

## ΤΑ ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ

Αλατούχα εδάφη χαρακτηρίζονται εκείνα τα εδάφη στα οποία η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων στη ριζόσφαιρα των φυτών είναι τόσο μεγάλη, ώστε να οδηγεί στη μείωση της απόδοσής τους.



## ΤΑ ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ

Τα φυτά που αναπτύσσονται σε αλατούχα εδάφη είναι αντιμέτωπα με τις ακόλουθες επιπτώσεις:

1. Στη μείωση της πρόσληψης νερού από τις ρίζες των φυτών τα οποία εισέρχονται σε κατάσταση αδράνειας στο διάστημα μεταξύ δύο αρδεύσεων.
2. Στις ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων λόγω ανταγωνισμού.
3. Σε τοξικές επιδράσεις Νατρίου, Χλωρίου, Βορίου όταν αυτά βρίσκονται σε αυξημένες συγκεντρώσεις στο εδαφικό διάλυμα.
4. Στη μείωση της διαπερατότητας του εδάφους, της κίνησης, δηλαδή, του νερού μέσα στο έδαφος.

Στη μείωση της παραγωγής και υποβάθμιση της ποιότητας ως συνέπεια των παραπάνω.

[Βλέπε video: Unavailability of Water in Saline Soils\\_SOS.mp4](#)

## ΤΑ ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ

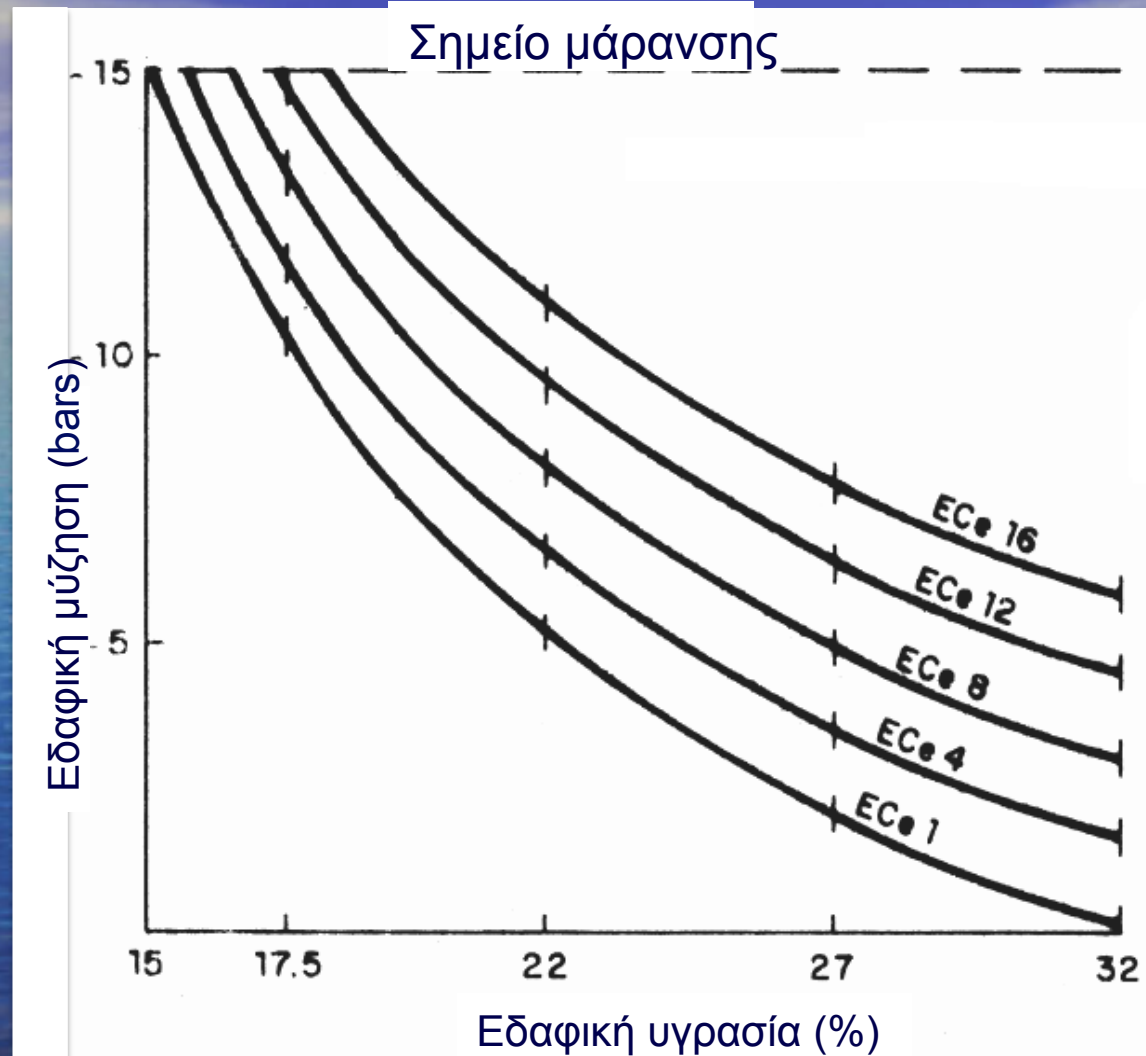
Η συγκέντρωση των αλάτων μετράται με τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο εκχύλισμα κορεσμού ( $EC_e$ ).

Κρίσιμη τιμή  $EC_e$  ως προς την αντοχή των καλλιεργειών είναι:

2-4 mS/cm

[Βλέπε video: Crop Response to Salinity\\_SOS.mp4](#)

# ΤΑ ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ

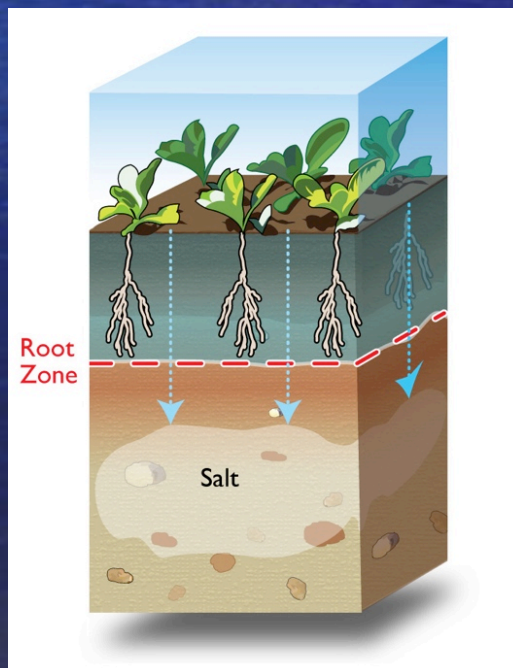


Μείωση της πρόσληψης νερού από τα φυτά λόγω αυξημένης μύζησης στα αλατούχα εδάφη.

# ΤΑ ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ

Η εμφάνιση και η εξάπλωση των αλατούχων εδαφών δεν είναι τυχαία, αλλά σχετίζεται με συγκεκριμένες συνθήκες:

- με τη χρησιμοποίηση κακής ποιότητας νερού και με τη μη ορθολογική διαχείρισή του, και
- τη γεωγραφική ή τοπογραφική τους θέση.



# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΛΟΓΩ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ

Η αλάτωση των εδαφών λόγω της γεωγραφικής ή τοπογραφικής τους θέσεως

- Εδάφη περιοχών με ξηρό κλίμα.
- Δέλτα ποταμών ή παραθαλάσσιες περιοχές.
- Εδάφη χαμηλών περιοχών λεκανών απορροής.
- Περιοχές με εδάφη μικρής διαπερατότητας (κακή στράγγιση).

# ΤΑ ΑΛΑΤΟΥΧΑ ΕΔΑΦΗ



Σχήμα 12. Διαδικασία συσώρευσης αλάτων σε λεκάνες απορροής

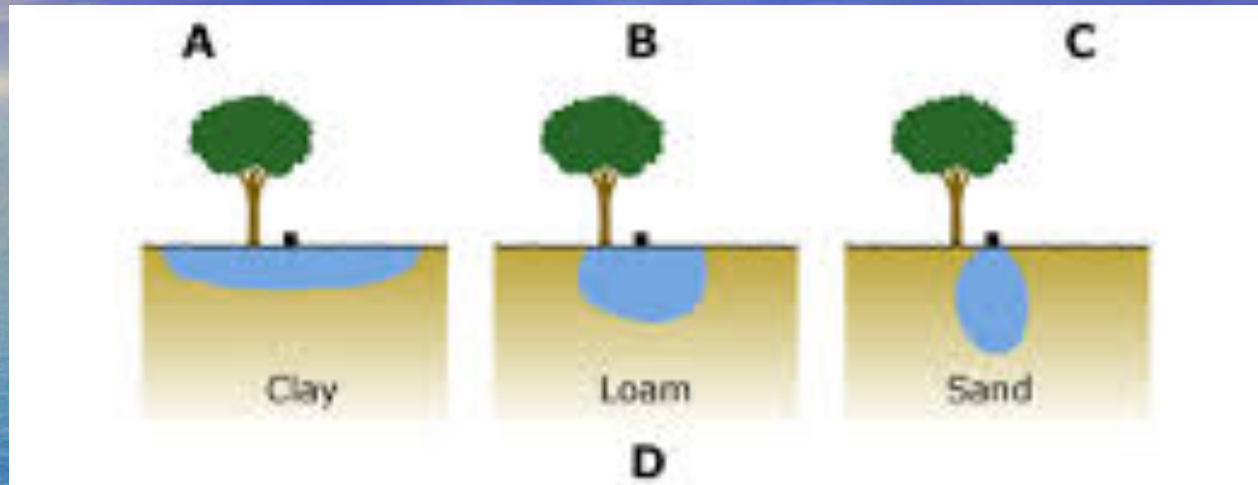
Διαδικασία συσώρευσης αλάτων σε λεκάνες απορροής

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Σύμφωνα με στοιχεία των Ηνωμένων Εθνών (FAO, Unesco) σε παγκόσμια κλίμακα, τα αρδευόμενα εδάφη σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% έχουν υποστεί δευτερογενή αλάτωση και νατρίωση. Η αλάτωση αυτή έχει αφορμή μια ή περισσότερες από τις παρακάτω αιτίες:

- α. Κακής ποιότητας αρδευτικό νερό.
- β. Ανύψωση της υπεδάφειας στάθμης του νερού.
- γ. Κακές συνθήκες στράγγισης, με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της έκπλυσης των αλάτων.
- δ. Εδαφοκλιματικοί παράγοντες
- ε. Μέθοδος άρδευσης και
- στ. Αγρονομικά στοιχεία (χρήση γης, καλλιέργεια)

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ



[Βλέπε video: Soil salinity\\_SOS.mp4](#)

