



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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Τέταρτη καλλιεργητική περίοδος της καλλιέργειας *Sideritis raeseri* με σκοπό την σύγκριση πλήρους και ελλειματικής άρδευσης»



ΣΠΑΝΟΘΥΜΙΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ 2021

«Τέταρτη καλλιεργητική περίοδος της καλλιέργειας *Sideritis raeseri* με σκοπό την σύγκριση πλήρους και ελλειματικής άρδευσης»

«Full and deficit irrigation on *Sideritis raeseri* cultivation - Fourth season study»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. Νικόλαος Κατσούλας, επιβλέπων, Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος).

2. Δημήτριος Καλφούντζος, μέλος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος).

3. Χρήστος Παπανικολάου, μέλος, Διδάσκων 407/80 Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος).

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 μεταπτυχιακών 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 στην Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή 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 κ. Γιουβάνη Βασίλειο Διδάκτορα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την βοήθεια τους σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1. ΤΟ ΦΥΤΟ «ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ»	9
1.2. ΟΝΟΜΑΣΙΑ	9
1.3. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ.....	9
1.4. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	10
1.4.1. Είδη Sideritis στην Ελλάδα και βοτανική περιγραφή.....	10
1.4.2. Οικολογικό περιβάλλον ανάπτυξης.....	14
1.4.3. Καλλιέργεια του τσαγιού	14
1.4.4. Πολλαπλασιασμός	14
1.5. ΦΥΤΕΥΣΗ-ΕΠΟΧΗ.....	15
1.5.1. Προετοιμασία-εγκατάσταση φυτείας.....	15
1.5.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	16
1.5.3. Καταπολέμηση ζιζανίων	17
1.5.4. Λίπανση	18
1.5.5. Άρδευση.....	18
1.5.6. Εχθροί και ασθένειες.....	18
1.6. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ-ΞΗΡΑΝΣΗ.....	18
1.7. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	20
1.8. ΚΟΣΤΟΣ.....	21
1.9. ΑΠΟΛΟΣΕΙΣ.....	21
1.10. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	21

1.10.1 Αιθέρια έλαια	22
1.10.2 Διτερπένια	23
1.10.3 Πολυφαινόλες.....	24
1.10.4 Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων	25
1.10.5 Παραλαβή αιθέριου ελαίου.....	25
1.11. ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	26
1.12. ΧΡΗΣΕΙΣ- ΠΡΟΪΟΝΤΑ	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	28
2.1. ΑΡΔΕΥΣΗ ΓΕΝΙΚΑ	28
2.2. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	30
2.3. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	31
2.4. ΟΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ.....	31
2.5. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	31
2.5.1. Επιφανειακή στάγδην άρδευση.....	32
2.5.2. Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	32
2.6 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ (ΕΤ).....	33
2.6.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή	34
2.6.2. Μέθοδοι προσδιορισμού της εξατμισοδιαπνοής.....	34
2.6.3. Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς και φυτικός συντελεστής (Κc)	34
2.6.4. Το μοντέλο Penman-Monteith.....	36
2.7. ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗ	37
2.8. ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ.....	37
2.9. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	39
3.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	39

3.2. ΓΕΝΙΚΑ	39
3.3. ΧΑΡΑΞΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ.....	39
3.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	40
3.5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ.....	40
3.6. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ-ΞΗΡΑΝΣΗ.....	41
3.7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ	42
3.7.1. Ύψος φυτών.....	42
3.7.2. Χλωρό και ξηρό βάρος	42
3.7.3. Στατιστική ανάλυση.....	43
2.8. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	43
3.9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ Ρ-MON FAO 56	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	47
4.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	47
4.1.1. Κλιματολογικά δεδομένα	47
4.2. Αποτελέσματα ανάλυσης αναπτυξιακών και παραγωγικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας.....	48
4.2.1. Ύψος Φυτών	48
4.2.2. Μέτρηση χλωρού και ξηρού βάρους.....	49
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	52
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	54
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	58

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πείραμα μου πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με σκοπό την μελέτη των παραγωγικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του αρωματικού φυτού «τσάι του βουνού», εφαρμόζοντας στην καλλιέργεια διαφορετικές δόσεις άρδευσης.

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

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε πειραματικό αγρό όπου εφαρμόστηκε πειραματικό σχέδιο από ένα πλήρες τυχαιοποιημένο σχέδιο με 4 μεταχειρίσεις σε 3 επαναλήψεις, έχοντας ως μέθοδο άρδευσης την επιφανειακή στάγδην άρδευση. Οι 4 μεταχειρίσεις περιλάμβαναν αυτήν που κάλυπτε το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, το 75%, το 50% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας και το μάρτυρα όπου δεν εφαρμόστηκε καθόλου άρδευση (0%). Ο προσδιορισμός της ποσότητας νερού που χορηγήθηκε στη μεταχείριση 100% έγινε με βάση την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET₀), η οποία υπολογίστηκε σύμφωνα με την εξίσωση FAO-56 Penman-Monteith.

Στην συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στο ύψος, στο χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η μεταχείριση ελλειματικής άρδευσης, υπερείχε στα αποτελέσματα των ποιοτικών χαρακτηριστικών καθώς και στην αποδοτικότητα χρήσης νερού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ελλάδα διαθέτει ιδιαίτερος πλούσιους φυτογενετικούς πόρους και υψηλό αριθμό διαφορετικών φυτών, παρά την μικρή έκτασή της. Έτσι, η φυτική βιοποικιλότητά της θεωρείται από τις πλουσιότερες της Ευρώπης. Οι αυτόχθονοι φυτογενετικοί της πόροι περιλαμβάνουν περισσότερα από 6000 αυτοφυή φυτικά είδη και υποείδη, τα οποία αποτελούν το 50% περίπου των αυτοφυών φυτών ολόκληρης της Ευρώπης. Εξ' αυτών, μεγάλο ποσοστό (13-15% περίπου) είναι ενδημικά φυτά της Ελλάδας, δηλαδή δεν συναντώνται σε κανένα άλλο μέρος του πλανήτη, ενώ πολλά είναι σπάνια ή απειλούμενα (Μαλούπα κ.ά., 2013).

Κατά συνέπεια, στην Ελλάδα απαντάται ένας μεγάλος αριθμός αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τα οποία φύονται είτε σε μία περιορισμένη έκταση (περιοχή), είτε σε ένα βιότοπο ή ακόμη και σε ολόκληρη τη χώρα. Τα σπάνια ή απειλούμενα είδη χαρακτηρίζονται από υψηλή ποικιλότητα απόδοσης σε αιθέρια έλαια, εν συγκρίσει με τα ενδημικά είδη. Σύμφωνα με τον Κοκκίνη (2008) έχουν καταγραφεί 2000 είδη περίπου φυτών που παράγουν αιθέρια έλαια.

1.1 ΤΟ ΦΥΤΟ «ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ

Σε πολλά είδη του γένους *siberitis* αποδίδεται η ονομασία τσάι του βουνού. Οι περιοχές που συναντάμε είδη του γένους *siberitis* είναι περιοχές της Μεσογείου όπως στην Ισπανία, τη Γαλλία, την Ιταλία, την Κύπρο, τη Μικρά Ασία τα παράλια της Βορείου Αφρικής, όμως ορισμένα είδη έχουν εντοπιστεί και στην Ιαπωνία το Μεξικό και το Περού (Γαβριέλη, 2006). Μερικά είδη κατάγονται από την Ελλάδα και είναι αυτοφυή και ενδημικά σε συγκεκριμένες περιοχές της χώρας μας, τα βρίσκονται δηλαδή αποκλειστικά και μόνο στις συγκεκριμένες περιοχές ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε τα είδη που φύονται στον Όλυμπο στον Παρνασσό (Δόρδας, 2012).

1.2 ΟΝΟΜΑΣΙΑ

Εκτός από την κοινή ονομασία τσάι του βουνού το επιστημονικό όνομα είναι σιδερίτης. Μερικές εκδοχές που έχουν δοθεί για την ονομασία είναι ότι προέρχεται είτε λόγω της Μεγάλης περιεκτικότητας σε σίδηρο είτε τις χρήσεις του φυτού για τη θεραπεία πληγών οι οποίες προήλθαν από σιδερένια αντικείμενα. Υπάρχει όμως και μία τρίτη εκδοχή η οποία αναφέρει ότι το όνομα προέρχεται από το σχήμα του άνθους, τα οποία μοιάζουν με αιχμή λόγχης (Γεννάδιος, 1959).

1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Τα είδη του γένους *Sideritis* ανήκουν στην οικογένεια των Χειλανθών (*Lamiaceae*), μία οικογένεια που περιλαμβάνει 6.700 είδη ποωδών και ημι-θαμνωδών φυτών, τα οποία συνήθως παράγουν αιθέρια έλαια και αναγνωρίζονται από τον τετράγωνο βλαστό, τα συνήθως αντίθετα φύλλα, τον ακτινόμορφο ή δίχειλο κάλυκα με 4 ή 5 οδόντες και τη συμπέταλη, συνήθως δίχειλη στεφάνη. Πολλά από τα είδη της οικογένειας απαντώνται στη λεκάνη της Μεσογείου και την Ελλάδα να αριθμεί γύρω στα 35 είδη. Ανάμεσα τους περιλαμβάνονται η σάλβια, το φασκόμηλο, το θυμάρι, η ρίγανη, η μέντα, η λεβάντα, ο βασιλικός και πολλά άλλα. Η βοτανική ταξινόμηση του γένους *Sideritis* δίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Βοτανική ταξινόμηση του γένους *Sideritis* (Gonzalez-Burgos et al., 2011)

Βασίλειο	Plantae (Φυτά)
Συνομοταξία	Angiosperms (Αγγειόσπερμα)
Ομοταξία	Δικοτυλήδονα(Magnoliopsida)
Τάξη	Lamiales (Λαμιώδη)
Οικογένεια	Lamiaceae (Χειλανθή)
Γένος	<i>Sideritis</i> (Σιδηρίτης)

1.4 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το Ελληνικό Τσάι του Βουνού είναι πολυετές φυτό, ανήκει στην οικογένεια των χειλανθών (*Lamiaceae*) και στο γένος *Sideritis* (Εικόνα 2). Το επιστημονικό του όνομα είναι *Sideritis spp.* (Gonzalez-Burgos et al., 2011). Αποτελεί πολυετές φυτό πόα, αποξυλωμένη στη βάση και τριχωτή. Συνήθως είναι πολύ αρωματική λόγω του περιεχομένου αιθέριου ελαίου. Τα φύλλα είναι οδοντωτά και τα άνθη είναι λευκά ή κίτρινα και συνήθως σχηματίζουν στάχυ. Ο κάλυκας είναι κωνοειδής με 10 νευρώσεις και 5 οδόντες διαταγμένους σε δύο χειίλη. Το επάνω χείλος αποτελείται από δύο συμφυή πέταλα, ενώ το κάτω καταλήγει σε τρεις λοβούς, από τους οποίους ο μεσαίος είναι ο μεγαλύτερος (Εικόνα 1). Οι στήμονες είναι τέσσερις και οι μπροστινοί δύο είναι μεγαλύτεροι σε μήκος από τους άλλους δύο. Ο στύλος καταλήγει σε δύο άνισα στίγματα. Η ωοθήκη είναι δίχωρη, ενώ με ψευδή διαφράγματα γίνεται τετράχωρη. Οι καρποί είναι τέσσερα κάρνα που περικλείουν από ένα σπέρμα (Ανάσης, 1976; Θαναπούλια και Σιατής, 2008).



ΕΙΚΟΝΑ 1.Μέρη του φυτού *Sideritis* (Ανάσης, 1976) **ΕΙΚΟΝΑ 2.**Τσάι του Βουνού

1.4.1. Είδη *Sideritis* στην Ελλάδα και βοτανική περιγραφή

Τα κυριότερα είδη που αυτοφύονται στην Ελλάδα και παρουσιάζουν ενδιαφέρον είναι τα εξής (Σκρουμπής, 1998; Ανάσης, 1976):

Sideritis athoa. Κοινώς λέγεται τσάι βλάχικο, και στο Άγιο Όρος μπεττόνικα (Εικόνα 3). Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 40cm, όπου καλύπτεται ολόκληρο με μικρές αδενώδεις τρίχες. Ο βλαστός είναι όρθιος απλός ή διακλαδισμένος και ξυλώδης στη βάση του. Αυτοφύεται στον Άθω, στην Πίνδο και στα ορεινά της Σαμοθράκης (Γκόλιαρης, 1984).



ΕΙΚΟΝΑ 3. *Sideritis Athoa*

Sideritis clandestina. Κοινώς λέγεται τσάι του Μαλεβού ή τσάι του Ταΰγετου. Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 40cm. Ο βλαστός του είναι, όπως και στο προηγούμενο είδος, απλός ή διακλαδισμένος. Αυτοφύεται σε βράχους στις υποαλπικές και αλπικές περιοχές του Μαλεβού, του Ταΰγετου και της Κυλλήνης (Γκόλιαρης, 1984; Δόρδας, 2012).

Sideritis euboica (τσάι της Ευβοίας ή τσάι του Δέλφι). Πρόκειται για πολυετή πόα το ύψος της οποίας κυμαίνεται στα 30 με 50 cm και καλύπτεται σε όλα τα μέρη του από ένα πυκνό και λευκό χνούδι. Ο βλαστός είναι ξυλώδης στην βάση, ισχυρός και απλός ή σπανίως διακλαδιζόμενος. Έχει επιμήκη φύλλα, άνθη κίτρινου χρωματισμού, με σωληνοειδή και χνουδωτό κάλυκα, ο οποίος καταλήγει σε δόντια. Αυτοφύεται στην Εύβοια και κυρίως στα βουνά Δίρφου σε υψόμετρο 1.000 – 1.540μ. (Δόρδας, 2012).

Sideritis scardica. Κοινώς λέγεται τσάι του Ολύμπου (Εικόνα 4). Είναι πολυετής πόα, έχει βλαστό απλό ή διακλαδισμένο, τετραγωνικό, λίγο ξυλώδη στη βάση. Αυτοφύεται σε βραχώδη εδάφη της υποαλπικής ζώνης του Ολύμπου, Κίσαβου, Πηλίου και Σκάρδου και σε υψόμετρο πάνω από 1.000m.



ΕΙΚΟΝΑ 4. *Sideritis scardica*

Sideritis raeseri (Boiss. et Heldr). (Εικόνα 5, 6) Κοινώς λέγεται τσάι του Παρνασσού ή τσάι του Βελουχιού. Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 40cm. Ο βλαστός είναι λεπτός, χνοώδης, απλός και σπάνια διακλαδισμένος, λίγο ξυλώδης στη βάση. Τα κατώτερα φύλλα

είναι έμμισχα και τα ανώτερα άμισχα λογχοειδή, λίγο πριονωτά με άσπρο χνούδι, και τα άνθη έντονα κίτρινα σε ακραίες ταξιανθίες. Αυτοφύεται στον Παρνασσό, Τυμφρηστό (Βελούχι) και σε άλλα βουνά της Αιτωλίας, Δωρίδας και Φθιώτιδας και καλλιεργείται στον Νομό Μαγνησίας. Ευδοκίμει σε ορεινές περιοχές και σε χωράφια ασβεστούχα, πετρώδη, μέτριας γονιμότητας, ξερικά.

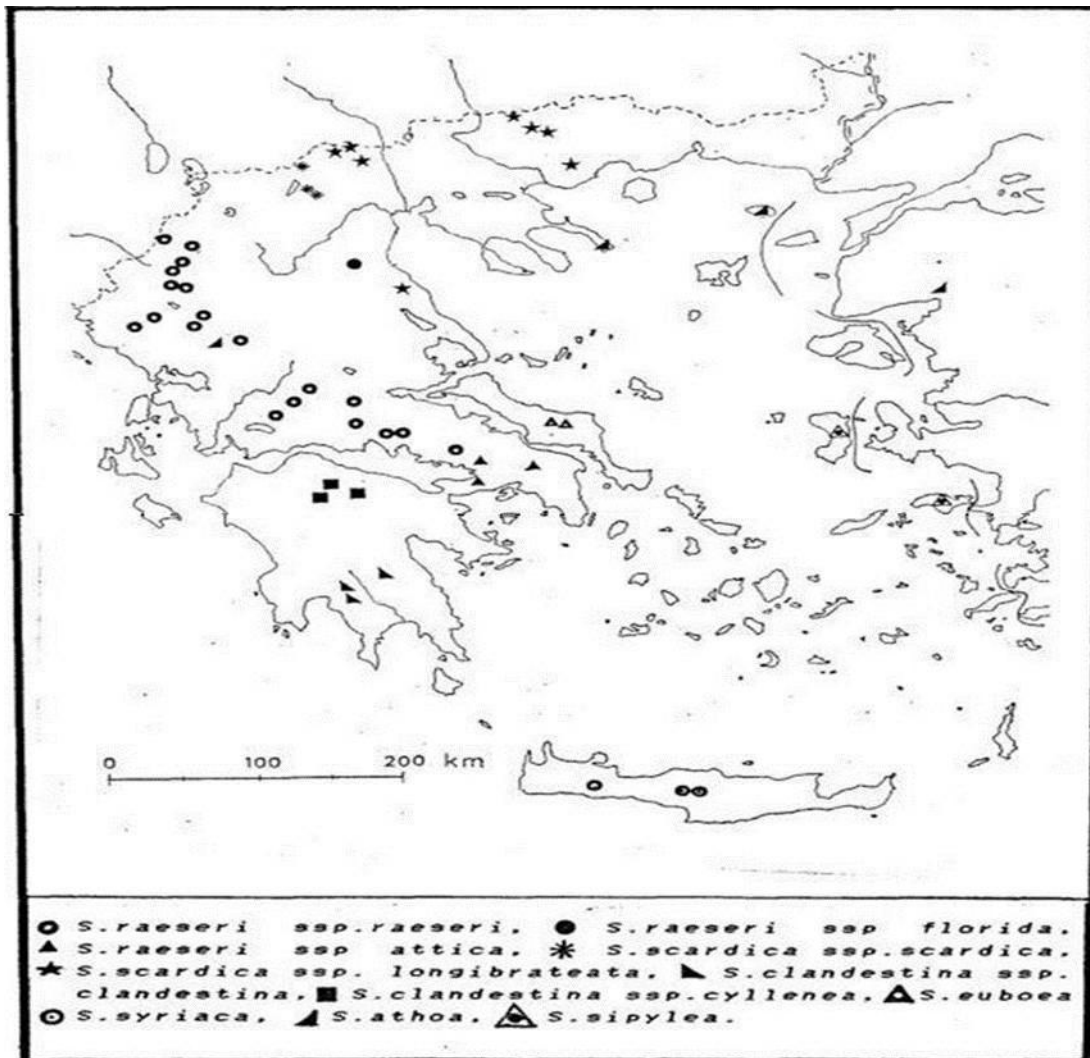


ΕΙΚΟΝΑ 5. *Sideritis raeseri*.



