تأثير اختلاف استدامة المطر على التصريف الاقصى

سحر سمير يونس محمد عزالدين محمد
مدرس مساعد استاذ مساعد
قسم هندسة السدود والموارد المائية / جامعة الموصل- العراق

ملخص

تعتبر الامطار المصدر الاساس لمياه الجريان السطحي الطبيعي والفيضاني. ان شدة واستدامة العاصفة المطرية إضافة الى خصائص الجابية ونوع تربتها واستخدام الارض لهم تأثير مباشر على ذروة الجريان. بالاعتماد على الهيدروغرافات المقاسة حقليا لجابية خوشبان احدى الاحواض الثانوية لنهر الخوصر الموسمي قرب مدينة الموصل وجابية صولاك في منطقة سنجار- جمهورية العراق ولعدد من العواصف المطرية، اجريت في المرحلة الاولى معايرة كل من النموذج (TR-20) و نموذج (HEC-1) بطريقتي خدمات التربة وصيانتها وطريقة سنايدر ضمن نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS) من اجل الحصول على افضل النتائج. قيم أداء النماذج بالاعتماد على المعايير الاحصائية كفاءة النموذج (Nash Model Efficiency) % ومعامل التحديد (r^2) والفحص الاحصائي t-test بمقارنة القيم المقاسة والمحسوبة لكل من التصريف الاقصى اضافة الى زمن التصريف الاقصى وحجم الجريان السطحي. اظهرت النتائج ان نموذج (TR-20) هو الافضل. في المرحلة التالية تم تطبيق النموذج TR-20 على كلا الجابيتين ولحلات مختلفة من شدة واستدامة المطر وكذلك رقم المنحنى في طريقة خدمات التربة وصيانتها (SCS) والذي يعكس تأثير نوع التربة ورطوبتها الاولية واستخدام الارض والغطاء النباتي. الهدف من ذلك هو الحصول على قيم للتصريف الاقصى من الجابية لحالات مختلفة من المتغيرات المعتمدة ولكلا الجابيتين لاستنباط معادلة لتقدير تصاريف الذروة الناتجة عن سقوط المطر بلستدامات مختلفة.

الكلمات الدالة: التصريف الاقصى، الجريان السطحي، TR-20، HEC-1.

Effect of Different Sustainable Rainfall on the Peak Flow

Sahar Sameer Younus **M. Ezz-Aldeen Mohammad**
Assistant Lecturer **Assistant Professor**
Dams and Water Resources Engineering Department
University of Mosul-Iraq

Abstract

Rainfall is the main source of normal and flood surface flow. The storm intensity and sustainability in addition to the watershed properties soil type and land use have a direct effect on the peak flow. In the first stage of this research the TR-20 model and HEC-1 model based on both SCS method and Snyder method operating under watershed modeling system (WMS). The models were calibrated based on a number measured hydrograph for Khashban which is one of sub-basin of Alkhoser seasonal river near Mosul city, and Solak in Sinjar- Republic of Iraq. The comparison between the two model based on Nash model efficiency E%, determination coefficient (r^2) and the t-test values for the measured on predicted value of peak flow, time of peak flow and runoff volume. The result showed that TR-20 model is the best. In the next stage, the TR-20 model was applied for the two watershed for different value of rainfall intensity, duration, and curve number for soil conservation service (SCS) method that reflect the effect of soil type, initial water content, land use and plant cover. The aim is to obtain the peak flow the watershed for different value of consider variables to an equation of peak flow for different values of rainfall duration.

Keywords: peak flow, surface runoff, TR-20, HEC-1.

أستلم: 8 – 7 - 2013 **قبل: 24 – 10 - 2013**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1- المقدمة

تعتبر المياه مصدرا اساسيا لديمومة الحياة على كوكبنا. ومياه الامطار احدى المصادر المهمة التي تزايدت الحاجة في الآونة الاخيرة لخزنها وتطوير سبل استغلالها نظرا للنقص الحاصل في موارد المياه وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. ان عمق الامطار الساقطة وتوزيعها خلال الموسم المطري يؤثر في ان كمية ما يفقد بجريان سطحي قد يكون بكميات لا يستهان بها موزعة بفترات مختلفة، او تكون بشدة كبيرة مسببة تصاريف كبيرة وغير متوقعة. ان الجريان الناتج من سقوط الامطار على الجابيات أو احواض التغذية ذو اهمية من حيث أنه يعد من المعلومات الاساسية في الدراسات الهيدرولوجية التي تسبق تشييد اي منشأ هيدروليكي. انه من المعروف أن شدة واستدامة العاصفة المطرية لهما تأثير مباشر على ذروة الجريان بالإضافة الى خصائص الجابية ونوع تربتها واستخدام الارض. كذلك فإن تخمين ذروة الجريان تعد من الامور المهمة في دراسة وتحليل الفيضان.

هناك عدة طرق لتقدير التصريف الاقصى للأمطار الساقطة منها الطريقة العقلانية التي تفترض سقوط المطر باستدامة مساوية او اكبر من زمن تركيز الحوض المائي. وكذلك الطرق التجريبية التي تعتمد على الارتباط الاحصائي لخصائص الذروة ومنطقة الجابية. وأيضا طريقة الهيدروغراف القياسي الاصطناعي وهنا يجب توفر خصائص المطر وخصائص الارتشاح اضافة الى الهيدروغراف القياسي للجابية.

قام [1] بتطبيق اسلوب الموجة المتحركة (kinematic wave) لتحليل الجريان السطحي خلال سطح مستطيل الشكل وإيجاد علاقة بين استدامة المطر الحرجة التي تسبب التصريف الاقصى. بالنسبة للمناطق ذات فواقد الارتشاح العالية تكون استدامة المطر التي تسبب اقصى تصريف اقل من زمن التركيز.

قارن [2] ستة طرق تستخدم لتقدير تصريف الذروة في اربع جابيات زراعية لا تتجاوز مساحتها 5.18 كم^2 وإيجاد الطريقة الاكثر دقة من خلال مقارنة القيم المحسوبة من المعادلات التجريبية مع القيم الحقيقة المقاسة. هذه الطرق هي طريقة Potter التي تعتمد على معادلات الارتشاح في تقدير عمق المطر الفائض (عمق السيح السطحي) ومن ثم تتم نمذجة الجريان السطحي وطريقة Fletcher التي تعتمد على تكوين علاقة بين المطر والسيح اعتماد على نموذج Potter وBeckman وUSGS وRational و55 Technical Release. أظهرت نتائج المقارنة أن نموذج Rational أعطى نتائج افضل بالمقارنة مع القيم المقاسة عند فترة عودة 5 سنوات بينما تصلح طريقة كل من Beckman و USGS عند فترة عودة 25 سنة.

