

Σχολή Θετικών επιστημών και τεχνολογίας
Εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας

Διπλωματική Εργασία

**ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ.
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΗΣ



Επιβλέπων Καθηγητής: Ζώτος Αναστάσιος

Φεβρουάριος 2026

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Ιστορική Ανασκόπηση της Καλλιέργειας της Ελιάς.....	6
1.2 Καλλιέργεια Ελιάς: Παγκόσμια, Εθνική και Περιφερειακή Επισκόπηση.....	7
1.2.1 Ποικιλίες Ελιάς	8
1.2.2 Έδαφος και Κλίμα	10
1.2.3 Συστήματα Φύτευσης Ελαιώνα.....	11
1.2.4 Καλλιεργητικές πρακτικές.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ.....	18
2.1 Εισαγωγή.....	18
2.1.1 Πλεονεκτήματα της Γεωργίας Ακριβείας	19
2.1.2 Τεχνολογίες Ακριβούς Γεωργίας στην Καλλιέργεια της Ελιάς	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ	24
3.1 Περιοχή Μελέτης	24
3.1.1 Τρέχουσα Κατάσταση στην Ελαιοκαλλιέργεια στο Νομό Χαλκιδικής	25
3.1.2 Εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας στην καλλιέργεια ελιάς στη Χαλκιδική	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΡΕΥΝΑ - ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	29
4.1 Μεθοδολογία έρευνας.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	30
5.1 Αποτελέσματα – Συζήτηση.....	30
5.1.1 Προσωπικά στοιχεία	30
5.1.2 Χρήση εξοπλισμού και εφαρμογών Γεωργίας Ακριβείας (ΓΑ) για άρδευση και λίπανση στην εκμετάλλευσή σας	35
5.1.3 Χρήση εξοπλισμού και εφαρμογών Γεωργίας Ακριβείας (ΓΑ) για άρδευση και λίπανση στην εκμετάλλευσή σας	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	54

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή «Νικολάου Κωνσταντάκη» που την εκπόνησε στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης. Ο Νικόλαος Κωνσταντάκης 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 Νικολάου Κωνσταντάκη 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 Νικολάου Κωνσταντάκη. Ο συγγραφέας Νικόλαος Κωνσταντάκης διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καλλιέργεια της επιτραπέζιας ελιάς Χαλκιδικής αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους αγροτικούς κλάδους της περιοχής, με υψηλή οικονομική και εξαγωγική αξία. Ωστόσο, η αυξανόμενη πίεση στους υδατικούς πόρους και οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής καθιστούν αναγκαία την υιοθέτηση σύγχρονων πρακτικών άρδευσης ακριβείας. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης εφαρμογής τεχνολογιών άρδευσης ακριβείας στην καλλιέργεια της ελιάς Χαλκιδικής, η αποτύπωση των βασικών προκλήσεων και η αξιολόγηση των μελλοντικών προοπτικών. Η έρευνα βασίστηκε σε βιβλιογραφική ανασκόπηση και σε συλλογή πρωτογενών δεδομένων μέσω ερωτηματολογίων με παραγωγούς της περιοχής. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, παρότι η στάγδην άρδευση εφαρμόζεται ευρέως, η χρήση αισθητήρων υγρασίας εδάφους, μετεωρολογικών σταθμών και ψηφιακών εργαλείων παραμένει περιορισμένη. Οι κυριότερες προκλήσεις αφορούν το κόστος επένδυσης, την έλλειψη τεχνικής κατάρτισης και τη δυσκολία πρόσβασης σε αξιόπιστα δεδομένα. Παρά τα εμπόδια, προβλέπεται σημαντική βελτίωση της αποδοτικότητας χρήσης νερού μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας και της αξιοποίησης χρηματοδοτικών εργαλείων. Η υιοθέτηση ολοκληρωμένων συστημάτων άρδευσης ακριβείας δύναται να συμβάλει ουσιαστικά στη βιωσιμότητα και ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας στην περιοχή.

ABSTRACT

The cultivation of the Halkidiki table olive tree is one of the most important agricultural sectors in the region, with high economic and export value. However, the increasing pressure on water resources and the conditions of climate change make it necessary to adopt modern irrigation practices. The purpose of this study is to investigate the current state of application of precision irrigation technologies in olive cultivation in Halkidiki, to identify the main challenges and to evaluate future prospects. The research was based on a literature review and primary data collection through questionnaires with producers in the area. The results show that, although drip irrigation is widely applied, the use of soil moisture sensors, weather stations and digital tools remains limited. The main challenges are related to investment costs, lack of technical training and difficulty in accessing reliable data. Despite the obstacles, there is significant scope for improving water use efficiency through the integration of precision agriculture technologies and the use of financial tools. The adoption of integrated precision irrigation systems can contribute substantially to the sustainability and competitiveness of farming in the region.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική Ανασκόπηση της Καλλιέργειας της Ελιάς

Η ελιά αποτελεί μια σημαντική καλλιέργεια στην ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού, ιδιαίτερα στην περιοχή της Μεσογείου. Υπάρχουν δείγματα της από την 4^η χιλιετία π.Χ. στην Συρία και στην Παλαιστίνη τα οποία ανακαλύφθηκαν μέσω της επιστήμης της αρχαιολογίας και της βοτανικής. Η ελιά μεταφέρθηκε μέσω εμπόρων στην Κρήτη και στην ηπειρωτική Ελλάδα κατά την περίοδο του 2500 π.Χ. (Papanastasis et al., 2021). Σύμφωνα με ιστορικά δεδομένα, η κύρια πηγή της οικονομίας του Μινωικού πολιτισμού και στην συνέχεια του Μυκηναϊκού ήταν η παραγωγή ελαιόλαδου.

Η ελιά αποτελούσε ιερό δέντρο για τους αρχαίους Έλληνες. Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία, η ελιά προσφέρθηκε στους αρχαίους προγονούς από τη θεά Αθηνά στο πλαίσιο της αντιπαλοτήτάς της με τον θεό Ποσειδώνα για την επιλογή του προστάτη της πόλης των Αθηνών. Η ελιά κατέχει ιδιαίτερη σημασία στον ελληνικό πολιτισμό, καθώς συμβολίζει την ειρήνη, την αντοχή και την ευημερία.

Κατά την κλασσική και ελληνιστική εποχή το ελαιόλαδο χρησιμοποιούνταν στην διατροφή, στην ιατρική, στον φωτισμό και στα καλλυντικά. Λόγω της μεγάλης σημασίας και της αξίας της ελιάς είχαν θεσπιστεί νόμοι οι οποίοι απαγόρευαν την κοπή της ελιάς χωρίς άδεια. Υπάρχουν ρωμαϊκά συγγράμματα με συγγραφείς τον Κάτωνα και τον Κολουμάλλα τα οποία περιγράφουν αναλυτικά διάφορες τεχνικές κλαδέματος, εμβολιασμού και παραγωγής ελαιόλαδου μέσω ελαιοτριβείων. Οι γνώσεις αυτές αντλήθηκαν σε μεγάλο βαθμό από την αγροτική και τεχνογνωσιακή παράδοση των αρχαίων Ελλήνων.

Η εξάπλωση της ελαιοκαλλιέργειας σε άλλα μέρη της Μεσογείου όπως η Ιταλία, η Ισπανία και η Βόρεια Αφρική προήλθε αρχικά μέσω της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, στην συνέχεια μέσω της Βυζαντινής αυτοκρατορίας και τέλος στο πλαίσιο των ισλαμικών κατακτήσεων. Παρόλο που η ελαιοκαλλιέργεια είχε εξαπλωθεί σχεδόν σε όλη την Μεσόγειο, η Ελλάδα διαχρονικά κατείχε κεντρική θέση και καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και τη διατήρησή της. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι πολυάριθμοι ελαιώνες στην Πελοπόννησο και την Κρήτη, όπου συναντώνται αιωνόβια ελαιόδεντρα, τα οποία εξακολουθούν να καρποφορούν.

Στην σύγχρονη εποχή από τον 20^ο αιώνα και μετά η Ελλάδα άρχισε να

βιομηχανοποιεί ορισμένα από τα γεωργικά της προϊόντα με την ελιά να αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εξ αυτών. Οι κύριες περιοχές ελαιοκαλλιέργειας στη χώρα μας είναι η Χαλκιδική, η Πελοπόννησος, η Κρήτη, η Στερεά Ελλάδα, και τα νησιά του Ιονίου και Αιγαίου πελάγους.

Ιδιαίτερα στην Χαλκιδική η κατοχή ελαιόδεντρων συνδέθηκε ιστορικά με την κατοχή προγονικής γης και με τοπικά έθιμα, ενώ αναπτύχθηκαν και συνεχίζουν να αναπτύσσονται πολυάριθμες οικογενειακές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ελαιοκαλλιέργειας.

1.2 Καλλιέργεια Ελιάς: Παγκόσμια, Εθνική και Περιφερειακή Επισκόπηση

Η καλλιέργεια της ελιάς έχει μεγάλη συμβολή στην γεωργική παραγωγή όλου του πλανήτη. Είναι ιδιαίτερα παραγωγική σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα. Η ελιά καλλιεργείται σε συνολική έκταση πάνω από 11 εκατομμύρια εκτάρια σε όλον τον πλανήτη. Το 95% της παγκόσμιας παραγωγής ελιάς προέρχεται από χώρες της Μεσογείου όπως η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Πορτογαλία, η Τυνησία, το Μαρόκο και η Αλγερία. Η ελιά καλλιεργείται επίσης σε μικρότερο βαθμό και σε χώρες όπως η Αυστραλία, η Αργεντινή, η Χιλή και οι Η.Π.Α. (Roma, 2022).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η χώρα με το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής ελαιόλαδου παγκοσμίως είναι η Ισπανία με συνολική έκταση ελαιώνων που ξεπερνά τα 2,5 εκατομμύρια εκτάρια ελαιώνων, καλύπτοντας περίπου το 40% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής. Η Ιταλία από την άλλη πλευρά, παρουσιάζει μικρότερη παραγωγή σε σύγκριση με την Ισπανία, ωστόσο διακρίνεται για την εξαιρετική ποιότητα ελαιόλαδου με πολλά προϊόντα να φέρουν την ένδειξη Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ). Στην τρίτη θέση βρίσκεται η Ελλάδα η οποία κατέχει σημαντικό μερίδιο της διεθνούς παραγωγής, ενώ παράλληλα διακρίνεται για την υψηλή ποιότητα τόσο των επιτραπέζιων ελιών όσο και του παραγόμενου ελαιόλαδου (ROMAN, 2023).

Στην Ελλάδα υπάρχουν περισσότερα από 170 εκατομμύρια ελαιόδεντρα που αντιστοιχούν σε 850.000 εκτάρια ελαιώνων. Η ελαιοκαλλιέργεια εξαπλώθηκε σχεδόν σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια καθώς προσαρμόζεται αποτελεσματικά στις μεσογειακές κλιματικές συνθήκες και παράλληλα έχει σημειωθεί διεθνώς αύξηση της οικονομικής της αξίας και της ζήτησής της.

Εκτιμήσεις από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων αναφέρουν ότι οι εξαγωγές ελαιόλαδου και επιτραπέζιων ελιών συμβάλλουν ετησίως σε έσοδα που υπερβαίνουν το 1 δισεκατομμύριο ευρώ ετησίως (Kalfas, 2023).

Στην Χαλκιδική καλλιεργείται η Πράσινη Ελιά Χαλκιδικής, η οποία χαρακτηρίζεται από το μεγάλο μέγεθος των καρπών, το πράσινο χρώμα και οβάλ σχήμα. Περίπου το 20% της συνολικής παραγωγής επιτραπέζιων ελιών αντιστοιχεί σε αυτήν την ποικιλία. Οι καρποί συγκομίζονται άγουροι και κατά την τυποποίηση τους αλατίζονται. Χαρακτηρίζονται από ηπία και διακριτή γεύση, γεγονός που τους καθιστά ιδιαίτερα δημοφιλείς στις διεθνείς αγορές ιδιαίτερα στην Αμερική, την Γερμανία και τον Καναδά.

Η Χαλκιδική αποτελεί ιδανική περιοχή για την καλλιέργεια της ελιάς τόσο από γεωγραφική όσο και από κλιματική άποψη. Εδαφολογικά τα εδάφη της Χαλκιδικής είναι αργιλώδη και ελαφρώς όξινα, με καλή αποστράγγιση και μέτρια γονιμότητα. Παράλληλα, η περιοχή χαρακτηρίζεται από μεσογειακό κλίμα με θερμό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα, με επαρκείς βροχοπτώσεις. Ο συνδυασμός των εδαφολογικών και κλιματικών συνθηκών δημιουργεί ευνοϊκό περιβάλλον για την καλλιέργεια της ελιάς (Kalfas, 2023).

Η ελαιοκαλλιέργεια έχει σημαντική οικονομική διάσταση για τη Χαλκιδική, καθώς συμβάλλει στη δημιουργία τοπικών θέσεων εργασίας, ενισχύει την οικονομική αυτονομία των κατοίκων της και προωθεί επενδύσεις τόσο στα προϊόντα της ελιάς, όσο και σε συναφείς τομείς της αγροτοδιατροφικής αλυσίδας.

Ωστόσο τα τελευταία χρόνια η Χαλκιδική επηρεάζεται από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, με μειωμένες βροχοπτώσεις, περιόδους ξηρασίας, γεγονός που επηρεάζουν αρνητικά την παραγωγικότητα της ελιάς. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω φαινομένων ορισμένοι παραγωγοί έχουν στραφεί στη υιοθέτηση πρακτικών και τεχνολογιών γεωργίας ακρίβειας και καινοτόμων μεθόδων άρδευσης, λίπανσης και φυτοπροστασίας.

1.2.1 Ποικιλίες Ελιάς

Η ελιά απαντάται σε πλήθος ποικιλιών, οι οποίες είναι προσαρμοσμένες στις κλιματικές, τοπογραφικές και εδαφολογικές συνθήκες της περιοχής καλλιέργειας. Στη χώρα μας εντοπίζονται περισσότερες από 50 γηγενείς ποικιλίες ελιάς, γεγονός που παρέχει στους παραγωγούς τη δυνατότητα επιλογής της καταλληλότερης

ποικιλίας για κάθε περιοχή, με στόχο τη βελτιστοποίηση της παραγωγής τόσο επιτραπέζιων ελιών όσο και ελαιόλαδου (Roma, 2022).

Μια από τις πλέον διαδεδομένες ποικιλίες ελαιοποιήσιμης ελιάς είναι η Κορωνέικη. Πρόκειται για μικρόκαρπη ποικιλία, ανθεκτική στην ξηρασία και με ικανότητα προσαρμογής σε ευρύ φάσμα εδαφικών τύπων. Μπορεί να καλλιεργηθεί επιτυχώς και υπό ξηροθερμικές συνθήκες, γεγονός που την καθιστά κατάλληλη για περιοχές της Νότιας Ελλάδας. Παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο, η οποία μπορεί να ξεπεράσει το 27%, με ιδιαίτερα έντονα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Οι κύριες περιοχές καλλιέργειας αυτής της ποικιλίας είναι η Πελοπόννησος και η Κρήτη.

Μεταξύ των επιτραπέζιων ποικιλιών ελιάς που καλλιεργούνται στην Ελλάδα οι σημαντικότερες είναι η Καλαμών, η Κονσερβολιά και η ελιά Χαλκιδικής. Η τελευταία αποτελεί την κυρίαρχη ποικιλία της περιοχής Χαλκιδικής και χαρακτηρίζεται από μεγάλου πράσινους μεγάλους καρπούς, με ηπία γεύση και χαμηλή πικράδα. Τα οργανοληπτικά αυτά χαρακτηριστικά την καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστική στο καταναλωτικό κοινό, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει αναγνωριστεί διεθνώς ως Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ), γεγονός που ενισχύει ιδιαίτερα την ανταγωνιστικότητά της.

Η αποδοτικότητα αυτής της ποικιλίας επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες. Εμφανίζει αυξημένη ευαισθησία σε συνθήκες έλλειψης νερού, ιδιαίτερα κατά τα κρίσιμα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας, γεγονός που καθιστά την άρδευση κρίσιμο παράγοντα για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων και την παραγωγή καρπών μεγάλου και ομοιόμορφου μεγέθους. Δεδομένου ότι η συγκεκριμένη ποικιλία διαθέτει σχετικά ρηχό ριζικό σύστημα και αυξημένες υδατικές απαιτήσεις, οι οποίες συνδέονται με την εκτεταμένη κόμη και το υψηλό καρπικό φορτίο, εμφανίζει μειωμένη ανεκτικότητα σε ξηροθερμικές συνθήκες και, ως εκ τούτου, απαιτεί ορθολογική διαχείριση της άρδευσης.

