

## Εισαγωγή

Το νερό στη γεωργική πρακτική αποτελεί βασικό στοιχείο για την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου του φυτών. Σπουδαιότητά τους καλλιέργειες διαπιστώθηκε ήδη από 4ο αιώνα π.Χ. Θα συστήματα άρδευσης εξαπλώθηκαν στα τέλη του 19ου αιώνα, συμβάλλοντας στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής. Η μεγάλη αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων ασκεί πίεση στους διαθέσιμους υδατικούς πόρους είτε επίγειους είτε υπόγειους. Σύμφωνα με το FAD, εκτιμάται ότι 70% συνολικής ποσότητας καθαρού νερού που χρησιμοποιείται παγκοσμίως καταναλώνεται με την άρδευση. Αποτέλεσμα των γεωργικών πρακτικών αποτελεί η μείωση της διαθεσιμότητας του νερού. Εναλλακτική λύση αποτελεί η ανάπτυξη τεχνικών εξοικονόμησης νερού. Το σύνολο των πρακτικών που χρησιμοποιούνται προς αυτή την κατεύθυνση ονομάζεται αειφορική γεωργία και συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη.



## 1. Σχεδιασμός συστήματος άρδευσης

Για την αποδοτική διαχείριση της χρήσης του νερού κρίνεται απαραίτητος σχεδιασμός συστήματος άρδευσης το οποίο θα καθορίζεται από τον τύπο εδάφους, τους κλιματικούς παράγοντες και το είδος της καλλιέργειας. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να προσδιοριστούν οι ανάγκες καλλιέργειας σε νερό.

### A. Προσδιορισμός των καλλιεργειών σε νερό

Κάθε καλλιέργεια έχει τις δικές της ιδιαιτερότητες σε ότι αφορά το νερό, τις οποίες πρέπει να προσαρμόζεται η με άρδευση χορήγηση νερού για την επίτευξη του βέλτιστου αποτελέσματος. Αρχή στην εκλογικευμένη χρήση του νερού στη γεωργία αποτελεί ο σαφής προσδιορισμός σε νερό των καλλιεργειών. Οι εν λόγω ανάγκες εκφράζονται από την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, η οποία εξαρτάται τόσο από κλιματικούς όσο και από φυτικούς και εδαφικούς παράγοντες.

### i. Φυτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή

Τα φυτικά είδη διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά την εποχή που αναπτύσσονται, το βάθος και την πυκνότητα του ριζικού συστήματος, το ύψος, τον τρόπο σποράς και τις μεταξύ τους αποστάσεις, την πυκνότητα και έκταση του φυλλώματος.

### ii. Κλιματικοί παράγοντες

Για του κάθε είδους εξάτμιση του νερού απαιτείται ενέργεια με τη μορφή θερμότητας, κύρια πηγή της οποίας είναι ο ήλιος. Ποσοτική έκφραση αυτής της ενέργειας που φτάνει σε μία καλλιέργεια είναι καθαρή ακτινοβολία. Άρα η κλιματική παράγοντες που επηρεάζουν ουσιαστικά το φαινόμενο της εξατμισοδιαπνοής είναι διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια και αεροδυναμική κατάσταση ατμόσφαιρας που ρυθμίζει την ταχύτητα με την οποία απομακρύνονται οι υδρατμοί από το φύλλωμα, όπως η ταχύτητα του ανέμου, η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και η λανθάνουσα θερμότητα.

### B. Μέθοδοι άρδευσης

Ο τρόπος που τον οποίο το νερό εφαρμόζεται στο χωράφι ονομάζεται μέθοδος άρδευσης. Επιτυχής θεωρείται η άρδευση που αποθηκεύει στο χωράφι τόσο νερό όσο είναι αυτό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά για την κάλυψη των αναγκών της εξατμισοδιαπνοής ελαχιστοποιώντας τις απώλειες από την επιφανειακή απορροφή και τη βαθιά διήθηση με βασική προϋπόθεση την ομοιόμορφη κατανομή του νερού στην επιφάνεια του χωραφιού.

