3. 8. الغيض Infiltration:

هو جريان الماء في الأرض خلال سطح التربة حيث ينزل جزء منه خلالها و هذه الحركة للماء من السطح إلى الداخل تسمى (الغيض) و تلعب دوراً مهماً جداً في عملية السيح من خلال تأثيرها على التوقيت و التوزيع لمقدار الجريان السطحي (السيح) ، وفضلاً عن ذلك فإن االغيض هي مرحلة أولية لشحن (تغذية) المياه الجوفية الطبيعية. و عملية الغيض تتأثر بعدد كبير من العوامل من أهمها ما يأتي:

1. خصائص التربة Soil Properties : إن مكونات التربة مثل الرمل و الغرين و الطين ونسجتها، وبنائها، والمسامية تعد من الخصائص المهمة لتحديد كمية الماء الغائض فكلما كانت جزيئات التربة مفككة وذات مسامية عالية، كانت كمية الماء النافذة إلى داخل التربة أكبر.
2. سطح الدخول Surface of Entry : إن إرتطام قطرات المطر فوق سطح التربة تسبب إزاحة للدقائق الناعمة ، وهي بدورها يمكن أن تسد فراغات المسام في الطبقات العليا، ويعد هذا عاملاً مهماً يؤثر على سعة الغيض، وعليه فإن السطح المغطى بالحشائش و بقية النباتات التي بإستطاعتها تقليل هذه العملية لها تأثير كبير وواضح على قيمة سعة الغيض.
3. خصائص المائع Fluid Characteristics : يحتوي الماء الغائض داخل التربة على عدد كبيرمن الشوائب الذائبة أو العالقة ، حيث أن تلوث الماء بالأملاح الذائبة مثلاً يمكن أن يؤثر على تركيب التربة و بدوره يؤثر على معدل الغيض لكون أن مثل هذه الشوائب تسد المسامات الناعمة في التربة و تقلل سعة الغيض فيها. أما درجة الحرارة فيبدو تأثيرها من حقيقة أنه يؤثر على لزوجة الماء والتي بدورها تؤثر على سرعة الغيض.

---

3. 9. سعة الغيض Infiltration Capacity:

يطلق على المعدل الأقصى الذي يمكن فيه لتربة أن تمتص الماء في وقت ما مصطلح (سعة الغيض) ويرمز له بالرمز (f_c) ويقاس بوحدة (سم / ساعة) . ويعبر عن المعدل الحقيقي للغيض(f) كما يأتي :

$f = f_c$ if $i > f_c$

$f = i$ if $i < f_c$

i : شدة المطر

قيم سعة الغيض

اشتق هورتون (1930) معادلة تناقص سعة الغيض مع الوقت وكما يلي:

$$f_p = f_c + (f_o - f_c)\, e^{-kt} \qquad 0 \leq t \leq t_c$$

$$k = \frac{f_o - f_c}{F_c}$$

حيث ان:

f_o : معدل سعة الغيض الابتدائي

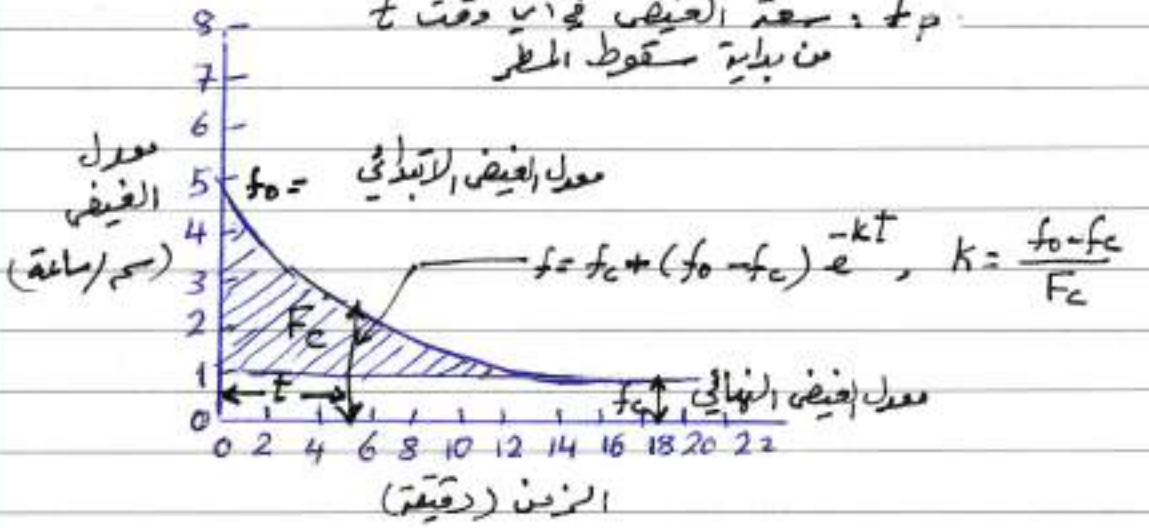
f_c : معدل الغيض النهائي

k : ثابت يعتمد على خصائص التربة والغطاء النباتي

F_c : المنطقة المظللة في الرسم

t : مدة استدامة المطر

f_p : سعة الغيض في اي وقت t من بداية سقوط المطر



أدلة الغيض Infiltration indices

في الحسابات الهيدرولوجية التي تشمل الفيضانات وجد من الملائم استعمال قيمة ثابتة لسرعة الغيض خلال مدة استدامة المطر ويطلق على تعدل سرعة الغيض ادلة الغيض، ويوجد نوعين من الادلة شائعة الاستعمال:

اولاً: الدليل ϕ : هو معدل سقوط المطر التي فوقها يكون حجم المطر الساقط مساوٍ لحجم السيح. يشتق دليل ϕ من توزيع المطر مع معرفة حجم السيح الناتج، ويؤخذ الفقدان الأولي أرضاً كغيض

2A Horton مثال على معادلة هورتن

The McGraw-Hill Companies

[*Note:* 1. Procedure for calculation of the best fit straight line relating the dependent variable Y and independent variable X by the least-square error method is described in Section 4.9, Chapter 4.

2. Use of spread sheets (for eg., MS Excel) greatly simplifies these procedures and the best values of parameters can be obtained by fitting regression equations. Further, various plots and the coefficient of correlation, etc. can be calculated with ease.]

مثال

EXAMPLE 3.6 *Infiltration capacity data obtained in a flooding type infiltration test is given below:*

Time since start (minutes)	5	10	15	25	45	60	75	90	110	130
Cumulative infiltration depth (cm)	1.75	3.00	3.95	5.50	7.25	8.30	9.30	10.20	11.28	12.36

(a) For this data plot the curves of (i) infiltration capacity vs time, (ii) infiltration capacity vs cumulative infiltration, and (iii) cumulative infiltration vs time.

(b) Obtain the best values of the parameters in Horton's infiltration capacity equation to represent this data set.

SOLUTION: Incremental infiltration values and corresponding infiltration intensities f_p at various data observation times are calculated as shown in the following Table. Also other data required for various plots are calculated as shown in Table 3.9.

Table 3.9 Calculations for Example 3.6

Time in Minutes	Cum. Depth (cm)	Incremental Depth in the interval (cm)	Infiltration rate, f_p(cm/h)	$\text{Ln}(f_p - f_c)$	Time in hours
0					
5	1.75	1.75	21.00	2.877	0.083
10	3.00	1.25	15.00	2.465	0.167
15	3.95	0.95	11.40	2.099	0.250
25	5.50	1.55	9.30	1.802	0.417
45.	7.25	1.75	5.25	0.698	0.750
60	8.30	1.05	4.20	−0.041	1.000
75	9.30	1.00	4.00	−0.274	1.250
90	10.20	0.90	3.60	−1.022	1.500
110	11.28	1.08	3.24		1.833
130	12.36	1.08	3.24		2.167

(a) Plots of f_p *vs* time and F_p *vs* time are shown in Fig. 3.14. Best fitting curve for plotted points are also shown in the Fig. 3.14-a.
Plot of f_p vs F_p is shown in Fig. 3.14-b.