Όσον αφορά την αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες, η ελιά Χαλκιδικής έχει μέτρια αντοχή στον δάκο της ελιάς (*Bactrocera oleae*), ο οποίος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους και πλέον επιβλαβείς εντομολογικούς εχθρούς για το σύνολο σχεδόν των επιτραπέζιων ποικιλιών ελιάς, ενώ είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στο κυκλοκόνιο και το γλοιοσπόριο.

1.2.2 Έδαφος και Κλίμα

Παρά το γεγονός ότι η καλλιέργεια της ελιάς χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό ανθεκτικότητας και προσαρμοστικότητα σε διαφορετικά περιβάλλοντα, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της παραγωγικότητας και της βιωσιμότητας των ελαιώνων. Η καλλιέργεια της ελιάς σε γενικές γραμμές προτιμά καλά στραγγίζομε να εδάφη με pH που κυμαίνεται από 6,5 έως 8,5. Λόγω της έντονης τοπογραφικής ποικιλότητας που χαρακτηρίζει τις τρεις χερσονήσους της Χαλκιδικής (Κασσάνδρας, Σιθωνίας και Άθως) παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς το βάθος, την δομή και το επίπεδο γονιμότητας των εδαφών της. Για τον λόγο απαιτείται διαφοροποιημένη διαχείριση των καλλιεργητικών πρακτικών, ιδιαίτερα όσον αφορά τη λίπανση και την άρδευση ανάλογα με τα τοπικά εδαφοκλιματικά χαρακτηριστικά.

Η ελιά Χαλκιδικής χαρακτηρίζεται από υψηλές απαιτήσεις σε νερό, με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις να παρατηρούνται κατά το στάδιο της ανθοφορίας (Απρίλιος, Μάιος) και κατά την περίοδο της ταχείας ωρίμανσης του καρπού (Ιούνιος - Αύγουστος) που θεωρείται ένα από τα πιο ευαίσθητα στάδια σε συνθήκες έλλειψης νερού. Η καλλιέργειά της σε αμμώδη εδάφη δεν θεωρείται κατάλληλη, λόγω της χαμηλής ικανότητας συγκράτησης υγρασίας και της αυξημένης απώλειας νερού μέσω αποστράγγισης. Ωστόσο, σε περιπτώσεις που η καλλιέργεια εγκαθίσταται σε αμμώδη εδάφη, η άρδευση πρέπει να εφαρμόζεται με μεγαλύτερη συχνότητα και σε μικρότερες αρδευτικές δόσεις, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες νερού λόγω αποστράγγισης. Η άρδευση τώρα μπορεί να πραγματοποιείται με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών γεωργίας ακρίβειας όπως αισθητήρες υγρασίας εδάφους, οι οποίοι επιτρέπουν την παρακολούθηση της εδαφικής υγρασίας και τη βέλτιστη διαχείριση της άρδευσης, διασφαλίζοντας κατάλληλες συνθήκες υγρασίας στη ζώνη του ενεργού ριζοστρώματος της καλλιέργειας (Nervosities et al., 2023).

Σε γενικές γραμμές η ελιά είναι άριστα προσαρμοσμένη στο μεσογειακό κλίμα. Οι ετήσιες απαιτήσεις της σε βροχόπτωση κυμαίνονται μεταξύ 550-650 mm, ποσότητα που στην περιοχή της Χαλκιδικής καταγράφεται κυρίως κατά την περίοδο από τον Οκτώβριο έως το Μάρτιο. Αντίθετα, η θερινή περίοδος χαρακτηρίζεται από έντονη ξηρασία, με τους μήνες Ιούλιο και τον Αύγουστο να παρουσιάζουν ελάχιστες έως μηδενικές βροχοπτώσεις.

Τα τελευταία χρονιά λόγω της κλιματικής αλλαγής έχουν σημειωθεί αρκετές φορές ακραία καιρικά φαινόμενα, τα οποία δημιουργούν αβεβαιότητα σχετικά με την ανθεκτικότητα και τη σταθερότητα της παραγωγής της συγκεκριμένης ποικιλίας στην περιοχή. Σύμφωνα με τους Kalfa et al. (2023) η Χαλκιδική και άλλες περιοχές της βόρειας Ελλάδας καταγράφεται σημαντική αύξηση τόσο στη συχνότητα όσο και στην ένταση των επεισοδίων καύσωνα, ιδιαίτερα στα τέλη της άνοιξης και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Τα κύματα καύσωνα συχνά συμπίπτουν με κρίσιμα στάδια της φαινολογικής ανάπτυξης της ελιάς, όπως η ανθοφορία και η σκλήρυνση του πυρήνα. Οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο αυτή είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε απώλεια ανθών, και ανάπτυξη μικρότερων καρπών. Παράλληλα, οι εκτός εποχής βροχοπτώσεις δυσχεραίνουν την συγκομιδή και ευνοούν την εμφάνιση μυκητολογικών ασθενειών.

Ένα άλλο πρόβλημα που επηρεάζει την παραγωγικότητα των ελαιώνων είναι η ανομοιομορφία του χειμερινού ψύχους. Η έλλειψη επαρκών ωρών ψύχους (200-500 ώρες κάτω από τους 7 °C) έχει ως αποτέλεσμα την καθυστερημένη και ανομοιόμορφη ανθοφορία των δέντρων (Roma, 2023).

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προκλήσεων, οι παραγωγοί στρέφονται ολοένα και περισσότερο στην εφαρμογή τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας, αξιοποιώντας δεδομένα που προέρχονται από μετεωρολογικούς σταθμούς, αισθητήρες υγρασίας εδάφους και δορυφορικές παρατηρήσεις, καθώς και άλλες τεχνολογίες παρακολούθησης των καλλιεργητικών συνθηκών. Στόχος είναι η αξιοποίηση αυτών των δεδομένων για τον ακριβή προσδιορισμό των αναγκών της καλλιέργειας και τη βελτιστοποίηση των καλλιεργητικών πρακτικών όπως η άρδευση και η λίπανση.

1.2.3 Συστήματα Φύτευσης Ελαιώνα

Η διάταξη των συστημάτων φύτευσης στην ελαιοκαλλιέργεια παίζει σημαντικό ρόλο στην φυσιολογία των ελαιόδεντρων, στην ευκολία των καλλιεργητικών εργασιών, στην παραγωγικότητα αυτών και τελικά στο συνολικό οικονομικό αποτέλεσμα της καλλιέργειας. Παραδοσιακά, στην Χαλκιδική τα ελαιόδεντρα φυτεύονταν συμβατικά σε μοτίβα χαμηλής πυκνότητας. Η διάταξη αυτή αποσκοπούσε όχι μόνο στην ανάπτυξη των δέντρων αλλά και στη διευκόλυνση και άλλων δραστηριοτήτων όπως η βόσκηση ζώων στους ελαιώνες και η εκτέλεση της χειρωνακτικής

συγκομιδής. Αυτό το μοντέλο ήταν βιώσιμο και οικονομικά αποδοτικά στο παρελθόν, ανταποκρινόμενο στις τότε καλλιεργητικές πρακτικές και στις διαθέσιμες μορφές εργασίας.

Τις τελευταίες δεκαετίες πραγματοποιήθηκε μια αλλαγή στην διάταξη των συστημάτων φύτευσης στην ελαιοκαλλιέργεια. Η αλλαγή αυτή συνδέεται με τη μετάβαση από τα παραδοσιακά συστήματα χαμηλής πυκνότητας προς εντατικά και υπερεντατικά συστήματα φύτευσης, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Ισπανία και η Πορτογαλία. Οι καλλιεργητές σε αυτές τις χώρες χρησιμοποιούν υψηλές πυκνότητες φύτευσης και οι ελαιώνες τους διαμορφώθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται μηχανική συγκομιδή. Αυτά τα συστήματα δεν είναι πλήρως συμβατά με τις ελληνικές ποικιλίες και ιδιαίτερα με την ποικιλία ελιάς Χαλκιδικής, οποία προορίζεται για επιτραπέζια χρήση. Ο μεγάλος όγκος και το αυξημένο μέγεθος του καρπού την καθιστούν ευαίσθητη σε μηχανικές καταπονήσεις, με αποτέλεσμα η μηχανική συγκομιδή να προκαλεί συχνά μώλωπες και υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος. Για το λόγο αυτό η συγκομιδή πραγματοποιείται χειρωνακτικά, προκειμένου να διασφαλιστεί η υψηλή ποιότητα του καρπού, η οποία αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας του προϊόντος.

