0.8	0.8
0.8	0.7	0.8	1.3	1.0	2.5	0.5	1.9	0.8	0.8	0.5	0.6	0.6
1	0.5	0.6	1.1	0.8	2.0	0.4	1.6	0.6	0.7	0.4	0.5	0.5
1.2	0.4	0.5	0.9	0.6	1.6	0.3	1.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
1.4	0.4	0.4	0.8	0.6	1.4	0.3	1.1	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3
1.6	0.3	0.4	0.7	0.5	1.2	0.2	1.0	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
1.8	0.3	0.3	0.6	0.4	1.1	0.2	0.9	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3
2	0.3	0.3	0.5	0.4	1.0	0.2	0.8	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
2.2	0.2	0.3	0.5	0.4	0.9	0.2	0.7	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
المعدل	0.7	0.8	1.5	1.1	2.7	0.5	2.1	0.9	0.9	0.6	0.6	0.7

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلةi

ويلاحظ من الجدول (7) أن أدنى تركيز (كثافة) أمطار مناسبة لتدفق الذروة وصلت (0.2) سم/ ساعة في حوض (W12,W11,W10,W6,W1)، في حين أن التركيز الأقصى للأمطار المناسبة لتدفق الذروة (9.9) سم/ ساعة بلغت في حوض (W5)، ويدل ذلك على أن العلاقة عكسية بين قيمة الفترة الزمنية للأمطار (Tr) وتركز (كثافة) الأمطار المناسبة، حيث مع قلة وحدة الهيدروكراف تزداد كثافة الأمطار وهو ما أن علاقة تركز الأمطار بعامل التباطؤ (Ct) عكسية أيضاً.

ويلاحظ من الجدول ان تركز قيمة (tr) ان زيادة الفترة الزمنية ذروة التساقط المطري تعني قلة وحدة التركز الكثافة المطرية (الهيدروكراف)وتعتمد على زيادة هطول الامطار في الساعات فان قلة الفترة الزمنية يدل على الزيادة الكثافة المطرية في الجنوب الغربي من منطقة الدراسة على امتداد طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال والقيمة التي تتراوح بين (2.4–3.2) وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على طول الفترة الزمنية لذروة تساقط المطر, فكلما زاد الفترة الزمنية لقياس ذروة هطول المطر كلما قلة استجابة الحوض لهطول المطر في الساعات كما في الاحواض الثانوية التالية (1–2–6–8–9–10–11–12)اما في المناطق الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية في لمرتفعات منطقة حاجي الر تضعف الفترة الزمنية لقياس الذروة المطرية في الساعات وذالك تزداد الاستجابة الهطول المطري في الاحواض الثانوية والتي تتراوح بين(1.24–1.97)وتكون ذات قيمة متوسطة قيمة (i)في الحوض الثانوية التالي (3) اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا الى المناطق الغربية تصبح قصيرة الامد الفترة الزمنية لقياس الذروة المطرية في الساعات ,وكذالك تزداد جدا" الاستجابة المطرية للأحواض الثانوية المتمثلة بالأحواض التالية (5–7) والتي تتراوح قيمة ال(i) بين (1.98–2.70)كما مبين في الجدول ويتضح من خلال الجدول كلما قلة الفترة الزمنية ازداده الكثافة المطرية والعكس صحيح.

7– قياس قيمة تدفق الذروة النوعي (م / ثا/ كم) لأحواض الدراسة

ويتم حسابه بالشكل الآتي:

المعادلة (8)

إذ إن:–

$$Qp(m3/s/km2) = \frac{Qp(m3/s)}{A(km2)}$$

(m3/s/Km) = قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي (م/ ثا/ كم)

Qp m/s قيمة تدفق الذروة للسيل (م/ ثانية)

A (Km) مساحة الحوض المائي (كم).

