

استيعاب بحيرة قطينة للموجات الفيضانية

م. غريب صالح* أ.د. أمين سليمان** د.م. مازن سلوم***

ملخص

تم في هذا البحث دراسة انتقال الفيضان عبر بحيرة قطينة، ولقد تمت دراسة الهيدروغرافات المحتملة من أجل أزمنة تكرار مختلفة (2,3,5,10,25,50,100) سنة، بالاعتماد على العاصفة التصميمية بدلالة منحنيات الشدة - المدة - التكرار للأحواض الجزئية للحوض الساكب المغذي لبحيرة قطينة، عبر دراسة هيدرولوجية عن طريق برنامج (GIS)، تم فيها تحديد الأحواض الجزئية وخصائصها المورفولوجية وحساب الرقم الدليلي للجريان السطحي (CN)، ومن ثم حساب زمن التركيز وتدفق الذروة بالطريقة المنطقية.

تضمنت هذه الدراسة استخدام برنامج (HEC-RESSIM) الفعال في نمذجة الخزانات وتشغيلها، وقد بينت نتائج البحث كفاءة المفيض وقدرة البحيرة على استيعاب جميع الهيدروغرافات الداخلة وفق الاحتمالات السابقة، دون أن يصل منسوب الماء إلى قمة النواة.

كلمات مفتاحية: انتقال الفيضان، زمن التركيز، العاصفة التصميمية، المفيض.

* مدرس في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.
** أستاذ في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.
*** أستاذ في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.

Qattina lake attenuation of Flood waves

Abstract

In this paper, the flood Routing across Qattina Lake was studied, and the potential hydrographs were studied for different recurrence times (2,3,5,10,25,50,100 years), depending on the design storm in terms of intensity-duration-recurrence curves for subbasine of the lake, through a hydrological study using the (GIS) program, in which the partial basins and their morphological characteristics were determined, (CN) was calculated, Then calculate Time of Concentration and the peak flow using the rational method.

In the study, the (HEC-RESSIM) program was used, which is effective in modeling and operating reservoirs. The study showed the efficiency of the spillway and the lake's ability to attenuation all the hydrographs according to the previous possibilities without the water level reaching the level of the top of the dam core.

Key words: flood routing, Time of Concentration , design storm spillway.

1- مقدمة:

وتعتبر الفيضانات أحد أهم الأسباب الرئيسية في انهيار السدود حول العالم حيث تشير الدراسات إلى أن عدم كفاءة المفيض لتصريف الفيضان أدت إلى % 60 من حوادث انهيار السدود حول العالم، وبالتالي لا بد من دراسة قدرة البحيرات على استيعاب الموجات الفيضانية، للمساعدة على اتخاذ القرار السليم في إدارة واستثمار مياه البحيرات.

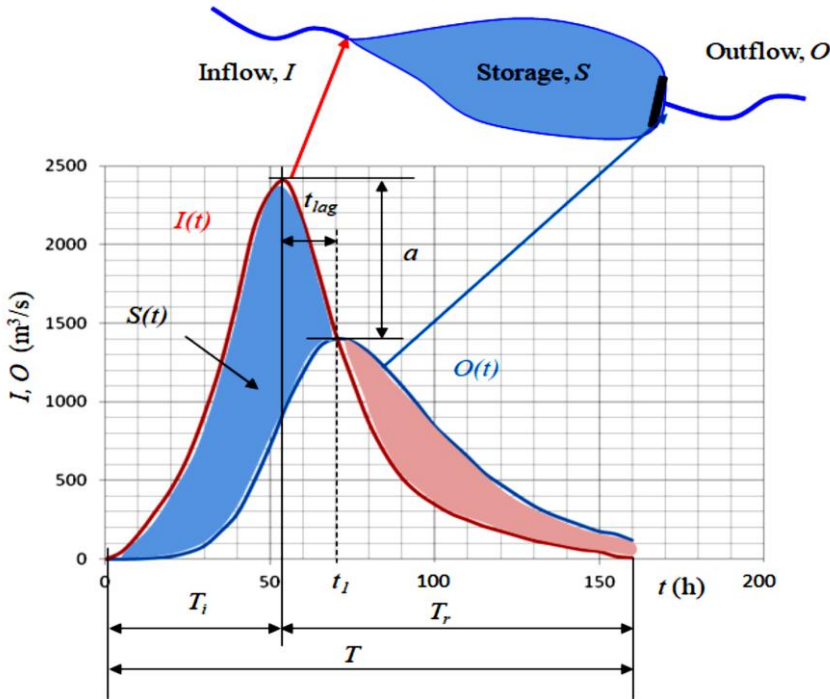
عندما تنشأ موجات فيضانية ذات تصاريف عالية في الأنهار بسبب هطولات غزيرة أو ذوبان الثلوج فإنها تسبب ارتفاع منسوب المياه في الأنهار وأضراراً للمناطق الواقعة على الضفاف وعلى مجرى النهر، وتكون هذه الأضرار بالغة عندما يمر النهر بالأماكن المأهولة بالسكان، [1].

ولقد أولى الباحثون والدارسون حول العالم أهمية كبيرة لانتقال الفيضانات عبر بحيرات السدود والأنهار، ونذكر من تلك الدراسات ما قدمه **William H. Merkel** وآخرون عام 2014، [7]، عن انتقال الفيضانات، حيث وضحو من خلال كتيب النظريات المختلفة لانتقال الفيضان عبر خزان وعبر مجرى مائي، وقدموا مجموعة من الأمثلة لحساب ذروة الفيضان وتصريف المفيض المطلوب، و قدم **Ahmed Shawket** عام 2011 بحثاً تضمن وصفاً دقيقاً وواضحاً للتصميم الهيدروليكي للمسيل المستخدم في سدود درة الفيضان، [8]، ولخص **John S.** عام 2015 نتائج التحليل الهيدرولوجي والهيدروليكي لسد **Van Norden** وحوضه الساكب بالقرب من كاليفورنيا، [9].

إن انتقال الفيضانات هو ذلك الأسلوب الذي يمكن من خلاله دراسة التأثير الحادث على شكل موجة الفيضان نتيجة انتقالها خلال خزان أو مجرى مائي (نهر) أو جزء منه، [1].