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Δέλτα



A

B

C

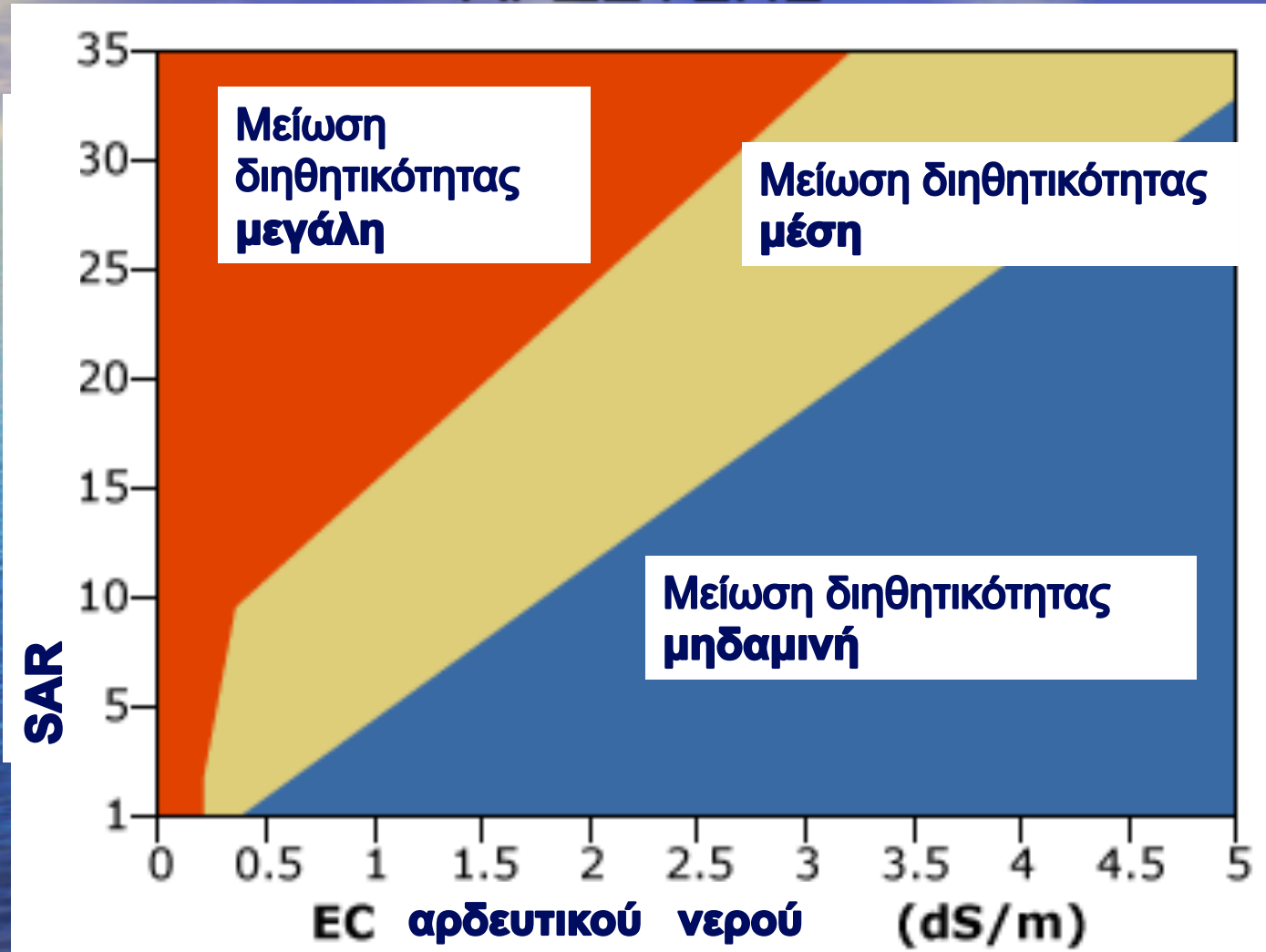
Αρδευόμενος οριζώνας

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η ποιότητα του αρδευτικού νερού παραλλάσσει πολύ και καθορίζεται από το είδος και τη συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων. Τα προβλήματα που σχετίζονται με την ποιότητα του αρδευτικού νερού ενισχύονται ή όχι και από τις κλιματικές συνθήκες και αφορούν:

- την αλάτωση του εδάφους
- την τοξικότητα των ιόντων
- τη διηθητικότητα του εδάφους σε σχέση με την θρόμβωση και διασπορά της αργίλου.

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ



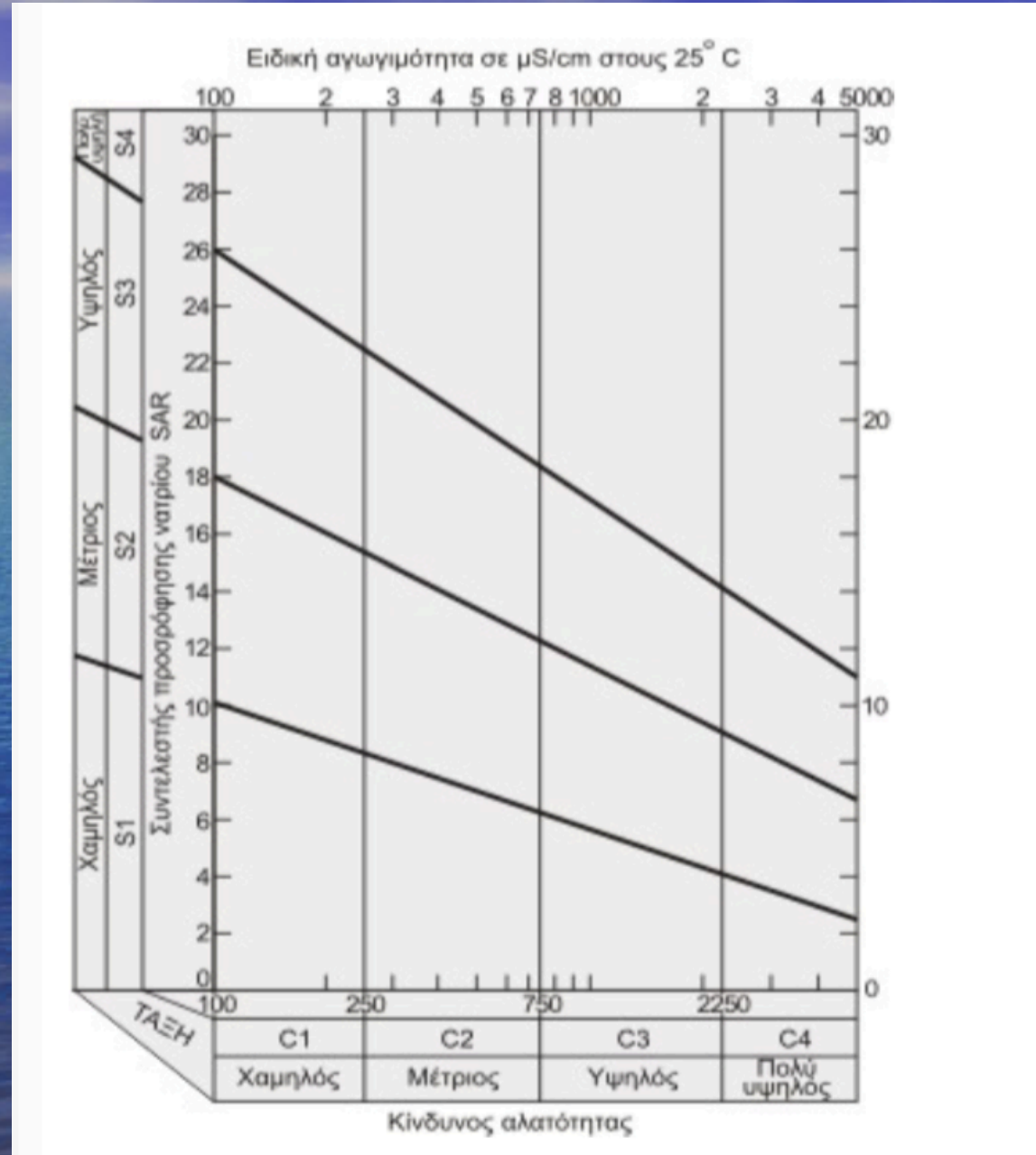
Επίδραση των αλάτων στη διηθητικότητα του εδάφους

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αξιολόγηση νερού άρδευσης με βάση τα κριτήρια:

- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- Ολικό ποσό των αλάτων (TDS)
- SAR
- Κατιόντα και ανιόντα (Ca, Mg, Na, CO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl)
- Θρεπτικά ( NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, K και B)

# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΤΑ ΛΑΤΑ



Διάγραμμα Richards (προτάθηκε από U.S. Salinity Laboratory)

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

## Λόγος προσρόφησης Νατρίου (SAR)

$$S.A.R. = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\left[ \frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2} \right]}}$$

όπου:

- S.A.R. = Λόγος προσρόφησης νατρίου (Sodium Adsorption Ratio)
- Οι συγκεντρώσεις των κατιόντων εκφράζονται σε mmol<sub>c</sub>/L.

Ο SAR αποτελεί ένα βασικό κριτήριο της καταλληλότητας ενός νερού για άρδευση. Το νάτριο δημιουργεί διαμερισμό της αργίλου του εδάφους, προκαλώντας μείωση της περατότητάς του.

Π.χ. για EC 750 μS/cm, τιμές SAR > 18 υψηλό κίνδυνο νατρίου.

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

## Συνολικά Διαλυμένα Στερεά (TDS)

Το TDS αποτελεί έναν δείκτη αλατότητας (μεταλλικότητας) και συνδέεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) με τις σχέσεις:

$$\text{TDS (ppm)} = 0.65 \times \text{EC (}\mu\text{S/cm)}$$

ΚΑΙ

$$\text{TDS (meq/L)} = 0.01 (\text{EC}) (\mu\text{S/cm})$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

## Ποιοτική αξιολόγηση του νερού άρδευσης

**Πίνακας 24**  
**Αξιολόγηση του νερού άρδευσης (Ayres και Westcot, 1985)**  
Επιπτώσεις

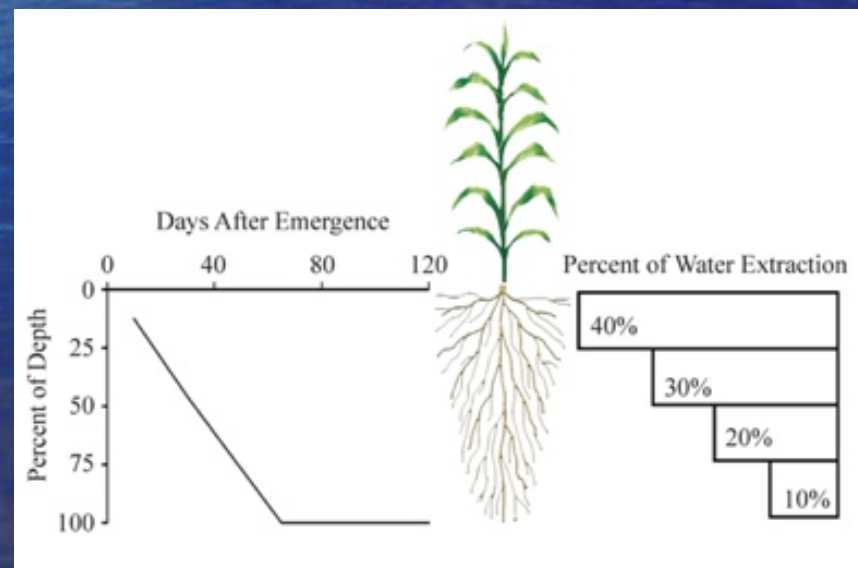
Προβλήματα από την άρδευση Μονάδες καμμία μικρή έως μέση μεγάλη

<b>Αλατότητα</b> (επηρεάζει τη διαθεσιμότητα του νερού)				
EC <sub>va</sub>	dS/m	< 0,7	0,7-3,0	> 3,0
ή TDS	mg/l	< 450	450-2000	> 2000
<b>Διηθητικότητα</b> (επηρεάζει τη διηθητικότητα του εδάφους)				
<b>SAR</b> = 0-3 και <b>EC<sub>va</sub></b> =		>0,7	0,7-0,2	<0,2
= 3-6	=	>1,2	1,2-0,3	<0,3
= 6-12	=	>1,9	1,9-0,5	<0,5
= 12-20	=	>2,9	2,9-1,3	<1,3
= 20-40	=	>5,0	5,0-2,9	<2,9
<b>Τοξικότητα ιόντων</b> (επηρεάζει τα ευαίσθητα φυτά)				
<b>Νάτριο (Na<sup>+</sup>)</b>				
επιφανειακή άρδευση	me/l	<3	3-9	>9
καταιωνισμός	me/l	<3	>3	
<b>Χλωριούχα (Cl<sup>-</sup>)</b>				
επιφανειακή άρδευση	me/l	<4	4-10	>10
καταιωνισμός	me/l	<3	>3	
<b>Βόριο (B)</b>	mg/l	<0,7	0,7-3,0	>3,0

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προϋποθέσεις ισχύος των στοιχείων του Πίνακα 24

- Μέγιστη απόδοση.
- Τοπικές συνθήκες (έδαφος, κλίμα).
- Μέθοδος και τρόπος άρδευσης (όχι για στάγδην).
- Πρόσληψη νερού από τα φυτά (40-30-20-10%).



- Επιπτώσεις από τη χρήση του νερού.

