



«Σχολή»

«Πρόγραμμα Σπουδών»

Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία

«Αειφορική Διαχείριση Ελαιώνα στην περιοχή της Θεσσαλίας  
Επιτραπέζιας Ελιάς Αμφίσσης»

«ΚΑΡΑΜΗΤΣΙΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ»

Επιβλέπων καθηγητής/Επιβλέπουσα καθηγήτρια: «ΚΟΝΤΟΓΕΩΡΓΟΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ»

Πάτρα, ΜΑΡΤΙΟΣ, 2025

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του/της φοιτητή/φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



«Αειφορική Διαχείριση Ελαιώνα στην περιοχή της Θεσσαλίας  
Επιτραπέζιας Ελιάς Αμφίσσης»

«ΚΑΡΑΜΗΤΣΙΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ»

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής/Επιβλέπουσα  
Καθηγήτρια:

«ΚΟΝΤΟΓΕΩΡΓΟΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ»

«ΜΕΛΟΣ ΣΕΠ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ»

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής/Συν-Επιβλέπουσα  
Καθηγήτρια:

«ΠΑΤΑΚΑΣ ΑΓΓΕΛΟΣ»

«ΠΡΟΕΔΡΟΣ Ε.Π.Σ. ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΟΥ  
Δ.Π.Μ.Σ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ»

Πάτρα, «Μάρτιος» «2025»

*«Ευχαριστίες ή Αφιέρωση»*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου τους καθηγητές του μεταπτυχιακού για τις γνώσεις τις οποίες μας μετέδωσαν σε αυτό το μεταπτυχιακό.*

*Εις το επανειδέν.*

## Περίληψη

Η καλλιέργεια της ελιάς αποτελεί σημαντικό κομμάτι της γεωργικής και οικονομικής δραστηριότητας της Ελλάδας, ενώ ταυτόχρονα παρέχει πολιτισμική και περιβαλλοντική αξία. Οι σύγχρονες προκλήσεις, όπως η κλιματική αλλαγή, η ανάγκη για υψηλή ποιότητα προϊόντων και η μείωση του αποτυπώματος στο περιβάλλον, αυξάνει τις απαιτήσεις για την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών. Η αειφόρος ανάπτυξη, σε συνδυασμό με την ολοκληρωμένη διαχείριση και τη γεωργία ακριβείας, προσφέρει λύσεις για την επίτευξη της βιωσιμότητας. Ο συνδυασμός αυτών των πρακτικών και στρατηγικών ενισχύει την αποδοτικότητα, την ποιότητα και την ανθεκτικότητα της ελαιοκαλλιέργειας, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει την περιβαλλοντική προστασία και τις ανάγκες των καταναλωτών.

### Λέξεις – Κλειδιά

αειφόρος ανάπτυξη, ολοκληρωμένη διαχείριση, ελιά, γεωργία ακριβείας, κλιματική αλλαγή

# «Sustainable management of olive groves and a case study of sustainable management of table olive groves in Thessaly.»

«KARAMITSIOS CHRISTOS»

## Abstract

Olive cultivation is an important part of the agricultural and economic activity of Greece, while at the same time it provides cultural and environmental value. Modern challenges, such as climate change, the need for high quality products and the reduction of the environmental footprint, increase the demands for the implementation of sustainable practices. Sustainable development, combined with integrated management and precision agriculture, offers solutions to achieve sustainability. The combination of these practices and strategies enhances the efficiency, quality and resilience of olive cultivation, while ensuring environmental protection and consumer needs.

## Keywords

sustainability, integrated management, olives, precision agriculture, climate change, climate change

# Περιεχόμενα

Περίληψη .....	5
Abstract .....	6
Περιεχόμενα .....	7
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων .....	8
Εισαγωγή.....	9
1. Η ελιά .....	10
1.1. Ιστορική αναδρομή της Ελιάς.....	10
1.2. Οικονομική σημασία της ελιάς.....	10
1.3. Επιτραπέζια Ελιά.....	11
1.4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά της επιτραπέζιας ελιάς.....	12
2. Αειφορία .....	13
2.1. Η έννοια της αειφορίας.....	13
2.2. Αρχές και κατευθύνσεις της αειφορικής γεωργίας .....	13
2.3. Αειφορία και Στρατηγικές Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή στην Ελαιοκαλλιέργεια .....	14
2.4. Μακροπρόθεσμες στρατηγικές.....	15
Χρήση Καλλιεργειών Κάλυψης στον Ελαιώνα .....	15
2.4.1. Υλικό κάλυψης - Mulch .....	16
2.4.2. Βελτιωτικά εδάφους .....	16
2.4.3. Biochar.....	17
2.4.4. Ζεόλιθοι.....	17
2.5. Βραχυπρόθεσμες στρατηγικές .....	18
Συστήματα άρδευσης.....	18
2.5.1. Διαχείριση κλαδέματος.....	19
2.5.2. Η χρήση των βιοδιεγερτών στην καλλιέργεια της ελιάς.....	20
2.6. Αειφορική Διαχείριση σε Βιολογικό Ελαιώνα Επιτραπέζιας Ελιάς Ποικιλίας Αμφίσσης .....	22
2.6.1. Εκπαίδευση Καλλιεργητή για την Αειφορική Διαχείριση της Ελιάς .....	22
2.7. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ – ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΛΑΙΩΝΑ .....	24
2.8. Διαχείριση του Ελαιώνα στην Αμφιθέα: Προσέγγιση Βιολογικής Καλλιέργειας και Αειφορικής Διαχείρισης.....	25
2.8.1. Εισαγωγή.....	25
2.8.2. Χαρακτηριστικά του Εδάφους.....	25
2.8.3. Διαχείριση γονιμότητας.....	26
2.8.3.1 Χλωρή λίπανση.....	26
2.8.3.2 Διαχείριση Αποβλήτων και Ανακύκλωση Πόρων στον Ελαιώνα Επιτραπέζιας Ελιάς .....	26

2.8.4. Ανάλυση του Εδάφους σε συγκεκριμένους δείκτες μετά τις Παρεμβάσεις και Συγκριτικά Αποτελέσματα.....	27
2.11.ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ-ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ.....	27
2.11.1.Γενικά Στοιχεία Διαχείρισης του Αγροτεμαχίου.....	27
2.11.2.Αειφορική Διαχείριση του Δάκου.....	28
2.12.Βιοποικιλότητα και Αγροοικολογία.....	28
2.12.1.Στρατηγικές και Μέθοδοι.....	28
2.13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΛΑΙΩΝΑ.....	30
2.13.1. Συμπεράσματα διαχείρισης γονιμότητας .....	30
2.13.2.Αποτελέσματα της Διαχείρισης του Δάκου .....	30
2.13.4.Αποτελέσματα ενίσχυσης βιοποικιλότητας.....	30
3. Πλάνο διαχείρισης επόμενων δύο ετών.....	32
3.1.Χάρτες διαχείρισης.....	32
3.1.1.Χωρική Κατανομή της Παραγωγικότητας.....	34
3.1.2.Συσχέτιση Παραγωγικότητας με Τοπογραφικά Δεδομένα .....	35
3.1.3.Διαχείριση Ζωνών Παραγωγικότητας με Βάση την Αρχή των Πολλαπλών Εισροών (VRA) .....	35
3.2. Ορθολογική Διαχείριση του Νερού.....	35
3.2.1.Ανάλυση Δεδομένων και Εντοπισμός Ζωνών Άρδευσης .....	36
3.2.2.Προτεινόμενες Στρατηγικές Αειφόρου Διαχείρισης Νερού .....	36
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΕΠΙΛΟΓΟΣ .....	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	40

## Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

<b>Εικόνα 1.</b> Παρουσίαση-τοποθεσία ελαιώνα .....	24
<b>Εικόνα 2.</b> ΧΑΡΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	32
<b>Εικόνα 3.</b> NDVI ΕΙΚΟΝΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΟ ΧΑΡΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	33
<b>Εικόνα 4.</b> ΧΑΡΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ 188 ΜΕΤΡΑ.....	33
<b>Εικόνα 5.</b> ΧΑΡΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ 199 ΜΕΤΡΑ.....	33
<b>Εικόνα 6.</b> ΧΑΡΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΩΝΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ.....	34



## Εισαγωγή

Η καλλιέργεια της ελιάς, είτε προς ελαιοποίηση είτε ως επιτραπέζια, αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της γεωργίας στην περιοχή της Μεσογείου. Η Ελλάδα είναι μια χώρα η οποία κατέχει μια διακεκριμένη θέση στην παραγωγή προϊόντων ελιάς τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλή ποιότητα. Η σημασία της επιτραπέζιας ελιάς εκτείνεται πέρα από την οικονομική της συμβολή, καθώς περιλαμβάνονται και παράγοντες σε πολιτιστικό, κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο. Ωστόσο, η καλλιέργεια της ελιάς έρχεται αντιμέτωπη με διάφορες προκλήσεις του σύγχρονου κόσμου, όπως είναι η κλιματική αλλαγή, με την ταυτόχρονη ανάγκη για διασφάλιση της ποιότητας, και μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, την επιτακτική ανάγκη για να την υιοθέτηση νέων στρατηγικών και πρακτικών.

Η αειφόρος ανάπτυξη αποτελεί έναν βασικό άξονα για την διαχείριση των φυσικών πόρων με πιο βιώσιμο τρόπο, ώστε να εξασφαλιστεί παράλληλα η μακροχρόνια παραγωγικότητα και η προστασία του περιβάλλοντος. Στην ελαιοκαλλιέργεια, η εφαρμογή της αειφορίας συνδυάζεται άμεσα με την ολοκληρωμένη διαχείριση των καλλιεργειών, καθώς και την γεωργία ακριβείας. Η ολοκληρωμένη διαχείριση αποτελεί ένα σύστημα που εστιάζει στην βελτιστοποίηση της παραγωγής μέσα από τη συνεργασία οικολογικών, οικονομικών και κοινωνικών παραμέτρων. Από την άλλη, η γεωργία ακριβείας αξιοποιεί τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα για την παρακολούθηση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων αλλά και την βελτίωση των πρακτικών που ακολουθούνται στον κλάδο της γεωργίας.

Συνδυάζοντας αυτές τις μεθόδους και τις στρατηγικές έχει επιτευχθεί η δημιουργία ενός ισχυρού πλαισίου για την ενίσχυση της αποδοτικότητας, της ποιότητας και της ανθεκτικότητας της καλλιέργειας της ελιάς. Ταυτόχρονα, υπάρχει διασφάλιση της ισορροπίας ανάμεσα στην παραγωγική διαδικασία και τη διατήρηση του περιβάλλοντος.

# 1. Η ελιά

## 1.1. Ιστορική αναδρομή της Ελιάς

Ιστορικά, η ελιά κατάγεται από τις ευρύτερες γεωγραφικές περιοχές της Μεσογείου, της Μέσης Ανατολής, του Ιράν καθώς και των πρόποδων του Νότιου Καυκάσου και η διάσωσή της έγινε κατά την τελευταία περίοδο των παγετώνων, στη Μέση Ανατολή και Βορειοδυτική Αφρική, περιοχές που χαρακτηρίστηκαν ως καταφύγια. Ωστόσο, ανεξαρτήτως του τόπου καταγωγής, υπήρχαν άγριας μορφής ελιές στις περιοχές του Αιγαίου Πελάγους, οι οποίες χρονολογούνται περίπου 50.000 ετών σύμφωνα με τα απολιθώματα από τα φύλλα ελιάς που εντοπίστηκαν στη Σαντορίνη εντός της ηφαιστειακής στάχτης. Στο νησί της Νισύρου, βρέθηκαν απολιθωμένα φύλλα των οποίων η ηλικία έχει υπολογιστεί στα 30.000-35.000 έτη (Tvigun, 2020).

Σύμφωνα με τον Θεόφραστο, η ελιά φύτευε σε διάφορες περιοχές όπως τη Νότια Ιταλία, τη Συρία, την θαλάσσια πλευρά της Αραβίας, την Αίγυπτο και την Κυρηναϊκή χερσόνησο, ενώ τα ευρήματα που παρουσιάστηκαν στις περιοχές αυτές επιβεβαιώνουν τα λεγόμενά του. Οι πρώτες καλλιέργειες της ελιάς χρονολογούνται περίπου την 3<sup>η</sup> χιλιετία π.Χ., ενώ μεγάλη ανάπτυξη γνώρισε κατά την διάρκεια της Μινωικής περιόδου, όπως αναδεικνύεται μέσα από τα ευρήματα και τα έγγραφα που βρέθηκαν από εκείνη την περίοδο. Η επέκταση της ελιάς συνεχίστηκε ανά τους αιώνες, μέσα από τις διάφορες ποικιλίες που αναπτύχθηκαν και εν τέλει εξαπλώθηκε σε ολόκληρη την Μεσόγειο (Tvigun, 2020).

Στη σημερινή εποχή, καλλιεργούνται περίπου 800 εκατομμύρια ελαιόδεντρα παγκοσμίως, εκ των οποίων το 95% αυτών καλλιεργείται στη λεκάνη της Μεσογείου, λόγω των εξαιρετικών εδαφοκλιματικών συνθηκών που επικρατούν. Η ολόενα και μεγαλύτερη καλλιέργεια ελαιόδεντρων αναδεικνύει και ενισχύει την σπουδαιότητα των προϊόντων της ελιάς, τα οποία έχουν σπουδαία σημασία τόσο σε οικονομικό όσο και κοινωνικό επίπεδο (Ιερωνυμάκη, 2011).

## 1.2. Οικονομική σημασία της ελιάς

Η καλλιέργεια της ελιάς έχει έναν εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στην οικονομία των χωρών που βρίσκονται στην λεκάνη της Μεσογείου, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων λόγω του μεγάλου αριθμού εργαζομένων στον τομέα αυτόν (Κομινός, 2021).

Στην Ελλάδα της σημερινής εποχής, το 1/3 του πληθυσμού που απασχολείται στον αγροτικό τομέα, ασχολείται με την καλλιέργεια της ελιάς. Από την ελαιοκαλλιέργεια προκύπτουν αρκετά προϊόντα, ειδικά μετά από επεξεργασία, αλλά τα βασικότερα αυτών είναι το ελαιόλαδο και οι επιτραπέζιες ελιές. Η μεγαλύτερη οικονομική σημασία παρουσιάζεται στο ελαιόλαδο, το οποίο ταυτόχρονα έχει και υψηλή διαιτητική αξία, ενώ στην συνέχεια ακολουθούν οι επιτραπέζιες ελιές. Μάλιστα τις τελευταίες δεκαετίες, η αυξανόμενη συνειδητοποίηση της θρεπτικής αξίας του ελαιόλαδου έχει συμβάλει στην αύξηση της κατανάλωσής του ενισχύοντας την σημασία του οικονομικού παράγοντα (Martin et al., 2024). Επιπλέον, ιδιαίτερη σημασία έχει και η παραγωγή πυρηνέλαιου από τον πυρήνα της ελιάς, το οποίο έχει βιομηχανική χρήση. Τέλος, τα υποπροϊόντα της ελιάς, όπως είναι ο πυρήνας και το ξύλο της, είναι καύσιμη ύλη και βρίσκουν χρήση ως πηγή ενέργειας, αποτελώντας άλλη μια σημαντική οικονομική πηγή (Κομινός, 2021).

### 1.3.Επιτραπέζια Ελιά

Η ελιά (*Olea europaea* L. Οικογένεια *Oleaceae*) πρόκειται για ένα αυτοφυές και αείφυλλο δέντρο, το οποίο αρχικά ήταν άγριο και στην συνέχεια, εξημερώθηκε από τον άνθρωπο αποτελώντας έναν πολύτιμο θησαυρό για την επιβίωσή του. Ταυτόχρονα σηματοδότησε την πορεία σε ένα στάδιο πολιτισμού ανωτέρου επιπέδου. Τουλάχιστον 30-35 είδη ανήκουν στο γένος *Olea* και την οικογένεια *Oleaceae*. Στο είδος *Olea europaea* L υπάρχουν αρκετές ομάδες, ενώ ο αριθμός των ποικιλιών ανέρχεται στις 2600, αν και αρκετές μπορεί να είναι μόνο οικότυποι. Γενικά, το συγκεκριμένο είδος χαρακτηρίζεται και ως μια ομάδα αποτελούμενη από διάφορες μορφές, που προέκυψαν από μετάλλαξη και υβριδισμό (Στρατιδάκης, 2020).

Η ελιά είναι ένα ιδιαίτερο δέντρο καθώς είναι το μοναδικό καρποφόρο δέντρο που όχι μόνο θεωρείται, αλλά και είναι αιωνόβιο. Όπως αναφέρθηκε από τον Hartman (1976), το ελαιόδεντρο έχει μέσο προσδόκιμο ζωής τα 1000 έτη, δηλαδή περίπου 10 αιώνες, ενώ αν ο κορμός της ξεραθεί τότε αναφύεται άλλος από τη ρίζα (Στραφιώτης, 2009). Η μακροζωία του οφείλεται στους λανθάνοντες οφθαλμούς του, οι οποίοι δίνουν νέους βλαστούς και οι οποίοι βρίσκονται τόσο στο νέο ξύλο που αναπτύσσεται (κλαδίσκοι και κλάδοι), όσο και στο παλαιό (κορμός και βραχίονες), αλλά και στο λαιμό σε μεγαλύτερο ποσοστό.

