



Τμήμα Γεωργίας

Υπουργείο Γεωργίας,
Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος

Αξιοποίηση υφάλμυρου νερού για σκοπούς άρδευσης



Τμήμα Γεωργίας

Υπουργείο Γεωργίας,
Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος

Εισαγωγή

Η αξιοποίηση μη συμβατικών πηγών νερών για σκοπούς άρδευσης, ιδιαίτερα στις περιοχές της ευρύτερης μεσογειακής λεκάνης, είναι πολλές φορές αναπόφευκτη λόγω του ξηροθερμικού κλίματός της. Ως **μη συμβατικές πηγές νερού** χαρακτηρίζονται το υφάλμυρο νερό, το νερό συλλογής δικτύων αποστράγγισης, το ανακυκλωμένο νερό προερχόμενο από δίκτυα συλλογής αστικών λυμάτων ή και κτηνοτροφικών μονάδων (π.χ. χοιροστασίων). Η χρήση τους δυνητικά προκαλεί διάφορα προβλήματα στις καλλιέργειες ή στο έδαφος, εάν δεν λαμβάνονται τα κατάλληλα διαχειριστικά μέτρα. Έμφαση στο παρόν εγχειρίδιο δίνεται στην αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού για άρδευση, που προβλέπει την πιθανότητα δημιουργίας προβλημάτων ή μείωσης της παραγωγής από τη μακροχρόνια χρήση υφάλμυρων νερών.

Στο νερό άρδευσης βρίσκονται κοινά άλατα όπως είναι αυτά του χλωριούχου νατρίου NaCl , του θειικού ασβεστίου CaSO_4 , του θειικού μαγνησίου MgSO_4 και του διανθρακικού νατρίου NaHCO_3 , ενώ τα υπόγεια νερά ενδέχεται να περιέχουν και άλατα βορίου.

Για την αξιολόγηση της ποιότητας του υφάλμυρου νερού χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Η **αλατότητα**, δηλαδή η συνολική συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων.
- Η **τοξικότητα** ορισμένων στοιχείων όπως είναι τα ιόντα βορίου, νατρίου και χλωρίου, τα οποία μπορεί να είναι τοξικά στην ανάπτυξη των φυτών.
- Η **διηθητικότητα**, δηλαδή η συγκέντρωση ιόντων νατρίου σε συσχετισμό με το ασβέστιο και το μαγνήσιο.

ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Προβλήματα αλατότητας παρουσιάζονται όταν η άρδευση γίνεται με νερό το οποίο έχει αυξημένες συγκεντρώσεις διαλυτών αλάτων. Η απορρόφηση νερού από τα φυτά και η εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια του εδάφους, μακροχρόνια, οδηγούν στη συσσώρευση αλάτων σημειακά στο επίπεδο των ριζών ή σε ολόκληρη την επιφάνεια του εδάφους, ανάλογα με τον τρόπο άρδευσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η πρόσληψη του νερού από τα φυτά να καθίσταται πολύ δύσκολη, παρόλο που η καλλιέργεια μπορεί να έχει στη διάθεσή της περίσσεια νερού (φαινόμενο ωσμωτικής πίεσης). Για να καταστεί δυνατή η απορρόφηση νερού από τα φυτά, πρέπει αυτά να δαπανήσουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας, με αποτέλεσμα η καλλιέργεια να παρουσιάζει συμπτώματα καχεκτικής ανάπτυξης, χλωρώσης και μαρασμού, τα οποία πολλές φορές οδηγούν και στην ξήρανση ολόκληρου του φυτού.

Η ευαισθησία ή όχι των φυτών σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις αλάτων μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος του φυτού και την ποικιλία. Τα διάφορα είδη φυτών διαθέτουν ανάλογες αντιστάσεις και προσαρμοστικότητα στο περιβάλλον με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα αλόφυτα, τα οποία παρουσιάζονται έως πολύ ανθεκτικά σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας, αφού δαπανούν λιγότερη ενέργεια για άντληση του νερού, γεγονός που τους επιτρέπει να ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος έκφρασης της συνολικής αλατότητας του νερού είναι η ειδική αγωγιμότητά του ή η ηλεκτρική αγωγιμότητά του (electrical conductivity). Αντιπροσωπεύει την ικανότητά του να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα ανάλογα με την ποσότητα των αλάτων που έχει. Διεθνώς συμβολίζεται με το ακρωνύμιο «EC». Εκφράζεται σε μονάδες ηλεκτρικής αγωγιμότητας deciSiemens per meter (dS/m) ή mmhos/cm. Για παράδειγμα, το νερό της βροχής το οποίο είναι απαλλαγμένο

αλάτων έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα 0,02 dS/m, σε αντίθεση με το θαλασσινό νερό η αγωγιμότητα του οποίου κυμαίνεται μεταξύ 50 με 60 dS/m. Ο εύκολος τρόπος και η αμεσότητα του προσδιορισμού της καθιστούν την ηλεκτρική αγωγιμότητα ως την πιο διαδεδομένη μέθοδο έκφρασης της αλατότητας ενός νερού, ακόμη και σε επίπεδο αγρού, με τη χρήση κατάλληλων οργάνων/ηλεκτροδίων. Επιπρόσθετα, στη γεωργική πρακτική, πέραν του προσδιορισμού της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού άρδευσης (EC_w), έχει ιδιαίτερη σημασία ο προσδιορισμός της συνολικής αλατότητας στο έδαφος, στο επίπεδο των ριζών (Electrical Conductivity of the Saturation Extract, EC_{se}). Σε γενικές γραμμές, εάν εφαρμόζεται καλή γεωργική πρακτική (ξέπλυμα, ορθολογική χρήση λιπασμάτων) η αλατότητα του εδαφικού διαλύματος αναμένεται να είναι 1,5 φορά πιο υψηλή από αυτήν του αρδευτικού νερού, με αποδεκτό συντελεστή έκπλυσης περίπου 15%.

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι ισχύει:

$$EC_{se} = 1.5EC_w$$

Άλλος τρόπος έκφρασης της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων ενός νερού είναι ο προσδιορισμός της συνολικής ποσότητας των υδατοδιαλυτών στερεών Total Dissolved Solids, TDS) και συνήθως υπολογίζεται σε μέρη στο εκατομμύριο (ppm).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και η συνολική ποσότητα αλάτων (TDS) σε ένα διάλυμα δεν συνδέονται γραμμικά. Σημαντικό ρόλο έχει τόσο η συγκέντρωση όσο και η ποσότητα των ξεχωριστών ιόντων. Μία εμπειρική σχέση για σκοπούς προσδιορισμού είναι η ακόλουθη:

$$TDS(ppm) = \alpha \text{γωγιμότητα (dS / m)} \times 0,067$$



Καλλιέργεια καλαμποκιού. Μείωση ανάπτυξης σε συγκεκριμένη περιοχή του τεμαχίου λόγω αύξησης της αλατότητας του εδάφους

Με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα το νερό άρδευσης μπορεί να ταξινομηθεί σε τρεις βασικές κατηγορίες.

1. Νερό με ηλεκτρική αγωγιμότητα μέχρι 0,75 dS/m
2. Νερό με ηλεκτρική αγωγιμότητα από 0,75-3,00 dS/m
3. Νερό με ηλεκτρική αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 3 dS/m.

Πηγές νερού της πρώτης κατηγορίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς περιορισμό για το πότισμα σχεδόν όλων των καλλιεργειών. Νερό που ανήκει στη δεύτερη κατηγορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το πότισμα φυτών σχετικά ανθεκτικών στα άλατα και σε εδάφη που να επιτρέπουν το ξέπλυμα των αλάτων από το ριζόστρωμα. Πηγές νερού της τρίτης κατηγορίας χρησιμοποιούνται σε φυτά ανθεκτικά στα άλατα και σε εδάφη ελαφρά, ώστε να γίνεται εύκολο ξέπλυμα των αλάτων. Άρδευση με νερά που παρουσιάζουν αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα, πέραν των άμεσων επιπτώσεων στην καλλιέργεια, συντελεί και στην υποβάθμιση των εδαφών, αφού με την πάροδο του χρόνου συσσωρεύονται άλατα στο έδαφος. Το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα έντονο σε περιοχές με χαμηλή βροχόπτωση και υψηλή εξάτμιση. Παράλληλα, η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και κοπριάς, ως επιπρόσθετη πηγή προσθήκης αλάτων στο έδαφος, αυξάνει το πρόβλημα της αλάτωσης των εδαφών.

Διαχείριση νερού με υψηλή αλατότητα

Στις περιπτώσεις όπου η χρησιμοποίηση νερού με αυξημένη αλατότητα δεν μπορεί να αποφευχθεί, κρίνεται σκόπιμο όπως ληφθούν μέτρα για μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στα φυτά και στο έδαφος όπως είναι η επιλογή της κατάλληλης φυτείας, η χρήση του κατάλληλου συστήματος άρδευσης και το ξέπλυμα των αλάτων του εδάφους.

Επιλογή κατάλληλης φυτείας: Όλες οι φυτείες δεν αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο στην αλατότητα. Μερικές, σε αυξημένη αλατότητα εδάφους, μπορούν να αναπτύσσονται και να παράγουν ικανοποιητικά, όπως είναι για παράδειγμα το βαμβάκι, το σπαράγγι, τα σιτηρά και κάποια είδη φοινικιών. Σημειώνεται ότι ορισμένες φυτείες μπορούν να καλλιεργηθούν και να αξιοποιήσουν υφάλμυρα νερά με σχετικά μικρότερη μείωση της παραγωγής από ό,τι άλλες, όπως είναι για παράδειγμα το τριφύλλι, όπου με ηλεκτρική αγωγιμότητα νερού 6 dS/m αναμένεται μείωση της παραγωγής περίπου κατά 50%.

Στους Πίνακες 1 και 2 αναφέρονται ενδεικτικές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας νερού και εδάφους για πλήρη ανάπτυξη και παραγωγή σε καλλιέργειες γεωργικού ενδιαφέροντος και καλλωπιστικών φυτών αντίστοιχα.

Πίνακας 1: Ενδεικτικές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (dS/m) νερού άρδευσης (EC_w) και εδάφους (EC_{se}) σε διάφορες καλλιέργειες χωρίς μείωση της παραγωγής

Καλλιέργεια		EC _w	EC _{se}
ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ / ΑΜΠΕΛΟΣ			
Πορτοκάλια	Orange (<i>Citrus sinensis</i>)	1.1	1.7
Γκρέιπφρουτ	Grapefruit (<i>Citrus paradisi</i>)	1.2	1.8
Ροδάκινα	Peach (<i>Citrus persica</i>)	1.1	1.7
Βερίκοκα	Apricot (<i>Prunus persica</i>)	1.1	1.6
Αμυγδαλιές	Almond (<i>Prunus dulcis</i>)	1	1.5
Σταφύλι	Grape (<i>Vitis sp.</i>)	1	1.5
Φοινικιά	Date palm (<i>Phoenix dactylifera</i>)	2.7	4
ΦΥΤΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ			
Κριθάρι	Barley (<i>Hordeum vulgare</i>)	5.3	8
Σιτάρι	Wheat (<i>Triticum aestivum</i>)	4	6
Σιτάρι σκληρό	Wheat durum (<i>Triticum turgidum</i>)	3.8	5.7
Βαμβάκι	Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i>)	5.1	7.7
ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΦΥΤΑ			
Τριφύλλι	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	1.3	2
Σιταροπούλα	Corn maize (<i>Zea mays</i>)	1.1	1.7
Σουδανόχορτο	Sudan grass (<i>Vicia anquistifolia</i>)	1.9	2.8
ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΕΣ ΦΥΤΕΙΣ			
Ντομάτα	Tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	1.7	2.5
Αγγουράκι	Cucumber (<i>Cucumis sativus</i>)	1.7	2.5
Φράουλα	Strawberry (<i>Fragaria sp.</i>)	0.7	1
Παντζάρι	Beet red (<i>Beta vulgaris</i>)	2.7	4
Μπρόκολο	Broccoli (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	1.9	2.8
Σπανάκι	Spinach (<i>Spinacia oleracea</i>)	1.3	2
Λάχανο	Cabbage (<i>Brassica oleracea capitata</i>)	1.2	1.8
Πατάτα	Potato (<i>Solanum tuberosum</i>)	1.1	1.7
Πιπεριά	Pepper (<i>Capsicum annum</i>)	1	1.5
Μαρούλι	Lettuce (<i>Lactuca sativa</i>)	0.9	1.3
Ρεπανάκι	Radish (<i>Raphanus sativus</i>)	0.8	1.2
Κρεμμύδι	Onion (<i>Allium cepa</i>)	0.8	1.2
Φασόλι	Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	0.7	1
Καρότο	Carrot (<i>Daucus carota</i>)	0.7	1

Πίνακας 2: Ενδεικτικές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (dS/m) νερού άρδευσης (EC_w) και εδάφους (EC_{se}) σε καλλωπιστικά φυτά χωρίς μείωση της παραγωγής

Ηλεκτρική αγωγιμότητα νερού άρδευσης (καλλωπιστικά φυτά)	
ΜΙΚΡΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (EC_w=0.75-1.5 dS/m)	
Τριανταφυλλιά	Rosa sp. L.
Φωτίνια	Fraser's photinia
Πουλί του παραδείσου	Strelitzia reginae
ΜΕΤΡΙΑΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (EC_w= 1.5-3 dS/m)	
Λαντάνα	Lantana camara
Βιβούρνο	Viburnum tinus cv. Robustum
ΜΕΓΑΛΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (EC_w> 3 dS/m)	
Κάρισσα	Carissa grandifolia
Βουκεμβίλια	Bougainvillea spectabilis
Πυράκανθα	Pyracantha crenatoserrata
Ηλεκτρική αγωγιμότητα εδάφους (γρασίδια)	
ΜΙΚΡΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (EC_{se}<3 dS/m)	
Πόα η λειμώνιος	Kentucky bluegrass (<i>Poa pratensis</i>)
Φεστούκη η μακρόφυλλος	Hard fescue (<i>Festuca longifolia</i>)
ΜΕΤΡΙΑΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (EC_{se}=4-9 dS/m)	
Μπάφαλο	Buffalo grass (<i>Buchloe dactyloides</i>)
Φεστούκη η καλαμοειδής	Tall fescue (<i>Festuca arundinacea</i>)
ΜΕΓΑΛΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (EC_{se}=9-16 dS/m)	
Αγίου Αυγουστίνου	St. Augustine grass (<i>Stenotaphrum secundatum</i>)
Κυνόδους ο δακτύλος (αγριάδα)	Bermuda grasses (<i>Cynodon spp.</i>)
Πάσπαλουμ	Seashore paspalum (<i>Paspalum vaginatum</i>)

Εγκατάσταση δικτύου αποστράγγισης: Η εγκατάσταση δικτύου αποστράγγισης είναι εξαιρετικά μεγάλης σημασίας αφού αποτελεί ένα πολύ καλό εργαλείο στη διαχείριση νερού με υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η πρακτική αυτή παρουσιάζει σχετικά υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης. Ωστόσο, εφαρμόζεται σε ευρεία κλίμακα, ιδιαίτερα εκεί όπου μεγάλες, συμπαγείς εκτάσεις γεωργικής γης έχουν αλατωθεί και απαιτείται όπως το επιφανειακό έδαφος κρατηθεί απαλλαγμένο αλάτων ή διατηρήσει την ηλεκτρική του αγωγιμότητα

κοντά σε αυτήν του νερού άρδευσης. Σε μικρή κλίμακα το αποστραγγιστικό δίκτυο μπορεί να τοποθετηθεί και σε θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις.

Ξέπλυμα αλάτων: Τα περισσότερα από τα άλατα του νερού ποτίσματος που παραμένουν στο έδαφος μετά την πρόσληψη του νερού από τα φυτά είναι διαλυτά και μπορούν να ξεπλυθούν σε επίπεδο κάτω του ριζικού συστήματος των φυτών. Το ξέπλυμα αποσκοπεί στη διατήρηση της αλατότητας του εδάφους όσο το δυνατόν πιο κοντά σε αυτήν του νερού άρδευσης, έτσι ώστε



Σύστημα σταγόνας και τρόπος εναπόθεσης αλάτων: Η συγκέντρωση αλάτων κοντά στη σταγόνα είναι πολύ κοντά σε αυτήν του νερού άρδευσης

να επιτυγχάνεται ικανοποιητική παραγωγή. Το ξέπλυμα γίνεται βασικά πριν από την έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου, αλλά μπορεί να γίνει και κατά τη διάρκειά της. Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις των μικροεκτοξευτήρων ή των σταγόνων, το ξέπλυμα μπορεί να γίνει ανά τακτά χρονικά διαστήματα, σε δόση νερού ανάλογη της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού άρδευσης.

Επιλογή τρόπου άρδευσης: Σε περιπτώσεις χρήσης υφάλμυρων νερών έχει σημασία να γίνεται η ορθή επιλογή του συστήματος άρδευσης, αφού επηρεάζει τον τρόπο που τα άλατα εναποτίθενται στο έδαφος και, κατ' επέκταση, το πώς επηρεάζουν τα φυτά. Για παράδειγμα, εάν θα γίνει τοποθέτηση σταγόνων τότε τα άλατα απωθούνται από το σημείο ενστάλαξης του νερού κατά ομόκεντρους κύκλους, διατηρώντας την αλατότητα στο σημείο του ριζικού συστήματος πολύ κοντά σε αυτήν του νερού άρδευσης. Εάν, όμως, η γραμμή άρδευσης τοποθετηθεί ενδιάμεσα των γραμμών φύτευσης τότε η αλατότητα θα συγκεντρωθεί επί των γραμμών. Σύμφωνα με μελέτες, εάν η ίδια ποσότητα νερού χρησιμοποιηθεί με διαφορετικές μεθόδους για σκοπούς άρδευσης (σταγόνες, σπρίνκλερ, αυλά-

κια), στην περίπτωση χορήγησης του νερού με τη μέθοδο των σταγόνων η παραγωγή ενδέχεται να είναι έως και 50% μεγαλύτερη σε σχέση με άλλες μεθόδους.

Ανάμειξη νερού / διαδοχική χρήση διαφορετικών πηγών νερού: Η τακτική της ανάμειξης ενός υφάλμυρου νερού με νερό καλής ποιότητας αποτελεί μία πολύ καλή πρακτική στη μείωση της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων και στην αξιοποίηση υφάλμυρων νερών. Η ποσοτική ανάμειξη των δύο διαφορετικών πηγών νερού εξαρτάται από την ηλεκτρική αγωγιμότητά τους και το επιθυμητό αποτέλεσμα της παραγωγής.

Συνήθως στα στάδια όπου η φυτεία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην αλατότητα, όπως είναι για παράδειγμα το στάδιο φυτρώματος, χρησιμοποιείται νερό καλής ποιότητας, ενώ στα επόμενα βλαστικά στάδια μπορεί να χρησιμοποιηθεί υφάλμυρο νερό ή νερό το οποίο προέρχεται από την ανάμειξη δύο διαφορετικών ποιοτήτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις κρίνεται σκόπιμο να χορηγείται στην καλλιέργεια, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, νερό με χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα για σκοπούς ξεπλύματος.



Άρδευση με το σύστημα σταγόνων σε καλλιέργεια θερμοκηπίου



Δεξαμενή στην οποία γίνεται ανάμειξη νερών από διαφορετικές πηγές και διαφορετικής ποιότητας

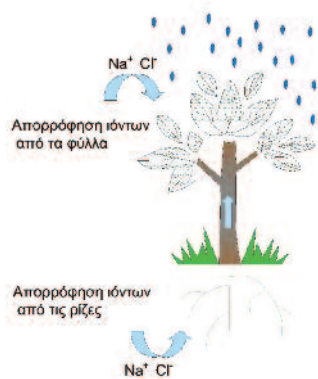
Διατήρηση της διαθέσιμης υδατικής υγρασίας σε υψηλά επίπεδα: Βασικός στόχος της διατήρησης της εδαφικής υγρασίας σε υψηλά επίπεδα είναι η μείωση της αλατότητας του εδαφικού διαλύματος. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται η δύναμη που πρέπει να καταβάλλουν οι διάφορες φυτείες για απορρόφηση του νερού. Η διατήρηση της υγρασίας του εδάφους κοντά στην υδατοϊκανότητα είναι εφικτή με την πρακτική της άρδευσης με μικρότερες ποσότητες νερού αλλά σε συχνότερα διαστήματα, κάτι που επιτυγχάνεται καλύτερα στις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται το σύστημα άρδευσης με σταγόνες.

Αφαλάτωση: Αποτελεσματικός τρόπος αφαίρεσης των αλάτων από το νερό άρδευσης είναι η αντίστροφη ώσμωση με τη χρησιμοποίηση μεμβρανών. Το κόστος αφαίρεσης των αλάτων με αυτή την πρακτική ως επίσης και το περιβαλλοντικό κόστος παραμένουν υψηλά.

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΙΟΝΤΩΝ

Το πρόβλημα της τοξικότητας, σε αντίθεση με το πρόβλημα της αλατότητας, συμβαίνει μέσα στο ίδιο το φυτό λόγω της συγκέντρωσης ορισμέ-

νων ιόντων, όπως το χλώριο, το νάτριο και το βόριο, σε τέτοια επίπεδα που δημιουργούν προβλήματα στις φυτείες ή μειώνουν την παραγωγή. Τα ιόντα εισέρχονται στο φυτό είτε μέσω του ριζικού συστήματος είτε μέσω του φυλλώματος στις περιπτώσεις εκείνες που χρησιμοποιείται η μέθοδος της τεχνητής βροχής.



Τοξικότητα ιόντων: Απορρόφηση από τα φύλλα και τις ρίζες

Τα συγκεκριμένα ιόντα, ιδιαίτερα το βόριο και χλώριο, είναι ουσιαστικής σημασίας για την ανάπτυξη των φυτών σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Το κατώφλι της συγκέντρωσης πέρα από το οποίο τα ιόντα αυτά αποβαίνουν τοξικά είναι πολύ μικρό. Οι δενδρώδεις καλλιέργειες είναι γενικά πιο ευαίσθητες από τις εποχικές φυτείες, αφού τα συγκεκριμένα ιόντα μπορούν να μετατοπιστούν και να συσσωρευτούν με την πάροδο του χρόνου στο ριζικό σύστημα ή τον κορμό των δέντρων. Η τοξικότητα που προκαλούν τα διάφορα ιόντα στο φυτό σταδιακά επιδεινώνεται από την αυξημένη ωσμωτική πίεση του εδαφικού διαλύματος (ως αποτέλεσμα της αλατότητας του νερού), και έτσι πολλές φορές οι χημικές αναλύσεις των ιστών των φύλλων είναι απαραίτητες για την ακριβή διάγνωση της αιτίας που την έχει προκαλέσει.

Χλώριο: Το χλώριο είναι το στοιχείο το οποίο προκαλεί τις περισσότερες περιπτώσεις τοξικότητας στα φυτά. Το χλώριο δεν δεσμεύεται στο έδαφος και είναι ελεύθερο να προσληφθεί από τα φυτά και να συγκεντρωθεί στα φύλλα τους. Αν η συγκέντρωση στα φύλλα ξεπερνά την ανθεκτικότητα των καλλιεργειών, τότε αναπτύσσονται προβλήματα τοξικότητας. Συνήθως, τα πρώτα συμπτώματα που παρουσιάζονται είναι περιφερειακά εγκαύματα στα φύλλα και, στη συνέχεια, τα εγκαύματα προχωρούν σε ολόκληρο το φύλλο και προκαλούν την ξήρανσή του. Να σημειωθεί ότι η ανθεκτικότητα κατά το στάδιο βλάστησης είναι μικρότερη από αυτήν στα άλλα στάδια ανάπτυξης.

Πίνακας 3: Ανθεκτικότητα διαφόρων φυτειών στη συγκέντρωση χλωρίου στο νερό άρδευσης χωρίς μείωση της παραγωγής

Καλλιέργεια	Μέγιστη συγκέντρωση χλωρίου (ppm)
ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	
Πορτοκάλια	180-400
Γκρέιπφρουτ	180-400
ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΦΥΤΑ	
Τριφύλλι	500
ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΕΣ ΦΥΤΕΙΕΣ	
Ντομάτα	600
Αγγουράκι	600
Φράουλα	250
Φασόλι	250
Κραμπί	350
Μαρούλι	250
Πιπέρι	350
Πατάτες	350
Κουνουπίδι	350
Κολοκυθάκι	900
Κρεμμύδι	250



Άρδευση αρωματικών με σταγόνες

Νάτριο: Η επίδραση του νατρίου στα φυτά μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση. Η άμεση επίδραση συσχετίζεται με την τοξική επίδραση του νατρίου ενώ η έμμεση με τη μείωση της διηθητικότητας του εδάφους. Σε αντίθεση με τα συμπτώματα τοξικότητας χλωρίου τα συμπτώματα τοξικότητας νατρίου δεν μπορούν εύκολα να διαγνωστούν. Τυπικά συμπτώματα τοξικότητας νατρίου εμφανίζονται πρώτα στα παλιά φύλλα και είναι κάψιμο του φύλλου και σταδιακά, νεκρωτικές κηλίδες και ιστοί κατά μήκος της εξωτερικής άκρης του φύλλου. Τα προβλήματα συγκέντρωσης νατρίου στο φυτό συναντώνται συνήθως στις δενδρώδεις καλλιέργειες, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι σε υψηλές συγκεντρώσεις δεν παρουσιάζονται προβλήματα και σε άλλες φυτείες. Ευαίσθητες καλλιέργειες είναι τα φυλλοβόλα δέντρα, τα εσπεριδοειδή, τα αβοκάντο, τα φασολάκια, ενώ στις ανθεκτικές καλλιέργειες περιλαμβάνονται το τριφύλλι, τα σιτηρά, η ντομάτα και το σπανάκι.

Βόριο: Το βόριο σε μικρές συγκεντρώσεις αποτελεί βασικό θρεπτικό στοιχείο για την ανάπτυξη των φυτών. Εντούτοις, μία σχετικά μικρή αύξησή του στο νερό άρδευσης της τάξης των 1-2 ppm μπορεί να είναι τοξική και να προκαλέσει προβλήματα σε αρκετές καλλιέργειες. Τα συμπτώματα τοξικότητας βορίου εμφανίζονται πρώτα στα παλιά φύλλα σαν κιτρινίσματα, κηλίδες και περιφερειακές ξηράσεις των άκρων των φύλλων. Με την πάροδο του χρόνου οι χλωρώσεις και οι ξηράσεις συνήθως προχωρούν στο εσωτερικό των φύλλων μεταξύ των νευρώσεων.

Ορισμένες πολύ ανθεκτικές στο βόριο καλλιέργειες είναι το τριφύλλι και τα σπαράγγια, ενώ τα περισσότερα ανθοκομικά/καλλωπιστικά φυτά που χρησιμοποιούνται στην κηποτεχνία παρουσιάζουν στην πλειονότητά τους ευαισθησία. Σχετικά με τον χορτοτάπητα, οι περισσότερες ποικιλίες μπορούν να ανεχθούν επίπεδα βορίου στο εδαφικό διάλυμα έως και 5 ppm, αν και παρουσιάζει πιο έντονα συμπτώματα τοξικότητας από ό,τι σε αυξημένες συγκεντρώσεις χλωρίου και νατρίου.

Πίνακας 4: Ανθεκτικότητα διαφόρων φυτειών στη συγκέντρωση βορίου στο εδαφικό διάλυμα χωρίς μείωση της παραγωγής. Οι συγκεντρώσεις στο νερό μπορεί να είναι ελαφρώς πιο κάτω.

Καλλιέργεια	Μέγιστη συγκέντρωση βορίου (ppm)
ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ/ΑΜΠΕΛΟΣ	
Πορτοκάλια	0.5-0.75
Γκρέιπφρουτ	0.5-0.75
Αμπέλι	0.5-0.75
Φυλλοβόλα	0.5-0.75
Ελιά	0.75-2.00
Ροδιά	0.75-2.00
Φοινικιά	6.00-8.00
Συκιά	0.75-2.00
ΦΥΤΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	
Κριθάρι	1.00-2.00
Σιτάρι	1.00-2.00
ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΦΥΤΑ	
Τριφύλλι	4.00-6.00
ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΕΣ ΦΥΤΕΙΕΣ	
Ντομάτα	4.00-6.00
Αγγουράκι	1.00-2.00
Φράουλα	0.75-1.00
Φασόλι	0.75-1.00
Κραμπί	2.00-3.00
Μαρούλι	1.00-2.00
Πιπέρι	1.00-2.00
Πατάτες	1.00-2.00
Κουνουπίδι	2.00-3.00
Κολοκυθάκι	2.00-4.00
Πεπονοειδή	2.00-4.00
Κρεμμύδι	0.5-1.0
Σπαράγγι - Αγρέλι	6.00-10.00

Πίνακας 5: Ανθεκτικότητα διαφόρων φυτειών καλλωπιστικής σημασίας στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού άρδευσης ως συνάρτηση της περιεκτικότητας σε χλώριο και νάτριο, στην περίπτωση διαβροχής του φυλλώματος και του εδάφους

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ		Ανθεκτικότητα στην διαβροχή φυλλώματος	Ανθεκτικότητα στην αλατότητα εδάφους
Γιούκα	<i>Yucca aloifolia L.</i>	Πολύ ανθεκτική	Πολύ ανθεκτική
Τριανταφυλλιά	<i>Rosa sp. L.</i>	Ευαίσθητη	Ευαίσθητη
Πυράκανθο	<i>Pyracantha coccinea Roem.</i>	Μέτρια ανθεκτική	Μέτρια ανθεκτική
Πλουμπάκο	<i>Plumbago auriculata am.</i>	Ανθεκτική	Ανθεκτική
Πιττόσπορο	<i>Pittosporum tobra Aiton</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Αροδάφνη	<i>Nerium oleander L.</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Λαντάνα	<i>Lantana camara L.</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Ευγενία	<i>Eugenia unifora L.</i>	Ευαίσθητη	Ευαίσθητη
Κάρισσα	<i>Carissa macrocarpa A. DC.</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Καλλισιτήμων	<i>Callistemon rigidus R. Br.</i>	Μέτρια ανθεκτική	Μέτρια ανθεκτική
Αθάνατος	<i>Agave americana L.</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Φοινικιά	<i>Phoenix canariensis Chabaud.</i>	Μέτρια ανθεκτική	Μέτρια ανθεκτική
Φοινικιά	<i>Washingtonia robusta Wendl.</i>	Ανθεκτική	Ανθεκτική
Πεύκο χαλέπιο	<i>Pinus halepensis Mill.</i>	Ανθεκτική	Ανθεκτική
Τζακαράντα	<i>Jacaranda mimosifolia D. Don.</i>	Ευαίσθητη	Ευαίσθητη
Γρεβίλλεα	<i>Grevillea robusta Cunn.</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Κυπαρίσσι	<i>Cupressus sempervirens L.</i>	Ανθεκτική	Ανθεκτική
Αροκάρια	<i>Araucaria heterophylla (Salisb.)</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Γιουνίπερο	<i>Juniperus horizontalis Moench.</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Βουκεμβίλια	<i>Bougainvillea glabra Choisy</i>	Πολύ ανθεκτική	Ανθεκτική
Κισσός	<i>Hedera helix L.</i>	Μέτρια ανθεκτική	Μέτρια ανθεκτική
Βιγνώνια	<i>Tecomaria capensis Spach.</i>	Ανθεκτική	Ανθεκτική

Η ανθεκτικότητα στην **ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού** στην περίπτωση διαβροχής του φυλλώματος εκφράζεται ως τα συμπτώματα τοξικότητας που εμφανίζονται στα φύλλα, και η καλλιέργεια χαρακτηρίζεται ως:

i. **Πολύ ανθεκτική:** Καθόλου συμπτώματα τοξικότητας, όταν η καλλιέργεια αρδεύεται με νερό περιεκτικότητας 600 ppm νατρίου και 900 ppm χλωρίου, με ηλεκτρική αγωγιμότητα ECw:2.1 dS/m.

ii. **Ανθεκτική:** Καθόλου συμπτώματα τοξικότητας, όταν η καλλιέργεια αρδεύεται με νερό περιεκτικότητας 200 ppm νατρίου και 400 ppm χλωρίου.

iii. **Μέτρια ανθεκτική:** Εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας σε ποσοστό < 10% του φυλλώματος, όταν η καλλιέργεια αρδεύεται με νερό περιεκτικότητας 200 ppm νατρίου και 400 ppm χλωρίου με ηλεκτρική αγωγιμότητα ECw:0.9 dS/m.

iv. **Ευαίσθητη:** Εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας σε ποσοστό <20% του φυλλώματος, όταν η καλλιέργεια αρδεύεται με νερό περιεκτικότητας 200 mg/l νατρίου και 400 ppm χλωρίου με ηλεκτρική αγωγιμότητα ECw:0.6 dS/m.

Η ανθεκτικότητα της φυτείας στην **ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους** χαρακτηρίζεται ως ακολούθως:

- i. **Πολύ ανθεκτική:** Ηλεκτρική αγωγιμότητα > 6 dS/m
- ii. **Ανθεκτική:** Ηλεκτρική αγωγιμότητα 4-6 dS/m
- iii. **Μέτρια ανθεκτική:** Ηλεκτρική αγωγιμότητα 2-4 dS/m
- iv. **Ευαίσθητη:** Ηλεκτρική αγωγιμότητα <2 dS/m

Διαχείριση προβλημάτων τοξικότητας

Στις περιπτώσεις εκείνες όπου είναι αδύνατη η αποφυγή χρήσης νερού με αυξημένες συγκεντρώσεις ιόντων, τότε τα διαχειριστικά μέτρα αντιμετώπισης ή μετριασμού του προβλήματος είναι στο μεγαλύτερό τους μέρος όμοια με αυτά

της αντιμετώπισης της χρήσης νερού με αυξημένη αλατότητα. Η εκ των προτέρων πλήρης χημική ανάλυση του νερού άρδευσης και η επιλογή εκείνων των καλλιεργειών που είναι ανθεκτικές είναι πρωτεύουσας σημασίας. Επιπρόσθετα, η επιλογή του καταλληλότερου συστήματος άρδευσης, η αποφυγή διαβροχής του φυλλώματος των καλλιεργειών, η έκπλυση (πιο εύκολα εκπλένονται τα ιόντα χλωρίου και νατρίου) είναι μερικές χρήσιμες καλλιεργητικές πρακτικές.

ΔΙΗΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Με τον όρο **διηθητικότητα** εννοούμε **την ευκολία με την οποία το νερό εισέρχεται και διεισδύει στο έδαφος**. Τα διάφορα εδάφη έχουν διαφορετικό βαθμό διηθητικότητας, ο οποίος επηρεάζεται από την υφή και τη δομή τους, το φυτικό υλικό εδαφοκάλυψης, την κλίση του εδάφους, τον βαθμό συμπίεσης και το ποσοστό της οργανικής ουσίας. Η γνώση της διηθητικότητας ενός εδάφους είναι ιδιαίτερα σημαντική και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την ορθή επιλογή του συστήματος άρδευσης έτσι ώστε ο βαθμός βροχόπτωσης του συστήματος άρδευσης να είναι ίσος ή μικρότερος της διηθητικότητας.



Σύστημα άρδευσης με σταγόνες σε υδροπονική καλλιέργεια και εναπόθεση αλάτων στο σημείο ενστάλαξης της σταγόνας

τας του εδάφους για να αποφεύγεται η επιφανειακή απορροή του νερού.

Εδάφη με χαμηλό βαθμό διηθητικότητας θεωρούνται αυτά που έχουν διηθητικότητα κάτω από 3 mm/h, ενώ σε εδάφη με βαθμό μεγαλύτερο από 12 mm/h το νερό εισέρχεται προς τα κάτω με πολύ γρήγορο ρυθμό.

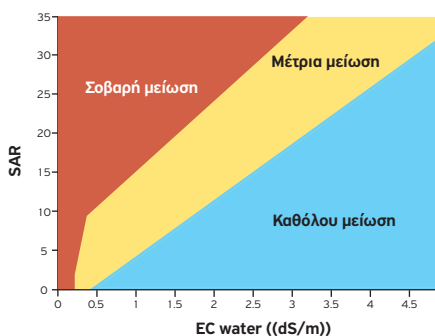
Το πρόβλημα της μειωμένης διηθητικότητας του εδάφους στην προκειμένη περίπτωση σχετίζεται με την ποιότητα του νερού άρδευσης, καθώς επηρεάζεται από τη συγκέντρωση διαφόρων ιόντων. Συγκεκριμένα οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη διηθητικότητα του εδάφους και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι:

- Η συνολική συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων του νερού άρδευσης.
- Η αναλογία προσρόφησης νατρίου, ως υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση, η οποία συνυπολογίζει τις συγκεντρώσεις των ιόντων μαγνησίου, ασβεστίου και νατρίου (meq/l) στο νερό άρδευσης. Η υψηλή συγκέντρωση νατρίου ή καλύτερα η υψηλή τιμή προσρόφησης νατρίου, πέρα από τον άμεσο κίνδυνο νατρίωσης, αλκαλίωσης των εδαφών, έχει επιπτώ-

σεις στη μείωση της περατότητας του εδάφους ως αποτέλεσμα έμφραξης των πόρων του.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Ο κίνδυνος μείωσης της περατότητας του εδάφους επηρεάζεται από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού, όπως φαίνεται στο πιο κάτω γράφημα. Όπως διαπιστώνεται, σε χαμηλές συγκεντρώσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας νερού ο κίνδυνος μείωσης της διηθητικότητας είναι εντονότερος παρά σε υψηλές.



Μείωση διηθητικότητας ανάλογα με SAR και ηλεκτρική αγωγιμότητα νερού



Άρδευση με σύστημα τεχνητής βροχής



Άρδευση με σύστημα στάγδην

Διαχείριση προβλημάτων διηθητικότητας

Καλλιέργεια και βαθύ όργωμα: Η μέθοδος αυτή είναι φυσική και σκοπό έχει να διατηρήσει το έδαφος ανοικτό με μηχανικά μέσα έτσι ώστε να αυξηθεί η διηθητικότητα του. Η καλλιέργεια και το βαθύ όργωμα είναι αποτελεσματικά άλλα με μικρή διάρκεια και προσφέρουν προσωρινή λύση στο πρόβλημα. Η καλλιέργεια βοηθά στην αύξηση της διηθητικότητας στο επιφανειακό έδαφος και η βαθιά καλλιέργεια σε βαθύτερα στρώματα.

Χρήση κοπριάς: Η εφαρμογή σε επίπεδο τεμαχίου μεγάλων δόσεων κοπριάς, μεταξύ 5-6 τόνων στο δεκάριο, χαμηλής περιεκτικότητας σε άλατα, έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και τη μείωση του κινδύνου ελάττωσης της περατότητας του ως συνέπεια της χρήσης νερού με υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου.

Εφαρμογή θεικού οξέος: Η εφαρμογή του θεικού οξέος μέσω του νερού άρδευσης στόχο έχει την αντίδραση με το ανθρακικό ασβέστιο, παρέχοντας κατιόντα ασβεστίου για την αντικατάσταση του νατρίου το οποίο και εκπλύνεται.

Εφαρμογή γύψου: Η εφαρμογή γύψου στο έδαφος ή γύψου αναμειγμένου με το νερό αυξάνει την περιεκτικότητα εναλλακτικού ασβεστίου για την αντικατάσταση του Na^+ το οποίο και εκπλύνεται. Νοείται ότι η προσθήκη γύψου ή άλλων

παρόμοιων προσθετικών δεν θα οδηγήσουν σε σημαντική βελτίωση εάν το πρόβλημα της διηθητικότητας οφείλεται σε συμπίεση του εδάφους, κακή υφή ή περιοριστικό αργιλώδη ορίζοντα. Για τον λόγο αυτό, πριν την εφαρμογή οποιωνδήποτε χημικών παρασκευασμάτων πρέπει να διερευνάται η πραγματική αιτία μείωσης της διηθητικότητας του εδάφους.

Διαχειριστικά μέτρα άρδευσης: Τα διαχειριστικά μέτρα άρδευσης που μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του προβλήματος της διηθητικότητας είναι η αύξηση της συχνότητας άρδευσης, η προάρδευση, η επέκταση της διάρκειας άρδευσης και η αλλαγή του συστήματος άρδευσης. Η αύξηση της συχνότητας άρδευσης είναι ένας απλός και αποτελεσματικός τρόπος, ειδικότερα για τα εδάφη που έχουν αρκετά μεγάλη διηθητικότητα. Ωστόσο, αργότερα μειώνεται σε μεγάλο βαθμό λόγω χαμηλής αλατότητας ή υψηλής συγκέντρωσης νατρίου σε σχέση με το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Η επέκταση της διάρκειας άρδευσης βοηθά στην εφαρμογή μεγαλύτερης ποσότητας νερού και μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση της ποσότητας νερού που εφαρμόζεται στο χωράφι ανά ώρα. Η αλλαγή του συστήματος άρδευσης σε άλλο σύστημα με μικρότερη ένταση βροχοπτώωσης βοηθά σημαντικά στη μείωση του προβλήματος της διηθητικότητας.

ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

pH πέραν των ενδεδειγμένων ορίων: Είναι μία ένδειξη της βασικότητας ή της οξύτητας ενός νερού. Το σύνθετος όριο διακύμανσης του αρδευτικού νερού είναι μεταξύ 6.5-8.4. Στις περιπτώσεις εκείνες όπου το αρδευτικό νερό αποκλίνει από τις πιο πάνω τιμές, ανάλογα και με τον βαθμό απόκλισης, δεν αναμένονται σοβαρά προβλήματα στις καλλιέργειες αγρού αφού το έδαφος διατηρεί τη ρυθμιστική του ικανότητα αμβλύνοντας το πρόβλημα. Ιδιαίτερη προσοχή στις μεταβολές του pH πρέπει να δίνεται στις υδροπονικές καλλιέργειες, όπου η μη έγκαιρη διάγνωση αναμένεται να οδηγήσει άμεσα σε ανισορροπίες θρεπτικών στοιχείων.



Σύστημα άρδευσης με σταγόνες σε υδροπονική καλλιέργεια και εναπόθεση αλάτων στο σημείο ενστάλαξης της σταγόνας

Έμφραξη συστήματος άρδευσης: Το φαινόμενο της έμφραξης του συστήματος άρδευσης, και ιδιαίτερα στην περίπτωση όπου χρησιμοποιούνται σταγόνες, οφείλεται κατά κύριο λόγο στις διάφορες ουσίες που βρίσκονται στο νερό άρδευσης.

Στις ουσίες αυτές περιλαμβάνονται οι φυσικές ουσίες, όπως είναι τα διάφορα αιωρούμενα στερεά συστατικά (άμμος, ιλύς, άργιλος), και οι χημικές ουσίες, όπου ανήκουν τα διάφορα άλατα του νερού άρδευσης και των λιπασμάτων όταν τα τελευταία εφαρμόζονται μέσα από το σύστημα άρδευσης. Τέλος, στις βιολογικές ουσίες ανήκουν διάφορες οργανικές ουσίες όπως για παράδειγμα οι μικροοργανισμοί, τα βακτήρια και τα βρύα, που συνήθως αναπτύσσονται σε νερό που προέρχεται από επιφανειακές πηγές όπως είναι οι ανοικτές δεξαμενές.

Στις περιπτώσεις εκείνες όπου η έμφραξη, κυρίως των σταγόνων, οφείλεται στα άλατα του νερού, η αντιμετώπιση του προβλήματος είναι δυνατή με την εφαρμογή διαμέσου του συστήματος άρδευσης διαφόρων οξέων, όπως είναι για παράδειγμα το φωσφορικό οξύ. Να σημειωθεί ότι τα οξέα είναι δυνατό να διαβρώσουν τα

μη πλαστικά μέρη του συστήματος γι' αυτό απαιτείται προσεκτική χρήση τους τόσο σε ό,τι αφορά τη δόση εφαρμογής όσο και τον τρόπο χρήσης τους λόγω της διαβρωτικότητάς τους. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα μέτρα για την προστασία του χρήστη.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι κατευθυντήριες γραμμές για αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού για άρδευση παρουσιάζονται πιο κάτω. Η προσέγγιση που χρησιμοποιείται είναι η παρουσίαση απλών κατευθυντήριων γραμμών. Αυτές δείχνουν τη δυνατότητα του νερού να δημιουργεί τέτοιες συνθήκες στο έδαφος που να περιορίζουν τη χρήση του ή που να απαιτούν εφαρμογή κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων ώστε να διατηρείται ικανοποιητική παραγωγή.

Η αξιολόγηση εξαρτάται από τις ειδικές συνθήκες στο επίπεδο του χωραφιού και συγκεκριμένα από τη δυνατότητα να προκληθούν ζημιές στην παραγωγή κάτω από τις συνθήκες διαχείρισης του γεωργού. Κατά συνέπεια, ενώ

οι κατευθυντήριες γραμμές αποτελούν ένα καλό μέσο αξιολόγησης της καταλληλότητας του νερού για άρδευση, δεν πρέπει να αποτελούν το μοναδικό κριτήριο αλλά να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες όπως είναι το έδαφος, οι φυτείες, οι κλιματολογικές συνθήκες, τα βελτιωμένα συστήματα άρδευσης και οι εμπειρίες του γεωργού.

Επιπρόσθετα, στις κυπριακές συνθήκες το επίπεδο των διαχειριστικών μέτρων βρίσκεται σε υψηλό επίπεδο και σχεδόν όλες οι καλλιέργειες αρδεύονται με Βελτιωμένα Συστήματα Άρδευσης. Ωστόσο, οι τιμές που δίνονται στον Πίνακα 6 είναι πολύ αυστηρές και δεν πρέπει να θεωρούνται απόλυτες αλλά να αποτελούν απλά κατευθυντήριες γραμμές.

Συνήθως, δεν αναμένονται προβλήματα στα εδάφη ή τα φυτά όταν χρησιμοποιείται νερό που κατατάσσεται στην κατηγορία με «κανένα περιορισμό στη χρήση» νοουμένου ότι ακο-

λουθείται η ορθή γεωργική πρακτική. Όταν χρησιμοποιείται νερό που κατατάσσεται στην κατηγορία με «μέτριο περιορισμό στη χρήση» τότε χρειάζεται σταδιακά αυξανόμενη προσοχή όσον αφορά στην επιλογή των φυτειών και τα διαχειριστικά μέτρα αν επιδιώκεται πλήρης παραγωγή από τις φυτείες. Στην περίπτωση, όμως, που το νερό κατατάσσεται στην κατηγορία με «σοβαρό περιορισμό στη χρήση» τότε αναμένονται προβλήματα στα εδάφη και στα φυτά ή μειωμένη παραγωγή, και χρειάζεται κατάλληλη επιλογή των καλλιεργειών καθώς και υψηλού βαθμού διαχειριστικά μέτρα για να επιτευχθεί ικανοποιητική παραγωγή.

Ο Πίνακας 6 είναι γενικός και βρίσκει εφαρμογή όταν δεν είναι γνωστές οι φυτείες που θα αρδευτούν. Στις περιπτώσεις, όμως, που οι φυτείες που θα αρδευτούν είναι γνωστές τότε για καλύτερη αξιολόγηση της ποιότητας του νερού πρέπει να χρησιμοποιούνται οι Πίνακες 1 – 4.



Αλάτωση εδαφών

Πίνακας 6: Κατευθυντήριες γραμμές για αξιολόγηση της ποιότητας νερού για άρδευση

Περιορισμός στη χρήση				
Πρόβλημα	Μονάδες	Κανένας	Μέτριος	Σοβαρός
ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ				
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (ECw)	dS/m	<0.7	0.7-3	>3
Total Dissolved Solids (TDS)	ppm	<400	450-2000	>2000
ΔΙΗΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑ				
SAR=0-3 και ECw=		>0.7	0.7-0.2	<0.2
SAR=3-6 και ECw=		>1.2	1.2-0.3	<0.3
SAR=6-12 και ECw=		>1.9	1.9-0.5	<0.5
SAR=12-20 και ECw=		>2.9	2.9-1.3	<1.3
SAR=20-40 και ECw=		>5	5.0-2.9	<2.9
ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ				
Νάτριο				
Επιφανειακή μέθοδος άρδευσης	SAR	<3	3-9	>9
Άρδευση με μικροεκτοξευτήρες	ppm	<3	>3	
Χλώριο				
Επιφανειακή μέθοδος άρδευσης	ppm	<4	4-10	>10
Άρδευση με μικροεκτοξευτήρες	ppm	<3	>3	
Βόριο				
	ppm	<0.7	0.7-3	>3
ΔΙΑΦΟΡΑ				
Νιτρικό άζωτο(NO ₃ -N)	ppm	<5	5-30	>30
Δισανθρακικά (HCO ₃) για άρδευση με τεχνητή βροχή	ppm	<1.5	1.5-8.5	>8.5
pH	μεταξύ 6.5-8.4			

Για περισσότερες πληροφορίες οι ενδιαφερόμενοι/ες μπορούν να απευθύνονται στον Κλάδο Χρήσης Γης και Υδάτος του Τμήματος Γεωργίας, στο τηλέφωνο 22 464030, καθώς και στην ιστοσελίδα του Τμήματος Γεωργίας, στη διεύθυνση www.moa.gov.cy/da.

Βιβλιογραφία:

Κουκουλάκης Π.Χ., Παπαδόπουλος Αρ.Η. (2007). Τα προβληματικά εδάφη και η βελτίωσή τους. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.

Χριστόδουλος Φ. (2002). Άρδευση με υφάλμυρα νερά. Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωργίας.

Kenneth T., Stephen G., Catherine G., Ali H., Larry R., David S., Bahman S. and Lin W. (2007). Salt Management Guide for Landscape Irrigation with Recycled Water in Coastal Southern California. A Comprehensive Literature Review. Available at: <http://www.salinitymanagement.org>.

Κείμενο:

Δρ Γιώργος Νικολάου
*Λειτουργός Γεωργίας Α΄
Κλάδος Χρήσης Γης και Ύδατος*

Επιμέλεια Έκδοσης

Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών

Σχεδιασμός/σελιδοποίηση εντύπου:

Αννα Κυριάκου

Εκτύπωση:

Laser Graphics Ltd



ΓΤΠ 179/2019 - 500

Εκδόθηκε από το Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών

ISBN: 978-9963-50-500-5