

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ  
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:  
ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ- ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ ΚΟΥΝΗ ΣΩΤΗΡΙΟΥ

ΜΕ ΘΕΜΑ: Εφαρμογή άρδευσης με μέθοδο FDR



ΒΟΛΟΣ 2013

[1]

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο ερευνητικών δραστηριοτήτων που διεξάγει το Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Το θέμα της μεταπτυχιακής μου δόθηκε το 2012 από την Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και Πρόεδρο του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, κυρία Μαρία Σακελλαρίου Μακραντωνάκη στο πλαίσιο των Μεταπτυχιακών σπουδών του Τμήματος.

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Καθηγήτρια Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη για την οργάνωση και παρακολούθηση της διατριβής μου σε ολόκληρη την πορεία της, καθώς επίσης και για την πολύτιμη και ουσιαστική συμβολή της στην επίλυση των θεωρητικών και πειραματικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά καιρούς. Επίσης την ευχαριστώ για την ηθική της υποστήριξη και την κριτική που άσκησε πριν την ολοκλήρωση της τελικής μορφής του κειμένου της διατριβής μου.

Τον Επίκουρο Καθηγητή Χρήστο Νάκα, ευχαριστώ θερμά για το χρόνο που αφιέρωσε στα διάφορα στάδια της διατριβής μου, για τις σημαντικές του υποδείξεις και την εποικοδομητική κριτική που άσκησε καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Τον Λέκτορα Χαλκίδη Ηρακλή, ευχαριστώ για τις ουσιαστικές του υποδείξεις του και τις χρήσιμες συμβουλές που μου παρείχε πολύτιμη βοήθεια, στα διάφορα στάδια της διατριβής

Ιδιαίτερες ευχαριστίες, θέλω να απευθύνω στον Β' κ. Ιωάννη Αλεξίου για την καθοριστική του βοήθεια, ο οποίος στάθηκε σημαντικός αρωγός στην προσπάθεια μου και με υποστήριξε σε κάθε φάση της πορείας μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον κ. Παπανίκο Νικόλαο, του οποίου η συμβολή να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο ήταν καθοριστική και η βοήθεια του σημαντική σε όλη την διάρκεια της έρευνας.

Την φοιτήτρια Δημητριάδου Χαρά για τη σημαντική της βοήθεια στην εγκατάσταση του πειράματος και για τη συμμετοχή της στην συγκέντρωση μερικών εκ των βασικών στοιχείων της έρευνας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.</b>	
1.1. Γενικά.....	6
1.2. Σκοπός του Έργου .....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	
2.1. Γενικά.....	11
3.2. Επιφανειακή στάγδην άρδευση.....	11
3.2.1. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Επιφανειακής στάγδην άρδευση.....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.</b>	15
3.1. Γενικά για το φυτό.....	15
3.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	15
3.3 Εξάπλωση-οικονομική σημασία .....	16
3.4. Χρήσεις-Προϊόντα .....	16
3.5 Καλλιεργητική Τεχνική .....	17
3.5.1 Απαιτήσεις σε κλίμα-έδαφος.....	17
3.5.2 Πολλαπλασιασμός .....	17
3.5.3 Προετοιμασία του εδάφους .....	18
3.5.4 Λίπανση .....	18
3.5.5 Άρδευση .....	18
3.5.6 Ζιζανιοκτονία.....	19
3.5.7 Εχθροί-Ασθένειες .....	19
3.6 Συγκομιδή – απόδοση .....	19
3.7. Ξήρανση .....	20
3.8 Η καλλιέργεια της στέβιας στην Ελλάδα.....	20
3.9 Προοπτικές.....	20
3.10 Τεχνολογία μέτρησης υγρασίας εδάφους.....	23
3.10.1 Μέτρηση υγρασίας εδάφους.....	23
3.10.2 Ανακλασιμετρία συχνότητας (FDR).....	28
3.10.3 Αισθητήρες έμπυξης.....	29
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΛΙΚΑ – ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	31
4.1 Εισαγωγή.....	31
4.2 Χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού.....	32
4.2.1 Εδαφολογικοί παράμετροι.....	33
4.4 Πειραματικός σχεδιασμός .....	37
4.5 Ποσότητα νερού.....	38
4.5.1 Εδαφική υγρασία.....	38
4.6 Υπολογισμοί δόσεων άρδευσης.....	40
4.6.1 Μετρήσεις ποσοστού άρδευσης της καλλιέργειας.....	41
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	42
5.1. Κλιματικά Δεδομένα.....	42
5.1.1. Συζήτηση.....	43
5.2. Φυλλική επιφάνεια.....	44
5.2.1. Αποτελέσματα.....	44
5.2.2. Συζήτηση.....	45

5.3. Ύψος Φυτών.....	46
5.3.1. Αποτελέσματα.....	46
6.3.2. Συζήτηση.....	47
5.4 Δευτερεύοντες κλάδοι φυτού.....	48
5.4.1. Αποτελέσματα.....	48
5.4.2. Συζήτηση .....	49
5.5. Στατιστική ανάλυση.....	51
5.5.1 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων δείκτη ( L.a.i ).....	51
5.5.2Αποτελέσματα – συζήτηση.....	53
5.5.3 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων δευτερευόντων κλάδων.....	54
5.5.4Αποτελέσματα – συζήτηση.....	55
5.5.5 Στατιστική ανάλυση Ύψους φυτών.....	56
5.5.6Αποτελέσματα – συζήτηση.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	58
6.1. Ύψος φυτών .....	58
6.2.Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.).....	58
6.3.Αριθμός δευτερέων κλάδων φυτού.....	58
6.4.Στατιστική ανάλυση.....	59
6.5. Οικονομική ανάλυση.....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	60
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	71

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Το νερό, βασικό στοιχείο κάθε βιολογικής διαδικασίας, διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στη ζωή του ανθρώπου και αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης κάθε χώρας. Ο κύριος χρήστης νερού είναι η γεωργία, με συμμετοχή που ανέρχεται στο 87,4% των υδάτων της χώρας αρδεύοντας σήμερα 14,5 εκ. στρ. Τις δύο επόμενες δεκαετίες, εκτιμάται ότι το νερό θα αποτελέσει το πλέον κρίσιμο περιοριστικό παράγοντα για την επιβίωση και την ανάπτυξη των περισσότερων αναπτυσσόμενων αλλά και πολλών ήδη αναπτυγμένων χωρών στον κόσμο. Οι δυσσίωνες αυτές προβλέψεις πρέπει επιτέλους να κρούσουν τον κώδωνα του κινδύνου και να μας οδηγήσουν στην αναζήτηση δραστικών μέτρων για την αντιμετώπιση του προβλήματος. (Σακελαρίου 2006)

Γενική είναι η διαπίστωση ότι η μη ορθολογική χρήση του νερού άρδευσης συμβάλει στην κατασπατάληση του πολύτιμου αυτού φυσικού πόρου. Ένα από τα βασικότερα αίτια της σπατάλης αυτής είναι ο μη ακριβής προσδιορισμός των αναγκών σε νερό άρδευσης των καλλιεργειών. Το ύψος των απωλειών νερού είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη σωστή εφαρμογή της άρδευσης, (η οποία προϋποθέτει τον ακριβή προσδιορισμό της δόσης άρδευσης), τον προσδιορισμό του χρόνου εφαρμογής των αρδεύσεων (ο οποίος καθορίζεται από τη διακύμανση της εξατμισοδιαπνοής και της βροχής κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου), τον προσδιορισμό της διάρκειας άρδευσης, (η οποία καθορίζεται από την διηθητικότητα του εδάφους) και την εφαρμοζόμενη μέθοδο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι απώλειες νερού σχετίζονται επίσης με την παλαιότητα, την καλή ή κακή συντήρηση και διατήρηση των συστημάτων άρδευσης (ιδιωτικών και δημόσιων) κατά τη διάρκεια της χειμερινής

περιόδου όταν και σταματούν οι αρδεύσεις (ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια που το κόστος συντήρησης έχει αυξηθεί). Τέλος η κακή ποιότητα κατασκευής των γεωτρήσεων (μαζί με το νερό έρχονται στην επιφάνεια άμμος, χαλίκια και άλλα υλικά) συμβάλλει σημαντικά στην καταστροφή των διαφόρων συστημάτων άρδευσης, δημιουργώντας παράλληλα την ανάγκη για συχνούς καθαρισμούς των διαφόρων μερών των συστημάτων άρδευσης (φίλτρα, υδροκυκλώνες, τουρμπίνες) αυξάνοντας το πρόβλημα σπατάλης του νερού. Για τον περιορισμό λοιπόν των απωλειών του νερού κατά τη διανομή και χορήγησή του στα φυτά, καθώς επίσης και για την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων υπάρχει έντονο το ενδιαφέρον, διεθνώς, για την ανάπτυξη και εφαρμογή μεθόδων άρδευσης μερικώς ή πλήρως αυτοματοποιημένων, όπως είναι η υπόγεια και η επιφανειακή στάγδην άρδευση. (Σακελαρίου 2006)

Η Στέβια (*Stevia rebaudiana bertonii*) είναι σήμερα, το πιο πολύ συζητημένο φυτό σε παγκόσμια κλίμακα, που απασχολεί τον διεθνή έντυπο και ηλεκτρονικό τύπο και το διαδίκτυο, που προκαλεί ραγδαίες ανακατατάξεις στην αγορά γλυκαντικών και ζάχαρης και δίκαια χαρακτηρίζεται σαν το «μαγικό φυτό της νέας χιλιετίας». Οι λόγοι για τους οποίους γίνεται ευρεία συζήτηση και απασχολεί τους διεθνείς Ιατρικούς, Εμπορικούς, Επιχειρηματικούς, αλλά και τους Γεωπονικούς κύκλους, είναι οι φυσικές ιδιότητες της.

Είναι ένα ισχυρό γλυκαντικό της φύσης, 300 φορές πιο γλυκό από τη ζάχαρη, αλλά χωρίς καθόλου θερμίδες και είναι ασφαλές για την ανθρώπινη υγεία, χωρίς ενδείξεις ανεπιθύμητης δράσης στον ανθρώπινο οργανισμό. (Science Tech Entrepreneur, VOL 12/N0.10, October 2004)

Η Στέβια χαρακτηρίστηκε από τον Bertoni σαν <<θαυματουργό και μαγικό φυτό>> εξαιτίας των πολλών ευεργετικών ιδιοτήτων της για την Υγεία.

Έχει θαυμάσιες αντιδιαβητικές, αντιυπογλυκαιμικές, αντιυπερτασικές, αντισηπτικές, επουλωτικές, αντιοξειδωτικές, αντιβακτηριδιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Ενισχύει την άμυνα του οργανισμού και προστατεύει από τους ιούς και από ιογενείς καρκίνους, αλλά και από βλάβες του DNA. Επίσης έχει αντιγηραντική δράση στο

δέρμα, ωφελεί στην υγιεινή του στόματος, προστατεύει από την candida (άφθα), την ουλίπιδα και έχει προληπτική δράση κατά της πλάκας και της τερηδόνας των δοντιών. Γενικά συμβάλλει στην υγιεινή διατροφή και στην αντιμετώπιση διαφόρων διατροφικών προβλημάτων, όπως η παχυσαρκία, ο σακχαροδιαβήτης και η υπογλυκαιμία, αλλά και προληπτικά για την πρόληψη των ανεπιθύμητων παρενεργειών της υπερκατανάλωσης της ζάχαρης. (Science Tech Entrepreneur, VOL 12/N0.10, October 2004)

Για όλους αυτούς τους λόγους η Στέβια προβάλλει σήμερα σαν ισχυρός ανταγωνιστής των άλλων φυσικών και τεχνητών γλυκαντικών ουσιών ( όπως της Ασπαρτάμης), τις οποίες αναμένεται βásiμα ότι θα τις εκτοπίσει, αλλά προβάλλει ακόμη και σαν ανταγωνιστής της ίδιας της Ζάχαρης, από την οποία αναμένεται ότι θα αποσπάσει ένα μεγάλο μερίδιο αγοράς, σαν φυσικό γλυκαντικό χωρίς θερμίδες.

Συνακόλουθα για τους ίδιους λόγους η Στέβια απασχολεί όλο τον Αγροτικό κόσμο και τους επιστημονικούς Γεωπονικούς κύκλους και αναδεικνύεται σε μια νέα δυναμική και προσοδοφόρα καλλιέργεια, που ευδοκιμεί στην Ελλάδα και προβάλλει σαν μια εναλλακτική καλλιέργεια κυρίως του Καπνού, των Ζαχαρότευτλων, του Βαμβακιού και άλλων καλλιεργειών με μεγάλες διεθνείς προοπτικές ζήτησης και κατανάλωσης.

Πολλές χώρες, όπως και η Ελλάδα, προετοιμάζονται πυρετωδώς, αφενός για την επέκταση της καλλιέργειας της Στέβιας και αφετέρου για τη δημιουργία εμπορικής και βιομηχανικής υποδομής για τη μεταποίηση της Στέβιας, για να καλύψουν την αναπόφευκτα αναμενόμενη αλματώδη αύξηση της διεθνούς ζήτησης των προϊόντων της Στέβιας. (Science Tech Entrepreneur, VOL 12/N0.10, October 2004)

Η Στέβια με όλο το κύκλωμα παραγωγής, μεταποίησης και εμπορίας της, αναμένεται να δώσει μια νέα ευκαιρία για αγροτική και βιομηχανική ανάπτυξη, για δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και νέων επιχειρηματικών ευκαιριών και εισοδημάτων. Η καλλιέργεια της στέβιας προορίζεται για περιοχές της Ελλάδος όπου παραδοσιακά καλλιεργούνταν με καπνό. Επιπροσθέτως προορίζεται να αποτελέσει την πρώτη ύλη για την παραγωγή γλυκαντικής ουσίας, η οποία θα αντικαταστήσει την ζάχαρη,



σταδιακά. Η σημασία της καλλιέργειας για την Ελλάδα κρίνεται σημαντική για έναν ακόμη λόγο και αυτός δεν είναι άλλος από την διαρκώς φθίνουσα πορεία που καταγράφει η καλλιέργεια των ζαχαροτεύτλων. Τέλος, έναν ακόμη λόγο για τον οποίο η καλλιέργεια της στέβιας είναι σημαντική αποτελεί η ουδέτερη επίδραση της γλυκαντικής ουσίας, που παράγεται από την επεξεργασία της, στους διαβητικούς σε σύγκριση με την ζάχαρη συμβάλλοντας στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των διαβητικών.

Τα τελευταία χρόνια άρχισαν να αναθεωρούνται παλαιές αντιλήψεις όπως είναι η μετάπτωση από την αρχή της μεγιστοποίησης της παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας στη μεγιστοποίηση της παραγωγής ανά μονάδα διαθέσιμου νερού. Οι καλλιέργειες, όταν έχουν στη διάθεσή τους νερό χωρίς κανένα περιορισμό, καταναλώνουν ποσότητες οι οποίες ρυθμίζονται από τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα που τις περιβάλλει. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αύξηση της βλάστησης που δε σημαίνει κατ' ανάγκη αύξηση της παραγωγής. Η σύγχρονη αντίληψη στη γεωργία αποβλέπει στη μεγιστοποίηση του οικονομικού αποτελέσματος και οι ανάγκες σε νερό μιας καλλιέργειας πρέπει να προσδιορίζονται σαν αυτές που αποφέρουν το μέγιστο οικονομικό αποτέλεσμα. Η αναγκαιότητα της επέκτασης και βελτίωσης των αρδεύσεων για την εξασφάλιση βιώσιμης και αυτοτροφοδοτούμενης γεωργίας ολοένα και αυξάνει. Η μοναδική λύση για τη κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών της γεωργίας σε νερό είναι η ορθολογική και πιο αποτελεσματική χρήση του. (Science Tech Entrepreneur, VOL 12/N0.10, October 2004)

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει την επίδραση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της στέβιας.

## **1.2 Σκοπός του έργου**

Επίδραση δόσης άρδευσης και νέων τεχνολογιών προγραμματισμού των αρδεύσεων στην ανάπτυξη του φυτού στέβιας (*Stevia rebaudiana bertoni*) και την

παραγωγή γλυκαντικών ουσιών με τη βοήθεια αισθητήρων μέτρησης εδαφικής υγρασίας και με την αυτόματη ενεργοποίηση προγράμματος άρδευσης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.**

### **ΑΡΔΕΥΣΗ**

#### **2.1. Γενικά**

Η άρδευση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη μιας καλλιέργειας και κατ' επέκταση στην προσδοκόμενη παραγωγή, ειδικά σε κλιματικές συνθήκες όπως το ξηρό Μεσογειακό καλοκαίρι. Έτσι, χορηγώντας τις αναγκαίες για τα φυτά ποσότητες νερού καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής τους, επιτυγχάνουμε μεγιστοποίηση της παραγωγής.

Με την πρόοδο της τεχνολογίας, έγινε δυνατή και η επίλυση διαφόρων προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά την εφαρμογή των παραδοσιακών μεθόδων άρδευσης (κατάκλιση, άρδευση με αυλάκια, καταιονισμός). Εφαρμόστηκαν έτσι σύγχρονες μέθοδοι άρδευσης, όπως η επιφανειακή στάγδην άρδευση και η υπόγεια στάγδην άρδευση.

Με τις προαναφερθείσες μεθόδους μειώνονται οι απώλειες λόγω της επιφανειακής εξάτμισης, τη διαβροχής του φυλλώματος και της συσσώρευση αλάτων στη ζώνη του ριζοστρώματος που δημιουργείται στην άρδευση με αυλάκια και λωρίδες.

#### **2.2. Επιφανειακή στάγδην άρδευση**

Η άρδευση με σταγόνες ή στάγδην άρδευση είναι μια μέθοδος κατά την οποία νερό εφαρμόζεται στο χωράφι σε μικρές ποσότητες με τη μορφή σταγόνων έτσι που κάθε φυτό χωριστά να εφοδιάζεται με την απαραίτητη για την κανονική του ανάπτυξη και απόδοση υγρασία. Η μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται σωστά και προσφέρεται για περιπτώσεις όπου το διαθέσιμο νερό είναι περιορισμένο, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εφαρμοστούν άλλες μέθοδοι (κατάκλιση, περιορισμένη διάχυση, άρδευση με αυλάκια, καταιονισμός).

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και από τη μονάδα ελέγχου.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής. Οι αγωγοί του δικτύου είναι συνήθως από άκαμπτο P.V.C. διαμέτρου 12-25mm και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας των καλλιεργητικών μηχανημάτων στο χωράφι.

Το δίκτυο εφαρμογής από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνηθισμένη διάμετρο 16-20mm, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και τα 25mm, στους οποίους σε προκαθορισμένες θέσεις, τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων.

Η μονάδα ελέγχου τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Κύριο στοιχείο της μονάδας ελέγχου αποτελούν τα φίλτρα γιατί το νερό που παροχετεύεται στο δίκτυο πρέπει να είναι απαλλαγμένο από φερτά υλικά, ακόμη και πολύ μικρών διαστάσεων, για να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες.

Τα φίλτρα κάνουν μηχανικό και όχι χημικό ή άλλου είδους καθαρισμό του νερού. Τα φίλτρα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: α) τα φίλτρα σίτας (για λεπτόκοκκα υλικά), β) τους υδροκυκλώνες (για στερεά υλικά μεγάλης σχετικά διαμέτρου) και γ) τα φίλτρα χαλίκων ή άμμου (για περιπτώσεις όπου το νερό περιέχει σημαντική ποσότητα από οργανικές ύλες και μικροφύκη).

Βάση του συστήματος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι οι σταλακτήρες. Το νερό εμφανίζεται στην έξοδο των σταλακτάρων με τη μορφή σταγόνων κατά τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε σε κάθε θέση να διηθούνται στο

έδαφος λίγα λίτρα νερού την ώρα. Για να μπορεί να εκπληρώσει σωστά την αποστολή του ένας σταλακτήρας, πρέπει να εξασφαλίζει μικρή και ομοιόμορφη παροχή που να μην επηρεάζεται από περιορισμένες μεταβολές της πίεσης στον αγωγό εφαρμογής, να έχει σχετικά μεγάλη διατομή ροής ώστε να μην αποφράζεται εύκολα, να είναι κατασκευασμένος από υλικό που να μην επηρεάζεται σημαντικά και να μην παθαίνει μόνιμες αλλοιώσεις από τις έντονες μεταβολές της θερμοκρασίας κατά την έκθεσή του στο χωράφι, να είναι ευκολόχρηστος και να έχει μικρό κόστος.

Οι σταλακτήρες διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.

Έτσι ανάλογα με το είδος ροής του νερού διακρίνονται σε:

- i ) Σταλακτήρες με στρωτή ροή.
- ii ) Σταλακτήρες με μερικά στροβιλώδη ροή.
- iii ) Σταλακτήρες με στροβιλώδη ροή.

Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού σε :

- α ) Αυτοκαθαριζόμενους.
- β ) Μη αυτοκαθαριζόμενους και ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ή στραγγαλισμού της πίεσης διακρίνονται σε :

- 1) σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και
- 2) σταλακτήρες με επιστόμιο ή οπή (Τερζίδης, Γ., Παπαζαφειρίου, Ζ 1997) .

Η σωστή λειτουργία ενός δικτύου άρδευσης με σταγόνες απαιτεί ορισμένους χειρισμούς όπως η αυτοματοποιημένη έναρξη και παύση λειτουργίας του συστήματος, η διαδοχική υδροδότηση των διαφόρων μονάδων και η ρύθμιση των απαιτούμενων παροχής και φορτίου στην αρχή του δικτύου και στους αγωγούς τροφοδοσίας.

Η μέθοδος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης άρχισε να εξαπλώνεται στην Ελλάδα στις αρχές της δεκαετίας του 80' και η μεγάλη εξάπλωσή της οφείλεται κυρίως στις καλλιέργειες των οπωροφόρων δένδρων και της αμπέλου. Οι *Brando και Herper (1987)* απέδειξαν ότι με την επιφανειακή στάγδην άρδευση επιτυγχάνεται

ικανοποιητικότερη χορήγηση των θρεπτικών στοιχείων στη καλλιέργεια της αμπέλου και ειδικότερα του φωσφόρου.

### **2.2.1. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Επιφανειακής στάγδην άρδευσης**

Τα πλεονεκτήματα της επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι: α) η χαμηλή πίεση λειτουργίας του συστήματος, β) η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, γ) η ταυτόχρονη χορήγηση λιπασμάτων σε υδατοδιαλυτή μορφή, δ) η μείωση των απωλειών νερού εξαιτίας της επιφανειακής απορροής, ε) η πλήρης αυτοματοποίηση της μεθόδου και στ) η εφαρμογή του σε περιοχές με εξαιρετικά ανώμαλη τοπογραφία χωρίς την ανάγκη ισοπέδωσης.

Πέρα όμως από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω η μέθοδος παρουσίασε και σημαντικά μειονεκτήματα όπως:

ι ) υψηλό κόστος πρώτης εγκατάστασης και συντήρησης. (Σακελαρίου 2006).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

### ΣΤΕΒΙΑ

#### 3.1 Γενικά για το φυτό

Η *Stevia rebaudiana bertonii* είναι ένα βότανο της οικογένειας των Compositae, που είναι αυτοφυές στην Παραγουάη και τη Βραζιλία. Οι γλυκοζίτες στα φύλλα το κάνουν εξαιρετικά γλυκό, μία ιδιότητα που το καθιστά μοναδικό ανάμεσα σε περίπου 300 είδη του γένους *Stevia*. Το φυτό της στέβιας χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό για πάνω από 400 χρόνια. Πήρε το όνομά του από τον Moises Santiago Bertonii που το ανακάλυψε το 1887. (Καπόγλου, 2008).

#### 3.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Είναι πολυετές ποώδες φυτό ύψους 0,6 μέτρων όταν είναι αυτοφυές (στα τροπικά θερμά κλίματα). Καλλιεργείται όμως ως ετήσιο και σε διάφορες πιο ψυχρές περιοχές του κόσμου.

Τα φύλλα είναι μικρά, μήκους 5 εκατοστών αν και υπάρχουν και μεγαλόφυλλες ποικιλίες. Φύονται στο βλαστό σταυρωτά.



Τα άνθη αναπτύσσονται σε ταξιανθίες (κορύμβους) χρώματος λευκού. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, και γονιμοποιούνται με σταυρεπικονίαση με την βοήθεια εντόμων. Ανθίζει το φθινόπωρο.

Οι βλαστοί είναι τρυφεροί αρχικά και στη συνέχεια γίνονται ημιξυλώδεις. Στο ριζικό του σύστημα είναι επιφανειακό και επομένως δεν αντέχει σε έλλειψη νερού καθώς και σε ισχυρούς ανέμους. Ο σπόρος είναι μικρός χρώματος μαύρου όταν είναι σε καλή κατάσταση. (Καπόγλου, 2008).

### **3.3 Εξάπλωση-οικονομική σημασία**

Η στέβια καλλιεργείται στην Λατινική Αμερική, της οποίας είναι αυτοφυές φυτό, όμως στην παραγωγή της κυριαρχούν πλέον οι Ασιατικές χώρες. Η Κίνα αποτελεί τον μεγαλύτερο καλλιεργητή στέβιας στον κόσμο, ενώ η Ιαπωνία και η Κορέα διαθέτουν τη μεγαλύτερη αγορά εκχυλισμάτων στέβιας. Πρόσφατα, οι ΗΠΑ, η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία ενέκριναν ορισμένα παρασκευάσματα στέβιας ως συστατικά σε φαγητά και ροφήματα στις αγορές τους. Στην Ελλάδα πρόσφατα άρχισε η χρήση στέβιας σε αναψυκτικά και άλλα προϊόντα. (Καπόγλου, 2008).

### **3.4. Χρήσεις-Προϊόντα**

Η στέβια είναι ένα αρκετά γνωστό φυτό σε αρκετές περιοχές της Ασίας και της Λατινικής Αμερικής που χρησιμοποιείται ως γλυκαντική ουσία σε διάφορα τρόφιμα και αναψυκτικά (ως πρόσθετο τροφίμων). Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αφέψημα (φαρμακευτικό τσάι) ή σε σαλάτες, φρέσκια ή αποξηραμένη. Οι γλυκοζίτες του φυτού ονομάζονται στεβιοσίδη και περιέχονται στα φύλλα του. (Καπόγλου, 2008).



### **3.5 Καλλιεργητική Τεχνική**

#### **3.5.1 Απαιτήσεις σε κλίμα-έδαφος**

Η στέβια αναπτύσσεται σε υποτροπικά υγρά κλίματα με ύψος βροχής πάνω από 700-800mm το έτος, ενώ προτιμά τα καλά αποστραγγιζόμενα, αμμώδη ή αμμοαργιλώδη εδάφη. Ως προς την αντίδραση του εδάφους, καταλληλότερα θεωρούνται τα εδάφη με ελαφρώς όξινη αντίδραση, ενώ αν καλλιεργηθεί σε αλκαλικά εδάφη ( $pH \geq 8$ ) η ανάπτυξη του φυτού θα είναι περιορισμένη και αργή. Δεν αναπτύσσεται σε αλατούχα εδάφη. Αναπτύσσεται σε θερμοκρασία από  $15^{\circ}C$  έως  $30^{\circ}C$  με μέγιστη θερμοκρασία  $41^{\circ}C$ . Αναπτύσσεται σε κλίματα που κυμαίνονται από εύκρατα ως τροπικά και δεν αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω από  $-60^{\circ}C$ ). Για το λόγο αυτό, στη χώρα μας, η σπορά θα πρέπει να γίνεται σε σπορεία νωρίς την άνοιξη και η μεταφύτευση να γίνει μετά την παρέλευση των τελευταίων αναμενόμενων παγετών. Είναι φωτόφιλο φυτό και δεν αναπτύσσεται σε σκιερές τοποθεσίες. (Καπόγλου, 2008).

#### **3.5.2 Πολλαπλασιασμός**

Ο ιδανικός τρόπος πολλαπλασιασμού του φυτού είναι αγενώς με τη χρήση μοσχευμάτων στελεχών ή φύλλων του φυτού, Ωστόσο το κόστος παραγωγής τους είναι απαγορευτικό. Για το λόγο αυτό η στέβια πολλαπλασιάζεται με σπόρο σε θερμοκήπιο (σε θερμοκρασία  $24-25^{\circ}C$ ) για την παραγωγή φυταρίων για περίοδο 8 με 10 εβδομάδων. Στην περίπτωση καλλιέργειας για παραγωγή φύλλων, είναι απαραίτητος ο συνεχής φωτισμός των φυτών ώστε να αποφευχθεί η πρόωμη άνθιση. Η μεταφύτευση γίνεται την άνοιξη ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Στον Καναδά η μεταφύτευση γίνεται το Μάιο ενώ σε πιο θερμές χώρες, όπως η χώρα μας, μπορεί να γίνει πιο νωρίς. Σπέρνεται σε αποστάσεις 50 έως 70 εκατοστά μεταξύ των

γραμμών με συνολική πυκνότητα φυτείας 7.500 έως 8.000 φυτών/στρ. περίπου, η οποία θεωρείται και η ιδανική.



### **3.5.3 Προετοιμασία του εδάφους**

Πριν την φύτευση γίνεται όργωμα του εδάφους και ακολουθούν 1-2 κατεργασίες με δισκοσβάρνα ή φρέζα ώστε να προετοιμαστεί κατάλληλα η σποροκλίνη.

### **3.5.4 Λίπανση**

Το φυτό έχει μικρές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, παρόλα αυτά όμως θα πρέπει να διενεργείται έλεγχος της σύστασης του εδάφους. Σε πειράματα που έγιναν στο Οντάριο του Καναδά διαπιστώθηκε ότι λίπανση με το λίπασμα 6-24-24 σε ποσότητα 10 κιλά/στρ. πριν από τη μεταφύτευση και με 14 κιλά/στρ. με ουρία μετά τη μεταφύτευση, είναι ικανοποιητική. Σε πειράματα στη χώρα μας διαπιστώθηκε ότι η στέβια αποδίδει καλύτερα όταν γίνει ενσωμάτωση κοπριάς στο έδαφος πριν από τη μεταφύτευση και λίπανση ανάλογα με τις ανάγκες των κατά τόπους εδαφών. Γενικά το άζωτο είναι το σημαντικότερο θρεπτικό στοιχείο για τη στέβια καθώς σχετίζεται με την ανάπτυξη του φυλλώματός της. (Καπόγλου, 2008).

### **3.5.5 Άρδευση**

Στις τροπικές περιοχές η στέβια δεν απαιτεί άρδευση. Όμως σε περιοχές, όπως είναι η Ελλάδα, που το ύψος βροχής δεν φτάνει τα 700mm ανά έτος, απαιτείται

άρδευση. Είναι απαραίτητη συχνή και επιφανειακή άρδευση ώστε να επιτυγχάνονται υψηλότερες αποδόσεις. Σε γενικές γραμμές, η άρδευση είναι απαραίτητη όταν οι άκρες των βλαστών αρχίσουν να γέρνουν. Η καταλληλότερη μέθοδος άρδευσης θεωρείται η στάγδην. (Καπόγλου 2008).

### **3.5.6 Ζιζανιοκτονία**

Η ζιζανιοκτονία συνιστάται να γίνεται επαναλαμβανόμενα με τη χρήση μηχανικών μέσων. Μπορεί να απαιτηθεί και συμπληρωματική καταπολέμηση με βοτάνισμα ή ζιζανιοκτόνα. (Λόλας , 2008).

### **3.5.7 Εχθροί-Ασθένειες**

Η φυτοπροστασία των φυτών δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα καθώς οι προσβολές από έντομα εκτός των σκουληκιών είναι ελάχιστες. Προβλήματα μπορεί να δημιουργήσουν οι μύκητες του γένους *Septoria* (*septoria steviae*), *Sclerotinia* (*Sclerotinia sclerotiorum*), καθώς και οι παγετοί και οι δυνατοί άνεμοι. Επίσης είδη ζώων όπως τα κουνέλια και οι λαγοί έχει παρατηρηθεί ότι προξενούν ζημιές επειδή προτιμούν τα γλυκά φύλλα του φυτού. (Καπόγλου, 2008)

## **3.6 Συγκομιδή – απόδοση**

Γίνεται συγκομιδή είτε ολόκληρου του φυτού είτε των φύλλων μόνο πριν την άνθιση με τα χέρια ή με μηχανικά μέσα. Ο χρόνος της συγκομιδής εξαρτάται από την ποικιλία, το γεωγραφικό πλάτος και την καλλιεργητική περίοδο. Γενικά η συγκομιδή γίνεται το φθινόπωρο, όταν τα φυτά είναι 40-60 εκατοστά σε ύψος. Η βέλτιστη απόδοση (βιομάζα), καθώς και η καλύτερη ποιότητα και ποσότητα στεβιοσίδης (*stevioside*) επιτυγχάνονται λίγο πριν από την άνθηση. Έρευνα του 1995 σε περιοχές του Καναδά δείχνει ότι η απόδοση σε δείγμα φύλλων που ελήφθη κατά τη βέλτιστη περίοδο συγκομιδής είχε δυνατότητα απόδοσης 285 κιλών/στρ σε ξηρά φύλλα. Σε πειράματα που έχουν γίνει στην Ελλάδα διαπιστώθηκε ότι η απόδοση σε ξηρά φύλλα

μπορεί να φτάσει και τα 500 κιλά/στρ, ενώ σε χώρες όπως η Βραζιλία και η Ινδία μπορεί να φτάσει και τα 700 κιλά/στρ. ως αρδευόμενη καλλιέργεια. (Καπόγλου 2008)

### **3.7. Ξήρανση**

Η αποξήρανση των ξυλοποιημένων μίσχων καθώς και των πράσινων φύλλων ολοκληρώνεται αμέσως μετά τη συγκομιδή με τη χρήση κλιβάνου ή και με έκθεση στον ήλιο οπότε και επιτυγχάνεται η καλύτερη ποιότητα. Ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και την πυκνότητα της φόρτωσης, συνήθως απαιτούνται 24 - 48 ώρες σε θερμοκρασία 40°C - 50°C. Εκτιμάται ότι μια ποσότητα χλωρής μάζας 2.150 κιλών/στρ. αποδίδει έως 600 κιλά/στρ. ξηρού βάρους. Αμέσως μετά την αποξήρανση, ένας ειδικά σχεδιασμένος αλωνιστής/ διαχωριστής είναι απαραίτητος για τον διαχωρισμό των ξερών φύλλων από το μίσχο. Τα ξερά φύλλα αποθηκεύονται με πλαστική επένδυση σε χαρτονένια κουτιά. Περαιτέρω επεξεργασία με εκχύλιση απαιτείται για να εξαχθούν οι γλυκοζίτες στεβιόλης σε εμπορική κλίμακα (για χρήση ως πρόσθετο τροφίμων). (Καπόγλου, 2008).

