Runoff السيح

يعني السيح جريان أو تصريف السقيط من الجابية وخلال قناة مائية موجودة في الجابية. وبذلك فهو يمثل الناتج من الجابية في وحدة زمنية معينة.

نفترض ان هناك جابية يسقط عليها سقيط فلهذه المساقطات مفقودات مثل التبخر الذي فضلاً عن الماء الذي يغيض، وان الحجز الطلي السطحي يُطرح من كمية السقيط الكلي قبل أن يبدأ السيح بالحدوث. ولغرض تحقق هذه المفقودات فان الزيادة في السقيط تتوزع على سطح الارض حتى تصل الى القنوات الصغيرة. وهذا الجزء من السيح يسمى الجريان فوق سطح الأرض (Over land flow) ويتضمن هذا بناء الخزين فوق السطح وتصريفه.

ان الجريان يتكون من قنوات عدة صغيرة ترتبط بقنوات اكبر، ويرتبط هذا الجريان ببعضه ويكوّن جدولاً اكبر وهكذا حتى يصل الجريان الى مخرج الحاضر. ان هذا النوع من الجريان الذي ينتقل في الماء كجريان فوق الأرض وخلال القنوات المفتوحة الموجودة في الجابية (كجريان في قناة مفتوحة flow open channel) ويصل فيه الى مخرج الحاضر يسمى السيح السطحي (surface runoff).

ان جزء السقيط الذي ينفذ الى الجزء العلوي من التربة ويتحرك جانبياً خلالها ثم يعود الى السطح من بعض الاماكن البعيدة عن النقطة التي دخل فيها الى التربة، هذه المركبة من السيح السطحي تعرف باسماء مختلفة منها الجريان البيني، والجريان تحت السطحي subsurface runoff وجريان العاصفة أو الجريان العائد والجريان الخلالي. ان كمية الجريان البيني تعتمد على الظروف الجيولوجية للجابية علماً بان التربة النفاذة التي تقع فوق سطح غير نفاذ تحتوي على كمية كبيرة من الجريان البيني والذي يصنف بانه جريان بيني سريع (prompt interflow) اذا اعتمد في تصنيفه على الوقت المستغرق مابين النفاذية والجريان الخارج وبأنه له أقل زمن تخلف وتأخر (lag time) (والذي يتصدى الاختلاف في الوقت مابين الماء الداخل الى التربة والماء الخارج منها). لاحظ شكل 4.1.

هناك طريق آخر للماء النافذ وهو نفاذه في اعماق التربة ووصوله الى خزين الماء الأرضي في التربة والماء الأرضي تتبع

(2)

Chapter 4

RUNOFF

4.1 COMPONENTS OF STREAM FLOW

When a storm occurs, a portion of rainfall infiltrates into the ground and some portion may evaporate. The rest flows as a thin sheet of water over the land surface which is termed as *overland flow*. If there is a relatively impermeable stratum in the subsoil, the infiltrating water moves laterally in the surface soil and joins the stream flow, which is termed as underflow (subsurface flow) or interflow, Fig. 4.1. If there is no impeding layer in the subsoil the infiltrating water percolates into the ground as deep seepage and builds up the ground water table (GWT or phreatic surface). The ground water may also contribute to the stream flow, if the GWT is higher than the water surface level of the stream, creating a hydraulic gradient towards the stream. Low soil permeability favours overland flow. While all the three types of flow contribute to the stream flow, it is the overland flow, which reaches first the stream channel, the interflow being slower reaches after a few hours and the ground water flow being the slowest reaches the stream channel after some days. The term direct runoff is used to include the overland flow and the interflow. If the snow melt contributes to the stream flow it can be included with the direct runoff (from rainfall).

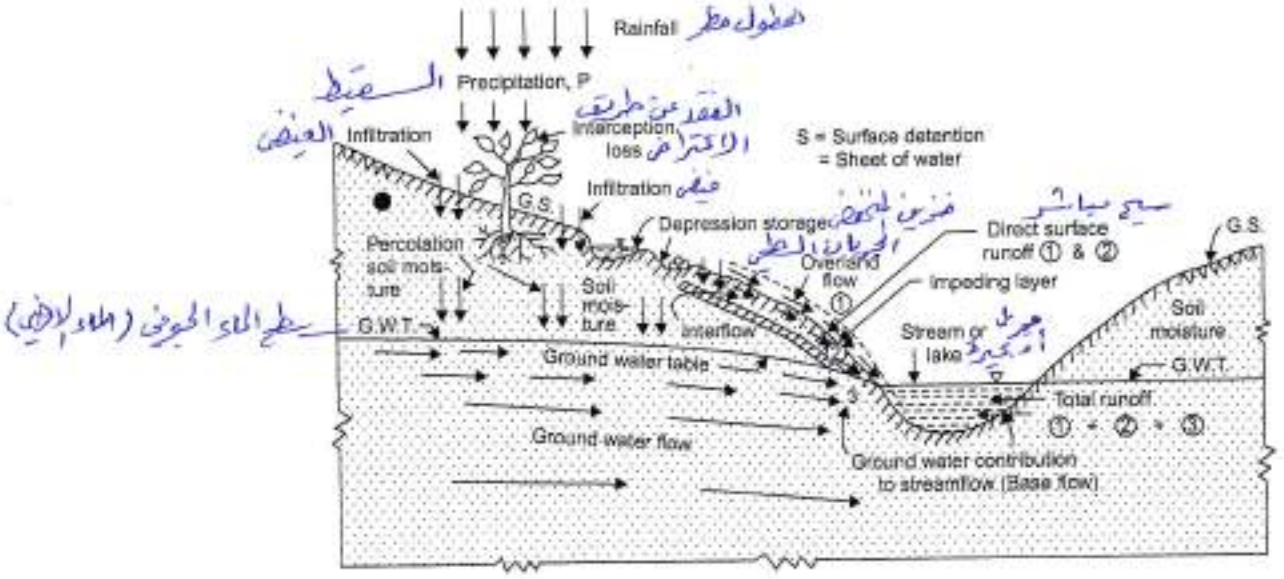


Fig. 4.1 Disposal of rain water

3.

طريقاً طويلاً ومعقداً وهو في النهاية يصل السطح.

ان زمن التخلف للماء الجوفي الارضي كبير جداً ومن الممكن ان يكون بالشهور والسنين. وهذا الجزء من السيح يسمى سيح الماء الارضي الجوفي (groundwater runoff). ان معظم الجريان بالمجاري المائية الدائمة (الجارية) perennial ينبع من المياه الجوفية وبالاعتماد على الوقت المستغرق بين سقوط المتساقطات وظهور السيح فان السيح السطحي يمكن تقسيمه الى:

1. السيح المباشر Direct runoff
2. الجريان القاعدي Base flow

1. السيح المباشر: Direct Runoff

وهو ذلك الجزء من السيح الذي يدخل الجدول مباشرة بعد سقوط الامطار. وهذا يتضمن الجريان فوق سطح الارض والجريان البيني والمطر الذي يسقط مباشرة فوق الاسطح المائية للجابية. وفي حالة التلوج الدائمة فان الجريان الناتج يعد أيضاً سيحاً مباشراً وفي بعض الاحيان هناك مصطلحات مثل سيح العاصفة المباشر أو سيح العاصفة ولتعمل هنا للدلالة على السيح المباشر.

2. الجريان القاعدي:

يسمى الجريان المتأخر الى الجدول على نحو فعال الجريان القاعدي ويمكن ان يكون جزء من الجريان البيني المتأخر كثيراً جريان قاعدي.

ان السيح السطحي يمثل رد الجابية الطبيعي على الأمطار والتي تعكس على نحو كامل وعلى مدى واسع التأثيرات الخاصة بخصائص المناخ والامطار. ان الجريان بالمجرى المائي يعد جريانا حقيقياً في الظروف الطبيعية وبدون تدخل الانسان بذلك. مثل هذه الجداول التي لم تتأثر بأعمال الانسان مثل منشآت الخزن

والتحويل فان نوع الجريان فيها يسمى بالجريان البكر (Virgin flow). وعندما تظهر مثل هذه المنشآت على المجرى المائي فان الجريان في مؤخر النهر (downstream) يتأثر بهذه المنشآت، عندها لا يمثل هذا الجريان الحقيقي، وعليه يجب أن يصحح التصريف بالنسبة لتأثيرات الخزن والتحويل لكي نعطيها رقماً قريباً من الجريان الحقيقي.

