

# ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Αγροδιατροφής  
& Διαχείρισης Φυσικών Πόρων

Δρ. Χρήστος Ηλιόπουλος, Γεωπόνος  
Ακαδημαϊκός Υπότροφος  
Μεταδιδακτορικός Ερευνητής  
Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας Τροφίμων & Αξιοποίησης  
Γεωργικών Υποπροϊόντων  
Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων  
ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

Email: [chriseliop@agro.uoa.gr](mailto:chriseliop@agro.uoa.gr)



# Μάθημα 3<sup>ο</sup> : Το αρδευτικό νερό και οι συμβατικές μέθοδοι άρδευσης στην Γεωργία



**Το αρδευτικό νερό**



# Αρδευτικό Νερό

- ❑ Το αρδευτικό νερό είναι το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση καλλιεργειών ή φυτών σε γεωργικές, κηπευτικές ή άλλες φυτο-παραγωγικές δραστηριότητες
- ❑ Η άρδευση έχει στόχο να εξασφαλίσει την απαραίτητη υγρασία στο έδαφος, ώστε να υποστηρίζεται η ανάπτυξη των φυτών ιδιαίτερα σε περιόδους ξηρασίας ή σε περιοχές με ανεπαρκή βροχόπτωση





# Πηγές Αρδευτικού Νερού

Το αρδευτικό νερό μπορεί να προέλθει από:

- Βροχή (βρόχινο)
- Ποτάμια ή λίμνες (επιφανειακό)
- Γεωτρήσεις, πηγάδια (υπόγειο)





# Σύσταση Αρδευτικού Νερού

Η χημική σύσταση του υπόγειου νερού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως:

- Τη χημική σύσταση του εδάφους μέσω του οποίου διέρχεται το νερό
  - Τα πετρώματα με τα οποία έρχεται σε επαφή
  - Την προέλευση του νερού
  - Την απόσταση που έχει διανύσει
  - Την ταχύτητα ροής του (χρόνος επαφής με τα πετρώματα)
- Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα και τη χημική σύσταση του αρδευτικού νερού



# Σύσταση Αρδευτικού Νερού

Το αρδευτικό νερό περιέχει σημαντικές ποσότητες:

- **Μακροστοιχείων** όπως το ασβέστιο ( $\text{Ca}^{2+}$ ), το μαγνήσιο ( $\text{Mg}^{2+}$ ) και τα θειικά ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
- **Ιχνοστοιχείων** όπως το μαγγάνιο ( $\text{Mn}^{2+}$ ), ο ψευδάργυρος ( $\text{Zn}^{2+}$ ), ο χαλκός ( $\text{Cu}^{2+}$ ), το βόριο (B) και τα χλωριούχα ( $\text{Cl}^-$ )
- **Ανιόντων** όπως τα διττανθρακικά ( $\text{HCO}_3^-$ ) και το νάτριο ( $\text{Na}^+$ )
- ❖ Οι συγκεντρώσεις αυτών των στοιχείων στο νερό συχνά πλησιάζουν ή υπερβαίνουν τις επιθυμητές τιμές



# Σύσταση Αρδευτικού Νερού

**Μείωση της απόδοσης των φυτών:** Υψηλές συγκεντρώσεις ρυπαντών ή τοξικών στοιχείων μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένη ανάπτυξη, σπατάλη θρεπτικών ουσιών και μείωση της παραγωγικότητας

**Αλλαγή στη χημεία του εδάφους:** Οι υψηλές συγκεντρώσεις ανιόντων και κατιόντων μπορούν να αλλάξουν τη χημεία του εδάφους, επηρεάζοντας την ικανότητα του εδάφους να υποστηρίξει την καλλιέργεια.

**Προβλήματα στην άρδευση:** Η υπερβολική συγκέντρωση ορισμένων στοιχείων μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην άρδευση, όπως η ανάπτυξη αλάτων στο έδαφος





# Σύσταση του Βρόχινου Νερού

- Το βρόχινο νερό περιέχει χαμηλές ποσότητες διαλυμένων αλάτων
  - ❑ Η κύρια πηγή αυτών των αλάτων είναι η θάλασσα
    - Η συγκέντρωσή τους μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από τις ακτές προς την ενδοχώρα

Η συγκέντρωση των αλάτων ποικίλλει ανάλογα με:

- ❑ Την εποχή του έτους
- ❑ Τη διάρκεια της βροχόπτωσης
- ❑ Την παρουσία βιομηχανικών ρύπων





# Στάδια δειγματοληψίας αρδευτικού νερού

## 1. Προετοιμασία

- **Επιλογή σημείου δειγματοληψίας:** Το σημείο από το οποίο θα ληφθεί το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό της συνολικής ποιότητας του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση
- **Καθαρισμός δοχείων:** Τα πλαστικά δοχεία που θα χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή του δείγματος πρέπει να είναι καθαρά και να έχουν ξεπλυθεί 2-3 φορές με το νερό που θα αναλυθεί, ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση από εξωτερικούς παράγοντες





# Στάδια δειγματοληψίας αρδευτικού νερού

## 2. Λήψη Δείγματος

### Από γεώτρηση

- Η αντλία πρέπει να λειτουργήσει για 1-1,5 ώρα πριν τη λήψη δείγματος, ώστε το νερό που θα συλλεχθεί να είναι αντιπροσωπευτικό του υπόγειου νερού και όχι στάσιμο
- Λαμβάνονται δύο δείγματα: το πρώτο μετά την αρχική ώρα λειτουργίας της αντλίας και το δεύτερο στο τέλος της διαδικασίας. Στη συνέχεια, τα δύο δείγματα αναμειγνύονται για τη δημιουργία ενός ενιαίου δείγματος.





