تخمين معامل السيح السطحي لحصاد المياه في منطقة تل عبطه ـ محافظة نينوى

أ. د. احمد يوسف حاجم**
**أستاذ
قسم هندسة السدود والموارد المائية
كلية الهندسة / جامعة الموصل

زهراء غانم يونس سليمان*
*طالبة ماجستير
قسم هندسة السدود والموارد المائية
كلية الهندسة / جامعة الموصل

الخلاصة

يهدف البحث الي تقدير كمية السيح السطحي وحساب معامل السيح السطحي (Runoff Coefficient) لمنطقة تل عبطة الواقعة غرب محافظة نينوى لغرض تصميم وإدارة نظم حقلية لحصاد مياه الأمطار. اعتمدت الدراسة على بيانات أمطار يومية في تل عبطة للفترة من 1996 والى 2012 والبالغ معدلها السنوي حوالي 164 ملم. وقد تم اعتماد أنموذجين لحساب كمية السيح السطحي ومعامل السيح السطحي. تم في الانموذج الاول استخدام طريقة رقم المنحني في حساب السيح السطحي (SCS Curve Number Method)، أما الانموذج الثاني فتم استخدام طريقة حد العتبة (Threshold Rain Method, TR). تطلب الأمر تهيئة برنامجين حاسوبيين باستخدام برنامج (Excel) ولكل طريقة من الطريقتين.

أظهرت النتائج ان طريقة حد العتبة (TR) تعطي كمية سيح سطحي اكبر من طريقة الـ (SCS) حيث كان معدل السيح السطحي السنوي بطريقتي TR و SCS هو 23 ملم و 16ملم على التوالي وأن معدل معامل السيح السطحي يتراوح بين (0.062-0.24) لمنطقة الدراسة (تل عبطة). وقد تم استخدام برنامج (SPSS) لإيجاد معادلة لاحتساب معامل السيح السطحي وذلك بالاعتماد على بيانات الامطار السنوية لمنطقة الدراسة. وأخيرا" تم استخدام برنامج (MINITAB) لإيجاد معادلة لمعامل السيح السطحي وذلك بالاعتماد على الامطار الشهرية لمنطقة الدراسة .

Estimating Runoff Coefficient for Water Harvesting at Tal-Abta Area- Nineveh Governorate

Zahraa.GH* **Dr. Ahmed Y. Hachum****
MSc. **Professor**
Department of Dams & Water Recourses
College of Engineering / University of Mosul

ABSTRACT

The present research aims to estimate the amount of surface runoff and runoff coefficient in Tel-Abta area west of the province of Nineveh for the purpose of designing and management of small scale rainwater harvesting systems. Daily rainfall data at Tel-Abta for the period (1996 – 2012) are used. The mean annual rainfall for this period is 164 mm. Two computer codes, using EXCEL Programming are developed; one is based on the SCS Curve Number Method "SCS- CN" and the other one is based on the method of Threshold Rain "TR". The study revealed that the TR method resulted in average annual amounts of surface runoff greater than that of the SCS method (23 mm versus 16 mm; respectively). On average, the runoff coefficient at Tel- Abta is in the range of 0.062 to 0.24. Finally, simple equations were proposed to estimate, at Tel Abta area, the runoff coefficient depending on the characteristics of the monthly rainfall in the study area.

Keywords: Water harvesting, Runoff Coefficient, Threshold Rain Method, SCS Curve Number Method, Rainfall analysis.

أستلم: 22-10-2012 **قبل: 1-3-2013**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المقدمة

تعد المياه من أهم الموارد الطبيعية للدول ومرتكزاً أساسياً لنموها وتطورها الأمر الذي يحتم البحث عن وسائل للحفاظ على الثروة المائية واستغلال كل ما تمنحه الدورة الهيدرولوجية من مياه على الوجه الأمثل. يعتبر حصاد المياه وسيلة اقتصادية و فعالة للاستفادة من مياه الأمطار في المناطق الجافة والتخفيف من التأثيرات السلبية الناجمة من الجفاف في هذه المناطق. حصاد المياه ممارسة قديمة في الاستفادة من مياه السيح السطحي الناجم من الهطول المطرية وبخاصة في المناطق الجافة التي تمتاز بشحة مواردها المائية التقليدية. و قد شهدت السنوات الأخيرة اهتماما" كبيرا" في تصميم وتطوير وإدارة نظم حصاد المياه لأغراض الاستهلاك البشري والزراعي وحتى الصناعي.

إن المشكلة الأساسية التي تواجه تصميم وإدارة نظم حصاد المياه هو عدم وجود طرائق وأساليب مناسبة وعملية لتخمين كمية السيح السطحي المتأتي من الأمطار في موقع المشروع. أضف الى ذلك النقص الكبير في البيانات اللازمة لتخمين السيح السطحي الناجم من عواصف مطرية على جابيات مساحتها صغيرة لا تزيد عن بضعة هكتارات. تعد طريقة رقم المنحني "SCS-CN " لمكتب خدمات الحفاظ على التربة الأمريكي مبسطة وعملية في تخمين مقدار السيح السطحي ، اذ تعتمد هذه الطريقة على عدة عوامل كالتربة والغطاء النباتي واستخدامات الارض والمحتوى الرطوبي للتربة خلال الأيام السابقة للعاصفة المطرية [1] و [2]و [3]. افاد [4] ان عملية تقدير السيح السطحي المتأتي من الأحواض المائية تعد من المسائل المهمة في هندسة الموارد المائية وخصوصاً في الدراسات المتعلقة بحصاد المياه، فقد تبين ان العلاقة التي تربط معامل السيح مع عمق المطر علاقة غير خطية وترتبط ارتباطا مباشراً بعمق المطر فقد تراوح معامل السيح السطحي بين (0.01 لعمق مطر من 3 الى 17 ملم) و0.4 لعمق مطر من 9 الى 79 ملم في منطقة الدراسة (حوض وادي تارو). أما [5] فقد ذكر بأن قيمة معامل السيح السطحي تتراوح بين (0.02 – 0.11) ولعمق مطر يتراوح بين (9 – 19) ملم.

