

Αξιολόγηση και ορθολογική διαχείριση των υπόγειων αρδευτικών νερών της Κύπρου

δρ Γεώργιος Νικολάου
Λειτουργός Γεωργίας Α΄
Τμήμα Γεωργίας

δρ Δαμιανός Νεοκλέους
Ανώτερος Λειτουργός Γεωργικών Ερευνών
Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών

Στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE «Adaptation to climate change impacts on the Mediterranean islands' agriculture - Adapt2clima», Project Number: LIFE14 CCA/GR/000928, με τη συνεργασία του Τμήματος Γεωργίας, πραγματοποιήθηκε εργασία η οποία πραγματεύεται την αξιολόγηση και ορθολογική διαχείριση των υπόγειων αρδευτικών νερών της Κύπρου. Ανώτερος στόχος της εργασίας είναι η βελτίωση της απόδοσης στη χρήση νερού για άρδευση ως εργαλείου στις δράσεις προσαρμογής της Κύπρου στην κλιματική αλλαγή και ειδικότερα στην εφαρμογή ορθολογικού αρδευτικού προγραμματισμού. Στην εργασία αξιολογήθηκε η ποιότητα του νερού για σκοπούς άρδευσης βασιζόμενη στα αποτελέσματα αναλύσεων 890 δειγμάτων νερού γεωτρήσεων, προερχόμενων από αρδευόμενες γεωργικές περιοχές την περίοδο 2009-2018. Η εργασία έχει δημοσιευθεί στο έγκριτο διεθνές περιοδικό Atmosphere (Special Issue Adaptation of Cyprus Agriculture to Climate Change).



Μείωση της ανάπτυξης φυτείας καλαμποκιού λόγω αυξημένης αλατότητας εδάφους



Συγκέντρωση αλάτων στην επιφάνεια του εδάφους (άρδευση με σταγόνα)

Η αξιολόγηση της ποιότητας του νερού άρδευσης για την εργασία έγινε με βάση τα κριτήρια του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO). Περιελάμβανε τον προσδιορισμό των ολικών διαλυτών στερεών, την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), τον προσδιορισμό των κατιόντων (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) τη συγκέντρωση του νατρίου (Na^{+}), χλωρίου (Cl^{-}), βορίου (B), θειικών (SO_4^{2-}), νιτρικών (NO_3^{-}), ανθρακικών (CO_3^{-}), δισανθρακικών (HCO_3^{-}), το pH του νερού, τον λόγο προσρόφησης νατρίου (SAR) και το υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο (RSC).