# Στάδια δειγματοληψίας αρδευτικού νερού

## 2. Λήψη Δείγματος

### Από πηγάδι

Σε περίπτωση που το νερό έχει καιρό να αντληθεί (στάσιμο) τότε:

- Άντληση 1-2 φορές του όγκου του νερού: Αυτό συνήθως σημαίνει ότι πρέπει να αντληθεί ένας όγκος νερού που ισοδυναμεί με 1-2 φορές τον όγκο που υπάρχει μέσα στο πηγάδι πριν ληφθεί το δείγμα. Αυτή η διαδικασία εξασφαλίζει ότι το δείγμα δεν θα περιέχει υπολείμματα παλαιότερου νερού που μπορεί να έχουν αλλοιώσει τη σύστασή του
- Εάν δεν γίνει άντληση, το δείγμα δεν θα είναι αντιπροσωπευτικό: Αυτό σημαίνει ότι αν δεν αντληθεί αρκετό νερό πριν τη δειγματοληψία, το δείγμα μπορεί να περιέχει ρύπους ή χημικά στοιχεία που δεν αντιπροσωπεύουν το νερό που θέλουμε να ελέγξουμε





## 2. Λήψη Δείγματος

### Από ποτάμι ή λίμνη

- Το δείγμα συλλέγεται από το μέσο της ροής ή του βάθους, αποφεύγοντας σημεία με στάσιμο νερό ή κοντά στις όχθες. Αυτό διασφαλίζει την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος σε σχέση με τη ροή του νερού





## 2. Λήψη Δείγματος

### Από ποτάμι ή λίμνη

Η ποιότητα του νερού στους ποταμούς μπορεί να επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες:

- **Εποχή:** Διαφορετικές εποχές φέρνουν διαφορετικές συνθήκες, όπως βροχοπτώσεις, πλημμύρες ή ξηρασία, που μπορεί να επηρεάσουν τη σύσταση και την καθαρότητα του νερού
- **Το ύψος των βροχοπτώσεων:** Περισσότερη βροχή αυξάνει τη ροή του νερού και μπορεί να αραιώσει ή να αυξήσει τα επίπεδα ρύπων, ανάλογα με την περιοχή
- **Η απόσταση από την όχθη και το σημείο εκβολής:** Το νερό κοντά στην όχθη ή κοντά στις εκβολές ποταμών συχνά περιέχει περισσότερα ιζήματα ή ρύπους, ιδιαίτερα αν βρίσκεται κοντά σε κατοικημένες ή βιομηχανικές περιοχές
- **Η ταχύτητα κίνησης του νερού:** Γρήγορη ροή συχνά σημαίνει καλύτερη οξυγόνωση του νερού, ενώ αργή ροή ή στάσιμο νερό μπορεί να οδηγήσει σε συγκέντρωση ρύπων
- **Πιθανή ρύπανση:** Απόβλητα από βιομηχανίες, γεωργικές δραστηριότητες ή κατοικίες μπορούν να επιβαρύνουν το νερό με χημικά και άλλες ρυπογόνες ουσίες



## 2. Λήψη Δείγματος

### Από σταθερές δεξαμενές

- Στην περίπτωση όπου το νερό έχει μείνει στάσιμο, πρέπει να αντληθεί αρχικά 1-2 φορές ο όγκος της δεξαμενής πριν τη λήψη δείγματος, ώστε να ληφθεί φρέσκο δείγμα από την παροχή νερού



# Στάδια δειγματοληψίας αρδευτικού νερού

## 3. Αποθήκευση

- Τα δείγματα αποθηκεύονται σε πλαστικά δοχεία (όχι γυάλινα), για να αποφεύγεται η αντίδραση του νερού με το υλικό του δοχείου
- Μετά τη συλλογή, το δείγμα διατηρείται σε χαμηλή θερμοκρασία (περίπου 4°C) για να διατηρηθεί η χημική του σύσταση όσο πιο αναλλοίωτη γίνεται κατά τη μεταφορά του







# Στάδια δειγματοληψίας αρδευτικού νερού

## 4. Μεταφορά

- Το δείγμα πρέπει να αποσταλεί το συντομότερο δυνατό στο εργαστήριο για ανάλυση, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες αλλοίωσης των χημικών στοιχείων
- Κατά τη μεταφορά, πρέπει να εξασφαλίζεται η διατήρηση της θερμοκρασίας





# Στάδια δειγματοληψίας αρδευτικού νερού

## 5. Καταγραφή δεδομένων

Πριν τη μεταφορά, είναι απαραίτητο να καταγραφούν όλες οι σχετικές πληροφορίες, όπως:

- η ημερομηνία δειγματοληψίας,
- η θέση δειγματοληψίας
- το βάθος δειγματοληψίας
- και οι συνθήκες κατά τη λήψη δείγματος (π.χ. καιρικές συνθήκες, θερμοκρασία)

Αυτά τα στοιχεία συνοδεύουν το δείγμα στο εργαστήριο για τη σωστή ταυτοποίησή του