لذلك فقد استهدفت الدراسة الحالية تخمين السيح السطحي الناجم من هطول مطرية قليلة العدد والكمية خلال الموسم المطري باعتماد طريقة رقم المنحني وطريقة أخرى هي تطوير لطريقة جديدة "عتبة المطر" ومحاولة استنباط معادلات مبسطة لتخمين معامل السيح السطحي لمنطقة الدراسة (تل عبطة - محافظة نينوى).

المواد وطريقة البحث

موقع الدراسة والبيانات

تم اختيار منطقة تل عبطه الواقعة غرب محافظة نينوى الواقعة على خط طول '33 °42 شرقاً وخط عرض '56 °35 شمالاً و ارتفاع 221 م فوق مستوى سطح البحر. وسبب اختيار هذا الموقع يعود الى أن المعدل السنوي للأمطار فيه هو 164 ملم وهذه الكمية غير كافية لإنتاج زراعي مطري (ديمي) مجدي اقتصاديا" في معظم السنوات. وقد تم الحصول على البيانات اليومية للأمطار من (محطة الانواء الجوية في ناحية تل عبطه). استخدمت البيانات المتوفرة للأمطار للفترة 1996-2012 في استنباط كمية السيح السطحي ومعامله . الشكل (1) يوضح خارطة لموقع منطقة الدراسة .

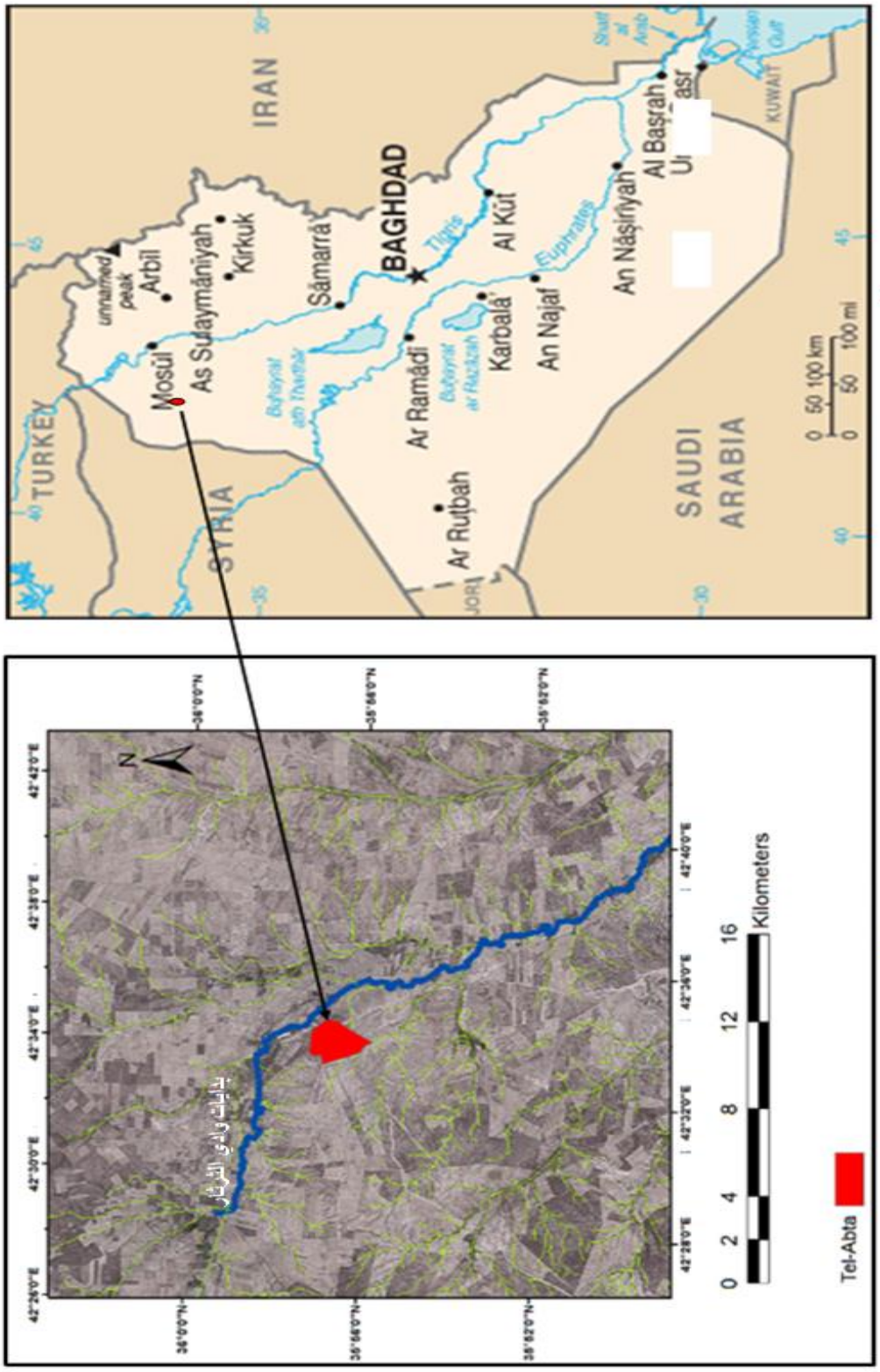
النماذج الرياضياتية

أ- الأنموذج الاول: طريقة رقم المنحني (SCS-Curve Number Method)