مثال: يعطينا الجدول الآتي قيماً لتصريف في موقع قياس التصريف خلال سنة في مقدم (Upstream) موقع قياس التصريف بني حفار أو سد غاطس (Weir) عبر الجدول لكل شهر بين 3.0 و 0.5 مليون م^3 (Mm^3) من الماء لكل شهر للأغراض الري والأغراض الصناعية على التوالي، والماء العائد الى الجدول والذي يصب في مقدم قياس موقع التصريف من الري تم تخمينه بمقدار 0.8 مليون م^3 ومن الصناعة تم تخمينه بمقدار 0.3 مليون م^3. خمن الجريان البكر اذا كانت مساحة الحاجبة 120 كم^2 وعمق سقوط الأمطار السنوي 185 سم، احسب نسبة السيح - الجر.

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الجريان (مليون م^3)	2	1.5	0.8	0.6	2.1	8	18	22	14	9	7	3

حجم الجريان البكر R_V خلال شهر يتم الحصول عليه من العلاقة الآتية:

الحل:

$$R_V = V_s + V_d - V_r$$

V_s: حجم الجريان المقاس

V_d: حجم الجريان المأخوذ أو المحول من الجدول

V_r: حجم = العائد الى الجدول

$$V_r = 0.8 + 0.3 = 1.1 \quad \text{مليون م}^3$$
$$V_d = 3.0 + 0.5 = 3.5 \quad = \quad =$$

5

إذن Rv لكل شهر من أشهر السنة يتم ترتيبها بالجدول التالي :

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	الشهر	
3	7	9	14	22	18	8	2.1	0.6	0.8	1.5	2	V_1	+
3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	V_2	+
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	V_3	−
5.4	9.4	11.4	16.4	24.4	20.4	10.4	4.5	3	3.2	3.9	4.4	Rv	

كمية R_v الكلية = 116.8 مليون $م^3$

∴ كمية الجريان الكلي السنوية = كمية السيح السنوية = 116.8 مليون $م^3$

مساحة الحوض = $120 كم^2 = 1.2 * 10^8 م^2$

كمية السيح السنوية = $\frac{1.168 * 10^8 م^3}{1.2 * 10^8 م^2}$

$م = 0.973$

$سم = 97.3$

كمية المطر = 185 سم

∴ $\frac{\text{السيح}}{\text{المطر}} = \frac{97.3}{185} = 0.526$

5A

الهيدروغراف Hydrograph

هو خط للتصريف في مجرى مائي يتم تعيين نقاطه مقابل الزمن بشكل متسلسل. وبالاعتماد على وحدة الزمن المختارة هناك:

1. الهيدروغراف السنوي: والذي يوضح التغيرات اليومية أو الأسبوعية أو معدل كل 10 أيام من الجريان في السنة.
2. الهيدروغراف الشهري: والذي يستدل منه على التغيرات اليومية لمعدل الجريان اليومي خلال الشهر.
3. الهيدروغراف الفصلي: والذي يوصف لنا اختلافات التصريف في فصل معين مثل موسم الجفاف وموسم زوابع المسنوب.
4. الهيدروغراف لجريان في مجرى مائي نتيجة عاصفة مطرية على جانبي تغذي النهر.

وكلا من هذه الأنواع تضبطها الخاصة، فالسنوي والموسمي لهما فائدة في: (1) حسابات الحصيلة المائية لكمية الماء السطحي الموجودة في الجدول.

(2) دراسات الجفاف

(3) دراسة الفيضانات

أما الهيدروغراف الفيضان ضروري وهام في معرفة خصائص الجدول المتعلقة بالفيضان.