# Συχνότητα δειγματοληψιών αρδευτικού νερού

- ❖ **Ποτάμια, λίμνες ή επιφανειακά ύδατα:** Οι αναλύσεις μπορεί να γίνονται αρκετές φορές το χρόνο (συχνά κάθε εποχή) καθώς η ποιότητα αυτών των υδάτων μπορεί να αλλάζει ανάλογα με την εποχή, τις βροχοπτώσεις και τις ροές
- ❖ **Γεωτρήσεις και υπόγεια ύδατα:** Συνήθως χρειάζονται λιγότερο συχνές αναλύσεις, μία ή δύο φορές το χρόνο, καθώς τα υπόγεια νερά έχουν συνήθως σταθερότερη ποιότητα. Ωστόσο, σε περιπτώσεις πιθανής ρύπανσης ή άλλων παραγόντων που μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα (π.χ., πλημμύρες ή γεωλογικές μεταβολές), μπορεί να απαιτούνται συχνότερες αναλύσεις





# Παράμετροι ελέγχου της ποιότητας του νερού για άρδευση

- Για την εκτίμηση της **καταλληλότητας** του νερού για αρδευτική χρήση, απαιτούνται εργαστηριακές αναλύσεις που καθορίζουν τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού
- Αυτές οι αναλύσεις επικεντρώνονται σε παραμέτρους που μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στην άρδευση, όπως η αλατότητα, η διηθητικότητα του εδάφους, η φυτοτοξικότητα και άλλες δυσλειτουργίες που επηρεάζουν την υγεία των φυτών και την ποιότητα του εδάφους



# Παράμετροι ελέγχου της ποιότητας του νερού για άρδευση

Οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται περιλαμβάνουν:

## 1. Περιεκτικότητα σε διαλυμένα άλατα

Αναφέρεται στον τύπο και τη συνολική ποσότητα των διαλυμένων αλάτων στο νερό που χρησιμοποιείται για άρδευση. Η συνολική συγκέντρωση των κύριων διαλυμένων ανόργανων ιόντων (όπως  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) στο αρδευτικό νερό παρέχει σημαντικές ενδείξεις για τον πιθανό κίνδυνο αλατότητας του εδάφους

### Οι κυριότεροι μέθοδοι μέτρησης της αλατότητας στο νερό είναι:

- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού άρδευσης (Electrical Conductivity, EC<sub>w</sub>) αντιπροσωπεύει την αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που περιέχει ένα υδατικό διάλυμα



# Παράμετροι ελέγχου της ποιότητας του νερού για άρδευση

- Τα **ολικά διαλυμένα στερεά** (Total Dissolved Solids, TDS) στο νερό άρδευσης, εκφράζονται σε μονάδες mg/l ή ppm ή mg/Kg νερού. Αυτή η παράμετρος αναφέρεται στη συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων χλωριούχων, θειικών, νιτρικών, νιτρωδών και αμμωνιακών αλάτων, αλλά **δεν περιλαμβάνει κολλοειδή ή διαλυμένα αέρια**

- Η εφαρμογή νερού με υψηλές τιμές EC<sub>w</sub> ή TDS μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αλατότητας του εδάφους, κάτι που επηρεάζει αρνητικά τη φυτική απόδοση. Αυτή η αύξηση μπορεί να προκαλέσει συσσώρευση ορισμένων στοιχείων σε τοξικά επίπεδα και να επηρεάσει την εδαφική δομή, ειδικά όταν συνυπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου



Οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται περιλαμβάνουν:

## 2. Περιεκτικότητα σε νάτριο

- Αναφέρεται στην περιεκτικότητα του αρδευτικού νερού σε νάτριο σε σχέση με τα άλλα κατιόντα, κυρίως το ασβέστιο και το μαγνήσιο, και παρέχει πληροφορίες για τον κίνδυνο νατρίωσης ή αλκαλίωσης του εδάφους
- Ενδεικτικά, η εφαρμογή νερού με υψηλή συγκέντρωση  $\text{Na}^+$ , σε σχέση με τα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$ , μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, όπως η διηθητικότητα (ικανότητα του εδάφους να απορροφά νερό), ενώ μπορεί να είναι και τοξικό για τα φυτά



Οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται περιλαμβάνουν:

### 3. Περιεκτικότητα σε ανθρακικά ιόντα

- Αναφέρεται στα όξινα ανθρακικά ιόντα ( $\text{HCO}_3^-$ ) που περιέχονται στο νερό, καθώς και στα ουδέτερα ανθρακικά ( $\text{H}_2\text{CO}_3^*$ ) που βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες
- Αυτά τα ιόντα τείνουν να αντιδρούν με τα ιόντα ασβεστίου ( $\text{Ca}^{2+}$ ) και μαγνησίου ( $\text{Mg}^{2+}$ ) του νερού, σχηματίζοντας δυσδιάλυτες ενώσεις
- Ως αποτέλεσμα, η συγκέντρωση του νατρίου στο εδαφικό διάλυμα αυξάνεται, λόγω της μείωσης των άλλων κατιόντων από το νερό, ενισχύοντας τον κίνδυνο νατρίωσης του εδάφους





Οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται περιλαμβάνουν:

## 4. Ενεργός οξύτητα (pH)

- Η ενεργός οξύτητα (pH) του αρδευτικού νερού συνήθως κυμαίνεται από 6,5 έως 8,5, χωρίς να προκαλεί προβλήματα στις καλλιέργειες
- Όταν οι τιμές pH ξεφεύγουν από αυτό το εύρος, μπορεί να υποδεικνύουν την παρουσία **τοξικών ιόντων**, τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν διαταραχές στη θρέψη των φυτών



Οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται περιλαμβάνουν:

## 5. Συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων

- Ορισμένα στοιχεία, όπως το νάτριο, το χλώριο, το βόριο και το άζωτο, όταν υπάρχουν σε υψηλές συγκεντρώσεις στο αρδευτικό νερό, μπορούν να προκαλέσουν τοξικότητα ή διατροφικές ανισορροπίες, περιορίζοντας την ανάπτυξη των καλλιεργειών
- Όταν χρησιμοποιούνται επαναχρησιμοποιημένα ύδατα από απορροές ή επεξεργασμένα λύματα, πρέπει να αξιολογούνται και άλλες παράμετροι, όπως η οργανική ύλη, το μικροβιολογικό φορτίο, τα βαρέα μέταλλα και οι οργανικές ενώσεις, που εξαρτώνται από την προέλευση και την επεξεργασία του νερού



## 5. Συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων

Οι παράμετροι των αστικών λυμάτων που πρέπει να ελέγχονται για την άρδευση:

### Βιοχημική Ζήτηση Οξυγόνου (BOD)

- **Μονάδα Μέτρησης:** mg/L
- **Όριο για Άρδευση:** < 30 mg/L
- **Τι είναι:** Η BOD μετρά την ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς για την αποικοδόμηση οργανικών υλικών στο νερό. Υψηλή BOD υποδεικνύει υψηλή οργανική ρύπανση που μπορεί να μειώσει την ποσότητα οξυγόνου στο έδαφος, επηρεάζοντας την ανάπτυξη των φυτών. Ωστόσο, μικρές έως μέσες συγκεντρώσεις είναι επωφελής

### Χημική Ζήτηση Οξυγόνου (COD)

- **Μονάδα Μέτρησης:** mg/L
- **Όριο για Άρδευση:** < 125 mg/L
- **Τι είναι:** Η COD μετρά τη συνολική ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση οργανικών και ανόργανων ουσιών στο νερό. Υψηλές τιμές δείχνουν τη παρουσία ρυπογόνων οργανικών και ανόργανων ουσιών που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του εδάφους.



## 5. Συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων

Οι παράμετροι των αστικών λυμάτων που πρέπει να ελέγχονται για την άρδευση:

### Ολικό Νιτρικό Άζωτο ( $\text{NO}_3^-$ )

• Μονάδα Μέτρησης: mg/L

• Όριο για Άρδευση: < 10 mg/L

• Τι είναι: Το νιτρικό άζωτο είναι μια μορφή αζώτου που βρίσκεται στο νερό και χρησιμοποιείται ως θρεπτικό συστατικό από τα φυτά. Υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν διατροφικές ανισορροπίες και να επηρεάσουν την ποιότητα των φυτών.

### Ολικό Αμμωνιακό Άζωτο ( $\text{NH}_4^+$ )

• Μονάδα Μέτρησης: mg/L

• Όριο για Άρδευση: < 5 mg/L

• Τι είναι: Το αμμωνιακό άζωτο είναι μία άλλη μορφή αζώτου στο νερό, που μπορεί να είναι τοξικό για τα φυτά σε υψηλές συγκεντρώσεις. Επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξή τους όταν είναι σε υψηλά επίπεδα.



## 5. Συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων

Οι παράμετροι των αστικών λυμάτων που πρέπει να ελέγχονται για την άρδευση:

### Ολικό Χλώριο (Total Chlorine)

- **Μονάδα Μέτρησης:** mg/L
- **Όριο για Άρδευση:** Συνήθως  $< 1$  mg/L
- **Τι είναι:** Το συνολικό χλώριο περιλαμβάνει το **ελεύθερο χλώριο** και το **συνδεδεμένο χλώριο**, που βρίσκονται στο νερό. Η παρουσία χλωρίου είναι σημαντική για την απολύμανση, αλλά η υψηλή του συγκέντρωση μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα σε φυτά
- **Σχέση με Άρδευση:** Το χλώριο σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει ζημιά στις ρίζες και τη γενική ανάπτυξη των φυτών. Είναι απαραίτητο να παρακολουθείται για την αποφυγή τοξικότητας



## 5. Συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων

Οι παράμετροι των αστικών λυμάτων που πρέπει να ελέγχονται για την άρδευση:

### Υπολειμματικό Χλώριο (Residual Chlorine)

- **Μονάδα Μέτρησης:** mg/L
- **Όριο για Άρδευση:** Συνήθως  $< 0,5$  mg/L
- **Τι είναι:** Το υπολειμματικό χλώριο είναι το ποσό του **ελεύθερου χλωρίου** που παραμένει στο νερό μετά την απολύμανση. Αυτό το χλώριο είναι ενεργό και παρέχει προστασία από μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης ή της μεταφοράς του νερού
- **Σχέση με Άρδευση:** Το υπολειμματικό χλώριο μπορεί να είναι ευεργετικό για τη μείωση των παθογόνων, αλλά οι υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν τοξικότητα για τα φυτά, οπότε πρέπει να παρακολουθείται προσεκτικά



## 5. Συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων

Οι παράμετροι των αστικών λυμάτων που πρέπει να ελέγχονται για την άρδευση:

### **Βαρέα Μέταλλα (Heavy Metals)**

- **Μονάδα Μέτρησης:** mg/L ή μg/L

- **Όριο για Άρδευση:** Καθορίζεται από τις εθνικές ή διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές (π.χ.  $Pb < 0,01 \text{ mg/L}$ ,  $Cd < 0,01 \text{ mg/L}$ )

- **Τι είναι:** Τα βαρέα μέταλλα περιλαμβάνουν ουσίες όπως ο μόλυβδος (Pb), το κάδμιο (Cd), το αρσενικό (As) και ο ψευδάργυρος (Zn). Αυτά τα μέταλλα μπορούν να συσσωρευτούν στο έδαφος και τα φυτά και να επηρεάσουν την ανθρώπινη υγεία και τη βιοποικιλότητα

- **Σχέση με Άρδευση:** Η παρουσία βαρέων μετάλλων στο αρδευτικό νερό μπορεί να προκαλέσει συσσώρευση στο έδαφος και στα φυτά, επηρεάζοντας την ποιότητα των προϊόντων και την υγεία του εδάφους



## 5. Συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων

Οι παράμετροι των αστικών λυμάτων που πρέπει να ελέγχονται για την άρδευση:

**pH**

• **Μονάδα Μέτρησης:** -

• **Όριο για Άρδευση:** 6.5 – 8.5

• **Τι είναι:** Το pH είναι μια μέτρηση της οξύτητας ή αλκαλικότητας του νερού. Παίζει ρόλο στην αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών από τα φυτά και πρέπει να διατηρείται σε συγκεκριμένα εύρη για να μην προκαλεί προβλήματα στη φυτική ανάπτυξη

**Χλωριωμένοι Υδρογονάνθρακες (Chlorinated Hydrocarbons)**

• **Μονάδα Μέτρησης:** mg/L ή μg/L

• **Όριο για Άρδευση:** Καθορίζεται από τις εθνικές ή διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές

• **Τι είναι:** Αυτοί οι οργανικοί ρύποι περιλαμβάνουν ενώσεις που προκύπτουν από τη χρήση χημικών, όπως τα χλωριωμένα διαλυτικά και τα φυτοφάρμακα. Μπορεί να είναι τοξικά για τα φυτά, το έδαφος και τη δημόσια υγεία.

• **Σχέση με Άρδευση:** Αυτές οι ενώσεις πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο, καθώς η επαφή τους με φυτά μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες στην ανάπτυξή τους και στη γονιμότητα του εδάφους.






## 5. Συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων

Οι παράμετροι των αστικών λυμάτων που πρέπει να ελέγχονται για την άρδευση:

### Παθογόνοι Μικροοργανισμοί

- **Μονάδα Μέτρησης:** Κατά συνήθως σε **CFU/100 ml** (Colony Forming Units per 100 milliliters)
- **Όριο για Άρδευση:** Εξαρτάται από τον τύπο των μικροοργανισμών, αλλά συνήθως είναι **μηδέν ή σε πολύ χαμηλά επίπεδα**
- **Τι είναι:** Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί περιλαμβάνουν βακτήρια, ιούς, και παράσιτα. Αυτά τα μικρόβια μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες στους ανθρώπους, στα ζώα, και στα φυτά
- **Σχέση με Άρδευση:** Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο αρδευτικό νερό μπορεί να επηρεάσει την υγεία των φυτών, αλλά κυρίως υπάρχει κίνδυνος μεταφοράς της μόλυνσης στον άνθρωπο μέσω των φυτικών προϊόντων, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται λύματα ή επαναχρησιμοποιημένα νερά. Η απολύμανση του νερού (με χλώριο ή άλλες μεθόδους) είναι απαραίτητη για τη μείωση της παρουσίας αυτών των μικροοργανισμών

An aerial photograph of a large agricultural field. The field is organized into neat, parallel rows of young green plants. Each row is separated by black plastic mulch, which is used to suppress weeds and retain soil moisture. The perspective is from a high angle, looking down at the rows, which recede into the distance. The overall scene depicts a well-maintained and modern farming operation.

Συμβατικές μέθοδοι  
άρδευσης στην  
Γεωργία



## Συμβατικές μέθοδοι άρδευσης

- Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών, η άρδευση αποτελεί το 40% της παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων, καλύπτοντας το 20% της καλλιεργήσιμης γης. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι άρδευσης που έχουν αναπτυχθεί για την κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών σε διαφορετικές περιοχές
- Οι παραδοσιακές μέθοδοι άρδευσης βασίζονται στην εμπειρία και την τεχνογνωσία που έχουν κληρονομήσει οι άνθρωποι. Είναι αποδοτικές, με χαμηλό κόστος υλικών, και συμβάλλουν στη βελτίωση των καλλιεργειών και της ποιότητας ζωής. Αυτές οι μέθοδοι διατηρούν την ισορροπία με τη φύση και ευνοούν τη βιοποικιλότητα, ενισχύοντας τη σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον



# Συμβατικές μέθοδοι άρδευσης

- Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζεται το αρδευτικό νερό, διακρίνουμε τέσσερις βασικές μεθόδους άρδευσης
  - **Επιφανειακή άρδευση**
    - Μέθοδο με κατάκλυση ή μέθοδο λεκανών
    - Μέθοδος με περιορισμένη διάχυση ή μέθοδος των λωρίδων
    - Μέθοδος με αυλάκια
  - Άρδευση με κλασικό καταιονισμό ή με αυτοπροωθούμενα συστήματα καταιονισμού → Μέθοδος άρδευσης με ράμπα
  - **Μικροάρδευση**
    - Άρδευση με σταγόνες (*drip irrigation*)
    - Άρδευση με μικροεκτοξευτήρες (*microsprayers*)
    - Υπόγεια άρδευση με σταγόνες (*subsurface drip irrigation*)



# Επιφανειακή άρδευση

- Η επιφανειακή άρδευση είναι μια από τις πιο παραδοσιακές μεθόδους άρδευσης, στην οποία το νερό διανέμεται στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς την ανάγκη εξωτερικής πίεσης ή μηχανικών συστημάτων, όπως οι αντλίες ή οι εκτοξευτήρες. Η μέθοδος αυτή εκμεταλλεύεται τη φυσική ροή του νερού για να επιτύχει την άρδευση των καλλιεργειών
  
- **Μέθοδος Κατάκλυσης (Λεκάνες):** Νερό πλημμυρίζει το έδαφος σε ολόκληρη την περιοχή. Συνήθως εφαρμόζεται σε επίπεδες ή ελαφρώς κειλιμένες εκτάσεις όπου το νερό μπορεί να ρέει ομοιόμορφα και να κατανέμεται στο έδαφος



# Επιφανειακή άρδευση

- **Μέθοδος Περιορισμένης Διάχυσης (Λωρίδες):** Νερό διανέμεται σε περιορισμένα τμήματα. Συνήθως, η διάθεση του νερού γίνεται σε λωρίδες ή διαδρόμους που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να επιτρέπουν την αποτελεσματική άρδευση
  - **Μέθοδος Αυλάκια:** Νερό ρέει μέσω αυλακιών, που διανέμουν το νερό σε διάφορες περιοχές του χωραφιού
- ! Συνήθως οι επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης έχουν χαμηλό βαθμό απόδοσης και χαρακτηρίζονται από μεγάλη σπατάλη αρδευτικού νερού



# Επιφανειακή άρδευση



Τυπικό σύστημα λεκανών  
Πηγή φωτογραφίας: [GREENAGENDA.gr](http://GREENAGENDA.gr)



# Άρδευση με Καταιονισμό (Κλασσικός και Αυτοπροωθούμενος)

- Στη μέθοδο άρδευσης με **κλασσικό καταιονισμό**, το νερό μεταφέρεται και διανέμεται μέσω κλειστών σωληνωτών αγωγών υπό πίεση, αν και υπάρχουν και περιπτώσεις με ανοικτούς αγωγούς
- Το σύστημα χρησιμοποιεί αντλητικό συγκρότημα για να λειτουργούν οι εκτοξευτήρες, που διανέμουν το νερό σαν βροχή πάνω στο έδαφος, το οποίο στη συνέχεια διηθείται κατακόρυφα. Σε σχέση με τις επιφανειακές μεθόδους, η μέθοδος του κλασσικού καταιονισμού προσφέρει:
  - ✓ *Καλύτερο έλεγχο εφαρμογής του νερού (μικρές δόσεις)*
  - ✓ *Πιο ομοιόμορφη κατανομή του νερού*
  - ✓ *Δυνατότητα χρήσης μικρών ποσοτήτων νερού*
  - ✓ *Ικανότητα άρδευσης ανώμαλων εδαφών (με κλίση ή υψηλή υπόγεια στάθμη) χωρίς ισοπέδωση*
  - ✓ *Δυνατότητα για άλλες χρήσεις, όπως αντιπαγετική προστασία*





# Άρδευση με Καταιονισμό (Κλασσικός και Αυτοπροωθούμενος)

- **Κλασσικός Καταιονισμός:** Χρησιμοποιεί καταιωνιστήρες για να ψειάσει το νερό στον αέρα, το οποίο πέφτει στο έδαφος
- **Αυτοπροωθούμενος Καταιονισμός:** Ειδικά συστήματα που προωθούν το νερό μέσω της πίεσης χωρίς εξωτερική πηγή ενέργειας
- **Υποκατηγορία Ράμπα:** Χρησιμοποιεί κινητές ράμπες για τη διανομή του νερού



Σύστημα καταιονισμού  
Πηγή: ΤΕΙ Ηπείρου Open eClass



# Μικροάρδευση

- Η μικροάρδευση είναι μια από τις πιο αποδοτικές και σύγχρονες μεθόδους άρδευσης, η οποία χρησιμοποιεί ειδικά συστήματα για την ακριβή και ελεγχόμενη εφαρμογή του αρδευτικού νερού
  - Χρησιμοποιεί μικρούς εκτοξευτήρες ή σταγονόμετρα για να παραδώσει το νερό κατευθείαν στις ρίζες των φυτών, μειώνοντας τη σπατάλη και αυξάνοντας την αποδοτικότητα της άρδευσης
- ✓ Άρδευση με Σταγόνες (*Drip Irrigation*)
  - ✓ Άρδευση με Μικροεκτοξευτήρες (*Microsprayers*)
  - ✓ Υπογείως με Σταγόνες (*Subsurface Drip Irrigation*)

