Comparison of MODRAT Model with Classical Rational Method, Northern Grand Method and SCS Method in Al Snobar Basin

Majd Hafez Hifa*
Saker Nahel Irsak**

(Received 27 / 7 / 2024. Accepted 18 / 9 / 2024)

□ ABSTRACT □

The study aims to compare the MODRAT model with the classical Rational method, the Great Northern method and SCS within the boundaries of the Snobar Basin, which is one of the Syrian coastal basins, by developing a mathematical model according to MODRAT, where the model was built and calibrated and the abundance at the basin outlet for the 2yr and 100yr repetition times reached a peak flow value of 252 m3/sec and 621 m3/sec respectively, and the flow values were calculated according to the other methods for the same repetition times and the results were as follows: the classical Rational method 228.55 m3/sec and 544.93 m3/sec, while the Great Northern method gave maximum flow values of 266 m3/s and 599 m3/s, while the application of the SCS method gave maximum flow values of 128.3 m3/s and 602.58 m3/s. By comparing the results with the four methods, we find an acceptable convergence in the values, such that the error rate did not exceed 15%. This is due to the characteristics of the basin and its slopes, which gave the basin a relatively shorter concentration time. Therefore, it was possible to apply the four methods, despite the fact that the area of the basin is larger than the requirements of these methods.

Keywords: rainfall-runoff, spill basin, modified Rational method, classical Rational method, sediment basin modeling, WMS, GIS, MODRAT, SCS.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Assistant Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
** **Master's, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقارنة بين نموذج MODRAT والطريقة المنطقية الكلاسيكية وطريقة الكبير الشمالي وطريقة SCS ضمن حوض الصنوبر

د. مجد حافظ هيفا*

صقر ناهل إرساق**

(تاريخ الإيداع 27 / 7 / 2024. قُبِل للنشر في 18/ 9 / 2024)

□ ملخّص □

تهدف الدراسة إلى إجراء مقارنة بين نموذج MODRAT والطريقة المنطقية الكلاسيكية وطريقة الكبير الشمالي وSCS ضمن حدود حوض الصنوبر، وهو أحد أحواض الساحل السوري، من خلال وضع نموذج رياضي وفق MODRAT ، حيث تم بناء النموذج ومعايرته وقد بلغت الغزارة عند مخرج الحوض لزمني تكرار 2yr و 100 yr قيمة تدفق الذروة 252 m^3/ sec و 621 m^3/ sec على الترتيب، وتم حساب قيم التدفقات وفق الطرائق الأخرى لنفس زمني التكرار فكانت النتائج على الترتيب كالتالي الطريقة المنطقية الكلاسيكية 228.55 m^3/ sec و 544.93 m^3/ sec أما طريقة الكبير الشمالي فكانت قيم تدفق الأعظمي 266 m^3/s و قيمة 599 m^3/s بينما أعطى تطبيق طريقة SCS قيم تدفق أعظمي قدرها 128.3m^3/s و 602.58m^3/s. وبمقارنة النتائج بالطرائق الاربع نجد تقارب مقبول بالقيم بحيث لم تتجاوز نسبة الخطأ 15% ويعود ذلك الى خصائص الحوض وميوله الذي أعطى الحوض زمن تركيز أقل نسبياً وبالتالي أمكن تطبيق الطرائق الاربعة بالرغم من أنَّ مساحة الحوض أكبر من اشتراطات هذه الطرائق.

الكلمات المفتاحية: الهطل المطري–الجريان السطحي، الحوض الساكب، الطريقة المنطقية المعدلة، الطريقة المنطقية الكلاسيكية، نمذجة الاحواض الساكبة، WMS, GIS,MODRAT,SCS

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* **مدرس – قسم الهندسة المائية والري – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.**

** **ماجستير– قسم الهندسة المائية والري – كلية الهندسة المدنية –– جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.**

مقدمة:

يعّد حساب التدفقات الأعظمية من أهم المسائل الهيدرولوجية عند تصميم المنشآت المائية، وقد تطور استخدام المعادلات الرياضية لحساب التدفقات الأعظمية مع تطور النماذج الرياضية وظهور البرامج الحاسوبية المتطورة، ولعل استخدام الطرائق التقريبية بالاعتماد على النماذج الرياضية هي الحل الأمثل في المناطق قليلة البيانات كما في سورية [1, 2, 3]، من خلال توسيع حدود الطريقة المنطقية لتشمل أحواض ساكبة كبيرة وأشكال مختلفة من الهطل المطري [4]، حيث مكنت هذه النماذج المهندسين من وضع حلول أكثر دقة من أجل اختيار الموقع الأمثل لهذه المنشآت، وتقدير الشدة التصميمية للعاصفة المطرية وحساب الغزارات التصميمية وجميع المواصفات الهندسية والبارامترات التصميمية بالشكل الذي يسمح بوضع حلول اقتصادية بما يتوافق واحتمالية التكرار المناسبة للغزارات الفيضانية [5, 6, 7].

ولأهمية منطقة البحث فقد تم اجراء عدد من الدراسات الهيدرولوجية لحوض نهر الصنوبر، واقترحت سيناريوهات مختلفة للاستثمار الأمثل لمياه بحيرة سد الثورة، ووضعت تصورات مستقبلية لتطوير الموارد المائية المتاحة، وقدمت استراتيجيات للمحافظة عليها من التلوث والنضوب [8, 9, 10].

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث من خلال حساب الغزارات الأعظمية الناجمة عن العواصف المطرية باحتمالات مختلفة، وبالتالي حساب حجم الجريان الناتج، مما يساعد على التصميم الأمثل للمنشآت المائية ووضع الحلول المثلى وذلك من خلال بناء نموذج رياضي وفق MODIFIED RATIONAL METHOD كما يهدف إلى مقارنة النتائج بين نموذج MODRAT (الطريقة المنطقية المعدلة) والطريقة المنطقية الكلاسيكية والطريقة المنطقية المعدلة للكبير الشمالي وطريقة SCS ضمن حدود حوض الصنوبر.

طرائق البحث ومواده:

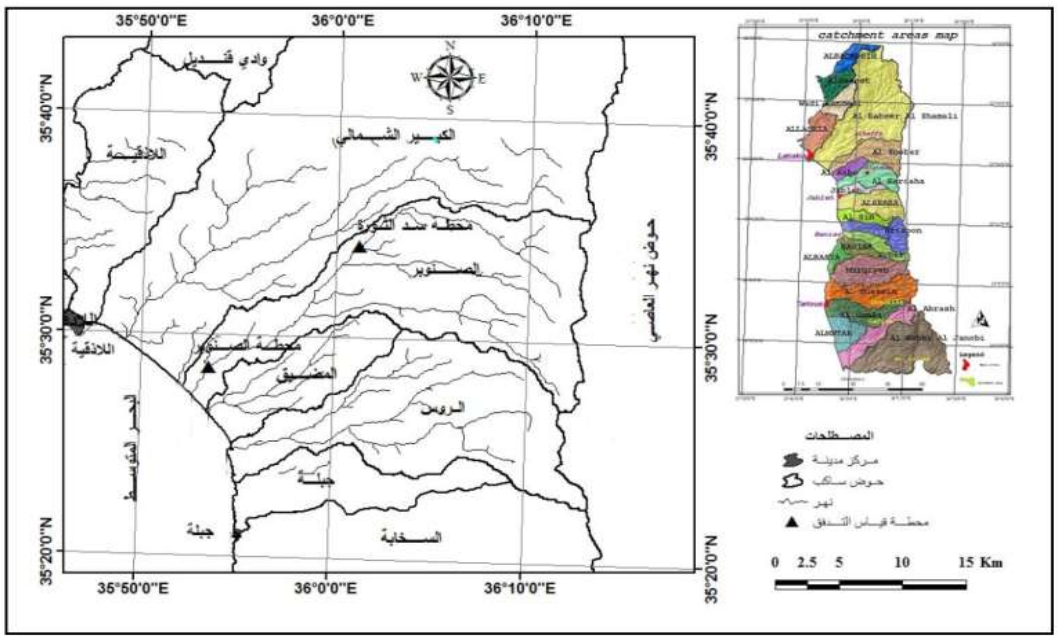
تعد الطريقة المنطقية المعدلة من أهم الطرائق التقريبية في استنتاج المخططات والرسوم البيانية الضرورية لتحديد الغزارة الأعظمية والهيدروغراف الناجم عن عواصف مطرية باحتمالات مختلفة، كما تم تطبيق المعادلة الخاصة بحوض الكبير الشمالي بالإضافة الى الطريقة المنطقية الكلاسيكية و طريقة SCS من خلال وضع معيار لأنواع الترب وتأثيرها على الجريان بإدخال الميول والشدة المطرية واستعمال الأراضي، فأصبح لكل تربة رقم خاص يعبر عن سلوكها وتأثيرها في تحويل الهطل المطري إلى جريان فعال، كما تم تحديد زمن التركيز وحساب الشدة المطرية بعد الاستفادة من الهطولات المطرية اليومية واستطاعت هذه الطريقة توسيع الشروط الطرفية للطريقة المنطقية [11, 12].