إن الجريان في الخزان بدايةً يكون مُتحكم به ولكن عندما يمتلئ الخزان (فوق منسوب المفيض) يؤدي لانتقال الجريان الداخل كهيدروغراف الجريان الخارج مع ذروة أقل وزمن قاعدة أكبر، الشكل (1)، [10].

وبالتالي فالخزان أو أي نوع من خزانات الحجز (التي تؤدي إلى تأثير في الجريان) دائماً تخفف ذروة التصريف، [2]. في الألفية الموشورية ذات الجريان المنتظم فإن موجة الفيضان تتأخر زمنياً بدون تغيير في الشكل ولذلك فإن الذروة لا تنخفض.



الشكل (1) انتقال الفيضان عبر خزان، [10].

أما في مكان التقاء النهر بالخرزان (Reach) تتداخل تأثيرات الخزان مع القناة الموشورية المنتظمة، ولذلك يصبح هذا الالتقاء جزءاً من الخزان ويحسب انتقال الفيضان فيه كما في الخزان، [1].

إن مسائل انتقال الجريان يمكن تصنيفها في ثلاثة مجموعات:

1- بمعرفة هيدروغراف الجريان الخارج والتخزين يتم حساب هيدروغراف الجريان الداخل.

2- بمعرفة الجريان الخارج وهيدروغراف الجريان الداخل لحساب التخزين.

3- بمعرفة هيدروغراف الجريان الداخل وبمعرفة (أو تقديره تقريباً) التخزين، يحسب هيدروغراف الجريان الخارج، وهذا الاعتبار هو الأكثر احتمالية لمشاكل الانتقال. ويشمل تصميم الخزان مع الأخذ بعين الاعتبار تأثيراته على تخفيض ذرى الفيضان وحساب انتقال موجة الفيضان على طول النهر وفي الانداز من الفيضانات في الوقت الحقيقي. وتستخدم في المصطلحات المبسطة نفس المقاربة للتركيز على موديلات الجريان السطحي وتشكيل الهيدروغراف من معطيات المأخذ المائي بواسطة سلسلة من الخزانات أو الخزانات والأقنية، [11]، [12] (Nash 1968).

يستخدم الحل الهيدرولوجي والذي يعتمد على معادلة الاستمرارية في شكل نهائي مبسط (معادلة التخزين) والتي تدعى الطريقة التحليلية، [11]:

$$I_t = Q_t + \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1)$$

I_t : التدفق الرئيسي الوارد في الفترة الزمنية Δt .

Q_t : التدفق الرئيسي الخارج في الفترة الزمنية Δt .

S : التغير في التخزين في الفترة الزمنية Δt .

وتتحول هذه المعادلة في الحلول العملية (لاستنتاج هيدروغراف الجريان الخارج)
لتأخذ الشكل التالي [2],[11],[12]:

$$\frac{\Delta t(Q_1 + Q_2)}{2} = \frac{\Delta t(I_1 + I_2)}{2} - (S_2 - S_1) \quad (2)$$

وكل المتغيرات السابقة نفسها في السابق ما عدا الدليلين 1،2 تشير إلى بداية ونهاية
الفترة الزمنية المحددة للانتقال Δt .

وبالإضافة لنظريات دراسة انتقال الفيضان في بحيرات السدود فقد تطورت البرمجيات
الحاسوبية المستخدمة في هذا المجال ومن تلك البرامج برنامج (HEC-RESSIM)
والذي تم استخدامه في هذا البحث، وهو عبارة عن برنامج يستخدم لنمذجة عمليات
تشغيل الخزانات وحساب انتقال الفيضان عبر الخزانات والأقنية المتصلة بها [13]،
وقد استُخدم في العديد من الدراسات والأبحاث المتعلقة بانتقال الفيضان، [14]، [15]،
ومن مميزات استخدام البرنامج قدرته على إدخال تأثير التبخر والتسرب من الخزان،
الأمر الذي يعتبر معقداً في الحلول اليدوية.

2- منطقة الدراسة:

تقع بحيرة قطينة جنوب غرب مدينة حمص بحوالي 10 كم، وهي بحيرة طبيعية قديمة
قام الإنسان بتحويلها لبحيرة صناعية وزيادة مخزونها ببناء سد وذلك في العهد
الروماني، وبقي الوضع على ما هو عليه حتى قام الفرنسيون في عام 1939م ببناء

السد الحالي أمام السد القديم حيث تم رفع منسوب التخزين وحجم البحيرة إلى الأرقام الموضحة بالجدول (1)، [3] :

الجدول (1) أبعاد سد قطينة ومواصفاته التخزينية.

ارتفاع السد	7 م
طول السد	1120 م
منسوب التخزين الأعظمي (منسوب عتبة المفيض)	501.02 م
منسوب قمة السد	503.05 م
حجم التخزين الأعظمي	200 م ³
مساحة سطح البحيرة عند منسوب التخزين الأعظمي	60 كم ²

يبلغ متوسط قيم هطول الأمطار السنوية كقيمة دنيا 580 ملم في الحوض الساكب، وتتراكم الثلوج فوق جبال لبنان الشرقية في فصل الشتاء. وتلعب بحيرة قطينة دوراً هاماً في إرواء الأراضي الزراعية في محافظتي حمص وحماه، كما أنها تعتبر مصدراً هاماً للثروة السمكية، وتعتبر كذلك موقع سياحي يقصده الناس للاستراحة والترفيه.

3- مبررات البحث وأهدافه:

إن السدود في مختلف أنحاء العالم عرضة للانهييار بسبب الفيضانات الكبيرة، وقد تؤدي الفيضانات لغمر المناطق حتى دون حدوث انهيار السدود، ونظراً لأهمية دراسة انتقال الفيضانات في بحيرة قطينة ولما يشكله سد قطينة من أهمية كبيرة وخطر بنفس الوقت في حال انهياره، فإن هذا البحث سوف يتناول قدرة البحيرة على استيعاب الفيضانات ودرئها. وإن عدم وجود دراسة فعلية للفيضانات في بحيرة قطينة، واللجوء في بعض الحالات للمخاطرة والتكهن عن إدارة الفيضانات كما

حدث في أكثر من مرة وخاصة في عام 2003م وبعد انهيار سد زيزون ووصول منسوب التخزين أسفل منسوب المفيض بقليل، مما دفع مشغلي السد لفتح البوابات لأربعة أيام متوالية بتدفق حوالي 40 م³/ثا، وأدى ذلك إلى غمر مناطق واسعة على ضفاف العاصي في منطقة حمص، بسبب عدم وجود معرفة كافية بإمكانية البحيرة لاحتواء الفيضان. ويهدف هذا البحث إلى دراسة الموجات الفيضانية وانتقالها في البحيرات، ودراسة قدرة استيعاب بحيرة قطينة للموجات الفيضانية القادمة باحتمالات مختلفة.

4- طريقة ومنهجية البحث:

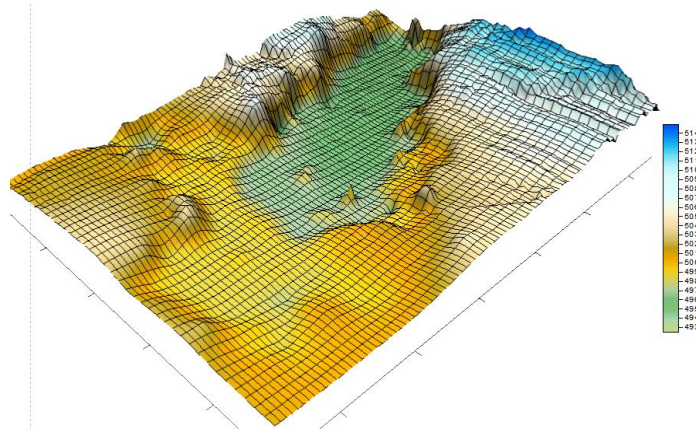
يدرس هذا البحث انتقال الفيضان عبر بحيرة قطينة، وذلك بمعرفة عناصر انتقال الفيضان، ومن ثم إجراء عملية الانتقال:

عناصر انتقال الفيضان:

1- علاقة التخزين - المنسوب:

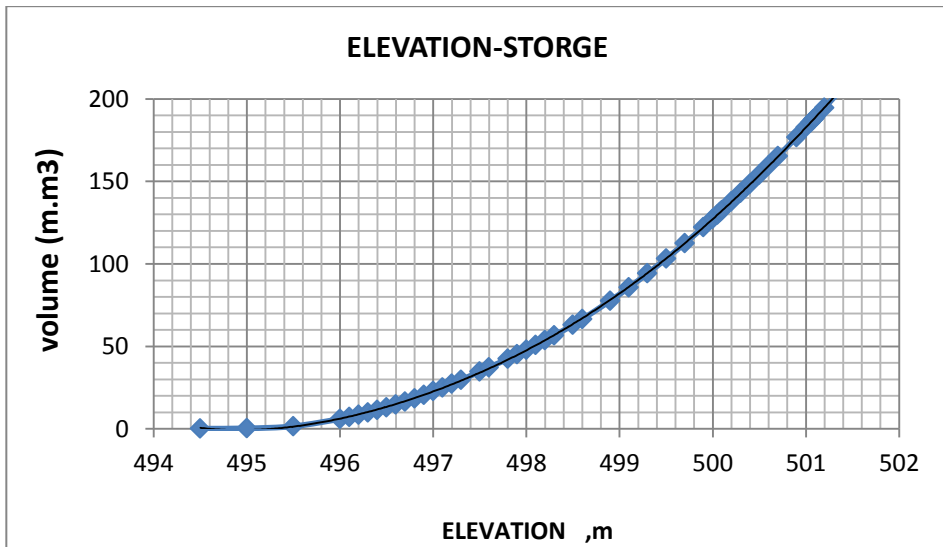
عند دراسة منسوب الماء في بحيرة قطينة للفترة الدراسية الممتدة من 1985/1/1 حتى 2013/12/31، وجدنا أن التخزين الأعظمي يحدث خلال الفترة من بداية شهر آذار حتى منتصف حزيران ووسطياً في 4/23 وهو موافق لانتهاؤ موسم الأمطار وذوبان الثلوج المغذية لنهر العاصي. وبالتالي فإن دراسة الموجات الفيضانية يمكن أن يقتصر على الأشهر التي تكون فيها البحيرة بحالة التخزين الأعظمي، أي من بداية آذار حتى منتصف حزيران. لتحديد علاقة التخزين مع المنسوب، تم بالاستعانة بخريطة ثلاثية الأبعاد تمت نمذجتها بالاستناد إلى خارطة طبوغرافية للبحيرة أجريت من قبل شركة

روسية عام 1979م، [3]، وصور من Google earth وباستخدام برنامج (GIS)، تم في هذه الدراسة رسم السطح الطبوغرافي لفاع البحيرة، الشكل (2).



الشكل (2) السطح الطبوغرافي للبحيرة المشكل ببرنامج GIS.

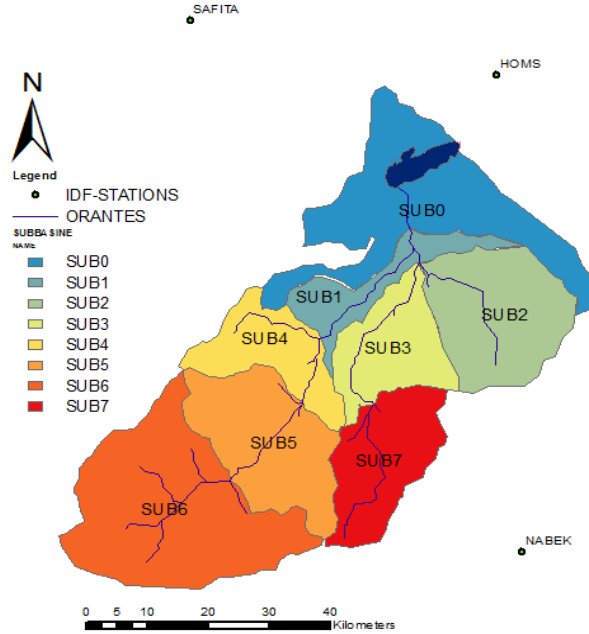
ويبين الشكل (3) العلاقة بين منسوب الماء مع التخزين من خلال البيانات المستنتجة من برنامج (GIS)، وفق هذه الدراسة.



الشكل (3) العلاقة بين منسوب الماء والتخزين في البحيرة.