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

**Πίνακας 25: Εργαστηριακοί προσδιορισμοί απαραίτητοι για την εκτίμηση αρδευτικού νερού (Ayres και Westcot, 1985)**

Υδατική παράμετρος	Συμβολισμός	Μονάδες	Σύνηθες εύρος τιμών νερού αρδεύσεως	
<b>ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ</b>				
Ποσό αλάτων				
Ηλεκτρ. αγωγιμότητα	EC <sub>va</sub>	mS/cm	0-3	ms/cm
ή Ολικό ποσό αλάτων	TDS	mg/l	0-2000	mg/l
Κατιόντα και ανιόντα				
Ασβέστιο	Ca <sup>2+</sup>	me/l	0-20	me/l
Μαγνήσιο	Mg <sup>2+</sup>	me/l	0-5	me/l
Νάτριο	Na <sup>+</sup>	me/l	0-40	me/l
Ανθρακικά	CO <sup>2-</sup>	me/l	0-0,1	me/l
Οξίνα ανθρακικά	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	me/l	0-10	me/l
Χλωριούχα	Cl <sup>-</sup>	me/l	0-30	me/l
Θειικά	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	me/l	0-20	me/l
<b>ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>				
Νιτρικό άζωτο	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	mg/l	0-10	mg/l
Αμμωνιακό άζωτο	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> N	mg/l	0-5	mg/l
Φωσφορικά	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> P	mg/l	0-2	mg/l
Κάλιο	K <sup>+</sup>	mg/l	0-2	mg/l
<b>ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>				
Βόριο	B	mg/l	0-2	mg/l
Οξύτητα/αλκαλικότητα	pH	1-14	6,0-8,5	
Κλάσμα προσρόφησης νατρίου	SAR	(me/l) <sup>0,5</sup>	0-15	

Απαραίτητες εργαστηριακές αναλύσεις και το εύρος των κανονικών τιμών στο νερό άρδευσης

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

$$LF = \frac{\text{ποσοτητα νερου που στραγγιζει κατω απο το ριζοστρομα}}{\text{ποσοτητα νερου που εφαρμοζεται στην επιφανεια}}$$

- Μια τιμή του κλάσματος στράγγισης 0,15 σημαίνει ότι, το 15% του νερού άρδευσης στραγγίζει και το 85%, καλύπτει τις ανάγκες της εξατμισοδιαπνοής.
- Μεγάλες τιμές του κλάσματος στράγγισης ( $LF \geq 0,5$ ) έχουν σαν αποτέλεσμα την καλύτερη έκπλυση ή αλλιώς τη μικρότερη απόθεση αλάτων.

$$LF = \frac{D_{v\sigma}}{D_{v\alpha}} \propto \text{εκπλυση αλατων}$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Από την αρχή διατήρησης της μάζας έχουμε για τα άλατα σε δυο σημεία του εδάφους 1 και 2.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$$

όπου  $C$  είναι οι συγκεντρώσεις των αλάτων και  $V$  οι όγκοι του νερού άρδευσης. Για αναγωγή σε επιφάνεια ενός στρέμματος έχουμε:

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{EC_1}{EC_2}$$

όπου  $D$  είναι το ύψος του νερού και  $EC$  η ηλεκτρική αγωγιμότητά του. Έτσι, αν η επιφάνεια του εδάφους και το κατώτερο σημείο του ριζοστρώματος αντιστοιχούν στα σημεία 1 (άρδευσης) και 2 (στράγγισης), το  $LF$  εκφράζεται ως:

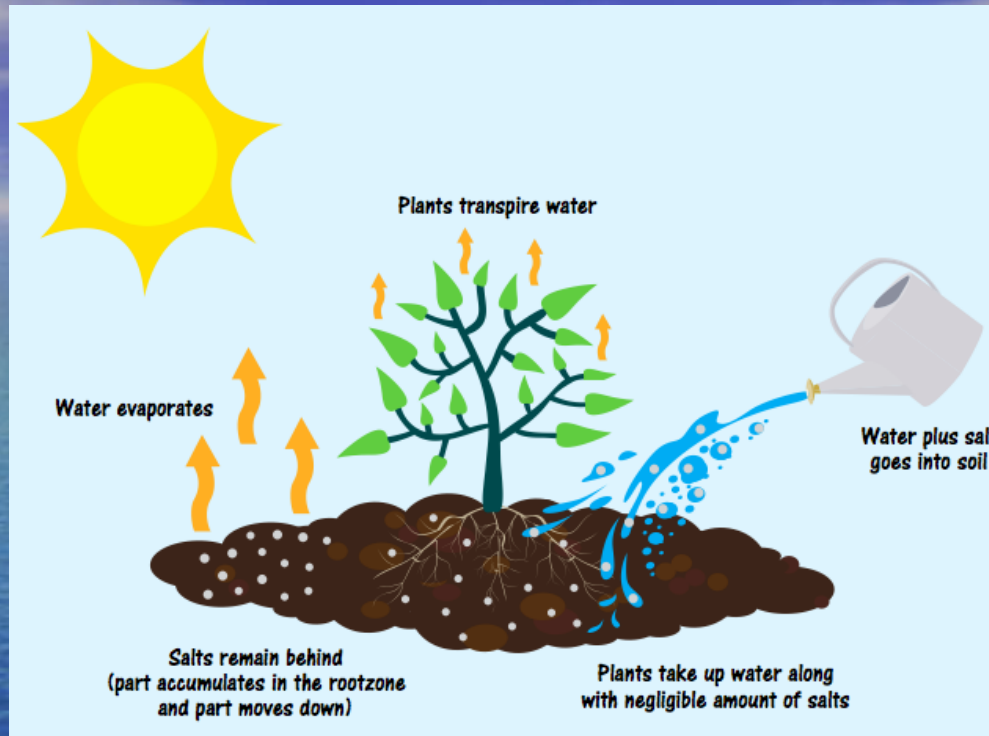
# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

$$LF = \frac{EC_{va}}{EC_{vs}}$$

όπου

- $EC_{vs}$  και  $EC_{va}$  = ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού στράγγισης και άρδευσης αντίστοιχα.
- $LF$  = κλάσμα στράγγισης.
- $EC_{vs} \approx EC_{\text{εδαφ. νερού}}$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ



Σε κατάσταση ισορροπίας ισχύει η διατήρηση της μάζας:

$$D_{\nu\alpha} + D_{\nu\beta} = D_{\nu\sigma} + D_{\nu\epsilon}$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

$$D_{\nu\alpha} + D_{\nu\beta} = D_{\nu\sigma} + D_{\nu\epsilon}$$

ΌΠΟΥ

- $D_{\nu\alpha}$  και  $D_{\nu\beta}$ , η ποσότητα του νερού άρδευσης και βροχόπτωσης αντίστοιχα σε cm
- $D_{\nu\sigma}$  και  $D_{\nu\epsilon}$ , η ποσότητα του νερού στράγγισης και εξατμισοδιαπνοής αντίστοιχα σε cm

Για να υπάρχει απόθεση αλάτων στο έδαφος με άρδευση:

$$D_{\nu\alpha} \times EC_{\nu\alpha} > D_{\nu\sigma} \times EC_{\nu\sigma}$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Παράδειγμα 1. Μια καλλιέργεια αρδεύεται με νερό ηλεκτρικής αγωγιμότητας  $EC_{va}=1 \text{ mS/cm}$  και σε ποσότητα τόση ώστε το κλάσμα στράγγισης (LF) να είναι 0,15. Να βρεθεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού στράγγισης.

## Υπολογισμός

Με εφαρμογή του τύπου:

$$EC_{vs} = \frac{EC_{va}}{LF} \Rightarrow EC_{vs} = \frac{1}{0,15} = 6,7 \text{ mS/cm}$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η ποσότητα του ολικού νερού ( $D$  ή  $AW$ ) που προστίθεται για να καλύψει τις ανάγκες της εξατμισοδιαπνοής ( $ET$ ) και της στράγγισης είναι:

$$AW = ET + LF \times AW \Rightarrow AW \times (1 - LF) = ET \Rightarrow$$

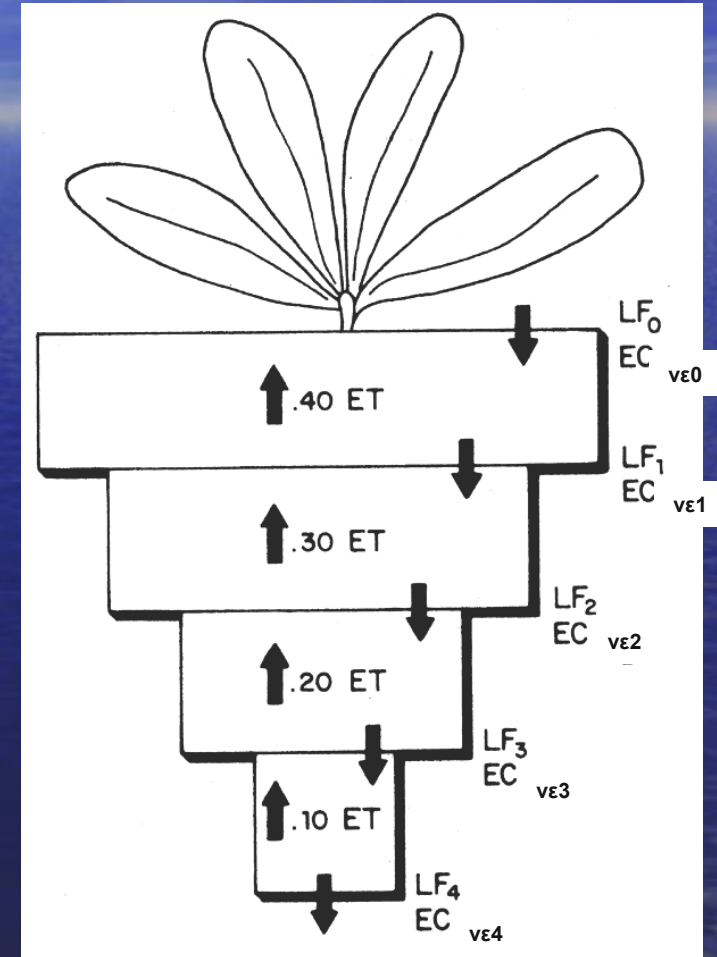
$$AW = \frac{ET}{(1 - LF)}$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Για τον υπολογισμό της μέσης αλατότητας του ριζοστρώματος, απαιτούνται οι τιμές της αλατότητας του εδαφοδιαλύματος, σε 5 σημεία:

- στην επιφάνεια του εδάφους, και
- στα όρια των τεσσάρων τετάρτων του ριζοστρώματος.

Γι αυτό, πρέπει να είναι γνωστή η αλατότητα του νερού άρδευσης ( $EC_{va}$ ), η ποσότητα του νερού που απαιτείται για την καλλιέργεια στη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου (εξατμισοδιαπνοή ET) και το κλάσμα στράγγισης (LF).



# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η αλατότητα του εδαφικού νερού, στο όριο κάθε τετάρτου του ριζοστρώματος ( $EC_{ve}$ ) βρίσκεται από τον υπολογισμό του κλάσματος στράγγισης στο αντίστοιχο τέταρτο του ριζοστρώματος, με τη βοήθεια των σχέσεων:

$$LF = \frac{D_{v\sigma}}{D_{v\alpha}} \quad \text{και} \quad EC_{ve} = \frac{EC_{v\alpha}}{LF}$$

$D_{v\alpha}$  και  $EC_{v\alpha}$  είναι σταθερά για όλες τις ζώνες του ριζοστρώματος,  
και η αλατότητα του τελευταίου τετάρτου του ριζοστρώματος  $EC_{ve4}$ , ισοδυναμεί με την αλατότητα του νερού στράγγισης  $EC_{v\sigma}$ .

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

## Παράδειγμα 2

Μια καλλιέργεια με ετήσιες ανάγκες σε νερό  $ET=1000\text{mm}$ , αρδεύεται με νερό αγωγιμότητας  $EC_{va}=1\text{ mS/cm}$ . Αν το κλάσμα στράγγισης είναι  $LF=0,15$ , να υπολογισθεί η μέση αλατότητα του ριζοστρώματος.

## Υπολογισμός

Γίνεται δεκτό το μοντέλο ότι, τα φυτά για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε νερό, παραλαμβάνουν το 40, 30, 20, 10% του νερού από το πρώτο, δεύτερο, τρίτο και τελευταίο τέταρτο του ριζοστρώματος αντίστοιχα.