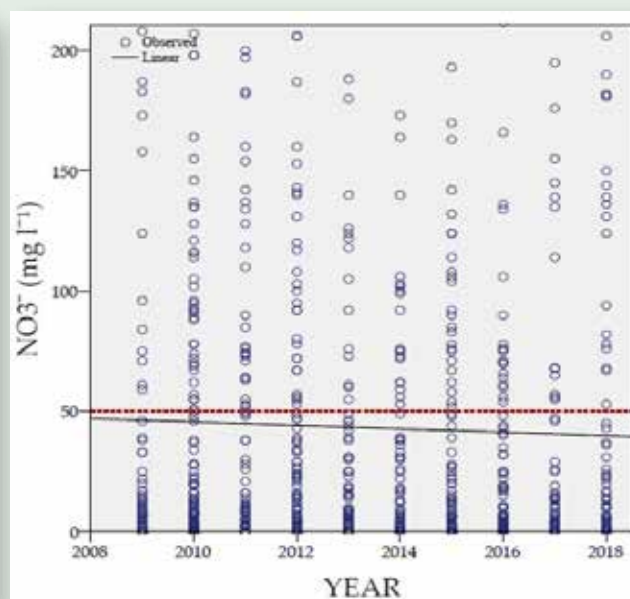
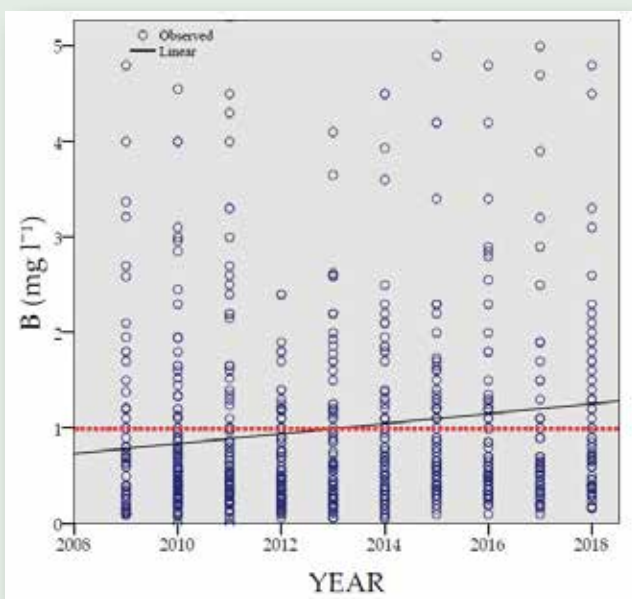
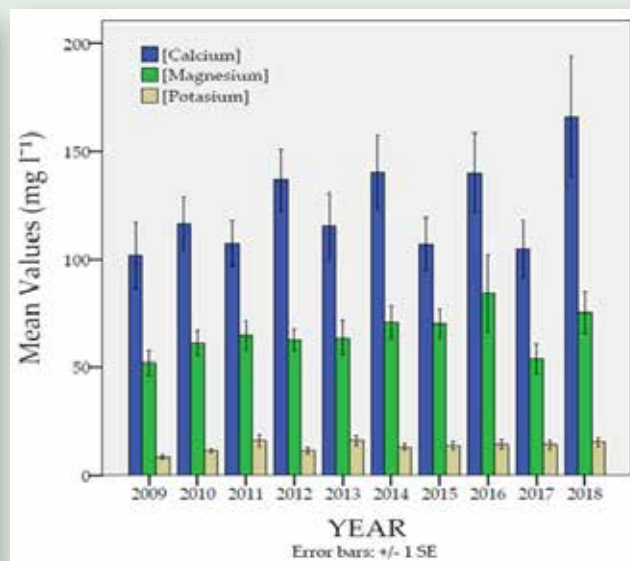
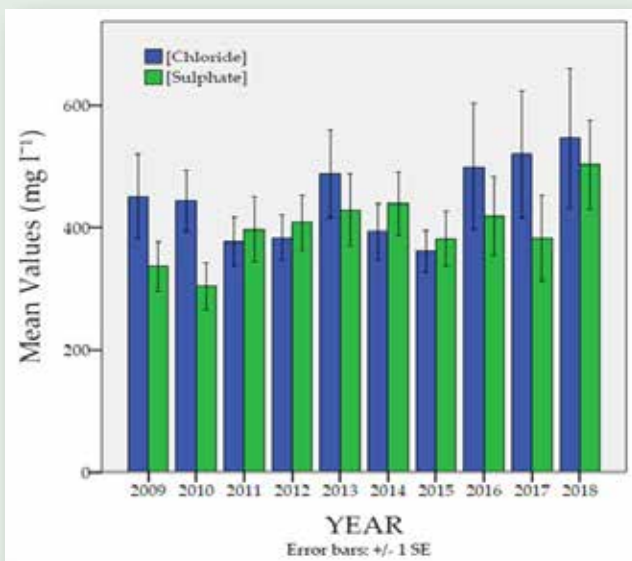
Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μέση τιμή των επιλεγμένων ιόντων στο νερό άρδευσης, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και των δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του νερού άρδευσης. Στη συνέχεια, με διαγράμματα παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις των μέσων όρων των ιόντων στο νερό, με ιδιαίτερη έμφαση στο βόριο και στα νιτρικά.

Πίνακας 1: Μέσες τιμές (±τυπικό σφάλμα) δεικτών αξιολόγησης νερού

Έτος	n	Salinity				Alkalinity		Sodicity	
		EC	Na	CO_3^{-}	HCO_3^{-}	pH	SAR	RSC	
2009	69	2.42(0.24)	353.86(45.29)	1.51(0.55)	293.29(22.96)	7.54 (0.05)	8.60(1.02)	0.15(0.59)	
2010	120	2.38(0.17)	318.19(32.06)	2.10(0.58)	314.86(13.41)	7.45 (0.07)	8.09(0.72)	-0.22(0.51)	
2011	97	2.41(0.17)	321.01(32.79)	5.11(1.50)	327.15(22.47)	7.76 (0.10)	7.86(0.84)	0.10(0.57)	
2012	111	2.49(0.16)	312.48(27.02)	2.21(0.51)	341.50(12.37)	7.65 (0.04)	7.13(0.66)	-0.36(0.49)	
2013	85	2.75(0.27)	380.14(48.19)	3.59(0.81)	368.39(23.08)	7.74 (0.06)	8.52(0.90)	0.59(0.66)	
2014	87	2.45(0.18)	300.48(27.12)	4.63(1.59)	330.97(15.98)	7.63 (0.05)	7.086(0.65)	-0.90(0.66)	
2015	97	2.26(0.14)	295.00(26.32)	3.53(0.79)	335.99(15.14)	7.47 (0.08)	7.75(0.79)	0.01(0.53)	
2016	93	2.60(0.33)	355.44(66.00)	4.18(0.88)	318.52(15.43)	7.64 (0.04)	7.42(0.98)	-1.67(1.00)	
2017	63	2.72(0.34)	424.86(76.77)	3.97(1.56)	324.21(21.87)	7.59 (0.12)	10.25(1.48)	0.55(0.61)	
2018	68	3.14(0.41)	384.66(68.30)	3.54(1.04)	320.47(19.89)	7.37 (0.07)	7.48(0.72)	-1.92(0.90)	
		2.53(0.07)	338.73(13.97)	3.40(0.32)	328.31(5.67)	7.59 (0.02)	7.93(0.27)	-0.36(0.21)	

* Αλατότητα (Salinity), Αλκαλικότητα (Alkalinity), Νατρίωση (Sodicity), αριθμός δειγμάτων (n), ηλεκτρική αγωγιμότητα νερού, EC (dS m^{-1}), Νάτριο, Na^{+} (mg l^{-1}), Ανθρακικά CO_3^{-} (mg l^{-1}), Δισανθρακικά HCO_3^{-} (mg l^{-1}), Ένδειξη βασικότητας ή οξύτητας νερού (pH, 0 - 14), Συντελεστής Προσρόφησης Νατρίου (SAR), Υπολειμματικό Ανθρακικό Νάτριο RSC, (meg l^{-1}).



Γράφημα 1. Διακύμανση μέσης τιμής ιόντων χλωρίου και θεικών (Α) και καλίου, μαγνησίου και ασβεστίου (Β). Διακύμανση μέση τιμής βορίου (C) και νιτρικών (D). Η κόκκινη γραμμή για την περίπτωση του βορίου αντιπροσωπεύει το ανώτατο μέγιστο όριο συγκέντρωσης για τις ευαίσθητες και μετρίως ανθεκτικές καλλιέργειες και στην περίπτωση των νιτρικών τα ανώτερα επιτρεπτά όρια σύμφωνα με την Οδηγία της ΕΕ για τη διασφάλιση της καλής ποιότητας των υπόγειων υδροφορέων.

Με βάση τα αποτελέσματα, το νερό των υπόγειων υδροφορέων μπορεί να χαρακτηριστεί ως καλής ποιότητας με αυξανόμενη επικινδυνότητα για τη χρήση του στις ευαίσθητες και σε αρκετές μέτρια ανθεκτικές καλλιέργειες. Μακροχρόνια χρήση του νερού χωρίς τα απαιτούμενα ξεπλύματα αναμένεται να επηρεάσει δυσμενώς την ανάπτυξη και την παραγωγή ακόμη και των ανθεκτικών καλλιεργειών. Με βάση τα αποτελέσματα, η μέση τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας υπολογίστηκε στα 2.53 dS m⁻¹. Τα νερά της κατηγορίας αυτής παρουσιάζουν σχετικούς

περιορισμούς ως προς την άρδευση των ευαίσθητων στην αλατότητα καλλιεργειών όπως είναι η φράουλα, το φασολάκι, τα εσπεριδοειδή και τα φυλλοβόλα. Ειδικά για τα εσπεριδοειδή, παρατεταμένη άρδευση με νερό αλατότητας 2.5 dS m⁻¹ αναμένεται να επιφέρει μείωση της οικονομικής παραγωγικότητας της καλλιέργειας κατά 25%. Τέτοια νερά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άρδευση σχετικά ανθεκτικών στα άλατα καλλιεργειών όπως είναι τα κολοκυθάκια, οι ελιές, οι ροδιές, οι συκιές και σε εδάφη που να επιτρέπουν το ξέπλυμα των αλάτων από το ριζόστρωμα.