قام كل من[3] بتحليل بيانات السيح لجابية شبه رطبة في شمال ميسيسبي وبمساحة 21.2 كم^2 لفحص كيفية تأثر ذروة التصريف مع تغير مساحة الحوض أو الجابية ولتحديد العوامل التي تؤثر على خصائص تصريف الذروة في جابية (Goodwin Creek). اظهرت النتائج ان كميات الفيضان تكون متماثلة تقريبا في كل الجابيات الفرعية لجابية (Goodwin Creek) والتي يمكن وصفها بنظرية (Simple Scaling)، وكذلك تصريف الذروة خلال العواصف المنفردة يمكن وصفه كدالة اسية لمساحة الجابية. كانت كميات الفيضان متشابه في كل الجابيات الفرعية لكون الامطار الساقطة تكون منتظمة نسبيا فوق حوض الجابية وثانيا إن تصريف الذروة في الجابيات الاصغر يكون عالي الارتباط بمعدل المطر الساقط اضافة الى ان كل أجزاء الجابية تساهم تقريبا في السيح.

قارن [4] دقة كل من النماذج SCS unit hydrograph و Gray unit hydrograph الذي يعتمد على الهيدروغراف القياسي الاصطناعي ونموذج Instantaneous unit hydrograph (G.I.U.H) الذي يعتمد على الهيدروغراف اللحظي الجيومورفولوجي واضافة الى النموذج Gc.I.U.H الذي يعتمد على على الهيدروغراف القياسي اللحظي الجيومورفولوجي مع تأثيرات المناخ. لمقارنة دقة النماذج السابقة استخدمت 6 هيدروغرافات للسيح الناتج من العواصف المطرية في جابية Navroud في ايران والتي كانت مساحتها 266 كم^2، كان الهدف من المقارنة لتمكن من استخدام تلك النماذج في تحديد شكل وأبعاد هيدروغراف السيح لجوابي مماثلة لا تتوفر فيها قياسات حقيقة. تم اعتماد زمن الذروة وزمن القاعدة وتصريف الذروة للهيدروغراف إضافة الى حجم السيح كمعايير للتقييم بين النماذج المختارة. أظهرت نتائج المقارنة أن نموذج SCS unit hydrograph قد أعطى نتائج مقبولة بالنسبة لكل من زمن الذروة وزمن القاعدة وجم السيح الهيدروغراف.

قام [5] باستخدام طريقتي Nash و Williams لاشتقاق الهيدروغراف القياسي اللحظي لجابية صولاك سنجار في شمال العراق ووجد ان كلا الطريقتين اعطت نتائج جيدة.

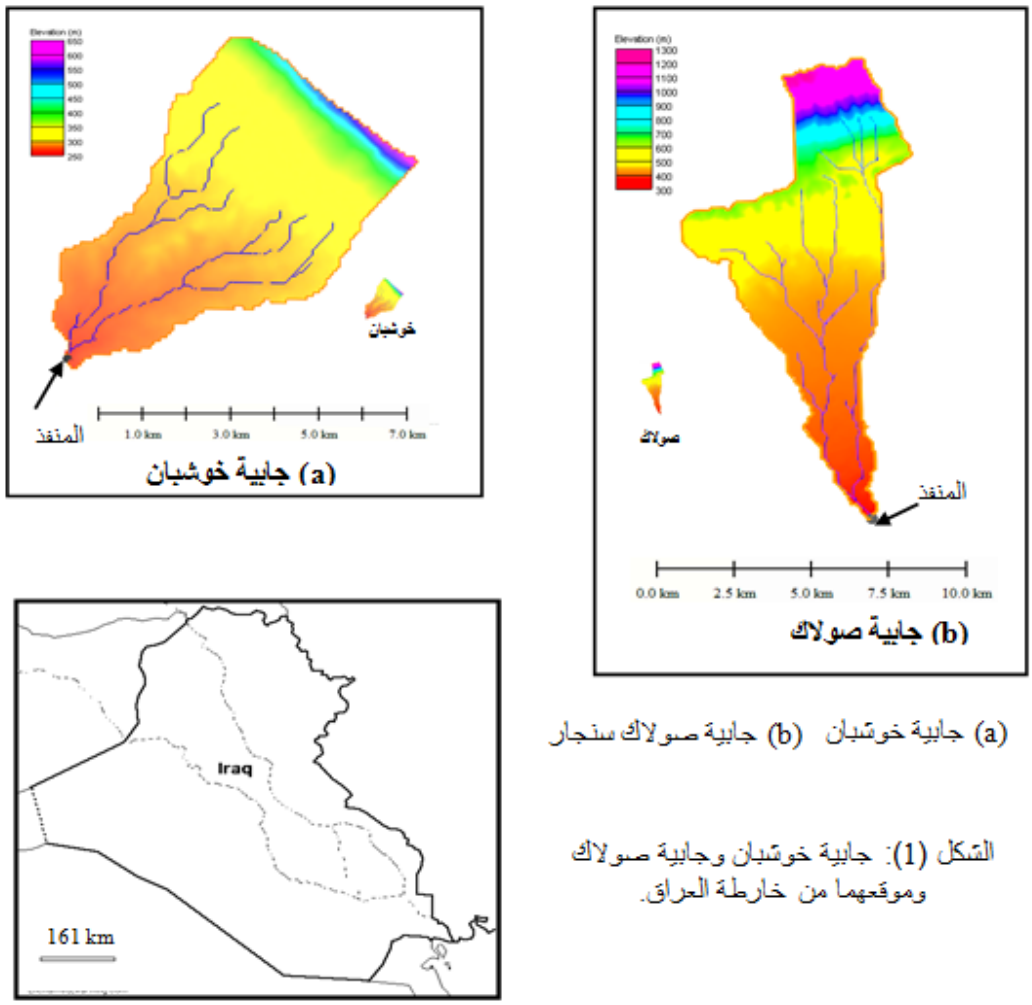
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قام [6] باستخدام نموذج (HEC-HMS) لتقدير حجم الماء المخزون الناتج عن العواصف المطرية لثلاثة سدود في ثلاثة اودية تقع في شمال الامارات العربية المتحدة. تم تحديد العواصف المطرية في الاودية والتي كانت محدودة ومبعثرة. قورنت نتائج النموذج مع القيم المقاسة ولعدة عواصف لحجم الماء وذلك لمعايرة النموذج. تم تطوير منحنيات لعلاقات المطر-السيح بناءا على شدة واستدامة العواصف المطرية وتستخدم هذه المنحنيات للتنبأ بالسيح السطحي وحجم الماء المخزون في مناطق الدراسة. اظهر تحليل الحساسية أن كمية الماء المخزن في بحيرة السدود المدروسة يكون مرتبط بشكل خاص وبدرجة كبيرة برقم المنحنى.

