



Τεχνική Υδρολογία (Ασκήσεις)



Αναπλ. Καθηγητής

Παράδειγμα 4.1

Για τα πειραματικά στοιχεία που δίνονται στον παρακάτω πίνακα να ρυθμίσετε τα εξής μοντέλα διήθησης (α) μοντέλο Kostiaκov, (b) μοντέλο Horton, (c) μοντέλο Holtan, (d) μοντέλο Green - Ampt, και (e) μοντέλο Philip δύο παραμέτρων. Δίνεται το πορώδες $n=30\%$ και το βάθος του εδαφικού στρώματος $h = 36$ cm.

Πίνακας 4.2 Πειραματικά δεδομένα διήθησης και απορροής.

Χρόνος (min)	Αθροιστική διήθηση (cm)	Χρόνος (min)	Αθροιστική διήθηση (cm)
3	0.3344	75	3.4324
5	0.4992	80	3.5840
10	0.8324	85	3.7335
15	1.1014	90	3.8782
20	1.3437	95	4.0195
25	1.5746	100	4.1566
30	1.7975	105	4.2913
35	2.0073	110	4.4231
40	2.2120	115	4.5536
45	2.4043	120	4.6815
50	2.5910	125	4.8073
55	2.7713	130	4.9284
60	2.9458	135	5.0482
65	3.1121	140	5.1679

α) Μοντέλο Kostiakov

Η αθροιστική διήθηση περιγράφεται από τη σχέση:

$$F = a \cdot t^b$$

ή με λογαρίθμηση:

$$\log F = \log a + b \log t$$

Οι παράμετροι a και b , προκύπτουν με γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των τιμών των λογαρίθμων της αθροιστικής διήθησης (σε cm) και του χρόνου t (εδώ μετατράπηκε σε hr), ίσες με:

$$a = 2.9060$$

$$b = 0.7064$$

Συνεπώς η αθροιστική διήθηση δίνεται από την εξίσωση :

$$F = 2.9060 \cdot t^{0.7064}$$

όπου F σε cm και t σε ώρες.

β) Μοντέλο Horton

Καταρχήν, από τις αθροιστικές τιμές διήθησης, υπολογίζονται οι στιγμιαίες τιμές, για κάθε χρονικό διάστημα του πίνακα, με αφαίρεση των διαδοχικών τιμών της αθροιστικής διήθησης. Σχεδιάζοντας στη συνέχεια το διάγραμμα της στιγμιαίας διήθησης με το χρόνο, προκύπτει η τελική τιμή διήθησης $f_c = 1.436 \text{ cm/hr}$. Οι τιμές f_0 και k θα υπολογιστούν και πάλι με γραμμική παλινδρόμηση, αυτή τη φορά όμως μεταξύ του χρόνου και των στιγμιαίων τιμών διήθησης, σύμφωνα με τη σχέση:

$$f - f_c = (f_0 - f_c)e^{-kt} \Rightarrow \ln(f - f_c) = \ln(f_0 - f_c) - kt$$

από όπου προκύπτει:

$$\ln(f_0 - f_c) = 1.594 \Rightarrow f_0 = 6.358 \text{ cm / hr}$$

και

$$k = 2.214$$

Συνεπώς, η στιγμιαία διηθητική ικανότητα κατά Horton περιγράφεται από την εξίσωση:

$$f = 1.436 + 4.921e^{-2.214t}$$

όπου f σε cm/hr και ο χρόνος t σε hr.

γ) Μοντέλο Holtan

Για την προσαρμογή του μοντέλου Holtan, πρέπει να γίνει γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των λογαρίθμων των τιμών της στιγμιαίας και της αθροιστικής διήθησης, ως εξής:

$$f = f_c + aF_p^n \Rightarrow f - f_c = aF_p^n \Rightarrow \ln(f - f_c) = \ln a + n \ln(F_p)$$

όπου f_c η τελική ικανότητα διήθησης που είναι ίδια με αυτήν που χρησιμοποιήθηκε στη μέθοδο Horton και F_p η διαθέσιμη αποθήκευση στο επιφανειακό στρώμα που είναι ίση με:

$$F_p = h \cdot n - F = 36 \cdot 0.3 - F = 10.8 - F$$

δηλαδή γνωστή για κάθε χρονική στιγμή.

Οι προκύπτουσες τιμές των παραμέτρων a και n από τη γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των όρων $\ln(f-f_c)$ και $\ln(F_p)$ είναι:

$$a = 1.92 \cdot 10^{-8}$$

$$n = 8.2820$$

και η διηθητική ικανότητα δίνεται από τη σχέση:

$$f = 1.436 + 1.92 \cdot 10^{-8} (10.8 - F)^{8.2820}$$

Παρατηρείστε ότι η τελευταία είναι μια διαφορική εξίσωση ως προς F , αφού:

$$f = dF/dt$$

δ) Μοντέλο Green-Ampt

Η διηθητική ικανότητα περιγράφεται από την εξίσωση :

$$f_p = K_s + \frac{a \cdot K_s}{F}$$

όπου οι άγνωστοι στην περίπτωση αυτή είναι η αγωγιμότητα K_s και η σταθερά a , που είναι ίση με το γινόμενο της τριχοειδούς αναρρόφησης S και του αρχικού ελλείμματος υγρασίας IMD . Αυτές υπολογίζονται με γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ των όρων f_p και $1/F$ και είναι ίσες με:

$$K_s = 1.333$$

$$a \cdot K_s = 1.884 \Rightarrow a = 1.414$$

Συνεπώς, η διηθητική ικανότητα κατά Green-Ampt, δίνεται από τη σχέση:

$$f = 1.333 + \frac{1.884}{F}$$

ε) Μοντέλο Philip

Ο ρυθμός διήθησης κατά Philip, δίνεται από την εξίσωση:

$$f = \frac{1}{2} S \cdot t^{-0.5} + A$$

όπου και πάλι με γραμμική παλινδρόμηση προκύπτουν οι παράμετροι του εδάφους:

$$A = 0.674$$

$$S = 2.643$$

Η αθροιστική διήθηση, τέλος, δίνεται από τη σχέση:

$$F = \int f dt = 0.674 \cdot t + 2.643 \cdot t^{0.5}$$