### **3.8 Η καλλιέργεια της στέβιας στην Ελλάδα**

Η καλλιέργεια της στέβιας μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική λύση σε διάφορες πρώην καπνοπαραγωγικές περιοχές της Ελλάδας, αφού απαιτεί παρόμοιους χειρισμούς με την καλλιέργεια του καπνού. Επίσης πειράματα έχουν δείξει ότι αποδίδει πάνω από 200 κιλά/στρ. σε ξηρά φύλλα σε διάφορες περιοχές της χώρας, απόδοση η οποία θεωρείται το όριο για να είναι οικονομικά η καλλιέργεια βιώσιμη. (Καπόγλου, 2008).

### **3.9 Προοπτικές**

Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων αξιολόγησε την ασφάλεια των γλυκοζιτών του φυτού της στέβιας, ως γλυκαντικού και διατύπωσε τη γνώμη ότι η αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη γλυκοζιτών είναι τα 4 mg/kgρ σωματικού βάρους. Έτσι, στις 11 Νοεμβρίου 2011 δημοσιεύτηκε ο κοινοτικός κανονισμός

1131/2011 (αρμοδιότητας, σε εθνικό επίπεδο, του Γενικού Χημείου του Κράτους), με τον οποίο εγκρίνεται η χρήση γλυκοζιτών στεβιόλης, που εκχυλίζονται από το φυτό στέβια, ως γλυκαντικών σε 31 κατηγορίες τροφίμων. Επισημαίνεται ότι για να είναι δυνατή η παραγωγή και χρήση των γλυκοζιτών στεβιόλης ως πρόσθετου των τροφίμων σε εμπορική κλίμακα, η προαναφερθείσα έγκριση απαιτείται να συμπληρωθεί και με τον καθορισμό των κριτηρίων καθαρότητας. Για τον τελευταίο απομένει η έκδοση σχετικού κοινοτικού κανονισμού, που αναμένεται να γίνει το 2012 και θα περιλαμβάνει τα κριτήρια καθαρότητας όλων των πρόσθετων των τροφίμων συμπεριλαμβανομένων και των γλυκαντικών.

Συμπληρωματικά σημειώνεται ότι η χρήση της στέβιας ως έχει ή με τη μορφή αποξηραμένων φύλλων, δεν είναι επιτρεπτή προς το παρόν λόγω μη έγκρισής της γι' αυτό το σκοπό. Σύμφωνα με το Γενικό Χημείο του Κράτους η διαδικασία της έγκρισης θα απαιτήσει εύλογο χρόνο, ενδεικτικά δε αναφέρεται ότι αιτήσεις ενδιαφερομένων βρίσκονται από ετών στο στάδιο της εξέτασης από τις υπηρεσίες της Ε. Επιτροπής.

Προς το παρόν η στέβια δεν υπάγεται σε Κοινή Οργάνωση Αγοράς της Ε. Ένωσης, ούτε προβλέπεται για αυτήν συνδεδεμένη ενίσχυση από τα κονδύλια του γνωστού ως Α' Πυλώνα της κοινοτικής χρηματοδότησης.

Στο πλαίσιο της στήριξης-προώθησης καινοτόμων καλλιεργειών οι υπηρεσίες του ΥΠ.Α.Α.Τ. διερευνούν τη δυνατότητα ένταξης της καλλιέργειας σε προγράμματα του Β' πυλώνα του Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης (Π.Α.Α) για την επερχόμενη νέα προγραμματική περίοδο από το 2014. (Καπόγλου, 2008).

### 3.10 Τεχνολογία μέτρησης υγρασίας εδάφους

#### Νερό εδάφους

Το νερό στο έδαφος βρίσκεται μέσα στους πόρους του εδάφους σε στενή επαφή με τα σωματίδια του εδάφους. Νερό μεταφέρεται από τους μεγαλύτερους πόρους στους μικρότερους. Μετά την άρδευση, οι μεγάλοι πόροι λόγω της βαρύτητας αποστραγγίζουν και το νερό κρατιέται λόγω έλξη από του μικρούς πόρους και τα σωματίδια του εδάφους. Εδάφη με μικρούς πόρους όπως τα (αργιλώδη εδάφη) συγκρατούν περισσότερο νερό ανά μονάδα όγκου από εδάφη με μεγάλους πόρους (αμμώδη εδάφη). Μετά από μια πλήρη διαβροχή το νερό απομακρύνετε από τους μεγάλους πόρους εντός δυο με τριών ημερών, ένα τυπικό έδαφος έχει περίπου το 50% του πορώδους καλυμμένο με νερό και το 50% με αέρα. Αυτή είναι μια κατάσταση που γενικά ονομάζεται ως Υδατοϊκανότητα.

#### 3.10.1 Μέτρηση υγρασίας εδάφους

Σε αντίθεση με τη μέτρηση των βροχοπτώσεων ή την εφαρμογή άρδευσης, το νερό στο έδαφος μετράται ως συνάρτηση του όγκου του εδάφους. Η υγρασία του εδάφους μπορεί να εκφραστεί ως:

- 1) Ποσοστό επί τοις εκατό του νερού ως προς το βάρος του εδάφους (γρ H<sub>2</sub>O/ γρ εδάφους)
- 2) ποσοστό επί τοις εκατό του νερού ως προς τον όγκο (k cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O /k cm<sup>3</sup> εδάφους)

Το νερό στο έδαφος μπορεί επίσης να υπολογιστεί με βάση το βάρος, ωστόσο για λόγους πρακτικής ωφελιμότητας αναφέρεται όγκο H<sub>2</sub>O ανά όγκο εδάφους μετατροπή πολλαπλασιάζοντας το νερό κατά βάρος επί την φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους [ βάρος ( gm ) ή ο όγκος ( ml ) / cm<sup>3</sup>]. (Richards 2008)

$$\text{Since } 1 \text{ gm of water} = 1 \text{ cc volume}$$
$$\frac{\text{water weight or volume}}{\text{soil weight}} \times \text{bulk density} = \frac{\text{volume water}}{\text{volume soil}} \text{ or } \frac{\text{water(in)}}{\text{soil(in)}}$$

Η πιο χρήσιμη μέθοδος για την μέτρηση όγκου του νερού μέσα σε ένα έδαφος είναι με το να πάρουμε ένα δείγμα εδάφους γνωστού όγκου και να το ξηραίνουμε για να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα σε νερό, το βάρος του εδάφους και τη φαινομενική πυκνότητα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται δειγματολήπτες και η συσκευή (Richards 2008).

Η ογκομετρική μέτρηση του νερού του εδάφους μπορεί να είναι πολύτιμη για:

- 1) Τον καθορισμό της δόσης άρδευσης για τον εφοδιασμό της ζώνης ριζών με την απαιτούμενη ποσότητα νερού άρδευσης.
- 2) Τον καθορισμό του σημείου κορεσμού του εδάφους.
- 3) Τον καθορισμό της υδατοϊκανότητας και του σημείου μόνιμης μάρανσης.
- 4) Τον Καθορισμός του διαθέσιμου νερού του εδάφους (υγρό στοιχείο-ξηρό σημείο).

### **3.10.1 Μέτρηση υγρασίας εδάφους**

Υγρασία του εδάφους μετράται με δύο πολύ ευδιάκριτα διαφορετικές μεθόδους, α) ποσοτικά, πράγμα που σημαίνει κατά πια ποσότητα, β) ποιοτικά, η οποία είναι μια ένδειξη του πόσο καλά το νερό συγκρατείται από τα σωματίδια του εδάφους.

#### Ποσοτικές Μέθοδοι

- δειγματοληψία εδάφους σταθμική
- σκέδασης νετρονίων
- διηλεκτρικής σταθεράς

Κάθε μία από αυτές τις μεθόδους μπορεί να προσφέρει στο χρήστη μια ποσοτική τιμή υγρασίας του εδάφους συνήθως σε μέτρα ανά μέτρο εδάφους (Παπαζαφειρίου 1994). Πολλαπλές μετρήσεις μπορούν να γίνουν στη ζώνη των ριζών, συνήθως ανά 30 cm. Προσθέτοντας κάθε επιμέρους μέτρηση υπολογίζεται η συνολική περιεκτικότητα σε υγρασία της ζώνης των ριζών. Με τη σύγκριση της συνολικής περιεκτικότητας H<sub>2</sub>O των ριζών σε διαδοχικές ημερομηνίες προσδιορίζεται το ποσό της εξάντλησης υγρασίας και επομένως η δόση άρδευσης.

#### 1. Βαρυμετρική δειγματοληψία του εδάφους.

Η σταθμική μέθοδος είναι μια άμεση, απόλυτη τεχνική για την εκτίμηση της συνολικής (διαθέσιμη και μη διαθέσιμη) περιεκτικότητας νερού του εδάφους. Η μέθοδος περιλαμβάνει την ξήρανση ενός δείγματος εδάφους σε ένα φούρνο (105 ° C) για να καθορίσει το ποσοστό του νερού στο έδαφος (με αφαίρεση του ξηρού βάρους από το αρχικό βάρος του δείγματος). Το βάρος του νερού στη συνέχεια διαιρείται διά του ξηρού βάρους του εδάφους για να ληφθεί η περιεκτικότητα σε νερό κατά βάρος. Εάν ο ειδικός όγκος του εδάφους είναι γνωστός, η ογκομετρική περιεκτικότητα σε νερό μπορεί να προσδιοριστεί. Αυτή η μέθοδος είναι χρονοβόρα, επίπονη και απαιτεί εξοπλισμό δειγματοληψίας, ζυγαριά και ένα φούρνο. Ένας μεγάλος αριθμός των δειγμάτων που πρέπει να λαμβάνονται για να εξαληφθεί η εγγενής χωρική μεταβλητότητα των εδαφών και περιεκτικότητα σε νερό. Δεδομένου ότι αυτή η μέθοδος είναι καταστρεπτική, τα δείγματα δεν μπορούν να ληφθούν από τον ίδιο ακριβώς σημείο σε μεταγενέστερες ημερομηνίες δειγματοληψίας. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συνήθως για τη βαθμονόμηση των εμμέσων μεθόδων, όπως ανίχνευση νετρονίων ή μεθόδων διηλεκτρικής σταθεράς. (Prichard 2008).



## 1. Σκέδαση νετρονίων

Η συσκευή διασποράς νετρονίων, που συχνά αναφέρεται ως ανιχνευτής νετρονίων, μετρά τη συνολική περιεκτικότητα σε νερό του εδάφους, εάν βαθμονομηθεί σωστά με σταθμική δειγματοληψία. Η μέθοδος αυτή υπολογίζει την ποσότητα του νερού σε έναν όγκο εδάφους, μετρώντας την ποσότητα του υδρογόνου στην περιοχή μέτρησης. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση υδρογόνου στα εδάφη σχετίζεται άμεσα με το περιεχόμενο νερού. Η μονάδα αποτελείται από μια πηγή νετρονίων υψηλής ενέργειας και έναν ανιχνευτή στεγάζονται σε 3 μονάδες, η οποία κατέρχεται μέσα σε ένα σωλήνα πρόσβασης εγκατεστημένο στο έδαφος. Η μονάδα ανιχνευτή είναι συνδεδεμένη μέσω καλωδίου με μία μονάδα ελέγχου στην επιφάνεια. Το αισθητήριο κατέρχεται σε συγκεκριμένο βάθος για να κάνει αναγνώσεις σε όλη τη ζώνη των ριζών.

Ταχεία νετρόνια εκπέμπονται από την πηγή πέρασμα δια μέσω του σωλήνα πρόσβασης μέσα στο περιβάλλον του εδάφους χάνοντας σταδιακά ενέργεια λόγω των συγκρούσεων με άλλα άτομα. Τα μόρια υδρογόνου στο χώμα είναι πιο αποτελεσματικά στην επιβράδυνση των ταχέων νετρονίων δεδομένου ότι είναι σχεδόν ίσα σε μάζα. Ως αποτέλεσμα των συγκρούσεων, παράγεται ένα σύννεφο από αργά ή θερμαινόμενα νετρόνια. Ο ανιχνευτής που βρίσκεται στη μονάδα του αισθητήρα μετρά αυτό το σύννεφο. Το μέγεθος και η πυκνότητα του νέφους εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του εδάφους, το υλικό του σωλήνα και την περιεκτικότητα του εδάφους. Γενικώς η μέγεθος μέτρησης καλύπτει όγκο του εδάφους 15 έως 30 cm<sup>3</sup>. Ο αριθμός των επιβραδυμένων νετρονίων που μετρήθηκαν σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα σχετίζεται γραμμικά με τη συνολική ογκομετρική περιεκτικότητα εδάφους σε νερό. (Prichard 2008).

Η βαθμονόμηση ή η σχέση του αριθμού νετρονίων με την ογκομετρική περιεκτικότητα σε νερό κατ' όγκο είναι απαραίτητη όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά υλικά σωλήνα πρόσβασης. Χάλυβας, PVC και αλουμίνιο είναι τα πιο κοινά υλικά που χρησιμοποιούνται. Βαθμονομήσεις θα πρέπει επίσης να αναπτυχθούν για εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη και ορισμένα ιόντα, όπως το βόριο.

Ο ανιχνευτής νετρονίων επιτρέπει την ταχεία και επαναλήψιμη μέτρηση της περιεκτικότητας σε νερό του εδάφους που πρέπει να γίνει σε διάφορα βάθη και θέσεις μέσα σε ένα πεδίο. Η ικανότητα να επαναλάβει μετρήσεις στην ίδια θέση ελαχιστοποιεί τις επιδράσεις της μεταβλητότητας του εδάφους. Μετά τη βαθμονόμηση, οι ανιχνευτές νετρονίων θεωρούνται από τις πιο ακριβείς μεθόδους για τη μέτρηση της συνολικής περιεκτικότητας σε νερό εδάφους.

Ο ανιχνευτής νετρονίων προσπέλασης θα πρέπει να τοποθετείται σε φρεάτια απόστασης τουλάχιστον 20cm βάθος. Ο ανιχνευτής νετρονίων δεν είναι ακριβής κατά τη μέτρηση των 20 πρώτων εκατοστών του εδαφών λόγω των νετρονίων που διαφεύγουν. Ανιχνευτές νετρονίων είναι διαθέσιμοι από \$ 3.500 - 4.500 δολάρια, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά. Πρόσθετο κόστος και χρόνος απαιτείται για την ειδική αδειοδότηση, την κατάρτιση των χειριστών για το χειρισμό και τις διαδικασίες αποθήκευσης. (Prichard 2008).

## **2. Μέθοδοι Διηλεκτρικής σταθεράς**

Οι μέθοδοι της διηλεκτρικής σταθεράς επιδιώκουν να μετρήσουν την ικανότητα του μη αγώγιμου εδάφους για τη μετάδοση υψηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ή παλμών όταν αυτά εισάγονται στο έδαφος. Οι συνακόλουθες τιμές σχετίζονται μέσω της βαθμονόμησης με την περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία.

Η βάση για τη χρήση αυτών των μέσων είναι ότι το ξηρό έδαφος πρέπει να έχει διηλεκτρικές τιμές κοντά στο 2 έως 5 και η τιμές στο νερό θα πρέπει να είναι 80 όταν μετράται μεταξύ 30 MHz και 1GHz.

