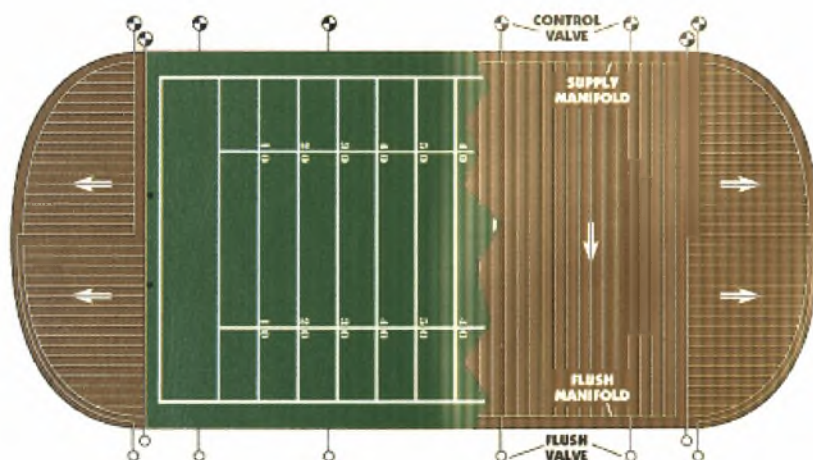


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

225
8-7-2008

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΕ ΓΚΑΖΟΝ



Νητσόπουλος Νικόλαος

Πτυχιακή διατριβή που υποβλήθηκε στο τμήμα Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για τη λήψη του πτυχίου του Γεωπόνου.

Βόλος 2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6614/1
Ημερ. Εισ.: 03-10-2008
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2008
NHT

Τριμελής επιτροπή

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Καθηγήτρια Π.Θ. (Επιβλέπουσα Καθηγήτρια)

Αρβανιτογιάννης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Τσιρόπουλος Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Σε όσους αγαπώ...
και με αγαπούν...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων που διεξάγονται στο εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Θέλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Καθηγήτρια κυρία Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη για την συνεχή καθοδήγηση και παρακολούθηση της πτυχιακής μου διατριβής, επίσης και για την πολύτιμη και ουσιαστική συμβολή της στην επίλυση των θεωρητικών και πειραματικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά καιρούς.

Ευχαριστώ θερμά τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής τον Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Τσιρόπουλο Νικόλαο και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κύριο Αρβανιτογιάννη Ιωάννη για την εποικοδομητική κριτική και το χρόνο που αφιέρωσαν για την ανάγνωση και διόρθωση της πτυχιακής μου διατριβής.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον κύριο Παπανίκο Νικόλαο, τον κύριο Τέντα Ιωάννη, την κυρία Χουλιάρα Χρύσα, τον συνάδελφο στην τρέλα κύριο Μητρόπουλο Δημήτριο και τον κύριο Τζαλαμούρα Ιωάννη για την συνεργασία που είχαμε καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Διερευνήθηκε η ανάπτυξη του χλοοτάπητα (*Festuca arundinacea*), υπό την επίδραση δυο μεθόδων άρδευσης, ήτοι της υπόγειας άρδευσης με σταγόνα και της άρδευσης με καταιονισμό με Pop Up. Για τους σκοπούς αυτούς έγινε πείραμα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το έτος 2002, με δυο μεταχειρίσεις και τέσσερις επαναλήψεις. Η ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού καθορίστηκε με τον θεωρητικό τρόπο με βάση το βάθος του ριζοστρώματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο μεθόδων άρδευσης, με την άρδευση με καταιονισμό να υπερτερεί έναντι της άρδευσης με υπόγεια σταγόνα. Όμως με την άρδευση με υπόγεια σταγόνα έχουμε πολύ λιγότερη κατανάλωση νερού από ότι με την άρδευση με καταιονισμό.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	10
3 Ο ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ (<i>Festuca arundinacea</i>).....	11
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	11
3.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	11
3.2.1 Προετοιμασία του εδάφους.....	12
3.2.2 Σπορά.....	12
3.2.3 Άρδευση.....	12
3.2.4 Κοπή.....	12
3.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	12
3.3.1 Λίπανση.....	12
3.3.2 Κοπή.....	13
3.3.3 Άρδευση.....	13
3.3.4 Έλεγχος ζιζανίων.....	13
3.3.5 Ασθένειες.....	14
3.3.6 Έντομα.....	14
3.3.7 Επανασπορά.....	14
4 ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟ (POP UP).....	16
4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	16
4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	18
5 Η ΥΠΟΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ (Υ.Σ.Α).....	20
5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	22
5.1.1 Έλεγχος.....	22
5.1.2 Διατήρηση μικρών αρνητικών πιέσεων στο έδαφος.....	22
5.1.3 Πρωΐμιση της παραγωγής.....	23
5.1.4 Οικονομία νερού.....	23
5.1.5 Χρήση χαμηλής ποιότητας αρδευτικού νερού.....	23
5.1.6 Μερική διαβροχή του εδάφους.....	23
5.1.7 Διατήρηση ξηρού φυλλώματος.....	23
5.1.8 Εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.....	24
5.1.9 Εφαρμογή σε δύσκολα εδάφη.....	24
5.1.10 Προστασία στο περιβάλλον.....	24

5.1.11	Άρδευση μεγαλύτερων εκτάσεων	24
5.2	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	24
5.2.1	Κόστος εγκατάστασης	24
5.2.2	Εμφράξεις σταλακτήρων	25
5.2.3	Συσώρευση αλάτων	25
5.2.4	Μηχανικές ζημιές.....	25
5.3	ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΓΙΝΑΝ ΜΕ Υ.Σ.Α	25
6	ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	28
7	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	29
8	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	36
8.1	Μέση θερμοκρασία	36
8.2	Μέση βροχόπτωση.....	37
8.3	Βασική εξατμισοδιαπνοή.....	38
8.4	Νωπή βιομάζα.....	40
8.5	Ξηρή βιομάζα.....	42
8.6	Ύψος βλαστού	43
8.7	ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΣΕ ΦΥΛΛΑ ΧΛΟΟΤΑΙΠΗΤΑ	44
8.8	Εδαφική υγρασία	44
8.9	Δόση άρδευσης	46
8.9.1	Υπολογισμός χρόνου λειτουργίας της ηλεκτροβαλβίδας στην υπόγεια σταγόνα.....	46
8.9.2	Υπολογισμός χρόνου λειτουργίας της ηλεκτροβαλβίδας στην άρδευση με καταιονισμό.....	47
9	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	51
10	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52
10.1	Ελληνική	52
10.2	Ξενόγλωσση.....	53
11	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	56
11.1	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ.....	56
11.2	Φωτογραφικό υλικό	57

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό είναι το βασικό στοιχείο κάθε βιολογικής διαδικασίας. Διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στην ζωή του ανθρώπου και αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης κάθε χώρας.

Τα τελευταία χρόνια η φυσική και οικονομική σημασία του νερού αυξάνεται ραγδαία και θα συνεχίσει να αυξάνεται καθώς η τεχνολογική και πολιτιστική ανάπτυξη θα εξελίσσεται προς υψηλότερα επίπεδα και οι ανάγκες σε νερό θα πολλαπλασιάζονται. Η ανάπτυξη της βιομηχανίας έχει δημιουργήσει ένα ισχυρό ανταγωνιστή στη χρήση του νερού για την αρδευόμενη γεωργία και αύξησε την οικονομική του σημασία. Οι φυσικές διαθέσιμες πηγές όλο και μειώνονται και η απόκτηση των απαιτούμενων ποσοτήτων νερού είναι συνήθως πολύ δαπανηρές.

Επιπλέον, σε πολλούς κήπους, για λόγους αισθητικής γίνεται φύτευση χλοοτάπητα, όμως τις περισσότερες φορές λόγω έλλειψης γνώσης για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου άρδευσης την σωστή εγκατάσταση του αρδευτικού δικτύου και τη μη γνώση των αναγκών σε νερό του χλοοτάπητα έχουμε κατασπατάληση νερού.

Γενικά στις μέρες μας, παρατηρούμε από στοιχεία ότι η διαθεσιμότητα του νερού έχει φτάσει στα όρια της και η μόνη εναλλακτική ίσως λύση που απομένει είναι η ανάπτυξη τεχνικών εξοικονόμησης, ώστε η ζήτηση να σταθεροποιηθεί στα σημερινά επίπεδα και στις πιο προβληματικές περιπτώσεις, να περιοριστεί κάτω από τα επίπεδα αυτά.

Έχει διαπιστωθεί σήμερα ότι το υφιστάμενο καθεστώς στο τομέα των αρδεύσεων οδηγεί σε μεγάλη σπατάλη νερού. Ένα από τα βασικότερα αίτια της σπατάλης αυτής είναι ο μη ακριβής προσδιορισμός των αναγκών σε νερό άρδευσης των καλλιεργειών και η μη γνώση του σωστού συστήματος άρδευσης που θα έδινε την καλύτερη δόση άρδευσης στο σωστό σημείο, για να μπορέσει το φυτό να το εκμεταλλευτεί, χωρίς να δημιουργηθούν προβλήματα στο έδαφος από απορροή και διάβρωση.

Ο όρος που δίνεται σήμερα για την άρδευση στη γεωργία είναι η αντικατάσταση ή η συμπλήρωση των βροχοπτώσεων με το ύδωρ από μια άλλη πηγή προκειμένου να αυξηθούν οι συγκομιδές. Το σύστημα άρδευσης και γενικά μια άρδευση για να θεωρηθεί επιτυχής πρέπει:

1. να εφοδιάζει το χωράφι με τόσο νερό ώστε η υγρασία στην ζώνη του ριζοστρώματος να φθάσει στην υδατοϊκανότητα, δηλαδή να εφοδιάσει το έδαφος με νερό ίσο με την ωφέλιμη υγρασία.

2. να περιορίσει στο ελάχιστο τις επιφανειακές απώλειες από την βαθεία διήθηση, ώστε η αποδοτικότητα εφαρμογής να φθάνει την μονάδα.
3. να εφαρμόζεται το νερό ομοιόμορφα στην επιφάνεια του αγρού επί όσο χρόνο χρειάζεται για να διηθηθεί στο έδαφος ποσότητα ίση με την ωφέλιμη υγρασία.

Τα συστήματα άρδευση διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής του νερού, σε επιφανειακές, καταιονισμό και υπόγειες. Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε έγινε χρήση των δύο τελευταίων μεθόδων άρδευσης της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες και του καταιονισμού με μικροεκτοξευτήρες (Pop up).

2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια ότι η χρήση χλοοτάπητα σε κήπους και σε πάρκα έχει αυξηθεί, όμως όσο αυξάνεται η χρήση του χλοοτάπητα αυξάνονται και οι ανάγκες σε νερό για την άρδευση του. Ο αντικειμενικός σκοπός του πειράματος ήταν να γίνει σύγκριση δυο μεθόδων για άρδευση χλοοτάπητα, της άρδευσης με καταιονισμό με μικροεκτοξευτήρες (Pop up) και της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου την περίοδο 25/5/2002 μέχρι 20/10/2002.

3 Ο ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ (*Festuca arundinacea*)

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η *Festuca arundinacea* είναι από τους πιο δημοφιλείς χλοοτάπητες στην χώρα. Αυτό οφείλεται στο ότι εγκαθίσταται εύκολα και λίγες μέρες μετά την σπορά δίνει φυτά πράσινου χρώματος το οποίο διαρκεί όσο η συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη της. Όταν οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές η *Festuca arundinacea* πέφτει σε λήθαργο και παίρνει καφέ χρώμα (27).

Η *Festuca arundinacea* είναι μια πολυετής γλόη η οποία αυξάνεται γρήγορα κατά τη διάρκεια της άνοιξης και μειώνεται ο ρυθμός αύξησης κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Λόγω του ότι αυξάνεται την άνοιξη απαιτείται να κρατηθεί χλοοτάπητας χωρίς ζιζάνια, γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα (31).

Η *Festuca arundinacea* προσαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα εδαφολογικών συνθηκών. Αυξάνεται καλύτερα στα εύφορα, καλά στραγγιζόμενα εδάφη, με ΡΗ από 5,5 έως 6,5. Χρειάζεται συχνά άρδευση για να παραμείνει ελκυστική και με πράσινο χρώμα και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Οι καθιερωμένοι χλοοτάπητες έχουν την τάση να αραιώνουν και να σχηματίζουν συμπαγή μάζα και μπορεί να χρειαστούν περιοδική επανασπορά κάθε τρία ή περισσότερα έτη. Οι περισσότερες από τις νέες και ελκυστικότερες ποικιλίες αναφέρονται ως “turf-type” tall fescues. Αυτοί οι χλοοτάπητες έχουν λεπτότερα, λογχοειδή φύλλα, χαμηλότερη αύξηση, σκοτεινότερο πράσινο χρώμα και μεγαλύτερη πυκνότητα απ' ότι οι παλαιότερες ποικιλίες.

3.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Ο Σεπτέμβριος και Οκτώβριος είναι η καλύτερη εποχή για την εγκατάσταση της *Festuca arundinacea*. Αν γίνει σπορά νωρίτερα, θα δημιουργηθούν προβλήματα στο φύτεμα του σπόρου από τις ψηλές θερμοκρασίες και τις ασθένειες που προσβάλλουν το σπόρο, αν η σπορά γίνει το χειμώνα τότε δεν θα γίνει σωστή εγκατάσταση αφού θα δημιουργηθούν προβλήματα στο φύτεμα από τις χαμηλές θερμοκρασίες.

Η σπορά το Δεκεμβρίου ή στις αρχές της άνοιξης γενικά δεν συστήνεται επειδή τα φυτά δεν έχουν το χρόνο να αναπτύξουν βαθύ ριζικό σύστημα, το οποίο απαιτείται για να αντεπεξέλθει το φυτό στις δυσμενείς συνθήκες που δημιουργούνται κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και του χειμώνα.

3.2.1 Προετοιμασία του εδάφους

Το κλειδί για την επιτυχή εγκατάσταση ενός χλοοτάπητα είναι κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους. Αφαιρούνται όλα όσα εμποδίζουν να γίνει καλή κατεργασία του εδάφους, όπως πέτρες και κλαδιά δέντρων. Προσθέτουμε βελτιωτικά εδάφους όπως οργανική ουσία, άμμο ή χούμο, για την βελτίωση του χώματος. Κάνουμε εδαφολογική ανάλυση και βλέπουμε αν χρειάζεται λίπανση.

3.2.2 Σπορά

Ο σπόρος ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι πιστοποιημένος. Πολλά ζιζάνια έχουν σπόρο που μοιάζει με αυτό του χλοοτάπητα γι' αυτό και ο καθαρισμός του σπόρου γίνεται δύσκολα και πολλές φορές μεταφέρονται σπόροι ζιζανίων οι οποίοι δημιουργούν πρόβλημα για το λόγο ότι αυξάνουν γρηγορότερα από το χλοοτάπητα.

Χρησιμοποιούνται 7,5 kg σπόρου για 1.000 τετραγωνικά μέτρα και η σπορά συνήθως για μεγάλες εκτάσεις γίνεται με λιπασματοδιανομέα. Με την σπορά γίνεται και λίπανση μαζί και ενσωμάτωση φυτοφαρμάκων. Μετά από την σπορά, με τσουγκράνα κάνουμε ελαφρύ ανακάτεμα και καλύπτουμε το σπόρο σε βάθος 1 – 2 cm, έπειτα πιέζουμε το έδαφος ελαφριά. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε άχυρο για προστασία, ειδικά όταν το έδαφος έχει κλίση, αποτρέπει τη διάβρωση, διατηρεί την υγρασία και έτσι η βλάστηση γίνεται γρηγορότερα.

3.2.3 Άρδευση

Τις πρώτες εβδομάδες ποτίζουμε ελαφριά και αρκετά συχνά ώστε να αποτρέψουμε την ξήρανση της επιφάνειας. Όταν τα σπορόφυτα αναπτυχθούν αρκετά και αναπτύξουν δυνατό ριζικό σύστημα, μειώνουμε τη συχνότητα άρδευσης και αυξάνουμε το ποσό του νερού.

3.2.4 Κοπή

Η κοπή αρχίζει όταν το ύψος του χλοοτάπητα φτάσει τα 6 – 7 cm. Η κοπή δεν πρέπει να γίνεται όταν ο χλοοτάπητας είναι υγρός ειδικά τα νεαρά σπορόφυτα.

3.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

3.3.1 Λίπανση

Ένα πρόγραμμα λίπανσης πρέπει να βασίζεται στις εδαφολογικές αναλύσεις που έγιναν και στην επιθυμητή εμφάνιση που θέλουμε να έχει ο χλοοτάπητας μας. Η *Festuca arundinacea* ανέχεται χαμηλά επίπεδα γονιμότητας, αλλά συνιστάται να γίνεται

λίπανση 3 έως 6 kg αζώτου ανά 1000 m² ετησίως. Κάνουμε δυο με τρεις λιπάνσεις το χρόνο, χρησιμοποιώντας 1 kg λιπάσματος ανά 1000 m², το Φθινόπωρο και το Χειμώνα (Σεπτέμβριο και Φεβρουάριο) (31). Το διάστημα το οποίο πρέπει να περάσει για να γίνει η επόμενη λίπανση είναι τέσσερις με έξι εβδομάδες.

Μπορούμε να κάνουμε πρόσθετες αζωτούχες λιπάνσεις κάθε μήνα, εάν θέλουμε περισσότερο χρώμα και μεγαλύτερη αύξηση, οι πρόσθετες αυτές λιπάνσεις πρέπει να γίνονται με μεγάλη προσοχή για να μην καταστραφεί ο χλοοτάπητας από υπερλίπανση. Εάν χρησιμοποιηθεί αζωτούχο λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης, τότε πρέπει να εφαρμόσουμε 50% περισσότερου λιπάσματος και μειώνουμε την συχνότητα εφαρμογής.

3.3.2 Κοπή

Η *Festuca arundinacea* αυξάνεται καλύτερα όταν κόβεται στα 5 εκατοστά αλλά μπορεί να χρειαστεί να γίνει κοπή ψηλότερα κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων του καλοκαιριού ή όταν ο χλοοτάπητας βρίσκεται κάτω από βαριά σκιά. Η κοπή γίνεται με περιστροφικό θεριστή με αιχμηρές λεπίδες.

3.3.3 Άρδευση

Το κεφάλαιο άρδευση είναι ίσως το πιο σημαντικό για την διατήρηση της ποιότητας του χλοοτάπητα, η *Festuca arundinacea* απαιτεί γενικά περισσότερο νερό από άλλους τύπους χλοοτάπητα. Το πότισμα γίνεται όταν ο χλοοτάπητας παρουσιάσει σημάδια έλλειψης νερού, όπως μείωση του πράσινου χρώματος, συστροφή του φυλλώματος. Κατόπιν εφαρμόζουμε αρκετό νερό έτσι ώστε να έχουμε υγρό το έδαφος σε βάθος 10 έως 20 εκατοστών (27). Όταν η υγρασία φτάσει στα 20 εκατοστά ο χλοοτάπητας μπορεί να αντέξει από 7 έως 10 ημέρες χωρίς άρδευση. Η καλύτερη ώρα για να γίνει η άρδευση αποδοτικότερη είναι οι πρωινές ώρες.

3.3.4 Έλεγχος ζιζανίων

Για να έχουμε ένα πυκνό και υγιή χλοοτάπητα, πρέπει καταπολεμήσουμε τα ζιζάνια και άλλα προβλήματα που δημιουργούν παράσιτα. Είναι πολύ δύσκολο, να διατηρήσουμε τον χλοοτάπητα υγιή και με το πράσινο του χρώμα χωρίς την χρησιμοποίηση κάπου ζιζανιοκτόνου για να ελέγξουμε τα ζιζάνια.

Ευτυχώς, στην αγορά υπάρχουν πολλά προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην *Festuca arundinacea*. Η εισβολή της αγριάδας στον χλοοτάπητα είναι πολύ δύσκολο να καταπολεμηθεί. Σε με-

ρικές περιπτώσεις, αν κάνουμε εφαρμογή ενός μη εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου μπορεί να σκοτώσει όλοι την βλάστηση που υπάρχει, γι' αυτό πρέπει η χρήση ενός ζιζανιοκτόνου να γίνεται με μεγάλη προσοχή.

3.3.5 Ασθένειες

Η *Festuca arundinacea* είναι σχετικά ανεκτική στις περισσότερες ασθένειες που προσβάλουν τους χλοοτάπητες, με την προϋπόθεση ότι διατηρείται και συντηρείται κατάλληλα. Προβλήματα από ασθένειες, προέρχονται συχνά από την έλλειψη ή την υπερβολική άρδευση και την υπερβολική λίπανση με άζωτο (31). Οι πιο κοινές ασθένειες που σχετίζονται με την *Festuca arundinacea*, είναι διάφορες ασθένειες των σποροφύτων και η ξήρανση των φύλλων.

3.3.6 Έντομα

Στους χλοοτάπητες ζουν πολλά έντομα, αλλά εκείνα που προκαλούν ζημιές στην *Festuca arundinacea*, είναι οι κάμπιες που πλέκουν ιστούς στον χλοοτάπητα και οι προνύμφες των διάφορων εντόμων.

3.3.7 Επανασπορά

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, η *Festuca arundinacea* με την πάροδο του χρόνου αδυνατίζει και λεπταίνει γι' αυτό υπάρχει η ανάγκη για περιοδική επανασπορά. Το αδυνάτισμα του χλοοτάπητα συνήθως προέρχεται από την κακή διαχείριση και συντήρηση του χλοοτάπητα, όπως είναι η ανεπαρκής άρδευση, η υπερβολική λίπανση με άζωτο, η πάρα πολύ χαμηλή ή πάρα πολύ ψηλή κοπή και όταν η σπορά γίνει στα τέλη του φθινοπώρου ή στα τέλη της άνοιξης. Πρόσθετα προβλήματα που αδυνατίζουν το χλοοτάπητα περιλαμβάνουν τα ζιζάνια, τις ασθένειες, τις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως είναι η σκίαση ή ο ανταγωνισμός με ρίζες δέντρων.

Εάν ο χλοοτάπητας χρειάζεται επανασπορά, υπολογίζουμε το ποσοστό του χλοοτάπητα που καταστράφηκε και πολλαπλασιάζουμε τον αριθμό αυτό 7,5 kg σπόρου ανά 1.000 m². Παραδείγματος χάριν, εάν έχουμε απώλεια 50% του χλοοτάπητα, τότε έχουμε 50% x 7,5 = 3,75 kg ανά 1.000 m² (27). Αν η επανασπορά γίνει την άνοιξη η πιθανότητες για επιτυχή εγκατάσταση του χλοοτάπητα είναι μειωμένες για το λόγο ότι δεν θα προλάβει να αναπτύξει δυνατό ριζικό σύστημα για να μπορέσει να αντέξει τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού και την έλλειψη υγρασίας.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή εγκατάσταση του χλοοτάπητα μετά από επανασπορά είναι ότι ο σπόρος θα έρθει σε επαφή με το χώμα. Για να γίνει αυτό,



κόβουμε το χλοοτάπητα σε ύψος 2,5 με 4 εκατοστών. Ανασηκώνουμε ελαφρά το χώμα κοντά στις ρίζες με προσοχή, αυτό μπορεί να γίνει πριν από ή και μετά την διανομή του σπόρου, κάνουμε αζωτούχο λίπανση και παραχώνουμε το σπόρο. Τέλος κάνουμε άρδευση και κρατάμε υψηλά επίπεδα υγρασίας μέχρι ο χλοοτάπητας αναπτύξει ριζικό σύστημα.

4 ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟ (POP UP)

Στην άρδευση με καταιονισμό το νερό εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του αγρού σαν τεχνητή απομίμηση της βροχής που διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα υπό ακόρεστες συνθήκες ροής. Αν το σύστημα σχεδιαστεί σωστά, η κατανομή του νερού πάνω στο χωράφι γίνεται ομοιόμορφα, χωρίς το νερό να λιμνάζει και να μην υπάρχει επιφανειακή απορροή.

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιήθηκαν μικροεκτοξευτήρες, «pop up» (Εικόνα 1). Οι μικροεκτοξευτήρες προσαρμόζονται για άρδευση σχεδόν σε όλες τις δενδρώδεις καλλιέργειες και στην άρδευση του χλοοτάπητα σε κήπους, γήπεδα, πάρκα και κάτω από μεγάλη ποικιλία εδαφικών συνθηκών. Ιδιαίτερα, η μέθοδος συνιστάται όταν η διαθέσιμη παροχή αρδεύσεως είναι σχετικά μικρή και όταν το έδαφος είναι πολύ διαπερατό, ανομοιόμορφο, αβαθές, με υψηλή υπόγεια στάθμη, μεγάλη κλίση και ανώμαλη τοπογραφία.

Βίδα μείωσης ακτίνας
Μετακινούμενο μεταβατικό
τόξο (VAN),
ακροφύσιο και φίλτρο

Ενεργοποιητής πίεσης,
πολύ λειτουργική
ψήκτρα ασφαλείας

Ενισχυμένο κάλυμμα
και σώμα ABS

Ελατήριο από
αναξειδωτο ατσάλι

Προεραϊτική βαλβίδα
επιστροφής

Δύο αναστολείς



4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα άρδευσης με μικροεκτοξευτήρες αποτελείται από το δίκτυο εφαρμογής, το δίκτυο μεταφοράς και το αντλητικό συγκρότημα. Προορισμός του δικτύου εφαρμογής είναι η κατά δυνατό ομοιόμορφη κατανομή του νερού στο χωράφι με την βοήθεια των μικροεκτοξευτήρων. Οι μικροεκτοξευτήρες στέλνουν το νερό στον αέρα με την μορφή σταγόνων δια μέσου των ακροφυσίων, τα οποία ρυθμίζουν την παροχή, την κατανομή

και τη διάμετρο και το μέγεθος των σταγόνων.

Υπάρχουν διάφορων τύπων μικροεκτοξευτήρες όπως είναι οι περιστροφικού τύπου και οι στατικού τύπου μικροεκτοξευτήρες. Κατασκευάζονται σε πολλά μεγέθη και είδη και λειτουργούν κάτω από ένα εύρος πιέσεων που αρχίζει από 0,4 atm και φτάνει μέχρι τις 2,10 atm. Χαμηλές πιέσεις είναι συνυφασμένες με μικρής διαμέτρου ακροφύσια, μικρή παροχή και ακτίνα διαβροχής, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με

τις υψηλές πιέσεις. Οι μικροεκτοξευτήρες λειτουργούν με πιέσεις από 0,4 – 2,10 atm και έχουν παροχή που κυμαίνεται από 0,03 – 0,3 Ltr/sec.

Οι μικροεκτοξευτήρες τοποθετούνται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, σε ύψος που διαμορφώνεται ανάλογα με το αντίστοιχο ύψος της καλλιέργειας, με την βοήθεια σωλήνων ανυψώσεως (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Άρδευση με μικροεκτοξευτήρες (Pop up)

Ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης και λειτουργίας, τα συστήματα καταιονισμού διακρίνονται σε μόνιμα, ημιμόνιμα και μεταφερόμενα. Στα μόνιμα συστήματα οι αγωγοί εφαρμογής και μεταφοράς τοποθετούνται σε μόνιμες θέσεις και είναι κατά κανόνα υπόγειοι. Επίσης σταθερή είναι η θέση των εκτοξευτήρων. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργειών μεγάλης αξίας και χορτοταπήτων, γιατί η δαπάνη εγκατάστασης τους είναι μεγάλη. Στα ημιμόνιμα συστήματα οι αγωγοί εφαρμογής είναι μεταφερόμενοι ενώ οι αγωγοί μεταφοράς είναι μόνιμοι και συνήθως υπόγειοι. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για την άρδευση οπωρώνων. Στα μεταφερόμενα συστήματα όλα τα τμήματα είναι κινητά, μπορεί δε να μεταφέρονται από χωράφι σε χωράφι και από θέση σε θέση μέσα στο ίδιο χωράφι. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ διαδεδομένα και χρησιμοποιούνται για άρδευση πολλών ετήσιων καλλιεργειών και της μηδικής.

Ο ρυθμός εφαρμογής του νερού στο χωράφι εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους, όπως αυτά αντιπροσωπεύονται από τη διηθητικότητα. Κύριο πλεονέκτημα της μεθόδου του καταιονισμού είναι ο μηδενισμός της επιφανειακής απορροής και η εξασφάλιση συνθηκών ακόρεστης ροής του νερού στο έδαφος. Αυτό σημαίνει

ότι στην επιφάνεια του εδάφους δεν πρέπει να λιμνάζει νερό, δηλαδή ο ρυθμός εφαρμογής πρέπει να είναι πάντοτε μικρότερος από την διηθητικότητα του εδάφους που αντιστοιχεί σε χρόνο ίσο με τη διάρκεια της αρδεύσεως.

Η ομοιομορφία κατανομής του νερού στο χωράφι είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών των εκτοξευτήρων και της διάταξης τους, δηλαδή της μεταξύ τους αποστάσεως πάνω στους αγωγούς εφαρμογής και της αποστάσεως των αγωγών αυτών μεταξύ τους (44). Αν η τοποθέτηση γίνει σωστά, η κατανομή του νερού από ένα μεμονωμένο εκτοξευτήρα είναι περίπου τριγωνική, με μέγιστο βάθος νερού στη θέση του εκτοξευτήρα και ελάχιστο στα όρια της περιφέρειας που ορίζεται από την ακτίνα εκτοξεύσεως του.

Στο πείραμα που έγινε χρησιμοποιήθηκαν στατικοί μικροεκτοξευτήρες τύπου P 200 της εταιρείας Netafim κατασκευασμένοι από πλαστικό υλικό.

4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την χρήση των μικροεκτοξευτήρων είναι οι μετακινήσεις των πλαστικών σωλήνων, τα ζιζάνια και ο άνεμος ο οποίος παραμορφώνει την κατανομή του νερού, όσο δε μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του τόσο μεγαλύτερη είναι και η παραμόρφωση που προκαλεί και τόσο ανομοιόμορφη γίνεται η άρδευση.

Οι συστροφές των σωλήνων PE λόγω θερμικών διαστολών συστολών είναι συνηθισμένο φαινόμενο στην ύπαιθρο κατά την θερινή ιδίως περίοδο. Μετακινήσεις όμως των εκτοξευτήρων μπορούν προκληθούν και από ανθρώπους ή ζώα. Έτσι, η θέση των μικροεκτοξευτήρων που τοποθετούνται κατευθείαν πάνω στους σωλήνες PE εύκολα αλλάζει, με συνέπεια να περιορίζεται η διαβρεχόμενη με την εκτόξευση του νερού έκταση του εδάφους (44). Μερικές φορές οι μικροεκτοξευτήρες βρίσκονται τελείως στα πλάγια ή και κάτω από το σωλήνα και καταντούν απλές τρύπες από τις οποίες εκτινάσσεται το νερό.

Η ανάπτυξη των ζιζανίων στους χώρους γύρω από τους μικροεκτοξευτήρες είναι μια φυσική αναπόφευκτη συνέπεια. Έτσι όμως εγκλωβίζονται οι μικροεκτοξευτήρες και η εκτόξευση του νερού είναι σχεδόν αδύνατη.

Άλλα προβλήματα είναι βλάβες και αποσυνδέσεις, κάμψεις των κατακόρυφων ιστών με το μαλάκωμα του εδάφους που προκαλεί η διαβροχή του.

Πολύ νερό χάνεται λόγω της εξάτμισης σε περιοχές όπου υπάρχουν μέρες με μεγάλη ηλιοφάνεια. Το νερό που παραμένει στα φύλλα των φυτών μπορεί να προω-

θήσει την ανάπτυξη μυκήτων και άλλων ασθενειών. Εάν στο νερό άρδευσης συμπεριλαμβάνονται λιπάσματα, τα φύλλα των φυτών μπορούν να καούν, ειδικά τις καυτές, ηλιόλουστες ημέρες.

Ακόμη ένα μειονέκτημα που έχουμε με την χρήση της άρδευση με καταιονισμό είναι ότι για την καλλιέργεια του εδάφους και την εκτέλεση άλλων εργασιών πρέπει να μαζευτούν και να ξανατοποθετηθούν οι σωλήνες ή τα πλαστικά λάστιχα.

5 Η ΥΠΟΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ (Υ.Σ.Α)

Η Υ.Σ.Α είναι η συχνή εφαρμογή μικρών ποσοτήτων νερού στο έδαφος διαμέσου σταλακτών που είναι τοποθετημένοι σε αγωγό μεταφοράς που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Η Υ.Σ.Α επιτρέπει την υψηλή παραγωγή των φυτών χωρίς προβλήματα έκπλυσης ή απορροής.

Η Υ.Σ.Α είναι μια παραλλαγή της παραδοσιακής άρδευσης με σταγόνα, όπου οι σταλακτηφόροι σωλήνες θάβονται σε κάποιο βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ανάλογα με την καλλιέργεια.

Ιστορικά, η πρώτη παρατήρηση των πλεονεκτημάτων της άρδευσης με μικρές παροχές έγινε το 1860 στην Γερμανία, όταν γεωργοί χρησιμοποιούσαν ένα στραγγιστικό σύστημα από πηλοσωλήνες με ανοικτούς αρμούς για άρδευση και στράγγιση ταυτόχρονα

Το 1930 στην Αυστραλία οι παραγωγοί έχοντας στην διάθεση τους πολύ μικρές ποσότητες νερού για άρδευση, κατασκεύασαν ένα σύστημα από γαλβανισμένους σωλήνες διαμέτρου 5 cm, στους οποίους άνοιξαν οπές για την έξοδο του νερού, με σκοπό να ποτιστούν φιστικιές.

Το 1930 ένας ισραηλινός μηχανικός, ο Symch Blass, παρατήρησε ότι δίπλα σε μια κάνουλα που είχε διαρροή, η ανάπτυξη των φυτών ήταν μεγαλύτερη. Έτσι στην αρχή κατασκεύασε ένα υπόγειο σύστημα αγωγών στο οποίο ενσωμάτωσε διόδους νερού τύπου σπράλ,αρκετού μήκους. Η τεχνική αυτή αργότερα βελτιώθηκε από τον ίδιο και από άλλους κατασκευαστές, ιδίως μετά την εμφάνιση των πλαστικών σωλήνων, οπότε η τοποθέτηση των συστημάτων άρδευσης γινόταν στην επιφάνεια του εδάφους και τα δίκτυα ήταν μόνιμα.