ΕΙΚΟΝΑ 6: *Sideritis raeseri* (Μαλούπα, 2014)

Sideritis syriaca (Μαλοτήρα ή τσάι της Κρήτης ή καλοκοιμηθιά): Πρόκειται για πολυετή πόα, με όρθιο, ισχυρό, απλό βλαστό συνήθως, ο οποίος φτάνει σε ύψος μέχρι 50 cm και καλύπτεται από πυκνό λευκό χνούδι. Έχει επιμήκη - λογχοειδή φύλλα, άνθη κίτρινου χρωματισμού, και σωληνοειδή κάλυκα, ο οποίος καταλήγει σε δόντια (Δόρδας, 2012). Είναι αυτοφυές είδος των ορεινών όγκων της Κρήτης (Λευκά Όρη, Ψηλορείτης), όπου απαντάται σε υψόμετρο 1.300 – 2.000 μέτρα (Γκόλιαρης, 1984). Στην Εικόνα 7 δίνονται οι περιοχές της Ελλάδας, όπου φύεται κάθε είδος *Sideritis*.



ΕΙΚΟΝΑ 7: Περιοχές της Ελλάδας όπου φύεται κάθε είδος *Sideritis* (Dimopoulos et al., 2013)

Εκτός των παραπάνω τα είδη που μπορούν να βρεθούν στον Ελλαδικό χώρο είναι (Dimopoulos et al., 2013; Σπανίδη, 2014):

- *Sideritis albiflora* Hub.-Mor. (Ανατολική Μεσόγειο)
- *Sideritis clandestina* (Bory & Chaub.) Hayek subsp. *peloponnesiaca* (Boiss & Heldr.) Baden in Strid & Tan (Ενδημικό της Ελλάδας)
- *Sideritis curvidens* Stapf (Ανατολική Μεσόγειο)
- *Sideritis lanata* L. (Βαλκάνια-Ανατολία)
- *Sideritis montana* L. subsp. *montana* (Μεσόγειο-Νοτιοδυτική Ασία)
- *Sideritis montana* subsp. *remota* (d'Urv) P.W.Ball (Μεσόγειο-Νοτιοδυτική Ασία)
- *Sideritis perfoliata* L. subsp. *perfoliata* (Ανατολική Μεσόγειο)
- *Sideritis purpurea* Talbot ex Benth (Βαλκάνια)
- *Sideritis raeseri* Boiss. & Heldr. in Boiss. subsp. *attica* (Heldr.) Papan. & Kokkini (Ενδημικό της Ελλάδας)
- *Sideritis sipylea* Boiss. (Ανατολική Μεσόγειο)

1.4.2. Οικολογικό περιβάλλον ανάπτυξης

Ως καλλιεργούμενο φυτό μπορεί να χαρακτηριστεί σκληροτράχηλο στις κλιματικές συνθήκες, γιατί είναι ανθεκτικό στην ξηρασία και αντέχει πολύ στις χαμηλές θερμοκρασίες. Δεν έχει πολλές εδαφικές απαιτήσεις, αφού ευδοκیمی καλύτερα σε μέτριας σύστασης ασβεστολιθικά εδάφη (Γκόλιαρης, 1984; Σκρουμπής, 1998).

1.4.3. Καλλιέργεια του τσαγιού

Στη χώρα μας καλλιεργείται σε ευρεία κλίμακα μόνο το είδος *Sideritis raeseri*. Το είδος καλλιεργείται στους Νομούς Μαγνησίας και Κοζάνης, καθώς και σε άλλες περιοχές σε μικρότερη έκταση, όπως πχ. στον νομό Πιερίας. Ευδοκیمی σε ορεινές περιοχές και σε ασβεστόχα, πετρώδη, μέτριας γονιμότητας, ξερικά εδάφη.

1.4.4. Πολλαπλασιασμός

Το Τσάι του Βουνού πολλαπλασιάζεται με δύο τρόπους, εγγενώς (με σπόρο) και αγενώς (με παραφυάδες).

α) *Εγγενώς (με σπόρο)*. Ο σπόρος συγκεντρώνεται από το αυτοφυούμενο ή το καλλιεργούμενο Τσάι του Βουνού. Τα φυτά από τα οποία θα παρθεί ο σπόρος πρέπει να είναι εύρωστα και υγιή, να έχει γίνει καλά η γονιμοποίηση των ανθέων και η ωρίμανση του σπόρου. Οι ταξιανθίες μαζεύονται, ξηραίνονται, και ο σπόρος αποχωρίζεται.

Η χρήση σπόρου απαιτεί ιδιαίτερη διαδικασία παρόμοια με αυτή των φυτών καπνού, και έχει ως εξής:

Αρχικά γίνεται προβλάστηση των σπόρων για 3 ημέρες σε υγρή και ζεστή ατμόσφαιρα. Ένα γραμμάριο, περιέχει 600 περίπου σπόρους. Θεωρητικά, 7 γραμμάρια σπόρου φτάνουν για να καλυφθεί καλλιέργεια φυτών 1 στρέμματος. Πρακτικά, χρησιμοποιούνται 10-15g σπόρου/στρέμμα. Αυτό για διάφορους λόγους, όπως η μη ζωηρότητα του σπόρου και η ενδεχόμενη μειωμένη βλαστική του ικανότητα. Σπέρνονται κατόπιν οι σπόροι στο σπορείο σε ψιλοχωματισμένο πλούσιο έδαφος σε πυκνότητα 2g/m². Η έκταση του σπορείου που χρησιμοποιείται, γι' αυτήν την ποσότητα σπόρου είναι 5m². Όλη αυτή η διαδικασία γίνεται τέλη Ιουλίου με αρχές Αυγούστου και οι καλλιεργητικές φροντίδες που ακολουθούν είναι όμοιες με εκείνες του καπνού ή της ντομάτας. Τα σπορόφυτα μεταφυτεύονται όταν αποκτήσουν 4-6 φύλλα (Εικόνα 8) (Σκρουμπής, 1998).

β) *Αγενώς (με παραφυάδες)*. Οι παραφυάδες είναι βλαστοί με λίγες ρίζες στη βάση, που εμφανίζονται στο φυτό, μετά το δεύτερο έτος και με μεγαλύτερη αναλογία σε ποσότητα, στο καλλιεργούμενο απ' ότι στο αυτοφύες φυτό. Οι παραφυάδες παίρνονται από υγιή φυτά, και φυτεύονται στο χωράφι όπως και τα φυτά των σπορείων.



ΕΙΚΟΝΑ 8. Σπορόφυτα τσαγιού

Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο σπάνια χρησιμοποιείται πια, λόγω της εύκολης πλέον εύρεσης μοσχευμάτων, των οποίων η επιτυχία εγκατάστασης υπερβαίνει το 90%. Τα έριζα μοσχεύματα δεν παίρνονται πλέον από αυτοφυή φυτά αλλά από παλαιές φυτείες που εκριζώνονται όταν η απόδοσή τους μειώνεται (από φυτείες που ανανεώνονται στα 5-6 χρόνια). Τα φυτά που ξεριζώνονται από μια παλιά φυτεία, αξιοποιούνται δίνοντας παραφυάδες, για φύτευση νέων χωραφιών. Τα φυτά αυτά που βρίσκονται σε καλύτερη κατάσταση, χωρίζονται σε αρκετά μέρη (βλαστοί με ρίζες) και φυτεύονται στις νέες θέσεις σε μικρούς λάκκους που ανοίγονται με φυτευτήρι (Εικόνα 9) (Μητσογιάννης, 1972).



ΕΙΚΟΝΑ 9. φυτώριο τράγιου

1.5 ΦΥΤΕΥΣΗ - ΕΠΟΧΗ

Ιδανικές εποχές φύτευσης θεωρούνται δύο. Η πρώτη αρχίζει το φθινόπωρο (από αρχές Οκτωβρίου έως τέλος Νοεμβρίου), ενώ η δεύτερη εντάσσεται χρονικά κατά το διάστημα από τέλος χειμώνα έως αρχές άνοιξης (Φεβρουάριος-Νοέμβριος). Είναι γνωστό όμως ότι, αναλόγως τη χώρα και την περιοχή διαφοροποιούνται οι κλιματικές και εδαφικές συνθήκες, και επομένως η εποχή φύτευσης. Έτσι, για τα ελληνικά δεδομένα ακολουθείται η πρώτη εποχή φύτευσης, δηλαδή το φθινόπωρο μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές.

1.5.1. Προετοιμασία – εγκατάσταση φυτείας

Υφίστανται δύο περιπτώσεις για την εγκατάσταση μιας καλλιέργειας τσαγιού. Η πρώτη αφορά νέους αγρούς, καθαρούς, καλά οργωμένους, με φυτά άνω των πέντε ετών όπου η καλλιέργεια πλέον δεν συμφέρει εξαιτίας της μειωμένης απόδοσης ή της ύπαρξης πολλών ζιζανίων. Στη δεύτερη περίπτωση, η εγκατάσταση συνιστάται να ξεκινά νωρίς το καλοκαίρι ή μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου. Στη περίπτωση αυτή, πραγματοποιείται εκρίζωση της προηγούμενης καλλιέργειας, στη συνέχεια καθαρίζεται και οργώνεται ο αγρός, και τέλος, πραγματοποιείται σβάρνισμα με σκοπό την ισοπέδωση και την ομοιομορφία του χωραφιού.

Σε κάθε περίπτωση, η φύτευση γίνεται σε γραμμές με απόσταση μεταξύ τους ίση με 50-60 cm, ενώ οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης κυμαίνονται από 40-50 cm. Σε μικρές εκτάσεις γης μπορεί να γίνει φύτευση είτε με το χέρι σε μικρούς λάκκους, είτε με το φυτευτήρι, ενώ σε περιπτώσεις μεγάλης έκτασης χρησιμοποιούνται κατάλληλες φυτευτικές μηχανές (καπνού-ντομάτας) αφού έχουν ρυθμιστεί κατάλληλα οι αποστάσεις των δίσκων. Σημαντικό είναι να ακολουθηθεί ριζοπότισμα σε περίπτωση που δεν ακολουθήσει βροχή μετά την φύτευση (Εικόνα 10).



ΕΙΚΟΝΑ 10. Προετοιμασία εδάφους για φύτευση.

1.5.2. Καλλιεργητικές φροντίδες

Οι καλλιεργητικές φροντίδες αφορούν νέες και παλιές φυτείες. Τα πρώτα σκαλίσματα για τη προετοιμασία του εδάφους αρχίζουν τέλη Φεβρουαρίου έως αρχές Μαρτίου και γίνονται με την βοήθεια σκαλιστηριών. Έτσι λοιπόν, το χωράφι είναι καθαρό από τα πρώτα ανοιξιάτικα ζιζάνια και το έδαφος αερίζεται πολύ καλύτερα.

Όσον αφορά τη ζιζανιοκτονία, όπως συμβαίνει στις περισσότερες καλλιέργειες, κατά τα πρώτα έτη αρχίζουν να εμφανίζονται μονοετή ζιζάνια. Παρά την μεγάλη επιφάνεια της καλλιέργειας, η διαδικασία του σκαλίσματος δεν είναι τόσο χρονοβόρα όσο θα περίμενε κανείς. Η αιτία είναι ότι τα φυτά δεν έχουν προλάβει να αναπτυχθούν πλήρως και έτσι δεν καλύπτουν όλη την έκταση (Εικόνα 11, 12). Αντιθέτως, σε παλαιότερες φυτείες κυριαρχούν πολυετή ζιζάνια. Είναι λογικό όμως η καταπολέμησή τους και η συντήρηση του αγρού να είναι πολύ δαπανηρή. Απαραίτητο για την σωστή καταπολέμηση εκτός του σκαλίσματος είναι και η χρήση χημικών σκευασμάτων, περιφερειακά των αγρών. Έγιναν αρκετές απόπειρες προκειμένου να γίνει χημική χρήση σε ολόκληρη την έκταση με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα. Κάτι τέτοιο θα συνέφερε αφού θα μειώνονταν κατακόρυφα το κόστος του παραγωγού. Το σχέδιο όμως απέτυχε εξαιτίας της ευαισθησίας του φυτού. Τέλος, γίνεται καταπολέμηση των πρώτων φθινοπωρινών ζιζανίων με χρήση πάλι σκαλιστηριών, η οποία διαρκεί έως μέσα Νοεμβρίου.



ΕΙΚΟΝΑ 11. Σκάλισμα για αποφυγή ζιζανίων



ΕΙΚΟΝΑ 12. Σκαλισμένη καλλιέργεια

1.5.3 Καταπολέμηση ζιζανίων

Τέλη Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου αρχίζουν τα πρώτα σκαλίσματα ανάμεσα στα φυτά με χρήση σκαλιστηριών. Έτσι καθαρίζονται τα πρώτα ανοιξιάτικα ζιζάνια και αερίζεται το χώμα (Εικόνα 13).

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.

Στις παλαιές φυτείες κυριαρχούν πολυετή ζιζάνια που φυτρώνουν ανάμεσα στα φυτά της καλλιέργειας και η απομάκρυνση τους γίνεται πολύ δύσκολα και γενικά είναι πολύ δαπανηρή η διατήρηση καθαρής φυτείας.

Η ζιζανιοκτονία με σκάλισμα συνεχίζεται τους μήνες Μάρτιο-Απρίλιο, ενώ περιφερειακά των αγρών γίνεται και κατευθυνόμενη χρήση ζιζανιοκτόνου.

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 όμως αυτές δεν είχαν επιτυχία γιατί τα φυτά του τσαγιού δείχνουν αρκετά ευαίσθητα.

Η επόμενη επέμβαση στη φυτεία, είναι η καταπολέμηση των πρώτων φθινοπωρινών ζιζανίων, πάλι με χρήση σκαλιστηριών. Η ζιζανιοκτονία αυτή διαρκεί μέχρι τα μέσα Νοεμβρίου ή όσο το επιτρέπει ο καιρός.



ΕΙΚΟΝΑ 13. καταπολέμηση ζιζανίων στον πειραματικό αγρό

1.5.4. Λίπανση

Πρέπει να γίνεται με προσοχή και σε μικρές δόσεις, ώστε να αποφεύγεται η μεγάλη βλαστική αύξηση των φυτών, που έχει αποτέλεσμα τη μείωση της ποιότητας του προϊόντος. Δεν υπάρχουν πειραματικά δεδομένα για τη λίπανση στο Τσάι του Βουνού. Από δοκιμαστικές καλλιέργειες που έγιναν στη χώρα μας, καλά αποτελέσματα έδωσαν, η προσθήκη στο στρέμμα 3 έως 4 μονάδων αζώτου και 4 έως 5 μονάδων φωσφόρου αργά το φθινόπωρο (κατά την περίοδο καταπολέμησης της φθινοπωρινής ζιζανιοκτονίας), όταν διαπιστωθεί ότι η φυτεία είναι αδύνατη (Γκόλιαρης, 1984). Ορισμένοι καλλιεργητές, ανάλογα με το χωράφι κάνουν και μια ανοιξιάτικη λίπανση με κάποιο αζωτούχο λίπασμα (περίπου 3-4 μονάδες αζώτου/στρ.). Όταν η φυτεία είναι ζωηρή, πρέπει να αποφεύγεται η λίπανση, για να μην υπάρχει μεγάλη ποσότητα αζώτου στο έδαφος, το οποίο θα έχει ως αποτέλεσμα τη μεγάλη βλαστική ανάπτυξη των φυτών και τη μείωση της ποιότητάς τους (Σκρουμπής, 1998).

1.5.5. Άρδευση

Δεν έχει μεγάλες ανάγκες σε νερό. Αυτό συμβαίνει γιατί καλλιεργείται και σε ξηρικά χωράφια, αλλά σε περίπτωση που δεν υπάρχουν βροχές είναι απαραίτητο ένα πότισμα πριν την ανθοφορία διότι θα προκύψουν μικρές ταξιανθίες. Επίσης, είναι ευαίσθητο σε υψηλές ποσότητες νερού, καθώς δημιουργούνται σήψεις ριζών.

1.5.6. Εχθροί και ασθένειες

Ένα από τα πλεονεκτήματα στο τσάι του βουνού είναι η ανθεκτικότητά του σε εχθρούς και ασθένειες, ιδιαίτερα σε μεγάλα υψόμετρα (700m) όπου το απρόσιτο περιβάλλον εμποδίζει την ανάπτυξη εντόμων και ασθενειών οι πιθανότητες για προσβολή των καλλιεργειών είναι ελάχιστες. Όσον αφορά τις καλλιέργειες σε χαμηλότερα υψόμετρα πρέπει να γίνεται σωστή παρακολούθηση καθώς υπάρχει πιθανότητα προσβολής τους συνήθως από τετράνυχος και αφίδες. Καλό είναι να γίνεται μία εφαρμογή εντομοκτόνου και ακαρεοκτόνου στα φυτά την άνοιξη. Η σηψιρριζία είναι η συνηθέστερη ασθένεια που προσβάλλει τις ρίζες κάτι που οφείλεται στην υπερβολική άρδευση.

1.6. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ-ΞΗΡΑΝΣΗ

Ο χρόνος συγκομιδής διαφοροποιείται ανάλογα με το υψόμετρο της καλλιέργειας. Για καλλιέργειες με χαμηλό υψόμετρο ξεκινάει από τέλη Μαΐου και μπορεί να φτάσει ως και τέλη Ιουλίου για αυτές με υψηλό υψόμετρο. Η συγκομιδή ξεκινάει όταν τα φυτά βρίσκονται σε πλήρη άνθιση καθώς τότε υπάρχει η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Η διαδικασία της συγκομιδής γίνεται χειρωνακτικά, κόβοντας με ένα μαχαίρι ή δρεπάνι την ταξιανθία μαζί με ένα μέρος του βλαστού περίπου 6 με 7cm (Εικόνα 14). (Χατζοπούλου, 2016).

Αφού γίνει η συγκομιδή της σοδειάς, αυτήν μεταφέρεται σε υπόστεγα για την αποξήρανση. Ο τρόπος τοποθέτησης στα υπόστεγα είναι είτε με άπλωμα είτε ανάποδα κρεμασμένα σε μικρά ματσάκια (Εικ.15). Είναι πολύ σημαντικό η ξήρανση να γίνεται σε σκιερό και δροσερό μέρος, κάτι που επιτυγχάνεται σε υπόστεγα με σκεπή από κεραμίδια και όχι από λαμαρίνα, γιατί μόνο έτσι το τελικό προϊόν θα αποκτήσει το ιδανικό πρασινοκίτρινο χρώμα και δυνατό άρωμα, χωρίς να χαθεί η εμπορική αξία του προϊόντος. Όταν γίνει η ξήρανση ακολουθεί η δεματοποίηση και η μεταφορά σε αποθήκες που αερίζονται καλά, μέχρι να διατεθεί στο εμπόριο (Εικόνα 15, 16, 17, 18, 19) (Δόρδας, 2012).



ΕΙΚΟΝΑ 14: Συλλογή τσάι του βουνού με δρεπάνι.