Δύο προσεγγίσεις έχουν αναπτυχθεί για τη μέτρηση της διηλεκτρική σταθερά του νερού του εδάφους και την εκτίμηση της ογκομετρικής περιεκτικότητας σε νερό του εδάφους:

- Χρονική ανακλασιμετρία (TDR)
- Ανακλασιμετρία συχνότητας (FDR)

Η μέθοδος TDR όσο και η μέθοδος FDR δεν χρησιμοποιούν μια πηγή ραδιενέργειας επομένως δεν έχουν κόστος αδειοδότησης, κατάρτισης του προσωπικού και αποθήκευσης, σε σύγκριση με τον ανιχνευτή νετρονίων. (Prichard 2008).

#### Χρονική ανακλασιμετρία (TDR)

Η συσκευή TDR μεταδίδει ένα υψηλής συχνότητας εγκάρσιο ηλεκτρομαγνητικό κύμα κατά μήκος ενός καλωδίου που διατρέχει παράλληλα σωλήνα ο οποίος εισάγεται μέσα στο έδαφος. Το σήμα που παράγεται διατρέχει το σωλήνα η τον κυματοδηγό και στη συνέχεια επιστέφει πίσω στο μετρητή, ο οποίος μετρά το χρονικό διάστημα μεταξύ της αποστολής του παλμού και της λήψης του ανακλώμενου κύματος. Με τη γνώση του μήκους του καλωδίου και το μήκος κυματοδηγού, η ταχύτητα διάδοσης μπορεί να υπολογιστεί. Όσο ταχύτερη είναι η ταχύτητα διάδοσης, τόσο χαμηλότερη είναι η διηλεκτρική σταθερά, και επομένως χαμηλότερη η υγρασία του εδάφους.

Κυματοδηγοί είναι συνήθως ένα ζεύγος ράβδων από ανοξείδωτο χάλυβα, οι οποίες εισάγονται στο χώμα με μερικά εκατοστά απόσταση μεταξύ τους. Η μέτρηση είναι ο μέσος όρος της ογκομετρικής περιεκτικότητας σε νερό κατά το μήκος του κυματοδηγού.

Οι κυματοδηγοί βυθίζονται στο έδαφος ως την επιφάνεια σε ένα μέγιστο βάθος συνήθως 45-60cm . Ζεύγη των ράβδων μπορεί να έχουν εγκατασταθεί μόνιμα και να παρέχουν περιεκτικότητα σε νερό σε διαφορετικά βάθη. Εάν απαιτούνται βαθύτερες μετρήσεις, ένας λάκκος σκάβετε συνήθως και μετά οι κυματοδηγοί εισάγονται στα αδιατάρακτα τοιχώματα του λάκκου. Η διατάραξη του εδάφους μπορεί να αλλάξει την κίνηση του νερού και τα πρότυπα άντληση νερού, με αποτέλεσμα εσφαλμένα δεδομένα.

Οι αισθητήρες TDR είναι συσκευές με κόστος κοντά στα 8.000 δολάρια. Όμως, όταν βαθμονομηθεί και εγκατασταθεί σωστά, η τεχνική TDR είναι ιδιαίτερα ακριβής. Δεδομένου ότι οι μετρήσεις γίνονται από την επιφάνεια μπορεί εύκολα να μεταφέρεται σε πολλαπλές τοποθεσίες και να λειτουργεί καλά ακόμα και για καλλιέργειες με αβαθές ριζικό σύστημα. ( Prichard 2008).

### 3.10.2 Ανακλασιμετρία συχνότητας (FDR)

Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή εισέρχονται κύματα ραδιοσυχνοτήτων (RF) για τη μέτρηση της χωρητικότητας του εδάφους. Το έδαφος λειτουργεί ως διηλεκτρική ολοκλήρωση ενός κυκλώματος πυκνωτή, η οποία αποτελεί μέρος ενός βρόχου ανάδρασης από ένα ταλαντωτή υψηλής συχνότητας, τρανζίστορ. Η συχνότητα κυμαίνεται ανάλογα με τον κατασκευαστή, αλλά είναι γενικά κοντά 150 MHz.

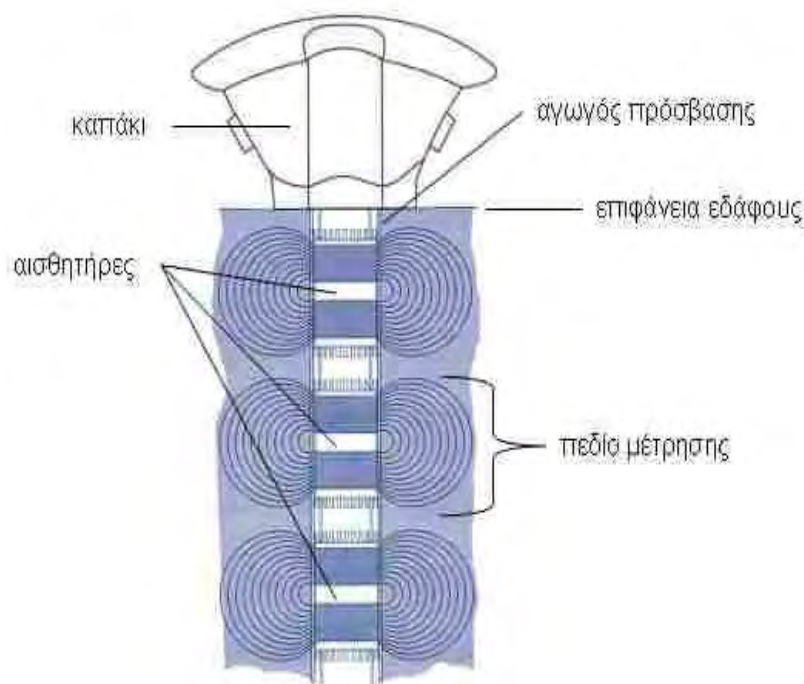
#### Εικόνα 3.1 Αισθητήρας FDR



Η χωρητικότητα του εδάφους που σχετίζονται με την διηλεκτρική σταθερά εξαρτάται από τη γεωμετρία του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από τα ηλεκτρόδια. Η διηλεκτρική σταθερά στη συνέχεια συνδέεται με την ογκομετρική

περιεκτικότητα σε νερό όπως στην μέθοδο TDR. Δυο διαφορετικά είδη μέσων χρησιμοποιούν τεχνικές FDR, μια μέθοδος του σωλήνα και ένα φορητού ανιχνευτή ώθησης.

**Εικόνα 4.3 Τομή αισθητήρα FDR**



### Τύπος Πρόσβασης Σωλήνα

Ένας σωλήνας πρόσβασης υλικού PVC χρησιμοποιείται παρόμοια με τον ανιχνευτή νετρονίων στον οποίο τα ηλεκτρόδια κατεβαίνουν μέσα στο σωλήνα ώστε οι μετρήσεις να λαμβάνονται σε διάφορα βάθη. Είναι αναγκαίο να εξασφαλισθεί μια πολύ στενή εφαρμογή μεταξύ των τοιχωμάτων του σωλήνα πρόσβασης και του εδάφους για την εξασφάλιση αξιόπιστων τιμών. Διάκενα αέρος επηρεάζουν την διαδρομή του σήματος στο έδαφος. Αν βαθμονομηθεί και εγκατασταθεί σωστά η ογκομετρικής περιεκτικότητας στο νερό του έδαφος είναι απαραίτητη (ειδικά σε αργιλώδη εδάφη και αυτών με υψηλή πυκνότητα χούμου) για να εξασφαλίζεται η ακρίβεια. Αν σωστά βαθμονομηθεί και να εγκατασταθεί, η ακρίβεια του ανιχνευτή θα είναι καλή.

Η μέθοδος έχει πολλά πλεονεκτήματα συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων στις ίδιες θέσεις και βάθη στην πάροδο του χρόνου. Το τυπικό κόστος είναι κοντά \$ 4.000.

Μια άλλη παραλλαγή αυτής της τεχνολογίας είναι η χρήση μίας μόνιμης εγκατάστασης, η οποία μετρά σε πολλαπλά βάθη. Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα καταγραφικά που κάνουν συχνές αναγνώσεις και αποθηκεύουν τα αποτελέσματα σε μια κεντρική συσκευή συλλογής δεδομένων. Αυτές οι αυτοματοποιημένες συσκευές μπορεί να κοστίσουν συνήθως 12 χιλιάδες δολάρια για μια σειρά από τέσσερα σημεία σε ένα πεδίο. (Prichard 2008)

### **3.10.3 Αισθητήρες έμπυξης**

Ο άλλος τύπος συσκευής αντίστασης είναι έμπυξης με το χέρι ενός σωλήνα, η οποία επιτρέπει ταχείς και εύκολες μετρήσεις κοντά στην επιφάνεια. Αυτοί οι ανιχνευτές παρέχουν ποιοτική μέτρηση της περιεκτικότητας σε νερό του εδάφους σε μια κλίμακα από το 1 -100 με υψηλές αναγνώσεις. Χρήση αισθητήρων έμπυξης σε ξηρά εδάφη που περιέχουν πέτρες είναι δύσκολη. Για βαθύτερες μετρήσεις χρησιμοποιούν ένα τρυπάνι εδάφους για να αποκτήσουν πρόσβαση σε βαθύτερα τμήματα της ζώνης ριζών. Ο σωλήνας χρησιμοποιείται καλύτερα σε καλλιέργειες με αβαθές ριζικό σύστημα. Το κόστος είναι σχεδόν \$ 500. (Prichard 2008).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 4.1 Εισαγωγή

Η διερεύνηση επίδρασης της διαφορετικής δόσης άρδευσης και των νέων τεχνολογιών προγραμματισμού των αρδεύσεων στην ανάπτυξη του φυτού στέβιας.

Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο φυτό διότι:

- είναι φυτό που ανταποκρίνεται στις μεταβολές της δόσης άρδευσης,
- απαιτεί καλλιεργητικές εργασίες και εξοπλισμό όμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια του καλαμποκιού.

Για το σκοπό αυτό σχεδιάστηκαν και εγκαταστάθηκαν συστήματα επιφανειακής στάγδην άρδευσης με 80% της διαθέσιμης υγρασίας εδάφους και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κλιματικών και εδαφικών παραμέτρων καθώς και δειγματοληψίες φυτικού υλικού σε πειραματικό αγρό.

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις καλλιεργητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν, στο σχεδιασμό του πειράματος, στις παραμέτρους και στις μεταβλητές που απαιτείται να μετρηθούν για την αξιολόγηση της άρδευσης. Περιγράφονται οι πειραματικές διαδικασίες από τις οποίες προέρχονται οι μετρήσεις των παραμέτρων και μεταβλητών αυτών. Περιγράφονται τα συστήματα και οι τεχνικές άρδευσης των πειραματικών τεμαχίων. Γίνεται αναφορά στις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις των εδαφικών παραμέτρων, των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας και τον υπολογισμό της δόσης άρδευσης.

#### 4.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στον πειραματικό αγρό του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην περιοχή του Βελεσίνου (39°23' Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος, 22°45' Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος, 70m υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας), συνολικής έκτασης 2190m<sup>2</sup> (30m x 73m), κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012.



Εικόνα 4.1 και 4.2 : Αγρός που πραγματοποιήθηκε το πείραμα.



#### 4.2.1 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Σύμφωνα με εδαφολογική μελέτη που έγινε, το πείραμα εγκαταστάθηκε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο που ανήκει στην υπό-ομάδα των Typic Xerorthent. Το έδαφος ταξινομήθηκε στα λεγόμενα Entisols. Σε όλο το βάθος της τομής υπερισχύουν τα κλάσματα της άμμου και η κοκκομετρική σύσταση βρίσκεται μεταξύ μέσης έως μετρίως χονδροκόκκης ή μετρίως λεπτόκοκκης, με υφή πηλώδη έως αμμοπηλώδη ή αργιλοπηλώδη (Μήτσιος κ.ά., 2000).

Τα εδάφη αυτού του τύπου, σε όλο τους το βάθος, είναι συνήθως πλούσια σε ανθρακικά άλατα αλλά σε επίπεδα κατώτερα των απαγορευτικών για τις καλλιέργειες. Η οργανική ουσία βρίσκεται σε μέτρια έως χαμηλά επίπεδα και μειώνεται ακανόνιστα με το βάθος. Είναι εδάφη μετρίως αλκαλικά με την τιμή του pH να κυμαίνεται μεταξύ 7,7-8,1. Η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (ΙΑΚ) είναι μέτρια έως υψηλή και τα επιμέρους κατιόντα Mg, K και Na βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων Fe, Zn και Mn είναι χαμηλή ενώ του Cu υψηλή αντίστοιχα. Ο διαθέσιμος φώσφορος βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Γενικά, το επίπεδο διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων χαρακτηρίζεται ικανοποιητικό έτσι ώστε να είναι δυνατή η επίτευξη υψηλών αποδόσεων ακόμη και με μηδενική λίπανση (Μήτσιος κ.ά., 2000).

Η κατάσταση της υδρομορφίας τους είναι καλή έως άριστη. Παρουσιάζουν υπερβολική έως άριστη αποστράγγιση ενώ το πετρώδες και η όχι καλά αναπτυγμένη δομή, δημιουργούν ένα καλό πορώδες αποτελούμενο από μια ποικιλία πόρων ως προς το μέγεθος και το σχήμα τους. Έτσι, εξασφαλίζεται ικανοποιητικός αερισμός και συγκράτηση νερού στο ριζόστρωμα των φυτών (Μήτσιος κ.ά., 2000).

Στο Πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους του αγρού.

**Πίνακας 4.1 :** Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P<sub>1</sub>

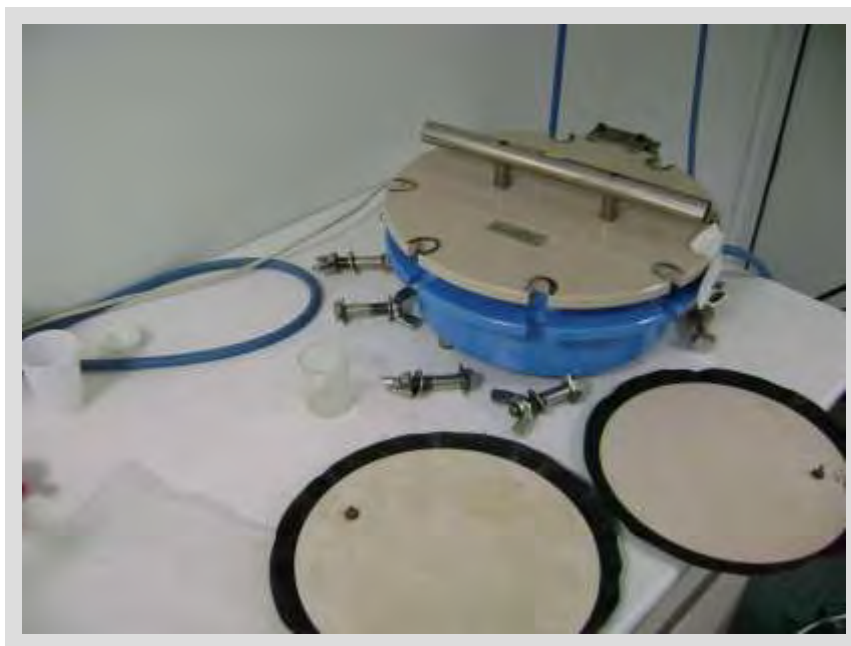
Βάθος (cm)	0-34	34-62
<b>Οργανική ουσία εδάφους g/100g</b>	1,10	1,07
<b>CaCO<sub>3</sub> %</b>	5,00	14,50
<b>pH 1:1</b>	7,90	8,10
<b>P-Olsen ppm</b>	20,00	9,00
<b>Ανταλλάξιμα κατιόντα εδάφους me/100g</b>	K	0,27
	Na	0,07
	Ca	25,50
	Mg	6,16
<b>C.E.C. me/100g εδάφους</b>		32,00
		32,80
<b>Ιχνοστοιχεία ppm</b>	Fe	4,50
	Cu	2,82
	Zn	0,80
	Mn	6,80

**Εδαφοτομή P<sub>1</sub>, Τάξη : Inceptisol, Υποομάδα : typic xerorthent**

Για την ορθή επιλογή του εύρους άρδευσης και τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης απαιτείται να είναι γνωστές υδροδυναμικές παράμετροι του εδάφους (υδατοϊκανότητα, σημείο μόνιμης μάρανσης και η φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους). Για το σκοπό αυτό συλλέχθηκαν δείγματα αδιατάρακτου εδάφους από κάθε επανάληψη από δύο διαφορετικά βάθη (0-30cm, 30-60cm) με την χρήση ειδικού εδαφολήπτη αδιατάρακτου δείγματος, ο οποίος αποτελείται από μεταλλικούς κυλίνδρους διαμέτρου 5cm και ύψους 5cm. Έτσι, ο συνολικός αριθμός δειγμάτων ήταν 4 επαναλήψεις με 2 μεταχειρίσεις, 8 δείγματα 0.30 και 8 δείγματα 30-60. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά τέτοιο τρόπο ώστε κάθε δείγμα να αντιστοιχεί σε μία επανάληψη και η πορεία που ακολουθήθηκε για τη συλλογή των δειγμάτων ήταν σε τεθλασμένη γραμμή κατά μήκος του πειραματικού αγρού. Ακολουθήθηκε η συγκεκριμένη πορεία συλλογής των δειγμάτων για να μειωθεί στο ελάχιστο η πιθανότητα να μείνει εκτός δειγματοληψίας κάποιο σημείο του αγρού όπου πιθανώς να υπήρχε ανομοιομορφία στο έδαφος (Benjamin, 1992). Ωστόσο, για τη διαδικασία δειγματοληψίας έγινε η παραδοχή ότι η συγκεκριμένη έκταση του

αγροκτήματος ήταν ομογενής λόγω της περιορισμένης έκτασης του πειραματικού αγρού αλλά και παλαιότερης εδαφολογικής μελέτης, σύμφωνα με την οποία η έκταση αυτή εντάσσεται σε ευρύτερη εδαφολογική ζώνη του αγροκτήματος (Μήτσιος κ.ά., 2000).