يهدف البحث الحالي الى دراسة تغيير استدامة المطر الساقط على الجابيات وتأثيرها على تصريف الذروة للهيدروغراف الناتج بالإضافة الى تأثير كل من شدة المطر ومعدل ميل الجابية ورقم المنحنى من خلال تقييم اداء النماذج المعتمدة وهي نموذج Technical Release-20 (TR20) ونموذج مركز الهندسة الهيدرولوجية Hydrologic Engineering Center (HEC-1) بطريقة خدمات التربة وصيانتها وطريقة سنايدر ومن ثم اختيار الافضل منها لاعتماده في تحقيق اهداف البحث التي يمكن الاستفادة منها لإقامة سدود حصاد مياه في مناطق الدراسة خاصة بعد شحة المياه التي حصلت في الآونة الاخيرة.

2- منطقة الدراسة

اختيرت جابيتين من شمال العراق الاولى هي احد الفرع المغذية لنهر الخوصر الموسمي والمبينة في الشكل (1,a)، والتي تبعد بحدود 25 كم شمال شرق مدينة الموصل. تحد هذه الجابية من الشمال والجنوب الخطوط $36^{o}\ 32^{'}$ و $36^{o}\ 28^{'}\ 30''$ على التوالي ومن الشرق والغرب الخطوط $43^{o}\ 18^{'}\ 20''$ و $43^{o}\ 11^{'}\ 35''$ على التوالي. تبلغ مساحة الجابية 36.3 كم^{2} وبمعدل ميل 4%.

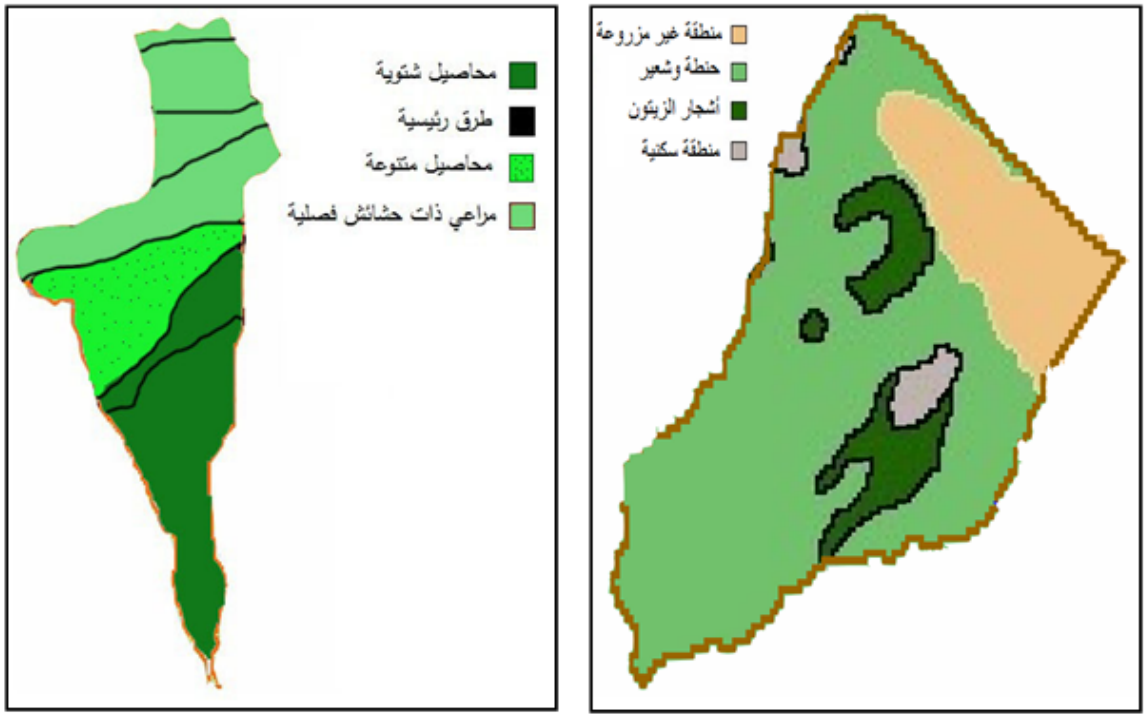


(a) جابية خوشبان (b) جابية صولاك سنجار

الشكل (1): جابية خوشبان وجابية صولاك وموقعهما من خارطة العراق.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

اعتمادا على نتائج الدراسات الجيولوجية السابقة عن المنطقة [7] والفحوصات الحقلية التي اجريت [8] تبين ان تربة منطقة الدراسة تراوحت بين تربة مزيجية طينية غرينية وهي تمثل الجزء الاعظم من الجابية بنسبة 83% من المساحة الى طينية غرينية بنسبة 12% من المساحة بالإضافة الى حدود 5% من المساحة عبارة عن حجر صخري صلب يحوي نسبة من الفوالق والتشققات. وبالاعتماد على التحريات الموقعية [8] والخرائط المتوفرة يمكن تصنيف منطقة الدراسة الى ثلاثة انواع رئيسة من استخدامات الارض [9] وكما مبين في الشكل (2,a)، الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة والمكونة من كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم إضافة للحجر الجيري هي منطقة غير صالحة للزراعة كما لا تنمو فيها اي نباتات طبيعية نظرا لصلابة التكوين وعدم ملائمته لأي نمو نباتي، وجزء من مساحة الجابية المكون من التربة الطينية الغرينية هي ايضا ارض جرداء بسبب عدم ملائمتها لأي نمو نباتي نظرا لنسبة الطين العالية فيها، يشكل الجزء الاكبر من المساحة المتبقية تربة طينية مزيجية غرينية والتي يتم زراعتها خلال موسم الامطار بمحصولي الحنطة والشعير اضافة الى مساحة محددة من اشجار الزيتون



الشكل (2): استخدام الارض في جابية خوشبان (a) وجابية صولاك سنجار(b).