Σε ό,τι αφορά τα χλωριούχα ιόντα, η μέση τιμή των 450 mg l⁻¹ είναι πάνω από το ανώτατο όριο για πλήρη παραγωγή για καλλιέργειες όπως είναι η φράουλα, τα φασόλια, τα μαρούλια, τα κρεμμύδια και τα καρότα. Άρδευση με νερά που παρουσιάζουν αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα, πέραν των άμεσων επιπτώσεων στην καλλιέργεια (μείωση απόδοσης, τοξικότητα), συντελούν και στην υποβάθμιση των εδαφών, αφού με την πάροδο του χρόνου ποσότητες αλάτων συσσωρεύονται στο έδαφος. Ενδεικτικά να αναφέρουμε ότι για την καλλιέργεια του τριφυλλιού, άρδευση με ποσότητα νερού 1.200 κιλ. επησείως, που αντιστοιχεί στον μέσο όρο των υδατικών αναγκών, αναμένεται να προσθέσει περίπου 20 τόνους αλάτων σε 1 εκτάριο.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι σε μία δεκαετία το βόριο παρουσίασε στατιστικά σημαντική αύξηση με μέση τιμή τη μονάδα, τιμή που αποτελεί το ανώτατο όριο ανθεκτικότητας αρκετών καλλιεργειών. Εντούτοις, τα νιτρικά δεν έδειξαν αυξητική τάση και η αλατότητα του νερού δεν έδειξε χαρακτηριστική εποχικότητα. Σε ό,τι αφορά τον συντελεστή προσρόφησης νατρίου και το υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο, δείκτες που αξιολογούν τη δυνητική υποβάθμιση του εδάφους σε σχέση με το νερό

άρδευσης (περιορισμός διηθητικότητας του εδάφους κ.ο.κ) δεν διαφάνηκε οποιοσδήποτε κίνδυνος.

Για την ορθολογική διαχείριση των υπόγειων αρδευτικών νερών θα πρέπει να γίνεται τακτική παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού και της αλατότητας του εδάφους και να δίνονται οδηγίες που να αφορούν στο ποσοστό ξεπλύματος, το οποίο θα πρέπει να διατηρείται σε τέτοιο βαθμό έτσι ώστε να μην ξεπλένονται θρεπτικά στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Επιπλέον, για την επιλογή της κατάλληλης φυτείας σε σχέση με το νερό άρδευσης θα πρέπει να συνυπολογίζονται και άλλες παράμετροι όπως είναι το ποσοστό ασβεστίου στο έδαφος. Η αμειψισπορά, η εφαρμογή ωραρίων άρδευσης και η γεωργία ακριβείας αποτελούν ορθές γεωργικές πρακτικές που μετριάζουν τις όποιες αρνητικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια και στο έδαφος από τη χρήση ποιοτικά υποβαθμισμένου νερού. Εκτενής αναφορά στην αξιοποίηση υφάλμυρου νερού για σκοπούς άρδευσης γίνεται σε πολυσέλιδο έντυπο που έχει εκδοθεί και διανέμεται από το Τμήμα Γεωργίας. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν συμβουλευτούν το έντυπο για περισσότερες πληροφορίες και στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://bit.ly/3vxtYj4>

Βιβλιογραφία

1. Ayers, R.S.; Westcot, D.W. Water Quality for Agriculture; FAO Irrigation and Drainage Paper; FAO: Rome, Italy, 1989; Volume 29, ISBN 92-5-102263-1.
2. Nikolaou, G.; Neocleous, D.; Christophi, C.; Heracleous, T.; Markou, M. Irrigation Groundwater Quality Characteristics: A Case Study of Cyprus. Atmosphere 2020, 11, 302.
3. Νικολάου Γιώργος. Αξιοποίηση υφάλμυρου νερού για σκοπούς άρδευσης. Τμήμα Γεωργίας, 2019, 1-18, ISBN 978-9963-50-500-5.