Το 1960 πειραματιστές στο Ισραήλ σημείωσαν θεαματική επιτυχία όταν εφάρμοσαν τη μέθοδο στις ερήμους Neger και Arava. Στις περιοχές αυτές οι αγροί είχαν υποβαθμιστεί με την άρδευση με αυλάκια και τον καταιονισμό. Η κύρια αιτία ήταν ότι το νερό περιείχε άλατα. Στην στάγδην άρδευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό υψηλής αλατότητας από την επιτρεπτή σε άλλες μεθόδους άρδευσης. Οι συνθήκες για την ανάπτυξη της γεωργίας στις ερήμους, ως γνωστό δεν είναι ευνοϊκές, το νερό είναι γεμάτο άλατα, οι θερμοκρασίες υψηλές, η σχετική πίεση μικρή, το έδαφος είναι αμμώδες. Σ' αυτές τις περιπτώσεις όμως η στάγδην άρδευση έφερε σημαντική βελτίωση στην ανάπτυξη των φυτών και αύξηση των αποδόσεων.

Η τεχνολογική ανάπτυξη της στάγδην άρδευσης επιτεύχθηκε μόνο με την “πλαστική επανάσταση” μετά το Β΄ παγκόσμιο πόλεμο, οπότε και εμφανίστηκαν οι πλαστικοί σωλήνες στην αγορά. Στην αρχή τα δίκτυα τοποθετήθηκαν κάτω από το έδαφος, αλλά δημιουργήθηκε πρόβλημα με την συχνή απόφραξη τους από το ριζικό σύστημα των φυτών μετακινήθηκαν στην επιφάνεια του εδάφους (29).

Στα συστήματα της στάγδην άρδευσης επιφανειακά και υπόγεια (Εικόνα 3) το νερό κινείται κάτω από το έδαφος δημιουργώντας μια υγρή ζώνη γύρω από το ριζικό σύστημα. Το σχήμα και το μέγεθος ποικίλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τον ρυθμό, με τον οποίο το φυτό προσλαμβάνει νερό με τις ρίζες του, τον αριθμό και την θέση των σταλακτήρων ανά φυτό.



Εικόνα 3. Υπόγεια στάγδην άρδευση

Οι δυνάμεις που ελέγχουν την κίνηση του νερού στο έδαφος είναι κυρίως οι τριχοειδείς και η βαρύτητα. Οι τριχοειδείς δυνάμεις μειώνονται όσο πιο υγρό είναι το έδαφος, ενώ σε ξηρό έδαφος είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές της βαρύτητας. Η απλή και βασική αυτή έννοια οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η Υ.Σ.Α πρέπει να εφαρμόζεται σε μικρές και διακοπτόμενες δόσεις, οπότε η κίνηση του νερού στο έδαφος γίνεται κυρίως από τις τριχοειδείς δυνάμεις. Με τον τρόπο αυτό, σε εφαρμογή ίσης ποσότητας νερού έχουμε διαβροχή εδάφους με Υ.Σ.Α 46% μεγαλύτερη από αυτή της επιφανειακής (39). Στα συστήματα επιφανειακής άρδευσης και άρδευσης με καταποτισμό, το νερό εφαρμόζεται ανά σχετικά μεγάλα χρονικά διαστήματα με αποτέλεσμα ανάμεσα στις αρδεύσεις η εξατμισοδιαπνοή και η απορρόφηση του νερού από τα φυτά να δημιουργεί υδατικό έλλειμμα.

Κατά την άρδευση με σταγόνες το νερό εφαρμόζεται σε μικρές ποσότητες και υψηλές συχνότητες μόνο σε ένα ορισμένο ποσοστό της επιφάνειας του αγρού. Επίσης άλλα κριτήρια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους

είναι η συνολική ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού, το ποσοστό που εφαρμόζεται ανά μονάδα διαβρεχόμενης επιφάνειας, το νερό που χρησιμοποιείται από τα φυτά και η απόδοση του αγρού

5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Μερικά από τα πλεονεκτήματα της χρήσης της Υ.Σ.Α (3) που έχουν προσδιοριστεί είναι:

5.1.1 Έλεγχος

Επειδή η άρδευση με σταγόνες γίνεται δια μέσου ενός σταθερού συστήματος αγωγών, είναι ευκολότερος ο έλεγχος του νερού που δίδεται σε κάθε άρδευση. Δεν υπάρχουν διακοπές της άρδευσης λόγω ανέμου όπως συμβαίνει στο καταιονισμό. Επίσης δεν αρδεύεται ολόκληρη η έκταση του αγρού αλλά μόνο οι λωρίδες στις οποίες είναι τοποθετημένο το δίκτυο, έτσι μπορούν να γίνουν καλλιεργητικές εργασίες όπως ψεκασμοί ή συγκομιδή, χωρίς να διακόπτεται η άρδευση. Τελευταία η ύπαρξη υπολογιστών στα δίκτυα με σταγόνες συντονίζει με μεγάλη επιτυχία τις αρδεύσεις.

5.1.2 Διατήρηση μικρών αρνητικών πιέσεων στο έδαφος

Η υγρασία στο έδαφος κατά την εφαρμογή της άρδευσης με σταγόνες παραμένει σχεδόν σταθερή διότι το νερό διοχετεύεται σε μικρές ποσότητες και πολύ συχνά. Έτσι η αρνητική πίεση του νερού στο έδαφος (η δύναμη με την οποία το νερό συγκρατείται από το έδαφος), παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Η καλύτερη υγρασία για τα φυτά θεωρείται η υδατοϊκανότητα, δηλαδή η υγρασία που παραμένει στο έδαφος αφού απομακρυνθεί με την στράγγιση το νερό της βαρύτητας, οπότε η αρνητική πίεση κυμαίνεται από 0 ως 3 ατμόσφαιρες.

Με την στάγδην άρδευση ο παραγωγός μπορεί να ρυθμίσει την παροχή έτσι ώστε η υγρασία να βρίσκεται διαρκώς σε αυτά τα επίπεδα. Με τις άλλες μεθόδους άρδευσης στα διαστήματα ανάμεσα στις αρδεύσεις το νερό χάνεται με την εξατμισοδιαπνοή και εκείνο που παραμένει στο έδαφος συγκρατείται με τέτοιες δυνάμεις (μεγάλες αρνητικές πιέσεις), ώστε δύσκολα τα φυτά μπορούν να το προλάβουν (18). Εάν δε κάποια άρδευση καθυστερήσει οι συνέπειες που δημιουργούνται στα φυτά από το stress που θα υποστούν είναι δυσμενείς στην ανάπτυξη και απόδοση τους.

5.1.3 Πρωΐμιση της παραγωγής

Ένα από τα ευνοϊκότερα αποτελέσματα της έλλειψης stress στα φυτά με την άρδευση με σταγόνες είναι ότι αναπτύσσονται ομοιόμορφα και φτάνουν έτσι στην ωρίμανση πιο γρήγορα από εκείνα που ποτίζονται με άλλες μεθόδους.

5.1.4 Οικονομία νερού

Το σύστημα παρουσιάζει τον μικρότερο βαθμό απωλειών τόσο κατά την μεταφορά του νερού όσο και κατά την εφαρμογή του. Η εξοικονόμηση νερού είναι κατά 25% μεγαλύτερη από τη άρδευση με καταιονισμό και 50% από τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης (3). Σ' αυτό συντελεί η μείωση των απωλειών από επιφανειακή απορροή, γιατί η παροχή των σταλακτήρων είναι μικρότερη της διήθησης.

5.1.5 Χρήση χαμηλής ποιότητας αρδευτικού νερού

Κατά την άρδευση με υφάλμυρο νερό με τις άλλες μεθόδους, η συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος αυξάνει καθώς το έδαφος ξηραίνεται μεταξύ διαδοχικών ποτισμάτων. Στην περίπτωση αυτή η τάση της συγκράτησης του νερού από το έδαφος αυξάνει διότι προστίθεται η ωσμωτική πίεση, με συνέπεια τα φυτά να δυσκολεύονται περισσότερο να αποσπάσουν νερό από το έδαφος. Τα άλατα διαδοχικά συσσωρεύονται με αποτέλεσμα η καλλιέργεια να εξασθενίζει.

Με την στάγδην άρδευση η συγκέντρωση των αλάτων λόγω της διαρκούς εκπύσεως. Τα άλατα απωθούνται προς την περιφέρεια της διαβρεχόμενης περιοχής.

Ακόμα με την στάγδην άρδευση δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής νερού βιολογικού καθαρισμού με μικροβιακό φορτίο, το οποίο αν εφαρμοζόταν με καταιονισμό θα παρασυρόταν από τον αέρα με δυσμενείς συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων των γύρω περιοχών.

5.1.6 Μερική διαβροχή του εδάφους

Με την στάγδην άρδευση το νερό εφαρμόζεται τοπικά στην καλλιέργεια με αποτέλεσμα μόνο ένα τμήμα του εδάφους να διαβρέχεται. Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι περιορίζεται σημαντικά η εξάτμιση από το έδαφος, περιορίζεται η ανάπτυξη των ζιζανίων, διευκολύνεται η μετακίνηση στις ξηρές λωρίδες των μηχανμάτων για ψεκασμούς συγκομιδή και άλλες καλλιεργητικές φροντίδες

5.1.7 Διατήρηση ξηρού φυλλώματος

Το ξηρό φύλλωμα καθυστερεί την ανάπτυξη πολλών παθογόνων μικροοργανισμών στα φυτά. Η υποεπιφανειακή στάγδην άρδευση δεν διαβρέχει τα φύλλα και

δεν εκπλύνονται τα φυτοφάρμακα από την επιφάνεια τους. Επιπλέον δεν παρατηρείται κάψιμο του υπέργειου τμήματος των φυτών από αλατούχο αρδευτικό νερό

5.1.8 Εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων

Κατά την άρδευση με σταγόνες είναι δυνατόν να προστεθούν στο νερό άρδευσης λιπάσματα, διαδικασία η οποία έχει διάφορα προτερήματα έναντι των άλλων μεθόδων ως προς την οικονομία χρήματος και εργατικών χεριών. Επιπλέον η εφαρμογή τους είναι πιο ακριβής γιατί γίνεται απ' ευθείας στην ζώνη διαβροχής και έτσι απορροφάται γρήγορα από τα φυτά. Εντούτοις τα λιπάσματα πρέπει να είναι πλήρως διαλυτά προς αποφυγή απόφραξης των σταλακτήρων. Η στάγδην άρδευση ενδείκνυται ιδιαίτερα για προσθήκη φυτοφαρμάκων κατά των ασθενειών εδάφους διότι αυτά είναι πιο αποδοτικά σε μικρές δοσολογίες (29).

5.1.9 Εφαρμογή σε δύσκολα εδάφη

Ένα από τα πλεονεκτήματα της άρδευσης με σταγόνες είναι το ότι μπορούν να αρδευθούν περιοχές στις οποίες οι άλλες μέθοδοι δεν μπορούν να εφαρμοστούν.

5.1.10 Προστασία στο περιβάλλον

Αποφεύγεται η πιθανή ρύπανση των επιφανειακών ή υπόγειων νερών από λιπάσματα ή φυτοφάρμακα που υπάρχουν στο έδαφος, γιατί δεν έχουμε βαθεία διήθηση η επιφανειακή απορροή.

5.1.11 Άρδευση μεγαλύτερων εκτάσεων

Με την πολύ μικρή παροχή που απαιτείται για την άρδευση ποτίζονται συγχρόνως με μια δεδομένη παροχή μεγαλύτερες εκτάσεις από ότι τα άλλα συστήματα. Οι μικρές παροχές επίσης αποτρέπουν την άνοδο του υπόγειου ορίζοντα. Επίσης δεν παρσύρεται το νερό από τον άνεμο κατά την άρδευση.

5.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Μερικά από τα μειονεκτήματα της χρήσης της Υ.Σ.Α τα οποία περιόρισαν την διάδοση της είναι:

5.2.1 Κόστος εγκατάστασης

Το κόστος της πρώτης εγκατάστασης είναι υψηλό, οι παρατηρούμενες όμως υψηλές αποδόσεις των καλλιεργειών σε συνδυασμό με το μικρό ποσοστό εργατικών χεριών που απαιτεί η μέθοδος και χάρη στη μείωση του κόστους λόγω τη βιομηχανι-

κής παραγωγής των σωληνώσεων και άλλων εξαρτημάτων, τείνουν να εμφανίσουν αμελητέο το εν λόγω μειονέκτημα.

5.2.2 Εμφράξεις σταλακτήρων

Διακρίνονται σε (7,38):

- Μηχανικές όταν προκαλούνται από στερεά σωματίδια που υπάρχουν στο νερό άρδευσης, από διείσδυση ριζών.
- Χημικές όταν προκαλούνται από ιζήματα σιδήρου ή ασβεστίου, καθίζηση ανθρακικών αλάτων τα οποία συσσωρεύονται με την βοήθεια βακτηρίων.
- Βιολογικές όταν προκαλούνται από την ανάπτυξη μικροοργανισμών στους σωλήνες, οι οποίοι υπό μορφή αποικιών φράζουν τους σταλακτήρες.

5.2.3 Συσσώρευση αλάτων

Τα άλατα όπως αναφέρθηκε συσσωρεύονται στην περιφέρεια της υγρής ζώνης. Αυτά μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στις επόμενες καλλιέργειες εάν αρδευθούν με μια άλλη μέθοδο άρδευσης κυρίως σε ξηρές περιοχές όπου οι βροχές δεν είναι αρκετές για να εκπλύνουν τα άλατα (24). Το πρόβλημα ελαττώνεται αν γίνει άρδευση με καταιονισμό ή επιφανειακή ή αν η επόμενη καλλιέργεια αρδεύεται πάλι με σταγόνες στα ίδια σημεία.

5.2.4 Μηχανικές ζημιές

Προκαλούνται από τα καλλιεργητικά μηχανήματα ή τα ζώα (τρωκτικά, πτηνά, θηλαστικά). Ο έλεγχος του υπόγειου συστήματος είναι δύσκολος και τυχόν ζημιές είναι πολύ δύσκολο να διορθωθούν, διότι πρέπει να γίνει εκσκαφή στην περιοχή της ζημίας και αυτό απαιτεί καταστροφή των γύρω φυτών αν υπάρχουν.

5.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΓΙΝΑΝ ΜΕ Υ.Σ.Α

Οι Devitt και Miller (1988) μελέτησαν τα αποτελέσματα της διαφορετικής διάταξης των υποεπιφανειακών σταλακτηφόρων αγωγών (61, 91, και 122 cm) για άρδευση του είδους *Cynodon dactylon* με αλατούχο νερό (EC = 2.2 dS/m) σε δυο εδάφη (αμμοπηλώδες και αργιλώδες). Η αντίδραση του φυτού (σχετική απόδοση, πυκνότητα ριζικού συστήματος και θερμοκρασία της φυτοκόμης) κατά την εφαρμογή του νερού ανάμεσα στους σταλακτηφόρους σωλήνες μελετήθηκε ανά 15 μέρες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αλατότητα ήταν ο κύριος περιοριστικός παράγοντας για την παραγωγικότητα του χλοοτάπητα στο αμμοπηλώδες έδαφος, ενώ στο αργιλώδες έδαφος ο περιοριστικός παράγοντας ήταν η διαθεσιμότητα της εδαφικής υγρασίας. Βρέθηκαν γραμμικές σχέσεις ανάμεσα στην αυξημένη αλατότητα στη ζώνη του ριζοστρώματος και τη μειωμένη περιεκτικότητα σε εδαφική υγρασία ανάλογα με την απόσταση από τους σταλακτηφόρους σωλήνες. Επακόλουθα, η θερμοκρασία της φυτοκόμης αυξήθηκε με την απόσταση από τους σταλακτηφόρους σωλήνες. Οι σχετικές αποδόσεις περιγράφονται καλύτερα από μια παράμετρο που συμπεριλάμβανε την αλατότητα και την εδαφική υγρασία. Οι αποδόσεις παρέμεναν υψηλές έως ότου επιτευχθεί ένα κατώφλι στη σχέση αλατότητας και εδαφικής υγρασίας, μετά οι αποδόσεις μειώνονταν.

Σε αυτό το πείραμα μόνο η ισαποχή 61 cm των σταλακτηφόρων έδωσε μια αποδεκτή κατανομή νερού, αλάτων και μια αντίδραση του χλοοτάπητα, σε σύγκριση με τον μάρτυρα που αρδευόταν επιφανειακά. Τα αποτελέσματα συνιστούν ότι δεν μπορεί να μεγιστοποιηθεί η ισαποχή των σταλακτηφόρων για μείωση της επένδυσης από τους σταλακτηφόρους, όταν χρησιμοποιείται η Υ.Σ.Α και αλατούχο νερό. Αντί γι' αυτό, θα πρέπει οι σταλακτηφόροι σωλήνες να τοποθετούνται σε μια απόσταση, όπου η έκπλυση να διατηρεί την ομοιομορφία της εδαφικής υγρασίας και τη μη συσσώρευση των αλάτων στο ενεργό ριζόστρωμα.