Ο προσδιορισμός της ποσότητας νερού που συγκρατεί το συγκεκριμένο έδαφος στην υδατοϊκανότητα έγινε με την εφαρμογή της τεχνικής της σταδιακής αφαίρεσης νερού από αδιατάρακτα δείγματα εδάφους. Ως υδατοϊκανότητα ορίζεται η υγρασία που συγκρατεί ένα βαθύ, ομοιόμορφο και καλά στραγγιζόμενο έδαφος μετά την απομάκρυνση του ελεύθερου νερού (Παπαζαφειρίου, 1994). Στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, ο προσδιορισμός αυτός γίνεται με την συσκευή δίσκου πίεσεως.



**Εικόνα 4.3 :** Συσκευή Richards και οι δίσκοι πίεσεως 1Atm και 15Atm.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ένα μικρό δείγμα κορεσμένου, με νερό, εδάφους τοποθετείται πάνω σε πορώδη κεραμικό δίσκο, ο οποίος είναι κορεσμένος με νερό επίσης, και καλύπτεται αεροστεγώς με μεταλλικό κάλυμμα. Ο χώρος κάτω από τον δίσκο βρίσκεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα ενώ στο χώρο που βρίσκεται πάνω από τον δίσκο εφαρμόζεται αέρας υπό πίεση. Η συσκευή ρυθμίζεται

κατάλληλα ώστε η διαφορά πίεσης μεταξύ του πάνω και του κάτω από το δίσκο χώρου να ισούται με την τάση που αντιστοιχεί στην υδατοϊκανότητα του εδάφους που εξετάζεται. Το δείγμα παραμένει για ορισμένο χρόνο στη συσκευή και στη συνέχεια προσδιορίζεται η υδατοϊκανότητα από τη διαφορά βάρους του δείγματος πριν και μετά την εφαρμογή του αέρα υπό πίεση. Η πίεση που εφαρμόζεται συνήθως κυμαίνεται από 0,05-1,0Atm και η διάρκεια παραμονής του δείγματος στην συσκευή είναι περίπου 24h. Με τον ίδιο τρόπο προσδιορίστηκε και η ποσότητα νερού που συγκρατεί το ίδιο έδαφος στο σημείο μόνιμης μάρανσης (σημείο στο οποίο το έδαφος συγκρατεί ποσότητα νερού η οποία όμως δεν είναι διαθέσιμη για την κάλυψη των αναγκών των φυτών). Σήμερα, ως αντιπροσωπευτική του σημείου μόνιμης μάρανσης όλων των εδαφών, έχει γίνει αποδεκτή η τάση των 15Atm (Παπαζαφειρίου, 1994).

Η κατά βάρος ποσότητα νερού που συγκρατεί το έδαφος στην υδατοϊκανότητα και στο σημείο μόνιμης μάρανσης προσδιορίστηκε με τη θερμοβαρυμετρική μέθοδο. Η κατ' όγκο ποσότητα νερού που συγκρατεί το έδαφος είναι το γινόμενο της αντίστοιχης κατά βάρος ποσότητας επί τη φαινόμενη πυκνότητά του. Σημειώνεται ότι η φαινόμενη πυκνότητα του εδάφους υπολογίστηκε ως το πηλίκο του ξηρού βάρους του αρχικού δείγματος εδάφους, όπως αυτό συλλέχθηκε στους ειδικούς κυλίνδρους δειγματοληψίας αδιατάρακτου δείγματος, προς τον όγκο του μεταλλικού δοχείου δειγματοληψίας. Οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων καθώς και η διαθέσιμη υγρασία του εδάφους (Available Soil Moisture, ASM) .

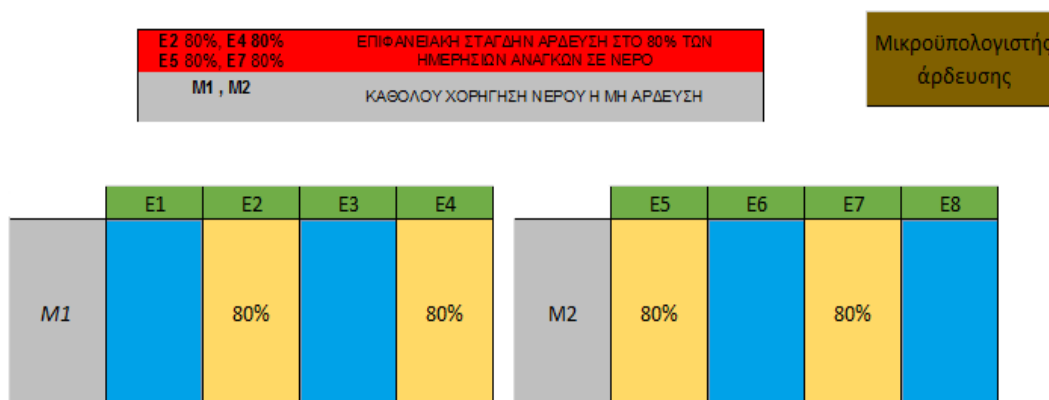
#### 4.4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Μετά την ολοκλήρωση της προετοιμασίας της σποροκλίνης ακολουθούσε η χάραξη του πειραματικού αγρού. Η χάραξη πραγματοποιούνταν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται δύο βασικές προϋποθέσεις. Πρώτον, τα 3 πειραματικά τεμάχια να έχουν την ίδια ακριβώς έκταση και να ήταν συνεχόμενα.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με τρεις μεταχειρίσεις και τρεις επαναλήψεις μαζί με τον μάρτυρα. Η τυχαιοποίηση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την εφαρμογή πινάκων τυχαιοποιημένων διψήφιων αριθμών (Φασούλας, 1991, Φωτιάδης, 1996). Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

I. **E80** : Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα νερού ίση με το 80% της ΕΤ.

II. **Μάρτυρας** : χωρίς άρδευση.



## **ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

### **4.5 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ**

Η ποσότητα νερού άρδευσης που εφαρμόζονταν σε κάθε άρδευση ελέγχονταν και καταγράφονταν μέσω μηχανικών υδρομετρητών. Χρησιμοποιήθηκαν 6 υδρομετρητές σε κάθε μεταχείριση, δηλαδή ένας για κάθε επανάληψη, και συνολικά 12 για το σύνολο των μεταχειρίσεων και επαναλήψεων. Οι υδρομετρητές συνδέονταν στον δευτερεύοντα αγωγό μεταφοράς στο σημείο υδροληψίας της κάθε επανάληψης. Η καταγραφή των ποσοτήτων νερού που χορηγούνταν σε κάθε επανάληψη γίνονταν πριν και μετά το τέλος της κάθε άρδευσης ενώ πραγματοποιούνταν σύγκριση της συνολικής ποσότητας νερού που κατέγραψαν όλοι οι υδρομετρητές με την ποσότητα που κατέγραψε ο κεντρικός υδρομετρητής στην κεφαλή ελέγχου.

Ο τακτικός έλεγχος των υδρομετρητών εξασφάλιζε την έγκαιρη διαπίστωση και αποκατάσταση τυχόν δυσλειτουργιών ή αστοχίας του συστήματος. Με αυτή τη μέθοδο ελέγχονταν τόσο η ομοιομορφία εφαρμογής του νερού άρδευσης.

#### **4.5.1 ΕΔΑΦΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**

Η μέτρηση της υγρασίας εδάφους και των μεταβολών της αποτελούν βασική παράμετρο των αρδεύσεων. Η εδαφική υγρασία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις μεθόδους άρδευσης που στοχεύουν στην διατήρησή της σε ένα ορισμένο εύρος τιμών καθορίζοντας το χρόνο και την ποσότητα νερού που θα εφαρμοστεί σε κάθε άρδευση.

Για την μέτρηση της εδαφικής υγρασίας έχουν χρησιμοποιηθεί άμεσες και έμμεσες μέθοδοι (Gardner et al., 1991). Οι άμεσες μέθοδοι απαιτούν τη λήψη δειγμάτων εδάφους στα οποία εφαρμόζονται χημικές τεχνικές ή τεχνικές θέρμανσης για τον προσδιορισμό του περιεχόμενου νερού. Η κυριότερη μέθοδος από αυτές είναι η θερμοβαρυμετρική. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το εδαφικό δείγμα υφίσταται θέρμανση στους 105°C έως ότου σταθεροποιηθεί το βάρος του (Gardner et al., 1991)

και με διαδοχικές ζυγίσεις του βάρους του πριν και μετά την θέρμανση προσδιορίζεται η εδαφική υγρασία (Παπαζαφειρίου, 1994).

Οι έμμεσες μέθοδοι προσδιορισμού της εδαφικής υγρασίας βασίζονται σε μετρήσεις φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους που σχετίζονται με αυτή. Η μετρήσεις πραγματοποιούνται από αισθητήρες μόνιμα εγκατεστημένους στο έδαφος οι οποίοι συνδέονται με μονάδα μέτρησης, κάθε φορά που απαιτείται να γίνει καταγραφή της εδαφικής υγρασίας. Σε άλλες περιπτώσεις η μέτρηση γίνεται με φορητούς αισθητήρες που δεισδύουν απευθείας στο έδαφος ή σε ειδικούς προεγκατεστημένους σε αυτό σωλήνες. Οι έμμεσες μέθοδοι πλεονεκτούν έναντι των άμεσων μεθόδων διότι επιτρέπουν την καταγραφή της εδαφικής υγρασίας στο ίδιο σημείο σε διαδοχικές χρονικές περιόδους. Οι περισσότερο διαδεδομένες είναι η μέθοδος των νετρονίων, η μέθοδος της ηλεκτρικής αντίστασης και οι μέθοδοι της διηλεκτρικής σταθεράς. Μεταξύ των μεθόδων μέτρησης της διηλεκτρικής σταθεράς συγκαταλέγεται και η μέθοδος T.D.R.

## Υπολογισμοί δόσεων άρδευσης

### 4.6 . Θεωρητικός τρόπος υπολογισμών

Για τον υπολογισμό της άρδευσης με σταγόνα χρησιμοποιούνται συνήθως δυο τρόποι, ο θεωρητικός και ο πρακτικός (εξατμισόμετρο). Ο θεωρητικός τρόπος περιλαμβάνει τους παρακάτω υπολογισμούς:

Όπου:

**ΥΔ**= Υδατοϊκανότητα

**ΣΣΜ**= Σημείο Μόνιμης Μάρανσης

**ΒΡ**= Βάθος ριζοστρώματος : 600mm

**ΚΥΑ** = Κρίσιμη Υγρασία άρδευσης

Υδατοϊκανότητα : 33%

Σημείο μόνιμης μάρανσης : 20% κ.ο

ΦΕΒ ~ 1,40

C = όριο εξάντλησης υγρασίας εδάφους = 0,55 mm

Για να θέσουμε το όριο ώστε ο αισθητήρας να αρχίσει την άρδευση θα πρέπει να γνωρίζουμε το Συνολικό νερό.

$$\text{Συνολικό νερό} = \frac{(ΥΔ - ΣΜΜ)}{100} ΒΡ = \frac{33 - 20}{100} * 600 = 78 \text{mm } m^3 / \sigma \tau\rho$$

Επειδή δεν θέλουμε να εξαντληθεί πάνω από 55% υγρασία, 78mm νερού μείον 55% μας δίνει 43 χιλιοστά νερού (Υγρασία κ.ο) ως όριο εξάντλησης υγρασίας.

$$43 = \frac{(ΥΔ - ΚΥΑ)}{100} ΒΡ \Rightarrow \frac{4300}{600} - ΥΔ \Rightarrow ΚΥΑ = 23,83 \text{ mm}$$

Άρα για τον υπολογισμό της Κρίσιμης υγρασίας ως κατώτατο όριο υγρασίας εδάφους για έναρξη άρδευσης θέτουμε το 24 (Υγρασία κ.ο.)



#### 4.6.1 Μετρήσεις ποσοστού άρδευσης της καλλιέργειας

Πίνακας 4.2 : Εβδομαδιαίος υπολογισμός Μ.Ο άρδευσης καλλιέργειας.

Ημερομηνία	Μ.Ο. Εβδομαδιαίας δόσης άρδευσης στο 80% της ETm (mm)
Από 29/4 ως 4/5	25,70
Από 5/5 ως 11/5	24,66
Από 12/5 ως 18/5	27,45
Από 19/5 ως 26/5	27,83
Από 27/5 ως 2/6	31,45
Από 3/6 ως 9 /6	26,51
Από 10/6 ως 17/6	26,15
Από 18/6 ως 24/6	25,81
Από 25/6 ως 30/6	26,89
Από 1/7 ως 7/7	25,73
Από 8/7 ως 14/7	26,16
Από 16/7 ως 21/7	26,24
Από 22/7 ως 28/7	26,34
Από 29/7 ως 4/8	26,42
Από 5/8 ως 11/8	26,43
Από 12 ως 19/8	26,17
Από 20/8 ως 27/8	26,10
Από 28/8 ως 3/9	26,80
Από 3/9 ως 10/9	26,42
Από 11/9 ως 18/9	29,43
Από 19/9 ως 26/9	27,04
Από 27/9 ως 30/9	26,10

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 5.1 Κλιματικά Δεδομένα

Στο διάγραμμα 5.1 παρουσιάζονται τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση), που επικράτησαν καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (από 11/05 έως και 04/10/2012) στο Βελεστίνο. Παράλληλα πραγματοποιείται η σύγκριση τους με τις μέσες κλιματικές τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης της τελευταίας 25ετίας για την υπό μελέτη περιοχή.

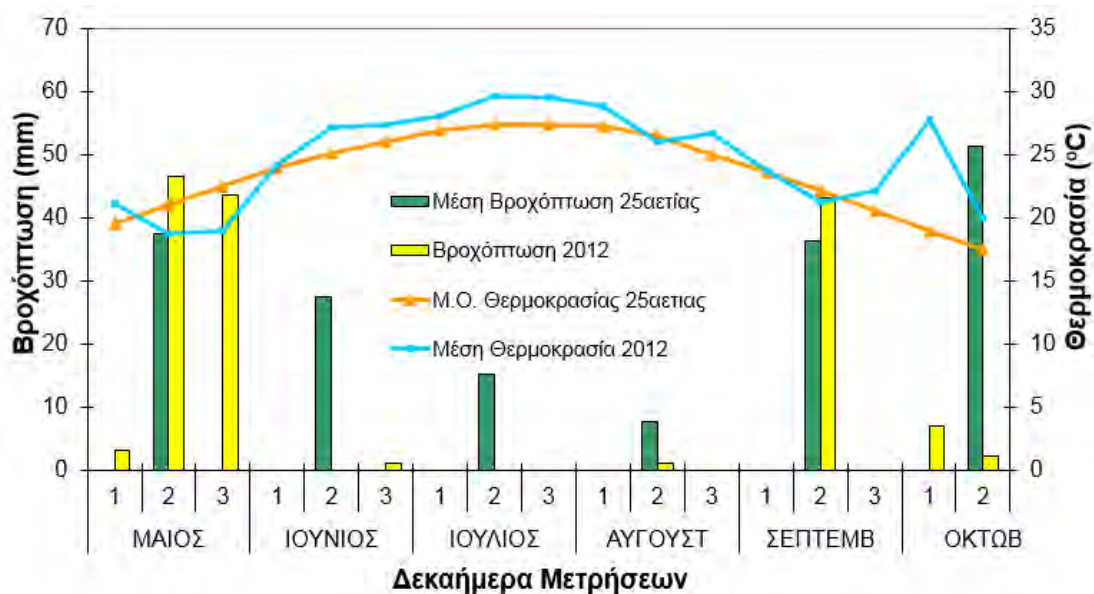
Η καλοκαιρινή περίοδος του 2012 χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές τιμές βροχόπτωσης για τους μήνες, Μάιο και Σεπτέμβριο ενώ αντίθετα για τους υπόλοιπους μήνες (Ιούλιο, Αύγουστο και Οκτώβριο) παρατηρούμε κατά πολύ χαμηλότερες τιμές βροχόπτωσης από τις αντίστοιχες τιμές της 25ετίας.