2- هيدروغراف التدفق الوارد:

لتشكيل هيدروغراف الجريان الداخل، تم الاعتماد على الطريقة المنطقية لحساب تدفق الذروة، [16]، [4]، بعد تقسيم الحوض الساكب المغذي للبحيرة إلى أحواض جزئية، الشكل (4)، وتحديد خواص كل حوض من برنامج GIS، الجدول (2):



الشكل (4) الأحواض الجزئية للحوض الساكب لبحيرة قطينة.

$$Q = 0.0028 ci. A \quad (3)$$

حيث:

i : الشدة المطرية للعاصفة mm/hour،

A : مساحة الحوض الساكب km²،

C: معامل الجريان السطحي ويحسب من العلاقة التالية، [6]:

$$C = \frac{7.2}{10^7} \times CN^{3T^{0.05}} \left[\left(\frac{CN}{100} \right)^{0.6} \right]^{-S^{0.2}} \left(\frac{CN^{1.48}}{10^3} \right)^{0.15-0.1I} \left[\frac{(P+1)}{2} \right]^{0.7} \quad (4)$$

حيث:

CN : رقم المنحني الحسابي SCS،

T: زمن العودة (سنة)،

S : الميل الوسطي لسطح الأرض %،

i : الشدة المطرية للعاصفة mm/hour،

P : معدل النفاذية.

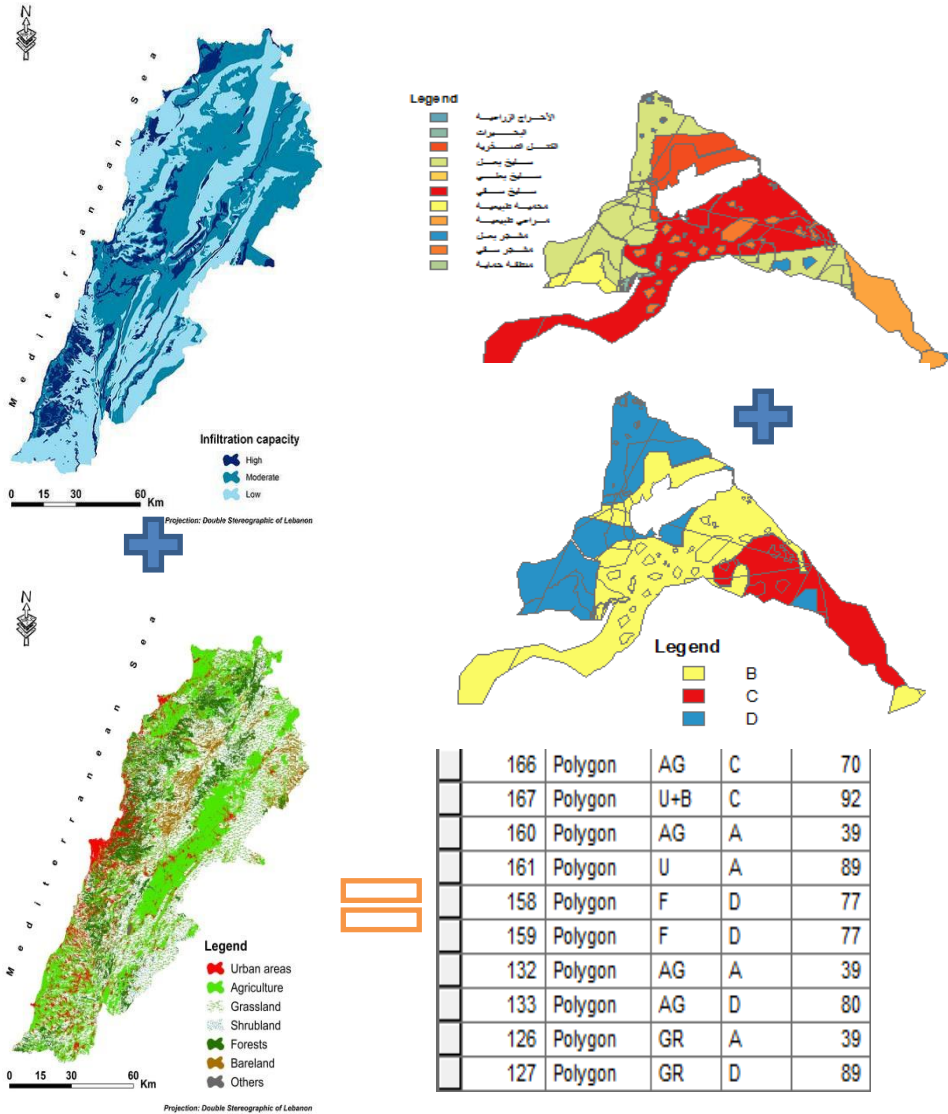
الجدول (2) خواص الأحواض الجزئية.

الحوض الجزئي	A (km ²)	L km	الارتفاع الوسطي m	أعلى ارتفاع m	أدنى ارتفاع m	الميل الوسطي %
SB0	638	38.3	665.8	1980.1	501.635	2.46
SB1	207.21	27.367	722.87	1679.3	506.8	4.88
SB2	475.75	25.963	885.2	1480.5	518.5	4.86
SB3	310.4	32.372	880.5	1592.8	519.3	6.63
SB4	279.9	18.941	1535	2994.2	666.4	9.71
SB5	471.86	20.483	1462.6	2988.1	817.2	10.09
SB6	844.15	22.774	1457.4	2973.7	975.7	7.77
SB7	362.68	28.941	1794.8	2474	1259	7.56