تم في هذه الطريقة حساب السيح السطحي بشكل يومي ولكل سنة من سنوات الدراسة البالغة 16سنة ، حيث تم اختيارCN=91 وذلك حسب نوع التربة لمنطقة الدراسة [6] والمصنفة ضمن المجموعة (Group) C واستخدام الأرض وكما موضح في الجدول -1 المأخوذ من المرجع [1]، وتعتبر هذه القيمة لـ CN هي المعدل لحالة رطوبة متوسطة للتربة ويرمز لها بـ AMCII. يتم تعديل قيمة CN حسب رطوبة التربة يوم المطر وذلك حسب كمية الهطل المطري للأيام الخمسة التي تسبق اليوم الممطر قيد التحليل حيث تعدل قيمة CN الى AMCI للتربة الجافة وAMCIII للتربة الرطبة وكما هو موضح في الجدول -2 المقتبس من [1]. اما قيم CN لحالات المحتوى الرطوبي الجاف (AMCI) والرطب (AMCIII) فتحسب من المعادلات الاتية [1]:

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



(أ) (ب)

الشكل(1) يوضح موقع منطقة الدراسة. المجرى الأزرق في الصورة (ب) هو بدايات مجرى أعالى حوض الثرثار.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

جدول-1 يبين قيم CN حسب نوع التربة واستخدام الأرض [1 و 3].

Land Use or Cover	Treatment or Practice	Hydrologic Condition	Hydrologic Soil Group			
			A	B	C	D
Fallow	Straight row	——	77	86	91	94
Row crops	Straight row	Poor	72	81	88	91
	Straight row	Good	67	78	85	89
	Contoured	Poor	70	79	84	88
	Contoured	Good	65	75	83	86
	Terraced	Poor	66	74	80	82
	Terraced	Good	62	71	78	81
Small grain	Straight row	Poor	65	76	84	88
	Straight row	Good	63	75	83	87
	Contoured	Poor	63	74	82	85
	Contoured	Good	61	73	81	84
	Terraced	Poor	61	72	79	82
	Terraced	Good	59	70	78	81
Close-seeded legumes or rotation meadow	Straight row	Poor	66	77	85	89
	Straight row	Good	58	72	81	85
	Contoured	Poor	64	75	83	85
	Contoured	Good	55	69	78	83
	Terraced	Poor	63	73	80	83
	Terraced	Good	51	67	76	80
pasture or range		Poor	68	79	86	89
		Fair	49	69	79	84
		Good	39	61	74	80
	Contoured	Poor	47	67	81	88
	Contoured	Fair	25	59	75	83
	Contoured	Good	6	35	70	79
Meadow (permanent)		Good	30	58	71	78
Woods (farm wood-lots)		Poor	45	66	77	83
		Fair	36	60	73	79
		Good	25	55	70	77
Farmsteads		——	59	74	82	86
Roads and right-of-way (hard surface)		——	74	84	90	92

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول -2 يبين حالات تعديل قيمة الـ CN في المعادلتين (1) و (2) وذلك حسب رطوبة التربة للخمسة أيام السابقة [3,1]

Condition	General Description	5-Day Antecedent Rainfall in inches	
		Dormant Season	Growing Season
I	Optimum soil condition from about lower plastic limit to wilting point	<0.5	<1.4
II	Average value for annual floods	0.5-1.4	1.4-2.1
III	Heavy rainfall or light rainfall and low temperatures within 5 days prior to the given storm	>1.1	>1.2

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث أن:
CN(I) : يمثل رقم المنحني في حالة كون التربة جافة.
CN(II) : يمثل رقم المنحني في حالة كون رطوبة التربة معتدلة .
CN(III) : يمثل رقم المنحني في حالة كون التربة رطبة.

وتحسب كمية السيح السطحي من المعادلة الاتية [1]:

$$Pe = 25.4 * \left(\frac{(P/25.4 - 0.2S)^2}{(P/25.4 + 0.8S)}\right) \quad \text{for } (\frac{P}{25.4}) > 0.2S \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$S = (\frac{1000}{CN} - 10\ ) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث أن:
Pe: كمية السيح السطحي اليومي (ملم).
P: كمية الامطار اليومية (ملم).
S: أقصى احتجاز محتمل لماء المطر قبل بداية السيح السطحي (انج).
اما معامل السيح السطحي فقد تم احتسابه بشكل موسمي من خلال الامطار الموسمية والسيح الموسمي ولكل سنة من سنوات الدراسة وحسب المعادلة الاتية :

$$RC = \frac{Pe}{P} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

حيث أن:

RC: معامل السيح السطحي الموسمي.

ب- الأنموذج الثاني: طريقة حد العتبة (Threshold Rain Method)

تم احتساب كمية السيح السطحي وبشكل يومي ولكل سنة من سنوات الدراسة وذلك بتحديد قيمة معينة وثابتة لحد عتبة المطر TR [7]، اذ ان فكرة هذه الطريقة هي ان كمية الأمطار الأكبر من حد العتبة تؤدي الي حصول ارتشاح وتشبع فراغات التربة والمتبقي من الأمطار يذهب نصفه (كمعدل) سيحاً بعد هذا الزمن و كما هو موضح في

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل (2). إن [7] لم يقدم أو يقترح طريقة لتخمين قيمة TR، لذا فقد تم في هذه الدراسة تخمين قيم TR باعتماد قيمة 0.2S المشار اليها سابقاً. ولغرض التوصل إلى قيمة محددة وثابتة لـ TR في موقع الدراسة تم استنتاج قيمة TR كمعدل من خلال النتائج المستحصلة من طريقة رقم المنحني (SCS-CN) لحالات رطوبة التربة وعدد مرات تكرارها خلال سنوات الدراسة وكما مبين في المعادلة الآتية:

TR = (مجموع تكرار رطوبة التربة في الحالة الجافة * 0.2S + مجموع تكرار رطوبة التربة في الحالة المعدل * 0.2S + مجموع تكرار رطوبة التربة في الحالة الرطبة * 0.2S)/ مجموع الكلي لعدد مرات التكرار

$$TR = \frac{49 * 11.96 + 21 * 5 + 15 * 2.2}{49 + 21 + 15} = 8.5 \text{ mm} \quad \ldots (6)$$

بعدها تم حساب السيح السطحي لقيمتي TR (TR = 8.5 و10 ملم) وذلك حسب المعادلات الآتية [7]:

$$AW = Ng * TR \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$\text{Max Seasonal Runoff} = \text{Sum rain} - AW \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$\text{Runoff} = \frac{\text{Max Runoff}}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

$$RC = \frac{\text{Runoff}}{\text{seasonal rain}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

حيث أن:

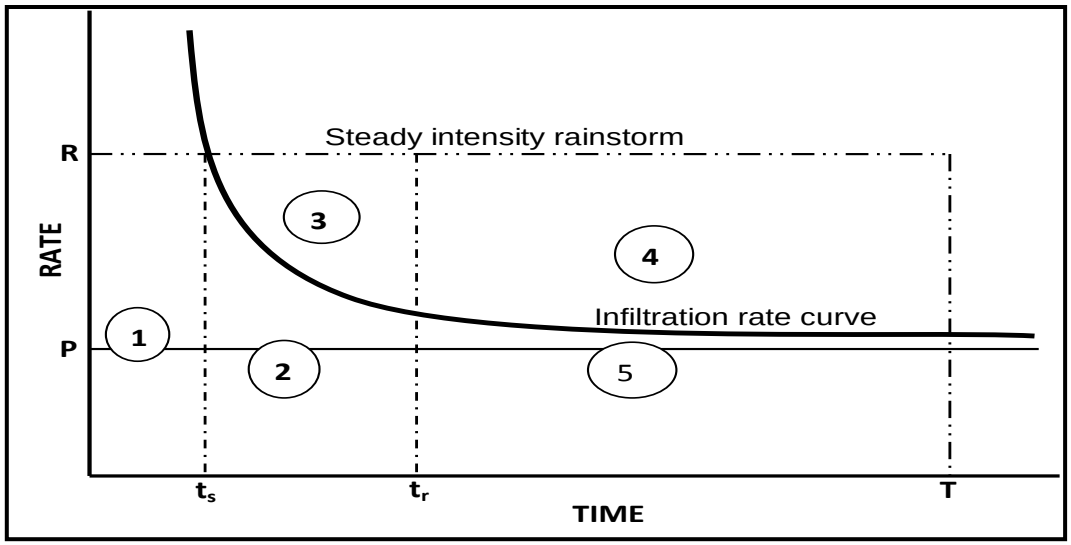
AW:كمية المطر اليومي التي تزيد عن حد العتبة (ملم).

Ng:عدد الأيام الممطرة التي يكون مطرها اليومي أكبر من حد العتبة.

Runoff: كمية السيح السطحي (ملم).

Seasonal rain: مجموع المطر لكامل الموسم (ملم).

Sum rain: مجموع المطر للأيام التي يتجاوز فيها المطر اليومي حد العتبة.



الشكل(2) يمثل ارتشاح ماء مطر بشدة ثابتة (R) واستدامة (T) وزمن تشبع سطح التربة (ts) وزمن بداية جريان السيح السطحي (tr). يمثل مجموع 1 و2 و3 حد العتبة المطري (TR) وتمثل المركبة 4 مقدار السيح السطحي الممكن و المركبة 5 هو ارتشاح الماء في التربة خلال الفترة من tr إلى T، [7].

www.manaraa.com

النتائج و المناقشة

النتائج المستحصلة من انموذج رقم المنحني SCS-CN

تم ايجاد كمية السيح السطحي بتطبيق طريقة الـ SCS-CN بعد تحديد قيمة اولية لـ CN حسب تربة الموقع وطبيعة استخدام الارض. يعرض الجدول- 3 قيم CN المعدلة حسب رطوبة التربة للخمسة ايام قبل المطرة ،حيث ان قيم CN تتغير من الحالة الجافة الى الرطبة أو تبقى ثابتة على حالة معدل الرطوبة . اما قيم السيح السطحي فموضحة في الجدول-4 ولسنوات الدراسة 16 مع عدد مرات تكرار قيم CN وللحالات الثلاثة (الرطبة والمعدل والجافة) . وقد تم حساب عدد الأيام الممطرة لكامل الموسم وعدد الأيام التي يحدث فيها سيح سطحي، وتم حساب قيمة معدل معامل السيح السطحي وذلك حسب المعادلة الآتية:

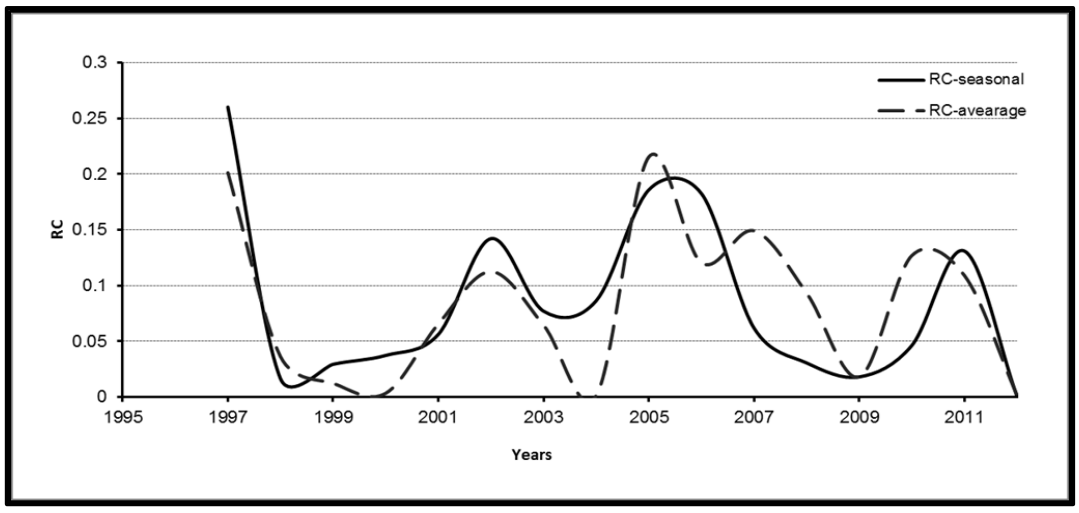
$$Avg.\ RC = Sum\ RC / NS \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

حيث ان
Sum RC: مجموع قيم معامل السيح السطحي للأيام التي حدث فيها سيح سطحي.
NS: عدد الايام الممطرة التي حدث فيها سيح سطحي.

الجدول-3. يوضح قيم CN المستخدمة في البرنامج وحسب رطوبة التربة AMC

المحتوى الرطوبي للتربة AMC	CN	S (inch)	0.2*S (mm)
I	80.94	2.35	11.96
II	91	0.99	5.02
III	95.88	0.43	2.18

يوضح الشكل (3) معامل السيح السطحي المحسوب باستخدام المعادلتين (5) و (11)، حيث يلاحظ ان كلا المعادلتين اعطت معامل سيح متقارب الا ان معامل السيح السطحي الموسمي المحسوب من معادلة (5) يكون اكثر بقليل من المحسوب من المعادلة (11).



الشكل(3) معامل السيح السطحي الموسمي ومعدل معامل السيح السطحي اليومي للسنوات 1996-2012

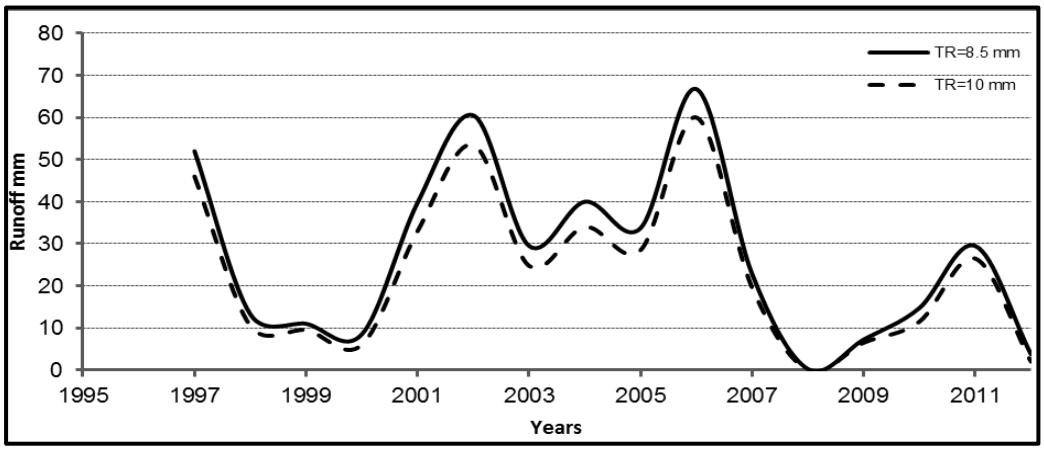
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول-4 يوضح كمية السيح السطحي والامطار السنوية ومعامل السيح السطحي الموسمي المحسوب بالمعادلة (5) والمعدل المحسوبة بالمعادلة (11) وعدد الأيام الممطرة وحالة رطوبة التربة لخمسة ايام قبل اليوم الممطر وعدد تكرر الحالة

NO.	Year	Total Rain Seasonal mm	Total Runoff Seasonal mm	Number of Raining Days	Number of Raining Days result runoff	ACM			Seasonal RC=Runoff/Rain	Average RC
						I	II	III		
1	1996-1997	215	55.95	19	9	4	3	2	0.260	0.201
2	1997-1998	151	2.52	30	3	2	1	0	0.017	0.036
3	1998-1999	59	1.74	7	2	2	0	0	0.029	0.012
4	1999-2000	119.5	4.47	23	3	1	2	0	0.037	0.003
5	2000-2001	232	13.05	29	7	6	1	0	0.056	0.066
6	2001-2002	254	36.12	23	13	7	2	4	0.142	0.113
7	2002-2003	217.1	16.75	34	6	3	3	0	0.077	0.065
8	2003-2004	222	19.19	25	10	6	3	1	0.086	0.001
9	2004-2005	184	34.22	20	7	2	2	3	0.186	0.215
10	2005-2006	272	49.67	26	10	6	1	3	0.183	0.120
11	2006-2007	158	9.78	26	4	3	0	1	0.062	0.149
12	2007-2008	76	2.33	11	1	1	0	0	0.031	0.093
13	2008-2009	94.5	1.72	19	1	1	0	0	0.018	0.018
14	2009-2010	147.5	6.85	28	4	2	1	1	0.046	0.127
15	2010-2011	145	14.76	19	4	2	2	0	0.131	0.109
16	2011-2012	73	0.02	31	1	1	0	0	0.000	0.001
					sum	49	21	15		

