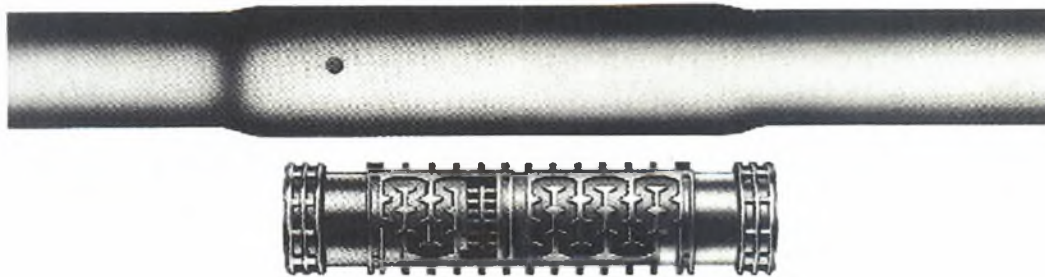


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΤΕΝΤΑ ΙΩΑΝΝΗ

**ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ ΑΓΡΟΥ ΜΕ
ΣΤΑΓΟΝΕΣ**



**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη.
Εξεταστική Επιτροπή: Καθ. Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη.
Καθ. Στέργιος Θεοδωρίκας.
Καθ. Κωνσταντίνος Κίττας.**

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2000.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 135/1

Ημερ. Εισ.: 19-09-2003

Δωρεά: _____

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ

2000

TEN

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070287

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ-ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	σελ. 1
2. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	σελ.2
3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.3
4. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ.....	σελ.5
4.1 ΣΤΑΛΑΚΤΕΣ.....	σελ.5
4.1.1. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	σελ.5
4.1.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ.....	σελ.8
4.1.3. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΕΞΟΔΩΝ	σελ.14
4.1.4. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ.....	σελ.15
4.2 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ.....	σελ.16
4.3 ΣΧΕΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ.....	σελ.16
4.4 ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	σελ.17
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	σελ.20
5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ.....	σελ.20
5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.....	σελ.20
5.3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΤΑΛΑΚΤΗ ΔΟΚΙΜΗΣ (EURODRIP-GR).....	σελ.22
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	σελ.25
6.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ.....	σελ.25
6.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.....	σελ.31
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σελ.36
8. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	σελ.37
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ.38

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Εξετάσαμε ένα αγροτεμάχιο το οποίο αρδεύεται με στάγδην άρδευση με σταλακτηφόρο σωλήνα ο οποίος έφερε ενσωματωμένους σταλάκτες της εταιρείας Eurodrip τύπου GR (Εικόνα 1.1). Ελέγξαμε την ομοιομορφία παροχής των σταλακτών, την σχέση πίεσης-παροχής, καθώς και την ομοιογένεια κατασκευής του σταλάκτη που χρησιμοποιήσαμε στο πότισμα. Για να επιτύχουμε τα ανωτέρω κάναμε μετρήσεις στον αγρό και στο εργαστήριο. Το αγροτεμάχιο ήταν στην περιοχή Λεύκης Καρδίτσας και ανήκε στον αγρότη Θώδα Δημήτριο, εκτάσεως περίπου 30 στρεμμάτων με καλλιέργεια ζαχαροτεύλων.



Εικόνα 1.1 Ο σταλακτηφόρος σωλήνας GR της εταιρείας Eurodrip.

2. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.

Το νερό και η αρόσιμη γη θεωρούνταν κάποτε, σε παγκόσμιο επίπεδο, ως αγαθά εν αφθονία και ως ανανεώσιμες πηγές. Καθώς όμως βαδίζουμε στον 21^ο αιώνα, το νερό θεωρείται όλο και περισσότερο ως πολύτιμος φυσικός πόρος και μεγαλώνει διαρκώς ο φόβος της λειψυδρίας (Άγρο-Business, Σεπτ. 1999).

Η διεθνής αγροτική κοινότητα αναγνωρίζει την ανάγκη να υιοθετήσει ουσιαστικά μέτρα για την διαφύλαξη του νερού και την αποτροπή ζημιών στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Ο ανταγωνισμός για την ζήτηση νερού προκαλεί ήδη τοπικές συγκρούσεις σε περιοχές όπου οι υδάτινοι πόροι είναι περιορισμένοι. Καθώς η ένταση για τους υδάτινους πόρους σε όλο τον κόσμο συνεχίζει να αυξάνεται, πρέπει οι αρμόδιοι από την μια να λάβουν δύσκολες αποφάσεις για την χρήση και διανομή των υδάτινων πόρων, ενώ οι αγρότες, βιομήχανοι και ο λοιπός πληθυσμός θα αναγκαστούν να εφαρμόσουν συγκεκριμένα προγράμματα οικονομικής διαχείρισης.

Η τεχνολογία για άρδευση με σταγόνες καλύπτει τις περιπτώσεις όπου υπάρχει άμεση ανάγκη για οικονομική διαχείριση του νερού και προστασίας του περιβάλλοντος, ενώ δίνει την ευκαιρία στον αγρότη για ομοιόμορφη κατανομή νερού και θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες των φυτών, σε ποσότητες που να καλύπτουν ακριβώς τις ανάγκες των φυτών. Αυτό σημαίνει ότι ο αγρότης θα χρειαστεί μικρότερες ποσότητες νερού, χημικών και λιπασμάτων, ενώ ταυτόχρονα θα αυξηθούν οι αποδόσεις του και η ποιότητα των προϊόντων του.

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Κάνοντας μια αναδρομή στο παρελθόν όσον αφορά τις αρδεύσεις, παρατηρούμε κατ'αρχάς να εφαρμόζονται οι επιφανειακές αρδεύσεις και κατόπιν η τεχνητή βροχή (Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., 1995).

Με τον όρο επιφανειακές αρδεύσεις εννοούμε την άρδευση με αυλάκια, με λωρίδες και με κατάκλυση.

Με τον όρο τεχνητή βροχή εννοούμε την άρδευση με εκτοξευτές (μικρά και μεγάλα μπέκ) και την άρδευση με αυτοκινούμενο αρδευτή (καρούλι). Το καρούλι εμφανίζεται με δύο μορφές, με τον εκτοξευτή και το πολυμπέκ (ράμπα).

Μετά τις επιφανειακές αρδεύσεις και την τεχνητή βροχή, εμφανίστηκε η άρδευση με σταγόνες με πρώτη εφαρμογή στις δενδρώδεις καλλιέργειες και στο αμπέλι. Με την πρόοδο της τεχνολογίας και την δυνατότητα κατασκευής σταλακτηφόρων σωλήνων (βλέπε σελ. 11) επεκτάθηκε η εφαρμογή της στάγδην άρδευσης στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας (βαμβάκι, καλαμπόκι, ζαχαρότευτλα, μπιστανικά κ.λ.π.) με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων της.

Ένα σύστημα άρδευσης με σταγόνες παρέχει το νερό με αργούς ρυθμούς εφαρμογής κατευθείαν στις ρίζες των φυτών, με τη βοήθεια ενός δικτύου σωλήνων και εύκαμπτων σωλήνων από πολυαιθυλένιο. Σ' ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα, η στάγδην άρδευση παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- 1). Είναι δυνατή η εκμετάλλευση πηγών μικρής παροχής που με άλλες μεθόδους είναι δύσκολο να αξιοποιηθούν.
- 2). Επιτυγχάνεται οικονομία νερού γύρω στο 25% έναντι της τεχνητής βροχής και 50% έναντι των επιφανειακών μεθόδων άρδευσης.
- 3). Η μικρή πίεση λειτουργίας και οι μικρές παροχές απαιτούν λιγότερη ενέργεια για την άρδευση μίας έκτασης.
- 4). Επιτυγχάνεται υψηλός έλεγχος νερού, γιατί είναι δυνατόν να χορηγηθούν στα φυτά με ακρίβεια οι αναγκαίες ποσότητες αρδευτικού νερού.
- 5). Τα απαιτούμενα για τη λειτουργία του συγκροτήματος εργατικά είναι ελάχιστα και σχεδόν μηδενίζονται με την χρήση αυτοματισμών.

6). Λόγω της περιορισμένης διαβροχής του εδάφους είναι δυνατή η απρόσκοπτη εκτέλεση των άλλων αναγκαίων καλλιεργητικών εργασιών.

7). Τα λιπάσματα είναι δυνατό να χορηγηθούν με το αρδευτικό νερό, οπότε επιτυγχάνεται και οικονομία του λιπάσματος.

8). Είναι κατάλληλη για την άρδευση επικλινών και αβαθών εδαφών.

9). Υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησης των αλατούχων νερών. Η δυνατότητα αυτή βασίζεται στο ότι το νερό δεν έρχεται σε επαφή με το φύλλωμα και έτσι αποφεύγεται η ζημιά καταστροφής του φυλλώματος από τα άλατα του νερού. Εκτός τούτου η μεγάλη συχνότητα των αρδεύσεων διατηρεί την υγρασία σε υψηλά επίπεδα και συνεπώς την οσμωτική τάση χαμηλή στο έδαφος με αποτέλεσμα να δημιουργούνται καλές συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών.

10). Δεν επηρεάζεται από τον άνεμο σε αντίθεση με άλλες μεθόδους.

11). Αυξάνει τις αποδόσεις από 25-50% στις δενδρώδεις καλλιέργειες και 30-70% στις κηπευτικές καλλιέργειες.

12). Παράγονται καλύτερες ποιότητες των γεωργικών προϊόντων και πρωιμότητα 1-3 εβδομάδες έναντι των άλλων μεθόδων που οφείλονται στο ότι κατά την επιφανειακή άρδευση ή με τεχνητή βροχή μεγάλο μέρος του εδάφους παραμένει υγρό για αρκετές ημέρες με αποτέλεσμα χαμηλή θερμοκρασία και συνεπώς οψιμότητα των γεωργικών προϊόντων.

13). Τα αρδευτικά συστήματα με σταγόνες μπορούν να τοποθετηθούν στην επιφάνεια του εδάφους ή μπορεί να τοποθετηθούν υπόγεια.

4. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

4.1 ΣΤΑΛΑΚΤΕΣ.

Σταλάκτες ονομάζονται οι διανεμητές των συστημάτων στάγδην άρδευσης. Η ονομαστική παροχή τους, υπό πίεση 10 m, δεν υπερβαίνει τα 12 lt./h, και έτσι επιτρέπουν θεωρητικά τουλάχιστον μια εκροή του νερού «σταγόνα-σταγόνα» και μια άμεση διήθησή του στο έδαφος (Μιχελάκης Ν., 1983).

Οι σταλάκτες, που χαρακτηρίζονται και από ξένα ονόματα όπως: Drippers, Tricklers, Emmitters, Plastic Nozzles, Gouteurs, Gocciolatoi, Goteros, κατασκευάζονται σε μεγάλη ποικιλία ειδών. Τα είδη αυτά μπορούν να καταταχθούν κατά διαφόρους τρόπους, ανάλογα με τα κριτήρια που λαμβάνονται υπ' όψιν για την κατάταξη.

4.1.1. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.

Οι σταλάκτες, ανάλογα με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά τους, μπορούν να χωριστούν σε σταλάκτες μεγάλης και μικρής διαδρομής.

Α. Σταλάκτες μεγάλης διαδρομής

Στους σταλάκτες αυτούς το νερό, μέχρις ότου εκρεύσει εκτελεί μια σχετικά μεγάλη διαδρομή, της τάξης του ενός μέτρου, μέσα στον σταλάκτη.

Κατά μήκος της διαδρομής αυτής, η οποία γίνεται μέσα από ένα πέρασμα με πολύ μικρή διατομή, προκαλείται απώλεια φορτίου λόγω τριβών. Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται διάφορα είδη σταλακτών, όπως τα ακόλουθα:

1. Μικροσωλήνες (microtubes, spaghetti-tubes, capillaires).

Αποτελούνται από ένα λεπτό σωληνίσκο από μαύρο PE με εσωτερική διάμετρο 0,5-1,1 mm και μήκος 0,25-1,5 m. Η παροχή τους εξαρτάται, εκτός από την πίεση, από την εσωτερική τους διάμετρο και το μήκος τους.

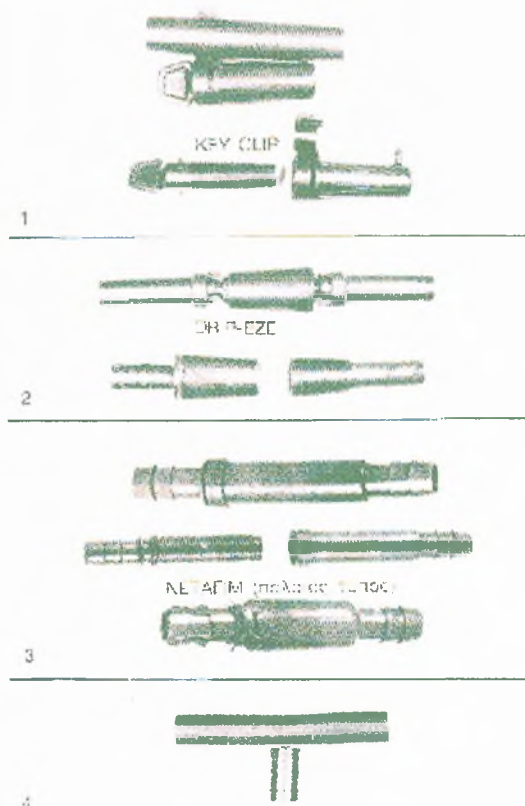
Τοποθετούνται στα τοιχώματα των πλευρικών σωλήνων, αφού προηγουμένως ανοιχτεί μια σχετικά μικρότερη τρύπα με κατάλληλο εργαλείο. Μετά την τοποθέτησή τους είτε απλώνονται κάθετα προς τον πλευρικό σωλήνα, είτε περιελίσσονται πάνω σ' αυτόν προς αποφυγή ζημιών. Προς αποφυγή ζημιών από τρωκτικά μπορούν να τοποθετηθούν και εξολοκλήρου στο εσωτερικό του πλευρικού σωλήνα, αν και αυτό είναι δυσκολότερο.

Το πάχος του τοιχώματος των μικροσωλήνων πρέπει να είναι σημαντικό, της τάξης των 2 mm και πάνω, ώστε να μην παραμορφώνεται η εσωτερική τους διάμετρος από την σύσφιξη του πλευρικού σωλήνα στο σημείο σύνδεσης.(Εικόνα 4.1.1.1).



Εικόνα 4.1.1.1 Μικροσωλήνες $d = 1 \text{ mm}$ σε διάταξη ψαροκόκαλου. Για πότισμα κηπευτικών.

2. **Σταλάκτες με ελικοειδή διαδρομή.** Στους σταλάκτες αυτούς το νερό ακολουθεί μια ελικοειδή διαδρομή, ανάλογα με την ελίκωση μιας βίδας, μέχρις ότου εκρεύσει. Στο είδος αυτό ανήκουν διάφοροι παλαιοί τύποι των εταιρειών Cameron, Netafim κ.α.(Εικόνα 4.1.1.2).



Εικόνα 4.1.1.2. Σταλάκτες με ελικοειδή διαδρομή

3. **Σταλάκτες με σπειροειδή διαδρομή.** Στους σταλάκτες αυτούς το νερό μέχρις ότου εκρεύσει ακολουθεί μια σπειροειδή διαδρομή. Στο είδος αυτό ανήκει ο σταλάκτης L'Eau (Γαλλία), που δεν παράγεται πια.
4. **Σταλάκτες με μαιανδρική διαδρομή.** Σ' αυτούς το νερό ακολουθεί μια διαδρομή με εναλλασσόμενες διευρύνσεις και στενώσεις, που στη γενική της πορεία μοιάζει με σχήμα μαιάνδρου. Οι απότομες μεταβολές στις διαστάσεις της διατομής συντελούν στο να δημιουργηθεί μια κατάσταση τυρβώδους ροής η οποία προκαλεί υψηλές απώλειες πίεσεως. Το είδος αυτό των σταλακτών συγκεντρώνει αρκετά πλεονεκτήματα και γι'αυτό φαίνεται να επικρατεί τα τελευταία χρόνια στις προτιμήσεις κατασκευαστών και αγοραστών. Βασικό πλεονέκτημά του είναι η μορφή της διαδρομής της ροής (μαιανδρικής), που εξασφαλίζει με μια σχετικά μεγαλύτερη διατομή ροής υψηλές απώλειες πίεσης. (Εικόνα 4.1.1.3)



Εικόνα 4.1.1.3 Σταλάκτες με μαιανδρική διαδρομή διαφόρων τύπων.

5. **Σταλάκτες μικτής διαδρομής.** Στους σταλάκτες αυτούς το νερό ακολουθεί μαιανδρική ή ελικοειδή διαδρομή και μετά διανέμεται σε ευθείς αγωγούς, με σχετικά μεγάλη διατομή, καθένας από τους οποίους οδηγεί σε μια έξοδο από την οποία εκρέει ένα μέρος της αρχικής ποσότητας. Σε μερικές περιπτώσεις γίνεται και το αντίθετο· το νερό αρχικά περνά από ευθείς αγωγούς (μικροσωλήνες) και καταλήγει σε

ελικοειδή ή μαιανδρική διαδρομή. Στο είδος αυτό ανήκουν σταλάκτες διάφορων τύπων που προορίζονται για ειδικές κυρίως χρήσεις.

B. Σταλάκτες μικρής διαδρομής.

Στους σταλάκτες αυτούς το νερό ουσιαστικά περνά από μια οπή μικρής διατομής μέσα στην οποία προκαλούνται απώλειες πίεσης. Η εκροή του νερού γίνεται με μορφή μικρού πίδακα, ο οποίος σε μερικά είδη εμποδίζεται από σχετικό κάλυμμα και μετατρέπεται σε σταγόνες.

Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται διάφορα είδη σταλακτών, όπως:

1. **Σταλάκτες τύπου οπής.** Το νερό περνά από μια πολύ μικρή οπή και μετατρέπεται σε σταγόνες στην έξοδό του με τη βοήθεια σχετικού καλύμματος. Στο είδος αυτό ανήκει ο σταλάκτης Naan (Ισραήλ) που δεν παράγεται πια.
2. **Σταλάκτες τύπου στροβίλου.** Στους σταλάκτες αυτούς το νερό μπαίνει εφαπτομενικά σ'ένα θαλαμίσκο κυλινδρικού σχήματος, στον οποίο στροβιλίζεται προκαλώντας μια τυρβώδη ροή με υψηλές απώλειες πίεσης. Από το κέντρο του θαλαμίσκου ωθείται προς τα πάνω και εκρέει με μορφή σταγόνων. Στον τύπο αυτό ανήκει βασικά ο σταλάκτης γνωστός ως Tirosh, που κατασκευάζεται από διάφορες εταιρείες.

4.1.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ.

Οι σταλάκτες ανάλογα με τον τρόπο που συνδέονται πάνω στους πλευρικούς σωλήνες μπορούν να χωριστούν σε σταλάκτες πλευρικούς και γραμμικούς.

A. Σταλάκτες πλευρικοί.

Οι σταλάκτες αυτοί συνδέονται πλευρικά στα τοιχώματα των πλευρικών σωλήνων και επομένως προεξέχουν απ'αυτούς. Η σύνδεσή τους γίνεται με ώθηση του ειδικού συνδετήρα, που φέρουν στο άκρο, μέσα σε μια οπή που ανοίγεται προηγουμένως στο τοίχωμα του πλευρικού σωλήνα. Το άνοιγμα της οπής γίνεται με ειδικό μηχάνημα (διατηρητήρα) που αφαιρεί ένα μικρό τμήμα υλικού.

Με τον τρόπο αυτό συνδέονται στους πλευρικούς σωλήνες οι μικροσωλήνες, ο σταλάκτης Key-clip, σχεδόν όλοι οι σταλάκτες μικτής διαδρομής, ο σταλάκτης Tirosh και πολλοί αυτορρυθμιζόμενοι.

Οι πλευρικοί σταλάκτες έχουν διάφορα πρακτικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα κυριότερα από τα οποία είναι:

1. Πλεονεκτήματα.

- Η τοποθέτησή τους είναι απλή και μπορεί να γίνει εύκολα και στο ύπαιθρο και μάλιστα σε ειδικές ακανόνιστες θέσεις πάνω στους πλευρικούς, όταν κριθεί αναγκαίο.
- Στην περίπτωση νέων δενδρώνων, υπάρχει η ευχέρεια να τοποθετηθούν αρχικά μόνο ένας έως δύο ανά δένδρο και αργότερα, παράλληλα με την ανάπτυξη των δένδρων, να συμπληρωθούν οι υπόλοιποι. Φυσικά, όταν δεν υπάρχει λόγος οικονομίας του νερού, είναι προτιμότερο να τοποθετηθούν από την αρχή όλοι οι σταλάκτες. Έτσι θα υπάρχει μεγαλύτερη ευχέρεια στην επέκταση του ριζικού συστήματος των νέων δένδρων, αλλά και θα αποφευχθεί ανεπιθύμητη ανομοιομορφία στην εκροή των σταλακτών, αφού το δίκτυο θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί και υπολογιστεί εξ'αρχής για να καλύπτει το σύνολο των σταλακτών.
- Όταν ένας σταλάκτης, για οποιοδήποτε λόγο, αποσπαστεί ή φθαρεί, οι υπόλοιποι σταλάκτες, στον ίδιο πλευρικό σωλήνα, εξακολουθούν να λειτουργούν, έστω και με μικρότερη ομοιομορφία.

2. Μειονεκτήματα.

- Η προεξοχή τους από τους πλευρικούς σωλήνες τους εκθέτει σε κινδύνους μηχανικών ζημιών (αποσπάσεις-σπασίματα) που μπορούν να προκληθούν από ανθρώπους, ζώα ή μηχανήματα.
- Οι πλευρικοί σωλήνες, λόγω του ότι προεξέχουν απ'αυτούς οι σταλάκτες, δύσκολα περιτυλίγονται (ρολάρονται) όταν χρειαστεί να τους απομακρύνουμε για να γίνει η καλλιέργεια του εδάφους ή άλλες εργασίες.

B. Σταλάκτες γραμμικοί.

Οι γραμμικοί σταλάκτες έχουν σχήμα κυλινδρικό με μήκος γύρω στα 10 cm και εξωτερική διάμετρο ίση ή ελαφρώς μεγαλύτερη από την εξωτερική διάμετρο του πλευρικού σωλήνα. Τα δύο άκρα τους καταλήγουν σε δύο στενότερα τμήματα – τους συνδετήρες – που φέρουν εγκάρσιες αυλακώσεις εξωτερικά.