Στον πίνακα 5.1 συγκρίνονται οι θερμοκρασίες που επικράτησαν την καλλιεργητική περίοδο του 2012 με τις αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας της 25ετίας.

**Πίνακας 5.1. Σύγκριση των τιμών της βροχόπτωσης για την καλλιεργητική περίοδο του 2012 με αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας της 25ετίας.**

	10-ΗΜΕΡΑ	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ		ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	
		Av 25 years	2012	Av 25 year	2012
<b>ΜΑΙΟΣ</b>	1	0,00	3,20	19,50	21,15
	2	37,50	46,50	21,00	18,70
	3	0,00	43,50	22,50	18,98
<b>ΙΟΥΝΙΟΣ</b>	1	0,00	0,00	23,90	24,14
	2	27,40	0,00	25,10	27,11
	3	0,00	1,20	26,00	27,31
<b>ΙΟΥΛΙΟΣ</b>	1	0,00	0,00	26,90	28,02
	2	15,30	0,00	27,40	29,64
	3	0,00	0,00	27,30	29,49
<b>ΑΥΓΟΥΣΤ</b>	1	0,00	0,00	27,20	28,83
	2	7,80	1,20	26,50	26,02
	3	0,00	0,00	25,00	26,72

<b>ΣΕΠΤΕΜΒ</b>	1	0,00	0,00	23,60	23,70
	2	36,30	43,20	22,10	21,21
	3	0,00	0,00	20,60	22,15
<b>ΟΚΤΩΒ</b>	1	0,00	7,20	19,00	27,71
	2	51,20	2,40	17,50	19,93
	3				



**Γράφημα 5.1. Μέση βροχόπτωσης 25ετίας και βροχόπτωσης 2012.**

### 5.1.1. Συζήτηση

Οι θερμοκρασίες του αέρα ήταν ηπιότερες σε σχέση με την προηγούμενη 25ετία. Αντίθετα με τις τιμές των θερμοκρασιών, οι τιμές των βροχοπτώσεων για τους μήνες Μάιο και Σεπτέμβριο ήταν σχετικά μεγαλύτερες έναντι των αντίστοιχων τιμών των βροχοπτώσεων της 25ετίας.

Αντίθετα οι βροχοπτώσεις για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Οκτώβριο ήταν κατά πολύ χαμηλότερες από αυτές της εικοσιπενταετίας. Όπως προκύπτει λοιπόν το καλοκαίρι του 2012 ήταν πιο ξηρό σε σχέση με το μέσο όρο της 25ετί.

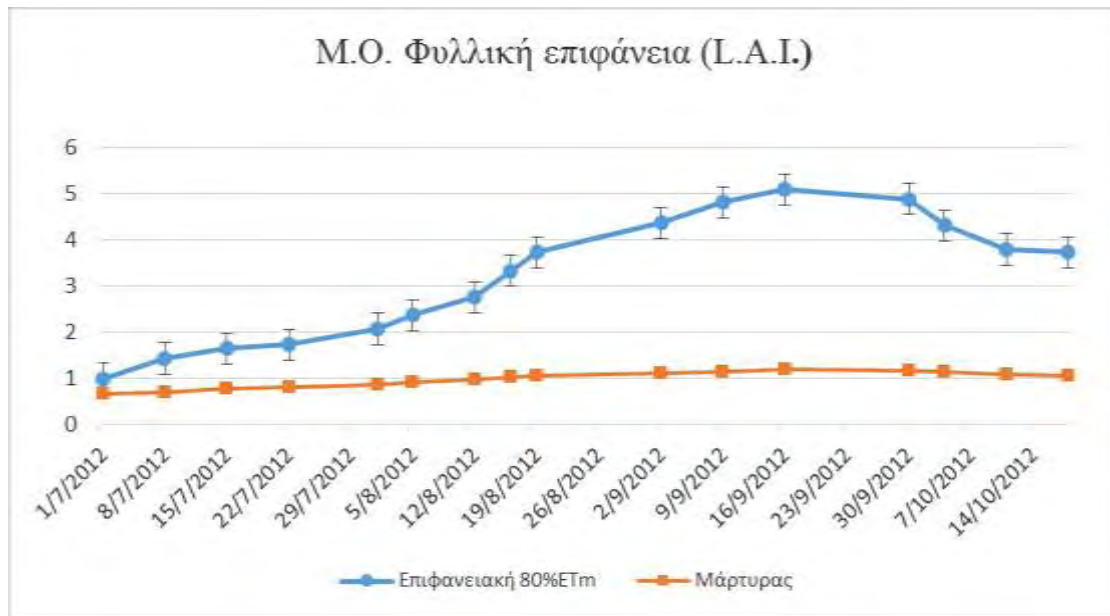
## 5.2. Φυλλική επιφάνεια (L.A.I.)

### 5.2.1. Αποτελέσματα

Στον πίνακα 5.2 Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.) της καλλιέργειας για όλες τις μεταχειρίσεις καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του 2012 στο Βελεστίνο.

Πίνακας 5.2 : Αποτελέσματα μετρήσεων του δείκτη (L.A.I.)

Ημερομηνία	Μ.Ο. Επιφανειακή άρδευση 80%ΕΤm	Μ.Ο. Μάρτυρας
1/7/2012	0,99	0,66
8/7/2012	1,43	0,71
15/7/2012	1,65	0,78
22/7/2012	1,73	0,82
1/8/2012	2,07	0,87
5/8/2012	2,37	0,92
12/8/2012	2,76	0,97
19/8/2012	3,33	1,02
168/2012	3,73	1,06
2/9/2012	4,37	1,10
9/9/2012	4,82	1,15
16/9/2012	<b>5,09</b>	1,20
30/9/2012	4,89	1,17
4/10/2012	4,32	1,14
11/10/2012	3,8	1,09
18/10/2012	3,73	1,06



Γράφημα 5.2 Μ.Ο μετρήσεων δείκτη Φυλλικής επιφάνειας.

### 5.2.2. Συζήτηση

Μια σημαντική παρατήρηση η οποία αφορά τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, στο στάδιο της γήρανσης των φύλλων, είναι η σαφής διαφοροποίηση στη χρονική διάρκεια της πτώσης της τιμής του L.A.I. κάτω από την τιμή 5.

Στη μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης 80% η πτώση της τιμής του L.A.I. κάτω από την επιθυμητή τιμή 5 λαμβάνει χώρα την περίοδο 30/09/12 ως 18/10/12.

Στη μεταχείριση του μάρτυρα δεν ξεπέρασε ποτέ την τιμή 5.

### 5.3. Ύψος Φυτών

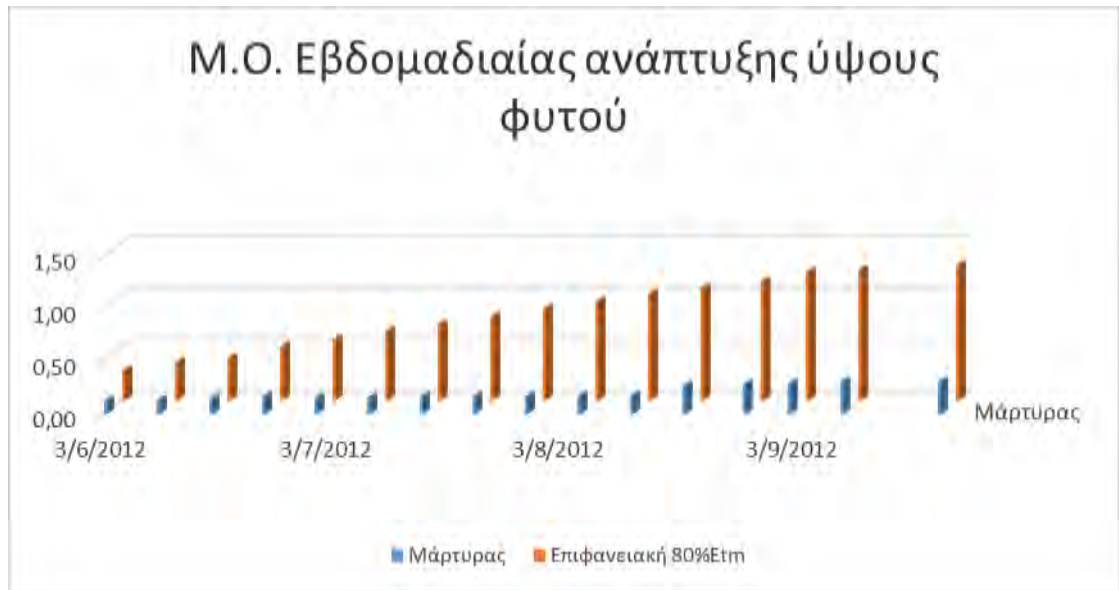
#### 5.3.1. Αποτελέσματα

Η εξέλιξη των υψών των φυτών όλων των επαναλήψεων όπου αρδεύτηκαν καθώς επίσης και του μάρτυρα απεικονίζονται στο διάγραμμα 5.3 για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου του 2012. Στον πίνακα 5.4 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι για τις αντίστοιχες περιόδους.

**Πίνακας 5.3. Μ.Ο. εβδομαδιαίας μέτρησης ύψους φυτών**

Μ.Ο.	Μάρτυρας Μ1	Επιφανειακό 80% Ε2	Επιφανειακό 80% Ε4		Μάρτυρας Μ2	Επιφανειακό 80% Ε5	Επιφανειακό 80% Ε7
3/6/2012	0,12	0,32	0,33		0,13	0,31	0,34
10/6/2012	0,14	0,39	0,38		0,13	0,37	0,40
17/6/2012	0,16	0,44	0,45		0,15	0,43	0,45
24/6/2012	0,17	0,51	0,51		0,16	0,51	0,51
1/7/2012	0,18	0,59	0,59		0,18	0,59	0,58
8/7/2012	0,18	0,67	0,65		0,19	0,69	0,65
15/7/2012	0,22	0,74	0,71		0,20	0,74	0,71
22/7/2012	0,24	0,82	0,78		0,22	0,83	0,78
29/7/2012	0,25	0,90	0,85		0,23	0,91	0,85
5/8/2012	0,26	0,98	0,92		0,24	0,98	0,91
12/8/2012	0,28	1,05	1,01		0,25	1,05	0,96
19/8/2012	0,28	1,10	1,06		0,26	1,12	1,03
27/8/2012	0,30	1,15	1,11		0,27	1,18	1,11
2/9/2012	0,30	1,19	1,15		0,28	1,24	1,33
9/9/2012	0,31	1,25	1,22		0,30	1,30	1,23
22/9/2012	0,31	1,28	1,24		0,31	1,35	1,30

Έτσι, ο τελικός μέσος όρος ύψους στον μάρτυρα δεν ξεπέρασε τα 31cm με μέγιστη τιμή τα 45cm. Στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ΕΤm ο μέσος όρος ύψους ήταν 135cm, με μέγιστη τιμή τα 142cm.



**Διάγραμμα 5.3 :** Η εξέλιξη των υψών των φυτών στο σύνολο των μεταχειρίσεων

### 5.3.2. Συζήτηση

Συμπερασματικά σαφή υπεροχή εμφανίζουν οι τιμές των υψών των επαναλήψεων της στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm.

Ο μάρτυρας ο οποίος δεν δέχτηκε άρδευση είναι εμφανές ότι η ανάπτυξη του υστερεί σε σύγκριση με την επιφανειακή στο 80% της ETm.

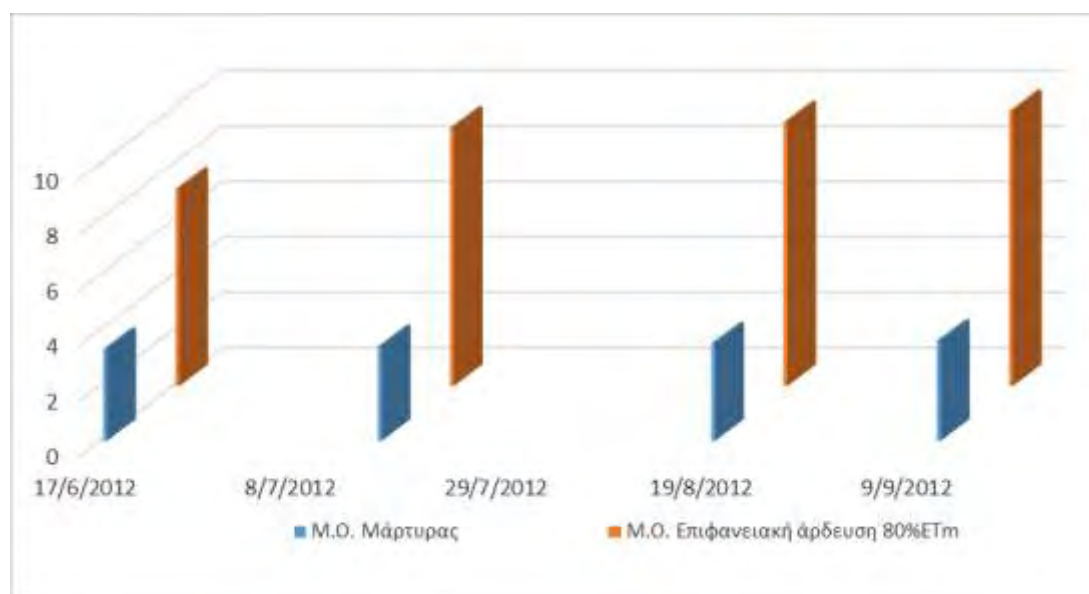
## 5.4. Δευτερεύοντες κλάδοι φυτού

### 5.4.1. Αποτελέσματα

Στον πίνακα 5.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων αριθμών των δευτερευόντων κλάδων του φυτού της καλλιέργειας για όλες τις μεταχειρίσεις καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του 2012 στο Βελεστίνο.

Πίνακας 5.4 : Μετρήσεις συνολικού Μ.Ο. του αριθμού δευτερευόντων κλάδων.

Ημερομηνία	Μ.Ο. Μάρτυρα	Μ.Ο. Επιφανειακή άρδευση 80%ETm
17/6/2012	3,3	7,1
15/7/2012	3,4	9,3
18/8/2012	3,5	9,5
10/9/2012	3,6	9,9



Γράφημα 5.4 : Μ.Ο Μετρήσεων δευτερευόντων κλάδων



#### **5.4.2. Συζήτηση**

Οι δευτερεύοντες κλάδοι που δημιούργησε το φυτό σε άρδευση 80% έφτασαν τα 8-12 ανά φυτό χωρίς να έχουν τεράστιες διαφορές. Σε αντίθεση ο μάρτυρας δεν ξεπέρασε τους τέσσερις δευτερεύοντες κλάδους ανά φυτό

Ο μεγαλύτερος αριθμός κλάδων παρουσιάστηκε κατά την περίοδο 10/9/12 κατά μέσο όρο 9,9 στη μεταχείριση επιφανειακής άρδευσης 80\%.

## 5.5. Στατιστική ανάλυση

Είναι γνωστό ότι η επιστημονική έρευνα βασίζεται στην παρατήρηση φαινομένων για να συλλέξει και να αναλύσει πληροφορίες και μετρήσεις που προέρχονται από αυτές τις παρατηρήσεις, και στη συνέχεια να προχωρήσει στην εξαγωγή χρήσιμων και γενικεύσιμων συμπερασμάτων. Η αναφορά σε αυτό το σύνολο των πληροφοριών και μετρήσεων συνήθως γίνεται με τον επιστημονικό όρο δεδομένα (data). Ένας ερευνητής διεξάγει επιστημονικές μελέτες και έρευνες με σκοπό να δώσει απαντήσεις σε συγκεκριμένα ερωτήματα και γενικούς προβληματισμούς που σχετίζονται με μία συγκεκριμένη ομάδα ή ομάδες ατόμων ή αντικειμένων.