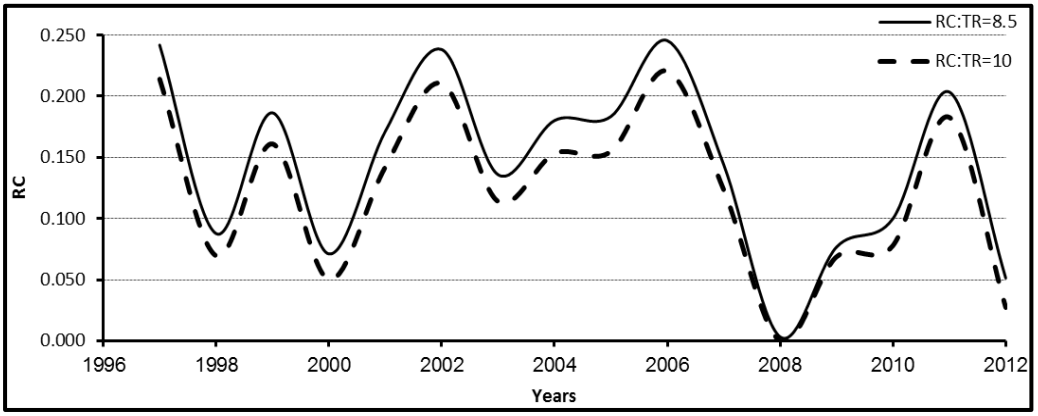
النتائج المستحصلة من إنموذج TR

تم ايجاد كمية السيح السطحي بتطبيق طريقة حد العتبة المطري TR بعد تحديد قيمة لـ TR، حيث اختير قيمتين لـ TR=8.5 و 10 ملم، نلاحظ اختلاف بين كمية السيح السطحي المحسوبة بهذه الطريقة عند اختلاف قيم TR ، بزياد TR يقل كمية السيح السطحي المجمعة لاختلاف مقدار المطرة. يبين الجدول -5 و-6 الامطار السنوية وعدد العواصف المطرية المرصودة وكذلك التي احدثت سيحاً سطحياً اعتماداً على قيمة الـ TR المحددة . اذ هذه الطريقة أعطت سيحا سطحياً أعلى من طريقة SCS لقيمتي TR = 8.5 و10 ملم وكما هو مبين في الجدول - 7. يوضح الشكل (4) السيح السطحي المحسوب عند قيم TR= 8.5 ملم وTR = 10 ملم، نلاحظ تقارب قيم السيح السطحي لكلا القيمتين. والشكل (5) يوضح معامل السيح السطحي لكلتا القيمتين لـ TR.



الشكل(4) يبين السيح السطحي المحسوبة بطريقة حد العتبة TR

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (5) يوضح معامل السيح السطحي لقيمتين لـ TR وهما 8.5 و 10 ملم.

الجدول-5 يوضح كمية السيح السطحي المحسوبة بطريقة عتبة المطر عندما تكون قيمة TR= 8.5 ملم

NO.	Year	Rain mm	Number of Raining Days	Sum rain >TR	TR=8.5 mm NS>TR	Amount of water from days>TR	Max Runoff mm	Runoff mm	RC
1	1996-1997	215	19	172	8	68	104	52	0.242
2	1997-1998	151	30	60.5	4	34	26.5	13.25	0.088
3	1998-1999	59	7	39	2	17	22	11	0.186
4	1999-2000	119.5	23	51	4	34	17	8.5	0.071
5	2000-2001	232	29	164.5	10	85	79.5	39.75	0.171
6	2001-2002	254	23	206	10	85	121	60.5	0.238
7	2002-2003	217.1	34	118.5	7	59.5	59	29.5	0.136
8	2003-2004	222	25	148	8	68	80	40	0.180
9	2004-2005	184	20	127	7	59.5	67.5	33.75	0.183
10	2005-2006	272	26	210	9	76.5	133.5	66.75	0.245
11	2006-2007	158	26	88	5	42.5	45.5	22.75	0.144
12	2007-2008	76	11	34	2	17	17	0.25	0.003
13	2008-2009	94.5	19	23	1	8.5	14.5	7.25	0.077
14	2009-2010	147.5	28	80.5	6	51	29.5	14.75	0.100
15	2010-2011	145	19	93	4	34	59	29.5	0.203
16	2011-2012	73	31	33	3	25.5	7.5	3.75	0.051

ايجاد معادلة لمعامل السيح السطحي

تمت محاولة لإيجاد معادلة لمعامل السيح السطحي الموسمي بالاعتماد على كمية الامطار السنوية لفترة 16 سنة وعدد الأيام الممطرة فقط وذلك بالاعتماد على معدل معامل السيح السطحي الناتج من طريقتي SCS-CN و TR =10 ملم باستخدام البرنامج الاحصائي SPSS . وقد تم استنباط معادلتين لتخمين معامل السيح السطحي و حسب توفر البيانات اللازمة لمنطقة الدراسة وكما مبين أدناه. وقد تم مقارنة بين معامل السيح السطحي الناتج من المعادلات مع معدل معامل السيح السطحي الناتج من طريقتي SCS-CNو TR =10ملم كما هو موضح في الجدول -8.

$RC = - 0.0015 + 0.000665\ SR$ (R^2=0.483) ……..(12)

$RC = 0.0850 + 0.000944\ SR - 0.00572\ ND$ (R^2=0.803) ……..(13)

حيث ان:

SR: المطر السنوي (للأشهر من بداية تشرين ثاني وحتى نهاية نيسان).