Η συγκέντρωση της καλλιέργειας γίνεται κυρίως στη μεσογειακή λεκάνη, λόγω των ήπιων χειμώνων και των ζεστών καλοκαιριών. Επομένως, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής συγκαταλέγονται στα Μεσογειακά κλίματα ή κλίματα ξηρού θέρους Υποτροπικά. Τα κλίματα αυτά χαρακτηρίζονται ως κλίματα μετάβασης από το κλίμα της εύκρατης ζώνης προς το κλίμα της τροπικής ζώνης και αντίστροφα, και απαντούν σε περιοχές όπως της Μεσογείου, του νότιου άκρου της Αφρικής, και ορισμένων ακόμη περιοχών. Τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος είναι το ξηρό θερμό καλοκαίρι και ο ήπιος βροχερός χειμώνας. (Φλόκας, 1997, όπως αναφέρθηκε στον Δαμβακάρη, 2008).

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια της ελιάς επεκτείνεται σχεδόν σε όλη την επικράτεια με την καλλιέργεια ενός μεγάλου αριθμού ποικιλιών, εκ των οποίων ορισμένες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή λαδιού, ενώ άλλες για επιτραπέζια κατανάλωση (Tvigun, 2020; Στραφιώτης, 2009). Για επιτραπέζια κατανάλωση καλλιεργούνται κυρίως οι ποικιλίες «Αμφίσσης», «Θρουμπολιάς», «Χαλκιδικής» και «Καλαμών» (Στραφιώτης, 2009).

Ως επιτραπέζια ελιά ορίζεται ο καρπός συγκεκριμένων ποικιλιών των ελαιόδεντρων της *Olea europaea* var. *Sativa*, των οποίων η συγκομιδή γίνεται σε στάδιο όπου ο καρπός έχει ωριμάσει και είναι ποιοτικά κατάλληλος, ώστε όταν επεξεργαστεί κατάλληλα, το προϊόν που θα δώσει να είναι βρώσιμο και να συντηρείται καλά (Κατσιαδάκη, 2013).

## 1.4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά της επιτραπέζιας ελιάς

Κάθε ποικιλία επιτραπέζιας ελιάς έχει διαφορετικό **μέγεθος καρπού**. Το μέγεθος επηρεάζεται από τον όγκο του φορτίου που έχει το δέντρο και τις διάφορες καλλιεργητικές επεμβάσεις, όπως είναι η άρδευση και η λίπανση. Η παρασκευή της βρώσιμης ελιάς καθορίζεται από ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία κρίνουν την καταλληλότητα του καρπού. Η σχέση του βάρους της σάρκας προς το βάρος του πυρήνα είναι σημαντικός παράγοντας καταλληλότητας και πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5:1 και 12:1, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αναλογία, καθώς όσο πιο υψηλή είναι, τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η εμπορική αξία των ελιών (Στουραϊτή, 2017; Ποντίκης, 2000).

Το **μέγεθος του καρπού** κατηγοριοποιεί τις ελιές σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες είναι μικροπύρηνες, μεσοπύρηνες και μακροπύρηνες. Οι μικροπύρηνες ελιές, χαρακτηρίζονται ιδανικές να χρησιμοποιηθούν στην βιομηχανία, ειδικά αν πρόκειται για αδρόκαρπες. Ακόμη, η απομάκρυνση του πυρήνα πρέπει να γίνεται με ευκολία κατά την μάσηση του καρπού ή κατά την εκπυρήνωση, ώστε να γίνει γέμιση αυτής με πιπεριά, αμύγδαλο, κ.ο.κ. (Στουραϊτή, 2017; Ποντίκης, 2000).

Η **επιδερμίδα του καρπού** απαιτείται να είναι ελαστική και λεπτή, καθώς πρέπει να αντέχει κατά την επεξεργασία και τη συντήρηση, αλλά και στις διάφορες αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος (Στουραϊτή, 2017; Ποντίκης, 2000).

Η **περιεκτικότητα του καρπού σε σάκχαρα** είναι εξίσου σημαντική. Όταν η περιεκτικότητα είναι υψηλή σε ζυμώσιμα συστατικά, τότε έχει εξασφαλιστεί και η επιτυχής ζύμωση. Κατά την διαδικασία της ζύμωσης, γίνεται μετατροπή των ζυμώσιμων συστατικών σε γαλακτικό οξύ και μαζί με το αλάτι της άλμης και την απουσία αέρα, ενισχύεται η συντήρηση του προϊόντος (Στουραϊτή, 2017; Ποντίκης, 2000).

Οι επιτραπέζιες ελιές εμπορικού τύπου, με εξαίρεση τις τεχνητώς μαύρες ελιές, έχουν ιδιαίτερη και χαρακτηριστική **οσμή**, ενώ η **γεύση** της οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως το μαγειρικό αλάτι, το οποίο διαχέεται στη σάρκα, στην ελαιοευρωπαϊνή, σε διάφορα οργανικά οξέα καθώς και σε άλλα συστατικά. Το **χρώμα** ανάλογα την ποικιλία μπορεί να είναι πράσινο, φυσικά μαύρο με διαβαθμίσεις προς το ερυθρό ή ξανθό χρώμα, ή τεχνητό μαύρο (Στουραϊτή, 2017; Ποντίκης, 2000).

Τέλος, η υφή των καρπών αποτελεί ένα σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό, καθώς όταν η συνεκτικότητα της σάρκας είναι μεγάλη, τότε τόσο καλύτερη ποιότητα έχει το τελικό προϊόν (Στουραϊτή, 2017; Ποντίκης, 2000).

## 2.Αειφορία

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται από την συμβατική γεωργία έχουν δημιουργήσει ιδιαίτερη ανησυχία στο σύνολο της κοινωνίας. Ταυτόχρονα, οι απαιτήσεις για την επίτευξη της αειφορίας στον αγροτικό τομέα ολοένα και αυξάνονται, όπως επίσης και οι απαιτήσεις για ασφαλή και ποιοτικά τρόφιμα. Λόγω αυτών, οι εναλλακτικές μορφές καλλιέργειας καθίστανται απαραίτητες για την επίτευξη του στόχου (Parra-Lopez *et al.*, 2007a).

### 2.1.Η έννοια της αειφορίας

Τα περιβαλλοντικά ζητήματα στη δεκαετία του 1960, προκάλεσαν τις πρώτες σοβαρές ανησυχίες των ανθρώπων και της επιστημονικής κοινότητας. Ως αποτέλεσμα αυτών των ανησυχιών ήταν ο σωστός προσδιορισμός της έννοιας της αειφορίας. Η ανάδειξη της έννοιας έγινε μέσα από πληθώρα διεθνών και εθνικών πρωτοβουλιών, που είχαν ως στόχο το συνδυασμό της οικονομικής και επιχειρηματικής ανάπτυξης με την κοινωνική ευθύνη και την προστασία του περιβάλλοντος (Χολιασμένος, 2011).

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν διάφοροι ορισμοί, ο πιο ευρέως αποδεκτός ορισμός της βιώσιμης ή αλλιώς αειφορικής ανάπτυξης είναι αυτός που προτάθηκε από την επιτροπή Brundtland. Όπως ορίστηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission for the Environment and Development) (WCED, 1987): «Αειφορική ανάπτυξη, είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να περιορίζει την δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες».

Στην συνέχεια, ο αρχικός ορισμός επεκτάθηκε και προσαρμόστηκε στις ανάγκες του γεωργικού τομέα από τον Harwood (1990), ο οποίος είπε ότι: «Αειφορική γεωργία είναι ένα σύστημα που παραμένει παραγωγικό για πάντα, επιτυγχάνοντας τη μεγαλύτερη δυνατή ωφέλεια για τον άνθρωπο, την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην χρήση των φυσικών πόρων, είναι σε αρμονία με το περιβάλλον και είναι φιλικό, τόσο στο ανθρώπινο είδος, όσο και σε άλλα είδη».

### 2.2.Αρχές και κατευθύνσεις της αειφορικής γεωργίας

Ο καθορισμός των αρχών της αειφορικής ανάπτυξης έγινε για πρώτη φορά στην δράση Ατζέντα 21 το 1992, που έλαβε χώρα στο Ρίο ντε Τζανέιρο και υπεγράφη από 184 χώρες, εκ των οποίων η μία ήταν η Ελλάδα. Όπως προέκυψε από τη δράση αυτή, η πραγματοποίηση απαραίτητων αλλαγών στην πολιτική που ακολουθείται στους αγροτικούς, περιβαλλοντικούς και μακροοικονομικούς τομείς σε εθνικό και διεθνές επίπεδο είναι υψίστης σημασίας προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για την επίτευξη της αειφορικής ανάπτυξης. Ακόμη, προκειμένου να ολοκληρωθεί η διαδικασία της αειφορικής ανάπτυξης είναι σημαντικό να υιοθετηθούν οι μέθοδοι της αειφορικής γεωργίας (Τζαβάρα, 2013).

Σύμφωνα με το βιβλίο, IUCN/UNEP/WWF (1991), η δημιουργία μιας αειφορικής κοινωνίας είναι εφικτό να δημιουργηθεί όταν γίνει η υιοθέτηση και η εφαρμογή των ακόλουθων αρχών. Κάθε αρχή είναι σχεδιασμένη τόσο να αλληλοκαλύπτεται με τις υπόλοιπες, αλλά και να τις ενισχύει και να τις συμπληρώνει.

Η θεμελιώδης ηθική αρχή της αειφορικής γεωργίας είναι ο σεβασμός και η φροντίδα για κάθε μορφή ζωής. Η βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ανθρώπων, η διατήρηση των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας του περιβάλλοντος, η μείωση της υπερκατανάλωσης των ανανεώσιμων πόρων και η προστασία και φροντίδα της φέρουσας ικανότητας του πλανήτη αποτελούν τις αρχές που είναι υπεύθυνες για τον προσδιορισμό των παραμέτρων μιας αειφορικής κοινωνίας. Ακόμη, η αλλαγή των προσωπικών συνηθειών και του τρόπου ζωής προς ένα πιο βιώσιμο επίπεδο, η ενδυνάμωση των τοπικών κοινωνιών για την ανάληψη δράσεων για την προστασία του περιβάλλοντος, η δημιουργία ενός εθνικού πλαισίου που αφορά την ολοκληρωμένη ανάπτυξη και τη διατήρηση των πόρων, καθώς και η εδραίωση διεθνών συνεργασιών για την επίτευξη κοινών περιβαλλοντικών στόχων αποτελούν τις αρχές που προσδιορίζουν το επίπεδο των προσπαθειών που γίνονται (Χολιασμένος, 2011).

Με βάση τις παραπάνω αναλύσεις, οι εναλλακτικές μορφές γεωργίας που έχουν στόχο την επίτευξη αειφορίας, αλλά επίσης φέρουν τον χαρακτηρισμό «μορφές 'αειφορικής' γεωργίας» και μπορούν να αντικαταστήσουν τη συμβατική γεωργία είναι η βιολογική γεωργία (Organic agriculture) και η ολοκληρωμένη διαχείριση των καλλιεργειών (Integrated Crop Management). Αυτές οι μορφές είναι αποδεκτές τόσο στην Ελλάδα όσο και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Τζαβάρα, 2013). Από τις μορφές αυτές, η «Ολοκληρωμένη διαχείριση των Καλλιεργειών» θα αναλυθεί εκτενέστερα στην παρούσα πτυχιακή.

### 2.3.Αειφορία και Στρατηγικές Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή στην Ελαιοκαλλιέργεια

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η καλλιέργεια της ελιάς αποτελεί μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες με υψηλή κοινωνικοοικονομική σημασία. Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή είναι μια από τις πιο πιεστικές προκλήσεις της εποχής μας, με αρκετές επιπτώσεις στη γεωργία, τα οικοσυστήματα, και την επισιτιστική ασφάλεια. Η παρουσία των ακραίων κλιματικών φαινομένων, όπως οι καύσωνες, οι ξηρασίες και οι πλημμύρες έχουν αρχίσει να επαναλαμβάνονται όλο και συχνότερα και αποτελούν απειλή για τη γεωργία, μειώνοντας την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών (Martins et al.; 2024; Dias et al., 2022; Shukla et al., 2019). Η Μεσόγειος αποτελεί ένα hotspot της κλιματικής αλλαγής, όπου τα παραδοσιακά γεωργικά συστήματα, όπως οι ελαιώνες, αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες προκλήσεις (Dias et al., 2022). Αυτές οι προκλήσεις απαιτούν τη χρήση καινοτόμων στρατηγικών και τεχνικών για την προσαρμογή των καλλιεργειών της ελιάς στις νέες κλιματικές συνθήκες, ενώ ταυτόχρονα να ενισχύουν την αειφορική ανάπτυξη. Οι στρατηγικές αυτές οι οποίες κατηγοριοποιούνται σε μακροπρόθεσμα και βραχυπρόθεσμα μέτρα προσαρμογής, με βάση τις άμεσες και διαρκείς επιπτώσεις τους στην καλλιέργεια (Martins et al., 2024; Dias et al., 2022)

Η εφαρμογή των μακροπρόθεσμων μέτρων προσαρμογής γίνεται πριν από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και έχουν ως στόχο να περιορίσουν την πηγή της κλιματικής αλλαγής. Αυτό περιλαμβάνει αλλαγή των συμβατικών συστημάτων που αφορούν την διαχείριση του εδάφους, την εφαρμογή καλλιεργειών κάλυψης και εδαφοκάλυψης, καθώς και τη χρήση διάφορων βελτιωτικών του εδάφους, τα οποία ενισχύουν την υγεία του εδάφους, οδηγούν στην αυξημένη δέσμευση του άνθρακα και μετριαζουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Επιπρόσθετα, στρατηγικές όπως η δημιουργία και αναπαραγωγή νέων ποικιλιών, οι οποίες είναι ανθεκτικές στην ξηρασία μπορούν επίσης να προωθήσουν τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και ανθεκτικότητα. Από την άλλη, οι βραχυπρόθεσμες στρατηγικές έχουν σχεδιαστεί για την παροχή γρήγορης ανακούφισης από τις άμεσες επιπτώσεις που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή και των ακραίων καιρικών φαινομένων. Στα μέτρα αυτά περιλαμβάνεται η



εφαρμογή αποτελεσματικών συστημάτων άρδευσης για την καταπολέμηση της ξηρασίας, η χρήση και εφαρμογή εξωγενών ρυθμιστών ανάπτυξης φυτών και η χρήση φυσικών φραγμών για την προστασία των καλλιεργειών από τα κύματα καύσωνα. Ακόμη, οι αγρότες μπορούν να προσαρμόσουν τις πρακτικές κλαδέματος και να προβούν σε βελτίωση της διαχείρισης των εχθρών και των παρασίτων για να αντιμετωπίσουν τις άμεσες απειλές που δημιουργούνται από τις κλιματικές συνθήκες που διαρκώς μεταβάλλονται.

## 2.4.Μακροπρόθεσμες στρατηγικές

### Χρήση Καλλιεργειών Κάλυψης στον Ελαιώνα

Οι καλλιέργειες κάλυψης αφορούν μια πρακτική συντήρησης στα γεωργικά συστήματα και αποτελούν μια καλά αναγνωρισμένη στρατηγική που διασφαλίζει πολλές υπηρεσίες οικοσυστήματος, όπως για παράδειγμα, υπηρεσίες που αφορούν την εδαφική ποιότητα και την βελτίωση της, του κύκλου των θρεπτικών ουσιών, της ρύθμισης των εχθρών και των παρασίτων της καλλιέργειας, καθώς και της παραγωγικότητας των καλλιεργειών. Στους ελαιώνες, η χρήση καλλιεργειών κάλυψης συνδέεται συχνά με την ικανότητά που έχουν στο να μειώνουν τους κινδύνους διάβρωσης του εδάφους και απορροής, ειδικά όταν η καλλιέργεια γίνεται σε κεκλιμένα εδάφη. Όπως αναφέρθηκε από τους Rodrigues et al. (2019), για τις ελιές, οι καλλιέργειες κάλυψης είναι ιδανικές όταν είναι αυτοφυείς και ετήσιες ψυχανθές με όψιμη ωρίμανση. Η χρήση των αυτοφυών οδηγεί σε εξοικονόμηση κόστους λόγω της αποφυγής της συχνής σποράς, ενώ χάρη στην πρώιμη ωρίμανσή τους ελαχιστοποιούν τις ανάγκες για νερό. Από την άλλη, η χρήση των ψυχανθών βοηθάει στην καλύτερη ανάπτυξη σε φτωχά εδάφη, μεγαλύτερη δέσμευση του άνθρακα στο έδαφος, στη σταθεροποίηση του αζώτου και στην αύξηση της βιολογικής δραστηριότητας.

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Martins et al. (2023) η χρήση αυτοφυών ετήσιων ψυχανθών σε συνδυασμό με την τεχνική του βρόχου βροχής σε ελαιώνα παρουσίασε θετικά αποτελέσματα. Η μέθοδος αυτή είχε βελτίωση στην φωτοσυνθετική δραστηριότητα των ελαιόδεντρων, καθώς επίσης και βελτιωμένη κατάσταση ως προς τα θρεπτικά συστατικά τους. Ακόμη, βελτιώθηκε η εδαφική υγρασία και η απόδοση της ελαιοκαλλιέργειας συγκριτικά με την παραδοσιακή μέθοδο άρδευσης. Η θετική αυτή επίδραση, κατά τους συγγραφείς, οφείλεται στον βιολογικό κύκλο των καλλιεργειών κάλυψης ο οποίος είναι ασύγχρονος σε σχέση με τα ελαιόδεντρα, δεδομένου ότι η ολοκλήρωση ενός κύκλου ζωής των ψυχανθών γίνεται ακριβώς τη στιγμή που η βιολογική δραστηριότητα των ελαιόδεντρων ξαναρχίζει. Επιπλέον, εξαιτίας της πρώιμης γήρανσης των ψυχανθών, γίνεται εναπόθεση των υπολειμμάτων τους στο έδαφος. Οι ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις δρουν συνδυαστικά με τα υπολείμματα και η αποσυνθετική διαδικασία ξεκινά, κάτι που διευκολύνει και ενισχύει την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών από τα δέντρα της ελιάς. Στην έρευνα των Gucci et al. (2012), οι συγγραφείς περιέγραψαν ότι η απόδοση της ελιάς αυξήθηκε κατά 65% ενώ το ελαιόλαδο είχε αυξημένη απόδοση κατά 69%. Ακόμη, υπήρχε υψηλότερη εδαφική μικροπορωτικότητα καθώς και οργανικός άνθρακας, χάρη στη χρήση μόνιμης φυσικής κάλυψης. Επιπρόσθετα, σε πρόσφατη έρευνα που έγινε το 2021 από τους de Torres et al. μελετήθηκαν οι διάφοροι τύποι καλλιεργητικής κάλυψης σε έναν εντατικό ελαιώνα. Από την έρευνα αυτή διαπιστώθηκε ότι το *Brachypodium distachyon* ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικό, διότι οδήγησε στην αύξηση της οργανικής ύλης του εδάφους (SOM) και της διαθεσιμότητας του αζώτου στην επιφάνεια του εδάφους.

### 2.4.1.Υλικό κάλυψης - Mulch

Με τον όρο «υλικό κάλυψης» γίνεται αναφορά σε οποιοδήποτε υλικό εκτός του εδάφους ή της ζωντανής βλάστησης, της οποίας η λειτουργία είναι να δρα ως μόνιμο ή ημιμόνιμο προστατευτικό κάλυμμα στην επιφάνεια του εδάφους. Για το σκοπό αυτό, γίνεται χρήση διάφορων υλικών τα οποία μπορεί να είναι χαλίκι και θρυμματισμένοι λίθοι, φυτικά υπολείμματα και βιολογικά γεωϋφάσματα. Αρκετά θετικά αποτελέσματα έχουν συσχετιστεί με αυτήν την πρακτική, όπως για παράδειγμα η αυξημένη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, η διατήρηση του νερού, ο έλεγχος της διάβρωσης του εδάφους, σταθερότητα κοκκίων, η χημική και φυσική εδαφική γονιμότητα, καθώς και η βιολογική δραστηριότητα του εδάφους (Martins et al., 2024).

Η πρακτική αυτή εφαρμόστηκε στους ελαιώνες, προκειμένου να αντιμετωπιστούν κυρίως δύο μεγάλες προκλήσεις οι οποίες επιδρούν σημαντικά στην Μεσόγειο. Η πρώτη πρόκληση αφορά τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους και η δεύτερη αφορά την αύξηση της περιεκτικότητας σε οργανική ουσία (Martins et al., 2024). Η βιωσιμότητα και η παραγωγικότητα των γεωργικών συστημάτων επηρεάζεται σημαντικά από τα κρίσιμα αυτά ζητήματα. Η μελέτη των Bombino et al. (2021) έδειξε σαν αποτελέσματα ότι η κάλυψη του εδάφους με υπολείμματα από το κλάδεμα προκάλεσε την σημαντική μείωση της απορροής και της απώλειας του εδάφους και παράλληλα, οδήγησε στην αύξηση της περιεκτικότητας σε οργανική ύλη. Σε μια άλλη μελέτη, οι Ferraj et al. (2011) έκαναν σύγκριση των επιδράσεων των διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης του εδάφους απέναντι στην απόδοση και την ποιότητα ενός ελαιώνα 25 ετών και το αποτέλεσμα της έρευνας τους ήταν ότι η κάλυψη με αχυρόστρωμα ήταν πιο αποτελεσματική στην αύξηση της απόδοσης της ελιάς.

### 2.4.2.Βελτιωτικά εδάφους

Στον αγροτικό τομέα, η χρήση των βελτιωτικών εδάφους αποτελεί μια συχνή τακτική προκειμένου να βελτιωθούν οι ιδιότητες του εδάφους και να υποστηριχθεί η ανάπτυξη των φυτών. Τα υλικά παρέχουν βοήθεια στα καλλιεργητικά συστήματα καθώς ελέγχουν την εδαφική υποβάθμιση, προωθούν την αποκατάσταση του εδάφους και ενισχύουν την σχέση μεταξύ της αλυσίδας αέρα-εδάφους-νερού, ενώ ακόμη, μπορούν να βελτιώσουν την συγκράτηση του νερού. Επιπλέον, οδηγούν σε αύξηση της ανταγωνιστικότητας απέναντι στους εχθρούς και τα ζιζάνια των καλλιεργειών (Martins et al., 2024).

Τα βελτιωτικά εδάφους διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: τα οργανικά και τα ανόργανα, και κάθε κατηγορία έχει να προσφέρει διάφορα οφέλη. Τα οργανικά βελτιωτικά εδάφους, προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς, όπως είναι τα φυτά και τα ζώα, και είναι γνωστά για τη βελτίωση της δομής του εδάφους, την βελτίωση της κατακράτησης και διήθησης του νερού, τη συσσώρευση, καθώς και την ενίσχυση της μικροβιακής δραστηριότητας. Ορισμένα από τα οργανικά βελτιωτικά είναι τα υπολείμματα των καλλιεργειών, η κοπριά, ο biochar, καθώς και τα απόβλητα των ελαιοεργείων. Από την άλλη, οι ανόργανες προσθήκες εδάφους χρησιμοποιούνται συχνά για την ρύθμιση της εδαφικής οξύτητας και τη βελτίωση της διαθεσιμότητας των θρεπτικών συστατικών. Ορισμένα από ανόργανα βελτιωτικά είναι το γύψο, η ασβέστης και ο ζεόλιθος. Αυτά τα υλικά είναι είτε εξορυγμένα είτε προϊόντα βιομηχανικής επεξεργασίας. Επιπρόσθετα, τα πολυμερή είναι ένα ακόμη παράδειγμα συνθετικών βελτιωτικών του εδάφους, ενώ άλλα βελτιωτικά του εδάφους περιλαμβάνουν βιομηχανικά απόβλητα, ένζυμα, μικροοργανισμούς και ενεργοποιητές. Ωστόσο, για την επίτευξη μιας βιώσιμης και αειφορικής πρακτικής, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται οργανικά και φυσικά βελτιωτικά του εδάφους (Martins et al., 2024).



Στην καλλιέργεια της ελιάς, ο biochar και οι ζεόλιθοι είναι στενά συνδεδεμένοι με την αειφορία, λόγω της αποτελεσματικότητας τους στην βελτίωση των ιδιοτήτων του εδάφους και στην υποστήριξη της ανάπτυξης των ελαιόδεντρων. Ωστόσο, η εφαρμογή τους σε ελαιώνες απαιτεί περαιτέρω έρευνα για την καλύτερη κατανόηση των ιδιοτήτων τους. Παρακάτω θα αναπτυχθούν τα δύο αυτά βελτιωτικά και θα αναφερθούν τα αποτελέσματα διάφορων ερευνών γύρω από την αποτελεσματικότητά τους (Martins et al., 2024).

### 2.4.3. Biochar

Το «Biochar» ή αλλιώς βιοάνθρακας αποτελεί ένα πλούσιο σε άνθρακα υλικό, του οποίου η παραγωγή γίνεται με πυρόλυση βιομάζας με λίγο ή καθόλου οξυγόνο. Χαρακτηρίζεται από υψηλή πορώδη, η οποία προκαλεί βελτίωση του αερισμού του εδάφους και της συγκράτησης του νερού, ενώ ταυτόχρονα έχει την ικανότητα να δεσμεύει άνθρακα. Ακόμη, έχει χημικές ιδιότητες, οι οποίες του επιτρέπουν να απορροφά θρεπτικά συστατικά των φυτών, οδηγώντας σε μείωση της διαρροής αυτών. Επιπλέον, μπορεί να τροποποιήσει το pH των όξινων εδαφών και ταυτόχρονα συμβάλει στην βελτίωση της πρόληψης των θρεπτικών συστατικών από τα φυτά. Για την παραγωγή βιοάνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες πρώτες ύλες, όπως για παράδειγμα τα ξυλώδη υπολείμματα, γεωργικά απόβλητα και κοπριά ζώων. Αν και πρόκειται για ένα εξαιρετικά υποσχόμενο βελτιωτικό εδάφους, οι έρευνες για την εφαρμογή του γύρω από τις καλλιέργειες της ελιάς ακόμη διερευνώνται (Martins et al., 2024).

Σε πρόσφατη μελέτη που διενεργήθηκε από τους De la Rosa et al. (2022) σε ένα υπερεντατικό ελαιώνα, διαπιστώθηκε ότι η χρήση βελτιωτικού βιοάνθρακα από ξηρό πυρηνέλαιο οδήγησε στην αύξηση του καθαρού ρυθμού φωτοσύνθεσης, μείωση την ανάγκη χρήσης νερού και αύξησε την απόδοση της ελιάς. Σε άλλη μελέτη, ο συνδυασμός βιοάνθρακα με κομπόστ οδήγησε στην βελτίωση της δυναμικής του αζώτου και την μικροβιακή δραστηριότητα, ενώ η εφαρμογή του βιοάνθρακα χωρίς να συνδυαστεί με κάποια άλλη ύλη, δεν επηρέασε τη δυναμική του αζώτου, αλλά αύξησε σημαντικά τον άνθρακα του εδάφους (Sánchez-García et al., 2016). Σε άλλη έρευνα από τους Lopes et al. (2022), πραγματοποιήθηκε μελέτης αναφορικά με την επίδραση της εφαρμογής βιοάνθρακα σε ελαιώνα ώριμων δέντρων ο οποίος δεν αρδευόταν. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, δεν υπήρξε επίδραση στην παραγωγική απόδοση των δέντρων, αλλά υπήρξε σημαντική βελτίωση στο έδαφος, που χαρακτηρίστηκε από αύξηση της οργανικής ύλης και της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων (CEC).

### 2.4.4. Ζεόλιθοι

Οι ζεόλιθοι είναι κρυσταλλικά και υδατωμένα αλουμινοσilikατικά, των οποίων ο σχηματισμός γίνεται με φυσικό τρόπο κατά την αντίδραση της ηφαιστειακής τέφρας με το νερό. Ωστόσο, μπορούν να δημιουργηθούν και σε μη ηφαιστειακό περιβάλλον, μετά από αλληλεπίδραση ισχυρών βασικών διαλυμάτων και αλκαλικών εδαφικών σωματιδίων. Οι ζεόλιθοι διαθέτουν μοναδικές χημικές και φυσικές ιδιότητες οι οποίες οφείλονται στην εσωτερική τους δομή. Η πορώδης δομή τους και η υψηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, τους καθιστούν ικανούς να συγκρατούν τα θρεπτικά συστατικά και το νερό, βελτιώνοντας έτσι την κατακράτηση υγρασίας στο έδαφος και μειώνοντας τη διαρροή θρεπτικών συστατικών. Επιπλέον, οι ζεόλιθοι μειώνουν τη βιοδιαθεσιμότητα των τοξικών μετάλλων στο έδαφος, ιδιαίτερα σε όξινα εδάφη, μειώνοντας τη διαλυτότητα και τη βιοδιαθεσιμότητα των βαρέων μετάλλων για τα φυτά. Λόγω των παραπάνω λόγων, οι ζεόλιθοι χρησιμοποιούνται εκτενώς στη γεωργία ως βελτιωτές εδάφους (Martins et al., 2024).

Ως προς τους ελαιώνες, διάφορες μελέτες έχουν εξετάσει τα οφέλη των ζεόλιθων, ενώ οι μελέτες αυτές έχουν εξετάσει κυρίως την ενίσχυση της διαθεσιμότητας των θρεπτικών και στη βελτίωση της υγείας του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα που διεξήχθη από τους Medoro et al. (2022), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη ζεόλιθου σε νέους ελαιώνες βελτίωσε την αποδοτικότητα των λιπασμάτων αζώτου και μείωσε την ανάγκη για λιπάσματα κατά 50%, ενώ σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Perez-Caballero et al. (2008), τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση των θρεπτικών συστατικών, και πιο συγκεκριμένα του αζώτου και του καλίου, τόσο στο έδαφος όσο και στα φύλλα. Ακόμη, οι Martins et al. (2023) ανέδειξαν τα συνεργιστικά αποτελέσματα του συνδυασμού ζεόλιθων μαζί με καλλιέργειες κάλυψης, όπου παρουσιάστηκε βελτίωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, της υγείας του εδάφους και της απόδοσης των ελαιόδεντρων, ενώ ακόμη, παρατηρήθηκε και αύξηση της συγκέντρωσης των πολυφαινολών.

## 2.5.Βραχυπρόθεσμες στρατηγικές

### Συστήματα άρδευσης

Παρά το γεγονός ότι η ελιά είναι ένα φυτό το οποίο είναι ανθεκτικό στην ξηρασία, οι αλλαγές στο κλίμα μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές που ίσως δεν μπορούν να διαχειριστούν από τα ελαιόδεντρα. Αρκετές μελέτες έχουν προβλέψει ότι στην περιοχή της Μεσογείου στα τέλη του 21<sup>ου</sup> αιώνα, θα υπάρχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις για άρδευση με αύξηση η οποία σημειώνει περίπου 18,5%, ενώ ταυτόχρονα θα υπάρξει μείωση της απόδοσης και μετατόπιση των φαινολογικών φάσεων για την καλλιέργεια της ελιάς, αλλαγές οι οποίες θα οφείλονται στην αυξημένη θερμική και υδατική καταπόνηση. Ακόμη, η απόδοση της ελιάς, καθώς και η ποιότητα των καρπών της μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά εξαιτίας των πιθανών αλλαγών στις βροχοπτώσεις, στη θερμοκρασία και την εξατμισοδιαπνοή, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις η καλλιέργεια της ελιάς μπορεί να γίνει και μη βιώσιμη. Η παραγωγικότητα της ελιάς δεν επηρεάζεται μόνο από κλιματικούς παράγοντες αλλά και από τη διαχείριση (Mairech et al., 2021; Martins et al., 2024). Ένας παράγοντας διαχείρισης ο οποίος χαρακτηρίζεται εξαιρετικά σημαντικός είναι αποτελεσματική διαχείριση της άρδευσης για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής και οικονομικής βιωσιμότητας τόσο των ελαιώνων χαμηλής όσο και υψηλής πυκνότητας (Martins et al., 2024).

Χάρη στην τεχνολογική ανάπτυξη τα μέτρα εξοικονόμησης νερού έχουν εξελιχθεί σημαντικά, και η ακριβής παροχή νερού μπορεί να εξασφαλιστεί μέσω τεχνολογιών παρακολούθησης της υγρασίας του εδάφους και της υδατικής κατάστασης των φυτών. Ακόμη, γίνεται χρήση και κοινών μετρήσεων, όπως το υδατικό δυναμικό των φύλλων και των κορμών, της αγωγιμότητας των στομάτων και της εξατμισοδιαπνοής. Συλλογή δεδομένων γίνεται και από εναέρια οχήματα ή δορυφόρους, τα οποία βοηθούν στη δημιουργία δεικτών, όπως οι δείκτες βλάστησης. Γενικά, η επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής άρδευσης είναι εξαιρετικά σημαντική και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο κύκλος ανάπτυξης της ελιάς και η ευαισθησία της σε ελλείψεις νερού. Οι κρίσιμες περίοδοι κατά τις οποίες πρέπει να παρέχεται νερό στα ελαιόδεντρα είναι οι περίοδοι της άνθισης, της καρπώδεσης και η έναρξη της ωρίμανσης του καρπού. Οι ελιές είναι πιο ανθεκτικές στη ξηρασία κατά τη μέση φάση σκλήρυνσης του πυρήνα κατά την καλοκαιρινή περίοδο (Mairech et al., 2021; Martins et al., 2024).