ولإنتاج نموذج هيدرولوجي متكامل أكثر قرباً للواقع من أي نموذج آخر تم الربط بين نموذج ارتفاعي عددي (Digital Elevation Model) DEM وكل من GIS – WMS حيث اعتمد البحث على برنامج WMS في تحليل معطيات الهطول المطري ضمن الأحواض الساكبة وبشكل متكامل مع برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS مما يسمح بتبادل المعطيات الرقمية المنتجة ضمن بيئة الـ GIS وبرنامج WMS بشكل أمثل [13].

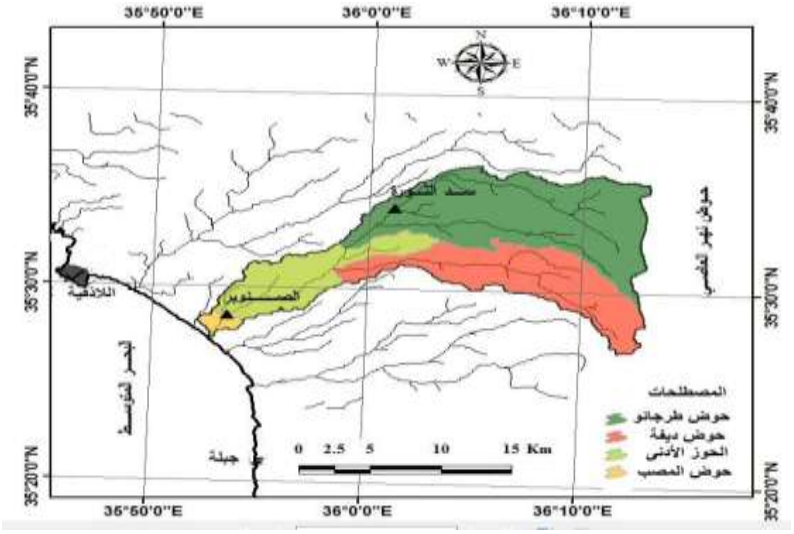
منطقة البحث

تتضمن منطقة الدراسة الحوض الساكب لنهر الصنوبر الواقع بين خطي عرض '35°27 '35°37 شمال خط الاستواء، وبين خطي طول '35°52 '36°13 شرق غرينتش، تبلغ مساحته 268,8 km^2 ويأخذ شكلاً منحنياً ويبلغ طوله 38,5 km الشكل (1)، يتألف نهر الصنوبر من التقاء رافديه الرئيسيين نهري طرجانو وديفة، ويتشكّل الرافد الشمالي (نهر طرجانو) على ارتفاعات تصل حتى 1200 mm، وتبلغ مساحة حوضه الساكب 133 km^2، وطوله 22,4 km، أما الرافد الجنوبي ديفة يتشكل على ارتفاع 1030 m، وطوله 24 km، ومساحة حوضه الساكب 80 km^2 الشكل (2).

يتميز وادي نهر الصنوبر بتعرّجه وكثرة الالتواءات فيه، وبعمقه الكبير، ويتراوح عرض هذا الوادي بين 3-1 km، وتتميز الشبكة النهرية للحوض الساكب لنهر الصنوبر بتطورها، وتصل كثافة المسيلات فيه إلى 33,3 km/km^2 وسطياً [10].



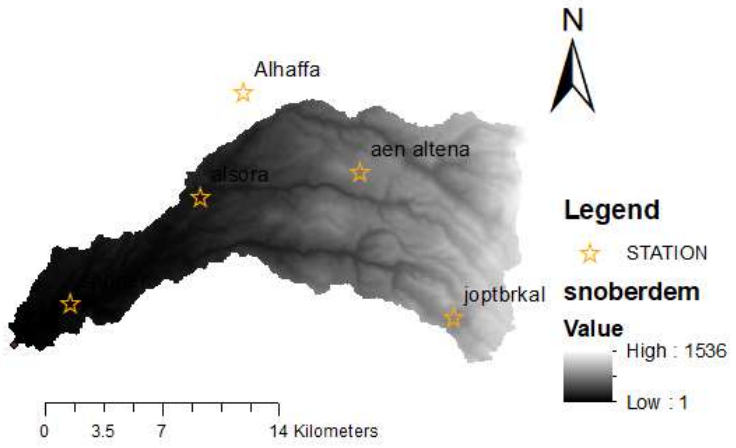
الشكل (1) موقع الحوض الساكب لنهر الصنوبر.



الشكل (2) الأحواض الساكبة الجزئية في حوض الصنوبر.

المواصفات المناخية لمنطقة الدراسة

إنّ موقع منطقة البحث يجعلها تتأثر بالمناخ المتوسطي المعتدل وقد تم تحديد المواصفات المناخية من بيانات المحطات المناخية المنتشرة في المنطقة [14] واعتمد البحث على معطيات محطّات (مطار الباسل، جوبة برغال، القرداحة، اللقمانة، سد الثورة) الموضحة بالشكل (3) والجدول (1).



الشكل (3) محطات الرصد المنتشرة ضمن وحول منطقة الدراسة

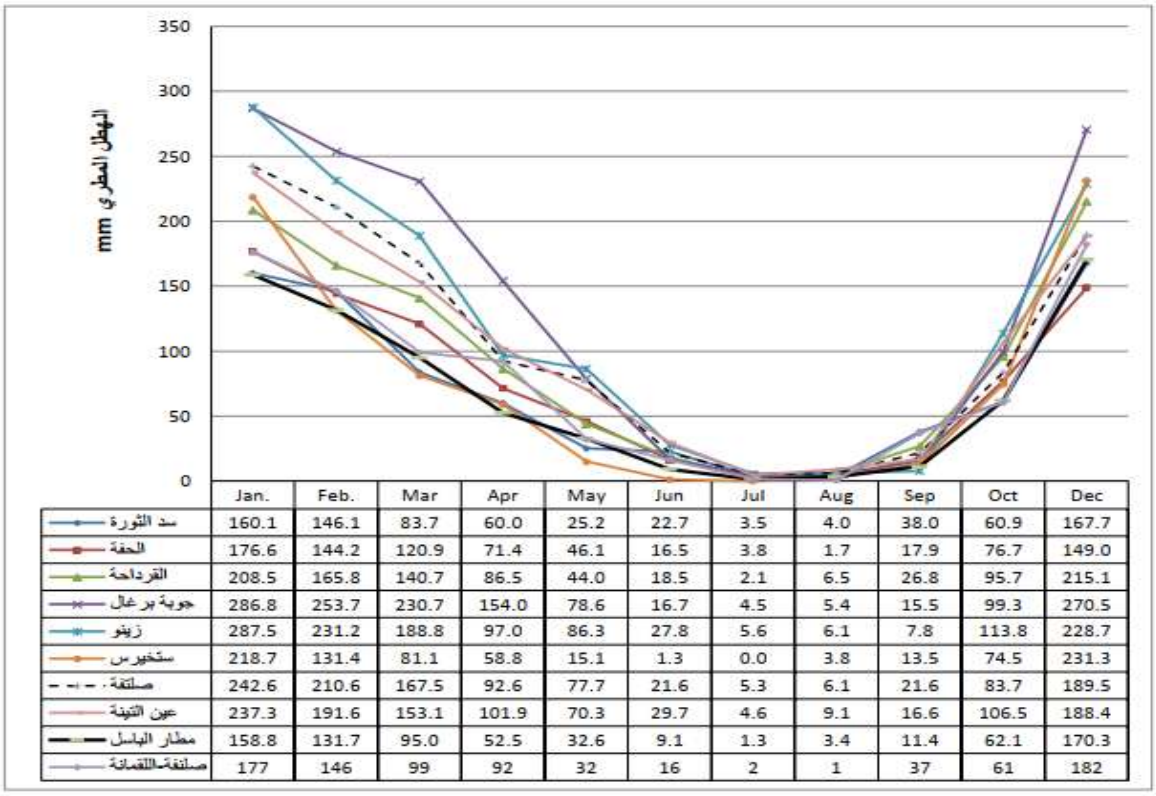
الجدول (1) المحطات المناخية وفترة الرصد المعتمدة لدراسة مناخ المنطقة.