جدول (8) قياس قيمة تدفق الذروة النوعي (م / ثا/ كم) لأحواض الدراسة

الاحواض	اعلى ذروة	ادنى ذروه	الفرق	المعدل
W1	458.9	153.0	305.9	305.9
W2	200.8	66.9	133.9	133.9
W3	638.2	212.7	425.5	425.5
W4	210.8	70.3	140.6	140.6
W5	318.7	106.2	212.5	212.5
W6	470.6	156.9	313.8	313.8
W7	452.6	150.9	301.7	301.7
W8	234.5	78.2	156.4	156.4
W9	394.2	131.4	262.8	262.8

W10	498.0	166.0	332.0	332.0
W11	450.0	150.0	300.0	300.0
W12	450.0	150.0	300.0	300.0

المصدر : اعتماداً على تطبيق معادلة2-Qp

ويبين الجدول (8) أقصى وأدنى قيم مع معدلات قيمة تدفق الذروة النوعي في أحواض الدراسة والمحسوبة بكل قيم (2.2 – 0.2) إذ سجلت أدنى قيمة والبالغة (66.9) م / ثا / كم في حوض (2W) بينما وصلت أعلى قيمة لتدفق الذروة النوعي (638.2) م / ثا كم في حوض (3W) وتراوحت المعدلات بين (133.9-425.5) م / ثا/ كم.

ويلاحظ ارتباط أقصى تدفق الذروة النوعي في أحواض الدراسة مع انخفاض قيمة استجابة الحوض (Ct) وتحديداً عند قيمة (0.2) حيث زيادة الانحدار وبلوغ قيمة (Cp) قيماً عالية لها تحديداً (2.2) في حين ارتبط أدنى تدفق الذروة النوعي مع ارتفاع لكل من قيم (Ct) و (C) وتحديداً (2.2 – 2) على التوالي وقلة كل من انحدار السطح وكمية التدفق الأقصى للسيول.

ويلاحظ من الجدول اعلاه تتركز قيمة Qp والتي تعبر عن قيمة تدفق الذروة النوعي للحوض المائي (م/ ثا/ كم)ان كلما قلة القيمة تدفق الذروة النوعية في الحوض ازداده قيمة الاستجابة الحوض في الشمال الشرقي من منطقة الدراسة من مرتفعات دارا كواتا الشرقية نزولا" بالغرب وهية قيمة تتراوح بين (133.9-231.1)وهيا لقيمة التي يعتمدها التحليل في الخريطة والتي تشمل الاحواض الثانوية التالية(2-5-4-8),اما في الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة على امتدادة طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال وهيه قيمة تتراوح بين (231.2-328.3)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على أقصى تدفق الذروة النوعي في أحواض الدراسة مع انخفاض قيمة استجابة الحوض على كما نلاحظ في المناطق الشمالية ان الطول الحوض او القناة الرئيسية اطول من المناطق الجنوبية ولهاذه تكون هطول الامطار في المناطق الشمالية اكثر من المناطق الجنوبية, كما في الاحواض الثانوية التي تمثل كل من الأحواض الثانوية التالية (6-7-9-11-12) اما تركز قيمة (Qp) في المناطق الشمالية الشرقية التي يبدء منها مصب الحوض وادي شم ببيلان الشمال الشرقية المتمثلة في مرتفعات منطقة حاجي لر الشرقية تكون القيمة مرتفعة الاستجابة هطول الامطار وكلما قل التدفق النوعي في الحوض كلما تزداد الاستجابة الحوض وتزداد كمية هطول الامطار كما في الخريطة والتي تتراوح قيمتها بين(328.4-425.5) والمتمثلة في الحوض الثانوية التالي (3),اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا نزولا" الى الغرب تكون قيمة التركز الاستجابة في (Tp) عالية ,ويتضح من الجدول ان كلما ارتفعت القيمة الذروه النوعية قلة استجابة الحوض والعكس صحيح.

8 – قياس الفترة الزمنية المناسبة لعرض منحنى السيل (الهيدروكراف) والبالغة (50% – 75% من تصريف الذروة (التدفق الأقصى للسيل م / ثا)

المعادلة (9)

المعادلة (10)