Αειφορική διαχείριση της άρδευσης σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής

δρ Γεώργιος Νικολάου
Λειτουργός Γεωργίας Α΄
Τμήμα Γεωργίας

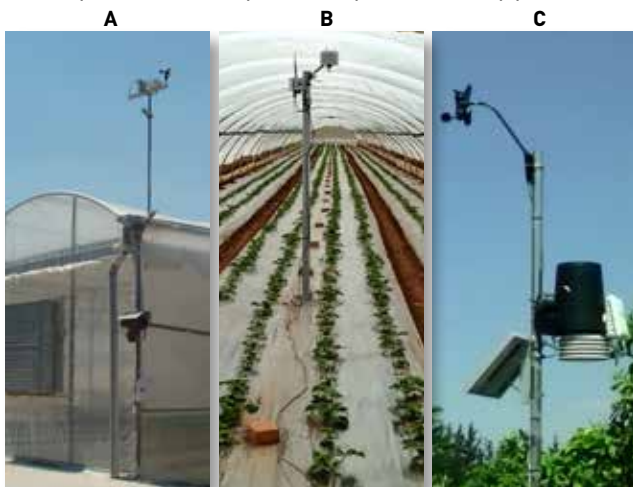
δρ Δαμιανός Νεοκλέους
Ανώτερος Λειτουργός Γεωργικών Ερευνών
Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών

Καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός προβλέπεται να αυξηθεί κατά 2 δις μέχρι το 2050, οι πρόσθετες ποσότητες τροφίμων που θα χρειαστούν για τη σίτισή του αναμένεται να ασκήσουν περαιτέρω πίεση στους υδάτινους πόρους. Σήμερα, η αρδευόμενη γεωργία καταναλώνει περίπου 70-75% του διαθέσιμου νερού, το οποίο πολλές φορές είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο και περιορισμένο. Η λεκάνη της Μεσογείου θεωρείται από τις πλέον ευπαθείς περιφέρειες στην Ευρώπη στην κλιματική αλλαγή, ενώ η Κύπρος αναμένεται να επηρεαστεί πολύ περισσότερο τις επόμενες δεκαετίες. Η μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και η υποβάθμιση των εδαφών επιβάλλει την προσαρμογή της γεωργίας σε ένα νέο καθεστώς όπου θα πρέπει να παράγει περισσότερα με λιγότερο νερό σε περιορισμένη επιφάνεια γόνιμης γεωργικής γης.

Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε με τη συνεργασία του Τμήματος Γεωργίας και του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών αναφέρεται στην ανάγκη προσαρμογής της αρδευόμενης γεωργίας στην κλιματική αλλαγή, με ιδιαίτερη έμφαση στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου. Περιγράφει τις κυριότερες πρακτικές και μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αποδοτικότερη χρήση του νερού άρδευσης, την προστασία των καλλιεργειών από τα ακραία καιρικά φαινόμενα, την εφαρμογή ελλειμματικής/στοχευμένης άρδευσης, τη χρήση υφάλμυρων νερών και την ανάγκη επιλογής καλλιεργειών με βάση τον συντελεστή αποδοτικότητας χρήσης του νερού άρδευσης. Καταληκτικά, αναφέρονται συμπεράσματα και εισηγήσεις που αφορούν στην αειφορική χρήση του νερού, καθώς και τη διαφαινόμενη ανάγκη πλήρους αξιοποίησης της τεχνολογίας στον τομέα των αρδεύσεων.

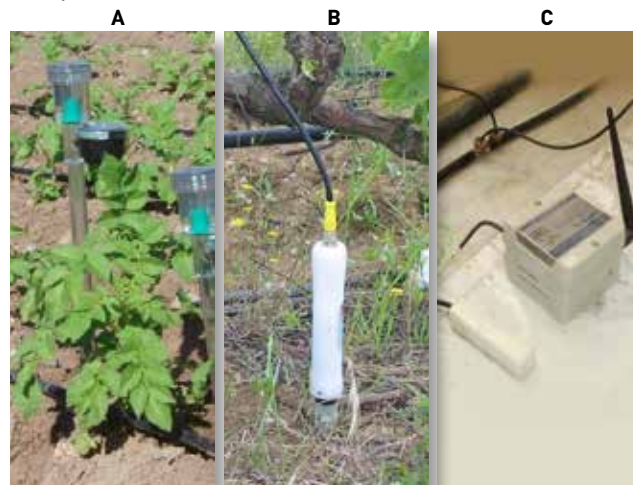
Σημεία αναφοράς

I. Η γεωργία ακριβείας, η εφαρμογή απλών μεθόδων ελέγχου της άρδευσης και τα σύνθετα συστήματα καταγραφής και επεξεργασίας κλιματικών δεδομένων μέσω της τεχνητής νοημοσύνης στοχεύουν στην ορθολογική διαχείριση της άρδευσης αλλά και στην αντιμετώπιση των ακραίων καιρικών φαινομένων. Ο προγραμματισμός της άρδευσης θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες κάθε περιοχής (κλίμα, έδαφος) και τις ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας.



Αυτόματη καταγραφή μετεωρολογικών δεδομένων. Για έλεγχο του μικροκλίματος εντός του θερμοκηπίου (Α), για καταγραφή δεδομένων θερμοκρασίας, υγρασίας, ηλιακής ακτινοβολίας για εφαρμογή προγράμματος άρδευσης σε χαμηλό τούνελ (Β) και εφαρμογή προγράμματος άρδευσης σε χαμηλό τούνελ (Β) και σε καλλιέργεια αγρού (C).

II. Η εγκατάσταση σύγχρονων, βοηθητικών συστημάτων καταγραφής παραμέτρων της εδαφικής υγρασίας, όπως αισθητήρων μέτρησης των μεταβολών της υγρασίας σε συνθήκες πραγματικού χρόνου, αναμένεται να αυξήσει την αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού σε επίπεδο τεμαχίου.



Όργανα και αισθητήρες μέτρησης/καταγραφής της περιεκτικότητας σε υγρασία στο έδαφος και σε υπόστρωμα. Ζεύγος тензиομέτρων σε καλλιέργεια πατάτας (Α), αναλογικό тензиόμετρο σε αμπέλι (Β), ασύρματο ανακλασίμετρο πεδίου χρόνου σε υπόστρωμα πετροβάμβακα (C).

III. Η χρήση μέσων και τεχνικών που αυξάνουν τον δείκτη αποδοτικότητας χρήσης του νερού, με στόχο την αύξηση της παραγωγής με λιγότερο νερό ανά μονάδα επιφάνειας είναι επιτακτική ανάγκη. Ο δείκτης αποδοτικότητας χρήσης του νερού (Water Use Efficiency, WUE; Kg m⁻³) αναφέρεται στην ποσότητα του νερού που απαιτείται για την παραγωγή ενός κιλού προϊόντος. Όπως φαίνεται στον πιο κάτω πίνακα, για την περίπτωση της τσιτάτας οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες παρουσιάζουν πολύ υψηλό συντελεστή σε σύγκριση με την αντίστοιχη καλλιέργεια αγρού. Ο δείκτης, άλλωστε, επηρεάζεται από τον τύπο του θερμοκηπίου, τον εξοπλισμό και το σύστημα καλλιέργειας.

Χώρα	Συνθήκες καλλιέργειας	WUE
Γαλλία	Καλλιέργεια αγρού	14
	Θερμοκήπιο χωρίς θέρμανση	24
Ιταλία	Θερμοκήπιο, ανοικτό υδροπονικό σύστημα	23
	Θερμοκήπιο, κλειστό υδροπονικό σύστημα	47
Ισπανία	Θερμοκήπιο, υδροπονία	35
Ισραήλ	Καλλιέργεια αγρού	17
	Θερμοκήπιο χωρίς θέρμανση	33
Ολλανδία	Θερμοκήπιο, ανοικτό υδροπονικό σύστημα	45
	Θερμοκήπιο, κλειστό υδροπονικό σύστημα	66
Αίγυπτος	Καλλιέργεια αγρού	3
	Θερμοκήπιο χωρίς θέρμανση	17
	Θερμοκήπιο, υδροπονία	45
Κύπρος	Καλλιέργεια αγρού	7
	Καλλιέργεια σε τούνελ	11
	Θερμοκήπιο	23
	Θερμοκήπιο, υδροπονία	30
Ελλάδα	Θερμοκήπιο χαμηλής τεχνολογίας, ανοικτό υδροπονικό σύστημα	20
	Θερμοκήπιο χαμηλής τεχνολογίας, ημίκλειστο υδροπονικό σύστημα	28
	Θερμοκήπιο χαμηλής τεχνολογίας, κλειστό υδροπονικό σύστημα	36
	Θερμοκήπιο υψηλής τεχνολογίας, κλειστό υδροπονικό σύστημα	50
	Θερμοκήπιο υψηλής τεχνολογίας, κλειστό υδροπονικό σύστημα (απόδοση δροσισμού 100 W m ⁻²)	80

Γενικά, όλες οι υπό κάλυψη καλλιέργειες παρουσιάζουν αυξημένο δείκτη αποδοτικότητας χρήσης του νερού λόγω, κυρίως, της αυξημένης παραγωγής αλλά και της μείωσης της έντασης της ταχύτητας του ανέμου και της ηλιακής ακτινοβολίας, παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν θετικά το υδατικό ισοζύγιο της καλλιέργειας. Ιδιαίτερα για την καλλιέργεια της μπανάνας, που είναι μία υδροβόρα καλλιέργεια, έχει βρεθεί ότι η καλλιέργεια εντός δικτυοκηπίων αύξησε τον δείκτη (WUE) κατά 30% συγκρινόμενη με καλλιέργεια αγρού. Παράλληλα, σκίαση στο πιπέρι κατά 20% τους καλοκαιρινούς μήνες στο Ισραήλ οδήγησε σε αύξηση 60% του δείκτη WUE.

IV. Η επιλογή καλλιεργειών βασισμένη στη φυσική παραγωγικότητα του νερού (WUE) είναι βασικό συστατικό στην ορθολογική διαχείριση του νερού στη γεωργία. Επίσης, τον παραγωγό ενδιαφέρει ο όρος της οικονομικής παραγωγικότητας του νερού άρδευσης (Water Productivity, WP; € m⁻³) για τη βιωσιμότητα της γεωργικής εκμετάλλευσης. Ο όρος αυτός αντιστοιχεί στη μεικτή ή καθαρή αξία του προϊόντος, ανά μονάδα όγκου νερού που καταναλώθηκε. Ο πιο κάτω πίνακας είναι ενδεικτικός.

Καλλιέργεια	WUE	WP	Καλλιέργεια	WUE	WP
Αβοκάντο	1,30	2,29	Πιπεριές σε ανοικτή καλλιέργεια	6,31	4,94
Αγγουράκι εντός θερμοκηπίου	22,2	30,5	Πιπεριές σε τούνελ	12,0	11,7
Αγγουράκι σε τούνελ	14,0	11,2	Πορτοκάλια	5,90	1,57
Αγγουράκι σε ανοικτή καλλιέργεια	6,30	4,70	Ροδακινιές	3,52	4,97
Αγκινάρα πρώτο έτος	6,66	3,92	Σέλινο δέσμη	18,2	8,03
Αγκινάρα δεύτερο έτος	7,95	4,67	Σπανάκι δέσμη	35,0	7,56
Αμυγδαλιές	2,26	2,39	Σταφύλια επιτραπέζια	6,49	2,77
Αχλαδιές	3,81	5,35	Συκιές	2,05	3,62
Γκρέιπφρουτ	8,86	2,48	Μήλα	3,52	4,21
Δαμασκινιές	3,52	7,30	Ντομάτα εντός θερμοκηπίου	23,9	21,0
Ελιές επιτραπέζιες	4,18	4,24	Ντομάτα σε τούνελ	11,0	7,55
Καρότο	10,6	4,78	Ντομάτα σε ανοικτή καλλιέργεια	7,04	2,90
Κολοκάσι	2,35	7,30	Τριφύλλι	2,51	0,56
Κερασιές	2,08	1,85	Φράουλες εντός θερμοκηπίου	5,46	17,1
Κρεμμύδια δέσμη	33,2	6,50	Φράουλες σε ανοικτή καλλιέργεια	3,75	10,3
Κρεμμύδια ξηρά	12,4	4,63	Βερίκοκο	3,81	6,98
Λεμονιές	5,90	1,45	Μπανάνες	2,79	2,69
Μαρούλια	26,3	6,46	Πατάτες άνοιξης	16,5	4,86
Μελιτζάνες	10,1	5,35	Πατάτες ενδιάμεσης φύτευσης	25,0	8,85
Μελιτζάνες σε τούνελ	20,9	14,3	Πατάτες φθινοπώρου	6,15	2,06
Μέσπιλα σε δικτυοκήπιο	2,94	9,78	Μπάμια	3,13	4,60
Μέσπιλα σε ανοικτή καλλιέργεια	1,02	1,81			

V. Διαπιστώνεται ότι η πρακτική της ελλειμματικής άρδευσης είναι δυνατόν να εφαρμοστεί σε συγκεκριμένα αναπτυξιακά στάδια ορισμένων καλλιεργειών, χωρίς να επηρεάζει αρνητικά την παραγωγή. Ταυτόχρονα, η «στοχευμένη» άρδευση σε ορισμένα στάδια του φυτού τα οποία ορίζονται κρίσιμα, όπως φαίνεται στον πιο κάτω πίνακα, μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα χρήσης του νερού και να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για τον παραγωγό.