$LF=0.15$  σημαίνει ότι το 15% στραγγίζει από το έδαφος ενώ το 85% καλύπτει τις ανάγκες του φυτού που εκφράζεται με την  $ET$ .

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Επομένως, για τον υπολογισμό της μέσης αλατότητας θα πρέπει να υπολογισθεί η αλατότητα του εδαφικού νερού σε πέντε σημεία ήτοι: στην επιφάνεια του εδάφους  $EC_{ve0}$  και στα όρια του πρώτου, δεύτερου, τρίτου και τελευταίου τετάρτου του ριζοστρώματος αντίστοιχα ( $EC_{ve1}$ ,  $EC_{ve2}$ ,  $EC_{ve3}$ ,  $EC_{ve4} = EC_{vs}$ ).

Το νερό που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών της εξατμισοδιαπνοής και της στράγγισης με  $LF=0,15$  είναι:

$$AW = \frac{ET}{(1 - LF)} = 1176mm$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η αλατότητα του νερού στην επιφάνεια του εδάφους  $EC_{vε0}$ , θα πρέπει να είναι ίδια με του νερού άρδευσης  $EC_{vα}$ . Επιπλέον, αφού όλο το νερό εισέρχεται από την επιφάνεια του εδάφους και διηθείται προς τα κάτω, το κλάσμα στράγγισης στην επιφάνεια του εδάφους θα είναι  $LF_0=1,0$ .

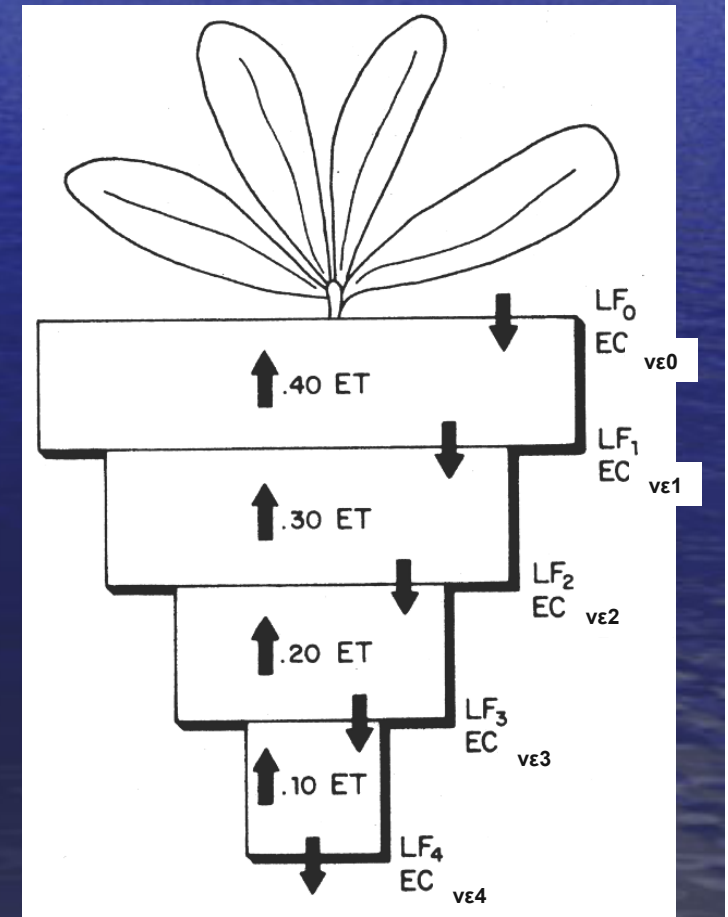
Άρα:

$$EC_{vσ0} = EC_{vε0} = \frac{EC_{vα}}{LF_0} = 1 mS/cm$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η αλατότητα του νερού στο όριο κάθε τετάρτου του ριζοστρώματος, βρίσκεται με υπολογισμό του κλάσματος στράγγισης του αντίστοιχου τετάρτου του ριζοστρώματος, με εφαρμογή των τύπων:

$$LF = \frac{D_{v\sigma}}{D_{v\alpha}}, \quad EC_{v\varepsilon} = \frac{EC_{v\alpha}}{LF}$$



# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Άρα:

$$LF_1 = \frac{1176 - 0,40(1000)}{1176} = 0,66 \text{ και } EC_{ve1} = \frac{EC_{va}}{LF_1} = \frac{1}{0,66} = 1,5mS/cm$$

$$LF_2 = \frac{1176 - 0,40(1000) - 0,30(1000)}{1176} = 0,40 \text{ και } EC_{ve2} = \frac{1}{0,4} = 2,5mS/cm$$

$$LF_3 = \frac{1176 - 0,40(1000) - 0,30(1000) - 0,20(1000)}{1176} = 0,23 \text{ και } EC_{ve3} = \frac{1}{0,23} = 4,3mS/cm$$

$$LF_4 = \frac{1176 - 0,40(1000) - 0,30(1000) - 0,20(1000) - 0,10(1000)}{1176} = \frac{1176 - 1000}{1176} = 0,15 \text{ και}$$

$$EC_{ve4} = \frac{1}{0,15} = 6,7mS/cm = EC_{v\sigma}$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η μέση αλατότητα του εδαφικού νερού στην περιοχή του ριζοστρώματος βρίσκεται από το μέσο όρο των πέντε τιμών αλατότητας. Άρα:

$$EC_{ve} = \frac{EC_{ve0} + EC_{ve1} + EC_{ve2} + EC_{ve3} + EC_{ve4}}{5} \Rightarrow$$

$$EC_{ve} = \frac{1 + 1,5 + 2,5 + 4,3 + 6,7}{5} = 3,2 \text{ mS/cm}$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

- Στην πράξη η αλατότητα του εδάφους μετράται στο νερό κορεσμού και η τιμή της κατά προσέγγιση είναι ίση με το μισό της αλατότητας του εδαφικού διαλύματος.
- Σε γενικές γραμμές για  $LF=0,15-0,20$  ο υπολογισμός της αλατότητας του εδαφικού νερού ( $EC_{ve}$ ) ή η αλατότητα του εκχυλίσματος κορεσμού ( $EC_e$ ), όταν είναι γνωστή η αλατότητα του νερού άρδευσης ( $EC_{va}$ ), μπορεί να γίνει με τη βοήθεια των εμπειρικών σχέσεων:

$$EC_{ve} = 2EC_e$$

$$EC_{ve} = 3EC_{va}$$

$$EC_e = 1,5EC_{va}$$

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Επειδή όμως δεν εξασφαλίζονται πάντα οι τιμές 0,15 - 0,20 του επιθυμητού κλάσματος στράγγισης, για τον ακριβή υπολογισμό της προβλεπόμενης εδαφικής αλατότητας ( $EC_e$ ), χρησιμοποιείται ένας συντελεστής συμπύκνωσης, η τιμή του οποίου μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του LF και δίδεται από πίνακες. Η προβλεπόμενη αλατότητα **μετά από χρήση για αρκετά χρόνια** νερού άρδευσης, δίνεται από τη σχέση:

$$EC_e = X \cdot EC_{να}$$

όπου X είναι ο συντελεστής συμπύκνωσης.

# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

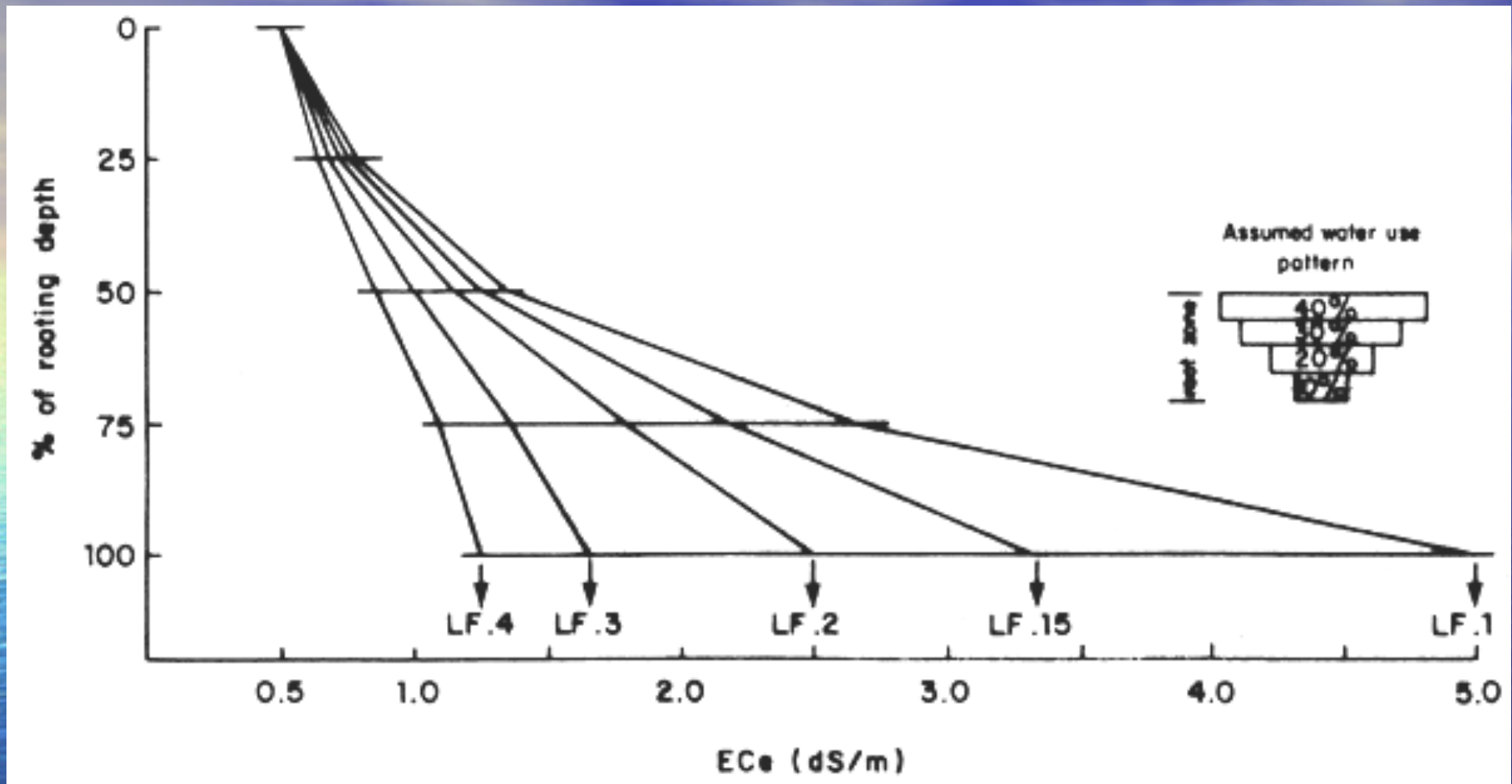
**ΠΙΝΑΚΑΣ 26**

Συντελεστές συμπύκνωσης ( $x$ ) για την πρόβλεψη της εδαφικής αλατότητας ( $EC_e$ ) από την αλατότητα του νερού άρδευσης ( $EC_{va}$ ) και το κλάσμα στράγγισης ( $LF$ ) (Ayres και Westcot, 1985)

Κλάσμα Στράγγισης ( $LF$ )	Απαιτούμενη ολική ποσότητα νερού άρδευσης (% της $ET$ )	Παράγοντας συμπύκνωσης ( $X$ )	
0,05	105,3	3,2	
0,10	111,1	2,1	
0,15	117,6	1,6	
0,20	125,0	1,3	
0,25	133,3	1,2	Συνεκτικά
0,30	142,9	1,0	
0,40	166,7	0,9	Αμμώδη εδάφη
0,50	200,0	0,8	
0,60	250,0	0,7	
0,70	333,3	0,6	
0,80	500,0	0,6	

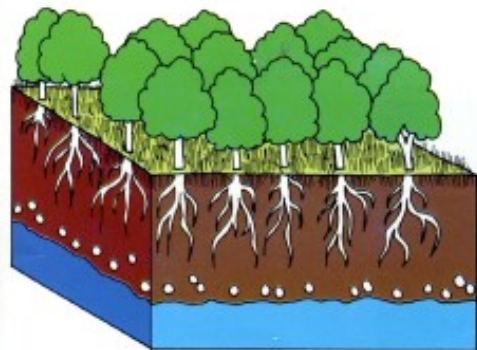


# Η ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

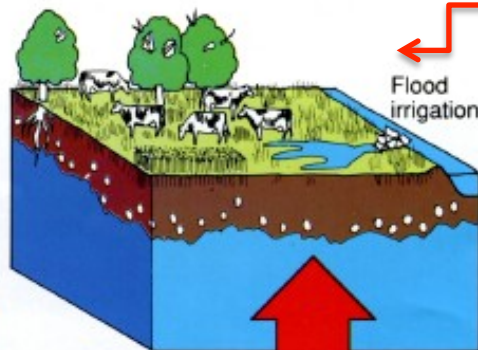


- Όσο αυξάνει το LF, τόσο μεγαλύτερη έκπλυση αλάτων (ή μικρότερη EC) σ' όλο το εδαφικό προφίλ.
- Σε μεγαλύτερο βάθος ριζοστρώματος παρατηρείται συσσώρευση αλάτων (ή μεγαλύτερη EC).

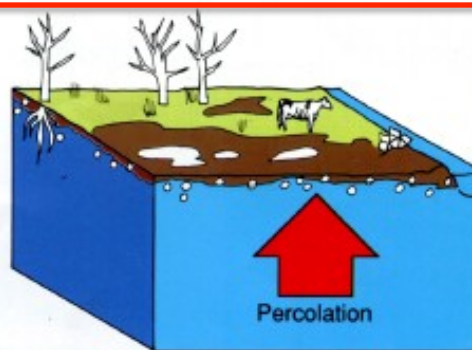
# Αλατότητα από την αλλαγή χρήσης γης και...



**Before clearing**  
The system is in balance.  
Most water is used where it falls.

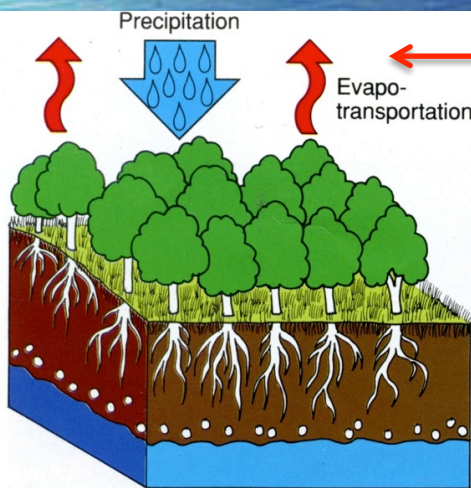


**After clearing and irrigating**  
Evaporation and irrigation seepage concentrates saline groundwater at the surface.

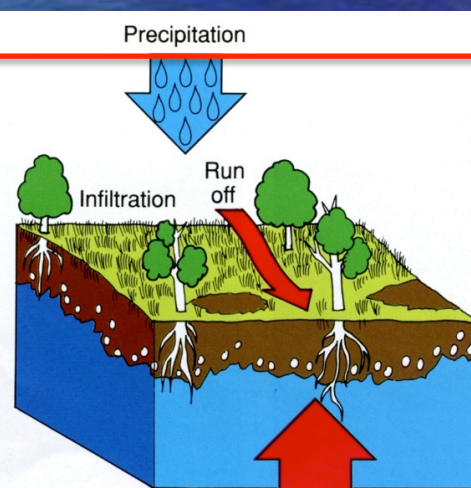


**Later**  
Protective plant cover is killed by the accumulation of salt at the surface.  
The land is open to erosion.

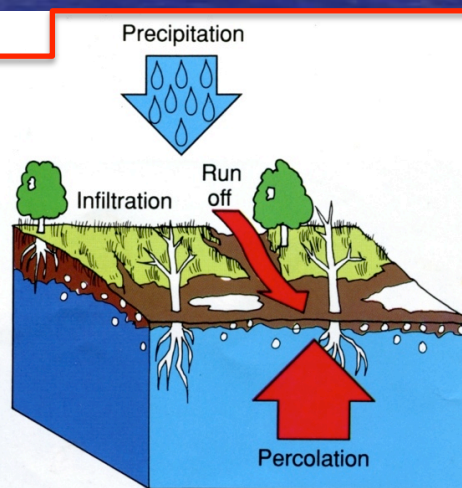
λόγω  
άρδευσης



**Before clearing**  
Most water is used where it falls.  
The system is in balance.



**After clearing**  
Saline groundwater rises and is concentrated at the surface by evaporation. Vegetation growth is affected.



**Later**  
Accumulation of salt at the surface kills protective plant cover. The land is open to erosion.

λόγω  
κλίματος

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

## α) ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ

Τα προβλήματα που δημιουργεί στην ανάπτυξη των φυτών η συσσώρευση αλάτων στο έδαφος, προλαμβάνονται ή αντιμετωπίζονται με τη λήψη μιας σειράς μέτρων και ποτέ με μια μεμονωμένη δράση. Την σημαντικότερη θέση μεταξύ των μέτρων αυτών, κατέχει η **στράγγιση** του εδάφους ιδιαίτερα με στραγγιστικό δίκτυο.

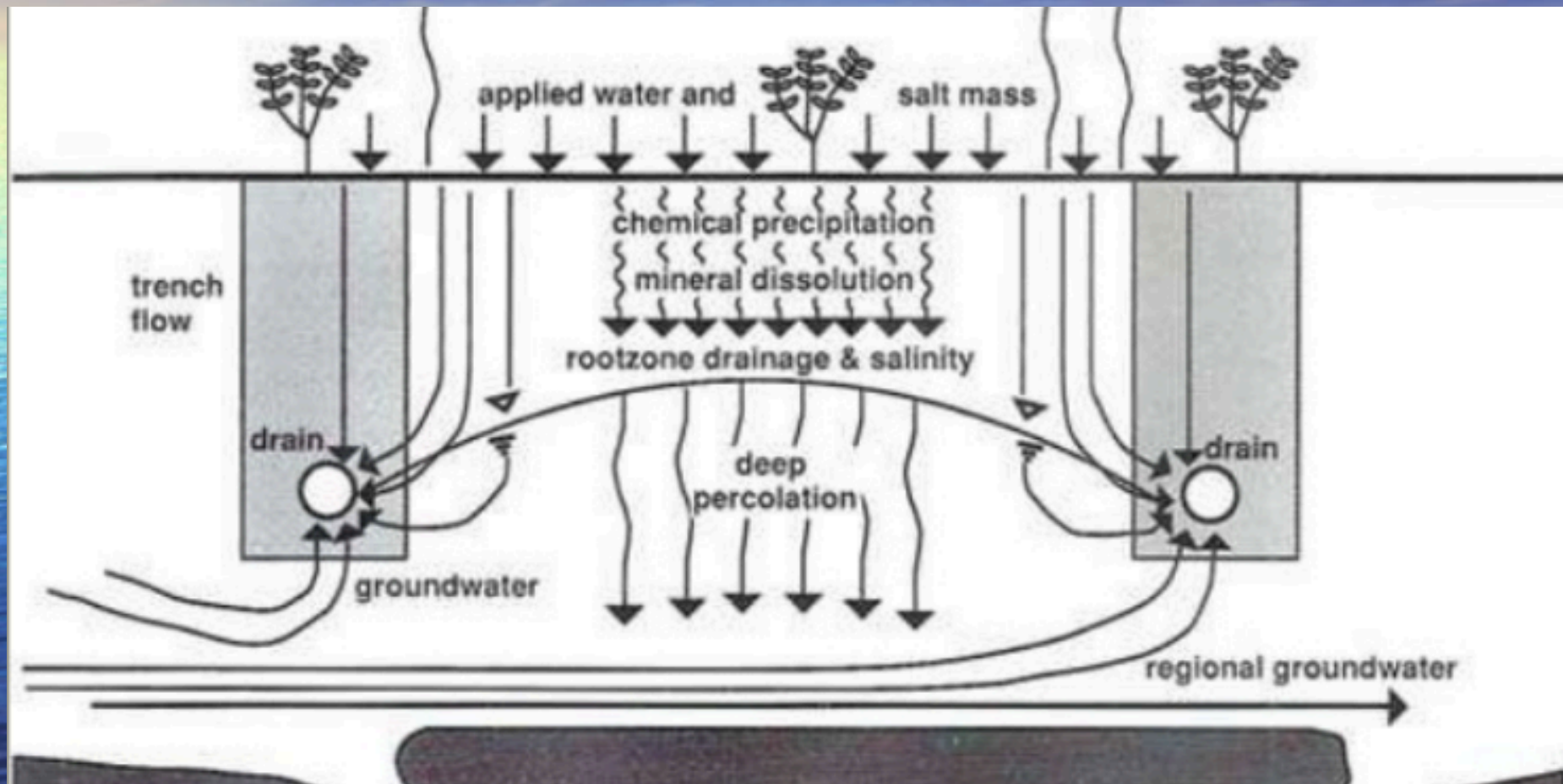
Ο λόγος είναι ότι όταν η υπόγεια στάθμη είναι ψηλά, τα αλάτια ακόμα κι αν ξεπλυθούν δεν απομακρύνονται, θα φτάσουν μέχρι το πάνω όριο της υπόγειας στάθμης, και σύντομα θα επανατροφοδοτήσουν το έδαφος λόγω της τριχοειδούς ανύψωσης.

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

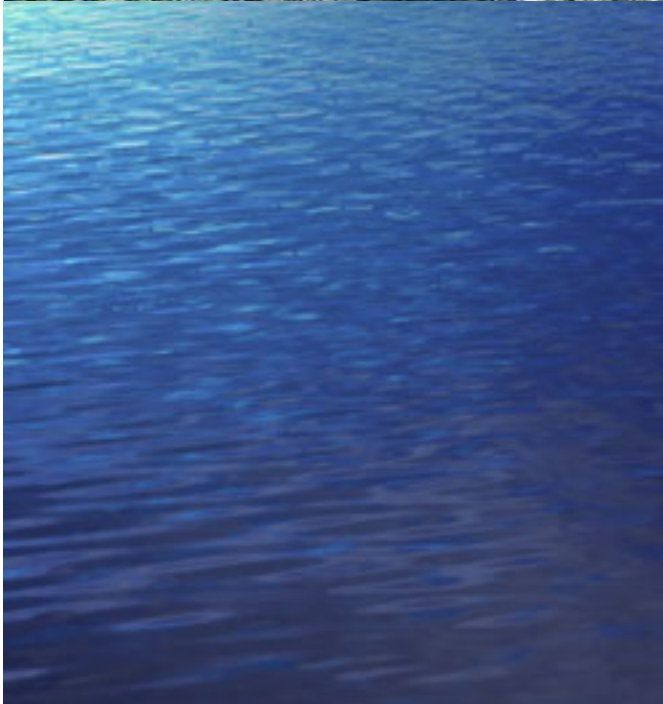
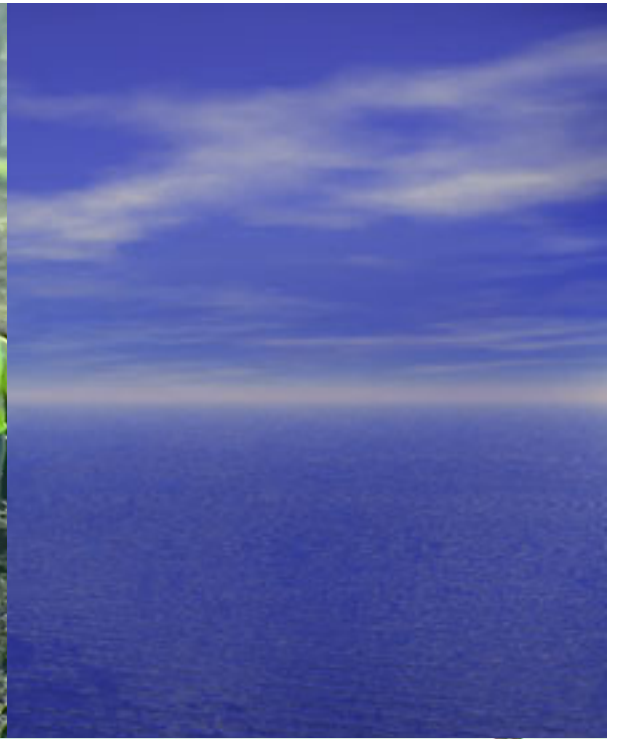
## β) ΒΑΘΙΑ ΔΙΗΘΗΣΗ

Μετά την εξασφάλιση καλών συνθηκών στράγγισης και την κατασκευή στραγγιστικού δικτύου συνήθως σε βάθος **2 μέτρων**, προσφέρεται νερό σε ποσότητα μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών της εξατμισοδιαπνοής, επιδιώκοντας έτσι την απομάκρυνση της περίσσειας των αλάτων.

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ



Τοποθέτηση διάτρητων στραγγιστικών σωλήνων



Prairie  
Public

Prairie  
Public

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Η επιπλέον ποσότητα του νερού για την απομάκρυνση της περίσσειας αλάτων υπολογίζεται με τη βοήθεια της σχέσης:

$$LR = \frac{EC_{va}}{5 EC_e - EC_{va}}$$

Όπου:

- LR (Leaching Requirement) = η **ελάχιστη** ποσότητα νερού που είναι αναγκαία για τον έλεγχο της αλατότητας, για μια συγκεκριμένη καλλιέργεια και κανονικές μεθόδους άρδευσης.
- $EC_{va}$  = η αλατότητα του νερού άρδευσης.
- $EC_e$  = η **μέση** αλατότητα που μπορεί να ανεχθεί το φυτό, όπως μετράται στο εκχύλισμα κορεσμού.

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

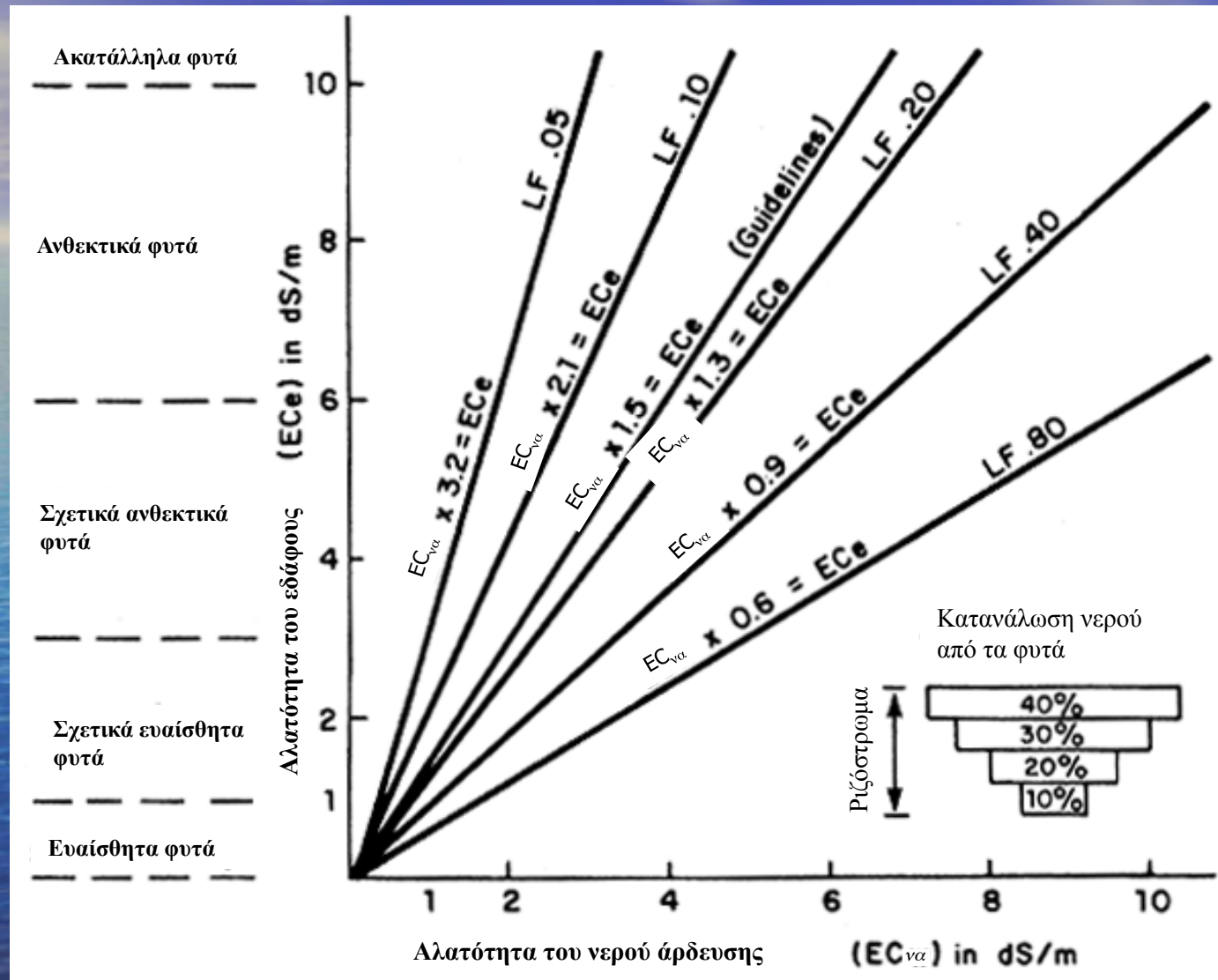
Η ολική ετήσια ποσότητα νερού που απαιτείται τόσο για τις ανάγκες του φυτού, όσο και για το LR υπολογίζονται από τη σχέση:

$$AW = \frac{ET}{(1 - LR)}$$

Όπου:

- $AW$  = η ολική ποσότητα του νερού που απαιτείται (mm /έτος).
- $ET$  = η ετήσια ποσότητα νερού για τις ανάγκες του φυτού (mm /έτος).
- $LR = LF$  = η επιπλέον ποσότητα του νερού για την απομάκρυνση της περίσσειας αλάτων.

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ



Επίδραση της αλατότητας του νερού άρδευσης ( $EC_{va}$ ) στην αλατότητα του ριζοστρώματος ( $EC_e$ ) σε διαφορετικούς συντελεστές συμπύκνωσης (διάφορα LF).

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

## Παράδειγμα 3

Μια καλλιέργεια καλαμποκιού είναι εγκατεστημένη σε ένα πηλώδες ομοιόμορφο έδαφος και αρδεύεται με αυλάκια.

Το εφαρμοζόμενο νερό είναι ποτάμιας προέλευσης με αγωγιμότητα  $EC_{va}=1,2 \text{ mS/cm}$ .

Οι ετήσιες ανάγκες σε εξατμισοδιαπνοή είναι  $ET=800\text{mm}$ .

Πόση επιπλέον ποσότητα νερού απαιτείται για την έκπλυση των αλάτων;

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

## Δεδομένα

- $EC_{va}=1,2 \text{ mS/m}$
- $EC_e=2,5 \text{ mS/m}$  από τον Πίνακα 27 για απόδοση αραβοσίτου 90% &
- $EC_e=1,7 \text{ mS/m}$  από τον Πίνακα 27 για απόδοση αραβοσίτου 100%

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

## Υπολογισμοί

Το LR για την κατάλληλη  $EC_e$  ανάλογα με την απόδοση, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$LR = \frac{EC_{va}}{5 \times EC_e - EC_{va}} = \frac{1,2}{5 \times 2,5 - 1,2} = 0,10$$

για απόδοση 90%

$$LR = \frac{1,2}{5 \times 1,7 - 1,2} = 0,16$$

για απόδοση 100%

## ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Η ποσότητα του νερού που απαιτείται για τις ανάγκες του φυτού και την έκπλυση των αλάτων είναι:

$$AW = \frac{ET}{1 - LR} = \frac{800}{1 - 0,10} = 890 \text{ mm/περιοδο}$$

## ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

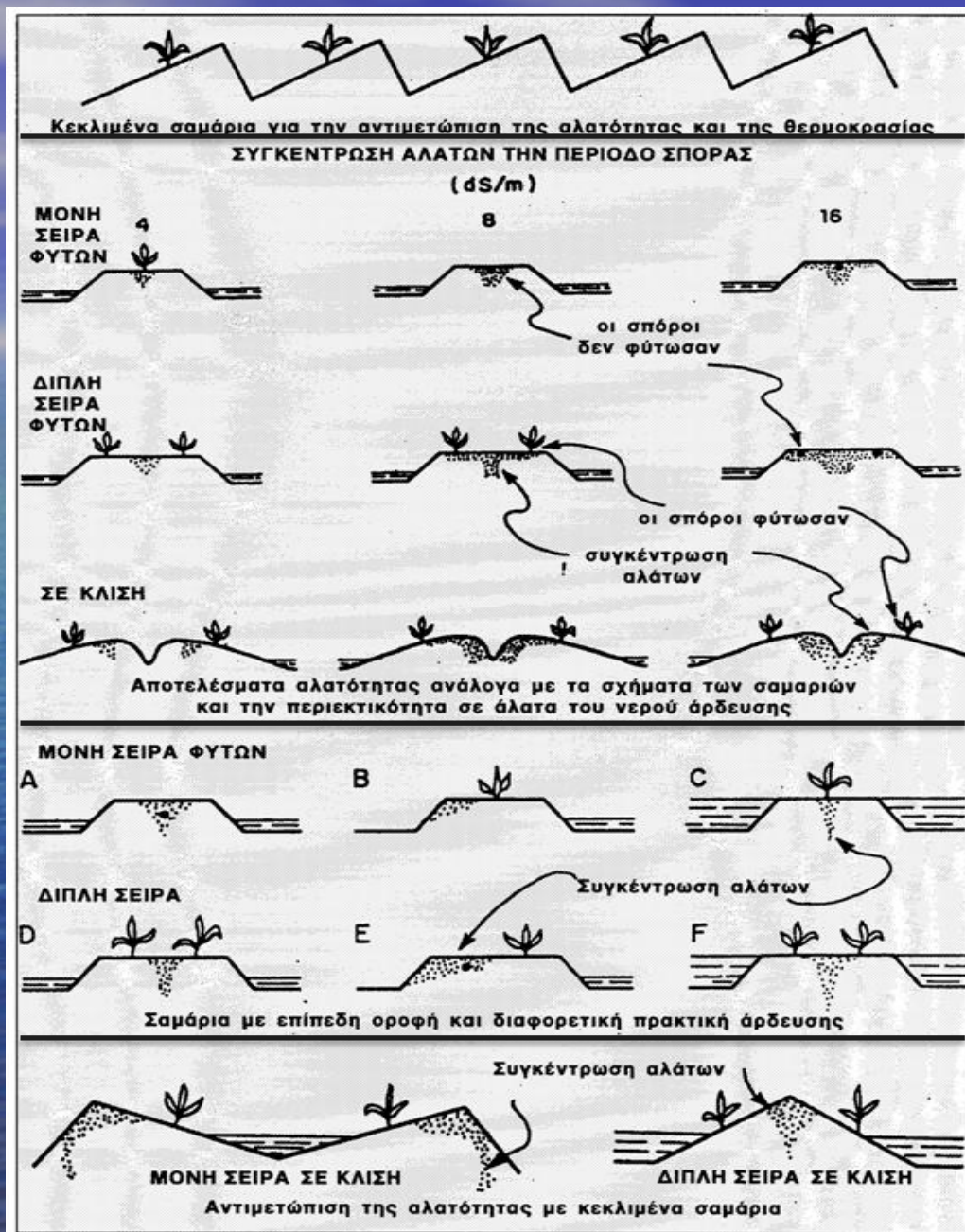
- Οι επιπλέον ποσότητες νερού που θα εξασφαλίσουν την απομάκρυνση της περίσσειας των αλάτων, είναι χρήσιμο να εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου, για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα λόγω μειωμένων απωλειών εξαιτίας της ΕΤ.
- Να εφαρμόζονται με **καταιονισμό** αντί με κατάκλυση και μάλιστα με ρυθμό μικρότερο από τη διηθητικότητα του εδάφους, πράγμα που θα επιτρέψει την ακόρεστη ροή, η οποία είναι αποτελεσματικότερη από την κορεσμένη για την έκπλυση των αλάτων.

# ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

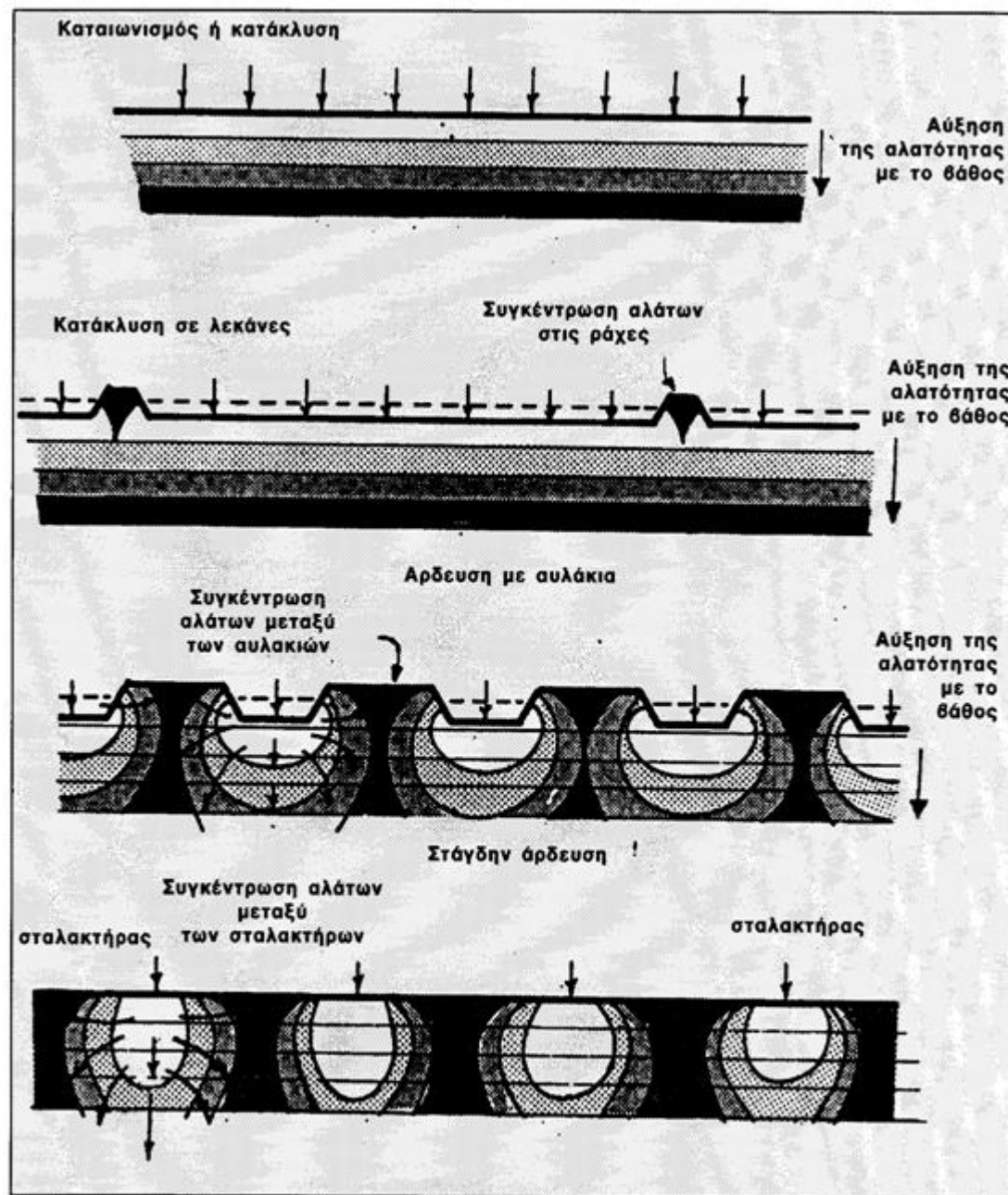
## γ) ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Καλλιεργητικά μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν σε συνδυασμό με την εξασφάλιση καλών συνθηκών στράγγισης για την αντιμετώπιση της αλατότητας των εδαφών, είναι:

- η απόξεση της επιφανειακής κρούστας εδάφους με την αυξημένη συγκέντρωση αλάτων,
- η ισοπέδωση του εδάφους,
- η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου άρδευσης και ο προγραμματισμός των αρδεύσεων,
- η τοποθέτηση των φυτών στις κατάλληλες θέσεις,
- η κατάλληλη χρήση λιπασμάτων και οργανικής ουσίας,
- η επιλογή ανθεκτικών στα άλατα καλλιεργειών.



Σχήμα 14. Θέσεις με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων, ανάλογα με το είδος των σαμαριών.  
 Πηγή: Bernstein et al, 1955



Σχήμα 15. Συγκέντρωση των αλάτων στο έδαφος ανάλογα με τη μέθοδο άρδευσης. Πηγή: Ayres and Westcot, 1985

Η στάγδην άρδευση πλεονεκτεί σε σχέση με άλλα συστήματα άρδευσης γιατί εξασφαλίζει συνεχή έκπλυση αλάτων.

Η υπεροχή αυτή γίνεται μεγαλύτερη όταν η αλατότητα του εδάφους > αλατότητα αντοχής των φυτών ή όταν το αρδευτικό νερό είναι επιβαρυσμένο με άλατα με  $EC_{va} > 1 \text{ mS/cm}$ .

Ο καταιονισμός είναι η αμέσως καλύτερη μέθοδος ενέχοντας τον κίνδυνο εγκαυμάτων στα φύλλα από άλατα Na και Cl.



Αλάτια στην επιφάνεια εδάφους με την άρδευση

## Ανθεκτικότητά των φυτών στα άλατα

Μεγάλης ανθεκτικότητας	Μέσης ανθεκτικότητας	Μικρής ανθεκτικότητας
<p>Φοινικιά                      Παντζάρι                      Σπαράγγι                      Σπανάχι                      Λάχανο                      Κριθάρι</p>	<p>Ροδιά                      Συκιά                      Ελιά                      Αμπέλι                      Τομάτα                      Πιπέρι                      Μαρούλι                      Κραμπί                      Καρώτο                      Κρεμμύδι                      Κουνουπίδι                      Μπιζέλι                      Κουκιά                      Λουβιά                      Πεπόνι                      Πατάτα                      Κολοκύθι                      Αγγούρι                      Τριφύλλι                      Σιτάρι                      Καλαμπόκι                      Σιφουνάρι                      Γρασίδι                      Βουκεμβίλια                      Δεντρολίβανο                      Αροδάφνη                      Λαντάνα                      Πιπτόσπορο</p>	<p>Πορτοκαλιά                      Λεμονιά                      Δαμασκηλιά                      Αμυγδαλιά                      Ροδακινιά                      Χρυσομηλιά                      Αχλαδιά                      Μηλιά                      Φράουλα                      Ρεπανάκι                      Σέλινο                      Ραδίκια                      Φασολάκι                      Φασόλια (ξηρά)                      Καλλιστήμων                      Τούγια                      Βιβούρνο                      Ιβίσκος                      Χρυσάνθεμο                      Τριανταφυλλιά                      Γαρυφαλλιά</p>

**Πίνακας 27**  
**Αντοχή των φυτών στα άλατα και προβλεπόμενη απόδοση ορισμένων καλλιεργειών**  
**όπως επηρεάζονται από την ποιότητα του νερού αρδεύσεως ( $EC_w$ )**  
**και την εδαφική αλατότητα ( $EC_e$ ) (Maas και Holfman, 1977, Maas 1984)**

Εκτατικές καλλιεργείες	Προβλεπόμενη Απόδοση									
	100%		90%		75%		50%		0%	
	$EC_e$	$EC_w$	$EC_e$	$EC_w$	$EC_e$	$EC_w$	$EC_e$	$EC_w$	$EC_e$	$EC_w$
Κριθάρι ( <i>Hordeum vulgare</i> )	8,0	5,3	10	6,7	13	8,7	18	12	28	19
Βαμβάκι ( <i>Gossypium hirsutum</i> )	7,7	5,1	9,6	6,4	13	8,4	17	12	27	18
Ζαχαρότευτλο ( <i>Beta vulgaris</i> )	7,0	4,7	8,7	5,8	11	7,5	15	10	24	16
Σόργο ( <i>Sorghum bicolor</i> )	6,8	4,5	7,4	5,0	8,4	5,6	9,9	6,7	13	8,7
Σιτάρι ( <i>Triticum aestivum</i> )	6,0	4,0	7,4	4,9	9,5	6,3	13	8,7	20	13
Σιτάρι σκληρό ( <i>T. turgidum</i> )	5,7	3,8	7,6	5,0	10	6,9	15	10	24	16
Σόγια ( <i>Glycine max</i> )	5,0	3,3	5,5	3,7	6,3	4,2	7,5	5,0	10	6,7
Κτην. Μπιζέλη ( <i>Vigna unguiculata</i> )	4,9	3,3	5,7	3,8	7,0	4,7	9,1	6,0	13	8,8
Φυσικιά ( <i>Arachis hypogea</i> )	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4
Ρύζι ( <i>Oryza sativa</i> )	3,0	2,0	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11	7,6
Καλαμπόκι ( <i>Zea mays</i> )	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Λινάρι ( <i>Linum usitatissimum</i> )	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Φακή ( <i>Vicia faba</i> )	1,5	1,1	2,6	1,8	4,2	2,0	6,8	4,5	12	8,0
Φασόλι ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
<b>Λαχανοκομικά</b>										
Κολοκυθάκια ( <i>Cucurbita pepo melopepo</i> )	4,7	3,1	5,8	3,8	7,4	4,9	10	6,7	15	10
Τεύτλα ( <i>Beta vulgaris</i> )	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15	10
Κολοκύθι ( <i>Cucurbita pepo melopepo</i> )	3,2	2,1	3,8	2,6	4,8	3,2	6,3	4,2	9,4	6,3
Μπρόκολα ( <i>Brassica oleracea botrytis</i> )	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5	14	9,1
Ντομάτα ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	13	8,4
Αγγούρι ( <i>Cucumis sativus</i> )	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10	6,8
Σπανάκι ( <i>Spinacea oleracea</i> )	2,0	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15	10
Σέλινο ( <i>Apium graveolens</i> )	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18	12
Λάχανο ( <i>Brassica oleracea capitata</i> )	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7,0	4,6	12	8,1
Πατάτα ( <i>Solanum tuberosum</i> )	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Γλυκοπατάτα ( <i>Ipomoea batatas</i> )	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	11	7,1
Πιπεριά ( <i>Capsicum annum</i> )	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,6	5,8
Μαρούλι ( <i>Lactuca sativa</i> )	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9,0	6,0
Ρεπάνι ( <i>Raphanus sativus</i> )	1,2	0,8	2,0	1,3	3,1	2,1	5,0	3,4	8,9	5,9
Κρεμμύδι ( <i>Allium cepa</i> )	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5,0
Καρότο ( <i>Daucus carota</i> )	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,0	8,1	5,4
Φασόλι ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Γογγύλι ( <i>Brassica rapa</i> )	0,9	0,6	2,0	1,3	3,7	2,5	6,5	4,3	12	8,0

Ο πίνακας αφορά:

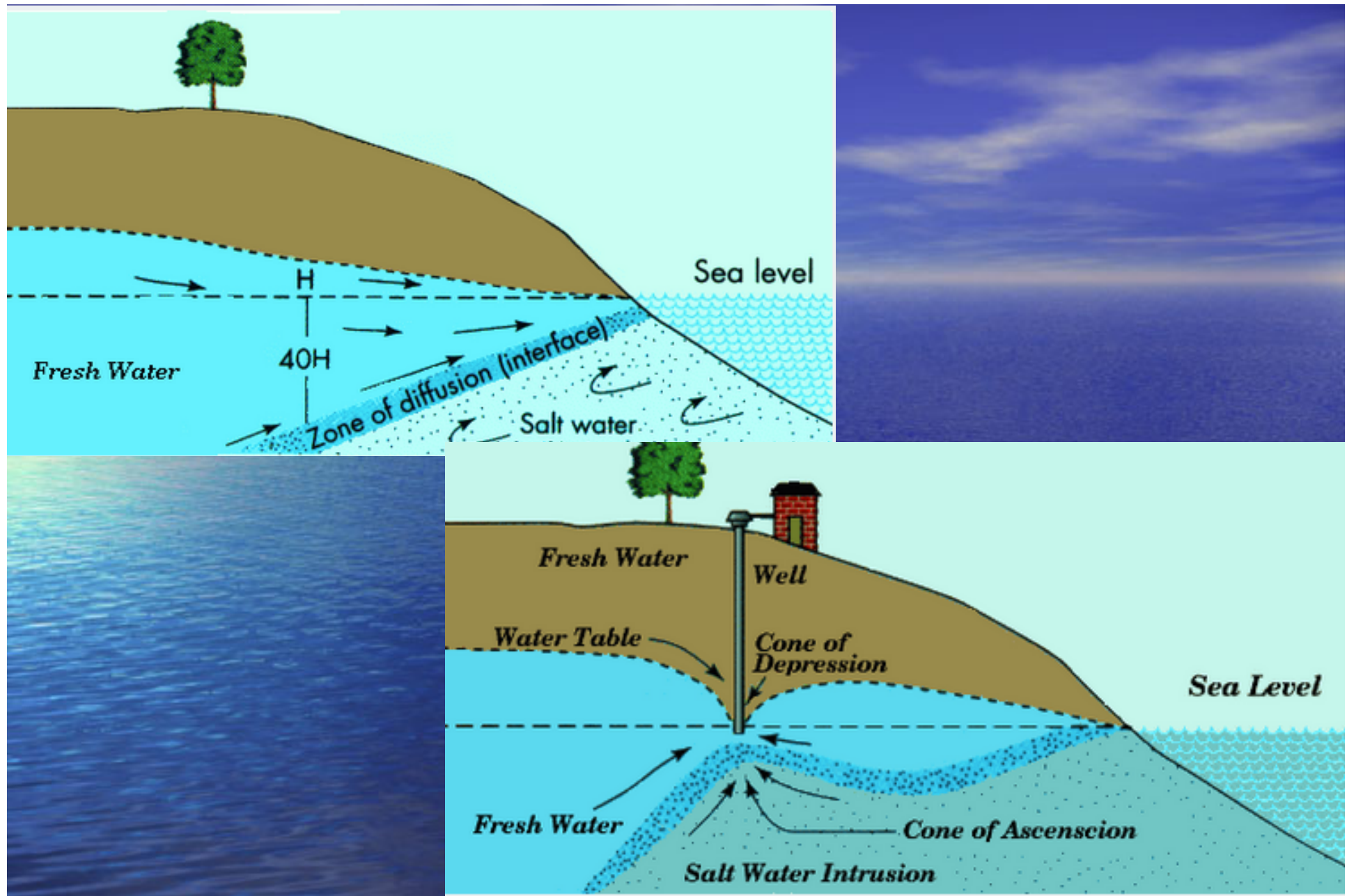
- αρδευόμενες καλλιεργείες σε ημίξηρο κλίμα.
- η  $EC_e$  είναι η μέση αλατότητα του ριζοστρώματος.

- $LF=0.15$

- $EC_e = 1,5EC_{va}$

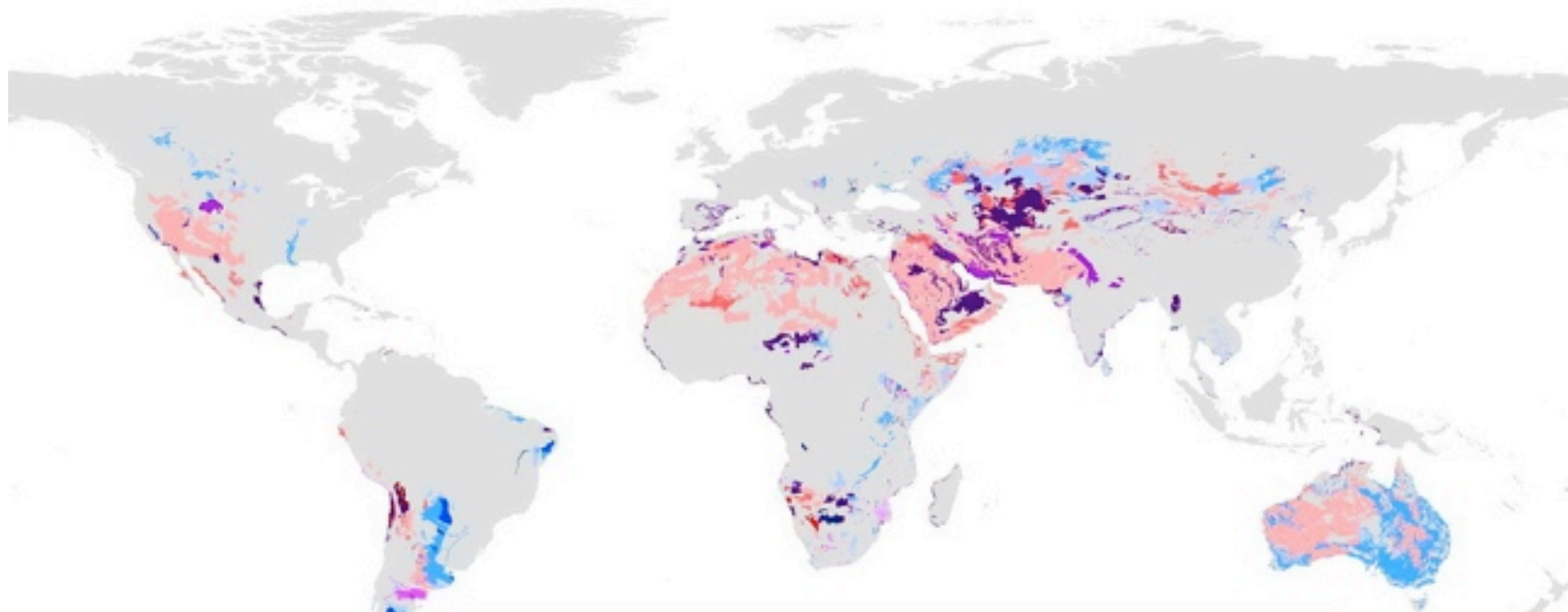
Πίνακας 27 (συνέχεια)

Εκτατικές καλλιέργειες	Προβλεπόμενη Απόδοση									
	100%		90%		75%		50%		0%	
	EC <sub>e</sub>	EC <sub>w</sub>	EC <sub>e</sub>	EC <sub>w</sub>	EC <sub>e</sub>	EC <sub>w</sub>	EC <sub>e</sub>	EC <sub>w</sub>	EC <sub>e</sub>	EC <sub>w</sub>
Φοίνικας ( <i>Phoenix dactylifera</i> )	4,0	2,7	6,8	4,5	11	7,3	18	12	32	21
Ελιά ( <i>Olea europaea</i> L)	-	1,5	-	2,6	-	6,5	-	13,4	-	26
Κορωνέικη	-	1,5	-	3,0	-	5,6	-	11,2	-	22
Αμφίσης	-	1,5	-	3,0	-	5,6	-	10,2	-	20
Μεγαρίτικη	-	1,5	-	1,8	-	3,6	-	8,4	-	19
Χονδρολιά Χαλκιδικής	-	1,5	-	1,8	-	3,6	-	8,4	-	19
Υποκείμενα Μηλιάς	-	<0,7	-	0,7	-	1,7	-	3,7	-	7,5
M-9	-	<0,8	-	0,8	-	1,6	-	3,3	-	6,6
M-106	-	<0,6	-	0,6	-	1,3	-	3,0	-	6,3
M-26	-	<0,6	-	0,6	-	1,3	-	3,0	-	6,3
Γκρέιπ Φρουτ ( <i>Citrus Paradisi</i> )	1,8	1,2	2,4	1,6	3,4	2,2	4,9	3,3	8,0	5,4
Πορτοκαλιά ( <i>Citrus sinensis</i> )	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8,0	5,3
Ροδακινιά ( <i>Prunus persica</i> )	1,7	1,1	2,2	1,5	2,9	1,9	4,1	2,7	6,5	4,3
Βερυκοκιά ( <i>Prunus armeniaca</i> )	1,6	1,1	2,0	1,3	2,6	1,8	3,7	2,5	5,8	3,8
Αμπέλι ( <i>Vitis</i> sp.)	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12	7,9
Αμυγδαλιά ( <i>Prunus dulcis</i> )	1,5	1,0	2,0	1,4	2,8	1,9	4,1	2,8	6,8	4,5
Δαμασκηλιά ( <i>Prunus domestica</i> )	1,5	1,0	2,1	1,4	2,9	1,9	4,3	2,9	7,1	4,7
Φράουλα ( <i>Fragaria</i> sp.)	1,0	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4,0	2,7
<b>Χορτοδοτικά φυτά</b>										
<i>Agropyron elongatum</i>	7,5	5,0	9,9	6,6	13	9,0	19	13	31	21
<i>Agropyron cristatum</i>	7,5	5,0	9,0	6,0	11	7,4	15	9,8	22	15
<i>Cynodon dactylon</i> (αγριάδα)	6,9	4,6	8,5	5,6	11	7,2	15	9,8	23	15
<i>Hordeum vulgare</i> (κριθάρι)	6,0	4,0	7,4	4,9	9,5	6,4	13	8,7	20	13
<i>Lolium perene</i>	5,6	3,7	6,9	4,6	8,9	5,9	12	8,1	19	13
<i>Lotus corniculatus tenuifolium</i>	5,0	3,3	6,0	4,0	7,5	5,0	10	6,7	15	10
<i>Phalaris tuberosa</i>	4,6	3,1	5,9	3,9	7,9	5,3	11	7,4	18	12
<i>Festuca elatior</i>	3,9	2,6	5,5	3,6	7,8	5,2	12	7,8	20	13
<i>Agropyron sibiricum</i>	3,5	2,3	6,0	4,0	9,8	6,5	16	11	28	19
<i>Vicia angustifolia</i>	3,0	2,0	3,9	2,6	5,3	3,5	7,6	5,0	12	8,1
<i>Sorghum sudanense</i>	2,8	1,9	5,1	3,4	8,6	5,7	14	9,6	26	17
<i>Elymus triticoides</i>	2,7	1,8	4,4	2,9	6,9	4,6	11	7,4	19	13
<i>Vigna unguiculata</i>	2,5	1,7	3,4	2,3	4,8	3,2	7,1	4,8	12	7,8
<i>Lotus uliginosus</i>	2,3	1,5	2,8	1,9	3,6	2,4	4,9	3,3	7,6	5,0
<i>Sesbania exaltata</i>	2,3	1,5	3,7	2,5	5,9	3,9	9,4	6,3	17	11
<i>Sphaerophysa salsula</i>	2,2	1,5	3,6	2,4	5,8	3,8	9,3	6,2	16	11
<i>Medicago sativa</i> (μηδική)	2,0	1,3	3,4	2,2	5,4	3,6	8,8	5,9	16	10
<i>Eragrostis</i> sp.	2,0	1,3	3,2	2,1	5,0	3,3	8,0	5,3	14	9,3
<i>Zea mays</i> (καλαμπόκι)	1,8	1,2	3,2	2,1	5,2	3,5	8,6	5,7	15	10
<i>Trifolium alexandrinum</i>	1,5	1,0	3,2	2,2	5,9	3,9	10	6,8	19	13
<i>Dactylis glomerata</i>	1,5	1,0	3,1	2,1	5,5	3,7	9,6	6,4	12	12
<i>Alopecurus pratensis</i>	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12	7,9
<i>Trifolium pratense</i>	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
<i>Trifolium hybridum</i>	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
<i>Trifolium repens</i>	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
<i>Trifolium fragiferum</i>	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6



Εισροή θαλασσινού νερού στο υπέδαφος των παραθαλάσσιων εδαφών λόγω υπεράντλησης.

# Η ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ



## Legend

### Type and severity levels of salt-affected soils

 saline slight	 sodic slight	 saline-sodic slight
 saline moderate	 sodic moderate	 saline-sodic moderate
 saline high	 sodic high	 saline-sodic high
 saline extreme	 sodic extreme	 saline-sodic extreme