السنة المائية:

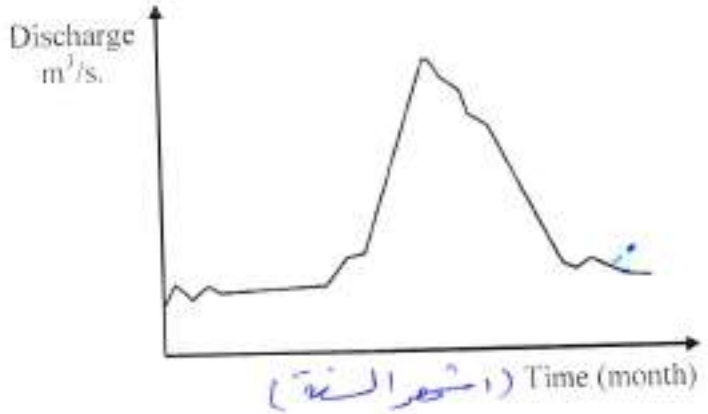
في دراسات الري السنوية فإنه يعد ذا فائدة أن تكون بداية السنة المائية من الوقت الذي تزداد فيه المتساقطات على معدل الحساقة الناتجة من الثلج. وفي السنة المائية هناك دورة كاملة من التغيرات المناخية من المكن توقع حدوثها ومن بعد من الممكن توقع أقل كمية من ميزانية الماء السنوية على نقلها.

6

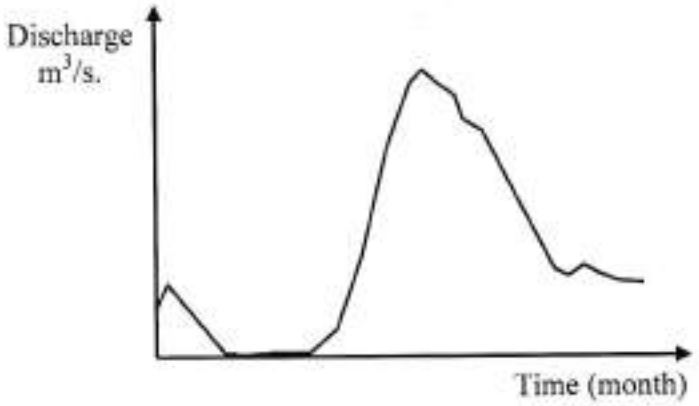
2.4. خصائص السيح للجداول Runoff Characteristics of Streams :

إن دراسة الهيدروغرافات السنوية تمكننا من تصنيف الجداول إلى ثلاثة أصناف :

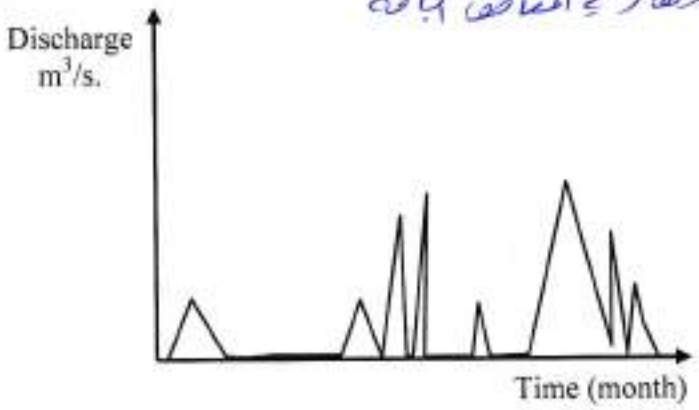
1. المجاري المائية المستمرة : وهي التي تحتوي على ماء طول الوقت وتجهز بالماء الأرضي خلال السنة وحتى خلال فصول الجفاف فإن منسوب الماء الأرضي يكون فوق قاع المجرى.



2 . المجاري المائية المتقطعة : وهي التي يكون تجهيزها بالماء الأرضي محدوداً. وخلال فصل الرطوبة فان مستوى الماء الجوفي يكون فوق قاع الجدول وهناك مشاركة من قبل الماء الجوفي الى الجريان في الجدول . وخلال فصول الجفاف فان مستوى الماء الأرضي ينخفض الى مستوى اوطأ من قاع الجدول، وهذا يجف الجدول ماعدا بعض العواصف المطرية التي تنتج جريانا لفترة قصيرة، فان الجدول يبقى جافاً خلال معظم اشهر الجفاف



3. السيول : وهي المجاري المائية التي ليس فيها أي مشاركة للجريان القاعدي ، حيث يتضح من الشكل أدناه تبذبات الجريان العالي العائد للعاصفة المطرية وسرعان ما يصبح الجدول جافاً حال إنتهاء الجريان العائد للعاصفة.