Η επιστημονική έρευνα επιτρέπει στους ερευνητές να προβαίνουν σε παρατηρήσεις των φαινομένων και των προβλημάτων που εξετάζουν. Η Στατιστική παρέχει τα κατάλληλα εργαλεία για το σχεδιασμό της διαδικασίας συλλογής, περιγραφής, ανάλυσης και επεξεργασίας αυτών των παρατηρήσεων. Δηλαδή, ένα σύνολο από μεθόδους και κανόνες που επιτρέπουν την οργάνωση μιας συλλογής δεδομένων, τη συνοπτική και αποτελεσματική παρουσίαση και ανάλυση τους, και τέλος την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Κατσάνος, Χ., Αβούρης, Ν.,

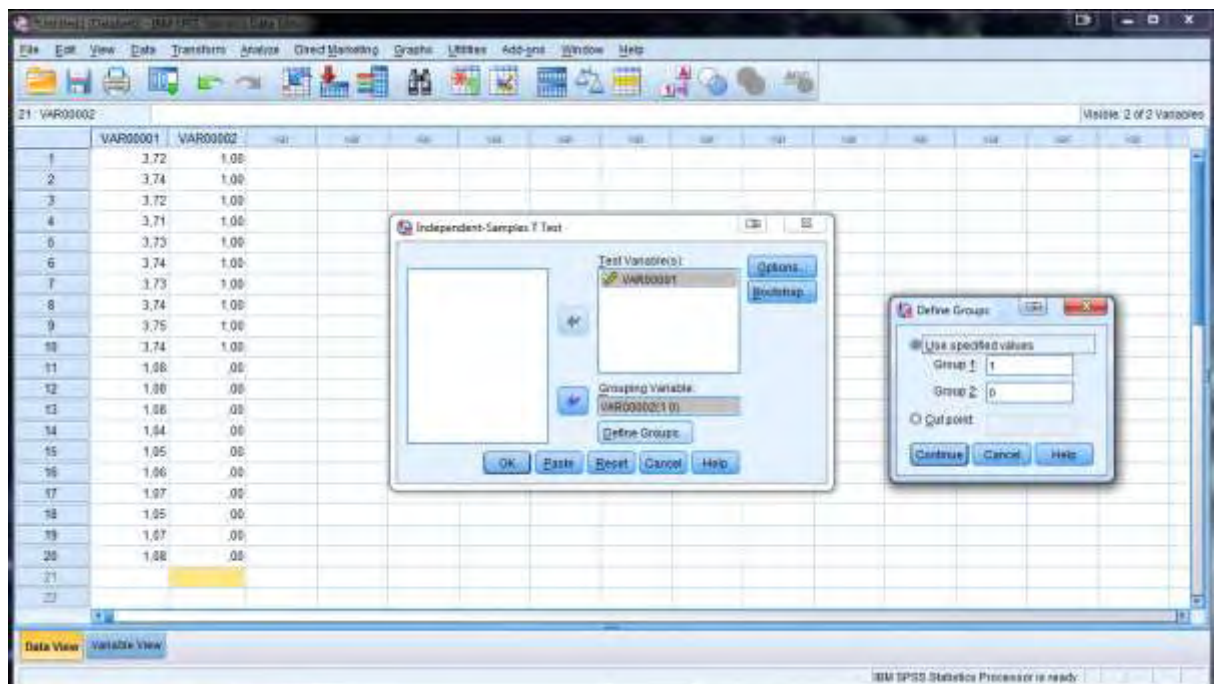
### 5.5.1 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων δείκτη ( L.A.I )

Με την βοήθεια του προγράμματος spss statistics θα κάνουμε σύγκριση Μ.ο ανάμεσα σε δυο μεταβλητές που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η ποσότητα 80% άρδευσης και ο μάρτυρας για να δούμε αν διαφέρουν στατιστικά.

Πίνακας 5.7 δεδομένων Μ.Ο. δείκτη ( L.a.i ) 1/7/2012

<b>Μ.Ο. Επιφανειακή άρδευση 80%ΕΤμ</b>	<b>Μ.Ο. Μάρτυρας</b>
3.72	1.08
3.74	1.08
3.72	1.08
3.71	1.04
3.73	1.05
3.74	1.06
3.73	1.07
3.74	1.05
3,75	1.07
4,74	1,08

· Πίνακας 5.8 : Τοποθέτηση δεδομένων Δείκτη L.A.I στο spss statistics



Τα δεδομένα τοποθετούνται στην στήλη 1 και 2 για να ακολουθήσει η στατιστική ανάλυση. Για να γίνει αυτό θα χρησιμοποιήσουμε Independent T-Test . Το Independent T-Test χρησιμοποιείτε όταν διαθέτουμε δυο μεταβλητές και θέλουμε να συγκρίνουμε τους μέσους όρους για να δούμε αν υπάρχουν στατιστικές διαφορές μεταξύ τους. Στην Πρώτη στήλη τοποθετούμε τους μέσους όρους των δεδομένων που συλλέξαμε στον αγρό κατά την περίοδο 1/7/2012 οι οποίες ήταν οι ανώτερες της περιόδου του πειράματος.

Στην πρώτη στήλη τοποθετούμε τους μέσους όρους που συλλέξαμε ως (Dependent Variable) ενώ στην 2<sup>η</sup> στήλη τοποθετούμε τα Groups. Τα Groups ως (0,1) ώστε να διαχωρίσουμε τους μέσους όρους σε κατηγορίες με άρδευση 80% και μάρτυρα.

Πίνακας 5.9 : Ανάλυση δεδομένων

→ T-Test

Group Statistics					
	VAR00002	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	1.00	10	3,7320	,01229	,00389
	.00	10	1,0660	,01506	,00476

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
VAR00001	Equal variances assumed	.026	.349	433,753	18	.000	2,66600	,00615	2,65309	2,67891
	Equal variances not assumed			433,753	17,308	.000	2,66600	,00615	2,65305	2,67895

### 5.5.2 Αποτελέσματα – συζήτηση

Στον πρώτο πίνακα 5.10 (Group Statistics) παρατηρούμε το N όπου δηλώνει τον αριθμό των δειγμάτων που έχουμε. Στην συγκεκριμένη περίπτωση και στην άρδευση 80% και στον μάρτυρα τα δείγματα είναι 10.

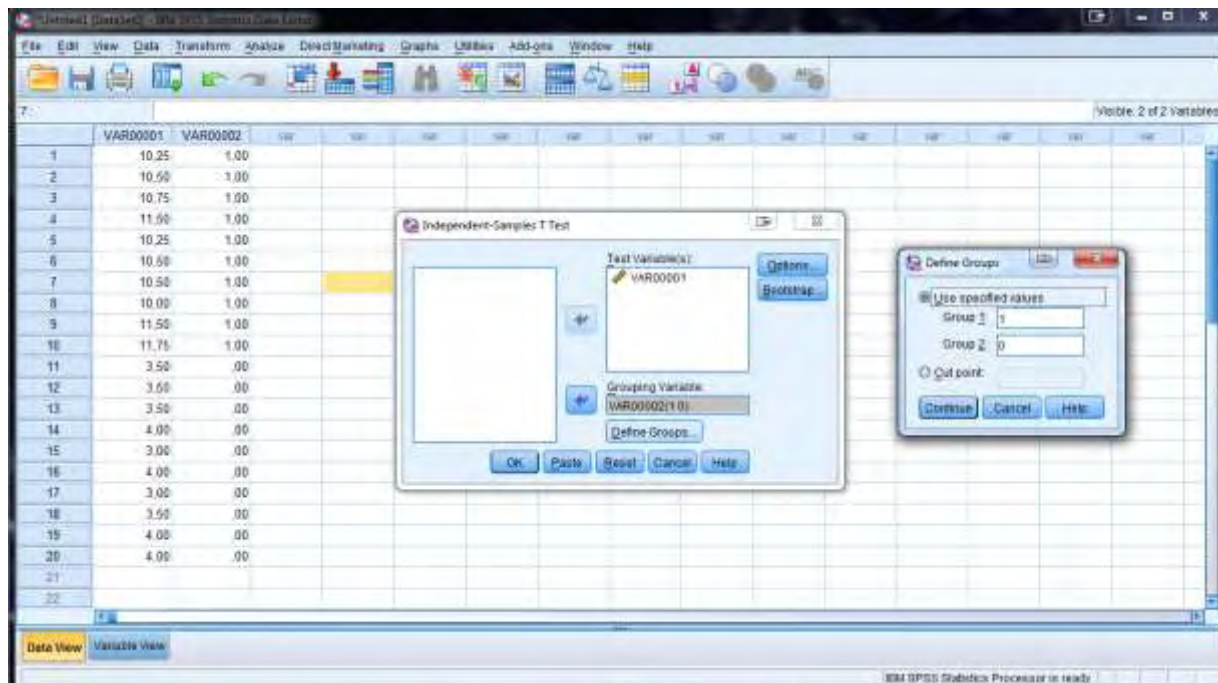
Ο Μέσος όρος για την άρδευση 80%=3.7320 ενώ για τον μάρτυρα =1.0660 άρα υπάρχει μια διαφορά 2.666.

Η τυπική απόκλιση για την άρδευση 80% = .01229 και .01506 για τον μάρτυρα.

Στην συνέχεια δίνουμε προσοχή στο πίνακα Levene's και Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνουμε στην Sig<0.05, αφού το 5% θέτουμε συνήθως ως επίπεδο σημαντικότητας. Άρα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών που συγκρίνονται.

### 5.5.3 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων δευτερευόντων κλάδων

. Πίνακας 5.10 : Τοποθέτηση δεδομένων δευτερευόντων κλάδων στο spss statistics



Όπως και προηγουμένως τα δεδομένα τοποθετούνται στο Spss για να ακολουθήσει η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συλλέξαμε στον αγρό κατά την περίοδο 1/7/2012 οι οποίες ήταν οι ανώτερες της περιόδου του.

. Πίνακας 5.11 : Ανάλυση δεδομένων δευτερευόντων κλάδων

→ T-Test

	VAR000002	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR000001	1,00	10	10,7500	,61237	,19366
	,00	10	3,6000	,39441	,12472

		Levene's Test for Equality of Variances		Test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
VAR000001	Equal variances assumed	2,331	,144	35,041	18	,000	7,15000	,23034	6,66608	7,63392
	Equal variances not assumed			35,041	15,370	,000	7,15000	,23034	6,66608	7,63392

### 5.5.4 Αποτελέσματα – συζήτηση

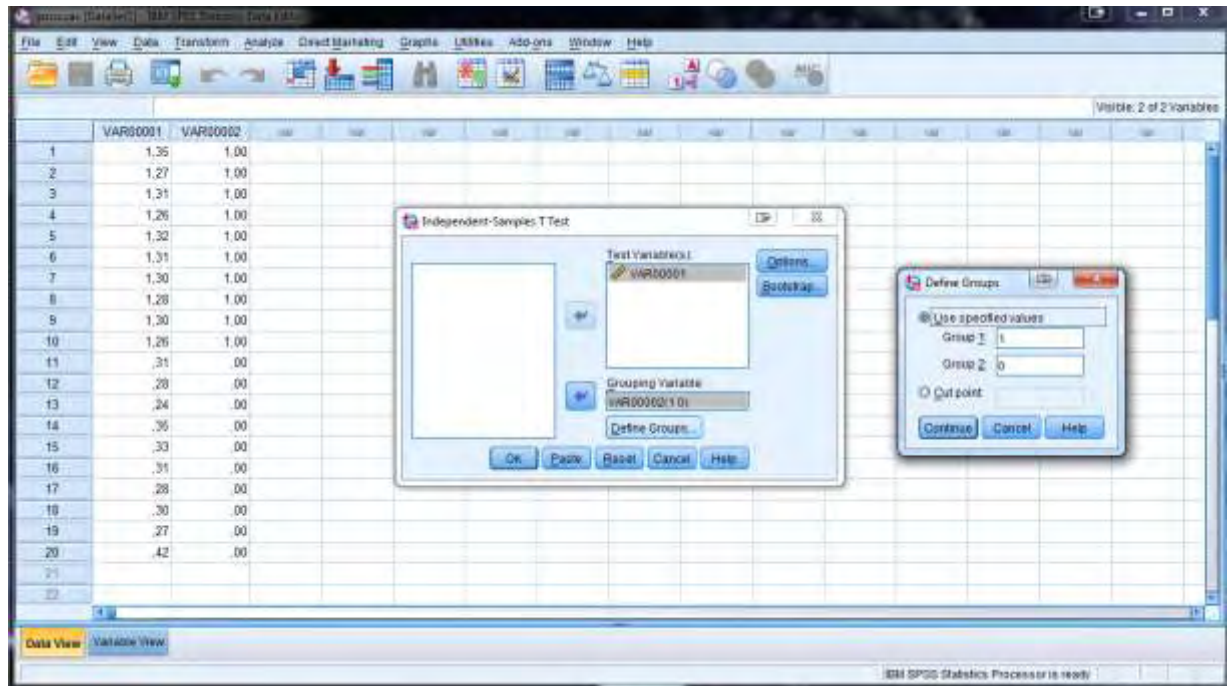
Ο Μέσος όρος για την άρδευση 80%=10.7500 ενώ για τον μάρτυρα =3,6000 άρα υπάρχει μια διαφορά 7,1500.

Η τυπική απόκλιση για την άρδευση 80% = .23034 και .39441 για τον μάρτυρα.

Στον Πίνακα Levenes η Sig<0.05 όπου θέτουμε ως σημείο σημαντικότητας, άρα τα δείγματα μας έχουν στατιστικές διαφορές.

### 5.5.5 Στατιστική ανάλυση Ύψους φυτών

. Πίνακας 5.12 : Τοποθέτηση δεδομένων ύψους στο spss statistics



Παρομοίως με πριν τοποθετούμε τους μέσους όρους των δεδομένα από τις μετρήσεις του ύψους των φυτών και ακολουθεί στατιστική ανάλυση με Independent sample T – Test.



Πίνακας 5.13 : Ανάλυση δεδομένων ύψους φυτών

→ T-Test

VAR00001	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
80%	10	1,2960	,02875	,00909
0%	10	,3090	,04999	,01581

		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
VAR00001	Equal variances assumed	1,073	,314	54,123	18	,000	,98700	,01824	,94869	1,02531
	Equal variances not assumed			54,123	14,367	,000	,98700	,01824	,94798	1,02602

### 5.5.6 Αποτελέσματα – συζήτηση

Ο Μέσος όρος για την άρδευση 80%=1,2960 ενώ για τον μάρτυρα =,3090 άρα υπάρχει μια διαφορά 0,987.

Η τυπική απόκλιση για την άρδευση 80% = .02875 και .

όπου η Sig<0.05. Άρα και στην περίπτωση του ύψους των φυτών υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών που συγκρίνονται.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

### **6.1. Ύψος φυτών**

- Οι μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm παρουσίασαν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη σε ύψος με μέγιστο μ.ο 1,35 cm.
- Τέλος ο μάρτυρας είχε σαφέστατα την μικρότερη από όλες τις μεταχειρίσεις ανάπτυξη σε ύψος με μέγιστο Μ.Ο. 0,31 cm.

### **6.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.)**

- Η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm είχε την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη φυλλικής επιφάνειας.
- Οι μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm παίρνουν τις μέγιστες τιμές τους την περίοδο (Αυγούστου – Σεπτεμβρίου).
- Ο μάρτυρας δεν ξεπέρασε την επιθυμητή τιμή 5 καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος.

### **6.3. Αριθμός δευτερέων κλάδων φυτού**

- Οι μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm παρουσίασαν τη μεγαλύτερο αριθμό δευτερευόντων κλάδων φυτού περίπου 2 φορές μεγαλύτερη από τον μάρτυρα.
- Τέλος ο μάρτυρας δεν ξεπέρασε τους 4 κλάδους ανά φυτό.

#### **6.4. Στατιστική ανάλυση**

- Η στατιστική ανάλυση του Μ.Ο. των ύψους των φυτών έδειξε πως υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα δεδομένα μεταξύ των μεταχειρίσεων της επιφανειακής άρδευσης στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm και του μάρτυρα.
- Η ανάλυση που έγινε στα δεδομένα των δευτερέων κλάδων μας έδειξε πως και σε αυτή την περίπτωση ο αριθμός μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm και ο μ.ο των δειγμάτων του μάρτυρα διαφέρουν στατιστικά.

#### **6.5. Οικονομική ανάλυση**

- Η οικονομική ανάλυση μας έδειξε πως με την χρήση μηχανημάτων το συνολικό κόστος ανά στέμμα για την παραγωγή στέβιας είναι περίπου 380-400 euro.
- Το σημείο ισορροπίας μεταξύ κόστους και κέρδους είναι 200 kg/στρ.
- Στην Ελλάδα η μεση απόδοση είναι από 100-400 kg/στρ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.

### ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



Εικόνα 1 : Τοποθέτηση συστήματος άρδευσης.





Εικόνα 2 : Φυτό στέβιας στις πρώτες μέρες του μήνα Ιουνίου.



