

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΕΩΣ

Αναστάσιος Κώτσιρας
Αναπληρωτής Καθηγητής

Αρδευτικό Νερό



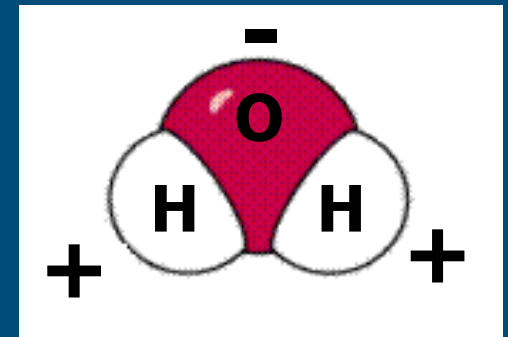
Πηγές Αρδευτικού Νερού

Οι πηγές προελεύσεως του αρδευτικού νερού μπορεί να είναι:

- η βροχή (βρόχινο)
- ποτάμια ή λίμνες (επιφανειακό)
- γεωτρήσεις, πηγάδια (υπόγειο)

Σύσταση αρδευτικού νερού

- Η χημική σύσταση του υπογείου νερού εξαρτάται:
 - από την χημική σύσταση του εδάφους μέσω του οποίου διέρχεται
 - από την χημική σύσταση των πετρωμάτων με τα οποία έρχεται σε επαφή
 - από την προέλευσή του
 - από την απόσταση που διανύει
 - από την ταχύτητά του (χρόνος επαφής με τα πετρώματα)



Σύσταση αρδευτικού νερού

Το αρδευτικό νερό περιέχει σημαντικές ποσότητες:

- των μακροστοιχείων Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-}
 - των ιχνοστοιχείων Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , B και Cl^-
 - των ιόντων HCO_3^- και Na^+
- Οι συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών στο νερό πλησιάζουν ή υπερβαίνουν τις επιζητούμενες τιμές.
- Η σύσταση του νερού αρδεύσεως αποτελεί τον **σκελετό** της δημιουργίας του θρεπτικού διαλύματος (έδαφος, υδροπονία)

Η Σύσταση του βρόχινου νερού

- Το βρόχινο νερό περιέχει σε χαμηλές ποσότητες διαλυμένα άλατα
- Κύρια πηγή των διαλυμένων αλάτων είναι η θάλασσα
 - Η συγκέντρωσή τους μειώνεται από τις ακτές προς το εσωτερικό της ξηράς
- Η συγκέντρωση των αλάτων μεταβάλλεται:
 - από την εποχή του έτους
 - από την διάρκεια της βροχόπτωσης
 - από τους βιομηχανικούς ρύπους

Αναλύσεις αρδευτικού νερού

- Δειγματοληψία
- Ποιότητα

Δειγματοληψία αρδευτικού νερού

Δειγματοληψία

- Η δειγματοληψία πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική
- Ποσότητα δείγματος 200-300 ml
- Τοποθέτηση σε καθαρά πλαστικά μπουκάλια (όχι σε γυάλινα)
- Ξέπλυμα των μπουκαλιών 2-3 φορές με το ίδιο νερό που πρόκειται να αναλυθεί
- Αποθήκευση στο ψυγείο (περίπου στους 4°C) και αποστολή το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο

Τρόπος δειγματοληψίας

● Δειγματοληψία νερού από γεώτρηση

- Η αντλία πρέπει να δουλέψει για αρκετή ώρα (1-1,5 ώρα)
- Λαμβάνονται δυο δείγματα νερού (τα οποία στο τέλος αναμιγνύονται):
 - Το πρώτο αμέσως μετά την πρώτη ώρα λειτουργίας της αντλίας
 - Το δεύτερο στο τέλος της αντλήσεως

Τρόπος δειγματοληψίας

- Δειγματοληψία νερού από πηγάδι

–Αν το νερό έχει καιρό να αντληθεί (στάσιμο) θα πρέπει να αντληθεί πριν τη δειγματοληψία αρκετός όγκος νερού:

- Άντληση 1-2 φορές του όγκου του νερού που υπάρχει
- Αν δεν γίνει άντληση το δείγμα δεν θα είναι αντιπροσωπευτικό

Τρόπος δειγματοληψίας

● Δειγματοληψία νερού από ποτάμι

–Λήψη του δείγματος από το μέσον της ροής του ποταμού και από το μέσο βάθος του.

–Η ποιότητα του νερού των ποταμών πιθανότατα αλλάζει ανάλογα:

- Με την εποχή
- Το ύψος των βροχοπτώσεων
- Την απόσταση από την όχθη και το σημείο εκβολής
- Την ταχύτητα κινήσεως του νερού
- Την πιθανή ρύπανση


Ταυτότητα του δείγματος

Κατά την αποστολή του δείγματος στο εργαστήριο πρέπει να συμπληρώνονται τα εξής στοιχεία:


- Ημερομηνία λήψεως
- Θέση δειγματοληψίας
- Βάθος δειγματοληψίας
- Παροχή

Συχνότητα αναλύσεων νερού αρδεύσεως

● Γεωτρήσεις

– η ποιότητα του νερού παραμένει συνήθως σταθερή  αραιή παρακολούθηση της ποιότητας (κάθε 2-3 χρόνια)

● Επιφανειακό νερό (ποτάμια, λίμνες)

– Η ποιότητα μεταβάλλεται συναρτήσει της εποχής  συχνή παρακολούθηση της ποιότητας (τουλάχιστον μια φορά τον χρόνο)

Ποιότητα αρδευτικού νερού

- Κριτήρια

Κριτήρια Ποιότητας

Υπάρχουν 4 κριτήρια που προσδιορίζουν την ποιότητα του αρδευτικού νερού:

- 1) Η συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων (κίνδυνος αλατότητας)
- 2) Η συγκέντρωση του Na σε σχέση με τα άλλα ιόντα (κίνδυνος Na)
- 3) Η συγκέντρωση τοξικών στοιχείων που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών ή επιβαρύνουν το περιβάλλον
- 4) Η επίδραση στην θρέψη κάποιων ιόντων που πιθανόν να συναντώνται σε υψηλές συγκεντρώσεις θρέψη όπως τα NO_3 , Ca, Mg, SO_4 .