إذ إن:-

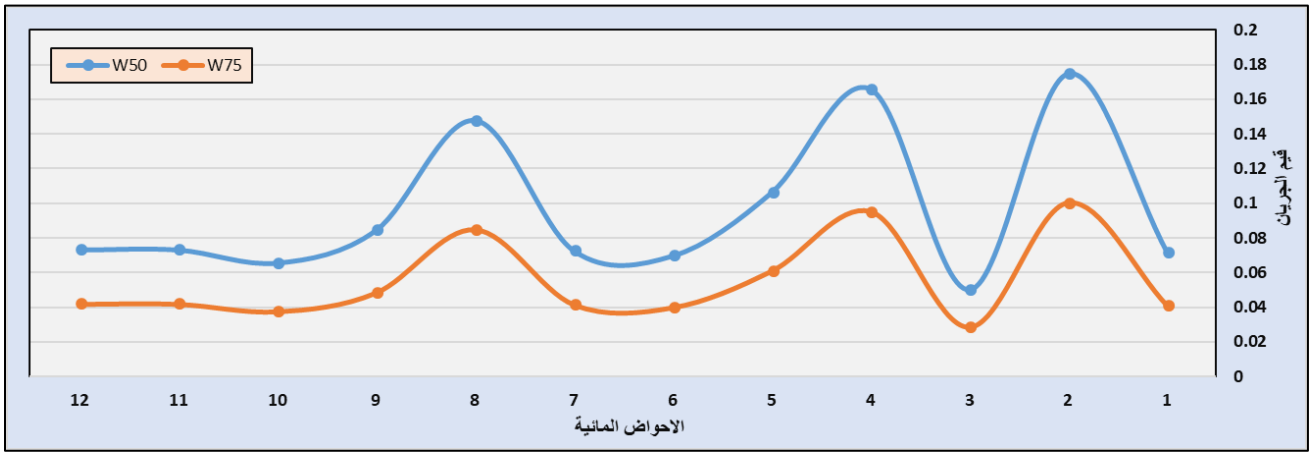
$$w50(hr)= \frac{5.6}{(qp)1.08}$$

$w70(hr)=\frac{3.21}{(qp)1.08}$ −:

(hr)75(hr)W50− الفترة الزمنية المناسبة لقيمة (50%) − (75%) من التدفق الأقصى للسيل (م 3 ثا).

Qp=تدفق الذروة النوعي للحوض (م/ ثا/ كم).

منحنى الجريان للحوض المائي الشكل (2)



الجدول (9)للمعادلة w75 w50

رقم الحوض	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
W50	0.072	0.175	0.050	0.166	0.106	0.070	0.073	0.148	0.084	0.065	0.073	0.073
W75	0.041	0.100	0.029	0.095	0.061	0.040	0.042	0.085	0.048	0.038	0.042	0.042

المصدر: اعتماداً على تطبيق المعادلة−w75 w50

ويتضح من الجدول, والمنحني (9) للفترة الزمنية عند مستوى (50%) أن أدنى فترة زمنية مناسبة لعرض هيدروكراف السيل عند مستوى (50%) من تدفق الذروة النوعي في أحواض الدراسة بلغت (0.065) ساعة وذلك في حوض (10W). بينما وصلت أقصى فترة زمنية مناسبة لعرض منحنى السيل عند نفس المستوى من الذروة (0.0175) ساعة في حوض (2W). كما يتضح من الجدول والمنحني أيضاً الفترة الزمنية عند مستوى (75%) أن أدنى فترة زمنية مناسبة لعرض هيدروكراف السيل عند مستوى (75%) من تدفق الذروة النوعي في أحواض الدراسة بلغت (0.029) ساعة وحصلت في حوض .(w3). في حين أن أقصى فترة زمنية مناسبة لعرض منحنى السيل عند نفس المستوى سجلت (0.100) ساعة وأيضاً في حوض (2W).

ويلاحظ تحقق تلك الفترات الزمنية القصوى والدنيا وللمستويين (50% − 75% مع بلوغ قيم م (Ct) أدنى قيمة لها (0.2) وبلوغ قيم (CP) كأعلى قيمة لها (6.5).

9 − قياس حجم السيل في الأحواض المائية ويتم تقديره (مليون م / ثانية)

ويتم حسابه بالشكل الآتي:

المعادلة (11)

إذ إن:

["AL (Nm^3) (10^6m^3) Qp (m^3/S)[Tm (sec)10^{-6}]

(10^6m^3) AL (Hm^2)حجم التدفق المائي على مستوى الحوض المائي (مليون (م)

ap – التدفق الأقصى للسيل (م/ ثا)

(r) – زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ساعة)

جدول (10) قياس حجم السيل في الاحواض المائية الثانوية

الاحواض	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
حجم الجريان	0.554	0.587	0.566	0.593	0.612	0.542	0.591	0.582	0.566	0.544	0.55	0.551

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلةAL

ومن ملاحظة الجدول (10) تبين أن أدنى حجم للسيول في أحواض الدراسة تراوح بين (0.542 –0.550مليون ، بينما قدر الحجم الأقصى للسيول في أحواض الدراسة بقيم تراوحت بين (0.550– 0.612 مليون ، ورغم أن هناك تفاوتاً في أحجام السيول بين أحواض الدراسة إلا أن تلك الحجوم وخاصة القصوى منها وضمن أحواض (W2. W5 .W7. W4) تمتلك فرص خطورة ممكنة جداً.