ΕΙΚΟΝΑ 15: Κρεμασμένα ματσάκια για ξήρανση



ΕΙΚΟΝΑ 16. Ματσάκι τσαγιού



ΕΙΚΟΝΑ 17. Αποξηραμένοι βλαστοί τσαγιού



ΕΙΚΟΝΑ 18. Ξήρανση τσαγιού στον ήλιο



ΕΙΚΟΝΑ 19. Υπόστεγο ξήρανσης με σκεπή από γαλβανισμένη λαμαρίνα

1.7. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Μετά την ξήρανση, ακολουθεί η φάση της αποθήκευσης. Η φάση αυτή περιλαμβάνει την διαφύλαξη του προϊόντος που αποξηράνθηκε, τη διαλογή του σε ποιότητες, τη συσκευασία και την συντήρησή του. Οι εργασίες αυτές αποσκοπούν στο να διαμορφώσουν και να διατηρήσουν μέχρι το τέλος της εμπορίας, τις ιδιότητες του προϊόντος.

Το τσάι συμπιέζεται και δεματοποιείται με πρέσα, σε δέματα βάρους 20 κιλών, με επιμέρους συμπιεσμένα ματσάκια των 80-100 γραμμαρίων. Τα δέματα περιμετρικά

καλύπτονται με λινάτσα (όπως ο καπνός). Με αυτή τη μορφή φυλάγεται σε αποθήκες που αερίζονται καλά, μέχρι να διατεθεί στο εμπόριο (Σκρουμπής, 1998).

1.8. ΚΟΣΤΟΣ

Η αγορά ριζωμάτων και φυταρίων 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).

1.9. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

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. Από μια επιτυχημένη φυτεία με ευνοϊκές καιρικές συνθήκες μπορούμε να πάρουμε τις παρακάτω αποδόσεις: τον πρώτο χρόνο περίπου 10kg ξηρό προϊόν, το δεύτερο 50-60kg, το τρίτο και τέταρτο χρόνο 90-100kg. Σε χρονιά πλήρους παραγωγής οι αποδόσεις σε ξηρό προϊόν αγγίζουν τα 300-350kg/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. Τα έσοδα διπλασιάζονται όταν η καλλιέργεια είναι βιολογική (Gabrieli and Kokkalou, 1990).

1.10. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Τα τελευταία 20 χρόνια γίνεται προσπάθεια για απομόνωση και ταυτοποίηση των συστατικών των διαφόρων ειδών σιδερίτη. Το μεγαλύτερο ποσοστό εργασιών ασχολείται με τη σύσταση του αιθέριου ελαίου, με δυο κυρίως αντικειμενικούς στόχους, την ανεύρεση συστατικών που συμβάλλουν κυρίως στις φαρμακευτικές ιδιότητες του φυτού και την προσπάθεια βοτανικής ταξινόμησης, συγγένειας, καταγωγής, εύρεσης υποειδών και γενικά γενοτυπικών διαφορών μέσα στο γένος ώστε να εντοπιστούν οι κυριότερες ουσίες που παρουσιάζουν βοτανικό και φαρμακολογικό ενδιαφέρον. Αρκετές άλλες εργασίες εξειδικεύουν ακόμη περισσότερο το αντικείμενο της χημικής σύστασης του ελαίου ασχολούμενες μόνο με συγκεκριμένες κατηγορίες ή μεμονωμένες ουσίες του λαδιού διερευνώντας τη χημική δομή - συμπεριφορά και τις πιθανές ιδιότητες τους.

Τα αιθέρια έλαια, είναι τα πτητικά μίγματα οργανικών ουσιών που παραλαμβάνονται με διάφορους τρόπους από φυτικά υλικά (Σκρουμπής, 1998).

Η πιο οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα αρωματικά φυτά φαίνεται πως είναι η υδροαπόσταξη (water distillation). Ως μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου αναφέρεται η πιθανή υδρόλυση, κάποιων συστατικών του ελαίου μια και το φυτικό υλικό έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Δύο παραλλαγές της παραπάνω μεθόδου, που χρησιμοποιούνται συνήθως στη βιομηχανία, είναι η απόσταξη με νερό και ατμό όπου το φυτικό υλικό δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Βέβαια σήμερα στη βιομηχανία, ανάλογα και με το φυτικό είδος χρησιμοποιούνται και άλλες πολύπλοκες μέθοδοι απόσταξης. Όταν οι μελέτες αποσκοπούν στην ανίχνευση ειδικών συστατικών φαίνεται ότι προτιμάται αντί για απόσταξη, η χρήση οργανικών διαλυτών.

Ο δεύτερος τρόπος παραλαβής των αιθέριων ελαίων, δηλαδή η εκχύλιση με διαλύτες δίνει καλά αποτελέσματα και στην περίπτωση του τσαγιού κυρίως με τη χρήση πτητικών διαλυτών. Στις μέχρι τώρα εργασίες έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι διαλύτες ανάλογα με την ομάδα συστατικών του ελαίου που μας ενδιαφέρει.

Ο προσδιορισμός των συστατικών των αιθέριων ελαίων γίνεται πλέον κυρίως με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας (GC) σε συνδυασμό με χρήση φασματογράφου μάζας (MS). 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 (αλκοούλες, κετόνες, αλδεΐδες, τερπένια, μονοτερπένια, διτερπένια, εστέρες), με πιο σημαντικές όσον αφορά την ποιότητα και γενικά τις ιδιότητες του ελαίου, τα τερπενοειδή τα φλαβονοειδή, τις κουμαρίνες κ.ά..

Γενικά από τις μέχρι τώρα αναλύσεις συστατικών στο γένος *Sideritis* φάνηκε να κυριαρχούν ποσοτικά κατά σειρά τα εξής συστατικά: B-Caryophyllene, A-pinene, b-pinene, 1,8 cineole, limonene, Sabinene, Carvacrol, Myrcene, Linalool, Camphore, a-cadinol, b-copaene, b-cimene, b-Bisabolol, δ-cadinene.

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 είδους. Επίσης υπάρχει και η πιθανότητα, ανάλογα με τον τρόπο παραλαβής του αιθέριου ελαίου, να μετασχηματισθούν ή και να καταστραφούν κάποια συστατικά (Γκέργκης κ.ά., 1990).

1.10.1. Αιθέρια έλαια

Τα φυτά του γένους *Sideritis*, σε σχέση με τα υπόλοιπα αρωματικά φυτά της οικογένειας Lamiaceae, χαρακτηρίζονται από χαμηλή απόδοση σε αιθέριο έλαιο (González-Burgos et al., 2011; Pljevljakušić et al., 2011).

Η χρήση αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με τη φασματομετρία μαζών (GC-MS), με φέρον αέριο το Ήλιο (Galati et al., 1996; Aligiannis N. et al., 2001), αλλά και η χρήση τεχνικών της φασματοσκοπίας Raman και IR (Schulz et al., 2005), χρησιμοποιούνται για την απομόνωση των συστατικών του αιθέριου ελαίου, ενώ η παραλαβή τους γίνεται κυρίως με απόσταξη, όπως η υδροαπόσταξη του υπέργειου αποξηραμένου τμήματος των φυτών (Koedam, 1986), ή με εκχύλιση σε οργανικούς διαλύτες και τα κλάσματά τους (Fraga et al., 2009).

Για πρώτη φορά, το 1982 προσδιορίστηκαν τα αιθέρια έλαια του *Sideritis raeseri* subsp. *raeseri*, όπου ταυτοποιήθηκαν 47 ενώσεις, με κύρια συστατικά το ναφθαλίνιο σε ποσοστό 22% και το β-πινένιο σε ποσοστό περίπου 11% (Papageorgiou et al., 1982).

Σε μεταγενέστερη εργασία, χρησιμοποιήθηκε ως φυτικό υλικό *S. raeseri* subsp. *raeseri* από το όρος Οίτη και οι αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο ήταν 0,12% και τα σημαντικότερα συστατικά του ήταν το β-πινένιο (20,61%), το α-πινένιο (16,50%), το α-χουμουλένιο (9,91%), το λιμονένιο (6,73%), το β-καρνοφυλλένιο (6,52%) και το γερμακρένιο-D (5,52%), ενώ το ναφθαλίνιο σε ποσοστό μόνο 0,18% (η διαφορά με την προηγούμενη εργασία πιθανόν να οφείλεται στη διαφορετική μέθοδο απόσταξης) (Koedam, 1986).

Σε άλλη μελέτη για το *S. raeseri* subsp. *raeseri*, χρησιμοποιήθηκε φυτικό υλικό που συλλέχθηκε στο στάδιο της ανθοφορίας από το όρος Παρνασσός και ταυτοποιήθηκαν 36 ενώσεις, μεταξύ των οποίων η καμφορά (14,90%) και η 1,8-κινεόλη (11,61%), να αποτελούν τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου, η απόδοση του οποίου ήταν 0,14% (Galati et al., 1996).

Σε ποσοτικές και ποιοτικές αναλύσεις του αιθέριου ελαίου που έγιναν σε πέντε είδη και υποείδη του γένους *Sideritis* και συγκεκριμένα, στο *S. raeseri* subsp. *raeseri*, στο *S. raeseri* subsp. *attica*, στο *S. clandestina* subsp. *clandestina*, στο *S. sipylea* και στο *S. syriaca* subsp. *syriaca*, ταυτοποιήθηκαν συνολικά 99 διαφορετικές ενώσεις (Aligiannis et al., 2001).

Την μικρότερη απόδοση σε αιθέρια έλαια είχε το *S. raeseri* subsp. *Raeseri* (0,12%) και την μεγαλύτερη το *S. sipylea* (0,40%). Τα υπόλοιπα είδη είχαν το *S. syriaca* subsp. *syriaca* 0,19%, το *S. clandestina* subsp. *clandestina* 0,26% και το *S. raeseri* subsp. *attica* 0,37%.

Για το *S. raeseri* subsp. *raeseri*, διαπιστώθηκε ότι οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες αποτελούν τη κύρια ομάδα αιθέριων ελαίων και τα κύρια συστατικά ήταν το β-πινένιο (9,06%), το Ar-κουρκουμένιο (6,14%) και το α-πινένιο (3,63%). Επίσης σε σχέση με προηγούμενη εργασία, (Galati et al., 1996), το ποσοστό της 1,8-κινεόλης ήταν μόνο 0,56%, ενώ δεν προσδιορίστηκε η καμφορά.

Σε φυτικό υλικό *S. raeseri* subsp. *raeseri*, που προερχόταν από την Ελλάδα και καλλιεργήθηκε πειραματικά στην Σερβία, εξετάστηκε η απόδοση και η σύσταση του αιθέριου ελαίου σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του φυτού (Pljevljakušić et al., 2011). Η μέγιστη απόδοση σε αιθέριο έλαιο ήταν 0,11% και παρατηρήθηκε όταν τα φυτά συγκομίσθηκαν στο στάδιο της πλήρους άνθησης, ενώ μειώθηκε στο τέλος της άνθησης. Κύριο συστατικό ήταν το σεσκιτερπένιο δικυκλογερμακρένιο με ποσοστό από 35,81% (εμφάνιση των μπουμπουκιών) έως 42,48% (πλήρη άνθηση). Επίσης τα μη οξυγονούχα σεσκιτερπένια αποτελούσαν την σημαντικότερη ομάδα συστατικών, ενώ ως κυριότερο μονοτερπένιο αναφέρεται η *cis*-β-*Ocimene*, με ποσοστό από 3,00% έως 4,96%.

Η ποσοτική και ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου δεν είναι ομοιόμορφη, αλλά επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως το βοτανικό είδος/υποείδος (Aligiannis et al., 2001), τις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες της περιοχής που αναπτύσσεται το φυτό (González-Burgos et al., 2011), το στάδιο ανάπτυξης κατά την συγκομιδή (Pljevljakušić et al., 2011), την εφαρμογή της καλλιεργητικής πρακτικής, αλλά και τις τεχνικές που ακολουθούνται κατά την παραλαβή και ανάλυση του αιθέριου ελαίου (Pljevljakušić et al., 2011).

Τα αιθέρια έλαια παρουσιάζουν πολλές φαρμακευτικές ιδιότητες όπως, αντιμικροβιακή (αντιβακτηριακή, αντιμυκητιακή) και αντισηπτική δράση (Gergis et al., 1990; Aligiannis et al., 2001; Uğur et al., 2005). Η αντιμικροβιακή δράση μπορεί να εξαρτάται από τη σύσταση του αιθέριου ελαίου, με αυτό του *S. syriaca* subsp. *syriaca*, λόγω της παρουσίας υψηλού ποσοστού της ένωσης καρβακρόλη (33,68%), να εμφανίζει την μεγαλύτερη δραστηριότητα, ενώ αυτό του *S. raeseri* subsp. *raeseri* να είναι τελείως ανενεργό, αφού το ποσοστό των ενώσεων α-πινένιο και καρβακρόλη (4,48%) είναι χαμηλό (Aligiannis et al., 2001), αλλά και από το μέρος του φυτού από το οποίο παραλήφθηκε, όπου σε σχέση με τις ταξιανθίες, το αιθέριο έλαιο από τα φύλλα παρουσιάζει την υψηλότερη αντιμικροβιακή δράση (Basile et al., 2006).

1.10.2. Διτερπένια

Οι διτερπενοειδείς ενώσεις αποτελούν συστατικά του αιθέριου ελαίου και τα φυτά του γένους *Sideritis* είναι πλούσια σε αυτές, ενώ από τα υπέργεια τμήματα των φυτών έχουν απομονωθεί και ταυτοποιηθεί τουλάχιστον 160 διαφορετικά διτερπένια, (Piozzi et al., 2006; González-Burgos et al., 2011).

Διτερπένια του ent-καουρανίου συναντάμε στα είδη της κεντρικής και ανατολικής Μεσογείου (Fraga, 2012), τα οποία αναφέρονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Διτερπένια διαφόρων ειδών *Sideritis* (Πηγή: Fraga, 2012)

Διτερπένια/ είδη <i>Sideritis</i>	<i>S. raeseri</i>	<i>S. euboica</i>	<i>S. scardica</i>	<i>S. syriaca</i>	<i>S. clandestina</i>
Σιδόλη					x
Λινεαρόλη					x
Ισοφολιόλη		X			x
Ισολινεαρόλη			x		
18-ακετυλολευκανθόλη			x		
Σιδεριδιόλη	x	X		x	x
Σιδερόλη	x	X	x	x	x
Σιδεροξόλη	x	X	x	x	x
Εποξυσιδερόλη	x	X	x	x	
Εουμποτριόλη		X			
Εουμπόλη		X	x		
Εποξισολινεαρόλη	x				x

Τα διτερπένια παρουσιάζουν πολλές φαρμακευτικές ιδιότητες και δράσεις, όπως αντιοξειδωτική και κυρίως η λινεαρόλη και η σιδόλη (González-Burgos et al., 2011), αντιμικροβιακή (αντιβακτηριακή, αντι-υική και αντιμυκητιακή δράση), αντιφλεγμονώδη και γαστροπροστατευτική δράση (Gómez- Serranillos et al., 2004; Loğoğlu et al., 2006).

1.10.3. Πολυφαινόλες

Τα φυτά του γένους *Sideritis* εκτός από αιθέρια έλαια και διτερπένια, περιέχουν πολλές πολυφαινολικές ενώσεις και ιδιαίτερα αυτή των φλαβονοειδών (González-Burgos et al., 2011), οι επιδράσεις των οποίων στην ανθρώπινη υγεία είναι συνήθως ευεργετικές, λόγω των ισχυρών αντιοξειδωτικών τους ιδιοτήτων (Heim K. et al., 2002).

Η χρήση χρωματογραφικών μεθόδων και η χρήση φασματοσκοπικών τεχνικών, όπως χρήση υψηλής απόδοσης υγρής χρωματογραφίας (HPLC), σε συνδυασμό με τη φασματοσκοπία υπεριώδους ή φασματομετρία μαζών, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την απομόνωση και την ταυτοποίησή τους (Janeska et al., 2007; Vasilopoulou et al., 2013). Η παραλαβή τους, όσον αφορά τα εσωτερικά φλαβονοειδή, μπορεί να γίνει με συστήματα διαλυτών και διαδοχικές εκχυλίσεις, αρχικά με μεθανόλη και στη συνέχεια με διαιθυλαιθέρα, οξικό αιθυλεστέρα και βουτανόλη (Plioukas et al., 2010).

Μελέτες για τα φλαβονοειδή του γένους *Sideritis* έχουν γίνει σε φυτικό υλικό από τα Βαλκάνια, που αφορούσε σε βοτανικά είδη που απαντώνται και στην Ελλάδα (Janeska et al., 2007; Pljevljakušić et al., 2011), αλλά και σε φυτικό υλικό από την Ελλάδα (Gabrieli and Kokkalou, 1990; Tsaknis and Lalas, 2005; Vasilopoulou et al., 2013).

Στην περίπτωση γλυκοζιτικής μορφής φλαβονοειδών, για το *Sideritis raeseri*, ταυτοποιήθηκαν υπολαετίνη, 3'-Ο-μεθυλ-υπολαετίνη, ισοσκουτελλαρεΐνη, 4'-Ο-μεθυλ-ισοσκουτελλαρεΐνη και απιγενίνη (Janeska et al., 2007), ενώ στις αναλύσεις των Pljevljakušić et al. (2011), εντοπίστηκαν ως επικρατέστερα, η 4'-Ο-μεθυλ-υπολαετίνη και η 4'-Ο-μεθυλ-ισοσκουτελλαρεΐνη, με το χλωρογενικό οξύ να είναι παρόν σε όλα τα στάδια της άνθησης, ενώ το γαλλικό και τα παράγωγά του μόνο στο εκχύλισμα που αντιπροσώπευε το στάδιο μετά την άνθηση.

Επίσης στην εργασία των Gabrieli και Kokkalou (1990) στο *S. raeseri*, όλα τα συστατικά που ταυτοποιήθηκαν ήταν 7-O-(β-D-allopyranosyl-(1→2)-β-D- glucopyranosyl παράγωγα των 5,8-διυδροξυ-φλαβονών, με διαφορετικές υποκαταστάσεις στο Β-δακτύλιο, ενώ και στην εργασία των Vasilopoulou et al. (2013), εμφανίστηκαν με τη μορφή 7-O-γλυκοζιτών.

Η σύσταση των φλαβονοειδών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως την βοτανική ταξινόμηση και συγκεκριμένα είδη που ανήκουν στην ομάδα (sections) *Sideritis*

χαρακτηρίζονται από παρουσία 7-γλυκοσιδίων της 8- υδροξυφλαβόνης, αντί για 7-γλυκοσιδίων της ομάδας (sections) *Hesiodia* (Fraga, 2012), την γεωγραφική προέλευση, όπου τα μεσογειακά είδη εμφανίζουν υψηλότερη συγκέντρωση φλαβονών που φέρουν οξυγόνο στις θέσεις 5,6,7 και 8, ενώ τα είδη από την Μακαρονησία στις θέσεις 5,6 και 7 (González-Burgos et al., 2011) και τις συνθήκες της περιοχής που αναπτύσσεται το φυτό και συγκεκριμένα τις εδαφοκλιματικές, όπου τα φυτά που αναπτύσσονται σε ξηρικές συνθήκες εμφανίζουν ως μηχανισμό προσαρμογής το μεγαλύτερο ποσοστό σε εξωτερικά φλαβονοειδή, σε αντίθεση με τα είδη που έχουν υιοθετήσει ως προσαρμογή την κάλυψη των φύλλων τους με πυκνό τρίχωμα, αφού σε αυτά απουσιάζουν τα εξωτερικά φλαβονοειδή (Tomas-Barberan and Wollenweber, 1990).

Όπως αναφέρθηκε, ένας μεγάλος αριθμός φαρμακολογικών ιδιοτήτων των φυτών του γένους *Sideritis* οφείλεται στην παρουσία πολυφαινολικών ενώσεων, με πιο σημαντική την αντιοξειδωτική δράση, η οποία σχετίζεται με την καταπολέμηση του οξειδωτικού stress (Linardaki et al., 2011; Pljevljakušić et al., 2011), αλλά και την αντιμικροβιακή δράση (Goulas et al., 2014).

Συνήθως η αύξηση του ποσοστού των ολικών φαινολών σε εκχύλισμα μεθανόλης ή οξικού αιθυλεστέρα, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της δράσης εκκαθάρισης ελεύθερων ριζών, που υπολογίζεται με τη μέθοδο DPPH (Tunalier et al., 2004; Armata et al., 2008).

Η αντιοξειδωτική δράση εξαρτάται κυρίως από το βοτανικό είδος, την μέθοδο της εκχύλισης, το υψόμετρο καθώς και από το στάδιο ανάπτυξης κατά την συγκομιδή (Gabrieli and Kokkalou, 1990; Charami et al., 2008; Janeska et al., 2007; Armata et al., 2008; Pljevljakušić et al., 2011), ενώ όσον αφορά το *S. raeseri* αναφέρεται ότι εμφανίζει μέτρια αντιοξειδωτική δράση (Gabrieli and Kokkalou, 1990; Armata et al., 2008).

1.10.4. Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων

Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως. Ωστόσο κάποιοι από τους ρόλους που έχουν δοθεί από μελετητές είναι οι εξής:

- Η προστασία από τα έντομα και τα παράσιτα.
- Η προστασία από τις υψηλές θερμοκρασίες.
- Καλύτερη γονιμοποίηση και διασταύρωση των μη αυτογονιμοποιούμενων φυτών.
- Τα φυτά γίνονται πιο ανθεκτικά στην ξηρασία.
- Αυξάνεται η ταχύτητα κυκλοφορίας των θρεπτικών ουσιών που ρυθμίζουν το μεταβολισμό των φυτών.
- Δρουν καταλυτικά στο μεταβολισμό των γλυκοζιτών και άλλων ουσιών.
- Ενδέχεται να λειτουργούν και ως ορμόνες, που προάγουν διάφορες λειτουργίες των φυτών.
- Προστατεύουν τα φυτά από το ψύχος. (Σκρουμπής, 1988).

1.10.5. Παραλαβή αιθέριου ελαίου

Αναφορές για χρήση του αιθέριου ελαίου των αρωματικών φυτών υπάρχουν από πολύ παλιά, από τους αρχαίους Έλληνες, Κινέζους, Άραβες, Ασσύριους και Αιγύπτιους. Με τις πρώτες προσπάθειες παραλαβής του αιθέριου ελαίου να έχουν γίνει από τους Ινδούς, τους Πέρσες και Αιγύπτιους χωρίς όμως να υπάρχουν λεπτομέρειες για τις διαδικασίες που εφαρμόζονταν και τα αποτελέσματα αυτών (Σκρουμπής, 1988).

Στις μέρες μας η πιο οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα αρωματικά φυτά είναι η υδροαπόσταξη από αποξηραμένα εναέρια μέρη του φυτού (González-Burgos et al., 2011).

Μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η πιθανή υδρόλυση, κάποιων συστατικών του ελαίου μια και το φυτικό υλικό έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Δύο παραλλαγές της

παραπάνω μεθόδου, που χρησιμοποιούνται συνήθως στη βιομηχανία, είναι η απόσταξη με νερό και ατμό όπου το φυτικό υλικό δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Άλλες εναλλακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα στην βιομηχανία ανάλογα με το φυτικό είδος είναι η εκχύλιση και η μηχανική εκπίεση

1.11. ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

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- Burgosetal., 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 (Aligiannisetal., 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- Burgosetal., 2011, Charami et al., 2008)
- **Αντικαρκινικές ιδιότητες:** Τα υδατικά εκχυλίσματα των υπέργειων τμημάτων των ειδών *S. euboica* και *S. clandestina* δρουν σαν εκλεκτικοί ρυθμιστές του υποδοχέα οιστρογόνου (SERM), καταστέλλοντας την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων του μαστού, χωρίς να επιτρέπουν τον μετέπειτα πολλαπλασιασμό των αδενοκαρκινωμάτων του τραχήλου της μήτρας (Kassi et al., 2004).
- **Αντιελκογόνος δράση:** Το 8-O-β-D-γλυκοσίδιο της υπολαιτίνης, φλαβονοειδές που απαντά συχνά σε διάφορα είδη σιδερίτη, έχει προστατευτική δράση, η οποία έγκειται στην παραγωγή βλέννας και στη μείωση της οξύτητας του στομάχου. Σύμφωνα και με άλλες μελέτες, η παρουσία της ομάδας της πυροκατεχόλης στη θέση 3'-4' στο σκελετό του φλαβονοειδούς σχετίζεται με μεγαλύτερη προστατευτική δράση ενάντια στο έλκος (Alcaraz and Tordera, 1988).

1.12. ΧΡΗΣΕΙΣ- ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Στην λαϊκή θεραπευτική χρησιμοποιείται ως ευστόμαχο, θερμαντικό, τονωτικό, διουρητικό, αποτοξινωτικό και εναντίον των κρυολογημάτων. Πιστεύεται ότι είναι ευεργετικό για τα αιμοφόρα αγγεία της καρδιάς. Το αφέψημα από τα υπέργεια τμήματα χρησιμοποιείται για τα κρυολογήματα, για τις παθήσεις του αναπνευστικού και για τις παθήσεις του ουροποιητικού, αφού είναι καλό διουρητικό. Το αφέψημα με ξυλαράκια κανέλλας και μέλι είναι μαλακτικό και αντισηπτικό για το βήχα (Ανάσης, 1976; Θανασούλια και Σιατής, 2008; Carper και Καρύδη, 2004).

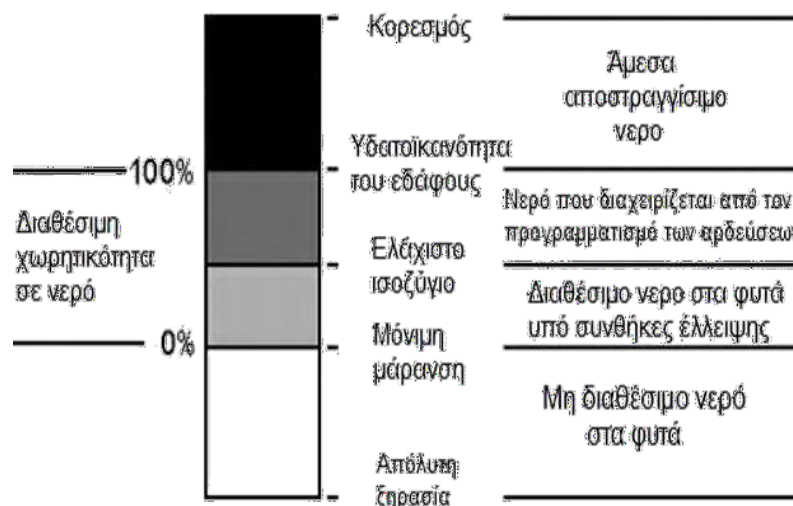
Στην Ισπανία επίσης χρησιμοποιούνται διάφορα αυτοφυή είδη στη λαϊκή θεραπευτική, κυρίως για μακροχρόνια θεραπεία φλεγμονωδών καταστάσεων. Ευρέως διαδεδομένη είναι η *S. angustifolia* Lagasca (κοινώς ουρά του γάτου "rabo de gato"), που χρησιμοποιείται ως λαϊκό φάρμακο, καθώς και στην Κτηνιατρική για τις πολύ σοβαρές πληγές των ζώων, κυρίως στην περιοχή της Βαλένθιας και στην Καταλωνία (Barber et al., 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΑΡΔΕΥΣΗ ΓΕΝΙΚΑ

Με τον όρο «άρδευση» ορίζεται η διαδικασία της τεχνητής παροχής νερού στις καλλιέργειες (Παπαζαφειρίου, 1994). Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι, τα φυτά μπορούν μόνο τους να παράγουν την δικιά τους τροφή, χρησιμοποιώντας φυσικούς πόρους όπως το έδαφος, το νερό, ο αέρας και ήλιος και μάλιστα μεγαλύτερες ποσότητες από τις αναγκαίες για την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους. Δεν μπορούν όμως σε καμία περίπτωση να επιβιώσουν και να παράγουν την τροφή τους χωρίς νερό. Έτσι, ένας από τους βασικότερους παράγοντες για την εντατικοποίηση της γεωργικής παραγωγής των φυτών είναι η άρδευση. Για να εξοικονομηθούν τα μέγιστα οφέλη από την άρδευση, είναι απαραίτητο να υπολογιστεί η απαιτούμενη ποσότητα νερού η οποία εξαρτάται από κάποιες παραμέτρους, όπως το περιβάλλον, η υδρολογική κατάσταση του υπεδάφους, ο τύπος της καλλιέργειας και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας (Ali, 2010). Στη διαρκώς εξελισσόμενη γεωργία, η άρδευση των καλλιεργειών είναι αναγκαίο να προσαρμοστεί σε νέες, πιο αυστηρές διαδικασίες και συνεπώς, η παροχή νερού μέσω μεγάλης κλίμακας αρδευτικών συστημάτων απαιτείται να είναι πιο αξιόπιστη και ευέλικτη από το παρελθόν.

Όσον αφορά τις υγρασιακές συνθήκες του εδάφους, πρέπει να αναφερθεί ότι, τα κρίσιμα χαρακτηριστικά για το σχεδιασμό της διαχείρισης νερού αποτελούν η διαθέσιμη χωρητικότητα σε νερό και η ικανότητα συγκράτησης του νερού από το έδαφος. Στην υδατοϊκανότητα του εκάστοτε εδάφους βασίζεται εν μέρει η λήψη αποφάσεων για το είδος της καλλιέργειας, τον πληθυσμό των φυτών, τον προγραμματισμό των αρδεύσεων και της λίπανσης (Εικόνα 20).



ΕΙΚΟΝΑ 20. Στοιχεία του νερού του εδάφους

Με τον όρο «υδατοϊκανότητα» του εδάφους (field capacity, FC) χαρακτηρίζεται η ποσότητα του νερού ή της υγρασίας που δύναται να συγκρατεί το έδαφος μετά τη στράγγιση του νερού βαρύτητας. Σαφέστερα, θα μπορούσε να οριστεί ως το όριο της εδαφικής υγρασίας όπου η τριχοειδής αγωγιμότητα έχει πολύ μικρή τιμή και ουσιαστικά έχει σταματήσει να κινείται το νερό στο έδαφος. Σύμφωνα με τον Παπαζαφειρίου (1994), η τιμή της υγρασίας χρειάζεται τρεις με πέντε περίπου μέρες για να φτάσει στην υδατοϊκανότητα.

Ένα ακόμη σημαντικό υδραυλικό χαρακτηριστικό κάθε τύπου εδάφους αποτελεί το σημείο μόνιμης μάρρανσης (permanent wilting point, PWP), που είναι το κατώτατο όριο

υγρασίας, στο οποίο τα φυτά δεν είναι ικανά να προσλάβουν από το έδαφος όλη την ποσότητα νερού που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών τους και αρχίζουν να μαραίνονται. Η κατάσταση αυτή θεωρείται μη αναστρέψιμη για τα φυτά. Το σημείο μόνιμης μάρανσης εξαρτάται από:

- 1) το είδος του εδάφους,
- 2) το είδος των φυτών,
- 3) τις κλιματικές συνθήκες που υπάρχουν στην περιοχή (Brouwer et al., 1985; Παπαζαφειρίου, 1994).

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί η διαθέσιμη εδαφική υγρασία, η οποία ορίζεται ως η ποσότητα του νερού που μπορεί να συγκρατήσει ένα έδαφος μεταξύ του σημείου μόνιμης μάρανσης και της υδατοϊκανότητάς του. Τα φυτά δε μπορούν να αντλήσουν όλη τη διαθέσιμη εδαφική υγρασία αλλά ένα ποσοστό αυτής. Το ποσό της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας που μπορούν να αξιοποιήσουν τα φυτά, ονομάζεται ωφέλιμη υγρασία (Παπαζαφειρίου, 1994).

Η αναγκαιότητα επίτευξης μικρότερου κόστους κατά την άρδευση και μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας οδήγησε στην εξεύρεση και ανάπτυξη πολλών και ποικίλων μεθόδων άρδευσης. Η γενική ταξινόμηση αυτών των μεθόδων είναι δυνατή με διάφορους τρόπους αναλόγως των κριτηρίων ή των χαρακτηριστικών που λαμβάνονται υπόψη ανά περίπτωση.

Με κριτήριο τη διαβροχή της επιφάνειας του εδάφους, δηλαδή εάν αυτή είναι ολική ή μερική, διαχωρίζονται σε μεθόδους ολικής ή τοπικής άρδευσης. Λαμβάνοντας ως κριτήριο τη θέση χορήγησης του νερού προς την επιφάνεια του εδάφους, η διάκρισή τους πραγματοποιείται σε μεθόδους επιφανειακής, υπο-επιφανειακής και υπόγεια άρδευσης. Η υπόγεια διακρίνεται από την υπο-επιφανειακή άρδευση στο γεγονός ότι, με τη χρήση της εφαρμόζεται νερό σε βαθύτερα στρώματα και κατόπιν ανέρχεται έως το ριζόστρωμα με τριχοειδή κίνηση. Αντιθέτως, με την χρήση της υπο-επιφανειακής μεθόδου άρδευσης, η εφαρμογή του νερού πραγματοποιείται λίγο κάτω από την επιφάνεια, κατευθείαν εντός της ζώνης ριζοστρώματος. Αναλόγως του είδους της ροής, κατά τη διανομή του νερού στην καλλιέργεια, οι μέθοδοι άρδευσης διακρίνονται σε ελεύθερης ροής και ροής υπό πίεση. Τέλος, με κριτήριο τον τρόπο διανομής του νερού στα φυτά, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι άρδευσης. Αυτές διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες: **επιφανειακές** μεθόδους στις οποίες περιλαμβάνονται η άρδευση με αυλάκια, με λεκάνες, με κατάκλυση, **στον καταιονισμό** που περιλαμβάνει άρδευση με εκτοξευτήρες (μικρούς ή μεγάλους), πολυμπέκ και μικροεκτοξευτήρες και **στην στάγδην** που περιλαμβάνει την επιφανειακή και υπόγεια άρδευση (Πίνακας 3).

Πίνακας 3.: Κατάταξη μεθόδων άρδευσης βάσει διαφόρων κριτηρίων.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ				
ΔΙΑΒΡΟΧΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΘΕΣΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΡΟΗΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	
Ολική	Επιφανειακή	Ελεύθερη	Κατάκλυση	
		Υπό πίεση	Καταιονισμός	
Τοπική	Υπόγεια	Υπό πίεση	Διάτρητοι Σωλήνες	
		Επιφανειακή	Ελεύθερη	Αυλάκια
				Λεκάνες
	Υπο-επιφανειακή	Υπό πίεση	Στάγδην	
			Μικροεκτοξευτήρες	
			Σωληνίσκοι - Λεκάνες	
		Υπό πίεση	Πορώδεις Σωλήνες	

Μέθοδοι ή συστήματα τοπικής άρδευσης καλείται το σύνολο των μεθόδων που υπάγονται στην κατηγορία της τοπικής επιφανειακής άρδευσης με ροή υπό πίεση. Οι μέθοδοι

τοπικής άρδευσης, αναλόγως του σχήματος της διαβρεχόμενης εδαφικής επιφάνειας, διακρίνονται σε μεθόδους σημειακής διαβροχής (π.χ. συστήματα στάγδην), γραμμικής διαβροχής (π.χ. πορώδεις σωλήνες) ή κυκλικής διαβροχής (π.χ. μικροεκτοξευτήρες). Με τον γενικό όρο «μέθοδοι τοπικής ή μερικής άρδευσης» αποκαλούνται εκείνες οι μέθοδοι, οι οποίες χορηγούν το νερό απευθείας και αποκλειστικά στις ζώνες της μεγαλύτερης ριζικής δραστηριότητας των φυτών, εν αντιθέσει με τις διάφορες παραδοσιακές μεθόδους (π.χ. κατάκλυση, καταιονισμός, κ.λπ.), που χορηγούν το νερό σ' ολόκληρη την έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια. Σύμφωνα με τους Decroix και Malaval (1974), η τοπική άρδευση είναι η μέθοδος που περιλαμβάνει συστήματα με μόνιμα δίκτυα διανομής υπό πίεση, τα οποία χορηγούν το νερό σε μέρος μόνο της επιφάνειας του εδάφους.

Η στάγδην άρδευση ανήκει στις μεθόδους τοπικής άρδευσης και το βασικό της χαρακτηριστικό αποτελεί η εφαρμογή νερού στα φυτά με μικρές και συχνές δόσεις. Σύμφωνα με τους Halevy, Boaz, Shani και Dan (1972), η στάγδην άρδευση είναι η μέθοδος που προορίζεται για την εφαρμογή νερού και λιπασμάτων απευθείας στη ρίζα με ειδικά σχεδιασμένους και υπολογισμένους διανεμητές για πολύ μικρές παροχές. Κατ' αυτό τον τρόπο, η κίνηση του νερού μέσα στο έδαφος είναι τρισδιάστατη και παρουσιάζει την τάση να διατηρείται συνεχώς σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Σύμφωνα με τους Marsh, Branson, Gustavson και Davis (1974), με τον όρο «στάγδην άρδευση» καλείται η διανομή του νερού σε μικρές ποσότητες και με μεγάλη συχνότητα, από διανεμητές που ονομάζονται σταλακτήρες και τοποθετούνται κατά προκαθορισμένα διαστήματα στους σωλήνες διανομής. Η παροχή των σταλακτιών πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή, ώστε η κίνηση του νερού στην επιφάνεια του εδάφους να είναι αρκετά περιορισμένη και να μη δημιουργείται «λίμνασμα νερού». Γενικά, η παροχή των σταλακτιών όταν αυτή είναι ενσωματωμένοι στον αγωγό είναι κατώτερη των 12 lt/h και συνήθως κυμαίνεται στα 2-8 lt/h.