ND:عدد الايام الممطرة في الموسم (للأشهر من بداية تشرين ثاني وحتى نهاية نيسان).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول - 6 يوضح كمية السيح السطحي المحسوبة بطريقة TR عندما تكون قيمة TR= 10 ملم

NO.	Year	Rain mm	Number of Raining Days	Sum rain >TR	TR=10 mm NS>TR	Amount of water from days>TR	Max Runoff mm	Runoff mm	RC
1	1996-1997	215	19	162	7	70	92	46	0.214
2	1997-1998	151	30	51	3	30	21	10.5	0.070
3	1998-1999	59	7	39	2	20	19	9.5	0.161
4	1999-2000	119.5	23	42	3	30	12	6	0.050
5	2000-2001	232	29	136	7	70	66	33	0.142
6	2001-2002	254	23	187	8	80	107	53.5	0.211
7	2002-2003	217.1	34	79.5	3	30	49.5	24.75	0.114
8	2003-2004	222	25	148	8	80	68	34	0.153
9	2004-2005	184	20	97	4	40	57	28.5	0.155
10	2005-2006	272	26	210	9	90	120	60	0.221
11	2006-2007	158	26	79	4	40	39	19.5	0.123
12	2007-2008	76	11	25	1	10	15	0	0.000
13	2008-2009	94.5	19	23	1	10	13	6.5	0.069
14	2009-2010	147.5	28	53	3	30	23	11.5	0.078
15	2010-2011	145	19	93	4	40	53	26.5	0.183
16	2011-2012	73	31	24	2	20	4	2	0.027

الجدول(7) يبين مقارنة بين السيح السطحي المستحصل من الطريقتين SCS وTR

NO.	Year	Rain mm	Number of Raining Days	SCS	TR=8.5 mm	TR=10 mm
				Total Runoff mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm
1	1996-1997	215	19	55.95	52.00	46.00
2	1997-1998	151	30	2.52	13.25	10.50
3	1998-1999	59	7	1.74	11.00	9.50
4	1999-2000	119.5	23	4.47	8.50	6.00
5	2000-2001	232	29	13.05	39.75	33.00
6	2001-2002	254	23	36.12	60.50	53.50
7	2002-2003	217.1	34	16.75	29.50	24.75
8	2003-2004	222	25	19.19	40.00	34.00
9	2004-2005	184	20	34.22	33.75	28.50
10	2005-2006	272	26	49.67	66.75	60.00
11	2006-2007	158	26	9.78	22.75	19.50
12	2007-2008	76	11	2.33	0.25	0.00
13	2008-2009	94.5	19	1.72	7.25	6.50
14	2009-2010	147.5	28	6.85	14.75	11.50
15	2010-2011	145	19	14.76	29.50	26.50
16	2011-2012	73	31	0.02	3.75	2.00

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول- 8 يبين مقارنة بين معدل معامل السيح السطحي الناتج من طريقتي SCS-CN وTR = 10 ملم المستحصل من المعادلات المقترحة

Years	Rain mm	Number of Raining Days	RC	SPSS	
				RC.EQ12	RC.EQ13
1996-1997	215	19	0.237	0.143	0.179
1997-1998	151	30	0.043	0.100	0.056
1998-1999	59	7	0.095	0.039	0.101
1999-2000	119.5	23	0.044	0.079	0.066
2000-2001	232	29	0.099	0.154	0.138
2001-2002	254	23	0.176	0.169	0.193
2002-2003	217.1	34	0.096	0.144	0.095
2003-2004	222	25	0.120	0.148	0.152
2004-2005	184	20	0.170	0.122	0.144
2005-2006	272	26	0.202	0.181	0.193
2006-2007	158	26	0.093	0.105	0.085
2007-2008	76	11	0.065	0.051	0.094
2008-2009	94.5	19	0.043	0.063	0.066
2009-2010	147.5	28	0.062	0.098	0.064
2010-2011	145	19	0.157	0.096	0.113
2011-2012	73	31	0.014	0.049	0.000
Average	163.725	STD	0.062	0.065	0.056

ولغرض تطوير دقة تخمين معامل السيح السطحي تم استخدام برنامج (MINITAB) في استنباط معادلات لمعامل السيح السطحي باستخدام طريقة الانحدار الخطي متعدد الحدود (Multiple Linear Regression) باعتماد المتغيرات التالية: الامطار الشهرية للأشهر من تشرين الثاني الى نيسان ومجموع الامطار السنوية وعدد العواصف المطرية في الموسم ومعدل معامل السيح السطحي الناتج من طريقتي SCS-CN و TR = 10 ملم وللسنوات 1996-2012. وقد تم إيجاد عدة معادلات مرتبة في ما يلي بشكل تنازلي حسب قيمة معامل الارتباط:

$$RC = 0.0855 + 0.00161\,SR - 0.00501\,ND - 0.00170\,R11 - 0.000357\,R12 - 0.000465\,R1 - 0.00079\,R2 - 0.00153\,R3 - 0.00063\,R4 \quad (R^2=0.927) \quad \ldots\ldots\ldots(14)$$

$$RC = 0.0854 + 0.00126\,SR - 0.00492\,ND - 0.00129\,R11 - 0.000157\,R1 - 0.000426\,R2 - 0.00118\,R3 - 0.000276\,R4 \quad (R^2=0.925) \quad \ldots\ldots\ldots(15)$$

$$RC = 0.0843 + 0.00121\,SR - 0.00489\,ND - 0.00127\,R11 - 0.000441\,R2 - 0.00111\,R3 - 0.000271\,R4 \quad (R^2=0.924) \quad \ldots\ldots\ldots(16)$$

$$RC = 0.0836 + 0.00117\,SR - 0.00482\,ND - 0.00118\,R11 - 0.000436\,R2 - 0.00110\,R3 \quad (R^2=0.918) \quad \ldots\ldots\ldots(17)$$

$$RC = 0.0807 + 0.00105\,SR - 0.00475\,ND - 0.00115\,R11 - 0.000850\,R3 \quad (R^2=0.907) \quad \ldots\ldots\ldots(18)$$

$$RC = 0.0868 + 0.00101\,SR - 0.00549\,ND - 0.000712\,R3 \quad (R^2=0.856) \quad \ldots\ldots\ldots(19)$$

$$RC = 0.0850 + 0.000944\,SR - 0.00572\,ND \quad (R^2=0.803) \quad \ldots\ldots\ldots(20)$$