ويلاحظ من الجدول ان تركز قيمة (AL)ان زيادة في قيمة معامل زمن تدفق الذروة (Ct) زاد زمن الانخفاض التدريجي تحقق زيادة في استجابة الاحواض ومن ثمة زيادة التساقط المطري وتعتمد على زيادة هطول الامطار في الساعات في الجنوب الغربي من منطقة الدراسة على امتداد طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال والقيمة التي تتراوح بين (0.54–0.57)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على زمن الانخفاض التدريجي, فكلما زاد قيمة معامل زمن تدفق الذروة ,كلما زاد زمن الانخفاض التدريجي, كلما زادة قدرة الحوض على خزن المياه المطر كلما زادة استجابة الحوض لهطول المطر في الساعات كما في الاحواض الثانوية التالية (6–1–10–11–12)اما في المناطق الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية في لمرتفعات منطقة حاجي الر تقل او تتوسط كمية التدفق السيول المطرية في الساعات وذألك تقل الاستجابة الهطول المطري في الاحواض الثانوية والتي تتراوح بين (0.58–0.59)وتكون ذات قيمة متوسطة (AL)في الاحواض الثانوية التالية(2–3–8–9) اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا الى المناطق الغربية تصبح مرتفعة في كمية تدفق السيول المطرية في الساعات ,وكذالك ترتفع " الاستجابة المطرية للأحواض الثانوية المتمثلة بالأحواض التالية (4–5–7) والتي تتراوح قيمة ال(Tm) بين (0.60–0.61)كما مبين في الجدول .وتبين من خلال الجدول ان كلما زادة معامل تدفق الذروة زاد زمن الانخفاض التدرجي والعكس صحيح.

10- قياس عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل

ويتم حسابه بالشكل الآتي :

المعادلة (12) ..... $E\ (mm) = Qp\ (max)\ (m^3/S)\ ((Tm\ (sec)\ 10^{-3})\ (5^{-1}\ (Km^2)\ }$

إذ إن:-

(mm) - عمق (سمك) الجريان السطحي (ملم)

(sec) - فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل (ثانية)

S- مساحة الحوض كم

جدول(11) قياس عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل

الاحواض	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
عمق الجريان	88	58.2	103.8	59.6	73.3	89.1	87.4	62.9	81.6	91.7	87.1	87.1

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلةE

ومن ملاحظة الجدول (11) يظهر أن أقل عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيول في أحواض الدراسة تراوحت بين (58.2-73.4ملم بينما أكثر عمق للجريان في الأحواض تراوح بين (58.2-103.) ملم، ويلاحظ أن حوضي (2) (3) هي الأحواض المشمولة بأقل وأكثر الأعماق للجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل في منطقة الدراسة على التوالي.