اما الجابية الثانية فهي جابية صولاك سنجار، كما في الشكل (1,b) والتي تقع شمال شرق مدينة سنجار الواقعة شمال غرب العراق والتي تحدها من الشمال والجنوب الخطوط ″55 ′21 °36 و ″01 ′12 °36 على التوالي ومن الشرق والغرب الخطوط ″08 ′46 °41 و ″12 ′41 °41 على التوالي. تبلغ مساحة الجابية 53.8 كم^2 وبمعدل ميل 7%. احتوت تربة المنطقة على طين عالي اللدونة مع ترب ملحية وكذلك على طمى طيني رملي حاوي على القليل من المواد العضوية كما ذكره [5]. أما استخدامات التربة في المنطقة [9] فهي حقول لمحاصيل شتوية بنسبة مساحة 48 % ، مراعي ذات حشائش فصلية بنسبة مساحة 30%، حقول لمحاصيل متنوعة بنسبة مساحة 20 % ، طرق رئيسية بنسبة مساحة 2%. كما في الشكل(2,b) الذي يوضح استخدام الأرض.

3- النماذج المعتمدة

نظرا لعدم توفر قياسات حقلية عديدة لعواصف مطرية مختلفة الخصائص من حيث (العمق – الزمن) وكذلك حالات مختلفة من رطوبة التربة التي ينعكس تأثيرها على رقم المنحنى المعتمد في طريقة خدمات حفظ التربة وطريقة سنايدر Snyder فقد تم تطبيق كل من نموذج (TR20) ونموذج مركز الهندسة الهيدرولوجية (HEC-1) الذين هما احد النماذج المعتمدة في نظام نمذجة الاحواض المائية (WMS) الاصدار 7.1 والمقدم من قبل (Environmental Modeling Research

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

Laboratory of Brigham Young University) لتقدير الهيدروغرافات المتوقعة من هذه النماذج ومقارنتها مع هيدروغرافات مقاسة في مناطق الدراسة. الهدف من ذلك هو تقييم اداء هذه النماذج اعتمادا على معايير احصائية للتقييم واختيار الافضل بينهما.

4- وصف النماذج

4-1 نموذج TR-20

إن نموذج TR-20 والمقدم من قبل خدمات حفظ التربة (Soil Conservation Services) يستنتج الهيدروغراف القياسي بطريقة SCS ومن ثم استخدامه كدالة لغرض ايجاد هيدروغراف المطر الفائض. يفترض النموذج أن الجابية مقسمة إلى عدة جوابي ثانوية وقنوات طبيعية لا تزيد مساحة الجابية عن (25) ميل مربع و أن هذه الجوابي متماثلة ومتجانسة من حيث الخصائص الهيدرولوجية والمعرضة لعواصف مطرية متجانسة. يكون مخرجات النموذج كل من الهيدروغراف الناتج من كل جابية ثم يعطي الهيدروغراف عند نقطة المنفذ لتلك الجوابي (Outlet) اضافة الى حجم السيح الناتج. يمكن استنتاج الهيدروغراف لكل جابية ثانوية وعن طريق معرفة المساحة المبزولة وزمن التركيز ورقم المنحني كمدخلات، لعمق مطر معين وتوزيع معين، يقدر عمق ألسيح في طريقة SCS كالأتي [10]:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \qquad \text{.....(1)}$$

حيث أن :

S : أقصى احتفاظ محتمل للمياه (الخزين الكامن)، أنج.

Q : عمق ألسيح السطحي، أنج.

P : عمق المطر، أنج.

Ia : عمق الاحتجاز الأولي، أنج.

وتعتبر الطريقة ان:

$$I_a = 0.2S \qquad \text{.....(2)}$$

لذلك تصبح المعادلة كالآتي:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \qquad \text{.....(3)}$$

ويمكن حساب S بالاعتماد على المعادلة التالية [10]:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \qquad \text{.....(4)}$$

حيث أن:

CN: رقم المنحني للسيح السطحي.

ويمكن تقدير أقصى تصريف بطريقة (SCS) (الهيدروغراف القياسي المثلث) باستخدام المعادلة التالية:

$$q_p = \frac{C_1 A Q^-}{t_p} \qquad \text{.....(5)}$$

حيث أن:

q_p: أقصى تصريف، قدم^3/ ثا.

C_1: ثابت تجريبي (معامل التصريف الأقصى) ويساوي 484.

t_p : زمن أقصى تصريف، ساعة.

Q^- : ألسيح السطحي/ لعمق أنج واحد من الهيدروغراف القياسي.

A : مساحة الجابية، ميل مربع.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

حيث أن زمن أقصى تصريف (t_p) يساوي حوالي ثلثين من زمن التركيز (t_c) لذلك تصبح المعادلة السابقة بالصيغة التالية:

$$q_p = \frac{726AQ^-}{t_c} \qquad \text{.....(6)}$$

حيث أن :

t_c : زمن التركيز، ساعة.

أما زمن القاعدة للمثلث (الهيدروغراف) فيحسب من المعادلة التالية [10]:

$$T_b = \frac{8}{3}t_p \qquad \text{.....(7)}$$

حيث أن :

T_b : زمن قاعدة الهيدروغراف، ساعة.

بعد استنتاج الهيدروغراف القياسي يتم إيجاد هيدروغراف ألسيح السطحي للعاصفة المطرية المعنية.

2-4 نموذج HEC-1

تقديم هذا النموذج وتطويره من قبل الهندسة العسكرية للولايات المتحدة الأمريكية، إن هذا النموذج مصمم لمحاكاة السيح السطحي والمطر الساقط على حوض النهر عن طريق تمثيل حوض النهر كنظام مترابط بين مركبات الهيدرولوجي والهيدروليك ، كل مركبة تعبر عن (السقيط – سيح) ضمن جزء من الحوض والذي يسمى بالحوض الثانوي (Sub Basin) ، وهذه المركبة قد تكون على شكل سيح سطحي، مجرى قناة أو خزان. لكي يتم تمثيل هذه المركبات هنالك العديد من العوامل التي تحدد الخصائص المعينة لهذه المركبات والعلاقات الرياضية التي توضح العمليات الفيزيائية ، وكنتيجة لصياغة هذه العمليات يتم حساب هيدروغراف الجريان عند الموقع المطلوب على حوض النهر.