Η «ελλειμματική άρδευση» (DI) αναδεικνύεται ως μια σημαντική στρατηγική βιωσιμότητας. Μέσα από την ελλειμματική άρδευση χρησιμοποιείται λιγότερο νερό παρέχοντας όγκο άρδευσης μικρότερο από τις

πλήρεις ανάγκες που έχει η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνονται οι ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται αλλά ταυτόχρονα η παραγωγή δεν επηρεάζεται και η ποιότητα συχνά παρουσιάζει βελτίωση (Martins et al., 2024).

Οι ελλειμματική άρδευση χαρακτηρίζεται από διάφορες στρατηγικές, με τις κύριες να περιλαμβάνουν την συνεχή ελλειμματική άρδευση (SDI) κατά την οποία γίνεται εφαρμογή ενός σταθερού κλάσματος ETC σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, τη ρυθμιζόμενη ελλειμματική άρδευση (RDI) κατά την οποία γίνεται μείωση της άρδευσης μόνο σε περιόδους κατά τις οποίες το ελαιόδεντρο μπορεί να αντέξει την καταπόνηση και τέλος, μερική ξήρανση του ριζικού συστήματος (PRD), κατά την οποία πραγματοποιείται εναλλασσόμενη άρδευση σε διαφορετικά μέρη του ριζικού συστήματος, διατηρώντας το μισό σε κατάσταση ξήρανσης και το άλλο μισό κανονικά αρδευόμενο (Martins et al., 2024)

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Arbizu-Milagro et al. (2023) τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέτρια RDI (50% του ETC) κατά το στάδιο της σκλήρυνσης του πυρήνα βοήθησε στην εξοικονόμηση του νερού σε ποσοστό 19%, ενώ η ανάπτυξη και η παραγωγή δεν επηρεάστηκαν. Ταυτόχρονα, με την άρδευση ακριβείας έγινε εξοικονόμηση νερού κατά 31% ενώ η παραγωγή σε ελαιόλαδο αυξήθηκε κατά 7%. Σε άλλη μελέτη από τους Zipori et al. (2020) αναφέρθηκε ότι σε σχέση με την συνεχή ελλειμματική άρδευση (SDI), η ρυθμιζόμενη ελλειμματική άρδευση (RDI), η οποία βασίζεται στο υδατικό δυναμικό των κορμών, παρουσίασε βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης του νερού καθώς και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Ακόμη, στην έρευνα των Venella et al. (2023) τονίστηκε η σημασία της χρήσης ανακυκλωμένου νερού, το οποίο θα περνάει από κατάλληλες μεθόδους προκειμένου να αποφευχθεί η αλατότητα και να μειωθεί η κατανάλωση του νερού.

Η εφαρμογή μεθόδων ύδρευσης με την παράλληλη χρήση άλλων μεθόδων, όπως είναι η κάλυψη του εδάφους, μπορεί να οδηγήσει σε μια καλύτερη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος και να ενισχύσει την καλύτερη προσαρμογή της καλλιέργειας της ελιάς απέναντι στις επιπτώσεις που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή (Martins et al., 2024).

### 2.5.1. Διαχείριση κλαδέματος

Το κλάδεμα έχει ως κύριο στόχο την ανάπτυξη του δέντρου, ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη διευκόλυνση στην εφαρμογή των καλλιεργητικών πρακτικών. Ακόμη, βελτιώνει την κατανομή του φωτός εντός της κόμης και αυξάνει τα παραγωγικά κλαδιά. Η αποτελεσματικότητα του κλαδέματος είναι εξαρτώμενο από το είδος της καλλιέργειας που εφαρμόζεται στον ελαιώνα. Σε ξερικές συνθήκες τα περισσότερα ελαιόδεντρα παρουσιάζουν μεγάλη ευελιξία και αντοχή, με την εφαρμογή ενός ελαφρού ή μέτριου κλαδέματος, ενώ η παραγωγή δεν υφίσταται κάποια μείωση. Συνεπώς, μπορεί να γίνει χρήση του κλαδέματος για την επίτευξη διάφορων στόχων. Ακόμη, το κλάδεμα μειώνει τις ανάγκες για νερό, ενώ βελτιώνει την υπόλοιπη όψη του δέντρου και του φυλλώματος. Αντίθετα, το έντονο κλάδεμα συνίσταται να αποφεύγεται καθώς οδηγεί στην απώλεια των ενεργειακών αποθεμάτων των φυτικών ιστών, ενώ συχνά αφαιρούνται και τα παραγωγικά μέρη, κάτι που οδηγεί το δέντρο στην ανάγκη να ανακτήσει την φωτοσυνθετική του ικανότητα (Martins et al., 2024).

Σε πρόσφατη μελέτη που διενεργήθηκε από τους Cinosi et al. (2024) αναφέρθηκε ότι το θερινό κλάδεμα βελτιώνει την κατάσταση των δέντρων ως προς τα αποθέματα νερού τους, αυξάνει την φωτοσυνθετική δραστηριότητα και την περιεκτικότητα των καρπών σε λάδι. Ακόμη, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού βελτιώνονται, όπως για παράδειγμα το άρωμα και η γεύση του. Σε αρδευόμενους ελαιώνες που είναι πυκνοί ή υπέρπυκνοι, το κλάδεμα χαρακτηρίζεται ως απαραίτητο για την επαρκή διείσδυση του

φωτός και του αέρα ανάμεσα στο φύλλωμα. Ωστόσο, η ηλικία του ελαιώνα παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς όπως προέκυψε από την έρευνα των Tombesi et al. (2014), οι νέοι πυκνοί ελαιώνες που δεν κλαδεύονται έχουν μεγαλύτερη παραγωγικότητα συγκριτικά με τα δέντρα στα οποία εφαρμόζεται κλάδεμα. Αυτό οφείλεται στο ότι το δέντρο έχει υψηλή παραγωγικότητα και το κλάδεμα αφαιρεί αυτά τα κλαδιά. Από την άλλη, οι ώριμοι ελαιώνες χρειάζονται την εφαρμογή κλαδέματος καθώς η κόμη θα μπορεί να διαχειριστεί καλύτερα. Επιπλέον, σημαντικοί παράγοντες για την διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ της βλάστησης και της αναπαραγωγής είναι η ένταση, ο χρόνος και η τοποθέτηση του κλαδέματος. Ακόμη, το υπερβολικό μηχανικό κλάδεμα μπορεί να οδηγήσει στην έντονη βλαστική ανάπτυξη, αυξάνοντας την αυτοσκίαση και μειώνοντας τη διαφοροποίηση των ανθέων, κάτι που τελικά οδηγεί στην μείωση της απόδοσης των καρπών του δέντρου. Οι Lodolini et al. (2023) στην έρευνα τους, προτείνουν έναν συνδυασμό πλαϊνού χειμερινού κλαδέματος και θερινού κλαδέματος στην κορυφή της κόμης, ώστε να διατηρείται η βέλτιστη ισορροπία και να υποστηρίζεται υψηλή παραγωγικότητα χωρίς όμως έντονη βλαστική ανάπτυξη.

### 2.5.2. Η χρήση των βιοδιεγερτών στην καλλιέργεια της ελιάς

Σύμφωνα με τους Leogrande et al., (2022), στο πλαίσιο της στρατηγικής «Farm to Fork» της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), καθορίστηκαν αρκετοί στόχοι για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και για την αύξηση της ανθεκτικότητας των καλλιεργειών. Η στρατηγική Farm to Fork έχει ως στόχο να μειώσει τη χρήση λιπασμάτων κατά 20%, καθώς και τη χρήση των φυτοφαρμάκων κατά 50%, εφαρμόζοντας βιώσιμες γεωργικές πρακτικές (Leogrande et al., 2022; Dias et al; 2022). Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί, τις τελευταίες δεκαετίες έγινε ανάπτυξη νέων στρατηγικών για να βελτιωθεί η βιώσιμη παραγωγή της γεωργίας. Μια πολλά υποσχόμενη στρατηγική που μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη των βιώσιμων γεωργικών πρακτικών αποτελεί η χρήση των βιοδιεγερτών. Οι βιοδιεγέρτες βασίζονται στη χρήση κυρίως φυσικών ενώσεων ή μικροοργανισμών των οποίων η λειτουργία ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις ενισχύει τις διαδικασίες που σχετίζονται με την ανάπτυξη των φυτών, αυξάνουν την αντοχή ή την ανοχή σε αβιοτική καταπόνηση, βελτιώνουν την πρόσληψη και την αποτελεσματικότητα χρήσης των θρεπτικών ουσιών από τα φυτά, παρέχουν βελτιωμένη ποιότητα των προϊόντων των καλλιεργειών και ακόμη, βελτιώνουν την ποιότητα του εδάφους (Dias et al., 2022; du Jardin, 2015).

Τα βιοδιεγερτικά παρουσιάζουν αρκετές διαφορές από τις συνθετικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στον γεωργικό τομέα για ενισχύσουν την παραγωγικότητα των καλλιεργειών, όπως τα ανόργανα λιπάσματα αζώτου και φωσφόρου, τα φυτοφάρμακα και διάφορα άλλα αγροχημικά. Η δράση των βιοδιεγερτών γίνεται σε διάφορες διεργασίες μοριακού και φυσιολογικού επίπεδου του φυτού και ενισχύουν την απόδοσή του. Τα λιπάσματα παρέχουν στα φυτά θρεπτικές ουσίες που απαιτούνται για τη διατήρηση της ανάπτυξης και του μεταβολισμού των κυττάρων και τα φυτοφάρμακα βοηθούν στον έλεγχο και την καταστροφή των διάφορων εχθρών των καλλιεργειών, όπως είναι τα παράσιτα και τα ζιζάνια. Ωστόσο, η μη ισορροπημένη χρήση τους επιδρά αρνητικά στο οικοσύστημα και την υγεία του ανθρώπου (Dias et al., 2022).

Η περίπτωση των βιοδιεγερτικών είναι διαφορετική, καθώς τα περισσότερα από τα συστατικά είναι φυσικής προέλευσης, η επίδρασή τους στο περιβάλλον μειώνεται (Dias et al., 2022). Τα βιοδιεγερτικά αναφέρονται ως βιοαποδομήσιμα, μη ρυπογόνα για το περιβάλλον και ακίνδυνα για αρκετούς οργανισμούς, ιδιαίτερα όταν η εφαρμογή τους γίνεται στις προτεινόμενες ποσότητες, κάτι που τα καθιστά ιδιαίτερα σημαντικά για το μέλλον του περιβάλλοντος. Συνεπώς, το αίτημα για περισσότερη βιωσιμότητα στον αγροδιατροφικό τομέα έρχεται σε συμφωνία με τη χρήση βιοδιεγερτικών στον τομέα

καθώς αυτές οι ουσίες ή μικροοργανισμοί είναι κατάλληλοι τόσο για τη συμβατική μέθοδο καλλιέργειας, όσο και για τις εναλλακτικές μεθόδους, όπως η βιολογική καλλιέργεια και η ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών (Dias et al., 2022; Yakhin et al., 2017).

Τα βιοδιεγερτικά τα οποία χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι τα φύκια, τα πρωτεϊνικά υδrolύματα, οι χουμικές ουσίες και οι μικροοργανισμοί, ενώ πρόσφατα έχει περιγραφεί ένας νέος τύπος βιοδιεγέρτη, τα νανοσωματίδια ή τα νανοϋλικά. Αν και υπάρχουν αρκετές έρευνες γύρω από διάφορες καλλιέργειες, τα πιθανά οφέλη τους στην καλλιέργεια των ελιών δεν έχουν μελετηθεί αρκετά (Dias et al., 2022; du Jardin, 2015). Ωστόσο, τα αποτελέσματα είναι αρκετά ελπιδοφόρα καθώς χάρη στην χρήση των βιοδιεγερτών κατάφερε να επιτευχθεί ο έλεγχος ορισμένων σημαντικών ασθενειών της ελιάς. Έτσι, χάρη σε αυτό ανοίγεται ο δρόμος με καλές προοπτικές για την εφαρμογή τους όχι μόνο για την αντιμετώπιση διάφορων άλλων ασθενειών, αλλά επίσης για τη βελτίωση της απόδοσης και της παραγωγικότητας της ελιάς κάτω από συνθήκες αβιοτικού στρες, όπως για παράδειγμα η ξηρασία (Dias et al; 2022).

## 2.6.Αειφορική Διαχείριση σε Βιολογικό Ελαιώνα Επιτραπέζιας Ελιάς Ποικιλίας Αμφίσσης

Εδώ και δύο χρόνια, πηγαίνοντας προς τον τρίτο χρόνο, διεξάγεται ένα ερευνητικό σχέδιο σε αρκετούς ελαιώνες ανά την Ελλάδα. Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, θα εστιάσει στην ανάλυση και αξιολόγηση της αειφορικής διαχείρισης ενός συγκεκριμένου βιολογικού ελαιώνα επιτραπέζιας ελιάς ποικιλίας Αμφίσσης.

Έπειτα από μια γενική αναφορά στην επιτραπέζια ελιά, την έννοια της αειφορίας και τις πρακτικές διαχείρισης, στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η εφαρμογή τους στην πράξη μέσα από τις συγκεκριμένες διαχειριστικές πρακτικές που ακολουθήθηκαν στο αγροτεμάχιο μελέτης. Πριν προχωρήσει στην ανάλυση της αειφορικής διαχείρισης, είναι απαραίτητο να υπογραμμιστεί η σημασία ενός θεμελιώδους στοιχείου: η εκπαίδευση του καλλιεργητή.

### 2.6.1.Εκπαίδευση Καλλιεργητή για την Αειφορική Διαχείριση της Ελιάς

Η αποτελεσματική και αειφορική διαχείριση ενός ελαιώνα απαιτεί συνεχή εκπαίδευση του καλλιεργητή σε βασικούς τομείς. Ένας από τους σημαντικότερους είναι η διαχείριση του εδάφους και η βελτίωση της γονιμότητάς του. Ο παραγωγός πρέπει να είναι σε θέση να διαβάξει και να ερμηνεύει σωστά τις εργαστηριακές αναλύσεις του εδάφους, να εφαρμόζει πρακτικές διατήρησης της οργανικής ουσίας, όπως η χλωρή λίπανση, η χρήση κομπόστ και η ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων. Η πρόληψη της διάβρωσης μέσω φυτοκάλυψης, ελάχιστης κατεργασίας και χρήσης οργανικών υλικών είναι επίσης απαραίτητη. Παράλληλα, η διαχείριση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του pH του εδάφους με τη χρήση κατάλληλων υλικών, όπως θείο, οργανική ύλη και κομπόστ, αποτελεί βασικό μέλημα.

Στον τομέα της θρέψης και της ολοκληρωμένης λίπανσης, ο καλλιεργητής οφείλει να γνωρίζει πότε και πώς να λαμβάνει δείγματα φύλλων για φυλλοδιαγνωστική ανάλυση. Η επιλογή κατάλληλων λιπασμάτων, με έμφαση στα βιολογικά και οργανικά, καθώς και η χρήση αζώτου χωρίς να προκαλείται ρύπανση, είναι θεμελιώδεις αρχές. Παράλληλα, η λίπανση ακριβείας, προσαρμοσμένη στις πραγματικές ανάγκες του ελαιώνα, συμβάλλει στην αποδοτικότητα των εισροών.

Η διαχείριση του νερού και της άρδευσης είναι εξίσου κρίσιμη για τη βιωσιμότητα της καλλιέργειας. Οι τεχνικές εξοικονόμησης νερού, όπως η χρήση αισθητήρων υγρασίας και ο προγραμματισμός ποτισμάτων, συμβάλλουν στη μείωση της σπατάλης. Η εγκατάσταση και η σωστή τοποθέτηση συστημάτων στάγδην άρδευσης είναι επίσης ζωτικής σημασίας. Επιπλέον, απαιτείται διαχείριση της αλατότητας και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού για την αποφυγή προβλημάτων στην ανάπτυξη των δέντρων.

Ένας άλλος καίριος τομέας είναι η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία και η χρήση βιολογικών μεθόδων. Ο καλλιεργητής πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει τους κυριότερους εχθρούς και ασθένειες της ελιάς, όπως ο δάκος, το γλοιοσπόριο και το κυκλοκόνιο. Η εφαρμογή βιολογικών και φυσικών μεθόδων, όπως η χρήση του *Bacillus thuringiensis* και η ενίσχυση των πληθυσμών ωφέλιμων εντόμων, περιορίζει την ανάγκη για χημικές παρεμβάσεις. Επιπλέον, η χρήση

φερομονικών παγίδων και παγίδων μαζικής παγίδευσης είναι μια αποτελεσματική προσέγγιση για τη μείωση των πληθυσμών των εντόμων-εχθρών. Η ορθολογική χρήση χαλκού και θείου στις βιολογικές καλλιέργειες, καθώς και η μείωση των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων μέσω φυσικών σκευασμάτων, αποτελούν σημαντικές στρατηγικές για μια βιώσιμη φυτοπροστασία.