(b) By observation from Table 3.9, f_c = 3.24 cm/h
$\text{Ln}(f_p - f_c)$ is plotted against time t as shown in Fig. 3.14-c. The best fit line through the plotted points is drawn and its equation is obtained as

The McGraw-Hill Companies

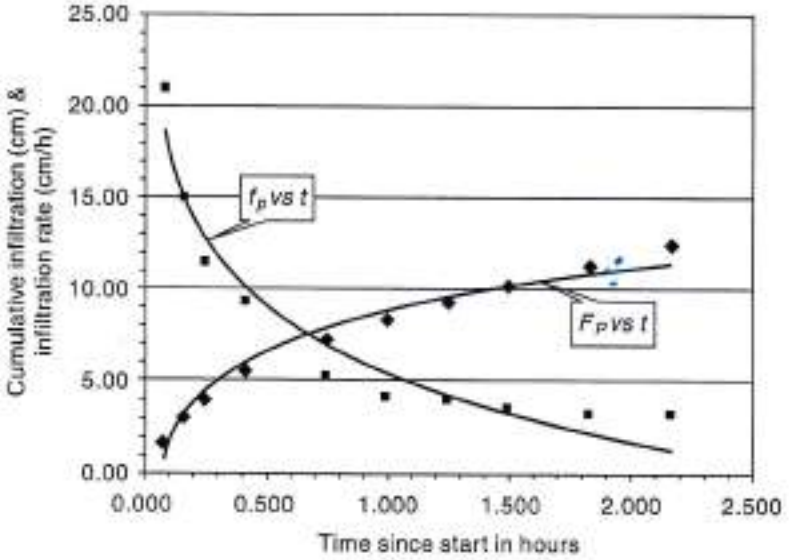


Fig. 3.14 (a) Plot of F_p *vs* Time and f_p *vs* Time

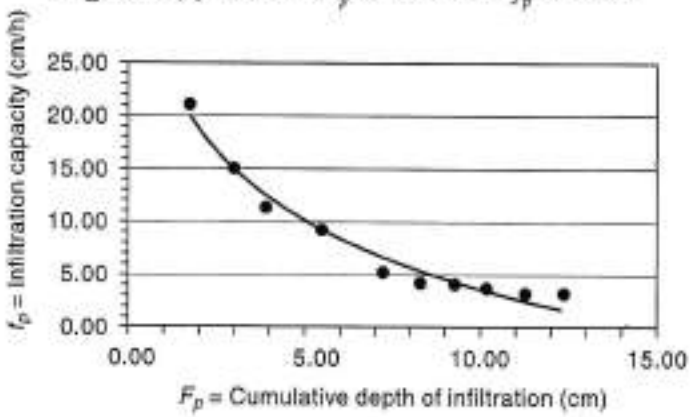


Fig. 3.14 (b) Plot of f_p *vs* F_p

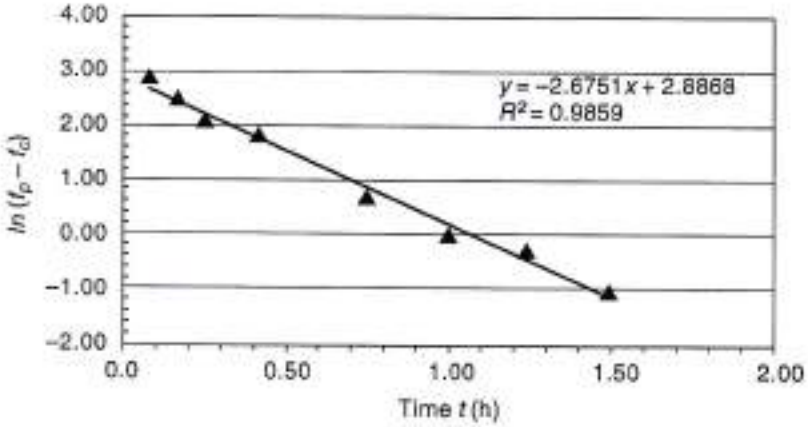
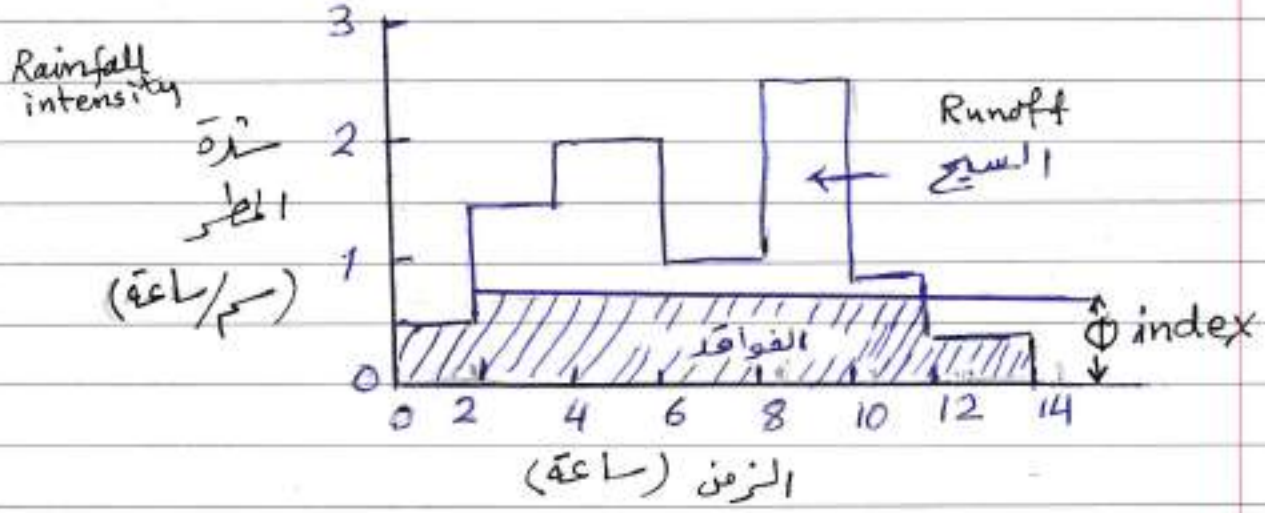