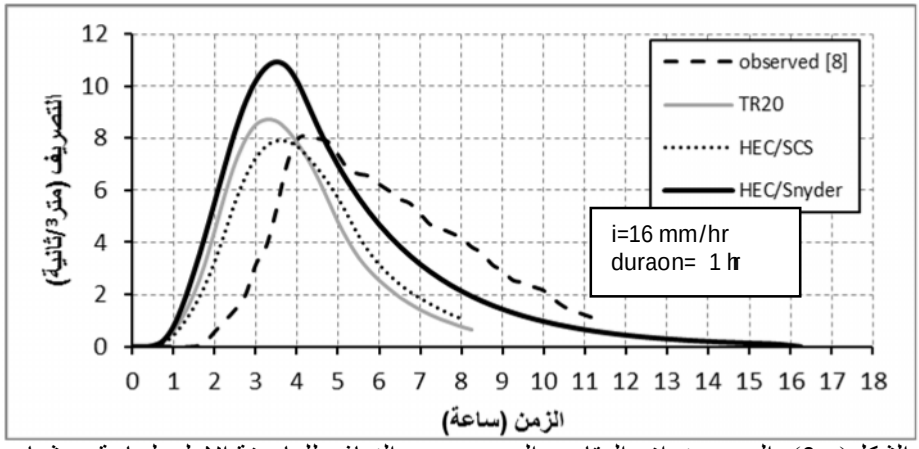
يعتمد هذا النموذج على العديد من الطرق في حساب الهيدروغراف القياسي وهنا تم استخدام طريقة بخدمات حفظ التربة (SCS Unit Hydrograph) وطريقة سنايدر. إن هذه طريقة SCS مماثلة للطريقة المستخدمة في النموذج (TR-20) والتي تم شرحها سابقا إلا أنها تعتمد على قيمة زمن التأخير في حساب الهيدروغراف القياسي ومن ثم ايجاد هيدروغراف السيح السطحي اما طريقة سنايدر فتعتمد على الهيدروغراف الصناعي كما قدمها Snyder [10].

5- تطبيق النماذج

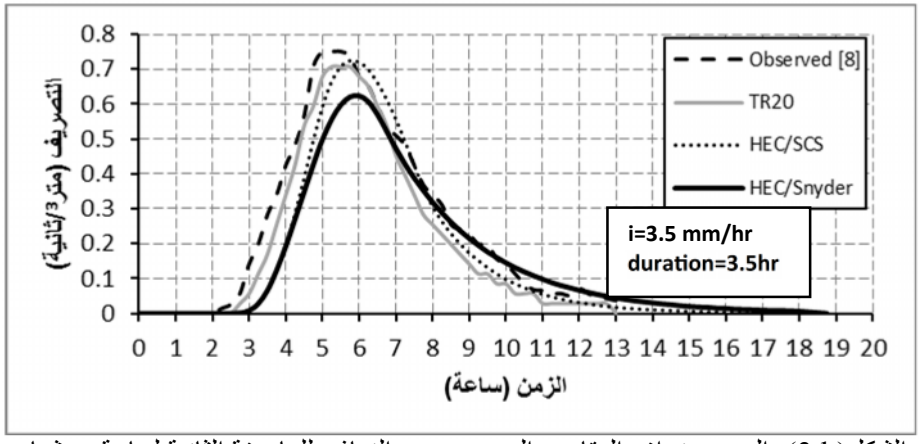
اعتمادا على استخدامات الأرض ونوع التربة لكل جابية حدد رقم المنحنى (CN) والمدى الذي يمكن أن يتغير فيه لغرض تهيئة البيانات اللازمة، اعتُمدت الخرائط المتوفرة لاستخدامات الأرض وتصنيف تربة المنطقة وتم قراءتها من خلال نظام نمذجة الاحواض المائية لغرض تحديد رقم المنحني لكل جابية كما قدمها [10]. طبقت النماذج المقدمة سابقا والتي تضمنت كل من النماذج (TR-20) و نموذج (HEC/SCS) و (HEC/Snyder) بواسطة نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS) على كل من جابية خوشبان وصولاك سنجار والتي تتوفر فيهما قياسات حقلية لهيدروغراف الجريان السطحي ولعدة عواصف مطرية لتقييم اداء هذه النماذج.

اعتمدت بيانات ثلاثة عواصف مطرية لكل من مساحة الجابية الاولى وكذلك الجابية الثانية قيد الدراسة والمتمثلة بقياس عمق المطر الساقط واستدامة العاصفة المطرية وهيدروغراف الجريان السطحي الناتج عنها عند نقطة المنفذ [8] و [5]. يبين الاشكال (3,a,b,c) والاشكال (4,a,b,c) الهيدروغرافات المقاسة وافضل النتائج التي تم التوصل اليها بعد معايرة النماذج للهيدروغرافات المحسوبة من النماذج (TR-20) و (HEC/SCS) و (HEC/Snyder) للجابيتين على التوالي وللعواصف المرصودة.

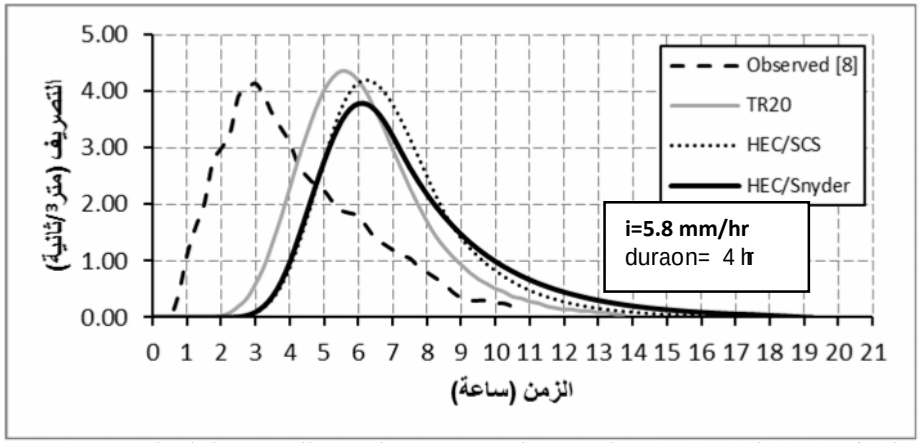
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل(3,a): الهيدروغراف المقاس والمحسوب من النماذج للعاصفة الاولى لجابية خوشبان.