Το κλάδεμα αποτελεί έναν ακόμα βασικό παράγοντα αειφορικής διαχείρισης. Ο χρόνος και η τεχνική του κλαδέματος επηρεάζουν τη ζωτικότητα των δέντρων και την ανθεκτικότητα σε ασθένειες. Ένα σωστό κλάδεμα επιτρέπει τον καλό αερισμό της κόμης και τη μείωση των παθογόνων πιέσεων. Η διαχείριση των υπολειμμάτων κλαδέματος μέσω θρυμματισμού και ενσωμάτωσης στο έδαφος αποτελεί επίσης μια πρακτική που ενισχύει τη γονιμότητα του εδάφους. Η επιλογή της κατάλληλης μορφής κλαδέματος, όπως το κύπελλο ή το ελεύθερο σχήμα, εξαρτάται από τους στόχους παραγωγής και τις κλιματικές συνθήκες.

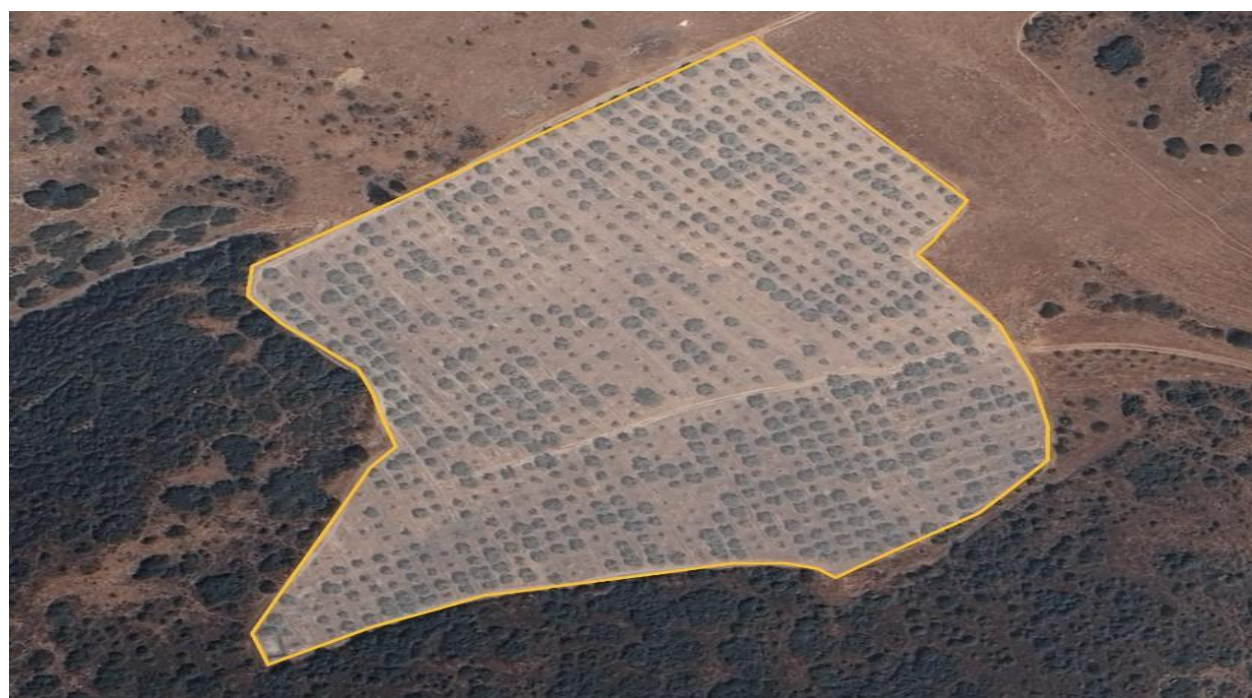
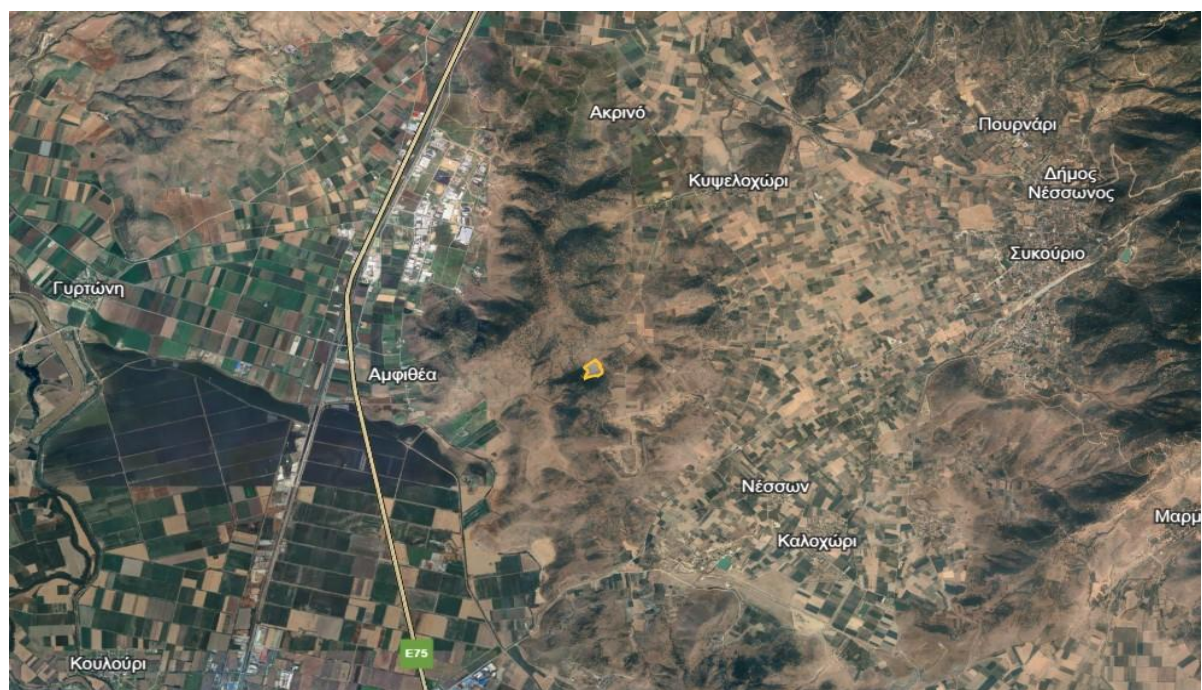
Η διαδικασία της συγκομιδής και η μετασυλλεκτική διαχείριση είναι καθοριστικής σημασίας για τη διατήρηση της ποιότητας του προϊόντος. Η εφαρμογή σωστής τεχνικής συγκομιδής συμβάλλει στην αποφυγή τραυματισμών του καρπού. Εξίσου σημαντική είναι η αποθήκευση και η μεταφορά του καρπού χωρίς να επηρεάζεται η ποιότητά του. Επιπλέον, η διαχείριση των αποβλήτων από την επεξεργασία της ελιάς, όπως η αξιοποίηση του πυρήνα για την παραγωγή ενέργειας ή εδαφοβελτιωτικών υλικών, ενισχύει τη βιωσιμότητα της καλλιέργειας.

Η διατήρηση της βιοποικιλότητας και η εφαρμογή αρχών αγροοικολογίας στον ελαιώνα είναι απαραίτητες για τη δημιουργία ενός ανθεκτικού αγροοικοσυστήματος. Η προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων μέσα στον ελαιώνα, η καλλιέργεια ενδιάμεσων φυτών, όπως τα ψυχανθή, για τον εμπλουτισμό του εδάφους, καθώς και η διατήρηση ωφέλιμων εντόμων μέσω της δημιουργίας ζωνών βιοποικιλότητας, ενισχύουν τη φυσική ισορροπία του αγρού.

Τέλος, η εφαρμογή πρακτικών κυκλικής οικονομίας και η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλουν στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της καλλιέργειας. Η εκμετάλλευση των υπολειμμάτων ελαιοτριβείου για την παραγωγή κομπόστ και βιομάζας, η χρήση φωτοβολταϊκών για την άντληση νερού και τις αγροτικές εφαρμογές, καθώς και η ανακύκλωση υλικών και η μείωση των πλαστικών απορριμμάτων, αποτελούν βασικά στοιχεία ενός βιώσιμου μοντέλου διαχείρισης της ελαιοκαλλιέργειας.



## 2.7.ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ – ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΛΑΙΩΝΑ



Εικόνα 1. Παρουσίαση-τοποθεσία ελαιώνα



## 2.8.Διαχείριση του Ελαιώνα στην Αμφιθέα: Προσέγγιση Βιολογικής Καλλιέργειας και Αειφορικής Διαχείρισης

### 2.8.1. Εισαγωγή

Ο ελαιώνας που μελετάται στην παρούσα διατριβή βρίσκεται στην περιοχή της Αμφιθέας, στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Το αγροτεμάχιο ανήκει σε παραγωγό ο οποίος είναι γεωπόνος και οι γνώσεις του πάνω στην καλλιέργεια της ελιάς τώρα επεκτείνονται. Η ερευνητική δραστηριότητα ξεκίνησε το 2022. Η έκταση του ελαιώνα είναι **3,6 εκτάρια** και περιλαμβάνει περίπου **900 δέντρα ποικιλίας Αμφίσσης**, καθώς και **50 δέντρα επικονιαστές της ποικιλίας Μεγαρίτικη**. Ο ελαιώνας είναι βιολογικός και οι καλλιεργητικές πρακτικές ακολουθούν τις αρχές της βιολογικής γεωργίας, με ιδιαίτερη έμφαση στην αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων, του εδάφους και του νερού.

Η έρευνα επικεντρώνεται σε βασικά στοιχεία της βιολογικής καλλιέργειας και της αειφορικής διαχείρισης, όπως η διαχείριση του εδάφους, η λίπανση, η άρδευση και η φυτοπροστασία. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη διαχείριση του δάκου, που αποτελεί τον κύριο παράγοντα προσβολής των ελαιώνων στην περιοχή.

### 2.8.2. Χαρακτηριστικά του Εδάφους

Η ανάλυση του εδάφους πραγματοποιήθηκε κατά την καλλιεργητική περίοδο 2022-2023, με σκοπό την εκτίμηση των χαρακτηριστικών του εδάφους και τη διαμόρφωση στρατηγικών βελτίωσης. Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως **Αμμώδης Πηλός (SC)** και έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

**Μέτρια συγκράτηση νερού:** Καλύτερη από αμμώδη εδάφη αλλά λιγότερο αποτελεσματική από βαριά αργιλώδη.

**Καλή στράγγιση:** Αν και μπορεί να παρουσιάσει προβλήματα κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας.

**Μέτρια ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων:** Απαιτεί σωστή και συνεχή λίπανση.

**Ευαισθησία στη συμπίεση:** Αν δεν διαχειριστεί σωστά, το έδαφος μπορεί να σκληρύνει.

Η ανάλυση του εδάφους για την περίοδο 2022-2023 έδειξε τα εξής χαρακτηριστικά:

**Οργανική Ουσία:** 0,87%

**Ηλεκτρική Αγωγιμότητα:** 0,181 S/m

**Νιτρικό Άζωτο:** 1,32 ppm

**Φωσφόρος:** 9,8 ppm

**Κάλιο:** 80 ppm

### 2.8.3. Διαχείριση γονιμότητας

#### 2.8.3.1 Χλωρή λίπανση

Με βάση τα χαρακτηριστικά του εδάφους, πραγματοποιήθηκαν βελτιωτικές παρεμβάσεις μέσω **χλωρής και οργανικής λίπανσης**. Στο Δεκέμβριο του 2023, σπάρθηκαν φυτά όπως **βίκος, μπιζέλι και κριθάρι** ανάμεσα στις σειρές των ελαιόδεντρων, με τις εξής ποσότητες σποράς:

- **175 κιλά Βίκος**
- **175 κιλά Μπιζέλι**
- **105 κιλά Κριθάρι**

Η σπορά έγινε τον Δεκέμβριο και η ενσωμάτωσή τους πραγματοποιήθηκε στα τέλη Φεβρουαρίου του 2024, όταν άρχισε το άνθος του βίκου. Η ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων και των κλαδιών ενίσχυσε την οργανική ουσία του εδάφους, ενώ ταυτόχρονα βοήθησε στην αποτροπή ασθενειών, όπως το **βερτισίλλιο**.

#### 2.8.3.2 Διαχείριση Αποβλήτων και Ανακύκλωση Πόρων στον Ελαιώνα Επιτραπέζιας Ελιάς

Η κομποστοποίηση των φυτικών υπολειμμάτων του ελαιώνα πραγματοποιείται με τη μέθοδο των αεριζόμενων σωρών (windrows), η οποία περιλαμβάνει τη συλλογή και τον θρυμματισμό των κλαδεμάτων ώστε να επιταχυνθεί η αποσύνθεση, την ανάμειξή τους με άλλα οργανικά υλικά όπως φύλλα, υπολείμματα συγκομιδής και κοπριά, καθώς και την τακτική αναστροφή των σωρών για εξασφάλιση επαρκούς οξυγόνωσης. Η θερμοκρασία των σωρών παρακολουθείται μέσω αισθητήρων και διατηρείται σε επίπεδα μεταξύ 55 και 65°C για τουλάχιστον δεκαπέντε ημέρες, ώστε να διασφαλιστεί η αποικοδόμηση παθογόνων μικροοργανισμών.

Η ενσωμάτωση των θρυμματισμένων κλαδεμάτων και της χλωρής λίπανσης στο έδαφος πραγματοποιείται με τη χρήση μηχανικού καταστροφέα. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει τη βελτίωση της δομής του εδάφους, την ενίσχυση της μικροβιακής δραστηριότητας και τη μείωση της ανάγκης για εξωτερικά λιπάσματα. Επιπλέον, συμβάλλει στον περιορισμό της εξάτμισης του νερού, στη μείωση της διάβρωσης και στη διατήρηση της οργανικής ουσίας.

Όσον αφορά τη διαχείριση των άρρωστων δέντρων, εφαρμόζεται ειδικό πρωτόκολλο κομποστοποίησης, το οποίο περιλαμβάνει την απομόνωση των προσβεβλημένων φυτικών υπολειμμάτων και την κομποστοποίησή τους σε ξεχωριστούς σωρούς με συνεχή παρακολούθηση θερμοκρασίας. Μόνο όταν η θερμοκρασία διατηρηθεί σε επίπεδα άνω των 65°C για διάστημα τουλάχιστον τριών εβδομάδων, το κομπόστ θεωρείται ασφαλές για χρήση στον ελαιώνα. Για αυτούς τους λόγους δεν χρησιμοποιήθηκε το κόμποστ αυτό από τα δέντρα που είχαν βερτισίλλιο ως εδαφοβελτιωτικό.

## 2.8.4. Ανάλυση του Εδάφους σε συγκεκριμένους δείκτες μετά τις Παρεμβάσεις και Συγκριτικά Αποτελέσματα

Η ανάλυση του εδάφους για την περίοδο 2023-2024 έδειξε τα εξής αποτελέσματα:

- **Οργανική Ουσία:** 1,74%
- **Ηλεκτρική Αγωγιμότητα:** 0,072 S/m
- **Νιτρικό Άζωτο:** 12,54 ppm
- **Φωσφόρος:** 10,8 ppm
- **Κάλιο:** 89,17 ppm

## 2.11.ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ-ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ

### 2.11.1.Γενικά Στοιχεία Διαχείρισης του Αγροτεμαχίου

Στην παρούσα βιολογική καλλιέργεια, η φυτοπροστασία ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες που διασφαλίζουν τη βιωσιμότητα του συστήματος και την ελαχιστοποίηση της χρήσης προϊόντων αφού η καλλιέργεια είναι βιολογική. Οι βασικές στρατηγικές που εφαρμόστηκαν στο αγροτεμάχιο περιλάμβαναν:

1. **Ψεκασμός με Χαλκούχα Σκευάσματα:** Έγιναν τρεις (3) ψεκασμοί το έτος με χαλκούχα σκευάσματα για την καταπολέμηση μυκητολογικών ασθενειών, όπως το κυκλοκόνιο, που πλήττει τα φύλλα και τους καρπούς της ελιάς.
2. **Χρήση Βάκιλου Θουριγγίας (*Bacillus thuringiensis*):** Ο βάκιλος θουριγγίας χρησιμοποιήθηκε για την καταπολέμηση του πυρηνотρήτη, ενός εντόμου που τρέφεται από το εσωτερικό του καρπού της ελιάς, προκαλώντας βλάβες στην ποιότητα του καρπού.
3. **Σφηκοπαγίδες - Δακοπαγίδες με Dacus Bait 100 SL:** Εφαρμόστηκε η χρήση εντομοελκυστικών σκευασμάτων, όπως το **Dacus Bait 100 SL**, το οποίο προσελκύει και εξοντώνει τον δάκο. Οι δακοπαγίδες εγκαταστάθηκαν σε πυκνότητα 1 παγίδα ανά 10 δέντρα και το ελκυστικό
4. **Ψεκασμός με Καολίνη:** Η εφαρμογή καολίνης στα φύλλα και τους καρπούς δημιουργεί ένα προστατευτικό φιλμ, το οποίο μειώνει την προσβολή από έντομα, ιδιαίτερα από τον δάκο.

