

8^ο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΟΛΟ ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ. ΠΑΡΑΚΑΛΩ ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΜΕ ΠΡΟΣΟΧΗ

ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ.

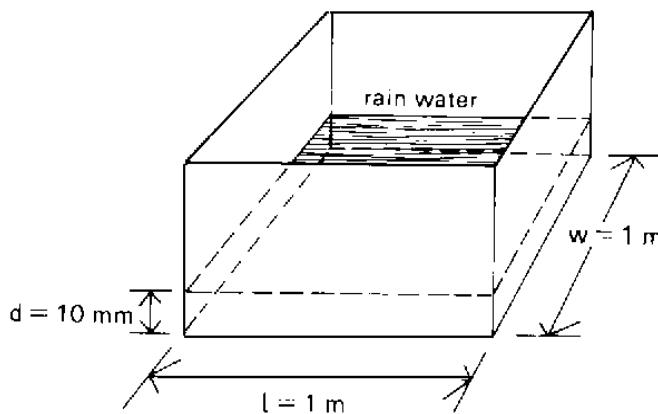
ΟΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΝΕΡΟ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

1. Προέλευση του νερού που διατίθεται στο φυτό

- Βροχή
- Υγρασία εδάφους
- Υπόγειο νερό

2. Ύψος βροχής

Σε μια επιφάνεια στο ύπαιθρο τοποθετούμε ανοικτό δοχείο για τη συλλογή του νερού της βροχής. Μετά το πέρας μιας βροχόπτωσης...



Ο όγκος του νερού που συλλέχθηκε:
 $V\text{ (m}^3\text{)} = l\text{ (m)} \times w\text{ (m)} \times d\text{ (m)} =$
 $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 0.010\text{ m} = 0.01\text{ m}^3$ ή 10
λίτρα (lt)

Εικόνα 1: Διάταξη 1 m x 1 m για την συλλογή βρόχινου νερού

- Μέ όρους όγκου, κατά τη βροχόπτωση 10 mm, κάθε m^2 του χωραφιού δέχεται 0,01 m^3 , ή 10 lt, νερού βροχής.
- Έτσι, για βροχόπτωση 1 mm, κάθε m^2 δέχεται 1 lt νερού βροχής

2.1. Παράδειγμα

- Ποιό είναι το συνολικό ποσό του νερού (σε m^3) που δέχεται ένα χωράφι έκτασης 15 στρεμμάτων κατά τη βροχόπτωση 20mm νερού ?

Λύση:

Στο 1 m^2 προστίθεται ύψος νερού 0,02m

Στα 15.000 m^2 $x?$

$X = 300\text{m}^3$

3. Ένταση βροχόπτωσης / ταχύτητα εφαρμογής

- Η ένταση βροχόπτωσης ή ταχύτητα εφαρμογής (mm/hour) είναι =

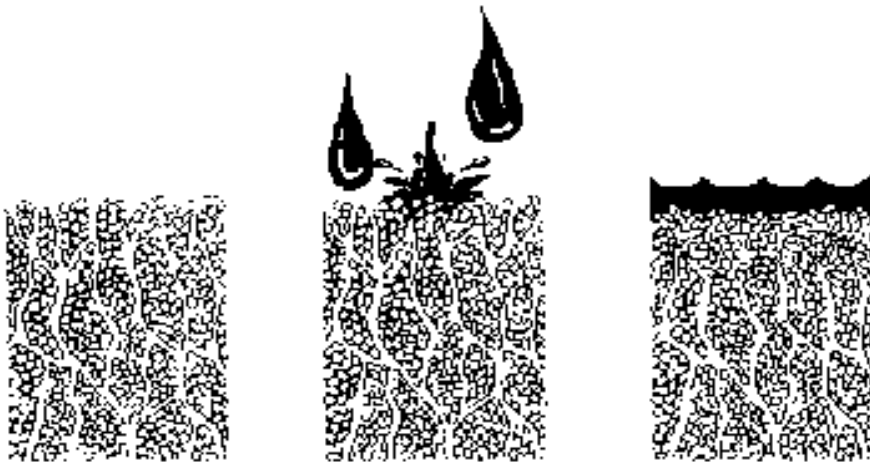
$$\frac{\text{Το συνολικό ποσό του ύψους της βροχής (mm)}}{\text{Διάρκεια της βροχόπτωσης (hours)}}$$