Καλλιέργεια	Κρίσιμα στάδια
Βερίκοκα	Κατά την περίοδο άνθισης και έκπτυξης των οφθαλμών
Ροδάκινα, Κεράσια	Κατά τη διάρκεια της ταχείας περιόδου ανάπτυξης καρπών και λίγο πριν από την ωρίμανση
Ελιές επιτραπέζιες	Λίγο πριν την περίοδο ανθοφορίας και κατά τη διάρκεια γεμίσματος των καρπών
Εσπεριδοειδή	Κατά την ανθοφορία και διαφοροποίηση των οφθαλμών
Μηρόκολο	Κατά τη δημιουργία και γέμισμα της κεφαλής
Κουνουπίδι	Από την εγκατάσταση μέχρι τη συγκομιδή
Μαρούλι	Υψηλή εδαφική υγρασία ειδικά πριν τη συγκομιδή
Ντομάτες	Κατά τη διάρκεια διαφοροποίησης του άνθους και τη διάρκεια ταχείας αύξησης του καρπού
Καρπούζι	Από την άνθιση μέχρι τη συγκομιδή
Ραπανάκι	Κατά την περίοδο γεμίσματος της ρίζας
Φασόλι	Σταθερή υψηλή εδαφική υγρασία καθόλη την καλλιεργητική περίοδο
Φράουλες	Από την ανάπτυξη των φρούτων μέχρι την ωρίμανση
Τριφύλλι	Μετά από κάθε κοπή και στην αρχή της ανθοφορίας

Συμπερασματικά

Το αρνητικό υδατικό ισοζύγιο, σύνθηες φαινόμενο σε αρκετές περιοχές της ευρύτερης λεκάνης της Μεσογείου, επιβάλλει όπως ληφθούν πρόσθετες πρακτικές και μέτρα πέραν της υιοθέτησης χρήσης των βελτιωμένων συστημάτων άρδευσης και των ωραρίων άρδευσης, τα οποία αυξάνουν περαιτέρω την αποδοτικότητα χρήσης του νερού. Είναι γεγονός ότι σε περιόδους παρατεταμένης ανομβρίας/ξηρασίας, όπου τα υδατικά αποθέματα ενός κράτους μειώνονται ή δεν επαρκούν για να καλύψουν τις απαιτήσεις σε ύδρευση, η παραχώρηση νερού για σκοπούς άρδευσης από τα κυβερνητικά υδατικά έργα, όπου αυτά υφίστανται, είναι πολύ πιο κάτω από τις υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών. Επιπρόσθετα, η πτώση της στάθμης των υπόγειων υδροφορέων και η εισχώρηση θαλασσινού νερού, ιδιαίτερα στις παράκτιες περιοχές, επηρεάζει αρνητικά τόσο την ποιότητα όσο και την ποσότητα του διαθέσιμου νερού.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω, διαφαίνεται ότι η παροχή ποσοτήτων νερού μικρότερων των απαιτήσεων των καλλιεργειών (υδατικών αναγκών) είναι πολλές φορές αναπόφευκτη. Αντίθετα, η στρατηγική της «στοχευμένης» άρδευσης μπορεί να αποτελέσει και σταθερή επιδίωξη του ίδιου του παραγωγού, με στόχο την πρωιμότητα της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.

* Η εργασία έχει δημοσιευθεί στο έγκριτο διεθνές περιοδικό *Agronomy (Special Issue Irrigation Strategies in Sustainable Agriculture)* στο πλαίσιο του προγράμματος PRIMA, ενός Έργου που λαμβάνει στήριξη και συγχρηματοδότηση βάσει του άρθρου του Horizon 2020, που αποτελεί το Πρόγραμμα Πλαίσιο της ΕΕ για την Έρευνα και την Καινοτομία. (Project application number: 155331/14/19.09.18). doi:10.3390/agronomy10081120.