### 2.11.2.Αειφορική Διαχείριση του Δάκου

Η καταπολέμηση του δάκου στο συγκεκριμένο αγροτεμάχιο εστιάστηκε στην εφαρμογή αειφορικών πρακτικών και στην παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου μέσω σύγχρονων τεχνολογιών. Το 2023, λόγω των δυσμενών καιρικών συνθηκών (έλλειψη ψύχους), υπήρξε σημαντική μείωση της παραγωγής ελιάς, και επομένως, η δραστηριότητα του δάκου ήταν σχεδόν ανύπαρκτη. Για το 2024, με τη βελτίωση των καιρικών συνθηκών, εφαρμόστηκαν οι εξής μέθοδοι:

1. **Εγκατάσταση Ηλεκτρονικής Παγίδας για την Παρακολούθηση του Δάκου:** Στο αγροτεμάχιο εγκαταστάθηκαν ηλεκτρονικές παγίδες που καταγράφουν καθημερινά φωτογραφίες από κίτρινες κολλητικές παγίδες, παρακολουθώντας το πληθυσμό του δάκου μέσω ενός ειδικού ηλεκτρονικού συστήματος. Το σύστημα ανήκει σε πιλοτικό ερευνητικό έργο του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ (Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου).
2. **Εγκατάσταση Σφηκοπαγίδων και Δακοπαγίδων με Εντομοελκυστικό:** Τοποθετήθηκαν σφηκοπαγίδες-δακοπαγίδες, οι οποίες περιείχαν το εντομοελκυστικό **Dacus Bait 100 SL**, για την προσελκύση και την εξόντωση του δάκου.
3. **Εφαρμογή Καολίνης:** Ο ψεκασμός με καολίνη βοήθησε στην προστασία των δέντρων από την προσβολή του δάκου, μειώνοντας τη δυνατότητα προσβολής των καρπών και ενισχύοντας την άμυνα των φυτών.

### 2.12.Βιοποικιλότητα και Αγροοικολογία

Στο πλαίσιο του ερευνητικού πειράματος που πραγματοποιήθηκε στον ελαιώνα επιτραπέζιας ελιάς Αμφίσσης, εξετάστηκαν οι επιπτώσεις της εφαρμογής στρατηγικών αγροοικολογίας και ενίσχυσης της βιοποικιλότητας στην αειφόρο διαχείριση του ελαιώνα. Ο στόχος του πειράματος ήταν να βελτιώσει τη φυσική ανθεκτικότητα του ελαιώνα, να ενισχύσει την παραγωγικότητά του και να μειώσει την ανάγκη για χημικές επεμβάσεις, ενώ παράλληλα να προωθήσει τη βιωσιμότητα και την υγεία του οικοσυστήματος.

#### 2.12.1.Στρατηγικές και Μέθοδοι

1. **Εγκατάσταση Ξενοδοχείων Εντόμων:** Στον ελαιώνα εγκαταστάθηκαν δύο ξενοδοχεία εντόμων σε στρατηγικά σημεία, τα οποία προορίζονταν για την προσέλκυση επικονιαστών και ωφέλιμων εντόμων, όπως οι μέλισσες και τα θηρευτικά έντομα που καταπολεμούν το δάκο, έναν από τους κύριους εχθρούς της ελιάς.
2. **Φύτευση Κυπαρισσιών:** Τοποθετήθηκαν δύο κυπαρίσσια σε κάθε πλευρά του ελαιώνα, τα οποία προσφέρουν καταφύγιο σε μικρότερα ζώα και ενισχύουν τη βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος.

3. **Ενσωμάτωση Αρωματικών Φυτών:** Φυτεύτηκαν αρωματικά φυτά, όπως ακονιζιά, δενδρολίβανο, λεβάντα, μέντα και μυρτιά, για την ενίσχυση της επικοινωνίας και τη φυσική άμυνα του ελαιώνα ενάντια σε παράσιτα και ασθένειες.

## 2.13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΛΑΙΩΝΑ

### 2.13.1. Συμπεράσματα διαχείρισης γονιμότητας

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης του εδάφους πριν και μετά τις παρεμβάσεις της χλωρής λίπανσης και της ενσωμάτωσης του κόμποστ στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2022-2023 και 2023-2024, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. **Βελτίωση της Γονιμότητας του Εδάφους:** Η εφαρμογή των στρατηγικών χλωρής και οργανικής λίπανσης με τη σπορά και ενσωμάτωση ψυχανθών όπως ο βίκος, το μπιζέλι και το κριθάρι απέφερε σημαντική αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους από 0,87% σε 1,74%. Αυτό δείχνει θετική επίδραση στην αναβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους, ενισχύοντας τη θρεπτική του ικανότητα και τη συγκράτηση υγρασίας.
2. **Αύξηση Νιτρικών και Θρεπτικών Στοιχείων:** Η αύξηση του νιτρικού αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου επιβεβαιώνει την αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης ψυχανθών, οι οποίοι ενίσχυσαν τη φυσική αζωτοδέσμευση και την παροχή θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, μειώνοντας την ανάγκη για χημικά λιπάσματα και ενισχύοντας τη βιωσιμότητα της καλλιέργειας.
3. **Αποδοτικότητα και Βιώσιμη Διαχείριση:** Οι στρατηγικές που εφαρμόστηκαν για τη βελτίωση της γονιμότητας και την προστασία του εδάφους είναι αποδοτικές και συμβάλλουν στη βιώσιμη διαχείριση του ελαιώνα. Οι πρακτικές αυτές μειώνουν την εξάρτηση από άλλα προϊόντα, ενισχύοντας τις φυσικές διεργασίες και βελτιώνοντας την υγεία του εδάφους.

### 2.13.2. Αποτελέσματα της Διαχείρισης του Δάκου

Η εφαρμογή των παραπάνω στρατηγικών και η ευνοϊκή επιρροή των καιρικών συνθηκών το 2024 (πολύ υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλή υγρασία κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής του δάκου) οδήγησαν σε πολύ θετικά αποτελέσματα. Η παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς για το 2024 ανήλθε στους **11 τόνους (καθώς παράχθηκαν και μη εμπορικοί τεμαχισμοί που κατευθύνθηκαν για λάδι)**, με το ποσοστό προσβολής από τον δάκο να περιορίζεται στο **0,3%**. Η επιτυχία αυτή καταδεικνύει την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών που χρησιμοποιήθηκαν για την αντιμετώπιση του δάκου και την προστασία της παραγωγής.

### 2.13.4. Αποτελέσματα ενίσχυσης βιοποικιλότητας

Επιπλέον όσον αφορά τη βιοποικιλότητα είχαμε τα εξής συμπεράσματα :

1. **Αύξηση της Βιοποικιλότητας:** Η παρουσία ξενοδοχείων εντόμων και η φύτευση αρωματικών φυτών είχαν θετική επίδραση στη βιοποικιλότητα του ελαιώνα. Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης της ποικιλίας των εντόμων δεν έδειξαν σημαντικό αριθμό ωφέλιμων εντόμων

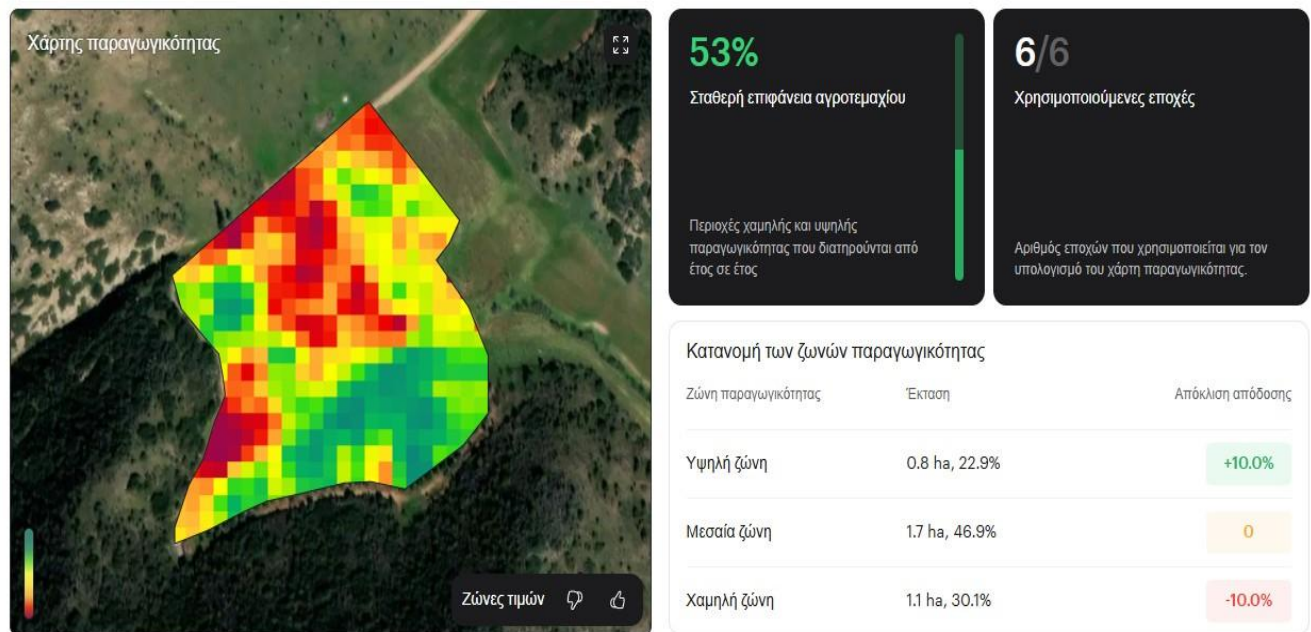
σε σχέση με τις περιοχές του ελαιώνα όπου δεν είχαν εφαρμοστεί τέτοιες πρακτικές. Όμως και κατά οπτική παρατήρηση, οι πληθυσμοί των μελισσών αυξήθηκαν στην περιοχή που είχαν φυτευτεί τα αρωματικά φυτά.

**2. Βελτίωση της Καρποφορίας και Μεγέθους:** Η εφαρμογή των στρατηγικών βιοποικιλότητας είχε θετική επίδραση στην καρποφορία της ελιάς. Στην περιοχή του πειράματος και γύρω από την περιοχή φύτευσης των αρωματικών καταγράφηκε αύξηση στην απόδοση των ελαιώνων σε σύγκριση με τις περιοχές που ήταν λίγο πιο μακριά. Κατά τον παραγωγό, στην περιοχή γύρω από τα αρωματικά μαζεύτηκαν περίπου 2,5 τελάρα το δέντρο ενώ ο μέσος όρος ήταν στα 2 τελάρα το δέντρο.

### 3. Πλάνο διαχείρισης επόμενων δύο ετών

#### 3.1.Χάρτες διαχείρισης

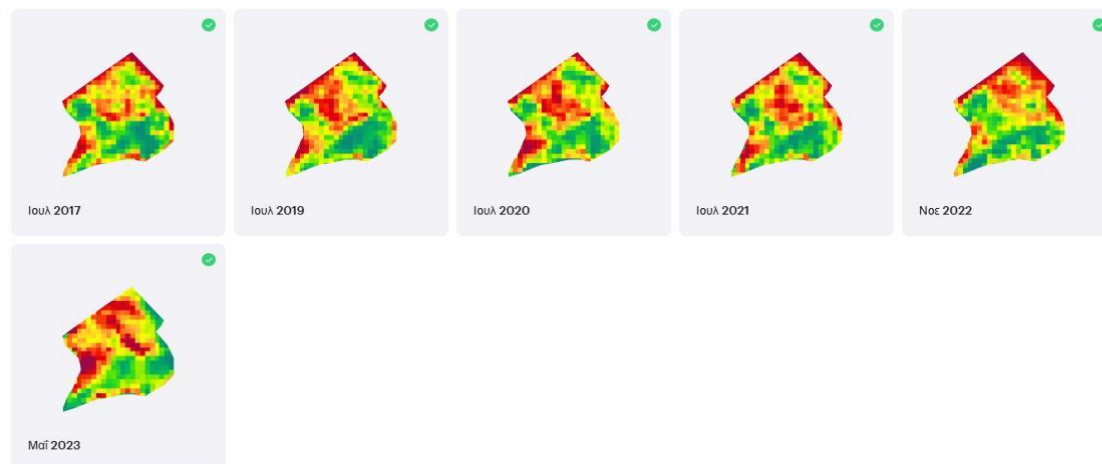
Για τη σεζόν που διανύουμε έχουν δημιουργηθεί κάποιοι χάρτες διαχείρισης αγροτεμαχίου βάση του προγράμματος onesoil.



Εικόνα 2. ΧΑΡΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

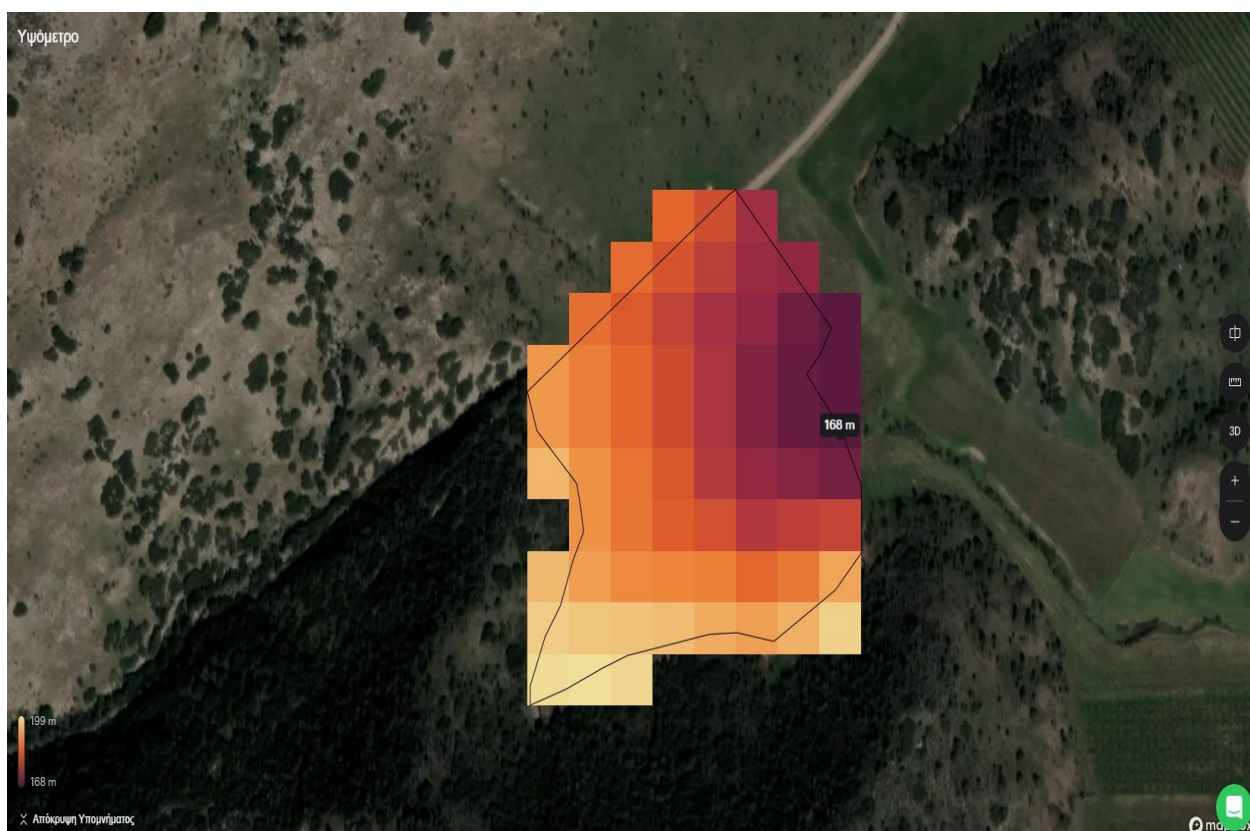
Εικόνες NDVI που χρησιμοποιήθηκαν στον υπολογισμό

Επεξεργασία

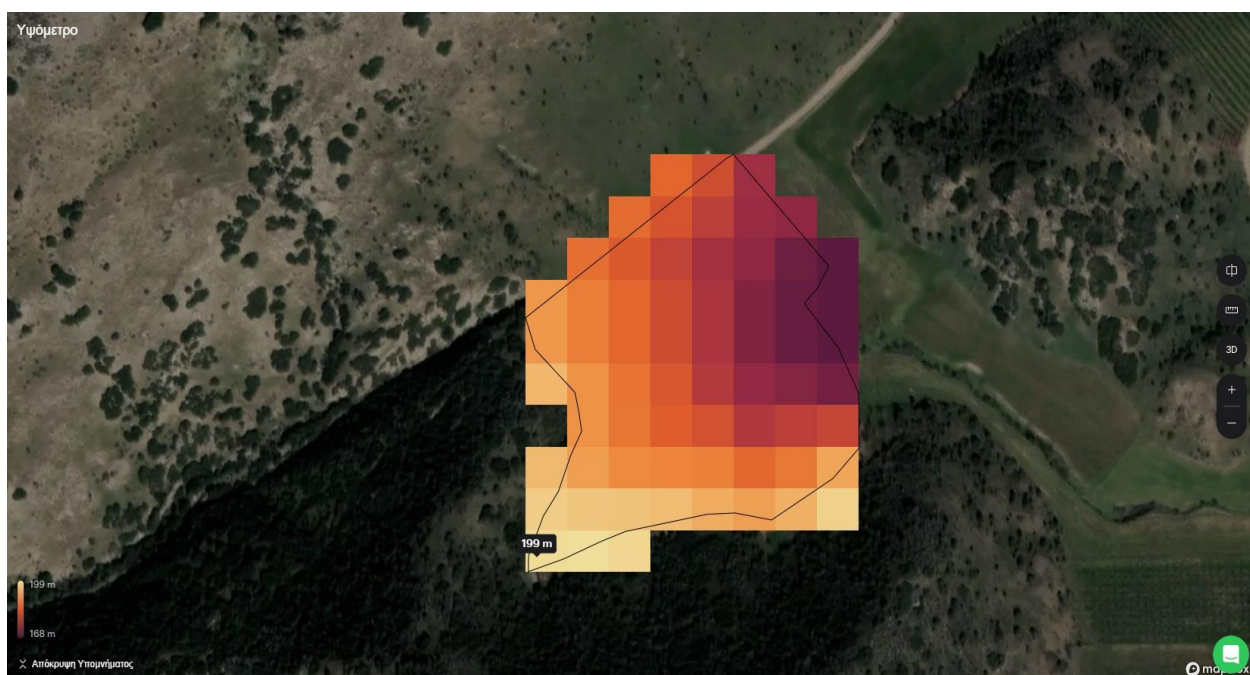




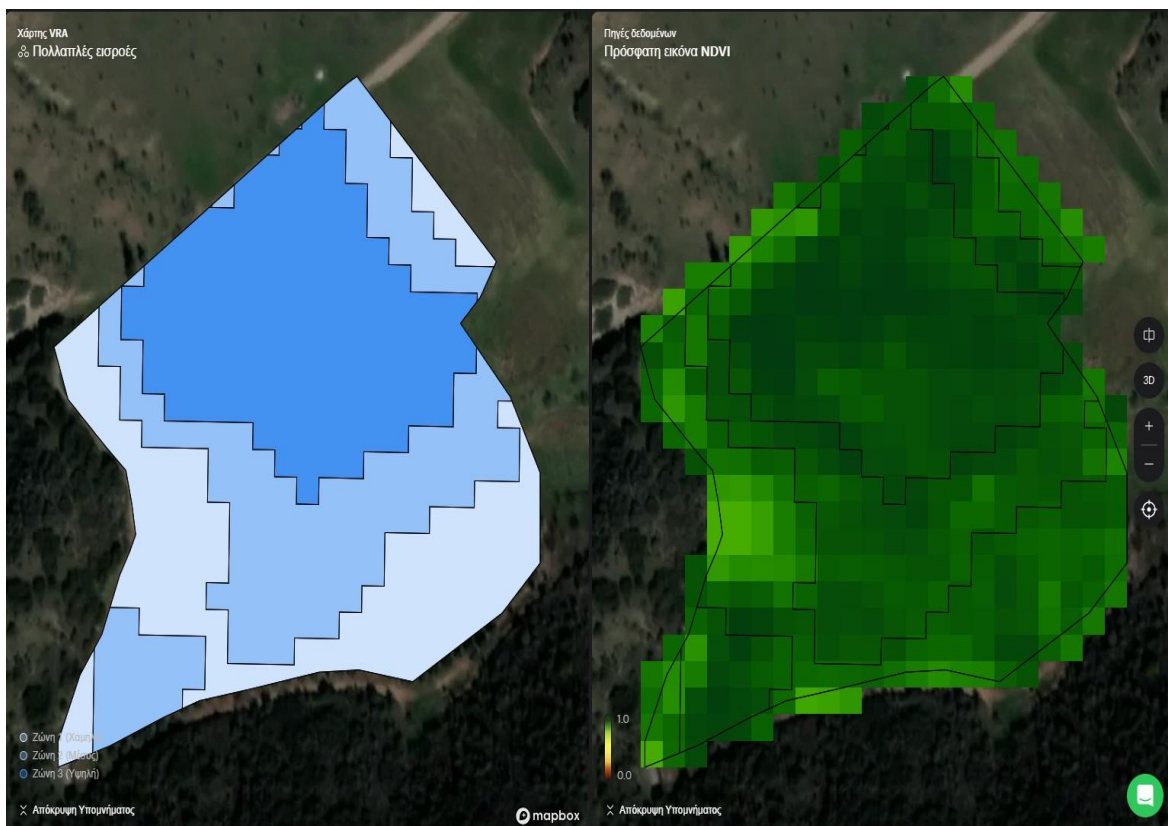
**Εικόνα 3.** NDVI ΕΙΚΟΝΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΟ ΧΑΡΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ



**Εικόνα 4.** ΧΑΡΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ 188 ΜΕΤΡΑ



**Εικόνα 5.** ΧΑΡΤΗΣ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ 199 ΜΕΤΡΑ



**Εικόνα 6. ΧΑΡΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΖΩΝΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΙΣΡΩΩΝ**

Ο χάρτης παραγωγικότητας αποτελεί έναν από τους βασικούς δείκτες στην προσέγγιση της γεωργίας ακριβείας, επιτρέποντας την ανάλυση της χωρικής μεταβλητότητας της απόδοσης ενός αγροτεμαχίου. Στην παρούσα έρευνα, ο χάρτης παραγωγικότητας προέκυψε από τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την απόδοση του ελαιώνα, τα οποία στη συνέχεια αποτυπώθηκαν γεωχωρικά, προσφέροντας μια οπτική αναπαράσταση των διαφορών στην παραγωγικότητα μεταξύ των επιμέρους ζωνών του αγροτεμαχίου.

### 3.1.1.Χωρική Κατανομή της Παραγωγικότητας

Η ανάλυση του χάρτη παραγωγικότητας αποκαλύπτει την ύπαρξη σημαντικής ετερογένειας στην απόδοση των ελαιόδεντρων. Συγκεκριμένα, οι περιοχές υψηλής παραγωγικότητας (απεικονιζόμενες με πράσινες αποχρώσεις) εντοπίζονται κυρίως σε τμήματα του αγροτεμαχίου που πιθανώς παρουσιάζουν ευνοϊκές εδαφοκλιματικές συνθήκες, επαρκή εδαφική υγρασία και θρεπτικά στοιχεία. Αντίθετα, οι περιοχές χαμηλής παραγωγικότητας (απεικονιζόμενες με κόκκινες αποχρώσεις) ενδέχεται να σχετίζονται με εδαφικές ή φυσιολογικές καταπονήσεις των δέντρων, φτωχή δομή εδάφους, μειωμένη διαθεσιμότητα νερού ή άλλα περιβαλλοντικά και καλλιεργητικά προβλήματα.

### 3.1.2.Συσχέτιση Παραγωγικότητας με Τοπογραφικά Δεδομένα

Ο χάρτης παραγωγικότητας συσχετίστηκε με δεδομένα υψομετρίας και βλάστησης (NDVI) προκειμένου να διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή. Η ανάλυση κατέδειξε ότι οι ζώνες με αυξημένη παραγωγικότητα εντοπίζονται κυρίως σε περιοχές με ήπια τοπογραφικά χαρακτηριστικά και υψηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Αντίθετα, οι περιοχές μειωμένης παραγωγικότητας ταυτοποιούνται σε θέσεις με υψηλότερο υψόμετρο και μεγαλύτερη κλίση, γεγονός που πιθανώς συνδέεται με αυξημένη απορροή νερού και μειωμένη ικανότητα κατακράτησης υγρασίας στο έδαφος.

### 3.1.3.Διαχείριση Ζωνών Παραγωγικότητας με Βάση την Αρχή των Πολλαπλών Εισροών (VRA)

Βάσει των αποτελεσμάτων της ανάλυσης του χάρτη παραγωγικότητας, προτείνεται η εφαρμογή στρατηγικών διαχείρισης πολλαπλών εισροών (Variable Rate Application – VRA), ώστε να βελτιστοποιηθεί η παραγωγή και να ενισχυθεί η βιωσιμότητα του αγροτεμαχίου. Στις χαμηλής παραγωγικότητας περιοχές, μπορούν να εφαρμοστούν στοχευμένες παρεμβάσεις, όπως ενίσχυση της οργανικής λίπανσης και βελτιστοποίηση της άρδευσης, με στόχο την αύξηση της παραγωγής. Παράλληλα, στις υψηλής παραγωγικότητας ζώνες, η διαχείριση μπορεί να επικεντρωθεί στη διατήρηση των υφιστάμενων συνθηκών και στη βελτίωση της φυσιολογικής κατάστασης των δέντρων μέσω της εφαρμογής βέλτιστων καλλιεργητικών πρακτικών.

Η αξιοποίηση του χάρτη παραγωγικότητας ως εργαλείου λήψης αποφάσεων ενισχύει την αειφορία και την αποτελεσματικότητα της καλλιέργειας, προσφέροντας μια επιστημονικά τεκμηριωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση του ελαιώνα. Η χρήση των δεδομένων αυτών σε συνδυασμό με τεχνολογίες γεωργίας ακριβείας μπορεί να συμβάλει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στην αύξηση της οικονομικής απόδοσης του παραγωγού.

## 3.2. Ορθολογική Διαχείριση του Νερού

Η άρδευση στον ελαιώνα γίνεται μέσω **στάγδην άρδευσης**, η οποία περιορίζει τη σπατάλη νερού και μειώνει τον κίνδυνο ασθενειών. Εφαρμόζεται **χρονικός προγραμματισμός άρδευσης** και στο επόμενο στάδιο θα χρησιμοποιούνται **αισθητήρες υγρασίας βάση των ζωνών διαχείρισης** για την ακριβή εκτίμηση των αναγκών σε νερό.

Ο ορθολογικός προγραμματισμός της άρδευσης ακολουθεί τα εξής στάδια ανάπτυξης και τις αντίστοιχες ανάγκες σε νερό:

**Έντονη Βλάστηση (Μάρτιος - Μάιος):** Μέτρια άρδευση για δυνατή ανάπτυξη.

**Άνθηση & Καρπόδεση (Μάιος - Ιούνιος):** Επαρκής υγρασία για καλύτερη καρπόδεση.

**Ανάπτυξη Καρπού (Ιούνιος - Σεπτέμβριος):** Τακτικά ποτίσματα για μεγάλο και ποιοτικό καρπό.

**Ωρίμανση Καρπού (Σεπτέμβριος - Νοέμβριος):** Μείωση ποτισμάτων για βελτίωση της ποιότητας.

**Περίοδος Λήθαργου (Δεκέμβριος - Φεβρουάριος):** Διακοπή άρδευσης, εκτός αν υπάρχει ξηρασία.

Η αποτελεσματική διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελεί έναν από τους βασικούς άξονες της αειφορίας στη γεωργία και ειδικότερα στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς. Σε περιβάλλοντα με έντονες κλιματικές διακυμάνσεις και περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, όπως η Μεσογειακή ζώνη, η εφαρμογή τεχνικών γεωργίας ακριβείας συμβάλλει στη βέλτιστη χρήση του αρδευτικού νερού, στη μείωση των απωλειών και στη διατήρηση της παραγωγικότητας του ελαιώνα. Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η ανάλυση των δεδομένων παραγωγικότητας, βλάστησης (NDVI), τοπογραφίας και ζωνών διαχείρισης πολλαπλών εισροών (VRA), ώστε να διαμορφωθεί ένα στρατηγικό σχέδιο αειφόρου διαχείρισης του νερού για έναν βιολογικό ελαιώνα επιτραπέζιας ελιάς Αμφισσας.

### 3.2.1.Ανάλυση Δεδομένων και Εντοπισμός Ζωνών Άρδευσης

Η χαρτογράφηση της παραγωγικότητας του αγροτεμαχίου ανέδειξε την ύπαρξη έντονων διαφορών στην απόδοση, γεγονός που συνδέεται άμεσα με την υδατική κατάσταση του εδάφους και την κατανομή της υγρασίας. Οι υψηλής παραγωγικότητας ζώνες αντιστοιχούν σε περιοχές με επαρκή αποθήκευση νερού και ευνοϊκά φυσιολογικά χαρακτηριστικά, ενώ οι ζώνες χαμηλής παραγωγικότητας σχετίζονται με αυξημένες υδατικές καταπονήσεις, μειωμένη ικανότητα κατακράτησης νερού και πιθανή εδαφική συμπίεση. Ο χάρτης NDVI ενισχύει αυτά τα συμπεράσματα, καθώς δείχνει περιοχές με χαμηλή φυλλική κάλυψη που ενδέχεται να σχετίζονται με έλλειψη νερού.

Ο χάρτης υψομετρίας υποδεικνύει ότι η κλίση του εδάφους αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στη διαχείριση του νερού. Οι περιοχές υψηλότερου υψομέτρου παρουσιάζουν μεγαλύτερη απορροή και χαμηλότερη κατακράτηση υγρασίας, ενώ οι περιοχές με ήπια κλίση φαίνεται να συγκρατούν καλύτερα το διαθέσιμο νερό. Αυτό το εύρημα επιβεβαιώνει την ανάγκη για διαφοροποιημένη διαχείριση των αρδευτικών εισροών ανάλογα με τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά του αγροτεμαχίου.

Επειδή επί του παρόντος πρακτικά δεν έχουν γίνει κάποιες ενέργειες για την βελτίωση της άρδευσης θα αναφέρουμε παρακάτω τις δράσεις που θα εφαρμοστούν στο μετέπειτα στάδιο στο ερευνητικό αυτό κομμάτι.

### 3.2.2.Προτεινόμενες Στρατηγικές Αειφόρου Διαχείρισης Νερού

Βάσει της ανάλυσης των δεδομένων, προτείνονται οι εξής στρατηγικές για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης του αρδευτικού νερού με γνώμονα την αειφορία:

1. **Εφαρμογή Άρδευσης Μεταβλητού Ρυθμού (VRI – Variable Rate Irrigation):** Η εφαρμογή διαφοροποιημένης άρδευσης ανάλογα με τις ανάγκες κάθε ζώνης παραγωγικότητας μπορεί να μειώσει τη σπατάλη νερού και να εξισορροπήσει τη χωρική μεταβλητότητα στην υγρασία του εδάφους. Στις περιοχές χαμηλής παραγωγικότητας και υψηλού ελλείμματος υγρασίας προτείνεται αύξηση της αρδευτικής παροχής, ενώ στις περιοχές με υψηλή κατακράτηση νερού, η άρδευση μπορεί να περιοριστεί.



2. **Αξιοποίηση Αισθητήρων Εδαφικής Υγρασίας:** Η εγκατάσταση αισθητήρων υγρασίας στο έδαφος θα επιτρέψει την ακριβέστερη παρακολούθηση των επιπέδων νερού, βελτιώνοντας την απόκριση στις μεταβολές των υδατικών απαιτήσεων των ελαιοδέντρων. Η συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο θα επιτρέψει δυναμικές ρυθμίσεις στην άρδευση με βάση τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας.
3. **Χρήση Οργανικής ύλης και Βελτίωση Δομής Εδάφους:** Η εφαρμογή οργανικής ύλης, όπως κομπόστ ή χλωρή λίπανση, μπορεί να αυξήσει την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας του εδάφους και να μειώσει τις απώλειες νερού μέσω εξατμισοδιαπνοής. Παράλληλα, η βελτίωση της δομής του εδάφους με ελάχιστη κατεργασία μπορεί να περιορίσει τη συμπίεση και να ενισχύσει την απορρόφηση του νερού.
4. **Καλλιέργεια Καλυπτήριων Φυτών:** Η διατήρηση φυτοκάλυψης μεταξύ των δενδρικών γραμμών μπορεί να μειώσει τη διάβρωση, να ενισχύσει τη διείσδυση του νερού στο έδαφος και να διατηρήσει την υγρασία, ειδικά στις ζώνες με απότομη κλίση. Επιπλέον, η φυτοκάλυψη μπορεί να βελτιώσει τη βιοποικιλότητα και τη μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους.
5. **Ανάπτυξη Συστήματος Αξιολόγησης Υδατικού Ισοζυγίου:** Η δημιουργία ενός δυναμικού μοντέλου εκτίμησης του υδατικού ισοζυγίου, το οποίο θα λαμβάνει υπόψη δεδομένα εδαφικής υγρασίας, εξατμισοδιαπνοής και προβλέψεων καιρού, μπορεί να προσφέρει ακριβέστερη εικόνα για τη διαχείριση του νερού και να μειώσει τις περιττές αρδεύσεις.
6. **Συλλογή και Αξιοποίηση Βρόχινου Νερού:** Η εγκατάσταση υποδομών συλλογής και αποθήκευσης όμβριων υδάτων μπορεί να αυξήσει την αυτονομία της εκμετάλλευσης σε περιόδους ξηρασίας, μειώνοντας την εξάρτηση από εξωτερικές αρδευτικές πηγές.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε τη σημασία της αειφορικής διαχείρισης σε έναν βιολογικό ελαιώνα επιτραπέζιας ελιάς ποικιλίας Αμφίσσης, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη ανάλυση των πρακτικών που εφαρμόστηκαν, των περιβαλλοντικών και αγρονομικών τους επιπτώσεων, καθώς και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις παρεμβάσεις αυτές.