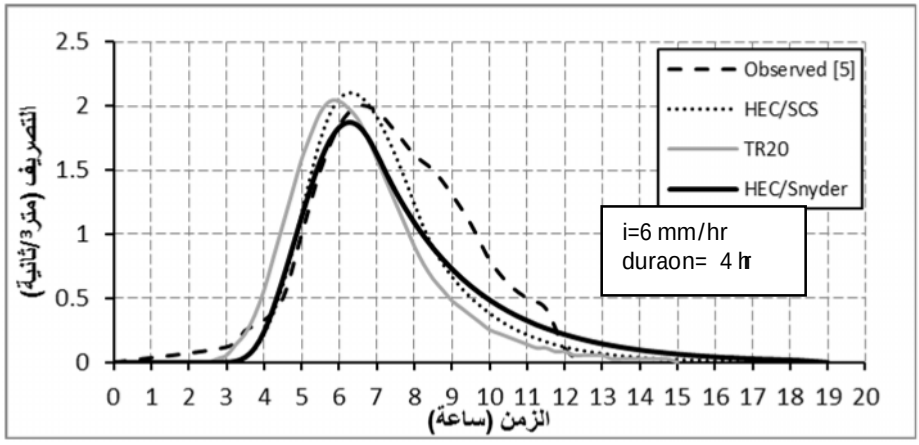


الشكل(3,b): الهيدروغراف المقاس والمحسوب من النماذج للعاصفة الثانية لجابية خوشبان.

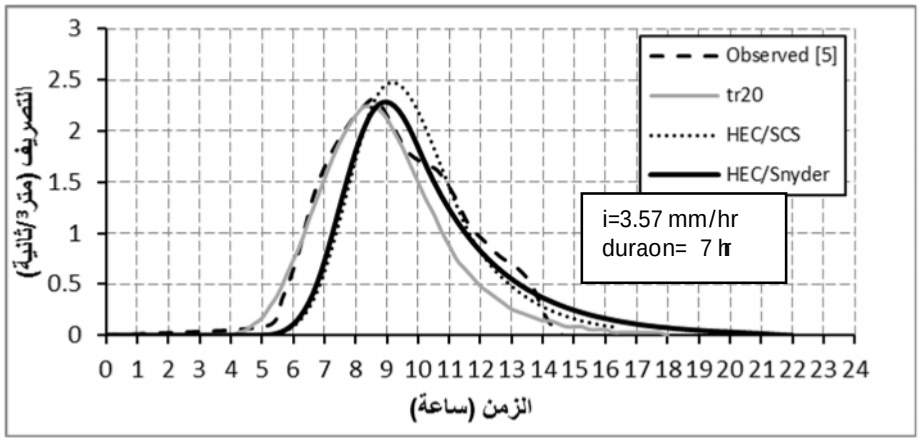


الشكل(3,c): الهيدروغراف المقاس والمحسوب من النماذج للعاصفة الثالثة لجابية خوشبان.

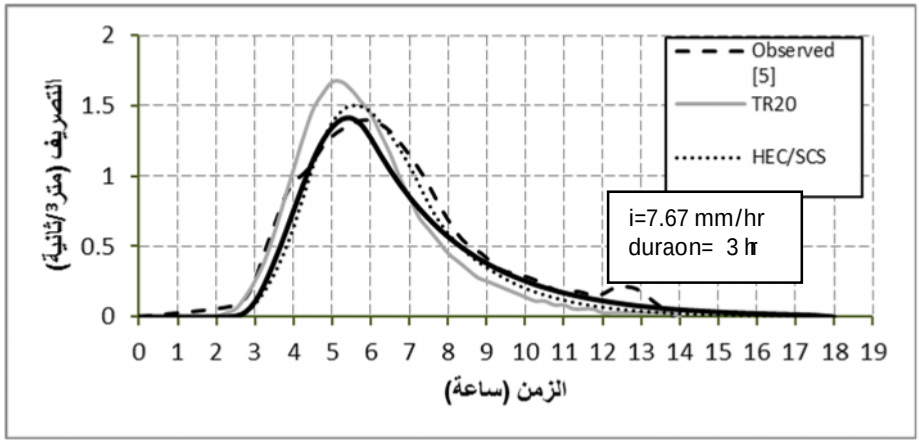
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل(4,a): الهيدروغراف المقاس والمحسوب من النماذج للعاصفة الاولى لجابية صولاك سنجار.



الشكل(4,b): الهيدروغراف المقاس والمحسوب من النماذج للعاصفة الثانية لجابية صولاك سنجار.



الشكل(4,c): الهيدروغراف المقاس والمحسوب من النماذج للعاصفة الثالثة لجابية صولاك سنجار.

6- النتائج والمناقشة

بالاعتماد على الهيدروغرافات المقاسة حقليا لجابية خوشبان وجابية صولاك سنجار ولعدد من العواصف المطرية اجريت معايرة كل من النموذج (TR-20) و نموذج (HEC/SCS) و (HEC/Snyder) من اجل الحصول على افضل النتائج. تمت معايرة النماذج من خلال تغيير رقم المنحنى ضمن المدى الذي يتراوح به [10] حسب نوع التربة واستخدام الارض حيث كان قيمة رقم المنحنى الذي اعطى افضل نتائج فهو 86 و 75 لجابية خوشبان وصولاك سنجار على التوالي.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

كانت المعايير الاحصائية المعتمدة كفاءة النموذج (Nash Model Efficiency) % ومعامل التحديد (r^2) والفحص الاحصائي t-test لمقارنة القيم المقاسة والمحسوبة لكل من التصريف الاقصى وهو الهدف الاساس من هذا البحث اضافة الى زمن التصريف الاقصى وحجم الجريان السطحي، لغرض تقييم اداء النماذج.

اظهرت نتائج القيم لهذه الجوابي ان نموذج (TR-20) هو الافضل حيث كانت قيم كفاءة النموذج 99 و 51 و 86 لكل من التصريف الاقصى وزمن حدوثه وحجم الجريان السطحي على التوالي. ولمعامل التحديد 0.99 و 0.54 و0.97 لنفس المتغيرات اعلاه على التوالي وكانت قيم الفحص الاحصائي المدرجة في الجدول (1) اقل من القيم الجدولية[11] مما يعني عدم وجود فروقات معنوية بين القيم المقاسة والمحسوبة. بينما كانت قيمة كفاءة النموذج ومعامل التحديد اقل في نموذج (HEC/SCS) بالنسبة لزمن الذروة وكانت قيمة كفاءة النموذج اقل في نموذج (HEC/Snyder) بالنسبة لتصريف الذروة وكما موضحة في الجدول (1)، وبما انه اداء النموذج TR-20 و HEC/SCS كان افضل بالنسبة لقيمة تصريف الذروة وهو الهدف الاساس في هذه الدراسة وكان اداء TR-20 افضل من HEC/SCS بالنسبة لزمن الذروة، وعليه تم اختيار النموذج TR20.