Από φυτοτεχνικής πλευράς, οι μέθοδοι τοπικής άρδευσης έχουν τον ίδιο στόχο με την τεχνική της τοπικής λίπανσης. Τη χορήγηση δηλαδή του νερού στις ακριβείς θέσεις από τις οποίες θα παραληφθεί και θα αξιοποιηθεί από τα φυτά, ούτως ώστε να βελτιωθεί η θρέψη τους, να περιοριστούν οι απώλειες και συνεπώς, να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της άρδευσης. Άλλωστε, η ομοιότητα αυτή ως προς τους στόχους της τοπικής άρδευσης και της τοπικής λίπανσης αντανακλάται στη πρακτική των διαφόρων συστημάτων τοπικής άρδευσης, στα οποία η εφαρμογή νερού, σχεδόν πάντοτε συνοδεύεται από παράλληλη εφαρμογή λίπανσης που προστίθεται στο αρδευτικό νερό. Από οικονομικής πλευράς, οι μέθοδοι τοπικής άρδευσης αποτελούν τη διαφαινόμενη λύση στο πρόβλημα της μείωσης του κόστους εφαρμογής του νερού, με περιορισμό κυρίως των απαιτούμενων εργατικών χεριών. Αυτό το επιτυγχάνουν με τη μεταφορά και διανομή του νερού στα φυτά με πλήρη, μόνιμα, δίκτυα και κατάλληλους αυτοματισμούς. Γι' αυτό και πρακτικά τα συστήματα τοπικής άρδευσης συνηθίζεται να ονομάζονται από τους αγρότες και τους εγκαταστάτες, συστήματα αυτόματης άρδευσης.

2.2. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα διακρίνεται για τη μεγάλη ανισοκατανομή, τόσο σε ότι αφορά το χώρο και το χρόνο, όσο και το ετήσιο μέγεθος, των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχή, χιόνι κ.ά.) που δέχεται. Κατά τη διάρκεια του έτους, τους ψυχρούς μήνες παρατηρείται το μεγαλύτερο ύψος αυτών, με αλλαγές από τοποθεσία σε τοποθεσία. Το φθινόπωρο και το χειμώνα έχουμε το μέγιστο της βροχής στα νότια και τα νησιά, ενώ την άνοιξη και το καλοκαίρι επικρατεί σχεδόν ξηρασία, ενώ στα βόρεια παρατηρείται μια σχεδόν ισοκατανομή της βροχής από το φθινόπωρο μέχρι και τα μέσα της άνοιξης και τους καλοκαιρινούς μήνες οι βροχοπτώσεις να είναι ελάχιστες (Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997). Διαπιστώνεται λοιπόν πως η εφαρμογή της άρδευσης, κατά την καλοκαιρινή περίοδο, είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των καλλιεργειών.

2.3. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η σημαντικότερη ζήτηση νερού αντιστοιχεί στην άρδευση, καθώς υπολογίζεται ότι το 70% της συνολικής κατανάλωσης νερού στον κόσμο οφείλεται στην άρδευση καλλιεργούμενων εκτάσεων (Elgallal et al., 2016). Στη χώρα μας, όσον αφορά την Λεκάνη Απορροής Σπερχειού Ποταμού η οποία ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, οι ανάγκες για αρδευτική χρήση είναι περίπου 94% (Έγκριση Σχεδίων Διαχείρισης, 2013).

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι μια από τις κυριότερες καλλιεργητικές φροντίδες, τόσο στον κόσμο όσο και στη χώρα μας, είναι η εφαρμογή αρδευτικού νερού. Επομένως για την όσο το δυνατόν πληρέστερη αξιοποίηση των υδάτινων πόρων, το αρδευτικό νερό θα πρέπει να εφαρμόζεται όταν χρειάζεται στα φυτά, στο σημείο που χρειάζεται και στην ποσότητα που πρέπει, προκειμένου να επιτευχθεί υψηλότερη απόδοση των καλλιεργειών και τη μείωση του εφαρμοζόμενου νερού (Allen et al., 1998).

2.4. ΟΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ

Για τα φυτά το νερό έχει μεγάλη σημασία αφού, αποτελεί το κύριο συστατικό τους και λαμβάνει μέρος σε όλες τις φυσιολογικές διεργασίες και λειτουργίες. Η πρόσληψή του γίνεται μέσω του ριζικού τους συστήματος, όπου προσλαμβάνουν μαζί και τα διαλυμένα στο νερό απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και μεταφέρεται διαμέσου των βλαστών και των φυτικών ιστών στα φύλλα, όπου και αποβάλλεται από τα στομάτια υπό τη μορφή υδρατμών (Παπαζαφειρίου, 1994).

Περισσότερο από το 99% του συνολικού νερού που χρησιμοποιούν τα φυτά κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υδρατμών, δηλαδή με την διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής και επομένως η κατανάλωση νερού θεωρείται ίση με αυτή (Allen et al., 1998; Rana and Katerji, 2000).

Το νερό που απαιτείται για να καλύψει τις ανάγκες των καλλιεργειών μπορεί να προέρχεται από τη βροχή, από το διαθέσιμο νερό που είναι αποθηκευμένο στο έδαφος και από το υπόγειο νερό. Στις περιπτώσεις που οι ανάγκες αυτές δεν μπορούν να καλυφθούν με φυσικό τρόπο, θα πρέπει να γίνει εφαρμογή της άρδευσης, λαμβάνοντας υπόψη την ωφέλιμη βροχόπτωση, αλλά και τις τυχόν πρόσθετες ποσότητες νερού που θα απαιτηθούν λόγω έκπλυσης αλάτων ή διαφόρων απωλειών του νερού (απορροή, στράγγιση) (Παπαζαφειρίου, 1994; Allen et al., 1998).

2.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Μέθοδοι άρδευσης ονομάζονται οι διάφοροι τρόποι που εφαρμόζονται για την εφαρμογή του αρδευτικού νερού στις καλλιέργειες, για την κάλυψη των αναγκών του φυτού σε νερό. Η διάκριση τους γίνεται ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους σε τρεις βασικές κατηγορίες, την επιφανειακή άρδευση, την άρδευση με καταιονισμό και τη στάγδην άρδευση. Σκοπός όλων των παραπάνω μεθόδων είναι η επίτευξη μικρότερου κόστους και μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας κατά την εφαρμογή του νερού στις αρδεύσεις. Μια άρδευση θεωρείται επιτυχής όταν αποθηκεύει στο χωράφι νερό ίσο με το καθαρό βάθος άρδευσης, με τέτοιο τρόπο ώστε να περιορίζει τις επιφανειακές απώλειες από την βαθιά διήθηση στο ελάχιστο και να εφαρμόζει ομοιόμορφα την ποσότητα νερού στην επιφάνεια του χωραφιού, παραμένοντας όσο διάστημα απαιτείται για την αποθήκευση του καθαρού βάθους άρδευσης (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακρυντωνάκη, 2004).

Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την κατάλληλη μέθοδο άρδευσης είναι το κλίμα, το έδαφος, το είδος καλλιέργειας, η διαθέσιμη ποσότητα και ποιότητα νερού, το

κόστος των συστημάτων άρδευσης, το διαθέσιμο εργατικό και η ικανότητα του καλλιεργητή να διαχειρίζεται το σύστημα άρδευσης.

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

- Επιφανειακή άρδευση
- Άρδευση με καταιονισμό (τεχνητή βροχή)
- Στάγδην άρδευση (με σταγόνες)

2.5.1 Επιφανειακή στάγδην άρδευση

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης είναι: η κεφαλή ή μονάδα ελέγχου, το δίκτυο μεταφοράς, και το δίκτυο εφαρμογής.

Η κεφαλή ή μονάδα ελέγχου συνδέεται με την υδροληψία ή το αντλητικό συγκρότημα (Γιακουμάκης, 1985). Περιλαμβάνει το μετρητή ροής, τα φίλτρα, τους ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Κύριο στοιχείο της κεφαλής αποτελούν τα φίλτρα. Με τα φίλτρα το νερό που παροχετεύεται στο δίκτυο πρέπει να είναι απαλλαγμένο από φερτά υλικά για να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες. Τα φίλτρα διενεργούν μηχανικό καθαρισμό του νερού.

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 (Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη, 2004). Αυτός ο τρόπος ονομάζεται υδρολίπανση και το πλεονέκτημα του είναι η άμεση εφαρμογή των ουσιών στο ριζόστρωμα της καλλιέργειας σε μικρές επαναλαμβανόμενες δόσεις, το γεγονός ότι εξασφαλίζει οικονομία στην ποσότητα λιπάσματος που διατίθεται στα φυτά, αλλά και στα εργατικά χέρια.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους, αλλά και τους δευτερεύοντες αγωγούς. Από την πηγή το νερό μεταφέρεται μέσω των κύριων αγωγών στους δευτερεύοντες.

Οι κύριοι αγωγοί είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE) ή άκαμπτο χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) ή γαλβανισμένο ατσάλι. Οι δευτερεύοντες αγωγοί μεταφέρουν το νερό από τους κύριους, στους αγωγούς εφαρμογής. Το δίκτυο μεταφοράς μπορεί να είναι είτε υπέργειο (PE), είτε υπόγειο (PVC). Συνήθως όμως, οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι από άκαμπτο PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους, όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στο χωράφι των καλλιεργητικών μηχανημάτων. Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνηθισμένη διάμετρο 12 - 25 mm. Μεταφέρουν το νερό από τους δευτερεύοντες αγωγούς στους σταλακτήρες. Είναι κάθετοι προς τους δευτερεύοντες και παράλληλοι προς τις ισοϋψείς στα εδάφη με κλίση (Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη, 2004).

Σε προκαθορισμένες θέσεις πάνω στους σωλήνες πολυαιθυλενίου, τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες, μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων. Οι σταλακτήρες τοποθετούνται είτε εν σειρά, είτε σε σύνδεση επί της γραμμής εφαρμογής. 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, 1994).

2.5.2. Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα πλεονεκτήματα της επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι τα ακόλουθα: ο έλεγχος, η πλήρης αυτοματοποίηση του συστήματος, η οικονομία νερού, η διατήρηση μικρών αρνητικών πιέσεων στο έδαφος, η πρωϊμηση της παραγωγής, τα οικονομικά και ενεργειακά οφέλη, η χρήση χαμηλής ποιότητας αρδευτικού νερού, η διατήρηση ξηρού φυλλώματος, η μερική διαβροχή του εδάφους, η εφαρμογή σε δύσκολα εδάφη, η εφαρμογή λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, η άρδευση μεγαλύτερων εκτάσεων και η προστασία στο περιβάλλον.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου της στάγδην άρδευσης είναι τα ακόλουθα: το κόστος εγκατάστασης, οι εμφράξεις των σταλακτήρων, η αδυναμία άμεσης προσέγγισης του νερού στο ενεργό ριζόστρωμα των φυτών και ειδικά σε βαριάς σύστασης εδάφη, η αποφυγή χρήσης αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα, η ανάγκη απομάκρυνσης των δευτερευόντων αγωγών άρδευσης λίγο πριν και μετά την εγκατάσταση της νέας καλλιέργειας (μηχανικές ζημιές), η φθορά των υλικών λόγω των καιρικών συνθηκών, των καλλιεργητικών πρακτικών και της τοπικής υπέργεια πανίδας (μηχανικές ζημιές), και η ανάγκη χρήσης άλλης μεθόδου για το φύτευμα των καλλιεργειών.

Η σωστή λειτουργία ενός δικτύου στάγδην άρδευσης απαιτεί ορισμένους χειρισμούς. Τέτοιοι είναι η αυτοματοποιημένη έναρξη και παύση λειτουργίας του συστήματος, η διαδοχική υδροδότηση των διαφόρων μονάδων και η ρύθμιση της απαιτούμενης παροχής και φορτίου στην αρχή του δικτύου και στους αγωγούς τροφοδοσίας. Στην Ελλάδα στις αρχές της δεκαετίας του 80' άρχισε να εξαπλώνεται η μέθοδος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Η μεγάλη της εξάπλωση όμως στη χώρα μας, οφείλεται κυρίως στις καλλιέργειες των οπωροφόρων δένδρων, του βαμβακιού, του καλαμποκιού και της αμπέλου. Σύμφωνα με τους Bravdo και Herper (1987), η επιφανειακή στάγδην άρδευση επιτυγχάνει ικανοποιητικότερη χορήγηση των θρεπτικών στοιχείων στην καλλιέργεια και κυρίως του αζώτου και του φωσφόρου.

2.6. ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ (ET)

Η εφαρμογή των αρδεύσεων και οι απαιτούμενες ποσότητες αρδευτικού νερού εξαρτώνται από την εξατμισοδιαπνοή. Σημαντικό είναι σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές να εξετασθούν οι ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό με βάση την εξατμισοδιαπνοή στις επιμέρους εκτάσεις, πριν την εκμετάλλευση όλων των υδατικών πόρων που υπάρχουν.

Με τον όρο εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας, (evapotranspiration) νοείται η ποσότητα του νερού, που καταναλώνεται στη διαπνοή των φυτών και στην εξάτμιση των υγρών μερών του φυτού και του εδάφους κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης περιόδου (Παπαζαφειρίου, 1994).

Η εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration, ET) είναι ο συνδυασμός δύο παραγόντων, της διαπνοής, δηλαδή η ποσότητα του νερού που απορροφάται από τις ρίζες των φυτών και χρησιμοποιείται για την διάπλαση των ιστών των φυτών και δεύτερος παράγοντας είναι η εξάτμιση, που εκφράζει το νερό που εξατμίζεται από το έδαφος και την επιφάνεια των φύλλων των φυτών (Παπαζαφειρίου, 1994).

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.

Η εξατμισοδιαπνοή είναι δυνατό να εκφράζει τις απαιτήσεις μίας καλλιέργειας σε νερό, ενός αγροκτήματος, μίας περιοχής, ή και ολόκληρης πεδιάδας. 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, 1994).

2.6.1. Παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή

Η εξατμισοδιαπνοή διαφέρει μεταξύ των καλλιέργειών καθώς επηρεάζεται από πολλούς παραμέτρους. Μεταξύ άλλων επηρεάζεται από τους φυτικούς παράγοντες όπως είναι το είδος του φυτού, η ανακλαστικότητα του φυλλώματος, το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από το φύλλωμα, το ύψος των φυτών στην περίπτωση μη πυκνής σποράς, το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος και το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Επίσης την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς επηρεάζεται από κλιματικούς παράγοντες κυρίως από την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια και την αεροδυναμική κατάσταση της ατμόσφαιρας. Για μια κανονικά αναπτυσσόμενη καλλιέργεια, της οποίας το φύλλωμα καλύπτει σχεδόν ολόκληρη την επιφάνεια του εδάφους, το μέγεθος της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας εξαρτάται από το κλίμα που υπάρχει στην περιοχή και ιδιαίτερα από τη λανθάνουσα θερμότητα, την καθαρή ακτινοβολία, την ταχύτητα του ανέμου, τη σχετική υγρασία, τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και τέλος τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. (Παπαζαφειρίου, 1994; Allen et al., 1998)

2.6.2. Μέθοδοι προσδιορισμού της εξατμισοδιαπνοής

Για την μέτρηση της εξατμισοδιαπνοής έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τρόποι είτε με μετρήσεις άμεσα στο χωράφι, είτε με έμμεσες μικροκλιματικές μεθόδους, είτε με άμεσες μεθόδους. (Παπαζαφειρίου, 1984; Rana and Katerji, 2000).

Οι άμεσες μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής βασίζονται στην άμεση εποπτεία της ποσότητας του νερού που εισέρχεται στο έδαφος με άρδευση ή βροχή. Καθώς επίσης και στην καταγραφή της μεταβολής της εδαφικής υγρασίας κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών. Οι βασικότερες άμεσες μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας σύμφωνα με τον Παπαζαφειρίου (1984) είναι: α). Μέθοδος των πειραματικών αγροτεμαχίων. β) Μέθοδος των επαναληπτικών δειγματοληψιών. γ) Μέθοδος του ισοζυγίου της υγρασίας. δ) Μέθοδος του λυσιμέτρου.

Οι έμμεσες μέθοδοι βασίζονται στον υπολογισμό συγκεκριμένων παραμέτρων. Αυτές μπορεί να είναι είτε μικροκλιματικές, και διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, την αεροδυναμική μέθοδο, τη μέθοδο του ισοζυγίου της ενέργειας, ή σε συνδυασμό αυτών, είτε μέσω μεθόδων χρησιμοποιώντας κλιματικά δεδομένα, όπως, η μέθοδος Penman (1963), η τροποποιημένη μέθοδος των Blaney-Cridle, η μέθοδος Hargreaves – Samani (1985) και η μέθοδος FAO-56 Penman-Monteith. Από αυτές η τελευταία θεωρείται ως η πλέον κατάλληλη, έμμεση μέθοδος υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς, ΕΤο λόγω της μεγάλης ακρίβειάς της (Allen et al., 1998; Rana and Katerji, 2000).

2.6.3. Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς και φυτικός συντελεστής (Kc)

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 στοματιών του φυλλώματος (Παπαζαφειρίου, 1994).

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 (Παπαζαφειρίου, 1994).

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 στοματιών. Σχεδόν όλη η ποσότητα του προσλαμβανόμενου νερού χάνεται μέσω του μηχανισμού της διαπνοής και μόνο ένα μικρό κλάσμα χρησιμοποιείται εσωτερικά στο φυτό (Παπαζαφειρίου, 1994).

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 (Παπαζαφειρίου, 1994).

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 (Παπαζαφειρίου, 1994).

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) είναι ανεξάρτητη του φυτικού είδους (Παπαζαφειρίου, 1994).

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 / ET₀ = K_c (Παπαζαφειρίου, 1984). Στη προσέγγιση του K_c η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ET_c υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ET₀ με το K_c.

$$ET_c = K_c ET_0$$

ET_c: εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας (mm/day)

K_c: φυτικός συντελεστής

ET₀: εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (mm/day)

Οι περισσότερες επιρροές από τις κλιματικές συνθήκες είναι ενσωματωμένες στην εκτίμηση της ET₀. Επομένως καθώς η ET₀ 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 (Παπαζαφειρίου, 1994).

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).

2.6.4. 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 (Παπαζαφειρίου, 1994).

Η μέθοδος FAO Penman-Monteith προτείνεται ως η ακριβέστερη μέθοδος για τον προσδιορισμό και υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ETo . Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ETc 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, 1994).

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 χλοοτάπητα (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 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 (Allen et al., 1998).

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

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

Όπου:

ETo : Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ($mm \text{ day}^{-1}$).

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

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

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

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

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 ($kPa \cdot ^{\circ}C^{-1}$).

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

2.7. ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗ

Με την ελλειμματική άρδευση (deficit irrigation), εφαρμόζεται στην καλλιέργεια ποσότητα νερού όχι αυτή που απαιτείται λόγω της ETc, αλλά μικρότερη με σκοπό την μείωση του νερού που καταναλώνεται (Fereres and Soriano, 2007). Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στην μεγιστοποίηση της παραγωγής ανά μονάδα αρδευτικού νερού που χρησιμοποιείται (αποτελεσματικότητα χρήσης νερού), ειδικά στη περίπτωση των περιορισμένων διαθέσιμων υδάτινων πόρων (Kirda, 2002).