وبصورة عامة فإن خصائص الجريان للجدول تعتمد على:

1. خصائص الأمطار : قيمة الشدة المطرية ، توزيع الشدة حسب الزمان و المكان وتغييراتها.
2. خصائص الجابية : مثل التربة و الغطاء النباتي و الميل ، جيولوجية و شكل الجابية و كثافة البزل.
3. العوامل المناخية والتي تؤثر على التبخر الكلي.

---

3. الحصيلة (حجم السيح السنوي) :

هي الكمية الكلية للماء التي نتوقعها من الجدول خلال فترة معلومة من السنة وهي تمثل حجم السيح السنوي :

الحصيلة = التصريف x الزمن

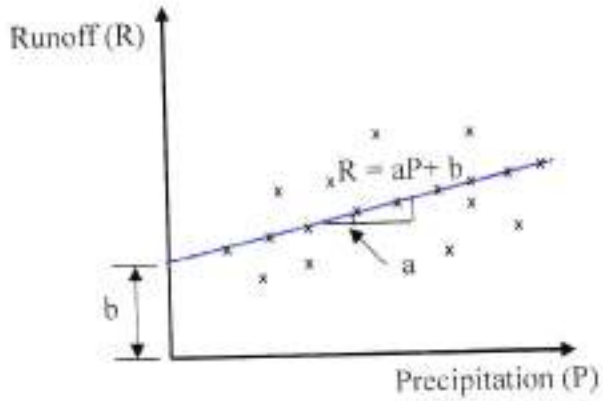
وهنالك عدة طرق في تخمين الحصيلة منها:

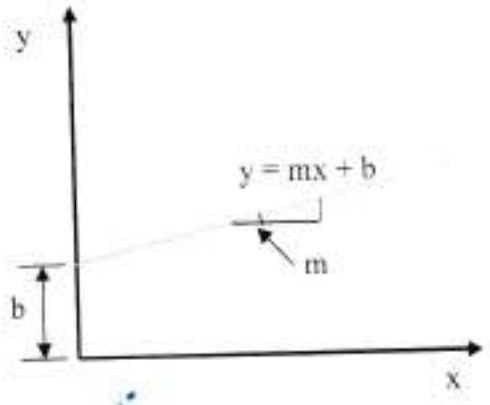
1.3. الإرتباط بين المجرى المائي و الأمطار.

2.3. المعادلات التجريبية.

3.3. تمثيل الجابية.

1.3. إرتباط الأمطار – السيح :





$$R = aP + b \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$a = \frac{N(\sum PR) - (\sum P)(\sum R)}{N(\sum P^2) - (\sum P)^2} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$b = \frac{\sum R - a\sum P}{N} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

N : عدد مجاميع الملاحظات لـ R , P

$$r = \frac{N(\sum PR) - (\sum P)(\sum R)}{\sqrt{\left[N(\sum P^2) - (\sum P)^2\right] * \left[N(\sum R^2) - (\sum R)^2\right]}} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

ملاحظة / قيمة $0 \le r \le 1$ $\Longleftarrow$ R لها إرتباط موجب مع P

$0.6 < r < 1$ $\Longleftarrow$ R لها إرتباط جيد مع P

للجوابي الكبيرة ،فإن العلاقة بين R و P علاقة أسية :

$$R = \beta P^m \quad \ldots\ldots (5)$$

$$\ln R = m \ln P + \ln \beta \quad \ldots\ldots (6)$$

اذن β و m ثوابت
والحصول على علاقة خطية يأخذ لوغاريتم الطرفين

$$r = \frac{18 * 3083.3 - 348 * 104.3}{\sqrt{\left[(18 * 9534) - 121104\right] * \left[(18 * 1040.51) - 10878.49\right]}}$$

9

مثال (2) / المعلومات المعطاة في الجدول أدناه هي الامطار الشهرية P وقيم السيح R المرافقة لها والتي تعطي فترة 18 شهراً لجابية . طور معادلة الإرتباط بين P و R .