الجدول (1): قيم المعايير الاحصائية لتقييم اداء النماذج TR20 و HEC/SCS وHEC/Snyder.

المتغيير	نوع المعيار	نموذج TR20	نموذج HEC/SCS	نموذج HEC/Snyder
قيمة تصريف الذروة	كفاءة النموذج %	99	99	71
	معامل التحديد (r^2)	0.99	0.99	0.97
	الفحص الاحصائي t-	0.1	0.02	0.22
زمن ذروة التصريف	كفاءة النموذج %	51	44	50
	معامل التحديد (r^2)	0.54	0.49	0.52
	الفحص الاحصائي t-	0.2	0.2	0.2
حجم الجريان السطحي	كفاءة النموذج %	86	85	94
	معامل التحديد (r^2)	0.97	0.97	0.99
	الفحص الاحصائي t-	0.35	0.35	0.01

في المرحلة التالية طبق النموذج على كلا الجابيتين ولحالات مختلفة من رقم المنحنى والذي يعكس تأثير نوع التربة ورطوبتها الاولية واستخدام الارض والغطاء النباتي حيث تراوحت قيم رقم المنحنى حسب خصائص الجابية من 75-90 ، وشدة مطر من 3.5-16 ملم/ساعة (ضمن حدود الامطار الساقطه في المنطقه) وباستدامات مختلفة (لم تتجاوز زمن التركيز) وبلغ عدد الحالات التي تمت محاكاتها 90 حالة. الهدف من ذلك هو الحصول على قيم للتصريف الاقصى من الجابية لحالات مختلفة من المتغيرات المعتمدة ولكلا الجابيتين.

استخدمت صيغة المعادلات ادناه في التحليل الاحصائي من اجل ايجاد افضل علاقة لا بعدية بين التصريف الاقصى للهيدروغراف عند استدامة معينة الى التصريف الاقصى الذي يحصل عند زمن التركيز مع المتغيرات المؤثرة على هذه النسبة وهي كل من شدة المطر الساقط ونسبة استدامة المطر الساقط الى الاستدامة التي تساوي زمن التركيز وقم المنحنى ومعدل ميل الجابية ، وكانت افضل علاقة بالصيغة التالية:

$$\frac{q_p}{q_{tc}} = i^{0.612}\left(\frac{d}{d_{tc}}\right)^{3.29} CN^{0.035}\, s^{0.483} \qquad If\ d \geq d_{tc}\ then\ q_p = q_{tc} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8)$$

حيث أن:

q_p / q_{tc}: نسبة تصريف الذروة عند استدامة معينة الى تصريف الذروة والذي يحصل عند سقوط المطر باستدامة تساوي او اكبر من زمن التركيز.

i: شدة المطر، ملم/ساعة.

d / d_{tc}: نسبة استدامة العاصفة المطرية الى الاستدامة التي تساوي زمن التركيز.

s: معدل ميل الجابية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ان المعادلة اعلاه تطبق لزمن استدامة عاصفة مطرية اقل من الزمن الذي يسبب تصريف الذروة (اي اقل زمن التركيز)، في حالة كون هذا الزمن يساوي او اعلى من زمن تصريف الذروة فيكون التصريف الناتج هو نفسه تصريف الذروة. بلغ معامل التحديد (r2) للمعادلة (8) 0.84 والتي اعتمد على % 67 من البيانات من اجل ايجاد قيم ثوابتها. ايضا اعتمدت المعادلة السابقة في تقدير الجزء المتبقي (غير المستخدم) من البيانات لغرض تقييم اداءها. يبين الشكل (5) القيم المحسوبة من المعادلة للجزء غير المستخدم من البيانات والقيم الناتجة من نموذج TR20 والتي كان معامل التحديد(r2) لها 0.79 مما يعزز امكانية تطبيق هذه المعادلة في تقدير نسبة التصريف الاقصى الذي يمكن حدوثه عند معرفة شدة المطر الساقط واستدامته اضافة الى خصائص الجابية.

تم ايجاد معادلة اخرى لتقدير التصريف الاقصى عند اي استدامة بشكل مباشر وذلك باستخدام البرنامج الاحصائي (SPSS) الاصدار 13 وباعتماد اسلوب التحليل غير الخطي، حيث كانت المعادلة بالصيغة التالية:

$$q_p = i^{30.86}\, d^{2.029}\, CN^{6.578}\, s^{35.99}\, A \qquad \text{If } d \geq d_{tc} \text{ then } d = d_{tc} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(9)$$

حيث أن:

q_p: تصريف الذروة عند استدامة معينة، م3/ثا.

d: استدامة العاصفة،ساعة.

A: مساحة الجابية، كم2.

قدرت ثوابت المعادلة (9) من % 67 من البيانات والتي بلغ معامل التحديد لها 0.95. يبين الشكل (6) القيم المحسوبة من المعادلة للجزء غير المعتمد من البيانات والقيم الناتجة من النموذج والتي كان معامل التحديد لها 0.96.

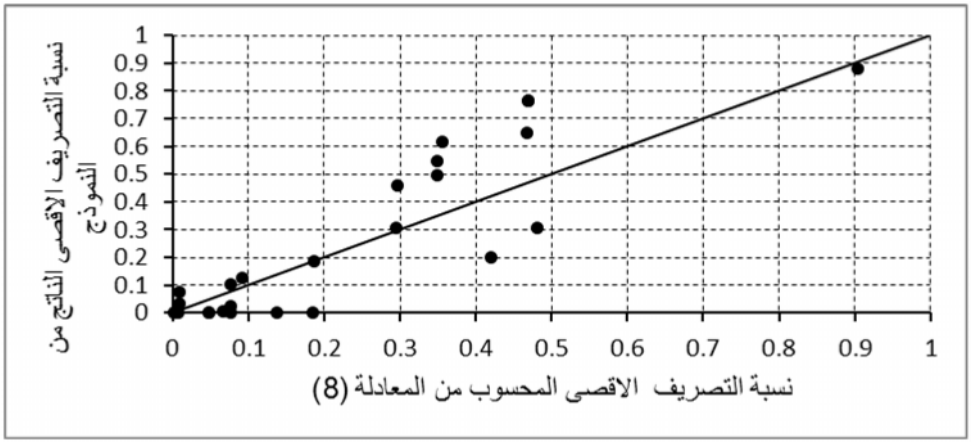
تطبق هذه المعادلة (9) لزمن الاستدامة المطرية اقل او يساوي زمن تصريف الذروة (زمن التركيز) وفي حالة كون هذا الزمن اكبر من زمن تصريف الذروة فيعتمد زمن الذروة لتقدير التصريف.

