

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του νερού άρδευσης που παίζουν το σημαντικότερο ρόλο στο χαρακτηρισμό της ποιότητάς του είναι:

- α) Η συνολική συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων. Εκτιμάται με τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητάς του (EC).
- β) Η σχετική αναλογία της συγκέντρωσης του νατρίου και των κατιόντων του ασβεστίου και του μαγνησίου. Η αναλογία αυτή εκτιμάται με τον υπολογισμό του λόγου προσρόφησης νατρίου (SAR).
- γ) Η σχέση των συγκεντρώσεων των HCO_3^- και CO_3^{2-} ιόντων, προς το άθροισμα των συγκεντρώσεων του Ca^{2+} και Mg^{2+} . Η σχέση αυτή εκτιμάται με υπολογισμό του υπολειμματικού ανθρακικού νατρίου (RSC).
- δ) Η συγκέντρωση του βορίου και άλλων στοιχείων τα οποία είναι δυνατό να προκαλέσουν τοξικά φαινόμενα στα φυτά.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Οι αναλύσεις στις οποίες υποβάλλεται ένα δείγμα νερού άρδευσης και οι οποίες στοχεύουν στην εκτίμηση των παραπάνω χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, αναφέρονται στον προσδιορισμό της ηλεκτρικής του αγωγιμότητας, και των συγκεντρώσεων των ιόντων Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- και B.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Δειγματοληψία νερού άρδευσης

- **Νερό άντλησης**
Αφήνουμε να αντληθεί νερό για αρκετή ώρα και στη συνέχεια λαμβάνεται ένα ή περισσότερα δείγματα κατά κανονικά διαστήματα.
- **Νερό λίμνης**
Η δειγματοληψία γίνεται από διάφορες θέσεις και βάθη της λίμνης.
- **Νερό ποταμού**
Συνήθως λαμβάνεται δείγμα, από μια μέση απόσταση από τις όχθες και από ένα μέσο βάθος του ποταμού .

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα

$$EC = 100 \times meq \text{ ιοντων} / L$$



ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

α) Κατηγορία 1.

$E.C. < 250 \mu S/cm$ (σύνολο αλάτων $< 160 ppm$) κίνδυνος αλατώσεως μικρός.

β) Κατηγορία 2.

$250 < E.C. < 750 \mu S/cm$ (σύνολο αλάτων $160-480 ppm$) κίνδυνος αλατώσεως μέσος.

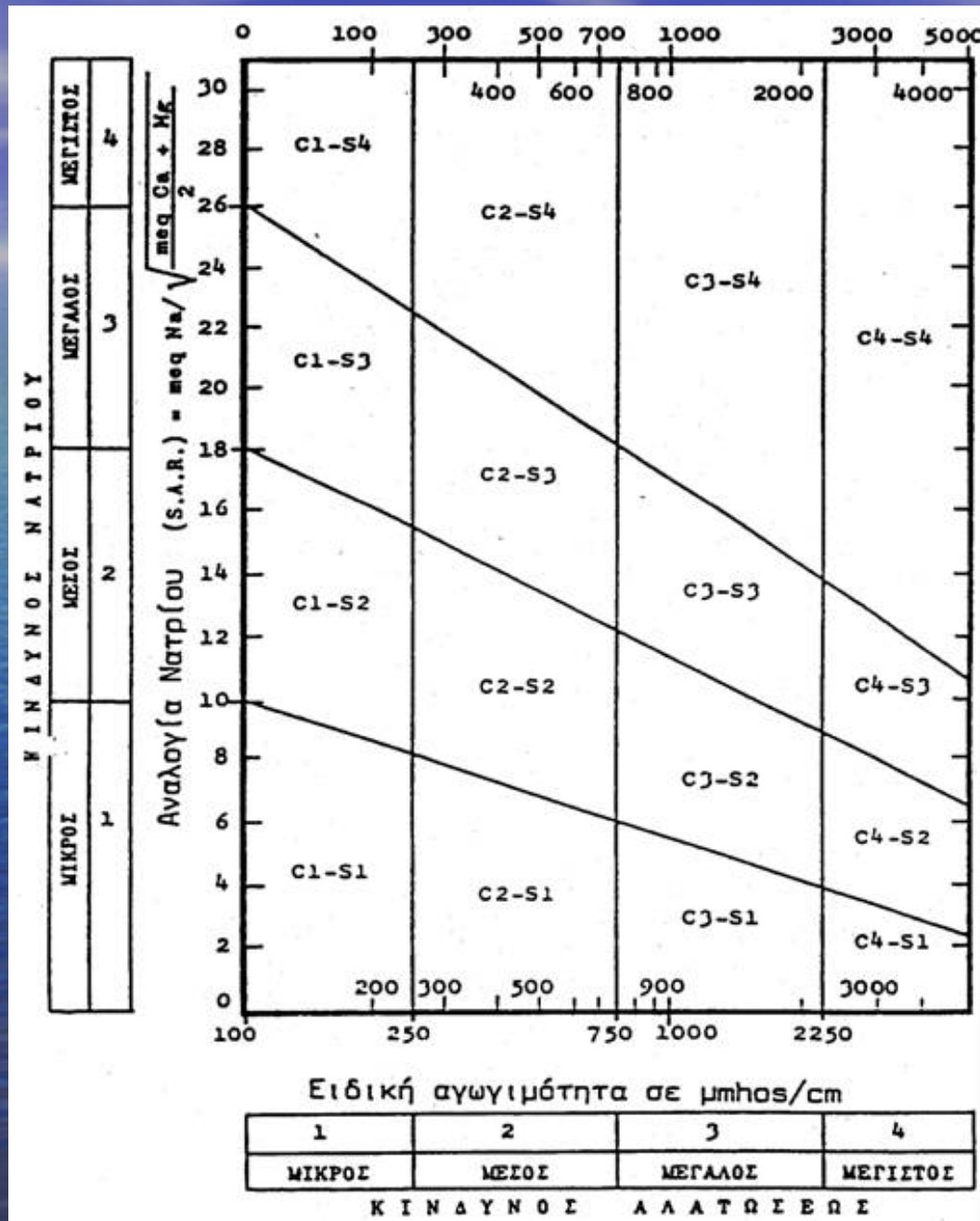
γ) Κατηγορία 3.

$750 < E.C. < 2.250 \mu S/cm$ (σύνολο αλάτων $480-1.440 ppm$) κίνδυνος αλατώσεως μεγάλος.

δ) Κατηγορία 4.

$E.C. > 2.250 \mu S/cm$ (σύνολο αλάτων $> 1.440 ppm$) κίνδυνος αλατώσεως πολύ μεγάλος.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ



ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Ποσοστό % από το εφαρμοζόμενο νερό άρδευσης που πρέπει να στραγγίζει, ανάλογα με την τιμή της ηλεκτρικής του αγωγιμότητας

E.C. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Τιμή E.C _{ex} και ποσοστό % του νερού που πρέπει να στραγγίζει			
	4mS/cm	8mS/cm	12mS/cm	16mS/cm
	%	%	%	%
100	2,5	1,2	0,8	0,6
250	6,2	3,1	2,1	1,6
750	18,8	9,4	6,2	4,7
2.250	56,2	28,1	18,8	1
5.000	—	62,5	41,7	

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

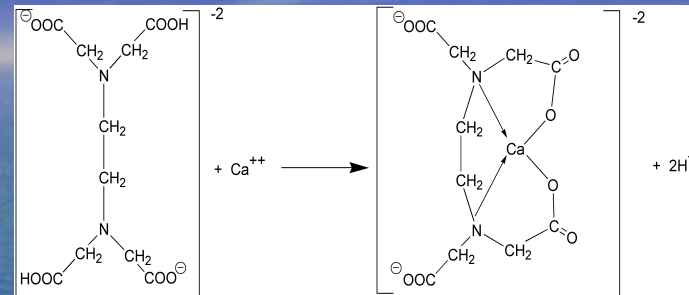
Ογκομετρικός προσδιορισμός της συνολικής συγκέντρωσης Ca^{2+} και Mg^{2+}

Θεωρητικές αρχές

Προσδιορισμός του αθροίσματος $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ στο νερό άρδευσης, στηρίζεται στην συμπλοκομετρική ογκομέτρησή τους, με πρότυπο διάλυμα EDTA παρουσία δείκτη EBT, σε περιβάλλον με $\text{pH}=10,2$.

Κατά την ογκομέτρηση, αρχικά συμπλοκοποιείται με το EDTA το ασβέστιο και στη συνέχεια το μαγνήσιο. Το τελικό σημείο της ογκομέτρησης, καθορίζεται από την αλλαγή του **κόκκινου** χρώματος του διαλύματος (χρώμα του σύμπλοκου Mg-EBT) σε **μπλε** (χρώμα του ελεύθερου δείκτη EBT σε $\text{pH}=10$).

Το E.D.T.A. ή $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ κατά την ένωσή του με ένα κατιόν μετάλλου παρουσιάζει μία αναδίπλωση των ομάδων του και το σχηματισμό κυκλικής ένωσης π.χ.



Ο γενικός τρόπος δέσμευσης σε περιβάλλον με $\text{pH}=8-10$ είναι :



Το E.D.T.A. συμπλέκεται, ανεξάρτητα από το μέταλλο, με αναλογία 1:1. Δηλαδή 1 mole E.D.T.A. δεσμεύει 1 mol ιόντος μετάλλου.

Σε $\text{pH} = 10$ η αντίδραση είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά, δηλαδή η ποσότητα του μετάλλου συμπλέκεται ποσοτικά από το E.D.T.A..

Ο δείκτης E.B.T. ονομάζεται μεταλλικός δείκτης και δίνει με ιόντα Ca^{++} ή Mg^{++} ευδιάλυτα σύμπλοκα κόκκινου χρώματος.

Σε υδατικά διαλύματα του δείκτη αποκαθίσταται η ισορροπία :



Στις συνθήκες του πειράματος $\text{pH} = 10$ υπερισχύει η μορφή $\text{H}\Delta^{-2}$ με μπλε χρώμα. Η μορφή αυτή του δείκτη μπορεί να συμπλέκεται με ιόντα μετάλλων σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση, δίνοντας σύμπλοκα κόκκινου χρώματος:



ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αντιδραστήρια

- i)** Διάλυμα EDTA 0,01 N (versenate M.B.=372,25 g).
- ii)** Ρυθμιστικό διάλυμα χλωριούχου αμμωνίου - υδροξειδίου του αμμωνίου, με pH=10,2.
Παρασκευάζεται με διάλυση 6,75 g NH_4Cl και 57 mL πυκνής αμμωνίας σε νερό μέχρι τελικό όγκο 100 mL.
- iii)** Δείκτης μέλανος εριοχρώματος T (EBT).
Παρασκευάζεται με διάλυση σε 100 mL αιθυλικής αλκοόλης (95%) 1 gr Eriochrome Black-T. Το διάλυμα του δείκτη πρέπει να ανανεώνεται κάθε δύο μήνες.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Διαδικασία προσδιορισμού

Με σιφώνιο σταθερού όγκου μεταφέρονται ποσοτικά σε κωνική φιάλη των 150 mL, **15 mL** από το υπό ανάλυση νερό.

Προστίθενται **15 mL** αποσταγμένο νερό, **10 mL** ρυθμιστικό αμμωνιακό διάλυμα με $\text{pH}=10,2$ και **5** σταγόνες διαλύματος δείκτη EBT.

Το διάλυμα εφόσον περιέχει ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου χρωματίζεται ερυθροϊώδες. Στη συνέχεια ακολουθεί ογκομέτρηση του διαλύματος με πρότυπο διάλυμα EDTA 0,01 N, προσθέτοντας τον τιτλοδότη σε μικρές δόσεις και προς το τέλος της ογκομέτρησης, σταγόνα - σταγόνα με ταυτόχρονη ανάδευση. Το τέλος της ογκομέτρησης, γίνεται αντιληπτό με την αλλαγή του χρώματος από ερυθροϊώδες σε βιολετί-μπλε.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Παρατηρήσεις

α) Εάν η χρωματική μεταβολή δεν είναι απότομη αυτό σημαίνει απουσία ιόντων Mg^{++} και παρουσία μόνο ιόντων Ca^{++} . Στην περίπτωση αυτή πρέπει να προστεθούν πριν την ογκομέτρηση 1-2 ml προτύπου διαλύματος $Mg - E.D.T.A.$ 0,1 M.

β) Η ογκομέτρηση του δείγματος γίνεται σε $pH = 10$, διότι σε διαλύματα περισσότερο βασικά, το Mg^{++} καθιζάνει σαν $Mg(OH)_2$ και σε διαλύματα με $pH < 10$, δεν παρατηρείται σαφής αλλαγή χρώματος στο ισοδύναμο σημείο.

γ) Το διάλυμα του δείκτη πρέπει να είναι πρόσφατο (60 ημερών).

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Υπολογισμοί

Η συνολική συγκέντρωση ασβεστίου και μαγνησίου σε mmol_c/L υπολογίζεται με τη βοήθεια της σχέσης:

$$(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \text{ σε } \text{mmol}_c/\text{L} = V_{\text{EDTA}} \times N_{\text{EDTA}} \times \frac{1000}{V_{\text{δείγματος}}}$$

όπου:

mmol_c/L του κατιόντος = meq/L

V_{EDTA} = Ο όγκος σε mL του διαλύματος EDTA που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση

N_{EDTA} = Η κανονικότητα του EDTA

$V_{\text{δείγματος}}$ = Ο όγκος του νερού που χρησιμοποιήθηκε για ανάλυση

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προσδιορισμός του Na^+

Υλικά και όργανα

Ογκομετρικές φιάλες των 100 mL και 1L.

Σιφώνια των 10, 25, 50 mL.

Πλαστικές φιάλες για τη φύλαξη των προτύπων
διαλυμάτων

Φλογοφωτόμετρο

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αντιδραστήρια

i) Διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης σε νάτριο (1000 ppm). Παρασκευάζεται με διάλυση 2,5422 g NaCl ανά λίτρο διαλύματος.

ii) Διάλυμα 100 ppm Na⁺. Παρασκευάζεται αν από το διάλυμα των 1000 ppm, ληφθούν 100 mL και αραιωθούν μέχρις 1000 mL με αποσταγμένο νερό.

iii) Διαλύματα 10-25-50-75 ppm Na⁺. Παρασκευάζονται αν από το διάλυμα των 100 ppm, ληφθούν 10-25-50-75 mL αντίστοιχα και αραιωθούν μέχρις 100 mL με αποσταγμένο νερό.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Υπολογισμοί

Η συγκέντρωση του νατρίου σε mmol_c/L υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Na}^+ \text{ σε mmol}_c/\text{L} = C \cdot n/23$$

όπου:

- C = Η συγκέντρωση του νατρίου σε ppm που μετρήθηκε στο φλογοφωτόμετρο
- n = Ο αριθμός που εκφράζει την αραίωση του δείγματος
- 23 = Το ατομικό βάρος του νατρίου.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Εκτίμηση του κινδύνου νατρίωσης των εδαφών

$$S.A.R. = \frac{[Na^+]}{\left[\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2} \right]^{1/2}}$$

όπου:

- S.A.R. = Sodium Adsorption Ratio (Λόγος προσρόφησης νατρίου)
- Οι συγκεντρώσεις των κατιόντων εκφράζονται σε mmolc/L.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Ανάλογα με την τιμή S.A.R. και την τιμή της ηλεκτρικής τους αγωγιμότητας τα νερά άρδευσης, διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες.

Οι κατηγορίες αυτές για E.C. = 100 $\mu\text{mho/cm}$ είναι:

α) Κατηγορία 1.

S.A.R.<10, κίνδυνος νατρίωσης μικρός.

β) Κατηγορία 2.

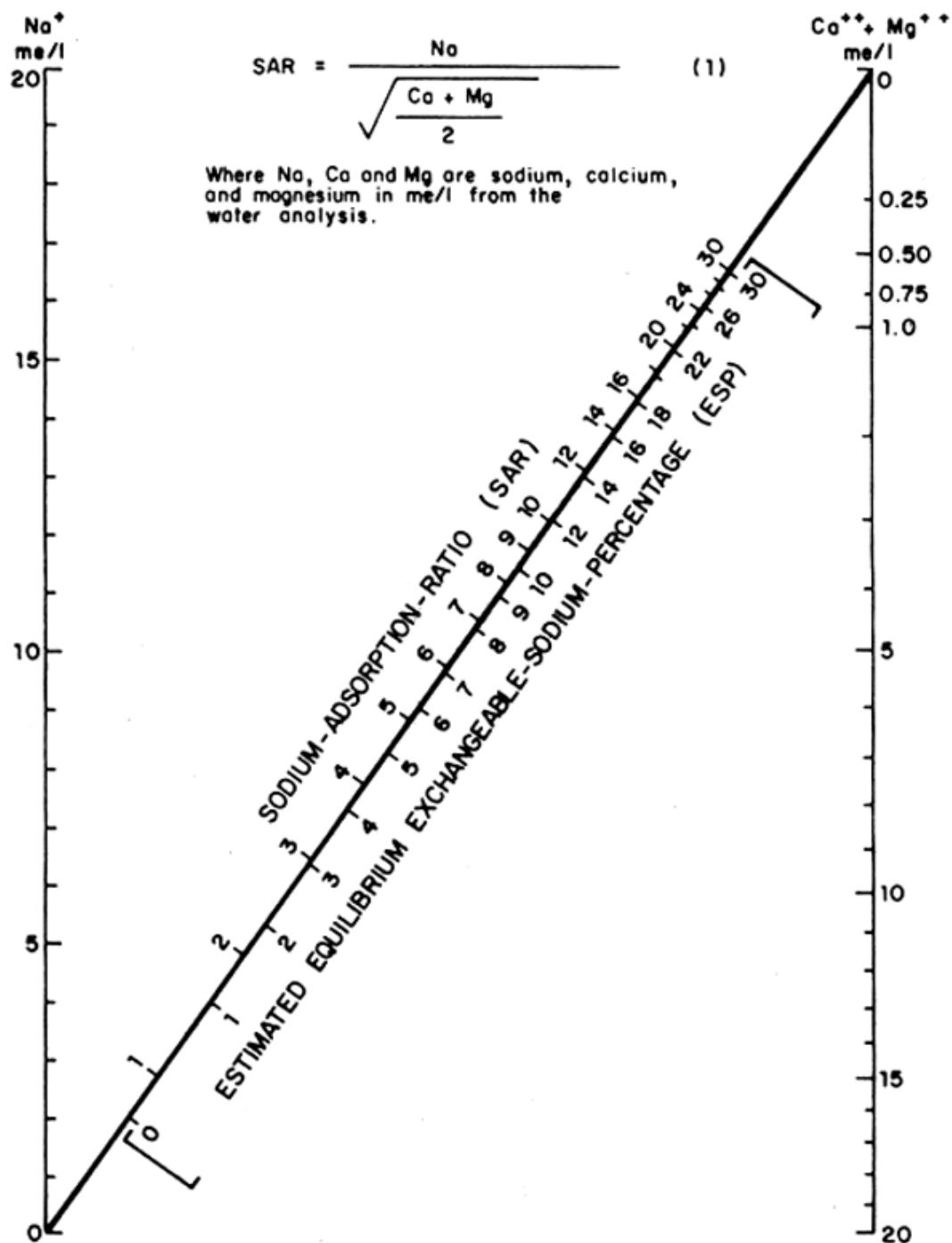
10<S.A.R.<18, κίνδυνος νατρίωσης μέσος.

γ) Κατηγορία 3.

18<S.A.R.<26, κίνδυνος νατρίωσης μεγάλος.

δ) Κατηγορία 4.

S.A.R.>26, κίνδυνος νατρίωσης πολύ μεγάλος.



Νομογράφημα για τον υπολογισμό του SAR με τη βοήθεια των συγκεντρώσεων του Na^+ και $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ σε mmol_c/L που προσδιορίστηκαν στο νερό άρδευσης. Με το νομογράφημα αυτό υπολογίζεται προσεγγιστικά και η τιμή E.S.P. ενός εδάφους που βρίσκεται σε ισορροπία με το συγκεκριμένο νερό άρδευσης.

(USDA/US Salinity Laboratory Staff 1954).

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προσδιορισμός του υπολειμματικού ανθρακικού νατρίου (R.S.C.)

$$\text{R.S.C.} = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

όπου:

R.S.C. (Residual Sodium Carbonate) υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο.

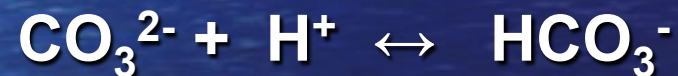
Οι συγκεντρώσεις των ιόντων εκφράζονται σε mmol_c/L.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προσδιορισμός των CO_3^{2-}

Θεωρητικές αρχές

ογκομετρικός προσδιορισμός της συγκέντρωσης των CO_3^{2-} ιόντων στο νερό άρδευσης, στηρίζεται στον προσδιορισμό της ποσότητας πρότυπου διαλύματος HCl , που απαιτείται για την πρωτονίωση των CO_3^{2-} σε HCO_3^- σύμφωνα με την αντίδραση:



ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Υλικά και όργανα

Προχοΐδα των 25 mL

Κωνική φιάλη των 200 mL

Σιφώνιο των 50 mL

Μαγνητικός αναδευτήρας

Αντιδραστήρια

i) Διάλυμα HCl 0,01 N. Χρησιμοποιείται πρότυπο διάλυμα.

ii) Διάλυμα δείκτη φαινολοφθαλεΐνης 1%.

Παρασκευάζεται με διάλυση 1g φαινολοφθαλεΐνης ανά 100 mL διαλύματος αιθυλικής αλκοόλης 60%.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Διαδικασία προσδιορισμού

Από το δείγμα του προς ανάλυση νερού, λαμβάνονται με το σιφώνιο 50 mL και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 200 mL. Προστίθενται 3-5 σταγόνες διαλύματος δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Η εμφάνιση **ρόδιου** χρώματος σημαίνει την παρουσία ανθρακικών ιόντων στο διάλυμα. Ακολουθεί η ογκομέτρηση των ανθρακικών ανιόντων, με τιτλοδότη πρότυπο διάλυμα HCl 0,01 N μέχρι να αποχρωματιστεί το δείγμα (pH=8,3).

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Υπολογισμοί

Η συγκέντρωση των CO_3^{2-} σε mmol_c/L στο νερό άρδευσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{CO}_3^{2-} \text{ σε } \text{mmol}_c/\text{L} = 2(V_{\text{HCl}} \times N) \frac{1000}{V_{\text{δείγμ.}}}$$

όπου:

V_{HCl} = Τα mL HCl 0,01 N που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση του νερού.

$V_{\text{δείγμ.}}$ = Τα mL του νερού άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν (50).

N= Η κανονικότητα του HCl (0,01).

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προσδιορισμός των HCO_3^-

Θεωρητικές αρχές

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των HCO_3^- ιόντων, στηρίζεται στον προσδιορισμό της ποσότητας πρότυπου διαλύματος HCl , που απαιτείται για τη μετατροπή των HCO_3^- , σε CO_2 και νερό, σύμφωνα με την αντίδραση:



ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η συγκέντρωση των προσδιοριζόμενων HCO_3^- , αποτελεί το άθροισμα των συγκεντρώσεων των ιόντων που υπήρχαν αρχικά στο δείγμα και εκείνων που σχηματίζονται από την πρωτονίωση των CO_3^{2-} , με την προσθήκη του οξέος.

Για τον υπολογισμό λοιπόν της συγκέντρωσης HCO_3^- των ιόντων, που αρχικά υπήρχαν στο δείγμα, πρέπει από την ποσότητα του διαλύματος του οξέος που καταναλώνεται κατά την ογκομέτρηση, να αφαιρείται η ποσότητα που καταναλώθηκε για την ογκομέτρηση των CO_3^{2-} στον προηγούμενο προσδιορισμό.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αντιδραστήρια

- i) Διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 0,01 N. Χρησιμοποιείται πρότυπο διάλυμα.
- ii) Διάλυμα δείκτη ηλιανθίνης 0,01%. Παρασκευάζεται με διάλυση 0,01 g ηλιανθίνης ανά 100 mL διαλύματος αιθυλικής αλκοόλης 60%.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Διαδικασία προσδιορισμού

Προσδιορισμός της συγκέντρωσης των HCO_3^- , μπορεί να γίνει στο ίδιο δείγμα μετά τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των CO_3^{2-} .

Στο αναλυόμενο διάλυμα, προστίθενται 3-5 σταγόνες δείκτη ηλιανθίνης. Η εμφάνιση **κίτρινου** χρώματος, υποδηλώνει την παρουσία HCO_3^- ιόντων στο διάλυμα. Ακολουθεί η ογκομέτρηση των HCO_3^- , με τιτλοδότη πρότυπο διάλυμα HCl , μέχρι την αλλαγή του χρώματος σε **πορτοκαλί** ($\text{pH}=4,5$).

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Υπολογισμοί

Η συγκέντρωση των HCO_3^- , σε mmol_c/L στο νερό άρδευσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{HCO}_3^- \text{ σε mmol}_c/\text{L} = \left((V_{\text{HCl}} - 2V_{\text{HCl}(\text{CO}_3)}) \right) \times N_{\text{HCl}} \frac{1000}{V_{\text{δείγμ.}}}$$

όπου:

V_{HCl} = Τα mL HCl 0,01N που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση του νερού

$V_{\text{HCl}(\text{CO}_3)}$ = Τα mL HCl 0,01 N που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση των CO_3^{2-}

N_{HCl} = Η κανονικότητα του HCl (0,01)

$V_{\text{δείγμ.}}$ = Τα mL του νερού άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν (50)

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Κατάταξη του νερού άρδευσης, ανάλογα με την τιμή R.S.C.

Με κριτήριο την υπολογιζόμενη τιμή R.S.C., το νερό άρδευσης χαρακτηρίζεται σαν:

Ακατάλληλο για άρδευση, αν $R.S.C. > 2,5 \text{ mmol}_c/L$.

Επικίνδυνο για άρδευση, αν $2,5 > R.S.C. > 1,25 \text{ mmol}_c/L$.

Κατάλληλο για άρδευση, αν $R.S.C. < 1,25 \text{ mmol}_c/L$.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προσδιορισμός του βορίου

Μέθοδος John - θεωρητικές αρχές

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του βορίου στο νερό άρδευσης, γίνεται με τη μέθοδο John. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στο φασματοφωτομετρικό προσδιορισμό του βορίου, με τη μορφή ενός έγχρωμου σύμπλοκου βορικού οξέος - αζομεθίνης.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αντιδραστήρια

i) **Ρυθμιστικό διάλυμα.** Παρασκευάζεται με διάλυση 250g οξικού αμμωνίου και 15g E.D.T.A. disodium salt, σε 400 mL δισαποσταγμένου νερού και προσθήκη με αργό ρυθμό 125 mL οξικού οξέος.

ii) **Διάλυμα αζομεθίνης-H.** Παρασκευάζεται με διάλυση 0,45g αζομεθίνης-H, σε 100 mL διαλύματος L-ασκορβικού οξέος 1%. Το διάλυμα αυτό διατηρείται μια εβδομάδα στο ψυγείο.

iii) **Πρότυπο διάλυμα 20 ppm B.** Παρασκευάζεται με διάλυση 0,1143g βορικού οξέος ανά λίτρο διαλύματος. Φυλάσσεται σε πλαστική φιάλη.

iv) **Πρότυπα διαλύματα 2-4-6-8 και 10 ppm B.** Παρασκευάζονται αν από το προηγούμενο διάλυμα των 20 ppm B, ληφθούν ποσότητες 10-20-30-40-50 mL αντίστοιχα και αραιωθούν σε ογκομετρικές φιάλες με αποσταγμένο νερό, μέχρι τελικό όγκο 100 mL.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Διαδικασία προσδιορισμού

- Σε πλαστικό δοχείο προετοιμάζεται το τυφλό, που χρησιμοποιείται για τον μηδενισμό του οργάνου. Σε δοκιμαστικό σωλήνα μεταφέρονται:
1 ml αποσταγμένο νερό, 2 ml ρυθμιστικό διάλυμα και μετά την ανάδευση 2 ml αζομεθίνης. Το δοχείο ανακινείται καλά και πωματίζεται. Το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία για 30 min για πλήρη ανάπτυξη του **κίτρινου** χρώματος.
- Το δείγμα προς ανάλυση παρασκευάζεται με τον ίδιο τρόπο με την διαφορά ότι χρησιμοποιείται το δείγμα αντί για 1 ml αποσταγμένου νερού.

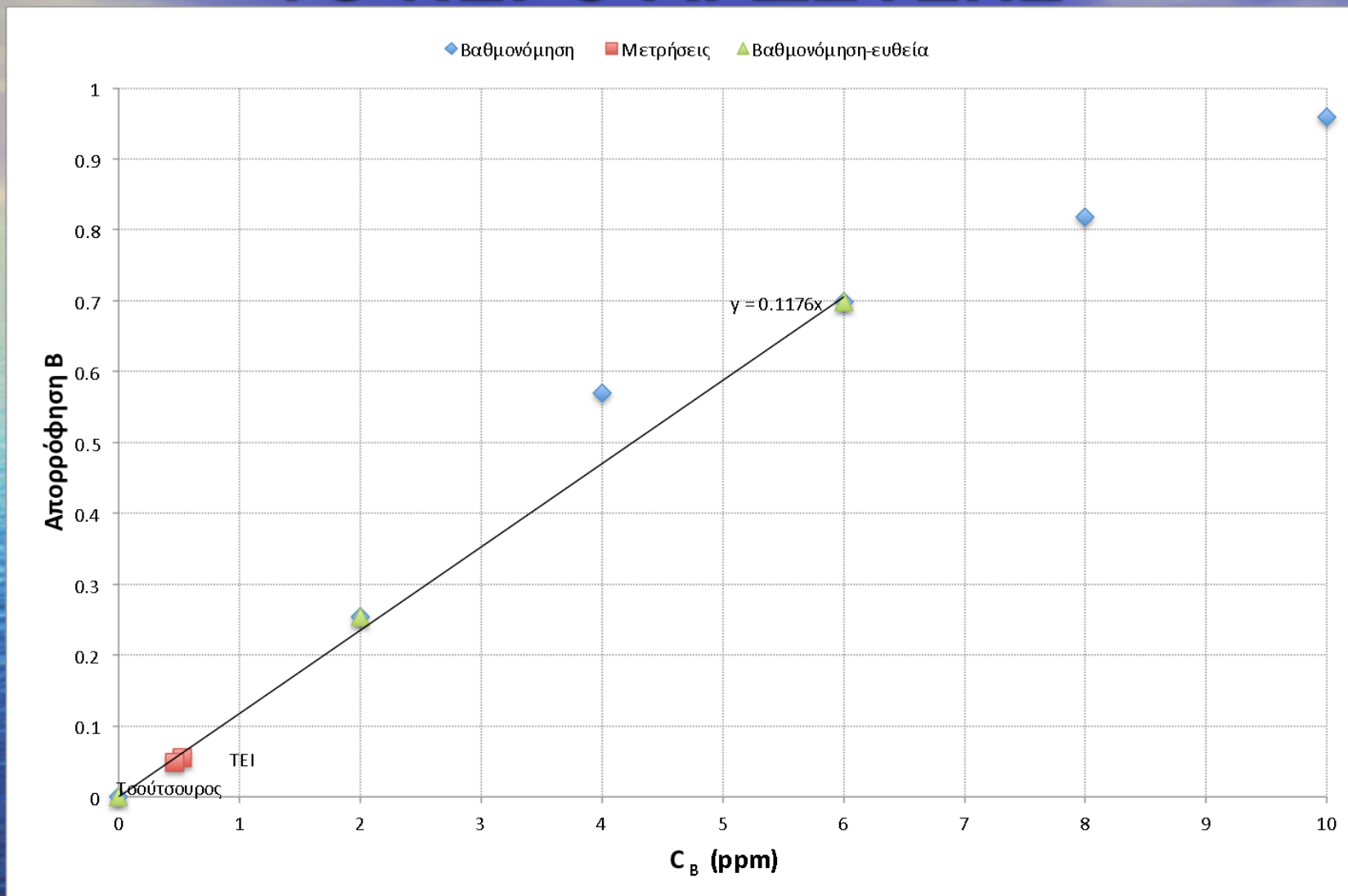
ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

- Στη συνέχεια με την ίδια διαδικασία, λαμβάνονται 1ml από τα πρότυπα διαλύματα των 2, 4, 6, 8 και 10 mg/L και αναπτύσσεται το χρώμα.

Σημειώνεται η ένδειξη του φασματοφωτόμετρου υπεριώδους-ορατού (Abs σε $\lambda=420$ nm) για τα πρότυπα δ/ματα αφού προηγουμένως μηδενιστεί στο τυφλό δείγμα. Στο τέλος μετράται η απορρόφηση του αναλυόμενου δείγματος.

Σε σύστημα ορθογωνίων αξόνων τοποθετούνται οι συγκεντρώσεις C (ppm) των διαλυμάτων (άξονας X) και οι αντίστοιχες ενδείξεις του οργάνου (άξονας Y). Στη συνέχεια χαράσσεται η ευθεία γραμμή (καμπύλη αναφοράς είναι μόνο το γραμμικό τμήμα), που αντιστοιχεί στα ζεύγη τιμών (C, απορρόφηση οργάνου) και βρίσκεται η εξίσωση της ευθείας.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ



C_{TEI}	0.47
$C_{\text{Τσούτσουρος}}$	0.42

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Το εύρος μεταξύ επαρκών και τοξικών επιπέδων βορίου είναι στενό. Επίπεδα βορίου >5 ppm στο νερό είναι τοξικά για τα περισσότερα φυτά. Πάνω από 10 ppm, η τοξικότητα μπορεί να γίνει εμφανής και στα ανθεκτικά φυτά.

Τα συμπτώματα της τοξικότητας Β είναι η **χλώρωση** και η νέκρωση των άκρων των φύλλων και τελικά το κάψιμο των φύλλων. Τα φύλλα αυτά πέφτουν πρόωρα.

Σε φυτά ευαίσθητα στην παρουσία βορίου στο νερό άρδευσης παρουσιάζεται **κόλλα** ή εκκρίσεις στα κλαδιά και στους κορμούς.