ويلاحظ أن كل الأعماق ممكنة الحدوث في أحواض الدراسة وبالتالي تحقق ذروة تدفق السيول والتي بدورها تسهم مع زيادة عمق الجريان في زيادة المخاطر الهيدرولوجية. ويلاحظ من الجدول اعلاه تتركز قيمة(E) - عمق (سمك) الجريان السطحي (ملم) والتي تعبر عن مدى زيادة عمق الجريان في الاحواض وبالتالي زيادة تدفق السيل في الحوض وزيادة المساحة الحوض وزيادة استجابة الاحواض المائية للهطول بالساعات في الشمال الشرقي لطية دارا كواتا تكون ذات مجاري منبسطة في الحوض وتكون على شكل مستقر وقليل الانحدار وتحتل المنطقة الوسطة للحوض الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة على امتداده طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال وهيه قيمة تتراوح بين (58.2-73.4)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد على عمق الجريان النهرية ,وكلما زاد عمق الجريان الحوض زاد السيل وطول الحوض المائي كلما زادة الاستجابة للهطول كما نلاحظ في المناطق الشمالية ان الطول الحوض او القناة الرئيسية اطول من المناطق الجنوبية ولهاذه تكون هطول الامطار في المناطق الشمالية اكثر من المناطق الجنوبية, كما في الاحواض الثانوية التي تمثل كل من الأحواض الثانوية التالية (2-4-5-8) اما تركز قيمة (E) في المناطق الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة على امتداده طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال وهيه قيمة التي تبدء منها مصب الحوض وادي شم ببيلان والجنوبية الشرقية المتمثلة في مرتفعات منطقة حاجي لر الشرقية تكون القيمة متوسطة الاستجابة هطول الامطار وكلما قل عمق الجريان قل سرعة السيل وبالتالي قلت مساحة الحوض وطول القناة الرئيسية قلة كمية هطول الامطار كما في الخريطة والتي تتراوح قيمتها بين(73.5-88.6) والمتمثلة في الأحواض الثانوية التالية (1-7-9-11-12),اما في المرتفعات الشرقية لطية دارا كواتا نزولا" الى الغرب تكون قيمة التركز الاستجابة في (E) عالية وتزداد الاعماق في الحوض وبالتالي تزداد مساحة

الحوض والتي تتراوح بين (88.7–103.8) وان استجابة هطول الامطار ضعيفة في الاحواض الثانوية التي تتمثل (3–5–7)في قيمة ال(mm)،ومن الواضح في الخريطة ان كلما زاد عمق الحوض كلما زاد الجريان السيل وبالتالي زادة مساحة الحوض والعكس صحيح .

11 – قياس قوة السيول للأحواض المائية

ويتم حسابه بالشكل الآتي:

المعادلة (13)

$$A = \frac{Qp(m3/s)}{A(km2)}$$

إذ إن:

Qp (m^2/s) – تصريف ذروة السيل (م^3/ تا)

s(km^2)= مساحة الحوض الماني (كم^2)

A=معامل قوة السيل.

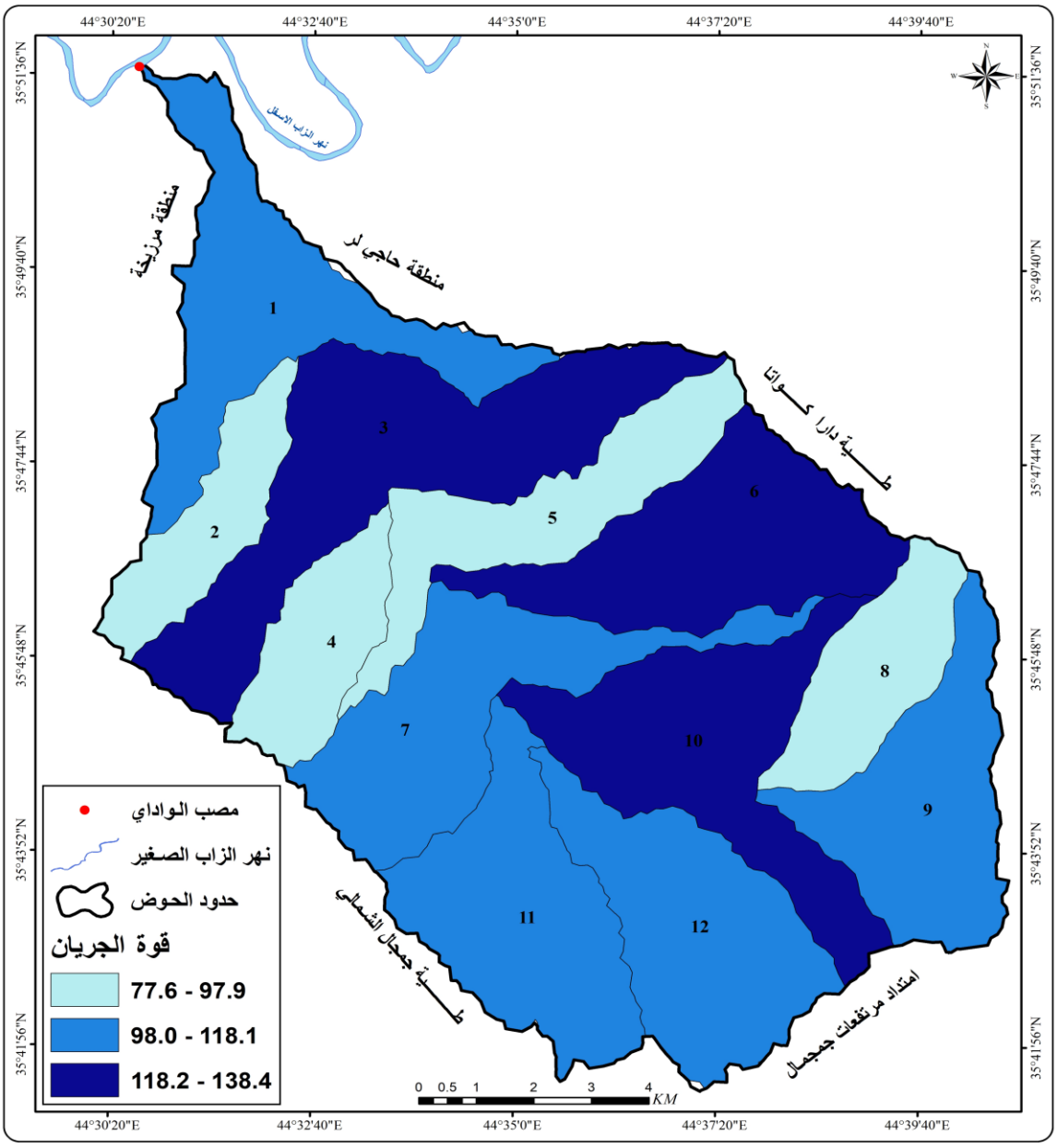
جدول (12)قياس قوة السيول للأحواض المائية الثانوية

