



IR2MA Large Scale Irrigation Management Tools for Sustainable Water Management in Rural Areas and Protection of Receiving Aquatic Ecosystems

(Subsidy Contract No I1/2.3/27)

Αποτελεσματική διαχείριση άρδευσης στην ελαιοκαλλιέργεια

Ιουν, 2019 | Τεχνική αναφορά στο πλαίσιο του παραδοτέου D2.1.3

Τσιρογιάννης Ιωάννης¹, Μαλάμος Νικόλαος²

¹Γεωπόνος – Γεωργικός Μηχανικός, MSc, PhD, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμ. Γεωπονίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

²Γεωπόνος – Γεωργικός Μηχανικός, MSc, PhD, Επίκουρος Καθηγητής Τμ. Γεωπονίας Πανεπιστημίου Πατρών

[Summary in English](#)

Efficient irrigation management for olive crop [Jun., 2019; Technical report D2.1.3.]

Tsirogiannis Ioannis, Malamos Nikolaos

This report presents basic information regarding irrigation of olive crop in Greece. Facts regarding the water needs, the relevant irrigation scheduling, the technical aspects of the irrigation system and water quality are presented. Also reference is made to decision support systems that can provide recommendations regarding irrigation applications. One example of such system is the participatory system for irrigation recommendations that operates at the plain of Arta in the framework of Interreg V- A Greece-Italy Programme 2014-2020 IR2MA project, which is available at: <http://arta.interregir2ma.eu/>.

[Riassunto in Italiano](#)

Irrigazione efficiente dell'olivo [Giu., 2019; Rapporto tecnico D2.1.3.]

Tsirogiannis Ioannis, Malamos Nikolaos

Il presente rapporto contiene informazioni di base (essenziali) sull'irrigazione degli olivetti in Grecia. Vengono presentati i fatti che riguardano i fabbisogni idrici, la programmazione irrigua pertinente (rilevante), gli aspetti tecnici dell'impianto irriguo e la qualità dell'acqua. Si fa inoltre riferimento ai sistemi di supporto decisionale che possono fornire raccomandazioni sugli interventi irrigui (applicazioni irrigui). Un esempio di tale sistema è il sistema partecipativo per raccomandazioni di irrigazione che opera nella pianura di Arta, nell'ambito del progetto IR2MA (co-finanziato dal Programma Interreg V Grecia-Italia 2014-2020), il cui è disponibile sul sito web: <http://arta.interregir2ma.eu/>.

Τεχνική αναφορά

Η ελιά ως Μεσογειακό είδος, μπορεί να επιβιώσει και να παράγει χωρίς άρδευση ως ξηρική καλλιέργεια σε πολλές περιοχές της Ελλάδας. Όταν όμως τίθενται υψηλοί παραγωγικοί στόχοι -ιδιαίτερα σε ένα πλαίσιο έντονων διακυμάνσεων των καιρικών παραμέτρων όπως καταγράφεται τα τελευταία έτη και προβλέπεται για το μέλλον-, η ανάγκη για άρδευση είναι επιτακτική. Τυπικά, άρδευση σε παραγωγικούς ελαιώνες χρειάζεται όταν η ετήσια βροχόπτωση είναι μικρότερη από 400 mm, σε φτωχά εδάφη με μικρή ικανότητα συγκράτησης νερού, σε πρόσφατα εγκατεστημένους ελαιώνες και σε συστήματα πυκνής φύτευσης. Επίσημα στοιχεία σχετικά με την αναμενόμενη αρδευτική περίοδο και τις εκτιμώμενες ανάγκες των ελαιώνων σε νερό στα υδατικά διαμερίσματα της χώρας μας παρέχονται από μία σχετικά παλαιά απόφαση του ΥΠΑΑΤ (Φ.16/6631, ΦΕΚ 428/Β/2-6-1989, Πίνακας 1). Σχετικές πληροφορίες παρέχονται και σε ορισμένα σχέδια διαχείρισης υδάτων των υδατικών διαμερισμάτων της χώρας μας (η τελευταία αναθεώρησή τους έγινε το 2017).

Προγραμματισμός αρδεύσεων

Η υφή του εδάφους (εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε άργιλο, λύ και άμμο), η περιεχόμενη σε αυτό οργανική ουσία, το βάθος του, ο βαθμός συμπίεσης και η κλίση της επιφάνειάς του παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ικανότητά του να απορροφά, να συγκρατεί και να διαθέτει νερό στις καλλιέργειες. Στο πλαίσιο της άρδευσης το γενικό ζητούμενο είναι η διατήρηση της εδαφικής υγρασίας μεταξύ δύο ορίων, της υδατοϊκανότητας (η εδαφική υγρασία που μπορεί να συγκρατήσει το έδαφος υπερνικώντας την βαρύτητα) και του σημείου μάρανσης (υπάρχει εδαφική υγρασία αλλά το φυτό δεν μπορεί να το απορροφήσει). Αυτά καθορίζουν τη διαθέσιμη υγρασία. Ένα τρίτο όριο, ο κορεσμός, υποδηλώνει τη

μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί να δεχθεί το έδαφος όταν όλοι οι πόροι του είναι γεμάτοι με νερό. Για παράδειγμα, σε ένα πηλώδες έδαφος (έδαφος μέσης σύστασης), η υδατοϊκανότητα και το σημείο μάρανσης αναμένεται να είναι στα επίπεδα του 30% και 10% κατόγχο εδάφους αντίστοιχα και έτσι προκύπτει διαθέσιμη υγρασία 20% κατόγχο. Η ελιά προσλαμβάνει γενικά εύκολα νερό από το έδαφος όταν δεν έχει καταναλωθεί περισσότερο από το 65% της διαθέσιμης υγρασίας σε αυτό (εύκολα διαθέσιμο νερό). Στο πηλώδες έδαφος που αναφέρθηκε, αυτό σημαίνει ότι όσο η εδαφική υγρασία βρίσκεται μεταξύ του 17% και του 30% κατόγχο, η καλλιέργεια μπορεί να προσλαμβάνει εύκολα νερό.

Η καλλιέργεια καταναλώνει νερό ανάλογα με την ηλικία, το βάθος ριζοστρώματος, τη διαμόρφωση, τις καιρικές συνθήκες, την φυσιολογική της κατάσταση και τη διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος. Σήμερα, το γενικά αποδεκτό πρότυπο για την εκτίμηση αναγκών καλλιεργειών –και της ελιάς- σε νερό είναι η αναφορά 56 του FAO (1998). Λόγω της κατανάλωσης, η εδαφική υγρασία μειώνεται σταδιακά και εάν δεν προκύψει ικανή βροχόπτωση, τυπικά όταν καταναλωθεί το εύκολα διαθέσιμο νερό συστήνεται να γίνει άρδευση. Σε κάθε περίπτωση η εφαρμογή του νερού τις βραδινές ή πολύ πρωινές ώρες συντελεί στη μείωση των απωλειών λόγω εξάτμισης.

Η εμπειρία του παραγωγού όσον αφορά την αντίληψη της εδαφικής υγρασίας και της κατάστασης του φυτού μπορεί να στηρίξει αποφάσεις σχετικά με το πότε χρειάζεται άρδευση. Εκτός αυτού η χρήση αισθητήρων υδατικού δυναμικού εδάφους (π.χ. τασίμετρα), ηλεκτρονικών υγρασιόμετρων (π.χ. διηλεκτρικοί αισθητήρες) ή άλλων πιο εξελιγμένων οργάνων που μετρούν σε επαφή ή από απόσταση αντιδράσεις των δένδρων, μπορεί να παρέχει ισχυρή

τεκμηρίωση σχετικά με τις αποφάσεις για άρδευση.

Η τοποθέτηση αισθητήρων στον αγρό πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το κόστος, την αξιοπιστία των μετρήσεων, τις ανάγκες για συντήρηση και την ασφάλεια του εξοπλισμού. Στην Εικόνα 1 φαίνεται η πορεία της εδαφικής υγρασίας σε ελαιώνα με χρήση διηλεκτρικού αισθητήρα.

Στις περισσότερες περιοχές της Ελλάδας για την περίοδο από μέσα Ιουνίου έως και Σεπτέμβριο το πιο πιθανό είναι να χρειάζονται αρδεύσεις για την πλήρη κάλυψη των υδατικών αναγκών της καλλιέργειας, ενώ από τα μέσα Φθινοπώρου έως και τα μέσα της Άνοιξης

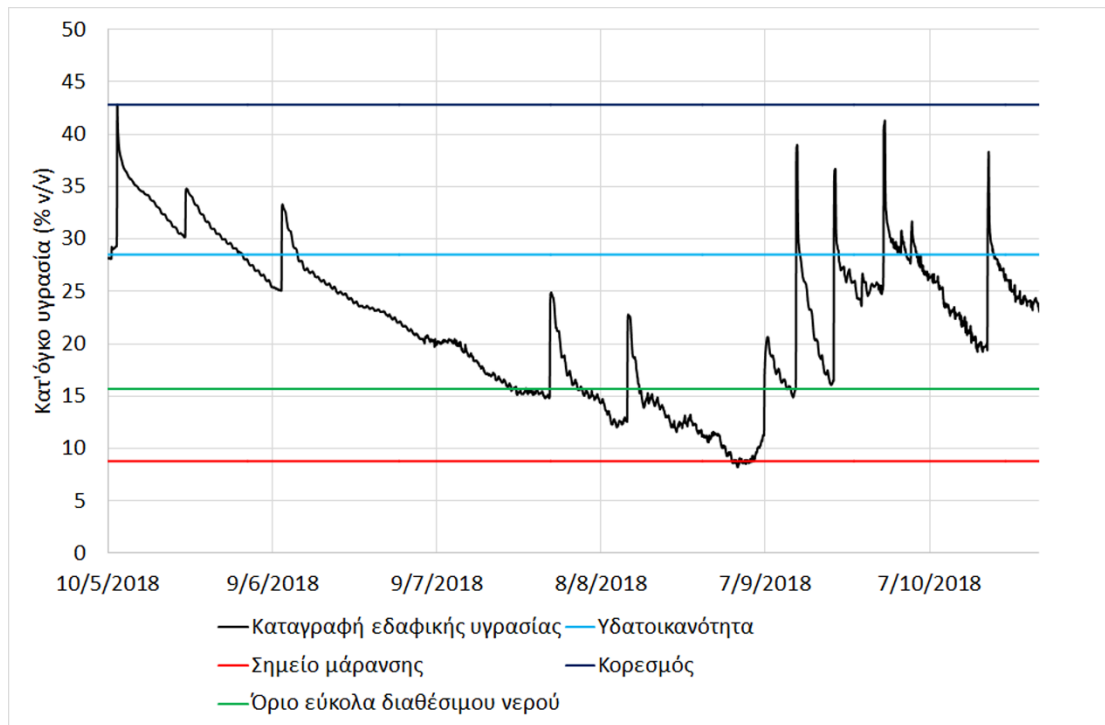
είναι σχεδόν βέβαιο ότι οι ανάγκες αυτές θα καλυφθούν από τις βροχοπτώσεις.

Σύμφωνα με τους δενδροκόμους, κρίσιμες περίοδοι για την ελιά όσο αφορά την εδαφική υγρασία είναι:

- I. η περίοδος της διαμόρφωσης των οφθαλμών,
- II. η περίοδος άνθησης και καρπόδεσης και
- III. η περίοδος σκλήρυνσης του πυρήνα και ταχείας αύξησης του καρπού.

Πίνακας 1 Όρια (ελάχιστο και μέγιστο) εκτιμώμενης χρήσης αρδευτικού νερού για κατηγορία καλλιέργειας I (στην οποία ανήκει η ελιά) για άρδευση με σταγόνες ή μικροεκτοξευτήρες από ιδιωτική γεώτρηση σε κυβικά μέτρα / στρέμμα / μήνα για επιλεγμένα υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας σύμφωνα με την ΚΥΑ Φ.16/6631, ΦΕΚ 428/Β/2-6-1989

Μήνας	Υδατικό διαμέρισμα							
	Δυτική Πελοπ/σος		Ανατολική Στερεά Ελλάδα		Κρήτη		Ήπειρος	
Απρίλιος	64	77	64	77	73	86	37	49
Μάιος	91	110	89	107	94	113	70	89
Ιούνιος	101	122	101	122	107	128	98	119
Ιούλιος	107	128	116	138	116	138	113	134
Αύγουστος	103	126	107	128	110	131	107	128
Σεπτέμβριος	79	98	79	98	89	107	58	77
Σύνολο	545	661	556	670	589	703	483	596



Εικόνα 1 Καταγραφή υγρασίας σε ελαιώνα με πηλώδες έδαφος στην περιοχή της Άρτας με διηλεκτρικό αισθητήρα εδαφικής υγρασίας τοποθετημένο σε βάθος 30cm

Όταν η διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος είναι μειωμένη, τα φυτά προσπαθούν να ελαττώσουν το ρυθμό διαπνοής κλείνοντας βαθμιαία τα στομάτια (βρίσκονται κατά κύριο λόγο στα φύλλα), συστρέφοντας τα φύλλα κοκ. Επειδή όμως μέσω των στοματιών εισέρχεται στα φυτά CO₂ από την ατμόσφαιρα, το κλείσιμό τους συνεπάγεται μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης και παραγωγής βιομάζας. Από την άλλη πλευρά, η υπερβολική υγρασία στο έδαφος (λόγω βροχής ή/και άρδευσης), δηλαδή η διατήρηση της υγρασίας πάνω από την υδατοικανότητα και έως τον κορεσμό, έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη αέρα στο έδαφος, κατάσταση που με τη σειρά της οδηγεί σε αλλαγές στο μεταβολισμό των ριζών. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει το νερό να λιμνάζει στον ελαιώνα. Στα ελαιόδενδρα που αναπτύσσονται υπό συνθήκες υπερβολικής εδαφικής υγρασίας μπορεί να παρουσιαστεί μικρό μέγεθος δένδρων, πολυάριθμοι λεπτοί κλαδίσκοι, μικρά και κιτρινοπράσινα φύλλα, φυλλόπτωση, μικρή απόδοση και πρόωρη ωρίμανση των

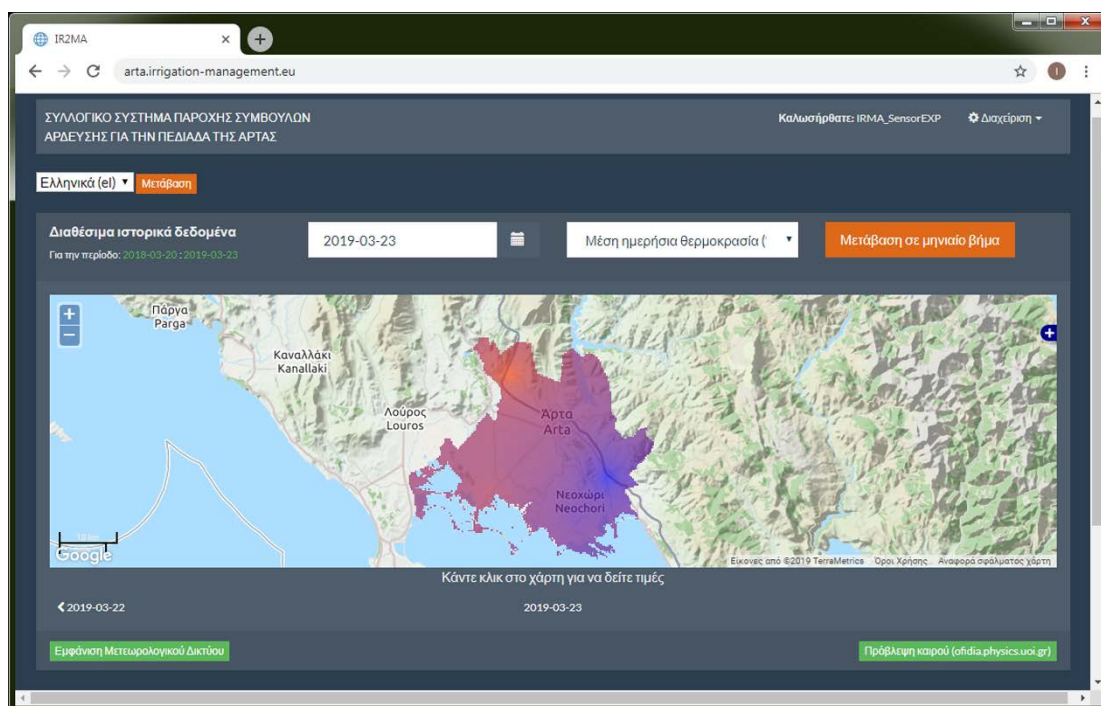
καρπών έως και ξήρανση των δένδρων. Για να λυθούν τέτοια προβλήματα μπορεί να απαιτηθεί η διαμόρφωση συστήματος αποστράγγισης.

Συστήματα παροχής συμβουλών άρδευσης

Πέρα από την χρήση αισθητήρων μέτρησης υγρασίας, καλά αποτελέσματα προσφέρουν τα συλλογικά συστήματα παροχής συμβουλών άρδευσης. Στην Ελλάδα πρωτοπόρο στον τομέα αυτό υπήρξε το Ινστιτούτο Υποτροπικών Φυτών και Ελιάς στην Κρήτη, ενώ στην εποχή μας εφαρμόζονται σχετικά συστήματα σε διάφορες περιοχές της χώρας (Εικόνα 2). Τα συστήματα αυτά συλλέγουν πληροφορίες από δίκτυα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών και εφαρμόζουν μαθηματικά μοντέλα με βάση τα οποία μπορούν να εκτιμούν τις καιρικές συνθήκες σε κάθε σημείο της περιοχής εφαρμογής. Στη συνέχεια με την χρήση ειδικών παραμέτρων σχετικά με το έδαφος, την καλλιέργεια, το σύστημα άρδευσης, τα αρδευτικά γεγονότα κοκ για κάθε αγροτεμάχιο, μπορούν επί τη

βάση ισοζυγίου νερού, να παράγουν συμβουλές σχετικά με την ανάγκη άρδευσης. Στο όλο πλαίσιο λαμβάνεται υπόψη και η πρόγνωση του καιρού ώστε να αποφεύγονται άσκοπες αρδεύσεις. Κάποια από τα συστήματα αυτά απαιτούν και την εγκατάσταση αισθητήρων στον ελαιώνα, ενώ σε όλο και περισσότερες περιπτώσεις

αξιοποιούνται και δορυφορικές εικόνες. Είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητό ότι τέτοια συστήματα δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά χωρίς αξιολόγηση και ερμηνεία των συμβουλών από γεωπόνους και έμπειρους χρήστες τους.



Εικόνα 2 Παράθυρο εφαρμογής συστήματος υποβοήθησης αποφάσεων σχετικά με την άρδευση καλλιιεργειών που καλύπτει την πεδιάδα της Άρτας

Σύστημα άρδευσης

Το σύστημα άρδευσης πρέπει να επιλέγεται με βάση το κόστος και την αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού, την επίδραση στη διάβρωση του εδάφους, καθώς και τις πιθανές επιπτώσεις στην εξάπλωση ασθενειών. Σε κάθε περίπτωση η ορθή διαμόρφωση του εδάφους όμως ώστε να μπορεί να αποθηκεύει περισσότερο νερό βροχής αποτελεί μία καλή πρακτική. Τα συστήματα μικρο-άρδευσης (ή τοπικής άρδευσης) αποτελούν την κύρια επιλογή στις ημέρες μας (Εικόνα 3) Τα βασικά χαρακτηριστικά της μικρο-άρδευσης είναι: α) διαβροχή τμήματος του ελαιώνα (πρακτικά ίση με την έκταση της κατακόρυφης προβολής της κόμης των

δένδρων στο έδαφος) και β) υψηλή αποτελεσματικότητα εφαρμογής (έως και το 90% του παρεχόμενου νερού μπορεί δυνητικά να είναι τελικά διαθέσιμο στα δένδρα). Ένα τυπικό τέτοιο σύστημα αποτελείται από την υδροληψία, την κεφαλή, τους αγωγούς μεταφοράς και τους αγωγούς εφαρμογής πάνω στους οποίους συνδέονται οι έξοδοι (σταλάκτες ή μικροεκτοξευτήρες (μπεκάκια)). Σε πολλές περιπτώσεις οι αγωγοί εφαρμογής έχει επικρατήσει να τοποθετούνται σε ύψος 1,5-2 m από το έδαφος με στήριξη πάνω στα δένδρα με σκοπό να μην εμποδίζουν τις καλλιεργητικές εργασίες. Οι μικροεκτοξευτήρες έχουν τυπικές παροχές από 60 έως 300 L/h, ενώ οι σταλάκτες

συνήθως έως 12 L/h. Ειδική περίπτωση συνδυασμού αγωγού εφαρμογής και εξόδων είναι οι σταλακτηφόροι αγωγοί. Ακόμη σε ένα σύστημα θα χρειαστούν βάνες (κεντρικές αλλά και στάσεων), μειωτές πίεσης, αεροβαλβίδες, βάνες κένωσης κοκ.

Οι μικρο-εκτοξευτήρες μπορεί να προκαλέσουν αύξηση της σχετικής υγρασίας του αέρα στην περιοχή του ελαιώνα, ενώ συνήθως διαβρέχουν και τους κορμούς των δένδρων, γεγονός που εντείνουν τον κίνδυνο ανάπτυξης μυκητολογικών ασθενειών (π.χ. κυκλοκόνιο) αλλά και προσβολής των καρπών από έντομα όπως ο δάκος.

Στην ίδια λογική αλλά και για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα όσον αφορά τη χρήση νερού γίνεται και εγκατάσταση υπόγειων συστημάτων μικρο-άρδευσης τα οποία παρά την επιφυλακτικότητα που δημιουργούν στους παραγωγούς λόγω του ότι δεν βλέπουν το σύστημα, αν σχεδιαστούν, εγκατασταθούν και διαχειρίζονται σωστά μπορούν να έχουν εντυπωσιακά θετικά αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση κατά τα πρώτα 2-3 έτη μετά τη φύτευση το υπόγειο σύστημα δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό.



Εικόνα 3 Άρδευόμενος ελαιώνας από συλλογικό δίκτυο άρδευσης στην περιοχή της Άρτας

Τα συστήματα μικρο-άρδευσης επιτρέπουν και την εφαρμογή λίπανσης μέσω αυτών (υδρολίπανση). Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει ευκολότερη λίπανση σε όσες δόσεις απαιτείται ώστε να αυξάνεται η αποτελεσματικότητα της λίπανσης και να

επιτυγχάνεται προστασία του περιβάλλοντος.

Σε κάθε περίπτωση το σύστημα πρέπει να σχεδιάζεται και να εγκαθίσταται από εξειδικευμένους τεχνικούς. Μετά την εγκατάσταση συστήνεται να γίνεται ένας

έλεγχος ομοιομορφίας παροχής νερού από τις εξόδους και με βάση τα αποτελέσματα να γίνουν οι απαιτούμενες τελικές ρυθμίσεις. Ακόμη πρέπει σε ετήσια βάση να γίνεται επιθεώρηση και συντήρηση του συστήματος (έλεγχος βαλβίδων, καθαρισμός φίλτρων, αποκατάσταση ζημιών, απομάκρυνση αλάτων από εξόδους κοκ).

Ποιότητα νερού και εναλλακτικές πηγές νερού

Το κατά πόσο το νερό είναι κατάλληλο για άρδευση καθορίζεται από την οξύτητα (pH), την περιεκτικότητα σε άλατα και τη φύση των αλάτων. Σύμφωνα με τον FAO, τα ανεκτά όρια για το pH είναι μεταξύ 6,5 και 8,4 ενώ νερό ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) <0,7 dS/m δεν έχει καμία αρνητική επίδραση στις καλλιέργειες, από 0,7 έως 3 έχει ελαφριά έως μέση ενώ πάνω από 3 είναι σημαντική. Η ελιά μπορεί να αρδεύεται ακόμη και με νερό με EC της τάξης των 5 dS/m, ανάλογα με τα άλατα που περιλαμβάνονται στο νερό, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και την ποικιλία. Σύμφωνα με μελέτες οι ποικιλίες Καλαμών, Λιανολιά Κέρκυρας, Μεγαρείτικη και Κοθρέικη θεωρούνται πιο ανθεκτικές στην αλατότητα του νερού ενώ η Θρουμπολιά, το Αγουρομάνακο και η Χονδρολιά Χαλκιδικής πιο ευαίσθητες. Η άρδευση με αλατούχο νερό απαιτεί αύξηση της δόσης άρδευσης ή/και περιοδικές αρδεύσεις με μεγάλες ποσότητες νερού για ξέπλυμα των αλάτων. Τέτοιες αρδεύσεις μπορεί να αποφευχθούν αν υπάρχουν ικανοποιητικές βροχοπτώσεις σε επίπεδο έτους. Χρήση νερού με υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα, δημιουργεί επιπλέον απαιτήσεις και στη συντήρηση του αρδευτικού συστήματος λόγω του ότι άλατα αποτίθενται στις εξόδους με αποτέλεσμα αυτές να βουλώνουν. Ανάλογα με το είδος των αλάτων επιλέγεται και το όξινο διάλυμα με το οποίο αυτά θα απομακρυνθούν, το οποίο είτε εφαρμόζεται μέσω υδρολιπαντήρα είτε

εμβάπτιζονται σε αυτό οι μικροεκτοξευτήρες. Η αύξηση της οργανικής ουσίας βοηθά στη βελτίωση της δομής του εδάφους και μετριάζει τα ζητήματα που προκύπτουν από εφαρμογή αλατούχου νερού, ενώ θετική επίδραση προκαλεί και η εφαρμογή κατάλληλων λιπασμάτων.

Μέρος της λύσης για την αντιμετώπιση της μείωσης του διαθέσιμου νερού για άρδευση μπορεί να αποτελέσει η αξιοποίηση εναλλακτικών πηγών νερού υποβαθμισμένης ποιότητας (αλατούχα, επεξεργασμένα κοκ.). Η χρήση επεξεργασμένου νερού για άρδευση έχει μελετηθεί και για Ελληνικές ποικιλίες ελιάς και επιτρέπεται στην Ελλάδα με βάση όσα αναφέρονται στη σχετική νομοθεσία (ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354/Β/8-3-2011), όπως ισχύει σήμερα). Τον Δεκέμβριο του 2016, εκδόθηκε κοινή υπουργική απόφαση με την οποία επιτρέπεται η αξιοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων ελαιουργείων με ελεγχόμενη εφαρμογή στο έδαφος (φερτάρδευση). Στις 12/2/2019 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε το βασικό κείμενο για τη διαμόρφωση οδηγίας σχετικά με τη χρήση επεξεργασμένου νερού για άρδευση, κείμενο το οποίο σύντομα θα συζητηθεί και στο Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.