Η τοξικότητα των Β, Cl και Na είναι έντονη στα βρεγμένα φύλλα (π.χ, τομάτας) όταν εφαρμόζεται καταιονισμός και η $EC_w > 1.5 \text{ mmhos/cm}$.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Συγκέντρωση βορίου στο νερό άρδευσης, ανάλογα με τις εποχιακές ανάγκες των φυτών σε νερό

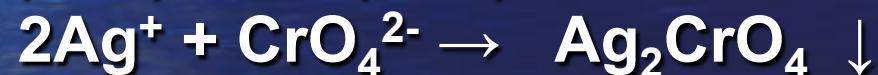
Αντοχή φυτών (mm)		Εποχιακές ανάγκες σε νερό			
		50	100	200	
βόριο		Συγκέντρωση ασφάλειας σε			
		(mg/L)			
Ευαίσθητα	Δαμασκηλιά				
	Μηλιά	Φράουλα	4	2	1
	Αχλαδιά				
Ενδιάμεσα	Κερασιά				
	Κριθάρι	Πατάτα			
	Σιτάρι	Αρακάς	6	3	1,5
	Καλαμπόκι	Ραδίκι			
Ανθεκτικά	Βρώμη	Τομάτα			
	Σπαράγγι	Κρεμμύδι			
	Κοκκινογούλι	Λάχανο	8	4	2
	Μηδική	Μαρούλι			
		Καρότο			

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προσδιορισμός του Cl⁻

Θεωρητικές αρχές

Η μέθοδος Mohr βασίζεται στην αντίδραση δημιουργίας λευκής δυσδιάλυτης ένωσης AgCl ($\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$), κατά την ογκομέτρηση του αναλυόμενου διαλύματος, με τιτλοδότη πρότυπο διάλυμα AgNO₃. Το τελικό σημείο της ογκομέτρησης, προσδιορίζεται με τη βοήθεια χρωμικών ιόντων (CrO₄²⁻), τα οποία παίζουν το ρόλο του δείκτη σχηματίζοντας **κεραμόχρωμη** δυσδιάλυτη ένωση Ag₂CrO₄, σύμφωνα και με την αντίδραση:



ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αντιδραστήρια

- i)** Διάλυμα νιτρικού αργύρου 0,01 N. Παρασκευάζεται με διάλυση 1.7g AgNO_3 ανά λίτρο διαλύματος. Το διάλυμα αυτό διατηρείται σε φιάλες σκοτεινού χρώματος.
- ii)** Δείκτης χρωμικού καλίου 5%. Παρασκευάζεται με διάλυση 5g K_2CrO_4 ανά 100 mL διαλύματος.
- iii)** Διαλύματα H_2SO_4 , Na_2CO_3 0,1 N.
- iv)** Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης. Παρασκευάζεται με διάλυση 0,5g δείκτη ανά 100 mL διαλύματος αλκοόλης 50%.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Διαδικασία προσδιορισμού

Από το αναλυόμενο δείγμα νερού, λαμβάνονται με το σιφώνιο 50 mL και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 200 mL. Ακολουθεί η ρύθμιση του pH του διαλύματος σε $\text{pH} \approx 8,2$ ως εξής:

Προστίθενται σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και αν το δείγμα παραμείνει άχρωμο, προστίθενται σταγόνες Na_2CO_3 0,1 N μέχρι να γίνει **ρόδινο**. Στη συνέχεια προστίθεται 1 σταγόνα H_2SO_4 0,1 N ώστε να αποχρωματιστεί το δείγμα οπότε το pH του διαλύματος είναι $\approx 8,2$. Τέλος, προστίθενται 3-5 σταγόνες δείκτη K_2CrO_4 .

Το διάλυμα αποκτά **κίτρινο** χρώμα και ογκομετρείται με μεγάλη προσοχή (σταγόνα - σταγόνα) με διάλυμα AgNO_3 0,01 N, μέχρι την αλλαγή του χρώματος σε ανοικτό **κεραμόχρωμο**.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Υπολογισμοί

Η συγκέντρωση του Cl^- σε mmol_c/L στο νερό άρδευσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Cl}^- = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N \times 1000}{V_{\text{δείγμ.}}} \quad (\text{σε } \text{mmol}_c/\text{L})$$

όπου:

V_{AgNO_3} = Τα mL του AgNO_3 που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση της ποσότητας των ιόντων Cl^- που υπήρχαν στο αναλυόμενο δείγμα νερού.

$V_{\text{δείγμ.}}$ = Τα mL του νερού άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν
(50)

N = Η κανονικότητα του προτύπου διαλύματος AgNO_3
(0,01)

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Αντοχή φυτών		Εποχιακές ανάγκες σε νερό (mm)				
		25	50	100	200	
		Συγκέντρωση ασφάλειας σε χλώριο (mmol/L)				
Πολύ Ευαίσθητα	Αρακάς	Φράουλα				
		Βατόμουρο	300*	200	100	50
		Δαμασκηλιά				
Μέτρια Ευαίσθητα	Μαρούλι	Μηλιά				
	Ραπανάκι	Αχλαδιά				
	Κρεμμύδι					
	Σέλινο		400*	400*	300	150
	Καλαμπόκι					
	Τριφύλλι					
Λίγο Ευαίσθητα	Λάχανο					
	Πατάτα					
	Καρότο					
	Κουνουπίδι	Αμπέλι	700*	700*	500	250
	Σιτάρι					
	Βρώμη					
	Μηδική					
	Ryegrass					
Ελάχιστα Ευαίσθητα	Ζαχαρότευτλο					
	Κοκκινογούλι					
	Σπανάκι		900*	900*	900*	450*
	Σπαράγγι					
	Κριθάρι					

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Καταλληλότητα	E.C. σε $\mu\text{S}/\text{cm}$	Συγκέντρωση σε άλατα ppm	S.A.R για E.C.100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Βόριο σε ppm	R.S.C. σε mmol_c/L
Πολύ κατάλληλο	<250	<160	<10	0,33-1,00	<<1,25
Κατάλληλο	250-750	160-480	10-18	0,67-2,00	<1,25
Μέτρια καταλ.	750-2.250	480-1.440	18-26	1,00-3,00	1,25-2,50
Ακατάλληλο	>2.250	>1.440	>26	>3,00	>2,50

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Ταξινόμηση του νερού άρδευσης (σύμφωνα με USDA)

$EC \times 10 =$ σύνολο κατιόντων ή ανιόντων

$$\mathbf{Na^+ = (EC \times 10) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})}$$