Ποιότητα αρδευτικού νερού

- Σταθερότητα

Γενικά σταθερότυπα καταλληλότητας

- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- Η ολική συγκέντρωση αλάτων (TDS)
- Το pH
- Η συγκέντρωση των κυριοτέρων ιόντων και οι σχέσεις μεταξύ τους
- Οι συγκεντρώσεις των Na, Cl, B, Zn, Mn.
- η περιεκτικότητα σε αιωρούμενα υλικά και βιοκτόνα
- η περιεκτικότητα σε διαλυμένο οξυγόνο
- η συγκέντρωση σε διττανθρακικά

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΕ ΑΝΙΟΝΤΑ

Ανιόντα

	Συνήθης τιμή (mg/l)	Πιθανή τιμή (mg/l)	Σχόλια
Cl⁻	Περιοχές υγρές <50 Ξηρές >200	30-100	<ul style="list-style-type: none">• Τιμές >150 mg/l προκαλούν φαινόμενα τοξικότητας στα ευαίσθητα φυτά• Απορροφάται και από τα φύλλα κατά τους ψεκασμούς• Σε απορρόφηση από τα φύλλα <106 κανένα πρόβλημα, >106, αυξημένο πρόβλημα• Τοξικότητα όταν η συγκέντρωσή του στα φύλλα είναι περίπου 0,5%.• Σε απορρόφηση από τη ρίζα: <142 κανένα πρόβλημα, 142-355 αυξημένο πρόβλημα και > 355 σοβαρό

Προβλήματα Τοξικότητας CI

Τοξικότητα Cl

- Η πλέον συνήθης τοξικότητα προερχόμενη από το αρδευτικό νερό
- Το Cl δεν δεσμεύεται στο έδαφος
 - ↓
 - μετακινείται εύκολα
 - απορροφάται από τα φυτά και μέσω του ρεύματος διαπνοής συσσωρεύεται στα φύλλα
 - εάν η συγκέντρωσή του στα φύλλα ξεπεράσει την ανθεκτικότητα του φυτικού είδους θα εμφανισθούν συμπτώματα τοξικότητας:
 - Καψίματα, ξηράνσεις και νεκρώσεις στα φύλλα της κορυφής
 - Στα ευαίσθητα φυτά τα συμπτώματα θα εμφανισθούν όταν η συγκέντρωση στα φύλλα κυμαίνεται μεταξύ **0,3-1,0% ξο**

Συμπτώματα τοξικότητας Cl σε αγγουριά



Ιόν	Συνήθης τιμή (mg/l)	Πιθανή τιμή (mg/l)	Σχόλια
CO_3^{-2}	<10	<50	<ul style="list-style-type: none"> • Σε νερά με pH >8,4 και υψηλή συγκέντρωση Na μπορεί να υπάρχουν μέχρι και 50 mg/l. • Σε συνδυασμό με Ca και Mg δημιουργούν εσωτερική κρούστα στους σωλήνες άρδευσης

	Συνήθης τιμή (mg/l)	Πιθανή τιμή (mg/l)	Σχόλια
HCO₃⁻	250-500	<500	<p>•Το επικρατέστερο ανιόν του νερού.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪<90 κανένα πρόβλημα, ▪90-520 έναρξη προβλημάτων, ▪>520 mg/l σοβαρό πρόβλημα. <p>•Υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν λευκό χρωματισμό στα ακροφύσια.</p>

	Συνήθης τιμή (mg/l)	Πιθανή τιμή (mg/l)	Σχόλια
SO_4^{-2}	<350	-	<ul style="list-style-type: none"> • Στην άρδευση δεν δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα. • Σε συνδυασμό με Ca^{2+} και HCO_3^- σχηματίζει εσωτερική κρούστα στο αρδευτικό δίκτυο.

Ιόν	Συνήθης τιμή (ppm)	Πιθανή τιμή (ppm)	Παρατηρήσεις -Σχόλια
NO₃⁻	<10	<50	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν δημιουργούν προβλήματα στην άρδευση. • Υψηλή συγκέντρωση: ένδειξη ρυπάνσεως • Σε συγκεντρώσεις > 50 mg/l λαμβάνεται υπ' όψιν στις υδρολιπάνσεις.


ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΕ ΚΑΤΙΟΝΤΑ

	Συνήθης τιμή (ppm)	Πιθανή τιμή (ppm)	Παρατηρήσεις -Σχόλια
Ca⁺²	<150	50-200	<ul style="list-style-type: none"> •Οι υψηλές τιμές δεν δημιουργούν πρόβλημα στην άρδευση των φυτών. •Σε συνδυασμό με CO_3^{-2}, HCO_3^- και SO_4^{-2} προκαλούν φράξιμο των ακροφυσίων
Mg⁺²	<30	10-50	<ul style="list-style-type: none"> •Τιμές >100 mg/l αυξάνουν επικίνδυνα την EC. <ul style="list-style-type: none"> • δημιουργία ανισορροπιών στη θρέψη •Τιμές >30-40 mg/l λαμβάνονται υπ' όψιν στη λίπανση

	Συνήθης τιμή (mg/l)	Πιθανή τιμή (mg/l)	Παρατηρήσεις -Σχόλια
K⁺	<1-3	1-5	<ul style="list-style-type: none">•Δεν δημιουργεί προβλήματα στα φυτά.•Οι υψηλές τιμές προϋποθέτουν ρύπανση από κτηνοτροφικές μονάδες
Na⁺	<80	<150-200 (σε παράκτιες περιοχές)	<ul style="list-style-type: none">•Υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν τοξικότητες.•Αξιολόγηση με βάση το κριτήριο SAR

Προβλήματα Τοξικότητας Na

Τοξικότητα Na

- Η διάγνωσή της δεν είναι τόσο εύκολη όσο του Cl 
- Τυπικά συμπτώματα τα καψίματα και οι ξηράνσεις των φύλλων (πρώτα στα παλαιότερα φύλλα)
- Για την εμφάνιση των συμπτωμάτων απαιτείται σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα (αρκετές ημέρες ή εβδομάδες)
- Ασφαλής τρόπος ο προσδιορισμός της συγκεντρώσεως του Na ή του SAR.
- Η συγκέντρωση Na στα φύλλα θα πρέπει να ξεπερνά το 0,25% για την εμφάνιση τοξικότητας στα ευαίσθητα είδη

Ιόν	Συνήθης τιμή (mg/l)	Πιθανή τιμή (mg/l)	Παρατηρήσεις -Σχόλια
NH_4^+	Ήχνη	-	<ul style="list-style-type: none">•Υψηλές τιμές δηλώνουν μολύνσεις από αποδόμηση οργανικών ουσιών, ουρίας, κ.λ.π.•Δεν δημιουργούν προβλήματα στα φυτά.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΕ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Fe

<0,1

<0,5 σε
όξινα
νερά

- Σε συγκεντρώσεις >0,1 ppm και μετά από έκθεση στον αέρα, προκαλεί φράξιμο στους σωλήνες άρδευσης και στα ακροφύσια.
- Υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν θολότητα αφήνοντας έγχρωμες κηλίδες.

	Συνήθης τιμή (mg/l)	Πιθανή τιμή (mg/l)	Παρατηρήσεις -Σχόλια
Mn	0-0,1	<0,5 σε όξινα νερά	<ul style="list-style-type: none"> • Σε συγκεντρώσεις > 0,2 ppm, καθιζάνει με τη βοήθεια του O₂ • Σε συγκεντρώσεις > 0,5 mg/l, μπορεί να αποβεί τοξικό.
B	0-0,1	<1	<ul style="list-style-type: none"> • Η διαφορά μεταξύ τροφοπενίας και τοξικότητας είναι πολύ μικρή. • Η αντοχή φυτών στο B διαφοροποιείται

Προβλήματα Τοξικότητας Β

Τοξικότητα Β



- Η έλλειψη με την επάρκεια και την τοξικότητα είναι πολύ κοντά
- Συγκεντρώσεις 1-2 mg/l μπορεί να είναι τοξικές
- Τα επιφανειακά νερά σπάνια περιέχουν Β.
- Συναντάται σε υψηλές συγκεντρώσεις σε νερά περιοχών με γεωθερμικά πεδία.
- Τα συμπτώματα τοξικότητας εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα
 - χλώρωση, νεκρωτικές κηλίδες στις άκρες των φύλλων
- Τα συμπτώματα θα εμφανισθούν όταν οι συγκεντρώσεις στα φύλλα υπερβούν τα 250-300 mg/kg ξο

Ταξινόμηση του αρδευτικού νερού βάσει του B

Ποιότητα νερού	Φυτά Ευαίσθητα	Φυτά Ημιανθεκτικά	Φυτά Ανθεκτικά
Εξαιρετικό	<0,33	<0,67	<1,00
Καλό	0,33-0,67	0,67-1,33	1,00-2,00
Αποδεκτό	0,67-1,00	1,33-2,00	2,00-3,00
Αμφίβολο	1,00-1,25	2,00-2,50	3,00-3,75
Ακατάλληλο	>1,25	>2,50	>3,75

Τοξικότητα Β σε φύλλα φράουλας



ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Αλκαλικότητα του νερού

Είναι η ικανότητα του νερού να εξουδετερώνει τα οξέα

Οφείλεται στα εξής ιόντα:

- Στα διττανθρακικά (HCO_3^-) που προκύπτουν από την διάλυση αλάτων όπως τα NaHCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ και $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ αλλά και από την αντίδραση του νερού με το CO_2 .
- Στα ανθρακικά (CO_3^{2-}) που προκύπτουν από την διάλυση αλάτων όπως το (CaCO_3) .
- Στα ιόντα (OH^-)

ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Σκληρότητα του νερού

- Συνίσταται κυρίως στην περιεκτικότητα σε δισθενή κατιόντα Ca Mg
- Το αποτέλεσμα της παρουσίας αυτών των ιόντων είναι η παρεμπόδιση της δημιουργίας αφρού σε επαφή με σάπωνες (μείωση απορρυπαντικής ικανότητας)
- Αντιδρούν με τους σάπωνες και σχηματίζουν ιζήματα
- Αναφέρεται πιο πολύ για νερά βιομηχανικής και οικιακής χρήσεως

Παροδική-Μόνιμη-Ολική Σκληρότητα

- Η Παροδική οφείλεται στην διάλυση του CaCO_3 και του MgCO_3 που υπάρχουν στα πετρώματα
- Η Μόνιμη οφείλεται στην διάλυση του CaSO_4 και του MgSO_4
- Η Ολική είναι το άθροισμα της παροδικής και της μόνιμης

ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)

Εξαρτάται από:

- Παρουσία ιόντων
- Συγκέντρωση ιόντων
- Κινητικότητα ιόντων
- Σθένος
- Θερμοκρασία νερού κατά τη στιγμή της μέτρησης
- Τα οργανικά μόρια μεταφέρουν λίγο ή καθόλου ηλεκτρικό ρεύμα

Ποιότητα αρδευτικού νερού βάσει της αγωγιμότητάς του

Ηλ. Αγωγιμ. σε $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)	Ποιότητα αρδευτικού νερού
<250	Άριστη
250-700	Πολύ καλή
701-1100	Καλή
1101-1600	Μέτρια
1601-2200	Κακή
2200-3000	Πολύ κακή
>3001	Ακατάλληλο για άρδευση

Αγωγιμότητα αρδευτικού νερού

- Η άρδευση του εδάφους με αλατούχο νερό μπορεί να επιφέρει στο έδαφος:
 - αύξηση της αγωγιμότητας
 - αλκαλίωση
 - υποβάθμιση της δομής
 - μείωση της αναπτύξεως των φυτών και υποβάθμιση της ποιότητας
 - τοξικότητα

Αγωγιμότητα αρδευτικού νερού

- **Μικρή αγωγιμότητα** έχουν τα νερά που προέρχονται :
 - από το λιώσιμο του χιονιού
 - από τις απορροές ορεινών όγκων
- **Μεγάλη αγωγιμότητα** έχουν τα νερά που προέρχονται :
 - από παραθαλάσσιες περιοχές
 - από περιοχές με έντονη γεωργική δραστηριότητα
 - από περιοχές που γίνεται υπεράντληση
 - από επεξεργασία αποβλήτων

Ολική συγκέντρωση αλάτων (Total dissolved solids) TDS

- Δίνεται από τη σχέση: $TDS = 0.64 \times EC$

Κατάταξη αρδευτικού νερού βάσει της TDS

Ολική συγκέντρωση αλάτων TDS σε ppm	Ποιότητα
0-700	Γλυκό νερό
701-2.000	Υφάλμυρο
>2.000	Αλμυρό νερό

Κριτήριο S.A.R (συντελεστής προσρόφησης Na)

- Εκφράζει την συγκέντρωση του Na^+ σε σχέση με τα δισθενή κατιόντα Ca^{2+} και Mg^{2+} **στο νερό και στο εδαφικό διάλυμα** (οι συγκεντρώσεις Na, Ca και Mg είναι σε meq/l)
- Επηρεάζονται η **αλκαλικότητα** και η **διηθητικότητα** του εδάφους.

$$\text{S.A.R} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}}$$

Κατηγορίες S.A.R

- Κατηγορία 1: S.A.R <10, κίνδυνος νατρίου μικρός.
- Κατηγορία 2: S.A.R 10-18, κίνδυνος νατρίου μέσος.
- Κατηγορία 3: S.A.R 18-26, κίνδυνος νατρίου μεγάλος.
- Κατηγορία 4: S.A.R >26, κίνδυνος νατρίου πολύ μεγάλος.

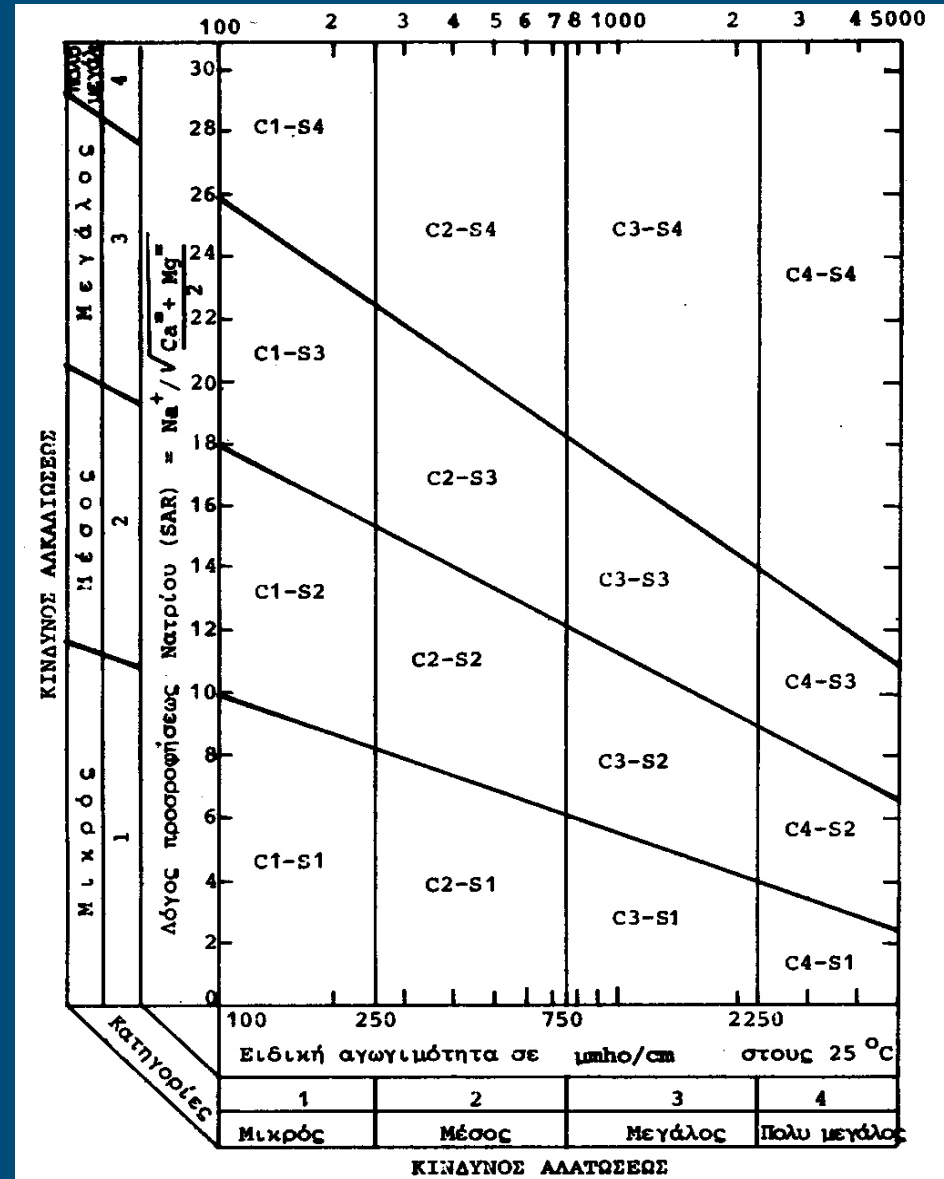
Κατηγορίες κινδύνου αλατώσεως

- Το αρδευτικό νερό βάσει της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) κατατάσσεται στις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες ποιότητας (US Salinity Laboratory, 1954):
- **Κατηγορία C1.** EC <250 $\mu\text{mhos/cm}$, περιεκτικότητα σε άλατα μικρότερη των 160 ppm
- **Κατηγορία C2.** EC 250-750 $\mu\text{mhos/cm}$, περιεκτικότητα σε άλατα 160 - 480 ppm
- **Κατηγορία C3.** EC μεταξύ 750-2250 $\mu\text{mhos/cm}$, περιεκτικότητα σε άλατα 480 - 1470 ppm,
- **Κατηγορία C4.** EC >2250 $\mu\text{mhos/cm}$, περιεκτικότητα σε άλατα >1470 ppm

Ποιοτική κατάταξη του νερού αρδεύσεως

Βάσει:

- Του κινδύνου αλατώσεως
- Του κινδύνου Νατρίου



pH Αρδευτικού Νερού

Τα φυσιολογικά όρια του pH των περισσότερων υδάτων αρδεύσεως, κυμαίνονται από 6,5-8,4.

Τιμές μεγαλύτερες από 8,4 δείχνουν την παρουσία ανθρακικού μαγνησίου-ασβεστίου.

Έλεγχος της αξιοπιστίας της αναλύσεως

Βάσει της ηλεκτρικής αγωγιμότητας

- Η ευρεθείσα EC μπορεί να ελεγχθεί και υπολογιστικά βάσει των συντελεστών και των συγκεντρώσεων των ιόντων που προσδιορίσθηκαν στο αρδευτικό νερό.
- Η EC, δεν πρέπει να έχει τιμή μεγαλύτερη από 1,5% ή μικρότερη από 2% της μετρούμενης με το αγωγιμόμετρο.

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα των ιόντων που βρίσκονται στο αρδευτικό νερό (EC)

Ιόν	Συντελ. ανά meq/l	Συντελ. ανά mg/l ($\mu\text{S}/\text{cm}$ ανά mg/l)
Διτανθρακικά HCO_3^-	43,6	0,715
Ανθρακικά CO_3^{-2}	84,6	2,820
Χλώριο Cl^-	75,9	2,140
Νιτρικά NO_3^-	71,0	1,150
Θειικά SO_4^{-2}	73,9	1,540
Ασβέστιο Ca^{+2}	52,0	2,600
Μαγνήσιο Mg^{+2}	46,6	3,820
Κάλιο K^+	72,0	1,840
Νάτριο Na^+	48,9	2,130

Βάσει του αθροίσματος κατιόντων- ανιόντων

- Το άθροισμα των συγκεντρώσεων των στοιχείων με θετικό φορτίο θα πρέπει να ισούται με το άθροισμα των συγκεντρώσεων των στοιχείων με αρνητικό φορτίο:

- $\Sigma \text{meq/l κατιόντων} = \Sigma \text{meq/l ανιόντων}$

- Το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο θα πρέπει να είναι ίσο με μηδέν (αρχή της ηλεκτρικής ουδετερότητας).

- Στην πράξη, οι συνολικές συγκεντρώσεις είναι πιθανόν να αποκλίνουν ελαφρώς λόγω των μικρών σφαλμάτων μετρήσεως από τα εργαστήρια.

- **Αποδεκτές θεωρούνται αποκλίσεις <5-7%.**

Βάσει εμπειρικών σχέσεων

- Η EC του νερού σε δεδομένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκεντρώσεως των διαλελυμένων ιόντων.
 - όλα τα άλατα δεν συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο
 - η συγκέντρωση του καθενός δεν συνδέεται με την ίδια σχέση με την EC
- Εκτίμηση της συνολικής συγκεντρώσεως C (σε meq/l) με εμπειρικές σχέσεις:

$$(1) \quad C = 9,81 \text{ EC} - 1,462$$

$$(2) \quad C = 10,52 \text{ EC} - 2,00$$

$$(3) \quad C = 11 \text{ EC}$$

(EC σε mS/cm)

**ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ
ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Ορισμοί Παραμέτρων

- Βάρος
- Όγκος
- Πυκνότητα
- Διαλυτότητα
- Ατομικό Βάρος
- Μοριακό Βάρος
- Γραμμομόριο
- Χημικό Ισοδύναμο
- Γραμμοϊσοδύναμο

ΒΑΡΟΣ

- Μονάδα βάρους είναι το kg με υποδιαιρέσεις
 - το γραμμάριο (g),
 - το χιλιοστογραμμάριο (mg),
 - το μικρογραμμάριο (μg).

