

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Επιστήμες και Συστήματα Αειφόρου Φυτικής Παραγωγής

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Ανάπτυξη δύο υποκειμένων κελυφωτής φιστικιάς σε αρδευόμενο ή ξηρικό αγρό.



Παπαγγελής Απόστολος

Ανάπτυξη δύο υποκειμένων κελυφωτής φιστικιάς σε αρδευόμενο ή ξηρικό αγρό.

Παπαγγελής Απόστολος

### **Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή**

**Γεώργιος Νάνος** (Καθηγητής Δενδροκομίας, επιβλέπων)

**Ουρανία Παυλή** (Επίκουρος καθηγήτρια, Γενετική Βελτίωση Φυτών, μέλος)

**Αναστασία Αγγελάκη** (Δρ. Ε.ΔΙ.Π., Γεωργική Υδραυλική με έμφαση στην Φυσική Εδάφους, μέλος)

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

*Copyright © ΠΑΠΑΓΓΕΛΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ, 2020.*

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής, ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

## Πρόλογος

### Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έγινε στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Επιστήμες και Συστήματα Αειφόρου Φυτικής Παραγωγής», στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Το πείραμα ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2019 σε καλλιεργούμενη έκταση στη Θεσσαλία και ολοκληρώθηκε τον Νοέμβριο του 2019. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων ολοκληρώθηκε τον Απρίλιο του 2020 και η συγγραφή της εργασίας ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2020.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή Γιώργο Δ. Νάνο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας του Τμήματος, ο οποίος μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα σχετικά με την καλλιέργεια της φιστικιάς και με καθοδήγησε καθ' όλη τη διάρκεια της διατριβής μου. Τον ευχαριστώ θερμά για την εμπιστοσύνη και την υπομονή του. Ακόμη, ευχαριστώ θερμά τα μέλη της τριμελούς επιτροπής μου, κυρίες Ουρανία Παυλή και Αναστασία Αγγελάκη, για την καθοδήγηση και την άριστη συνεργασία, καθώς και για το χρόνο που αφιέρωσαν για να έρθει εις πέρας η μεταπτυχιακή διατριβή.

## Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν η συγκριτική αξιολόγηση εγκατάστασης και η ανάπτυξη την πρώτη χρονιά στον αγρό ενός καινοφανούς για την Ελλάδα υποκειμένου, του UCB-1, σε σχέση με το κλασικό υποκείμενο φιστικιάς, την τσικουδιά, και η επίδραση της ποσότητας άρδευσης στην ανάπτυξη αυτών των υποκειμένων στον ξηροθερμικό κάμπο της Θεσσαλίας. Μέσα στο καλοκαίρι συνεχίστηκε η ανάπτυξη και αυξήθηκε σημαντικά και το πάχος και το ύψος του βλαστού των δύο υποκειμένων παρά την έντονη θερμική καταπόνηση. Τα φύλλα στο υποκείμενο UCB-1 είχαν παρόμοιο ειδικό βάρος και υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφυλλών, και διατηρήθηκαν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα επί του φυτού και λειτουργικά από τα φύλλα της τσικουδιάς όλο το καλοκαίρι έως τον Οκτώβριο. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη των υποκειμένων UCB-1 τη χρονιά εγκατάστασης στον αγρό από τα φυτά της τσικουδιάς. Ιδιαίτερα στα πλήρη αρδευόμενα UCB-1 η ανάπτυξη του φυτού ήταν πολύ καλύτερη σε πολλά χαρακτηριστικά βλαστού, ρίζας και φύλλων από την ανάπτυξη των φυτών τσικουδιάς. Στην ελλειμματική άρδευση φάνηκε ότι το UCB-1 αναπτύχθηκε μεν καλύτερα από την τσικουδιά, αλλά βάσει διάφορων χαρακτηριστικών φαίνεται ότι είναι λιγότερο ανθεκτικό στη θερινή καταπόνηση του κάμπου της Θεσσαλίας από την τσικουδιά. Στα φύλλα η ελλειμματική άρδευση αύξησε το ποσοστό % ξηράς ουσίας και μείωσε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Η ελλειμματική άρδευση μπορεί να είναι ικανή για την ανάπτυξη της τσικουδιάς στις εδαφοκλιματικές συνθήκες του πειράματος (κεντρική Θεσσαλία), με την προϋπόθεση ότι οι βροχοπτώσεις του Ιουλίου δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα του πειράματος. Η ελλειμματική άρδευση στο UCB-1 μείωσε σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών, άλλαξε τη σχέση βλαστού προς ρίζα υπέρ των ριζών, δεν επηρέασε όμως την ανάπτυξη κατά το θέρους πολλών παραμέτρων του φυτού, που σημαίνει ότι το UCB-1 με ελλειμματική άρδευση αναπτύχθηκε σχετικά ικανοποιητικά (Amico Roxas *et al.*, 2020).

## Summary

This study was a comparative evaluation of the 1st year growth in the field of a new pistachio rootstock, UCB-1, with the traditionally used rootstock, tsikoudia, and the effect of irrigation volume on the growth of these two rootstocks in the xerothermic valley of Thessaly, Greece. Shoot growth of both rootstocks continued steadily during the hot summer months until October. UCB-1 leaves had similar specific leaf weight and higher chlorophyll content, were kept for longer on the plant and were better functioning than tsikoudia leaves until October. This resulted in better growth of UCB-1 plants over the 1st year in the field than tsikoudia plants. Especially in well irrigated UCB-1 rootstocks plant growth was much better based on various shoot, leaf and root characteristics than tsikoudia plants. Deficit irrigated UCB-1 plants developed relatively better than tsikoudia plants, but based on various characteristics they seem to be less resistant to summer heat stress in Thessaly valley than tsikoudia. Deficit irrigation increased leaf % dry matter and decreased leaf chlorophyll content per unit leaf surface. Deficit irrigation may be sufficient for tsikoudia growth in the pedoclimatic conditions of Thessaly valley, as long as the July rains did not affect plant stress and growth. Deficit irrigation of UCB-1 plants significantly reduced their growth, modified shoot to root growth in favor of roots, but did not affect over the summer various plant characteristics, which means that this rootstock also grew successfully under deficit irrigation in the certain environment.

Εγώ ο Παπαγγελής Απόστολος, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ' ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης, έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον κο. Απόστολο Παπαγγελή.



## Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος .....	IV
Ευχαριστίες .....	IV
Περίληψη .....	- 1 -
Summary .....	- 2 -
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	- 9 -
1.1 Γενικά .....	- 9 -
1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	- 10 -
1.3 Η σημασία του υποκειμένου .....	- 12 -
1.4.1 Υποκείμενο terebinthus cv. tsikoudia .....	- 13 -
1.4.2 Υποκείμενο UCB-1 .....	- 14 -
1.4 Άρδευση οπωρώνα .....	- 15 -
1.4.1 Υδατικές απαιτήσεις της φιστικιάς .....	- 16 -
1.5 Ο πολλαπλασιασμός της φιστικιάς .....	- 17 -
1.5.1 Πολλαπλασιασμός με σπόρο στο σπορείο .....	- 17 -
1.5.2.Φυτώριο .....	- 19 -
1.6 Εγκατάσταση φιστικεώνα .....	- 19 -
1.7 Λίπανση .....	- 20 -
1.7.1 Λίπανση στα νεαρά δέντρα .....	- 21 -
1.7.2 Λίπανση στα ώριμα δέντρα .....	- 21 -
1.8.1 Στοιχεία φυσιολογίας φυτού .....	- 22 -
1.8.2 Φυλλοδιαγνωστική της φιστικιάς .....	- 24 -
1.9 Σκοπός μελέτης .....	- 25 -
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	- 26 -
2.1 Πειραματικό τεμάχιο/ Επιλογή πειραματικών δέντρων και υλικού δειγματοληψίας .....	- 26 -
2.1.1 Εδαφολογική ανάλυση .....	- 27 -
2.2 Μεταχειρίσεις στον αγρό .....	- 28 -
2.3 Μετρήσεις στον αγρό .....	- 29 -
2.4 Μετρήσεις στο εργαστήριο .....	- 30 -
2.4.1. Χαρακτηριστικά φύλλων .....	- 31 -
Μέτρηση ξηρού βάρους φύλλων .....	- 31 -
Υπολογισμός Ειδικού βάρους φύλλων (Specific Leaf Weight) .....	- 32 -
Υπολογισμός χλωροφυλλών a και b .....	- 32 -
Μέτρηση χρώματος φύλλων .....	- 33 -
2.4.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά βλαστών .....	- 33 -
Μέτρηση Ξηρού Βάρους βλαστών .....	- 33 -

2.5 Στατιστική ανάλυση.....	- 34 -
3.1 Μέτρηση ποσότητας νερού απο βροχοπτώσεις.....	- 35 -
3.2 Μέτρηση ποσότητας αρδευόμενου νερού .....	- 35 -
3.3 Ποσοστό ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη και ειδικό βάρος φύλλων .....	- 36 -
3.4.1 Συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα.....	- 37 -
3.4.2 Συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα ανα μονάδα επιφάνειας.....	- 39 -
3.5 Χρώμα φύλλων .....	- 40 -
3.6 Επίδραση των μεταχειρίσεων στο βλαστό.....	- 41 -
4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	- 49 -
4.1 Επίδραση της βροχόπτωσης στην ανάπτυξη των φυτών.....	- 49 -
4.2 Επίδραση της άρδευσης στη φυσιολογία.....	- 49 -
4.3. Η επίδραση της άρδευσης στο UCB-1.....	- 50 -
4.4 Επίδραση της ελλειμματικής άρδευσης στα δύο υποκείμενα.....	- 51 -
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	- 53 -
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	- 54 -

#### Κατάλογος Εικόνων- Πινάκων- Γραφημάτων

Εικόνα 1. Δέντρο φιστικιάς σε πλήρη παραγωγή.....	- 9 -
Εικόνα 2. Δενδρύλλιο της ποικιλίας UCB-1. ....	- 14 -
Εικόνα 3. Καρποί Pistacia terebinthus κοιν. τσικουδιάς .....	- 18 -
Εικόνα 4. Η καλλιέργεια στον πειραματικό αγρό.....	- 27 -
Εικόνα 5. Εκρίζωση των δεντρυλλίων από τον πειραματικό αγρό. ....	- 30 -
Εικόνα 6. Φύλλα, βλαστοί και ρίζες που παραλήφθηκαν μετά την εκρίζωση των φυτών για μετρήσεις στο εργαστήριο. ....	- 31 -

Πίνακας 1. Έκταση, παραγωγή και απόδοση της καλλιέργειας φιστικιών στην Ελλάδα για τα έτη 2015-2017 (Πηγή:FAOSTAT).....10

Πίνακας 2. Πλήρης εδαφολογική ανάλυση (κοκκομετρική ανάλυση, pH, αγωγιμότητα, οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία) του πειραματικού αγρού σε τρία δείγματα εδάφους βάθους 0-30cm, 30-60cm και 60-90cm από την επιφάνεια του εδάφους.....28

Πίνακας 3. Πρόγραμμα άρδευσης με βάση τις ημερομηνίες άρδευσης, την διάρκεια άρδευσης (h) και λεπτά (min) , την ποσότητα νερού σε (L).....29

Πίνακας 3.1.Βροχόπτωση ανά μήνα στην περιοχή του πειραματικού αγρού.....	35
Πίνακας 3.2.Άρδευση που εφαρμόστηκε ανά μήνα στις δύο μεταχειρίσεις (σε L/φυτό), και η συμπεριφορά του φυτού ελλειμματικής άρδευσης σε σχέση με το αρδευόμενο.....	36
Πίνακας 3.3.Ξηρά ουσία (%) και ΕΒΦ (mg cm <sup>-2</sup> ) φύλλων φυτών των υποκειμένων φιστικιάς, Τσικουδιά και UCB-1, που δέχονταν ικανή άρδευση (αρδευόμενα) και ελλειμματική άρδευση.....	37
Πίνακας 3.4.Συγκέντρωση χλωροφύλλης (εκφρασμένη ανά μονάδα ξηρού βάρους) και σχέση χλωροφύλλης a/χλωροφύλλη b φύλλων φυτών δύο υποκειμένων φιστικιάς, Τσικουδιά και UCB-1, που δέχονταν διαφορετική μεταχείριση στην άρδευση.....	38
Πίνακας 3.5.Συγκέντρωση χλωροφύλλης (mg m <sup>-2</sup> ) φύλλων φυτών των δύο εξεταζόμενων υποκειμένων φιστικιάς σε σχέση με τη διαφορετική μεταχείριση στην άρδευση τους.....	40
Πίνακας 3.6.Επίδραση της διαφορετικής μεταχείρισης στην άρδευση στο χρώμα των φύλλων και στους χρωματικούς παράγοντες L*, a*, b*.....	41
Πίνακας 3.7.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ μειωμένης άρδευσης) στο μήκος του βλαστού τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	42
Πίνακας 3.8. Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ ελλειμματικής άρδευσης) στο ΕΔΒ τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	43
Πίνακας 3.9.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ ελλειμματικής άρδευσης) στην ΜΒΕΔ τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο.....	44
Πίνακας 3.10.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ ελλειμματικής μεταχείρισης) στο συνολικό μήκος βλαστού και ριζών και μήκος βλαστού ανά μονάδα μήκους ρίζας μετά την εκρίζωση τον Νοέμβριο.....	45
Πίνακας 3.11.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ ελλειμματικής άρδευσης) στο βάρος των βλαστών, πλάτος κεντρικού βλαστού, αριθμός πλάγιων βλαστών και συνολικό βάρος ριζών μετά την εκρίζωση των φυτών τον Νοέμβριο.....	46
Πίνακας 3.12.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ ελλειμματικής άρδευσης) στο βάρος φύλλου, στον αριθμό των γονάτων και	

των υπάρχοντων φύλλων και του ποσοστού των πεσμένων φύλλων κατά την εκρίζωση των φυτών τον Νοέμβριο.....47

Πίνακας 3.13.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ελλειμματικής) στο ποσοστό ξηράς ουσίας βλαστών, ριζών και φύλλων κατά την εκρίζωση των φυτών τον Νοέμβριο.....48

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Η φιστικιά (*Pistacia vera*) είναι φυλλοβόλο δέντρο και ανήκει στο γένος *Pistacia*. Η καταγωγή αυτού του δέντρου είναι από την περιοχή του Ιράν (Περσία), γεγονός που υποδηλώνει το όνομά του (στα περσικά λέγεται πίστα) που σημαίνει φιστίκι. Ιστορικά στοιχεία επιβεβαιώνουν ότι το φιστίκι ήταν γνωστή τροφή από το 6750 π.Χ.

Τα φιστικά ήταν γνωστά στους αρχαίους Έλληνες, αλλά δεν είναι χρονολογημένη η εισαγωγή τους στον ελλαδικό χώρο. Αναφορές γίνονται από τους Θεόφραστο (Περί Φυτών Ιστορία IV, 4,7) και Διοσκουρίδη (Περί Ύλης Ιατρικής, Λόγος Πρώτος, 124), οι οποίοι αναφέρουν ότι το ινδικό φιστίκι εμφάνιζε φαρμακευτικές ιδιότητες. Το 30 μ.Χ. η φιστικιά εισάγεται στην περιοχή της Ρώμης, στην Ισπανία και τη Γαλλία και στα μέσα του περασμένου αιώνα στην Καλιφόρνια (Ποντικής 1996).

Στις αρχές του 19ου αιώνα η καλλιέργεια της λάμβανε χώρα ως επί το πλείστον στην Ασία. Η πρώτη προσπάθεια καλλιέργειας φιστικιάς έλαβε χώρα στο κτήμα του Δ. Παυλίδη στο Ψυχικό Αττικής. Κατόπιν ο Νικόλαος Περόγλου το 1896 εγκατέστησε το πρώτο οργανωμένο φυτώριο στην Αίγινα (Chitzanidis, 2010) από όπου πήρε η φιστικιά το όνομα “Αιγίνης”. Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρήθηκε αύξηση στην καλλιέργεια της φιστικιάς και σε άλλες περιοχές εκτός της Αίγινας, όπως Βοιωτία, Θεσσαλία και Εύβοια, λόγω της υψηλής τιμής του προϊόντος και της δυνατότητας αξιοποίησης φτωχών εδαφών και περιοχών με λίγο διαθέσιμο ή υφάλμυρο νερό.



Εικόνα 1. Δέντρο φιστικιάς σε πλήρη παραγωγή

Στην Εικ. 1 φαίνεται ώριμο δέντρο φιστικιάς με πολλές ταξικαρπίες (σε χρονιά παραγωγής).

Σήμερα, μεγαλύτερη παραγωγή φιστικιών παρατηρείται στο Ιράν και ακολουθούν οι ΗΠΑ, Τουρκία, Κίνα και Συρία. Τα τελευταία χρόνια η Ελλάδα καταλαμβάνει την πρώτη θέση σε υψηλότερη παραγωγή φιστικιών στην Ευρώπη με καλλιέργεια που κυμαίνεται σε 31.000- 32.000 στρέμματα και παραγωγή σε 9.000-10.000 τόνους ετησίως για το χρονικό διάστημα 2011-2012 (FAOSTAT). Σύμφωνα με τα στοιχεία απογραφής που πραγματοποιήθηκαν από τον Διεθνή Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO), το 2015 η συνολικά καλλιεργούμενη έκταση με φιστικιές στην Ελλάδα άγγιξε τις 40.000 στρέμματα και η παραγωγή τους 9.745 τόνους. Για το 2016 η καλλιεργούμενη έκταση αυξήθηκε στα 43.690 στρέμματα και η παραγωγή στους 11.265 τόνους. Τέλος, για το 2017 η έκταση και η παραγωγή φιστικιών κυμάνθηκε σε παρόμοια επίπεδα (Πίν.1).