Πριν την εφαρμογή ενός προγράμματος ελλειμματικής άρδευσης απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί να προσδιοριστούν ορισμένες παράμετροι της άρδευσης. Τέτοιες είναι, η ποσότητα και ο χρόνος άρδευσης, καθώς και τα επίπεδα της υδατικής καταπόνησης των φυτών, είτε καθ' όλη τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, είτε σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης, χωρίς όμως να εμφανίζεται σημαντική μείωση της απόδοσής τους (Kirda, 2002). Αρχικά θα πρέπει να υπολογιστεί η ETc, χρησιμοποιώντας την μέθοδο FAO-56 Penman-Monteith (Allen et al., 1998), η οποία αποτελεί, όσον αφορά τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, την πιο έγκυρη μέθοδο και στη συνέχεια να προσδιοριστεί το επίπεδο της ελλειμματικής άρδευσης.

Επίσης με τη χρήση μόνιμων αρδευτικών συστημάτων, επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση υδατικής καταπόνησης των φυτών από ελλειμματική άρδευση, αφού παρέχουν τη δυνατότητα να εφαρμόζονται μικρές ποσότητες νερού και σε μεγάλη συχνότητα (Fereres and Soriano, 2007).

2.8. ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η Γεωργία Ακριβείας (Precision Agriculture), είναι μία μέθοδος διαχείρισης των αγροτεμαχίων, τα οποία χωρίζονται σε ομοιογενείς ζώνες διαχείρισης. Με βάση τις παρατηρήσεις, τις μετρήσεις και την αντιμετώπιση των διαφοροποιήσεων ως προς το χώρο ή και το χρόνο μέσα στην κάθε ζώνη, γίνονται οι επεμβάσεις, με μεταβλητές δόσεις (Variable Rate Application), προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα των εισροών (φυτοφάρμακα, λιπάσματα, σπόρος, νερό άρδευσης), ή και να ελαχιστοποιήσει τις δυσμενείς τους συνέπειες (Oliver, 2013).

Η εφαρμογή μεταβλητών δόσεων αρδευτικού νερού σε διαφορετικά μέρη ενός αγροτεμαχίου, έχει σαν αποτέλεσμα να εφαρμόζονται οι ποσότητες νερού που χρειάζονται τα φυτά στον χρόνο που χρειάζονται (Smith and Raine, 2000).

Από πειραματικά δεδομένα, συγκρίνοντας την παραγωγή με χρήση μεταβλητής δόσης άρδευσης με αυτή που επιτεύχθηκε με παραδοσιακό προγραμματισμό άρδευσης (ομοιόμορφη εφαρμογή), παρουσιάστηκε μειωμένη χρήση νερού κατά 7 έως 9%, ενώ επιτεύχθηκε κατά 19% υψηλότερη απόδοση (Hunsaker et al., 2010). Σε άλλη μελέτη υπολογίσθηκε εξοικονόμηση νερού άρδευσης περίπου 12% και μείωση ποσότητας εφαρμογής αζώτου 15% (LaRue, 2011), ενώ άλλοι ερευνητές υπολόγισαν την εξοικονόμηση νερού άρδευσης μεταξύ 2,5-7,3% από την εφαρμογή μεταβλητής δόσης άρδευσης (Turker et al., 2011).

2.9. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η ανεξέλεγκτη συλλογή φυτών Σιδερίτη, η υπερβόσκηση και οι φωτιές σε δασικές εκτάσεις, έχουν ως αποτέλεσμα την δραματική μείωση των αυτοφυών πληθυσμών. Η καλλιέργεια Σιδερίτη αποτελεί έναν τρόπο αειφορικής αξιοποίησης και προστασίας των ειδών, εξασφαλίζοντας έτσι και τη μαζική παραγωγή φυτικού υλικού, προκειμένου να καλύπτεται η αυξημένη ζήτηση από την εγχώρια και διεθνή αγορά.

Η συγκεκριμένη εργασία είχε σαν σκοπό να μελετήσει την επίδραση της εφαρμογής άρδευσης στα μορφολογικά χαρακτηριστικά (ύψος) και στην απόδοση (χλωρό και ξηρό

βάρος) του φυτού, σε πειραματική καλλιέργεια και σε συνθήκες περιβάλλοντος που δεν ανταποκρίνονται σε αυτές του φυσικού του βιότοπου.

Χρησιμοποιήθηκε σαν μάρτυρας η μεταχείριση όπου δεν εφαρμόστηκε άρδευση, προκειμένου να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις μεταχειρίσεις στις οποίες εφαρμόστηκε άρδευση στο 100%, στο 75% και στο 50% των αναγκών του φυτού σε νερό, αντίστοιχα.

Η μελέτη επίσης επιχείρησε να ανιχνεύσει και σε ποια μεταχείριση άρδευσης εφαρμόζεται αποτελεσματικότερα το νερό.

Σε κάθε περίπτωση η έρευνα θα πρέπει να συνεχιστεί, όσον αφορά τον προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών του φυτού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.2. ΓΕΝΙΚΑ

Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί με εφαρμογή πλήρους και ελλειμματικής άρδευσης η ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας του φυτού “τσάι του βουνού” σε χαμηλό υψόμετρο.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά τον τέταρτο καλλιεργητικό χρόνο του φυτού την περίοδο 2018, στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου. Η περιοχή του Βελεστίνου 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. Στη περιοχή αυτήν επικρατούν ηπειρωτικές κλιματικές συνθήκες, με ζεστό και ξηρό καλοκαίρι το οποίο εναλλάσσεται με ψυχρό και υγρό χειμώνα. Το έδαφος της περιοχής του αγροκτήματος είναι ασβεστούχο, 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).

3.3. ΧΑΡΑΞΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Το πειραματικό σχέδιο ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με τέσσερις μεταχειρίσεις σε τρεις επαναλήψεις. Οι διαστάσεις κάθε επανάληψης ήταν τρία επί πέντε μέτρα, αποτελούμενο από έξι σειρές των δέκα φυτών, δηλαδή 60 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο ή συνολικά 720 φυτά. Κάθε τεμάχιο διαχωρίζεται από το άλλο με διάδρομο ενός μέτρου (Εικόνα 21).

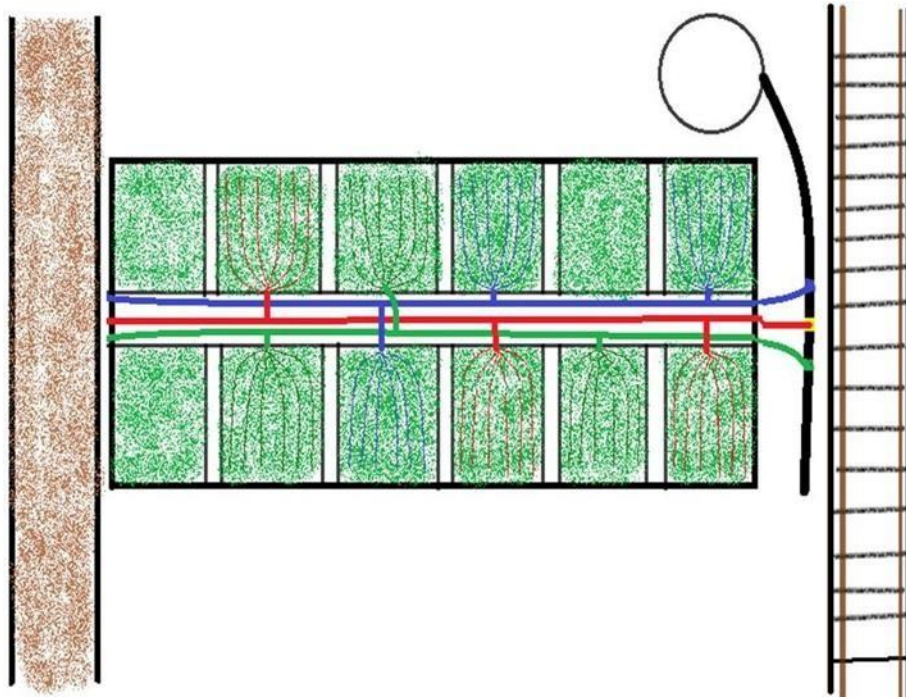
Εφαρμόστηκαν οι εξής μεταχειρίσεις :

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%: Η μεταχείριση χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας και δεν εφαρμόστηκε άρδευση.



Εικόνα 21: Διάταξη Πειραματικού Αγροτεμαχίου

Στην Εικόνα 21 φαίνεται το σύνολο του πειραματικού 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.

3.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Στο αγροτεμάχιο του πειράματος έγινε κατεργασία του εδάφους με βαθύ καλλιεργητή, ενώ λίγες μέρες πριν την φύτευση πραγματοποιήθηκε ένα φρεζάρισμα για την αναμόχλευση του εδάφους και την απομάκρυνση των ζιζανίων.

Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2015. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα πλήρως τυχαίο σχέδιο με 4 μεταχειρίσεις και 3 επαναλήψεις. Σε κάθε επανάληψη ανοίχτηκαν σε αποστάσεις 50cm 6 αυλάκια βάθους 4-5cm με σκαλιστήρι χειρός, και σε κάθε αυλάκι έγινε η φύτευση του τσαγιού με το χέρι με την απόσταση των φυτών μεταξύ τους να είναι 50cm. Στις 21 Απριλίου 2015 έγινε η εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος. Λίπανση του φυτού δεν πραγματοποιήθηκε σε κανένα στάδιο της καλλιέργειας, με μόνη καλλιεργητική φροντίδα μετά την φύτευση ήταν η απομάκρυνση των ζιζανίων όποτε κρίθηκε αναγκαίο χειρωνακτικά.

3.5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Για την άρδευση της καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της σταγόνας (Εικόνα 22). Στην συγκεκριμένη μέθοδο το νερό εφαρμόζεται σε μικρές ποσότητες με σταγόνες σε κάθε φυτό ξεχωριστά, ώστε να εφοδιάζεται με την απαραίτητη για την κανονική του ανάπτυξη και απόδοση υγρασία. 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 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 (Εικόνα 23) 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.



ΕΙΚΟΝΑ 22: Σύστημα Στάγδην Άρδευσης (πειραματικός αγρός 4ο έτος)



ΕΙΚΟΝΑ 23: Προγραμματιστής Άρδευσης (πειραματικός αγρός 4ο έτος)

3.6. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ-ΞΗΡΑΝΣΗ

Στις 23 Μαΐου του 2018 πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή, καθώς τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο της πλήρης άνθισης. Ο τρόπος συγκομιδής ήταν χειρονακτικός, χρησιμοποιώντας μικρά δρεπανάκια. Το μέρος του φυτού που κόβονταν αποτελούνταν από ολόκληρη την ταξιανθία και κάτω από αυτήν ένα μέρος του βλαστού περίπου των 5 με 6 εκατοστών. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν μικρά δεματάκια ή «ματσάκια».

Για την ξήρανση μεταφέρθηκαν τα φυτά σε υπόστεγο για να βρίσκονται υπό σκιά, όπου κρεμάστηκαν ανάποδα και παρέμειναν έως και την πλήρη ξήρανσή τους.

3.7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη έρευνα αφορούσαν και τις (4) μεταχειρίσεις του συνολικού πειράματος (πλήρης έρευνα). Από κάθε επανάληψη των δύο μεταχειρίσεων επιλέχθηκε ένα τετραγωνικό μέτρο τυχαία και έγινε η συγκομιδή του.

Έπειτα επιλέχθηκαν τυχαία 10 φυτά, στα οποία έγιναν οι απαραίτητες μετρήσεις και στην συνέχεια η αναγωγή αυτών σε έκταση ενός στρέμματος. 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.

3.7.1 Ύψος φυτών

Την ημέρα της συγκομιδής (23/5/2018) πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις στο ύψος των φυτών στις δύο μεταχειρίσεις, για την παρατήρηση της ανάπτυξης στο τσάι του βουνού.

Συνολικά μετρήθηκαν 30 φυτά από κάθε μεταχείριση. Το μέσο ύψος κάθε μεταχείρισης προέκυψε από το σύνολο των φυτών και των τριών επαναλήψεων.

3.7.2 Χλωρό και ξηρό βάρος

Την ημέρα της συγκομιδής πραγματοποιήθηκε σε ζυγαριά ακριβείας το ζύγισμα των δειγμάτων, για το ακριβές χλωρό βάρος (Εικόνα 24).

Στην συνέχεια αφού τα φυτά δεματοποιήθηκαν σε δέσμες ακολούθησε η αποξήρανση των φυτών σε σκιερό, κλειστό θερμοκήπιο με ανοιγόμενα παράθυρα για 10 μέρες (Εικόνα 25).

Τέλος μετά τις δέκα μέρες και την ξήρανση των φυτών ζυγίστηκε το ξηρό βάρος των δειγμάτων.



ΕΙΚΟΝΑ 24: Δέσμες τσαγιού για ζύγισμα



ΕΙΚΟΝΑ 25: Δεματοποίηση τσαγιού προς ζύγιση και ξήρανση

3.7.3. Στατιστική ανάλυση

Για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS. Επειδή έπρεπε να γίνει σύγκριση μεταξύ μέσων όρων κάθε φορά (μεταχειρίσεις 100%, 75%, 50% και 0%) για το χλωρό και ξηρό βάρος καθώς και για το ύψος των φυτών ενός παράγοντα που αφορούσε την ποσότητα άρδευσης, χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία ONewayANOVA (statisticsdescriptives, και posthoc=duncanlsdalpha (0.05)) του λογισμικού – στατιστικού πακέτου.

3.8. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για την μελέτη των κλιματικών δεδομένων πάρθηκαν δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος (Εικόνα 26), τα οποία αφορούσαν τις μετρήσεις της μέσης βροχόπτωσης και μέσης θερμοκρασίας του καλλιεργητικού έτους 2018 αλλά και μετρήσεις για την τελευταία 25ετία.



ΕΙΚΟΝΑ 26: μετεωρολογικός σταθμός αγροκτήματος

3.9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ Ρ-ΜΟΝ FAO 56

1	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΣΑΪ FAO-56 Penman-Monteith (Allen et al., 1998)									
Ημ/μηνία (1)	ΕΤο mm (2)	Βροχόπτωση (mm) B (3)	Ωφέλιμη βροχόπτωση (mm) $\Omega B=0,8*B$ 0,8*(4)	Kc (5)	Ημερήσιες καθαρές ανάγκες σε νερό (mm) $I_n=ET_c - \Omega B$ ($ET_c=E_0*K_c$) (2)*(5)-(4) mm	Δόση άρδευσης (mm) $I_{da}=I_n(100\%)$ (7) mm	Σταλάκ τες ανά φυτό $n=S1/S$ e (8)	Ωριαίο ύψος βροχής (mm/h) $I_{dh}=(q*n)/(St*S_r)$ (9)	Διάρκεια άρδευσης 100% $I_t=$ $I_{da}(100\%)/I_{dh}$ (10)
1/3/2018	0,97	0,8	0,64	0,95	0,28		1	16	0,00
2/3/2018	0,74	0,4	0,32	0,95	0,38		1	16	0,00
3/3/2018	2,47	1,2	0,96	0,95	1,39		1	16	0,00
4/3/2018	3,89	0,4	0,32	0,95	3,38		1	16	0,00
5/3/2018	0,37	0,4	0,32	0,95	0,03		1	16	0,00
6/3/2018	2,47	0,4	0,32	0,95	2,03		1	16	0,00
7/3/2018	3,51	0,0	0	0,95	3,33		1	16	0,00
8/3/2018	3,93	0,0	0	0,95	3,73	10,82	1	16	0h 41'
9/3/2018	2,12	0,0	0	0,95	2,01		1	16	0,00
10/3/2018	2,73	0,0	0	0,95	2,59		1	16	0,00
11/3/2018	2,79	0,0	0	0,95	2,65		1	16	0,00
12/3/2018	2,44	0,0	0	0,95	2,32		1	16	0,00
13/3/2018	3,62	0,0	0	0,95	3,44		1	16	0,00
14/3/2018	3,52	0,00	0	0,95	3,34		1	16	0,00
15/3/2018	3,37	0,00	0	0,95	3,20	20,09	1	16	1h 16'
16/3/2018	2,12	0,0	0	0,95	2,01		1	16	0,00
17/3/2018	4,08	0,00	0	0,95	3,88		1	16	0,00
18/3/2018	3,73	0,00	0	0,95	3,54		1	16	0,00
19/3/2018	1,57	7,40	5,92	0,95	-4,43		1	16	0,00
20/3/2018	4,56	0,00	0	0,95	4,33		1	16	0,00
21/3/2018	3,19	0,0	0	0,95	3,03		1	16	0,00
22/3/2018	0,58	4,0	3,2	0,95	-2,65	15,57	1	16	0h 59'
23/3/2018	1,44	2,20	1,76	0,95	-0,39		1	16	0,00
24/3/2018	1,86	1,00	0,8	0,95	0,97		1	16	0,00
25/3/2018	1,20	9,80	7,84	0,95	-6,70		1	16	0,00
26/3/2018	1,95	0,00	0	0,95	1,85		1	16	0,00
27/3/2018	2,85	0,00	0	0,95	2,71		1	16	0,00
28/3/2018	2,88	0,00	0	0,95	2,74		1	16	0,00
29/3/2018	3,20	0,00	0	0,95	3,04		1	16	0,00
30/3/2018	3,27	0,00	0	0,95	3,11	4,21	1	16	0h 16'
31/3/2018	1,79	0,00	0	0,95	1,70		1	16	0,00
1/4/2018	4,97	0,00	0	0,95	4,72		1	16	0,00
2/4/2018	4,03	0,00	0	0,95	3,83		1	16	0,00
3/4/2018	3,53	0,00	0	0,95	3,35		1	16	0,00
4/4/2018	3,56	0,00	0	0,95	3,38		1	16	0,00
5/4/2018	2,88	0,00	0	0,95	2,74		1	16	0,00
6/4/2018	2,87	0,00	0	0,95	2,73	22,83	1	16	1h 26'
7/4/2018	1,65	0,60	0,48	0,95	1,09		1	16	0,00
8/4/2018	3,81	0,00	0	0,95	3,62		1	16	0,00
9/4/2018	3,85	0,00	0	0,95	3,66		1	16	0,00
10/4/2018	3,65	0,00	0	0,95	3,47		1	16	0,00
11/4/2018	1,55	0,00	0	0,95	1,47		1	16	0,00

12/4/2018	3,23	0,00	0	0,95	3,07		1	16	0,00
13/4/2018	3,55	0,00	0	0,95	3,37		1	16	0,00
14/4/2018	3,77	0,00	0	0,95	3,58	19,75	1	16	1h 14'
15/4/2018	2,07	0,00	0	0,95	1,97		1	16	0,00
16/4/2018	1,07	0,00	0	0,95	1,02		1	16	0,00
17/4/2018	3,32	0,00	0	0,95	3,15		1	16	0,00
18/4/2018	3,00	0,00	0	0,95	2,85		1	16	0,00
19/4/2018	3,88	0,00	0	0,95	3,69		1	16	0,00
20/4/2018	3,77	0,00	0	0,95	3,58		1	16	0,00
21/4/2018	3,98	0,00	0	0,95	3,78	19,84	1	16	1h 15'
22/4/2018	4,32	0,00	0	0,95	4,10		1	16	0,00
23/4/2018	4,26	0,00	0	0,95	4,05		1	16	0,00
24/4/2018	4,61	0,00	0	0,95	4,38		1	16	0,00
25/4/2018	4,76	0,00	0	0,95	4,52		1	16	0,00
26/4/2018	4,65	0,00	0	0,95	4,42		1	16	0,00
27/4/2018	4,63	0	0	0,95	4,40		1	16	0,00
28/4/2018	4,64	0	0	0,95	4,41		1	16	0,00
29/4/2018	4,09	0	0	0,95	3,89	30,28	1	16	1h 54'
30/4/2018	2,06	0,6	0,48	0,95	1,48		1	16	0,00
1/5/2018	4,17	0	0	0,95	3,96		1	16	0,00
2/5/2018	4,19	0	0	0,95	3,98		1	16	0,00
3/5/2018	2,35	0	0	0,95	2,23		1	16	0,00
4/5/2018	3,80	0	0	0,95	3,61		1	16	0,00
5/5/2018	1,48	1,8	1,44	0,95	-0,03		1	16	0,00
6/5/2018	0,38	5,2	4,16	0,95	-3,80	19,11	1	16	1h 11'
7/5/2018	1,98	1,8	1,44	0,95	0,44		1	16	0,00
8/5/2018	1,69	8,8	7,04	0,95	-5,43		1	16	0,00
9/5/2018	3,04	1,4	1,12	0,95	1,77		1	16	0,00
10/5/2018	1,40	4,4	3,52	0,95	-2,19		1	16	0,00
11/5/2018	2,40	0,2	0,16	0,95	2,12		1	16	0,00
12/5/2018	4,54	0	0	0,95	4,31		1	16	0,00
13/5/2018	3,88	0,6	0,48	0,95	3,21		1	16	0,00
14/5/2018	4,25	0	0	0,95	4,04	4,22	1	16	0h 16'
15/5/2018	3,91	0	0	0,95	3,71		1	16	0,00
16/5/2018	6,28	0	0	0,95	5,97		1	16	0,00
17/5/2018	4,44	0	0	0,95	4,22		1	16	0,00
18/5/2018	3,35	0,4	0,32	0,95	2,86		1	16	0,00
19/5/2018	4,04	0	0	0,95	3,84		1	16	0,00
20/5/2018	3,08	0,4	0,32	0,95	2,61		1	16	0,00
21/5/2018	3,82	0,6	0,48	0,95	3,15	27,24	1	16	1h 42'
22/5/2018	4,40	0	0	0,95	4,18		1	16	0,00
23/5/2018	3,16	0	0	0,95	3,00		1	16	0,00
24/5/2018	3,08	6,6	5,28	0,95	-2,35		1	16	0,00
25/5/2018	4,93	0,4	0,32	0,95	4,36		1	16	0,00
26/5/2018	5,25	0	0	0,95	4,99		1	16	0,00
27/5/2018	5,31	0	0	0,95	5,04		1	16	0,00
28/5/2018	3,32	0	0	0,95	3,15		1	16	0,00
29/5/2018	4,57	0	0	0,95	4,34		1	16	0,00
30/5/2018	4,91	0	0	0,95	4,66		1	16	0,00
31/5/2018	6,04	0	0	0,95	5,74		1	16	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		61,8	49,44			193,96			

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι μέχρι και την συγκομιδή έγιναν 11 αρδεύσεις, μια φορά την εβδομάδα με το χρόνο άρδευσης που αναφέρεται στον πίνακα παραπάνω να αντιστοιχεί στην μεταχείριση 100%. Οι συνολικές καθαρές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας μέχρι εκείνη την χρονική περίοδο ήταν 193,96mm στην μεταχείριση 100%.

Στη μεταχείριση 75% εφαρμόστηκε δόση άρδευσης ίση με τα 3/4 της παραπάνω ποσότητας, στην μεταχείριση 50% η μισή από την παραπάνω ποσότητα και στην μεταχείριση 0% δεν εφαρμόστηκε καθόλου αρδευτικό νερό.

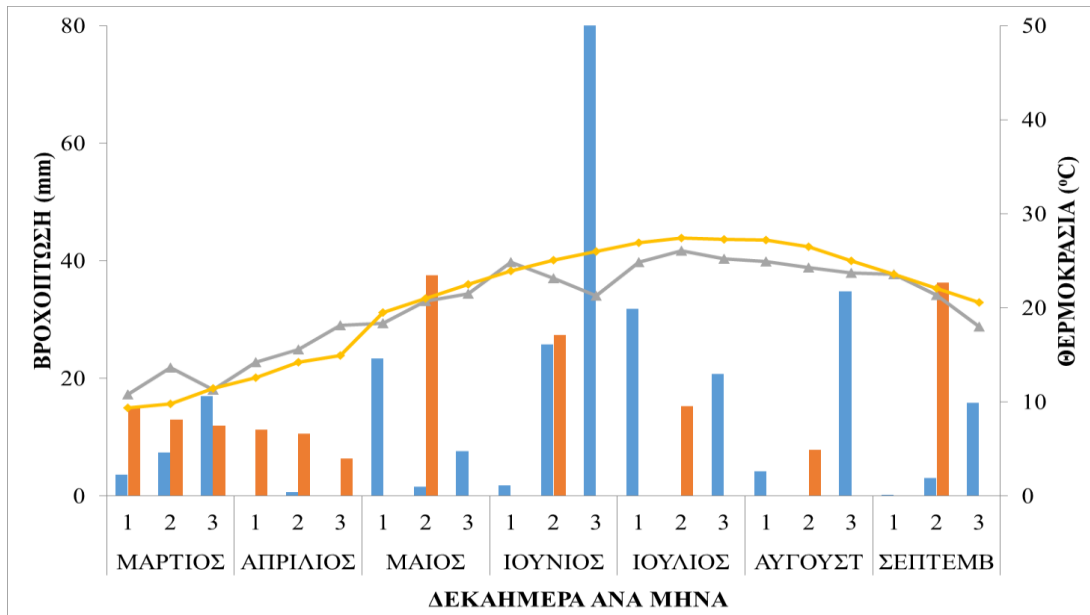
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1.1 Κλιματολογικά δεδομένα

Στο διάγραμμα 1 φαίνονται η μέση θερμοκρασία και η ωφέλιμη βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2018 καθώς και οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων της τελευταίας 25αετίας.

Με την μπλε μπάρα απεικονίζεται η βροχόπτωση για το 2018 ενώ με την πορτοκαλή η μέση βροχόπτωση της τελευταίας 25αετίας. Με την γκρι γραμμή απεικονίζεται η θερμοκρασία για το 2018 ενώ με την κίτρινη η μέση θερμοκρασία της τελευταίας 25αετίας.



Διάγραμμα 1. Μέσοι όροι θερμοκρασίας και βροχόπτωσης Μαΐου-Ιουνίου 2018 και των τελευταίων 25 ετών (ανά 10 ήμερο)

Φαίνεται στο διάγραμμα 1 ότι η βροχόπτωση αθροίστηκα το 2018 ήταν πολύ κοντά με την αντίστοιχη μέση τιμή της 25αετίας. Ωστόσο παρατηρήθηκε 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 εξαιρεθούν οι μήνες Απρίλιος και Μάιος όπου παρατηρήθηκε πτώση της θερμοκρασίας.

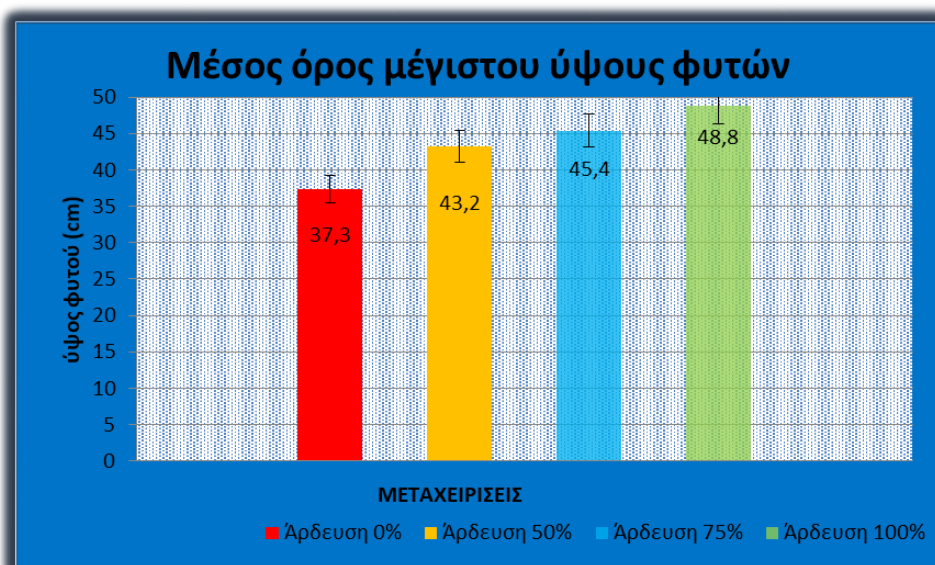
Οι βροχοπτώσεις και οι θερμοκρασίες μέχρι τη συγκομιδή (23/05/2018) κυμάνθηκαν σε ευνοϊκά πλαίσια για την καλλιέργεια. Οι μειωμένες βροχοπτώσεις, καθώς και οι χαμηλές για την εποχή θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν τον μήνα Απρίλιο, δεν επηρέασαν την ανάπτυξη, απόδοση και ποιότητα της καλλιέργειας του τσαγιού και βοήθησαν στο να αναδειχτεί η αναγκαιότητα της άρδευσης καθώς επίσης και στο πως επηρέασε ως παράγοντας.

Λόγω συνθηκών χαμηλού υψομέτρου η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε σχετικά πρόωμα και έτσι αποφεύχθηκαν οι δυσμενείς επιπτώσεις των βροχοπτώσεων στα τέλη του Μαΐου. Αξίζει να σημειωθεί, πως σε επίπεδο Νομού, το έτος 2018 χαρακτηρίστηκε από συγκομιδή προϊόντος χαμηλής ποιότητας σε ότι αφορά την καλλιέργεια του τσαγιού μιας και επηρεάστηκε αρνητικά από της υψηλές βροχοπτώσεις στο τέλος του Μαΐου, διότι σε συνθήκες “βουνού” η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε αρχές Ιουνίου.

4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

4.2.1 Ύψος Φυτών

Οι μετρήσεις του ύψους των φυτών όλων των μεταχειρίσεων πραγματοποιήθηκαν στις 23/05/2018 που έγινε και η συγκομιδή της καλλιέργειας και οι ταξιανθίες των φυτών είχαν το μέγιστο ύψος τους. Στο διάγραμμα 2 φαίνεται, ως προς την ανάπτυξη των φυτών, υπάρχει υπεροχή στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε άρδευση, σε σχέση με τη μεταχείριση που δεν εφαρμόστηκε άρδευση, με το μέσο ύψος αυτών να κυμαίνεται από 43,2 έως 48,8 cm και τη μεγαλύτερη τιμή να παρουσιάζει η μεταχείριση της πλήρους άρδευσης (100%).



Διάγραμμα 2. Μέσος όρος μέγιστου ύψους φυτών για κάθε μεταχείριση.

Φαίνεται λοιπόν πως τα φυτά αντιδρούν ευνοϊκά στην εφαρμογή άρδευσης και η ανάπτυξή τους επηρεάζεται από αυτήν. Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων μετά την στατιστική επεξεργασία:

Πίνακας 4. Σημαντικότητα του μέσου ύψους των φυτών μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Μεταχείριση Άρδευσης	Μεταχειρίσεις Άρδευσης	Σημαντικότητα
ΑΡΔΕΥΣΗ	0%	50%	0,050
		75%	0,003
		100%	0,000
	50%	75%	0,755
		100%	0,259
	75%	100%	0,830

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται πως υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταχείρισης που δεν εφαρμόστηκε άρδευση (0%), με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις εκτός από την 50% που δεν διαφέρουν οριακά σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

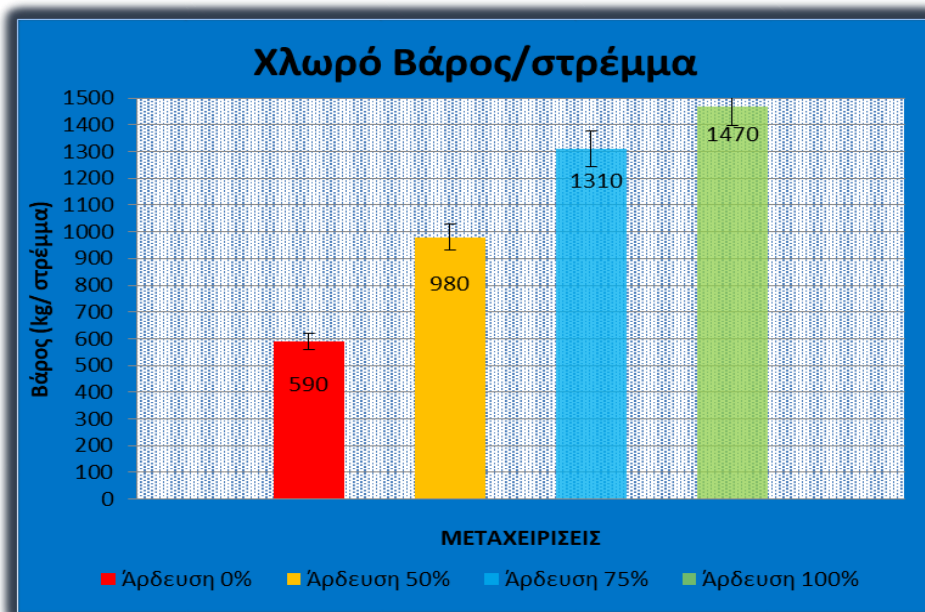
Επίσης δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων 50% και 75%, των μεταχειρίσεων 50% και 100% καθώς επίσης και των μεταχειρίσεων 75% και 100%.

4.2.2 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 κοπή. Όπως φαίνεται πιο κάτω (Διαγράμματα 3 και 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 3 παρατηρούμε το μέσο όρο του συνολικού χλωρού βάρους από κάθε μεταχείριση. Το χλωρό βάρος των φυτών στη μεταχείριση 0% ήταν 590 Kg/στρέμμα, στη μεταχείριση 50% ήταν 980 Kg/στρέμμα, στη μεταχείριση %75 ήταν 1310 Kg/στρέμμα και στη μεταχείριση %100 ήταν 1470 Kg/στρέμμα.

Όπως διαπιστώνεται, ως προς το χλωρό βάρος των φυτών ανά στρέμμα, υπάρχει ουσιαστική υπεροχή στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε άρδευση σε σχέση με τη μεταχείριση που δεν εφαρμόστηκε άρδευση. Η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάστηκε στη μεταχείριση 100% και ακολουθούν με τη σειρά οι άλλες δύο μεταχειρίσεις 75% και 50% αντίστοιχα.



Διάγραμμα 3. Συνολικό χλωρό βάρος

Όπως συνέβη με το ύψος, έτσι και με το χλωρό βάρος, φαίνεται πως τα φυτά αντιδρούν ευνοϊκά στην εφαρμογή άρδευσης και η απόδοσή τους σε χλωρό βάρος επηρεάζεται από αυτήν.

Επίσης, στον παρακάτω Πίνακα 5, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης που αφορούν το χλωρό βάρος των φυτών.

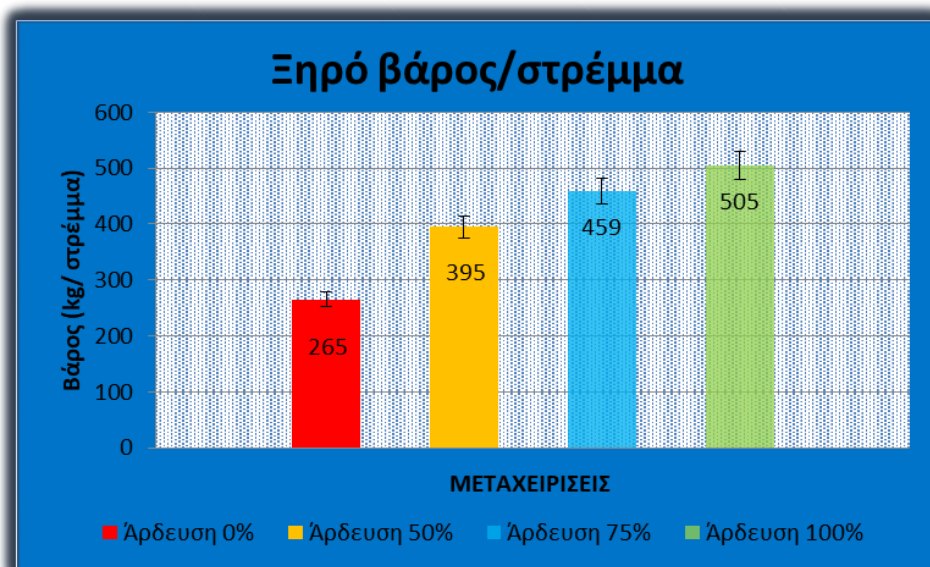
Πίνακας 5. Μέσος όρος και Σημαντικότητα του χλωρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων

Πηγή Παραλλακτικότητας	Μεταχείριση Άρδευσης	Μεταχειρίσεις Άρδευσης	Σημαντικότητα
ΑΡΔΕΥΣΗ	0%	50%	0,049
		75%	0,001
		100%	0,001
	50%	75%	0,053
		100%	0,032
	75%	100%	0,982

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται πως υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταχείρισης που δεν εφαρμόστηκε άρδευση (0%), με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις, καθώς και της μεταχείρισης 50% με τη μεταχείριση 100%. Επίσης, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά, μεταξύ των μεταχειρίσεων 50% και 75% και των μεταχειρίσεων 75% και 100%.

Στο Διάγραμμα 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το ξηρό βάρος. Από το παρακάτω σχήμα φαίνεται ότι το ξηρό βάρος των φυτών στη μεταχείριση 0% ήταν 265 Kg/στρέμμα, στη μεταχείριση 50% ήταν 395 Kg/στρέμμα, στη μεταχείριση 75% ήταν 459 Kg/στρέμμα και στη μεταχείριση 100% ήταν 505 Kg/στρέμμα.

Διαπιστώνεται και ως προς το ξηρό βάρος των φυτών ανά στρέμμα ότι υπάρχει ουσιαστική υπεροχή στις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκε άρδευση, σε σχέση με τη μεταχείριση που δεν εφαρμόστηκε άρδευση. Η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάστηκε στη μεταχείριση 100% και ακολουθούν με τη σειρά οι άλλες δύο μεταχειρίσεις 75% και 50% αντίστοιχα.



Διάγραμμα 4. Ξηρό βάρος/στρέμμα

Όπως συνέβη με το ύψος και με το χλωρό βάρος, έτσι και με το ξηρό βάρος φαίνεται πως τα φυτά αντιδρούν ευνοϊκά στην εφαρμογή της άρδευσης και η απόδοσή τους επηρεάζεται από αυτήν.

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

Επίσης στον παρακάτω Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης που αφορά το ξηρό βάρος των φυτών.