Z (m)	LAT_DEG	LON_DEG	فترة الرصد			اسم المحطة
			الرياح	التبخر	درجة الحرارة	
46	35°24'23.4"	35°56'38"	1992-2001	-	1979-2009	مطار الباسل
163	35° 32′7 ″	35° 58′ 54″	-	2005-2011	2005-2011	سد الثورة
1017	35 ° 36′25.8″	36° 10′ 4.7″	2005-2009	-	2005-2011	اللقمانة
951	35° 29′24.9 ″	36° 10′ 20″	-	-	2008-2010	جوبة برغال
250	35°26'52.6"	36°3'18.7"	1998-2001	-	-	القرداحة

- **الهطل المطري**

تشكل المنطقة الساحلية حاجزاً أرضياً بوجه تأثيرات المناخ في الحوض الشرقي للمتوسط، وبالتالي فإن تضاريس الحوض الساحلي تسبب رفعاً تضارسياً للهواء الرطب الناجم عن المنخفضات الجوية وهذا ما يفسر أن أعلى كمية سنوية للهطل تكون في الجبال الساحلية، ويتراوح معدل الهطل المطري السنوي بين 827–1546 mm، ومعدل الهطل

الشهري بين 287,5 mm–1، ويبدأ فصل الأمطار من أواخر أيلول، ويستمر حتى أوائل حزيران ويندر هطل الأمطار خلال أشهر الصيف، الشكل (4).



	Jan.	Feb.	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Dec
سد الثورة	160.1	146.1	83.7	60.0	25.2	22.7	3.5	4.0	38.0	60.9	167.7
الحفة	176.6	144.2	120.9	71.4	46.1	16.5	3.8	1.7	17.9	76.7	149.0
القرداحة	208.5	165.8	140.7	86.5	44.0	18.5	2.1	6.5	26.8	95.7	215.1
جوبة برغال	286.8	253.7	230.7	154.0	78.6	16.7	4.5	5.4	15.5	99.3	270.5
زيتو	287.5	231.2	188.8	97.0	86.3	27.8	5.6	6.1	7.8	113.8	228.7
ستخيرس	218.7	131.4	81.1	58.8	15.1	1.3	0.0	3.8	13.5	74.5	231.3
صلنفة	242.6	210.6	167.5	92.6	77.7	21.6	5.3	6.1	21.6	83.7	189.5
عين التينة	237.3	191.6	153.1	101.9	70.3	29.7	4.6	9.1	16.6	106.5	188.4
مطار الباسل	158.8	131.7	95.0	52.5	32.6	9.1	1.3	3.4	11.4	62.1	170.3
صلنفة-اللقمانة	177	146	99	92	32	16	2	1	37	61	182

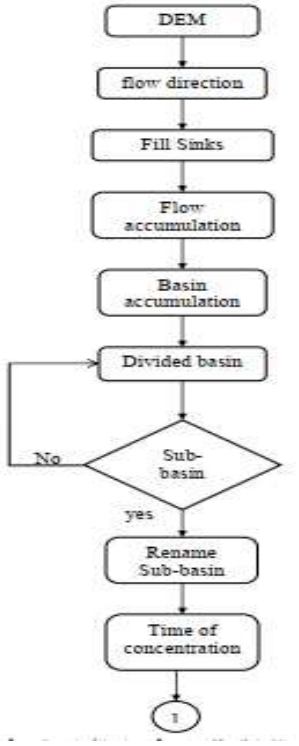
الشكل (4) المعدل الشهري للهطل المطري mm.

اختيار الطريقة الرياضية لبناء النموذج

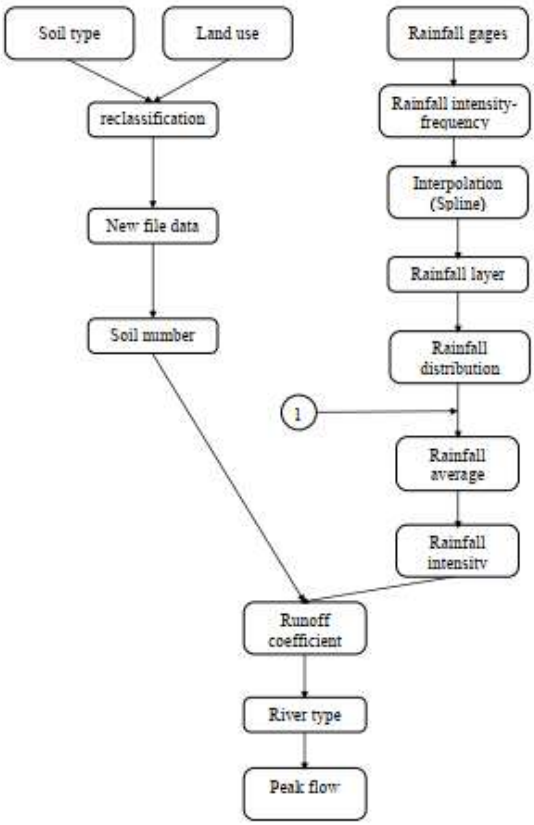
عند بناء نموذج نعتمد بشكل أساسي على البيانات المتوافرة، والغاية من بناء هذا النموذج لاختيار الطريقة المناسبة، وبالنظر للبيانات والمعطيات المتوفرة لدينا وقع الاختيار على طريقة Modrat للأسباب التالية:

1- إمكانية حساب الغزارة الأعظمية للأحواض الساكبة.
2- إمكانية تحديد الهيدروغراف الممثل للموجة الفيضانية عند أي مخرج.
3- حساب الغزارة في أي لحظة أثناء حدوث العاصفة أو بعدها.
4- هذه الطريقة مطبقة على منطقة تشبه لحد كبير منطقة البحث.
5- التعامل مع سلوك الهطل خلال العاصفة.

لإعداد هذا النموذج تم الاعتماد على التكامل بين نظام المعلومات الجغرافي GIS ونظام نمذجة الأحواض الساكبة WMS وللقيام بعملية البناء ضمن بيئة WMS لابد من إعداد طبقات النموذج وإعادة رقمنتها وتصديرها بما يتأقلم مع منطقة الدراسة، ويبين الشكل (5) المخطط النهجي لخطوات العمل، كما يبن الشكل (6) منهجية حساب تدفق الذروة.



الشكل (5) منهجية العمل المتبعة [4].



الشكل (6) منهجية حساب تدفق الذروة.

كما تم حساب المسيلات المائية، وتحديد الحوض الساكب الكلي وتقسيم الحوض الساكب إلى أحواض جزئية، ومن ثم ترقيم الأحواض الجزئية ونقاط المخرج على كامل المجرى من المنبع إلى المصب. وبعد ذلك تم تهيئة طبقة الهطل المطري بالاعتماد على البيانات المتوفرة لزمن تكرار 2yr و100 yr لتوافق أكبر عدد من تصميم المنشآت المائية، ومن ثم تهيئة طبقة عامل الجريان بالاعتماد على طبقة Soil type وطبقة Land use وبعد ذلك تم تهيئة طبقة الميل الخاصة بالحوض المدروس.

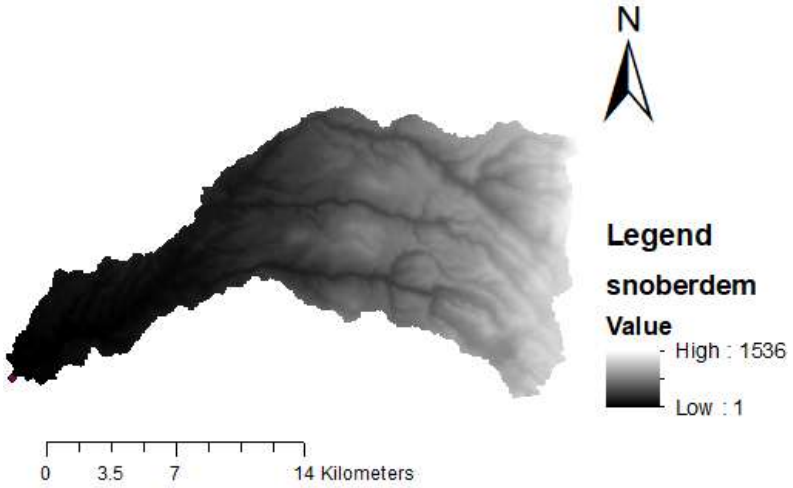
معايرة النموذج

بعد مرحلة بناء وتشغيل النموذج لابد من معايرة النتائج على عواصف حقيقية حدثت في منطقة الدراسة، ولاختيار العاصفة المناسبة للمعايرة لابد من توفر بعض الشروط والتي من أهمها توفر مسجل آلي لقياس الغزارة أو منسوب الماء ساعياً عند المخرج، وأن يكون الحوض كبير نسبياً كي تمر التدفقات من أكبر عدد ممكن من المجاري المائية، كما يجب أن تكون العاصفة شاملة ومستمرة لفترة طويلة، وعند ذلك يمكن التحقق من دقة النموذج الرياضي.

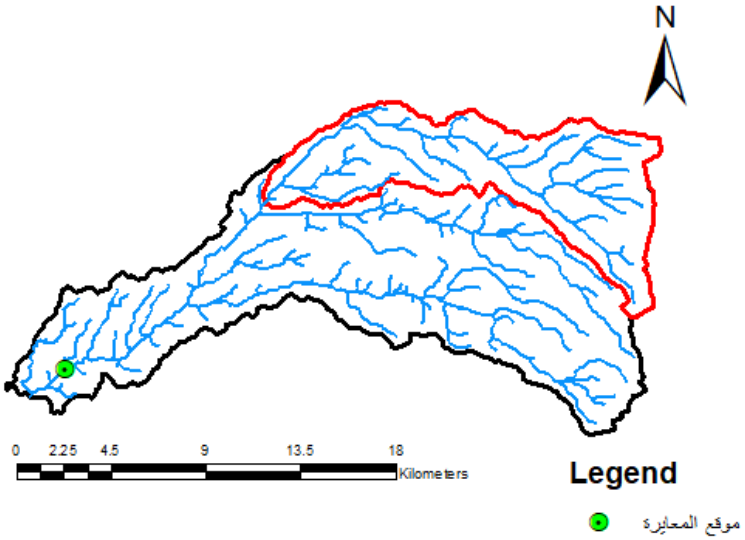
إنَّ النموذج الرياضي المبني بطريقة MODRAT يعمل على إيجاد تدفق الذروة الناجم عن أي عاصفة مطرية، ومعايرة النموذج بالاعتماد على هذه القيمة من خلال إدخال عواصف مطرية حقيقية إلى أن يعطي قيم قريبة من الواقع وأكثر دقة.

بناءً على القيم المتوفرة لدينا لقيم الغزارة والمناسيب عند جسر الأوتوستراد القريب من مخرج الحوض الشكل (7)، حيث يبعد موقع المعايرة 2.6 km عن مصب النهر في البحر، تبلغ مساحة الحوض عند موقع المعايرة 176 km^2، وذلك

باعتبار مساحة الحوض الساكب لموقع المعايرة هو عبارة عن الحوض كامل باستثناء حوض سد الثورة كما يوضح الشكل (8)، لأن الجريان الناتج منه يذهب لبحيرة السد، وبميل وسطي للحوض 0.032، يبلغ أعلى ارتفاع في الحوض 1562 m.



الشكل (7) طبقة DEM لمنطقة البحث.

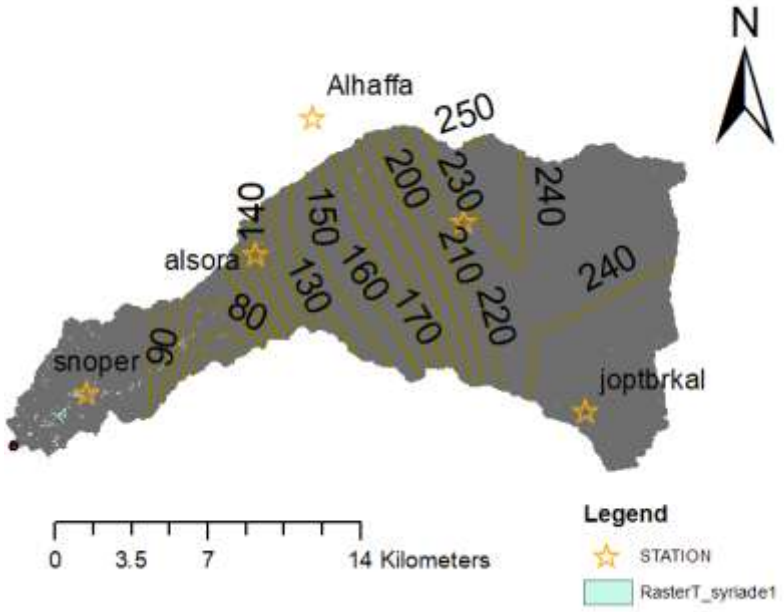


الشكل (8) موقع المعايرة.

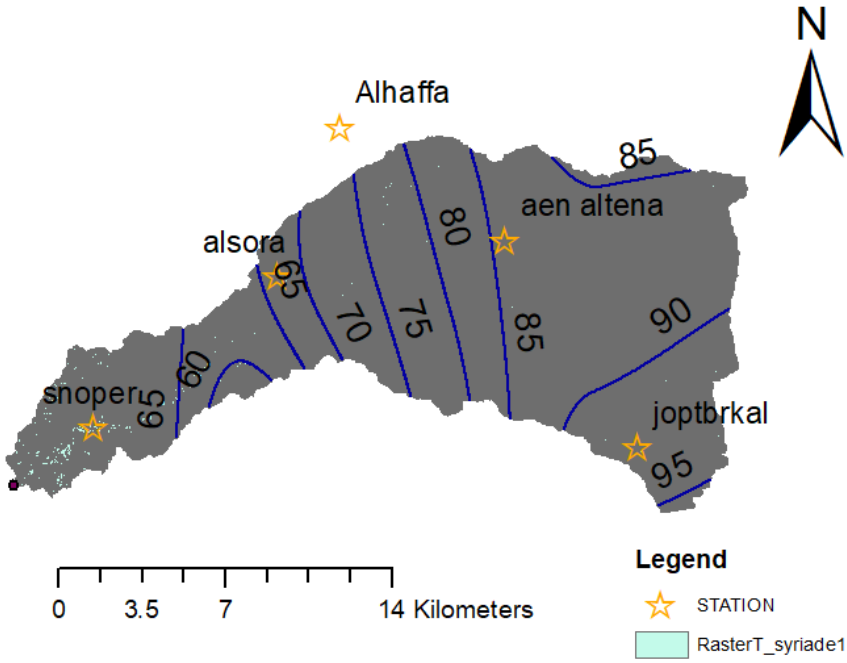
تتوفر معلومات عن مناسيب المياه في موقع المعايرة مع الزمن، والناجمة عن عاصفة مطرية هطلت بتاريخ 12\1\2005، حيث تمت المعايرة على هذه العاصفة وأظهر النموذج تطابق مقبول (14) مع الواقع.

حساب الغزارات الأعظمية باحتمالات مختلفة

لحساب الغزارة الأعظمية لأي حوض ساكب ضمن حوض الصنوبر، يجب إنشاء وتهيئة طبقة الهطل المطري اليومي الأعظمي وفق الاحتمال المطلوب كما يبين الشكل (9) والشكل (10) على الترتيب.

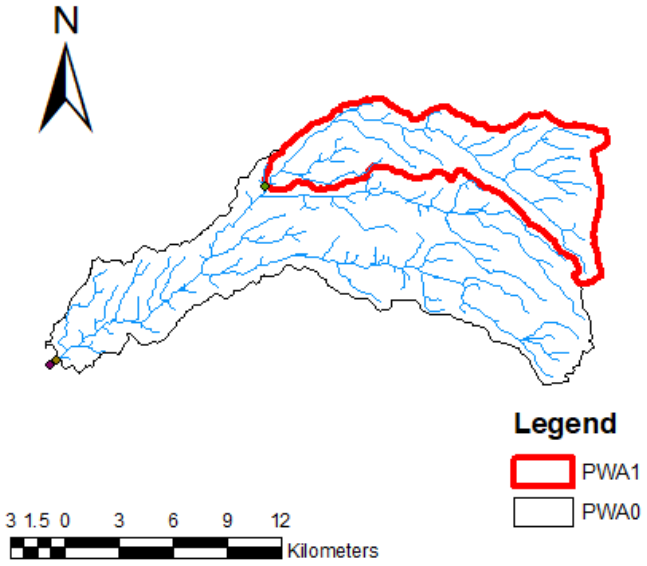


الشكل (9) خطوط تساوي الهطل اليومي الاعظمي بواحدة mm لزمن عودة 100 عام



الشكل (10) خطوط تساوي الهطل اليومي الاعظمي بواحدة mm لزمن عودة 2 سنة

وتحديد سلوك الهطل والمتوافق مع المنطقة وهو المنحني II، ثم نقوم بمقارنة النتائج التي حصلنا عليها مع قيم الغزارات الأعظمية باستخدام الطريقة المنطقية الكلاسيكية عند مخرج الحوض ويبين الشكل (11) الحوض المدروس بعد الأخذ بعين الاعتبار وجود سد الثورة بإلغاء المنطقة الحمراء من الحسابات.



الشكل (11) الموقع المختارة لحساب الغزارات الأعظمية.

عند حساب قيم الغزارة الأعظمية لزمني تكرار 2 yr و 100 yr أعطى النموذج قيمة تدفق الذروة $252m^3/sec$، بينما أعطى قيمة تدفق الذروة حوالي $621m^3/sec$ على الترتيب.

الطريقة المنطقية Rational Method

تنطلق الطريقة المنطقية الكلاسيكية من ارتباط مكونات الجريان السطحي الأساسية وفق المعادلة التالية:

$$Q_p = A * C * I_p$$

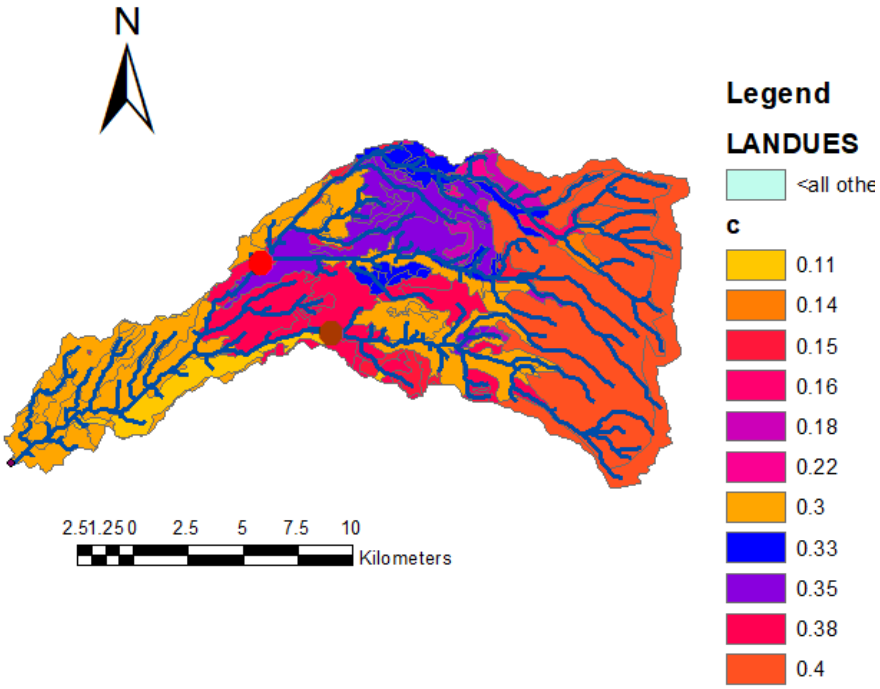
A: مساحة الحوض (acre).

C: معامل الجريان السطحي (بدون وحدات) ونحصل عليه بالاعتماد على تركيب التربة، استخدام الأرض، والميل.

Ip: شدة الهطل المطري (إنش/ساعة) لزمن تكرار معين.

حساب عامل الجريان

بالاعتماد على طبقة عامل الجريان التي تم انشاءها في النموذج وبتبديل قيم أرقام الترب soil number بقيم عامل الجريان تنتج طبقة تحتوي قيم مختلفة لعامل الجريان كما هو مبين في الشكل (12).



الشكل (12) طبقة عامل الجريان.

ونأخذ قيمة وسطية لعامل الجريان 0,36.

حساب زمن التركيز

يتم حساب زمن التركيز وفق طريقة جياندوتي:

$$T_C = \frac{4\sqrt{A}+1.5L}{0.8*\sqrt{\Delta H}}$$

حيث:

Tc: زمن التركيز بـ الساعات.

A: مساحة الحوض بـ km^2.

L: طول المجرى المائي ضمن الحوض بـ km.

H: فرق المناسيب بين أخفض نقطة والنقطة ذات المنسوب الوسطي ضمن الحوض بـm.

نتج زمن التركيز وفق جياندوتي 4,7 ساعة.

الجدول (2) خصائص الحوض.

الحوض	مساحة الحوض km^2	طول المسيل المائي km	ميل الحوض	أعلى منسوب في الحوض m	أدنى منسوب في الحوضm	المنسوب الوسطي للحوضm
A0	176	36	0.032	1562	مخرج الحوض	781

تحديد الهطل اليومي الأعظمي الوسطي

ويتم ذلك من خلال طبقة الهطل اليومي لنفس الاحتمال، وهي طبقة تحتوي على خلايا متساوية المساحة ولكل خلية كمية هطل وسطي معين، ويبين الجدول (3) قيمة الهطل الوسطي للحوض.

الجدول (3) قيم الهطل الوسطي.

الحوض	mm بـ H 50%	mm بـ H1%
A0	80	190

الشدة المطرية الموافقة لزمن التركيز تحسب من العلاقة: $$I = \frac{H_{tc}}{t_c}$$

Ht: الهطل اليومي الأعظمي بـmm.

t_c: زمن التركيز بـmin.

إما الـ H_t يحسب من العلاقة: $$H_t = H_{day}\left(\frac{t}{1440}\right)^{\alpha}$$

H_{day} : الهطل اليومي الأعظمي بـ mm.

وقد أخذنا قيمة العامل α لتسهيل المعادلة وتبسيطها 0.25 وهي قيمة وسطية لكل الاحتمالات [4].

يبين الجدول (4) قيم الشدة المطرية للحوض.

الجدول (4) قيم الشدة المطرية عند احتمالات مختلفة.

الحوض	Ht بـ mm باحتمال 2%	Ht بـ mm باحتمال 100%	الشدة المطرية mm\min باحتمال 2%	الشدة المطريةmm\min باحتمال 100%
A0	50.6	120.6	0.216	0.515

ومن خلال تطبيق الطريقة المنطقية الكلاسيكية ضمن حوض الصنوبر تكون قيم الغزارة الأعظمية المبينة الجدول (5).

الجدول (5) قيم الغزارة الأعظمية للأحواض الجزئية وفق الطريقة المنطقية الكلاسيكية.

اسم الحوض	Q 50% m^3/s	Q 1% m^3/s
الصنوبر	228.55	544.93

وبمقارنة النتائج بعد تطبيق الطريقة المنطقية الكلاسيكية يلاحظ تباعد كبير وفق الجدول (6).

الجدول (6) المقارنة بين الطريقة المنطقية المعدلة لحوض الصنوبر والطريقة المنطقية الكلاسيكية

الحوض	Q 50% بالنموذج m^3/s	Q1% بالنموذج m^3/s	Q 50% الطريقة الكلاسيكية m^3/s	Q 1% الطريقة الكلاسيكية m^3/s
حوض الصنوبر	252	621	228.55	544.93

الطريقة المنطقية المعدلة لحوض نهر الكبير الشمالي

تعطى الطريقة المنطقية المعدلة لحوض الكبير الشمالي بالعلاقة: $$Q_{yr} = 16.7 * \frac{a_{yr}}{\sqrt{Sh_f}} * C_{yr} * I_{yr} * A$$

حيث:

Q_{yr}: تدفق الذروة لزمن تكرار معين بـ $m^3\backslash s$.

a_{yr}: ثابت يتعلق بزمن التركيز.

C_{yr}: عامل الجريان.

I_{yr}: الشدة المطرية بـ mm\min (الموافقة لزمن التركيز tc المحسوب وفق علاقة جياندوتي بالدقائق).

Sh_f عامل الشكل للحوض.

حساب عامل الجريان

بالاعتماد على طبقة عامل الجريان التي تم انشاءها في النموذج وبأخذ قيمة وسطية تساوي 0,36 كما ذكرنا سابقاً.

حساب زمن التركيز

يتم حساب زمن التركيز وفق طريقة جياندوتي سابقاً ضمن إجراء الطريقة المنطقية الكلاسيكية حيث نتج زمن التركيز وفق جياندوتي 4,7 ساعة.

الجدول (7) خصائص الحوض.

الحوض	مساحة الحوض km^2	طول المسيل المائي km	ميل الحوض	أعلى منسوب في الحوض m	أدنى منسوب في الحوضm	المنسوب الوسطي للحوض
A0	176	36	0.032	1562	مخرج الحوض	781

تحديد الهطل اليومي الأعظمي الوسطي

ويتم ذلك من خلال طبقة الهطل اليومي لنفس الاحتمال يبين الجدول (8) قيم الشدة المطرية للحوض.

الجدول (8) قيم الشدة المطرية عند احتمالات مختلفة.

الحوض	Ht بـ mm باحتمال 2%	Ht بـ mm باحتمال 100%	الشدة المطرية mm\min باحتمال 2%	لشدة المطرية mm\min باحتمال 100%
A0	50.6	120.6	0.216	0.515

ومن خلال الخصائص المورفومترية للحوض المدروس فإن عامل الشكل في المعادلة المنطقية المعدلة والمحسوب من خلال النموذج الارتفاعي الرقمي ضمن برنامج WMS يعادل 4,6.

وبمقارنة النتائج بعد تطبيق الطريقة المنطقية المعدلة لحوض نهر الكبير الشمالي يلاحظ تقارب كبير وفق الجدول (9)

الجدول (9) المقارنة بين الطريقة المنطقية المعدلة لحوض الكبير الشمالي والنموذج.

الحوض	Q 50% بالنموذج m^3/s	Q 1% بالنموذجm^3/s	Q 50% بالمعادلة المعدلةm^3/s	Q 1% بالمعادلة المعدلةm^3/s
A0	252	621	266	599

- **طريقة SCS**

تستخدم SCS هذه المعادلة: Qp=Qu*Ad*Qd*Fd

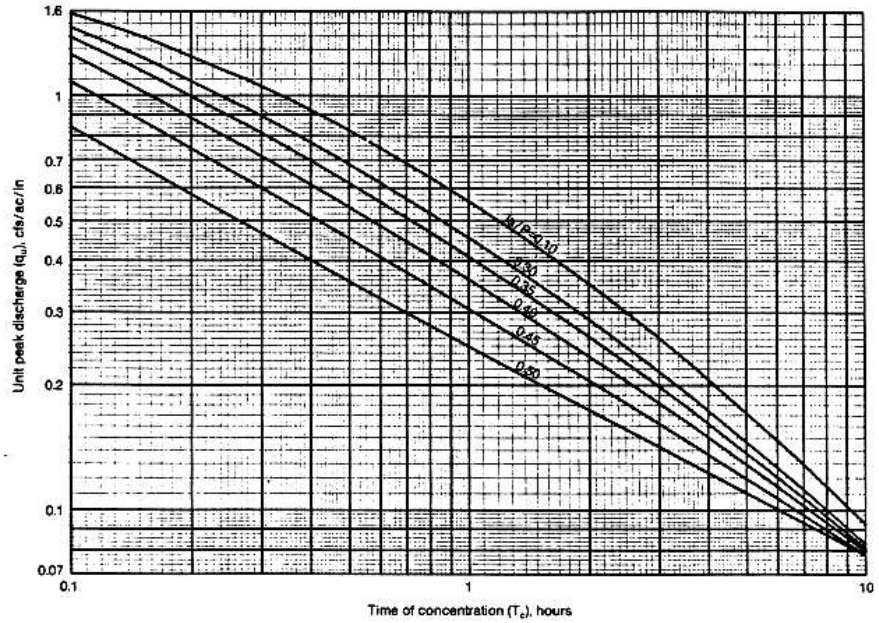
Qp: التدفق الناتج عن العاصفة cfs. Qu: تصريف الذروة الواحدي cfs/ac/in. Ad: مساحة التصريف acre.

Qd: عمق الجريان السطحي inch. Fd: عامل البرك والمستنقعات.

1- Qp: التدفق الناتج عن العاصفة cfs.

يؤخذ المقدار Qu من خلال معرفة الهيدروغراف الواحدي العائد لمنطقة الدراسة وذلك بالعلاقة مع زمن التركيز العائد للحوض الساكب في المنطقة المدروسة والذي تم حسابه سابقاً من معادلة جياندوتي 4.7 ساعة

وبعد حساب Ia/p=0.1 نقوم بحساب Qp من الشكل (13) والذي يبين علاقة التدفق الواحدي مع زمن التركيز حيث نجد Qp=0.18



الشكل (13) علاقة التدفق الواحدي مع زمن التركيز

2- Qd: عمق الجريان السطحي inch.

يحسب من العلاقة التالية $$Qd = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S}$$

حيث يتم حساب S وفق المعادلة $$S = \frac{1000}{CN} - 10 = 2.42$$

- **دليل الهطل الفعال CN:**

يعبر دليل الهطل الفعال CN المستخدم في بعض الطرائق الهيدرولوجية مثل TR-55و TR-20 عن الهطل المسبب للجريان الفعلي، والعوامل الأساسية في تحديده، كما في الطريقة المنطقية لتحديد عامل الجريان C ,هي تربة وغطاء منطقة الحوض الساكب. لقد لخصت طريقة الـ SCS التأثيرات الهيدرولوجية لأنواع التربة في مجموعة (الترب الهيدرولوجية) Hydrologic Soil Group [HSG] , حيث قسمت جميع الترب الموجودة إلى أربع مجموعات. رقمت من A وحتى.D المجموعة A هي الأقل احتمالية لتشكيل الجريان السطحي المجموعة Dهي الأكثر احتمالية، توضع كل سلسلة في مجموعة وفقاً للوصف المذكور في الجدول (10) والذي يبين دليل الهطل الفعال:

الجدول(10) دليل الهطل الفعال

وصف استعمال الأرض Landuse	أنواع الترب Group Hydrologic Soil			
	D	C	B	A
مواقف سيارات – سطوح – منازل – طرق سريعة	98	98	98	98
الطرق والشوارع				
معبدة ومزودة بالمصارف	98	98	98	98
متوسطة الجودة	91	89	85	76
طرق ترابية	89	87	82	72
أراضي زراعية				
أراضي زراعية بعلية (بدون عناية)	91	88	81	72
أراضي زراعية مروية (معتنى بها)	89	78	71	62
المراعي				
مراعي فقيرة بالنبات (أقل من 50%)	89	86	79	68
مراعي غنية بالنبات (أكثر من 50%)	80	74	61	39
المروج الغنية بالأعشاب	78	71	58	30
أراضي غنية بالأعشاب وجذوع الأشجار بغطاء نباتي يتجاوز 75%	73	65	48	30
الغابات				
غابات قليلة الكثافة	83	77	66	45
غابات متوسطة الكثافة	79	73	60	36
غابات عالية الكثافة	77	70	55	30
مناطق مفتوحة (مناطق معشبة، ملاعب غولف..)				
غطاء نباتي 50-75 %	84	79	69	49
غطاء نباتي > 75%	80	74	61	39
مناطق تجارية (كتيمة بدرجة 85%)	95	94	92	89
مناطق صناعية (كتيمة بدرجة 72%)	93	91	88	81

وبمعرفة سلسلة مجموعة التربة الهيدرولوجية يتم الحصول على دليل الهطل الفعال CN من مزيج من HSG واستخدام الأرض، يلخص CN في طريقة الـ SCS تأثيرات التربة، واستخدام الأرض.

1- طبقة **Soil type**

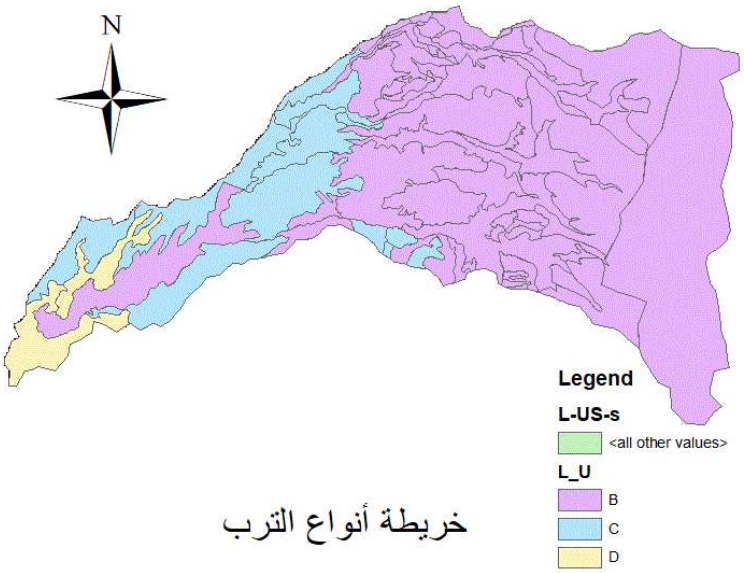
بعد تحديد أنواع الترب في المنطقة تم تحديد نفاذية هذه الترب وفق تصنيف SCS إلى أربع مجموعات رئيسة وهي A و Bو C و D وفق الجدول (11) حيث تصنف الترب من الترب النفوذة جداً A إلى الترب الكتيمة جداً. D

الجدول(11) أنواع التربة وتصنيفها وفق طريقة SCS.

نوع التربة	تصنيف التربة وفقSCS
Sand loam	A
loam	B
Silty loam , silty	C
Clay loam ,clay, silty clay, sandy clay, silty clay loam	D

حيث تتوفر في منطقة الدراسة عدة أنواع من الترب، تتراوح نفاذيتها من الترب النفوذة إلى الكتيمة ويسيطر على منطقة الدراسة الترب الكتيمة بنسبة كبيرة.

ويبين الشكل (14) خريطة توزع أنواع الترب النهائية بحسب تسميتها وتصنيفها وفق SCS ضمن بيئة GIS ويمكن استخدامها في تحديد الجريان وحساب الغزارات وفق طرائق هيدرولوجية مختلفة.

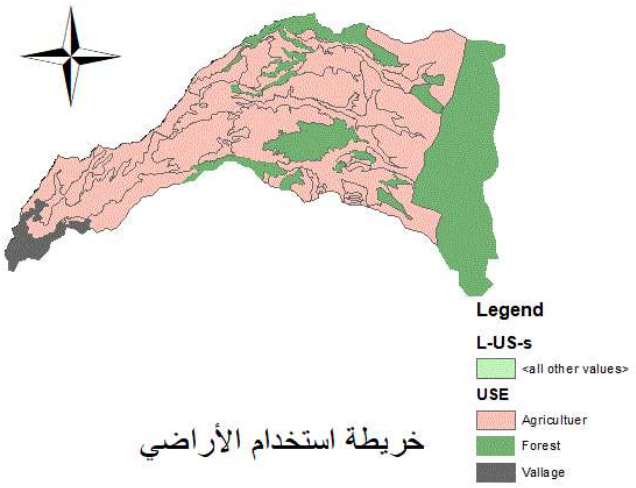


الشكل(14) يبين خريطة أنواع الترب لمنطقة الدراسة.

2- طبقة Land use

ينتشر الغطاء النباتي في منطقة البحث بشكل كبير ويتنوع هذا الغطاء بين الغابات والمناطق الزراعية بالإضافة إلى بعض القرى المنتشرة المتميزة ببناء عشوائي وطرق جبلية ضيقة، ويؤثر استعمال الأراضي بشكل كبير في الجريان فالغابات الكثيفة مثلاً تعيق الجريان بشكل كبير، أما في المناطق الجرداء فإنَّ التأثير الأساسي يكون لنوع التربة. لقد تمَّ تحديد استعمال الأراضي من خلال خريطة رقمية أعدتها الهيئة العامة للاستشعار عن بعد ولكنها لم تكن شاملة لكامل منطقة الدراسة فتم استعمال هذه الخريطة عن طريق الصور الفضائية التي حصلنا عليها بواسطة برنامج Google Earth.

ولتتلائم طبقة استعمال الأراضي مع مصدر البيانات فقد تمت عملية إعادة تصنيف**reclassification** لأنواع الأراضي في المنطقة. ونلاحظ وجود ثلاثة أنواع رئيسة لاستعمال الأراضي وهي الأراضي الزراعية – الغابات – وسكن قليل الكثافة ضمن القرى وبالتالي إعادة إصدار طبقة **land use** وفق التصنيف الجديد، حيث يبين الشكل (15) خريطة استخدام الأراضي.



الشكل (15) يبين خريطة استخدام الأراضي

بعد تهيئة الطبقات اللازمة لتحديد CN حيث نقوم بتحديد CN الجزئية حسب مناطق الحوض الجزئية كما هو موضح بالجول (12) ليتم بعد ذلك يتم حساب الكلية

الجدول (12) تحديد CN الجزئية والكلية لمنطقة الدراسة

Area * cn /100	Area %	CN	Soil type	Land use
22.68	28	81	B	Agriculture
14.2	20	71	B	Agriculture
13.2	15	88	C	Agriculture
2.94	3	98	B	Bare
1.96	2	98	D	Bare
20.79	27	77	D	Forest
4.75	5	95	D	Village
80.52	CN الإجمالي لكامل الحوض			

يحسب عند قيمة تكرار 2yr تكون الشدة المطرية 50.6mm من العلاقة

$$Qd = \frac{(\mathrm{P} - 0.2\mathrm{S})^2}{\mathrm{P} + 0.8\mathrm{S}} = \frac{(50.6/25.4 - 0.2(2.42))^2}{\frac{50.6}{25.4} + 0.8(2.42)} = 0.579$$

وعند قيمة تكرار 100yr تكون الشدة المطرية 120.6mm

$$Qd = \frac{(\mathrm{P} - 0.2\mathrm{S})^2}{\mathrm{P} + 0.8\mathrm{S}} = \frac{(120.6/25.4 - 0.2(2.42))^2}{\frac{120.6}{25.4} + 0.8(2.42)} = 2.72$$