Οι Zoldoske et al (1995) αναφέρουν την εμπειρία της χρησιμοποίησης της Υ.Σ.Α σε χλοοτάπητα. Η εφαρμογή της Υ.Σ.Α σε χλοοτάπητα απαιτεί την τοποθέτηση των σταλακτιών και των σταλακτηφόρων αγωγών σε στενή απόσταση, ώστε να διατηρείται υγρό το ριζόστρωμα του χλοοτάπητα καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του. Οι έρευνες στο C.I.T δείχνουν ότι ο χλοοτάπητας μπορεί να παραμείνει υγιής χρησιμοποιώντας την Υ.Σ.Α. Οι τύποι των αρδευτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν συμπεριλάμβαναν ανθεκτικούς σωλήνες άρδευσης, σταλακτηφόρους τύπου ταινίας και πορώδες σωλήνες. Μερικά από τα προϊόντα εμφάνισαν έμφραξη από τις ρίζες τις πρώτες 60 μέρες. Οι πορώδεις σωλήνες δεν αντιμετώπισαν πρόβλημα έμφραξης, αλλά παρατηρήθηκε απόκλιση από την ομοιομορφία κατανομής του νερού, ύστερα από αρκετά χρόνια λειτουργίας, εξαιτίας της συσσώρευσης λεπτών σωματιδίων στις διόδους του νερού. Το σύστημα της Υ.Σ.Α εγκαταστάθηκε πριν από την εγκατάσταση του χλοοτάπητα, σε ένα βάθος 10 cm. Οι σταλακτηφόροι τοποθετήθηκαν σε αποστάσεις 25 έως 60 cm. Ο προγραμματισμός της άρδευσης σχεδιάστηκε ώστε να

αντικαθιστά το 150% της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας, εξαιτίας 50% απωλειών σε κάποια συστήματα καταιονισμού.



Εικόνα 4. Πειραματικός αγρός με υπόγεια άρδευση στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

6 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Κατά την επιλογή του είδους των διανεμητών σε ένα συγκεκριμένο δίκτυο άρδευσης στη σύγκριση μεταξύ σταλακτήρων και μικροεκτοξευτήρων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής σημεία (3,1):

- Οι μικροεκτοξευτήρες μπορούν να επιτύχουν τη διαβροχή ενός σημαντικά μεγάλου ποσοστού του εδάφους σε σχέση με τους σταλακτήρες. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στα πολύ αμμώδη εδάφη, όπου οι σταλακτήρες συνήθως δεν μπορούν να επιτύχουν το απαιτούμενο ποσοστό διαβροχής.
- Οι μικροεκτοξευτήρες απαιτούν μεγαλύτερες παροχές ανά μονάδα επιφάνειας ($3 - 25 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{στρ.}$), σε σχέση με τους σταλακτήρες ($1 - 2 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{στρ.}$) και επομένως εξυπηρετούν όταν υπάρχει, μια δεδομένη μεγάλη παροχή αντλητικού συγκροτήματος που πρέπει οπωσδήποτε να χρησιμοποιηθεί μια δεδομένη μικρή έκταση.
- Οι απώλειες νερού από εξάτμιση ή από τον άνεμο κατά τη διάρκεια της άρδευσης με μικροεκτοξευτήρες είναι αξιόλογα μεγάλες (10 – 50%) και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και ως απώλειες κατά την επιλογή του συστήματος, αλλά και ως παράμετρος μετά την επιλογή για τον υπολογισμό της απαιτούμενης να εφαρμοστεί ποσότητας νερού, ώστε να καλύπτονται οι πραγματικές υδατικές ανάγκες της καλλιέργειας.

7 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, το 2002. Τα χαρακτηριστικά της τοποθεσίας του αγροκτήματος είναι: Υψόμετρο 50m, Γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ}23'$, Γεωγραφικό μήκος $22^{\circ}45'$. Το έδαφος στην συγκεκριμένη περιοχή χαρακτηρίζεται ως αργιλλοπηλώδες.

Για την πραγματοποίηση του πειράματος, επιλέχθηκαν δυο μέθοδοι άρδευσης, η υποεπιφανειακή (υπόγεια) στάγδην άρδευση και η άρδευση με καταιονισμό, με στατικούς εκτοξευτήρες (Pop – Ur).

Στην μεταχείριση που γινόταν άρδευση με καταιονισμό, έγινε σύνδεση του αγωγού μεταφοράς με στατικούς μικροεκτοξευτήρες (Pop – Ur) τύπου P 200 της εταιρείας Netafim. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 5 εκτοξευτήρες. Οι εκτοξευτήρες είχαν ισαποχή 5,80 m μεταξύ τους. Οι 3 από τους 5 εκτοξευτήρες, είχαν τόξο διαβροχής 180° , πίεση λειτουργίας 1,7 Atm, ακτίνα διαβροχής 5,2 m και παροχή $0,51 \text{ m}^3/\text{h}$ ο καθένας τους. Οι υπόλοιποι 2, οι οποίοι τοποθετήθηκαν στα άκρα του τεμαχίου, είχαν τόξο διαβροχής 90° , πίεση λειτουργίας 1,7 Atm, ακτίνα διαβροχής 5,2 m και παροχή $0,26 \text{ m}^3/\text{h}$.

Στη μεταχείριση με την υπόγεια άρδευση με σταγόνες χρησιμοποιήθηκαν 15 υποεπιφανειακοί σταλακτηφόροι σωλήνες. Οι σταλακτηφόροι σωλήνες ήταν τύπου RAM-Techline Φ17, της εταιρείας Netafim. Είχαν ισαποχή 40 cm και ήταν κατασκευασμένοι από PE. Το μήκος τους ήταν 24 m. Οι σταλακτηφόροι σωλήνες έφεραν ενσωματωμένους σταλάκτες, οι οποίοι ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι. Οι σταλάκτες είχαν παροχή 1,6 l/h και λειτουργούσαν σε πίεση 0,5-4 Atm. Στο τέλος των αγωγών εφαρμογής είχαν τοποθετηθεί ειδικές βαλβίδες εκτόνωσης της πίεσης, για την αποφυγή έμφραξης του δικτύου.

Η έκταση του αγρού που χρησιμοποιήθηκε ήταν 96 m^2 και χωρίστηκε σε δύο μεταχειρίσεις των 48 m^2 ($2 \times 24 \text{ m}$). Η πρώτη μεταχείριση ονομάστηκε ΥΚ (Υπόγειο Καθαρό) και η δεύτερη ονομάστηκε ΕΚ (Επιφανειακό Καθαρό). Κάθε μεταχείριση χωρίστηκε σε τέσσερις επαναλήψεις εκτάσεως 12 m^2 ($2 \times 6 \text{ m}$)

Για το έλεγχο της άρδευσης τοποθετήθηκε πίνακας ελέγχου ο οποίος περιείχε την κεντρική ηλεκτροβάνα άρδευσης (Muster Valve), τα μανόμετρα ένδειξης πίεσης της λειτουργίας των αγωγών, το προγραμματιστή άρδευσης Miracle 6 DC για να μπορούμε να κάνουμε αυτόματη άρδευση, 2 ηλεκτροβάνες για την άρδευση.

Η κεντρική ηλεκτροβάνα συνδεόταν μέσω πλαστικού αγωγού με την αντλία και η αντλία συνδεόταν με την δεξαμενή όπου περιείχε το νερό άρδευσης.

Η αντλία είναι οριζόντια, πολυβάθμια κλειστού τύπου.

Ο προγραμματιστής άρδευσης Miracle DC 6 (Εικόνα 4), ο οποίος λειτουργεί με μπαταρία είναι κατασκευή της εταιρείας Motorola.



Εικόνα 5. Προγραμματιστής άρδευσης Miracle DC 6

Έχει την δυνατότητα να προγραμματίζει άρδευση μέχρι και 6 ηλεκτροβανών, σε 3 διαφορετικά προγράμματα. Τα κύρια μέρη του προγραμματιστή είναι, η οθόνη, τα 3 πλήκτρα εντολών, μια μπαταρία λιθίου 9V, τον πίνακα ελέγχου και το πλαίσιο στήριξης.

Οι ηλεκτροβάνες ήταν τύπου Aquanet II, με τάση λειτουργίας 9 – 40 Volt. Οι ηλεκτροβάνες είχαν συνδεθεί με τους αγωγούς μεταφοράς του νερού. Οι αγωγοί ήταν κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE), είχα διατομή Φ32, με πίεση λειτουργίας 6 Atm.

Οι αγωγοί μεταφοράς τοποθετήθηκαν κατά μήκος και περιμετρικά του αγρού, μπροστά από κάθε μεταχείριση τοποθετήθηκε ένα φρεάτιο το οποίο περιείχε έναν υδρομετρητή, για την καταγραφή του καταναλισκόμενου όγκου νερού.

Για το κούρεμα χρησιμοποιήθηκε η βενζινοκίνητη μηχανή κοπής τύπου Raser με ισχύ 3,5 Hp. Η κοπή γινόταν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο του χλοοτάπητα. Το σύνολο την νωπής μάζας κάθε τεμαχίου τοποθετούνταν σε μια πλαστική μαύρη σακούλα απορριμμάτων, η οποία προηγουμένως ζυγίζοταν για την εύρεση του απόβαρου. Για τη μέτρηση του συνολικού νωπού βάρους των τεμαχίων, χρησιμοποιήθηκε η ζυγαριά 12000 D SCS της εταιρείας Precisa Instruments AG. Η ζυγαριά είχε σαν μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος τα 12000 g., ελάχιστο βάρος τα 5 g., και σφάλμα ανάγνωσης το 1 g. Από τη συνολική μάζα κάθε τεμαχίου, λαμβανόταν ένα δείγμα βάρους 200 g. Περίπου, και τοποθετούνταν σε μια χάρτινη σακούλα. Για τη μέτρηση του δείγματος, χρησιμοποιήθηκε ζυγός της εταιρείας Adam Equipment.. Τα δείγματα

στη συνέχεια μεταφερόταν σε μια άλλη πλαστική μαύρη σακούλα σε φούρνο, για την εύρεση της περιεχόμενης υγρασίας και τον προσδιορισμό της ξηρής μάζας του χλοοτάπητα. Ο φούρνος ήταν της εταιρείας Jermaks. Τα δείγματα τοποθετούνταν για 48 h, σε θερμοκρασία 85 °C. Μετά την ξήρανση, ζυγίζονταν στον ζυγό WL 3000 της εταιρείας Adam Equipment. Ο ζυγός είχε μέγιστο αναγραφόμενο βάρος 3000 g., με διακριτότητα ανάγνωσης τα 0.01 g. Από την αρχική μάζα του δείγματος αφαιρούνται η ξηρή μάζα και υπολογίζονται η % περιεχόμενη υγρασία κάθε δείγματος. Κατόπιν, γινόταν αναγωγή της ξηράς ουσίας κάθε δείγματος σε απόδοση kg/στρ. για κάθε πειραματικό τεμάχιο. Οι κοπές επαναλαμβάνονταν ανά 2 βδομάδες περίπου, ανάλογα και με την ανάπτυξη του χλοοτάπητα. Έγιναν συνολικά 10 κοπές.

Για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης εδαφικής υγρασίας, τοποθετήθηκαν αισθητήρων στο έδαφος και η μέτρηση έγινε με τη μέθοδο T.D.R. Η μέθοδος της T.D.R. για την μέτρηση της ογκομετρικής περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό, αποτελεί σήμερα μια από τις πλέον αξιόπιστες και ακριβείς μεθόδους. Η τεχνική βασίζεται στη μέτρηση της διηλεκτρικής σταθεράς του υπό μέτρηση εδάφους και κατόπιν τον υπολογισμό της ογκομετρικής περιεκτικότητας σε νερό. Η διηλεκτρική σταθερά υπό μέτρηση δείγματος επιδρά και καθορίζει την ταχύτητα κίνησης ενός υψηλής συχνότητας σήματος το οποίο διαβιβάζεται στο έδαφος μέσω κατάλληλου κυματοδηγού. Η διηλεκτρική σταθερά του εδάφους είναι γνωστό ότι εξαρτάται από το ποσοστό του νερού που περιέχεται σε αυτό.

Το σύστημα για τη μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με τη μέθοδο T.D.R. στην βασική του διαμόρφωση (συσκευή ή όργανο και παρελκόμενα) περιλαμβάνει:

- A) συσκευή T.D.R.
- B) το probe (αισθητήρας του οργάνου)
- Γ) σετ εργαλείων για την εισαγωγή και εξαγωγή του probe
- Δ) φορτιστή για της εσωτερικές μπαταρίες της συσκευής T.D.R.
- E) καλώδιο σύνδεσης της συσκευής T.D.R. με το probe
- ΣΤ) καλώδιο σύνδεσης της συσκευής T.D.R. με τον υπολογιστή

Τοποθετήθηκαν συνολικά 4 αισθητήρες σε αντίστοιχα πειραματικά τεμάχια. Οι αισθητήρες είχαν ενεργό βάθος 75 cm μέτρησης της εδαφικής υγρασίας. Το ενεργό βάθος διακρινόταν σε 5 διαστήματα μέτρησης και ήταν τα εξής: 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75 cm.

Μετρήθηκε το ύψος του ακραίου μεριστώματος σε έναν αριθμό 4 φυτών στο πλέγμα κάθε πειραματικού τεμαχίου. Οι μετρήσεις επαναλήφθηκαν μέχρι τις 18/10/2002.

Έγινε ανάλυση των φύλλων με την μέθοδο εκχύλισης με αιθανόλη. Χρησιμοποιήθηκαν νωπά φύλλα από τα πειραματικά τεμάχια, ένα γουδί από πορσελάνη, ένα γουδοχέρι, γυάλινοι δοκιμαστικοί σωλήνες, πιπέτες, ένας γυάλινος ογκομετρικός κύλινδρος 25ml, αιθανόλη καθαρότητας 96%, μια συσκευή φυγοκέντρωσης της Hettich Universal και ένα φασματοφωτόμετρο Spectronic 301 της εταιρείας Milton Roy. Η μάζα που χρησιμοποιόταν ήταν κατά μέσο όρο 0,2 έως 0,5g. Η μάζα αυτή λειοτριβόταν στο γουδί και με την βοήθεια της αιθανόλης λαμβανόταν το εκχύλισμα. Κατόπιν το εκχύλισμα δεχόταν φυγοκέντρωση 3000 στροφές/min, για 5 λεπτά. Το υπερκείμενο διαυγές διάλυμα διοχετευόταν στο φασματοφωτόμετρο, όπου με την βοήθεια ενός πρότυπου διαλύματος γινόταν εύρεση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης A, B και του αθροίσματος, σε mg/g νωπής μάζας. Για την εύρεση της ξηρής μάζας των φύλλων λαμβανόταν ένα δείγμα για προσδιορισμό της υγρασίας.

Στις 25/5/2002 έγινε η πρώτη άρδευση. Για την πραγματοποίηση της άρδευσης, έγινε προσδιορισμός διαφόρων μεγεθών (Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997). Καταρχήν υπολογίστηκε η διαθέσιμη υγρασία (ASM) από τον τύπο:

$$ASM = \frac{(FC - PWP)}{100} \times ASW \times RW$$

Όπου,

ASM = Διαθέσιμη υγρασία ή Βάθος Άρδευσης (mm ή m³/ στρέμμα)

FC = Υδατοϊκανότητα (% ξηρού βάρους)

PWP = Σημείο Μόνιμης Μάρανσης (% ξηρού βάρους)

ASW = Φαινόμενο ειδικό βάρος

RD = Βάθος Ριζοστρώματος (mm)

Οι τιμές των παραμέτρων του εδάφους φαίνονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1. Υδραυλικές ιδιότητες του εδάφους

Υδατοϊκανότητα (FC)	21,2 % ξ.β.
Σημείο Μόνιμης Μάρανσης (PWP)	11,64 % ξ.β.
Φαινόμενο Ειδικό Βάρος (ASW)	1,23

Για το χλοοτάπητα λήφθηκε ως βάθος ριζοστρώματος τα 500 mm. Το βάθος άρδευσης βρέθηκε ίσο με 58,77 mm.

Κατόπιν έγινε ο υπολογισμός της ωφέλιμης υγρασίας ή καθαρού βάθους αρδεύσεως από το τύπο:

$$USM = F \times ASM$$

Όπου,

USM: Ωφέλιμη υγρασία ή καθαρό βάθος άρδευσης (d_n , mm ή m^3 /στρέμμα)

F: Συντελεστής Ωφελιμότητας (αδιάστατο μέγεθος)

ASM: διαθέσιμη υγρασία (mm)

Ο συντελεστής ωφελιμότητας για το χλοοτάπητα λήφθηκε ως 0,5. Επομένως, η ωφέλιμη υγρασία βρέθηκε 29,4 mm.