Εικόνα 3 : Φυτό στέβιας κατά το μήνα Ιούλιο.





Εικόνα 4 : Αισθητήρας FDR.



Εικόνα 5 : Φυτό στέβιας κατά το μήνα Αύγουστο.





Εικόνα 6 : Φυτό στέβιας κατά το μήνα Αύγουστο.



Εικόνα 7 : Μάρτυρας κατά το μήνα Ιούνιο.



Εικόνα 8 : Περιοχή Βελεστίνου πείραμα στέβιας .



# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.

## Οικονομικά στοιχεία καλλιέργειας στέβιας

Έρευνα έως σήμερα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η έρευνα ξεκίνησε το έτος 2005-2007 με χρηματοδότηση του ΥΠΑΑΤ. Αυτή συνεχίστηκε τα έτη 2008 και 2009 με χρηματοδότηση της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης και Ο.Τ.Α.

Το 2005 το ΥΠΑΑΤ μέσω του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε χρηματοδότησε ερευνητική πρόταση του Π. Θεσσαλίας, από το ταμείο έρευνας και πληροφόρησης καπνού της ΕΕ. Ομάδες καπνοπαραγωγών σε παραδοσιακές καπνικές περιοχές και το Ε.ΘΙ.ΑΓ.Ε τα έτη 2005-2007. Τα διάφορα περάματα αφορούσαν παραγωγή σποροφύτων σε σπορεία παραδοσιακά , επιπλέοντα υδροπονικά και μη επιπλέοντα στο Π.Θ, σε Αγρίνιο και Λαμία (CHEMIFARM ), Λίπανση και έλεγχο ζιζανίων (Ξάνθη, Λαμία, Κιλκίς). Μετρήθηκε η περιεκτικότητα και απόδοση σε γλυκαντικές ουσίες (ζάχαρη) ανάλογα με το χρόνο συλλογής και τρόπο ξήρανσης, καθώς και οι ανάγκες της στέβιας σε νερό. Τη δεύτερη χρονιά εκτός από τα πειράματα σε αντιπροσωπευτικές καπνικές περιοχές έγιναν και αποδεικτικές καλλιέργειες με επιτόπου επισκέψεις για ενημέρωση – Εκπαίδευση καπνοπαραγωγών, νέων αγροτών και φορέων του δημοσίου σχετικά με τη δυνατότητα και τις προοπτικές αυτής της νέας καλλιέργειας . Επίσης υπολογίστηκε το κόστος και η οικονομικότητα της νέας καλλιέργειας από τον Κ. Πολύμερο στο Π. Θεσσαλίας. Όλα τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στην τελική έκθεση που υποβλήθηκε στον Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε το 2007.

Η έρευνα συνεχίστηκε το 2008 σε Καρδίτσα, Θεσσαλονίκη και Γρεβενά. Το 2009 οι αποδεικτικές καλλιέργειες έγιναν με χρηματοδότηση σε περιοχή των Τρικάλων, Γρεβενών, όπου η έρευνα αφορούσε ανάγκες της στέβιας σε νερό, οικονομικότητα καλλιέργειας και προσβολές από έντομα και ασθένειες.

Από τα οικονομικά στοιχεία των ετήσιων πειραματικών καλλιεργειών στην Ελλάδα προέκυψαν τα εξής σχετικά με το κόστος της πειραματικής καλλιέργειας της στέβιας, στο γεωργικό εισόδημα και την δυνατότητα καθαρού κέρδους στην Ελλάδα.

Στον πρώτο πίνακα βλέπουμε τα οικονομικά στοιχεία κόστους παραγωγής, γεωργικού εισοδήματος και κέρδους / ζημίας καλλιέργειας στέβιας στην Ελλάδα την χρονική περίοδο 2007-2008.

**Οικονομικά στοιχεία καλλιέργειας στέβιας Π. Κάπογλου, 2008**

1. ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΕΒΙΑΣ ΑΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ			
Είδος Δαπάνης	Ανάλυση δαπάνης	χειρωνακτική καλλιέργεια σε ευρώ	Μηχανική καλλιέργεια σε ευρώ
Ενοίκιο αγρού		60,00	60,00
Σπόρος ( 150 ευρώ/ kg )	2 gr / στρ χ 150 =	0,30	0,30
Παραγωγή σποροφύτων		400,00	400,00
Μεταφύτευση		90,00	50,00
Ζιζανιοκτονία	Stomp 0.33x18=	6,00	6,00
ψεκασμός		1,50	1,50
Όργωμα	4x10 ευρώ =	40,00	40,00
φρέζα		10,00	10,00
Σκάλισμα	2x10 ευρώ =	0,00	20,00
Λίπασμα ( 5N - 2P - 10K)	2x60	120,00	0,00
Εφαρμογή λίπανσης	4,5+2,3+10=	1,50	1,50
Άρδευση		30,00	30,00
Συγκομιδή και ξήρανση		5,00	5,00
Αμοιβή κεφαλαίου	Επιτόκιο 7%	56,00	56,00
Συνολικό κόστος στρέμματος		837,10	691,10

Στον δεύτερο πίνακα βλέπουμε τα οικονομικά στοιχεία κόστους παραγωγής γεωργικού εισοδήματος και κέρδους / ζημίας καλλιέργειας στέβιας τεσσάρων ετών την χρονική περίοδο 2009. ( Κ.Ε.ΤΕ.Θ, 2009 )

**Οικονομικά στοιχεία καλλιέργειας στέβιας Π. Κάπογλου, 2008**

<b>ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ</b>	<b>Μη εκμηχάνιση (kg / στρ)</b>	<b>Εκμηχάνιση (kg / στρ)</b>
1. Απόδοση σε ξηρά φύλλα κ/στρ	250-410	250-310
2. Τιμή πώλησης τελικού προϊόντος	2	2
3. Άδια παραγωγής	500-800	500-800
4. Συνολική ακαθάριστη πρόσοδος	500-820	500-820
<b>ΔΑΠΑΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>		
<b>1. ΕΝΟΙΚΙΟ ΓΗΣ</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
<b>2. ΕΡΓΑΣΙΑ :</b>	<b>169</b>	<b>156,5</b>
Αρδεύσεις	40	45
Διανομή λιπασμάτων	4	4
Μηχανικά σκαλίσματα	15	15
Βοτανίσματα	80	60
Συλλογή χειρωνακτική	20	22,5
Συλλογή μηχανικά	10	10
<b>3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>	<b>147,5</b>	<b>178,4</b>
3.1 Αναλώσιμα ( λιπάσματα , καύσιμα )	70	70
3.1.1. Αρδευτικά	15	15
3.2 Πάγιο κεφάλαιο : Κόστος / Έτος	62,5	93,4
3.2.1 Εργασία για παραγωγή σπόρου και μεταφύτευση (αφορά το πρώτο έτος εγκατάστασης καλλιέργεια	<b>249,5</b>	<b>373,5</b>
παραγωγή σποροφύτων	140	0
2 φορές άρωση από 15` η καθεμιά	30	30
2 φορές φρέζα από 20` η καθεμιά	40	40
Μηχανική μεταφύτευση από 9 ώρες 12 στρ	30	30
Αυλακώματα - παράχωμα φυτών	7,5	7,5
Ψεκασμός	2	2
Αγορά σποροφύτων (Αφορά εκμηχάνιση` )	0	0
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΣΤΡΕΜΜΑ</b>	<b>386,5</b>	<b>404,9</b>
<b>ΚΕΡΔΟΣ Η ΖΗΜΙΑ kg/στρ</b>	<b>113,5-433,5</b>	<b>95-415,1</b>
<b>ΚΟΣΤΟΣ kg/κιλό</b>	<b>1,56-0,92</b>	<b>1,62-0,99</b>
<b>ΣΗΜΕΙΟ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ</b>	<b>193 kg/Στρ</b>	<b>202 Kg/Στρ</b>

### 5.5.2. Συζήτηση

Από τα οικονομικά στοιχεία των ετήσιων πειραματικών καλλιεργειών στην Ελλάδα τα αποτελέσματα που προέκυψαν σχετικά με το κόστος της πειραματικής καλλιέργειας στέβιας και το γεωργικό εισόδημα και δυνατότητα καθαρού κέρδους στην Ελλάδα :

Α ) Το κόστος παραγωγής κατά στρέμμα στις συνθήκες των πειραματικών και αποδεικτικών καλλιεργειών κυμάνθηκε από 691 ευρώ ανά στρέμμα σε μη εκμηχανισμένη καλλιέργεια στέβιας, έως 837 ευρώ ανά στρέμμα σε μη εκμηχανισμένη καλλιέργεια.

Β ) Ως όριο ισορροπίας μεταξύ της ελάχιστης απόδοσης κατά στρέμμα προς κάλυψη του κόστους καλλιέργειας ανά στρέμμα εκτιμήθηκε στην Ελλάδα, η απόδοση των 277 και 335 kg/στρ αντίστοιχα ξηρών φύλλων κατά στρέμμα μηχανικής και χειρωνακτικής παραγωγής αντίστοιχα, ούτως αυτή η απόδοση των 277-335 κιλών (με τιμή πώλησης 2,5 ευρώ την ισχύουσα τιμή διεθνώς) να καλύπτει το κόστος παραγωγής των 691- 837 / στρέμμα. Έτσι με αποδόσεις πάνω από αυτό το όριο των 277-335 κιλών ξηρών φύλλων, θα μπορεί η καλλιέργεια της στέβιας να είναι κερδοφόρα και στην Ελλάδα

Γ ) Το καθαρό κέρδος κατά στρέμμα ( με μέση απόδοση 400 κιλών ξηρών φύλλων ανά στρέμμα και με τιμή 2,5 ευρώ που πλησιάζει στις διεθνείς τιμές ) εκτιμήθηκε σε 309 ευρώ / στρέμμα στην περίπτωση εκμηχανισμένης καλλιέργειας, ενώ στην περίπτωση χειρωνακτικής καλλιέργειας εκτιμήθηκε αντίστοιχα το καθαρό κέρδος στα 163 ευρώ κατά στρέμμα.

Από τα οικονομικά στοιχεία των πολυετών πειραματικών καλλιεργειών στην Ελλάδα προέκυψαν τα εξής σχετικά με το κόστος της πειραματικής καλλιέργειας της στέβιας, το γεωργικό εισόδημα και τη δυνατότητα του καθαρού κέρδους στην Ελλάδα :

A ) Το κόστος παραγωγής ανά στέμμα στις συνθήκες των πειραματικών και αποδεικτικών κυμάνθηκε από 386,5 ευρώ ανά στέμμα σε εκμηχανισμένη καλλιέργεια στέβιας, έως 404,9 ευρώ ανά στρέμμα σε μη εκμηχανισμένη καλλιέργεια.

B ) Ως όριο ισορροπίας μεταξύ της ελάχιστης απόδοσης ανά στρέμμα προς κάλυψη του κόστους καλλιέργειας εκτιμήθηκε, απόδοση των 193 και 202 αντίστοιχα, κιλών ξηρών φύλλων ανά στέμμα να καλύπτει το κόστος παραγωγής των 386,5 – 404,9 €/στρέμμα. Έτσι με αποδόσεις πάνω από αυτό το όριο και με τιμή πώλησης φύλλων προς 2 ευρώ το κιλό θα μπορεί η καλλιέργεια της στέβιας να είναι κερδοφόρα στην Ελλάδα.

Γ ) Το καθαρό κέρδος κατά στρέμμα εκτιμήθηκε σε 95 έως και 404,9 ευρώ/στρέμμα (ανάλογα με την απόδοση σε ξηρά φύλλα) στην περίπτωση εκμηχανισμένης καλλιέργειας, ενώ στην περίπτωση μη εκμηχανισμένης καλλιέργειας εκτιμήθηκε αντίστοιχα το καθαρό κέρδος στα 113,5 έως 433,5 ευρώ/στρέμμα. Η τιμή πώλησης υπολογίστηκε 2 ευρώ το κιλό ξηρών φύλλων στέβιας ( που είναι μικρότερη από τις διεθνείς τιμές ) (Κ.Ε.ΤΕ.Α.Θ, 2009 )

Δ ) Όσο αφορά τις αποδόσεις παρατηρείται ότι οι καλλιέργειες δυο και περισσότερων ετών έχουν υψηλότερη παραγωγικότητα από την ετήσια. Με βάση τις μετρήσεις και τις παρατηρήσεις των γεωπόνων συμπεραίνεται ότι εάν η καλλιέργεια δεχθεί τις σωστές καλλιεργητικές πρακτικές οι αποδόσεις θα είναι οικονομικά πολύ ικανοποιητικές. Πρέπει όμως να είναι ικανοποιητική και η περιεκτικότητα των φύλλων

σε στεβιοσίδη, τουλάχιστον γύρω στο 10%. Με οικονομικό όριο απόδοσης τα 50 g ξηρό βάρος φύλλων για 4500 φυτά/Στρ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1). Γαλανοπούλου-Σενδούκα,Σ., 2001.*Ειδική Γεωργία Ι,Πανεπιστημιακές παραδόσεις*, Βόλος.
- 2) Κάπογλου Π., << Στέβια. Η επιχειρηματική καλλιέργεια της στέβιας>>, Εκδόσεις ο ίδιος ο συγγραφέας, Μαυρόλοφος Σερρών, 2008
- 3) Κάτσanos Χ., Αβούρης Ν., <<Στατιστικές Μέθοδοι Ανάλυσης Πειραματικών Δεδομένων>>
- 4) Λόλας Π., «Πειράματα, αποδεικτικοί αγροί και οικονομικότητα του είδους *stevia rebaudiana* ως εναλλακτική καλλιέργεια του καπνού», Τελική έκθεση, ΥΠΑΑΤ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος 2007.
- 5) Λόλας Π., <<Πειράματα, αποδεικτικοί και καινοτομία του είδους *stevia rebaudiana* ως καινοτόμος εναλλακτική καλλιέργεια – τρώσιμο στην ελλαδα>>
- 6) (Μήτσιος κ.ά., 2000). Μήτσιος Κ.Ι., Τούλιος, Γ.Μ., Χαρούλης, Αθ., Γάτσιος, Φ. και Φλωράς, Στ. 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεσίνου. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα. pp. 6-42.
- 7) Παπαζαφειρίου, Ζ., 1994. Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων, Εκδόσεις Ζήτη, Αθήνα, pp. 196-217.
- 8) Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία, 1996. *Διάφοροι μέθοδοι άρδευσης και αρδευτικά συστήματα. Μηχανήματα για την Γεωργία* (σελ.: 48-57).
- 9) Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., 1996. *Συνολικές ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών του Θεσσαλικού κάμπου*, Υδροτεχνικά, 6, σελ.: 62-77 2) Παπακώστα, Δ., 2001. *Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι*, Εκδόσεις Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, σελ.: 178-180.

- 10)** Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., Τζιμόπουλος, Χ., Καλφούντζος, Δ., 1997. Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με τη μέθοδο TDR και στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων. Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα, σελ.271-280.
- 11)** Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., Παπαλέξης, Δ., Δαναλάτος, Ν., Βουλτσάνης, Π. και Νάκος, Ν., 2003. *Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του Ινώδους Σόργου στην Κεντρική Ελλάδα*. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ.: 183-190.
- 12)** Τερζίδης, Γ., Παπαζαφειρίου, Ζ., 1997. *Γεωργική Υδραυλική*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ.: 172-174, 200.
- 13)** Φασούλας, Κ.Α. 1991. Στοιχεία πειραματικής στατιστικής. Εκδόσεις: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη. pp. 95-123.
- 14)** Ben- Asher, J., 1979 *Trickle irrigation timing and its effect on plant and soil water status*.
- 15)** Benjamin, J. M. 1992. Preparation of Soil Sampling Protocols: Sampling Techniques and Strategies. Environmental Monitoring Systems Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Las Vegas, Nevada, 89193. pp. 3-7, 6-11, 6-12.
- 16)** Brandle J. E, and Rosa, N. 1992. *Heritability for yield lead:stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of stevia rebaudiana*.
- 17)** Gardner, C.M.K., Bell, J.P., Cooper, J.D., Dean, T.J., Gardner, N. and Hodnett, M.G. 1991. Soil water content. In: Soil analysis: physical methods, K.A. Smith, C.E. Mullins (Eds) Marcel Dekker, Inc, New York, USA, pp. 1-73.
- 18)** Terry L. Prichard Walter Management Specialist . Soil Moisture Measurement technology.
- 19)** Science Tech Entrepreneur, VOL 12/N0.10, October 2004



Internet links :

[www.steviaextractintneraw.com](http://www.steviaextractintneraw.com)

[www.eufic.org](http://www.eufic.org)

[www.pfaf.org](http://www.pfaf.org)

[www.omafra.gov](http://www.omafra.gov)

<http://www.scribd.com>