Σύμφωνα με τον Ρόμα (2023), αρκετοί παραγωγοί στη Χαλκιδική πειραματίζονται με πιο εντατικά συστήματα καλλιέργειας σε επίπεδες περιοχές, υποστηριζόμενες από την αξιοποίηση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας. Η χρήση των τεχνολογιών αυτών αποκτά ιδιαίτερη σημασία στο σύγχρονο γεωργικό περιβάλλον, καθώς η αυξανόμενη κλιματική αβεβαιότητα και η περιορισμένη διαθεσιμότητα φυσικών πόρων καθιστούν αναγκαία τη βελτιστοποίηση των καλλιεργητικών εισροών.

1.2.4 Καλλιεργητικές πρακτικές

Αν και η ελαιοκαλλιέργεια χαρακτηρίζεται από χαμηλές εισροές, λόγω της φυσικής ανθεκτικότητας του φυτού, η συστηματική φροντίδα του είναι καθοριστικής σημασίας για την επίτευξη υψηλών εμπορικών αποδόσεων και ποιοτικών καρπών. Στην παραγωγή επιτραπέζιων ελιών, ορισμένες καλλιεργητικές πρακτικές έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα, όπως το κλάδεμα, η λίπανση, η άρδευση, η φυτοπροστασία και η συγκομιδή. Η ορθή εφαρμογή αυτών θα συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της παραγωγικότητας, της εμπορευσιμότητας και της βιωσιμότητας της καλλιέργειας, ενισχύοντας παράλληλα την ανταγωνιστικότητα του προϊόντος στην

αγορά.

1.2.4.1 Κλάδεμα

Το κλάδεμα είναι μια μέθοδος η οποία αποσκοπεί στη διαμόρφωση της κόμης, τη βελτίωση της φωτεινής διείσδυσης, του αερισμού του δέντρου και στη βελτίωση της βλάστησης τους. Στα ελαιόδεντρα, το κλάδεμα είναι σημαντικό για τη διαχείριση της εναλλασσόμενης καρποφορίας, η οποία συμβαίνει όταν μια χρονιά υψηλής παραγωγικότητας ακολουθείται από χρονιά χαμηλής παραγωγικότητας λόγω της εξάντλησης των θρεπτικών στοιχείων (Nervosities et al., 2023).

Το κλάδεμα γίνεται συνήθως χειρωνακτικά μία φορά το χρόνο και συνήθως γίνεται κατά τη διάρκεια ή λίγο μετά τη συγκομιδή της ελιάς, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις εφαρμόζεται και πριν ή κατά την εμφάνιση των ανθοφόρων οφθαλμών την άνοιξη. Στόχος είναι να απαλλαγούμε από τα νεκρά τμήματα των δέντρων, να αραιώσουμε την υπερβολική κόμη και επίσης να δώσουμε δύναμη στους βλαστούς για παραγωγή καρπών. Στην ελιά Χαλκιδικής η οποία έχει μεγάλους καρπούς, το έντονο και αργοπορημένο κλάδεμα θα προκαλέσει στρες και θα μειώσει την ανάπτυξη των ανθών την επόμενη χρονιά.

1.2.4.2 Λίπανση

Η λίπανση, μέσω της παροχής των απαραίτητων μικροστοιχείων και μικροστοιχείων συμβάλλει καθοριστικά στην αύξηση της παραγωγικότητας των ελαιόδεντρων. Τα βασικά θρεπτικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν: άζωτο (N) το οποίο προάγει την ανάπτυξη των βλαστών και των φύλλων, φώσφορο (P) που ενισχύει την αύξηση του ριζικού συστήματος και της ανθοφορίας, και κάλιο (K) το οποίο βελτιώνει το γέμισμα των καρπών και την αντοχή των δέντρων στο στρες. Η ανεπάρκεια οποιουδήποτε από αυτά τα βασικά συστατικά μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της παραγωγής και της περιεκτικότητας σε ελαιόλαδο, ενώ η υπερβολική χρήση μπορεί να προκαλέσει έκπλυση θρεπτικών συστατικών και περιβαλλοντική υποβάθμιση και αυξημένο κόστος εισροών.

Παλαιότερα, η εφαρμογή λιπασμάτων στους ελληνικούς ελαιώνες γινόταν συχνά με μη επιλεκτικό τρόπο, χωρίς προηγούμενη ανάλυση των εδαφικών συνθηκών ή των θρεπτικών αναγκών των φυτών. Η εφαρμογή γινόταν σύμφωνα με τον γενικό

κανόνα καθοριζόμενος από το ετήσιο ημερολόγιο και τις ενδεικτικές δόσεις και όχι σύμφωνα με τις πραγματικές απαιτήσεις των ελαιόδεντρων. Αυτή η μέθοδος λίπανσης δεν λάμβανε υπόψιν την ετερογένεια των εδαφών, της απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων, ή τις εποχικές διακυμάνσεις στη ζήτηση θρεπτικών στοιχείων. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για την εφαρμογή μεθόδων γεωργίας ακριβείας, με στόχο τη βελτιστοποίηση της λίπανσης μέσω στοχευμένης και προσαρμοσμένης παροχής θρεπτικών στοιχείων.

Τα συστήματα μεταβλητής λίπανσης κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος στην Χαλκιδική. Αυτά τα συστήματα βασίζονται:

α) σε χωρικά δεδομένα από δορυφορικές εικόνες μέσω απεικόνισης του NDVI ,

β) στην ανάλυση εδαφικών δειγμάτων και τη φυλλοδιαγνωστική.

Επίσης τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται και υδρολίπανση μέσω στάγδην άρδευσης σε αρδευομένους ελαιώνες.

1.2.4.3 Άρδευση

Στην σύγχρονη εποχή μια από τις πιο σημαντικές εισροές στην ελαιοκαλλιέργεια είναι η άρδευση λόγω της αυξανόμενης έλλειψης νερού σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Αν και τα ελαιόδεντρα είναι σχεδιασμένα από την φύση τους να αντέχουν σε άνυδρα περιβάλλοντα, η παροχή νερού σε ευαίσθητα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης έχει άμεσο αντίκτυπο στη συγκομιδή, όχι μόνο όσον αφορά την ποσότητα των καρπών αλλά και το μέγεθος, την ποσότητα του λαδιού και την ανθεκτικότητα σε ασθένειες.

Παραδοσιακά, η πλειονότητα των ελαιόδεντρων στη Χαλκιδική στηριζόταν αποκλειστικά στις βροχοπτώσεις για την υγρασία του εδάφους. Ωστόσο, οι πρόσφατες μεταβολές στα πρότυπα βροχοπτώσεων, όπως παρατεταμένα ξηρά καλοκαίρια και ακανόνιστες βροχοπτώσεις την άνοιξη, έχουν καταστήσει αναγκαία την αλλαγή προς πρόσθετα συστήματα άρδευσης, ιδιαίτερα στις ζώνες παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς.

Στις σύγχρονες καλλιέργειες σήμερα, η στάγδην άρδευση έχει πρωτεύοντα ρολό, καθώς παρέχει το νερό απευθείας στη ζώνη των ριζών, μειώνοντας τις απώλειες μέσω εξάτμισης και προσφέροντας ακρίβεια τόσο στη χρονική στιγμή όσο και στην

ποσότητα άρδευσης. Τα συστήματα στάγδην μπορούν να συνδυαστούν με αισθητήρες υγρασίας εδάφους, επιτρέποντας την εφαρμογή άρδευσης ακριβείας σε πραγματικό χρόνο, προσαρμοσμένη στις πραγματικές ανάγκες των φυτών.

Οι Nervosities et al. (2023) παρατήρησαν ότι η άρδευση ακριβείας, δηλαδή η άρδευση ελεγχόμενη από αισθητήρες με ανατροφοδότηση, επέτρεψε στις ελαιοκαλλιέργειες της Χαλκιδικής να μειώσουν τη συνολική κατανάλωση νερού έως και κατά 25%, χωρίς να μειωθούν οι αποδόσεις. Παράλληλα, παρατηρήθηκε βελτίωση στην ομοιομορφία των καρπών, μείωση των ασθενειών που σχετίζονταν με την υπερβολική υγρασία, όπως η σήψη των ριζών, και βελτιστοποίηση του χρόνου συγκομιδής.

Τα κρίσιμα φαινολογικά στάδια της ελιάς που θεωρείται απαραίτητη η άρδευση είναι:

1. Το στάδιο της διαφοροποίηση των οφθαλμών
2. Το στάδιο από την ανθοφορία μέχρι την καρπόδεση (περίοδος Μαρτίου – Μαΐου),
3. Το στάδιο κατά την περίοδο της ταχείας αύξησης του καρπού, περίπου 20 ημέρες μετά το δέσιμο του καρπού (χρονικό διάστημα Ιουνίου) και
4. Το στάδιο κατά την περίοδο που ακολουθεί της περιόδου σκλήρυνσης του πυρήνα (περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου).

Η υπερβολική άρδευση κατά τις παραπάνω φάσεις μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση σακχάρων, να επηρεάσει τη σκληρότητα των καρπών και να ευνοήσει την εμφάνιση μυκητολογικών ασθενειών. Συνεπώς, η άρδευση ακριβείας προσφέρει διπλό όφελος: περιορίζει την κατανάλωση νερού και διατηρεί την ποιότητα των καρπών, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για την εμπορευσιμότητα των επιτραπέζιων ελιών.

1.2.4.4 Συγκομιδή

Η περίοδος συγκομιδής αποτελεί την πιο απαιτητική φάση της ελαιοπαραγωγής και την κυριότερη εισροή στην παραγωγή, ιδιαίτερα για τις επιτραπέζιες ελιές. Η ποικιλία της πράσινης ελιάς Χαλκιδικής, πρέπει να συγκομίζεται με μεγάλη προσοχή, προκειμένου να διατηρηθεί η ακεραιότητα του καρπού και να αποφευχθεί η δημιουργία μωλώπων. Αυτή η ποικιλία είναι παγκοσμίως γνωστή για το μεγάλο μέγεθος των καρπών της και την ήπια γεύση της. Κατά την περίοδο της συγκομιδής ακόμη και μικρές επιφανειακές εκδορές οδηγούν σε ζύμωση κατά τη

διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας ή σε απόρριψη από τους εμπόρους κατά την αγορά. Έτσι η χειρωνακτική συλλογή θεωρείται αναγκαία για παραγωγή ελιών υψηλής ποιότητας.

Στη Χαλκιδική, η συγκομιδή πραγματοποιείται συνήθως μεταξύ τέλους Σεπτεμβρίου και αρχών Νοεμβρίου, με μικρές διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες καθώς και τη φαινολογία των δέντρων. Οι ελιές συλλέγονται όταν είναι ακόμα πράσινες αλλά φυσιολογικά ώριμες, μια περίοδος που απαιτεί συγκεκριμένο χρόνο για να εξισορροπηθεί το μέγεθος, η σφριγηλότητα και η περιεκτικότητα σε υγρασία στο εσωτερικό της ελιάς. Η παραδοσιακή μέθοδος περιλαμβάνει εργάτες που είτε στέκονται κάτω από τα δέντρα είτε ανεβαίνουν με την χρήση σκάλας και μαζεύουν τις ελιές απευθείας σε καλάθια ή χρησιμοποιώντας χτένια ρίχνουν τους καρπούς από τα δέντρα πάνω σε υφάσματα τα οποία τοποθετούνται στη βάση των δέντρων. Αν και αυτή η μέθοδος έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη ποιότητα καρπών, η διαδικασία είναι ιδιαίτερα επίπονη και χρονοβόρα και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εποχιακούς εργάτες, οι οποίοι τα τελευταία χρόνια γίνονται όλο και πιο περιορισμένοι και ακριβοί (Prodromou et al., 2016).

Για την αντιμετώπιση των περιορισμών στη χειρωνακτική συγκομιδή, ορισμένοι καλλιεργητές έχουν υιοθετήσει ημι-μηχανικά βοηθήματα, όπως χειροκίνητες τσουγκράνες ή χτένια με μπαταρία. Τέτοια εργαλεία επιταχύνουν τη διαδικασία, χωρίς να προκαλούν τους μώλωπες που προκαλούν οι πλήρως μηχανικοί συλλέκτες κουνώντας το δέντρο ή τον κορμό για να απελευθερώσουν τους καρπούς. Παρά τα πλεονεκτήματα αυτά, η πλήρης μηχανοποίηση έχει περιοριστεί μέχρι στιγμής σε ορισμένες μόνο περιοχές της Χαλκιδικής γεγονός που μπορεί να αποδοθεί σε μεγάλο βαθμό στην τοπογραφία της περιοχής και στα φυσικά χαρακτηριστικά της ίδιας της ποικιλίας ελιάς της Χαλκιδικής. Σε αντίθεση με τις μικρότερες, πλούσιες σε λάδι ποικιλίες όπως η Κορωνέικη, το μεγάλο μέγεθος καρπού και οι υψηλές απαιτήσεις της αγοράς όσον αφορά την ποιότητα της ελιάς Χαλκιδικής επιβάλλουν εξαιρετικά προσεκτική διαχείριση στο χωράφι και πρακτικές μετασυλλεκτικής επεξεργασίας, που εξακολουθούν να απαιτούν χειρωνακτική συλλογή και επιλογή των καρπών.

Ορισμένοι παραγωγοί εφαρμόζουν προ-συγκομιδικές τεχνικές για να διευκολύνουν την αφαίρεση των καρπών. Μία από αυτές περιλαμβάνει τον ψεκασμό των ελιών με κάλιο, ο οποίος μαλακώνει τον μίσχο του καρπού, μειώνοντας την απαιτούμενη δύναμη

κατά τη συλλογή. Όσον αφορά την επεξεργασία μετά τη συγκομιδή, οι ελιές μεταφέρονται σε ρηχά δοχεία για να αποφευχθεί η συμπίεσή τους και στη συνέχεια υποβάλλονται σε επεξεργασία το συντομότερο δυνατό ή αποθηκεύονται σε δεξαμενές άλμης υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Η γεωργία ακριβείας, που συνήθως αναφέρεται ως έξυπνη γεωργία, είναι ένας ταχέως αναπτυσσόμενος τομέας που συνδυάζει τεχνολογίες πληροφοριών, ανάλυση δεδομένων και αυτοματοποιημένα συστήματα για να περιορίσει τις γεωργικές εισροές και να βελτιστοποιήσει την παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Οι πρώτες εφαρμογές της γεωργίας ακριβείας επικεντρώθηκαν σε καλλιέργειες υψηλών εισροών, όπως το καλαμπόκι και στο σιτάρι, ωστόσο η τεχνολογία αυτή έχει ήδη επεκταθεί και στην ελαιοκαλλιέργεια, όπου η χωρική μεταβλητότητα του εδάφους, οι μικροκλιματικές συνθήκες και η αντιδράσεις της καλλιέργειας αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για τη διασφάλιση της παραγωγικότητας και της βιωσιμότητας της (Roma, 2022).

Η θεμελιώδης αρχή της γεωργίας ακριβείας είναι η εφαρμογή των λιπασμάτων, νερού και φυτοφαρμάκων, στη σωστή ποσότητα, τη σωστή στιγμή και στο κατάλληλο χώρο. Πρόκειται για σχεδιασμό με χωρικά και χρονικά δεδομένα, έτσι ώστε οι αποφάσεις να μπορούν να λαμβάνονται σε επίπεδο αγροτεμαχίου ή ακόμα και σε επίπεδο μεμονωμένου δέντρου. Παραδείγματα εφαρμογών περιλαμβάνουν τη λίπανση ανά ζώνη, τον προγραμματισμό άρδευσης και την προγνωστική διαχείριση παρασίτων, αξιοποιώντας καινοτόμες τεχνολογίες όπως τα συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS), η τηλεπισκόπησης και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) .

Στην Ελλάδα, και ειδικότερα στη Χαλκιδική, η γεωργία ακριβείας δεν αποτελεί πλέον προαιρετική καινοτομία, αλλά αναγκαία πρακτική. Οι μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες, η αυξανόμενη συχνότητα ακραίων φαινομένων, οι περιορισμοί στο εργατικό δυναμικό και οι πιέσεις της αγοράς αναμένεται να οδηγήσουν τους παραγωγούς στη χρήση ψηφιακών εργαλείων για τη διατήρηση των αποδόσεων και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Με την καθοδήγηση πιλοτικών έργων σε εθνικό επίπεδο, δραστηριοτήτων που υποστηρίζονται από την ΕΕ και συστημάτων, όπως το *gaiasense*, παρατηρείται ανασχεδιασμός της ελαιοκαλλιέργειας ακόμη και σε μικρές και μεσαίες εκμεταλλεύσεις (Navrozidis et al., 2023).

2.1.1 Πλεονεκτήματα της Γεωργίας Ακριβείας

Η εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας στην γεωργία προσφέρει σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Επιστημονικά, η γεωργία ακριβείας επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση της ενδοχωρικής μεταβλητότητας των αγρών, μειώνοντας την υπερβολική χρήση εισροών όπως νερού, θρεπτικών στοιχείων και φυτοφαρμάκων. Η πρακτική αυτή αυξάνει τη σταθερότητα και την ποιότητα της παραγωγής, διατηρώντας ταυτόχρονα την υγεία των καλλιεργειών και στην προκειμένη περίπτωση των ελαιώνων και παρατείνοντας την παραγωγικότητά τους (Roma, 2023).

Η βελτιστοποίηση των εισροών αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα οφέλη της γεωργίας ακριβείας στην ελαιοκαλλιέργεια. Στην Ελλάδα, οι παραδοσιακές πρακτικές λίπανσης και άρδευσης εφαρμόζονται γενικά, ανεξαρτήτως της εδαφικής υγρασίας, της διαθεσιμότητας θρεπτικών και του φαινολογικού σταδίου των δέντρων. Η μεθοδολογία που υποκαθιστά αυτή τη γενική διαχείριση είναι η διαχείριση ανά ζώνη βασισμένη σε δεδομένα, επιτρέποντας την καλύτερη διαχείριση των εισροών. Για παράδειγμα, διαφοροποιημένη λίπανση με βάση αναλύσεις φύλλων ή εδάφους, οδηγώντας σε μείωση χρήσης λιπασμάτων κατά 20–30% και βελτίωση της οικονομικής αποδοτικότητας και βιωσιμότητας (Roma, 2022).

Η διαχείριση νερού αποτελεί επίσης κρίσιμο τομέα εφαρμογής. Στα μεσογειακά κλίματα, με αυξανόμενη συχνότητα φαινομένων ξηρασίας, η ακριβής και χρονικά στοχευμένη άρδευση είναι ζωτικής σημασίας. Η χρήση αισθητήρων υγρασίας εδάφους, θερμικών καμερών και μοντέλων εξατμισοδιαπνοής επιτρέπει στο παραγωγό να αρδεύει μόνο εκείνες τις περιοχές όπου υπάρχει ανάγκη, μειώνοντας τη σπατάλη νερού και τον κίνδυνο ασθενειών από υπερβολική υγρασία. Πιλοτικές εφαρμογές στη Χαλκιδική έδειξαν μείωση έως 25% στη χρήση νερού χωρίς απώλεια παραγωγής ή ποιότητας καρπών (Navrozidis et al., 2023).

Εκτός από την εξοικονόμηση πόρων, η γεωργία ακριβείας έχει επίσης θετικό αντίκτυπο στην προστασία του περιβάλλοντος. Η μείωση της υπερβολικής χρήσης εισροών

μειώνει τις πιθανότητες εισαγωγής νιτρικών στα υπόγεια ύδατα, μειώνει την ποσότητα χημικών υπολειμμάτων στα φρούτα και βοηθά στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας στους ελαιώνες. Οι στρατηγικές φυτοπροστασίας που βασίζονται σε προβλέψεις μπορούν να μειώσουν τις εφαρμογές φυτοφαρμάκων έως και κατά το ένα τρίτο, διατηρώντας ταυτόχρονα έναν υγιή πληθυσμό ωφέλιμων εντόμων και περιορίζοντας την ανάπτυξη αντοχής σε είδη παρασίτων (Roma, 2023).

Η συγκέντρωση αξιόπιστων και ακριβών δεδομένων μέσω τηλεπισκόπησης, δορυφορικών εικόνων και GIS ενισχύει τη λήψη αποφάσεων. Οι πληροφορίες αυτές, σε συνδυασμό με εφαρμογές κινητών και cloud dashboards, υποστηρίζουν τη συνεργατική διαχείριση, την ιχνηλασιμότητα και την προβλεψιμότητα της παραγωγής, βελτιώνοντας την ανθεκτικότητα της ελαιοκαλλιέργειας και μειώνοντας την εξάρτηση από εντατικές διαδικασίες χειρωνακτικής εργασίας, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της Πράσινης Συμφωνίας και της Στρατηγική «Από το Αγρόκτημα στο Πιάτο».

2.1.2 Τεχνολογίες Ακριβούς Γεωργίας στην Καλλιέργεια της Ελιάς

Η γεωργία ακριβείας στην ελαιοκαλλιέργεια βασίζεται στην ενσωμάτωση τεχνολογιών παρακολούθησης, ανάλυσης και ελέγχου, οι οποίες προσαρμόζονται στις ιδιαιτερότητες των δενδρωδών καλλιεργειών, όπως η χωρική ετερογένεια του εδάφους, η πολυετής βιολογική συμπεριφορά των δέντρων και η έντονη φαινολογική διαφοροποίηση. Αν και πολλές από τις τεχνολογίες αυτές αναπτύχθηκαν αρχικά για εκτεταμένες αροτραίες καλλιέργειες, έχουν πλέον προσαρμοστεί στις ανάγκες των δενδρωδών ειδών, τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα. Ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση των βασικών τεχνολογικών εφαρμογών στους τομείς της άρδευσης και της λίπανσης στην ελαιοκαλλιέργεια.

2.1.2.1 Τεχνολογίες Άρδευσης

Η λειψυδρία αποτελεί διαχρονική πρόκληση στη μεσογειακή γεωργία. Παρότι η ελιά είναι είδος με υψηλή αντοχή στην ξηρασία, η επάρκεια εδαφικής υγρασίας στα κρίσιμα φαινολογικά στάδια (άνθηση, καρπόδεση, αύξηση καρπού) είναι καθοριστική για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης και της ποιότητας. Οι συμβατικές πρακτικές άρδευσης, βασισμένες σε ημερολογιακό προγραμματισμό ή σε οπτική εκτίμηση,

συχνά οδηγούν είτε σε υπεράρδευση είτε σε υδατικό στρες, με συνέπειες στη φυτοϋγεία και στην παραγωγικότητα.

Η στάγδην και ιδιαίτερα η υπόγεια μικροστάγδην άρδευση αποτελούν τις πλέον κυρίαρχες πρακτικές σε σύγχρονους ελαιώνες, καθώς επιτρέπουν ακριβή έλεγχο της παροχής νερού στη ριζόσφαιρα. Τα συστήματα αυτά διασυνδέονται με αισθητήρες εδαφικής υγρασίας (π.χ. тенσιόμετρα, αισθητήρες χωρητικότητας), μετεωρολογικούς σταθμούς και μοντέλα υπολογισμού εξατμισοδιαπνοής, καθιστώντας δυνατή τη δυναμική προσαρμογή της άρδευσης σε πραγματικό χρόνο.

Ψηφιακές πλατφόρμες, όπως το *gaiasense*, συνδυάζουν επιτόπιες μετρήσεις, δορυφορικά δεδομένα και αλγοριθμικά μοντέλα πρόγνωσης, παρέχοντας συστάσεις για τον βέλτιστο χρόνο και την ποσότητα άρδευσης. Σε εφαρμογές στη ελαιοκαλλιέργεια, έχει καταγραφεί μείωση της κατανάλωσης νερού έως 25%, χωρίς υποβάθμιση της απόδοσης ή της ποιότητας των καρπών, ενώ παρατηρήθηκε και περιορισμός των ασθενειών που σχετίζονται με υπερβολική εδαφική υγρασία (Navrozidis et al., 2023).

Παράλληλα, η αξιοποίηση μη επανδρωμένων αεροσκαφών (UAVs) και δορυφορικών δεδομένων, όπως εκείνων του προγράμματος Sentinel-2, επιτρέπει την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της ζωτικότητας της κόμης. Η ανίχνευση θερμικών ανωμαλιών ή διαφοροποιήσεων στους δείκτες βλάστησης μπορεί να λειτουργήσει ως πρώιμος δείκτης υδατικού στρες. Τα δεδομένα αυτά, σε συνδυασμό με αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου, καθιστούν εφικτή την εφαρμογή άρδευσης μεταβλητού ρυθμού ακόμη και εντός του ίδιου αγροτεμαχίου.