3.1. Παράδειγμα

- Μια βροχόπτωση διήρκεσε 3,5 ώρες και προστέθηκε νερό ύψους 35 mm .
- Η ένταση της βροχόπτωσης είναι $35\text{mm} \div 3,5 \text{ hours} = 10 \text{ mm / hour}$

Τι θα γινόταν εάν η ανωτέρω βροχή «έπεφτε» μέσα σε 1 ώρα;

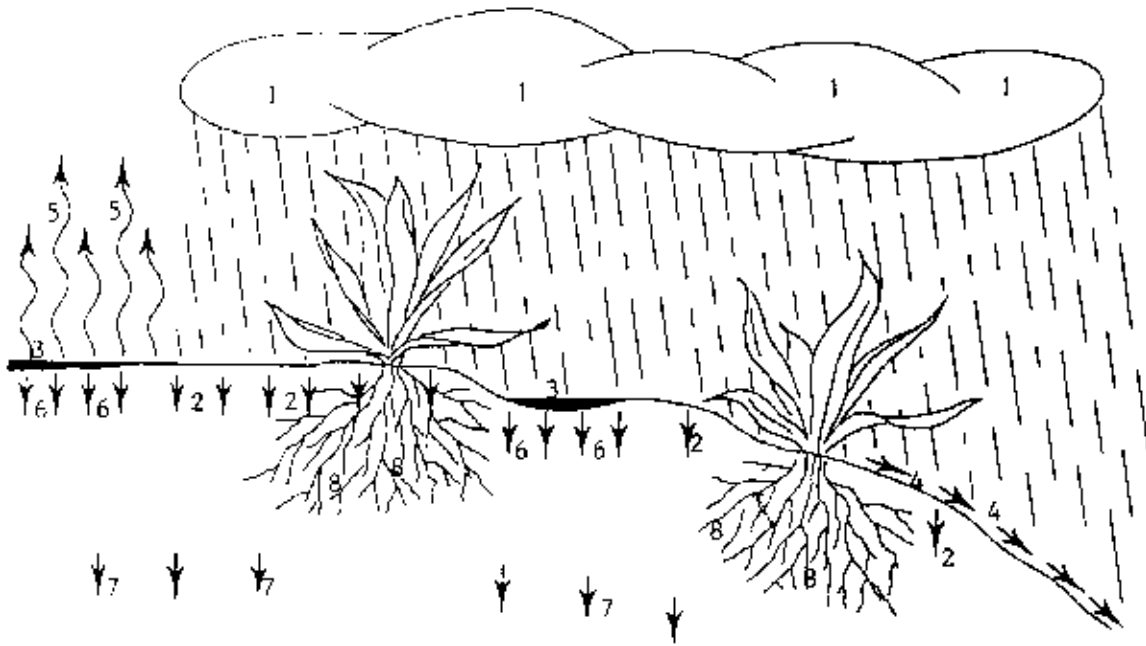
Αν και εφαρμόστηκε το ίδιο ποσό και στις δύο βροχοπτώσεις, η αυξημένη ένταση της 2^{ης} περίπτωσης είναι κατά πολύ λιγότερο επικερδής για τις καλλιέργειες.