3- Ad: مساحة التصريف acre

Ad=176*247.1=43489.6 acres

4- Fd: عامل البرك والمستنقعات يؤخذ مساوي لـ 1

بالتعويض بالمعادلة نجد عند قيمة تكرار 2yr

Qp=0.18*43489.6*0.579*1*0.0283=128.3 m^3/s

وعند قيمة تكرار 100yr

$Qp=0.18*43489.6*2.72*1*0.0283=602.58\ m^3/s$

وبمقارنة النتائج للطرائق الأربعة كما هو موضح بالجدول (13):

جدول (13) نتائج الطرائق الأربعة للتدفقات الاعظمية لمنطقة الدراسة

الطريقة	عند زمن تكرار 2 yr	عند زمن تكرار 100 yr
نموذج رياضي وفق MODRAT	252 m^3/ sec	621 m^3/ sec
الطريقة المنطقية الكلاسيكية	228.55 m^3/ sec	544.93 m^3/ sec
الطريقة المنطقية المعدلة للكبير الشمالي	266 m^3/ sec	599 m^3/ sec
SCS	128.3 m^3/ sec	602.58 m^3/ sec

وبمقارنة النتائج بالطرائق الاربع نجد تقارب مقبول بالقيم بحيث لم تتجاوز نسبة الخطأ 15% يعود ذلك الى خصائص الحوض وميوله الذي أعطى الحوض زمن تركيز أقل نسبياً، وبالتالي أمكن تطبيق الطريقة المنطقية الكلاسيكية بالرغم من أنَّ مساحة الحوض أكبر من اشتراطات هذه الطريقة أما طريقة SCS لزمن تكرار 2 yr فقد أعطت نتائج أقل عند الهطولات القليلة نسبيا مقارنة بالطرائق الأخرى ويعود ذلك الى إن طريقة SCS تأخذ بالاعتبار بارامتر عمق الجريان السطحي والذي يعتمد بدوره على دليل الهطل الفعال وهذا يفسر اقتراب النتائج عند الهطولات الكبيرة مع الطرائق الأخرى التي تعتمد على قيم الشدات المطرية كما هي دون أي تعديل عليها

الاستنتاجات والتوصيات:

1- عند حساب قيم الغزارة الأعظمية عند مخرج الحوض الذي تبلغ مساحته عند الموقع 176 km^2، وبميل وسطي 0.032، يبلغ أعلى ارتفاع في الحوض 1562m. لزمني تكرار 2 yr و 100 yr أعطى النموذج قيمة تدفق الذروة 252 m^3/sec بينما أعطى قيمة تدفق الذروة حوالي 621 m^3/sec لزمن التكرار 100 عام وأعطى زمن الذروة بعد ساعتين من بدء تأثر الحوض بالعاصفة المطرية، وأكثر ما يميز هذا النموذج هو استنتاج الهيدروغراف الممثل للموجة الفيضانية بما يساهم بشكل كبير في تحديد حجم الجريان الناجم عن العاصفة بطريقة أكثر دقة.

2- تم تطبيق الطريقة المنطقية الكلاسيكية والطريقة المنطقية للكبير الشمالي ضمن منطقة البحث وعلى الحوض المذكور سابقاً ولأجل ذلك تم حساب عامل الجريان الذي بلغت قيمته الوسطية 0,36 وعامل الشكل للحوض 4,6 وبتطبيق معادلة جياندوتي بلغ زمن التركيز 4,7 ساعة.

3- أعطى تطبيق الطريقة المنطقية قيم تدفق أعظمي قدرها 228.55 m^3/s لعاصفة مطرية زمن تكرارها 2 yr بينما بلغت قيمة التدفق الأعظمي 544.93 m^3/s لعاصفة مطرية زمن تكرارها 100 yr وهي قيم قريبة جداً من القيم التي أعطاها النموذج حيث بلغ الخطأ النسبي الأعظمي حوالي % 10 وهي نسبة قليلة جداً في الدراسات الهيدرولوجية.

4- أعطى تطبيق الطريقة المنطقية للكبير الشمالي قيم تدفق أعظمي قدرها 266m^3/s لعاصفة مطرية زمن تكرارها 2yr بينما بلغت قيمة التدفق الأعظمي 599m^3/s لعاصفة مطرية زمن تكرارها 100 yr وهي قيم قريبة جداً من القيم التي أعطاها النموذج.

5- أعطى تطبيق طريقة SCS قيم تدفق أعظمي قدرها $128.3m^3/s$ لعاصفة مطرية زمن تكرارها 2yr بينما بلغت قيمة التدفق الأعظمي $602.58m^3/s$ لعاصفة مطرية زمن تكرارها 100 yr.

6- بمقارنة النتائج بالطرائق الاربعة نجد تقارب مقبول بالقيم يعود ذلك الى خصائص الحوض وميوله الذي أعطى الحوض زمن تركيز أقل نسبياً وبالتالي أمكن تطبيق الطرائق الاربعة بالرغم من أنَّ مساحة الحوض أكبر من اشتراطات هذه الطرائق.

بينما توصي الدراسة بما يلي:

1- توسيع قاعدة البيانات ضمن منطقة الدراسة من خلال إجراء القياسات المائية المتعلقة بالغزارة والهطل وبالتالي زيادة دقة النماذج الرياضية ومعايرتها.

2- تحديث الخرائط المتعلقة باستخدام الأراضي وأنواع الترب في المنطقة بما يحقق تحديث قيم عامل الجريان مع تغير استعمالات الأراضي.

3- استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي للمساعدة في بناء نماذج تنبؤية مستقبلية لتصميم أكثر دقة للمنشآت المائية.

References:

1- Hayek, Sharif Badr; Hammad, Munther Ali. *Modeling the monthly flows of Al-Sin spring in the Syrian coast using time series analysis*. Tishreen University Journal, Vol. 40 (4), 2018, 19

2- Ammar, Ghatfan. *Flood study in the Sin River. Tishreen University Journal*, Vol. 28 (2), 11-26, 2006

3- Ahmed, Nadine Anis. *Modeling the flood flow of the Sin River using numerical methods*. Master thesis, Department of Water and Irrigation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Syria, 2012, 121.

4- Haifa, Majd. *Establishing a relationship to calculate the maximum abundances of the Great Northern River*, PhD thesis. Department of Water and Irrigation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Syria, 2015.

5- Asaad, Shaza Ibrahim. *Determining the maximum abundances required for designing road culverts using GIS techniques*. Tishreen University Journal, Engineering Sciences Series, Vol. 35 (2), 2013, 79.

6- MASHRIQUI,S,H,PINE,C,J,ALBERT,D. *Real time flood modeling due to the severe rainfall during a Hurricane*. The west fork of the Calcasieu river, Calcasieu and beauregard parishes, Louisiana. Hurricane Hazards conference, USA, 1999.

7- YCOM Iranian Consulting Company. "*Study for the Regulation of the Great Northern River – Hydrological Report"*. Volume (1) and Volume (2), 2005

8- MINISTRY OF IRRIGATION (2004, A). *Coastal Water Resources Management Project***.** Appendix 7, *River Basin Model of Pilot Bas in Asnober,* Syria.

9- MINISTRY OF IRRIGATION (2004,B). *Coastal Water Resources Management Project***.** Appendix *2*. *Surface Water*. Syria.

10- Huwaija, Ru'a Sulaiman. *The Relationship between Rainfall and Flow in the Pine River. Master's Thesis*, Department of Water and Irrigation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Syria, 2015, 89.

11- HYDROLOGY APPENDIX C. Soil Type & Runoff Coefficient Data, File: Soil Curve Data and Graphs, Los Angeles County Department of Public Work, 2004, 180.

12- WOLFE, D, L. HYDROLOGY MANUAL. *Water Resources Division*, Los Angeles County Department of Public Work, January, 2006, 145.

13- Haifa, Majd. *Developing a digital map of the flow factor in the (Al-Jilani-Al-Hawaz) basin. Master's thesis*, Department of Water and Irrigation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Syria, 2009, 136

14- Irsak, Saker. *The relationship between daily precipitation and flow with different probabilities in the Sanobar River Basin*. Master's thesis, Department of Water and Irrigation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Syria, 2023.