- Γενικώς ισχύει:

$$1 \text{ kg} = 1.000.000 \text{ mg} = 1.000.000.000 \mu\text{g}$$

ΟΓΚΟΣ ΥΓΡΩΝ

- Ο όγκος των υγρών εκφράζεται σε:
 - λίτρα (l)
 - χιλιοστόλιτρα (ml),
 - κυβικά μέτρα (m^3)
 - κυβικά εκατοστά (cm^3), κλπ

- **Γενικώς ισχύει:**

$$1l = 1.000ml$$

$$1m^3 = 1.000.000 cm^3$$

$$1m^3 = 1.000 l$$

$$1cm^3 = 1 ml$$

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

- Η πυκνότητα (d) ισούται με το βάρος (m) του υγρού ανά μονάδα όγκου (V) αυτού.
- $d=m/V$
- Εκφράζεται σε μονάδες kg/l

ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ

- Η μέγιστη ποσότητα μιας χημικής ουσίας που μπορεί να διαλυθεί ανά μονάδα όγκου διαλύματος
- Εκφράζεται συνήθως σε kg/l ή kg/m^3
($1\text{kg/l}=1.000\text{kg/m}^3$)
- Εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία του νερού και γι' αυτό όταν δίνεται μια τιμή διαλυτότητας θα πρέπει να συνοδεύεται και από τη θερμοκρασία στην οποία αναφέρεται

ΑΤΟΜΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Είναι καθαρός αριθμός που πληροφορεί:

- πόσες φορές είναι βαρύτερο το άτομο του στοιχείου αυτού από το άτομο του υδρογόνου

Ατομικά Βάρη των στοιχείων

Στοιχείο	Σύμβολο	Ατομικό Βάρος
Άζωτο	N	14,01
Ασβέστιο	Ca	40,08
Άνθρακας	C	12,01
Βόριο	B	10,81
Θείο	S	32,06
Κάλιο	K	39,10
Μαγγάνιο	Mn	54,94
Μαγνήσιο	Mg	24,31
Μολυβδαίνιο	Mo	95,94
Νάτριο	Na	22,99
Οξυγόνο	O	16,00
Πυρίτιο	Si	28,09
Υδρογόνο	H	1,008
Σίδηρος	Fe	55,85
Φωσφόρος	P	30,97
Χαλκός	Cu	63,54
Χλώριο	Cl	35,45
Ψευδάργυρος	Zn	65,37

ΜΟΡΙΑΚΟ ΒΑΡΟΣ

Είναι καθαρός αριθμός που υπολογίζεται:

- με πρόσθεση των ατομικών βαρών όλων των ατόμων που συμμετέχουν σε μία χημική ένωση

ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΟ (mol)

- 1 mol μιας χημικής ενώσεως ισούται με το μοριακό βάρος της σε γραμμάρια (g)
- υποδιαιρέσεις:
χιλιοστογραμμόριο (mmol),
μικρογραμμομόριο (μmol)
- **1 mol = 1.000 mmol = 1.000.000 μmol**

ΧΗΜΙΚΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ (Χ.Ι)

- Χημικό ισοδύναμο (Χ.Ι.) ιόντος:
 - πηλίκο του μοριακού βάρους του δια του αριθμού οξειδώσεως του.
- Χημικό ισοδύναμο (Χ.Ι.) χημικής ενώσεως
 - όταν διαλύεται στο νερό συμπεριφέρεται ως ηλεκτρολύτης (δηλαδή δίσταται σε ανιόντα και κατιόντα)
 - πηλίκο του μοριακού της βάρους δια του ολικού αριθμού οξειδώσεως (απόλυτη τιμή) των ανιόντων ή των κατιόντων που προκύπτουν κατά τη διάστασή της

- Χημικοί τύποι και αριθμοί οξειδώσεως των κυριότερων ανόργανων ιόντων που περιέχονται στο αρδευτικό νερό και στα χρησιμοποιούμενα για τη διατροφή φυτών θρεπτικά διαλύματα.
- (+) στα κατιόντα και (-) στα ανιόντα

Κατιόντα

αμμώνιο (NH_4^+)

ασβέστιο (Ca^{2+})

κάλιο (K^+)

μαγγάνιο (Mn^{2+})

μαγνήσιο (Mg^{2+})

νάτριο (Na^+)

σίδηρος (Fe^{2+})

υδρογόνο (H^+)

χαλκός (Cu^{2+})

ψευδάργυρος (Zn^{2+})

Ανιόντα

θειικό (SO_4^{2-})

μολυβδαινικό (MoO_4^{2-})

νιτρικό (NO_3^-)

όξινο ανθρακικό (HCO_3^-)

φωσφορικό (H_2PO_4^-)

χλώριο (Cl^-)

ΓΡΑΜΜΟΙΣΟΔΥΝΑΜΟ (eq)

- Γραμμοισοδύναμο (eq) ενός στοιχείου ή ιόντος ή μιας χημικής ενώσεως:
 - μια ποσότητά τους μετρημένη σε γραμμάρια ίση με το χημικό τους ισοδύναμο

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ

Συγκεντρώσεις

- Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος σε διάφορα στοιχεία ονομάζεται συγκέντρωση
- Δείχνει αριθμητικά την ποσότητα των διαλελυμένων στοιχείων σε συγκεκριμένο όγκο διαλύματος.
- Στην υδροπονία τα θρεπτικά διαλύματα δημιουργούνται με την προσθήκη συγκεκριμένων ποσοτήτων υδατοδιαλυτών λιπασμάτων σε συγκεκριμένο όγκο νερού.

Συγκεντρώσεις

Σκοπός:



- κάθε σταγόνα θρεπτικού διαλύματος να περιέχει **όλα** τα θρεπτικά στοιχεία για την σωστή ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

Η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα των υδροπονικών καλλιεργειών εκφράζεται κυρίως μέσω των εξής μονάδων:

ΕΚΦΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ

ΤΡΟΠΟΙ ΕΚΦΡΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ - ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Φυσικές μονάδες:

- χιλιοστόγραμμα διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος (mg/l)
- μικρογραμμάρια διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος (μg/l)
- μέρη στο εκατομμύριο (ppm)

Χημικές μονάδες:

- μοριακή συγκέντρωση ή μοριακότητα (M ή mol/l)
- κανονική συγκέντρωση ή κανονικότητα (N ή eq/l)

Βάρος του διαλελυμένου στοιχείου ανά λίτρο διαλύματος (ppm ή mg/l)

- Χιλιοστά του γραμμαρίου του διαλελυμένου στοιχείου που έχουν διαλυθεί σε 1 λίτρο αρδευτικού νερού.
- Πχ: $1\text{mg}/\text{λίτρο} = 1\text{mg}/1.000\text{ml} = 1\text{mg}/1.000\text{g} = 1\text{mg}/1.000.000\text{mg}$ (σε αραιά υδατικά διαλύματα τα 1.000 ml ισοδυναμούν με 1.000 g, εφ' όσον το 1ml νερό ζυγίζει 1g).
- ppm = mg/l. Χρησιμοποιείται κυρίως για την έκφραση της συγκεντρώσεως των μακροστοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα (άζωτο, φωσφόρος, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο, θείο).