**Αποτελεί μία μέθοδο μειωμένης χρήσης αρδευτικού νερού**



# Μικροάρδευση

**Άρδευση με Σταγόνες (Drip Irrigation):** Το νερό διανέμεται αργά και σταδιακά στις ρίζες των φυτών μέσω σωληνώσεων και σταγόνων

- Η παροχή νερού μέσω των σταλακτιήρων είναι χαμηλή, γύρω στα 2-3 λίτρα ανά ώρα. Σε σύγκριση με τη μέθοδο καταιονισμού, όπου η παροχή φτάνει τα 40 λίτρα ανά ώρα, είναι προφανές ότι η στάγδην άρδευση προσφέρει σημαντική εξοικονόμηση νερού



Τυπικό σύστημα άρδευσης με σταγόνες  
Πηγή: Δ.Μ. Παπαμιχαήλ και Χ.Σ.  
Μπαμπατζιμόπουλος (2014)



# Μικροάρδευση

**Άρδευση με Μικροεκτοξευτήρες (Microsprayers):** Νερό ψεκάζεται σε μορφή μικρών σταγονιδίων από μικρούς εκτοξευτήρες

- Η βασική αρχή αυτού του συστήματος είναι οι μικροεκτοξευτήρες, οι οποίοι ψεκάζουν το νερό, καλύπτοντας είτε τμήμα είτε ολόκληρη την επιφάνεια του χωραφιού. Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιπτώσεις όπου οι διατάξεις άρδευσης με σταγόνες δεν καταφέρνουν να επιτύχουν το επιθυμητό επίπεδο υγρασίας



Τυπικό σύστημα άρδευσης με μικροεκτοξευτήρες  
Πηγή: Δ.Μ. Παπαμιχαήλ και Χ.Σ. Μπαμπατζιμόπουλος (2014)



# Μικροάρδευση

**Υπόγεια άρδευση με σταγόνες:** Το νερό παρέχεται κάτω από το έδαφος, κοντά στις ρίζες των φυτών

- Η υπόγεια στάγδην άρδευση, ως εναλλακτική λύση στην άρδευση με σταγόνες και την επιφανειακή άρδευση, υιοθετήθηκε σε μεγάλες καλλιεργήσιμες εκτάσεις μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, κυρίως λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας αρδευτικού νερού



Στην εικόνα απεικονίζεται η τοποθέτηση του αγωγού τροφοδοσίας και του αγωγού εφαρμογής σε μια τυπική εγκατάσταση υπόγειας άρδευσης με σταγόνες

# Αρδευτικό Νερό & Πράσινη Γεωργία



# Το αρδευτικό νερό στο επίκεντρο της Πράσινης Γεωργίας

Ως προς τις αρδεύσεις, η σημερινή κατάσταση στη χώρα μας με βάση και τη SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) ανάλυση που εκπονήθηκε στο πλαίσιο κατάρτισης του Στρατηγικού Σχεδίου για την ΚΑΠ οδηγεί στα εξής συμπεράσματα:

1. Η γεωργία είναι ο μεγαλύτερος χρήστης νερού στη χώρα (87%) και το πρόβλημα της διαχείρισης των υδάτων είναι το οξύτερο περιβαλλοντικό πρόβλημα της ελληνικής γεωργίας για κυρίως δύο λόγους:
  - I. Ο πρώτος είναι η χρήση για άρδευση νερού που αντλείται από τους υπόγειους υδροφορείς με πολύ αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις
  - II. Ο δεύτερος είναι η πολύ μεγάλη σπατάλη ύδατος





## Γιατί συμβαίνει αυτό??

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ και της Eurostat, η Ελλάδα παρουσιάζει υψηλή αναλογία κατανάλωσης αρδευτικού νερού ανά εκτάριο, λόγω των ανορθολογικών πρακτικών άρδευσης και των πολύ μεγάλων απωλειών στα παλιά και συνήθως χωρίς επιμελημένη συντήρηση αρδευτικά δίκτυα.



eurostat







## Συμπεράσματα

2. Μεγάλη ανισοκατανομή της εκμετάλλευσης μεταξύ των υπόγειων και των επιφανειακών υδατικών πόρων

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η επιφανειακή άρδευση αντιπροσωπεύει μόλις το 30% των χρησιμοποιούμενων μεθόδων άρδευσης, γεγονός που καταδεικνύει τις τεράστιες δυνατότητες βελτίωσης του βαθμού απόδοσης των αρδεύσεων και, άρα, της εξοικονόμησης ύδατος.