حيث أن:

R11: مجموع المطر لشهر تشرين الثاني.

R12: مجموع المطر لشهر كانون الاول.

R1: مجموع المطر لشهر كانون الثاني.

R2: مجموع المطر لشهر شباط.

R3: مجموع المطر لشهر اذار.

R4: مجموع المطر لشهر نيسان.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول-9 يبين معامل السيح السطحي كمعدل من طريقتي SCS-CN و TR = 10 ملم و المستحصل من استخدام معادلات الانحدار من (14) الى (20).

Years	Rain mm	Number of Raining Days	RC	MINITAB						
				RC.EQ14	RC.EQ15	RC.EQ16	RC.EQ17	RC.EQ18	RC.EQ19	RC.EQ20
1996-1997	215	19	0.237	0.221	0.223	0.217	0.209	0.200	0.186	0.179
1997-1998	151	30	0.043	0.057	0.056	0.059	0.060	0.052	0.061	0.056
1998-1999	59	7	0.095	0.097	0.097	0.097	0.095	0.099	0.099	0.101
1999-2000	119.5	23	0.044	0.062	0.063	0.064	0.063	0.061	0.056	0.066
2000-2001	232	29	0.099	0.091	0.095	0.092	0.091	0.091	0.113	0.138
2001-2002	254	23	0.176	0.165	0.166	0.166	0.171	0.169	0.159	0.193
2002-2003	217.1	34	0.096	0.122	0.124	0.121	0.115	0.121	0.097	0.095
2003-2004	222	25	0.120	0.147	0.151	0.148	0.149	0.145	0.169	0.152
2004-2005	184	20	0.170	0.148	0.149	0.152	0.148	0.148	0.162	0.144
2005-2006	272	26	0.202	0.204	0.205	0.204	0.212	0.225	0.212	0.193
2006-2007	158	26	0.093	0.068	0.072	0.068	0.070	0.081	0.094	0.085
2007-2008	76	11	0.065	0.080	0.081	0.081	0.078	0.087	0.085	0.094
2008-2009	94.5	19	0.043	0.053	0.056	0.053	0.062	0.058	0.063	0.066
2009-2010	147.5	28	0.062	0.058	0.051	0.046	0.046	0.049	0.061	0.064
2010-2011	145	19	0.157	0.149	0.150	0.147	0.154	0.143	0.129	0.113
2011-2012	73	31	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Average	163.73	STD	0.062	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.055	0.053

الاستنتاجات

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من كلتي الطريقتين "SCS-CN" و "TR " في حساب السيح السطحي لمنطقة تل عبطة في محافظة نينوى، لوحظ ان طريقة حد العتبة "TR " تعطي سيحا" سطحيا" اكبر من طريقة رقم المنحني، حيث كان معدل السيح السطحي السنوي بطريقتي TR و SCS هو 23 ملم و 16ملم على التوالي اي بفارق يصل الى نسبة 38% . وقد اظهرت النتائج ان معامل السيح السطحي يتراوح بين (0.062-0.24) لمنطقة الدراسة (تل عبطة). كما ان استخدام احدى المعادلات المقترحة لحساب معامل السيح السطحي المستخرجة من برنامج SPSS وبرنامج MINITAB هو طريقة سهلة وسريعة في استنتاج وتخمين كمية السيح السطحي التي يمكن حصادها من مياه الهطولات المطرية في هذه المنطقة الجافة جدا" وغير المرصودة.

المصادر

1. Larry, W. Mays. "Water Resources Engineering – Chapter 11: Surface Runoff". John Wiley and Sons, New York, 2011, 920 p.
2. Chow, V. T., Maidment, D. R. and May, L.W. "Applied Hydrology". McGraw- Hill International Book Company, New York, 1988, 572 p.
3. Schwab, C.O., Frevert, R.K., Edminster, T., W. "Soil And Water Conservation Engineering- Chapter 4 : Runoff". John Wiley & Sons, New York, 2011, 683 p.
4. العزاوي، علي عبد عباس و الجبوري، زكريا يحيى خلف. 2012. " النمذجة الهيدرولوجية لحصاد مياه السيح السطحي لوادي تارو باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ". المجلة العربية الدولية للمعلوماتية ، المجلد(1)، العدد(2).
5. Mohammad, M. E. "A conceptual Model for Flow and Sediment Routing for a Watershed Northern Iraq", Ph.D., Dissertation, University of Mosul, Iraq, 2005.
6. Japan International Cooperation Agency (JICA). "The Preparatory Survey on South Jazira Irrigation project in republic of Iraq". Final Report, Chapter 3: conditions of the study area ". July, 2011.
7. Oweis, T., Prinz. D., Hachum. A., " Rainwater Harvesting for Agriculture in the Dry Areas - Chapter 2: Hydrological aspects of water harvesting ". CRC Press – A Balkema book. Boca Raton, FL, USA, 2012, 262 p.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com