Η εκπαίδευση του καλλιεργητή αποδείχθηκε θεμελιώδης παράμετρος για την επιτυχία ενός αειφορικού μοντέλου διαχείρισης, καθώς η γνώση και η σωστή εφαρμογή καλλιεργητικών πρακτικών διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, την ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων και την προστασία του οικοσυστήματος. Ο παραγωγός του υπό μελέτη αγροτεμαχίου αξιοποίησε καινοτόμες μεθόδους, όπως η ακριβής λίπανση, η χρήση χλωρής λίπανσης, η εφαρμογή ελεγχόμενης άρδευσης και η ολοκληρωμένη φυτοπροστασία με βιολογικά μέσα.

Τα αποτελέσματα της διαχείρισης του εδάφους ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, καθώς σημειώθηκε σημαντική αύξηση της οργανικής ουσίας (από 0,87% σε 1,74%), ενώ οι συγκεντρώσεις βασικών θρεπτικών στοιχείων, όπως το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο, βελτιώθηκαν αισθητά, υποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της στρατηγικής λίπανσης και ανακύκλωσης οργανικών υπολειμμάτων. Παράλληλα, η μείωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους (από 0,181 S/m σε 0,072 S/m) καταδεικνύει τη βελτίωση της φυσικοχημικής ισορροπίας του.

Η ορθολογική διαχείριση του νερού και η εφαρμογή στάγδην άρδευσης απέτρεψαν τη σπατάλη υδάτινων πόρων, ενώ η χρήση αισθητήρων υγρασίας συνέβαλε στην προσαρμογή της άρδευσης στις πραγματικές ανάγκες των δέντρων. Επιπλέον, η βιολογική φυτοπροστασία απέδωσε θετικά αποτελέσματα, μειώνοντας την προσβολή από τον δάκο και άλλους εχθρούς χωρίς τη χρήση χημικών φυτοφαρμάκων. Η εφαρμογή καολίνη, δακοπαγίδων και βιολογικών σκευασμάτων, όπως ο *Bacillus thuringiensis*, κατέδειξε ότι η ολοκληρωμένη προσέγγιση μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική εναλλακτική στη συμβατική φυτοπροστασία.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε επίσης στη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων, μέσω της κομποστοποίησης των φυτικών υπολειμμάτων και της αξιοποίησης των οργανικών υλικών για τη βελτίωση του εδάφους. Οι τεχνικές αυτές όχι μόνο ενίσχυσαν τη γονιμότητα, αλλά και συνέβαλαν στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της καλλιέργειας, καθιστώντας τον ελαιώνα ένα υποδειγματικό σύστημα κυκλικής οικονομίας.

Τα συνολικά ευρήματα της έρευνας επιβεβαιώνουν ότι η αειφορική διαχείριση σε βιολογικούς ελαιώνες μπορεί να διασφαλίσει τη μακροπρόθεσμη παραγωγικότητα, να ενισχύσει την υγεία του εδάφους και να προστατεύσει το φυσικό περιβάλλον, χωρίς να υποβαθμίζει την ποιότητα και την απόδοση της καλλιέργειας. Παράλληλα, αναδεικνύεται η ανάγκη συνεχούς εκπαίδευσης και υιοθέτησης νέων τεχνολογιών από τους παραγωγούς, ώστε να επιτευχθεί μια

γεωργία πραγματικά βιώσιμη, ανθεκτική στις κλιματικές αλλαγές και ευνοϊκή για το οικοσύστημα.

Συμπερασματικά, το υπό μελέτη μοντέλο διαχείρισης αποδεικνύει ότι η βιώσιμη γεωργία και η παραγωγικότητα μπορούν να συνδυαστούν, προσφέροντας ένα πρότυπο καλλιεργητικής πρακτικής που μπορεί να υιοθετηθεί και σε άλλες περιοχές με παρόμοια αγρονομικά χαρακτηριστικά. Η συνεχής έρευνα, η εφαρμογή καινοτόμων τεχνικών και η δέσμευση των παραγωγών προς την αειφορία αποτελούν το κλειδί για το μέλλον της βιολογικής ελαιοκαλλιέργειας.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αθηναίου, Ζ. (2015). Ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων, Αθήνα.
- Δεληγιάννης, Φ. (2021). Συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης καλλιεργειών σύμφωνα με τα εθνικά, ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα .Πτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Αμαλιάδα.
- Κορινός, Κ. (2021). Εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας στην καλλιέργεια της ελιάς Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Σχολή Γεωπονίας και Τροφίμων, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Καλαμάτα.
- Ιερωνυμάκη Κ., (2011), Συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης της ελιάς, με βάση το πρότυπο AGRO 2.2/3, Πτυχιακή εργασία, ΑΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Ηράκλειο.
- Νάκη, Β. (2016). Γεωργία Ακριβείας και Χρήση Νέων Τεχνολογιών στη Γεωργία. Μεταπτυχιακή Εργασία Ειδικευσης. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας, Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης, Ορεστιάδα.
- Ποντίκης, Κ.Π. (2000). Ειδική δενδροκομία, : ελαιοκομία. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, Σελ. 265.
- Στουραϊτή, Δ. Κ. (2017). Κοστολόγηση & εκμετάλλευση παραγωγής και τυποποίησης επιτραπέζιων ελιών. Μεταπτυχιακή Ερευνητική Εργασία. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης / Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Οργάνωση και Διοίκηση Επιχειρήσεων Τροφίμων & Γεωργίας», Αθήνα.
- Στρατιδάκης, Λ. (2020). Σύγκριση βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας ελιάς στην Κρήτη .Πτυχιακή Εργασία. Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Κατεύθυνση Φυτικής Παραγωγής, Θεσσαλονίκη.
- Στραφιώτης, Σ.-Δ. (2009). Διερεύνηση της σύστασης του πτητικού κλάσματος της βρώσιμης ελιάς Καλαμών μετά από SPME δειγματοληψία. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Θεσσαλονίκη.
- Τζαβάρα, Ε. Α. (2013). Συμβατική, ολοκληρωμένη και βιολογική καλλιέργεια ελιάς: Μια υβριδική ανάλυση κόστους-οφέλους .Μεταπτυχιακή Εργασία. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη και Διαχείριση Αγροτικού Χώρου», Αθήνα.
- Τvlgun, E. (2020). Ηγεωργία ακρίβειας ως εργαλείο αειφορίας στην καλλιέργεια ελιάς, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης/ Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Πειραιάς
- Χεινοπώρου, Μ. Κ. (2022). Σύγκριση των συστημάτων GLOBAL - AGRO και περιπτώσιολογική μελέτη των συστημάτων πιστοποίησης στον νομό Αιτωλοακαρνανίας. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας, Αθήνα.

Χολιασμένος, Κ. (2011). Αειφορική γεωργία. Πτυχιακή εργασία. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Μεσολογγίου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Γεωργικής Μηχανολογίας και Υδατικών Πόρων, Μεσολόγγι.

### Ξένη βιβλιογραφία

Álamo, S., Ramos, M. I., Feito, F. R., & Cañas, J. A. (2012). Precision techniques for improving the management of the olive groves of southern Spain. *Spanish Journal of agricultural research*, 10(3), 583-595.

Arbizu-Milagro, J., Castillo-Ruiz, F. J., Tascón, A., & Peña, J. M. (2023). Effects of regulated, precision and continuous deficit irrigation on the growth and productivity of a young super high-density olive orchard. *Agricultural Water Management*, 286, 108393.

Blackmore, S. (2000). The interpretation of trends from multiple yield maps. *Computers and electronics in agriculture*, 26(1), 37-51.

Blackmore, S., Godwin, R. J., & Fountas, S. (2003). The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. *Biosystems engineering*, 84(4), 455-466.

Bombino, G., Denisi, P., Gómez, J. A., & Zema, D. A. (2021). Mulching as best management practice to reduce surface runoff and erosion in steep clayey olive groves. *International Soil and Water Conservation Research*, 9(1), 26-36.

Cinosi, N., Moriconi, F., Farinelli, D., Marchionni, D., Lodolini, E. M., Rosati, A., & Famiani, F. (2024). Effects of summer pruning on the water status and physiology of olive trees and on fruit characteristics and oil quality. *Scientia Horticulturae*, 324, 112612.

De la Rosa, J. M., Campos, P., & Diaz-Espejo, A. (2022). Soil biochar application: assessment of the effects on soil water properties, plant physiological status, and yield of super-intensive olive groves under controlled irrigation conditions. *Agronomy*, 12(10), 2321.

de Torres, M. A. R. R., Carbonell-Bojollo, R. M., Moreno-García, M., Ordóñez-Fernández, R., & Rodríguez-Lizana, A. (2021). Soil organic matter and nutrient improvement through cover crops in a Mediterranean olive orchard. *Soil and Tillage Research*, 210, 104977.

Dias, M. C., Araújo, M., Silva, S., & Santos, C. (2022). Sustainable olive culture under climate change: the potential of biostimulants. *Horticulturae*, 8(11), 1048.

Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, 196, 3-14. Leogrande, R., El Chami, D., Fumarola, G., Di Carolo, M., Piegari, G., Elefante, M., ... & Dongiovanni, C. (2022). Biostimulants for resilient agriculture: a preliminary assessment in Italy. *Sustainability*, 14(11), 6816.

Ferraj, B., Teqja, Z., Susaj, L., Fasllia, N., Gjeta, Z., Vata, N., & Balliu, A. (2011). Effects of different soil management practices on production and quality of olive groves in Southern Albania. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(3&4), 430-433.

- Gucci, R., Caruso, G., Bertolla, C., Urbani, S., Taticchi, A., Esposto, S., ... & Vignozzi, N. (2012). Changes of soil properties and tree performance induced by soil management in a high-density olive orchard. *European Journal of Agronomy*, 41, 18-27.
- Harwood, R.R. (1990). "The history of sustainable agriculture. In: Sustainable Farming Systems". Edwards et al. (eds), pp 3-19
- Leogrande, R., El Chami, D., Fumarola, G., Di Carolo, M., Piegari, G., Elefante, M., ... & Dongiovanni, C. (2022). Biostimulants for resilient agriculture: a preliminary assessment in Italy. *Sustainability*, 14(11), 6816.
- Lodolini, E. M., Polverigiani, S., Giorgi, V., Famiani, F., & Neri, D. (2023). Time and type of pruning affect tree growth and yield in high-density olive orchards. *Scientia Horticulturae*, 311, 111831.
- Lopes, J. I., Arrobas, M., Raimundo, S., Gonçalves, A., Brito, C., Martins, S., ... & Rodrigues, M. Â. (2022). Photosynthesis, yield, nutrient availability and soil properties after biochar, zeolites, or mycorrhizal inoculum application to a mature rainfed olive orchard. *Agriculture*, 12(2), 171.
- Mairech, H., López-Bernal, Á., Moriondo, M., Dibari, C., Regni, L., Proietti, P., ... & Testi, L. (2021). Sustainability of olive growing in the Mediterranean area under future climate scenarios: Exploring the effects of intensification and deficit irrigation. *European Journal of Agronomy*, 129, 126319.
- Martins, S., Pereira, S., Dinis, L. T., & Brito, C. (2024). Enhancing Olive Cultivation Resilience: Sustainable Long-Term and Short-Term Adaptation Strategies to Alleviate Climate Change Impacts. *Horticulturae*, 10(10), 1066.
- Martins, S., Silva, E., Brito, C., Pinto, L., Martins-Gomes, C., Gonçalves, A., ... & Nunes, F. M. (2023). Combining zeolites with early-maturing annual legume cover crops in rainfed orchards: Effects on yield, fatty acid composition and polyphenolic profile of olives and olive oil. *Molecules*, 28(6), 2545.
- Martins, S., Brito, C., Silva, E., Gonçalves, A., Arrobas, M., Pereira, E., ... & Correia, C. M. (2023). Synergy between zeolites and leguminous cover crops improved olive tree performance and soil properties in a rainfed olive orchard. *Agronomy*, 13(11), 2674.
- Medoro, V., Ferretti, G., Galamini, G., Rotondi, A., Morrone, L., Faccini, B., & Coltorti, M. (2022). Reducing nitrogen fertilization in olive growing by the use of natural chabazite-zeolite as soil improver. *Land*, 11(9), 1471.
- Paraskevopoulos, A., & Boulousis, K. (2007). Precision agricultural practices in olive trees in Greece. In *Proceedings of the 6th European Conference on Precision Agriculture, Skiathos, Greece. Poster Abstracts in CD*.
- Parra-Lopez, C., Calatrava-Requena, J., & de-Haro-Gimenez, T. (2007). A multi-criteria evaluation of the environmental performances of conventional, organic and integrated olive-growing systems in the south of Spain based on experts' knowledge. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(3), 189-203.
- Perez-Caballero, R., Gil, J., Benitez, C., & Gonzalez, J. L. (2008). The effect of adding zeolite to soils in order to improve the NK nutrition of olive trees, preliminary results. *Am. J. Agric. Biol. Sci*, 2(1), 321-324.

Rodrigues, M. Â., Raimundo, S., & Arrobas, M. (2019). Cover cropping in rainfed fruticulture. *World Journal of Agriculture and Soil Science*, 1(3).

Roma, E., & Catania, P. (2022). Precision oliviculture: research topics, challenges, and opportunities — a review. *Remote Sensing*, 14(7), 1668.

Roma, E., Laudicina, V. A., Vallone, M., & Catania, P. (2023). Application of precision agriculture for the sustainable management of fertilization in olive groves. *Agronomy*, 13(2), 324.

Rodríguez-Lizana, A., Pereira, M. J., Ribeiro, M. C., Soares, A., Azevedo, L., Miranda-Fuentes, A., & Llorens, J. (2021). Spatially variable pesticide application in olive groves: Evaluation of potential pesticide-savings through stochastic spatial simulation algorithms. *Science of The Total Environment*, 778, 146111.

Rubio-Delgado, J., Pérez, C. J., & Vega-Rodríguez, M. A. (2021). Predicting leaf nitrogen content in olive trees using hyperspectral data for precision agriculture. *Precision Agriculture*, 22, 1-21.

Sánchez-García, M., Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., López-Cano, I., Moreno, B., Benitez, E., & Cayuela, M. L. (2016). Compost vs biochar amendment: a two-year field study evaluating soil C build-up and N dynamics in an organically managed olive crop. *Plant and Soil*, 408, 1-14.

Shukla, P. R., Skeg, J., Buendia, E. C., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H. O., Roberts, D. C., ... & Malley, J. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.

Spyropoulos, N. V., Dalezios, N. R., Kaltsis, I., & Faraslis, I. N. (2020). Very high resolution satellite-based monitoring of crop (olive trees) evapotranspiration in precision agriculture. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 6(1), 22-42.

Tombesi, S., Farinelli, D., Molfese, M., Cipolletti, M., & Visco, T. (2012). Pruning technique in young high density hedgerow olive orchards. In *VII International Symposium on Olive Growing 1057* (pp. 385-390).

Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in plant science*, 7, 2049.

Van Evert, F. K., Gaitán-Cremaschi, D., Fountas, S., & Kempenaar, C. (2017). Can precision agriculture increase the profitability and sustainability of the production of potatoes and olives?. *Sustainability*, 9(10), 1863.

Vanella, D., Consoli, S., Continella, A., Chinnici, G., Milani, M., Cirelli, G. L., ... & Barbagallo, S. (2023). Environmental and Agro-Economic Sustainability of Olive Orchards Irrigated with Reclaimed Water under Deficit Irrigation. *Sustainability*, 15(20), 15101.

WCED – World Commission on Environment and Development (1987). Our common future. Oxford University Press.

Whelan, B. M., & McBratney, A. B. (2000). The “null hypothesis” of precision agriculture management. *Precision Agriculture*, 2, 265-279.

Zipori, I., Erel, R., Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., & Dag, A. (2020). Sustainable management of olive orchard nutrition: A review. *Agriculture*, 10(1), 11.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.