Η μέθοδοι άρδευσης διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: τις επιφανειακές μεθόδους, τις μεθόδους καταιονισμού και τη στάγδην άρδευση.

### Γ. Αρδευτικές παράμετροι-προγραμματισμός αρδεύσεων-μοντέλα διαχείρισης

Για ανάγκη χορήγησης συμπληρωματικού νερού δεν είναι απαραίτητη ούτε και ποσοτικά ίδια σε όλα τα στάδια ανάπτυξης. Οπότε για τον υπολογισμό της ποσότητας νερού που απαιτείται για μία επιτυχή άρδευση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη το ανώτερο όριο συγκέντρωσης νερού από το έδαφος, το κατώτερο όριο ευχερούς πρόσληψης υγρασίας από τα φυτά και το βάθος του ριζοστρώματος.

### Προγραμματισμός αρδεύσεων

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να προσδιορίζονται οι ημερομηνίες και το καθαρό και ολικό βάθος άρδευσης κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, διαδικασία που οδηγεί στον προγραμματισμό των αρδεύσεων. Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν μοντέλα με τα οποία επιδιώκεται η καθημερινή προσομοίωση των σχέσεων νερού- εδάφους- φυτού με φάση τα οποία καθορίζονται οι ημερομηνίες τόσο της άρδευσης όσο και της λίπανσης. Τα μοντέλα διαχείρισης αρδεύσεων αντιμετωπίζουν σφαιρικά την ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών σαν συνάρτηση της διαθεσιμότητας των κύριων πόρων που τις διαμορφώνουν με σκοπό την επίτευξη του βέλτιστου αποτελέσματος κάτω από τις υφιστάμενες περιβαλλοντικές συνθήκες.

## Ομάδα Εργασίας

Ιωάννου Ευστράτιος, Κούστα Παγώνα, Νασπούλου Δέσποινα, Χαραλαμποπούλου Χαρούλα, Στεφόπουλος Λάμπρος, Κούστας Χρήστος, Λουκάς Χαράλαμπος, Μεταξούλης Νικόλαος, Τσαντήλα Νικολέττα

### Συντονιστές εκπαιδευτικοί

Παντερμαλή Μαρία ΠΕ88.01, Διαμαντόπουλος Μάριος ΠΕ82



## 2. Χρήση τεχνολογιών-γεωργία ακριβείας

Η άρδευση των καλλιεργειών τυπικά χρησιμοποιεί προγράμματα βασισμένα σε επιστημονικά δεδομένα για το προσδιορισμό τόσο του χρόνου εφαρμογής όσο και τις ποσότητες νερού. Το προγραμματισμό των αρδεύσεων ενισχύουν και διευκολύνουν οι νέες τεχνολογίες (Internet, of Things, IoT), αξιοποιώντας αξιοποιώντας αισθητήρες που μετρούν την κατάσταση της εδαφικής υγρασίας, προσδιορίζοντας ε ακρίβεια της ανάγκης ε νερό των φυτών και παρέχοντας πληροφορίες για την ακριβή ποσότητα του νερού που απαιτείται για την άρδευση της καλλιέργειας, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την άσκοπη απώλεια νερού. Έχει αποδειχθεί ότι με τη χρήση είναι το τεχνολογιών χρησιμοποιήθηκαν τα 2/3 του νερού άρδευσης σε καλλιέργεια δίνοντας τις ίδιες αποδόσεις με τη συμβατική άρδευση. Βέβαια, μόνο το 28% των αρδευόμενων εκτάσεων στην Αμερική χρησιμοποιούν προγράμματα άρδευσης, 12% των οποίων αξιοποιούν νέες τεχνολογίες.



## 3. Παρακολούθηση και συντήρηση δικτύου-αποδοτικότητα άρδευσης

Οι απώλειες νερού στην άρδευση παρατηρούνται τόσο κατά τη μεταφορά όσο και κατά την εφαρμογή στο χωράφι. Συνέπεια των παραπάνω απωλειών είναι η ανάγκη χρησιμοποίησης επιπλέον ποσότητας καθαρού νερού άρδευσης για την κάλυψη των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών. Και την εκτίμηση των πρόσθετων αυτών ποσοτήτων νερού χρησιμοποιείται ένα συντελεστής που ονομάζεται αποδοτικότητα άρδευσης. Η αποδοτικότητα εξαρτάται από τον τύπο του αρδευτικού δικτύου και τη μέθοδο άρδευσης.

