



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Αρδεύσεις (Θεωρία)

Ενότητα 3 : Η ποιότητα του αρδευτικού  
νερού

Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# 3.

## Η ποιότητα του αρδευτικού νερού

---

### Η φυσική ποιότητα

Από τις φυσικές ιδιότητες του νερού, ιδιαίτερη σημασία έχει η θερμοκρασία του. Η άριστη θερμοκρασία του νερού για άρδευση είναι, για τα περισσότερα φυτά, περίπου 25 °C, όταν αυτά βρίσκονται σε φάση έντονης βλαστικής δραστηριότητας.

Νερό κρύο, ή πολύ ζεστό, μπορεί να προκαλέσει καταστροφές, κυρίως στα νεαρά φυτά. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται όταν τα νερά προέρχονται από πηγές, ή πηγάδια, γιατί, συνήθως, τα νερά αυτά είναι πολύ κρύα. Η θερμοκρασία του νερού πρέπει πάντοτε να συσχετίζεται με τη θερμοκρασία, που επικρατεί στην επιφάνεια του εδάφους κατά την περίοδο της άρδευσης. Ένα αποτελεσματικό μέτρο προστασίας των φυτών είναι η προθέρμανση του νερού μέσα σε ειδικές δεξαμενές, πριν εφαρμοστεί στον αγρό με την άρδευση.

Επίσης από πλευράς φυσικής συμπεριφοράς του νερού, πρέπει να εξετάζεται και η ποιότητα της λάσπης που τυχόν μεταφέρει και η ποιότητα των αιωρούμενων φερτών υλών. Η μεταφερόμενη λάσπη μπορεί να είναι γόνιμη, όπως π.χ. συμβαίνει στην κοιλάδα του Νείλου ή μη γόνιμη. Μερικές φορές συμβαίνει όχι μόνο να μην είναι γόνιμη αλλά και επιζήμια, όταν π.χ. αποτελείται από κολλοειδή στοιχεία που φράζουν τους πόρους του εδάφους και ελαττώνουν έτσι επικίνδυνα την υδατοπερατότητά του. Σε περιπτώσεις άρδευσης με καταιονισμό ή με σταγόνες, όπου η περιεκτικότητα του νερού σε φερτές ύλες και ειδικότερα το μέγεθός τους, μπορεί να προκαλέσει έμφραξη στους εκτοξευτήρες, ή τους σταλακτήρες, ή ακόμα γρήγορη φθορά των εγκαταστάσεων, επιβάλλεται η απομάκρυνσή τους με διάφορες τεχνικές, όπως π.χ. είναι οι λεκάνες καθιζήσεως, ειδικά φίλτρα κ.λπ.

### Η χημική ποιότητα

Η χημική ποιότητα του αρδευτικού νερού για την άρδευση εξαρτάται από την ποιότητα και ποσότητα των διαλυτών αλάτων που περιέχει. Από όλα τα διαλυτά άλατα εκείνο που συναντάται συχνότερα είναι το χλωριούχο νάτριο, το οποίο πάνω από ορισμένα όρια (5 gr/l) κάνει το νερό ακατάλληλο για την άρδευση των περισσότερων καλλιεργειών. Τα άλατα που συναντώνται συχνότερα είναι, από πλευράς κατιόντων, του ασβεστίου, του μαγνησίου και του νατρίου και, από πλευράς ανιόντων, διττανθρακικά, τα θειικά και τα χλωριούχα. Η ολική περιεκτικότητα των αρδευτικών νερών σε άλατα κυμαίνεται από 100 μέχρι 1500 ppm για τις περισσότερες καλλιέργειες, από 1500 μέχρι 5000 ppm για πολύ λίγες και πάνω από 5000 ppm για

ελάχιστα ανθεκτικά σε άλατα φυτά (ppm = μέρη στο εκατομμύριο, και σαφέστερα: 1000 ppm αντιστοιχούν σε 1 gr αλάτων στο λίτρο).

Γενικά η άρδευση του εδάφους με αλατούχα νερά, εφόσον δεν συνοδεύεται από ανάλογη έκπλυση του εδάφους, αυξάνει την περιεκτικότητα του εδάφους σε άλατα με άμεσο κίνδυνο την επιβράδυνση της αύξησης των φυτών και τη μείωση των αποδόσεων, που φτάνουν μέσα σε λίγα χρόνια σε εκμηδενισμό τους.

Η περίσσεια νατρίου στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει αλκαλίωση ή και υποβάθμιση της δομής του εδάφους.

Για τα όρια καταλληλότητας των νερών υπάρχουν πολλές απόψεις και πολλά πειράματα έγιναν και γίνονται, για να διαπιστωθεί η ανθεκτικότητα των καλλιεργειών σε αλατούχα νερά διαφόρων περιεκτικοτήτων. Η ποιοτική ταξινόμηση των αρδευτικών νερών μπορεί να εκφραστεί με διάφορα συστήματα. Επικρατέστερο φαίνεται να είναι το σύστημα που χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α., σύμφωνα με το οποίο τα αρδευτικά νερά κατατάσσονται με βάση την περιεκτικότητά τους σε άλατα και την περιεκτικότητά τους σε νάτριο. Για το σκοπό αυτό είναι ανάγκη να προσδιοριστούν στο εργαστήριο η ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C.) του νερού θερμοκρασίας 25 °C, που εκφράζεται σε micromhos / cm και ο **λόγος προσροφήσεως νατρίου** (S.A.R. = Sodium Absorption Ratio) που δίνεται από τη σχέση:

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

Στην παραπάνω σχέση η περιεκτικότητα σε ιόντα Na, Ca και Mg εκφράζεται σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο (meq/l).

Ο συμβολισμός mho, που σημαίνει αγωγιμότητα, είναι το αντίθετο του ohm που στον ηλεκτρισμό σημαίνει αντίσταση. Η ειδική αγωγιμότητα του νερού εκφράζεται σε micromhos. Είναι 1 micromho 10<sup>-6</sup> mho.

Ο συμβολισμός meq/l, σημαίνει χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο και για να βρούμε τι σημαίνει σε γραμμάρια ανά λίτρο, πρέπει το χιλιοστοϊσοδύναμο του στοιχείου να εκφραστεί σε γραμμάρια.

Έστω π.χ. το νάτριο (Na).

Το ισοδύναμό του είναι ίσο με το ατομικό του βάρος, διαιρεμένο με το σθένος του, δηλαδή 23: 1 = 23 και το χιλιοστοϊσοδύναμό του σε γραμμάρια ίσο με 23: 1000 = 0,023 gr. Επομένως τα 5 χιλιοστοϊσοδύναμα Na ανά λίτρο είναι 5 x 0,023 = 0,115 gr / l ή ακόμη 115 ppm.

Ακόμη, για την μετατροπή της περιεκτικότητας σε άλατα, που δίνεται micromhos / cm ή milliomhos / cm σε ppm, αρκεί να πολλαπλασιαστεί επί 0,7 ή 700 αντίστοιχα. Έτσι αγωγιμότητα 1000 micromhos / cm ισοδυναμεί με 1000 x 0,7 = 700 ppm ή ακόμα αγωγιμότητα 1 milliomhos / cm ισοδυναμεί με 1 x 700 = 700 ppm.

Με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα (AC) του νερού θερμοκρασίας 25 °C και τον λόγο προσροφήσεως νατρίου (S.A.R. = Sodium Absorption Ratio), συντάχτηκε το διάγραμμα του σχήματος 3.1., από το οποίο μπορεί να προσδιοριστεί η κατηγορία του νερού που προορίζεται για άρδευση.

Συνολικά το διάγραμμα δίνει 16 κατηγορίες νερού τις ακόλουθες:

— **C1 - S1.**

Καλή ποιότητα για άρδευση. Επιφυλάξεις μόνο σε περίπτωση πολύ ευαίσθητων φυτών.

— **C1 - S2, C2 - S1.**

Μέση ποιότητα προς καλή. Τα νερά αυτής της ποιότητας χρησιμοποιούνται με επιφύλαξη στην περίπτωση εδαφών που δεν στραγγίζουν καλά και φυτών που είναι ευαίσθητα στα άλατα (οπωροφόρα).

— **C1 - S3, C2 - S2, C3 - S1.**

Ποιότητα μέση προς μέτρια. χρήση με επιφύλαξη. Ανάγκη στράγγισης με προσ αυξημένες (για απόπλυση) δόσεις και προσθήκη ή όχι γύψου, ανάλογα με την περίπτωση.

— **C1 - S4, C2 - S3, C3 - S2, C4 - S1.**

Ποιότητα μέτρια προς κακή. Αποκλείονται τα ευαίσθητα φυτά και τα βαριά εδάφη. Χρήση με μεγάλη προσοχή σε περιπτώσεις ελαφρών εδαφών, που στραγγίζουν καλά με προσ αυξημένες (για απόπλυση) δόσεις και προσθήκη ή όχι γύψου, ανάλογα με την περίπτωση.

— **C2 - S4, C3 - S3, C4 - S2.**

Ποιότητα κακή. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρά με πολύ μεγάλη προσοχή στην περίπτωση ελαφρών εδαφών που στραγγίζουν καλά και για φυτά ανθεκτικά στα άλατα. Υπάρχει μεγάλος κίνδυνος αύξησης της αλατότητας του εδάφους και της περιεκτικότητας σε νάτριο. Απόπλυση και προσθήκη γύψου απαραίτητες.

— **C3 - S4, C4 - S3.**

Ποιότητα κακή. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρά μόνο κάτω από εξαιρετικές συνθήκες.

— **C4 - S4.**

Ποιότητα πολύ κακή. Απαγορεύεται η χρήση για άρδευση.

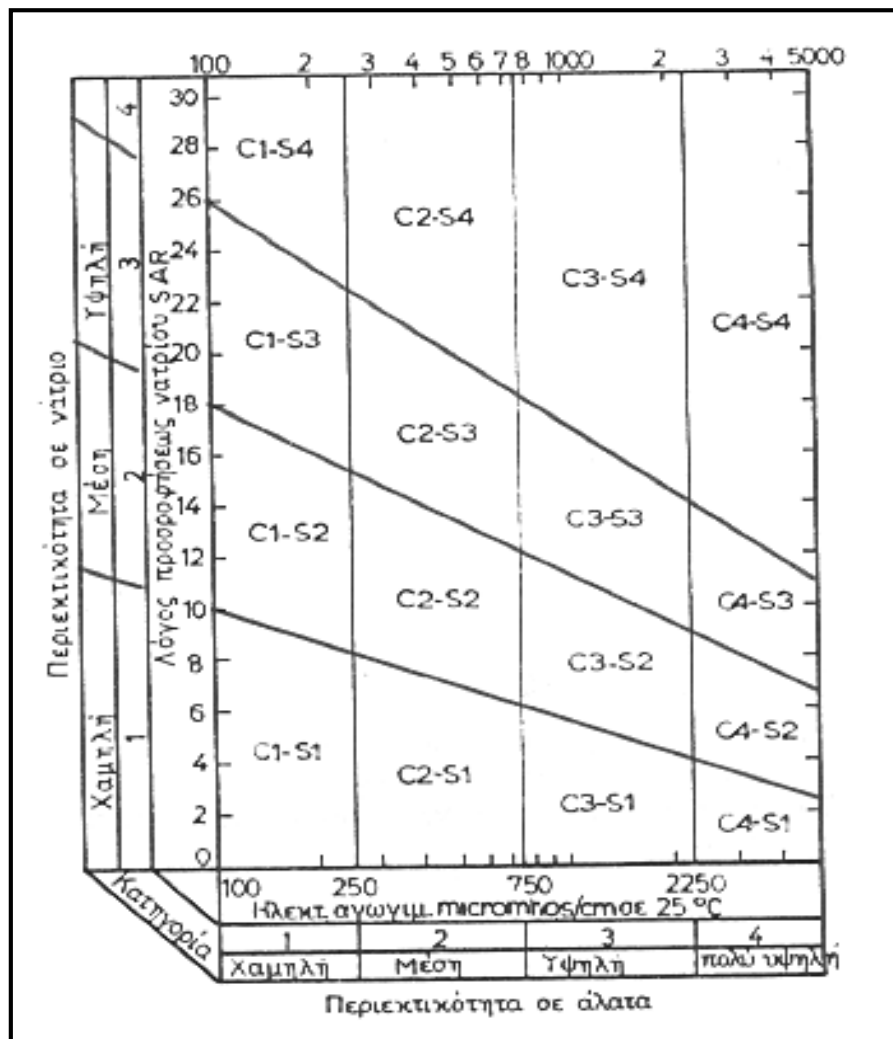
### **Ενδεικτική ανθεκτικότητα φυτών που αρδεύονται**

Σύμφωνα με τους M. Deloye και H. Rebour, η ενδεικτική ανθεκτικότητα φυτών που αρδεύονται με νερό που περιέχει χλωριούχο νάτριο είναι:

**Μέχρι 5 gr/ lit (= 5000 ppm):** Λούπινα, Μηδική, Ζαχαρότευτλα, Βαμβάκι.

**Μέχρι 3 gr/ lit (= 3000 ppm):** Βερικοκιά, Αμυγδαλιά, Συκιά, Ελιά, Αγκινάρα, Λάχανα, Πιπεριά, Κρεμμύδια, Καρότα, Πατάτες, Κριθάρι, Ντομάτα, Αραβόσιτος.

**Μέχρι 2 gr/ lit (= 2000 ppm):** Λεμονιά, Πορτοκαλιά, Μανταρινιά, Μηλιά, Ροδακινιά.



Σχήμα 3.1. Κατηγορίες του νερού που προορίζεται για άρδευση.

## Δελτίο ανάλυσης δείγματος νερού

Για ενημέρωση και εξοικείωση με τον τρόπο καταγραφής των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από μία χημική ανάλυση δείγματος νερού στη χώρα μας, δίνεται το παρακάτω δελτίο, όπως το χρησιμοποιούν τα αρμόδια όργανα του Υπουργείου Γεωργίας.

<b>ΕΚΘΕΣΗ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΝΕΡΟΥ</b>					
<b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ</b>					
ΑΠΟΣΤΟΛΕΑΣ:.....			Αριθ. Πρωτ.: .....		
ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ: Πόλη:..... Χωριό: .....			Θέση: .....		
ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ: .....			ΗΜΕΡΟΜ. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛ. .... ΣΤΟΙΧΕΙΟ: .....		
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΩΝ</b>					
Ηλεκτρική αγωγιμότητα:..... <b>650</b> ... μhos/cm σε 25°C			Πυκνότητα ιόντων υδρογόνου PH: .... <b>7,7</b> .....		
Ολικά άλατα: .....			ppm		
Κατιόντα	meq/l	mgr/l	Ανιόντα	meq/l	mgr/l
Ασβέστιο ως Ca <sup>++</sup>	<b>8,6</b>		Ουδ. Ανθρακικό ως CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<b>0,0</b>	
Μαγνήσιο ως Mg <sup>++</sup>	<b>1,2</b>		Οξιν. Ανθρακικό ως HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<b>6,2</b>	
Νάτριο ως Na <sup>+</sup>	<b>1,2</b>		Χλώριο ως Cl <sup>-</sup>	<b>1,0</b>	
Κάλιο ως K <sup>+</sup>			Θειικό ως SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	<b>3,8</b>	
Αμμώνιο ως NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>			Νιτρικό ως NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	
Σίδηρος ως Fe <sup>++</sup>			Νιτρώδες ως NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	
Σκληρότητα σε Γαλλ. Βαθμούς	Υπολειπόμενα NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Διαύγεια		
Μόνιμη	Αναλογία Na <sup>+</sup> %		Οσμή		
Παροδική	S.A.R.		<b>0,54</b>		
Ολική	Χαρακτηρισμός		<b>C3 - S1</b>		
Γνωμάτευση: Νερό μικρής μέχρι και μέσης αλατότητας (μέση ποιότητα) κατάλληλο για άρδευση εδαφών με καλή στράγγιση ή έκπλυση					

**Σχήμα 2.2.** Ανάλυση δείγματος νερού

Από την ηλεκτρική αγωγιμότητά σε μhos / cm στη θερμοκρασία 25 °C, που βρέθηκε ίση με 650 μhos/cm και το λόγο προσρόφησης νατρίου από τη σχέση:

$$S.A.R. = \frac{Na^+}{\left[ \frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2} \right]^{1/2}} = \frac{1,2}{\left[ \frac{8,6 + 1,2}{2} \right]^{1/2}} = 0,54$$

προκύπτει ότι το νερό είναι κατηγορίας C2 - S1.

Μέση ποιότητα προς καλή. Τα νερά αυτής της ποιότητας χρησιμοποιούνται με επιφύλαξη στην περίπτωση εδαφών που δεν στραγγίζουν καλά και φυτών που είναι ευαίσθητα στα άλατα (οπωροφόρα)

# Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. Μενέλαος Θεοχάρης, "ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ", Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 2012.
2. Μενέλαος Θεοχάρης, "Η ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ", Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 1998.
3. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις ", Άρτα 1998
4. Θεοχάρης Μ.: " Η Άρδευση με Σταγόνες ", Άρτα 1998
5. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις , Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 1998
6. Καρακατσούλης Π. : " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις και Προστασία των Εδαφών ", Αθήνα 1993.
7. Κωνσταντινίδης Κ. : "Η μέθοδος αρδεύσεως δια καταιονήσεως ", Θεσσαλονίκη - Αθήνα 1975.
8. Μιχελάκης Ν. : "Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με Σταγόνες"
9. Daugerty - Franzini : "Υδραυλική" Τόμοι I , II, Εκδόσεις Πλαίσιο , Αθήνα.
10. Davis- Sorensen : " Handbook of applied Hydraulics" Third edition McGraw-Hill Book Company, 1969.
11. Ουζούνης Δ. "Θεωρητική και Πρακτική Μέθοδος της Άρδευσης με Σταγόνες" Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη 1997.
12. Τερζίδης Γ. : "Μαθήματα Υδραυλικής " , Τόμοι I ,II , III, Θεσσαλονίκη 1986.
13. Τερζίδης Γ. - Παπαζαφειρίου Ζ. : " Γεωργική Υδραυλική " Εκδόσεις Ζήτη , Θεσσαλονίκη 1997.
14. Τζιμόπουλος Χ. : " Γεωργική Υδραυλική ", Τόμοι I , II, Εκδόσεις Ζήτη , Θεσ-σαλονίκη 1982.
15. Τσακίρης Γ. : "Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Έργων " , Αθήνα
16. Hansen V. - Israelsen : "Αρδεύσεις. Βασικοί Αρχαί και Μέθοδοι . Μετάφραση από τους Α. Νικολαΐδη και Α. Κοκκινίδη ", Αθήνα 1968.

# Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Αρδεύσεις (Θεωρία). ΤΕΙ Ηπείρου.  
Διαθέσιμο από:

<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG108/>

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