Πίνακας 1. Έκταση, παραγωγή και απόδοση της καλλιέργειας φιστικιών στην Ελλάδα για τα έτη 2015-2017

Έτη καλλιέργειας για το σύνολο της χώρας	Έκταση (στρέμματα)	Παραγωγή (τόνοι)	Απόδοση (τόνοι/στρέμμα)
2015	40000	9745	0,23
2016	43690	11265	0,26
2017	43530	11836	0,27

Πηγή: FAOSTAT

Το φιστίκι Αιγίνης αποτελεί ένα παγκοσμίως γνωστό προϊόν και έχει λάβει πιστοποιητικό Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) στη περιοχή της Φθιώτιδας. Αυτό που του προσδίδει μοναδικότητα είναι η πλούσια γεύση και το υπέροχο άρωμα χάρη στις κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες και τη σύσταση του εδάφους.

## 1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το γένος *Pistacia* ανήκει στην οικογένεια των *Anacardiaceae* (Ανακαρδιοειδή) και κατά τον Zohary (Zohary, 1952) περιλάμβανε 11 είδη, τα οποία έχουν αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Στην Ελλάδα αυτοφυούν τα είδη *P. terebinthus* (τσικουδιά, κοκορεβυθιά), *P. lentiscus* (σχίνος, μαστίχα Χίου) και *P. mutica*, συνώνυμο του υποείδους του *P. atlantica* (Zakinthinos, 1994).

Η φιστικιά είναι δέντρο φυλλοβόλο, μακρόβιο, βραδείας ανάπτυξης και ύψους 5-10 μέτρων. Το δέντρο φτάνει στη μεγαλύτερη καρποφορία στο διάστημα του όγδοου και δέκατου έτους ζωής του με καλή παραγωγικότητα έως και 100 χρόνια. Χαρακτηριστικό

γνώρισμα της φιστικιάς είναι η παρενιαυτοφορία, όπου παρατηρείται μεγάλη παραγωγή και μικρή ή ακαρπία εναλλάξ χρονιά με τη χρονιά.

Το δέντρο είναι δίοικο (τα άνθη της, αρσενικά και θηλυκά, βρίσκονται σε ξεχωριστά δέντρα) και η βλάστησή του ξεκινάει να εκπτύσσεται από τα τέλη Μαρτίου και ολοκληρώνεται τέλος Απριλίου με μέσα Μαΐου. Όσον αφορά το σχηματισμό καρπών είναι απαραίτητη η ύπαρξη θηλυκών και αρσενικών δένδρων. Οι καρποί σχηματίζονται σε σύνθετους βότρεις και έχουν επίμηκες ωοειδές σχήμα, με μήκος από 1-2 εκατοστά. Από βοτανικής άποψης ο καρπός είναι δρύπη, δηλαδή αποτελείται από σαρκώδες εξωκάρπιο και ξυλώδες ενδοκάρπιο (κέλυφος), το οποίο περικλείει το σπέρμα (ψίχα). Το εξωκάρπιο αποτελεί την εξωτερική μαλακή φλούδα του καρπού. Στα φιστικά που έχει αναπτυχθεί το σπέρμα (ψίχα) το ξυλώδες ενδοκάρπιο σχίζεται κατά μήκος της ραφής τους. Έτσι, στη συγκομιδή το ενδοκάρπιο σχίζεται σε ποσοστό που κυμαίνεται από 20-95%, επηρεαζόμενο από ποικίλους παράγοντες πέραν της γονιμοποίησης της σπερμοβλάστης εντός του.

Από μελέτη των AL-Saghir και Porter (2012), τα είδη του γένους *Pistacia* ταξινομούνται στα: *Pistacia atlantica* Desf., *P. chinensis* Bunge υποείδος *chinensis*, *P. chinensis* υποείδος *falcata* (Bess. ex Martinelli) Rech. f., *P. chinensis* υποείδος *integerrima* (J.L. Stew. ex Brandis) Rech. f., *P. eurycarpa* Yalt., *P. khinjuk* Stocks, *P. lentiscus* L. υποείδος *lentiscus*, *P. lentiscus* υποείδος *emarginata* (Engl) AL-Saghir, *P. mexicana* Humb., Bonpl. και Kunth, *P. X saportae* Burnat, *P. terebinthus* L., *P. vera* L., *P. weinmannifolia* Poiss ex Franch, *P. palaestina* και *P. texana*.

Το είδος *Pistacia vera* L. είναι το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο είδος λόγω του μεγάλου και εκλεκτού καρπού του. Είναι δέντρο φυλλοβόλο, δίοικο, μακρόβιο, με ύψος 6-9 μέτρων και βραδείας ανάπτυξης.

Το *P. palaestina* είναι συνώνυμο του *P. terebinthus* (Kafkas *et al.*, 2002; Golan-Goldhirsh *et al.*, 2004; Al-Saghir and Porter, 2006). Είναι από τα κυριότερα είδη που χρησιμοποιούνται στις χώρες της Μέσης Ανατολής ως υποκείμενο για τον πολλαπλασιασμό της φιστικιάς λόγω καλής συγγένειας με την ήμερη δίνοντας ανθεκτικά δέντρα στις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Το *Pistacia terebinthus cv. tsikoudia*, είδος που αυτοφύεται κυρίως στην Χίο και στην Κρήτη, είναι δένδρο φυλλοβόλο, δίοικο, με ύψος πάνω από 10 μέτρα και φύλλα σύνθετα περιττόληκτα (7-11 φυλλαρίων). Τα άνθη επίσης φέρονται σε σύνθετους βότρεις. Τα σπορόφυτα της τσικουδιάς αναπτύσσονται βραδύτερα από της φιστικιάς και θεωρούνται ανθεκτικά στη φυτόφθορα. Λόγω της πολύ καλής συγγένειας με τη φιστικιά χρησιμοποιούνταν σχεδόν αποκλειστικά στην Ελλάδα ως υποκείμενο.

Το *Pistacia lentiscus* L είναι ένας ρητινοφόρος, αειθαλής θάμνος που μπορεί να διαμορφωθεί και σε δενδρύλλιο, που ονομάζεται και σκίνος ή σκινάρι, αειθαλές φυτό που αυτοφύεται σε όλη την Ελλάδα. Ο σκίνος αναπτύσσεται σε όλα τα εδάφη, και έχει εξαιρετική αντοχή στην ξηρασία και το ψύχος. Το *Pistacia lentiscus* cv Chia θεωρείται παραλλαγή του *Pistacia lentiscus* L, γνωστή και ως μαστιχόδεντρο. Καλλιεργείται στη Χίο και από το κορμό των αρσενικών κυρίως δένδρων εξάγεται μια ρητινώδης και εύοσμη ουσία, η γνωστή «μαστίχα Χίου».

Στην Ελλάδα το *P. atlantica* συναντάται μόνο στα νησιά του νότιου και ανατολικού Αιγαίου. Παρουσιάζει πολύ καλή συγγένεια με τη φιστικιά και θεωρείται ανθεκτική στη φυτόφθορα και στους νηματώδεις, αλλά είναι ακατάλληλη στα υφάλμυρα εδάφη. Βρίσκει εφαρμογή σαν υποκείμενο της φιστικιάς στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

Το *P. integerrima* Stew. είναι δέντρο με ύψος 10-15 μέτρα που αυτοφύεται στα Ιμαλαία όρη. Χρησιμοποιείται σαν υποκείμενο της φιστικιάς λόγω της ανθεκτικότητας στη βερτισιλλίωση (*Verticillium* sp.) (Ferguson et al., 2005).

### 1.3 Η σημασία του υποκειμένου

Ανάμεσα σε μια πληθώρα παραμέτρων που απαιτείται να διερευνηθούν πριν την εγκατάσταση του φιστικεώνα είναι και το είδος του υποκειμένου που θα χρησιμοποιηθεί. Σε γενικές γραμμές, το υποκείμενο επιλέγεται για να προσδώσει στην κόμη του δέντρου, δηλαδή στην ποικιλία, μια σειρά χαρακτηριστικών σε σχέση με την ποιότητα και ποσότητα των καρπών και με την αντοχή σε αβιοτικούς και βιοτικούς εδαφικούς παράγοντες. Η επιλογή του υποκειμένου είναι εξίσου σημαντική με την επιλογή της ποικιλίας, καθώς σε αυτό θα εφαρμοστεί ο εμβολιασμός της. Με άλλα λόγια, το υποκείμενο θα επηρεάσει το εμβόλιο και αντιστρόφως και έτσι, το νέο φυτό θα έχει ρίζα και κόμη που προέρχονται από διαφορετικά φυτά.

Η επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου είναι καθοριστικός παράγοντας στη καλλιέργεια της φιστικιάς και πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- α) να συμφωνεί με την ποικιλία
- β) να έχει καλή προσαρμοστικότητα στο έδαφος
- γ) να είναι ανθεκτικό σε παθογόνους μικροοργανισμούς και μη (νηματώδεις, μύκητες, βακτήρια, ιοί)
- δ) να προσδίδει ευνοϊκά χαρακτηριστικά στους χαρακτήρες της ποικιλίας.

Γενικά, τα υποκείμενα μπορούν να πολλαπλασιαστούν είτε εγγενώς με σπόρο, όπου



προκύπτουν τα σπορόφυτα, είτε αγενώς, όπου προκύπτουν ομοιόμορφα γενετικά φυτά με το μητρικό φυτό. Για να αποφευχθούν οι ζημιές στο φυτικό κεφάλαιο από παλιά ή νέα παθογόνα στην καλλιέργεια, εδώ και χρόνια έχει αναπτυχθεί η έρευνα για ανάπτυξη με διασταυρώσεις και επιλογές υποκειμένων με καλές δενδροκομικές ιδιότητες και ανθεκτικότητα σε διάφορους παράγοντες. Τα τελευταία χρόνια ο κλάδος της δενδροκομίας έχει στραφεί στα αγενώς πολλαπλασιαζόμενα υποκείμενα, τα οποία έχουν ίδια χαρακτηριστικά με το γονέα τους, γιατί υπερτερούν έναντι των σπορόφυτων που μπορεί να έχουν ανομοιομορφία στα χαρακτηριστικά τους. Τα βασικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα αγενώς πολλαπλασιαζόμενα (κλωνικά πολλαπλασιαζόμενα) επιλεγμένα υποκείμενα είναι:

1. Η δυνατότητα δημιουργίας σπυρώνων με συγκεκριμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να επιλεγεί ένα υποκείμενο ανάλογα με το βαθμό ανθεκτικότητας σε παθογόνα, όπως η φυτόφθορα, ο καρκίνος των ριζών, οι νηματώδεις και σε ασθένειες του εδάφους, όπως οι διάφοροι μύκητες, τα βακτήρια, κ.λ.π.
2. Επιλογή υποκειμένου ανάλογα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Έτσι, μπορεί να επιλεγθεί υποκείμενο ανθεκτικό στο ψύχος για ψυχρότερες περιοχές ή ανθεκτικό σε περίσσεια ασβεστίου στο έδαφος σε περιοχή όπου τα εδάφη έχουν υψηλή συγκέντρωση ασβεστίου.
3. Επίδραση στην αποδοτικότητα του φυτού. Τα νάνα υποκείμενα συνήθως περιορίζουν τη βλάστηση και δημιουργούν συνθήκες για πρόωμη είσοδο των φυτών στην καρποφορία. Αντίθετα, τα ζωηρά υποκείμενα δημιουργούν περισσότερη βλάστηση και καθυστερούν την είσοδο των φυτών στην καρποφορία.
4. Επίδραση στο ρυθμό ανάπτυξης μιας ποικιλίας. Έτσι, τα υποκείμενα διακρίνονται σε νάνα, ημινάνα και ζωηρά.
5. Η χρήση κλωνικών υποκειμένων καθιστά τη διαδικασία παραγωγής φυτών ταχύτερη.

#### **1.4.1 Υποκείμενο *terebinthus cv. tsikoudia***

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον η τσικουδιά (*P. terebinthus cv. tsikoudia*) (Ποντίκης, 1996) λόγω της καλής συγγένειας με τη φιστικιά και συγκεκριμένα την ποικιλία Αιγίνης, της ανθεκτικότητας σε δυσμενείς συνθήκες που συναντάμε σε

υποβαθμισμένα εδάφη, δηλαδή στο ασβέστιο, στις χαμηλές θερμοκρασίες (-10 °C έως -20 °C) και στους περισσότερους μύκητες του γένους *Phytophthora* sp. Ακόμη, είναι ευρέως γνωστή χάρη στα καλό ριζικό σύστημα των δέντρων της και πολλαπλασιάζεται αγενώς με την τεχνική *in vitro*. Παρόλα αυτά, εμφανίζει ευαισθησία στο *Verticillium dahliae*, όπως και σε μερικά είδη του γένους *Phytophthora* sp. Γι' αυτό το λόγο, τα τελευταία χρόνια στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες γίνονται σημαντικές ερευνητικές εργασίες για τη δημιουργία υποκειμένων με καλύτερες δενδροκομικές ιδιότητες και ανθεκτικότητα σε εδαφογενή παθογόνα και νηματώδεις (Χιτζανίδου κ.ά., 2004).

#### 1.4.2 Υποκείμενο UCB-1

Τα υποκείμενα που προήλθαν από διασταυρώσεις (υβρίδια) έχουν επεκταθεί στις καλλιέργειες λόγω της πληθώρας πλεονεκτημάτων (όπως αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 1.3). Στην αρχή για την καλλιέργεια φιστικιάς στην Καλιφόρνια, ως υποκείμενα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τα είδη *P. atlantica* Desf. και *P. terebinthus*. Η *P. terebinthus* γρήγορα παραγκωνίστηκε λόγω της ευαισθησίας της στη βερτισιλίωση, της μειωμένης επιτυχίας του εμβολιασμού της ποικιλίας και της βλαστικής ανομοιομορφίας της σε σχέση με άλλα υποκείμενα. Το πιο κοινό υποκείμενο ήταν η *P. atlantica* Desf., γιατί ήταν πιο ανθεκτική στο ψύχος και πιο αποτελεσματική στην απορρόφηση ψευδαργύρου από την *P. integerrima*, μέχρι να ανακαλυφθεί ότι η *P. integerrima* ήταν ανθεκτική στη βερτισιλίωση. Έτσι, από τη δεκαετία '90 έχοντας ως στόχο τη μεγαλύτερη εμπορική ανάπτυξη της φιστικιάς αναπτύχθηκαν με διασταυρώσεις νέα υποκείμενα, τα Pioneer Gold II (PG II) και UC Berkley I (UCB-1).



Εικόνα 2. Δενδρύλλιο της ποικιλίας UCB-1.

Όσον αφορά το τελευταίο, πρόκειται για ένα υβριδικό υποκείμενο φιστικιάς που πήρε το όνομα του από το πανεπιστήμιο Berkeley της Καλιφόρνιας και προήλθε από διασταύρωση της ποικιλίας *Pistacia atlantica* με *Pistacia integerrima*, οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω. Το UCB-1 ως συνδυασμός 2 ειδών διαθέτει ποικίλα χαρακτηριστικά και θεωρείται ανώτερο υβρίδιο, καθώς παρουσιάζει εξαιρετική ανθεκτικότητα στις ασθένειες που πλήττουν το δέντρο, αλλά και στις εδαφοκλιματικές συνθήκες, όπως χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή αλατότητα του εδάφους (Ferguson *et al.*, 2005) (Εικ. 2). Με άλλα λόγια, παρουσιάζει αντοχή στο *Verticillium dahliae* και στη *Phytophthora sp.* Ακόμη, προτιμάται το UCB-1 από το PGIΙ λόγω των μεγάλων δέντρων που δίνει. Βασικό πλεονέκτημα της παραγωγής υποκειμένων από σπορόφυτα είναι η διαφοροποίηση ενός γενετικά τροποποιημένου πληθυσμού, ο οποίος διαθέτει μια σειρά από ανθεκτικά γονίδια, κάνοντας την φυτεία πιο ανθεκτική στο σύνολο της σε παθογόνους. Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε το φαινόμενο βραχυγονάτωσης σε μεγάλο αριθμό υποκειμένων UCB-1 που φυτεύτηκαν σε οπωρώνες της Καλιφόρνιας και της Αριζόνα. Δηλαδή, τα υποκείμενα εμφάνισαν καχεκτική ανάπτυξη διογκωμένους πλευρικούς οφθαλμούς, παραμόρφωση της κορυφής (σκούπα της μάγισσας) και της ρίζας, η οποία παρουσίαζε ελάχιστη πλευρική ανάπτυξη. Το ποσοστό των προβληματικών φυτών που είχαν εμβολιαστεί με αυτό το υποκείμενο κυμαίνονταν από 10-90% και βρέθηκαν μολυσμένα από το βακτήριο *Rhodococcus fascians* (Stamler *et al.*, 2015).

Στην Αμερική το UCB-1 είναι εξαιρετικά δημοφιλές υβρίδιο για νέες φυτεύσεις φιστικιών. Τα τελευταία έτη έχει έρθει στην Ελλάδα και είναι αναγκαία η μελέτη της προσαρμοστικότητάς του στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας λόγω των αναφερθέντων πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει.

#### **1.4 Άρδευση οπωρώνα**

Η άρδευση στις καλλιέργειες παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς καθορίζει την ποιότητα και την ποσότητα του τελικού προϊόντος και εξασφαλίζει τη μεγάλη και σωστή παραγωγική του ζωή. Αυτό συνδέεται άμεσα με τις σημερινές απαιτήσεις σε νερό (στη γεωργία, τη βιομηχανία, στα νοικοκυριά, κ.λπ.) που ολοένα και αυξάνονται. Σε μια πληθώρα επιστημονικών μελετών ή και εκθέσεων, έχει διαπιστωθεί ότι οι ανάγκες του γεωργικού/αγροτικού τομέα σε νερό έχουν αυξηθεί την τελευταία δεκαετία. Η αύξηση αυτή αποδίδεται σε πιθανές επιπτώσεις από την κλιματική μεταβλητότητα.