## 4. Χρήση βιολογικών λιπασμάτων

Η βιολογική γεωργία έχει καθιερωθεί ως αειφόρος γεωργική πρακτική εξαιτίας της φιλικής προς το περιβάλλον εφαρμογής της. Βοηθά στην εξοικονόμηση και την διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών, αυξάνει τις προσωπικές και ποιολογικές αποδόσεις των καλλιεργειών και μειώνει τη συγκέντρωση του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Είναι πιο αποδοτική στη χρησιμοποίηση μη ανανεώσιμες πηγών ενέργειας και επιβαρύνει λιγότερο την ποιότητα νερού και τη βιοποικιλότητα. Τα οργανικά λιπάσματα περιέχουν υψηλά ποσοστά άνθρακα διεγείροντας τη μικροβιακή δραστηριότητα ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό τη διαδικασία της νιτροποίησης και αποτροπής από και αποτροπής από και αποτροπής από νιτροποίησης και απονιτροποίησης. Ένα αειφόρο και βιώσιμο πρόγραμμα άρδευσης λαμβάνει υπόψη τη γονιμότητα των εδαφών. Συνεπώς, διατηρώντας γόνιμα και υγιή εδάφη με την εφαρμογή πρακτικών της βιολογικής γεωργίας, περιορίζεται και η απαιτούμενη ποσότητα νερού άρδευσης και μειώνεται ο κίνδυνος εδαφικής διάβρωσης.



## Συμπεράσματα

Το νερό αποτελεί βασικό συστατικό των φυτικών οργανισμών και κατά συνέπεια απαραίτητο για την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου. Σε περιπτώσεις που δεν επαρκεί το νερό της βροχής κρίνεται η χορήγηση του με μηχανικά μέσα στην καλλιέργεια. Όμως, το καθαρό νερό αποτελεί έναν μη ανανεώσιμο πόρο ο οποίος οφείλει να διασφαλιστεί. Προς αυτήν την κατεύθυνση της βιώσιμης διαχείρισης του νερού άρδευσης συντελούν ο σωστός σχεδιασμός του συστήματος άρδευσης, η χρήση νέων τεχνολογιών και γεωργία ακριβείας, η παρακολούθηση συντήρηση και αποδοτικότητα του δικτύου άρδευσης καθώς και η εφαρμογή πρακτικών της γεωλογικής γεωργίας. Παρά τη σπουδαία συμβολή των παραπάνω πρακτικών στην αειφορία του περιβάλλοντος, όλες βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο στην Ελλάδα. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαία η συνέχιση της έρευνας καθώς και η ενημέρωση, εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση των αγροτών σχετικά με τη σημασία της βιώσιμης άρδευσης.

## Βιβλιογραφία

- Gimpel, H. Graf-Drasch, V. Hawlitschek, F. Neumeier, K. (2021). Designing smart and sustainable irrigation: A case study Journal of Cleaner Production, 315, 128048
- Liang, X. Liakos, V. Wendroth, O. Vellidis, G. (2016). Scheduling irrigation using an approach based on the van Genuchten model. Agricultural Water Management, 2016, vol. 176, issue C, 170-179
- Madrid, R. Barba, E.M. Sanchez, A. Garcia, A.L. (2009). Effects of organic fertilisers and irrigation level on physical and chemical quality of industrial tomato fruit (cv. Nautilus). Journal of The Science of Food and Agriculture 89(15):2608 - 2615
- Nizetic, S. Sofic, P. Artaza, D. Patrona, L. (2020). Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. Journal of Cleaner Production, 274, 122877
- Wu, J. Sardo, V. (2010). Sustainable Versus Organic Agriculture. In: Lichtfouse, E. Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science. Sustainable Agriculture Reviews, vol. 3, Springer, Dordrecht.
- Παπαζαφειρίου, Ζ. (1999). Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη