



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
574
20-10-2017

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής
και Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ
ΦΥΤΟΥ “ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ” ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΑΡΔΕΥΣΗΣ (3η ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)»**



Παύλος Ε. Δαλαμπίρας

Βόλος 2017



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

Αριθ. Εισ.: 17999/1

Ημερ. Εισ.: 24/07/2018

Δωρεά: Συγγραφέα

Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ

2017

ΔΑΔ

**«Πειραματική Διερεύνηση Ανάπτυξης του Φυτού “Τσάι του Βουνού” με
την Εφαρμογή Άρδευσης (3η Καλλιεργητική Περίοδος)»**

**«Experimental Research of Plant “Mountain Tea” by Applying Irrigation
(third Growing Season)»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. **Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, *Επιβλέπουσα***. Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
2. **Ηρακλής Χαλκίδης, Μέλος**. Λέκτορας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
3. **Χρήστος Παπανικολάου, Μέλος**. Διδάσκων Π.Δ. 407/80 του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Αφιερώνεται στην Οικογένειά μου!

Ευχαριστίες

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

Το θέμα δόθηκε από την Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, κυρία Μαρία Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη στο πλαίσιο των προπτυχιακών μου σπουδών της Σχολής.

Ευχαριστώ την κυρία Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Καθηγήτρια Π.Θ. για την οργάνωση και παρακολούθηση της διατριβής μου σε ολόκληρη την πορεία της, καθώς επίσης και για την πολύτιμη και ουσιαστική συμβολή της στην επίλυση των θεωρητικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά καιρούς.

Ευχαριστίες επίσης θέλω να απονέμω και στον κύριο Ηρακλή Χαλκίδη, Επίκουρο Καθηγητή Π.Θ και στον κύριο Χρήστο Παπανικολάου, Διδάσκον Π.Δ. 407/80 του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. για τη συμμετοχή τους στην διόρθωση και αξιολόγηση της διατριβής μου.

Τέλος αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Υποψήφιο Διδάκτορα κ. Γιουβάνη Βασίλειο και τους μεταπτυχιακούς φοιτητές Μπακιρτζή Κυριάκο και Φιλίππου Κική της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την βοήθεια τους σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Περίληψη

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά κατέχουν ιδιαίζουσα θέση ανάμεσα στους λαούς όλων των εποχών. Το τσάι του βουνού, είδος της τοπικής μας χλωρίδας, ανήκει σε μια σειρά από αρωματικά φυτά και βότανα τα οποία χρησιμοποιούνται για τις φαρμακευτικές ιδιότητές τους, αλλά και για τα δευτερογενή προϊόντα τους. Τα είδη του *Sideritis raeseri* αυτοφύονται στις παραμεσόγειες περιοχές σε υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων και κυρίως στη χώρα μας. Χρησιμοποιούνται από τον λαό μας, γιατί δίνουν τα αγαπημένα ροφήματα, με το όνομα τσάγια του βουνού. Σήμερα, το τσάι του βουνού, καλλιεργείται σε πάνω από 750 περίπου στρέμματα στον Ν. Μαγνησίας, και κυρίως στην Κοινότητα Βρύναινας. Η καλλιεργητική πρακτική βελτιώνεται συνεχώς μέχρι σήμερα, όμως δεν έχει βρεθεί ικανοποιητική λύση σε βασικά θέματα, όπως η ζιζανιοκτονία, η τεχνική συγκομιδής, η λίπανση, η ξήρανση και δεν έχουν μελετηθεί οι επιδράσεις της άρδευση στην καλλιέργεια. Έτσι λοιπόν μέσω της συγκεκριμένης έρευνας, που μελετά την επίδραση της πλήρους και της ελλειμματικής άρδευσης στην καλλιέργεια «Τσάι του Βουνού» στον Θεσσαλικό κάμπο, αποσκοπούμε στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την βελτιστοποίηση της χρήσης του αρδευτικού νερού στην εν λόγω καλλιέργεια τόσο στα αναπτυξιακά όσο και στα παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της. Σκοπός λοιπόν της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθεί η ανάπτυξη του τσαγιού σε χαμηλό υψόμετρο και συγκεκριμένα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο με εφαρμογή ελεγχόμενης άρδευσης. Ήδη στην Ελλάδα έχει ξεκινήσει η συστηματική καλλιέργεια αρωματικών φυτών όπως η λεβάντα, η ρίγανη κλπ. Με αυτό το σκεπτικό θελήσαμε να ερευνήσουμε και την δυνατότητα ανάπτυξης του τσαγιού της ποικιλίας *Sideritis* στον κάμπο, εφαρμόζοντας τόσο ποσότητα νερού ώστε να μην αλλοιωθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Η έρευνα έδωσε θετικά και ενθαρρυντικά αποτελέσματα με μεγάλες αποδόσεις και σύγχρονος σημαντική εξοικονόμηση αρδευτικού νερού.

Λέξεις κλειδιά: Τσάι του βουνού, χαμηλό υψόμετρο, ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά, επιφανειακή στάγδην άρδευση, ελλειμματική άρδευση, εξοικονόμηση νερού

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. «ΤΟ ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ»	2
2.1. Γενικά	2
2.1.1. Το τσάι στην Ελλάδα.....	3
2.1.2. Τα Είδη στην Ελλάδα.....	4
2.1.3. Βοτανική περιγραφή.....	6
2.2. Η καλλιέργεια του Τσαγιού.....	6
2.2.1. Πολλαπλασιασμός.....	6
2.2.1.1. Μεταφύτευση.....	8
2.2.2. Εγκατάσταση.....	9
2.2.3 Καταπολέμηση ζιζανίων	10
2.2.4. Λίπανση.....	12
2.2.5. Εχθροί και ασθένειες.....	12
2.2.6. Άρδευση.....	12
2.2.7. Συγκομιδή.....	13
2.2.8. Ξήρανση.....	14
2.2.9. Κόστος.....	15
2.2.10. Αποδόσεις.....	16
2.3. Χρήσεις και δραστικές ουσίες	16
2.3.1. Γενικά.....	16
2.3.2. Φαρμακολογικές ιδιότητες.....	18
2.3.3. Συνταγή για το τσάι του βουνού.....	19
3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ	20
3.1. Γενικά.....	20
3.1.1 Στρατηγικές εξοικονόμησης νερού	20
3.2. Η άρδευση των καλλιεργειών	22
3.2.1 Διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής	22
3.2.2 Μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής.....	24
3.2.2.1. Μέθοδος των Penman-Monteith	24
3.2.2.2. Μέθοδος του Blaney – Griddle.....	25
3.2.2.3 Μέθοδος του λυσιμέτρου.....	26

3.2.2.4. Μέθοδος του εξατμισιμέτρου.....	28
3.3. Μέθοδοι άρδευσης	31
3.4. Στάγδην άρδευσης	35
4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	39
4.1. Γενικά.....	39
4.2. Καλλιέργεια εδάφους.....	39
4.3. Σύστημα στάγδην Άρδευσης.....	40
4.4. Όργανα και μέθοδοι μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν	49
4.4.1. Γενικά.....	43
4.4.2. Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς και φυτικός συντελεστής (Kc)	44
4.4.3. Το μοντέλο Penman-Monteith	46
4.4.4. Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	47
4.4.5. Πρόγραμμα άρδευσης στο τσάι P-MON FAO 56.....	49
4.5. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.....	54
4.5.1. Ύψος φυτών.....	54
4.5.2. Χλωρό και ξηρό βάρος.....	55
4.5.3. Αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	56
4.5.4. Στατιστική ανάλυση	57
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	58
5.1. Κλιματολογικά δεδομένα.....	58
5.2. Αποτελέσματα ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας.....	59
5.2.1. Ύψος Φυτών.....	59
5.2.2. Μέτρηση χλωρού και ξηρού βάρους.....	60
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	71

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η επίδραση της πλήρους και της ελλειμματικής άρδευσης στα αναπτυξιακά, παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του φυτού «τσάι του βουνού».

Αρχικά παρουσιάζονται και αναλύονται (βιβλιογραφικά) τα γενικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του φυτού «τσάι του βουνού», οι επικρατέστεροι μέθοδοι άρδευσης και ο τρόπος υπολογισμού των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό και ακολούθως η πειραματική διαδικασία και τα αποτελέσματα τις έρευνας.

Για την άρδευση του πειραματικού αγροτεμαχίου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε πείραμα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεσίνου το έτος 2017, το οποίο περιλάμβανε ένα πλήρες τυχαίοποιημένο σχέδιο με 4 μεταχειρίσεις σε 3 επαναλήψεις. Λόγω του ότι η πτυχιακή μου διατριβή ήταν μέρος μιας ευρύτερης έρευνας στην εν λόγω εργασία μελετήθηκαν 2 από τις 4 μεταχειρίσεις (1. δόση άρδευσης με την οποία καλύπτεται το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας σύμφωνα με την ημερήσια υπολογιζόμενη εξατμισοδιαπνοή με την μέθοδο Penman-Monteith κατά FAO 56 και 2. δόση άρδευσης στην οποία καλύπτεται το 75% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας σύμφωνα με την ημερήσια υπολογιζόμενη εξατμισοδιαπνοή με την μέθοδο P-M κατά FAO 56).

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν το ύψος των φυτών, το χλωρό και ξηρό βάρος της παραγωγής τους, καθώς και την ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους. Επίσης λαμβάνονταν μετρήσεις μετεωρολογικών δεδομένων (βροχόπτωση, θερμοκρασία αέρα κλπ.) από τον αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής για τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας και πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση για την διεξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.

Η έρευνα έδωσε θετικά και ενθαρρυντικά αποτελέσματα, πολύ καλή προσαρμογή του φυτού, μεγάλες αποδόσεις και σύγχρονος σημαντική εξοικονόμηση αρδευτικού νερού.

2. ΤΟ «ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ»

2.1 Γενικά

Είναι φυτό ιθαγενές σε χώρες της Νοτιοανατολικής Ευρώπης και κυρίως σε παραμεσόγειες χώρες, όπου φαίνεται να είναι και το κέντρο καταγωγής του φυτού, όπως Ισπανία, Ελλάδα, Τουρκία, Βουλγαρία, Αλβανία, Ιταλία, ακτές Βόρειας Αφρικής και έχουν καταγραφεί πάνω από 100 διαφορετικά είδη του γένους *Sideritis*. Στην Ελλάδα αυτοφύονται 13 είδη τσαγιού σε υψόμετρο πάνω από 1000m (Σκρουμπής, 1985). Στην Ισπανία υπάρχει η μεγαλύτερη ποικιλία ειδών, με 45 τουλάχιστον είδη τα περισσότερα των οποίων είναι ενδημικά, ενώ 14 από αυτά απειλούνται σήμερα με εξαφάνιση και βρίσκονται νοτιοανατολικά της Ιβηρικής χερσονήσου. Στην Τουρκία υπάρχουν τουλάχιστον 43 είδη (Gonzalez-Burgos E. et al.,2011).

Σιδερίτης, τσάι του βουνού (εικ.2.1), μαλοτήρα (Κρήτη), κολοκοιμηθιά (Penelope ,2000) Το όνομα σιδερίτης προέρχεται από την ικανότητά του να θεραπεύει πληγές που δημιουργούνται από σιδερένια αντικείμενα ή λόγω της περιεκτικότητάς του σε F_e (Σκρουμπής, 1985). Μια τρίτη εκδοχή αναφέρει ότι το όνομα προέρχεται από το σχήμα του άνθους (τα δόντια κάλυκα του άνθους) που μοιάζουν με αιχμή λόγχης (Γεννάδιος, 1959).



Εικόνα 2.1: Φυτό *Sideritis raeseri* σε σχισμή βράχου σε μεγάλο υψόμετρο

Χρήση για την παρασκευή τσαγιού γίνεται μόνο στην Ισπανία και κυρίως στην Ελλάδα, όπου έχουμε και τη μεγαλύτερη κατανάλωση. Το παρασκευαζόμενο αφέψημα με το όνομα «Τσάι του Βουνού» παρουσιάζει πολλές ευεργετικές ιδιότητες, οι οποίες οφείλονται στα συστατικά του αιθέριου

ελαίου του, όπως για παράδειγμα στα φλαβονοειδή. Το αφέψημα από το φυτό προτιμάται πολύ από τους Έλληνες, ειδικά τους χειμερινούς μήνες, λόγω της ευεργετικής του επίδρασης σε κρυολογήματα και φλεγμονές του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, ιδιότητες που ενισχύονται με την προσθήκη μελιού (Αυλογιάρης, 2016).

Οι ευεργετικές επιδράσεις οφείλονται στην αντιφλεγμονώδη, βακτηριοστατική και αντιοξειδωτική δράση του. Ακόμη θεωρείται ευστόμαχο, επιδρωτικό, τονωτικό, αντιερεθιστικό και αντιανεμικό διότι περιέχει Fe (Floca et al., 1981).

2.1.1 Το τσάι στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι ιδιαίτερα πλούσια σε ενδημικά είδη του φυτού. Τα φυτά ευδοκίμουν σε υψόμετρο που κυμαίνεται από 500 έως 2000 μέτρα σε ξηρά πετρώδη ή ασβεστολιθικά εδάφη και σε διάφορες περιοχές της χώρας (Αυλογιάρης, 2016).

Όπως αναφέρεται σε διάφορα επιστημονικά άρθρα, και όπως αναφέρεται και πιο πάνω, πήρε το όνομά του από την ελληνική λέξη «σίδηρος» χάρη στην επουλωτική δράση του φυτού έναντι πληγών που προκαλούνταν από σιδερένια όπλα. Στην Κρήτη είναι γνωστό και ως «μαλοτίρα», ονομασία που προέρχεται κατά την επικρατέστερη εκδοχή από τις ιταλικές λέξεις «male» (αρρώστια) και «tigare» (σύρω), επειδή στην ενετοκρατούμενη Κρήτη το θεωρούσαν πανάκεια για τα κρυολογήματα και τις παθήσεις του αναπνευστικού. Στην Ελλάδα είναι γνωστό από την αρχαιότητα και αναφέρεται από το Θεόφραστο (372-287 π.χ.) και τον Διοσκουρίδη (10 μ.χ. αιώνα) (Ανάσης, 1976).

Παλαιότερα το τσάι του βουνού θεωρείτο ως μελισσοτροφικό φυτό και μόνο μικρές ποσότητες μαζεύονταν από τους κατοίκους των ορεινών περιοχών, τις οποίες χρησιμοποιούσαν ως αφεψήματα. Μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο πολλοί κάτοικοι των ορεινών περιοχών διέδωσαν την χρησιμοποίησή του στον αστικό πληθυσμό με την εκεί μετακίνησή τους, οπότε άρχισε να αυξάνει η κατανάλωση. Με την αύξηση της κατανάλωσης, αυξήθηκε και η τιμή του. Έτσι μεγάλωσε και το ενδιαφέρον για εντατικότερη συλλογή του (Σκλαβούνος, 2016).

2.1.2 Τα είδη στη Ελλάδα

Το τσάι του βουνού ανήκει στην οικογένεια των χειλανθών (Lamiaceae) και το γένος *Sideritis*, το οποίο περιλαμβάνει 100 περίπου είδη που απαντούν τόσο στις παραμεσόγειες περιοχές όσο και στην Ασία.

Τα κυριότερα είδη που αυτοφύονται στην Ελλάδα:

1. *Sideritis athoa*,

Κοινώς λέγεται τσάι βλάχικο και στο Άγιο Όρος μπεττόνικα. Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 40 εκ. που καλύπτεται ολόκληρο με μικρές αδενώδεις τρίχες. Ο βλαστός είναι όρθιος, απλός ή διακλαδιζόμενος και ξυλώδης στη βάση του. Αυτοφύεται στον Άθω, στην Πίνδο και στην Σαμοθράκη. Συνώνυμο του είδους αυτού είναι το *S. perfoliata* L. (Σκρουμπής, 1985).

2. *Sideritis cladestina*.

Κοινώς λέγεται τσάι του Μαλεβού ή τσάι του Ταΰγετου. Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 40 εκ. Ο βλαστός του είναι όπως και στο προηγούμενο είδος, απλός ή διακλαδισμένος. Αυτοφύεται σε βράχους στις υπαλπικές και αλπικές περιοχές του Μαλεβού, του Ταΰγετου και της Κυλλήνης. Συνώνυμο του είδους αυτού είναι τα: *S.theezans*, *S.cretica*, *S.syriaca*, *S.peloponnesiaca*, *Phiomis cladestina* (Σκρουμπής, 1985).

3. *Sideritis syriaca*

Κοινώς λέγεται τσάι της Κρήτης, γνωστό σαν μαλοτήρα ή καλοκοιμηθιά. Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 50 εκ. Έχει βλαστό συνήθως απλό, ισχυρό, όρθιο που καλύπτεται με πυκνό και άσπρο χνούδι. Αυτοφύεται στα βουνά της Κρήτης και κυρίως στα Λευκά Όρη και στον Ψηλορείτη σε υψόμετρο 1300-2000 μέτρα. Συνώνυμο αυτού του είδους είναι το *S. cretica* (Σκρουμπής, 1985).

4. *Sideritis scardina*.

Κοινώς λέγεται τσάι του Παρνασσού ή τσάι του Βελουχιού. Είναι πολυετής πόα. Ο βλαστός είναι λεπτός, χνοώδης, απλός και σπάνια διακλαδισμένος. Τα κατώτερα φύλλα είναι έμμισχα και τα ανώτερα άμισχα λογχοειδή, λίγο πριονωτά με άσπρο χνούδι, και άνθη έντονα κίτρινα στις ακραίες ταξιανθίες. Αυτοφύεται και καλλιεργείται στον Νομό Μαγνησίας, Αυτοφύεται επίσης στον Παρνασσό, Τυμφρηστό (Βελούχι) και σε άλλα βουνά

της Αιτωλίας και Φθιώτιδας. Στο είδος αυτό υπάγονται τα υποείδη: α) *Sideritis raeseri* ssp *attica* (εικ. 2.2), που αυτοφύεται στην Πάρνηθα και στο όρος Πατέρα της Αττικής και β) *S. raeseri* ssp *florida* (Σκρουμπής, 1985).



Εικόνα 2.2: *Sideritis raeseri*.

5. *Sideritis euvoea*.

Κοινώς λέγεται τσάι της Εύβοιας ή τσάι από το Δελφί. Είναι πολυετής πτόα ύψους 30-50 εκ με πυκνό και λευκό χνούδι σ'όλα τα μέρη του. Ο βλαστός που είναι ξυλώδης στη βάση, είναι ισχυρός, απλός ή μερικές φορές διακλαδισμένος. Αυτοφύεται στην Εύβοια και κυρίως στα βουνά Δίρφου σε υψόμετρο 1000-1500 μ. (Διάσελο, Σκοτεινή, Σέτα, Στρατώνες, Μετόχι κλπ.), Ξεροβούνι σε υψόμετρο 1400 μ. και στην Όχη.

Κοινό χαρακτηριστικό των ειδών αυτών αλλά και γενικά του γένους *Sideritis* είναι ότι πρόκειται για φυτά ιδιαίτερα προσαρμοσμένα για να επιβιώνουν σε απόκρημνες βραχώδεις περιοχές με υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων. Τα είδη αυτά είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στην ξηρασία και στις χαμηλές θερμοκρασίες. Δεν απαιτούν πλούσια εδάφη και προτιμούν θέσεις, με ελαφρό έδαφος όχι ιδιαίτερα βαθύ, όχι συνεκτικό, με άφθονο ήλιο. Συναντώνται ιδιαίτερα σε σχισμές βράχων όπου ελάχιστα είδη φυτών θα μπορούσαν να επιβιώσουν.

Από τα παραπάνω είδη καλλιεργείται μόνο το *S. raeseri*, το οποίο αποτελεί βασική πηγή εισοδήματος για τους κατοίκους κυρίως του χωριού Βρύναινα και Κοκκωτοί που βρίσκονται σε ορεινές περιοχές του όρους Όρθρους σε υψόμετρο περίπου 700 μ. και ανήκουν στην επαρχία Αλμυρού Μαγνησίας. Η περιοχή στην οποία βρίσκονται τα δύο χωριά είναι εξαιρετικά

πλούσια σε μεσογειακή χλωρίδα, η οποία διαφοροποιείται αρκετά από αυτή γειτονικών βουνών, όπως αυτό του Πηλίου. Η περιοχή διαφοροποιείται και κλιματικά (στοιχεία Ε.Μ.Υ.:Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας) από το γεγονός της χαμηλότερης σε σχέση με άλλες γειτονικές περιοχές ετήσιας βροχόπτωσης και χαμηλότερης σχετικής υγρασίας. Λόγω της ύπαρξης έντονου ανάγλυφου στην περιοχή το οποίο περιλαμβάνει παραθαλάσσιες πεδιάδες, πλαγιές, κοιλάδες και εμπεριέχει έντονες εναλλαγές υψομέτρων (από τη θάλασσα, έως και τα 1700 μ. στις κορυφές του βουνού) υπάρχει σε μικρή σχετικά έκταση διαφοροποίηση κλιματικών συνθηκών. Στην καθαρά ορεινή ζώνη αυτοφύεται σε μεγάλη έκταση ένα από τα είδη του γένους *Sideritis* που υπάρχουν στην Ελλάδα. Πρόκειται για το είδος *Sideritis raeseri* ή κοινώς τσάι του βουνού (Σκλαβούνος, 2016).

2.1.3 Βοτανική περιγραφή

Το γένος *Sideritis* L. περιλαμβάνει μια πληθώρα φυτικών ειδών αποτελούμενων από ποώδη ετήσια, ποώδη πολυετή καθώς και μικρούς θάμνους. Τα περισσότερα είδη του γένους *Sideritis* αποτελούνται από πολυετή ποώδη φυτά, τα οποία αυτοφύονται σε χώρες της Μεσογείου, ενώ πολλά είδη του γένους αυτού υπάρχουν και στην Ασία (Σκρουμπής, 1985).

Είναι φυτό ποώδες, φρυγανώδες και θαμνώδες. Έχει κλάδους λεπτούς και στρόγγυλους που σκεπάζονται καθ'οδόν το μήκος τους με άφθονο χνούδι, τα φύλλα του είναι αντίστοιχα, χοντρά, λίγο σαρκώδη, μακρουλά, ελλειψοειδή που σκεπάζονται και αυτά από χνούδι. Τα άνθη του σχηματίζουν κορύμβους, το χρώμα τους είναι έντονο κίτρινο. (Ανάσης, 1976., Θανασούλια και Σιατής, 2008)

2.2 Η καλλιέργεια του Τσαγιού

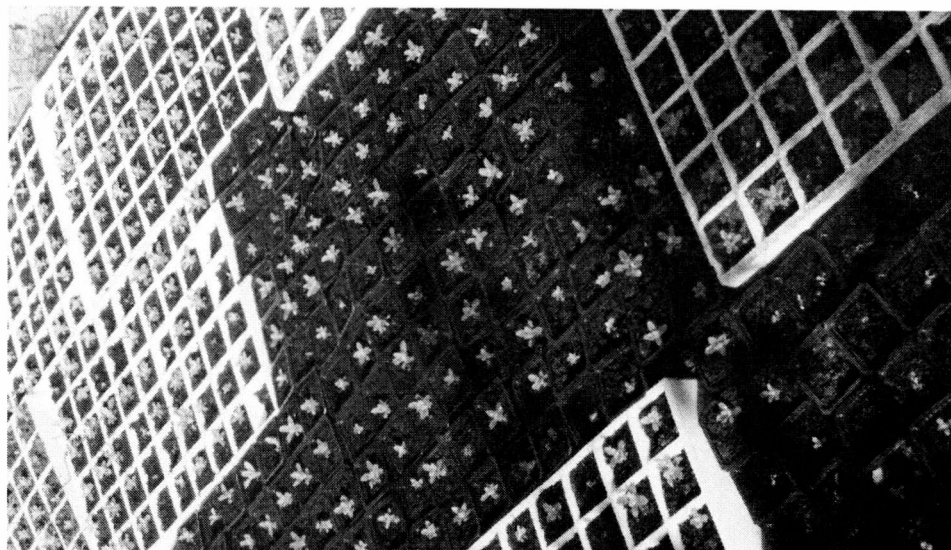
2.2.1 Πολλαπλασιασμός

Το τσάι του βουνού πολλαπλασιάζεται με τους εξής τρόπους:

Α)με σπόρο. Ο σπόρος σπέρνεται σε σπορείο (εικ. 2.3.) την Άνοιξη ή νωρίς το Φθινόπωρο (Σεπτέμβριο), ή ακόμα και τον Ιούλιο ή Αύγουστο.

Το σπορείο καταλαμβάνει μικρή έκταση και η κυριότερη εργασία είναι το ψιλοχωμάτισμα του εδάφους ώστε να επιτευχθούν μεγάλα ποσοστά

φυτρώματος. Η αναλογία που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των αναγκών στο σπορείο είναι 5 τ.μ σπορείου για καλλιέργεια 1 στρέμματος.



Εικόνα 2.3.: Σπορόφυτα τσαγιού

Το έδαφος του σπορείου εκτός από το ψιλοχωμάτισμα αποτελείται από ίσα μέρη χώματος, άμμου και χωνεμένης κοπριάς. Το χώμα ισοπεδώνεται με μια τσουγκράνα και πέφτει ο σπόρος ανακατεμένος με λίγη άμμο ώστε να πέσει ομοιόμορφα σε όλη την έκταση. Ακολουθεί πάτημα του σπόρου με μικρό κύλινδρο για να έλθει ο σπόρος σε επαφή με το χώμα. Η ποσότητα του σπόρου που απαιτείται για καλλιέργεια ενός στρέμματος υπολογίζεται περίπου στα 20-25 gr (Σκλαβούνος, 2016).

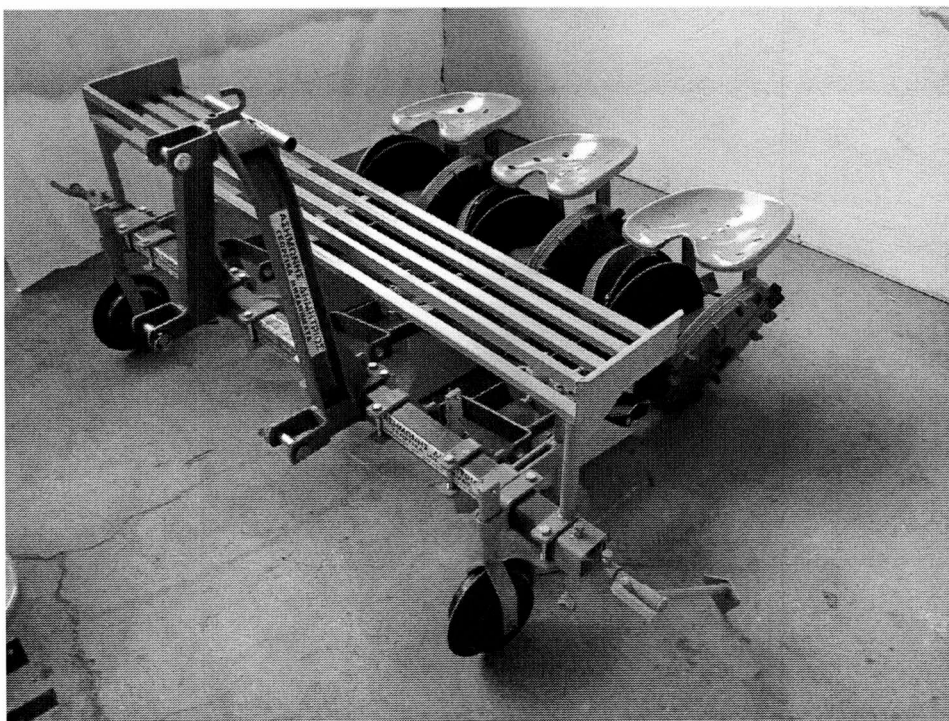
Αμέσως μετά τη σπορά ακολουθεί πότισμα, το οποίο επαναλαμβάνεται σχεδόν καθημερινά μέχρι το φύτευμα. Όταν τα φυτά φυτρώσουν καλά, τα ποτίσματα αραιώνουν και ύστερα από ένα μήνα από το φύτευμα, τα ποτίσματα μειώνονται ακόμα περισσότερο και γίνονται μόνο όταν η υγρασία στο σπορείο είναι χαμηλή.

Β)με παραφυάδες. Κάθε φυτό τσαγιού σχηματίζει πολλές παραφυάδες. Έτσι αν ξεριζώσουμε φυτά, που επιλέγουμε από παλιά φυτεία, παίρνουμε αρκετές παραφυάδες από κάθε φυτό που τις μεταφυτεύουμε στο χωράφι όπως και τα φυτά των σπορείων. Ο τρόπος αυτός είναι επίσης εύχρηστος, αλλά δεν έχει την ίδια επιτυχία με τον πρώτο, επειδή αρκετές από τις παραφυάδες που δεν έχουν ρίζες ξηραίνονται μετά τη φύτευση. Οι παραφυάδες παίρνονται από υγιή φυτά.

2.2.1.1 Μεταφύτευση

Το κτήμα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια τσαγιού θα πρέπει στις αρχές του καλοκαιριού να οργωθεί με βαθιά άροση, ώστε το κάμα του καλοκαιριού να το κάνει κατάλληλο για τη μεταφύτευση. Στις αρχές του φθινοπώρου και με τις πρώτες βροχές γίνεται ένα φρεσκάρισμα του εδάφους για να σπάσουν οι μπλάνες, κομμάτια εδάφους που δεν έχουν διασπαστεί στο διάστημα του καλοκαιριού (Σκλαβούνος, 2016).

Η μεταφύτευση τόσο των φυτών του σπορείου, όσο και των παραφυάδων που προέρχονται από τα παλιά μητρικά φυτά, γίνεται κατά τους μήνες Οκτώβριο-Νοέμβριο. Εάν οι καιρικές συνθήκες είναι ευνοϊκές τα νεαρά φυτά ριζώνουν και την Άνοιξη έχουν τη μορφή ενός νέου φυτού. Τα νέα αυτά φυτά όπως είναι φυσικό δεν είναι σε παραγωγική ηλικία κατά το πρώτο καλοκαίρι. Θα πρέπει να γίνει δύο ετών, να αναπτυχθεί ως φυτό και ύστερα να παράγει ανθικά στελέχη για συγκομιδή. Η φύτευση γίνεται με φυτευτήρι ή με το χέρι σε μικρούς λάκκους. Επίσης γίνεται με φυτευτική μηχανή σαν κ'αυτή που χρησιμοποιούμε στη φύτευση του καπνού (εικ. 2.4.). Οι αποστάσεις φυτεύσεως είναι, μεταξύ των γραμμών 50-60 εκ και στις γραμμές 40 εκ. Έτσι ο αριθμός των φυτών ανέρχεται σε 4000-5000 στο στρέμμα.



Εικόνα 2.4.: μηχανή φύτευσης

2.2.2 Εγκατάσταση

Η εγκατάσταση γίνεται είτε σε νέους καθαρούς και οργωμένους αγρούς (εικ. 2.5., 2.6.), είτε σε αγρούς τσαγιού με φυτά άνω των 5 ετών, όπου η καλλιέργεια είναι πλέον ασύμφορη λόγω μείωσης της απόδοσης ή της ύπαρξης πολλών πολυετών ζιζανίων.



Εικόνα 2.5.: νεόφυτο τσάι



Εικόνα 2.6.: νεόφυτο τσάι (πειραματικός αγρός).

Στη δεύτερη περίπτωση, νωρίς το καλοκαίρι ή μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου, γίνεται η εκρίζωση της προηγούμενης καλλιέργειας, ο

καθαρισμός και το όργωμα, το οποίο συνοδεύεται από σβάρνισμα ώστε να ισοπεδωθεί κατάλληλα το χωράφι.

Δύο εποχές κρίνονται κατάλληλες για τη φύτευση. Η πρώτη είναι το Φθινόπωρο (Οκτώβρη -Νοέμβρη) και η δεύτερη τέλος του χειμώνα με αρχές άνοιξης (Φλεβάρης-Μάρτης). Για τις ελληνικές συνθήκες προτιμότερο είναι το φθινόπωρο μετά τα πρωτοβρόχια. Η φύτευση γίνεται σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 50-60 εκ. Πάνω στις γραμμές τα φυτά απέχουν μεταξύ τους 40 - 50 εκ. Μπορεί να γίνει με φυτευτικές μηχανές (καπνού ντρίτας), ύστερα από κατάλληλη ρύθμιση της απόστασης των δίσκων, ή με το χέρι σε μικρούς λάκκους ή με το φυτευτήρι. Εάν μετά τη φύτευση δεν ακολουθήσει βροχή, καλό είναι να γίνει ριζοπότισμα, για να έχουμε μεγάλη επιτυχία.

2.2.3 Καταπολέμηση ζιζανίων

Όπως αναφέραμε παραπάνω τα νέα φυτά πρέπει να γίνουν δύο ετών για να δώσουν παραγωγή. Όλο αυτό το διάστημα χρειάζεται συνεχή φροντίδα από το καλλιεργητή. Ο κύριος εχθρός είναι τα αγριόχορτα που φυτρώνουν ανάμεσα τους και που προσπαθούν να εξαπλωθούν. Έτσι η σπουδαιότερη εργασία που πρέπει να γίνεται στη φυτεία είναι η καταστροφή των ζιζανίων. Ο καλύτερος αλλά και δαπανηρότερος τρόπος για να απαλλαγεί η φυτεία από τα ζιζάνια είναι το σκάλισμα, το ξερίζωμα δηλαδή των αγριόχορτων (ζιζανίων) με τη χρήση γεωργικών εργαλείων όπως το σκαλιστήρι, τσάπα και το βοτάνισμα, την απομάκρυνση δηλαδή των ζιζανίων με τα χέρια, όταν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παραπάνω εργαλεία π.χ στην περίοδο της πλήρης ανθοφορίας, που υπάρχει κίνδυνος να καταστραφούν ανθικά στελέχη. Το σκάλισμα γίνεται τουλάχιστον μια φορά Φθινόπωρο και μια φορά την Άνοιξη. Εάν ο καιρός είναι βροχερός τότε χρειάζεται τρίτο και τέταρτο σκάλισμα. Το βοτάνισμα γίνεται μια φορά το χρόνο, συνήθως πριν την συγκομιδή. Με το τρόπο αυτό η φυτεία απαλλάσσεται από τα ζιζάνια και το τσάι του βουνού αναπτύσσεται πολύ καλά και δίνει προϊόν καλής ποιότητας και μεγάλη παραγωγή.

Στα πρώτα έτη της φυτείας υπάρχουν συνήθως μονοετή ζιζάνια και αν και η επιφάνεια που πρέπει να καθαριστεί είναι μεγάλη, το σκάλισμα γίνεται εύκολα γιατί τα φυτά τσαγιού δεν έχουν καλύψει ακόμη το χωράφι (εικ.2.7., 2.8.).



Εικόνα 2.7.: Καλλιέργεια με ζιζάνια (πειραματικός αγρός).

Κατά καιρούς έχουν γίνει προσπάθειες για εφαρμογή χημικής ζιζανιοκτονίας σε όλη την έκταση των χωραφιών με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα, γεγονός που θα μείωνε κατά πολύ το κόστος καλλιέργειας. Οι προσπάθειες αυτές δεν είχαν επιτυχία γιατί τα φυτά του τσαγιού δείχνουν αρκετά ευαίσθητα.



Εικόνα 2.8.: Καλλιέργεια μετά το βοτάνισμα (πειραματικός αγρός).

2.2.4 Λίπανση

Την περίοδο της καταπολέμησης της φθινοπωρινής ζιζανιοκτονίας γίνεται και η βασική λίπανση των χωραφιών με κάποιο σύνθετο λίπασμα, το οποίο διασκορπίζεται ανάμεσα στα φυτά.

Γίνεται χρήση 3 έως 4 μονάδων αζώτου και 4 έως 5 μονάδων φωσφόρου. Ορισμένοι καλλιεργητές ανάλογα με το χωράφι κάνουν και μια ανοιξιάτικη λίπανση με κάποιο αζωτούχο λίπασμα (περίπου 34 μονάδες αζώτου / στρ.)

Γενικά όμως πρέπει να γίνεται με προσοχή και σε μικρές δόσεις, ώστε να αποφεύγεται η μεγάλη αύξηση των φυτών που έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της ποιότητας του προϊόντος. Έτσι 20 κιλά φωσφορικής αμμωνίας/στρέμμα, που ρίχνεται στο χωράφι αργά το φθινόπωρο, είναι αρκετή για να συντηρήσει τη φυτεία. Το λίπασμα πρέπει να ρίχνεται όταν διαπιστώσουμε ότι η φυτεία είναι αδύνατη, ενώ όταν τα φυτά είναι ζωηρά δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε λίπασμα.

2.2.5 Εχθροί και ασθένειες

Κατά το Μάιο γίνονται περιστασιακά κάποια ραντίσματα με χρήση ακαρεοκτόνων και εντομοκτόνων για την αντιμετώπιση προσβολών από τετράνυχο και αφίδες. Οι προσβολές αυτές δεν παρατηρούνται συχνά, και σπάνια απειλούν σοβαρά την απόδοση, υποβαθμίζουν όμως το προϊόν. Η μέχρι τώρα εμπειρία δείχνει ότι γενικά οι εντομολογικές προσβολές εντοπίζονται στους αγρούς με χαμηλό υψόμετρο.

2.2.6 Αρδευση

Το τσάι του βουνού είναι ξερική καλλιέργεια και δεν χρειάζεται να ποτίζουμε, έστω και αν υπάρχει άφθονο και φθινό νερό. Αυτό φυσικά ισχύει για την περίπτωση που καλλιεργείται σε μεγάλο υψόμετρο. Στις μέρες μας η καλλιέργεια του τσαγιού έχει μεταφερθεί με επιτυχία σε χαμηλά υψόμετρα και στις συνθήκες του Θεσσαλικού κάμπου με την προϋπόθεση της άρδευσης (Giouvanis et al, 2017).

2.2.7 Συγκομιδή

Στις αρχές του καλοκαιριού και όταν τα φυτά είναι σε πλήρη ανθοφορία αρχίζει η συγκομιδή. Ο καλλιεργητής πρέπει να είναι στο κτήμα πριν την ανατολή του ηλίου. Η συγκομιδή γίνεται με το δρεπάνι (εικ 2.9., 2.10.). Κόβονται με προσοχή τα ανθικά στελέχη του τσαγιού. Η ανθοφορία διαρκεί για λίγο χρονικό διάστημα περίπου 15 ημέρες. Για να επιτευχθεί καλή ποιότητα θα πρέπει η συγκομιδή να γίνει μέσα σ' αυτό το χρονικό διάστημα. Αυτό σημαίνει ότι η εργασία του καλλιεργητή είναι πολύ σκληρή, επώδυνη και πολύωρη. Τα κομμένα στελέχη μαζεύονται σε μικρές αγκαλιές και στη συνέχεια δένονται σε μικρά δεμάτια.



Εικόνα 2.9.: Συγκομιδή με δρεπάνι (πειραματικός αγρός).

Είναι από τις σπουδαιότερες εργασίες για την οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, γιατί από την καλή ή μη συλλογή εξαρτάται κατά πολύ η ποιότητα του προϊόντος, αλλά και η διατήρηση του είδους του φυτού. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στα εξής:

1. Η συλλογή πρέπει να γίνεται με κοφτερό εργαλείο
2. Η συλλογή πρέπει να γίνεται όταν τα φυτά βρίσκονται στο κατάλληλο στάδιο. Έτσι το τσάι του βουνού συλλέγεται περί τα μέσα Μαΐου ή και λίγο αργότερα, ανάλογα με το υψόμετρο της περιοχής. Έτσι αρχίζει σταδιακά η συγκομιδή από τα χαμηλά προς τα μεγαλύτερα υψόμετρα.

3. Τότε το φυτό βρίσκεται σε πλήρη άνθηση και οι βλαστοί του αρχίζουν να ξυλοποιοούνται. Όταν η συλλογή γίνει νωρίτερα ή αργότερα το ξηρό προϊόν είναι μειωμένης ποιότητας.

4. Τα φυτά που συλλέγονται πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο στάδιο ανθήσης.

5. Δεν πρέπει με κανένα τρόπο να ξεριζώνονται φυτά κατά τη συλλογή.

6. Για να διατηρηθεί η αυτοφυής χλωρίδα πρέπει να διατηρούνται ορισμένα φυτά, ώστε να παράγεται σπόρος και να διαιωρίζεται έτσι το είδος.

Η συχνή και πολλές φορές ληστρική συλλογή του τσαγιού, έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του πληθυσμού του και πολλές φορές την εξαφάνιση ορισμένων ειδών. Σ'αυτά τα είδη συμπεριλαμβάνεται η μαλοτήρα (τσάι του βουνού) που αυτοφύεται στην Κρήτη.

Το τσάι του βουνού συλλέγεται σε ματσάκια.



Εικόνα 2.10.: Συγκομιδή(πειραματικός αγρός).

2.2.8 Ξήρανση

Μετά την συλλογή γίνεται το δέσιμο και η ξήρανση. Τα κομμένα στελέχη πρέπει να δεθούν σε ματσάκια ανά δύο. Συγχρόνως γίνεται η απομάκρυνση των ξένων στοιχείων που έχουν απομείνει από το σκάλισμα και το βοτάνισμα.

Είναι μια εργασία χρονοβόρα και πολύωρη, τα ματσάκια θα πρέπει όσο ακόμα τα κομμένα στελέχη είναι φρέσκα να τοποθετηθούν σε κατάλληλα υπόστεγα για αποξήρανση, έτσι ο καλύτερος τρόπος είναι η ξήρανση να γίνεται υπό σκιά και όχι κάτω από τον καυτό ήλιο του καλοκαιριού. Η αποξήρανση στα υπόστεγα γίνεται είτε σε στρώματα, είτε σε μικρά δεμάτια (εικ. 2.11.).

Το τελικό χρώμα που πρέπει να έχει το καλής ποιότητας προϊόν είναι το ανοιχτό πράσινο ή πρασινοκίτρινο. Το κίτρινο χρώμα είναι δείγμα κακής ποιότητας. Η ξήρανση διαρκεί 4-6 ημέρες ή μπορεί να φτάσει και τις 8 ημέρες, και είναι ανάλογη με τις καιρικές συνθήκες, αφού δεν χρησιμοποιούνται τεχνικά μέσα. Τα αποξηραμένα στελέχη μπορούν να διατηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα άνω των δύο ετών, εάν προστατευθούν από την υγρασία.

Η όλη διαδικασία γίνεται με φυσικό τρόπο και χωρίς χρήση ουσιών για την συντήρησή τους. Είναι το πλεονέκτημα του έναντι του μαύρου τσαγιού που πολλές από τις ιδιότητες του οφείλονται στην επεξεργασία του (Gabrieli and Kokkalou, 1990).



Εικόνα 2.11.: Ξήρανση σε θερμοκήπιο (πειραματικός αγρός).

2.2.9 Κόστος

Η αγορά ριζωμάτων και φυτωρίων από τα εξειδικευμένα φυτώρια

συχνά κοστίζει αρκετά (αν υπολογιστεί κατά μέσο όρο ότι κοστίζουν περισσότερο από 0,15-0,25 ευρώ ανά φυτό στην Ελλάδα και 0,05-0,18 ευρώ σε εξειδικευμένα φυτώρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης).

Με μια τυπική πυκνότητα φύτευσης περίπου 4.000 φυτών ανά στρέμμα, η δαπάνη για το φυτικό υλικό εγκατάστασης μπορεί να είναι περισσότερο από 600-1.000 ευρώ ανά στρέμμα.

Στις πολυετείς καλλιέργειες, όπως είναι το τσάι του βουνού, το κόστος για την απόκτηση πολλαπλασιαστικού υλικού βαρύνει κυρίως τον πρώτο χρόνο της καλλιέργειας, εφόσον τα επόμενα χρόνια ο παραγωγός μπορεί από τις έτοιμες φυτείες να δημιουργήσει το δικό του πολλαπλασιαστικό υλικό και να επεκτείνει την καλλιέργεια (Demo et al, 1998).

2.2.10 Αποδόσεις

Το Τσάι του βουνού μπορεί να καλλιεργηθεί στο ίδιο χωράφι για 5-8 χρόνια. Η παραγωγή συνεχίζει να αυξάνεται από το 2^ο-4^ο έτος ενώ από το 5^ο έτος αρχίζει να μειώνεται. Οι αποδόσεις και η διάρκεια ζωής της καλλιέργειας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις καλλιεργητικές φροντίδες.

Σε χρονιά πλήρους παραγωγής οι αποδόσεις σε ξηρό προϊόν αγγίζουν τα 200-350 κιλά ανά στρέμμα.

Οι περισσότεροι παραγωγοί το πωλούν σε μπάλες των 20-25 κιλών και ανάλογα με τις διαπραγματεύσεις που κάνουν, πετυχαίνουν καθαρή πρόσοδο της τάξης των 500-700 ευρώ. Διπλάσια έσοδα όταν η καλλιέργεια είναι βιολογική (Gabrieli and Kokkalou, 1990).

2.3 Χρήσεις και δραστικές ουσίες

2.3.1 Γενικά

Το τσάι του βουνού είναι κυρίως φαρμακευτικό φυτό, χρησιμοποιείται σαν αφέψημα και είναι πολύ διαδεδομένο και δημοφιλές ρόφημα στην Ελλάδα. Στην Κρήτη το θεωρούσαν πανάκεια για τις παθήσεις του αναπνευστικού (Penelope ,2000).

Το τσάι του βουνού είναι πεπτικό, θερμαντικό, αποτοξινωτικό, τονωτικό, αντιερεθιστικό, εφιδρωτικό, αντιαναιμικό διότι περιέχει Fe και συνίσταται κατά των κρυολογημάτων, των παθήσεων του αναπνευστικού

συστήματος καθώς και κατά των παθήσεων του ουροποιητικού συστήματος, αφού είναι διουρητικό. Τέλος, το αφέψημα με ξυλαράκια κανέλλας ή στίγματα κρόκου και μέλι είναι μαλακτικό και αντισηπτικό για τον βήχα. Επίσης το τσάι είναι αρωματικό φυτό και παλαιότερα θεωρούνταν και μελισσοτροφικό φυτό.

Η χρωματογραφική ανάλυση του λαδιού των ειδών *raeseri* και *cladestina* έδωσε πάνω από 70 διαφορετικά συστατικά, από τα οποία αναγνωρίστηκαν τα 50. Στο *S. raeseri* βρέθηκαν κατά σειρά οι ουσίες *b-pinene*, *a-pinene*, *a-humulene*, *limonene*, *b-caryophyllene* και *germacrene* σε ποσοστά μεγαλύτερα του 5%. Στο λάδι από *S.raeseri* ως κύριο συστατικό η ουσία *naphthalene* με ποσοστό 2,2 %, ενώ στην εργασία του Koedam (1986) το ποσοστό του είναι 0,18%. Ακόμη παρατηρείται μια σημαντική διαφορά μεταξύ του μαύρου τσαγιού και του τσαγιού του βουνού, η οποία οφείλεται στο γεγονός ότι το άρωμα και η γεύση στο ρόφημα του μαύρου τσαγιού εξαρτάται από στάδια επεξεργασίας του φυτού. Αντίθετα το ρόφημα των ειδών *Sideritis* έχει σχεδόν το άρωμα του ίδιου του φυτού, μια και αυτό δεν έχει αλλοιωθεί (εκτός της ξήρανσης δεν έχει υποστεί ζύμωση ή κάποια άλλη αλλοίωση).

Σε φυτικό υλικό που συλλέχθηκε από το βουνό Παρνασσός σε υψόμετρο 1800m τον Ιούλιο του 1994 και οι ανθισμένες δρόγες αποξηράνθηκαν στον αέρα., η απόδοση σε έλαιο βρέθηκε 0,14%. Αναγνωρίστηκαν 36 συστατικά αντιπροσωπεύοντας το 86,57% του ελαίου. Σε μεγαλύτερη αναλογία βρέθηκαν οι ουσίες *camphor* (14,9 %), *1,8-cineole* (11,61%), *a-bisabolol* (7,78%), *13(16)14 labdien-8-ol* (7,35%), *trans-chrysanthenyl acetate* (6,35%) και *terpinen-4-ol* (5,70%).

Από όλες τις σχετικές αναλύσεις στα διάφορα είδη του γένους *Sideritis* φαίνεται ότι το αιθέριο έλαιο αποτελείται από μια πληθώρα οξυγονούχων και μη οξυγονούχων συστατικών (Αλκοόλες, κετόνες, αλδεύδες, τερπένια, μονοτερπένια, διτερπένια, εστέρες), με πιο σημαντικές όσον αφορά την ποιότητα και γενικά τις ιδιότητες του ελαίου, τα τερπενοειδή, τα φλαβονοειδή, τις κουμαρίνες κ.α. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί μέχρι τώρα στα διτερπένια κυρίως Ελληνικών ειδών, ενώ τα συστατικά *arigenin 7 glucoside* και *arigenin 7-(4-0-β-glucosyl-trans-p-coumarate)* φαίνεται να είναι χαρακτηριστικά για το *S. raeseri* (όπως και τα *camphor* και *1,8-cineole* τα οποία φαίνεται να κυριαρχούν με ποσοστά 14,9 και 11,61% αντίστοιχα). Πέρα από τα συστατικά

που βρίσκονται σε μεγάλη αναλογία φαίνεται πως η σύσταση του αιθέριου ελαίου δεν είναι απόλυτα σταθερή για το κάθε είδος αλλά μπορεί να παρατηρηθούν μικροδιαφορές που σχετίζονται με την συγκεκριμένη χρονιά συλλογής (κλιματικές συνθήκες), την περιοχή στην οποία αναπτύχθηκε το φυτό (εδαφοκλιματικές συνθήκες), και το στάδιο της βλαστικής περιόδου.

Σημαντικός παράγοντας ίσως είναι και η γενετική παραλλακτικότητα μέσα στον πληθυσμό κάθε είδος. Επίσης υπάρχει και η πιθανότητα, ανάλογα με τον τρόπο παραλαβής του αιθέριου ελαίου να μετασχηματιστούν ή και να καταστραφούν κάποια συστατικά (Γκέργκη και Αργυριάδη, 1990).

2.3.2 Φαρμακολογικές ιδιότητες

Μια σειρά μελετών έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς τόσο σε φυτικά εκχυλίσματα του γένους *Sideritis* όσο και σε χημικές ενώσεις που απομονώθηκαν από αυτά για να εκτιμηθούν οι θεραπευτικές τους ιδιότητες.

Αντιφλεγμονώδης δράση: Υπάρχουν πολλές μελέτες πάνω στην αντιφλεγμονώδη δράση που εμφανίζουν τα εκχυλίσματα του γένους *Sideritis*. Αυτή οφείλεται κυρίως στις ομάδες των φλαβονοειδών, των τερπενίων και των λιπιδίων. Κατά των φλεγμονών δρουν και οι φυτοστερόλες, οι α- και β-αμιρίνες και τα διτερπένια (Charami et al., 2008).

Αναλγητική δράση: Φυτά του γένους σιδερίτης εμφανίζουν και αναλγητικές ιδιότητες. Αυτές οφείλονται σε ενώσεις λιγότερο πολικές από εκείνες των αντιφλεγμονωδών. Τέτοιες είναι οι φυτοστερόλες, οι α- και β-αμιρίνες και τα διτερπένια με σκελετό καουρενίου (Gonzalez-Burgos et al., 2011).

Αντιμικροβιακή δράση: Σημαντική είναι και η δράση κατά των βακτηρίων, των ιών και των ζυμών. Η δράση αυτή οφείλεται κυρίως στα αιθέρια έλαια του φυτού που περιέχουν μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες. Από τα φυτά που μελετήθηκαν πιο δραστικά ήταν αυτά με αιθέρια έλαια πλούσια σε απιπένιο και καρβακρόλη. Το είδος *S.raeseri* δεν περιέχει πολλά μονοτερπένια και γι' αυτό ήταν αδρανές (Aligiannis et al., 2001, Fokialakis et al., 2007).

Αντιοξειδωτική δράση: Ο *Sideritis* εμφανίζει και έντονη αντιοξειδωτική δράση. Ειδικότερα τα εκχυλίσματα των φυτών με οξικό αιθυλεστέρα και με βουτανόλη. Η αντιοξειδωτική δράση οφείλεται στην ύπαρξη πολυφαινολικών ενώσεων οι οποίες έχουν την ικανότητα να μπλοκάρουν τις ελεύθερες ρίζες.

Σε σύγκριση με άλλα αρωματικά φυτά της Μεσογείου η δράση του Σιδερίτη χαρακτηρίζεται μέτρια (Gonzalez-Burgos et al., 2011, Charami et al., 2008).

2.3.3 Συνταγή για το τσάι του βουνού

Βάζουμε στην τσαγιέρα νερό και την τοποθετούμε στη φωτιά, στην συνέχεια τοποθετούμε 2-3 γραμμάρια τσαγιού (ανθικών στελεχών) στην τσαγιέρα, (το νερό και η ποσότητα τσαγιού εξαρτάται από τα πόσα φλιτζάνια θέλουμε να πάρουμε), το αφήνουμε να βράσει τόση ώρα όση χρειάζεται για να πάρει το τσάι μας το χρώμα, το άρωμα και τα ευεργετικά θρεπτικά συστατικά, έτσι ώστε να είναι εύγευστο, αρωματικό και θρεπτικό. Αφού βράσει μπορούμε να το σερβίρουμε μόνο του ή με την προσθήκη μελιού ή στιγμάτων κρόκου, έτσι ώστε να αποκτήσει τις αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές, αντιθρομβωτικές ιδιότητες του κρόκου.

Το παραπάνω αφέψημα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο κατά τους χειμερινούς μήνες στην Ελλάδα, μπορεί να καταπραΰνει τους πόνους του λαιμού και να καταπολεμήσει τις λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. Είναι θερμαντικό και τονωτικό και περιέχει ποσότητα σιδήρου, σε αυτό οφείλεται και το όνομα του φυτού σιδερίτης. Συνδυαζόμενο με μέλι ή κρόκο μπορεί να αποτελέσει το τέλειο αφέψημα με πολλές ευεργητικές ιδιότητες τις οποίες αναφέραμε παραπάνω. Το τσάι δεν αποτελεί φάρμακο και δεν πρέπει να περιμένουμε θεραπευτικά αποτελέσματα με άμεση δράση, παραμόνο μακροχρόνια αποτελέσματα και μετά από συχνή χρήση του τσαγιού.

3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ

3.1. Γενικά

Η αειφόρος ή βιώσιμη διαχείριση του νερού (sustainable water management) στη γεωργία έχει ως κυρίαρχο στόχο να συνδυάσει τη διαθεσιμότητα του νερού και τις ανάγκες σε ποσότητα και ποιότητα νερού, με λογικό κόστος και με αποδεκτές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ενσωμάτωση της αειφόρου διαχείρισης του νερού στη γεωργία εμπλέκει τεχνολογικά προβλήματα, την κοινωνική συμπεριφορά των αγροτικών κοινοτήτων, τους οικονομικούς περιορισμούς, το νομικό και θεσμικό πλαίσιο και τις γεωργικές πρακτικές που εφαρμόζονται (Chartzoulakis and Bertaki, 2015; FAO, 2011).

Στο πλαίσιο της διαχείρισης της ζήτησης του νερού, εστιάζεται με μεγαλύτερη προσοχή ο προγραμματισμός των αρδεύσεων, δηλαδή πότε να γίνει άρδευση και πόση ποσότητα νερού χρειάζεται να προσφερθεί, δίνοντας δευτερεύοντα ρόλο στις μεθόδους άρδευσης. Πολλές παράμετροι, όπως είναι το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας και η ευαισθησία της στην έλλειψη νερού, οι κλιματικές συνθήκες και η διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος, καθορίζουν πότε χρειάζεται να αρδευτεί η καλλιέργεια, η λεγόμενη συχνότητα άρδευσης. Ωστόσο, αυτή η συχνότητα εξαρτάται από τη μέθοδο άρδευσης και, ως εκ τούτου, τόσο ο προγραμματισμός άρδευσης όσο και η μέθοδος άρδευσης είναι αλληλένδετα (Chartzoulakis and Bertaki, 2015; ICID/FAO, 1995).

3.1.1. Στρατηγικές εξοικονόμησης νερού

Η διαχείριση των υδατικών αναγκών (water demand management: WDM) συστήνεται ολοένα και περισσότερο ως μια στρατηγική άμβλυνσης των προβλημάτων λειψυδρίας, μέσω μιας ποικιλίας συμμετοχικών μέτρων, περιλαμβάνοντας τα τεχνικά, πολιτικά, θεσμικά, οικονομικά, εκπαιδευτικά εργαλεία με σκοπό την ενημέρωση για την καλύτερη χρήση των υφιστάμενων πόρων, πριν παρατηρηθεί αυξημένη ζήτηση. Εκτιμάται ότι με τη βελτιωμένη διαχείριση των υδατικών αναγκών μπορεί να καταστήσει δυνατή εξοικονόμηση περίπου ίση με το 25% της ζήτησης νερού (UNEP, 2006). Επίσης, η πρόοδος στην επιστήμη και την τεχνολογία αποτελούν αποδοτικά εργαλεία στον έλεγχο κάθε σταγόνας νερού του υδρολογικού κύκλου.

Στο γεωργικό τομέα, οι αγρότες γνωρίζουν πόσο σημαντικό είναι το νερό για την απόδοση των καλλιεργειών τους και ότι οποιαδήποτε παρουσία έλλειψης νερού έχει αρνητικές συνέπειες στην τελική σοδειά. Όταν οι υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών καλύπτονται ικανοποιητικά, η σοδιά ευδοκίμει. Αλλιώς, η παραγωγή μειώνεται. Επιπλέον, η διαχείριση του νερού αποτελεί μια δυναμική και σύνθετη διαδικασία η οποία απαιτεί τόσο γνώση των υδραυλικών χαρακτηριστικών του συστήματος διανομής νερού, όσο της ποιότητας του εδάφους ενός χωραφιού και του νερού άρδευσης. Ακόμη, απαιτείται γνώση της διαδραστικής διαδικασίας ανάμεσα στα λιπάσματα, στο έδαφος, στο νερό, στα φυτά και την ατμόσφαιρα. Επειδή, όμως, όλα αυτά απαιτούν την ύπαρξη θεωρητικού υποβάθρου στη διαχείριση γεωργικών εκμεταλλεύσεων και την αρδευόμενη γεωργία, προκαλούν φόβο για πιθανές απώλειες στη σοδειά που σχετίζονται με το νερό. Συνεπώς, οδηγούν τους αγρότες σε υπεράρδευση και τους αποτρέπουν από την υιοθέτηση πρακτικών εξοικονόμησης νερού, ιδίως όταν το κόστος της ποσότητας του νερού που θα μπορούσε να σωθεί δεν ξεπερνά εκείνο της επένδυσης της γεωργικής εγκατάστασης. Η τάση αυτή φαίνεται να μη συνεχίζει, καθώς ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες βρίσκονται στην αναζήτηση αποτελεσματικών λύσεων για τη διάσωση των υδατικών πόρων της Ευρώπης (EC, 2012, 2007, 2000).

Η ιστορία της έρευνας επιβεβαιώνει ότι η άρδευση ακριβείας είναι τεχνολογικά εφικτή μέσω αισθητήρων μέτρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων και συστημάτων υποστήριξης-λήψης αποφάσεων (Greenwood et al., 2009; McCarthy et al., 2011).

Στις μέρες μας υπάρχει μια ευρεία ποικιλία πιθανών λύσεων που διατίθενται στην αγορά. Ξεκινούν από την πιο απλή περίπτωση βασιζόμενη σε χειροκίνητες μεθόδους και φτάνουν ως πολύπλοκες περιπτώσεις όπως η δορυφορική απεικόνιση.

Η χρήση τεχνικών από την τεχνητή νοημοσύνη, όπως είναι οι ευφυείς ελεγκτές άρδευσης οι οποίοι βασίζονται σε ασαφή λογική, μπορούν να εκτιμούν το νερό που απαιτείται για την κάλυψη των υδατικών αναγκών των φυτών χρησιμοποιώντας αξιόπιστα μοντέλα άρδευσης, εξισώσεις υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής, περιβαλλοντικές συνθήκες και άλλες παραμέτρους που επηρεάζουν την άρδευση (Ji et al., 2012).

3.2. Η άρδευση των καλλιεργειών

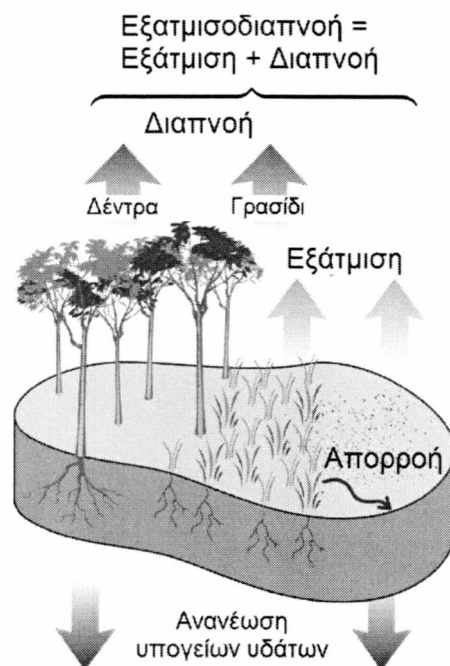
Αντικειμενικός σκοπός της αρδεύσεως είναι ο εφοδιασμός των καλλιεργειών με το απαραίτητο νερό για κανονική ανάπτυξη και μεγιστοποίηση της αποδόσεως του σε συνδυασμό με υψηλή ποιότητα προϊόντων. Ένα σε ανάπτυξη φυτό παίρνει με τις ρίζες του νερό μαζί με τα διαλυμένα σε αυτό θρεπτικά στοιχεία που μετά από μια διαδρομή μέσα από τους φυτικούς ιστούς, καταλήγει στα φύλλα. Από εκεί, όταν τα στόματα των φύλλων είναι ανοικτά, το νερό κινείται παραπέρα με την μορφή υδρατμών προς την περιβάλλουσα στο φύλλωμα ατμόσφαιρα. Νερό επίσης χάνεται από το χωράφι με την διαδικασία της εξατμίσεως από την επιφάνεια του εδάφους, όταν αυτή είναι υγρή. Τέλος, μετά από βροχή η άρδευση με καταιονισμό, το νερό που συγκρατείται από τα υπέργεια μέρη του φυτού εξατμίζεται και αυτό προς την ατμόσφαιρα. Το νερό που απομακρύνεται από το χωράφι με όλες αυτές τις διαδικασίες αναφέρεται σαν εξατμισοδιαπνοή (Σακελλαρίου, 2004).

Η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής είναι ένα από τα βασικά στοιχεία που μαζί με την ωφέλιμη υγρασία, αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για το σωστό προγραμματισμό των αρδεύσεων. Το τελικό μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των φυτών και τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα που περιβάλλει το φύλλωμα τους. (Παπαζαφειρίου, 1984).

Μέσω αρχαιολογικών ερευνών έχουν έρθει στο φως στοιχεία τα οποία αποδεικνύουν τη χρήση αρδευτικών μεθόδων στην αρχαιότητα. Ένας τρόπος διαχείρισης του νερού στην Αίγυπτο και τη Μεσοποταμία, πριν από περίπου 8000 χρόνια, ήταν η άρδευση από λεκάνες απορροής (basin irrigation), χρησιμοποιώντας το νερό των πλημμυρισμένων ποταμών Νείλου και Τίγρη-Ευφράτη (Taylor and Ashcroft, 1972).

3.2.1. Διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής

Εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration, ET) είναι ο συνδυασμός δύο ξεχωριστών διαδικασιών όπου, το νερό, κατά την πρώτη διαδικασία χάνεται από την επιφάνεια του εδάφους με την εξάτμιση και κατά τη δεύτερη διαδικασία χάνεται από την καλλιέργεια με τη διαπνοή (Allen et al., 1998) (εικ 3.1.).



Εικόνα 3.1.: Κύκλος του νερού στην επιφάνεια της Γης, παρουσιάζοντας ξεχωριστά τα συστατικά της διαπνοής και της εξάτμισης που αποτελούν την εξατμισοδιαπνοή.

Τροποποιημένη. Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Evapotranspiration>
[Accessed 28 Mar. 2016].

Σύμφωνα με τους Allen et al. (1998), η εξάτμιση και η διαπνοή συμβαίνουν ταυτόχρονα και δεν υπάρχει εύκολος τρόπος διάκρισης μεταξύ των δύο διαδικασιών. Εκτός από την διαθεσιμότητα του νερού στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, η εξάτμιση από το σπαρμένο έδαφος καθορίζεται κυρίως από το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους. Αυτό το μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας μειώνεται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, καθώς η καλλιέργεια αναπτύσσεται και οι σκιές των φυλλωμάτων καλύπτουν όλο και περισσότερο την περιοχή του εδάφους.

Σε νεαρές καλλιέργειες, το νερό χάνεται κυρίως λόγω της εξάτμισης του εδάφους. Όταν η καλλιέργεια είναι καλά ανεπτυγμένη και καλύπτει πλήρως το έδαφος, η διαπνοή αποτελεί κύρια διαδικασία.

Κατά τη διάρκεια της σποράς, σχεδόν 100% της εξατμισοδιαπνοής προέρχεται από την εξάτμιση, ενώ σε πλήρη κάλυψη της καλλιέργειας περισσότερο από το 90% της εξατμισοδιαπνοής προέρχεται από τη διαπνοή.

Ο ρυθμός μεταβολής μετράται συνήθως σε χιλιοστά να μονάδα χρόνου (mm per unit time) και εκφράζει την ποσότητα του νερού που χάνεται από μια καλλιεργούμενη επιφάνεια σε μονάδες βάθους του νερού. Η μονάδα χρόνου μπορεί να είναι ώρα, ημέρα, μήνας ή ακόμη η καλλιεργητική περίοδος ή ένα έτος.

Η εκτίμηση και ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής καθώς επίσης και ο προσδιορισμός των εδαφικών σταθερών όπως είναι η χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας, η υδατοϊκανότητα, το σημείο μόνιμης μάρανσης, η διαθέσιμη υγρασία, η ωφέλιμη υγρασία κλπ, αποτελούν πολύτιμα στοιχεία για την έγκαιρη πληροφόρηση για το σωστό προγραμματισμό των αρδεύσεων. Η εφαρμογή ορθολογικά σχεδιασμένης άρδευσης ελαχιστοποιεί τους κινδύνους αστοχίας και μη οικονομικών επενδύσεων. Ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής και το τελικό μέγεθός της επηρεάζονται από τις κλιματικές συνθήκες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτουν τα φυτά (Παπαζαφειρίου, 1984).

3.2.2. Μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής

3.2.2.1. Μέθοδος των Penman-Monteith

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών, έχει προτείνει την δημοφιλή και ευρέως γνωστή εξίσωση των Penman-Monteith, (Allen et al., 1998), ως την πλέον κατάλληλη μέθοδο υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ΕΤ_ο.

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος για να αξιολογηθεί η εξατμισοδιαπνοή οποιασδήποτε καλλιέργειας χρησιμοποιεί την εξίσωση Penman-Monteith για τον υπολογισμό της τιμής της ΕΤ_ο.

Η εξίσωση που εκφράζει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ΕΤ_ο από τους Penman-Monteith είναι:

$$ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)} \quad (0.1)$$

Όπου:

ΕΤ_ο: Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (mm day⁻¹).

R_n : Η καθαρή ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια των φυτών ($\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$).

G : Το ισοζύγιο θερμότητας του εδάφους ($\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$).

T : Η μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα στα 2m ύψος ($^{\circ}\text{C}$).

u_2 : Η ταχύτητα του ανέμου στα 2m ύψος ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).

e_s : Η πίεση κορεσμένων ατμών του αέρα (kPa).

e_a : Η πίεση ατμών του πραγματικού αέρα (kPa).

$e_s - e_a$: Το έλλειμα κορεσμού υδρατμών (kPa).

Δ : Η κλίση της καμπύλης πίεσης κορεσμού των ατμών του αέρα ($\text{kPa}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$).

γ : Ψυχομετρική σταθερά ($\text{kPa}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$).

3.2.2.2. Μέθοδος του Blaney - Griddle

Οι Blaney και Griddle χρησιμοποίησαν παρατηρήσεις από τις Δυτικές ΗΠΑ και διαπίστωσαν μια εμπειρική σχέση που δίνει την εποχιακή εξατμισοδιαπνοή, από το φύτρωμα μέχρι την συγκομιδή των καλλιεργειών, σαν συνάρτηση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών του αέρα (T) κατά την περίοδο αυτή, ενός παράγοντα (p) που εκφράζει την διάρκεια της ημέρας κάθε μήνα σαν ποσοστό της αντίστοιχης ετήσιας διάρκειας και ενός φυτικού συντελεστή (K) που είναι χαρακτηριστικός κάθε καλλιέργειας.

Γενικά απορεί να λεχθεί ότι μόνη η μηνιαία θερμοκρασία του αέρα δεν είναι ασφαλής δείκτης για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής (ET). Η εξατμισοδιαπνοή διαμορφώνεται ανάλογα με την λανθάνουσα θερμότητα που, με την σειρά της εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την καθαρή ακτινοβολία και την κατάσταση της ατμόσφαιρας που περιβάλλει το υπέργειο τμήμα των καλλιεργειών. Η κατανομή της καθαρής ακτινοβολίας κατά την βλαστική περίοδο δεν ταυτίζεται με την αντίστοιχη διακύμανση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα, ενώ η καθαρή ακτινοβολία στο τέλος του Μαρτίου και του Σεπτεμβρίου κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα γίνεται από όλους μας αισθητό ότι η θερμοκρασία στο τέλος Μαρτίου είναι σημαντικά χαμηλότερη από ότι στο τέλος Σεπτεμβρίου. Παρατηρήθηκε όμως ότι αν η

ατμοσφαιρική θερμοκρασία πολλαπλασιαστεί με τον παράγοντα ρ το γινόμενο αυτό ακολουθεί σχεδόν πιστά την κατανομή της καθαρής ακτινοβολίας και εξηγεί την σχετική επιτυχία της μεθόδου.

Η εμπειρική σχέση που διατύπωσαν οι Blaney και Griddle (1950) για την εκτίμηση της εποχιακής εξατμισοδιαπνοής έχει την μορφή $ET=K \cdot F$ όπου ET είναι η εποχιακή εξατμισοδιαπνοή σε ίντσες, K είναι ο εποχιακός φυτικός συντελεστής και F είναι ένας κλιματικός παράγοντας που υπολογίζεται.

Συνεχίζοντας την εργασία τους οι Blaney και Griddle υποστήριξαν πως η μηνιαία εξατμισοδιαπνοή μπορεί να υπολογιστεί με μια ανάλογη σχέση όπως

$$ET_m = K \cdot f, \quad f = (0.46T + 8.16)\rho.$$

Όπου ET_m =μηνιαία εξατμισοδιαπνοή και f =μηνιαίος φυτικός συντελεστής.

3.2.2.3 Μέθοδος του λυσιμέτρου

Η μέθοδος αυτή κάνει χρήση μιας εγκαταστάσεως που λέγεται λυσίμετρο. Το κύριο σώμα του λυσιμέτρου είναι ένα μεγάλο, κατά προτίμηση κυλινδρικό δοχείο από μέταλλο ή ενισχυμένο πλαστικό που τοποθετείται μέσα στο έδαφος έτσι που το ελεύθερο άκρο του να ταυτίζεται με την επιφάνειά του. Το δοχείο είναι γεμάτο με χώμα και καλλιεργείται με τα φυτά των οποίων πρόκειται να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή. Το βάθος του δοχείου πρέπει να είναι αρκετό ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί ανεμπόδιστα το ριζικό σύστημα της καλλιέργειας και να έχει αρκετή επιφάνεια, όχι μικρότερη από τέσσερα τετραγωνικά μέτρα. Σε μια τέτοια διάταξη είναι εύκολο να μηδενιστούν η επιφανειακή απορροή και η βαθιά διήθηση, έτσι που η εξατμισοδιαπνοή να μπορεί να υπολογισθεί σαν διαφορά ανάμεσα στο νερό που δέχεται το λυσίμετρο και τη μεταβολή της υγρασίας του εδάφους που περιέχει (Παπαζαφειρίου, 1984).

Για να είναι αντιπροσωπευτικές και ακριβείς οι μετρήσεις της εξατμισοδιαπνοής πρέπει να εξασφαλίζονται ορισμένες προϋποθέσεις. Είναι βασικό και απαραίτητο το λυσίμετρο να τοποθετείται στο κέντρο ενός εκτεταμένου χωραφιού που, λυσίμετρο και χωράφι, πρέπει να έχουν την ίδια καλλιέργεια και να ποτίζονται, λυπαίνονται και γενικά να καλλιεργούνται με

τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Οι θερμικές ιδιότητες του δοχείου πρέπει να είναι παραπλήσιες με αυτές του εδάφους. Διάφορα εμπόδια, φυτοφράχτες, κάθε είδους κατασκευές, δρόμοι και γενικά επιφάνειες γυμνές που δεν εξατμίζουν νερό δεν επιτρέπεται να υπάρχουν στο χωράφι που περιβάλλει το λυσίμετρο. Τέτοιου είδους εμπόδια αλλοιώνουν σημαντικά το μικροκλίμα με αποτέλεσμα μη αντιπροσωπευτικές παρατηρήσεις.

Η μέτρηση του νερού που μπαίνει στο δοχείο του λυσίμετρου με άρδευση ή βροχή και του νερού που φεύγει με την εξατμισοδιαπνοή μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ανάλογα με αυτούς τα λυσίμετρα διακρίνονται σε τρεις τύπους. Στον ένα τύπο το δοχείο τοποθετείται μέσα σε ένα φρεάτιο υποδοχής που είναι κατασκευασμένο από σπλισμένο σκυρόδεμα. Στον πυθμένα του φρεατίου τοποθετούνται εύκαμπτοι ασκοί, που είναι συνήθως σωλήνες από βυνίλιο μεγάλης αντοχής και διαμέτρου, γεμάτοι με νερό. Το δοχείο κάθεται πάνω στους ασκούς και ασκεί πίεση ανάλογη προς το βάρος του. Η πίεση αυτή, με κατάλληλη διάταξη, καταγράφεται και μετατρέπεται σε ένδειξη βάρους. Οι μεταβολές του βάρους που καταγράφονται μεταξύ των διαδοχικών αναγνώσεων αντιστοιχούν στην εξατμισοδιαπνοή. Ο τύπος αυτός αναφέρεται σαν υδραυλικό λυσίμετρο.

Ένας άλλος τύπος έχει την ίδια διάταξη με το υδραυλικό λυσίμετρο, μόνο που εδώ το δοχείο τοποθετείται πάνω σε ένα ζυγιστικό μηχανισμό (γεφυροπλάστιγγα ακριβείας ή ζυγιστικά κύτταρα) ο οποίος δίνει απευθείας τις μεταβολές του βάρους από τις οποίες υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή. Ο τύπος αυτός λέγεται ζυγιστικό λυσίμετρο.

Ο τρίτος τύπος διαφέρει ουσιαστικά από τους δύο προηγούμενους. Κατ' αυτόν, στο έδαφος κατασκευάζεται μια δεξαμενή από σκυρόδεμα που στην συνέχεια γεμίζεται με χώμα. Στον πυθμένα της δεξαμενής τοποθετούνται διάτρητοι σωλήνες μέσα σε μια στρώση από χονδρόκοκκο υλικό πάχους 30cm περίπου. Οι διάτρητοι σωλήνες συνδέονται, με κατάλληλη διάταξη, με ένα ογκομετρικό δοχείο νερού έτσι που η στάθμη του νερού στην δεξαμενή να διατηρείται σταθερή και να ταυτίζεται με το πάνω όριο της στρώσης του χονδρόκοκκου υλικού. Το πάνω από την στρώση αυτή κανονικό έδαφος εφοδιάζεται με υγρασία, με τριχοειδή ανύψωση. Το νερό που καταναλώνεται από τα φυτά που καλλιεργούνται μέσα στην δεξαμενή αναπληρώνεται από το ογκομετρικό δοχείο, που κρατάει σταθερή τη στάθμη του νερού μέσα στην

δεξαμενή. Έτσι, η εξατμισοδιαπνοή κατά την διάρκεια μιας χρονικής περιόδου υπολογίζεται από την μεταβολή του όγκου του νερού στο δοχείο. Η διάταξη αυτή είναι γνωστή σαν ισοσταθμιστικό λυσίμετρο.

3.2.2.4. Μέθοδος του εξατμισιμέτρου

Τα εξατμισίμετρα με ελεύθερη επιφάνεια νερού, γνωστά σαν εξατμισίμετρα τύπου λεκάνης, παρέχουν ένα μέτρο της συνδυασμένης επιδράσεως που ασκούν η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα πάνω στην εξάτμιση από μια συγκεκριμένη ελεύθερη επιφάνεια νερού. Οι καλλιέργειες αντιδρούν, σε γενικές γραμμές, στους παραπάνω κλιματικούς παράγοντες με ανάλογο τρόπο. Για τον λόγο αυτό, εξατμισίμετρα του τύπου αυτού χρησιμοποιήθηκαν από πολλούς εδώ και χρόνια για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής σε διάφορα μέρη του κόσμου.

Όμως η εξάτμιση από ένα εξατμισίμετρο τύπου λεκάνης και η εξατμισοδιαπνοή από ένα καλλιεργημένο χωράφι δεν ταυτίζονται απόλυτα. Πολλοί παράγοντες διαφοροποιούν την μια από την άλλη, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

1) Η ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας. Το ποσοστό που ανακλάται από μια ελεύθερη επιφάνεια νερού ανέρχεται σε 5-7%, ενώ από τις περισσότερες καλλιέργειες το ποσοστό αυτό είναι 20-30%. Έτσι για τις ίδιες κατά τα άλλα συνθήκες, το νερό έχει περισσότερο διαθέσιμη ενέργεια για εξάτμιση από ότι οι καλλιέργειες.

2) Η αποθήκευση θερμότητας μέσα στο εξατμισίμετρο μπορεί να είναι σημαντική, με αποτέλεσμα να έχουμε σχεδόν λίγη εξάτμιση κατά την ημέρα και την νύχτα. Αυτό βρίσκεται σε αντίθεση με όλες σχεδόν τις καλλιέργειες που διαπνέουν μόνο κατά την διάρκεια της ημέρας.

3) Μπορεί να υπάρξει μεταφορά θερμότητας από ή προς το εξατμισόμετρο μέσω των τοιχωμάτων του, με ανάλογη επίδραση στην εξάτμιση. Ο παράγοντας αυτός είναι κατ' εξοχή σημαντικός στα βυθισμένα εξατμισίμετρα.

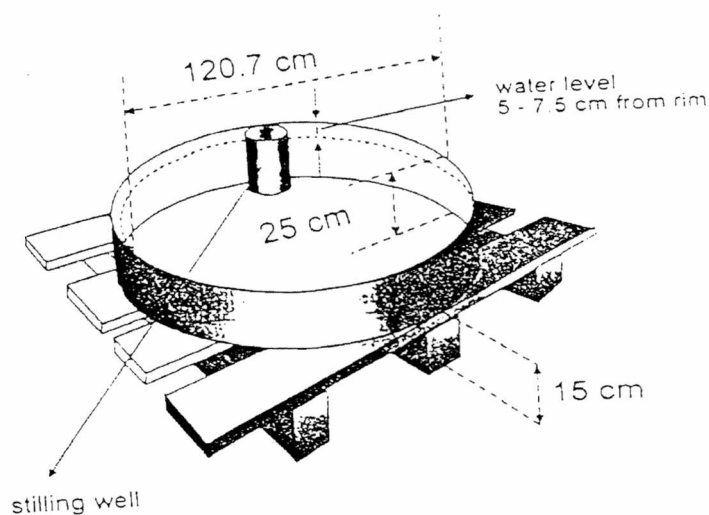
4) Το χρώμα των εσωτερικών και εξωτερικών τοιχωμάτων της συσκευής διαφοροποιεί επίσης το ύψος της εξατμίσεως.

5) Η θέση, ο τρόπος εγκατάστασής και το περιβάλλον του τόπου εγκατάστασής του οργάνου επηρεάζουν σημαντικά το τελικό μέγεθος της εξατμίσσεως. Τα εξατμισόμετρα τύπου λεκάνης για να δώσουν αξιόπιστες εκτιμήσεις των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό πρέπει να σχεδιαστούν και να τοποθετηθούν έτσι που να ελαχιστοποιούν την επίδραση των παραγόντων αυτών.

Τύποι εξατμισόμετρων υπάρχουν πολλοί. Σήμερα περισσότερο χρησιμοποιείται το εξατμισόμετρο Α τάξεως της Αμερικανικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και λιγότερο το βυθισμένο εξατμισόμετρο του Κολοράντο.

Το εξατμισόμετρο τύπου Κολοράντο είναι τετράγωνο με πλευρά 92cm και βάθος 46cm. Είναι κατασκευασμένο από γαλβανισμένη λαμαρίνα και τοποθετείται μέσα στο έδαφος έτσι που το χείλος του να είναι 5cm πάνω από την επιφάνεια του περιβάλλοντος εδάφους. Η στάθμη του νερού μέσα στο εξατμισόμετρο διατηρείται περίπου στο ίδιο επίπεδο με το έδαφος.

Το εξατμισόμετρο Α τάξεως (εικ.3.2.) είναι μία κυλινδρική λεκάνη κατασκευασμένη από χοντρή γαλβανισμένη λαμαρίνα με διάμετρο 121cm και βάθος 25.4cm που τοποθετείται πάνω σε ξύλινη βάση ώστε ο πυθμένας της να είναι απόλυτα οριζοντιομένος και να απέχει 15cm από επιφάνεια του εδάφους όπως φαίνεται στην εικόνα 10. Στη συνέχεια το έδαφος υπερυψώνεται κάτω από τη λεκάνη έτσι που τελικά να απέχει 5 cm από τον πυθμένα της. Η λεκάνη γεμίζεται από τον πυθμένα της (Παπαζαφειρίου, 1984)..



Εικόνα 3.2.: Εξατμισόμετρο τύπου Α.

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 πρέπει να πέφτει κάτω από 7.5cm από το χείλος αυτό. Το νερό της λεκάνης πρέπει να ανανεώνεται συχνά για να μην θολώνει. Τα τοιχώματα της λεκάνης κάθε χρόνο πρέπει να χρωματίζονται με χρώμα αλουμινίου.

Η σχέση που δίνει τη βασική εξατμισοδιαπνοή στη μέθοδο αυτή είναι:

$$E_{Tr} = K_r \cdot E_{pan}$$

όπου E_{pan} είναι η μέση εξάτμιση του 24ωρου από το εξατμισόμετρο σε mm/ημέρα και K_r είναι ο συντελεστής του εξατμισίμετρου. Τιμές του K_r για εξατμισίμετρα Α τάξεως και για τα εξατμισίμετρα τύπου Κολοράντο δίνονται αντίστοιχα από πίνακες για διάφορες συνθήκες υγρασίας, ανέμου και περιβάλλοντος του οργάνου όπως φαίνεται στον πίνακα 2.

Κατά την επιλογή της τιμής του K_r ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην κάλυψη του εδάφους που είναι εγκατεστημένο το όργανο, την κατάσταση του εδάφους που περιβάλλει την θέση εγκαταστάσεως και τις γενικές συνθήκες ανέμου και υγρασίας.

Πίνακας 3.1.: Τιμές του συντελεστή K_r εξατμισίμετρου Α τάξεως για διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος του οργάνου, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου.

[Doorenbos-Pruitt (1977)]

Ταχύτητα ανέμου, $K_m/hm.$	Περίπτωση Α : Εξατμισόμετρο τοποθετημένο σε φυτοκαλυμμένο έδαφος				Περίπτωση Β : Εξατμισόμετρο τοποθετημένο σε ξερό έδαφος			
	Απόσταση από φυτοκαλυμμένο όριο, m	RHmean . %			Απόσταση από όριο ακάλυπτου εδάφους, m	RHmean. %		
		Χαμηλή < 40	Μέση 40 - 70	Υψηλή > 70		Χαμηλή < 40	Μέση 40-70	Υψηλή > 70
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Μικρή. <175	1	0.55	0.65	0.75	1	0.70	0.80	0.85
	10	0.65	0.75	0.85	10	0.60	0.70	0.80
	100	0.70	0.80	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.50	0.60	0.70
Μέτρια 175-425	1	0.50	0.60	0.65	1	0.65	0.75	0.80
	10	0.60	0.70	0.75	10	0.55	0.65	0.70
	100	0.65	0.75	0.80	100	0.50	0.60	0.65
	1000	0.70	0.80	0.80	1000	0.45	0.55	0.60
Μεγάλη 425-700	1	0.45	0.50	0.60	1	0.60	0.65	0.70
	10	0.55	0.60	0.65	10	0.50	0.55	0.65
	100	0.60	0.65	0.70	100	0.45	0.50	0.60
	1000	0.65	0.70	0.75	1000	0.40	0.45	0.55
Πολύ μεγάλη. > 700	1	0.40	0.45	0.50	1	0.50	0.60	0.65
	10	0.45	0.55	0.60	10	0.45	0.50	0.55
	100	0.50	0.60	0.65	100	0.40	0.45	0.50
	1000	0.55	0.60	0.65	1000	0.35	0.40	0.45

Αν το εξατμισόμετρο είναι τοποθετημένο σε θέση με φτωχή φυτοκάλυψη ή σε γυμνό έδαφος ή σε επιφάνεια καλυμμένη με τσιμέντο ή ασφαλτο (περίπτωση που πρέπει απόλυτα να αποφεύγεται) η θερμοκρασία του αέρα στη θέση του οργάνου μπορεί να είναι 2-5 οC ψηλότερη και η σχετική υγρασία 20-30% χαμηλότερη από την ευρύτερη περιοχή (Παπαζαφειρίου, 1984)..

Αν η θέση του εξατμισόμετρου περιβάλλεται από καλλιέργειες που το ύψος τους ξεπερνά το ένα μέτρο, όπως στην περίπτωση αραβόσιτου που το ύψος του μπορεί να φθάσει τα 2.5 m, οι συντελεστές K_p των πινάκων πρέπει να αυξηθούν μέχρι και 30% για ξερές, με δυνατό αέρα συνθήκες ενώ η αύξηση αυτή περιορίζεται σε 5-10% όταν η υγρασία είναι υψηλή και η ταχύτητα του αέρα μικρή.

Η στάθμη στην οποία διατηρείται το νερό μέσα στα εξατμισόμετρα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Σφάλματα μέχρι 15% μπορεί να παρατηρηθούν αν η στάθμη του νερού πέσει 10cm κάτω από τα χείλη του οργάνου. Τοποθέτηση πλεγμάτων πάνω από το όργανο, για την αποφυγή χρησιμοποίησεως του νερού από τα πουλιά, περιορίζει την E_{pan} μέχρι 10%. Για να αποφεύγεται η χρήση του νερού του εξατμισόμετρου από τα πουλιά, κοντά σε αυτό μπορεί να τοποθετηθεί μια λεκάνη γεμάτη με νερό μέχρι το χείλος της, οπότε τα πουλιά κατά κανόνα την προτιμούν. Η θολότητα του νερού μπορεί να επηρεάσει την E_{pan} μέχρι 5% (Παπαζαφειρίου, 1984).

3.3. Μέθοδοι άρδευσης

Οι διάφοροι τρόποι με τους οποίους εφαρμόζεται αρδευτικό νερό στο έδαφος ονομάζονται μέθοδοι άρδευσης. Οι μέθοδοι αυτοί συνδέονται με τις εδαφικές, κλιματικές και υδρολογικές συνθήκες, την τοπογραφική διαμόρφωση που έχει η επιφάνεια του εδάφους, το είδος των καλλιεργούμενων φυτών και τη γεωργική και τεχνική ανάπτυξης που συντελείται στον τομέα των αρδεύσεων.

Μια άρδευση κρίνεται επιτυχής όταν (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2004):

- Παρέχει στο χωράφι ικανή ποσότητα νερού ώστε η υγρασία που υπάρχει στη ζώνη του ριζοστρώματος να φτάσει στην υδατοϊκανότητα και να εφοδιάσει το έδαφος με ποσότητα νερού ίση με την ωφέλιμη υγρασία.
- Περιορίζει στο ελάχιστο τις επιφανειακές απώλειες από τη βαθιά διήθηση ώστε η αποδοτικότητα της εφαρμογής αρδευτικού νερού να φτάνει στο 100%.
- Εφαρμόζει ομοιόμορφη ποσότητα νερού στην επιφάνεια του αγρού για όσο χρόνο απαιτείται για να διηθηθεί στο έδαφος ποσότητα νερού ίση με την ωφέλιμη υγρασία.

Ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους, οι μέθοδοι άρδευσης διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

Επιφανειακή άρδευση: Κατά την επιφανειακή άρδευση το νερό εφαρμόζεται στον αγρό έτσι ώστε να διηθηθεί κατά τη διάρκεια της ροής ή κατά την παραμονή του στην επιφάνεια του εδάφους. Οι μέθοδοι επιφανειακής άρδευσης διακρίνονται στην κεκλιμένη άρδευση και στην οριζόντια άρδευση (Ali, 2011; Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2004).

Κεκλιμένη άρδευση ή μέθοδος άρδευσης με ροή: Η κεκλιμένη άρδευση περιλαμβάνει:

- Τη μέθοδο της περιορισμένης διάχυσης ή των παράλληλων λωρίδων
- Τη μέθοδο των αυλάκων (εικ. 3.3.)



Εικόνα 3.3.: Άρδευση με αυλάκια

Το νερό στην κεκλιμένη άρδευση εφαρμόζεται στο άκρο των λωρίδων ή των αυλακιών, ρέει στην επιφάνεια του εδάφους και διηθείται μέσα στο έδαφος.

Οριζόντια άρδευση ή μέθοδο άρδευσης με κατάκλιση: Στη μέθοδο αυτή, η επιφάνεια του χωραφιού πρέπει να είναι οριζόντια.

Το χωράφι χωρίζεται σε μικρές οριζόντιες λεκάνες, με τη βοήθεια χωμάτινων αναχωμάτων, οι οποίες πληρώνονται με νερό μέχρι αυτό να φτάσει σε βάθος ίσο με το συνολικό βάθος της άρδευσης (εικ.3.4.).

Στη συνέχεια, διακόπτεται η παροχή του νερού και το νερό παραμένει πάνω στη επιφάνεια του εδάφους ακίνητο και διηθείται σιγά-σιγά μέσα στο έδαφος.

Για την εφαρμογή των παραπάνω μεθόδων απαιτούνται:

- Μεγάλη παροχή νερού
- Κατάλληλα προετοιμασμένο προς άρδευση έδαφος.
- Έδαφος χαμηλής υδατοπερατότητας, χωρίς απότομες κλίσεις.



Εικόνα 3.4.: Άρδευση με κατάκλιση

Άρδευση με τεχνητή βροχή: Κατά τη μέθοδο άρδευσης με τεχνητή βροχή ή καταιονισμό, η εφαρμογή του νερού άρδευσης γίνεται σαν

απομίμηση της φυσικής βροχής. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται με επιτυχία σε όλα τα είδη των καλλιεργούμενων φυτών.

Η διαδικασία του καταιονισμού πραγματοποιείται από ειδικά μηχανικά εξαρτήματα, τα οποία ονομάζονται καταιονιστήρες ή εκτοξευτήρες, και το νερό άρδευσης διασπείρεται ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του εδάφους (Ali, 2011; Παπαζαφειρίου, 1984) (εικ. 3.5.).



Εικόνα 3.5.: Άρδευση με τεχνητή βροχή

Άρδευση με σταγόνες: Στη μέθοδο άρδευσης με σταγόνες ή στάγδην άρδευσης, μικρές ποσότητες νερού υπό τη μορφή σταγόνων εφαρμόζονται στο έδαφος. Με τον τρόπο αυτό, ξεχωριστά κάθε φυτό λαμβάνει την απαραίτητη υγρασία η οποία είναι αναγκαία για την κανονική του ανάπτυξη (εικ. 3.6.).



Εικόνα 3.6.: Άρδευση με σταγόνες

Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για περιπτώσεις όπου η διαθέσιμη παροχή άρδευσης είναι μικρή και δε μπορούν να εφαρμοστούν άλλες μέθοδοι άρδευσης. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται για την άρδευση λαχανικών, αμπελώνων κ.α. καθώς βασικό πλεονέκτημά της είναι η δυνατότητα επέκτασής τους σε άλλες γραμμικές καλλιέργειες (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2004).

3.4. Στάγδην άρδευσης

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τη μονάδα ελέγχου ή κεφαλή, το δίκτυο μεταφοράς, το δίκτυο εφαρμογής και από τους σταλακτήρες.

Η κεφαλή ή μονάδα ελέγχου συνδέεται με την υδροληψία ή το αντλητικό συγκρότημα.

Αποτελείται από διάφορα μέρη. Τα μέρη αυτά είναι: ένα υδρόμετρο που καταγράφει την ποσότητα νερού που ξοδεύεται για τη χρέωση και μπορεί να ρυθμιστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε το συγκρότημα να διακόπτει την παροχή ύστερα από τη διέλευση της επιθυμητής ποσότητας νερού.

Μπορεί να περιλαμβάνονται επίσης ανάλογα με την καθαρότητα του νερού μηχανισμοί για τη συγκράτηση φερτών υλών μεγαλύτερου ειδικού βάρους από το νερό (υδροκυκλώνας) ή φίλτρα για τη συγκράτηση ελαφρύτερων υλικών (φίλτρα χαλικιών ή σίτας) ώστε να μην αποφράσσονται

οι σταλακτήρες. Κάτι ανάλογο με τα φίλτρα σίτας είναι και τα φίλτρα δίσκων. Τα φίλτρα κάνουν μηχανικό και όχι χημικό ή άλλου είδους καθαρισμό του νερού και χρειάζονται καθαρίσμα γιατί βουλώνουν. Καλό είναι να υπάρχουν μετρητές πιέσεων πριν και μετά το φίλτρο ώστε να εκτιμάται μέχρι ποιου σημείου το φίλτρο έχει βουλώσει. Σήμερα στο εμπόριο υπάρχουν και φίλτρα αυτοκαθαριζόμενα (Παπαζαφειρίου, 1984).

Η κεφαλή μπορεί να είναι εφοδιασμένη και με δοχείο λίπανσης μέσα στο οποίο τοποθετείται η ποσότητα του λιπάσματος, από το οποίο το νερό που περνάει μέσα από το δίκτυο παίρνει την επιθυμητή ποσότητα λιπάσματος. Ο τρόπος αυτός λέγεται υδρολίπανση και έχει το πλεονέκτημα ότι γίνεται οικονομία σε ποσότητα λιπάσματος που διατίθεται στα φυτά και οικονομία σε εργατικά χέρια.

Η σύνδεση του υδρολιπαντήρα γίνεται στον κύριο αγωγό με δύο σωληνώσεις εισαγωγής-εξαγωγής. Η εισαγωγή του λιπάσματος στον κύριο αγωγό γίνεται ή με διαφορετική πίεση ή με άντληση. Κατά την πρώτη μέθοδο μεταξύ των σωληνώσεων εισαγωγής-εξαγωγής επάνω στον κύριο αγωγό υπάρχει βάννα στραγγαλισμού της παροχής η οποία βοηθάει το στραγγαλισμό της παροχής και δημιουργεί μία διαφορά της τάξης $\frac{1}{2}$ atm έτσι ώστε με ευκολία να περνάει το νερό μέσα από το δοχείο και να διαλυτοποιεί το λίπασμα. Τη θέση της βάννας μπορεί να αντικαταστήσει ένας σωλήνας νεήϊπ. Πρέπει να σημειωθεί ότι όλα τα λιπάσματα δεν είναι κατάλληλα λόγω περιορισμένης διαλυτότητας στο νερό. Επίσης μπορεί στο διάλυμα να χρησιμοποιηθούν και ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα ή νηματοκτόνα φάρμακα (Σακελλαρίου 2003).

Η έναρξη εφαρμογής του λιπάσματος πρέπει να γίνεται αφού πρώτα αποκατασταθεί η ομαλή λειτουργία του αρδευτικού δικτύου, κάτι που επιτυγχάνεται μετά από κάποιο χρόνο από την έναρξη της άρδευσης. Ακόμη, η λίπανση πρέπει να διακόπτεται κάποιο χρόνο πριν το τέλος της άρδευσης ώστε, κατά τον εναπομείναντα χρόνο, να επιτυγχάνεται η πλήρης απομάκρυνση από το δίκτυο των υπολειμμάτων του λιπάσματος. Μια καλή πρακτική είναι η χορήγηση του λιπάσματος να αρχίσει μισή τουλάχιστον ώρα μετά την έναρξη της άρδευσης και να διακόπτεται μια ώρα πριν το τέλος της (Τερζίδης, Παπαζαφειρίου 1997).

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους και τους δευτερεύοντες αγωγούς. Οι κύριοι μεταφέρουν το νερό από την πηγή του στους δευτερεύοντες αγωγούς. Οι κύριοι είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE) ή άκαμπτο χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) ή γαλβανισμένο ατσάλι. Οι δευτερεύοντες είναι από πολυαιθυλένιο ή άκαμπτο ή εύκαμπτο PVC. Οι δευτερεύοντες αγωγοί μεταφέρουν το νερό από τους κύριους αγωγούς στους αγωγούς εφαρμογής. Το δίκτυο μεταφοράς μπορεί να είναι υπέργειο (PE) ή υπόγειο (PVC). Στη δεύτερη περίπτωση η μετακίνηση των γεωργικών μηχανημάτων είναι ευκολότερη.

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από αγωγούς μικρότερης εξωτερικής διαμέτρου (12-32 mm). Μεταφέρουν το νερό από τους δευτερεύοντες αγωγούς στους σταλακτήρες. Είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο ή εύκαμπτο PVC. Πρέπει να είναι μη διαβρώσιμοι, ανθεκτικοί στην ηλιακή ενέργεια και στη θερμοκρασία και εύχρηστοι. Αντέχουν σε πίεση 4-6 atm. Είναι μαύρου χρώματος για να εμποδίζουν τη διέλευση του φωτός προς ανάπτυξη μικροοργανισμών. Είναι κάθετοι προς τους δευτερεύοντες και παράλληλοι προς τις ισοϋψείς στα εδάφη με κλίση. Είναι υπέργειοι ή μπορεί να κρεμαστούν σε ύψος 30-50 cm στις περιπτώσεις που αρδεύουν δένδρωνες σε σχήμα παλμέτας.

Οι σταλακτήρες τοποθετούνται είτε εν σειρά είτε σε σύνδεση επί της γραμμής εφαρμογής. Στην πρώτη περίπτωση ο σταλακτήρας συνδέει δύο τμήματα σωλήνα ίσα με την απόσταση μεταξύ των σταλακτάρων, η θέση των σταλακτάρων δεν μπορεί να αλλάξει και οι σταλακτήρες είναι ορισμένου τύπου (με μακρύ διάδρομο διαδρομής). Στη δεύτερη περίπτωση οι σταλακτήρες τοποθετούνται με διάτρηση επί του αγωγού μεταφοράς. Οι σταλακτήρες μπορούν να μετακινούνται κατά βούληση και είναι ή σταλακτήρες με επιστόμιο, με διάφραγμα ή τύποι με μακρύ διάδρομο ροής.

Οι αγωγοί εφαρμογής τοποθετούνται με διάφορους τρόπους όπως π.χ. απλή ευθεία, διπλή ευθεία, απλή ευθεία με σταλακτήρα πολλαπλής εξόδου, ζικ-ζακ, μικτή ευθεία-κυκλική (Σακελλαρίου 2002).

Ο τρόπος διάταξης της γραμμής εφαρμογής εξαρτάται από τις αποστάσεις φύτευσης, το έδαφος, το ποσοστό του εδάφους που πρέπει να διαβραχεί και το κόστος (Παπαζαφειρίου 1984).

Πολλές φορές η πίεση κυμαίνεται λόγω του ανάγλυφου του αγρού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις τοποθετούνται ρυθμιστές πίεσης οι οποίοι μειώνουν μία υψηλότερη της επιθυμητής πίεσης εισόδου και διατηρούν μία σταθερή προκαθορισμένη πίεση εξόδου.

Οι σταλακτήρες αποτελούν το βασικό στοιχείο της άρδευσης με σταγόνες. Συνδέονται με το δίκτυο εφαρμογής και διοχετεύουν το νερό υπό μορφή σταγόνων στο έδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκμηδένιση της πίεσης του νερού που ρέει στον αγωγό εφαρμογής λόγω των απωλειών ενέργειας κατά τη διέλευση του από το σταλακτήρα. Οι παροχές των σταλακτῆρων κυμαίνονται από 1-10 l/h σε πίεση 0,2-2 atm.

Κατασκευάζονται από σκληρή πλαστική ύλη, συνήθως από πολυπροπυλένιο, είναι μαύρου χρώματος και διαφόρου σχήματος ή μεγέθους. Στην αγορά συναντώνται σε διάφορους τύπους, καθένας με τις δικές του ιδιότητες. Οποιοδήποτε τύπου και αν είναι πρέπει να παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά (Παπαζαφειρίου 1984):

- Να εξασφαλίζουν σταθερή και ομοιόμορφη παροχή η οποία να μη μεταβάλλεται σημαντικά από περιορισμένες μεταβολές πίεσης στον αγωγό εφαρμογής.
- Να μην εμφράζονται εύκολα. Αυτό περιορίζεται αν η διατομή εκροής του νερού είναι σχετικά μεγάλη.
- Να έχουν χαμηλό κόστος.
- Να τοποθετούνται εύκολα στις γραμμές άρδευσης.

Κάθε σταλακτήρας αποτελείται από το σώμα του που περιλαμβάνει το μηχανισμό της πτώσης πίεσης και το συνδετήρα με τον αγωγό με την παρεμβολή του στο σωλήνα.

Οι σταλακτήρες αποτελούν το 1/3 του συνολικού κόστους ενός συστήματος άρδευσης με σταγόνες (Σακελλαρίου 2000).

Οι σταλακτήρες, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες. Έτσι, ανάλογα με το είδος ροής του νερού διακρίνονται σε σταλακτήρες με στρωτή ροή, με μερικώς στροβιλώδη ροή και με στροβιλώδη ροή. Ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ή στραγγαλισμού της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και με επιστόμιο ή οπή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι

αυτορυθμιζόμενοι που διατηρούν σταθερή παροχή ανεξάρτητα από το φορτίο με κάποιο μηχανισμό αυτόματης ρύθμισης. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους διακρίνονται σε αυτοκαθαριζόμενους και μη αυτοκαθαριζόμενους. Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλακτήρες είναι κατά κανόνα και αυτοκαθαριζόμενοι και είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα (Τερζίδης, Παπαζαφειρίου 1997).

4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Γενικά

Μελετήθηκε η ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας του φυτού “τσάι του βουνού” με την εφαρμογή ελλειμματικής άρδευσης (τρίτη καλλιεργητική περίοδος). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την καλλιεργητική περίοδο 2017 στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεσίνου. Η περιοχή του Βελεσίνου βρίσκεται δυτικά της πόλης του Βόλου και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας του αγροκτήματος είναι 39° 23' γεωγραφικό πλάτος, 22° 45' γεωγραφικό μήκος, ενώ το υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας αντιστοιχεί σε 50m. Τα αγροτεμάχια που παραχωρήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος ήταν έκτασης 500m² και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, χαρακτηρίζονται ηπειρωτικές που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Έτσι παρατηρείται ζεστό και ξηρό καλοκαίρι το οποίο εναλλάσσεται με ψυχρό και υγρό χειμώνα. Το έδαφος της περιοχής του αγροκτήματος είναι ασβεστόχο, αργιλοπηλώδες και καλά στραγγιζόμενο. Υφή τέτοιων εδαφών χαρακτηρίζεται αμμοαργιλοπηλώδης έως και αργιλώδης, ενώ η κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη ως λεπτόκοκκη. Το pH του βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα και έχει καλά αναπτυγμένο πορώδες, το οποίο αποτελείται από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους (Μήτσιος et al., 2000, Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997).

4.2 Καλλιέργεια εδάφους

Οι καλλιεργητικές εργασίες περιελάμβαναν κατεργασία του εδάφους με βαθύ καλλιεργητή, και στη συνέχεια, μερικές μέρες πριν τη φύτευση ένα ελαφρύ φρεζάρισμα για αναμόχλευση και απομάκρυνση των ζιζανίων.

Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2015. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα πλήρως τυχαίο σχήμα με 4 μεταχειρίσεις με 3 επαναλήψεις. Χρησιμοποιώντας σκαλιστήρι χειρός ανοίχτηκαν 6 αυλάκια βάθους 4-5 cm για κάθε επανάληψη. Η ισαποχή των αυλακίων ήταν 50 cm. Η φύτευση του τσαγιού έγινε με το χέρι σε αποστάσεις 50cm ανά φυτό. Μετά τη φύτευση δεν ακολούθησε λιπαντική

αγωγή. Στις 21 Απριλίου 2015 έγινε η εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος (Παναγιώτου, 2016).

4.3 Σύστημα στάγδην Άρδευσης

Στην καλλιέργεια χρησιμοποιήθηκε επιφανειακό σύστημα στάγδην άρδευσης (εικ.4.1, 4.2. και 4.3.). Η άρδευση με σταγόνες ή στάγδην άρδευση είναι μια μέθοδος κατά την οποία νερό εφαρμόζεται στο χωράφι σε μικρές ποσότητες με τη μορφή σταγόνων έτσι που κάθε φυτό χωριστά να εφοδιάζεται με την απαραίτητη για την κανονική του ανάπτυξη και απόδοση υγρασία. Η μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται σωστά και προσφέρεται για περιπτώσεις όπου το διαθέσιμο νερό είναι περιορισμένο, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εφαρμοστούν άλλες μέθοδοι (κατάκλυση, περιορισμένη διάχυση, άρδευση με αυλάκια, καταιονισμός). Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και από τη μονάδα ελέγχου (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2003).

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς μεταφοράς που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2003).

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνηθισμένη διάμετρο 12-20mm, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και τα 25mm. Σε αυτούς, σε προκαθορισμένες θέσεις, τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων.

Η μονάδα ελέγχου (εικ. 4.4.) τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Πλεονεκτήματα επιφανειακής στάγδην άρδευσης:

- α) η χαμηλή πίεση λειτουργίας του συστήματος,
- β) η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού,

- γ) η ταυτόχρονη χορήγηση λιπασμάτων σε υδατοδιαλυτή μορφή,
- δ) η μείωση των απωλειών νερού εξαιτίας της επιφανειακής απορροής,
- ε) η πλήρης αυτοματοποίηση της μεθόδου και
- στ) η εφαρμογή του σε περιοχές με εξαιρετικά ανώμαλη τοπογραφία χωρίς την ανάγκη ισοπέδωσης.

Πέρα όμως από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω η μέθοδος παρουσιάζει και μερικά μειονεκτήματα όπως:

- i) υψηλό κόστος πρώτης εγκατάστασης,
- ii) αδυναμία άμεσης προσέγγισης του νερού στο ενεργό ριζόστρωμα των φυτών (ειδικά σε βαριάς σύστασης εδάφη),
- iii) φθορά των υλικών λόγω των καιρικών συνθηκών, των καλλιεργητικών πρακτικών και της τοπικής υπέργεια πανίδας,
- iv) αποφυγή χρήσης αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα (έμφραξη σταλακτήρων, αύξηση αλατότητας στη ριζόσφαιρα).



Εικόνα 4.1.: Σύστημα Στάγδην Άρδευσης (πειραματικός αγρός 1^ο έτος)



Εικόνα 4.2.: Σύστημα Στάγδην Άρδευσης (πειραματικός αγρός 2^ο έτος)



Εικόνα 4.3.: Σύστημα Στάγδην Άρδευσης (πειραματικός αγρός 3^ο έτος)



Εικόνα 4.4.: Προγραμματιστής Άρδευσης (πειραματικός αγρός 3^ο έτος)

4.4 Όργανα και μέθοδοι μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν:

4.4.1 Γενικά

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο το σύνολο των μεταχειρίσεων, ευρύτερα, στην εν λόγω έρευνα ήταν τέσσερις με τρεις επαναλήψεις η κάθε μία από αυτές.

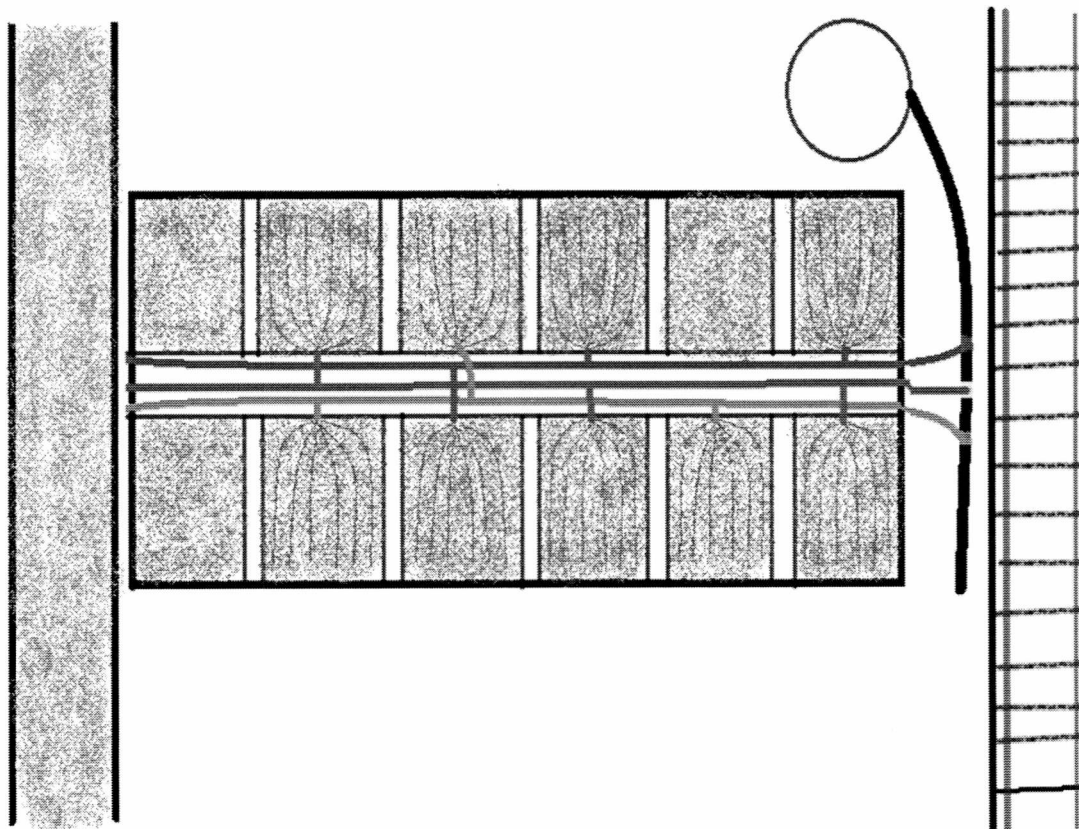
Οι τέσσερις μεταχειρίσεις ήταν οι εξής:

1) 50%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 50% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο Penman Monteith κατά FAO.

2) 75%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 75% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο Penman Monteith.

3) 100%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο Penman Monteith.

4) 0%: Τρεις επαναλήψεις χωρίς άρδευση.



Εικόνα 4.5.: Διάταξη Πειραματικού Αγροτεμαχίου

Στην εικόνα 4.5. παρατηρούμε το σύνολο του πειραματικού μας αγρού (4 μεταχειρίσεις με τρεις επαναλήψεις).

Οι επαναλήψεις της μεταχείριση 0% είναι τα πράσινα κομμάτια στη εικόνα που δεν φέρουν σταλακτιφόρους αγωγούς, οι επαναλήψεις της μεταχείριση 50% είναι τα πράσινα κομμάτια στη εικόνα με σταλακτιφόρους αγωγούς κόκκινου χρώματος, οι επαναλήψεις της μεταχείριση 75% είναι τα πράσινα κομμάτια στη εικόνα με σταλακτιφόρους αγωγούς πράσινου χρώματος και οι επαναλήψεις της μεταχείριση 100% είναι τα πράσινα κομμάτια στη εικόνα με σταλακτιφόρους αγωγούς μπλε χρώματος.

Οι μεταχειρίσεις με τις οποίες πραγματεύεται η εν λόγω πτυχιακή διατριβή είναι η 75% και η 100%.

4.4.2 Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς και φυτικός συντελεστής (Κc)

Η φυσική διεργασία της εξάτμισης είναι η ίδια άσχετα με το αν παρατηρείται σε επιφάνειες ελεύθερου νερού, στην επιφάνεια εδάφους ή σε φυτικές επιφάνειες εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα. Παρά ταύτα η εξάτμιση νερού που παρατηρείται στις φυτικές επιφάνειες και που προϋποθέτει μεταφορά εδαφικού νερού στις επιφάνειες αυτές διαμέσου του φυτού ονομάζεται διαπνοή. Τα φυτά κατά κύριο λόγο χάνουν το νερό δια μέσου των στοματίων του φυλλώματος.

Τα στομάτια είναι μικρά ανοίγματα στην επιφάνεια του φύλλου αποτελούμενα από ένα μεσοκυττάριο χώρο οριοθετούμενο από επιδερμικά κύτταρα και μεσοφυλλικά κύτταρα, μέσω των οποίων διέρχονται τα αέρια και οι υδρατμοί.

Το νερό μαζί με ορισμένα στοιχεία προσλαμβάνονται από το έδαφος μέσω του ριζικού συστήματος και μεταφέρονται δια μέσου των ιστών του φυτού. Η εξάτμιση συμβαίνει μέσα στον μεσοκυττάριο χώρο και ο ρυθμός απώλειας των υδρατμών ελέγχεται από το μεταβαλλόμενο άνοιγμα των στοματίων. Σχεδόν όλη η ποσότητα του προσλαμβανόμενου νερού χάνεται μέσω του μηχανισμού της διαπνοής και μόνο ένα μικρό κλάσμα χρησιμοποιείται εσωτερικά στο φυτό.

Η διαπνοή σαν άμεση εξάτμιση, εξαρτάται από την διαθέσιμη ενέργεια, την κλίση των υδρατμών και τον άνεμο. Συνεπώς η ακτινοβολία, η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου θεωρούνται

σημαντικοί παράγοντες για το ρυθμό της διαπνοής. Αφ' ετέρου η ποσότητα του εδαφικού νερού, η συγκέντρωση αλάτων καθώς και η εδαφική επαφή με το ριζόστρωμα επιδρούν επίσης στο ρυθμό διαπνοής. Τα χαρακτηριστικά των φυτών, η καλλιεργητική πρακτική και τα στάδια ανάπτυξης μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας είναι επιπρόσθετοι παράγοντες που μπορούν να καθορίσουν διαφορετικούς ρυθμούς διαπνοής.

Εκτός από την διαθεσιμότητα του νερού στην ανώτερη στρώση του εδάφους, η εξάτμιση από ένα καλλιεργούμενο έδαφος κατά ένα μεγάλο μέρος προσδιορίζεται από το κλάσμα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας που φθάνει στην εδαφική επιφάνεια. Αυτό το κλάσμα ελαττώνεται συνεχώς κατά την διάρκεια της αύξησης του φυτού, από την αυξανόμενη φυλλική επιφάνεια που σκιάζει το έδαφος.

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας τον κυρίαρχο λόγο στην εξάτμιση κατέχει το έδαφος, αλλά καθώς τα φυτά αναπτύσσονται καλύπτοντας όλο και περισσότερο την επιφάνεια του εδάφους, η διαπνοή γίνεται η κύρια διαδικασία απώλειας νερού. Επειδή ο διαχωρισμός των απωλειών νερού μιας εδαφικής μάζας με απ' ευθείας εξάτμιση στην επιφάνειά της από τις απώλειες διαπνοής είναι συνήθως πολύ δύσκολος, οι συνολικές απώλειες εξάτμισης του εδαφικού νερού θεωρούνται ενιαίο σύνολο και χαρακτηρίζονται με τον όρο *εξατμισοδιαπνοή, ET*.

Ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής από μια φυτοκαλυμμένη επιφάνεια αναφοράς, επαρκώς εφοδιασμένης με νερό, ονομάζεται *εξατμισοδιαπνοή αναφοράς* και συμβολίζεται με *ET₀*.

Η επιφάνεια αναφοράς είναι μία υποθετική καλλιέργεια γρασιδιού, ή μιας άλλης οριζόμενης καλλιέργειας με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Καθώς το νερό από την επιφάνεια αναφοράς που εξατμίζεται θεωρείται σε πλήρη επάρκεια, οι εδαφικοί παράγοντες δεν επιδρούν επί της *ET₀*. Μοναδικοί παράγοντες που επιδρούν συνεπώς είναι, οι κλιματικοί και τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας αναφοράς (καλλιέργεια αναφοράς) (Παπαζαφειρίου, 1984).

Καθώς όμως η διαθεσιμότητα των παραπάνω παραμέτρων δεν είναι πάντοτε δυνατή για διαφόρους τύπους καλλιεργειών και κάτω από συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες, η χρήση των φυτικών συντελεστών *K_c* σε συνδυασμό με την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς *ET₀* θα μπορούσε να οδηγήσει στην εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας *ET_c*

από τον λόγο: $ET_c / ET_o = K_c$ (Παπαζαφειρίου, 1984). Στη προσέγγιση του K_c η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ET_c υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ET_o με το K_c .

$$ET_c = K_c ET_o$$

όπου ET_c : εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας

K_c : φυτικός συντελεστής

ET_o : εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

Οι περισσότερες επιρροές από τις κλιματικές συνθήκες είναι ενσωματωμένες στην εκτίμηση της ET_o . Επομένως καθώς η ET_o αντιπροσωπεύει τον δείκτη επίδρασης των κλιματικών συνθηκών ο K_c διαφοροποιείται με τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε καλλιέργειας και επηρεάζεται μόνο από περίπτωση ακραίων κλιματικών συνθηκών. Αυτό το γεγονός παρέχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιείται το K_c σε διαφορετικές περιοχές και κλίματα. Αυτός είναι ο πρωταρχικός λόγος της εκτεταμένης αποδοχής του και της χρησιμότητας της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας.

Συνεπώς ο φυτικός συντελεστής K_c ενσωματώνει όλα τα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν μια τυπική καλλιέργεια από την καλλιέργεια αναφοράς η οποία έχει πάντα σταθερά χαρακτηριστικά και πλήρη εδαφική κάλυψη και επιπρόσθετα το K_c δεν διαφοροποιείται μόνο από τον τύπο κάθε καλλιέργειας αλλά επηρεάζεται φυσικά και από τα στάδια ανάπτυξης κάθε καλλιέργειας (Παπαζαφειρίου, 1984). Στην συγκεκριμένη μελέτη ο φυτικός συντελεστής K_c για τα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού ανακτήθηκε βιβλιογραφικά (FAO, 2011).

4.4.3 Το μοντέλο Penman-Monteith

Ένας μεγάλος αριθμός από εμπειρικές και ημιεμπειρικές εξισώσεις έχουν αναπτυχθεί για την αξιολόγηση της εξατμισοδιαπνοής της φυτικής κόμης ή εξατμισοδιαπνοής αναφοράς της φυτικής κόμης από μετεωρολογικά δεδομένα. Μερικές από τις μεθόδους είναι έγκυρες κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές και αγρονομικές συνθήκες και δεν μπορούν να εφαρμοστούν κάτω από διαφορετικές από αυτές συνθήκες.

Η μέθοδος FAO Penman-Monteith προτείνεται ως η ακριβέστερη μέθοδος για τον προσδιορισμό και υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς E_{To} . Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας E_{Tc} κάτω από τυπικές συνθήκες μπορεί να υπολογισθεί από κλιματικά δεδομένα, εισάγοντας τις αντιστάσεις της φυτοκαλλιέργειας, την ανακλαστικότητα (albedo) και τους συντελεστές αντίστασης του αέρα στη μέθοδο Penman-Monteith (Παπαζαφειρίου, 1984).

Επιτροπή εμπειρογνομόνων πρότεινε την υιοθέτηση της συνδυαστικής μεθόδου Penman-Monteith ως μια νέα πρότυπη μέθοδο για την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς. Με τον καθορισμό της φυτικής κόμης αναφοράς ως υποθετικής φυτικής κόμης με υποθετικό ύψος φυτών τα 0.12m, που έχει αντίσταση επιφάνειας 70 s/m, η οποία μοιάζει αρκετά με την εξάτμιση μιας έκτασης πρασίνου (γρασιδιού) με ομοιόμορφο ύψος, αναπτυσσόμενης ενεργά και στην οποία η άρδευση δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, αναπτύχθηκε η μέθοδος FAO Penman-Monteith. Από την αυθεντική εξίσωση Penman-Monteith, και τις εξισώσεις της αεροδυναμικής αντίστασης και της αντίστασης επιφάνειας, η μέθοδος FAO Penman-Monteith για τον προσδιορισμό της E_{To} δίνεται από την σχέση που δόθηκε και αναλύθηκε στο 3.2.2.1. κεφάλαιο αυτής της διατριβής.

Η εξίσωση χρησιμοποιεί πρότυπες κλιματολογικές καταγραφές της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιοφάνεια), της θερμοκρασίας του αέρα, της υγρασίας και της ταχύτητας του ανέμου. Για διασφάλιση της ακεραιότητας των υπολογισμών, οι κλιματικές παράμετροι θα πρέπει να μετρούνται στα 2m πάνω από μια εκτεταμένη επιφάνεια γρασιδιού που σκιάζει πλήρως το έδαφος και δεν βρίσκεται κοντά σε νερό (Οικονόμου, 2016).

4.4.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Εκτός από την τοποθεσία, η εξίσωση FAO Penman-Monteith απαιτεί πληροφορίες για τη θερμοκρασία αέρα, την υγρασία, την ακτινοβολία και ταχύτητα του ανέμου, με εβδομαδιαίες, δεκαήμερες ή μηνιαίες μετρήσεις. Είναι σημαντικό να εντοπίσουμε τις μονάδες στις οποίες γίνονται οι καταγραφές των καιρικών πληροφοριών.

Τοποθεσία: Το ύψος πάνω από το επίπεδο της θάλασσας (m) και το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας θα πρέπει να διευκρινιστεί. Αυτές οι

πληροφορίες χρειάζεται να προσαρμοστούν κάποιες καιρικές παράμετροι με τη μέση τοπική τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης και να υπολογίσουν την ακτινοβολία εκτός ατμόσφαιρας (R_a) και σε μερικές περιπτώσεις τις ώρες διάρκειας της ημέρας (N). Στις υπολογιστικές διεργασίες για τα R_a , N , το γεωγραφικό πλάτος εκφράζεται σε ακτίνια. Θετική τιμή χρησιμοποιείται για το βόρειο ημισφαίριο και αρνητική τιμή για το νότιο.

Θερμοκρασία: Οι (μέσες) ημερήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες αέρα σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$) είναι αναγκαίες. Χρησιμοποιώντας τη μέση θερμοκρασία αέρα αντί των μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα, παράγεται χαμηλότερη κορεσμένη πίεση ατμού e_s και ως εκ τούτου χαμηλότερη διαφορά πίεσης ατμού ($e_s - e_a$), και χαμηλότερη υπολογίσιμη εξατμισοδιαπνοή αναφοράς.

Υγρασία: Η (μέση) ημερήσια πραγματική πίεση ατμού e_a σε kPa είναι αναγκαία. Η πραγματική πίεση ατμού όπου δεν είναι διαθέσιμη, μπορεί να υπολογιστεί από τη μέγιστη και ελάχιστη σχετική υγρασία (%), σε ψυχομετρική πληροφορία ή σε θερμοκρασία σημείου δρόσου.

Ακτινοβολία: Η (μέση) ημερήσια καθαρή ακτινοβολία εκφρασμένη σε $\text{MJ}/\text{m}^2 \text{ day}$ είναι αναγκαία. Αυτές οι πληροφορίες δεν είναι συνήθως διαθέσιμες, αλλά μπορούν να παραχθούν από τη (μέση) μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία μετρημένη με πυρανόμετρο, ή από τη (μέση) ημερήσια πραγματική διάρκεια της ηλιοφάνειας (ώρες ανά μέρα) μετρημένη με καταγραφέα ηλιοφάνειας.

Ταχύτητα ανέμου: Η (μέση) ημερήσια ταχύτητα ανέμου (σε m/sec) μετρημένη σε ύψος 2m πάνω από το έδαφος είναι αναγκαία. Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί το ύψος στο οποίο η ταχύτητα του ανέμου θα μετρείται καθώς οι ταχύτητες του ανέμου μετρούμενες σε διαφορετικά ύψη διαφέρουν (Παναγιώτου, 2016).

Ακολουθώντας τα παραπάνω δεδομένα, και τις παραπάνω εξισώσεις, υπολογίστηκαν οι ώρες άρδευσης της καλλιέργειας για το σύνολο της αρδευτικής περιόδου.

4.4.5 Πρόγραμμα άρδευσης καλλιέργειας κατά P-Mon FAO 56

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΣΑΙ Ρ-MON FAO 56														
Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2017	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/17	Eo mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(5) mm	kc	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας In=ETc - ΩB (ETc=Eo*Kc) (4)*(7)-(6) mm	Καθαρές ανάγκες Ida=In(100%) (11) mm	Σταλάκτες ανά φωτό n=St/2*Se	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(q*n)/(St*Sr) mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% It= Ida(100%)/Idh	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
24/3/2017	83	0	3,46	0,0	0	0,95	3,29		1	16	0,00			
25/3/2017	84	1	3,59	0,0	0	0,95	3,41		1	16	0,00			
26/3/2017	85	2	3,60	0,0	0	0,95	3,42		1	16	0,00			
27/3/2017	86	3	0,81	1	0,8	0,95	-0,03	10,12	1	16	0,63	0h 37'	0h 28'	0h 18'
28/3/2017	87	4	2,58	0	0	0,95	2,45		1	16	0,00			
29/3/2017	88	5	3,22	0,0	0	0,95	3,06		1	16	0,00			
30/3/2017	89	6	3,21	0,0	0	0,95	3,05		1	16	0,00			
31/3/2017	90	7	2,80	0,0	0	0,95	2,66		1	16	0,00			
1/4/2017	91	8	3,24	0,0	0	0,95	3,08		1	16	0,00			
2/4/2017	92	9	3,48	0,0	0	0,95	3,31		1	16	0,00			
3/4/2017	93	10	1,31	0,2	0,16	0,95	1,08	17,57	1	16	1,10	1h 06'	0h 50'	0h 33'
4/4/2017	94	11	2,86	0,0	0	0,95	2,72		1	16	0,00			
5/4/2017	95	12	2,43	5,2	4,16	0,95	-1,85		1	16	0,00			
6/4/2017	96	13	2,95	0,00	0	0,95	2,80		1	16	0,00			
7/4/2017	97	14	2,66	6,60	5,28	0,95	-2,75		1	16	0,00			
8/4/2017	98	15	2,97	0,2	0,16	0,95	2,66		1	16	0,00			
9/4/2017	99	16	3,28	0,00	0	0,95	3,12		1	16	0,00			
10/4/2017	100	17	3,38	0,00	0	0,95	3,21	7,78	1	16	0,49	0h 30'	0h 23'	0h 15'

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2017	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/17	Eo mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή $\Omega B=0,8*B$ 0,8*(5) mm	kc	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας $I_n=ET_c - \Omega B$ ($ET_c=E_o*K_c$) (4)*(7)-(6) mm	Καθαρές ανάγκες $I_{da}=I_n(100\%)$ (11) mm	Σταλάκτες ανά φυτό $n=St/2*Se$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*S_r)$ mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% $I_t=I_{da}(100\%)/I_{dh}$	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
11/4/2017	101	18	3,53	1,60	1,28	0,95	2,07		1	16	0,00			
12/4/2017	102	19	3,62	0,00	0	0,95	3,44		1	16	0,00			
13/4/2017	103	20	3,53	0,0	0	0,95	3,35		1	16	0,00			
14/4/2017	104	21	3,98	0,0	0	0,95	3,78		1	16	0,00			
15/4/2017	105	22	4,16	0,00	0	0,95	3,95		1	16	0,00			
16/4/2017	106	23	3,37	0,00	0	0,95	3,20		1	16	0,00			
17/4/2017	107	24	0,74	19,20	15,36	0,95	-14,66	23,01	1	16	1,44	1h 27'	1h 08'	0h 45'
18/4/2017	108	25	3,60	0,00	0	0,95	3,42		1	16	0,00			
19/4/2017	109	26	4,18	0,00	0	0,95	3,97		1	16	0,00			
20/4/2017	110	27	4,93	0,00	0	0,95	4,68		1	16	0,00			
21/4/2017	111	28	3,98	0,00	0	0,95	3,78		1	16	0,00			
22/4/2017	112	29	4,29	0,00	0	0,95	4,08		1	16	0,00			
23/4/2017	113	30	3,76	0,00	0	0,95	3,57		1	16	0,00			
24/4/2017	114	31	4,17	0,00	0	0,95	3,96	8,85	1	16	0,55	0h 37'	0h 28'	0h 18'
25/4/2017	115	32	3,62	0,00	0	0,95	3,44		1	16	0,00			
26/4/2017	116	33	3,77	0,00	0	0,95	3,58		1	16	0,00			
27/4/2017	117	34	4,02	0,00	0	0,95	3,82		1	16	0,00			
28/4/2017	118	35	4,39	0,00	0	0,95	4,17		1	16	0,00			
29/4/2017	119	36	3,66	0,00	0	0,95	3,48		1	16	0,00			
30/4/2017	120	37	3,81	0,20	0,16	0,95	3,46		1	16	0,00			
1/5/2017	121	38	3,71	0,00	0	0,95	3,52	25,91	1	16	1,62	1h 37'	1h 13'	0h 50'
2/5/2017	122	39	4,29	0,00	0	0,95	4,08		1	16	0,00			
3/5/2017	123	40	4,40	0,00	0	0,95	4,18		1	16	0,00			
4/5/2017	124	41	4,47	0,00	0	0,95	4,25		1	16	0,00			

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2017	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/17	Eo mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή $\Omega B=0,8*B$ $0,8*(5)$ mm	kc	Εξατιμ/πνοή Καλλιέργειας $I_n=ET_c - \Omega B$ $(ET_c=E_o*K_c)$ $(4)*(7)-(6)$ mm	Καθαρές ανάγκες $I_{da}=\ln(100\%)$ (11) mm	Σταλάκτες ανά φυτό $n=St/2*Se$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*S_r)$ mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% $I_t=I_{da}(100\%)/I_{dh}$	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
5/5/2017	125	42	5,46	0,00	0	0,95	5,19		1	16	0,00			
6/5/2017	126	43	5,46	0,00	0	0,95	5,19		1	16	0,00			
7/5/2017	127	44	5,49	0,00	0	0,95	5,22		1	16	0,00			
8/5/2017	128	45	5,53	0,00	0	0,95	5,25	31,62	1	16	1,98	1h 59'	1h 30'	1h 00'
9/5/2017	129	46	3,89	0,00	0	0,95	3,70		1	16	0,00			
10/5/2017	130	47	3,25	0,20	0,16	0,95	2,93		1	16	0,00			
11/5/2017	131	48	3,13	0,00	0	0,95	2,97		1	16	0,00			
12/5/2017	132	49	3,70	0,00	0	0,95	3,52		1	16	0,00			
13/5/2017	133	50	5,14	0,00	0	0,95	4,88		1	16	0,00			
14/5/2017	134	51	6,04	0,00	0	0,95	5,74		1	16	0,00			
15/5/2017	135	52	4,68	0,00	0	0,95	4,45	28,99	1	16	1,81	1h 49'	1h 22'	0h 55'
16/5/2017	136	53	1,11	0,00	0	0,95	1,05		1	16	0,00			
17/5/2017	137	54	1,77	0,20	0,16	0,95	1,52		1	16	0,00			
18/5/2017	138	55	0,94	2,40	1,92	0,95	-1,03		1	16	0,00			
19/5/2017	139	56	4,06	0,00	0	0,95	3,86		1	16	0,00			
20/5/2017	140	57	4,51	0,00	0	0,95	4,28		1	16	0,00			
21/5/2017	141	58	3,44	6,80	5,44	0,95	-2,17		1	16	0,00			
22/5/2017	142	59	3,84	0,20	0,16	0,95	3,49	11,96	1	16	0,75	0h 45'	0h 34'	0h 23'
23/5/2017	143	60	3,92	0,00	0	0,95	3,72		1	16	0,00			
24/5/2017	144	61	2,68	7,00	5,6	0,95	-3,05		1	16	0,00			
25/5/2017	145	62	2,31	4,20	3,36	0,95	-1,17		1	16	0,00			
26/5/2017	146	63	2,04	4,60	3,68	0,95	-1,74		1	16	0,00			
27/5/2017	147	64	2,11	2,80	2,24	0,95	-0,24		1	16	0,00			
28/5/2017	148	65	0,50	16,60	13,28	0,95	-12,81		1	16	0,00			

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2017	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/17	Eo mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(5) mm	Kc	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας In=ETc - ΩB (ETc=Eo*Kc) (4)*(7)-(6) mm	Καθαρές ανάγκες Ida=In(100%) (11) mm	Σταλάκτες ανά φυτό n=St/2*Se	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(q*n)/(St*Sr) mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% It= Ida(100%)/Idh	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
29/5/2017	149	66	4,23	0,00	0	0,95	4,02	-11,79	1	16	-0,74	0h 00'	0h 00'	0h 00'
30/5/2017	150	67	4,09	0,00	0	0,95	3,89		1	16	0,00			
31/5/2017	151	68	4,97	0,00	0	0,95	4,72		1	16	0,00			
1/6/2017	152	69	5,31	0,00	0	0,95	5,04		1	16	0,00			
2/6/2017	153	70	5,28	0,00	0	0,95	5,02		1	16	0,00			
3/6/2017	154	71	4,36	10,00	8	0,95	-3,86		1	16	0,00			
4/6/2017	155	72	3,97	0,00	0	0,95	3,77		1	16	0,00			
5/6/2017	156	73	4,77	0,00	0	0,95	4,53	22,60	1	16	1,41	1h 24'	1h 03'	0h 42'
6/6/2017	157	74	4,93	0,00	0	0,95	4,68		1	16	0,00			
7/6/2017	158	75	3,92	0,00	0	0,95	3,72		1	16	0,00			
8/6/2017	159	76	2,38	0,20	0,16	0,95	2,10		1	16	0,00			
9/6/2017	160	77	4,80	0,00	0	0,95	4,56		1	16	0,00			
10/6/2017	161	78	5,13	0,00	0	0,95	4,87		1	16	0,00			
11/6/2017	162	79	0,80	18,00	14,4	0,95	-13,64		1	16	0,00			
12/6/2017	163	80	4,49	1,20	0,96	0,95	3,31	10,83	1	16	0,68	0h 41'	0h 31'	0h 21'
13/6/2017	164	81	4,74	0,00	0	0,95	4,50		1	16	0,00			
14/6/2017	165	82	5,36	0,00	0	0,95	5,09		1	16	0,00			
15/6/2017	166	83	4,42	1,40	1,12	0,95	3,08		1	16	0,00			
16/6/2017	167	84	1,80	0,40	0,32	0,95	1,39		1	16	0,00			
17/6/2017	168	85	2,97	3,60	2,88	0,95	-0,06		1	16	0,00			
18/6/2017	169	86	3,17	2,00	1,6	0,95	1,41		1	16	0,00			
19/6/2017	170	87	4,26	0,00	0	0,95	4,05	18,72	1	16	1,17	1h 11'	0h 53'	0h 35'
20/6/2017	171	88			0	0,95	0,00		1	16	0,00			

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2017	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/17	Eo mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή $\Omega B=0,8*B$ 0,8*(5) mm	kc	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας $I_n=ET_c - \Omega B$ ($ET_c=E_o*K_c$) (4)*(7)-(6) mm	Καθαρές ανάγκες $I_{da}=I_n(100\%)$ (11) mm	Σταλάκτες ανά φυτό $n=St/2*Se$	Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh}=(q*n)/(St*Sr)$ mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% $I_t=I_{da}(100\%)/I_{dh}$	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
21/6/2017	172	89			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
22/6/2017	173	90			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
23/6/2017	174	91			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
24/6/2017	175	92			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
25/6/2017	176	93			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
26/6/2017	177	94			0	0,95	0,00	4,05	1	16	0,25	0h 15'	0h 11'	0h 8'
27/6/2017	178	95			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
28/6/2017	179	96			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
29/6/2017	180	97			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
30/6/2017	181	98			0	0,95	0,00		1	16	0,00			
							210,21	210,21						

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι μέχρι και τέλος Ιουνίου έγιναν 14 αρδεύσεις, μια φορά την εβδομάδα με το χρόνο άρδευσης που αναφέρεται στον πίνακα για κάθε μεταχείριση. Οι συνολικές καθαρές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας μέχρι εκείνη την χρονική περίοδο ήταν 210,21mm.

4.5 Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη έρευνα αφορούσαν, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, μόνο δύο (2) από τις τέσσερις (4) μεταχειρίσεις του συνολικού πειράματος (πλήρης έρευνα) και αυτές ήταν η μεταχείριση που αρδεύτηκε με το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας και εκείνη που δέχτηκε το 75% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν στο ύψος των φυτών, στο βάρος χλωρής και ξηρής παραγωγής (βιομάζα) και αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών. Ακολούθησε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την εξαγωγή αποτελεσμάτων – συμπερασμάτων.

4.5.1 Ύψος φυτών

Για την παρατήρηση του ρυθμού ανάπτυξης στο τσάι του βουνού, έγινε μέτρηση του ύψους των φυτών στις δύο μεταχειρίσεις. Σε κάθε μια από επανάληψη, επιλέχθηκαν τυχαία 10 φυτά για δειγματοληψία, στα οποία και μετρήθηκε το ύψος τους (εικ 4.6).



Εικόνα 4.6.: Μέτρηση ύψους ταξιανθίας (πειραματικός αγρός 3^ο έτος)

Το μέσο ύψος κάθε μεταχείρισης προέκυψε από το σύνολο των φυτών και των τριών επαναλήψεων. Οι μετρήσεις για το ύψος των φυτών έγιναν την ημέρα της συγκομιδής (19/5/2017).

4.5.2 Χλωρό και ξηρό βάρος

Κατά την δειγματοληψία - συγκομιδή (19/5/2017), ζυγίστηκε σε ζυγαριά ακριβείας το χλωρό βάρος του τσαγιού (εικ.4.7).

Στη συνέχεια τα φυτά τσαγιού που κόπηκαν δεματοποιήθηκαν σε δέσμες (εικ.4.8.), και μεταφέρθηκε σε σκιερό, κλειστό θερμοκήπιο με ανοιγόμενα παράθυρα για 10 μέρες έτσι ώστε να αποξηραθεί (εικ.4.9.). Μετά από 10 μέρες ζυγίστηκε το ξηρό βάρος με την ίδια μέθοδο.



Εικόνα 4.7.: Ζύγιση με ζυγό ακριβείας



Εικόνα 4.8.: Δεματοποίηση τσαγιού προς ζύγιση και ξήρανση



Εικόνα 4.9: Αποξήρανση της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο

4.5.3 Αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Για την ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων του τσαγιού θα ακολουθηθεί η εξής διαδικασία:

Ομογενοποιήσαμε (φύλλα, άνθη, στέλεχος μαζί) 3 g δείγματος σε 100 ml βρασμένο αποσταγμένο νερό για 10 min και παραλάβαμε το εκχύλισμα με διήθηση. (Τα 3 g αντιστοιχούν σε μια δόση και τα 100 ml νερό αντιστοιχούν σε ένα φλιτζάνι, ενώ 10 min είναι ο χρόνος παραμονής του τσαγιού στο βρασμένο νερό).

Οι ολικές Φαινόλες εκφράστηκαν ως ισοδύναμο Γαλλικού οξέος με το αντιδραστήριο Folin και η αντιοξειδωτική ικανότητα εκφράστηκε ως Trolox ισοδύναμο αντιοξειδωτικής ικανότητας (TEAC) με την μέθοδο FRAP.

Ωστόσο η διαδικασία εξαγωγής αποτελεσμάτων ποιοτικών χαρακτηριστικών των φυτών του τσαγιού είναι ακόμη σε εξέλιξη, οπότε τα συμπεράσματα αυτά δεν είναι δυνατό να παρουσιαστούν ακόμη.

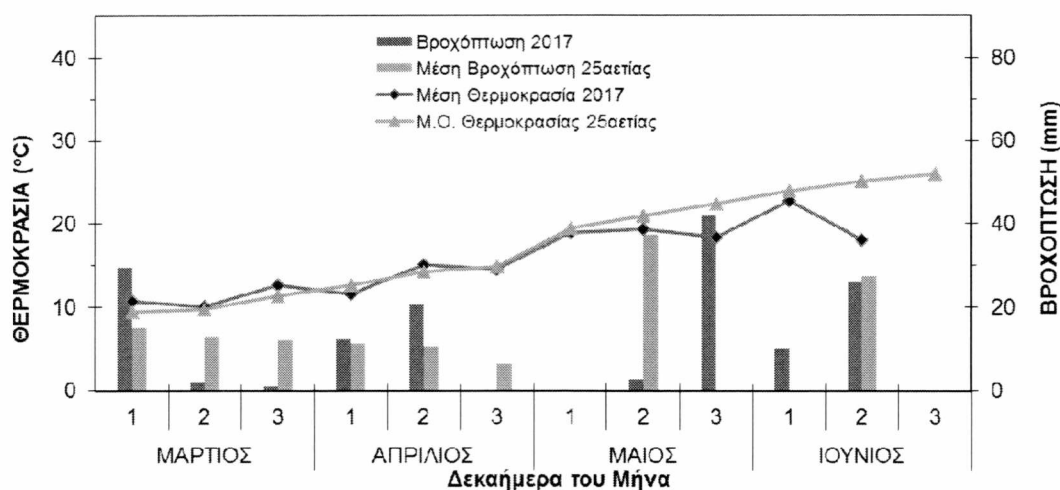
4.5.4 Στατιστική ανάλυση

Για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS v.18. Επειδή έπρεπε να γίνει σύγκριση μεταξύ μέσων όρων κάθε φορά (μεταχειρίσεις 100% και 75%) για το χλωρό και ξηρό βάρος καθώς και για το ύψος των φυτών ενός παράγοντα (ποσότητα δόσης άρδευσης) χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία ONEWAY ANOVA (statistics descriptives, missing analysis και posthoc=duncan lsd alpha (0.05)) του λογισμικού – στατιστικού πακέτου.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Κλιματολογικά δεδομένα

Στο διάγραμμα 5.1. φαίνονται η μέση θερμοκρασία και η ωφέλιμη βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2017 καθώς και οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων της τελευταίας 25αετίας.



Διάγραμμα 5.1. Μέσοι όροι θερμοκρασίας και βροχόπτωσης Μαΐου-Ιουνίου 2017 και των τελευταίων 25 ετών (ανά 10 ήμερο)

Παρατηρούμε στο διάγραμμα 5.1. ότι η βροχόπτωση το 2017 κινήθηκε στα πλαίσια της μέσης βροχόπτωσης της 25ετίας για κάθε μήνα. Ωστόσο παρατηρούμε πως διαφοροποιείται η συχνότητά της από δεκαήμερο σε δεκαήμερο για κάθε μήνα, χωρίς αυτό να επηρεάζει σε κάτι την αρδευόμενη καλλιέργεια του τσαγιού.

Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία, αυτή κινήθηκε “αναλογικά” σε σχέση με τη Μ.Θ. της 25ετίας. Μπορεί να εξαιρεθεί το 3^ο 10ήμερο του Μαΐου και τα πρώτα δύο δεκαήμερα του Ιουνίου όπου παρατηρήθηκε πτώση της θερμοκρασίας.

Οι βροχοπτώσεις και οι θερμοκρασίες μέχρι τη συγκομιδή (15/05/2017) κινήθηκαν σε ευνοϊκά πλαίσια για την καλλιέργεια. Οι αυξημένες βροχοπτώσεις, καθώς και οι χαμηλές για την εποχή θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν το τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου και στη συνέχεια σχεδόν όλο τον Ιούνιο, δεν επηρέασαν την ανάπτυξη, απόδοση και ποιότητα της καλλιέργειας του τσαγιού μιας και σημειώθηκαν αμέσως μετά την συγκομιδή.

Λόγω συνθηκών χαμηλού υψομέτρου συγκομίσαμε σχετικά πρώιμα και έτσι αποφύγαμε της δυσμενείς επιπτώσεις των υψηλών βροχοπτώσεων στα τέλη του Μαΐου. Αξίζει να σημειωθεί, πως σε επίπεδο νομού, η φετινή χρονιά (καλλιεργητική περίοδος 2017) ήταν πολύ χαμηλής ποιότητας σε ότι αφορά την καλλιέργεια του τσαγιού μιας και επηρεάστηκε αρνητικά από της υψηλές βροχοπτώσεις του Μαΐου, διότι σε συνθήκες "βουνού" η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στα τέλη Μαΐου με αρχές Ιουνίου.

5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας

5.2.1 Ύψος Φυτών

Οι μετρήσεις του ύψους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων πραγματοποιήθηκαν στις 15/05/2017 που έγινε και η συγκομιδή της καλλιέργειας και τα ταξιανθίες των φυτών είχαν το μέγιστο ύψος τους. Στο διάγραμμα 5.2. φαίνεται ότι, το μέσο ύψος των φυτών, στη μεταχείριση με δόση άρδευσης στην οποία καλύπτεται το 75% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας έφτασε τα 46,17 cm ενώ στη δεύτερη μεταχείριση στην οποία καλύπτεται το 100% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας έφτασε τα 48,20 cm.



Διάγραμμα 5.2. Μέσος όρος μέγιστου ύψους φυτών για κάθε μεταχείριση.

Είναι φανερό ότι η μεταχείριση 100% προσφέρει μεγαλύτερη ανάπτυξη στα φυτά σε σχέση με την μεταχείριση 50%, αλλά κατά μέσο όρο το μέγιστο ύψος των φυτών διαφέρει ελάχιστα.

Στον πίνακα 5.1. παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων μετά την στατιστική επεξεργασία:

Πίνακας 4. Μέσος όρος και Σημαντικότητα του ύψους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων

Ημερομηνία μέτρησης	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων(cm)	Σημαντικότητα
15/05/2017			0.830
	75%	46,17	
	100%	48,20	

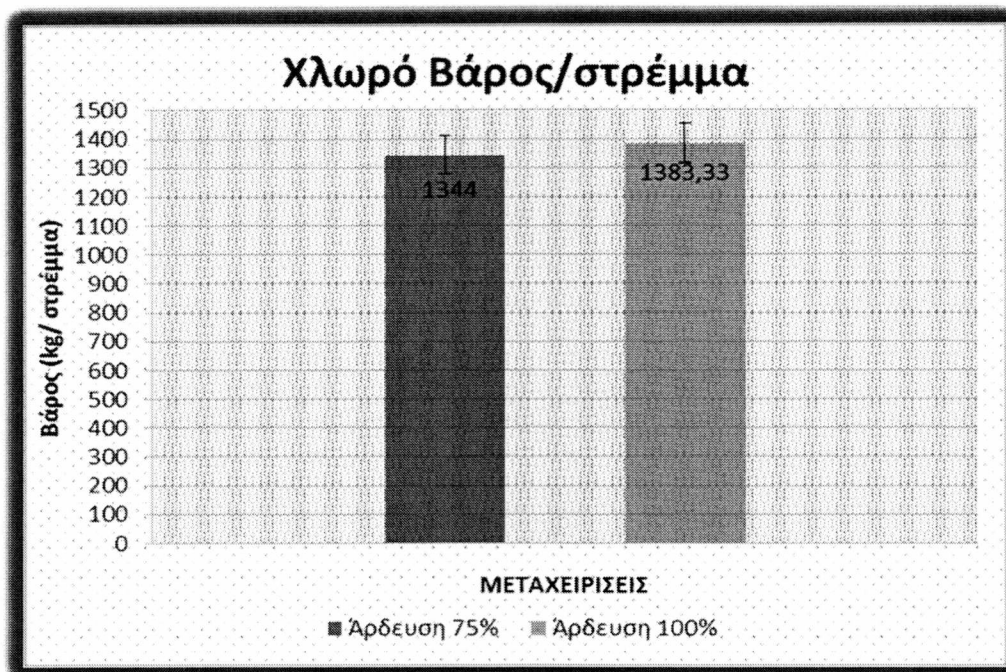
Όπως βλέπουμε πιο πάνω (πίνακας 5.1.), η σημαντικότητα για το μέσο μέγιστο ύψος των φυτών μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων είναι μεγαλύτερη από 0,05 (δείκτης σημαντικότητας), οπότε δεν έχουμε στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

5.2.2 Μέτρηση χλωρού και ξηρού βάρους.

Οι μετρήσεις για το χλωρό βάρος έγιναν την μέρα που έγινε η κοπή και η μέτρηση του ύψους. Οι μετρήσεις για το ξηρό βάρος έγιναν 10 μέρες μετά από την κάθε κοπή. Όπως φαίνεται πιο κάτω (διαγράμματα 5.3. και 5.4.), τα αποτελέσματα ως προς την απόδοση είναι αρκετά υψηλά (μεγάλη παραγωγή) σε σχέση με την μέγιστη απόδοση που επιτυγχάνεται από ένα στρέμμα συγκριτικά με τις αποδόσεις των φυτών με την κοινή καλλιεργητική πρακτική σε μεγάλο υψόμετρο χωρίς άρδευση. Μετά από την καταγραφή των μετρήσεων έγινε υπολογισμός σε βάρος (kg) / στρέμμα.

Στο διάγραμμα 5.3. παρατηρούμε το μέσο όρο του συνολικού χλωρού βάρους από κάθε μεταχείριση. Στα αξιοσημείωτα είναι ότι η διαφορά του συνολικού χλωρού βάρους είναι αρκετά μικρή χωρίς να παρατηρείτε στατιστικώς στατιστική διαφορά. Η μεταχείριση με το 75% άρδευση έχει

συνολικό βάρος 1.344 Kg/στρέμμα και η μεταχείριση με 100% άρδευση 1.383 Kg/στρέμμα.



Διάγραμμα 5.3. Συνολικό χλωρό βάρος

Στον πίνακα 5.2. παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων του χλωρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων μετά την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Πίνακας 5.2.: Μέσος όρος και Σημαντικότητα του χλωρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων

Ημερομηνία μέτρησης	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων (kg/στρ)	Σημαντικότητα
15/05/2017	75%	1.344,00	0.982
	100%	1.383,33	

Στο διάγραμμα 5.4. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το ξηρό βάρος. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν και πάλι ότι και στο συνολικό ξηρό βάρος των 2 μεταχειρίσεων η διαφορά είναι αρκετά μικρή χωρίς να παρατηρείτε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Η μεταχείριση 75% έχει συνολικό βάρος ξηρής παραγωγής 457,6 Kg/στρέμμα και η μεταχείριση 100% 499,5 Kg/στρέμμα.



Διάγραμμα 5.4. Ξηρό βάρος/στρέμμα

Παρατηρείται ότι, όπως και στο συνολικό χλωρό βάρος, έτσι και στο ξηρό η μεταχείριση 100% έχει μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση 75%.

Η υπεροχή του ξηρού βάρους στην μεταχείριση 100% όπως συμβαίνει και στο χλωρό βάρος της παραγωγής της καλλιέργειας εξηγείται από το πώς επηρεάζει ο παράγοντας νερό την ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας.

Τα αποτελέσματα αυτά επαληθεύονται και από τα δυο προηγούμενα χρόνια της έρευνας μιας και οι αντίστοιχες μεταχειρίσεις μας έδωσαν ανάλογα αποτελέσματα.

Στον πίνακα 5.3. παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ξηρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων για την καλλιεργητική περίοδο 2017.

Πίνακας 5.3.: Μέσος όρος και Σημαντικότητα του ξηρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων

Ημερομηνία μέτρησης	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων (kg/στρ)	Σημαντικότητα
25/05/2017	75%	457,6	0.453
	100%	499,5	

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η επίδραση της πλήρους και της ελλειμματικής άρδευσης στα αναπτυξιακά, παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του φυτού «τσάι του βουνού» σε χαμηλό υψόμετρο αρδευόμενο με σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης.

Από τη μελέτη και σύγκριση των αποτελεσμάτων, για τις μεταχειρίσεις 75% και 100% στην πειραματική διερεύνηση της καλλιέργειας του φυτού «τσάι του βουνού», εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

Το τσάι του βουνού, όπως υποδηλώνει και η ονομασία του, είθισται να καλλιεργείται σε συνθήκες μεγάλων υψομέτρων. Η συγκεκριμένη έρευνα αποδεικνύει ξεκάθαρα πως το φυτό «τσάι του βουνού» μπορεί να καλλιεργηθεί και σε χαμηλά υψόμετρα (κάμπους) με την προϋπόθεση της άρδευσης.

Η μέθοδος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι η πλέον επικρατέστερη μεταξύ των σύγχρονων και των παραδοσιακών μεθόδων άρδευσης για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων. Αυτό οφείλεται στην άμεση διοχέτευση του αρδευτικού νερού απευθείας στην επιφάνεια του φυτού και ακολούθως στο τμήμα του ενεργού ριζοστρώματος με την ταυτόχρονη διατήρηση ικανοποιητικών τιμών εδαφικής υγρασίας μετά το πέρας της κάθε εφαρμογής και για ικανό χρονικό διάστημα.

Η παραγωγή τόσο σε χλωρή όσο και σε ξηρή βιομάζα είναι αρκετά αυξημένη σε σχέση με τις μέγιστες αναμενόμενες αποδόσεις της καλλιέργειας. Αυτό οφείλεται στο ότι η καλλιέργεια βρισκόταν ήδη στην τρίτη της χρονιά (μέγιστη απόδοση παραγωγής 3^ο με 4^ο έτος καλλιέργειας) και αρδευόταν ικανοποιητικά.

Στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για κάθε μεταχείριση που μελετήθηκε, παρατηρήθηκαν πολύ μικρές διαφορές ανάμεσα στα ύψη και στις αποδόσεις μεταξύ τους.

Οι βροχοπτώσεις και οι θερμοκρασίες μέχρι την συγκομιδή κινήθηκαν σε ευνοϊκά πλαίσια για την καλλιέργεια. Οι ασταθείς και η μη φυσιολογικές για την εποχή κλιματολογικές συνθήκες που ακολούθησαν, με έντονες βροχοπτώσεις και χαμηλές θερμοκρασίες, στα τέλη Μαΐου και αρχές Ιουνίου, δεν επηρέασαν αρνητικά την καλλιέργεια όπως συνέβη στις γύρω ορεινές περιοχές στην

αντίστοιχη καλλιέργεια διότι σε συνθήκες χαμηλού υψομέτρου, πρωίμισε η παραγωγή του.

Από την διακύμανση των τιμών των μετρήσεων και μέσω της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης της καλλιέργειας (το ύψος των φυτών), δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους οι δύο μεταχειρίσεις.

Από την διακύμανση των τιμών των μετρήσεων και μέσω της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε σε ότι αφορά τα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας τόσο για το χλωρό όσο και για το ξηρό βάρος της παραγωγής, συμπεραίνουμε πως δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους οι δύο μεταχειρίσεις.

Επομένως αφού οι μέσοι όροι των μετρήσεων, τόσο στα παραγωγικά όσο και στα αναπτυξιακά χαρακτηριστήκα της καλλιέργειας, δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους συμπεραίνεται ότι, η ελλειμματική άρδευση (μεταξύ των 75% και 100% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας) είναι εξίσου ικανοποιητική (σε ότι αφορά την τρίτη καλλιεργητική περίοδο) δίνοντας ικανοποιητικές αποδόσεις με επίτευξη μεγάλη εξοικονόμηση αρδευτικού νερού.

ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ali, M.H., 2011. Practices of Irrigation & On-Farm Water Managment: Volume 2. Springer, New York.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements - FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Irrigation and Drainage 300, 300.
- Aligiannis N., E. Kalpoutzakis, I. B. Chinou, and S. Mitakou, 2001 E. Gikas and A. Tsarbopoulos, 2001. Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of Five Taxa of Sideritis from Greece J. Agric. Food Chem., 49 811-815.
- Charami M.T., Lazari D., Karioti A., Skaltsa H., Hadjipavlou-Litina D., and Souleles C.,2008. Antioxidant and Antiinflammatory Activities of Sideritis perfoliata subsp. Perfoliata (Lamiaceae), Phytother. Res. 22, 450–454.
- Chartzoulakis, K., Bertaki, M., 2015. Sustainable Water Management in Agriculture under Climate Change. Agriculture and Agricultural Science Procedia 4, 88–98.
- Demo A., C. Petrakis, P. Kefalas, and Dimitrios Boskou. 1998. Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. Food Research International, Vol. 31, No. 5, pp. 351-354.
- EC, 2012. A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament.
- EC, 2007. Addressing the Challenge of Water Scarcity and Droughts in the European Union. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament.
- EC, 2000. Water Framework Directive-Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy.
- FAO, 2011. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW)-Managing Systems at Risk. Food and Agriculture

Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.

Floca , Voyadjis , Iconomou. 1981. Etude chimique de Sideritis scardica. University de Thessaloniki.

Fokialakis N., Kalpoutzakis E., Tekwani B.L., Khan S.I., Kobaisy M., Skaltsounis A.L., Duke O.,2007. Evaluation of the antimalarial and antileishmanial activity of plants from the Greek island of Crete, J. Nat. Med., 61, 38–45.

Gabrieli C., E. Kokkalou. 1990. A Glucosylated Acyflavone from Sideritis raeseri. Phytochemistry , Vol. 29, No. 2 pp. 681 683.

Giouvanis V., Sklavounos K., Avlogiaris I., Papanikolaou C., Wogiatzi E. and Sakellariou – Makrantonaki M., 2017. Full and deficit irrigation of “Mountain Tea” plant, at low altitude (first growing season). 15th International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece, 31 August to 2 September (in press).

Gonzalez-Burgos E., Carretero M.E., Gomez-Serranillos M.P.,2011. Sideritis spp.: Uses, chemical composition and pharmacological activities A Review, Journal of Ethnopharmacology, 135,209–225.

ICID/FAO, 1995. Irrigation Scheduling: From Theory to Practice□: Proceedings of the ICID/FAO Workshop on Irrigation Scheduling, Rome, Italy, 12-13 September 1995. Rome.

Ji, R., Qi, L., Huo, Z., 2012. Design of Fuzzy Control Algorithm for Precious Irrigation System in Greenhouse, in: Li, D., Chen, Y. (Eds.), CCTA 2011, Part III, IFIP AICT 370. IFIP International Federation for Information Processing, pp. 278–283.

Koedam A. 1986. Volatile Oil Composition of Greek Mountain Tea Sideritis spp. J. Sci. Food Agric., 36, 681-684.

Sakellariou-Maktantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrlas, P. and Kapetanios, B. (2002). Water saving using modern irrigation methods. Hydorama 2002, pp 96–102.

Taylor, S.A., Ashcroft, G.L., 1972. Physical Edaphology: The Physics of Irrigated and Nonirrigated Soils. W.H. Freeman, San Francisco, CA.

UNEP, 2006. UNEP Annual Report.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανάσης Ε., 1976. Τα φαρμακευτικά βότανα της Ελλάδας: ονομασία, ιστορία, βοτανικοί χαρακτήρες, χρησιμότητες, φαρμακευτικές ιδιότητες, καλλιέργεια. Μακρής.
- Αυλογιάρης Η., 2016. Αποτελέσματα της ανάπτυξης του φυτού "Τσάι του Βουνού" σε χαμηλό υψόμετρο με την εφαρμογή άρδευσης (πρώτη καλλιεργητική περίοδος). Πτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Γεννάδιος Π., 1959. Λεξικόν Φυτολογικόν, Γκιούρδα.
- Γκέργκης Β., Ν. Αργυριαδη-Γιαννοβιτς, Κ. Πούλος. 1990. Εκχυλιση μα υγρό διοξείδιο του άνθρακα και Freon-11 του φυτού *Sideritis Labiate* (Τσάι του Βουνού) με σκοπό τη μελέτη του αρωματός του. 2° Συνέδριο Χημείας Ελλάδος- Κύπρου.
- Γκόλιαρης Α. 1984. Το Τσάι του βουνού, από αυτοφυές τώρα στην καλλιέργεια. Υπουργείο Γεωργίας " Τα Αγροτικά" Τεύχος 16 : 29-31.
- Θανασούλια Β., Σιατής Ν., 2008. Περί βοτάνων: πλήρης οδηγός βοτάνων, μορφολογία, ιδιότητες, τρόποι χρήσης. Αγγελάκη.
- Μήτσιος, Ι., Τούλιος Μ., Χαρούλης Α., Γάτσιος Φ. και Φλωράς Σ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός Χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεσίνου. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.
- Οικονόμου Ν., 2016. Ευφυής έλεγχος με ασαφή λογική για τον αυτοματισμό ενός συστήματος άρδευσης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Παναγιώτου Λ., 2016. Πειραματική διερεύνηση ανάπτυξης του φυτού "τσάι του βουνού" με την εφαρμογή άρδευσης (1η καλλιεργητική περίοδος). Πτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1984. Αρχές και Πρακτική των Αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Penelope Ody,(2000),:Πλήρης οδηγος φαρμακευτικων βοτανων, Γιαλλελής

&Σια Αθήνα, ISBN 960-7555-03-1, σελ.190

- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2000). Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σελ. 157-164.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Παπαλέξης, Δ. Δαναλάτος, Ν. Βουλτσάνης Π. και Νάκος, Ν. (2003). Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του σόργου στην κεντρική Ελλάδα. 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 183 - 190.
- Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη Μ., 2003. «Σημειώσεις αρδεύσεων>Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- Σκλαβούνος Κ., 2016. Πλήρης και ελλειμματική άρδευση του φυτού "Τσάι του Βουνού" στον Θεσσαλικό κάμπο (πρώτη καλλιεργητική περίοδος). Πτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Σκρουμπής Βύρων 1985, Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια, ΓΙΑΧΟΥΔΗ-ΓΙΑΠΟΥΛΗ Ο.Ε., ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ σελ 190.
- Τερζίδης, Α. Γ. και Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ. (1997). Γεωργική υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 227.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ONEWAY IPSOS BY TREATMENTS

```
/STATISTICS DESCRIPTIVES  
/PLOT MEANS  
/MISSING ANALYSIS  
/POSTHOC=TUKEY DUNCAN ALPHA(0.05) .
```

Oneway

[DataSet1] D:\User\Desktop\ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ\ΤΣΑΙ 2017.sav

Descriptives

IPSOS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	30	37,5667	9,81443	1,79186	33,9019	41,2314	22,00	58,00
2,00	30	43,8000	9,43362	1,72233	40,2774	47,3226	27,00	61,00
3,00	30	46,1667	9,11642	1,66442	42,7625	49,5708	33,00	64,00
4,00	30	48,2000	8,61194	1,57232	44,9842	51,4158	35,00	63,00
Total	120	43,9333	9,97790	,91085	42,1298	45,7369	22,00	64,00

ANOVA

IPSOS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1912,333	3	637,444	7,443	,000
Within Groups	9935,133	116	85,648		
Total	11847,467	119			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:IPSOS

	(I) TREATMENTS	(J) TREATMENTS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	1,00	2,00	-6,23333*	2,38953	,050	-12,4620	-,0046
		... 3,00	-8,60000*	2,38953	,003	-14,8287	-2,3713
		4,00	-10,63333*	2,38953	,000	-16,8620	-4,4046
	2,00	1,00	6,23333*	2,38953	,050	,0046	12,4620
		... 3,00	-2,36667	2,38953	,755	-8,5954	3,8620
		4,00	-4,40000	2,38953	,259	-10,6287	1,8287
	... 3,00	1,00	8,60000*	2,38953	,003	2,3713	14,8287
		... 2,00	2,36667	2,38953	,755	-3,8620	8,5954
		4,00	-2,03333	2,38953	,830	-8,2620	4,1954
	4,00	1,00	10,63333*	2,38953	,000	4,4046	16,8620
		... 2,00	4,40000	2,38953	,259	-1,8287	10,6287
		3,00	2,03333	2,38953	,830	-4,1954	8,2620

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

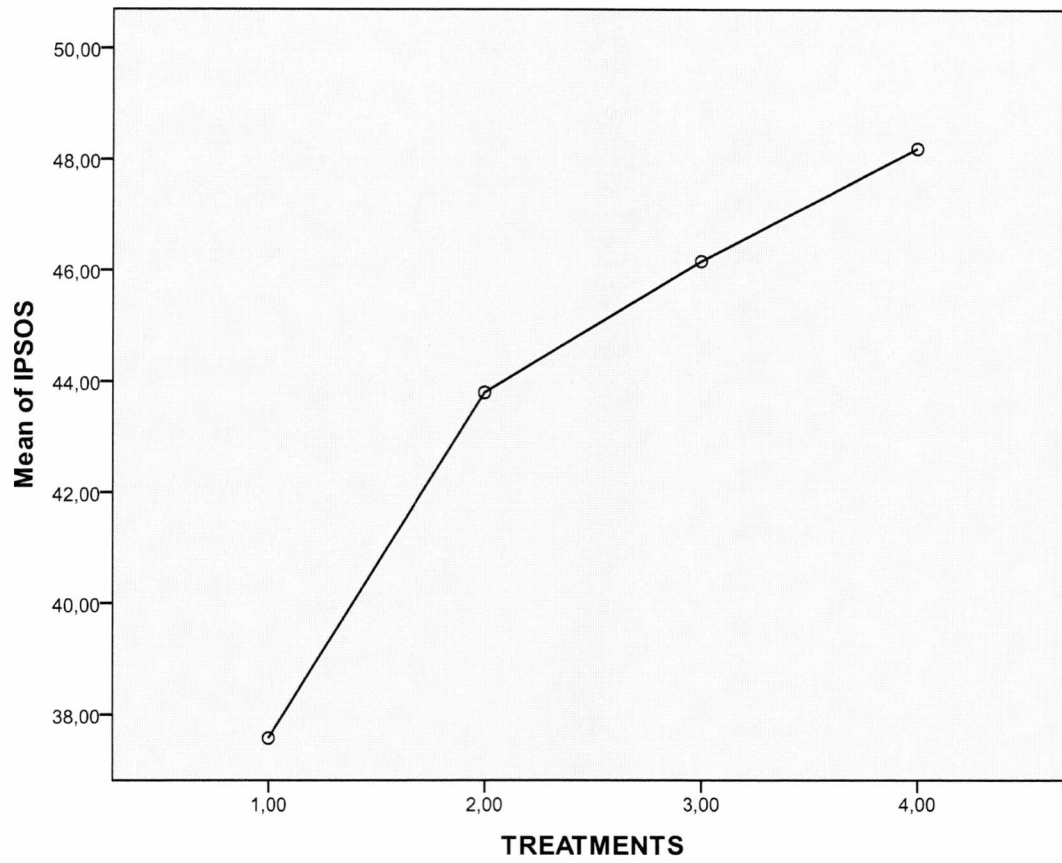
Homogeneous Subsets

IPSOS				
TREATMENTS		N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	1,00	30	37,5667	
	2,00	30		43,8000
	... 3,00	30		46,1667
	4,00	30		48,2000
	Sig.			1,000
Duncan ^a	1,00	30	37,5667	
	2,00	30		43,8000
	... 3,00	30		46,1667
	4,00	30		48,2000
	Sig.			1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

Means Plots



ONEWAY XLORO KSIRO BY TREATMENTS2

/STATISTICS DESCRIPTIVES
 /PLOT MEANS
 /MISSING ANALYSIS
 /POSTHOC=TUKEY DUNCAN ALPHA(0.05).

Oneway

[DataSet1] D:\User\Desktop\TSAI TOY BOYNOY\TSAI 2017.sav

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
XLORO	1,00	663,3333	20,81666	12,01850	611,6219	715,0448	640,00	680,00
	2,00	1006,6667	37,85939	21,85813	912,6187	1100,7146	980,00	1050,00
	3,00	1344,0000	249,37522	143,97685	724,5176	1963,4824	1172,00	1630,00
	4,00	1383,3333	65,06407	37,56476	1221,7052	1544,9614	1320,00	1450,00
	Total	12	1099,3333	323,92180	93,50817	893,5232	1305,1434	640,00
SIRO	1,00	228,3333	7,63763	4,40959	209,3604	247,3062	220,00	235,00
	2,00	400,0000	26,45751	15,27525	334,2759	465,7241	380,00	430,00
	3,00	457,6667	39,39966	22,74741	359,7925	555,5409	424,00	501,00
	4,00	500,0000	46,35731	26,76440	384,8421	615,1579	448,00	537,00
	Total	12	396,5000	111,66386	32,23458	325,5522	467,4478	220,00

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
XLORO	Between Groups	1017602,667	3	339200,889	19,869	,000
	Within Groups	136576,000	8	17072,000		
	Total	1154178,667	11			
KSIRO	Between Groups	128237,667	3	42745,889	38,340	,000
	Within Groups	8919,333	8	1114,917		
	Total	137157,000	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable	(I) TREATMENTS2	(J) TREATMENTS2	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
XLORO	1,00	2,00	-343,33333*	106,68333	,049	-684,9709	-1,695	
		3,00	-680,66667*	106,68333	,001	-1022,3042	-339,029	
		4,00	-720,00000*	106,68333	,001	-1061,6376	-378,362	
	2,00	1,00	343,33333*	106,68333	,049	1,6958	684,970	
		3,00	-337,33333	106,68333	,053	-678,9709	4,304	
		4,00	-376,66667*	106,68333	,032	-718,3042	-35,029	
	3,00	1,00	680,66667*	106,68333	,001	339,0291	1022,304	
		2,00	337,33333	106,68333	,053	-4,3042	678,970	
		4,00	-39,33333	106,68333	,982	-380,9709	302,304	
	4,00	1,00	720,00000*	106,68333	,001	378,3624	1061,637	
		2,00	376,66667*	106,68333	,032	35,0291	718,304	
		3,00	39,33333	106,68333	,982	-302,3042	380,970	
KSIRO	Tukey HSD	1,00	2,00	-171,66667*	27,26312	,001	-258,9728	-84,360
			3,00	-229,33333*	27,26312	,000	-316,6394	-142,027
			4,00	-271,66667*	27,26312	,000	-358,9728	-184,360
	2,00	1,00	171,66667*	27,26312	,001	84,3606	258,972	
		3,00	-57,66667	27,26312	,227	-144,9728	29,639	
		4,00	-100,00000*	27,26312	,026	-187,3061	-12,693	

3,00	1,00	229,33333*	27,26312	,000	142,0272	316,639
	2,00	57,66667	27,26312	,227	-29,6394	144,972
	4,00	-42,33333	27,26312	,453	-129,6394	44,972
4,00	1,00	271,66667*	27,26312	,000	184,3606	358,972
	2,00	100,00000*	27,26312	,026	12,6939	187,306
	3,00	42,33333	27,26312	,453	-44,9728	129,639

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

XLORO					
TREATMENTS2	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	
Tukey HSD ^a	1,00	3	663,3333		
	2,00	3		1006,6667	
	3,00	3		1344,0000	1344,0000
	4,00	3			1383,3333
	Sig.		1,000	,053	,982
Duncan ^a	1,00	3	663,3333		
	2,00	3		1006,6667	
	3,00	3			1344,0000
	4,00	3			1383,3333
	Sig.		1,000	1,000	,722

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

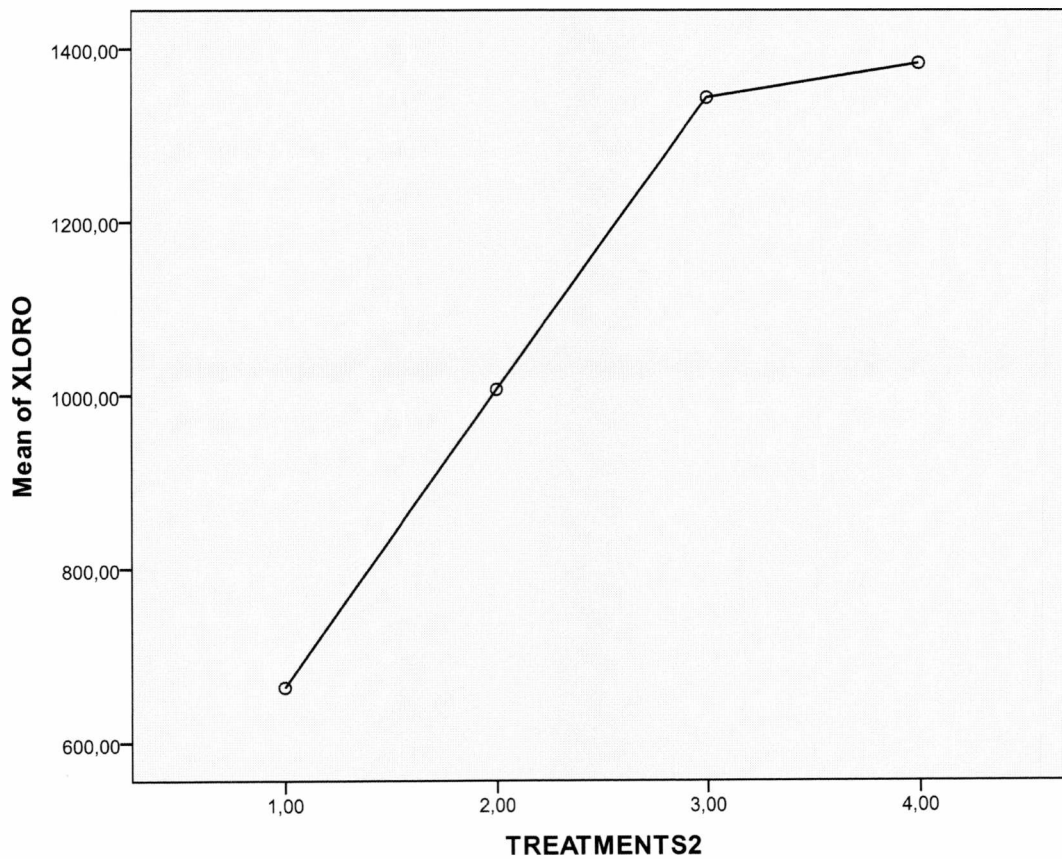
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

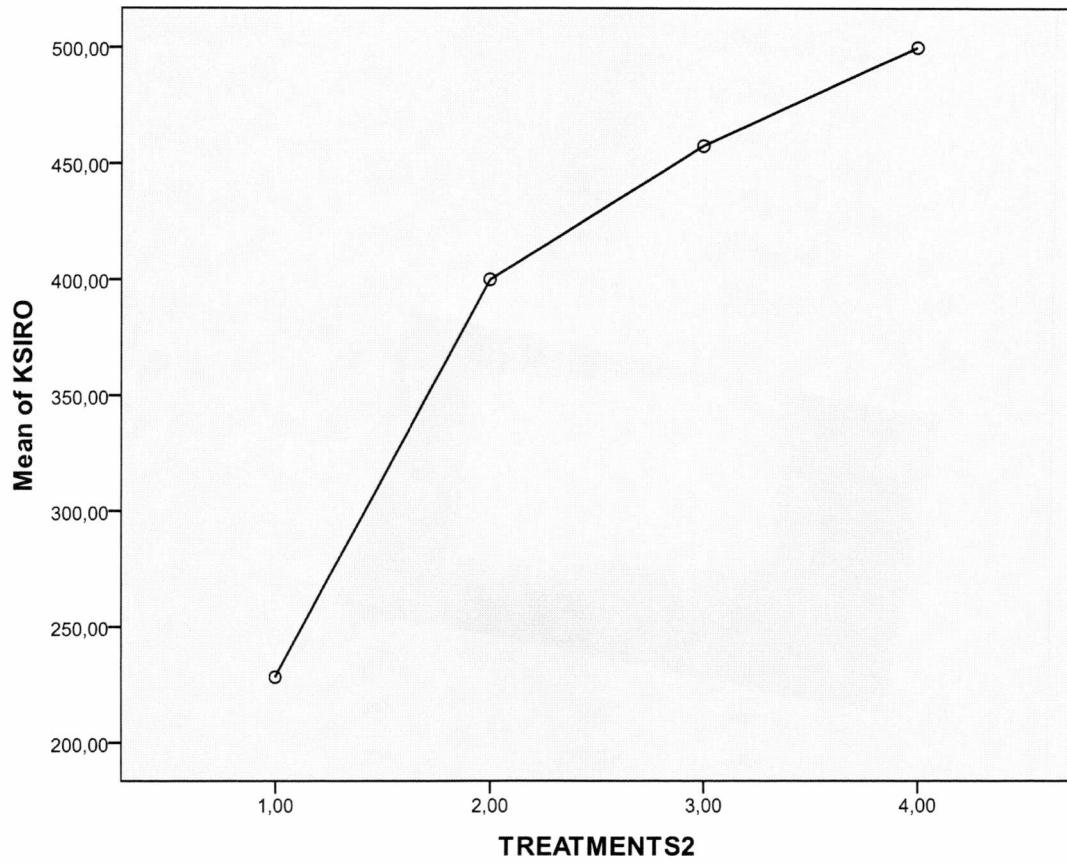
KSIRO

TREATMENTS2	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	
Tukey HSD ^a	1,00	3	228,3333		
	2,00	3		400,0000	
	3,00	3		457,6667	457,6667
	4,00	3			500,0000
	Sig.		1,000	,227	,453
Duncan ^a	1,00	3	228,3333		
	2,00	3		400,0000	
	3,00	3		457,6667	457,6667
	4,00	3			500,0000
	Sig.		1,000	,067	,159

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.







ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000143864