Η μείωση στη διαθεσιμότητα του νερού επηρεάζει άμεσα τα οικοσυστήματα και την οικονομία των χωρών και έτσι αναπόφευκτα η ζήτηση για αυτό αυξάνεται, αντιμετωπίζοντας το πια ως κοινό αγαθό.

Το αποτύπωμα του νερού (Water Footprint) αποτελεί δείκτη υπολογισμού της άμεσης και έμμεσης χρήσης του όγκου νερού που απαιτείται για την παραγωγή μιας μονάδας προϊόντος (Hoekstra, 2003). Διακρίνεται σε τρία στοιχεία: το πράσινο, το μπλε και το γκρι. Το πράσινο αναφέρεται στο νερό της βροχής που χρησιμοποιεί το φυτό, το μπλε στα επιφανειακά και υπόγεια νερά (αρδευτικό νερό) και το γκρι στο νερό που προέρχεται από επεξεργασία και καθαρισμό αστικών και βιομηχανικών λυμάτων. Η συνολική ποσότητα του επιμέρους νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή μιας μονάδας προϊόντος αναφέρεται στην καλλιεργητική περίοδο από την ημέρα της σποράς (ημέρα πρώτη) έως και τη συγκομιδή αλλά και πιο πέρα έως και την απόσβεση όλων των ρύπων. Για να επιτευχθεί η καλύτερη διαχείριση του νερού, προτείνεται η χρήση του πράσινου νερού (δεξαμενές συλλογής νερού κ.λπ.) και η αποφυγή ή ακόμα και αντικατάσταση του μπλε με το γκρι.

Οι Medellín-Azuara et al. (2012) διερεύνησαν τις υδατικές ανάγκες των συμβατικά αρδευόμενων καλλιεργειών φιστικιάς και αμυγδαλιάς στην Καλιφόρνια και συμπέραναν πως η εντατική καλλιέργεια των παραπάνω δέντρων απαιτεί ιδιαίτερα υψηλές ποσότητες νερού, ωστόσο ένα εκσυγχρονισμένο σύστημα άρδευσης αντισταθμίζει το υψηλότερο κόστος παραγωγής λόγω της αρδευτικής τεχνικής.

#### **1.4.1 Υδατικές απαιτήσεις της φιστικιάς**

Το νερό είναι βασικός παράγοντας στην καλλιέργεια φιστικιάς, καθώς καθορίζει την ποσότητα ψίχας και το ποσοστό ανοίγματος του ενδοκαρπίου (κελύφους) του καρπού. Η φιστικιά είναι ένα φυτό ανθεκτικό στη ξηρασία κύρια διότι το ριζικό της σύστημα εισχωρεί βαθιά στο έδαφος. Όμως, σε περιπτώσεις παρατεταμένης ξηρασίας, απαιτείται άρδευση για να μειωθεί το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας και για να αποφευχθεί η παραγωγή μέτριου μεγέθους και κλειστών καρπών οι οποίοι έχουν χαμηλή εμπορική αξία. Οι υδατικές απαιτήσεις του δέντρου διαφέρουν ανάλογα με την ηλικία του. Δηλαδή, με μέση ετήσια βροχόπτωση γύρω στα 500 mm τα νεαρά δενδρύλλια που φυτεύτηκαν πρόσφατα και αυτά που είναι στο 2ο ή 3ο χρόνο απαιτούν ποσότητα από 50 ως 100 L νερού ανά δενδρύλλιο, το οποίο μεταφράζεται σε 6 έως 8 αρδεύσεις ετησίως. Τα ώριμα παραγωγικά φιστικόδεντρα ανάλογα με διάφορους παράγοντες (ηλικία, έδαφος, κ.λπ.) απαιτούν 40 έως 70 τόνους νερού ανά στρέμμα με άρδευση και με ελάχιστο αριθμό δύο αρδεύσεων ετησίως. Αντίθετα, η υπερβολική άρδευση είναι επιζήμια, γιατί μειώνει το ποσοστό των ανοικτών φιστικιών και προκαλεί σηψιρριζίες στα δέντρα. Η παρατεταμένη υψηλή υγρασία του εδάφους και η συγκέντρωση στάσιμων νερών περιμετρικά των δέντρων πρέπει να αποφεύγεται. Αυτό επιτυγχάνεται είτε επιλέγοντας αγρούς με υδατοδιαπερατά εδάφη είτε με κατάλληλη

εδαφοβελτίωση/στράγγιση. Τέλος, δεν απαιτείται συγκεκριμένης ποιότητας νερό για την άρδευση της φιστικιάς, καθώς είναι ανθεκτική στην αλατότητα του εδάφους. Δύναται να αρδευτεί με νερό το οποίο περιέχει 1000 – 3000 ppm σε διαλυτά /διαλυμένα άλατα. Σε περιπτώσεις χρήσης υδάτων με υψηλή συγκέντρωση αλάτων ή υδάτων με αρκετό στερεό υπόλειμμα ενδέχεται να προκληθούν εγκαύματα στους βλαστούς, στα φύλλα και στους καρπούς της φιστικιάς.

### **1.5 Ο πολλαπλασιασμός της φιστικιάς**

Η μέθοδος πολλαπλασιασμού της φιστικιάς περιλαμβάνει τον εγγενή τρόπο με σπόρο, φύτευση αυτού στο σπορείο και μεταφορά των σπορόφυτων στο φυτώριο για περαιτέρω ανάπτυξη και εμβολιασμό της ποικιλίας. Ο εμβολιασμός είτε γίνεται πάνω στο υποκείμενο στο φυτώριο είτε μετά στο χωράφι. Στην Ελλάδα, ως υποκείμενα χρησιμοποιούνται τα σπορόφυτα της τσικουδιάς, γιατί εμφανίζουν ικανοποιητική συμφωνία στον εμβολιασμό με τη φιστικιά, είναι ανθεκτικά σε μύκητες του εδάφους (φυτόφθορα) και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (Μπρουσοβάνας, 1986).

#### **1.5.1 Πολλαπλασιασμός με σπόρο στο σπορείο**

Το σπορείο είναι ένα μικρό τμήμα αγρού που βρίσκεται στο φυτώριο, στο οποίο φυτεύονται οι σπόροι της άγριας φιστικιάς. Στην Ελλάδα ως υποκείμενο χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον η τσικουδιά. Οι σπόροι της τσικουδιάς θα πρέπει να προέρχονται από τσικουδιές αυτοφυόμενες, και απομονωμένες από περιοχές που καλλιεργούνται με φιστικιές. Έτσι, τα σποροδεντρύλλια που θα προκύψουν θα έχουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (Μπρουσοβάνας, 1986).

Αρχικά, συλλέγονται οι ώριμοι καρποί της τσικουδιάς. Χαρακτηριστικό γνώρισμα της ωριμότητας είναι το χρώμα των καρπών, δηλαδή οι ώριμοι έχουν σκούρο πράσινο χρώμα και οι κενοί κόκκινο (Εικ. 3).

Έπειτα, αφαιρείται το περίβλημα τους (περικάρπιο), ξηραίνονται και αποθηκεύονται σε στεγνό και όχι ζεστό περιβάλλον, έτσι ώστε να διατηρήσουν τη βλαστικότητα τους που έχει διάρκεια περίπου 3 μήνες.



Εικόνα 3. Καρποί *Pistacia terebinthus* κοιν. τσικουδιάς

Στη συνέχεια, ακολουθεί η προετοιμασία των σπόρων κατά την οποία αφαιρείται το ρυτιδωμένο περίβλημα (περικάρπιο) που περιέχει λάδι και αδιαβροχοποιεί το ξυλώδες κέλυφος. Συνήθως, γίνεται σε λουτρό 1% w/w υδατικού διαλύματος καυστικής σόδας για μερικές ώρες, για να σαπωνοποιηθεί το λάδι και ακολουθούν ελαφρύ τρίψιμο και πλύσεις με νερό. Κατά την πλύση οι σπόροι που είναι κούφιοι επιπλέουν στο νερό και απομακρύνονται. Μετά την πλύση και τη διαλογή, οι σπόροι στρωματώνονται μέχρι το τέλος περίπου του Φεβρουαρίου. Προτιμάται η σπορά στο σπορείο στρωματωμένου σπόρου, καθώς έτσι αυξάνεται ο ρυθμός βλάστησης σε αντίθεση με τους μη στρωματωμένους που χρειάζονται παραπάνω καιρό στο σπορείο. Στο τέλος του Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου λαμβάνει χώρα η σπορά των σπόρων στο σπορείο που έχει ειδικά προετοιμαστεί με εμπλουτισμό με άμμο και τύρφη, με λίπανση και απολύμανση.

Όταν οι σπόροι βλαστήσουν (περίπου 15 ως 20 μέρες μετά τη φύτευση προβλαστημένων σπόρων) και αναπτυχθούν μερικά εκατοστά τα φυτάρια, αραιώνονται ώστε να υπάρχει απόσταση μεταξύ αυτών γύρω στα 4 εκατοστά. Μετά από 8-12 μήνες (σπάνια 24 μήνες) γίνεται η εξαγωγή των δενδρυλλίων από το σπορείο τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο ή και Φεβρουάριο με προϋπόθεση να έχουν ύψος 0,4 ως 1 μέτρο (στέλεχος και ρίζα μαζί) και ανάλογο πάχος. Επιλέγονται και διαχωρίζονται τα καλά ανεπτυγμένα δενδρύλλια ανάλογα με το πάχος τους και κλαδεύονται και βραχύνονται σ' ένα μήκος 35 περίπου εκατοστών εκ των οποίων το ήμισυ αποτελεί το υπόγειο τμήμα (ρίζα) και το υπόλοιπο ήμισυ, ή κατά τι περισσότερο, το υπέργειο τμήμα (κορμός) του δενδρυλλίου. Τέλος, ακολουθεί η μεταφύτευση τους στο φυτώριο.

### **1.5.2.Φυτώριο**

Σημαντική παράμετρος για την επιτυχία του φυτωρίου είναι η προετοιμασία του χωραφιού όπου θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση της καλλιέργειας. Δηλαδή, το χωράφι θα πρέπει να είναι βαθιά καλλιεργημένο, να έχει λιπανθεί με ζωικά και σύνθετα χημικά λιπάσματα και να έχει καθαριστεί από πέτρες, ρίζες, πολυετή ζιζάνια κ.λπ., και απολυμανθεί για να μην μεταφερθούν νηματώδεις ή άλλες ασθένειες. Έτσι, η επιφάνεια ομαλοποιείται με φρεζαρίσματα και χαράσσονται γραμμές φυτεύσεως που απέχουν μεταξύ τους απόσταση το λιγότερο 80 με 90 εκατοστών, ανάλογα και με τη φρέζα που θα χρησιμοποιείται. Πάνω στις γραμμές ανοίγονται αβαθή αυλάκια, και ακολουθεί η φύτευση των δεντρυλλίων σε βάθος 20-25 εκατοστών και η εγκατάσταση του αρδευτικού δικτύου. Ακόμη, τα δεντρύλλια πρέπει να έχουν ανεπτυγμένη ρίζα και να κλαδευτούν σε κάποιο σημείο ώστε το τμήμα που θα μείνει να είναι καλά ανεπτυγμένο και ξυλοποιημένο. Ο χρόνος παραμονής των δενδρυλλίων στο φυτώριο είναι 2-3 έτη. Αποφασιστικός παράγοντας, για τη διατήρηση καλής υγείας του σποροφύτου τσικουδιάς, είναι οι ιδιότητες (κυρίως pH και μηχανική σύσταση) του εδάφους του φυτωρίου και η κάθε δυνατή περιποίηση των δεντρυλλίων. Σε αντίθετη περίπτωση, θα αποκτήσουν ευπάθεια σε παθογόνους μικροοργανισμούς του εδάφους (νηματώδεις, μύκητες, κ.λπ.). Τέλος, τα δεντρύλλια μεταφέρονται στην οριστική τους θέση στον αγρό ως έχουν ή μετά τον εμβολιασμό τους με όρθιο ή ανάποδο T με καλοδιαλεγμένο ξυλοφόρο οφθαλμό. Τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιούνται γλαστράκια από πεπεσμένη τύρφη όπου σπέρνονται οι σπόροι και έπειτα μεταφέρονται σε σακούλες από πολυαιθυλένιο με τρύπες στον πάτο. Δηλαδή, το φυτώριο περιορίζεται σε μικρότερη πιο ελεγχόμενη επιφάνεια, περιορίζονται οι καλλιεργητικές διαδικασίες και αποφεύγεται η δύσκολη εξαγωγή του δενδρυλλίου με μπάλα χώματος από το φυτώριο (Μπρουσοβάνας, 1986).

### **1.6 Εγκατάσταση φιστικεώνα**

Αναλόγως, θα εργαστούμε για την εγκατάσταση του φιστικεώνα, όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 1.5.2. Για το συγκεκριμένο σκοπό, πραγματοποιείται ανάλυση του εδάφους πριν την άροση για να καθοριστεί η ποσότητα και το είδος των λιπασμάτων που απαιτούνται για την καλλιέργεια. Τα οργανικά λιπάσματα πρέπει να εφαρμόζονται σε όλη την έκταση του αγρού και όχι μόνο στη θέση φύτευσης. Ευεργετική για το έδαφος θεωρείται και η εφαρμογή ζωικής κοπριάς (2-3 τόνοι/στρέμμα). Η άροση πραγματοποιείται σε βάθος 30-40 cm προκειμένου να καταστραφούν τα πολυετή ζιζάνια που ενδέχεται να βρίσκονται στο έδαφος. Έπειτα ακολουθεί φρεζάρισμα για την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του δέντρου. Τα δεντρύλλια φυτεύονται την περίοδο Νοεμβρίου- Μαρτίου σε καθορισμένες

θέσεις, ειδικότερα σε γραμμές ή παραλληλόγραμμα. Οι αποστάσεις μεταξύ τους πρέπει να είναι 7x7 m ή 7x6 m ή 6x6 m και η αναλογία αρσενικών/θηλυκών 1/7 (Χιτζανίδου κ.ά., 2004). Η επικονίαση των ανθέων πραγματοποιείται με τον αέρα με την προϋπόθεση να τοποθετηθούν τα αρσενικά φυτά διάσπαρτα στο χώρο. Παράλληλα, τοποθετούνται οι πάσσαλοι στήριξης ανά δέντρο και το αρδευτικό σύστημα.

### 1.7 Λίπανση

Εκτός της εγκατάστασης του φιστικεώνα, είναι απαραίτητη η διασφάλιση των απαιτήσεων της καλλιέργειας. Η κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας καλύπτεται μέσω της παροχής κατάλληλων λιπασμάτων αναλόγως της περίπτωσης και του σταδίου ανάπτυξης του δέντρου σε συνάρτηση με το διαθέσιμο νερό (Χιτζανίδου κ.ά., 2004). Σύμφωνα με την ελληνική βιβλιογραφία, συνιστάται η ορθολογική χρήση των λιπασμάτων, λαμβάνοντας υπόψιν τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε εδάφους και τις απαιτήσεις των δέντρων μέσω εδαφολογικών και φυλλοδιαγνωστικών αναλύσεων. Με αυτόν τον τρόπο, αποτρέπεται η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και η ρύπανση του υδροφόρου φορέα.

Τα λιπάσματα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη σύστασή τους σε χημικά (π.χ. απλά, σύνθετα, ενισχυμένα, κ.λπ.) και οργανικά (π.χ. κοπριά). Οι απαιτήσεις της φιστικιάς σε θρεπτικά στοιχεία συγκεντρώνονται σε δυο φάσεις: α) στην εαρινή περίοδο και αφορούν το σχηματισμό του περικαρπίου, των νεαρών δέντρων και των νέων βλαστών, και β) στην καλοκαιρινή περίοδο (από αρχές Ιουνίου και μετά) και αφορούν την ανάπτυξη του σπέρματος.

Το έδαφος παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών στο ριζικό σύστημα του δέντρου. Το στερεό μέρος του εδάφους αποτελείται από ανόργανα σωματίδια σε κατιοντική μορφή ή αλλιώς ιχνοστοιχεία, όπως K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn και Cu και από οργανικά σωματίδια που σχηματίζουν το κύριο απόθεμα του αζώτου (N), του φωσφόρου (P) και του καλίου (K) (Mengel *et al.*, 2001; Koukoulakis *et al.*, 2013). Κυρίαρχο ρόλο στη λίπανση της καλλιέργειας διαδραματίζει το άζωτο, το οποίο συναντάται με τη μορφή αζωτούχων ενώσεων, όπως θειική, νιτρική και νιτροθειική αμμωνία και ουρία. Εμφανίζει υψηλό συντελεστή απορρόφησης από το δέντρο (50-80% ετησίως) και συμβάλλει στο σχηματισμό του σκελετού και της φυλλοκόμης του δέντρου, αλλά συνίσταται η ορθή χρήση του. Σημαντικό ρόλο παίζει και το κάλιο (θειικό και χλωριούχο κάλιο), γιατί βοηθά την ωρίμανση του φυτού και αυξάνει την ανθεκτικότητα σε μύκητες και σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες (παγετός). Σημειώνεται ότι δεν απορροφάται τόσο καλά όσο το άζωτο και η χρήση του πρέπει να γίνει συνάρτηση της άρδευσης της καλλιέργειας ή της υγρασίας



του εδάφους, ώστε να μην επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα για την καλλιέργεια (μικροκαρπία). Ακόμη, ο φώσφορος (με τη μορφή πεντοξειδίου του φωσφόρου) με ποσοστό απορρόφησης μόλις 15-20% ανά έτος συντελεί στο σχηματισμό και στην ωρίμανση του καρπού, αλλά μπορεί η μακροχρόνια χρήση του να προκαλέσει τροφopenίες άλλων ανόργανων στοιχείων. Να σημειωθεί ότι η εφαρμογή λιπασμάτων με φώσφορο και κάλιο γίνεται σε βάθος συνήθως πριν την εγκατάσταση (όσον αφορά τον P), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη απορρόφηση από το ριζικό σύστημα (Ποντίκης, 1996). Επιπλέον, συμπληρωματική είναι και η οργανική λίπανση, η οποία βοηθάει την ανάπτυξη και τη σωστή λειτουργία του ριζικού συστήματος, καθώς βελτιώνει τη σύσταση του εδάφους με τη συγκράτηση της υγρασίας και του αζώτου (Gebremedhin, 2015).

### **1.7.1 Λίπανση στα νεαρά δέντρα**

Βασική προϋπόθεση της ανάπτυξης των νεαρών δέντρων (1 έως 4 έτη) είναι η συχνή άρδευση που κυμαίνεται σε 5-6 φορές το χρόνο ανάλογα πάντα με τις καιρικές συνθήκες και τις εδαφολογικές αναλύσεις. Η χρήση λιπασμάτων συντελεί στην ταχεία ανάπτυξη των νεαρών δέντρων και αναφέρεται σε σύνθετα, εμπλουτισμένα με ιχνοστοιχεία με υψηλό συντελεστή απορρόφησης, όπως τα εμπορικά 15-30-15 (XL60), 16-20-0, 11-15-15 κ.λπ. Πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση αμμωνιονιτρικών λιπασμάτων μπορεί να επιφέρει τοξικότητα στις νεαρές ρίζες.

### **1.7.2 Λίπανση στα ώριμα δέντρα**

Τα ώριμα δέντρα έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε λιπάσματα πλούσια με άζωτο, φώσφορο και κάλιο σε υδατοδιαλυτή μορφή η οποία είναι αφομοιώσιμη. Η συνήθης αναλογία N:P:K είναι 1 : 1 : 1, λαμβάνοντας υπόψιν την μικρή απορροφητικότητα των P και K. Σε περιπτώσεις εξασθένησης της βλάστησης λόγω ασθενειών, ηλικίας, αυξημένης παραγωγής κ.λπ., η αναλογία προσαρμόζεται με αύξηση της ποσότητας του N σε 3 : 2 : 2 ή 2 : 1 : 1 και σε περιπτώσεις υποβάθμισης της ποιότητας του καρπού σε αύξηση του K, προκύπτοντας αναλογία 2 : 2 : 3 ή 1 : 2 : 3. Ως επί το πλείστον, προτιμάται η χρήση των σύνθετων λιπασμάτων, καθώς έτσι αποφεύγεται η συχνή λίπανση με απλά λιπάσματα, μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης ασθενειών (π.χ. αδρομυκώσεις) και το ποσοστό και η επίδραση του αζώτου είναι ελεγχόμενα από τα άλλα δυο συστατικά. Ευρέως χρησιμοποιούμενα είναι τα λιπάσματα του τύπου 11 – 15 – 15 ή το 12 - 12- 12, που εφαρμόζονται στο έδαφος σε ποσότητες από 80 ως 120 κιλά ετησίως ανά στρέμμα. Τα τελευταία χρόνια για την περίοδο του φθινοπώρου χρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς κυρίως τα 12-12-17+2 Mg ή 16-

16-8 +2 Mg, τα οποία εναλλάσσονται στη χρονιά ακαρπίας με θειική αμμωνία. Ενδεικτικά, την περίοδο Φεβρουαρίου-Μαρτίου προστίθενται 3,6-5,4 κιλά/δέντρο από τα ανωτέρω λιπάσματα. Την άνοιξη πραγματοποιείται εμπλουτισμός της καλλιέργειας με νιτρική αμμωνία σε ποσότητα που κυμαίνεται από 25 ως 35 κιλά ανά στρέμμα, ανάλογα τη φυλλοδιαγνωστική ανάλυση. Τέλος, την περίοδο της καρποφορίας, συμπληρωματικά με τη χειμερινή λίπανση γίνεται υδρολίπανση με νιτρικό κάλιο, νιτρική αμμωνία και ουρία σε 500-800 g συνολικά ανά δέντρο.

### 1.8.1 Στοιχεία φυσιολογίας φυτού

Οι ενεργειακές απαιτήσεις των φυτών καλύπτονται μέσω της φωτοσύνθεσης, διεργασία παραγωγής υδατανθράκων. Κατά τη φωτοσύνθεση, η απορροφώμενη ηλιακή ακτινοβολία οξειδώνει το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα προς σχηματισμό οξυγόνου και σακχάρων. Συγκεκριμένα, στον πιο ενεργό φωτοσυνθετικό ιστό των φύλλων, στο μεσόφυλλο, βρίσκονται ειδικά διαμορφωμένες για την απορρόφηση του φωτός χρωστικές, οι χλωροφύλλες (Taiz *et al.*, 2017). Κυριότερες χλωροφύλλες είναι οι α και β (Βογιατζής και Κουκουρίκου-Πετρίδου, 2003), η τελευταία αποτελεί περίπου το  $\frac{1}{2}$  έως  $\frac{1}{4}$  της συνολικής συγκέντρωσης σε χλωροφύλλη (Καράταγλης, 1999). Οι χλωροφύλλες α και β παρουσιάζουν μορφολογική διαφορά στην υποκατάσταση του πορφυρινικού δακτυλίου. Κύρια λειτουργία αυτών είναι η συλλογή και η μεταφορά της φωτεινής ενέργειας στα σύμπλοκα του κέντρου αντίδρασης στις μεμβράνες των θυλακοειδών των χλωροπλαστών. Έπειτα από οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, αποθηκεύεται μακροπρόθεσμα μέρος της ενέργειας μέσω μεταφοράς ηλεκτρονίων από τη χλωροφύλλη σε ένα μόριο δέκτη.

Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης επηρεάζεται και από παράγοντες, όπως οι ιδιότητες των φύλλων και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και το θερμοκρασιακό εύρος. Σε γενικές γραμμές, από τη συνολική ηλιακή ενέργεια μόνο 5% μετατρέπεται σε υδατάνθρακες. Το υπόλοιπο μέρος της δεν απορροφάται λόγω διαφορετικού μήκους κύματος από αυτό που απορροφούν οι φωτοσυνθετικές χρωστικές (απώλεια της τάξης 50%) και ένας μέρος χάνεται μέσω φαινομένων ανάκλασης, διέλευσης, μεταβολισμού και με τη μορφή θερμότητας.

Η ανατομική κατασκευή του φύλλου είναι διαμορφωμένη έτσι ώστε να αυξάνει την ποσότητα φωτός που φθάνει στους χλωροπλάστες με τη βοήθεια κυρτών επιδερμικών κυττάρων που λειτουργούν ως φακοί. Σημαντική είναι η συνεισφορά των δρυφακτοειδών κυττάρων, φυτοσυνθετικών κυττάρων που διατάσσονται κατάλληλα κάτω από τα επιδερμικά κύτταρα. Αυτά συμβάλλουν στην ομοιόμορφη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας σε ολόκληρο το φύλλο.

Όταν η συγκέντρωση χλωροφύλλης στο φυτό είναι αυξημένη, προφανώς η αζωτούχος θρέψη είναι ικανοποιητική και παρουσιάζεται καλή παραγωγικότητα στο φύλλο. Στην περίπτωση όπου η συγκέντρωση χλωροφύλλης αυξάνεται λόγω αύξησης της χλωροφύλλης *b*, μικραίνει η σχέση χλωροφυλλών *a/b* (στα φωτιζόμενα φύλλα συνήθως είναι κοντά στο 3) και ως εκ τούτου το φύλλο βρίσκεται στη σκιά και προσπαθεί να συλλέξει φωτόνια με την επιπλέον χλωροφύλλη *b*, η οποία παίζει βοηθητικό ρόλο. Όταν το φύλλο βρεθεί σε μειωμένο φως για μεγάλο χρονικό διάστημα ή στην περίπτωση που δεν λειτουργεί σωστά, πχ. λόγω καταπόνησης, παρατηρείται μείωση της χλωροφύλλης. Ακόμη, η ηλικία του φύλλου και η περίοδος δειγματοληψίας μπορεί να επηρεάσουν τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Amico Roxas *et al.*, 2020).

### **Η επίδραση του φωτός στην ποιότητα των καρπών**

Από μια σειρά μηχανισμών που επηρεάζονται από τη φωτοσύνθεση, αξιοσημείωτος είναι ο μηχανισμός του φωτοτροπισμού, ο οποίος καθορίζει την κατεύθυνση του φυτού σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία. Συγκεκριμένα, το φως υψηλής έντασης (συγκέντρωσης υπερϊώδους ακτινοβολίας) μπορεί να προκαλέσει ανωμαλία στην ανάπτυξη των φυτών, όπως νανισμό και νέκρωση ιστών, ενώ από την αντίθετη πλευρά χαμηλής έντασης (αυξημένη υπέρυθη ακτινοβολία) μπορεί να συμβάλλει στη δημιουργία επιμηκυμένων βλαστών με μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα. Τέλος, απουσία φωτός παρουσιάζονται ανωμαλίες στην ανάπτυξη του φυτού και φαινόμενο χλώρωσης στα φυτά λόγω της αδυναμίας παραγωγής χλωροφύλλης (Taiz *et al.*, 2017).

Η επίδραση του φωτός και του CO<sub>2</sub> είναι εξίσου σημαντική στην ταχύτητα της φωτοσύνθεσης. Η φωτοσύνθεση επηρεάζεται άμεσα από τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα, αλλά και από την ένταση του φωτός, που μπορεί να είναι περιορισμένη λόγω του φαινομένου αλληλοσκίασης λόγω έντονης πυκνότητας φυλλώματος. Όταν δεν υπάρχει αλληλεπικάλυψη φύλλων, όπως για παράδειγμα σε νεαρά δέντρα, η απαιτούμενη ακτινοβολία που χρειάζεται για τη φωτοσύνθεση εξαρτάται άμεσα από τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

### 1.8.2 Φυλλοδιαγνωστική της φιστικιάς

Η μελέτη της φυσιολογίας, της λίπανσης και της μεταβολής των θρεπτικών στοιχείων πραγματοποιείται μέσω μιας μεθόδου εκτίμησης της θρεπτικής κατάστασης του φυτού σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία, που αναφέρεται ως φυλλοδιαγνωστική ανάλυση. Συγκεκριμένα, η ανάλυση αυτή αφορά κυρίως τα φύλλα και προσδιορίζει τη συγκέντρωση ενός ή περισσοτέρων στοιχείων σε ένα δείγμα από ένα συγκεκριμένο τμήμα ενός φυτού μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή εκφρασμένη σε ποσοστό % ξηράς ουσίας ή ppm ξηράς ουσίας. Η ξηρά ουσία αποτελείται από 5-6% ανόργανα θρεπτικά (κύρια N, Ca, K) και 94-95% οργανικές ουσίες του φύλλου, όπως α) λειτουργικές μονάδες: πρωτεΐνες που περιέχουν και όλο το N με κύρια την πρωτεΐνη rubisco, υδατοδιαλυτά σάκχαρα και οξέα, τα οποία συναντώνται κυρίως στο χυμοτόπιο), άμυλο (ελάχιστο), DNA, κ.λπ., και β) δομικές μονάδες: μεμβράνες, κυτταρικό τοίχωμα που περιέχει και σχεδόν όλο το Ca, κ.λπ.

Βάση της επιφάνειας που χρησιμοποιείται στις εργαστηριακές μετρήσεις, υπολογίζεται το ειδικό βάρος (ξηρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου). Σε πολλές περιπτώσεις, αυτό το χαρακτηριστικό αποτελεί ένδειξη ευρωστίας των οργάνων ή των τμημάτων του φυτού και σχετίζεται έμμεσα με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης (Barden, 1977). Με αυτό τον τρόπο, όσο καλύτερα λειτουργεί η φωτοσύνθεση, αυξάνεται συνήθως το ποσοστό (%) ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος. Έτσι, αν φωτοσυνθέτει αρκετά το φύλλο (επάρκεια σε φως, νερό και CO<sub>2</sub>), τότε έχει μεγαλύτερο ειδικό βάρος.

Η έκφραση της χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηρού βάρους φύλλου επηρεάζεται από την ξηρά ουσία του φύλλου και σχετίζεται έμμεσα με το πάχος του φύλλου και τη λειτουργία του. Από έρευνες που έγιναν για διάφορα οπωροφόρα βρέθηκε ότι το ξηρό βάρος και το ειδικό βάρος του φύλλου έχουν μικρότερη τιμή όταν τα φύλλα βρίσκονται στη σκιά (Klein et al., 1991). Συγκεκριμένα, τα φύλλα που βρίσκονται στη σκιά κατά την ανάπτυξη τους μπορεί να είναι μεγαλύτερης επιφάνειας, όμως είναι πιο λεπτά, καθώς διαθέτουν ένα μόνο στρώμα δρυφακτοειδούς παρεγχύματος και λίγο πλάτος σπογγώδους παρεγχύματος).

## 1.9 Σκοπός μελέτης

Η παρούσα διατριβή επικεντρώθηκε στη συγκριτική αξιολόγηση δύο υποκειμένων φιστικιάς, την ελληνική τσικουδιά και του αμερικάνικου υβριδίου UCB-1. Η πρώτη χρησιμοποιείται αποκλειστικά ως υποκείμενο στην καλλιέργεια της φιστικιάς στην Ελλάδα σήμερα, και η δεύτερη έχει κερδίσει έδαφος τα τελευταία χρόνια στην Αμερική λόγω των πλεονεκτημάτων που αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 1.3.1 και επεκτείνεται στη χώρα μας. Σκοπός της μελέτης ήταν να εξεταστεί η αντοχή αυτών των δύο ποικιλιών, της ελληνικής τσικουδιάς και του αμερικάνικου υβριδίου UCB-1, στην ξηρασία συγκριτικά με την πλήρη άρδευση. Με αυτόν τον τρόπο, εξετάστηκε η ανάπτυξη του καθενός υποκειμένου σε αρδευόμενη και ελλειμματικής άρδευσης μεταχείριση.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Πειραματικό τεμάχιο/ Επιλογή πειραματικών δέντρων και υλικού δειγματοληψίας

Στα πλαίσια του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δύο υποκείμενα φιστικιάς, το *P. terebinthus* cv. Τσικουδιά και το αμερικάνικο, UCB-1. Στο σύνολο ήταν 60 σχετικά ομοιόμορφα φυτά, τα οποία παραλήφθηκαν από φυτώριο της περιοχής. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το έτος 2019 σε χωράφι στην περιοχή της Χάλκης Λάρισας και η εγκατάσταση των υποκειμένων ολοκληρώθηκε στις 21 Μαρτίου.

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε αγρό, στον οποίον είχε καλλιεργηθεί σιτάρι τον προηγούμενο χρόνο. Γι' αυτό το λόγο χρειάστηκε να γίνει καλή προετοιμασία του αγρού ξεκινώντας με βαθύ όργωμα βάθους 30-40 εκατοστών. Στη συνέχεια, έγινε εδαφοκατεργασία με καλλιεργητή σταθερού τύπου και έπειτα με καλλιεργητή ελαφρού τύπου με σκοπό τη δημιουργία κατάλληλων εδαφολογικών συνθηκών για την εγκατάσταση της καλλιέργειας.

Η εγκατάσταση των υποκειμένων πραγματοποιήθηκε στα τέλη Μαρτίου σε γραμμικής διάταξης αγρό (Εικ. 4). Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε βάθος 50 cm στο έδαφος σε ίση απόσταση μεταξύ τους (~80 cm). Κατά την εγκατάσταση των φυτών προστέθηκαν 200 g υπερφωσφορικό λίπασμα και χουμικά φουλβικά σε κάθε οπή με σκοπό την λίπανση τους. Τέλος, χορηγήθηκαν στις οπές ποσότητα νερού περίπου στα 10-15 L για την ενυδάτωση. Η ενυδάτωση των φυτών αυξάνει την επιτυχία εγκατάστασης της καλλιέργειας.

Όσον αφορά την επιλογή των πειραματικών υποκειμένων, το κάθε υποκείμενο θεωρείται ως πειραματική μονάδα. Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε μια πειραματική σειρά, κατά μήκος της μεγάλης πλευράς του χωραφιού. Η σειρά περιλάμβανε εξήντα διαδοχικά φυτά (τριάντα τσικουδιές και τριάντα UCB-1), παρόμοιας διαμέτρου και ηλικίας, από τα οποία τα είκοσι της τσικουδιάς είχαν αρδευόμενη μεταχείριση και τα άλλα δέκα δέντρα ελλειμματική άρδευση (μάρτυρας). Ομοίως για το υποκείμενο UCB-1, υπήρχαν είκοσι δέντρα αρδευόμενης μεταχείρισης και δέκα περιορισμένης άρδευσης. Στις πρώτες σαράντα θέσεις της σειράς τοποθετήθηκαν σαράντα φυτά από τα δύο υποκείμενα, ξεκινώντας με δέκα τσικουδιές και στη συνέχεια δέκα UCB-1 και τα επόμενα φυτά τοποθετήθηκαν εναλλάξ, όπως τα προηγούμενα. Αυτά δέχθηκαν αρδευόμενη μεταχείριση. Στη συνέχεια, στη ίδια σειρά τοποθετήθηκαν τα υπόλοιπα 20 φυτά των δύο υποκειμένων με τις δέκα τσικουδιές

πρώτες και ακολούθησαν τα άλλα δέκα UCB-1. Στα τελευταία 20 φυτά εφαρμόστηκε ελλειμματική άρδευση.



Εικόνα 4. Η καλλιέργεια στον πειραματικό αγρό.

Πηγή: Αρχείο Παπαγγελή

### 2.1.1 Εδαφολογική ανάλυση

Για την εδαφολογική ανάλυση, λήφθηκε δείγμα εδάφους με κατάλληλο εδαφολήπτη από τρία σημεία του πειραματικού αγρού. Το δείγμα εδάφους παραλήφθηκε σε 3 βάθη, το πρώτο ήταν στα 30 cm ( $\beta_1:0-30$  cm) από την επιφάνεια του εδάφους, το δεύτερο στα 60 cm ( $\beta_2:30-60$  cm) και το τρίτο ( $\beta_1:0-30$  cm). Τα δείγματα στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε πλαστικές συσκευασίες και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για ανάλυση.

Οι αναλύσεις που έγιναν αφορούν στην κοκκομετρική σύσταση του εδάφους, την περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ), τον προσδιορισμό του pH, το ποσοστό της οργανικής ουσίας και τη περιεκτικότητα σε φώσφορο (Πίν. 2). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι σε βάθος 0-30 cm το έδαφος είναι αλκαλικό με pH 7,4 και αργιλώδες (άμμος 23%, ιλύς 33%, άργιλος 44%), φτωχό σε  $\text{CaCO}_3$  (6,5%), πλούσιο σε οργανική ουσία (2,3%) και χαμηλή περιεκτικότητα σε P (18 mg/kg). Σε βάθος 30-60 cm το έδαφος είναι αλκαλικό (pH 7,5), με σύσταση αργιλώδη, πλούσιο σε  $\text{CaCO}_3$  (12%) και φτωχό σε P (4 mg/kg). Τέλος, σε βάθος 60-90 cm η σύσταση του εδάφους χαρακτηρίζεται αργιλοπηλώδης, το pH του εδάφους είναι 7,6 με αυξημένο ποσοστό ιλύς (43%) και ποσοστό σε  $\text{CaCO}_3$  20%.

Πίνακας 2. Πλήρης εδαφολογική ανάλυση (κοκκομετρική ανάλυση, pH, αγωγιμότητα, οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία) του πειραματικού αγρού σε τρία δείγματα εδάφους βάθους 0-30 cm, 30-60 cm και 60-90 cm από την επιφάνεια του εδάφους.

Περιοχή	Βάθος δείγματος	Άμμιο %	Άργιλος %	Ιλύς %	Χαρακτηρισμός	pH 1:1 CaCO <sub>3</sub>	% CaCO <sub>3</sub> (Κατά Bernard)	% Οργανική ουσία	P Olsen mg/Kg
Χάλκη	0-30	23	44	33	C	7,4	6,5	2,3	18
Χάλκη	30-60	23	42	35	C	7,5	12,0	-	4
Χάλκη	60-90	23	34	43	CL	7,6	20,0	-	-

## 2.2 Μεταχειρίσεις στον αγρό

Το πείραμα ήταν διπαραγοντικό, διερευνήθηκε η επίδραση της άρδευσης στη βελτίωση της λειτουργίας των φύλλων στα δύο εξεταζόμενα υποκείμενα και πως επηρεάζει το κάθε υποκείμενο ξεχωριστά.

Τον Μάρτιο του 2019 εγκαταστάθηκε αρδευτικό σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελούμενο από σταλακτηφόρους σωλήνες (Netafim), οι οποίοι τοποθετήθηκαν με σταλάκτες σταθερής παροχής νερού 2,3 L/h ανά φυτό. Στα φυτά ελλειμματικής άρδευσης προσαρμόστηκε ρυθμιστής ροής του νερού, ώστε να λαμβάνουν το 32% της ποσότητας του νερού που απαιτείται για την άρδευση των φυτών υπό συνθήκες πλήρης άρδευσης. Σε γενικές γραμμές, η άρδευση εφαρμόστηκε ανά δέκα ημέρες, όμως σε ορισμένες περιπτώσεις η συχνότητα των αρδεύσεων χρειάστηκε να προσαρμοστεί ανάλογα με τις βροχοπτώσεις της εποχής. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται η διάρκεια άρδευσης των φυτών και η ποσότητα του αρδευτικού νερού στα φυτά των δύο μεταχειρίσεων. Τα ύψη της βροχόπτωσης και οι μήνες των αρδεύσεων συνοψίζονται στους πίνακες 3.1 και 3.2 αντίστοιχα, ενώ οι συνολικές ποσότητες νερού που δέχθηκε η πειραματική σειρά ήταν περί τα 437,8 και 278,4 L/φυτό νερού για τα αρδευόμενα (τα πρώτα 40 φυτά) και τα φυτά (20) ελλειμματικής άρδευσης τεμάχια αντίστοιχα, συνυπολογιζόμενων των βροχοπτώσεων (203,3 mm).



Πίνακας 3. Πρόγραμμα άρδευσης με βάση τις ημερομηνίες άρδευσης, την διάρκεια άρδευσης

Ημερομηνία άρδευσης	Διάρκεια άρδευσης σε αρδευόμενα φυτά (h)	Διάρκεια άρδευσης σε ελλειμματικής μεταχείρισης φυτά (h)	Ποσότητα αρδευτικού νερού σε αρδευόμενα φυτά (L)	Ποσότητα αρδευτικού νερού σε ελλειμματικής άρδευσης φυτά (L)
29/3/2019	7	2	16	4,5
18/5/2019	7	2	16	4,5
26/5/2019	9,3	3	22	7
5/6/2019	7	2	16	4,5
15/6/2019	7	2	16	4,5
22/6/2019	8	3	18	7
29/6/2019	7	2	16	4,5
5/7/2019	6	2	14	4,5
6/7/2019	5	1	11,5	2,3
23/7/2019	6	2	14	4,5
30/7/2019	4	2	9	4,5
31/7/2019	3	2	7	4,5
7/8/2019	4	1	9	2,3
14/8/2019	4	1	9	2,3
23/8/2019	9	3	20,5	7
30/8/2019	9	3	20,5	7

### 2.3 Μετρήσεις στον αγρό

Αρχικά, μετρήθηκε το ύψος και η διάμετρος των φυτών στις 16/6/2019 και στις 18/8/2019 με τη βοήθεια μέτρου και παχύμετρου, αντίστοιχα. Από τα 60 δεντρύλλια που φυτεύτηκαν αναπτύχθηκαν τα 36 αρδευόμενα φυτά, εκ των οποίων τα φυτά της τσικουδιάς ήταν 17 και τα φυτά της UCB-1 ήταν 19. Όσον αφορά τα φυτά ελλειμματικής άρδευσης αναπτύχθηκαν συνολικά 18 και συγκεκριμένα 9 από το κάθε υποκείμενο.

## 2.4 Μετρήσεις στο εργαστήριο

Έγιναν δύο δειγματοληψίες (κοπές) στην πειραματική σειρά στις 04/10/2019 (συλλογή φύλων) και στις 22/11/2019 (εκρίζωση των φυτών). Στην πρώτη δειγματοληψία κόπηκαν 18 σύνθετα φύλλα από φυτά των δύο υποκειμένων με τις διαφορετικές μεταχειρίσεις με χρήση ψαλιδιού. Τα σύνθετα φύλλα (συνολικά 72) χωρίστηκαν σε 4 σακούλες και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, όπου μετρήθηκαν το ποσοστό ξηράς ουσίας (%ΞΟ) και η συγκέντρωση χλωροφυλλών, και υπολογίστηκε το ειδικό βάρος φύλλου (ΕΒΦ).

Η δεύτερη δειγματοληψία περιλάμβανε την εκρίζωση των φυτών από τον αγρό (Εικ. 5). Σημειώνεται ότι πριν την εκρίζωση μετρήθηκαν 30 φυτά αρδευόμενης μεταχείρισης, εκ των οποίων 16 φυτά του UCB-1 και 14 τσικουδιάς και 17 της μεταχείρισης με ελλειμματική άρδευση, εκ των οποίων 9 φυτά UCB-1 και 8 φυτά τσικουδιάς. Στο εργαστήριο έλαβαν χώρα οι μετρήσεις μήκους, πλάτους και νωπού βάρους του υπέργειου και υπόγειου τμήματος των φυτών και το πλάτος του υπέργειου. Επιπροσθέτως, μετρήθηκε ο αριθμός των πλάγιων βλαστών, ο συνολικός αριθμός των φύλλων στην αρχή και στο τέλος (τα φύλλα που παρέμειναν στο φυτό). Ακολούθησε ο διαχωρισμός των δειγμάτων σε φύλλα, βλαστούς και ρίζες (Εικ. 6) και προσδιορίστηκε το νωπό τους βάρος με την χρήση ηλεκτρονικής ζυγαριάς.



Εικόνα 5. Εκρίζωση των δεντρογλιών από τον πειραματικό αγρό.

Πηγή: Αρχείο Παπαγγελή



Εικόνα 6. Φύλλα, βλαστοί και ρίζες που παραλήφθηκαν μετά την εκρίζωση των φυτών για μετρήσεις στο εργαστήριο.

Πηγή: Αρχείο Παπαγγελή

#### 2.4.1. Χαρακτηριστικά φύλλων

Στα δείγματα φύλλων μετρήθηκε η ξηρά ουσία του φύλλου (% ΞΟ), το ειδικό βάρος φύλλου (ΕΒΦ) και η συγκέντρωση χλωροφυλλών α και β ανά μονάδα ξηρής μάζας και επιφάνειας. Η ανάλυση συγκέντρωσης των περιεχόμενων χλωροφυλλών έγινε βάσει της μεθόδου των Wintermans και Mots (1965).

#### Μέτρηση ξηρού βάρους φύλλων

Για τη μέτρηση του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ), από τα 12 τμήματα φύλλων κομμένα κυκλικά λαμβάνονταν 12 δίσκοι ελάσματος φύλλου με διακορευτή διαμέτρου 5.5 mm, ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών, και λαμβανόταν το νωπό τους βάρος (NB). Στη συνέχεια ξηραίνονταν σε φούρνο στους 80 °C μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Οι ξηροί δίσκοι ζυγίζονταν και λαμβανόταν το ξηρό βάρος τους (ΞΒ). Έπειτα, υπολογίστηκε το ποσοστό % ΞΟ του φύλλου με τον τύπο  $\% \text{ ΞΟ} = [(\text{ΞΒ})/(\text{NB})] \times 100$  και εκφράστηκε ως %. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε 4 φορές για κάθε μία από τις 4 περιπτώσεις που εξετάστηκαν.

### Υπολογισμός Ειδικού βάρους φύλλων (Specific Leaf Weight)

Το Ειδικό βάρος είναι η μάζα της ξηράς ουσίας ανά μονάδα επιφάνειας. Υπολογίστηκε ως η ξηρά βιομάζα διά την επιφάνεια (εμβαδόν) του τμήματος των φύλλων που πήραμε το δείγμα, δηλαδή  $EB\Phi = (\Xi B) / (\text{επιφάνεια } 12 \text{ δίσκων})$  και εκφράστηκε σε  $\text{mg cm}^{-2}$ .

### Υπολογισμός χλωροφυλλών a και b

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης εφαρμόστηκε η αναλυτική μέθοδος που περιγράφεται από τους Wintermans and Motts (1965). Από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης (συνολικά 4) αφαιρέθηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως ανωτέρω, έξι δίσκοι με τον διακορευτή διαμέτρου 5,5 mm. Ζυγίστηκε το νωπό βάρος και τέλος τοποθετήθηκαν σε screw top δοκιμαστικό σωλήνα με διάλυμα 15 mL αιθανόλης 95% (95% αιθανόλη : 5% νερό).

Στη συνέχεια οι δοκιμαστικοί σωλήνες τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 80 °C για 60 λεπτά περίπου μέχρι να αποχρωματιστούν και να εκχυλιστούν οι χλωροφύλλες στο διάλυμα αιθανόλης. Μετά τον αποχρωματισμό οι σωλήνες παρέμειναν σε σκοτεινό χώρο για να ψυχθούν και συλλέχθηκε το υπερκείμενο υγρό, ομογενοποιήθηκε σε vortex και μετρήθηκε η απορρόφηση των δειγμάτων στα 649 και 665 nm με κρυσταλλική κυψελίδα και φασματοφωτόμετρο Optizen POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co., Ltd).

Ακολούθησε ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη a (χλωρ. a) και β (χλωρ. β) εκφρασμένη σε  $\mu\text{g mL}^{-1}$  αιθανόλης και σε  $\text{mg m}^{-2}$  φύλλου, σε ολική χλωροφύλλη (ολ. χλωρ.) και του λόγου της χλωροφύλλης a προς τη χλωροφύλλη β (χλωρ. a/χλωρ. β).

Οι χλωροφύλλες υπολογίστηκαν με τους παρακάτω τύπους:

$$\text{Χλωροφύλλη a: } 13,7 * A_{665\mu\text{m}} - 5,76 * A_{649\mu\text{m}} \text{ (}\mu\text{g mL}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Χλωροφύλλη b: } 25,8 * A_{649\mu\text{m}} - 7,6 * A_{665\mu\text{m}} \text{ (}\mu\text{g mL}^{-1}\text{) (Wintermans \& Motts, 1965)}$$

Οι απορροφήσεις βάσει των ανωτέρω τύπων εξέφρασαν αρχικά τις συγκεντρώσεις χλωροφύλλης σε  $\mu\text{g/mL}$  αιθανόλης και κατόπιν, μετατράπηκαν σε:

$\text{mg χλωροφύλλης / g ξηρού βάρους,}$

με τον τύπο  $15 * \text{Χλωροφύλλη a} / (1000 * \text{ξηρό βάρος } 6 \text{ δίσκων}).$

Στη συνέχεια εκφράστηκε η συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου,  $\text{mg m}^{-2}$  με τον τύπο  $(10000 \cdot \text{chl mg/g ξηρό βάρος})/4,074$ , όπου το 4,074 είναι το εμβαδό των δίσκων.

### **Μέτρηση χρώματος φύλλων**

Με το χρωματόμετρο Minolta (μοντέλο CR-200, Konica-Minolta, Japan) μετρήθηκαν οι παράμετροι  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  του χρώματος των φύλλων των δύο υποκειμένων φιστικιάς, τα οποία δέχθηκαν διαφορετική μεταχείριση στην άρδευση κατά τη χρονιά εγκατάστασής τους στον αγρό. Στο χρωματικό μοντέλο CIELab ή  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  οι χρωματικές συντεταγμένες ή χρωματικές παράμετροι ονομάζονται  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ , και απεικονίζονται σε τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Ο παράγοντας  $L^*$  (Lightness) αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας της εικόνας παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό), ενώ οι παράγοντες  $a^*$  και  $b^*$  την πληροφορία χρώματος χωρίς να υπάρχουν για αυτά κάποια αριθμητικά όρια.

Πριν από κάθε μέτρηση γινόταν βαθμονόμηση του οργάνου με τη χρήση άσπρης και μαύρης πλάκας. Οι παράμετροι χρώματος  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$  τοποθετούν το χρώμα σε ένα τρισδιάστατο ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων, όπου το  $L^*$  είναι κάθετο στο επίπεδο που σχηματίζουν τα  $a^*$  και  $b^*$ . Η παράμετρος φωτεινότητας  $L^*$  κυμαίνεται από μαύρο  $L^*=0$  έως λευκό  $L^*=100$ . Το  $a^*$  τοποθετείται στον οριζόντιο άξονα και το  $b^*$  στον κατακόρυφο. Το χρώμα στο σημείο  $a^*=0$ ,  $b^*=0$  είναι άχρωμο (γκρι). Στον οριζόντιο άξονα,  $a^*>0$  δείχνει κόκκινη-μωβ απόχρωση και  $a^*<0$  μπλε-πράσινη απόχρωση. Στον κατακόρυφο άξονα,  $b^*>0$  δείχνει κίτρινη απόχρωση και  $b^*<0$  δείχνει μπλε απόχρωση.

### **2.4.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά βλαστών**

Στα δείγματα βλαστών μετρήθηκε η ξηρά ουσία του βλαστού. Για τις αναλύσεις των βλαστών, χρησιμοποιήθηκε ο συνολικός αριθμός των δέντρων κάθε ποικιλίας και κάθε μεταχείρισης στην ημερομηνία εκρίζωσής τους. Κάθε επανάληψη αποτελούνταν από 10 κομμάτια τεμαχισμένων βλαστών του ενός cm.

### **Μέτρηση Ξηρού Βάρους βλαστών**

Χρησιμοποιήθηκαν χάρτινες θήκες, οι οποίες αρχικά ζυγίζονταν κενές, σε ζυγό ακριβείας. Ζυγίστηκε το νωπό βάρος δέκα κυλίνδρων βλαστού 1 cm και στη συνέχεια τοποθετούνταν σε φούρνο στους  $80^\circ\text{C}$  για 48 ώρες. Ζυγίστηκαν ξανά οι χάρτινες θήκες μετά

την αποξήρανση και υπολογίστηκε το ποσοστό % ξηρό βάρος [ $100 \cdot (\text{ξηρό βάρος} / \text{νωπό βάρος})$ ] για κάθε δείγμα.

## **2.5 Στατιστική ανάλυση**

Στο Εργ. Δενδροκομίας εφαρμόζεται ανάλυση παραλλακτικότητας με παράγοντες (1-3) με το στατιστικό πακέτο SPSS (SPSS Statistics for Windows, Version 20.0, IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Ο διαχωρισμός των μέσων όρων γίνεται με τη μέθοδο Duncan (επίπεδο σημαντικότητας 5%). Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν μεταξύ τους

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Μέτρηση ποσότητας νερού απο βροχοπτώσεις

Μετρήθηκε η ποσότητα του νερού εκφρασμένη σε mm ανά μήνα, από τον Μάρτιο μέχρι τον Οκτώβριο στην περιοχή εγκατάστασης των δύο υποκειμένων φιστικιάς, Τσικουδιά και UCB-1, στον πειραματικό αγρό με βροχόμετρο (Πίν. 3.1). Παρατηρείται ότι ο μήνας Μάρτιος ήταν αρκετά ξηρός με χαμηλή τιμή βροχόπτωσης (8 mm) σε αντίθεση με τον μήνα Ιούλιο, όπου παρατηρήθηκαν αυξημένες βροχοπτώσεις (72 mm).

Πίνακας 3.1. Μέσο μηνιαίο ύψος βροχής στην περιοχή του πειραματικού αγρού.

Μήνας	Βροχόπτωση (mm)
Μάρτιος	8
Απρίλιος	33,8
Μάιος	27
Ιούνιος	11,5
Ιούλιος	72
Αύγουστος	7
Σεπτέμβριος	17
Οκτώβριος	27
Σύνολο	203,3

#### 3.2 Μέτρηση ποσότητας αρδευτικού νερού

Υπολογίστηκε η απαιτούμενη ποσότητα του αρδευόμενου νερού για την καλλιέργεια. Η άρδευση εφαρμόστηκε σε μηνιαία βάση μεταξύ Απριλίου-Αυγούστου. Η αρδευόμενη ποσότητα νερού εκφράστηκε σε L/φυτό για τις δύο μεταχειρίσεις, αρδευόμενη και ελλειμματικής άρδευσης. Επιπλέον, συγκρίθηκαν πόσες φορές λιγότερο και σε τι ποσοστό από το αρδευόμενο εφαρμόστηκε νερό στο ξηρικό. (Πίν. 3.2).

Πίνακας 3.2. Άρδευση που εφαρμόστηκε ανά μήνα στις δύο μεταχειρίσεις (σε L/φυτό), πόσες φορές λιγότερο και σε τι ποσοστό από το αρδευόμενο εφαρμόστηκε νερό στο ξηρικό.

Μήνας	Αρδευόμενο (L/φυτό)	Ελλειμματική ς άρδευσης (L/φυτό)	Λόγος πλήρης/ ελλειμματικής άρδευσης	Ελλειμματικής άρδευσης (% από αρδευόμενο)
Απρίλιος	16	4,5	3,56	28,1
Μάιος	38	11,5	3,30	30,3
Ιούνιος	66	20,5	3,22	31,1
Ιούλιος	55,5	20,3	2,73	36,6
Αύγουστος	59	18,6	3,17	31,5
Σύνολο	234,5	75,4	3,20	31,5

### 3.3 Ποσοστό ξηράς ουσίας και ειδικό βάρος φύλλων

Η μέτρηση ποσοστού ΞΟ και (ΕΒΦ) διενεργήθηκαν στις 4/10/2019. Να σημειωθεί ότι τα φυτά μειωμένης άρδευσης δέχονταν 32% του νερού του αρδευόμενου φυτού κατά τη χρονιά εγκατάστασής τους στον αγρό. Από τον έλεγχο Duncan (Πίν. 3.3) προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της ξηράς ουσίας και ΕΒΦ για τους δύο τύπους μεταχείρισης ( $p < 0,05$ ). Όσον αφορά τα αρδευόμενα υποκείμενα, αυτά της τσικουδιάς είχαν μικρότερο ποσοστό % ΞΟ από τα αντίστοιχα UCB-1. Ακόμη, το ποσοστό % ΞΟ των φύλλων των υποκειμένων τσικουδιάς ελλειμματικής άρδευσης ήταν μεγαλύτερο από το αντίστοιχο του UCB-1 (Πίν. 3.3). Παρατηρήθηκε ότι και στα δύο είδη που μελετήθηκαν, τα αρδευόμενα υποκείμενα φιστικιάς είχαν μικρότερο ποσοστό % ΞΟ από τα υποκείμενα μειωμένης άρδευσης.

Το ειδικό βάρος φύλλου (ΕΒΦ) στα δύο υποκείμενα διαφέρει. Στα αρδευόμενα υποκείμενα της τσικουδιάς το ΕΒΦ ήταν μικρότερο σε σχέση με τα αρδευόμενα υποκείμενα της UCB-1 και στα υποκείμενα τσικουδιάς μειωμένης άρδευσης ήταν σαφώς μεγαλύτερο σε σχέση με τα μειωμένης άρδευσης της UCB-1.



Πίνακας 3.3. Ξηρά ουσία (%) και ΕΒΦ (mg cm<sup>-2</sup>) φύλλων φυτών των υποκειμένων φιστικιάς, Τσικουδιά και UCB-1, που δέχονταν ικανή άρδευση (αρδευόμενα) και ελλειμματική άρδευση.

Μεταχείριση	Ξηρά ουσία (%)	Ειδ. Βάρος (mg cm <sup>-2</sup> )
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	53,6d	21,7c
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	58,8a	22,6b
UCB-1, Αρδευόμενο	55,7c	23,5a
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	56,9b	19,3d
Σημαντικότητα	***	***

#### 3.4.1 Συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα ανα μονάδα ξηρού βάρους

Από τον έλεγχο Duncan (Πίν. 3.4) προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους συγκέντρωσης χλωροφύλλης για τους δύο τύπους μεταχείρισης ( $p < 0.05$ ) σε δείγμα σύνθετων φύλλων που λήφθηκε στις 4/10/2019. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα ξηρού βάρους (Ch1a) διαφέρει στα δυο είδη. Συγκεκριμένα, ήταν μεγαλύτερη στο υποκείμενο UCB-1 σε σχέση με την τσικουδιά, ενώ τα υποκείμενα της UCB-1 που δέχονταν ικανή άρδευση είχαν μεγαλύτερη Ch1a απ' ότι τα αντίστοιχα της τσικουδιάς. Αντίστοιχη σχέση παρουσίασαν τα υποκείμενα της UCB-1 ελλειμματικής άρδευσης με της τσικουδιάς. Όσον αφορά τα υποκείμενα της τσικουδιάς, η συγκέντρωση Ch1a είναι παρόμοια, ενώ η Ch1a των αρδευόμενων της UCB-1 είναι αρκετά μικρότερη σε σχέση με αυτή της άλλης μεταχείρισης. Σε κάθε περίπτωση η Ch1a των υποκειμένων ελλειμματικής άρδευσης είναι μεγαλύτερη (Πίν. 3.4).

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης *b* ανά μονάδα ξηρού βάρους (Ch1b) ήταν επίσης μεγαλύτερη στο υποκείμενο UCB-1 σε σχέση με την τσικουδιά. Επιπλέον, τα αρδευόμενα υποκείμενα της τσικουδιάς παρουσίασαν μικρότερη Ch1b απ' ότι τα αντίστοιχα της UCB-1. Παρόμοια σχέση παρουσίασαν και τα φυτά ελλειμματικής άρδευσης της τσικουδιάς με αυτά της UCB-1 (Πίν. 3.4).

Πίνακας 3.4. Συγκέντρωση χλωροφύλλης (εκφρασμένη ανά μονάδα ξηρού βάρους) και σχέση χλωροφύλλης a/χλωροφύλλη b φύλλων φυτών δύο υποκειμένων φιστικιάς, Τσικουδιά και UCB-1, που δέχονταν διαφορετική μεταχείριση στην άρδευση.

Μεταχείριση	Χλωρ. a (mg g <sup>-1</sup> )	Χλωρ. b (mg g <sup>-1</sup> )	Συν. Χλωρ. (mg g <sup>-1</sup> )	Χλωρ a/ Χλωρ b
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	1,30c	0,32bc	1,62c	4,14b
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	1,33c	0,28c	1,61c	4,81a
UCB-1, Αρδευόμενο	1,45b	0,36ab	1,81b	4,03b
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	1,61a	0,39a	2,00a	4,18b
Σημαντικότητα	***	***	***	***

Η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης, εκφρασμένη σε mg g<sup>-1</sup>, ήταν μικρότερη στα υποκείμενα της τσικουδιάς από αυτά της UCB-1. Η τιμή στα υποκείμενα ελλειμματικής άρδευσης τσικουδιάς ήταν μικρότερη από την UCB-1 όπως παρόμοια εικόνα παρουσίασαν τα υποκείμενα ικανής άρδευσης της τσικουδιάς σε σχέση με το αμερικάνικο υποκείμενο. Επίσης, τα υποκείμενα της τσικουδιάς είχαν παρόμοια συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης, ενώ αυτά της UCB-1 είχαν διαφορετική με τα φυτά ελλειμματικής άρδευσης να υπερτερούν (Πίν. 3.4).

Τέλος, ο λόγος της συγκέντρωσης χλωροφύλλη a προς χλωροφύλλη b (Chla/Chlb) στα φύλλα στις δυο μεταχειρίσεις εμφάνισε διαφορετική εικόνα, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.4. Συγκεκριμένα, στις αρδευόμενες ποικιλίες παρατηρήθηκε παρόμοιος λόγος Chla/Chlb, αλλά στις ποικιλίες ελλειμματικής άρδευσης επικράτησε η τσικουδιά με μεγαλύτερο λόγο. Ακόμη, οι μεταχειρίσεις του αμερικάνικου υποκειμένου ήταν παρόμοιες, ενώ στην τσικουδιά επικράτησε ο λόγος της μειωμένης μεταχείρισης σε άρδευση.

### 3.4.2 Συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα ανα μονάδα επιφάνειας

Η μέτρηση συγκέντρωσης χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ( $\text{Chla}/\text{m}^2$ ) διενεργήθηκε στις 4/10/2019. Από τον έλεγχο Duncan (Πίν. 3.5) προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους συγκέντρωσης χλωροφύλλης *a* και *b* και συνολικής για τους δύο τύπους μεταχείρισης ( $p < 0,05$ ). Η μέτρηση της συγκέντρωσης  $\text{Chla}/\text{m}^2$  παρουσίασε διαφορετική εικόνα στα δύο εξεταζόμενα υποκείμενα. Ειδικότερα, η τιμή ήταν μεγαλύτερη στο αρδευόμενο υποκείμενο UCB-1 συγκριτικά με το αρδευόμενο της τσικουδιάς και αντιστοίχως το ελλειμματικής άρδευσης UCB-1 είχε μεγαλύτερη συγκέντρωση από το ελλειμματικής άρδευσης τσικουδιάς. Σε γενικές γραμμές, τα αρδευόμενα υποκείμενα είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* σε σχέση με τα φυτά ελλειμματικής άρδευσης (Πίν. 3.5).

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης *b* ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ( $\text{Chlb}/\text{m}^2$ ) ήταν διαφορετική στα δυο υποκείμενα (Πίν. 3.5). Συγκεκριμένα, τα υποκείμενα ικανής άρδευσης της UCB-1 εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση από αντίστοιχα της τσικουδιάς. Εξίσου αυξημένη συγκέντρωση παρατηρήθηκε στα υποκείμενα UCB-1 μειωμένης μεταχείρισης σε νερό σε σχέση με τα υποκείμενα τσικουδιάς. Σε κάθε περίπτωση, τα αρδευόμενα υποκείμενα της φιστικιάς είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση  $\text{Chlb}/\text{m}^2$  από τα φυτά ελλειμματικής άρδευσης.

Η συνολική συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ( $\text{TotChl}/\text{m}^2$ ) ήταν μεγαλύτερη στα υποκείμενα ικανής άρδευσης UCB-1 σε σχέση με αυτά της τσικουδιάς της ίδιας μεταχείρισης και αντιστοίχως τα υποκείμενα ελλειμματικής άρδευσης UCB-1 είχαν μεγαλύτερη τιμή από αυτά της τσικουδιάς (Πίν. 3.5).

Πίνακας 3.5. Συγκέντρωση χλωροφύλλης ( $\text{mg m}^{-2}$ ) (εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας) φύλλων φυτών των δύο εξεταζόμενων υποκειμένων φιστικιάς σε σχέση με τη διαφορετική μεταχείριση στην άρδευση τους.

Μεταχείριση	Χλωρ. a ( $\text{mg m}^{-2}$ )	Χλωρ. b ( $\text{mg m}^{-2}$ )	Συν. Χλωρ. ( $\text{mg m}^{-2}$ )
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	311b	76b	387b
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	279c	59d	338c
UCB-1, Αρδευόμενο	345a	85a	430a
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	306b	74c	380b
Σημαντικότητα	***	***	***

### 3.5 Χρώμα φύλλων

Μετρήθηκαν οι παράμετροι  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  του χρώματος των φύλλων των δύο υποκειμένων φιστικιάς, τα οποία δέχθηκαν διαφορετική μεταχείριση στην άρδευση κατά τη χρονιά εγκατάστασής τους στον αγρό. Από τον έλεγχο Duncan (Πίν. 3.6) προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους  $L^*$  και  $b^*$  για τους δύο τύπους μεταχείρισης ( $p < 0,05$ ), ενώ αυτό δεν ισχύει για την παράμετρο  $a^*$ . Η παράμετρος  $L^*$  ήταν μικρότερη (πιο σκοτεινό χρώμα) στα υποκείμενα της UCB-1 σε σχέση με την τσικουδιά. Ειδικότερα, τα υποκείμενα ικανής άρδευσης της πρώτης είχαν μικρότερη τιμή  $L^*$  από τα ίδια μεταχείρισης υποκείμενα της τσικουδιάς. Παρόμοια σχέση παρουσίασαν και τα δύο υποκείμενα ελλειμματικής άρδευσης. Ακόμη, παρατηρήθηκαν παρόμοιες τιμές  $L^*$  στη διαφορετική μεταχείριση μελετώντας κάθε υποκείμενο ξεχωριστά. Όσον αφορά τον παράγοντα  $a^*$ , στα ικανής άρδευσης δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των υποκειμένων. Αυτό δεν βρέθηκε να συμβαίνει στα φυτά ελλειμματικής άρδευσης, όπου η τιμή του παράγοντα  $a^*$  ήταν σημαντικά μικρότερη στα UCB-1 συγκριτικά με τη τσικουδιά. (Πίν. 3.6).

Ο παράγοντας  $b^*$  μεταξύ των υποκειμένων ήταν μεγαλύτερος στη τσικουδιά και μικρότερος στην UCB-1, ενώ στα υποκείμενα τσικουδιάς των δύο μεταχειρίσεων ήταν μεγαλύτερος. Ακόμη, το υποκείμενο UCB-1 είχε παρόμοια τιμή της παραμέτρου  $b^*$ , σε

αντίθεση με το υποκείμενο τσικουδιάς που εμφάνισε διαφορά στο μειωμένης άρδευσης και αρδευόμενο, με μεγαλύτερη τιμή στο πρώτο (Πίν. 3.6).

Πίνακας 3.6. Επίδραση της διαφορετικής μεταχείρισης στην άρδευση στο χρώμα των φύλλων - χρωματικούς παράγοντες L\*, a\*, b\*.

Μεταχείριση	Παράμετρος L*	Παράμετρος a*	Παράμετρος b*
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	43,4a	-6,77a	14,8b
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	44,4a	-6,52a	17,1a
UCB-1, Αρδευόμενο	41,3b	-6,91a	13,2c
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	41,2b	-4,75a	13,5c
Σημαντικότητα	***	NS	***

### 3.6 Επίδραση των μεταχειρίσεων στο βλαστό

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις μήκους βλαστών και ποσοστού αύξησης του, επιφάνειας διατομής βλαστού (ΕΔΒ) και ποσοστού αύξησής της τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο σε φυτά των δυο εξεταζόμενων υποκειμένων φιστικιάς, τα οποία δέχονταν ικανή άρδευση (αρδευόμενα) ή ελλειμματική άρδευση (δέχονταν 32% του νερού του αρδευόμενου φυτού). Προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μήκος του βλαστού και στο ποσοστό αύξησής του για τους δύο τύπους μεταχείρισης ( $p < 0.05$ ) και για τα δύο υποκείμενα τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο (Πίν. 3.7).

Στον Πίν. 3.7 παρουσιάζονται οι μετρήσεις μήκους βλαστού. Τον μήνα Ιούνιο, τα δύο υποκείμενα είχαν διαφορά ως προς το μήκος βλαστού με την UCB-1 να εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο. Συγκεκριμένα, τα αρδευόμενα UCB-1 είχαν αρκετά μεγαλύτερη τιμή από τα αρδευόμενα τσικουδιάς και τους δύο μήνες και κυρίως τον Σεπτέμβριο, αλλά το ποσοστό αύξησης του μήκους των πρώτων ήταν μικρότερο. Αντιστοίχως, τα ελλειμματικής άρδευσης UCB-1 είχαν μεγαλύτερο μήκος βλαστού από τα ελλειμματικής άρδευσης φυτά της τσικουδιάς, αλλά μικρότερο ποσοστό αύξησης. Όπως

αναμενόταν, τα υποκείμενα φιστικιάς με την ικανή άρδευση είχαν μεγαλύτερο μήκος βλαστού, εκτός από τα φυτά ελλειμματικής άρδευσης και αρδευόμενα της τσικουδιάς, που δεν παρουσίασαν μεταβολή στο μήκος βλαστού τον Ιούνιο. Μετρήθηκε το ύψος και η διάμετρος ποσοστό % αύξησης αυτού από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο σε φυτά δύο υποκειμένων φιστικιάς, Τσικουδιά και UCB-1, που δέχονταν ικανή άρδευση (αρδευόμενα) ή ελλειμματική άρδευση.

Πίνακας 3.7.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ μειωμένης άρδευσης) στο μήκος του βλαστού τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Μεταχείριση	Μήκος Ιούν. (cm)	Μήκος Σεπτ. (cm)	Αύξηση (%)
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	25,4c	37,9c	54,3a
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	22,6c	32,2d	44,1b
UCB-1, Αρδευόμενο	58,8a	73,6a	28,6c
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	36,6b	47,1b	30,6c
Σημαντικότητα	***	***	***

Στον Πίν. 3.8 παρουσιάζονται οι μετρήσεις επιφάνειας διατομής βλαστού (ΕΔΒ) στη βάση του και ποσοστό % αύξησης αυτού από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο στα φυτά των δύο υποκειμένων φιστικιάς, που εξετάζονται και που δέχονταν διαφορετική μεταχείριση στην άρδευση. Προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ΕΔΒ και στο ποσοστό αύξησής του για τους δύο τύπους μεταχείρισης ( $p < 0,05$ ) και για τα δύο υποκείμενα τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο (Πίν. 3.8).

Τον μήνα Ιούνιο, τα αρδευόμενα υποκείμενα παρουσίασαν διαφορετική ΕΔΒ, με το UCB-1 να εμφανίζει διπλάσια τιμή τον Ιούνιο και αρκετά μεγάλη τιμή τον Σεπτέμβριο, ενώ η ποσοστία αύξηση του ΕΔΒ του UCB-1 ήταν μικρότερη σε σχέση με τα αρδευόμενα τσικουδιάς. Τα ελλειμματικής άρδευσης φυτά των δύο υποκειμένων είχαν παρόμοια τιμή

ΕΔΒ τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο, αλλά η αύξηση του ΕΔΒ (%) ήταν μεγαλύτερη στα ελλειμματικής άρδευσης φυτά της τσικουδιάς.

Πίνακας 3.8. Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ελλειμματικής άρδευσης) στην ΕΔΒ τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Μεταχείριση	ΕΔΒ Ιούν. (cm <sup>2</sup> )	ΕΔΒ Σεπτ. (cm <sup>2</sup> )	Αύξηση (%)
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	0,129b	0,244b	87,9b
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	0,106b	0,222b	109,4a
UCB-1, Αρδευόμενο	0,263a	0,455a	83,8b
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	0,130b	0,231b	81,9b
Σημαντικότητα	***	***	***

Ένα ακόμη μέγεθος, που αφορά την ποιότητα των βλαστών είναι το μήκος βλαστού ανά μονάδα επιφάνειας διατομής του (ΜΒΕΔ) εκφρασμένο σε cm cm<sup>-2</sup>. Μ'αυτόν τον τρόπο, σημειώνεται ότι τα δύο υποκείμενα παρουσίασαν στατιστικές διαφορές ΜΒΕΔ σύμφωνα με τον έλεγχο Duncan (p<0,05). Ειδικότερα, τα φυτά ελλειμματικής άρδευσης της UCB-1 είχαν αρκετά μεγαλύτερη τιμή ΜΒΕΔ τον Ιούνιο, ενώ η τιμή αυτή τον Σεπτέμβριο, αν και μειωμένη για τα UCB-1, ήταν σαφώς μεγαλύτερη από τα φυτά της τσικουδιάς (Πίν. 3.9).

Πίνακας 3.9.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ελλειμματικής άρδευσης) στην ΜΒΕΔ τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Μεταχείριση	ΜΒΕΔ Ιούν. (cm cm <sup>-2</sup> )	ΜΒΕΔ Σεπτ. (cm cm <sup>-2</sup> )
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	227c	185b
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	292c	182b
UCB-1, Αρδευόμενο	245b	174b
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	329a	233a
Σημαντικότητα	***	***

Μετά την εκρίζωση των φυτών τον Νοέμβριο μετρήθηκαν το συνολικό μήκος βλαστού και ριζών και μήκος βλαστού ανά μονάδα μήκους ρίζας. Από τον έλεγχο Duncan τα δύο υποκείμενα παρουσίασαν στατιστικές διαφορές στο μήκος βλαστών και ριζών ( $p < 0,05$ ) (Πίν. 3.10). Το συνολικό μήκος βλαστού βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερο στα αρδευόμενα φυτά UCB-1 σε σχέση με αυτά της τσικουδιάς. Μεταξύ των δυο μεταχειρίσεων της τσικουδιάς δεν παρατηρήθηκαν διαφορές, ενώ στο UCB-1 το αρδευόμενο εμφάνισε μεγαλύτερη τιμή.

Το μήκος ριζών βρέθηκε μικρότερο στα φυτά μειωμένης άρδευσης UCB-1, ενώ τα αρδευόμενα των δυο υποκειμένων δεν παρουσίασαν διαφορά (Πίν. 3.10). Η μειωμένη μεταχείριση σε νερό είχε μικρότερο μήκος ριζών και στα δύο υποκείμενα.

Ο λόγος μήκος βλαστού προς μήκος ρίζας (cm cm<sup>-1</sup>) βρέθηκε σημαντικά μικρότερος στην τσικουδιά, με το UCB-1 να μετράει μεγαλύτερη τιμή στα αρδευόμενα φυτά σε σχέση με τα φυτά ελλειμματικής άρδευσης του (Πίν. 3.10). Από την άλλη, η διαφορετική μεταχείριση δεν παρουσίασε διαφορές στη τσικουδιά.



Πίνακας 3.10.Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ελλειμματικής μεταχείρισης) στο συνολικό μήκος βλαστού και ριζών και μήκος βλαστού ανά μονάδα μήκους ρίζας μετά την εκρίζωση τον Νοέμβριο.

Μεταχείριση	Μήκος βλαστών (cm)	Μήκος ριζών (cm)	Βλαστός/ρίζα (cm cm <sup>-1</sup> )
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	49,9c	64,9a	0,77c
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	43,0c	62,1ab	0,71c
UCB-1, Αρδευόμενο	99,4a	68,3a	1,48a
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	60,5b	57,4b	1,06b
Σημαντικότητα	***	**	***

Από τον έλεγχο Duncan τα δύο υποκείμενα παρουσίασαν στατιστικές διαφορές στο βάρος και πλάτος βλαστών όπως και στο βάρος των ριζών ( $p < 0,05$ ). Το συνολικό βάρος βλαστών ήταν μεγαλύτερο στα ελλειμματικής άρδευσης και πολύ μεγαλύτερο στα αρδευόμενα του UCB-1 σε σχέση με τα αντίστοιχα της τσικουδιάς (Πίν. 3.11). Στο υποκείμενο της τσικουδιάς δεν υπήρξαν διαφορές στο συνολικό βάρος βλαστών, όμως το υποκ. UCB-1 παρουσίασε μικρότερο βάρος στην ελλειμματική άρδευση.

Το συνολικό πλάτος βλαστών ήταν διαφορετικό στα δύο υποκείμενα, με τα φυτά του υποκ. UCB-1 να εμφανίζουν μεγαλύτερο πλάτος από αυτά της τσικουδιάς και στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 3.11). Σε κάθε υποκείμενο, η μειωμένη μεταχείριση σε άρδευση εμφάνισε μικρότερο πλάτος βλαστών.

Ο αριθμός των πλάγιων βλαστών βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερος στα αρδευόμενα φυτά UCB-1, ενώ στα φυτά ελλειμματικής άρδευσης των δύο υποκειμένων δεν είχε διαφορά (Πίν. 3.11). Ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι η ικανή άρδευση παρουσίασε μεγαλύτερο αριθμό βλαστών στο υπ. UCB-1, ενώ στη τσικουδιά παρουσίασε το αντίθετο αποτέλεσμα.

Τα δύο υποκείμενα παρουσίασαν διαφορές στο βάρος των ριζών τους, με το αρδευόμενο UCB-1 να έχει σχεδόν διπλάσιο και το UCB-1 ελλειμματικής άρδευσης να έχει επίσης

μεγαλύτερο βάρος από αυτό της τσικουδιάς (Πίν. 3.11). Και στα δύο υποκείμενα το βάρος των ριζών βρέθηκε μεγαλύτερο στα αρδευόμενα φυτά.

Πίνακας 3.11. Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ελλειμματικής άρδευσης) στο βάρος των βλαστών, πλάτος κεντρικού βλαστού, αριθμός πλάγιων βλαστών και συνολικό βάρος ριζών μετά την εκρίζωση των φυτών τον Νοέμβριο.

Μεταχείριση	Βάρος βλαστών (g)	Πλάτος βλαστών (mm)	Πλάγιοι βλαστοί (#)	Βάρος ριζών (g)
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	37,9c	8,18b	1,0c	79,9b
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	27,5c	6,73c	1,5b	56,3c
UCB-1, Αρδευόμενο	127,5a	11,6a	2,1a	154,4a
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	56,0b	8,04b	1,7b	87,0b
Σημαντικότητα	***	***	*	***

Κατά την εκρίζωση των φυτών, το βάρος φύλλου βρέθηκε διαφορετικό στα δύο υποκείμενα φιστικιάς, με το υπ. UCB-1 να εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή και στις δυο μεταχειρίσεις και περισσότερο στην αρδευόμενη (Πίν. 3.12). Το βάρος φύλλου δεν διέφερε στα φυτά της τσικουδιάς στις δύο μεταχειρίσεις, όμως στο υπ. UCB-1 ήταν αρκετά μεγαλύτερο στα αρδευόμενα.

Ο αριθμός των γονάτων δεν σημείωσε στατιστικές διαφορές μεταξύ των υποκειμένων και των μεταχειρίσεων στο κάθε ένα (Πίν. 3.12).

Τα δύο υποκείμενα διέφεραν ως προς τον αριθμό των φύλλων που παρέμειναν πάνω στο φυτό και το ποσοστό των πεσμένων φύλλων με το υπ. UCB-1 να παρουσιάζει περισσότερα φύλλα και μικρότερο ποσοστό πεσμένων φύλλων στις δύο μεταχειρίσεις (Πίν. 3.12). Ο αριθμός των φύλλων δεν εμφάνισε διαφορά στο κάθε υποκείμενο ξεχωριστά (Πίν. 3.12),

ενώ το ποσοστό των πεσμένων φύλλων ήταν διαφορετικό στο υποκείμενο UCB-1 (Πίν. 3.12).

Πίνακας 3.12. Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ελλειμματικής άρδευσης) στο βάρος φύλλου, στον αριθμό των γονάτων και των υπάρχοντων φύλλων και του ποσοστού των πεσμένων φύλλων κατά την εκρίζωση των φυτών τον Νοέμβριο.

Μεταχείριση	Βάρος φύλλου (g)	Γόνατα (#)	Παρόντα φύλλα (#)	Πεσμένα φύλλα (%)
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	0,439c	40,8a	13,9b	65,9a
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	0,428c	39,1a	12,5b	70,0a
UCB-1, Αρδευόμενο	1,609a	43,4a	25,1a	48,2b
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	0,905b	38,4a	28,7a	25,7c
Σημαντικότητα	***	NS	***	***

Τα δύο υποκείμενα, τσικουδιά και UCB-1, είχαν παρόμοιο ποσοστό ξηράς ουσίας (ΞΟ) βλαστών με το ελλειμματικής άρδευσης υποκείμενο τσικουδιάς να εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή (Πίν. 3.13). Επίσης, τα φυτά τσικουδιάς μειωμένης άρδευσης είχαν μεγαλύτερο ποσοστό % ΞΟ από τα αντίστοιχης μεταχείρισης υποκείμενα UCB-1. Τα ελλειμματικής άρδευσης υποκείμενα φιστικιάς είχαν μεγαλύτερο ποσοστό % ΞΟ από τα αρδευόμενα και στα δύο είδη που μελετήθηκαν.

Το ποσοστό ξηράς ουσίας (ΞΟ) στις ρίζες ήταν παρόμοιο στα υποκείμενα και εμφάνισε την μεγαλύτερη τιμή στο υπ. τσικουδιάς ελλειμματικής άρδευσης (Πίν. 3.13).

Το ποσοστό ξηράς ουσίας (ΞΟ) των φύλλων βρέθηκε παρόμοιο στα υποκείμενα, ενώ το αρδευόμενο υπ. τσικουδιάς βρέθηκε να έχει το μικρότερο (Πίν. 3.13).

Πίνακας 3.13. Επίδραση του υποκειμένου (Τσικουδιά και UCB-1) και της μεταχείρισης (αρδευόμενης/ελλειμματικής) στο ποσοστό ξηράς ουσίας βλαστών, ριζών και φύλλων κατά την εκρίζωση των φυτών τον Νοέμβριο.

Μεταχείριση	ΞΟ βλαστών (%)	ΞΟ ριζών (%)	ΞΟ φύλλων (%)
Τσικουδιά, Αρδευόμενο	61,5b	58,3b	54,9b
Τσικουδιά, Ελλειμματικής άρδευσης	63,6a	60,3a	60,3a
UCB-1, Αρδευόμενο	60,5b	58,7ab	59,1a
UCB-1, Ελλειμματικής άρδευσης	61,5b	59,1ab	60,1a
Σημαντικότητα	**	*	***

## 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η διαφορετική μεταχείριση στην ποσότητα του αρδευτικού νερού που λάμβαναν τα φυτά κάθε φορά είχε σκοπό να συμβάλλει στην κατανόηση της σημασίας της ικανής άρδευσης στα δύο διαφορετικά υποκείμενα κατά την πρώτη χρονιά εγκατάστασης των φυτών σε έναν αγρό σε ξηροθερμικό περιβάλλον, όπως είναι ο κάμπος της Θεσσαλίας.

### 4.1 Επίδραση της βροχόπτωσης στην ανάπτυξη των φυτών

Το έτος 2019, ο μήνας Ιούλιος ήταν αρκετά βροχερός. Πιθανώς η υψηλή τιμή βροχόπτωσης (72 mm) να επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη των υποκειμένων που δέχονταν το 32% της ποσότητας του νερού που απαιτείται για την άρδευση των φυτών υπό κανονικές συνθήκες και να επηρέασε θετικά τις μετρήσεις ύψους και διαμέτρου των υποκειμένων αυτών. Ειδικότερα, τους μήνες Ιούνιο-Αύγουστο η μειωμένη ποσότητα νερού είχε ως αποτέλεσμα τον μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης των φυτών, ωστόσο η παροχή τριπλάσιας ποσότητας νερού δεν επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη των υποκειμένων. Συνοψίζοντας, η ελλειμματική άρδευση δεν αποτέλεσε περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη, καθώς η ποσότητα νερού, που είχαν στην διάθεση τους από τις βροχοπτώσεις φαίνεται ότι ήταν αρκετή.

### 4.2 Επίδραση της άρδευσης στη φυσιολογία

Στην τσικουδιά το μήκος βλαστού αυξήθηκε πάνω από 40%, ενώ στο UCB-1 περίπου 30% από τον Ιούνιο μέχρι τον Οκτώβριο. Η επιφάνεια διατομής του βλαστού (ΕΔΒ) σχεδόν διπλασιάστηκε και στα δύο υποκείμενα των δύο μεταχειρίσεων με μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης στα φυτά ελλειμματικής άρδευσης της τσικουδιάς. Ενδέχεται η μεταχείριση της ελλειμματικής άρδευσης να μην επηρέασε την ανάπτυξη του μήκους βλαστού. Παρόλα αυτά, στο υποκείμενο της τσικουδιάς η επιφάνεια διατομής του βλαστού παρέμεινε αρκετά μικρότερη του  $0,5 \text{ cm}^2$ . Αυτό υποδεικνύει την αδυναμία να πραγματοποιηθεί ενοφθαλισμός στο χωράφι κατά την πρώτη χρονιά εγκατάστασης των φυτών. Στα αρδευόμενα UCB-1, η τιμή της ΕΔΒ ήταν κοντά στο  $0,5 \text{ cm}^2$ , με αποτέλεσμα να είναι δυνατός ο ενοφθαλισμός. Συμπερασματικά, η ανάπτυξη των φυτών μέσα στο καλοκαίρι συνεχίζεται κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και παρατηρείται σημαντική αύξηση στα μεγέθη πάχους και ύψους βλαστού.

Το υποκείμενο UCB-1 είχε παρόμοιο ποσοστό % ξηράς ουσίας στα φύλλα και ειδικό βάρος φύλλου με το υποκείμενο τσικουδιάς, όμως παρουσίασε υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα ξηράς ουσίας φύλλου και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου από την τσικουδιά. Αυτό υποδεικνύει ότι τα φύλλα είχαν συσσωρεύσει υψηλότερη ποσότητα χλωροφύλλης και υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου και ως εκ τούτου είχαν τη δυνατότητα για καλύτερη παραγωγικότητα.

Σε γενικές γραμμές, τα αρδευόμενα υποκείμενα UCB-1 παρουσίασαν υψηλότερη βλαστική ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, εμφάνισαν μεγαλύτερο μήκος βλαστού τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο (μήνες ανάπτυξης των φυτών στον αγρό). Κατά τη συλλογή τους, παρατηρήθηκε ότι η επιφάνεια διατομής βλαστού (ΕΔΒ), το βάρος βλαστού, το βάρος ριζών, ο αριθμός πλάγιων βλαστών ήταν μεγαλύτερα σε σχέση με τα αντίστοιχα υποκείμενα τσικουδιάς. Επιπλέον, παρουσίασαν μεγαλύτερη σχέση μήκους βλαστού ανά μονάδα μήκους ρίζας, ενώ ο αριθμός των φύλλων που παρέμειναν στο φυτό, όπως και το βάρος τους ήταν μεγαλύτερο. Ακόμη, τα αρδευόμενα υποκείμενα UCB-1 είχαν φύλλα σκουρότερου χρώματος. Όλα τα ανωτέρω συμφωνούν με την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών UCB-1 την πρώτη χρονιά εγκατάστασης στον αγρό σε σχέση με τα φυτά τσικουδιάς.

Τα αρδευόμενα φυτά UCB-1 είχαν παρόμοια σχέση μήκους βλαστού ανά μονάδα ΕΔΒ, παρόμοιο μήκος ριζών και συνολικό αριθμό φύλλων και παρόμοιο ποσοστό % ΞΟ στο βλαστό και τη ρίζα, ενώ είχαν μικρότερο ποσοστό % αύξησης του μήκους βλαστού από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο και μικρότερο ποσοστό % ΞΟ στα φύλλα σε σχέση με την τσικουδιά. Επομένως, η πλήρη άρδευση επηρέασε θετικά σε μεγαλύτερο βαθμό την ανάπτυξη των φυτών μέχρι την συλλογή τους από τον αγρό (Νοέμβριος). Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στο ότι εμφανίζει μεγαλύτερο δυναμικό ανάπτυξης με καλή διαθεσιμότητα ύδατος είτε στο γεγονός ότι το υποκείμενο UCB-1 δεν επηρεάστηκε τόσο από τη θερινή θερμική καταπόνηση σε σχέση με την τσικουδιά.

#### **4.3. Η επίδραση της άρδευσης στο UCB-1**

Στην πλήρη άρδευση, το UCB-1 είχε πολύ μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη λαμβάνοντας υπόψιν το μήκος του βλαστού τους μήνες Ιούνιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο. Η επίδραση της πλήρους άρδευσης είχε σαν αποτέλεσμα τα φυτά UCB-1 να παρουσιάζουν μεγαλύτερη επιφάνεια διατομής βλαστού (ΕΔΒ), μεγαλύτερο βάρος βλαστού, καθώς επίσης και μεγαλύτερο βάρος ριζών. Παρουσίασαν επίσης μεγαλύτερο αριθμό πλάγιων βλαστών, υψηλότερη σχέση μήκους βλαστού ανά μονάδα μήκους ρίζας, και περισσότερα παρόντα, βαρύτερα φύλλα και πιο σκούρου χρώματος φύλλα, είχαν παρόμοια σχέση μήκους βλαστού

ανά μονάδα ΕΔΒ, παρόμοιο μήκος ριζών και συνολικό αριθμό φύλλων και παρόμοιο ποσοστό % ΞΟ στο βλαστό και τη ρίζα, ενώ είχαν μικρότερο ποσοστό % αύξησης του μήκους βλαστού από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο και μικρότερο ποσοστό % ΞΟ στα φύλλα από την τσικουδιά. Επομένως, με την πλήρη άρδευση το UCB-1 αναπτύχθηκε πολύ καλύτερα έως τον Νοέμβριο (επηρεάστηκε λιγότερο από τη θερινή θερμική καταπόνηση ή έχει μεγαλύτερο δυναμικό ανάπτυξης με καλή διαθεσιμότητα ύδατος) από την τσικουδιά.

Τα υποκείμενα ελλειμματικής άρδευσης του UCB-1 παρουσίασαν μεγαλύτερο μήκος βλαστού, μήκος βλαστού ανά μονάδα ΕΔΒ, μεγαλύτερο βάρος βλαστού, ριζών και φύλλου την περίοδο ανάπτυξης (Ιούνιο- Οκτώβριο) και συλλογή τους (Νοέμβριο) από τα φυτά της τσικουδιάς. Ακόμη, είχαν περισσότερα φύλλα, τα οποία παρέμειναν στο φυτό τον Οκτώβριο, καλύτερη σχέση μήκους βλαστού ανά μονάδα μήκους ρίζας, και πιο σκούρο χρώμα φύλλων από τα φυτά τσικουδιάς. Τα ελλειμματικής άρδευσης φυτά UCB-1 παρουσίασαν παρόμοια εικόνα με τα υποκείμενα τσικουδιάς της ίδιας μεταχείρισης, στην τιμή του ΕΔΒ τον Ιούνιο και Σεπτέμβριο, στο ποσοστό αύξησης του ΕΔΒ από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο, στο μήκος ριζών, στο συνολικό αριθμό φύλλων και πλάγιων βλαστών και στο ποσοστό % ΞΟ στα φύλλα και ρίζες. Τέλος, στην ίδια μεταχείριση τα φυτά UCB-1 παρουσίασαν μικρότερη ποσοστιαία αύξηση του μήκους βλαστού από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο και μικρότερο ποσοστό % ΞΟ στο βλαστό σε σχέση με την τσικουδιά. Φαίνεται ότι το UCB-1 έχει καλό δυναμικό ανάπτυξης την άνοιξη και το καλοκαίρι και στην περίπτωση της ελλειμματικής άρδευσης, όμως στα τελευταία χαρακτηριστικά έδειξε μικρότερη ανθεκτικότητα στη θερινή θερμική καταπόνηση απουσία ικανής ποσότητας νερού σε σχέση με την τσικουδιά.

#### **4.4 Επίδραση της ελλειμματικής άρδευσης στα δύο υποκείμενα**

Σε γενικές γραμμές, η ελλειμματική άρδευση προκάλεσε αύξηση στο ποσοστό % ΞΟ και μείωση στη συγκέντρωση χλωροφυλλών εκφρασμένη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου, όμως δεν επηρέασε τη συγκέντρωση χλωροφυλλών εκφρασμένη ανά μονάδα ΞΟ και τη σχέση χλωρα/χλωrb (Novello et al., 1995).

Προκύπτει ότι στα φυτά ελλειμματικής άρδευσης της τσικουδιάς, δεν επηρεάστηκε η ανάπτυξη του μήκους και βάρους του βλαστού κατά τον Ιούνιο. Επιπλέον, μετά την εκρίζωση των φυτών δεν παρατηρήθηκε διαφορά στα χαρακτηριστικά βάρος φύλλου, μήκος ριζών, αριθμό πλάγιων βλαστών και τον αριθμό παρόντων και πεσμένων φύλλων μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Παρ'όλα αυτά, παρατηρήθηκε μείωση στο μήκος και ποσοστό αύξησης βλαστού τον μήνα Σεπτέμβριο, ενώ μειώθηκε και το πλάτος βλαστού και βάρος

ριζών λόγω της ελλειμματικής άρδευσης. Από την άλλη, παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού % ΞΟ στα φύλλα, βλαστό και ρίζα. Εκτός της μείωσης του πλάτους βλαστού, που σχετίζεται με τη δυνατότητα ενοφθαλμισμού, η ελλειμματική άρδευση, όπως ήταν αναμενόμενο (Tajabadi Pour et al., 2005), μείωσε τη βλαστική ανάπτυξη όσον αφορά το μήκος βλαστού τους καλοκαιρινούς μήνες. Σε γενικές γραμμές, η ελλειμματική άρδευση είχε ελάχιστα αρνητικά αποτελέσματα για την τσικουδιά. Επομένως, η ελλειμματική ποσότητα νερού ικανοποιεί τις ανάγκες ανάπτυξης της τσικουδιάς στις εδαφοκλιματικές συνθήκες του πειράματος (κεντρική Θεσσαλία), με την προϋπόθεση ότι οι βροχοπτώσεις του Ιουλίου δεν επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα του πειράματος.

Προκύπτει ότι στο UCB-1 η ελλειμματική άρδευση μείωσε σημαντικά το μήκος βλαστού (Ιούνιο, Σεπτέμβριο και κατά τη συλλογή των φυτών), το μήκος βλαστού ανά μονάδα μήκους ριζών, το πλάτος και βάρος βλαστού, την επιφάνεια διατομής βλαστού (ΕΔΒ), το μήκος και βάρος ριζών, και το βάρος φύλλου σε σχέση με την πλήρη άρδευση. Αντίθετα, η ελλειμματική άρδευση αύξησε τη σχέση μήκος βλαστού ανά μονάδα ΕΔΒ (Ιούνιο και Σεπτέμβριο). Προέκυψε επίσης ότι δεν επηρεάστηκε η ποσοστιαία αύξηση του μήκους βλαστού και της ΕΔΒ από τον Ιούνιο στον Σεπτέμβριο. Δεν παρατηρήθηκε διαφορά στον αριθμό πλάγιων βλαστών, και τον αριθμό των φύλλων, ούτε στο χρώμα τους ανάμεσα στις δύο αρδευτικές αγωγές. Επίσης, το ποσοστό % ΞΟ των βλαστών, ριζών και φύλλων δεν επηρεάστηκε από την αυξημένη άρδευση. Άρα, η ελλειμματική άρδευση στο UCB-1 μείωσε σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών, άλλαξε τη σχέση βλαστού προς ρίζα υπέρ των ριζών, δεν επηρέασε όμως σημαντικές παραμέτρους του φυτού όπως την ανάπτυξη κατά το θέρους πολλών παραμέτρων του φυτού, όπως τον αριθμό των φύλλων και τη διατήρησή τους επί του φυτού έως τη συλλογή των καρπών τον Οκτώβριο. Ωστόσο, μειώθηκε το μήκος μεσογονατίου διαστήματος, και η συσσώρευση ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη του φυτού, από το οποίο συνεπάγεται είτε ότι δεν καταπονήθηκε σημαντικά (Παπακώστα, 2008) (η καταπόνηση σχετίζεται και με την αύξηση της συγκέντρωσης της ξηράς ουσίας στα βλαστικά μέρη του φυτού) είτε ότι το φυτό ωθείται στην αύξηση χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την φυσιολογία του (μήκους βλαστού, φύλλων και ριζών).



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ποσότητα του νερού των βροχοπτώσεων του Ιουλίου πιθανώς να επηρέασε θετικά την ανάπτυξη των υποκειμένων που δέχονταν ελλειμματική ποσότητα αρδευτικού νερού (περίπου το 32% της ποσότητας του αρδευτικού νερού στην πλήρη άρδευση).

Όσον αφορά την ανάπτυξη των φυτών τους μήνες Ιούνιο- Οκτώβριο, η τσικουδιά παρουσίασε μεγαλύτερη αύξηση στο μήκος βλαστού (μεγαλύτερη της τάξης του 40%) από το UCB-1 (αύξηση της τάξης του 30%). Σημαντική παρατήρηση είναι ότι αποκλειστικά στο UCB-1 η ΕΔΒ παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή (στη τσικουδιά παρέμεινε σημαντικά μικρότερη), που συνεπάγεται στη δυνατότητα ενοφθαλισμού μόλις από τον πρώτο χρόνο εγκατάστασης των δενδρυλλίων στον αγρό.

Στην μεταχείριση της πλήρης άρδευσης, το UCB-1 είχε πολύ μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη, έτσι ώστε ο ρυθμός ανάπτυξης του ήταν μεγαλύτερος, καθώς πιθανώς δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη θερινή θερμική καταπόνηση ή είχε μεγαλύτερο δυναμικό ανάπτυξης με καλή διαθεσιμότητα ύδατος από την τσικουδιά.

Συμπεραίνεται ότι το UCB-1 έχει μικρότερο δυναμικό ανάπτυξης το καλοκαίρι στη μεταχείριση της ελλειμματικής άρδευσης, καθώς παρουσιάζει μικρότερη ανθεκτικότητα στη θερινή θερμική καταπόνηση απουσία ικανής ποσότητας νερού σε σχέση με την τσικουδιά.

Η επίδραση της ελλειμματικής άρδευσης στο υποκείμενο της τσικουδιάς παρουσίασε λιγοστά αρνητικά αποτελέσματα στην βλαστική ανάπτυξη. Ως εκ τούτου, προέκυψε ότι η ελλειμματική άρδευση είναι ικανή να υποστηρίξει την ικανοποιητική ανάπτυξη της τσικουδιάς κάτω από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες του πειράματος (κεντρική Θεσσαλία), θεωρώντας ότι το νερό των βροχοπτώσεων Ιουλίου δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα του πειράματος.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βογιατζής Δ., Κουκουρικού-Πετρίδου Μ. (2003). *Βιολογία Οπωροκηπευτικών Φυτών Ι, η αύξηση και οι παράγοντες που τη ρυθμίζουν*. Θεσσαλονίκη: Γαρταγάνη, σελ. 153-163.
- Καράταγλης Σ.Σ., 1999. *Φυσιολογία φυτών*. 3η έκδοση, Art of Text, Θεσσαλονίκη.
- Μπρουσοβάνας Ν. (1986). *Η Φιστικιά*. Εκδόσεις Στρ. Κλαπάκης & Υιοί, Λάρισα, σελ. 24-25.
- Παπακώστα – Τασοπούλου Δ. (2008). Ειδική Γεωργία Ι, Τόμος 1, Σιτηρά (χειμερινά εαρινά). Σύγχρονη παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Ποντίκης Κ.Α. (1996). Ειδική Δενδροκομία, Τόμος 2, Ακρόδρυα- Πυρηνόκαρπα- Λοιπά Καρποφόρα. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα.
- Χιτζανίδου Α., Μουρίκης Π.Α., Χολέβας Κ.Δ. (2004). *Ασθένειες και Εντομολογικοί Εχθροί της Φιστικιάς στην Ελλάδα*. Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, Αθήνα, pp. 19-25, 118-122.
- Al-Saghir M.G. (2010). Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) based on morphological data. *Asian Journal of Plant Science* 9, pp.28-35.
- Al-Saghir M.G., Porter M.D. (2006). Random amplified polymorphic DNA (RAPD) study of *Pistacia* species (Anacardiaceae). *Asian Journal of Plant Science* 5, pp.1002-1006.
- Al-Saghir M.G., Porter M.D. (2012). Taxonomic revision of the genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae), *American Journal of Plant Sciences* 3, pp.12-32.
- Amico Roxas A., Marino G., Avellone G., Caruso T., Marra F.P. (2020). The Effect of Plant Water Status on the Chemical Composition of Pistachio Nuts (*Pistacia vera* L. Cultivar Bianca), *Agriculture*, 10(5).
- Barden J.A. (1977). Apple tree growth, net photosynthesis, dark respiration, and specific leaf weight as affected by continuous and intermittent shade. United States.
- Chatzissavvidis C., Koukoulakis P.H., Papadopoulos A., Pontikis D. (2013). Interactions between leaf macronutrients, micronutrients and soil properties in pistachio (*Pistacia vera* L.) orchards. *Acta Botanica Croatica*, 72, pp.295-310.
- Chitzanidis A. (2010) 'From Asia to Aigina: the story of the pistachio tree', in G., Z. (ed.) *XIV GREMPA Meeting on Pistachios and Almonds*. Zaragoza : CIHEAM / FAO / AUA / TEI Kalamatas / NAGREF (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens), pp. 299–302.

- Ferguson L., Sanden B., Grattan S., Epstein L., Krueger B. (2005). Pistachio rootstocks. In: Pistachio Production Manual, Fourth Edition. Davis, Center for Fruit and Nut Research and Information, pp. 67–73. [Online]. Available on April 2020 in <<http://www.fruitsandnuts.ucdavis.edu/files/73688.pdf>>.
- Gebremedhin A. (2015). Evaluating the effects of integrated use of organic and inorganic fertilizers on socioeconomic performance of upland rice (*Oryza sativa* L.) in Tselemti Wereda of North-Western Tigray, Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 7(5), pp.39-52.
- Golan-Goldhirsh A., Barazani O., Wang Z. et al. (2004). Genetic relationships among Mediterranean *Pistacia* species evaluated by RAPD and AFLP markers. *Plant Systems Evolution*, 246, pp.9–18.
- Hoekstra A. (2003). ‘Virtual Water Trade’. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade’, pp. 1–244.
- Kafkas S., Kafkas E., Perl-Treves R. (2002). Morphological diversity and a germplasm survey of three wild *Pistacia* species in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49(3), pp. 261–270.
- Klein I., DeJong T.M., Weinbaum S.A., Muraoka T.T. (1991). Specific leaf weight and nitrogen allocation responses to light exposure within walnut trees. *HortScience*, 26(2), pp.183-185.
- Medellín–Azuara J., Howitt R.E., MacEwan D., Lund J.R. (2012b). Economic impacts of climate-related yield changes in California, *Climatic Change*, 109, pp. 387–405.
- Mengel K., Kirkby E., Kosegarten H., Thomas A. (2001). Principles of Plant Nutrition, pp.541-552.
- Novello V., de Palma L. (1995). Observations on the pistachio photosynthetic activity in southern Italy. *Acta Hort.*, 419, pp.97-102
- Stamler R.A., Kilcrease J., Kallsen C., Fichtner E.J., Cooke P., Heerema R.J., and Randall J.J. (2015). First report of *Rhodococcus* isolates causing pistachio bushy top syndrome on ‘UCB-1’ rootstock in California and Arizona. *Plant Disease Journal* 99, pp.1468-1476.
- Taiz L. et al. (2017) *Φυσιολογία και Ανάπτυξη Φυτών* (PHYSIOLOGY AND DEVELOPMENT OF PLANTS, student textbook in Greek).

- Tajabadi Pour A., Sepaskhah A. R., Maftoun M. (2005). Plant Water Relations and Seedling Growth of Three Pistachio Cultivars as Influenced by Irrigation Frequency and Applied Potassium. *Journal of Plant Nutrition*, 28(8), pp.1413-1425
- Zakinthinos G.R. (1994). Pistacho growing in Greece. *Acta Horticulturae*, 419, pp.423-425.
- Zohary M. (1952). A monographical study of the genus Pistacia, *Palestine Journal of Botany (Jerusalem Series)*, 5(4), pp.187–228.