Εικόνα 2: Η περίπτωση της αυξημένης έντασης βροχόπτωσης μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα απορροής και διάβρωσης

Μια βροχόπτωση αυξημένης έντασης έχει συνήθως μεγάλου μεγέθους σταγόνες που πέφτουν στο έδαφος με μεγαλύτερη δύναμη, προκαλώντας – ιδιαίτερα σε λεπτόκοκκα εδάφη – καταστροφή των εδαφικών συσσωματωμάτων της επιφάνειας του εδάφους, «φράσσοντας» την επιφάνεια του εδάφους, με αποτέλεσμα την αύξηση της επιφανειακής απορροής

4. Προσδιορισμός ωφέλιμης βροχής



Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση της διαδρομής του νερού σε μια επιφάνεια ποικίλου αναγλύφου

Ωφέλιμη (ή αποτελεσματική) βροχόπτωση (8):

$$(8) = (1) - (4) - (5) - (7)$$

- (1) Βροχόπτωση
- (4) Επιφανειακή απορροή
- (5) Εξάτμιση
- (7) Βαθεία διήθηση

4.1. Εμπειρικός τύπος υπολογισμού της ωφέλιμης βροχόπτωσης (Αργυροκαστρίτης 2005)

- Δίνεται από τη σχέση:

$$R = B - (c + B/8)$$

- Όπου:
 - R η ωφέλιμη βροχόπτωση (mm)
 - B το ύψος της βροχής (mm)
 - c σταθερά με τιμές από 12 έως 15 για την Ελλάδα. Η τιμή 12 αναφέρεται σε πεδινές περιοχές κοντά στη θάλασσα και το 15 σε ηπειρωτικές επικλινείς περιοχές.

4.2. Παράδειγμα

- Δεδομένων των μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης και
- Το $c = 12$, βάσει του τύπου του Αργυροκαστρίτη (βλ. προηγούμενη σελίδα) να υπολογιστεί η ανα μήνα ωφέλιμη βροχόπτωση

B (mm/month)	R (mm/month)
35	18,6
90	66,75
116	89,5
5	-7,6
260	215,5
75	53,6

Παρατηρώ ότι για την περίπτωση των μικρών τιμών (5mm) δεν έχω ωφέλιμη τιμή βροχόπτωσης

5. Καθαρές σε νερό ανάγκες των καλλιεργειών

- Δίνονται από τη σχέση:

$$I_n = ET_c - (P_e + GW + SM)$$

- Όπου:
 - ET_c η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας
 - P_e η ωφέλιμη βροχόπτωση
 - GW η συμβολή του υπόγειου νερού
 - SM το αποθηκευμένο νερό στη ζώνη του ριζοστρώματος κατά την έναρξη της βλαστικής περιόδου.

6. Ολικές σε νερό ανάγκες των καλλιεργειών

- Εκτός των καθαρών αναγκών σε νερό, απαιτούνται *πρόσθετες ποσότητες* νερού:
 - **Έκπλυση** των αλάτων που συγκεντρώνονται στο ριζόστρωμα ως συνέπεια της άρδευσης.
 - **Κάλυψη απωλειών** κατά τη μεταφορά του νερού και την εφαρμογή του.

7. Ο συντελεστής έκπλυσης (LR)

Είναι η ελάχιστη ποσότητα νερού, εκφρασμένη ως κλάσμα της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας που πρέπει να διηθηθεί βαθιά μέσα στη ζώνη του ριζοστρώματος για να διατηρήσει την αλατότητα του εδάφους σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο.

- Δίνεται από τη σχέση:

$$\text{LR} = \frac{\text{EC}_w}{5\text{EC}_s - \text{EC}_w} \quad (1) \quad \text{LR} = \frac{\text{EC}_w}{3\text{EC}_{50}} \quad (2)$$

ή

- Ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και τον τύπο άρδευσης χρησιμοποιείται η (1) ή η (2).
- Όπου:
 - EC_w η ηλεκτρική αγωγιμότητα του αρδευτικού νερού σε mmhos / cm
 - EC_s η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού που αντιστοιχεί σε μια καλλιέργεια και το επιθυμητό επίπεδο απόδοσής της.
 - EC_{50} είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε mmhos/cm που αντιστοιχεί σε απόδοση 50% της καλλιέργειας.
 - Η αποτελεσματικότητα της έκπλυσης κυμαίνεται από 100% μέχρι 30%, και εκφράζεται από τον συντελεστή αποτελεσματικότητας έκπλυσης E_l