Στην συνέχεια υπολογίστηκε το ολικό βάθος άρδευσης d_t από το τύπο:

$$d_t = \frac{USM}{E_f}$$

Όπου,

d_t : ολικό βάθος άρδευσης (mm ή m^3 /στρέμμα)

USM : Ωφέλιμη υγρασία ή καθαρό βάθος άρδευσης

E_f : Αποδοτικότητα εφαρμογής του νερού στο χωράφι (παίρνει τιμές από 0 μέχρι και 1)

Η αποδοτικότητα για την υποεπιφανειακή ήταν ίση με 0,95 και για την επιφανειακή ήταν ίση με 0,80. Κατά συνέπεια, το ολικό βάθος άρδευσης ήταν 31 mm για την υποεπιφανειακή και 36,8 mm για την επιφανειακή άρδευση.

Η άρδευση πραγματοποιούνταν κάθε δυο μέρες, εκτός αν είχε προηγηθεί βροχόπτωση, οπότε πραγματοποιούνταν σε αραιότερα χρονικά διαστήματα. Για την εύρεση της δόσης άρδευσης κάθε φορά, λαμβανόταν υπόψη το καθαρό βάθος άρδευσης, το ολικό βάθος άρδευσης και η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας. Ανάλογα

με την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή λαμβανόταν ένα ποσοστό του καθαρού βάθους άρδευσης, που αντιστοιχούσε στο ολικό βάθος άρδευσης.

Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε με την μέθοδο του Εξατμισιμέτρου Α Τάξεως (Παπαζαφειρίου, 1999). Το Εξατμισιμέτρου Α Τάξεως (Εικόνα 5) είναι μια κυλινδρική λεκάνη κατασκευασμένη από χοντρή γαλβανισμένη λαμαρίνα με διάμετρο 121 cm και βάθος 25,4 cm, που τοποθετείται πάνω σε ξύλινη βάση ώστε ο πυθμένας της να είναι απόλυτα οριζοντιωμένος και να απέχει 15 cm από την επιφάνεια του



Εικόνα 6. Εξατμισιμέτρου Α Τάξεως

εδάφους. Η λεκάνη γεμίζεται με νερό μέχρι 5 cm κάτω από το πάνω χείλος της, η δε στάθμη του νερού κατά την λειτουργία του οργάνου δεν έπρεπε να ξεπερνά τα 7,5 cm από το χείλος αυτό. Η εύρεση της πτώσης της στάθμης γινόταν μέσω ενός γυάλινου ογκομετρικού σωλήνα. Είχε μήκος 28,5 cm και διάμετρο 1,2 cm. Είχε χωρητικότητα 50 ml, με διακριτότητα 0,1 ml. Ο κύλινδρος ήταν κατασκευασμένος σύμφωνα με τα πρότυπα DIN AS με σφάλμα ανάγνωσης 0,05 ml.

Η σχέση που δίνει τη βασική εξατμισοδιαπνοή στη μέθοδο του εξατμισιμέτρου είναι : $E_T = K_p \cdot E_{pan}$. Όπου E_{pan} είναι η μέση εξάτμιση του 24ώρου από το εξατμισιμέτρο σε mm/ημέρα και K_p είναι ο συντελεστής του εξατμισιμέτρου. Ο συντελεστής του εξατμισιμέτρου λήφθηκε ίσος με 0,8.

Η βασική εξατμισοδιαπνοή πολλαπλασιάζονταν με τον φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας, για την εύρεση της ημερήσιας πραγματικής εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας. Για τον χλοοτάπητα ο φυτικός συντελεστής λήφθηκε 0,95.

Εκτός από την εξατμισοδιαπνοή, καταγράφονταν σε ημερήσια βάση και τα κλιματικά δεδομένα. Οι παράμετροι που λαμβάνονταν ήταν : Θερμοκρασία, Σχετική Υγρασία, Βροχόπτωση.

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το t-κριτήριο, που είναι το καταλληλότερο κριτήριο για τον έλεγχο δύο μέσων όρων ή σειράς 2 μέσων όρων. Η συλλογή, η ομαδοποίηση και η ανάλυση των δεδομένων έγιναν με το πρόγραμμα Microsoft Excel.

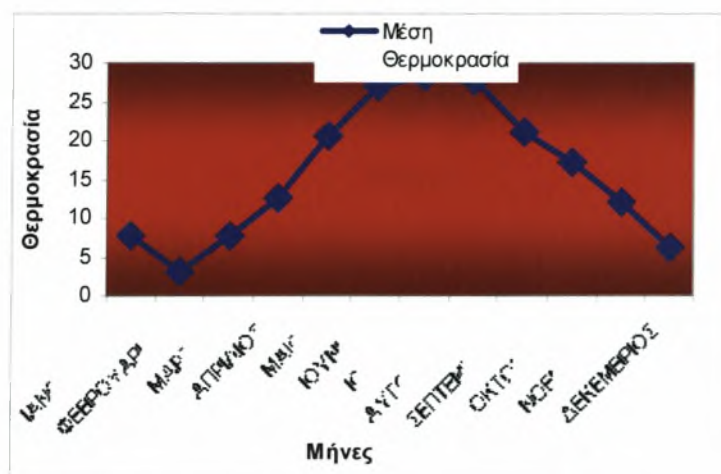
8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στους παρακάτω πίνακες δίνονται τα στοιχεία της μέσης θερμοκρασίας (Πιν. 1) και της μέσης βροχόπτωσης (Πιν. 2) της περιοχής Βελεστίνου κατά το έτος 2002 και οι μετρήσεις της ημερήσιας εξατμίσης όπως αυτή μετρήθηκε με την βοήθεια του εξατμισήμετρου τύπου A (Γράφημα 3). Στα Γραφήματα 4 και 5 παρουσιάζονται η διακύμανση της απόδοσης του χλοοτάπητα σε νωπή και ξηρή βιομάζα αντίστοιχα, ενώ στο Γράφημα 6 η διακύμανση του ύψους του βλαστού κατά την διάρκεια του πειράματος. Ακόμη παρατίθενται η μέση περιεκτικότητα των φύλλων του χλοοτάπητα σε χλωροφύλλη (Γράφημα 7), η εδαφική υγρασία (Γράφημα 8) και η δόση άρδευσης σύμφωνα με δυο προγράμματα για καταιονισμό και υπόγεια σταγόνα αντίστοιχα.

8.1 Μέση θερμοκρασία

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	7,8
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	3,2
ΜΑΡΤΙΟΣ	7,7
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	12,5
ΜΑΙΟΣ	20,4
ΙΟΥΝΙΟΣ	26,8
ΙΟΥΛΙΟΣ	28,2
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	27,6
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	17,3
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	12
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6,2

Πίνακας 1. Μέση θερμοκρασία της περιοχής του αγροκτήματος κατά την διάρκεια του έτους 2002.



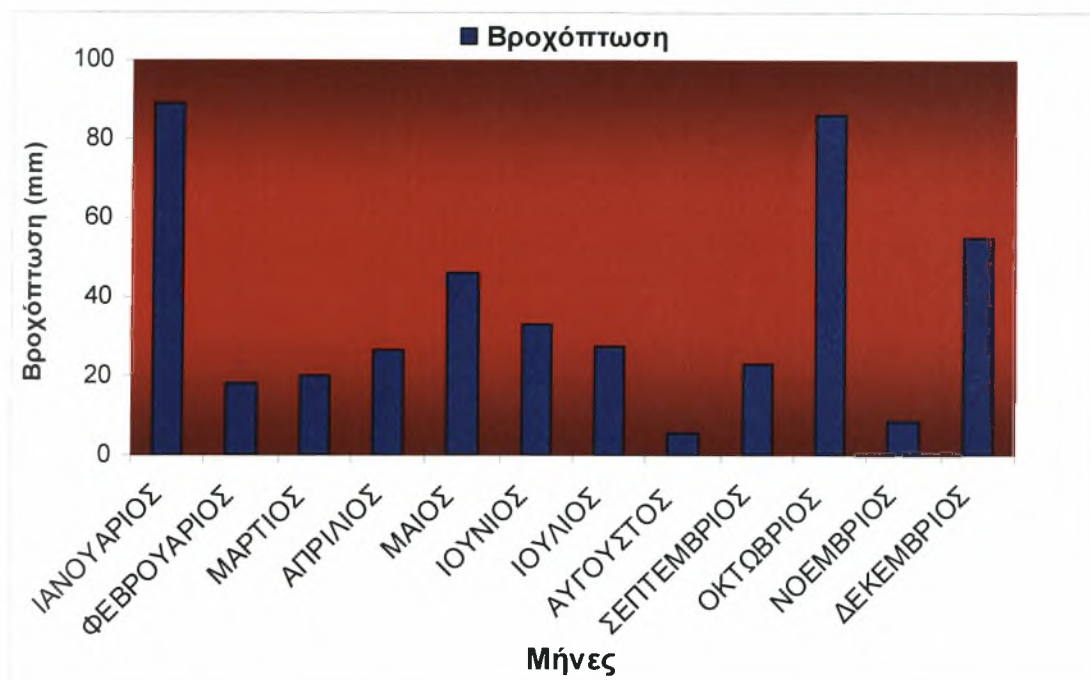
Γράφημα 1. Μέση θερμοκρασία της περιοχής Βελεστίνου για το έτος 2002.

Η περίοδος αυτή θεωρείται ότι ευνόησε το χλοοτάπητα, γιατί το συγκεκριμένο είδος αναπτύσσεται καλύτερα με δροσερό κλίμα.

8.2 Μέση βροχόπτωση

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	88,8
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	18,2
ΜΑΡΤΙΟΣ	20,1
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	26,4
ΜΑΙΟΣ	46
ΙΟΥΝΙΟΣ	33,2
ΙΟΥΛΙΟΣ	27,7
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	5,3
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	22,8
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	86,1
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	8,3
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	54,8

Πίνακας 2. Μέση Βροχόπτωση της περιοχής Βελεστίνου κατά το έτος 2002



Γράφημα 2. Μέση βροχόπτωση της περιοχής Βελεστίνου για το έτος 2002

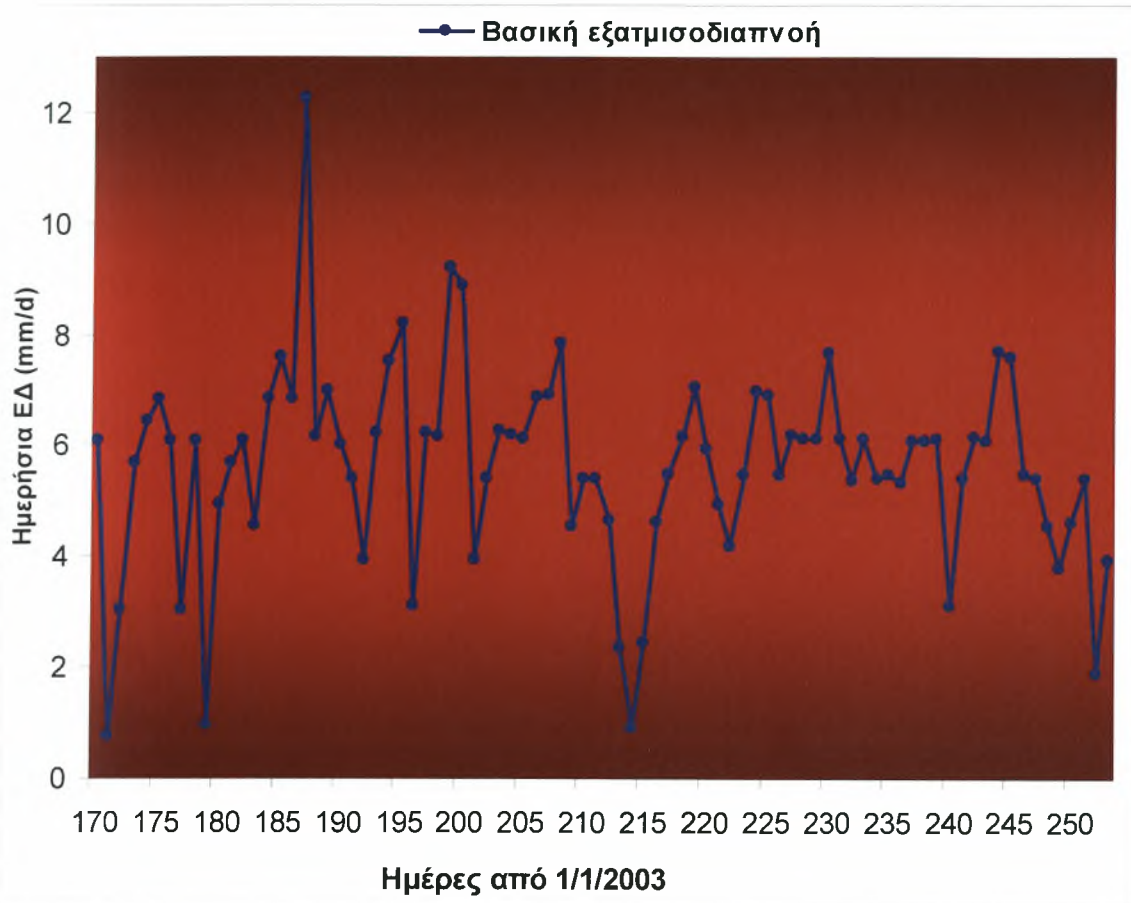
Από το γράφημα της μέσης βροχόπτωσης, διαπιστώνουμε ότι την περίοδο Ιουνίου – Σεπτεμβρίου είχαμε βροχόπτωση 90 mm περίπου, πιο βροχεροί μήνες ήταν ο Ιούνιος και ο Ιούλιος με μέση βροχόπτωση 33,2 mm και 27,7 mm αντίστοιχα.

8.3 Βασική εξατμισοδιαπνοή

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΕΞΑΤΜΙΣΙΜΕΤΡΟΥ	ΒΡΟΧΗ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΡΟΥ	mm ΕΞΑΤΜΙ- ΣΗΣ
19/6/2002	72	8,05		
20/6/2002	72		15	
21/6/2002	19			4
22/6/2002	26,5			7,5
23/6/2002	35			8,5
24/6/2002	44			9
25/6/2002	52			8
26/6/2002	56	4,28		4
27/6/2002	64			8
28/6/2002	58			
29/6/2002	64,5	8,55		6,5
30/6/2002	72			7,5
1/7/2002	80			8
2/7/2002	86		7	6
3/7/2002	16			9
4/7/2002	26			10
5/7/2002	35			9
6/7/2002	51			16
7/7/2002	59			8
8/7/2002	68			9
9/7/2002	76		20	8
10/7/2002	27			7
11/7/2002	32			5
12/7/2002	40			8
13/7/2002	50			10
14/7/2002	61			11
15/7/2002	65			4
16/7/2002	73			8
17/7/2002	81		7	8
18/7/2002	19			12
19/7/2002	31	15,1		12
20/7/2002	20			5
21/7/2002	27			7
22/7/2002	35			8
23/7/2002	43			8
24/7/2002	51			8
25/7/2002	60			9
26/7/2002	69			9
27/7/2002	79			10
28/7/2002	85		4	6
29/7/2002	11			7
30/7/2002	18			7
31/7/2002	24	2		6
1/8/2002	27			3
2/8/2002	28			1
3/8/2002	31			3
4/8/2002	37			6
5/8/2002	44			7

6/8/2002	52			8
7/8/2002	61			9
8/8/2002	69			8
9/8/2002	75,5		16,5	6,5
10/8/2002	22			5,5
11/8/2002	29	0,46		7
12/8/2002	38			9
13/8/2002	47			9
14/8/2002	54			7
15/8/2002	62		12	8
16/8/2002	20			8
17/8/2002	28			8
18/8/2002	38			10
19/8/2002	46			8
20/8/2002	53			7
21/8/2002	61			8
22/8/2002	68		4	7
23/8/2002	11			7
24/8/2002	18			7
25/8/2002	26			8
26/8/2002	34			8
27/8/2002	42			8
28/8/2002	46	0,5	3	4
29/8/2002	10			7
30/8/2002	18			8
31/8/2002	26			8
1/9/2002	36			10
2/9/2002	46		2	10
3/9/2002	9	2,14		7
4/9/2002	16			7
5/9/2002	22			6
6/9/2002	27			5
7/9/2002	33			6
8/9/2002	40	2		7
9/9/2002	42			2
10/9/2002	47	12,83		5
			ΣΥΝΟΛΟ	604

Πίνακας 3. Μετρήσεις της ημερήσιας εξάτμισης όπως αυτή μετρήθηκε με την βοήθεια του εξατμισιμέτρου τύπου A



Γράφημα 3. Διακύμανση της ημερήσιας βασικής εξατμισοδιαπνοής

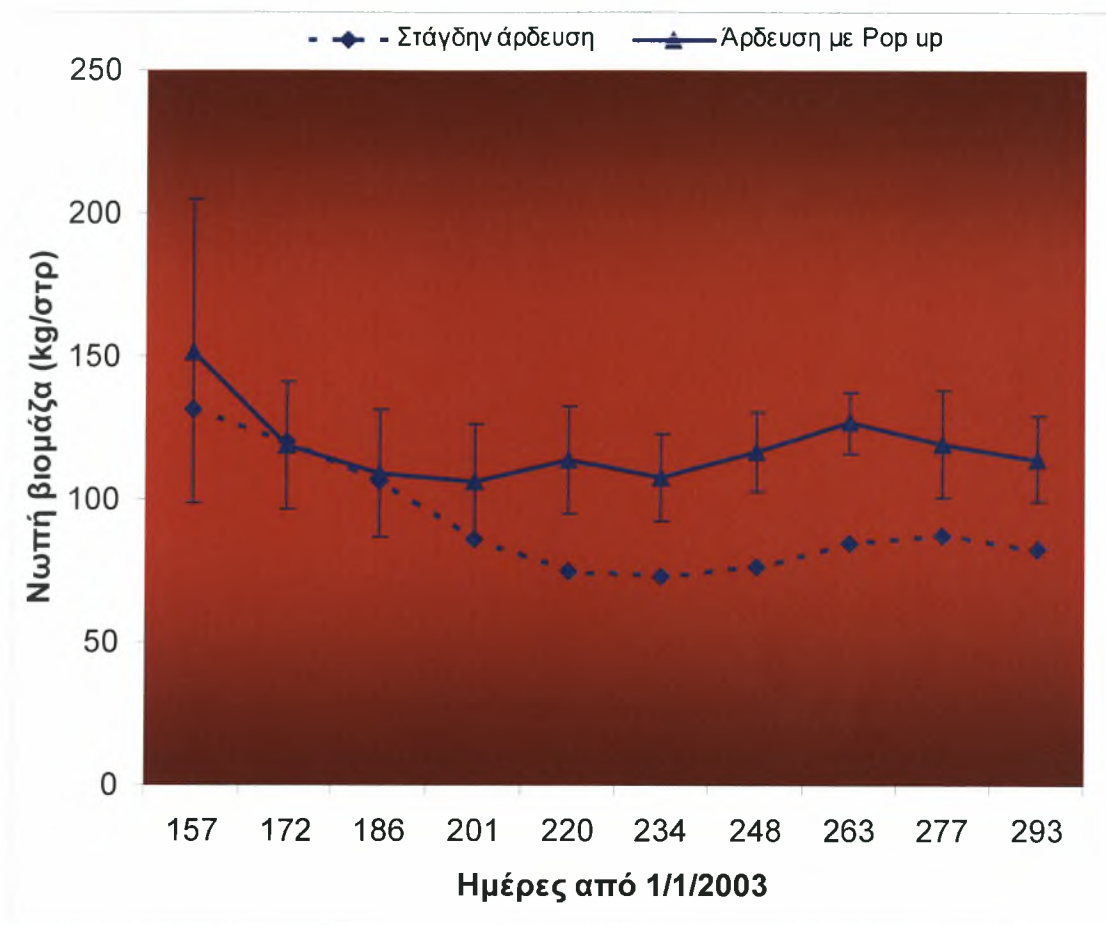
Στο γράφημα 3 βλέπουμε την μεταβολή της βασικής εξατμισοδιαπνοής σε ημερήσια βάση. Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή είναι συνάρτηση των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην συγκεκριμένη περιοχή μέτρησης. Στις 6 Ιουλίου είχαμε την μέγιστη εξατμισοδιαπνοή με τιμή 12,36 mm και γενικά όλο το μήνα Ιούλιο είχαμε υψηλότερες τιμές εξατμισοδιαπνοής από ότι τους άλλους μήνες. Αυτό οφείλεται στο ότι τον Ιούλιο είχαμε υψηλότερες θερμοκρασίες.

8.4 Νωπή βιομάζα

Στο γράφημα 4 παρουσιάζεται η διακύμανση της απόδοσης σε kg νωπής βιομάζας/στρ. του χλοοτάπητα. Η στατιστική ανάλυση έγινε με σύγκριση των τιμών ανα μέρα κοπής στο πρόγραμμα Microsoft Excel.

Κατά την ανάλυση που έγινε ανά μέρα κοπής, εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 7 από τις 10 μέρες κοπής. Στις μέρες κοπής που είχαμε στατιστι-

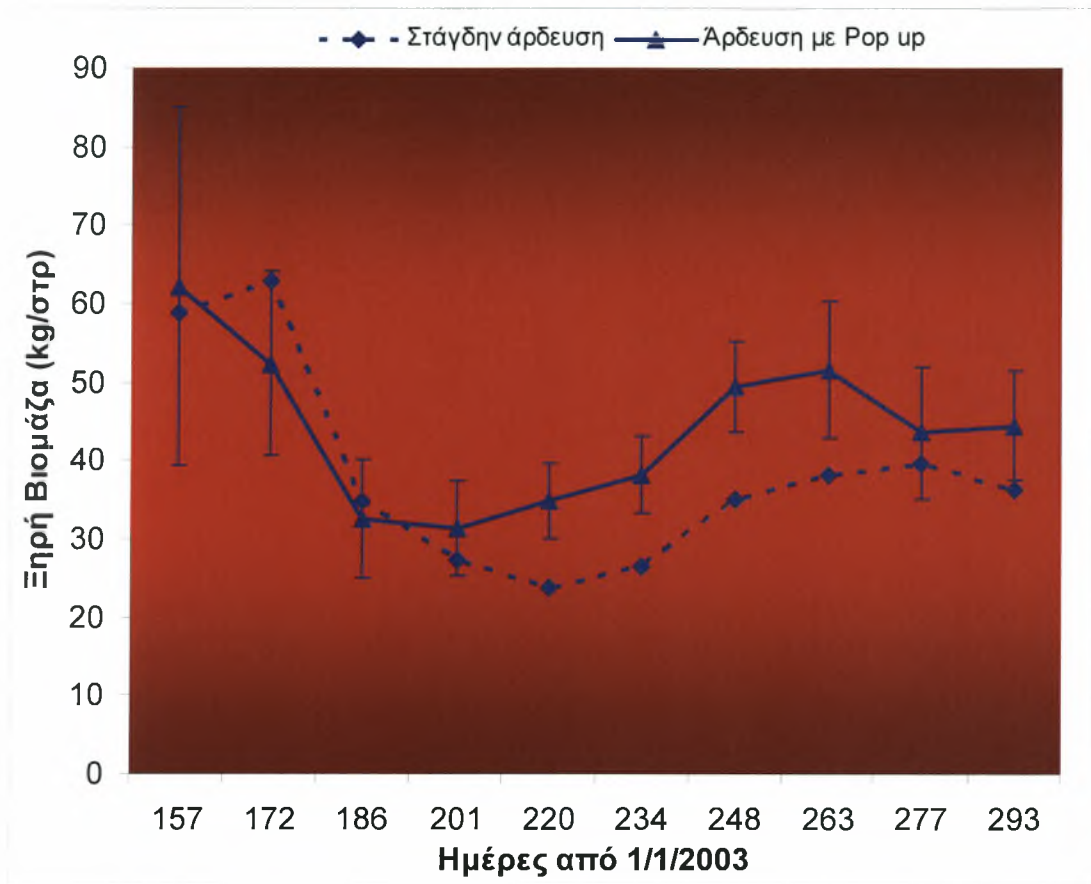
κά σημαντικές διαφορές η μεταχείριση με την άρδευση με καταιονισμό υπερτερούσε της άρδευσης με υπόγεια σταγόνα.



Γράφημα 4. Διακύμανση της απόδοσης σε νωπή βιομάζα του χλοοτάπητα (οι κάθετες ράβδοι αναφέρονται σε $L.S.D_{0=0.05}$)

Οι μεγαλύτερες αποδόσεις παρατηρήθηκαν κατά το μήνα Ιούνιο, αυτό ίσως οφείλεται στο ότι είχαμε υψηλές βροχοπτώσεις κατά την διάρκεια του μήνα. Οι χαμηλότερες αποδόσεις παρατηρήθηκαν κατά το μήνα Αύγουστο, αυτό ίσως οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες και στις χαμηλές βροχοπτώσεις που είχαμε κατά την περίοδο του μήνα αυτού.

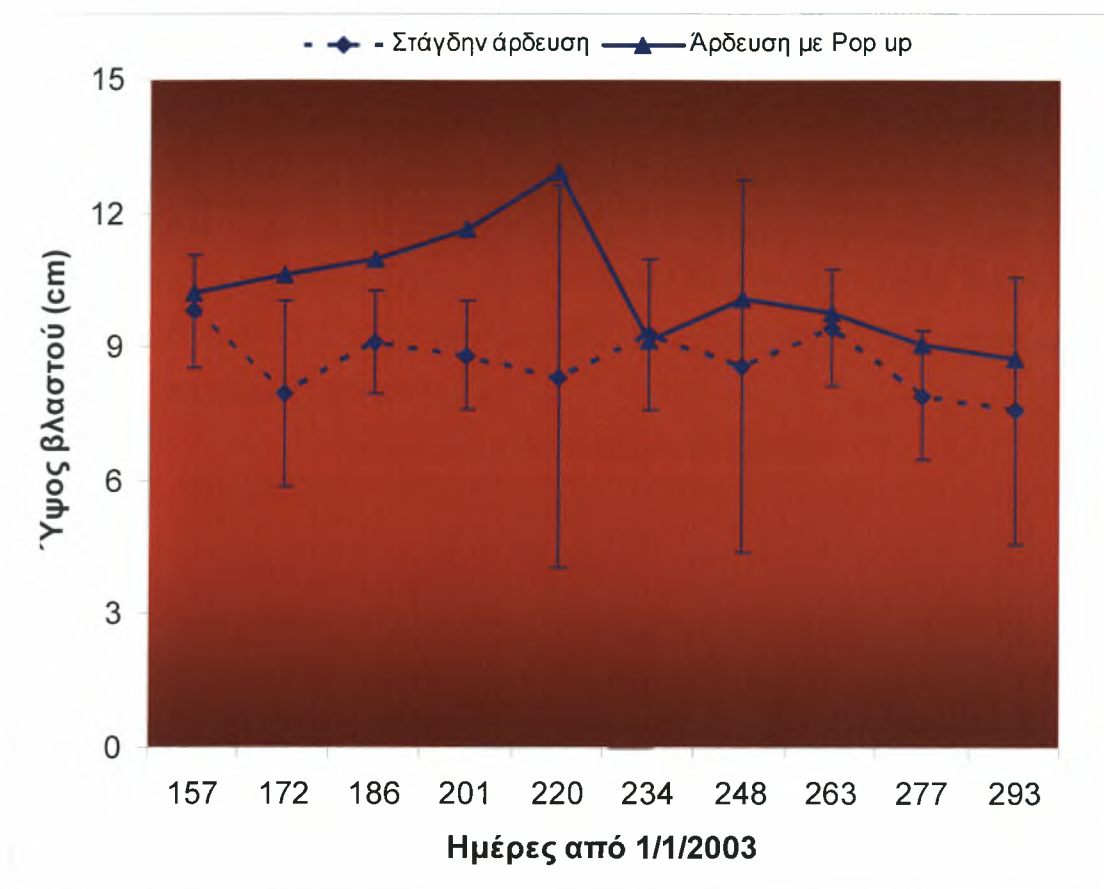
8.5 Ξηρή βιομάζα



Γράφημα 5. Διακύμανση της απόδοσης σε ξηρή βιομάζα του χλοοτάπητα (οι κάθετες ράβδοι αναφέρονται σε $L.S.D_{p=0,05}$)

Στο γράφημα 5 παρουσιάζεται η διακύμανση της απόδοσης σε kg ξηρής βιομάζας/στρ. του χλοοτάπητα. Η στατιστική ανάλυση έγινε ανά μέρα κοπής και έδειξε ότι 5 μέρες κοπής είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ οι υπόλοιπες 5 μέρες κοπής δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Όπως και στο νωπή βιομάζα οι μεγαλύτερες αποδόσεις παρατηρήθηκαν κατά το μήνα Ιούνιο και οι χαμηλότερες αποδόσεις παρατηρήθηκαν κατά το μήνα Αύγουστο.

8.6 Ύψος βλαστού

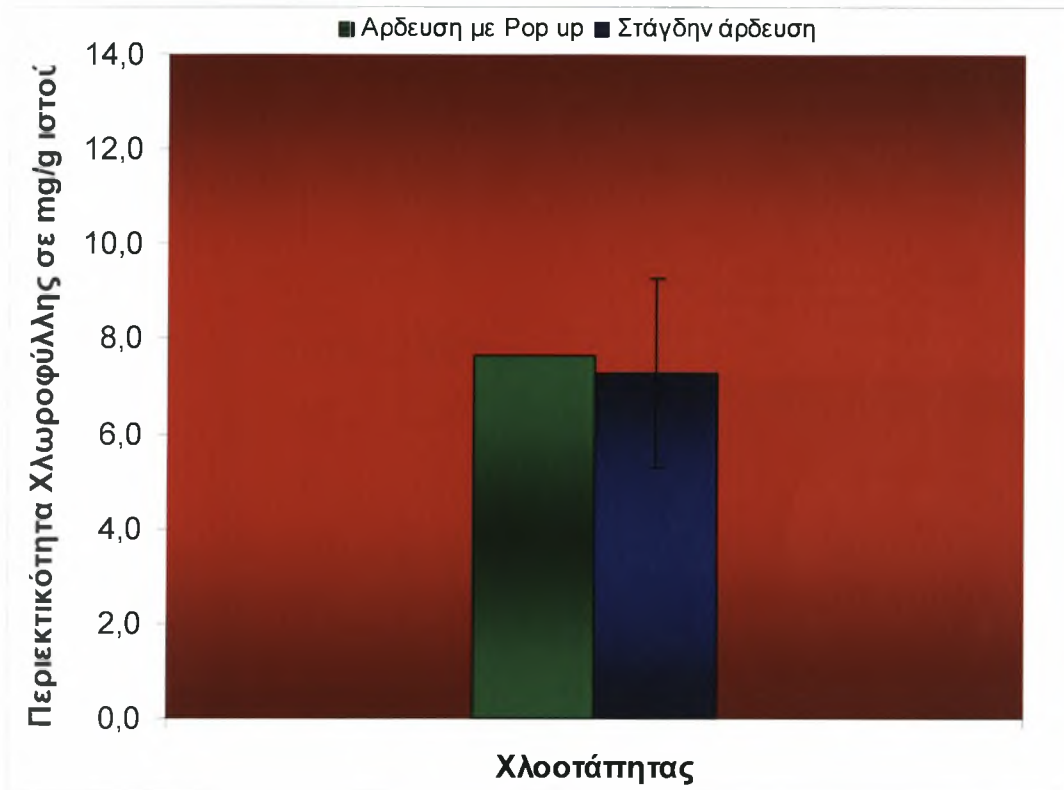


Γράφημα 6. Διακύμανση του ύψους του βλαστού (οι κάθετες ράβδοι αναφέρονται σε $L.S.D_{p=0.05}$)

Στο γράφημα 6 παρουσιάζεται η διακύμανση του ύψους του βλαστού κατά την διάρκεια του πειράματος. Από τις μετρήσεις που έγιναν, διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μόνο σε τρεις κοπές από τις δέκα που πραγματοποιήθηκαν. Ο μέσος όρος του ύψους στην μεταχείριση με την υπόγεια άρδευση ήταν 8,67 cm και στην μεταχείριση με την επιφανειακή άρδευση ήταν 10,31 cm. Η διαφορά αυτή αποδείχτηκε ότι δεν ήταν στατιστικώς σημαντική. Οι τιμές του ύψους του βλαστού ήταν συνάρτηση της περιόδου αναπτύξεως και της ημερομηνίας κοπής της βιομάζας του χλοοτάπητα. Η μέτρηση γινόταν από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το ακραίο μερίστωμα και στην συνέχεια αφαιρούνταν 8 cm, που ήταν το ύψος το οποίο κόβαμε το χλοοτάπητα σε κάθε κοπή.

8.7 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΑΠΟ ΦΥΛΛΑ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ

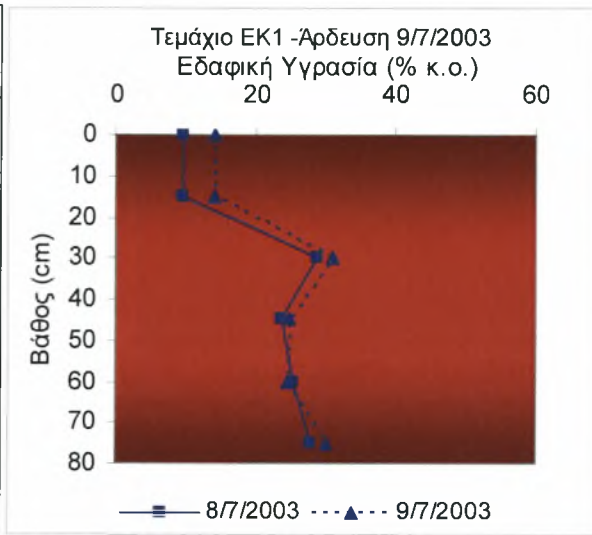
Στο γράφημα 7 απεικονίζεται η μέση περιεκτικότητα των φύλλων του χλοοτάπητα σε χλωροφύλλη Α και Β. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης δεν έδειξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο μεταχειρίσεων. Στις μετρήσεις υπερτέρησε η μεταχείριση με επιφανειακή άρδευση (Pop up) με 7,64 mg χλωροφύλλης / g ξηρού ιστού έναντι 7,27 mg χλωροφύλλης / g ξηρού ιστού της μεταχείρισης με την υπόγεια στάγδην άρδευση.