Γραμμομόριο του διαλελυμένου στοιχείου ανά λίτρο διαλύματος (mol/l)

- Τα γραμμομόρια του διαλελυμένου στοιχείου που έχουν διαλυθεί σε 1 λίτρο αρδευτικού νερού.
- Κατά την δημιουργία των θρεπτικών διαλυμάτων χρησιμοποιούνται για πρακτικούς λόγους δυο υποδιαιρέσεις:
 - η μια για τα μακροστοιχεία: χιλιοστογραμμομόριο ή **mmol/l** και
 - η άλλη για τα ιχνοστοιχεία: μικρογραμμομόριο ή **μmol/l**.

Γραμμοισοδύναμο του διαλελυμένου στοιχείου ανά λίτρο διαλύματος (eq/l)

- Τα γραμμοισοδύναμα του διαλελυμένου στοιχείου που έχουν διαλυθεί σε 1 λίτρο αρδευτικού νερού.
- Κατά την δημιουργία των θρεπτικών διαλυμάτων χρησιμοποιείται για πρακτικούς λόγους μία υποδιαίρεση για τα μακροστοιχεία:
 - χιλιοστογραμμοισοδύναμο ή **meq/l**

**ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΜΕΤΑΞΥ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ
ΜΟΝΑΔΩΝ
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΣ**

ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΣ

- Σύνδεση μεταξύ φυσικών μονάδων συγκεντρώσεως (Σ) και μοριακότητας (M)
- Σύνδεση μεταξύ φυσικών μονάδων συγκεντρώσεως (Σ) και κανονικότητας (N)

Σύνδεση μεταξύ Φυσικών Μονάδων και Μοριακότητας

- $\Sigma = (MB) \cdot M$ ή $M = \Sigma / MB$
 - $\Sigma =$ η συγκέντρωση σε φυσικές μονάδες
 - $MB =$ το μοριακό βάρος του στοιχείου ή της ενώσεως
 - $M =$ η μοριακότητα
 - απαιτείται προσοχή στην αντιστοίχιση των μονάδων:
 - $g/l \longrightarrow mol/l$
 - $mg/l \longrightarrow mmol/l$

Σύνδεση μεταξύ Φυσικών Μονάδων και Κανονικότητας

- $\Sigma = (ΧΙ) \cdot N$ ή $N = \Sigma / (ΧΙ)$
 - Σ = η συγκέντρωση σε φυσικές μονάδες
 - $ΧΙ$ = το χημικό ισοδύναμο του στοιχείου ή της ενώσεως
 - N = η κανονικότητα
 - απαιτείται προσοχή στην αντιστοίχιση των μονάδων:
 - $g/l \longrightarrow eq/l$
 - $mg/l \longrightarrow meq/l$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ



Καλαμάτα

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Πρός :
Διεύθυνση :
Τηλ :

Καλλιέργεια : Μαρούλι
Περιοχή δειγματοληψίας :
Ημ/νία δειγματοληψίας : 07/04/10
Προέλευση νερού :

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$)	690
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm)	441,6
pH	8,2

Κατιόντα	ppm	meq/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	60,70	3,04
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	52,60	4,38
Κάλιο (K^+)	5,40	0,14
Νάτριο (Na^+)	24,60	1,07
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,27	0,02
Σύνολο		8,64

Ανιόντα	ppm	meq/l
Χλωριόντα (Cl^-)	45,00	1,27
Διττανθρακικά (HCO_3^-)	385,00	6,31
Θειϊκά (SO_4^{2-})	55,20	1,15
Φωσφορικά (P- H_2PO_4^-)	0,02	0,00
Νιτρικά (NO_3^-)	15,83	0,26
Σύνολο		8,98

Ιχνοστοιχεία	ppm	$\mu\text{mol}/\text{l}$
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,060	1,09
Ψευδάργυρος (Zn)	0,020	0,31
Χαλκός (Cu)	0,050	0,79
Βόριο (B)	0,034	3,13

Χαρακτηρισμός : **C2-S1**

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Πρός :
Διεύθυνση :
Τηλ :

Καλλιέργεια : Τομάτα
Περιοχή δειγματοληψίας : **Γεώτρηση**
Ημ/νία δειγματοληψίας : 31/08/09
Προέλευση νερού :

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$) **1.360**
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm) **870,4**
pH **7,00**

Κατιόντα	ppm	meq/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	230,80	11,54
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	33,70	2,81
Κάλιο (K^+)	9,10	0,23
Νάτριο (Na^+)	62,40	2,71
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,00	0,00
Σύνολο		17,29

Ανιόντα	ppm	meq/l
Χλωριόντα (Cl^-)	130,00	3,66
Διττανθρακικά (HCO_3^-)	475,80	7,80
Θειϊκά (SO_4^{2-})	269,70	5,62
Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	0,00	0,00
Νιτρικά (NO_3^-)	83,54	1,35
Σύνολο		18,43

Ιχνοστοιχεία

	ppm	$\mu\text{mol}/\text{l}$
Σίδηρος (Fe)	0,220	3,94
Μαγγάνιο (Mn)	0,000	0,00
Ψευδάργυρος (Zn)	0,030	0,46
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,013	1,20

Χαρακτηρισμός : **C3-S1**

Καλαμάτα

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Πρός :
Διεύθυνση :
Τηλ :

Καλλιέργεια : Τομάτα
Περιοχή δειγματοληψίας :
Ημ/νία δειγματοληψίας : 31/08/09
Προέλευση νερού :

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$)	2.490
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm)	1593,6
pH	7,96

Κατιόντα	ppm	meq/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	715,90	35,80
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	38,50	3,21
Κάλιο (K^+)	4,00	0,10
Νάτριο (Na^+)	58,90	2,56
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,04	0,00
Σύνολο		41,67

Ανιόντα	ppm	meq/l
Χλωριόντα (Cl^-)	125,00	3,52
Διττανθρακικά (HCO_3^-)	402,60	6,60
Θειικά (SO_4^{2-})	1434,90	29,89
Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	0,03	0,00
Νιτρικά (NO_3^-)	2,70	0,04
Σύνολο		40,06

Ιχνοστοιχεία	ppm	$\mu\text{mol}/\text{l}$
Σίδηρος (Fe)	0,230	4,11
Μαγγάνιο (Mn)	0,000	0,00
Ψευδάργυρος (Zn)	0,140	2,14
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,005	0,46

Χαρακτηρισμός : **C4-S1**

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Προς :
 Διεύθυνση : Τήνος
 Τηλ :

Καλλιέργεια : Τομάτα (έδαφος)
 Περιοχή δειγματοληψίας : Πηγάδι
 Ημ/νία δειγματοληψίας : 18/09/13
 Προέλευση νερού : Φρέαρ
 Κωδικός : N **010**

Αγωγιμότητα (μs/cm/25°C)	2.380	Σκληρότητα (ppm CaCO ₃)	
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm)	1523	Ολική	701
pH	7,66	Παροδική	340