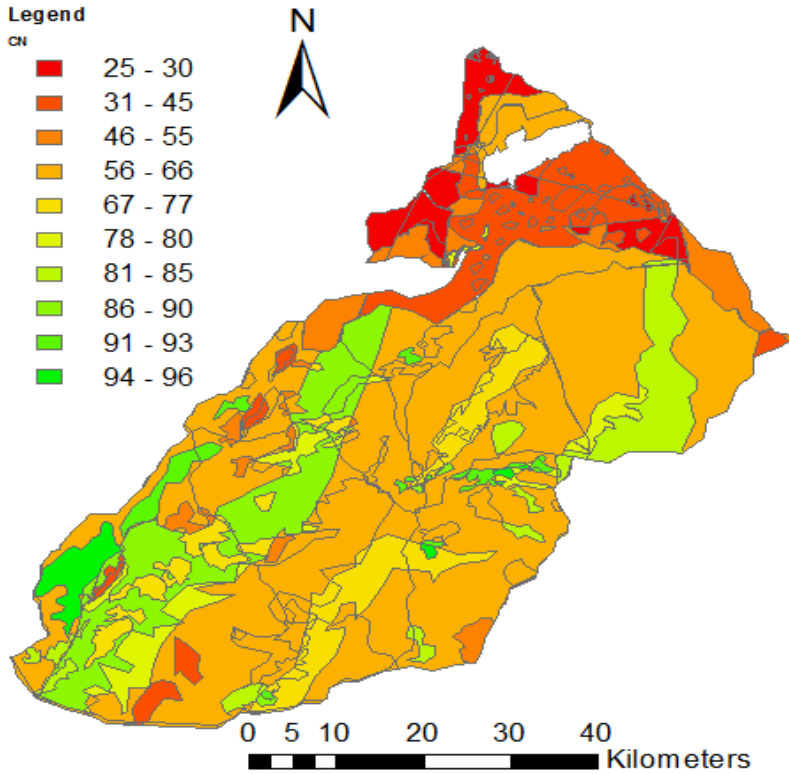
ولتقدير CN تم وبالاعتماد على خرائط طبوغرافية وخريطة استخدام الأراضي [3]، [17]، تقدير قيمته كمتوسط موزون، كما يبين الشكل (5)، ويبين الشكل (6) قيمة CN المستنتجة لكامل الحوض، كما يوضح الجدول (3) قيمة CN للأحواض الجزئية:

الجدول (3) قيمة CN كمتوسط موزون للأحواض الجزئية.

الحوض	SB0	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7
CN	42.0	64.0	68.2	65.6	66.2	69.1	72.0	64.5



الشكل (5) مراحل تحديد الرقم الدليلي CN باستخدام برنامج GIS.



الشكل (6) الرقم الدليلي CN لحوض بحيرة قطينة.

وبالاعتماد على منحنيات الشدة-المدة- التكرار للمحطات (صافيتا، حمص، والنبك) لتوافر منحنيات تلك المحطات، [5]، تم إيجاد الشدة المطرية الموافقة لمدة العاصفة لكل حوض بعد حساب زمن التركيز، ويوضح الجدول (4) زمن التركيز T_c باستخدام طرق مختلفة، [18].

ونظراً لعدم وجود قياسات حقلية للجريان السطحي والنتاج عن عواصف مختلفة، تم اختيار طريقة جياندونتي:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 L}{0.8\sqrt{H}} \quad (5)$$

حيث:

T_c - زمن التركيز (hr).

A - مساحة الحوض الساكب (km^2).

L - طول المجرى الرئيسي (km).

H - الفرق في المنسوب بين متوسط ارتفاع الحوض الساكب، وارتفاع النقطة

المدروسة (m).

الجدول (4) زمن التركيز T_c للأحواض الجزئية (hour).

الحوض	جياندوتي	كيريش	DEP*	NRCS
SB0	5.15	3.52	3.85	5.85
SB1	3.60	2.61	2.85	4.19
SB2	5.09	2.65	2.90	4.00
SB3	4.54	3.28	3.58	4.25
SB4	2.47	1.31	1.43	2.06
SB5	3.16	1.47	1.61	2.19
SB6	4.21	1.72	1.88	2.78
SB7	4.29	2.75	3.00	3.58

DEP*: Department of Public Works (1995),[18].

بعد افتراض مدة العاصفة مساوية لزمن التركيز، تم حساب شدة العواصف المطرية بناءً على التكرار من منحنيات الشدة - المدة - التكرار لثلاث محطات مناخية قريبة

هي حمص والنبك وصافيتا، وباستخدام مضلع ثيسين تم حساب الشدة الوسطية لكل حوض المقابلة للمدة المفروضة بوحدة mm/hr كما في الجدول (5).

الجدول (5) شدة الهطول المطري (mm/hr) من أجل زمن تكرار ومدة للعاصفة.

الحوض	D min	T						
		2	3	5	10	25	50	100
SB0	300	2.84	2.98	3.44	4.09	4.96	5.80	6.34
SB1	210	3.45	3.81	4.36	5.24	6.38	7.41	8.22
SB2	300	2.43	3.02	3.39	4.08	5.01	5.83	6.66
SB3	270	2.32	3.24	3.59	4.37	5.41	6.28	7.36
SB4	150	7.63	9.19	10.26	12.01	14.29	15.85	17.79
SB5	195	2.76	4.06	4.54	5.54	6.93	8.02	9.47
SB6	255	2.26	3.41	3.76	4.60	5.72	6.62	7.87
SB7	255	2.22	3.37	3.71	4.54	5.65	6.56	7.80

ثم يتم حساب أزمنة منحنيات التصريف لكل حوض جزئي، [4]، الجدول (6):