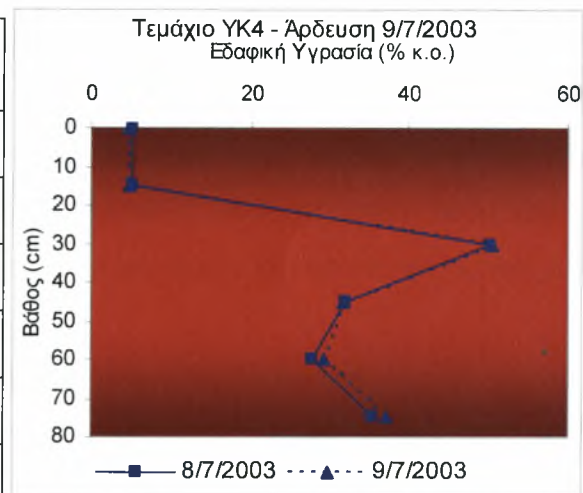
Γράφημα 7. Μέση περιεκτικότητα των φύλλων χλοοτάπητα σε χλωροφύλλη Α και Β (οι κάθετες ράβδοι αναφέρονται σε $L.S.D_{p=0.05}$).

Ρορ up την εδαφική υγρασία αυξημένη στα διαστήματα από 0 – 15 και 15 -30 cm και αυτό ήταν αναμενόμενο, γιατί η εφαρμογή του νερού γίνεται από την επιφάνεια

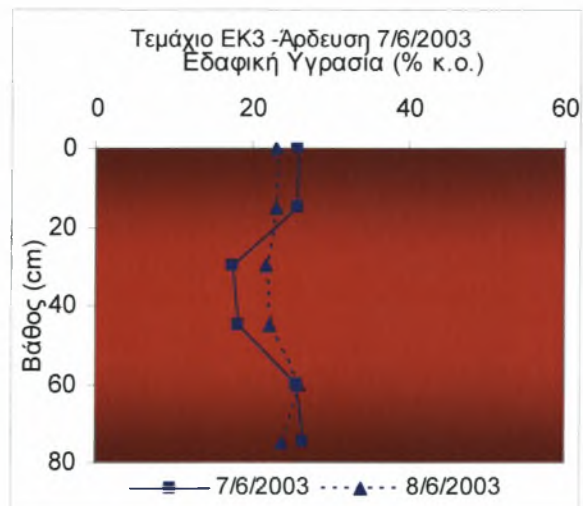
Υγρασία πριν (8/7/2002)	Υγρασία Μετά (9/7/2002)	Βάθος
9,65	14,15	0
9,65	14,15	15
28,85	30,9	30
23,8	24,7	45
25,35	24,45	60
28	30,2	75



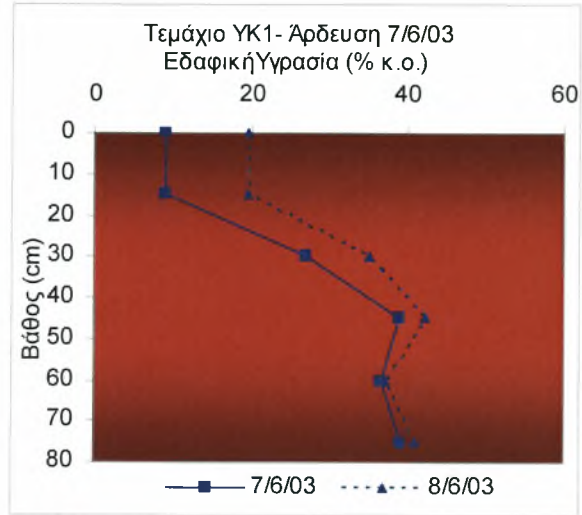
Υγρασία πριν (8/7/02)	Υγρασία Μετά (9/7/02)	Βάθος
5,1	4,7	0
5,1	4,7	15
50	50,35	30
31,95	31,8	45
27,65	29,3	60
35,35	37,1	75



Υγρασία πριν (7/6/03)	Υγρασία Μετά (8/6/03)	Βάθος
25,6	22,95	0
25,6	22,95	15
17,5	21,65	30
18,1	22,25	45
25,7	25,95	60
26,5	23,6	75



Υγρασία πριν (7/6/03)	Υγρασία Μετά (8/6/03)	Βάθος
9,1	14,45	0
9,1	14,45	15
27	24,5	30
38,9	38,3	45
36,6	35,15	60
39,2	44,9	75



Γράφημα 8. Μέτωπα εδαφικής υγρασίας πριν και μετά την άρδευση σε τυχαία πειραματικά τεμάχια.

8.9 Δόση άρδευσης

8.9.1 Υπολογισμός χρόνου λειτουργίας της ηλεκτροβαλβίδας στην υπόγεια σταγόνα

Η δόση άρδευσης γινόταν με βάση την εξατμισοδιαπνοή και με την βοήθεια ενός προγράμματος που κατασκευάστηκε στο υπολογιστή, υπολογιζόταν η δόση και ο χρόνος άρδευσης. Το πρόγραμμα παρουσιάζεται παρακάτω και αφορά και τις δυο μεθόδους άρδευσης.

Πίνακας 4. Προγράμμά άρδευσης για άρδευση με υπόγεια σταγόνα

Διαφορά εξατμισίμετρου	Εξατμισοδιαπνοή	Δόση άρδευσης(λίτρα)	Χρόνος λειτουργίας(λεπτά)
1	0,51	26,84324187	1,877149781
2	1,02	53,68648374	3,754299562
3	1,53	80,52972561	5,631449343
4	2,04	107,3729675	7,508599124
5	2,55	134,2162093	9,385748906
6	3,06	161,0594512	11,26289869
7	3,57	187,9026931	13,14004847
8	4,08	214,745935	15,01719825
9	4,59	241,5891768	16,89434803
10	5,1	268,4324187	18,77149781
11	5,61	295,2756606	20,64864759
12	6,12	322,1189024	22,52579737
13	6,63	348,9621443	24,40294715
14	7,14	375,8053862	26,28009694
15	7,65	402,648628	28,15724672
16	8,16	429,4918699	30,0343965
17	8,67	456,3351118	31,91154628

18	9,18	483,1783537	33,78869606
19	9,69	510,0215955	35,66584584
20	10,2	536,8648374	37,54299562

8.9.2 Υπολογισμός χρόνου λειτουργίας της ηλεκτροβαλβίδας στην άρδευση με καταιονισμό

Πίνακας 5. Πρόγραμμα άρδευσης με καταιονισμό

Διαφορά εξατμισόμετρου	Εξατμισοδιαπονή	Δόση άρδευσης (ανά 2 ημέρες σε λίτρα)	Χρόνος λειτουργίας(λεπτά)
1	0,8	160	7,619047619
2	1,6	320	15,23809524
3	2,4	480	22,85714286
4	3,2	640	30,47619048
5	4	800	38,0952381
6	4,8	960	45,71428571
7	5,6	1120	53,33333333
8	6,4	1280	60,95238095
9	7,2	1440	68,57142857
10	8	1600	76,19047619
11	8,8	1760	83,80952381
12	9,6	1920	91,42857143
13	10,4	2080	99,04761905
14	11,2	2240	106,6666667
15	12	2400	114,2857143
16	12,8	2560	121,9047619
17	13,6	2720	129,5238095
18	14,4	2880	137,1428571
19	15,2	3040	144,7619048
20	16	3200	152,3809524

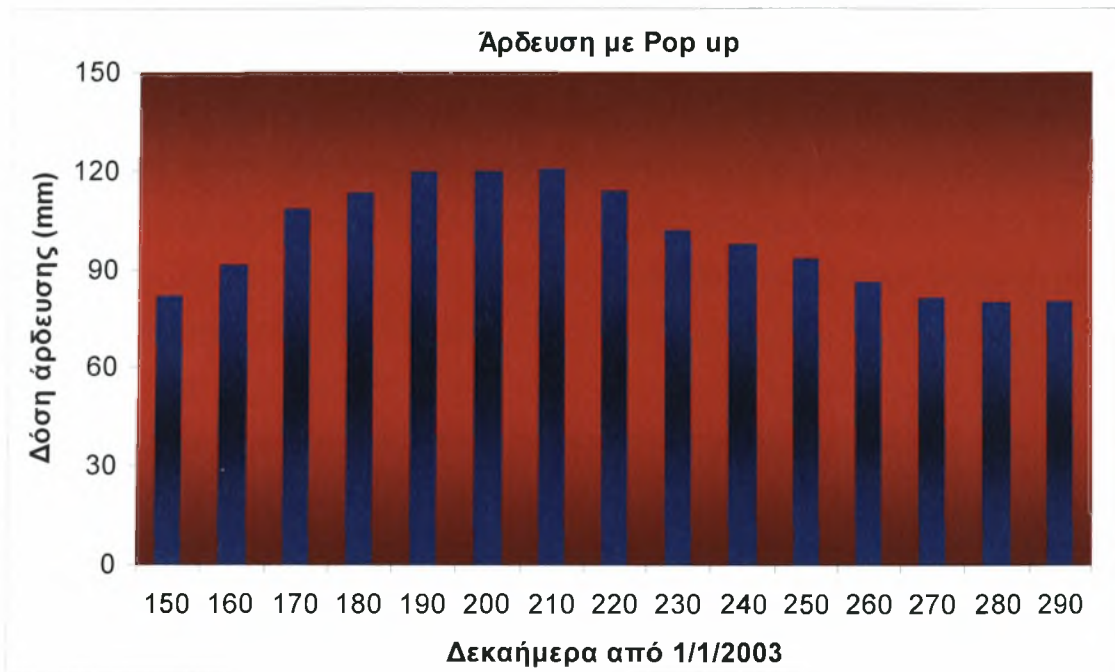
Πίνακας 6. Δόσεις άρδευσης σε m³ και σε mm για τις αρδεύσεις με καταιονισμό και υπόγεια σταγόνα

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑ (m ³)	ΥΠΟΓΕΙΑ ΣΤΑΓΟΝΑ (mm)	ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΣ (m ³)	ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΣ (mm)
25/5/2002	0,482	9,64	1,0147	20,294
27/5/2002	0,4825	9,65	1,0345	20,69
29/5/2002	0,4815	9,63	1,0135	20,27
31/5/2002	0,4818	9,636	1,0226	20,452
3 ^ο Δεκαήμερο Μαΐου	1,9278	38,556	4,0853	81,706
2/6/2002	0,4821	9,642	1,0247	20,494
4/6/2002	0,4815	9,63	1,0135	20,27
6/6/2002	0,4819	9,638	1,0149	20,298
8/6/2002	0,4821	9,642	1,0135	20,27
9/6/2002	0,24	4,8	0,4998	9,996
1 ^ο Δεκαήμερο	2,1676	43,352	4,5664	91,328

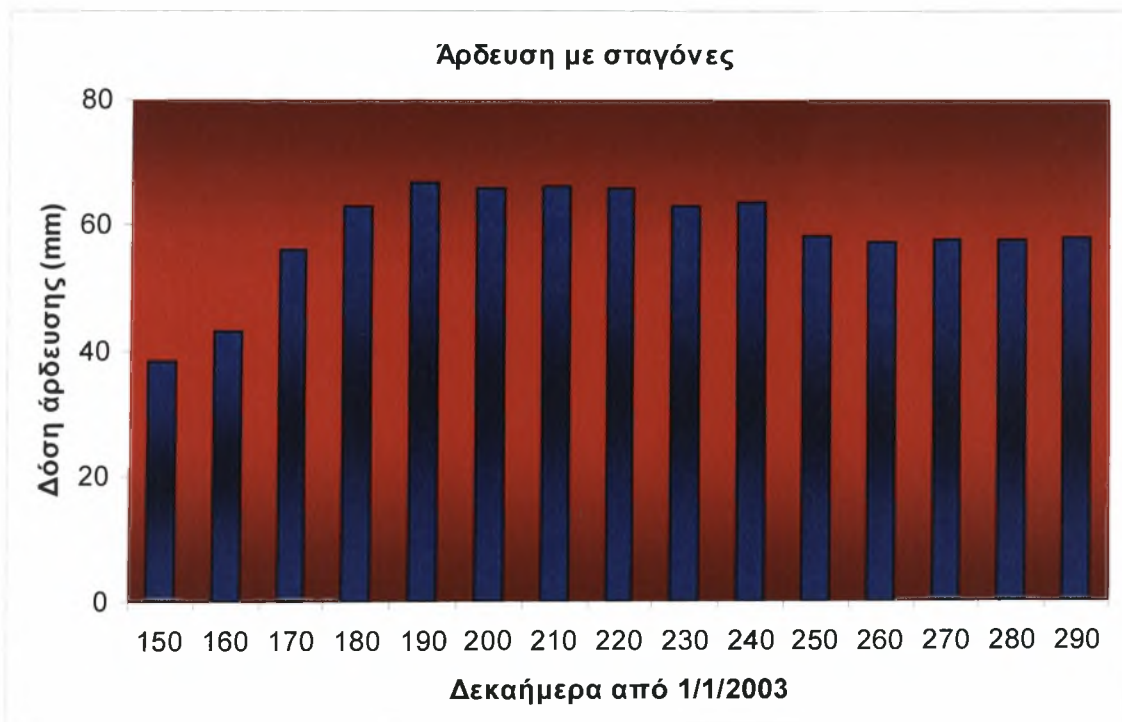
Ιουνίου				
11/6/2002	0,5105	10,21	1,0117	20,234
13/6/2002	0,5095	10,19	1,0117	20,234
15/6/2002	0,5086	10,172	0,7706	15,412
18/6/2002	0,7611	15,222	1,3279	26,558
20/6/2002	0,5209	10,418	1,3119	26,238
2 ^ο Δεκαήμερο Ιουνίου	2,8106	56,212	5,4338	108,676
22/6/2002	0,4219	8,438	1,3008	26,016
24/6/2002	0,4741	9,482	1,006	20,12
26/6/2002	0,9478	18,956	1,4362	28,724
28/6/2002	0,5944	11,888	0,9571	19,142
30/6/2002	0,5944	11,888	0,9513	19,026
3 ^ο Δεκαήμερο Ιουνίου	3,0326	60,652	5,6514	113,028
2/7/2002	0,6505	13,01	1,2013	24,026
4/7/2002	0,6515	13,03	1,2016	24,032
6/7/2002	0,6522	13,044	1,201	24,02
8/7/2002	0,6518	13,036	1,2022	24,044
10/7/2002	0,651	13,02	1,2013	24,026
1 ^ο Δεκαήμερο Ιουλίου	3,257	65,14	6,0074	120,148
12/7/2002	0,6505	13,01	1,2017	24,034
14/7/2002	0,6516	13,032	1,1913	23,826
16/7/2002	0,6499	12,998	1,2117	24,234
18/7/2002	0,6503	13,006	1,2313	24,626
20/7/2002	0,6514	13,028	1,1514	23,028
2 ^ο Δεκαήμερο Ιουλίου	3,2537	65,074	5,9874	119,748
22/7/2002	0,6517	13,034	1,2213	24,426
24/7/2002	0,651	13,02	1,2015	24,03
26/7/2002	0,6507	13,014	1,2113	24,226
28/7/2002	0,6509	13,018	1,2015	24,03
30/7/2002	0,6505	13,01	1,1913	23,826
3 ^ο Δεκαήμερο Ιουλίου	3,2548	65,096	6,0269	120,538
1/8/2002	0,6522	13,044	1,2016	24,032
3/8/2002	0,6505	13,01	1,2017	24,034
5/8/2002	0,6505	13,01	1,2013	24,026
7/8/2002	0,651	13,02	1,2022	24,044
9/8/2002	0,6104	12,208	0,884	17,68
1 ^ο Δεκαήμερο Αυγούστου	3,2146	64,292	5,6908	113,816
11/8/2002	0,6124	12,248	0,877	17,54
13/8/2002	0,6112	12,224	0,8695	17,39
15/8/2002	0,6109	12,218	0,8759	17,518
17/8/2002	0,6112	12,224	0,8866	17,732
19/8/2002	0,61	12,2	0,8754	17,508
2 ^ο Δεκαήμερο Αυγούστου	3,0557	61,114	4,3844	87,688
21/8/2002	0,6104	12,208	0,8745	17,49
23/8/2002	0,6098	12,196	0,8759	17,518
25/8/2002	0,6114	12,228	0,8749	17,498

27/8/2002	0,6104	12,208	0,8751	17,502
29/8/2002	0,6109	12,218	0,8695	17,39
3 ^ο Δεκαήμερο Αυγούστου	3,0529	61,058	4,3699	87,398
31/8/2002	0,571	11,42	0,875	17,5
2/9/2002	0,5721	11,442	0,8866	17,732
4/9/2002	0,5704	11,408	0,8009	16,018
6/9/2002	0,5711	11,422	0,8017	16,034
8/9/2002	0,5704	11,408	0,8022	16,044
1 ^ο Δεκαήμερο Σεπτεμβρίου	2,855	57,1	4,1664	83,328
10/9/2002	0,5707	11,414	0,7995	15,99
12/9/2002	0,5715	11,43	0,8017	16,034
14/9/2002	0,5704	11,408	0,8023	16,046
16/9/2002	0,5518	11,036	0,8025	16,05
18/9/2002	0,5504	11,008	0,8034	16,068
2 ^ο Δεκαήμερο Σεπτεμβρίου	2,8148	56,296	4,0094	80,188
20/9/2002	0,5509	11,018	0,8017	16,034
22/9/2002	0,5523	11,046	0,8018	16,036
24/9/2002	0,5504	11,008	0,8022	16,044
26/9/2002	0,551	11,02	0,8019	16,038
28/9/2002	0,5506	11,012	0,8008	16,016
3 ^ο Δεκαήμερο Σεπτεμβρίου	2,7552	55,104	4,0084	80,168
30/9/2002	0,5518	11,036	0,8017	16,034
2/10/2002	0,5504	11,008	0,8011	16,022
4/10/2002	0,5507	11,014	0,8009	16,018
6/10/2002	0,5505	11,01	0,8017	16,034
8/10/2002	0,5499	10,998	0,8035	16,07
1 ^ο Δεκαήμερο Οκτωβρίου	2,7533	55,066	4,0089	80,178
10/10/2002	0,5504	11,008	0,8046	16,092
12/10/2002	0,5509	11,018	0,8025	16,05
14/10/2002	0,5503	11,006	0,8022	16,044
16/10/2002	0,5493	10,986	0,8019	16,038
18/10/2002	0,5511	11,022	0,8017	16,034
2 ^ο Δεκαήμερο Οκτωβρίου	2,752	55,04	4,0129	80,258
ΣΥΝΟΛΟ	42,9576	859,152	72,4097	1448,194

Στα γραφήματα 9 και 10 παρουσιάζεται η κατανομή της δόσης άρδευσης ανά δεκαήμερο για τις μεταχειρίσεις της επιφανειακής άρδευση με Pop up και της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες αντίστοιχα. Οι μεγαλύτερες δόσεις άρδευσης δόθηκαν τον μήνα Ιούλιο με 120 mm για την επιφανειακή άρδευση με Pop up και 65 mm για την υπόγεια άρδευση με σταγόνες. Συνολικά χορηγήθηκαν 1448 mm νερού για την μεταχείριση της επιφανειακής άρδευσης με Pop up και 859 mm για την υπόγεια άρδευση με σταγόνες.