الاحواض	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
قوة الجريان	117.3	77.6	138.4	79.5	97.8	118.8	116.5	83.9	108.8	122.2	116.2	116.2

المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلةA

ويتضح من الجدول (12) أن أدنى القيم لمعامل قوة السيل للأحواض المائية المدروسة تراوحت بين (77.6–97.9)ثا وأن أعلى القيم للمعامل المذكور تراوحت بين (118.2–138.4)م ثا، ويلاحظ أن المعاملات الدنيا لقوة السيل وفي جميع أحواض الدراسة مرتبطة بزيادة قيم (Ct) وتحديداً قيمة (2.2) وقلة قيم (Cp) ومتمثلة بقيمة (2) ويظهر ذلك بزيادة قابلية أحواض التصريف لخزن المياه ونفاذيتها مع قلة انحدار سطحها، أما المعاملات القصوى فقد تحددت في الأحواض المائية مع انخفاض قيم (Ct) عند قيمة (0.2) وزيادة قيم (CP) عند قيمة (6.5) نتيجة ارتفاع الاستجابة في الأحواض من خلال زيادة الانحدار وانخفاض نسب النفاذية.

خريطة (1) قياس قوة السيول للأحواض المائية الثانوية



المصدر: اعتماداً على تطبيق معادلةA

ويلاحظ من الخريطة والجدول اعلاه تتركز قيمة(A) معامل قوة السيل والتي تعبر عن مدى زيادة الانحدار الحوض وانخفاض وبالتالي زيادة الحوض على خزن المياه وينتج عن ذلك ارتفاع الاستجابة الحوض على هطول الامطار عمق الجريان في الاحواض وبالتالي زيادة تدفق السيل في الحوض وزيادة المساحة الحوض للهطول بالساعات في الشمال الشرقي لطية داراكواتا تكون ذات مجاري منبسطة في الحوض وتكون على شكل مستقر وقليل الانحدار وتحتل المنطقة الوسطة للحوض والتي تكون بإمكانها على خزن المياه في الحوض وبالتالي ارتفاع الاستجابة الحوض على هطول الامطار وتزداد تصريف ذروة السيل وهيه قيمة تتراوح بين (118.2–138.4)وان المعيار المتخذ في هذه العملية يعتمد في الاحواض الثانوية التالية(3–6–10)اما في الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة على امتداده طية جمجمال الشمالية ومرتفعات جمجمال على معامل قوة السيل والتي تختلف من اتجاه الى اخر في الحوض نفسة