R(cm)	P(cm)	الشهر	R(cm)	P(cm)	الشهر
8	30	10	0.5	5	1
2.3	10	11	10	35	2
1.6	8	12	13.8	40	3
0	2	13	8.2	30	4
6.5	22	14	3.1	15	5
9.4	30	15	3.2	10	6
7.6	25	16	0.1	5	7
1.5	8	17	12	31	8
0.5	6	18	16	36	9

الحل /

$N = 18$, $\Sigma P = 348$, $\Sigma R = 104.3$, $\Sigma P^2 = 9534$, $\Sigma R^2 = 1040.51$, $\Sigma PR = 3083.3$

$(\Sigma P)^2 = 121104$, $(\Sigma R)^2 = 10878.49$

$a = 0.38$, $b = -1.55$, $R = 0.38\,P - 1.55$

$r = 0.964$ لها إرتباط جيد و موجب مع P ، درجة الإرتباط جيدة

ملاحظة طريقة حساب في الصفحة العاقبة

3 . 2 . المعادلات التجريبية Empirical Equation :

من أهم المعادلات الوضعية التي تربط بين الأمطار والسيح السطحي هي معادلة (خوسلاس 1960) حيث توصل إلى معادلة تجريبية تربط مابين الأمطار والسيح السطحي والفترة الزمنية المأخوذة (بالشهر).

$$R_m = P_m - L_m$$

$$L_m = 0.48\,T_m \qquad T_m > 4.5^\circ C$$

R_m : السيح السطحي الشهري (سم) ($R_m \geq 0$)

P_m : الأمطار الشهرية (سم)

L_m : الضائعات الشهرية (سم)

T_m : متوسط درجة الحرارة الشهرية للجابية (بالدرجة المئوية)

لقيم T_m أقل أو مساوية 4.5 درجة مئوية ، الضياع (L_m) يمكن فرضه كما يأتي :

$T(^\circ C)$	4.5	-1	- 6.5
L_m (cm)	2.77	1.78	1.52

10

مثال (3) / تم الحصول على المعدل الشهري للامطار ودرجات الحرارةالجابيةَ ، إحسب السيح السطحي السنوي و معامل السيح بإستعمال معادلة خوسلاس.

الشهر	كانون 2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين 1	تشرين 2	كانون 1
T(°C)	12	16	21	27	31	34	31	29	28	29	19	14
المطر (cm)	4	4	2	0	2	12	32	29	16	2	1	2

الحل /

بما أن قيم T_m أكبر من 4.5 درجة مئوية

$$L_m = 0.48\ T_m$$

الشهر	كانون 2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين 1	تشرين 2	كانون 1
L_m	5.76	7.68	10.08	12.96	14.88	16.32	14.88	13.92	13.44	13.92	9.12	6.72
R_m	0	0	0	0	0	0	17.12	15.08	2.56	0	0	0

السيح السطحي السنوي = 17.12 + 15.08 + 2.56 = 34.76 سم

معامل السيح السطحي السنوي = 34.8 / 106 = 0.328

4. منحني الجريان – الإستدامة Flow – Duration Curve:

هو العلاقة بين التصريف ضد النسبة المئوية التي يكون فيها الجريان مساوياً أو متجاوزاً ، ويعرف هذا المنحني أيضاً بمنحني التصريف التكراري. فإذا كان عدد نقاط المعلومات المستعملة هو N في هذه القائمة ، فإن تعيين المواقع (Plotting Position) لأي تصريف Q هي:

$$P_p = \frac{m}{N+1} * 100$$

m : قيمة الصف التي يكون فيها الجريان مساوياً أو متجاوزاً لعدد الأيام في فترة الصف

P_p : النسبة المئوية للإحتمال لقيمة الجريان المساوية أو المتجاوزة