Γράφημα 9. Δόση άρδευσης στην μεταχείριση με Ρορ up ανά 10ήμερο



Γράφημα 10. Δόση άρδευσης στην μεταχείριση με σταγόνες ανα 10ήμερο

9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά η άρδευση με καταιονισμό υπερτερεί της άρδευσης με υπόγεια σταγόνα ως προς το βάρος νωπής βιομάζας, το βάρος ξηρής βιομάζας, το ύψος του βλαστού και τη μέση περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη. Η υπεροχή της άρδευσης με καταιονισμό έναντι της μεθόδου άρδευσης με υπόγεια σταγόνα ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι μόνο με την πρώτη μέθοδο επιτυγχάνουμε διάβροχη της φυλλικής επιφάνειας του χλοοτάπητα.

Από την άλλη όμως θα λέγαμε ότι η υπεροχή της άρδευσης με καταιονισμό αντισταθμίζεται, αν αναλογιστεί κανείς ότι καταναλώθηκε σχεδόν διπλάσια ποσότητα νερού από ότι στην άρδευση με υπόγεια σταγόνα.

Τα πιο πάνω θα ισχύουν με την προϋπόθεση ότι το δίκτυο άρδευσης θα εγκατασταθεί σωστά, χωρίς να έχουμε απώλειες νερού, η δόση άρδευσης θα είναι αυτή που ενδείκνυται, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και η συντήρηση του χλοοτάπητα θα γίνεται κανονικά.

Έτσι ως τελικό συμπέρασμα θα μπορούσαμε να πούμε ότι αν απαιτείται χλοοτάπητας με υψηλές αποδόσεις και υπάρχει ικανοποιητική ποσότητα νερού για να γίνουν οι απαιτούμενες αρδεύσεις, τότε συνιστάται η χρήση της άρδευσης με καταιονισμό, αν όμως οι ποσότητες νερού που διατίθενται για άρδευση είναι μικρές, τότε συνιστάται η χρήση υπόγεια σταγόνας με την οποία θα έχουμε εξοικονόμηση νερού, σχεδόν την διπλάσια από ότι με την άρδευση με καταιονισμό.

10 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

10.1 Ελληνική

1. Αλεξίου Ι., Καλφούντζος, Δ., Κωτσόπουλος, Σ., Βύρλας, Π. και Κάπελη, Σ., 2002. Σύγκριση της υποεπιφανειακής και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, σελ. 199 – 206. 2 – 5 Απριλίου 2002, Θεσσαλονίκη.
2. Ι.Ε.Β. Έκθεση «Άρδευση με σταγόνες», Σίνδος Θεσσαλονίκης. Απρίλιος 1977.
3. Μιχελάκης, Ν., 1988. Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες. Εκδόσεις Εκδοτική Αγροτεχνική ΑΕ. Αθήνα
4. Μήτσιος, Ι.Κ., 1999. Σελ. 313. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
5. Μήτσιος, Ι.Κ., Τούλιος Μ.Γ., Χαρούλης Α., Γάτσιος Φ., Φλωράς Σ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου. Σελ. 45. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
6. Πανωράς, Α.Γ., Μαυρουδής, Ι.Γ., Βαξεβάνη, Χ.Η. και Χατζηγιαννάκης, Σ.Λ., 1992. Πρόβλεψη του κινδύνου έμφραξης των σταλακτήρων από την χρήση των υπόγειων νερών της Β. Ελλάδας. Υδροτεχνικά, 2(1) :5 – 13.
7. Πανωράς, Α.Γ., Χατζηαθανασιάδου Α.Μ. και Τόπη Χ.Γ., 1994. Είδος φθορών και κόστος συντήρησης δικτύων άρδευσης με σταγόνες. Γεωπονικά, 35 : 35 – 40
8. Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1984. Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
9. Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ. και Αντωνόπουλος, Β., 1991. Υδραυλική περιβάλλοντος. Έκδοση Υπηρεσίας Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
10. Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1999. Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
11. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ., Καλφούντζος, Δ., Παπανίκος, Ν., 2000. Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων. Πρακτικά 2^ο Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, σελ. 157 – 164. Βόλος, 28 – 30 Σεπτεμβρίου 2000.
12. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ., Τζιμόπουλος, Χ., Καλφούντζος, Δ., 1997. Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR και στατιστική

- επεξεργασία των μετρήσεων. Πρακτικά 1^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα σελ. 271-280.
13. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ., Παπαλέξης, Δ., Δανάλατος, Ν., Βουλτσάνης, Π. Και Νάκος Ν., 2002. Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας ινώδου σόργου στην Κεντρική Ελλάδα. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 183-190.
14. Σπαντιδάκης, Ι.Γ., 1999. Γράστις. Επιστήμη και Τεχνική του χλοοτάπητα. Σελ. 284. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.
15. Τερζίδης, Γ.Α. και Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1997. Γεωργική Υδραυλική. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη.

10.2 Ξενόγλωσση

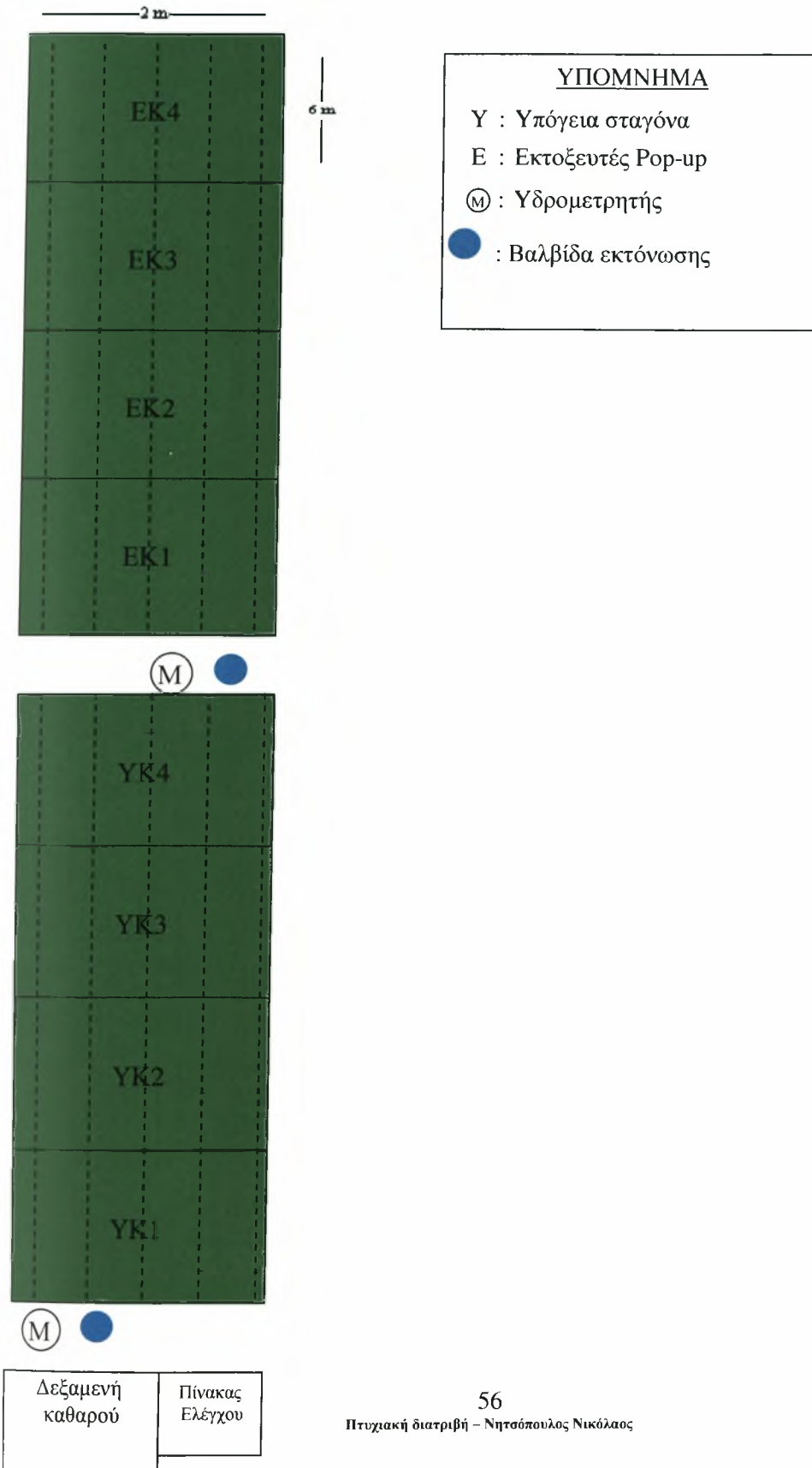
16. Lamm, F. R., G. A. Clark, M. Yitayew, R. A. Shoneman, R. M. Mead, and A. D. Schneider. 1995. Installation issues for SDI systems. In proc. Irrigation Assn. Intl. Irrig. Expo. & Conf., Phoenix, AZ, Nov. 12-14, 1995. IA, Falls Church, VA. pp. 29-35.
17. Alam, M., T. Trooien, S. Stone, and D. Rogers. 1999. Subsurface drip irrigation for alfalfa. In proc. Irrigation Assn. Intl. Irrig. Expo. & Conf., Orlando, FL, Nov 7-9, 1999. IA, Falls Church, VA. pp. 23-30
18. Ayars, J.E., Phene, C.J., Hutmacher, R.B., Davis, K.R., Schoneman R.A., Vail S.S., 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the water management research laboratory. *Agricultural water management*, 42 (1999) : 1 - 27.
19. Ayers, R.S., 1977. Quality of water for irrigation. *Journal irrigation and drainage division. A.S.C.E.*, 103 (1) :135 – 154.
20. Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1985. Water quality for agriculture. F.A.O. *Irrigation and drainage paper* 29 : 99 – 104, Rev. 1.
21. Camp, C. R., P. J. Bauer, P. G. Hunt, W. J. Busscher, and E. J. Sadler. 1998. Subsurface drip irrigation for agronomic crops. In proc. Irrigation Assn. Intl. Irrig. Expo. & Conf., San Diego, CA, Nov. 1-3, 1998. pp. 49-54.

22. Christiansen, J.E., Olsen, E.C. and Williardson, L.S., 1997. Irrigation water quality evaluation. Journal Irrigation and Drainage Division, A.S.C.E., 103 (2): 155 – 169.
23. Dedrick, A.R., Erie, L.J., and Clemmens, A.J., 1982. Level basin irrigation. In: Advances in irrigation (edited by D. Hillel). Academic Press, N.Y., Vol. 1 : 105 – 145.
24. Devitt, D.A and Miller W.W., 1988. Subsurface drip irrigation of Bermuda-grass with saline water. Applied Agricultural Research, Vol. 3, No. 3 pp. 133 – 145.
25. Doneen, L.D., 1954. Salinization of soil by salts in the irrigation water. Transactions of American Geophysical Union, 35 : 943 – 950.
26. English, S.D., 1985. Filtration and water treatment for micro-irrigation. Proceedings of the 3rd International Drip/Trickle Irrigation Congress, November 18 – 21, Fresno, California USA, pp. 50 – 57.
27. Gil Landry, Jr., 2000. Tall Fescue Lawn Management.
28. Haman, D. Z., A. G. Smajstrla and F. S. Zazueta.1986. "Screen Filters in Trickle Irrigation Systems." Florida Cooperative Ext. Service, IFAS, University of Florida, Gainesville, FL32611. Fact Sheet AE-61.
29. Hanson, B.R., Schwankl, L.J., Schulbach K.F., Pettygrove G.S., 1997. A comparison of furrow, surface drip and subsurface drip irrigation on lettuce yield and applied water. Agricultural Water Management, 33 (1997) : 139-157.
30. Hillel, D., 1987. The effluent use of water in irrigation. World Bank Technical Paper No 64. The world bank, Washington D.C.
31. Koski, T. and Skinner, V. 2002. Lawn Care
32. Kandiah, A., 1990. Water quality management for sustainable agricultural development. Natural resources forum, 14 (1) :22-32.
33. Lamm, F.R. and O'Brien, D.M., 2002. Economically optimal plant population at various irrigation capacities using subsurface drip irrigation <http://www.oznet.ksu.edu/sdi/Reports/2002/PFS2002.pdf> Kansas State University.
34. Lovett, B. M. 1991. Selecting a filtration system for irrigation. In proc. Irrigation Assn. Intl. Irrig. Expo. & Conf., San Antonio, TX, Nov. 10-12, 1991. IA, Church Falls, VA. pp. 111-115.

35. Nakayama, F.S., and Bucks, D.A., 1985. Drip/ Trickle irrigation in action: Temperature effect on calcium carbonate precipitate clogging on tricle emitters. Proceedings of the 3rd international drip/trickle irrigation congress, November 18-21, Fresno, California USA, pp 45-50.
36. Phene, C. J. 1998. Fertilizer management of tree and vine crops with subsurface drip irrigation systems. In proc. Irrigation Assn. Intl. Irrig. Expo. & Conf., San Diego, CA, Nov. 1-3, 1998. pp. 229-236.
37. Phene, C.J., Blume, M.F., Hile M. M. S., Meek D.W. and Re J.V., 1983. Management of subsurface trickle irrigation systems.
38. Phene, C.J., Hutmacher, R.B. and Ayars, J.E., 1993. Subsurface drip irrigation: Realizing the full potential. Proc. Workshop, Visalia, California.
39. Ruskin, R. and K. R. Ferguson. 1998. Protection of subsurface drip irrigation systems from root intrusion. In proc. Irrigation Assn. Intl. Irrig. Expo. & Conf., San Diego, CA, Nov. 1-3, 1998. pp. 41-48.
40. Ruskin, R., 2000. Subsurface drip irrigation and yields. Geoflow, Inc.
41. Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos., D., Vyrlas, P., 2001. Irrigation Water saving and yield increase with Subsurface drip irrigation. Proc of 7th International conference on environmental science and technology, pp 466-473. Ermoupolis, Syros island, Greece.
42. Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos., D., Papanikos N., 2000. Evaluation of surface and subsurface Drip Irrigation Effect on Sugarbeet Yield. Proc. 2th National Congress. Hell. Soc. Agric. Eng., Volos. pp 157-164 (in Greek)
43. Sakellariou-Makrantonaki, M., Danalatos, N., Dassios, S. And Chatzinikos, A., 2002. The effect of different irrigation methods on growth and productivity of Fiber Sorghum in Central Greece (2002). Proceedings of XXX Congress of IAHR (International of Hydraulic Engineering and Research), August 24 – 29, Thessaloniki, Theme B, pp 777 – 784.

11 Schneider A.D., 2001. Comparison of SDI, LEPA, and Spray Irrigation Efficiency ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

11.1 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ



11.2 Φωτογραφικό υλικό



Πειραματικός αγρός με χλοοτάπητα στο Βελεστίνο 2002



Πειραματικός αγρός με χλοοτάπητα στο Βελεστίνο 2002



Πίνακας Ελέγχου του αρδευτικού συστήματος



Μεταχείριση άρδευσης με καταιονισμό



Άρδευση με καταιονισμό (Pop up)



Μεταχείριση άρδευσης με υπόγεια σταγόνα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097326