من حيث الموقع الذي يقع على عاتقة ففي هذا المنطقة تبدء بانخفاض قوة تصريف ذروة السيل والتي تتراوح قيمة(A) بين (118.1-98.0) كما في الاحواض الثانوية التالية (1-7-9-11-12)وبالتالي تعتمد على مساحة الحوض المائي في الاستجابة للهطول كما نلاحظ في المناطق الشمالية ان الطول الحوض او القناة الرئيسية اطول من المناطق الجنوبية ولهاذه تكون هطول الامطار في المناطق الشمالية اكثر من المناطق الجنوبية, في المناطق الشمالية الشرقية في الاجزاء الوسطة الشرقية من مرتفعات دارا كواتا نزولا" بالغرب في منطقة الدراسة لوادي شم ببيلان و تكون القيمة قليلة الاستجابة هطول الامطار وكلما زاد الانحدار وبالتالي قلة استيعاب الحوض على خزن المياه وقله مساحة الحوض وطول القناة الرئيسية قلة كمية هطول الامطار كما في الخريطة والتي تتراوح قيمتها بين(97.9-77.6) والمتمثلة في الأحواض الثانوية التالية (2-4-5-8), في قيمة ال(A),ومن الواضح في الخريطة ان كلما زاد معامل القوة السيل زاد الانحدار وبالتالي انخفض سعة الحوض على تخزين المياه وقلة مساحة الحوض والعكس صحيح .

وعليه فإن النتائج المستحصلة من خلال حسابات أنموذج (Snyder's model) أعلام تشمل جميع الأنواع المختلفة لخصائص الأحواض المائية نتيجة عملية الاشتقاق التي جربت لجميع الأزمنة (زمن الاستجابة للأحواض (TP بحسب قيم معاملات زمن تنفق الذروة (Ct) أو تنفق الذروة (CP) مع الارتباط بثوابت أساسية للأحواض مثل طول المجاري المائية (L) – مركز ثقل الحوض (Lca) المساحة (A))، وبذلك تمت الإحاطة الكاملة والتكهن بكل الاحتمالات من حيث أن الأحواض قليلة النفاذية أو ذات نفاذية عالية جداً، وكذلك كون الأحواض شبه مستوية أو شديدة الانحدار، مما أظهرت تلك الحسابات قاعدة بيانات لعشرات من نماذج خصائص السيول لكل حوض مائي لتعويض حالة عدم الارصاد في البيانات الهيدروميتور لوجبة للأحواض المدروسة والأحواض المائية المجاورة.

الاول – الاستنتاجات:

1. وقد حقق أنموذج (Snyder) انتشاراً واسعاً بالسنوات الأخيرة بفضل التعديلات التي قام بها عدد من الباحثين والهيئات, إذ اتاحت التعديلات الاخيرة إعطاء قيم مناسبة لعاملي زمن تدفق الذروة (TC) ومعامل جريان.
2. 15.اتضح عند تطبيق معامل زمن استجابة الأحواض المائية المدروسة لهطول الأمطار (TP) قيماً تراوحت بين (31,9) ساعة كأقصى مدة زمنية في حوض (W6), ويبدأ بعدها الجريان السطحي، وبين (1.0) ساعة كأقصى مدة زمنية في حوض (W3) ويتضح أيضاً أنه كلما زادت قيم (ct) ارتفع زمن استجابة الأحواض للوصول إلى ذروة التدفق بدلالة قلة الانحدار، بينما قلة قيم (ct) تعني زيادة الانحدار وبالتالي تناقص قيم (TP).
3. تعبر الفترة الزمنية القياسية (الاولية) لتمثيل ذروة التساقط المطري في أحواض الدراسة قيماً تراوحت بين (2.4-0.6) ساعة في الاحواض, اما في الاحواض التالية (w7 ,w5) والتي تشكل (0.2)

كأدنى فترة زمنية مناسبة لتمثيل ذروة التساقط المطري. اما في الحوض التالي (W6) والتي تشكل قيمة (5.8)ساعة في حوض كأقصى فترة زمنية. ولوحظ أيضاً أنه كلما زادت قيمة ((hr) tr) تحقق زيادة في استجابة الحوض.