2.1.2.2 Τεχνολογίες Λίπανσης

Η εφαρμογή λίπανσης μεταβλητού ρυθμού (Variable Rate Application – VRA) στην ελαιοκαλλιέργεια βασίζεται στη χωρική προσαρμογή της χορήγησης θρεπτικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη τη διαφοροποίηση της εδαφικής γονιμότητας, της οργανικής ουσίας, του pH και της μηχανικής σύστασης. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη στην Ελλάδα, όπου πολλοί ελαιώνες εγκαθίστανται σε έντονα ετερογενή εδάφη.

Δείκτες βλάστησης, όπως ο NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), που προκύπτουν από δορυφορικές εικόνες ή λήψεις UAVs, χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ζωτικότητας των φυτών και τον εντοπισμό πιθανών θρεπτικών

ελλείψεων. Τα δεδομένα αυτά συνδυάζονται με χαρτογραφικά δεδομένα Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και αναλύσεις εδάφους ή φυλλοδιαγνωστικής, ώστε να παραχθούν «συνταγές λίπανσης» ανά ζώνη διαχείρισης. Η εφαρμογή τους υλοποιείται μέσω έξυπνων διανομέων λιπασμάτων ή συστημάτων υδρολίπανσης με δυνατότητα ελέγχου παροχής.

Ευρωπαϊκές πιλοτικές εφαρμογές δείχνουν μείωση εφαρμογής αζώτου έως 30%, διατηρώντας ισορροπία φυλλικής επιφάνειας προς φορτίο καρπών, κρίσιμο παράγοντα για σταθερότητα παραγωγής (Sadri & Eslami-Patil, 2022). Η υδρολίπανση (fertigation), επιτρέπει την ταυτόχρονη και ελεγχόμενη παροχή νερού και θρεπτικών στοιχείων, με δυναμική προσαρμογή στις πραγματικές ανάγκες των δέντρων, περιορίζοντας τις απώλειες θρεπτικών στοιχείων και βελτιώνοντας την αποδοτικότητα χρήσης λιπασμάτων.

2.1.2.3 Τεχνολογίες Φυτοπροστασίας

Η διαχείριση παρασίτων και ασθενειών στην ελαιοκαλλιέργεια παραμένει σε μεγάλο βαθμό αντιδραστική, με την εφαρμογή χημικών ψεκασμών σε τακτά χρονικά διαστήματα ή κατόπιν οπτικής παρατήρησης συμπτωμάτων. Η στρατηγική αυτή συχνά αποδεικνύεται αναποτελεσματική, καθώς οδηγεί σε υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων, επιταχύνει την ανάπτυξη ανθεκτικότητας των παθογόνων και επιβαρύνει το περιβάλλον.

Η σύγχρονη προσέγγιση βασίζεται στις αρχές της γεωργίας ακριβείας και στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση Εχθρών (IPM), αξιοποιώντας συστήματα παρακολούθησης και πρόβλεψης. Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν παγίδες πεδίου, μετεωρολογικούς σταθμούς και προγνωστικά μοντέλα ασθενειών, τα οποία επιτρέπουν την έγκαιρη εκτίμηση του κινδύνου εμφάνισης προσβολών.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*), του σημαντικότερου εχθρού της ελαιοκαλλιέργειας στη Μεσόγειο. Οι φερομονικές παγίδες, ενσωματωμένες με αισθητήρες IoT, μεταδίδουν σε πραγματικό χρόνο τον αριθμό συλλήψεων. Τα δεδομένα αυτά συνδυάζονται με πληροφορίες για τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία, επιτρέποντας τον ακριβή προσδιορισμό του επιπέδου κινδύνου και τον χρονισμό των παρεμβάσεων. Το σύστημα *gaiasense* εφαρμόζει αυτή τη λογική, μειώνοντας τη χρήση φυτοφαρμάκων κατά 25–30% χωρίς απώλεια ωφέλιμων εντόμων ή ποιότητας παραγωγής (Navrozidis 22

et al., 2023).

Παράλληλα, η ανάλυση εικόνας με χρήση τεχνητής νοημοσύνης προσφέρει νέες δυνατότητες έγκαιρης διάγνωσης μυκητολογικών ασθενειών, όπως το κυκλοκόνιο (*Spilocaea oleagina*) και η καπνιά. Πολυφασματικές κάμερες, εγκατεστημένες σε drones, μπορούν να ανιχνεύσουν πρώιμες φυσιολογικές μεταβολές στα φύλλα πριν την ορατή εκδήλωση των συμπτωμάτων. Μέσω αλγορίθμων μηχανικής μάθησης εντοπίζονται «θερμά σημεία» προσβολής, επιτρέποντας στοχευμένες και τοπικές παρεμβάσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ

3.1 Περιοχή Μελέτης

Η Περιφερειακή Ενότητα Χαλκιδικής εντάσσεται διοικητικά στην Κεντρική Μακεδονία, στη βόρεια Ελλάδα, και χαρακτηρίζεται από έντονη γεωμορφολογική και κλιματική ποικιλομορφία. Η γεωγραφική της διαμόρφωση περιλαμβάνει τρεις κύριες χερσονήσους - την Κασσάνδρα, την Σιθωνία και το Άγιο Όρος - οι οποίες εκτείνονται στο Αιγαίο Πέλαγος και διαμορφώνουν εκτεταμένη παράκτια ζώνη με έντονη θαλάσσια επίδραση στο μικροκλίμα της περιοχής.

Η ελαιοκαλλιέργεια αποτελεί διαχρονικά βασικό πυλώνα της τοπικής αγροτικής οικονομίας. Το μεσογειακό κλίμα, με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους, υγρότερους χειμώνες, ευνοεί την ανάπτυξη της ελιάς, ιδίως των επιτραπέζιων ποικιλιών. Η ποικιλία της Ελιάς Χαλκιδικής παρουσιάζει υψηλή προσαρμοστικότητα στις τοπικές εδαφοκλιματικές συνθήκες, συμβάλλοντας καθοριστικά στη διαμόρφωση της αγροτικής ταυτότητας της περιοχής (Kalfas, 2023).

Το τοπογραφικό ανάγλυφο περιλαμβάνει πεδινές, λοφώδεις και ημιορεινές ζώνες, δημιουργώντας σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς το υψόμετρο, τον τύπο εδάφους και τη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Η θαλάσσια επίδραση μετριάξει τις ακραίες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στις παράκτιες περιοχές, ενώ στην ενδοχώρα παρατηρείται μεγαλύτερη θερμική μεταβλητότητα. Η συνύπαρξη αυτών των παραγόντων οδηγεί στη διαμόρφωση διακριτών μικροκλιμάτων, τα οποία επηρεάζουν το φαινολογικό κύκλο της ελιάς και καθορίζουν κρίσιμες διαχειριστικές αποφάσεις, όπως ο προγραμματισμός άρδευσης, η στρατηγική λίπανσης και η φυτοπροστασία.

Τα τελευταία έτη, καταγράφεται αυξανόμενη κλιματική αστάθεια, με συχνότερα επεισόδια καύσωνα και μεταβολές στο ύψος και τη χρονική κατανομή των φθινοπωρινών βροχοπτώσεων, γεγονός που ενισχύει την ανάγκη υιοθέτησης κλιματικά προσαρμοσμένων καλλιεργητικών πρακτικών και τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας (Navrozidis et al., 2023).

Το αγροοικονομικό πρότυπο της περιοχής χαρακτηρίζεται κυρίως από μικρού και μεσαίου μεγέθους οικογενειακές εκμεταλλεύσεις, με σημαντικό βαθμό συμμετοχής

σε συνεταιριστικά σχήματα. Παραδοσιακά, η διαχείριση των εκμεταλλεύσεων βασιζόταν σε εμπειρική γνώση και σε πρακτικές που μεταβιβαζόταν μεταξύ γενεών. Ωστόσο, η αυξανόμενη ανάγκη συμμόρφωσης με πρότυπα ποιότητας και ιχνηλασιμότητας για εξαγωγές, σε συνδυασμό με την ψηφιακή μετάβαση του πρωτογενούς τομέα, ενισχύει το ενδιαφέρον για υιοθέτηση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας, ιδίως στους τομείς της άρδευσης και της φυτοπροστασίας (Roma, 2022).