Έτσι οι (1) και (2) γίνονται:

$$\text{LR} = \frac{1}{E_l} \cdot \frac{\text{EC}_w}{5\text{EC}_s - \text{EC}_w} \quad \text{LR} = \frac{1}{E_l} \cdot \frac{\text{EC}_w}{3\text{EC}_{50}}$$

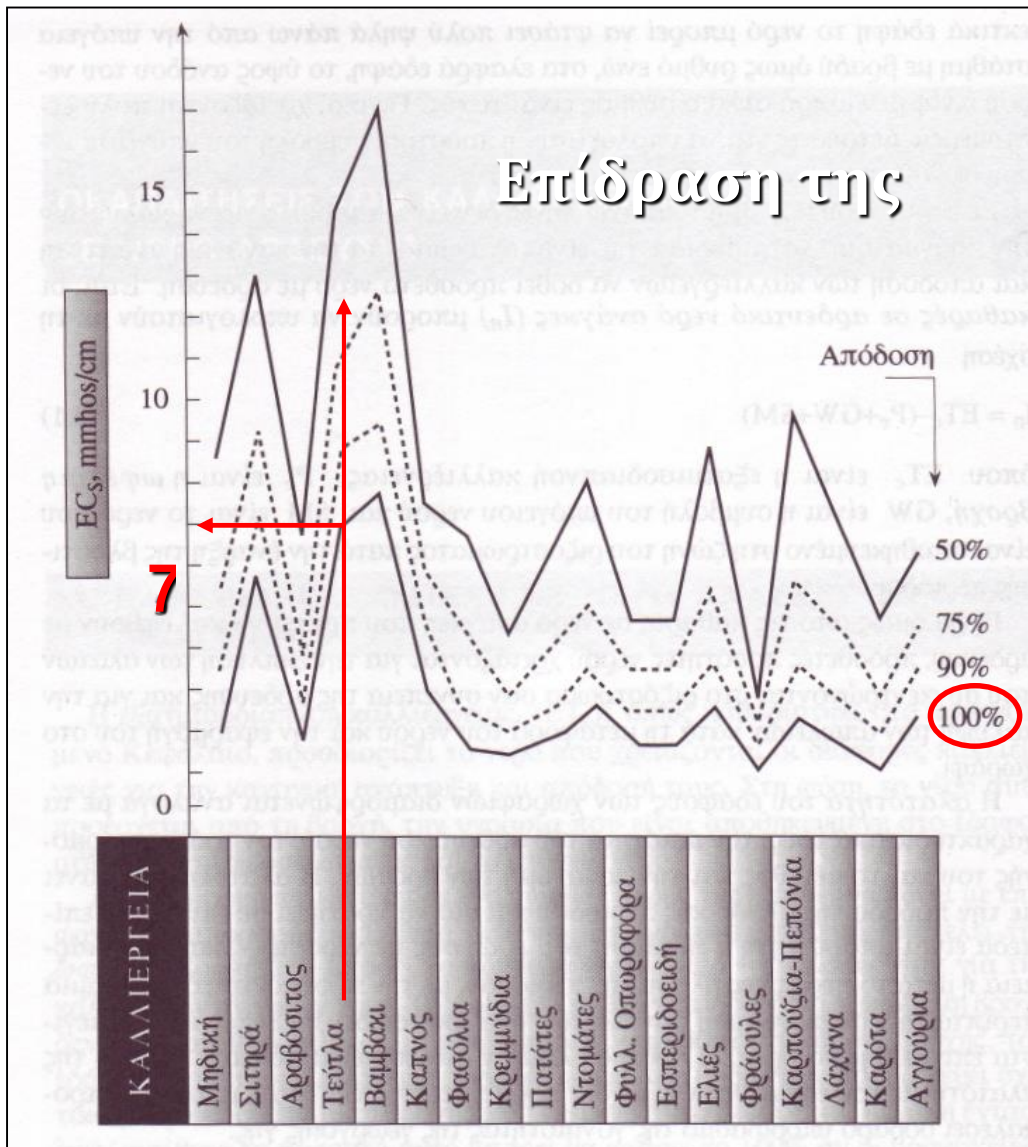
K

α

l

αντίστοιχα.

8. Επίδραση της συγκέντρωσης αλάτων στο έδαφος στην απόδοση διαφόρων καλλιεργειών βάσει της ECs



Διάγραμμα 1: Επίδραση της συγκέντρωσης των αλάτων στο έδαφος στην απόδοση διαφόρων καλλιεργειών με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού (ECs)

9. Δόση άρδευσης

- Όταν η ωφέλιμη υγρασία ενός χωραφιού εξαντληθεί πρέπει να αναπληρωθεί με άρδευση, εφόσον σκοπός μας είναι η κανονική ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών.
- Η δόση άρδευσης ισούται με την **ωφέλιμη υγρασία USM** (ας θυμηθούμε τον τύπο)...που είναι η **καθαρή δόση άρδευσης**

$$d_n = USM = F \cdot ASM = F \cdot \sum_{i=1}^n \frac{FC_i - PWP_i}{100} ASW_i \cdot D_i, \text{ mm}$$

- Αν δε προσθέσουμε την έννοια της αποδοτικότητας εφαρμογής του νερού στο χωράφι (E_f), τότε η ανωτέρω γίνεται:

$$d_t = \frac{F}{E_f} \sum_{i=1}^n \frac{FC_i - PWP_i}{100} ASW_i \cdot D_i, \text{ mm}$$

- ...που είναι το **συνολική δόση άρδευσης**.