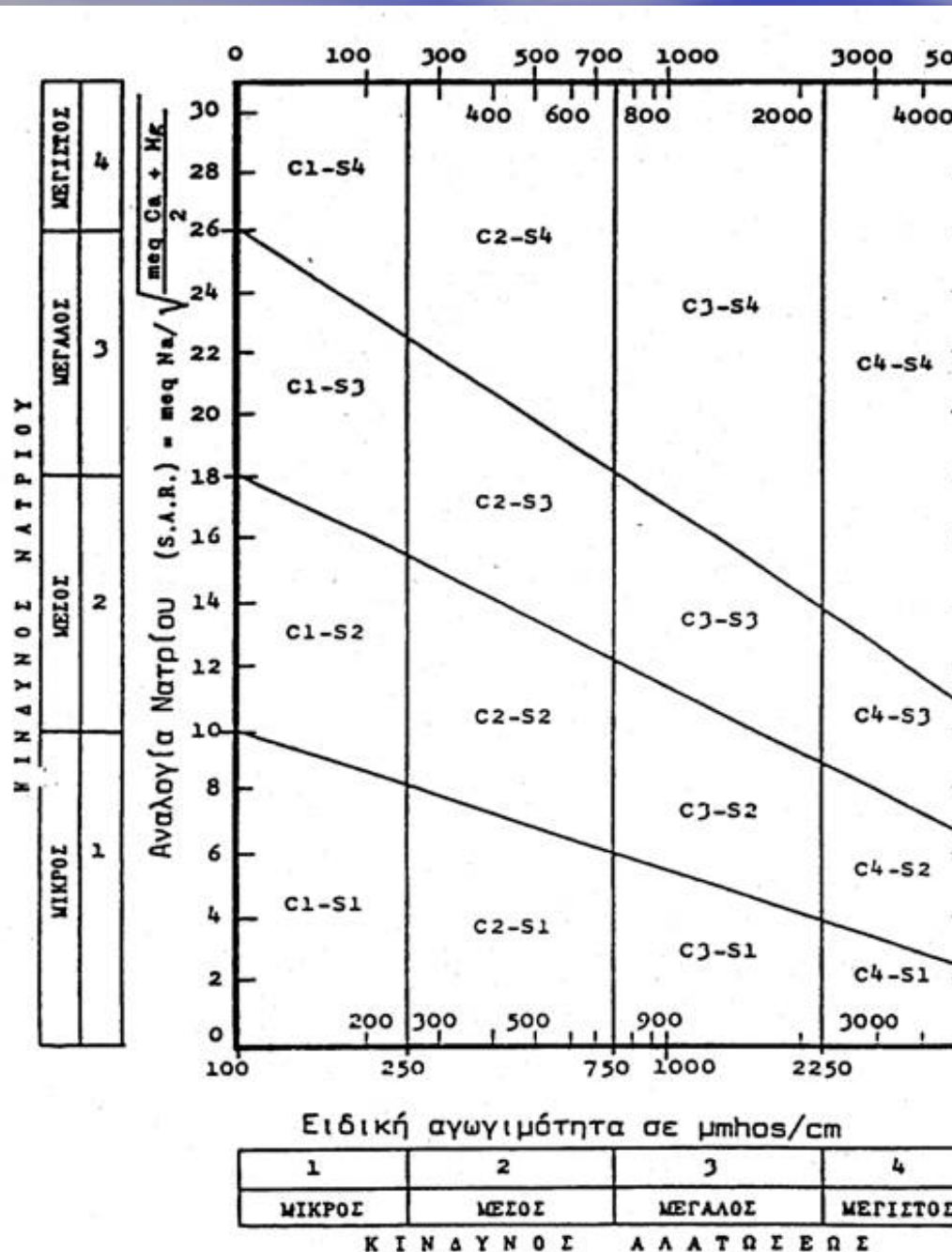
$$\mathbf{(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = (EC \times 10) - Na^+}$$

όπου

EC σε dS/m

Συγκεντρώσεις ιόντων σε mmol/L

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ



Κατάταξη του νερού άρδευσης με τη βοήθεια της ηλεκτρικής του αγωγιμότητας και του SAR. (USDA/US Salinity Laboratory Staff, 1954).

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Ταξινόμηση του νερού άρδευσης, με βάση την E.C. σε $\mu\text{mho/cm}$

i) Νερό με μικρή περιεκτικότητα σε άλατα (C_1)
($\leq 250 \mu\text{mho/cm}$).

Το νερό αυτό μπορεί να χρησιμοποιείται χωρίς κανένα κίνδυνο για τα περισσότερα εδάφη και τις περισσότερες καλλιέργειες. Μετά από μακροχρόνια εφαρμογή του σε εδάφη με πολύ μικρή υδατοπερατότητα, είναι πιθανόν να παρατηρηθεί αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων του εδαφικού διαλύματος.

ii) Νερό με μέση περιεκτικότητα σε άλατα (C_2) (250-750 $\mu\text{mho/cm}$).

Το νερό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακίνδυνα για άρδευση καλλιεργειών με μέτρια ανθεκτικότητα σε άλατα και σε εδάφη με μέση τιμή υδατοπερατότητας (2 cm/h). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα νερά των περισσότερων ποταμών.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

iii) Νερό με μεγάλη περιεκτικότητα σε άλατα (C₃)
(750-2250 $\mu\text{mho/cm}$).

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση ανθεκτικών στα άλατα φυτών και σε εδάφη με υδατοπερατότητα (>2 cm/h), με ταυτόχρονη λήψη μέτρων για έλεγχο της αλατώσεως των εδαφών.

iv) Νερό με πολύ μεγάλη περιεκτικότητα σε άλατα (C₄)
(≥ 2250 $\mu\text{mho/cm}$).

Το νερό αυτό στην ουσία είναι ακατάλληλο για άρδευση, ακόμα και ανθεκτικών στα άλατα καλλιεργειών. Χρησιμοποιείται μόνο για εδάφη με μεγάλη υδατοπερατότητα ($>12,5$ cm/h) και σε μεγάλες δόσεις για να επιτυγχάνεται με τη στράγγιση η έκπλυση των αλάτων.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Ταξινόμηση του νερού άρδευσης με βάση την τιμή S.A.R.

i) Νερό μικρής περιεκτικότητας σε νάτριο (S_1)
($S.A.R. \leq 10$).

Το νερό της κατηγορίας αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση όλων των τύπων των εδαφών και ανεξάρτητα από τη μηχανική τους σύσταση. Πολύ ευαίσθητα φυτά (π.χ. τα πυρηνόκαρπα), είναι δυνατό να εμφανίσουν τοξικές επιδράσεις νατρίου.

ii) Νερό μέσης περιεκτικότητας σε νάτριο (S_2)
($10 < S.A.R. < 18$).

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί άφοβα σ' ελαφριά εδάφη με υδατοπερατότητα $> 0,5$ cm/h. Σ' εδάφη όμως συνεκτικά, με υψηλή τιμή C.E.C. και μικρή υδατοπερατότητα ($< 0,5$ cm/h) είναι δυνατό η χρήση του να οδηγήσει σε νατρίωση, εκτός και αν περιέχουν ανθρακικό ασβέστιο ή γύψο.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

iii) Νερό μεγάλης περιεκτικότητας σε νάτριο (S_3) ($18 < S.A.R. < 26$).

Το νερό αυτό κρίνεται ακατάλληλο όταν παρουσιάζει και μεγάλη αγωγιμότητα (C_3S_3 , C_4S_3). Σε αντίθετη περίπτωση, η παρατεταμένη χρήση του θα οδηγήσει σε νατρίωση του εδάφους, η εκδήλωση της οποίας είναι δυνατό να παραταθεί ή και να αποφευχθεί αν το έδαφος περιέχει γύψο και ταυτόχρονα να εξασφαλισθεί καλή στράγγιση. Η προσθήκη επίσης οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι χρήσιμη, γιατί βελτιώνει τις συνθήκες στράγγισης.

iv) Νερό πολύ μεγάλης περιεκτικότητας σε νάτριο (S_4) ($S.A.R. \geq 26$).

Το νερό αυτό σε γενικές γραμμές κρίνεται ακατάλληλο για άρδευση, εκτός και αν παρουσιάζει μικρή E.C. (C_1S_4 , C_2S_4), οπότε είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί σ' εδάφη που περιέχουν γύψο και η υδατοπερατότητά τους είναι υψηλή (>2 cm/h).