## Συμπεράσματα

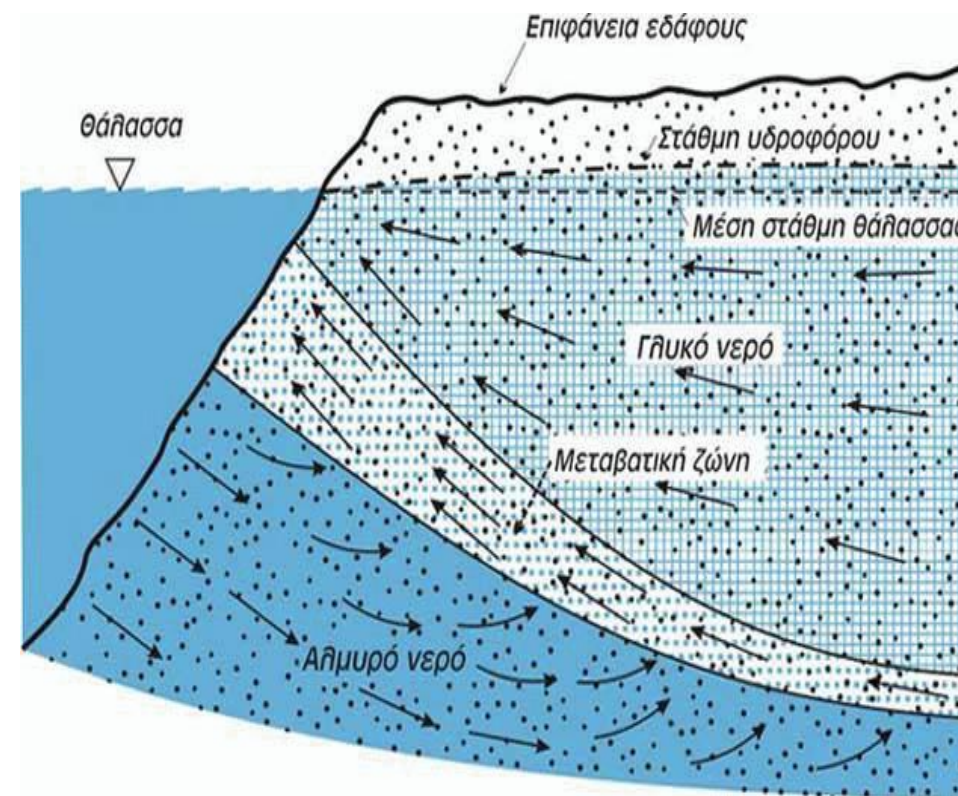
3. Μικρός αριθμός τεχνητών ταμιευτήρων σε σχέση με τα ευρωπαϊκά και παγκόσμια δεδομένα. Η Ελλάδα με στοιχεία της Ελληνικής Επιτροπής Μεγάλων Φραγμάτων, που ιδρύθηκε το 1965, ήταν στις τελευταίες θέσεις στον κόσμο. Σήμερα, η κατάσταση βελτιώνεται, καθώς 123 φράγματα είναι σε λειτουργία, 39 υπό κατασκευή





# Συμπεράσματα

4. Τεράστια αντλητική καταπόνηση, στα υπόγεια υδατικά συστήματα που έχει οδηγήσει αφενός στην ποσοτική και ποιοτική υποβάθμισή τους (υφαλμύρωση) και αφετέρου στην ανάγκη για εξισορρόπηση της αναλογίας μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων υδροληπτικών έργων





## Συμπεράσματα

- ❖ Δεδομένης μάλιστα και της συνεχούς επιδείνωσης των φαινομένων της κλιματικής αλλαγής και ειδικά των φαινομένων παρατεταμένων περιόδων ξηρασίας, οι μελέτες δείχνουν ότι το μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας βρίσκεται κάτω από μεσαίο και μεγάλο κίνδυνο ερημοποίησης
- ❖ Ειδικότερα, και βάσει των μετρήσεων της Ελληνικής Επιτροπής για την καταπολέμηση της ερημοποίησης, το 34% των περιοχών της χώρας μας θεωρείται υψηλού κινδύνου, το 49% μέτριου κινδύνου και μόλις το 17% χαμηλού κινδύνου





## Συμπεράσματα

- Συνεπώς, απαιτείται η ορθολογικότερη χρήση του νερού άρδευσης, μέσω διαμόρφωσης ενός συνολικού ολοκληρωμένου και αναπτυξιακού σχεδίου που περιλαμβάνει **συνδυασμό παρεμβάσεων ιδιωτικού και δημόσιου χαρακτήρα**, οι οποίες θα προωθούν βιώσιμες επενδύσεις και υποδομές, την υιοθέτηση νέων πρακτικών και πιο φιλόδοξων δεσμεύσεων διαχείρισης του αρδευτικού νερού, την αναδιάρθρωση προς καλλιέργειες που προσαρμόζονται καλύτερα **σε ξηροθερμικές συνθήκες**, και βεβαίως μέσα από στοχευμένες δράσεις που πρέπει να αναληφθούν για την ταμίευση και τον εκσυγχρονισμό των αρδευτικών δικτύων στην κατεύθυνση επίτευξης και των στόχων της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Lu, Y., Liu, M., Li, C.; Liu, X., Cao, C., Li, X., & Kan, Z. (2022). Precision Fertilization and Irrigation: Progress and Applications. *Agri-Engineering* 4, 626–655. <https://doi.org/10.3390/agriengineering4030041>
2. Abioye, E.A., Abidin, M.S.Z., Mahmud, M.S.A., Buyamin, S., Ishak, M.H.I., Rahman, M.K.I.A., Otuoze, A.O., Onotu, P., & Ramli, M.S.A. (2020). A review on monitoring and advanced control strategies for precision irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture* 173, 105441.
3. Τσακίρης, Γ. (2010). Υδραυλικά έργα – Σχεδιασμός και διαχείριση. Τόμος I: Αστικά
4. Υδραυλικά έργα. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
5. Αντωνόπουλος, Β.Ζ. (2000). Διαχείριση Υδατικών και Ενεργειακών Πόρων:
6. Χρησιμοποίηση νερού οριακής ποιότητας για άρδευση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη
7. Στουρνάρας Γεώργιος Κ. (2006). «Νερό, Περιβαλλοντική διάσταση και διαδρομή». Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN 960-418-115-7



# ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