$$T_s = \frac{D}{2} + 0.6 T_c$$

زمن صعود منحنى التصريف

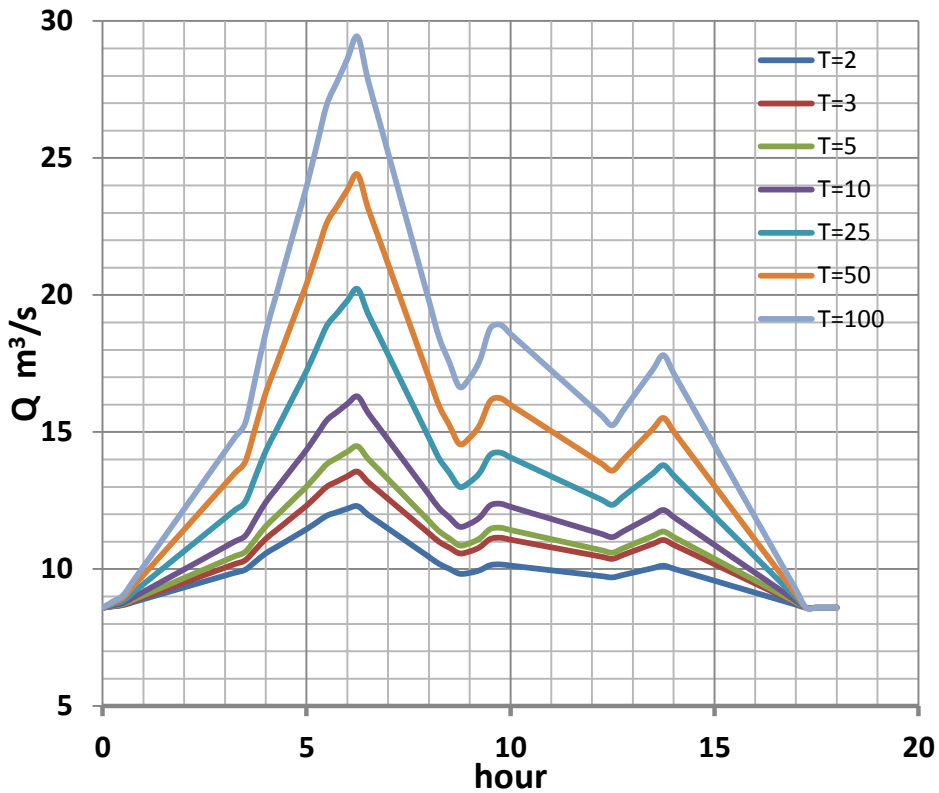
$$T_f = 0.827 A^{0.2}$$

زمن هبوط منحنى التصريف

الجدول (6) أزمنة منحنيات التصريف لكل حوض جزئي.

الحوض	SB0	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7
TS (min)	335	235	333	298	164	211	279	282
TF (min)	155	144	170	156	153	170	191	161

وبإضافة التدفق الأساسي لنهر العاصي عند مركز الجوادية للأشهر (آذار-نيسان- أيار) للفترة الممتدة من (1978-77) حتى (2012-11) هو $8.59 \text{ m}^3/\text{s}$ ، يتم تشكيل هيدروغراف كل حوض ثم جمع الهيدروغرافات عبر المجرى، كما في الشكل (7):



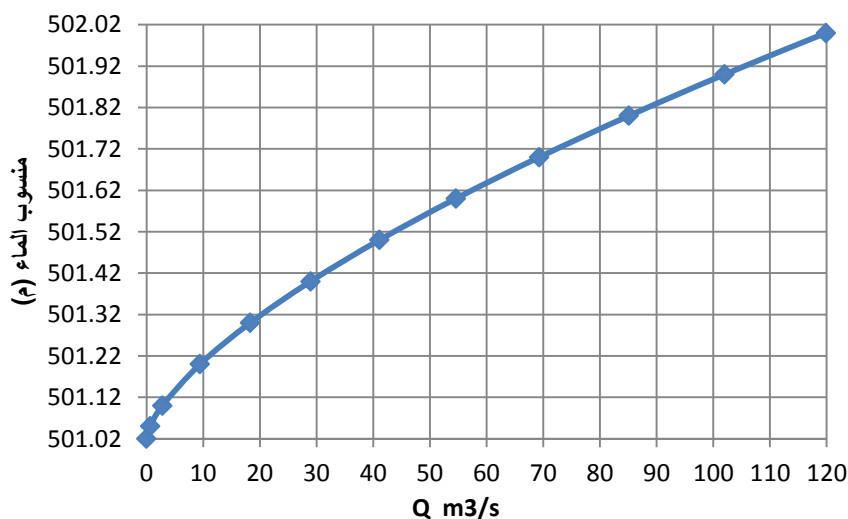
الشكل (7) الهيدروغرافات الاحتمالية الواردة لبحيرة قطينة.

3- هيدروغراف التدفق الخارج:

إن التدفق الخارج من البحيرة له شكلان:

1- تدفق متحكم به من خلال البوابات الي تعمل بطريقة ميكانيكية ومنتوزعة في جهتين، وتصرف مجتمعة حوالي $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ، وإن تصريف تلك البوابات متعلق بشكل أساسي بمنسوب الماء في البحيرة ومقدار فتح البوابة، وذلك لتلبية الاحتياجات المائية المطلوبة من ري واحتياج مصفاة حمص وجريان بيئي يقدر ب $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ، وعلى العموم فإن الحالة الدراسية الحرجة هي أن تكون البوابات بوضع الإغلاق، كأن يحدث عطل مفاجئ فيها.

2- تدفق غير محكوم عن طريق مفيض جانبي بشكل هدار عريض العتبة، ينتهي بمجرى سريع يعود لمجرى نهر العاصي، ويقدر التدفق الأعظمي ب $120 \text{ m}^3/\text{s}$ ، حيث يبين الشكل (8) مقدار التصريف مع المنسوب وهو على منسوب 501.02 م .



الشكل (8) مخطط المنسوب - التصريف للمفيض.

4- التبخر والتسرب من البحيرة:

يوضح الجدول (7) القيم الاحتمالية للتبخر من بحيرة قطينة خلال شهر آذار المحسوبة في هذه الدراسة وفق برنامج (Smada) الإحصائي، للفترة (1998-2016) والذي يوافق توزيع $\log \text{person}$.

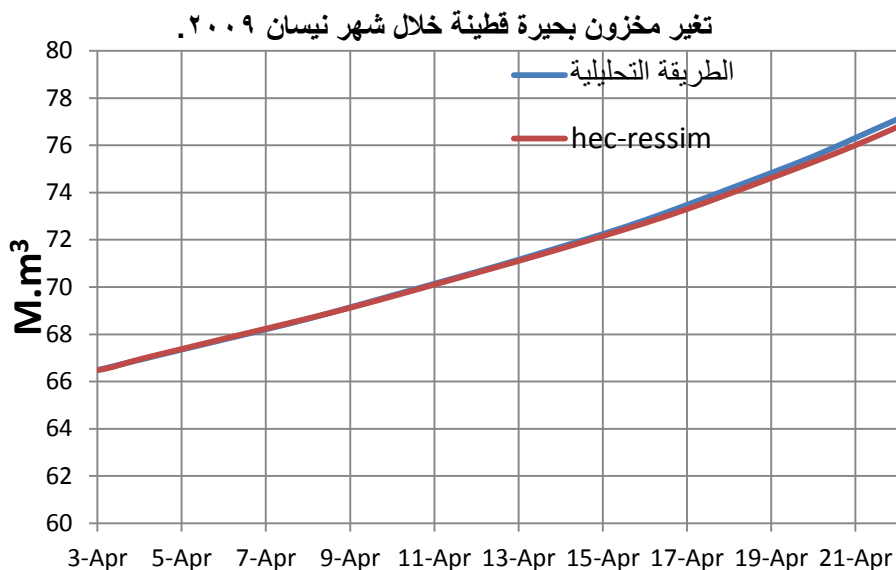
الجدول (7) القيم الاحتمالية للتبخر من بحيرة قطينة لشهر آذار.