10. Δόση άρδευσης για την έκπλυση d'

- Για την έκπλυση:
 - εάν n είναι ο αριθμός των αρδεύσεων που εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου,
 - ET_s είναι η εποχιακή εξατμισοδιαπνοή, και
 - LR είναι ο συντελεστής έκπλυσης, η **πρόσθετη** ποσότητα νερού που πρέπει να εφαρμόζεται με κάθε άρδευση για να διατηρείται το επίπεδο των αλάτων σταθερό είναι:

$$d' = \frac{1}{n} ET_s \cdot LR, \text{ mm}$$

11. Διάρκεια άρδευσης

- Η **διάρκεια άρδευσης** είναι ο χρόνος που απαιτείται για να εφαρμοσθεί στο χωράφι νερό ίσο με το βάθος άρδευσης και είναι συνάρτηση της **διηθητικότητας του εδάφους**.
- Για να συμπληρωθεί μια άρδευση, στο έδαφος πρέπει να διηθηθεί νερό ίσο με τη δόση άρδευσης.
- Αν στη σχέση του Kostiaκον, όπου y αντικαταστήσω με τη συνολική δόση άρδευσης, και λύσω ως προς το χρόνο t τότε:

$$\left. \begin{array}{l} y = kt^b \\ y \\ = \\ d_t \end{array} \right\} = \begin{array}{l} t = \left(\frac{d}{k}\right)^{\frac{1}{b}}, \text{ min} \rightarrow t = \frac{1}{60} \left(\frac{d}{k}\right)^{\frac{1}{b}}, \text{ h} \\ > \end{array}$$

- Αυτός ο χρόνος θα αντιστοιχεί στη **διάρκεια άρδευσης**, αφού αντιστοιχεί στο χρόνο που κάνει το νερό για να διηθηθεί ίσο με το βάθος άρδευσης.