Για να γίνει η σύνδεση, ο πλευρικός σωλήνας κόβεται εγκάρσια στο σημείο που πρόκειται να τοποθετηθεί ο σταλάκτης και τα δύο στενότερα αυλακωτά άκρα του σταλάκτη εισάγονται στις αντίστοιχες τομές του σωλήνα. Τελευταία, γραμμικοί σταλάκτες διαφόρων εμπορικών τύπων

ενσωματώνονται στο εσωτερικό του σωλήνα κατά την κατασκευή του στο εργοστάσιο. Η βελτίωση αυτή αποτρέπει τον κίνδυνο αποσύνδεσης των σταλακτών λόγω υψηλής πίεσης ή θερμοκρασίας ή κατά την συλλογή τους, γι' αυτό και θεωρείται σημαντική εξέλιξη στην κατασκευή των σταλακτών. Η κατασκευή σταλακτηφόρων σωλήνων με ενσωματούμενους σταλάκτες οπωσδήποτε επιτρέπει υψηλότερη βιομηχανοποίηση της εργασίας παραγωγής και σημαντική μείωση της εργασίας εγκατάστασης του δικτύου. Έτσι οδηγεί τελικά σε σημαντικά μειωμένο κόστος παραγωγής, αλλά και υψηλή ταχύτητα εγκατάστασης, πράγματα που ενδιαφέρουν άμεσα κατασκευαστές και εγκαταστάτες.

Οι σταλάκτες γραμμικού τύπου με ελικοειδή ή μαιανδρική διαδρομή ροής, ενσωματούμενοι ή όχι, φαίνεται να επικρατούν σήμερα διεθνώς σε σχέση με τους σταλάκτες πλευρικού τύπου. Αλλά και μεταξύ των γραμμικών σταλακτών, στις προτιμήσεις κατασκευαστών και αγοραστών, κυριαρχούν εκείνοι με μαιανδρική διαδρομή ροής που καλύπτουν σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της διεθνούς αγοράς. Οι γραμμικοί, μαιανδρικοί ενσωματωμένοι φαίνεται να αποτελούν τη νέα τάση που μάλλον σύντομα θα επικρατήσει.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι σταλάκτες γραμμικού τύπου είναι:

1. Πλεονεκτήματα.

- Εξασφαλίζουν ταχύτερη εγκατάσταση του δικτύου, αφού η σύνδεση ή ενσωμάτωσή τους πάνω στους πλευρικούς σωλήνες γίνεται στο εργοστάσιο.
- Δίνουν τη δυνατότητα να περιτυλιχθούν εύκολα οι πλευρικοί σωλήνες, όταν κριθεί αναγκαίο να απομακρυνθούν οι τελευταίοι για την εκτέλεση διάφορων εργασιών.

2. Μειονεκτήματα.

- Δεν δίνουν μεγάλα περιθώρια τεχνικών ελιγμών, αφού οι μεταξύ τους αποστάσεις, λόγω της συναρμολόγησής τους στο εργοστάσιο, είναι τυποποιημένες σε δύο – τρία μεγέθη.
- Η παρεμβολή τους στους πλευρικούς σωλήνες προκαλεί οπωσδήποτε μεγαλύτερες απώλειες πίεσης.

- Η αποσύνδεση ενός σταλακτή διακόπτει τη ροή του νερού στο υπόλοιπο τμήμα του πλευρικού σωλήνα ή και σε μέρος του δικτύου. Αυτό φυσικά δεν ισχύει για τους ενσωματωμένους.

- Η αποσύνδεση των σταλακτών κατά τη συλλογή των σταλακτηφόρων, ιδίως όταν έχουν αναπτυχθεί ζιζάνια, είναι σε περίπτωση ατελούς συναρμολόγησης.

Γ. Σταλακτηφόρος σωλήνας.

Με την πρόοδο της τεχνολογίας επετεύχθη η δυνατότητα της ενσωμάτωσης των σταλακτών στους σωλήνες διανομής του νερού. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκαν οι σταλακτηφόροι σωλήνες οι οποίοι είναι συνεχείς σωλήνες από PE διαμέτρου 16 και 20 mm συνήθως. Φέρουν εντός τους σταλάκτες σε ισαποχές που εμείς επιθυμούμε ήτοι ανά 33 , 50 , 75 , 80 , 100 cm κ.λ.π.

Το ανωτέρω μας έδωσε το πλεονέκτημα να μπορούμε να εφαρμόσουμε τη στάγδην άρδευση στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας (βαμβάκι, καλαμπόκι, μπουστανικά κ.λ.π.).

Κατασκευάστηκαν μηχανήματα απλώματος και μαζέματος των σταλακτηφόρων σωλήνων έχοντας σαν σκοπό την ταχύτατη τοποθέτηση και απομάκρυνση των σταλακτηφόρων σωλήνων από το χωράφι. Με τον τρόπο αυτό καταφέραμε να αυξήσουμε την εφαρμογή της στάγδην άρδευσης σε μεγάλες εκτάσεις, εκμεταλλευόμενοι τα πλεονεκτήματα που μας παρέχει. Αρκετές εργασίες έχουν γίνει με σκοπό την μελέτη της επίδρασης των διαφόρων διατάξεων των σταλακτών στις αποδόσεις των καλλιεργειών (Σακελλαρίου Μ. κ.ά., 1998, Σακελλαρίου Μ. κ.ά., 1999.).

Οι τύποι σταλακτηφόρων των διαφόρων εταιρειών που υπάρχουν στο εμπόριο είναι: (Ενημερωτικά φυλλάδια διαφόρων ξένων και Ελληνικών εταιρειών).

A. Ελληνικές εταιρείες (τα εργοστάσιά τους εδρεύουν στην Ελλάδα):

Pipelife. Είναι η εταιρεία που προέκυψε από την εταιρεία Πετζετάκις-Pipelife.

Το εργοστάσιό της βρίσκεται στην Θήβα. (Εικόνα 4.1.2.1).

Eurodrip. Εδρεύει στο Σχηματάρι. (Εικόνα 4.1.2.2).

B. Ξένες εταιρείες:

Netafim. (Ισραήλ). (Εικόνα 4.1.2.3).

Naan. (Ισραήλ). (Εικόνα 4.1.2.4).

Katif. (Ισραήλ).

Siplast. (Ιταλία). (Εικόνα 4.1.2.5).



Εικόνα 4.1.2.1. Σταλακτηφόρος σωλήνας της εταιρείας Eurodrip (A-1)



Εικόνα 4.1.2.2. Σταλακτηφόρος σωλήνας της εταιρείας Pipelife (Helidrop).



Εικόνα 4.1.2.3. Σταλακτηφόρος σωλήνας της εταιρείας Netafim (Ram).



Εικόνα 4.1.2.4. Σταλακτηφόρος σωλήνας της εταιρείας Naan (Naan-Tif).



Εικόνα 4.1.2.5. Σταλακτηφόρος σωλήνας της εταιρείας Siplast (A.S.1).

Δ. Σταλακτηφόρος ταινία.

Πρόκειται για σωλήνα με λεπτό τοίχωμα, με σταλάκτες ενσωματωμένους (Εικόνα 4.1.2.7) στο τείχος του σωλήνα. Το πάχος του τείχους του σωλήνα είναι 0,12 – 0,40 mm και το μέγεθος των σταλακτών 10 – 60 mm. Η παροχή του νερού μπορεί να γίνει σε διάφορους ρυθμούς, ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε καλλιέργειας και τις συνθήκες ανάπτυξης. Η σταλακτηφόρος ταινία (Εικόνα 4.1.2.6) είναι γενικά μια οικονομική μέθοδος και χρησιμοποιείται ευρύτατα σε εποχιακές και ετήσιες καλλιέργειες, αλλά απαιτεί πολύ καλά μηχανήματα απλώματος και μαζέματος και ιδιαίτερη προσοχή από τον αγρότη. Η χρησιμοποίησή της γίνεται ανάλογα με την οικονομικότητα της καλλιέργειας.



Εικόνα 4.1.2.6. Σταλακτηφόρος ταινία της εταιρείας Eurodrip (Αίολος).



Εικόνα 4.1.2.7. Σταλάκτης της σταλακτηφόρου ταινίας της εταιρείας Eurodrip (Αίολος)

4.1.3. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΕΞΟΔΩΝ.

Οι σταλάκτες, ανάλογα με τον αριθμό των οπών από τις οποίες ελευθερώνουν το νερό (εξόδους), διακρίνονται σε σταλάκτες απλής και πολλαπλής εξόδου.

A. Σταλάκτες απλής εξόδου.

Οι σταλάκτες απλής εξόδου έχουν μια μόνο οπή για την εκροή του νερού και μπορεί να είναι μεγάλης ή μικρής διαδρομής. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα περισσότερα είδη σταλακτών.

B. Σταλάκτες πολλαπλής εξόδου.

Οι σταλάκτες πολλαπλής εξόδου (Εικόνα 4.1.3.1) έχουν συνήθως μια κεντρική οπή λήψης, με την οποία παραλαμβάνουν το νερό από τον πλευρικό σωλήνα και 2-6 εξόδους (οπές εκροής) με τις οποίες διανέμουν το νερό σε ανάλογα σημεία στο έδαφος μέσω μικρών σωληνίσκων μήκους 1 – 1,5 m.

Η διάταξη αυτή επιτρέπει να είναι αρκετά μεγάλη η διατομή της οπής λήψης, ώστε να περιορίζονται οι κίνδυνοι για εμφράξεις, επιβάλλει όμως τη χρησιμοποίηση σωληνίσκων για την μεταφορά και διανομή του νερού στο έδαφος. Η χρήση των σωληνίσκων αυτών, εκτός από την επιπλέον οικονομική επιβάρυνση, έχει και διάφορα άλλα μειονεκτήματα, όπως ανομοιόμορφη διανομή του νερού σε ανώμαλο ανάγλυφο, μετατόπιση των σωληνίσκων από ανθρώπους, ζώα, άνεμο, δυσχέρειες στη σταθεροποίηση των σωληνίσκων σε κηπευτικά και γενικά καλλιέργειες με πυκνή διάταξη. Οι σταλάκτες πολλαπλής εξόδου έχουν συνήθως μικτή διαδρομή ροής.



Εικόνα 4.1.3.1. Σταλάκτης πολλαπλής εξόδου.

4.1.4. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ.

Ανάλογα με τη δυνατότητα ρύθμισης της παροχής οι σταλάκτες διακρίνονται σε σταθερούς, ρυθμιζόμενους και αυτορρυθμιζόμενους.

A. Σταλάκτες σταθεροί.

Οι σταλάκτες αυτοί δίνουν για κάθε δεδομένη πίεση μια ορισμένη παροχή, η οποία εξαρτάται από τα υδραυλικά χαρακτηριστικά.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα περισσότερα σταλακτών μεγάλης διαδρομής (μικροσωλήνες, σταλάκτες ελικοειδούς, σπειροειδούς, μαιανδρικής διαδρομής) και πολλά είδη σταλακτών μικρής διαδρομής (σταλάκτες τύπου οπής, στροβίλου).

B. Σταλάκτες ρυθμιζόμενοι.

Η παροχή των σταλακτών αυτών με δεδομένη πίεση μπορεί να μεταβληθεί με ειδικό χειρισμό, ο οποίος είτε αυξάνει το μήκος της διαδρομής, είτε μικραίνει τη διατομή της οπής εκροής. Στην πράξη όμως η δυσκολία της μέτρησης της παροχής κάθε σταλάκτη χωριστά κάνει πρακτικά ανέφικτη τη χρήση των σταλακτών αυτού του είδους.

Γ. Σταλάκτες αυτορρυθμιζόμενοι.

Στους σταλάκτες αυτούς η παροχή διατηρείται σταθερή όταν η πίεση μεταβάλλεται. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλους μηχανισμούς, οι οποίοι μειώνουν τη διατομή εκροής όταν αυξάνεται η πίεση. Συνήθως το νερό ακολουθεί μια διαδρομή μαιανδρικής ή σπειροειδούς μορφής, η οποία καλύπτεται από μια ελαστική μεμβράνη. Όταν αυξάνεται η πίεση του νερού η μεμβράνη πιέζεται και καταλαμβάνει ανάλογο τμήμα της διατομής εκροής. Έτσι, καθώς μεταβάλλεται η πίεση, μεταβάλλεται και η διατομή εκροής με παράλληλη μεταβολή των απωλειών πίεσης, σε τρόπο ώστε η παροχή του σταλάκτη να διατηρείται σταθερή ή να μεταβάλλεται ελάχιστα.

Οι σταλάκτες αυτοί προορίζονται να δώσουν λύση σε περιπτώσεις εδαφών με μεγάλες ή απότομα μεταβαλλόμενες κλίσεις, όπου η υδραυλική προσαρμογή του δικτύου για την επίτευξη ικανοποιητικής ομοιομορφίας απαιτεί πολλές αλλαγές διαμέτρων στις σωληνώσεις, χρήση ρυθμιστών πίεσης και γενικά είναι δύσκολη και δαπανηρή. Οποσδήποτε όμως σε μια τέτοια εκλογή θα πρέπει να συνεκτιμάται η πιθανότητα για πρόωρη φθορά των

κινητών και ελαστικών μερών που συνήθως έχουν οι σταλάκτες αυτού του είδους, καθώς και το υψηλότερο κόστος τους.

Οι σταλάκτες αυτού του είδους παράγονται κυρίως σαν πλευρικοί αλλά τελευταία και σαν γραμμικοί, ενσωματωμένοι ή όχι στον πλευρικό σωλήνα.

4.2 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ.

Για ενσωματωμένους σταλάκτες, όπως ο σταλάκτης GR της εταιρείας Eurodrip που χρησιμοποιήσαμε, υπάρχει ένα κριτήριο για να διαπιστώσουμε εάν γίνεται ομοιόμορφη κατανομή της παροχής σε όλο το δίκτυο. Θα πρέπει στην γραμμή άρδευσης ο πρώτος με τον τελευταίο σταλάκτη να μην έχουν διαφορά στην παροχή μεγαλύτερη από 10 %, το οποίο κριτήριο θεωρείται αυστηρό. Πολλές φορές θεωρείται ανεκτή η διαφορά παροχής μεταξύ πρώτου και τελευταίου σταλάκτη έως 20 %. Έγιναν μετρήσεις στον αγρό και διαπιστώθηκε η ομοιομορφία παροχής.

4.3 ΣΧΕΣΗ ΠΙΕΣΕΩΣ – ΠΑΡΟΧΗΣ.

Η παροχή των σταλακτών εκφράζεται σαν συνάρτηση της πίεσης από μια εκθετική εξίσωση της μορφής:

$$Q = kH^x \quad (1)$$

Όπου :

Q, η παροχή του σταλάκτη, (lt./h)

H, η πίεση λειτουργίας του σταλάκτη, (m)

k, συντελεστής παροχής που χαρακτηρίζει κάθε σταλάκτη, και

x, εκθέτης που χαρακτηρίζει την κατάσταση και το είδος ροής του σταλάκτη.

Η τιμή του εκθέτη x εξαρτάται από το είδος της ροής, ενώ η τιμή του συντελεστή k εξαρτάται από το είδος της ροής και τα χαρακτηριστικά της διατομής εκροής του νερού. (Μιχελάκης, Ν., 1988).

Η τιμή του x, που αποτελεί την κλίση της εξίσωσης (1), έχει θεμελιώδη σημασία, γιατί από αυτήν εξαρτάται η μεταβολή της παροχής, η οποία προκαλείται από μια δεδομένη διακύμανση της πίεσης.

4.4 ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Είναι αδύνατον να κατασκευαστούν δύο τεμάχια ακριβώς ίδια. Κάποια διαφοροποίηση υπάρχει πάντοτε μεταξύ δύο υποτιθέμενων «όμοιων» αντικειμένων. Στην περίπτωση των συστημάτων στάγδην άρδευσης μια τέτοια κατασκευαστική διαφορά από σταλάκτη σε σταλάκτη δεν είναι αμελητέα.

Ένας σταλάκτης είναι σχεδιασμένος να παρέχει νερό σε πολύ μικρούς ρυθμούς παροχής. Έτσι, οι σημαντικές διαστάσεις του σταλάκτη πρέπει να είναι μικρές και έτσι είναι δύσκολο να κατασκευαστούν με μεγάλη ακρίβεια. Διαφορές εμφανίζονται, που ενώ είναι μικρές σε απόλυτα μεγέθη, εν τούτοις αντιπροσωπεύουν ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό παραλλακτικότητας. Ακόμα, κάποιοι σταλάκτες χρησιμοποιούν ελαστικά υλικά (μεμβράνες) προκειμένου να επιτύχουν αυτόματη ρύθμιση της παροχής ή δυνατότητα αυτοκαθαρισμού και τέτοια υλικά είναι από την φύση τους δύσκολο να κατασκευαστούν και να προσαρμοστούν με ακριβείς διαστάσεις και φυσικά χαρακτηριστικά.

Τα πλαστικά στοιχεία μπορούν να υποστούν κατά την διαδικασία της βιομηχανικής κατασκευής τους σημαντικές επιδράσεις, όπως διάφορες μεταβλητές ελέγχου της μηχανής διαμόρφωσης (καλούπι), όπως η πίεση και η θερμοκρασία έγχυσης, η ταχύτητα έγχυσης, η θερμοκρασία τήξης και ο χρόνος της διαδικασίας τήξης. Η μεταβολή οποιασδήποτε από τις παραπάνω μεταβλητές, μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στην κατάσταση του υλικού που τήκεται. Αυτό με την σειρά του επιδρά στα τελικά χαρακτηριστικά του σταλάκτη που παράγεται, όπως είναι: μέγεθος, σχήμα, βάρος, αντοχή και φινίρισμα των επιφανειών. (Solomon, K., 1979).

Για αυτούς τους λόγους δύο σταλάκτες από το ίδιο κουτί, όταν δοκιμασθούν (λειτουργήσουν) υπό τα αυτά επίπεδα θερμοκρασίας και πίεσης μπορεί να έχουν διαφορετικές παροχές. Το εύρος της διαφοροποίησης αυτής, ποικίλλει από σταλάκτη σε σταλάκτη, ανάλογα με τον σχεδιασμό του, το υλικό κατασκευής του και την διαδικασία παραγωγής του.

Η ομοιογένεια κατασκευής εκφράζεται με βάση διάφορα στατιστικά χαρακτηριστικά των παροχών, οι οποίες λαμβάνονται από αριθμό τεμαχίων του ίδιου είδους και τύπου σταλάκτη, όταν λειτουργούν υπό την αυτή πίεση.

Τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται στην διεθνή πρακτική είναι τα παρακάτω: (Bralts F.V. and al., 1981).

A. Μέση παροχή που δίνεται από την σχέση:

$$\bar{q} = \frac{\sum q}{N} \quad (2)$$

Όπου :

q, οι τιμές των παροχών των εξεταζομένων τεμαχίων και
N, ο αριθμός των τεμαχίων.

B. Τυπική απόκλιση παροχής που δίδεται από την σχέση :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{q} - q)^2}{N - 1}} \quad (3)$$

Η τυπική απόκλιση της παροχής ενός αριθμού διανεμητών είναι ένα μέτρο της διασποράς, την οποία παρουσιάζουν οι τιμές των παροχών των διανεμητών αυτών γύρω από τον μέσο όρο τους. Όσο μικρότερη είναι η απόκλιση αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι η ομοιογένεια των εξεταζομένων σταλακτών.

Γ. Ακραίες τιμές παροχής, δηλαδή η μέγιστη και η ελάχιστη παροχή ενός αριθμού σταλακτών, που λειτουργούν υπό την αυτή πίεση, δίνει μιαν εικόνα του εύρους, στο οποίο κυμαίνεται η παροχή των σταλακτών αυτών.

Δ. Ποσοστό παροχών που διαφέρουν 5 % του μέσου όρου.

Το ποσοστό των παροχών οι οποίες πληρούν τη σχέση:

$$W \quad q = \bar{q} \pm 0,05\bar{q} \quad (4)$$

αποτελεί ένα ορθολογικό της ομοιογένειας κατασκευής ενός είδους ή τύπου διανεμητών.

Ε. Συντελεστής παραλλακτικότητας της παροχής που δίδεται από την σχέση:

$$CV = 100 \times \frac{S}{\bar{q}} \quad (5)$$

Η παραλλακτικότητα παροχής εκφράζει την τυπική απόκλιση ως ποσοστό τοις % του μέσου όρου και είναι ανεξάρτητη από τις μονάδες μέτρησης και το

μέγεθος του μέσου όρου. Επιτρέπει την σύγκριση ειδών ή τύπων με παροχές διαφορετικής τάξης μεγέθους.

Ο συντελεστής παραλλακτικότητας παροχής αποτελεί το κυρίαρχο διεθνές πρότυπο εκτίμησης της ομοιογένειας κατασκευής σταλακτών. Η American Society of Agricultural Engineers (ASAE) έχει υιοθετήσει τον συντελεστή αυτόν και έχει δημιουργήσει το πρότυπο EP 405 που κατατάσσει την ομοιογένεια κατασκευής των σταλακτών και άλλων διανεμητών σύμφωνα με τον πίνακα 4.4.1. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό λειτουργεί η πλειοψηφία των κέντρων και εργαστηρίων δοκιμών εξοπλισμού και υλικών άρδευσης και σε αυτό βασίσθηκε και αυτή η μελέτη ώστε να κατατάξει τους σταλάκτες που δοκίμασε: (EP405.1 DEC 92, ASAE 1993).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.1. Κατάταξη συντελεστή ομοιογένειας κατασκευής

Τύπος σταλάκτη	Συντελεστής παραλλακτικότητας (CV)	Ομοιογένεια κατασκευής
Σημειακής εκροής	< 0,05	Άριστη
	0,05 έως 0,07	Μέτρια
	0,07 έως 0,11	Οριακή
	0,11 έως 0,15	Φτωχή
	> 0,15	Μη αποδεκτή
Γραμμικής εκροής	< 0,10	Καλή
	0,10 έως 0,20	Μέτρια
	> 0,20	Οριακή έως μη αποδεκτή

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο αγροτεμάχιο για τον έλεγχο ομοιομορφίας της παροχής ήταν τα εξής:

- Ογκομετρικά κύπελλα.
- Χρονόμετρο.
- Μανόμετρα.

Διατηρώντας την πίεση του δικτύου σταθερή, μετρήσαμε την ποσότητα νερού, με ογκομετρικό κύπελλο, από κάθε σταλάκτη σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, υπολογίσαμε την παροχή σύμφωνα με την σχέση:

$$Q = V/t$$

Q: Παροχή (ml/s).

V: Όγκος νερού στο ογκομετρικό κύπελλο (ml).

t: Χρονικό διάστημα (s).

Με την εύρεση της παροχής του κάθε σταλάκτη και συγκρίνοντας τις τιμές αυτές, βλέπουμε αν έχουμε ομοιόμορφη παροχή.

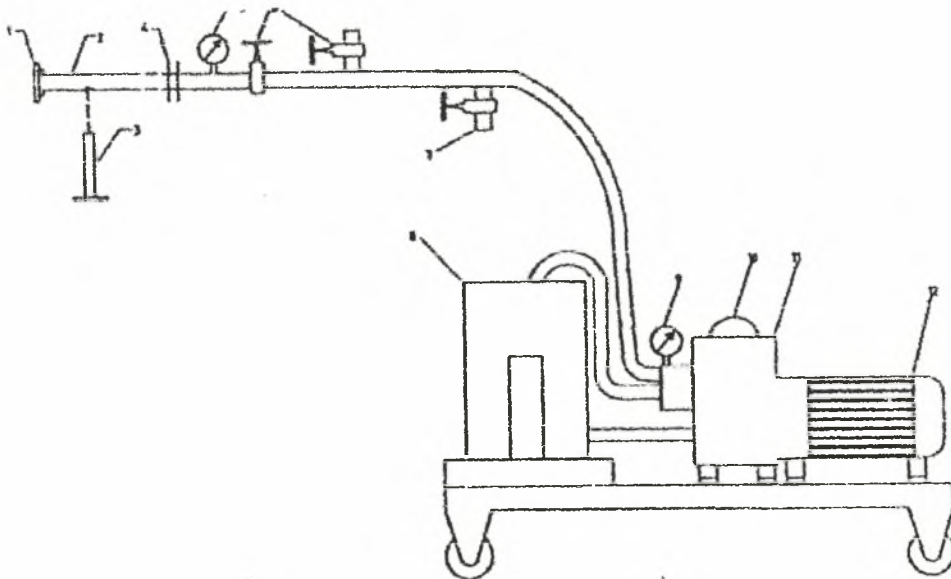
5.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.

Στην έρευνα δοκιμάστηκε ένας σταλάκτης, τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του οποίου παρουσιάζονται στο κεφαλαίο 5.3 (Εικόνα 5.3.1, Σχήμα 5.3.2, Πίνακας 5.3.3, Πίνακας 5.3.4). Η διάταξη που χρησιμοποιήθηκε, σχηματική αναπαράσταση της οποίας παρουσιάζεται στην εικόνα 5.2.1., συνδύαζε μια δεξαμενή νερού, μια ηλεκτρονική αντλία νερού και έναν μεταλλικό αγωγό διαμέτρου 20 mm στην έξοδο του οποίου συνδέονταν ο υπό δοκιμή σταλάκτης. Η μεταβολή ή σταθεροποίηση της πίεσης λειτουργίας του σταλάκτη επιτυγχάνεται μέσω των βαλβίδων 6 και 7 και ενός μανομέτρου γλυκερίνης, κλίμακας 1-10 bar, το οποίο κατέγραφε την πίεση. Το νερό που παροχέτευε ο σταλάκτης συλλέγονταν σε έναν ογκομετρικό κύλινδρο.

Χρησιμοποιήθηκαν τα εξής:

1. Τέρμα.
2. Τεμάχιο σταλακτηφόρου σωλήνα με τον σταλάκτη.
3. Ογκομετρικός κύλινδρος.
4. Σημείο σύνδεσης του σταλακτηφόρου.
5. Μανόμετρο.

6. Βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης.
7. Βαλβίδες ρύθμισης της πίεσης (by pass).
8. Δεξαμενή νερού.
9. Μανόμετρο.
10. Υδραυλικός συσσωρευτής.
11. Αντλία νερού.
12. Ηλεκτροκινητήρας.



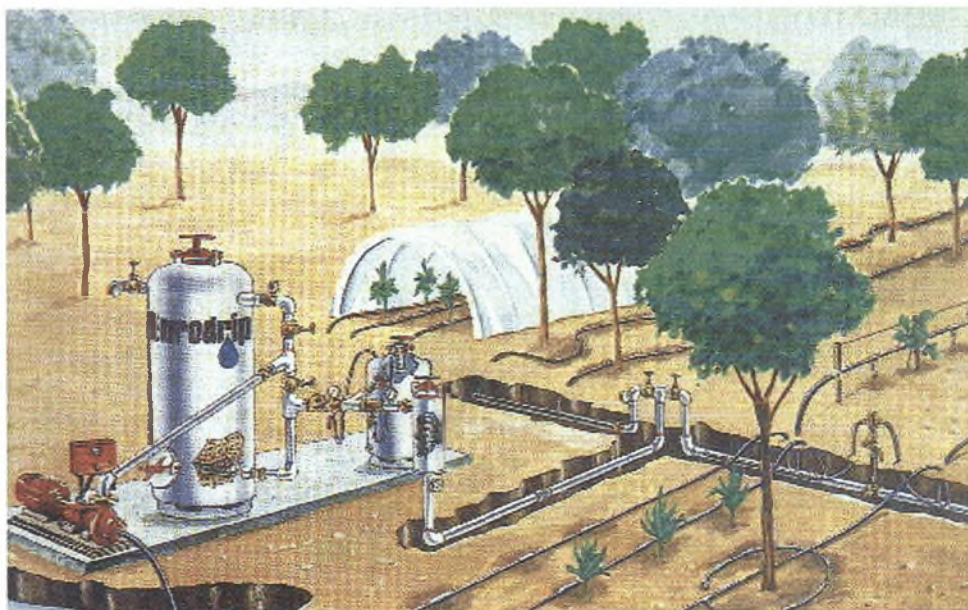
Εικόνα 5.2.1. Σχηματική αναπαράσταση της διάταξης δοκιμασίας των σταλακτών που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία.

5.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΤΑΛΑΚΤΗ ΔΟΚΙΜΗΣ (EURODRIP GR).

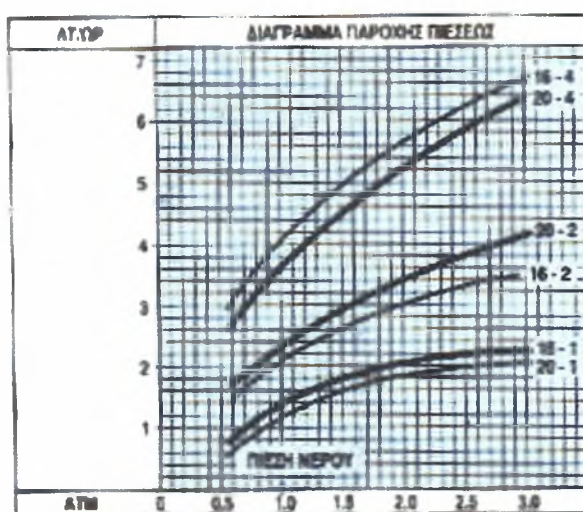
Ο σταλάκτης GR κατασκευάζεται από ένα κομμάτι χωρίς συναρμολόγηση και ενσωματώνεται στον σωλήνα κατά τη διάρκεια της κατασκευής του. Διαθέτει βαθύ λαβύρινθο μαιανδρικής διαδρομής που εξασφαλίζει την τυρβώδη ροή του νερού και την ελάχιστη ευαισθησία του σταλάκτη στην έμφραξη. Κατασκευάζεται από υψηλής ποιότητας πρώτη ύλη (LPDE). Χάρη στην ελαστικότητά του και στην μονοκόμματη κατασκευή του χωρίς συναρμολόγηση, δεν υπάρχει κίνδυνος αποκόλλησης από τον σωλήνα, ακόμα και κάτω από τις σκληρότερες συνθήκες καταπόνησης, με συνεχή λειτουργία υπό υψηλή πίεση ή από πάτημα βαριών αγροτικών μηχανημάτων.

Ο σταλακτηφόρος σωλήνας κατασκευάζεται από παρθένο μίγμα πρώτης ύλης με βάση το ίδιο υλικό του σταλάκτη (LPDE), στοιχείο που εξασφαλίζει την ομοιόμορφη ανταπόκριση του σωλήνα και του σταλάκτη σε ακραίες θερμοκρασίες. Είναι ανθεκτικός σε πολυετή χρήση όλων των υδατοδιαλυτών λιπασμάτων που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες χωρίς να επηρεάζεται η ποιότητα του πολυαιθυλενίου. Είναι απόλυτα λείος εσωτερικά με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες πίεσης και να επιτυγχάνονται μεγαλύτερα μήκη αρδευτικών γραμμών. Έχει ομοιόμορφο πάχος τοιχώματος 1,1 mm ή 1,2 mm (ανάλογα με την διάμετρο) και γι' αυτό δεν έχει πρόβλημα θραύσης σε υψηλές πιέσεις.

Το σύστημα λειτουργεί ακόμα και σε υψηλές πιέσεις. Λόγω του τρόπου ενσωμάτωσης των σταλακτών αποκλείεται η αποκόλλησή τους ή η μεταβολή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών και της παροχής τους, λόγω φυσικών ή χημικών καταπονήσεων. Συντηρείται και καθαρίζεται στο τέλος της αρδευτικής περιόδου με διοχέτευση πεπιεσμένου αέρα, νερού ή διαλυμάτων οξέων (σύμφωνα με τις οδηγίες των αντιπροσώπων) για να αποφεύγεται η καθίζηση αλάτων ή σωματιδίων που διαπερνούν το σύστημα φιλτραρίσματος. Διατίθεται σε δύο εξωτερικές διαμέτρους 16 mm (κουλούρα 400 μέτρων) και 20 mm (κουλούρα 300 μέτρων). Σε κάθε διάμετρο ο καταναλωτής μπορεί να επιλέξει σταλάκτες παροχής 1 lt/h, 2 lt/h ή 4 lt/h, σε οποιαδήποτε επιθυμητή ισαποχή, ανάλογα με τις υδατικές ανάγκες της καλλιέργειάς του, τη μέθοδο καλλιέργειας και τον τύπο του καλλιεργούμενου εδάφους.



Εικόνα 5.3.1. Σύστημα άρδευσης με σταγόνες της εταιρείας Eurodrip.



Σχήμα 5.3.2. Διάγραμμα παροχής-πίεσης του σταλακτηφόρου σωλήνα Eurodrip-GR.

Πίνακας 5.3.3. Τεχνικά χαρακτηριστικά του σταλάκτη Eurodrip-GR.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΑΛΑΚΤΩΝ ΣΕ ΕΚΑΤΟΣΤΑ	ΕΠΙΤΡΕΠΤΑ ΜΗΚΗ ΣΤΑΛΑΚΤΗΦΟΡΩΝ ΣΕ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ 10% ΚΑΙ 15% ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΑΚΡΩΝ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΔΑΦΟΣ											
	Φ16-1 ΛΤ		Φ16-2 ΛΤ		Φ16-4 ΛΤ		Φ20-1 ΛΤ		Φ20-2 ΛΤ		Φ20-4 ΛΤ	
	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
30	80	92	53	60	35	42	148	170	82	95	58	68
40	102	117	63	73	43	51	186	214	102	119	74	87
50	142	163	78	89	52	61	212	244	115	136	86	100
60	158	180	89	101	58	67	248	285	136	162	102	119
75	178	205	104	120	72	82	293	336	154	184	116	134
100	189	217	127	145	86	100	348	403	190	224	143	166
125	220	253	146	168	100	115	400	460	216	254	163	190
150	252	290	168	193	116	133	448	515	242	286	183	212

Πίνακας 5.3.4. Τεχνικά χαρακτηριστικά του σταλακτηφόρου σωλήνα Eurodrip-GR.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ							
Διάμετρος σωλήνα	Πραγματική παροχή	Εσωτερική διάμετρος	Εξωτερική διάμετρος	Πάχος τοιχώματος	Πίεση, λειτουργία	CV	Φιλτράρισμα
16 mm	1,7 lt/h	13,8 mm	15,8 mm	1 mm	1 Atm	2,50%	150 mesh
16 mm	2,2 lt/h	13,8 mm	15,8 mm	1 mm	1 Atm	2,50%	120 mesh
16 mm	4,2 lt/h	13,8 mm	15,8 mm	1 mm	1 Atm	1,20%	120 mesh
20 mm	1,5 lt/h	17,6 mm	20 mm	1,2 mm	1 Atm	1,50%	150 mesh
20 mm	2,5 lt/h	17,6 mm	20 mm	1,2 mm	1 Atm	1,20%	120 mesh
20 mm	3,8 lt/h	17,6 mm	20 mm	1,2 mm	1 Atm	1,03%	120 mesh

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.

6.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ.

Το αγροτεμάχιο στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις ήταν επίπεδο, ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, με διαστάσεις 137 × 212 m με καλλιέργεια ζαχαροτεύλων, τα οποία γραμμή από γραμμή απέχουν 50 cm.

Το αρδευτικό σύστημα, το οποίο χωρίζει το αγροτεμάχιο σε δύο ίσα τμήματα, αποτελείται από έναν ηλεκτροκινητήρα ο οποίος δίνει κίνηση στην αντλία βαθέων φρεάτων, από την αρδευτική κεφαλή, για τον καθαρισμό του νερού, από τον κύριο αγωγό μεταφοράς και τον δευτερεύοντα αγωγό διανομής, οι οποίοι είναι σιδηροσωλήνες διαμέτρου 120 mm, από δύο βαλβίδες στραγγαλισμού, από μανόμετρα, από τριτεύοντες αγωγούς και τέλος από ρυθμιστές πίεσεως $\frac{3}{4}$ της ίντσας οι οποίοι δίνουν 1,6 ατμοσφαιρών. Δηλαδή, η πίεση στις αρχές όλων των σταλακτηφόρων σωλήνων είναι σταθερή και ίση με 1,6 ατμόσφαιρες. Οι τριτεύοντες αγωγοί είναι από πολυαιθυλένιο και φέρουν ενσωματωμένους σταλάκτες ανά ένα μέτρο.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο ένα από τα δύο μέρη του αγροτεμαχίου, ήτοι τμήμα ΑΒΓΔ (Σχήμα 6.1.1), στο οποίο υπάρχουν 106 σταλακτηφόροι σωλήνες (οι σταλακτηφόροι τοποθετήθηκαν ανά δύο σειρές ζαχαροτεύλων). Για τον πρώτο και τελευταίο σταλάκτη κάθε σταλακτηφόρου σωλήνα έγιναν τρεις επαναληπτικές μετρήσεις της παροχής τους, με τη βοήθεια των ογκομετρικών κυπέλλων, από τις οποίες προκύπτει ο μέσος όρος της παροχής των σταλακτών. Ελέγξαμε αν οι απώλειες είναι στα επιτρεπτά όρια και έτσι καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ομοιομορφία στην άρδευση, δηλαδή ότι το χωράφι δέχεται την ίδια ποσότητα νερού στην επιφάνειά του.

Από ότι φάνηκε από τις μετρήσεις, (Πίνακας 6.1.2), δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα. Η μεγαλύτερη διαφορά παροχής δύο σταλακτών στην αρχή και στο τέλος ενός σταλακτηφόρου σωλήνα ήταν κάτω από το όριο του 10%, το οποίο και θεωρείται αυστηρό.

Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη διαφορά παροχής μεταξύ πρώτου και τελευταίου σταλάκτη που παρατηρήθηκε ήταν 8,25% ως προς την παροχή του πρώτου σταλάκτη (σελ. 30, σχήμα 6.1.7).

10	4,73	4,37	63	4,71	4,35
11	4,71	4,34	64	4,69	4,36
12	4,7	4,36	65	4,71	4,37
13	4,73	4,37	66	4,72	4,36
14	4,72	4,35	67	4,71	4,35
15	4,71	4,38	68	4,73	4,37
16	4,68	4,34	69	4,72	4,35
17	4,73	4,38	70	4,73	4,36
18	4,72	4,35	71	4,68	4,36
19	4,74	4,38	72	4,73	4,35
20	4,71	4,34	73	4,74	4,36
21	4,69	4,35	74	4,72	4,37
22	4,68	4,38	75	4,68	4,36
23	4,73	4,34	76	4,72	4,35
24	4,69	4,35	77	4,74	4,36
25	4,73	4,38	78	4,7	4,35
26	4,72	4,35	79	4,7	4,36
27	4,73	4,34	80	4,72	4,36
28	4,7	4,36	81	4,73	4,36
29	4,73	4,35	82	4,74	4,35
30	4,72	4,34	83	4,7	4,37
31	4,7	4,34	84	4,7	4,36
32	4,72	4,36	85	4,74	4,37
33	4,71	4,35	86	4,7	4,36
34	4,69	4,34	87	4,7	4,35
35	4,7	4,37	88	4,74	4,36
36	4,71	4,34	89	4,71	4,36
37	4,72	4,34	90	4,72	4,36
38	4,69	4,38	91	4,7	4,36
39	4,72	4,35	92	4,72	4,35
40	4,73	4,34	93	4,73	4,36
41	4,7	4,36	94	4,7	4,36

42	4,72	4,37	95	4,69	4,35
43	4,7	4,36	96	4,73	4,36
44	4,68	4,35	97	4,73	4,36
45	4,7	4,37	98	4,72	4,36
46	4,74	4,35	99	4,71	4,35
47	4,7	4,37	100	4,74	4,36
48	4,71	4,36	101	4,7	4,36
49	4,7	4,37	102	4,71	4,35
50	4,72	4,35	103	4,72	4,35
51	4,69	4,36	104	4,69	4,36
52	4,71	4,37	105	4,71	4,36
53	4,7	4,38	106	4,68	4,38

Στατιστικά μεγέθη.

Διαφορά παροχής μεταξύ πρώτου και τελευταίου σταλάκτη.

1). Μέσος όρος (Average).

Ο μέσος όρος των μετρήσεων ήταν: 0,35 lt./h. (Σχήμα 6.1.3)

2). Ελάχιστη τιμή (Min).

Η ελάχιστη διαφορά ήταν: 0,3 lt/h. (Σχήμα 6.1.3)

3). Μέγιστη τιμή (Max).

Η μέγιστη διαφορά ήταν: 0,39 lt./h. (Σχήμα 6.1.3)

4). Μέσος (Mode).

Ο μέσος των διαφορών ήταν: 0,37 lt/h.

5). Διάμεσος (Median).

Ο διάμεσος των διαφορών ήταν: 0,35 lt/h.

6). Εύρος (Range).

Το εύρος των διαφορών ήταν: 0,09 lt/h. (Σχήμα 6.1.4)

7). Τυπική απόκλιση (Standard Deviation).

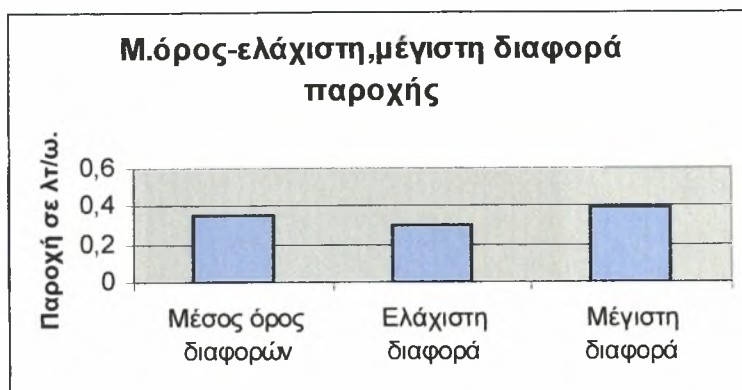
Η τυπική απόκλιση των διαφορών ήταν: 0,021. (Σχήμα 6.1.5)

8). Παραλλακτικότητα (Variance).

Η παραλλακτικότητα ήταν: 0,00045. (Σχήμα 6.1.5)

9). Συντελεστής Παραλλακτικότητας (Coefficient of Variation).

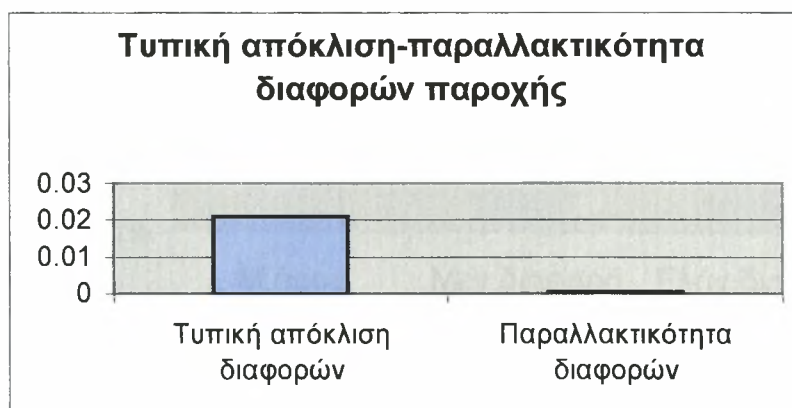
Ο συντελεστής παραλλακτικότητας ήταν 6 %. (Σχήμα 6.1.6)



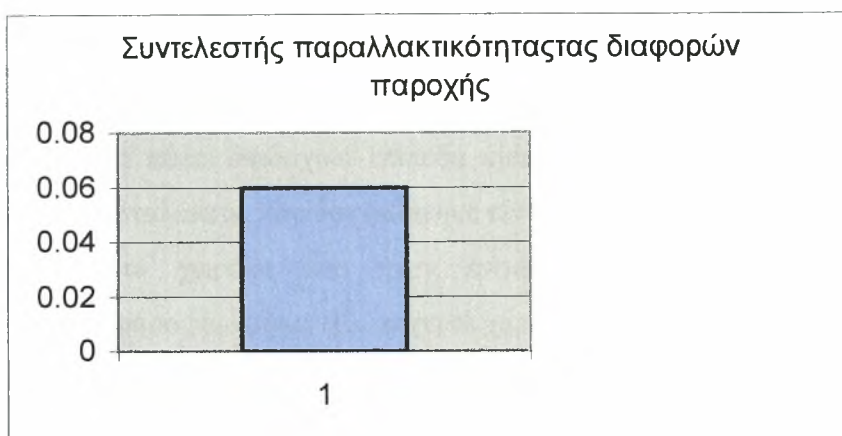
Σχήμα 6.1.3 Μέσος όρος, μέγιστη-ελάχιστη διαφορά παροχής μεταξύ πρώτου και τελευταίου σταλάκτη στον αγρό.



Σχήμα 6.1.4 Μέγιστη-ελάχιστη διαφορά παροχής μεταξύ πρώτου και τελευταίου σταλάκτη στον αγρό.



Σχήμα 6.1.5 Τυπική απόκλιση και παραλλακτικότητα διαφορών παροχής μεταξύ πρώτου και τελευταίου σταλάκτη στον αγρό.



Σχήμα 6.1.6 Συντελεστής παραλλακτικότητας διαφορών παροχής στον αγρό.

Ποσοστό τοις % της διαφοράς παροχής.

1). Μέσος όρος (Average).

Ο μέσος όρος τοις % διαφοράς ήταν: 7,49 %. (Σχήμα 6.1.7)

2). Μέγιστη διαφορά (Max).

Η μέγιστη διαφορά ήταν: 8,25 %. (Σχήμα 6.1.7)

3). Ελάχιστη διαφορά (Min).

Η ελάχιστη διαφορά ήταν: 6,41 %. (Σχήμα 6.1.7)



Σχήμα 6.1.7 Διαφορά παροχής % μεταξύ σταλακτών στον αγρό.

6.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ.

Α. Σχέση πίεσεως – παροχής.

Για τον σταλάκτη που δοκιμάστηκε, έγιναν τρεις επαναληπτικές μετρήσεις της παροχής του, του όγκου νερού που παροχέτευε σε χρονική διάρκεια τριών λεπτών, σε πέντε διαδοχικά επίπεδα πίεσης των 10, 20, 30, 40 και 50 m. Ο ανωτέρω σταλάκτης που δοκιμάστηκε είναι ο GR της εταιρείας EURODRIP, ο οποίος στο χωράφι μας ήταν ενσωματωμένος και εμφανιζόταν σαν σταλακτηφόρος σωλήνας (βλ. τεχνικά χαρακτηριστικά κεφ. 5.3.).

Η μέση παροχή του σταλάκτη προέκυψε μετά από την δοκιμή 30 τεμαχίων από τον κατασκευαστικό τύπο του. Τα διεθνή πρότυπα αναφέρουν ως ελάχιστο αριθμό τεμαχίων που πρέπει να δοκιμαστούν τα 30. Βάση των παραπάνω μετρήσεων καταλήξαμε σε μία καμπύλη (Σχήματα 6.2.2 και 6.2.3) η οποία ταυτίζεται κατά μεγάλο ποσοστό με την καμπύλη που μας δίνει ο κατασκευαστής. Συγκρίνοντας τις δύο καμπύλες αντιλαμβανόμαστε την ομοιογένεια κατασκευής και την ομοιομορφία του σταλάκτη μας.

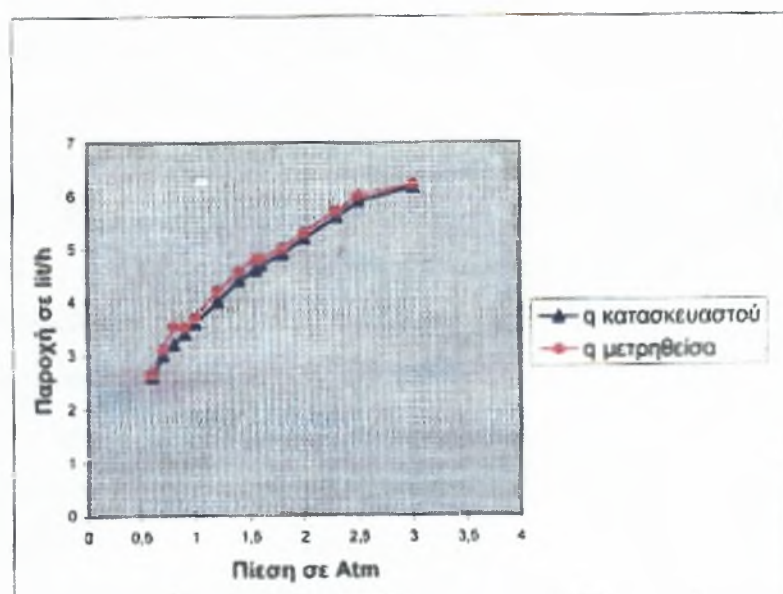
Η έλλειψη δυνατότητας διατήρησης σταθερής της θερμοκρασίας του νερού κατά τη διάρκεια των δοκιμών, όπως προβλέπεται, ελλείπει του κατάλληλου εξοπλισμού, αντιμετωπίστηκε με την πραγματοποίηση των δοκιμών (Πίνακας 6.2.1) σε συγκεκριμένη περίοδο της ημέρας και την ταυτόχρονη μέτρηση αυτής στη δεξαμενή νερού, με αποτέλεσμα να κινηθεί μεταξύ 19 –21° C, όριο που δεν αντίκειται στα πρότυπα δοκιμών.

Πίνακας 6.2.1 Μετρήσεις πίεσεως-παροχής στο εργαστήριο

Πίεση (Atm)	Παροχή (lt./h)	Πίεση (Atm)	Παροχή (lt/h)
0,6	2,7	1,5	4,6
0,7	3,1	1,6	4,7
0,8	3,4	1,8	4,9
0,9	3,6	2,0	5,3
1,0	3,7	2,3	5,8
1,2	4,1	2,5	6,0
1,4	4,4	3,0	6,2



Σχήμα 6.2.2 Μετρήσεις πίεσης-παροχής στο εργαστήριο



Σχήμα 6.2.3 Σύγκριση καμπύλης πίεσης-παροχής του κατασκευαστού με την πραγματική.

B. Ο ομοιογένεια κατασκευής.

Έγιναν 30 μετρήσεις της παροχής (Πίνακας 6.2.4) από αντίστοιχα τεμάχια σταλακτών. Η ομοιογένεια κατασκευής των σταλακτών φαίνεται ότι είναι πολύ καλή γιατί η διαφορά παροχής ήταν κάτω από 5%.

Πίνακας 6.2.4 Μετρήσεις παροχής του σταλάκτη (lt./h).

4,75	4,74	4,71	4,7	4,76	4,65
4,76	4,65	4,72	4,64	4,73	4,69
4,71	4,68	4,66	4,68	4,67	4,66
4,76	4,69	4,7	4,65	4,69	4,68
4,71	4,7	4,73	4,72	4,67	4,7

Στατιστικά μεγέθη.

A. Μέσος όρος (Average).

Ο μέσος όρος των μετρήσεων ήταν: 4,70 lt/h. (Σχήμα 6.2.7).

B. Μέσος (Mode).

Ο μέσος των μετρήσεων ήταν: 4,7 lt/h. (Σχήμα 6.2.7).

Γ. Διάμεσος (Median).

Ο διάμεσος των μετρήσεων ήταν: 4,7 lt/h. (Σχήμα 6.2.7).

Δ. Ελάχιστη τιμή (Min).

Η ελάχιστη τιμή των μετρήσεων ήταν: 4,64 lt/h. (Σχήμα 6.2.6).

E. Μέγιστη τιμή (Max).

Η μέγιστη τιμή των μετρήσεων ήταν: 4,76 lt/h. (Σχήμα 6.2.6).

ΣΤ. Εύρος (Range).

Το εύρος των τιμών ήταν: 0,12 lt/h. (Σχήμα 6.2.6).

Z. Τυπική απόκλιση (Standard Deviation).

Η τυπική απόκλιση ήταν: 0,035. (Σχήμα 6.2.8).

H. Παραλλακτικότητα (Variation).

Η παραλλακτικότητα ήταν: 0,0012. (Σχήμα 6.2.8).

Θ. Συντελεστής παραλλακτικότητας (Coefficient of Variation).

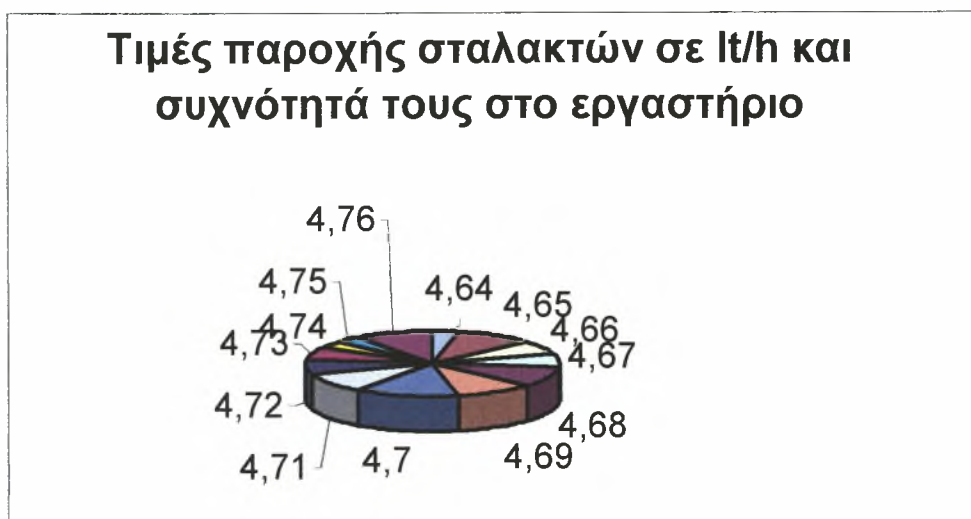
Ο συντελεστής παραλλακτικότητας ήταν: 0,0075 ή 0,75 %.(Σχήμα 6.2.9).

I. Ποσοστό παροχών που διαφέρουν 5% του μέσου όρου.

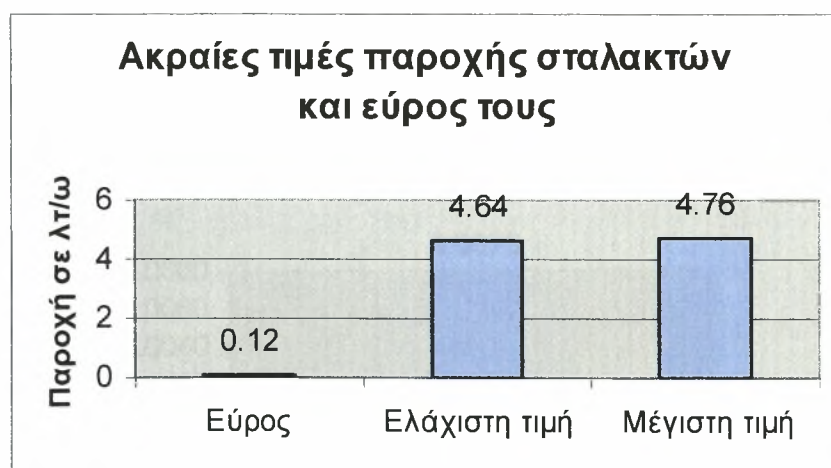
Για να διέφεραν κάποιες τιμές 5% του μέσου όρου, θα πρέπει να βρίσκονταν έξω από τα όρια των τιμών 4,465 έως 4,935. Όλες οι τιμές βρίσκονταν μέσα στα όρια αυτά, (Σχήμα 6.2.5), επομένως δεν διέφεραν κάποιες από αυτές 5% του μέσου όρου.

Κ. Ποσοστό επί % της μεγαλύτερης διαφοράς από τον μέσο όρο.

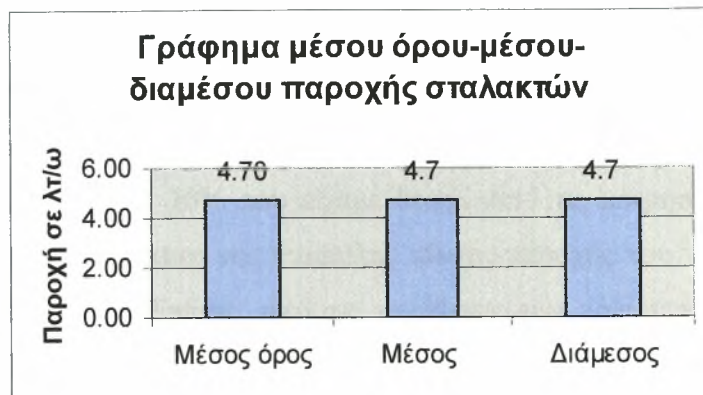
Η μεγαλύτερη τιμή, 4,76 lt/h, είχε διαφορά από τον μέσο όρο 0,06 lt/h, δηλαδή 1,3 % του μέσου όρου.



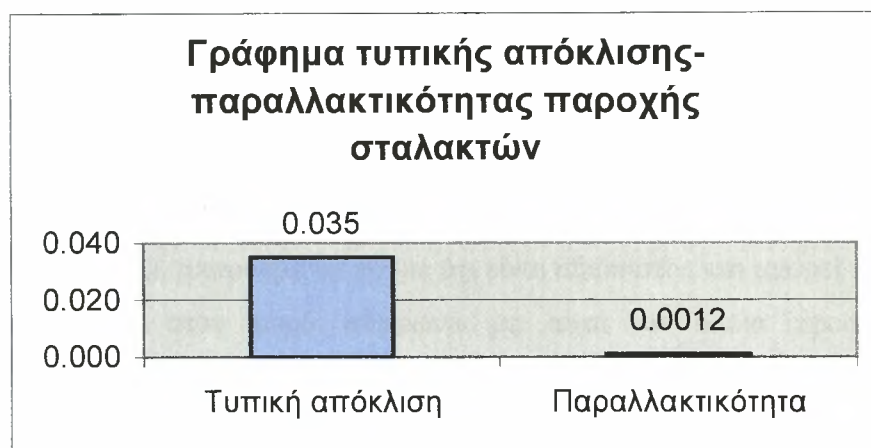
Σχήμα 6.2.5 Τιμές παροχής σταλακτών στο εργαστήριο και συχνότητά τους.



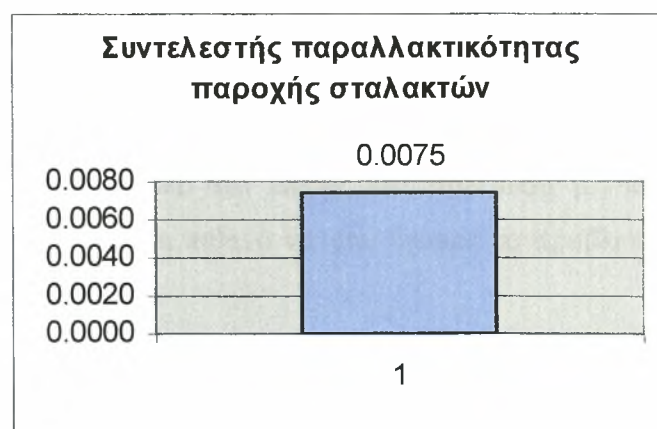
Σχήμα 6.2.6 Ακραίες τιμές παροχής σταλακτών και εύρος στο εργαστήριο.



Σχήμα 6.2.7 Μέσος όρος-μέσος-διάμεσος των τιμών παροχής στο εργαστήριο.



Σχήμα 6.2.8 Τυπική απόκλιση-παραλλακτικότητα παροχής των σταλακτών στο εργαστήριο.



Σχήμα 6.2.9 Συντελεστής παραλλακτικότητας παροχής σταλακτών.

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Από τις μετρήσεις στον αγρό βρέθηκε ότι ο μέσος όρος των διαφορών παροχής μεταξύ πρώτου και τελευταίου σταλάκτη ήταν 7,49% και η μέγιστη διαφορά παροχής ήταν 8,25%. Επομένως, όλες οι μετρήσεις βρίσκονταν κάτω από το όριο του 10% που είχαμε θέσει. Από τις μετρήσεις του εργαστηρίου φάνηκε μια ταύτιση της καμπύλης πίεσης-παροχής του κατασκευαστή με τα αποτελέσματα. Επίσης, από τις μετρήσεις του εργαστηρίου, ο συντελεστής παραλλακτικότητας ήταν 0,75%, δηλαδή είχαμε άριστη ομοιογένεια κατασκευής.

Επομένως, με τις δοκιμές τις οποίες πραγματοποιήσαμε τόσο στον αγρό όσο και στο εργαστήριο, διαπιστώσαμε ομοιογένεια κατασκευής των σταλακτών, σταθερή παροχή σε μια συγκεκριμένη πίεση λειτουργίας, πράγμα που μας εξασφαλίζει και την ομοιομορφία στην άρδευση. Επίσης από τους ελέγχους που κάναμε παρατηρήσαμε ότι υπήρχε ταύτιση των δεδομένων του κατασκευαστή με τις πραγματικές μετρήσεις. Άρα, για τον σταλάκτη αυτόν, (Eurodrip GR), μπορούμε να πούμε ότι είναι αξιόπιστος και μπορεί να καλύψει τις ανάγκες στον αγρό σύμφωνα με αυτά τα οποία προσκομίζει η κατασκευαστική εταιρεία.

Τέτοιες μελέτες πρέπει να πραγματοποιούνται σε εξοπλισμένα εργαστήρια και από ειδικούς για να μπορούμε να κρίνουμε την αξιοπιστία των διαφόρων σταλακτών και σταλακτηφόρων σωλήνων, τόσο απόλυτα όσο και συγκριτικά με άλλους. Οι δοκιμές στο εργαστήριο είναι απαραίτητες για απομόνωση παραγόντων αλλά οπωσδήποτε δεν δίνουν στοιχεία πραγματικής λειτουργίας του συστήματος, για τον λόγο αυτόν είναι απαραίτητες και οι δοκιμές στον αγρό οι οποίες δίνουν πραγματικά στοιχεία. Αυτοί οι έλεγχοι είναι απαραίτητοι, γιατί το κόστος αγοράς και εγκατάστασης ενός συστήματος άρδευσης με σταγόνα είναι μεγάλο και επίσης σε περίπτωση μη πραγματοποίησης των δοκιμών αυτών είναι πιθανό να μην έχουμε τα προβλεπόμενα αποτελέσματα για την παραγωγή.

8. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου, κ. Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής, για την εύρεση του θέματος της πτυχιακής εργασίας, τις συμβουλές και την ενθάρρυνσή της κατά την διεξαγωγή του πειράματος. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Πασχάλη Ντιούδη, για την βοήθειά του στην εκτέλεση του μεγαλύτερου τμήματος του πειράματος.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Καθηγητές κ. Στέργιο Θεοδωρικά και κ. Κωνσταντίνο Κίττα, Πρόεδρο του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής, για την εκπαιδευτική τους φροντίδα κατά την διάρκεια των σπουδών μου αλλά και την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή της πτυχιακής μου εργασίας.

Ευχαριστίες εκφράζονται στον Ηλία Παπακωνσταντίνου, Τεχνολόγο Γεωπονίας, για την συμβολή του στην εκτέλεση του πειράματος. Επίσης ευχαριστώ τον κ. Δημήτριο Ρήγα για την εξυπηρέτησή του κατά τις μετακινήσεις στην περιοχή του πειράματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Δημήτριο Καλφούντζο, για την παροχή διαφημιστικών φυλλαδίων διάφορων εταιρειών σχετικά με τη στάγδην άρδευση. Επίσης ευχαριστώ τον κ. Αλέξανδρο Ιατρίδη, φοιτητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας για την βοήθειά του στην παρουσίαση της εργασίας στον υπολογιστή.

Ευχαριστώ επίσης τα μέλη του εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής, κ. Νικόλαο Παπανίκο, μέλος Ε.Δ.Τ.Π., κ. Αναστασία Αγγελάκη, υποψήφια διδάκτορα, κ. Σταυρούλα Στεργιοπούλου, μεταπτυχιακή φοιτήτρια, για την βοήθειά τους κατά την παρουσίαση της εργασίας στον υπολογιστή. Ακόμη, ευχαριστώ τον Γεωπόνο κ. Στέργιο Κοντογεωργάκη και τον αντιπρόσωπο γεωργικών ειδών, κ. Ράπτη, για την παροχή διαφημιστικών εντύπων διάφορων εταιρειών σχετικά με τη στάγδην άρδευση.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω τους γονείς μου, για την συμπαράστασή τους κατά την διεξαγωγή της πτυχιακής μου εργασίας.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

- 1). Άγρο-Business. *Τεχνολογία της στάγδην άρδευσης*. Τεύχος 12. Σεπτέμβριος 1999.
- 2). Bralts, F.V., Wu, I.P., and H.M. Gitlin. (1981). *Manufacturing Variation and Drip Irrigation Uniformity*. Transactions of the ASAE.
- 3). Ενημερωτικά φυλλάδια διάφορων ξένων και Ελληνικών εταιρειών.
- 4). EP405.1 DEC 92. *Design and Installation of Microirrigation Systems*. ASAE Standards 1993.
- 5). Μιχελάκης, Ν., (1983). *Υδραυλικά χαρακτηριστικά σταλακτήρων και ομοιομορφία παροχής σε δίκτυα με σταγόνες*. Δελτίο Ε.Ε. Άρδευσεων-Στραγγίσεων, 1-2: 29-36.
- 6). Μιχελάκης, Ν., (1988). *Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες*. Εκδοτική Αγροτεχνική Α.Ε. Αθήνα σ.σ. 319.
- 7). Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., (1995). *Άρδευση με σταγόνες*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος.
- 8). Σακελλαρίου Μ., Μασλάρης Ν., Καλφούντζος Δ., Γούλας Χ. (1998). *Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια των ζαχαροτεύτλων*. Πρακτικά 1^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής Αθήνα. σελ. 271-280.
- 9). Σακελλαρίου Μ., Μασλάρης Ν., Νούσιος Γ., Ντιούδης Π., Καλφούντζος Δ. (1999). *Σχεδιασμός διατάξεων άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων*. Πρακτικά 4^{ου} Εθνικού Συνεδρίου της Ε.Ε.Δ.Υ.Π. Βόλος. σελ. 162-169.
- 10). Solomon, K., (1979). *Manufacturing Variation of Trickle Emitters*. Transactions of the ASAE, 22(5): 1034-1038, 1043.