Fig. 3.14 (c) Horton's Equation. Plot of $\ln(f_p - f_c)$ *vs* Time

(3)

تحسب قيمة ϕ بطريقتين كسعة عنيق ثابتة. واذا كانت شدة المطر أقل من ϕ حينئذ تكون سرعة الفيض تساوي شدة المطر. أما اذا كانت شدة المطر أكبر من ϕ فان الفرق بين سقوط المطر والفيض خلال فترة زمنية يمثل حجم السيح وكما مبين في الشكل الآتي، ويسمى كمية المطر الساقط التي تزيد عن الدليل ϕ بالمطر الزائد (excess rainfall) لذلك فان الدليل ϕ يفسر الصعوبات الطلية وتجعله قادراً على حساب مقادير السيح لوهته توزيع المطر المعلوم.



مثال:

عاصفة مطرية شدتها 10 سم ذات سيح مباشر قدره 5.8 سم فاذا كان توزيع العاصفة المطرية كما هو موضح ادناه احسب دليل ϕ للعاصفة المطرية:

الزمن منذ البداية (ساعة)	1	2	3	4	5	6	7	8
الزيادة في المطر الساقط في كل ساعة (سم)	0.4	0.9	1.5	2.3	1.4	1.6	1.0	0.5

الحل: العنيق الكلي = $10 - 5.8 = 4.2$ سم

افرض t_c = وقت الزيادة في المطر = 8 ساعة كمحاولة اولى، عليه:

$$\phi = \frac{4.2}{8} = 0.525 \text{ سم/ساعة}$$

ولكن هذه القيمة لـ ϕ تجعل المطر للساعة الاولى والساعة الثانية

غير مؤثرة لان مقدارها أقل من 0.525 سم/ساعة لذلك تعدل قيمة t_c ، افرض قيمة $t_c = 6$ ساعة كمحاولة ثانية في هذه الفترة:

الفيض = 10 − 0.4 − 0.5 − 5.8 = 3.3 سم

$$\phi = \frac{3.3}{6} = 0.55 \text{ سم/ساعة}$$

لذا فان قيمة ϕ مرضية عندما تعطي $t_c = 6$ ساعة ولحساب الزيادات في المطر.

الوقت منذ البداية (ساعة)	1	2	3	4	5	6	7	8
الزيادة في المطر (سم)	0	0.35	0.95	1.75	1.25	1.05	0.45	0

الزيادة الكلية في المطر = 5.8 سم = السيح الكلي

ثانياً: دليل W

$$W = \frac{P - R - I_a}{t_e} = \frac{F_p}{t_c}$$

حيث ان P : المقط الكلي (سم)
R : السيح الكلي (سم)
I_a : المفقودات الأولية (سم)
t_e : فترة استدامة الزيادة في المطر أي الوقت الكلي الذي خلاله تكون شدة المطر أكبر من W (بالساعات)
W : معدل سرعة الغيض (سم/ساعة)
Fp : الغيض الكلي

مثال: اذا بلغت معدلات سقوط المطر لعاصفة مطرية كل نصف ساعة (العاصفة استمرت ثلاث ساعات) كما يلي:
1.0، 2.2، 2.8، 5.0، 3.6، 1.6 سم/ساعة.
بلغت قيمة السيح الكلي 3.6 سم.
قدر ϕ ، W

(5)

W . ϕ دلیل مثال کا حساب

Example 3.6 *The rates of rainfall for the sucessive 30 min period of a 3-hour storm are: 1.6, 3.6, 5.0, 2.8, 2.2, 1.0 cm/hr. The corresponding surface runoff is estimated to be 3.6 cm. Establish the ϕ-index. Also determine the W-index.*

Solution Construct the hyetograph as shown in Fig. 3.13 (*a*)

$\Sigma(i - \phi)t = P_{net}$, and thus it follows

$$[(3.6 - \phi) + (5.0 - \phi) + (2.8 - \phi) + (2.2 - \phi)]\frac{30}{60} = 3.6$$

$$\therefore \quad \phi = \mathbf{1.6\ cm/hr}$$

$$P = (1.6 + 3.6 + 5.0 + 2.8 + 2.2 + 1.0)\frac{30}{60} = \mathbf{8.1\ cm}$$

$$W\text{-}index = \frac{P - Q}{t_R} = \frac{8.1 - 3.6}{3} = \mathbf{1.5\ cm/hr}$$

Suppose the same 3-hour storm had a different pattern as shown in Fig. 3.13 (*b*) producing the same total rainfall of 8.1 cm. To obtain the same runoff of 3.6 cm (shaded area), the ϕ-index can be worked out as 1.82 cm/hr. Hence, it may be seen that a single determination of ϕ-index is of limited value and many such determinations have to be made and averaged, before the index is used. The determination of ϕ-index for a catchment is a trial and error procedure.

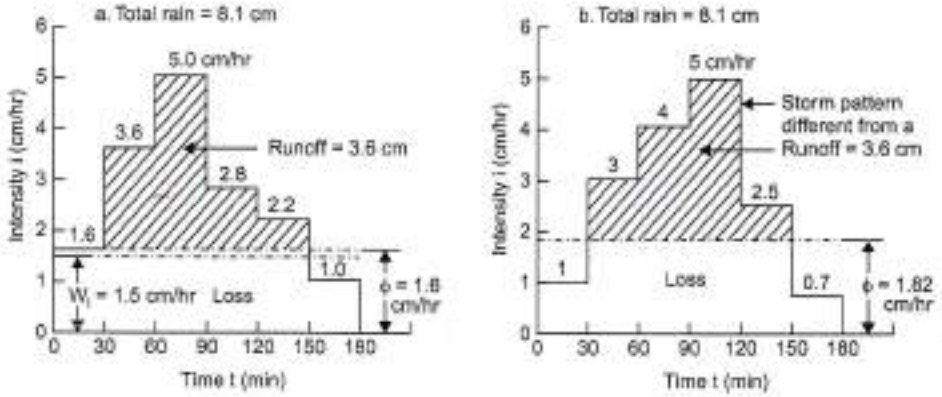


Fig. 3.13 ϕ-Index computations

3.11 SUPRA RAIN TECHNIQUE

Due to complex conditions antecedent and during the rain, and complex catchment characteristics, the use of infiltration method is usually limited to small areas with well-established values of infiltration.

The rainfall in excess of a particular value of ϕ-index for the entire pattern of storm rainfall is called *supra rain*. Allowance for areal variation of rainfall and *f*-capacity is made by dividing into sub areas in the case of large areas. The mean hourly net rains over the whole catchment can be obtained as

$$P_{net\text{-}mean} = \frac{\Sigma A_1 P_{net\text{-}1}}{\Sigma A_1} \qquad ...(3.17)$$