12. Εύρος άρδευσης

- Εύρος άρδευσης είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων και είναι ανάλογο του βάθους άρδευσης και της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής.
- Δεδομένου ότι η **δόση άρδευσης είναι σταθερή**, το εύρος άρδευσης θα κυμαίνεται ανάλογα με την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή (ET_d). Άρα:

$$I = \frac{d_n}{ET_d}, \text{ ημέρες}$$

13. Άσκηση

Έστω χωράφι, με μέσης σύστασης έδαφος που βρίσκεται μέσα σε ένα εκτεταμένο αρδευτικό δίκτυο και καλλιεργείται με αραβόσιτο που αρδεύεται με καταιονισμό. Η βλαστική περίοδος διαρκεί 150 ημέρες, από τις αρχές Μαΐου μέχρι το τέλος Σεπτεμβρίου. Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας δίνεται στη στήλη (2) του πίνακα 1. Στη 3η στήλη παρουσιάζεται η ωφέλιμη βροχόπτωση (ανά μήνα). Η συντήρηση και λειτουργία του αρδευτικού δικτύου κρίνεται ικανοποιητική. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού άρδευσης είναι EC_w = 0,8 mmhos/cm. Η υπόγεια στάθμη είναι πολύ χαμηλά, η δε εδαφική υγρασία κατά τη σπορά και τη συγκομιδή είναι στο ίδιο επίπεδο.

Δεδομένου ότι:

1. Οι καθαρές και οι ολικές ανάγκες σε νερό δίνονται αντίστοιχα από τους τύπους (α) και (β), ο συντελεστής έκπλυσης LR = 0,1484

$$I_n = ET_c - (P_e + GW + SM) \quad (\alpha)$$

- I_n οι καθαρές ανάγκες σε νερό (mm)

- **ET_c** η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας
- **Pe** η ωφέλιμη βροχόπτωση
- **GW** η συμβολή του υπόγειου νερού
- **SM** το αποθηκευμένο νερό στη ζώνη του ριζοστρώματος κατά την έναρξη της βλαστικής περιόδου.

$$I_t = \frac{I_n}{E(1-LR)} \quad (\beta)$$

- **I_n** οι καθαρές ανάγκες σε νερό (mm)
- **E** η αρδευτική αποδοτικότητα που προκύπτει από το γινόμενο της αποδοτικότητας του αρδευτικού δικτύου με την αποδοτικότητα εφαρμογής
- **LR** ο συντελεστής έκπλυσης

2. Το E προκύπτει από το γινόμενο της αποδοτικότητας διανομής E_d με την αποδοτικότητα της εφαρμογής E_f του νερού σε οργανωμένα αρδευτικά δίκτυα.

Συνθήκες δικτύου και άρδευσης		Αποδοτικότητα
(1)		(2)
1. Αποδοτικότητα διανομής E_d		
Συντήρηση και λειτουργία δικτύου	πολύ καλή	0,60–0,70
» » »	ικανοποιητική	0,50–0,60
» » »	ελλιπής	0,35–0,45
» » »	φτωχή	0,25–0,35
2. Αποδοτικότητα εφαρμογής E_f		
Άρδευση με κατάκλυση		0,60–0,80
» » περιορισμένη διάχυση		0,60–0,75
» » αυλάκια		0,55–0,70
» » καταιονισμό		0,60–0,80
» » σταγόνες		0,75–0,95

Να υπολογιστούν οι ανά μήνα καθαρές και οι συνολικές ανάγκες σε νερό.

Πίνακας 1:
Υπολογισμός των καθαρών και ολικών σε νερό αναγκών μιας καλλιέργειας αραβόσιτου.

Μήνας	ET _c , mm	P _e , mm	Ανάγκες σε νερό, mm	
			I _η	I _τ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Μάιος	60	39		
Ιούνιος	105	36		
Ιούλιος	205	16		
Αύγουστος	170	0		
Σεπτέμβριος	85	40		
Σύνολο	625	131		