4. يتضح أن أدنى قيمة للزمن الأساس للسيل سجلت في حوض (W2) والبالغة (13.7) ساعة، وأقصى قيمة سجلت كانت) 478.6) ساعة في حوض (W3)، وسوف تسهم هذه القيم في تحديد فترة الارتفاع التدريجي للسيل. ويلاحظ من الخريطة اعلاه والجدول ان تركز قيمة (Qp) كمية التدفق الأقصى للسيول بالحوض المائي (م/ ثانية) مساحة الحوض (كم) ويرتبط بقدرة الحوض المائي لخزن المياه وله علاقة بالنفاذية .
5. بلغ أدنى زمن للارتفاع التدريجي لتدفق السيل (0.2) ساعة وذلك في حوض (W5.7)، والقيمة العظمى البالغة (10.6) ساعة تحققت في حوض (W6) ويستدل من ذلك أنه كلما زادت قيمة معامل زمن تدفق الذروة (Ct) زاد زمن الارتفاع التدريجي للوصول إلى ذروة التدفق.
6. تبين أن أدنى حجم للسيول في أحواض الدراسة تراوح بين (0.542 –0.550مليون ، بينما قدر الحجم الأقصى للسيول في أحواض الدراسة بقيم تراوحت بين (0.550– 0.612 مليون ، ورغم أن هناك تفاوتاً في أحجام السيول بين أحواض الدراسة إلا أن تلك الحجوم وخاصة القصوى منها وضمن أحواض (W2. W7. W4. W5) تمتلك فرص خطورة ممكنة جداً.
7. يظهر أن أقل عمق الجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيول في أحواض الدراسة تراوحت بين (58.2–73.4ملم بينما أكثر عمق للجريان في الأحواض تراوح بين (58.2–103.) ملم، ويلاحظ أن حوضي (2) (3) هي الأحواض المشمولة بأقل وأكثر الأعماق للجريان السطحي المناسب لذروة تدفق السيل في منطقة الدراسة على التوالي.

ثانيا – التوصيات:

بعد اكمال هذه الدراسة توصل الباحث بالمقترحات الاتية

1- تقترح الدراسة بأنشاء محطات تسجيل قياس هيدرولوجية على مجرى الحوض لغرض معرفة حجم الصرف المائي لحوض الدراسة وان تكون محطات متكاملة.
2- تقترح الدراسة على انشاء محطة مناخية راصده في حوض منطقة الدراسة من اجل الحصول على قياس جميع العناصر المناخية ولكي يتم الحصول على بيانات وكميات الامطار الساقطة في الحوض لأهميتها من الناحية الهيدرولوجية وحصاد المياه والعمل على الاستفادة منها في مختلف المجالات .

3- العمل على بناء سدود قليلة التكلفة من اجل استفادة اكبر عدد من المزارعين ومن ممكن احياء مساحات شاسعة من الأراضي ويتطلب ذلك دعما وتشجيعا حكوميا لغرض الاستفادة منها في مختلف الاستعمالات ومنها (الزراعية، السكنية، الصناعية) .

4- العمل على التوجيه وتنظيم المنطقة من الجوانب الترفيهية يتوجب الاهتمام بتنشيط السياحة داخل منطقة الدراسة وذلك نظرا لما تتمتع به المنطقة من موقع جغرافي ومناظر جميلة وخلابة واجواء طبيعية .

قائمة الهوامش والمصادر

) 1(Raghunath H, M (2006) Hydrology: Principles Analysis and design: Revisal Second Edition Limited, New Delhi p. 155-156.

( )Ahmed Saeed Al-Baroudi, Estimating flood volumes and their risks at the lower reaches of Wadi Arnah, southeast of Mecca, using geographic information systems, Geographic Research Series, Umm Al-Qura University, Issue (48), 2012, p. 57.

(3)Abd al-Rahman Abd al-Rahman and Jack Mardini (2003), Water Movement Science (Hydrology), Aleppo University Publications, Faculty of Civil Engineering, Directorate of University Books and Publications, p. 413.

(4)Mujeeb Razouki Freij, Hydrogeomorphological assessment of the basins southeast of Peres and its implications for sustainable development, doctoral thesis (unpublished), 2018, p. 89.

(5)Essam Muhammad Majid, Abbas Abdullah Ibrahim, Hydrology, Sudan University Publishing and Printing House, 1st edition, 2002, p. 114.

(6)Muhammad Abd al-Rahim al-Dali, The coastal plain of the Red Sea from the Egyptian-Sudanese border in the north to Ras Abu al-Shajara in the south, A Study in Applied Geomorphology, Egyptian Geographical Society, issue 22, p. 303.