p% (عدم تجاوز)	T (years)	E (mm)
0.99	100	136.92
0.98	50	133.91
0.96	25	129.65
0.9	10	121.09
0.8	5	110.95
0.667	3	99.89
0.5	2	87.02

وحسب دراسة روسية أجريت عام 1977م فقد قدرت كمية المياه الراشحة الخارجة من البحيرة بحوالي (10-12.65 M.m³/year)، أي بمعدل (0.32-0.4 m³/s).

5- معايرة البرنامج:

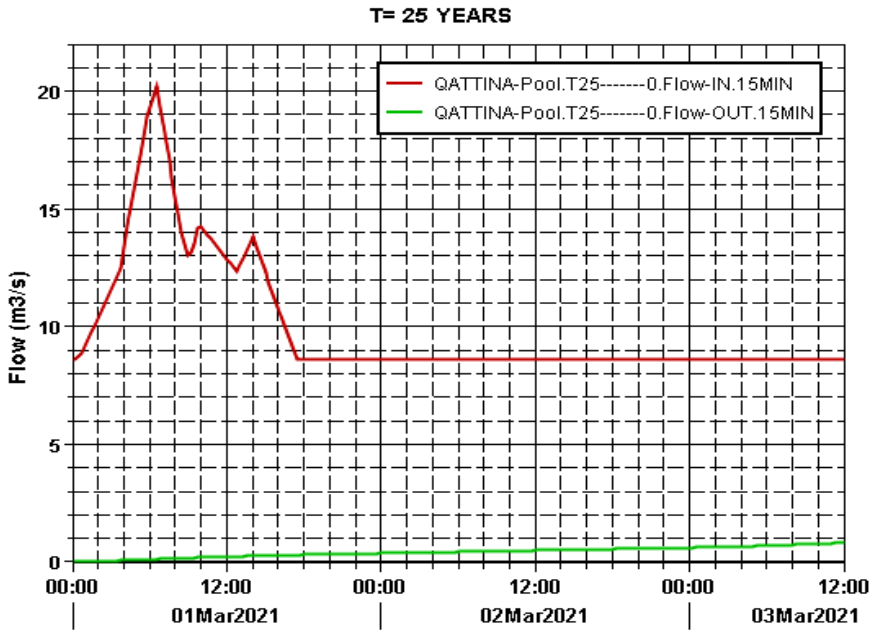
بعد إدخال خصائص النموذج ضمن البرنامج، وللتأكد من أن النموذج يحقق النتائج المرجوة منه، لا بد من التأكد من عمله، حيث تم إدخال الخواص الفيزيائية للبحيرة من علاقة التخزين-المنسوب، والتخزين مع المساحة، إضافة للتدفق الوارد من محطة الجوادية المسجل خلال شهر نيسان 2009 والتدفق الخارج من البوابات خلال الشهر ذاته، ثم إجراء التحليل، وقد تم إدخال بيانات شهر نيسان لعام 2009م، كونها متوفرة، ويوضح الشكل (9) نتائج المعايرة.



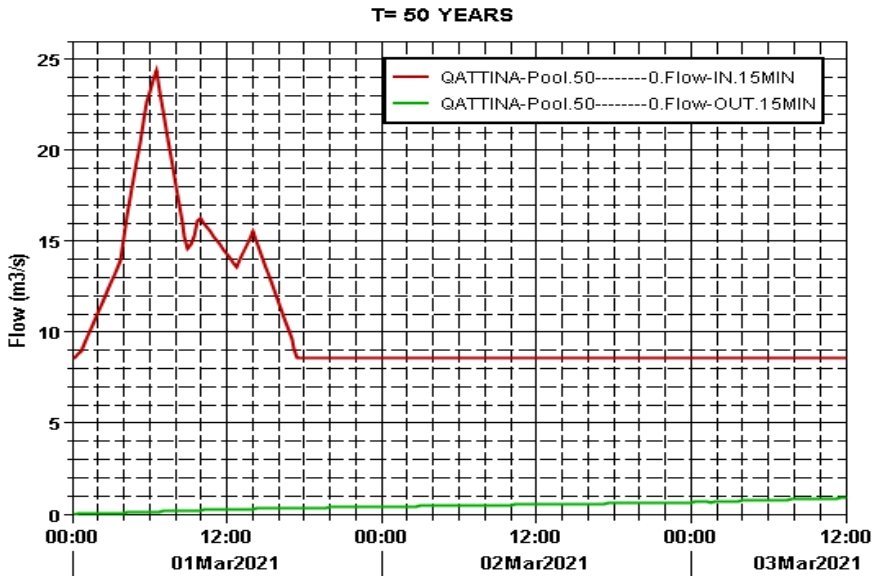
الشكل (9) مقارنة مخزون الماء في البحيرة بين البرنامج والطريقة التحليلية.