Πίνακας 6. Μέσος όρος και Σημαντικότητα του ξηρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων

Πηγή Παραλλακτικότητας	Μεταχείριση Άρδευσης	Μεταχειρίσεις Άρδευσης	Σημαντικότητα
ΑΡΔΕΥΣΗ	0%	50%	0,001
		75%	0,000
		100%	0,000
	50%	75%	0,227
		100%	0,026
	75%	100%	0,453

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταχείρισης που δεν εφαρμόστηκε άρδευση (0%), με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις, καθώς και της μεταχείρισης 50% με τη μεταχείριση 100%. Επίσης, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά, μεταξύ των μεταχειρίσεων 50% και 75% και των μεταχειρίσεων 75% και 100%.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η επίδραση της πλήρους και της ελλειμματικής άρδευσης στα αναπτυξιακά και παραγωγικά 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 όλες τις μεταχειρίσεις 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.

Δεν έχει πολλές απαιτήσεις σε καλλιεργητικές φροντίδες και φυτοπροστασία, όπως άλλες καλλιέργειες και το κυριότερο πρόβλημα που θα πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι η καταπολέμηση των ζιζανίων.

Η παραγωγή τόσο σε χλωρή όσο και σε ξηρή βιομάζα είναι αρκετά αυξημένη σε σχέση με τις μέγιστες αναμενόμενες αποδόσεις της καλλιέργειας σε συνθήκες χωρίς άρδευση σε μεγάλο υψόμετρο. Αυτό οφείλεται στο ότι η καλλιέργεια βρισκόταν ήδη στην τέταρτη 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 μεγάλες διαφορές ως προς το ύψος και την απόδοση μεταξύ των μεταχειρίσεων όπου εφαρμόστηκε άρδευση και στο μάρτυρα με μηδενική άρδευση.

Οι λίγες βροχοπτώσεις και οι κανονικές για την εποχή θερμοκρασίες μέχρι την συγκομιδή κινήθηκαν σε ευνοϊκά πλαίσια για την καλλιέργεια και την ανάδειξη του παράγοντα νερού.

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 μεταχειρίσεις 50%, 75% και 100% ενώ διαφέρει στατιστικά σημαντικά η μεταχείριση με 0% άρδευση σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες (έστω και οριακά).

Από τα αποτελέσματα που αφορούσαν τη στατιστική ανάλυση των μετρήσεων, τόσο για το χλωρό όσο και για το ξηρό βάρος των φυτών, διαπιστώθηκε πως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταχείρισης 50% και της μεταχείρισης 75%, καθώς και μεταξύ της μεταχείρισης 75% και της μεταχείρισης 100%. Αντίθετα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταχείρισης 0% με όλες τις άλλες μεταχειρίσεις, αλλά και μεταξύ της μεταχείρισης 50% και της μεταχείρισης 100%.

Επομένως αφού οι μέσοι όροι των μετρήσεων, τόσο στα παραγωγικά όσο και στα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων που αρδευόταν με το 75% και το 100% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας, συμπεραίνουμε ότι (σε ότι αφορά την τέταρτη καλλιεργητική περίοδο) και οι δυο αυτές μεταχειρίσεις δίνουν ικανοποιητικές αποδόσεις.

Οπότε με ελλειμματική άρδευση 75% επιτυγχάνονται μέγιστες αποδόσεις με επίτευξη μεγάλης εξοικονόμησης αρδευτικού νερού.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ανάσης, Ε. 1976. Τα φαρμακευτικά βότανα της Ελλάδας: ονομασία, ιστορία, βοτανικοί χαρακτήρες, χρησιμότητες, φαρμακευτικές ιδιότητες, καλλιέργεια. Μακρής.

Γαβριέλη, Χ. 2006. Φυσικοχημική και Φαρμακολογική Μελέτη του Φυτού *Sideritisraeseri* sp. *raeseri* «Τσάι του Βουνού». Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: Γάκης, Κ. Μ. 2016. Συγκριτική μελέτη των χημικών συστατικών φυτικών ειδών του γένους *Sideritis* L. (*S. scardica*, *S. perfoliata*, *S. raeseri*). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.

Γεννάδιος Π., 1959. Λεξικόν Φυτολογικόν, Γκιούρδα

Γιουβάνης Βασίλειος και Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μαρία (2017). Τσάι του βουνού στον κάμπο με ελεγχόμενη άρδευση. Λύκειο των Ελληνίδων Βόλου, Επιστημονική Συνάντηση (Ημερίδα). Βόλος Μαγνησίας, Ελλάδα, Μάιος 2017.

Γκόλιαρης Α. 1984. Το Τσάι του βουνού, από αυτοφυές τώρα στην καλλιέργεια. Υπουργείο Γεωργίας " Τα Αγροτικά" Τεύχος 16 : 29-31.

Δόρδας, Χ. 2012. Αρωματικά – φαρμακευτικά φυτά. Εκδ. Σύγχρονη παιδεία. Θεσσαλονίκη

Έγκριση των Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Αττικής, Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Βόρειας Πελοποννήσου και Δυτικής Πελοποννήσου. (2013). Απόφαση Αριθ. οικ. 391/2013 (ΦΕΚ Β'1004/24-04-2013).

Θανασούλια, Β. και Σιατής, Ν. 2008. Περί βοτάνων: πλήρης οδηγός βοτάνων, μορφολογία, ιδιότητες, τρόποι χρήσης. Εκδόσεις Αγγελάκη, Αθήνα.

Μαλούπα, Ε., Γρηγοριάδου, Α., Λάζαρη, Δ., Κρίγκας, Ν. 2013. Καλλιέργεια, μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών: Βασικές αρχές καθετοποιημένης παραγωγής. Καβάλα.

Μαλούπα, Ε. 2014. Διατήρηση και αξιοποίηση των ελληνικών αρωματικών και φαρμακευτικών ειδών. Ημερίδα «Υγρότοποι Και Γεωργία: Συνεργασία & Ανάπτυξη» Φορέας Διαχείρισης Δέλτα Νέστου-Βιστωνίδας-Ισμαρίδας, Κομοτηνή, 3-2-2014

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 Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.

Μητσογιάννης, Δ. 1972. Η καλλιέργεια του φυτού *Sideritis* (τσάι του βουνού) στο Νομό Μαγνησίας. Έρευνα Γραφείου Γεωργικής Ανάπτυξης, Αλμυρός.

Παπαζαφειρίου, Ζ. 1994. Αρχές και Πρακτική των Αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., 2003. Σημειώσεις αρδεύσεων. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Σκρουμπής, Β. 1998. Αρωματικά, Φαρμακευτικά και Μελισσοτροφικά Φυτά της Ελλάδος. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα

Σπανίδη, Ε. 2014. Τα φυτά του γένους *Sideritis* «τσάι του βουνού» στην ελληνική αγορά βοτάνων: Ταξινομικός προσδιορισμός και αντιοξειδωτική ικανότητα εκχυλισμάτων. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Τερζίδης, Α. Γ. και Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ. (1997). Γεωργική υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 227.

Χατζοπούλου, Π. 2012. Προστασία και Βιώσιμη Αξιοποίηση των Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών. Η περίπτωση του τσαγιού του Ολύμπου. Επιμορφωτικό Πρόγραμμα Δια Βίου Μάθησης για την Εκπαίδευση και την Αειφορία για ενηλίκους «Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά και αειφορική διαχείρισή τους». Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Κισσάβου – Ελασσόνας.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alcaraz, M.J., and M. Tordera. 1988. Studies on the gastric anti - ulcer activity of hypolaetin - 8 - glucoside. *Phytotherapy Research* 2:85-88.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy

Aliyiannis 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.*,

Barber, J. C., Francisco-Ortega, J., Santos-Guerra, A., Turner, K. G., and Jansen, R. K. (2002). Origin of Macaronesian *Sideritis* L. (Lamioideae: Lamiaceae) inferred from nuclear and chloroplast sequence datasets. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 23(3), 293–306.

Basile, A., Senatore, F., Gargano, R., Sorbo, S., Del Pezzo, M., Lavitola, A., and Vuotto, M. L. (2006). Antibacterial and antioxidant activities in *Sideritis italica* (Miller) Greuter et Burdet essential oils. *Journal of Ethnopharmacology*, 107(2), 240–248.

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,

Dimopoulos P., Raus Th., Bergmeier E., Constantinidis Th., Iatrou G., Kokkini S., Strid A. and Tzanoudakis D. 2013. Vascular plants of Greece: An annotated checklist. Berlin: Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem. Athens: Hellenic Botanical society, 15.

Decroix, M. and Malaval, A. 1985. Laboratory evaluation of trickle irrigation equipment for field system design. Proceedings of the third International Drip/Trickle Irrigation Congress, Volume I, California, USA. pp. 325-338.

Demo, A., Petrakis, C., Kefalas, P. and Boskou, D. 1998. Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. *Food Research International*, 31(5):351-354.

Fereres, E., Soriano, R.G., 2007. Irrigation of Fruit Trees and Vines: An Introduction. *Irrigation Science* 24, 55–57.

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.*,

Fraga, B.M., Hernández, M.G., Fernández, C., and Santana, J.M. (2009). A chemotaxonomic study of nine Canarian *Sideritis* species. *Phytochemistry*, 70, 1038–1048.

Fraga, B.M. (2012). Phytochemistry and chemotaxonomy of *Sideritis* species from the Mediterranean region. *Phytochemistry*, 76, 7-24.

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

Goulas, V., Exarchou, V., Kanetis, L., and Gerothanassis, I. P. (2014). Evaluation of the phytochemical content, antioxidant activity and antimicrobial properties of mountain tea (*Sideritis syriaca*) decoction. *Journal of Functional Foods*, 6, 248–258.

González-Burgos, E., Carretero, M. E., Gómez-Serranillos, M. P. 2011. *Sideritis* spp.: uses, chemical composition and pharmacological activities— a review. *Journal of ethnopharmacology*

Heim, K., Tagliaferro, A.R., and Bobilya, D.J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, (13), 572-584.

Koedam A. 1986. Volatile Oil Composition of Greek Mountain Tea *Sideritis* spp. *J. Sci. Food Agric.*,

Linardaki, Z. I., Vasilopoulou, C. G., Constantinou, C., Iatrou, G., Lamari, N., and Margariti, M. (2011). Differential antioxidant effects of consuming tea from *Sideritis clandestina* subsp. *peloponnesiaca* on cerebral regions of adult mice. *Journal of Medicinal Food*, 14(9), 1060–1064.

Oliver, M. (2013). An overview of Precision Agriculture at Oliver M., Bishop Th., Marchant B. (Eds) *Precision Agriculture for Sustainability and Environmental Protection* Routledge, USA: 3-12.

Pljevljakušić, D., Šavikin, K., Janković, T., Zdunić, G., Ristić, M., Godjevac, D., and Konić-Ristić, A. (2011). Chemical properties of the cultivated *Sideritis raeseri* Boiss. and Heldr. subsp. *raeseri*. *Food Chemistry*, 124, 226-233.

Smith, R.J., and Raine, S.R. (2000). A prescriptive future for precision and spatially varied irrigation. *Nat. Conf. Irrigation Association of Australia*, 22- 25 May, Melbourne.

Turker U., Erdem T., Tagarakis A., Fountas S., Mitev G., Akdemir B. and Gemtos T.A. (2011). A Feasibility Study of Variable Rate Irrigation in Black Sea Area: Water and Energy Saving from the Application. *Journal of Information Technology in Agriculture*. Vol(1), pp. 1-8.

Vasilopoulou, C.G., Kontogianni, V.G., Linardaki, Z.I., Iatrou, G., Lamari F.N., Nerantzaki, A.A., Gerothanassis, I.P., Tzakos, A.G., and Margarity, M. (2013). Phytochemical composition of “mountain tea” from *Sideritis clandestina* subsp. *clandestina* and evaluation of its behavioral and oxidant/antioxidant effects on adult mice. *European Journal of Nutrition*, 52, 107-116

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 2018.sav

Descriptives

IPSOS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	30	37,3165	9,81443	1,79186	33,9019	41,2314	21,00	59,00
2,00	30	43,2352	9,43362	1,72233	40,2774	47,3226	28,00	62,00
3,00	30	45,4325	9,11642	1,66442	42,7625	49,5708	32,00	62,00
4,00	30	48,8128	8,61194	1,57232	44,9842	51,4158	36,00	64,00
Total	120	43,6213	9,97790	,91085	42,1298	45,7369	22,00	64,00

ANOVA

IPSOS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1912,213	3	637,432	7,434	,000
Within Groups	9945,133	118	85,648		
Total	11947,458	117			

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.

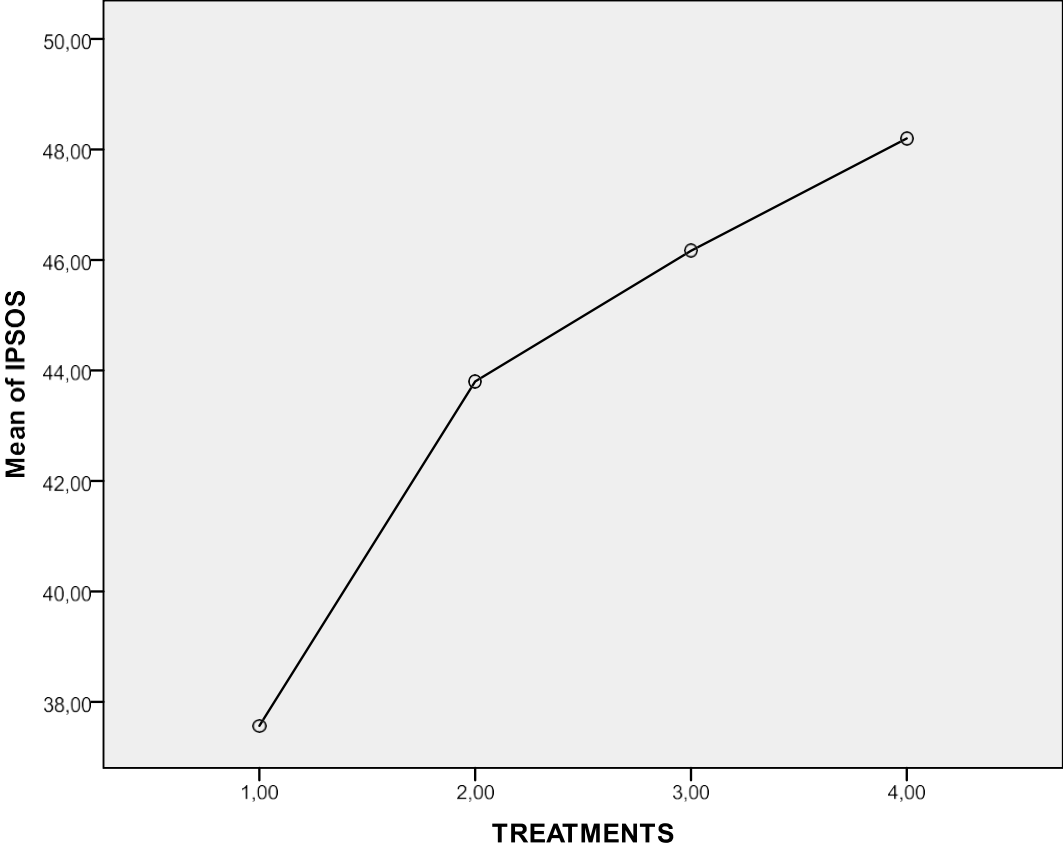
Homogeneous Subsets

IPSOS				
	TREATMENTS	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	1,00	30	37,3165	
	2,00	30		43,2352
	3,00	30		45,4325
	4,00	30		48,8128
	Sig.			1,000
Duncan ^a	1,00	30	37,3165	
	2,00	30		43,2352
	3,00	30		45,4325
	4,00	30		48,8128
	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 2018.sav

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
XLORO 1,00	3	590,3333	20,81666	12,01850	611,6219	715,0448	570,00	650,00
2,00	3	980,6655	37,85939	21,85813	912,6187	1100,7146	960,00	1050,00
3,00	3	1310,0010	249,37522	143,97685	724,5176	1963,4824	1172,00	1530,00
4,00	3	1470,3222	65,06407	37,56476	1221,7052	1544,9614	1320,00	1490,00
Total	12	1100,3333	323,92180	93,50817	893,5232	1305,1434	640,00	1630,00
KSIRO 1,00	3	265,3333	7,63763	4,40959	209,3604	247,3062	220,00	285,00
2,00	3	395,0000	26,45751	15,27525	334,2759	465,7241	380,00	430,00
3,00	3	459,6677	39,39966	22,74741	359,7925	555,5409	424,00	501,00
4,00	3	505,3333	46,35731	26,76440	384,8421	615,1579	448,00	537,00
Total	12	386,5000	111,66386	32,23458	325,5522	467,4478	220,00	537,00

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	-1,6958
		_ 3,00	-680,66667*	106,68333	,001	-1022,3042	-339,0291
		4,00	-720,00000*	106,68333	,001	-1061,6376	-378,3624
	2,00	1,00	343,33333*	106,68333	,049	1,6958	684,9709
		_ 3,00	-337,33333	106,68333	,053	-678,9709	4,3042
		4,00	-376,66667*	106,68333	,032	-718,3042	-35,0291
	3,00	1,00	680,66667*	106,68333	,001	339,0291	1022,3042
		_ 2,00	337,33333	106,68333	,053	-4,3042	678,9709
		4,00	-39,33333	106,68333	,982	-380,9709	302,3042
	4,00	1,00	720,00000*	106,68333	,001	378,3624	1061,6376
		_ 2,00	376,66667*	106,68333	,032	35,0291	718,3042
		3,00	39,33333	106,68333	,982	-302,3042	380,9709
KSIRO Tukey HSD	1,00	2,00	-171,66667*	27,26312	,001	-258,9728	-84,3606
		_ 3,00	-229,33333*	27,26312	,000	-316,6394	-142,0272
		4,00	-271,66667*	27,26312	,000	-358,9728	-184,3606
	2,00	1,00	171,66667*	27,26312	,001	84,3606	258,9728
		_ 3,00	-57,66667	27,26312	,227	-144,9728	29,6394
		4,00	-100,00000*	27,26312	,026	-187,3061	-12,6939
	3,00	1,00	229,33333*	27,26312	,000	142,0272	316,6394
		_ 2,00	57,66667	27,26312	,227	-29,6394	144,9728
		4,00	-42,33333	27,26312	,453	-129,6394	44,9728

4,00	1,00	271,66667*	27,26312	,000	184,3606	358,9728
	2,00	100,00000*	27,26312	,026	12,6939	187,3061
	3,00	42,33333	27,26312	,453	-44,9728	129,6394

*. 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	590,3333		
	2,00	3		980,6655	
	3,00	3		1310,0010	1310,0010
	4,00	3			1470,3222
	Sig.			1,000	,053
Duncan ^a	1,00	3	590,3333		
	2,00	3		980,6655	
	3,00	3		1310,0010	1310,0010
	4,00	3			1470,3222
	Sig.			1,000	1,000

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	265,3333		
	2,00	3		395,0000	
	_3,00	3		459,6677	459,6677
	4,00	3			505,3333
	Sig.		1,000	,227	,453
Duncan ^a	1,00	3	265,3333		
	2,00	3		395,0000	
	_3,00	3		459,6677	459,6677
	4,00	3			505,3333
	Sig.		1,000	,067	,159

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