ان المعادلة (8) و(9) تعتبر وسيلة ذات اهمية كبيرة في تقدير تصاريف الذروة الناتجة عن سقوط المطر. حيث تمتاز كونها سهلة التطبيق والمتغيرات التي تحتاجها والتي تصف خصائص الجابية والتي يمكن تحديدها بسهولة حيث ان معدل ميل الجابية يعتمد على طوبوغرافيتها ويمكن تحديده من الخرائط الكنتورية او بيانات نموذج المناسيب الرقمية (DEM) ان توفرت. اما رقم المنحنى فكما هو معلوم يعتمد على خصائص تربة الحوض او المنطقة المعنية اضافة الى استخدامات الارض وهناك جداول خاصة بها. يمكن اعتماد هذه المعادلات في تقدير تصريف الذروة في الدراسات الهيدرولوجيه المختلفه، والتصاميم في الجابيات ذات الخصائص المماثلة او المقاربة للجابيات قيد الدراسة.

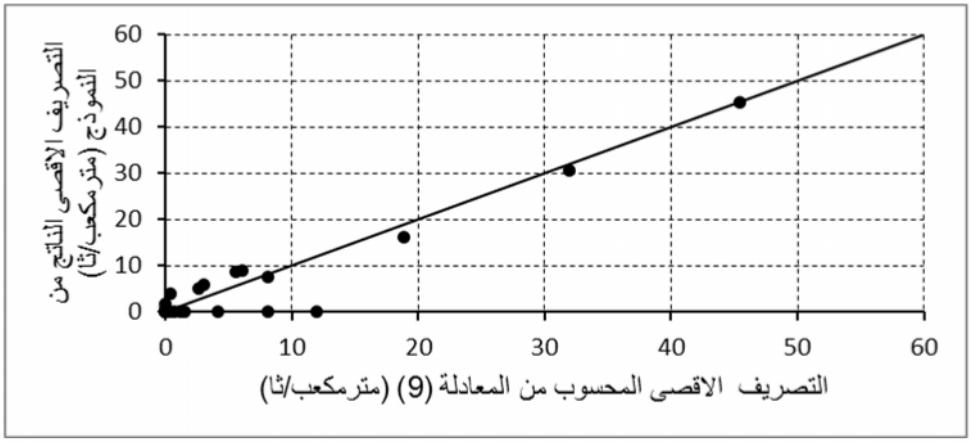
7. الاستنتاجات

ان شدة واستدامة العاصفة المطرية إضافة الى خصائص الجابية ونوع تربتها واستخدام الارض لهم تأثير مباشر على ذروة الجريان. بالاعتماد على الهيدروغرافات المقاسة حقليا لجابية خوشبان احدى الاحواض الثانوية لنهر الخوصر الموسمي وجابية صولاك/ سنجار ولعدد من العواصف المطرية، اجريت معايرة كل من النموذج (TR-20) و نموذج (HEC/SCS) ونموذج (HEC/Snyder) ضمن نظام نمذجة الأحواض المائية (WMS) من اجل الحصول على افضل النتائج، والتي اظهرت ان نموذج (TR-20) هو الافضل بين النماذج المعتمدة. وجدت علاقة لا بعدية بين التصريف الاقصى للهيدروغراف عند استدامة معينة الى التصريف الاقصى الذي يحصل عند زمن التركيز مع المتغيرات المؤثرة على هذه النسبة وهي كل من شدة المطر الساقط ونسبة استدامة المطر الساقط الى الاستدامة التي تساوي زمن التركيز ورقم المنحنى ومعدل ميل الجابية. يمكن اعتماد هذه المعادلات المبسطة في تقدير تصريف الذروة في الدراسات الهيدرولوجيه وتصاميم المنشآت الهيدروليكية المختلفه، والتصاميم في الجابيات ذات الخصائص المماثلة او المقاربة للجابيات قيد الدراسة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل(5): القيم المحسوبة من المعادلة (8) مع القيم المتوقعة من النموذج.



الشكل(6): القيم المحسوبة من المعادلة (9) مع القيم المتوقعة من النموذج.

8. المصادر

1- Chen, C. N. and Wong, T. S. W. (1993) "Critical Rainfaal Duration For Maximum Discharge From Overland Plane," Journal of Hydraulic Engineering, 119(9).
2- Hotchkiss, R. H. and McCallum, B. E. (1995) "Peak Discharge for Small Agricultural Watersheds," Journal of Hydraulic Engineering, 121(1).
3- Ogden, F. L. and Dawdy, D. R. (2003) "Peak Discharge Scaling in Small Hortonian Watersheds," Journal of Hydrologic Engineering, 8(2).
4- Mojaddadi, H., Habibnejad, M., Solaimani, K., Ahmedi, M. Z., and Hadian-Amri, M. A. (2009) "An Investigation of Efficiency of Outlet Runoff Assessment Model: Navroud Watershed, Iran," Journal of Applied Science, 9(1), 105-112.
5- Haji Ali, E., 2010, Application of Different Models for Development of Instantaneous Unit Hydrograph for Solag Watershed. M.Sc. Thesis, University of Duhok, Iraq.
6- Sherif, M. M., Mohamed, M. M., Shetty, A., Almulla, M., (2011) "Rainfall-Runoff Modeling of Three Wadis in the Northern Area of UAE," Journal of Hydrologic Engineering, 16(1).
7- Al-Naqib S. Q. (1980) Geology of Atrush area. M.Sc. Thesis, University of Mosul, Mosul, Iraq.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

8- Mohammad, M. E., (2008) “Study of Grid Size Effect for Digital Elevation Model on Runoff Hydrograph,” Third International Conference on Water Resources and Arid Environments. Riyadh, Saudi Arabia
9- Al-Daghastani H. S., (2008). Land Use Map of Nienava Government Based on Satalite Image, Remote Sensing Center, Mosul University, Iraq.
10- Mays, L. W., (2004) ,Water Resources Engineering, Environmental Engineering , John Wiley and Sons (Asia) Pte Ltd., P271-275.
11- Bluman, Allan. G., (2004) ,Elementary Statistics, Mc Graw Hill, Fifth Edition., P737

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com