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Νεότερα στοιχεία αξιολόγησης του αρδευτικού νερού

Η αξιολόγηση του νερού άρδευσης όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.6 καλύπτει ένα ευρύ φάσμα συνθηκών στην αρδευόμενη γεωργία. Για τη χρήση των ορίων που καθορίζονται στον πίνακα αυτό, έχουν τεθεί ορισμένες βασικές προϋποθέσεις, η μη τήρηση των οποίων επιβάλλει διορθώσεις. Οι προϋποθέσεις αυτές είναι:

α) Μέγιστη απόδοση

Η μέγιστη απόδοση για όλες τις καλλιέργειες επιτυγχάνεται όταν το νερό άρδευσης δεν έχει καμιά επίπτωση σ' αυτές. Επίπτωση μικρή ή μεγάλη, σημαίνει ότι πρέπει να επιλεγεί η κατάλληλη καλλιέργεια, ή ότι χρειάζεται ειδική μεταχείριση προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοσή της.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

β) Τοπικές συνθήκες

Η μηχανική σύσταση του εδάφους κυμαίνεται από αμμοπηλώδη έως αργιλλοπηλώδη με καλή στράγγιση. Το κλίμα αναφέρεται σαν ημίξηρο έως ξερό με μικρό ύψος βροχοπτώσεων, επομένως οι βροχές δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες των φυτών σε νερό και πολύ περισσότερο για την έκπλυση των αλάτων του εδάφους. Για περιοχές με μεγάλο ύψος βροχοπτώσεων (Δυτική Ελλάδα) τα στοιχεία του Πίνακα 3.6 δεν ισχύουν, αφού αφενός μεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες των φυτών και επομένως δεν υπάρχει ανάγκη άρδευσης και αφετέρου το νερό καλύπτει τις ετήσιες ανάγκες για έκπλυση των αλάτων στο έδαφος.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

γ) Μέθοδοι και χρόνος άρδευσης

Για να ισχύουν τα στοιχεία του Πίνακα 3.6 βασική προϋπόθεση είναι το νερό να εφαρμόζεται με επιφανειακές μεθόδους άρδευσης ή με καταιονισμό.

Το νερό παρέχεται σε δόσεις και το φυτό παραλαμβάνει το 50% του νερού ή και περισσότερο πριν από την επόμενη άρδευση. Το 15% τουλάχιστον του εφαρμοζόμενου νερού με κάθε άρδευση διηθείται σε βάθος μεγαλύτερο του βάθους του ριζοστρώματος.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

δ) Πρόσληψη νερού από τις καλλιέργειες

Οι καλλιέργειες γενικά διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την πρόσληψη του νερού από το έδαφος. Σε γενικές γραμμές, όμως γίνεται δεκτό, ότι κατά μέσο όρο παραλαμβάνουν το 40% του νερού από το πρώτο τέταρτο του ριζοστρώματος αντίστοιχου φυτού, το 30% από το δεύτερο τέταρτο, το 20% από το τρίτο τέταρτο και το 10% από το τελευταίο και βαθύτερο τέταρτο.

Σε κάθε άρδευση, εκπλύνεται το ανώτερο τμήμα του ριζοστρώματος, οπότε το τμήμα αυτό της κατατομής έχει και τα λιγότερα άλατα. Η αλατότητα αυξάνει με το βάθος και είναι μεγαλύτερη στο κατώτερο τμήμα του ριζοστρώματος. Παρόλα αυτά, η υψηλή αλατότητα του κατώτερου τμήματος του ριζοστρώματος, δεν αποτελεί πρόβλημα για τα φυτά, εάν εξασφαλίζεται επαρκής υγρασία στο ανώτερο τμήμα του ριζοστρώματος και συνεχής στράγγιση των αλάτων προς το κατώτερο τμήμα.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

ε) Επιπτώσεις από τη χρήση του νερού

Οι επιπτώσεις από τη χρήση νερού για άρδευση, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.6, διαιρούνται σε τρεις κατηγορίες. Μια απόκλιση κατά 10-20% δεν πρέπει να αξιολογείται, διότι είναι δυνατό και άλλοι παράγοντες εκτός από τα άλατα να επηρεάζουν την απόδοση της καλλιέργειας.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Πίνακας 3.5: Εργαστηριακοί προσδιορισμοί απαραίτητοι για την ποιοτική εκτίμηση του νερού άρδευσης (Ayres and Westcof, 1985)

Υδατική παράμετρος	Συμβολισμός	Μονάδες	Σύνηθες εύρος τιμών νερού άρδευσης
ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ Ποσό αλάτων Ηλεκτρική αγωγιμότητα ή Ολικό ποσό αλάτων	EC _{va} TDS	mS/cm mg/L	0 -3 0 -2000
ΚΑΤΙΟΝΤΑ ΚΑΙ ΑΝΙΟΝΤΑ Ασβέστιο Μαγνήσιο Νάτριο Ανθρακικά Όξινα ανθρακικά Χλώριο Θειικά	Ca ²⁺ Mg ²⁺ Na ⁺ CO ₃ ²⁻ HCO ₃ ⁻ Cl ⁻ SO ₄ ²⁻	mmol _c /L mmol _c /L mmol _c /L mmol _c /L mmol _c /L mmol _c /L mmol _c /L	0 -20 0 -5 0 -40 0 -0,1 0 -10 0 -30 0 -20
ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Νιτρικό άζωτο Αμμωνιακό άζωτο Φωσφορικά Κάλιο	NO ₃ ⁻ - N NH ₄ ⁺ - N PO ₄ ³⁻ - P K ⁺	mg/L mg/L mg/L mg/L	0 -10 0 - -5 0 - -2 0 - -2
ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Βόριο Οξύτητα /αλκαλικότητα Λόγος προσρόφησης νατρίου	B pH SAR	mg/L 1 -14 (mmol _c /L) ^{0,5}	0 -2 6,0 -8,5 0 -15

ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Προβλήματα από την άρδευση	Μονάδες	Επιπτώσεις		
		Καμία	Μικρή έως μέση	Μεγάλη
Αλατότητα (επηρεάζει τη διαθεσιμότητα του νερού) EC _{va} ή TDS	dS/m mg/L	0,7 450	0,7 -3,0 450 -2000	3,0 2000
Διηθητικότητα (επηρεάζει την κίνηση του νερού στο έδαφος) SAR =0,3 και EC _{va} = =3 -6 = =6 -12 = =12 -20 = =20 -40 =		>0,7 >1,2 >1,9 >2,9 >5,0	0,7 -0,2 1,2 -0,3 1,9 -0,5 2,9 -1,3 5,0 -2,9	<0,2 <0,3 <0,5 <1,3 <2,9
Τοξικότητα ιόντων (επηρεάζει τα ευαίσθητα φυτά) Νάτριο (Na ⁺) επιφανειακή άρδευση καταιονισμός	mmol _c /L mmol _c /L	<3 <3	3 -9 >3	>9 >9
Χλωριόντα (Cl ⁻) επιφανειακή άρδευση καταιονισμός	mmol _c /L mmol _c /L	<4 <3	4 -10 >3	>10 >10
Βόριο (B)	mg/L	<0,7	0,7 -3,0	>3,0

Πίνακας 3.6:
Αξιολόγηση του νερού άρδευσης (Ayres and Westcof, 1985)

Τα στοιχεία του πίνακα προέκυψαν από παρατηρήσεις στον αγρό και ερευνητικά πειράματα.