Κατιόντα				Ανιόντα			
	ppm	meq/l	mmol/l		ppm	meq/l	mmol/l
Ασβέστιο (Ca ²⁺)	191,10	9,56	4,78	Χλωριόντα (Cl ⁻)	515,00	14,51	14,51
Μαγνήσιο (Mg ²⁺)	53,60	4,47	2,23	Διττανθρακικά (HCO ₃ ⁻)	414,80	6,80	6,80
Κάλιο (K ⁺)	4,60	0,12	0,12	Θειϊκά (SO ₄ ²⁻)	165,92	3,46	1,73
Νάτριο (Na ⁺)	235,40	10,23	10,23	Φωσφορικά (P-H ₂ PO ₄ ⁻)	0,00	0,00	0,00
Αμμωνιακά (NH ₄ ⁺)	0,05	0,00	0,00	Νιτρικά (NO ₃ ⁻)	64,90	1,05	1,05
Σύνολο		24,38		Σύνολο		25,81	

Ιχνοστοιχεία

	ppm	μmol/l
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,060	1,09
Ψευδάργυρος (Zn)	0,030	0,46
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,033	3,06

Αναλ. Προσρόφ. Na (SAR) **3,86**

Χαρακτηρισμός : **C4-S1**

Αξιολόγηση του αρδευτικού νερού

Το αναλυθέν νερό εμφανίζει:

- πολύ υψηλή αλατότητα,
- Ασθενώς αλκαλική αντίδραση,
- υψηλό επίπεδο χλωριόντων,
- η συνεχής χρήση του θα δημιουργήσει προβλήματα
 - στη σταθερότητα δομής και στη διαπερατότητα του εδάφους.
- εγκυμονείται κίνδυνος σοβαρής αλατώσεως και τοξικότητας Cl σε ευαίσθητα είδη.

- Καλλιέργεια στο έδαφος: μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό όρους **μόνο σε φυτά ανθεκτικά στην αλατότητα**, εφόσον διενεργείται πολύ καλή έκπλυση και αποστράγγιση.
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους: **ακατάλληλο**

Αξιολόγηση του αρδευτικού νερού

- Περιοδικός έλεγχος της αγωγιμότητας σε διάφορες εποχές του έτους.
- Εφαρμογή αρδεύσεων μικρής διάρκειας και ανάλογη προσαρμογή των υδρολιπάνσεων, με τακτικό έλεγχο της αγωγιμότητας του εδάφους.
- Η παρουσία των ιόντων μαγνησίου σε πολύ υψηλή συγκέντρωση να λαμβάνονται υπ' όψιν στις υδρολιπάνσεις.
- Η χρήση του σε διαφυλλικούς ψεκασμούς θα πρέπει να αποφεύγεται σε λόγω της πολύ υψηλής συγκέντρωσης χλωριόντων.
- Σε άρδευση με σταγόνες, ενδέχεται να δημιουργηθεί έμφραξη των μπεκ και των φίλτρων λόγω της υψηλής συγκέντρωσης των διττανθρακικών. Συνιστάται η περιοδική συντήρηση του συστήματος αρδεύσεως.

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$) 1.049
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm) 671,4
pH 7,08

Σκληρότητα (ppm CaCO_3)
 Ολική 535
 Παροδική 270

Κατιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	162,10	8,11	4,05
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	31,10	2,59	1,30
Κάλιο (K^+)	2,10	0,05	0,05
Νάτριο (Na^+)	33,80	1,47	1,47
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,00	0,00	0,00
Σύνολο		12,22	

Ανιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Χλωριόντα (Cl^-)	70,00	1,97	1,97
Διττανθρακικά (HCO_3^-)	329,40	5,40	5,40
Θειικά (SO_4^{2-})	111,20	2,32	1,16
Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	0,00	0,00	0,00
Νιτρικά (NO_3^-)	153,00	2,47	2,47
Σύνολο		12,16	

Ιχνοστοιχεία

	ppm	$\mu\text{mol}/\text{l}$
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,000	0,00
Ψευδάργυρος (Zn)	0,000	0,00
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,090	8,33

Αναλ. Προσρόφ. Na (SAR) 0,64

Χαρακτηρισμός : **C3-S1**

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$)	2.090
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm)	1338
pH	7,27

Κατιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	241,40	12,07	6,04
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	34,10	2,84	1,42
Κάλιο (K^+)	1,50	0,04	0,04
Νάτριο (Na^+)	183,20	7,97	7,97
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,00	0,00	0,00
Σύνολο		22,92	

Ανιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Χλωριόντα (Cl^-)	455,00	12,82	12,82
Διττανθρακικά (HCO_3^-)	292,3	4,79	4,79
Θειικά (SO_4^{2-})	71,08	1,48	0,74
Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	0,10	0,00	0,00
Νιτρικά (NO_3^-)	134,59	2,17	2,17
Σύνολο		21,26	

Ιχνοστοιχεία

	ppm	$\mu\text{mol/l}$
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,000	0,00
Ψευδάργυρος (Zn)	0,000	0,00
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,020	1,85

Αναλ. Προσρόφ. Na (SAR) 2,92

Χαρακτηρισμός : **C3-S1**

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$)	609
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm)	389,8
pH	7,64

Κατιόντα	ppm	meq/l	mmol/l	Ανιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	94,00	4,70	2,35	Χλωριόντα (Cl^-)	65,00	1,83	1,83
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	21,00	1,75	0,88	Διπτανθρακικά (HCO_3^-)	268,4	4,40	4,40
Κάλιο (K^+)	0,40	0,01	0,01	Θειικά (SO_4^{2-})	41,18	0,86	0,43
Νάτριο (Na^+)	21,40	0,93	0,93	Φωσφορικά (P- H_2PO_4^-)	0,46	0,01	0,01
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,01	0,00	0,00	Νιτρικά (NO_3^-)	5,88	0,09	0,09
Σύνολο		7,39		Σύνολο		7,20	

Ιχνοστοιχεία

	ppm	$\mu\text{mol/l}$
Σίδηρος (Fe)	0,990	17,71
Μαγγάνιο (Mn)	0,000	0,00
Ψευδάργυρος (Zn)	0,040	0,61
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,000	0,00

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$)	2.820	Σκληρότητα (ppm CaCO_3)	
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm)	1805	Ολική	1180
pH	7,08	Παροδική	270

Κατιόντα	ppm	meq/l	mmol/l	Ανιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	250,10	12,51	6,25	Χλωριόντα (Cl^-)	730,00	20,56	20,56
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	133,20	11,10	5,55	Διττανθρακικά (HCO_3^-)	329,40	5,40	5,40
Κάλιο (K^+)	2,00	0,05	0,05	Θειϊκά (SO_4^{2-})	143,93	3,00	1,50
Νάτριο (Na^+)	220,90	9,60	9,60	Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	0,02	0,00	0,00
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,00	0,00	0,00	Νιτρικά (NO_3^-)	215,60	3,48	3,48
Σύνολο		33,26		Σύνολο		32,44	

Ιχνοστοιχεία

	ppm	$\mu\text{mol/l}$
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,000	0,00
Ψευδάργυρος (Zn)	0,000	0,00
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,030	2,78

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$)	286
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm)	183
pH	7,73

Σκληρότητα (ppm CaCO_3)	
Ολική	147
Παροδική	150

Κατιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	48,40	2,42	1,21
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	6,20	0,52	0,26
Κάλιο (K^+)	0,80	0,02	0,02
Νάτριο (Na^+)	6,80	0,30	0,30
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,00	0,00	0,00
Σύνολο		3,25	

Ανιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Χλωρίοντα (Cl^-)	15,00	0,42	0,42
Διττανθρακικά (HCO_3^-)	183,00	3,00	3,00
Θειϊκά (SO_4^{2-})	0,00	0,00	0,00
Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	0,00	0,00	0,00
Νιτρικά (NO_3^-)	1,01	0,02	0,02
Σύνολο		3,44	

Ιχνοστοιχεία		
	ppm	$\mu\text{mol/l}$
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,000	0,00
Ψευδάργυρος (Zn)	0,140	2,14
Χαλκός (Cu)	0,060	0,94
Βόριο (B)	0,050	4,63

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$) 2.160
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm) 1382
pH 6,85

Σκληρότητα (ppm CaCO_3)
 Ολική 1021
 Παροδική 270

Κατιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	332,30	16,62	8,31
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	45,70	3,81	1,90
Κάλιο (K^+)	2,50	0,06	0,06
Νάτριο (Na^+)	40,40	1,76	1,76
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,06	0,00	0,00
Σύνολο		22,25	

Ανιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Χλωριόντα (Cl^-)	500,00	14,08	14,08
Διττανθρακικά (HCO_3^-)	329,40	5,40	5,40
Θειικά (SO_4^{2-})	89,00	1,85	0,93
Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	0,08	0,00	0,00
Νιτρικά (NO_3^-)	96,80	1,56	1,56
Σύνολο		22,90	

Ιχνοστοιχεία

	ppm	$\mu\text{mol/l}$
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,000	0,00
Ψευδάργυρος (Zn)	0,000	0,00
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,000	0,00

ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$)	1.140
Ολικά διαλυτά άλατα (ppm)	729,6
pH	7,04

Κατιόντα	ppm	meq/l	mmol/l	Ανιόντα	ppm	meq/l	mmol/l
Ασβέστιο (Ca^{2+})	187,70	9,39	4,69	Χλωριόντα (Cl^-)	155,00	4,37	4,37
Μαγνήσιο (Mg^{2+})	13,00	1,08	0,54	Διττανθρακικά (HCO_3^-)	378,2	6,20	6,20
Κάλιο (K^+)	2,00	0,05	0,05	Θειικά (SO_4^{2-})	76,19	1,59	0,79
Νάτριο (Na^+)	51,20	2,23	2,23	Φωσφορικά ($\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$)	0,00	0,00	0,00
Αμμωνιακά (NH_4^+)	0,19	0,01	0,00	Νιτρικά (NO_3^-)	63,08	1,02	1,02
Σύνολο		12,76		Σύνολο		13,17	

Ιχνοστοιχεία

	ppm	$\mu\text{mol/l}$
Σίδηρος (Fe)	0,000	0,00
Μαγγάνιο (Mn)	0,100	1,82
Ψευδάργυρος (Zn)	0,110	1,68
Χαλκός (Cu)	0,000	0,00
Βόριο (B)	0,000	0,00

Αντιμετώπιση προβλημάτων

- Τιμές των παραμέτρων έξω από τα φυσιολογικά όρια, δεν σημαίνουν απαραίτητα ότι το νερό είναι ακατάλληλο.
- Υπάρχουν διάφοροι χειρισμοί, έτσι ώστε να διορθωθούν τα προβλήματα ποιότητας πριν να αναζητηθεί άλλη πηγή νερού.
- Προβλήματα που αντιμετωπίζονται:
 - αλκαλικότητα (αντοχή στην μεταβολή του pH με προσθήκη οξέος)
 - αλατότητα
 - στερεά σωματίδια
 - βιολογικοί παράγοντες

Αντιμετώπιση προβλημάτων

Αντιμετώπιση αλκαλικότητας

- εφαρμογή λιπασμάτων με όξινη αντίδραση,
- χρήση οξέων (εφαρμογή θρεπτικών διαλυμάτων με pH 5,5-5,8)

Αντιμετώπιση αλατότητας-τοξικότητας

- η έκπλυση και η επαρκής αποστράγγιση είναι ο πιο πρακτικός τρόπος απομακρύνσεως των ιόντων από το ριζόστρωμα.
- αναλύσεις εδάφους, νερού και φύλλων βοηθούν στην διάγνωση του προβλήματος
- χρήση ανθεκτικών φυτών
- σκοπός η διατήρηση μιας αποδεκτής παραγωγής.

Αντιμετώπιση προβλημάτων

Απομάκρυνση στερεών σωματιδίων

- Φίλτρα σίτας (ευαισθησία στις εμφράξεις)
- Φίλτρα άμμου-χαλικιού (εφαρμογή σε επιφανειακά νερά φορτισμένα με οργανικά σωματίδια)
- Υδροκυκλώνες (φυγοκέντρωση)

Ποιότητα Νερού και υδροπονικά συστήματα

Επιθυμητά επίπεδα ποιότητας νερού σε ανοικτά και κλειστά

υδροπονικά συστήματα

Παράμετρος	Μονάδες	Ανοικτό σύστημα	Κλειστό σύστημα
EC	mS/cm	<1,0	<0,4
pH		5-6	5-6
TDS	mg l ⁻¹	<500	<250
HCO ₃ ⁻	mg l ⁻¹	<610	<305
Na	mg l ⁻¹	<69	<29,9
Cl	mg l ⁻¹	<99,4	<35,5
S-SO ₄ ²⁻	mg l ⁻¹	<149,2	<49,7
Zn	μmol l ⁻¹	<10	<5
Fe	μmol l ⁻¹	<17,9	<8
Cu	μmol l ⁻¹	-	<4
Mn	μmol l ⁻¹	<20	<6
B	μmol l ⁻¹	<40	<23

Gohler και Drews, 1989; Anonymous, 1992).

Ποιότητα νερού στην υδροπονία

- Στην πράξη τα επίπεδα των συγκεντρώσεων είναι πολλές φορές υψηλότερα χωρίς να δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα στη θρέψη των φυτών.
- Γενικά, ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται:
 - **στην αγωγιμότητα**
 - **στις συγκεντρώσεις των ιόντων Na, Cl, B.**
- Οι συγκεντρώσεις Ca, Mg, K, NO₃ και NH₄ δεν αναφέρονται λόγω του ότι είναι στοιχεία χρήσιμα στη θρέψη των φυτών.
- Υψηλές συγκεντρώσεις K, NO₃ και NH₄ είναι σπάνιες στα συνήθη αρδευτικά νερά.

Ποιότητα νερού στην υδροπονία

- Οι περιπτώσεις υψηλών συγκεντρώσεων των Ca, Mg ή SO₄ στο νερό άρδευσης είναι αρκετά συχνές.
- Αντισταθμίζονται με ανάλογη αύξηση των συγκεντρώσεων των υπολοίπων μακροστοιχείων.
 - διατηρώντας τις σημαντικές αναλογίες όσο το δυνατόν πλησιέστερα στις άριστες.
 - Συνέπεια: η αναγκαστική αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος.

Σας ευχαριστούμε πολύ για την προσοχή σας