5- تحليل البيانات ومعالجتها:

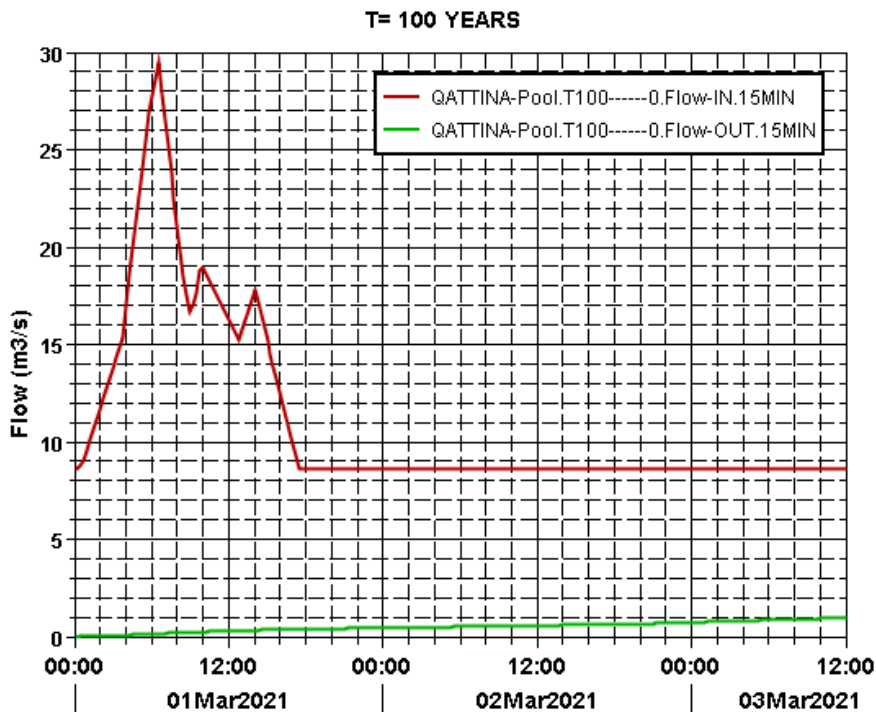
تم إدخال الهيدروغرافات الاحتمالية الواردة لبحيرة قطينة إلى البرنامج، بعد أن أدخلنا الخواص الفيزيائية للبحيرة وخواص المفيض، ومن ثم تم تشغيل البرنامج لكل حالة، بافتراض الفاصل الزمني للانتقال $\Delta T = 15 \text{ min}$ بعد تغيير شروط النموذج من تبخر وهطل مطري خلال الأشهر المدروسة، في النهاية تم استقراء النتائج بشكل مخططات كما تبين الأشكال (10)، (11)، و(12) والتي توضح انتقال الفيضان بالبحيرة من خلال هيدروغرافي التدفق الداخل والخارج عبر المفيض وحده.



الشكل (10) التدفق الوارد والخارج من بحيرة قطينة من أجل $T=25$ years.



الشكل (11) التدفق الوارد والخارج من بحيرة قطينة من أجل $T=50$ years.



الشكل (12) التدفق الوارد والخارج من بحيرة قطينة من أجل T=100 years.

6- النتائج:

- 1- تستوعب بحيرة قطينة الفيضان القادم من حوضها الساكن من أجل أزمنة تكرر مختلفة (2,3,5,10,25,50,100) سنة، وتتمر التدفق الداخل لها بشكل آمن عبر المفيض وحده، بتخفيض واضح للذروة.
- 2- تم تشكيل خريطة رقمية للرقم الدليلي (CN) للحوض الساكن المشكل للجريان السطحي الوارد لبحيرة قطينة، بحسب البيانات المتوفرة عن المنطقة خلال فترة الدراسة.
- 3- تدقيق علاقة المخزون مع المنسوب في البحيرة، ووضع خريطة رقمية للسطح الطبوغرافي لقاع بحيرة قطينة.

7- المراجع :

- 1- أبو رحيم محمد، مغازي حسام الدين: الهيدرولوجيا، كلية الهندسة، جامعة الاسكندرية، 2002، 158 ص.
- 2- الشبلاق محمد، التجار محمد هشام: الهيدرولوجيا، كلية الهندسة المدنية، منشورات جامعة دمشق، 1995، 464 ص.
- 3- التقرير الهيدرولوجي الصادر عن الشركة العامة للدراسات المائية والهيئة العامة للموارد المائية لعام 2016م.
- 4- سليمان أمين: الهيدرولوجيا (1)، الهندسة المدنية، منشورات جامعة البعث، 2004، 272 ص.
- 5- كوسا سوزان، دراسة العواصف المطرية في سوريا، 2019، رسالة ماجستير، جامعة البعث، سوريا.
- 6- الأسعد علي، عمار غضفان: الهيدرولوجيا الهندسية، منشورات جامعة تشرين، 2009، 506 ص.

References

- 7- William H. M. , 2014 “**Flood Routing**” , Hydraulic Engineer, Natural Resources Conservation Service (NRCS) , 210–VI–NEH, Amend. 69.
- 8- Ahmed SH.,2013, "**Computer Analysis Of Flood Routing**", Mosul tech. Inst.
- 9- John S., 2015, "**Van Norden Dam 100-Year Flood Attenuation Evaluation**", Integrated Surface and Ground Water Hydrology, Truckee Donner Land Trus 10069, Truckee.
- 10- Cristina S. I., and Daniela N. ,2019 “ **Influence of reservoir shape upon the choice of Hydraulic vs. Hydrologic reservoir routing method**”, University Politehnica of Bucharest , 313 Spl. Independenței, Bucharest, Romania .
- 11- ASHRAF M. A.,2007 "**Flood Routing Through Lake Nasser Using 2-D Model**",Ain Shams University, Cairo.
- 12-VictorM.,1972,"**NATIONAL ENGINEERING ANDBOOK -FMOD ROUTING**",N&X Notice 4-102.
- 13-Hossein B., Hossein S., Ferydon K. and Habib M. ,2007 "**PERFORMANCE EVALUATION OF JIROFT STORAGE DAM OPERATION USING HEC-RESSIM 2.0**" IWTC11 Sharm El-Sheikh, Egypt.
- 14-Baraa E. A. Jebbo and Taymoor A. Awchi,2016 "**Simulation Model for Mosul Dam Reservoir Using HEC-ResSim 3.0 Package**",The official scientific journal of Salahaddin University- Erbil ZJPAS (2016), 28 (2); 92-98.
- 15 -James C., Natalie K., Licheng D., Patrick J. and Jay L.,2014"**Comparing Simple Flood Reservoir Operation Rules**" Water 2014, 6, 2717-2731; doi:10.3390/w6092717.

- 16- Drainage Criteria Manual, 2007, **Calculation Of Runoff**, City of Springfield, Missouri.
- 17- Merheb M.,2016, **Hydrology of Lebanese catchments in the Mediterranean context**, Environmental Sciences, AgroParisTech.
- 18- United States Department of Agriculture (USDA),2010, **Time of Concentration**, Part 630 Hydrology, National Engineering Handbook.