3.1.1 Τρέχουσα Κατάσταση στην Ελαιοκαλλιέργεια στο Νομό Χαλκιδικής

Η Χαλκιδική συγκαταλέγεται στις σημαντικότερες περιοχές παραγωγής επιτραπέζιας ελιάς στην Ελλάδα, με ιδιαίτερη εξειδίκευση στις πράσινες, πρώιμης συγκομιδής ελιές που κατευθύνονται σε διεθνείς αγορές. Η ποικιλία «Ελιά Χαλκιδικής» φέρει καθεστώς Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ), γεγονός που τεκμηριώνει τη σύνδεσή της με τη γεωγραφική περιοχή και τα ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά της. Ο καρπός είναι μεγάλου μεγέθους, σαρκώδης, με συνεκτική υφή και ήπιο γευστικό προφίλ, και προορίζεται κυρίως για επιτραπέζια κατανάλωση μέσω παραδοσιακών μεθόδων επεξεργασίας, όπως η ζύμωση ή η επεξεργασία με αλκαλικά διαλύματα.

Οι ελαιώνες της περιοχής χαρακτηρίζονται κυρίως ως ημιεντατικοί. Η συγκεκριμένη ποικιλία εμφανίζει αυξημένη ευαισθησία σε μηχανικές καταπονήσεις, καθώς οι καρποί είναι επιρρεπείς σε μωλωπισμούς κατά τη μηχανική συγκομιδή. Ως εκ τούτου, η συγκομιδή πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο χειρωνακτικά, γεγονός που αυξάνει τις ανάγκες σε εργατικό δυναμικό και συνεπάγεται υψηλότερο κόστος παραγωγής (Prodromou et al., 2016).

Η καλλιέργεια επηρεάζεται έντονα από τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες. Οι υψηλές θερινές θερμοκρασίες, οι παρατεταμένες περίοδοι ξηρασίας και οι ανωμαλίες στο υδρολογικό καθεστώς του χειμώνα επηρεάζουν κρίσιμα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας, όπως η ανθοφορία, η καρπόδεση και η ωρίμανση των καρπών. Η ορθολογική διαχείριση της άρδευσης καθίσταται συνεπώς καθοριστικής σημασίας για τη βιωσιμότητα της καλλιέργειας και την μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας των ελαιώνων. Παρά ταύτα, η επένδυση σε σύγχρονες αρδευτικές υποδομές και τεχνολογίες εξοικονόμησης ύδατος δεν είναι εφικτή για το σύνολο των παραγωγών, ιδίως για τις μικρότερες εκμεταλλεύσεις

(Kalfas, 2023).

Σε επίπεδο φυτοπροστασίας, ο σημαντικότερος εντομολογικός εχθρός παραμένει ο δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*), ο οποίος έχει ιδιαίτερη οικονομική σημασία για την επιτραπέζια ελιά, καθώς ακόμη και περιορισμένες προσβολές υποβαθμίζουν εμπορικά τον καρπό. Παράλληλα, μυκητολογικές ασθένειες όπως το κυκλοκόνιο (*Spilocaea oleagina*) και η καπνιά ευνοούνται από συνθήκες αυξημένης υγρασίας και υψηλής πυκνότητας φύτευσης.

Η παραδοσιακή στρατηγική φυτοπροστασίας, βασισμένη σε προληπτικούς ή ημερολογιακούς ψεκασμούς, έρχεται πλέον αντιμέτωπη με αυστηρότερα κανονιστικά πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αυξανόμενες απαιτήσεις των αγορών για μείωση των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων. Το πλαίσιο αυτό ενισχύει τη στροφή προς συστήματα φυτοπροστασίας βασισμένα σε προγνωστικά μοντέλα και δεδομένα πεδίου, στο πλαίσιο της γεωργίας ακριβείας και της ολοκληρωμένης διαχείρισης καλλιεργειών (Navrozidis et al., 2023).

Παρά τα διαρθρωτικά και τεχνολογικά εμπόδια, οι ελαιοπαραγωγοί της Χαλκιδικής διακρίνονται για την προσαρμοστικότητα και την επιχειρηματική τους ευελιξία. Η έντονη συνεταιριστική οργάνωση της περιοχής λειτουργεί ως καταλύτης για τη διάχυση της καινοτομίας, καθώς η πλειονότητα των παραγωγών συμμετέχει σε οργανωμένα συλλογικά σχήματα. Μέσω αυτών εξασφαλίζεται τεχνική υποστήριξη, κοινή αξιοποίηση υποδομών, πρόσβαση σε συμβουλευτικές υπηρεσίες και διευκολυνόμενη ένταξη σε εθνικά και ευρωπαϊκά χρηματοδοτικά προγράμματα.

Η εισαγωγή τεχνολογιών ψηφιακής γεωργίας συχνά πραγματοποιείται σε επίπεδο συνεταιρισμού, γεγονός που μειώνει το επενδυτικό ρίσκο για τις μικρού και μεσαίου μεγέθους εκμεταλλεύσεις, οι οποίες στερούνται επαρκούς ιδιωτικού κεφαλαίου για αυτόνομες επενδύσεις υψηλού κόστους (Roma, 2023). Το συλλογικό αυτό μοντέλο υιοθέτησης ενισχύει τις οικονομίες κλίμακας, επιτρέπει την από κοινού αξιοποίηση εξειδικευμένων γνώσεων και επιταχύνει τη διάχυση των αποτελεσμάτων των πιλοτικών εφαρμογών.

3.1.2 Εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας στην καλλιέργεια ελιάς στη Χαλκιδική

Η ενσωμάτωση της γεωργίας ακριβείας στην ελαιοκαλλιέργεια της Χαλκιδικής

συνιστά σημαντική τεχνολογική και διαχειριστική μετάβαση, με στόχο την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής μεταβλητότητας, των βιοτικών πιέσεων και του εντεινόμενου διεθνούς ανταγωνισμού.

Ενδεικτική περίπτωση αποτελεί η εφαρμογή της πλατφόρμας ευφυούς γεωργίας *gaïasense* σε επιλεγμένους ελαιώνες της περιοχής. Η πλατφόρμα ενσωματώνει δεδομένα από μετεωρολογικούς σταθμούς, αισθητήρες εδαφικής υγρασίας, τηλεπισκοπικές εικόνες και εφαρμογές κινητών συσκευών, παρέχοντας εξατομικευμένες αγρονομικές συστάσεις σε πραγματικό χρόνο. Οι παρεμβάσεις αφορούν τον βέλτιστο χρονισμό και τη δοσολογία άρδευσης, λίπανσης και φυτοπροστασίας, λαμβάνοντας υπόψη το φαινολογικό στάδιο της καλλιέργειας και τις ειδικές συνθήκες του αγροτεμαχίου. Σύμφωνα με τους Navrozidis et al. (2023), οι εκμεταλλεύσεις που υιοθέτησαν τις συστάσεις της πλατφόρμας παρουσίασαν βελτιωμένη ομοιομορφία καρπών, μείωση εισροών και αυξημένη αποτελεσματικότητα στον έλεγχο εχθρών και ασθενειών.

Κεντρικό πλεονέκτημα της γεωργίας ακριβείας είναι η χαρτογράφηση της ενδοχωρικής διακύμανσης εντός του αγροτεμαχίου. Μέσω δεικτών βλάστησης, όπως ο NDVI, που προκύπτουν από δορυφορικές ή εναέριας λήψεις (drones), καθίσταται εφικτός ο εντοπισμός ζωνών μειωμένης ζωτικότητας ή αυξημένης καταπόνησης. Στην ετερογενή ενδοχώρα της Χαλκιδικής, όπου παρατηρούνται διαφοροποιήσεις ως προς τη σύσταση και τη γονιμότητα των εδαφών, η στοχευμένη διαχείριση (π.χ. μεταβλητή λίπανση, επιλεκτικό κλάδεμα) υπερτερεί σαφώς της ομοιόμορφης πρακτικής εφαρμογής (Roma, 2022).

Παράλληλα, οι τεχνολογίες αυτές συμβάλλουν στη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας και της τεκμηρίωσης των καλλιεργητικών πρακτικών, στοιχείο κρίσιμο για προϊόντα με καθεστώς ΠΟΠ, όπως η Ελιά Χαλκιδικής. Ψηφιακά ημερολόγια αγρού, διασυνδεδεμένα με συστήματα ευφυούς γεωργίας, επιτρέπουν την καταγραφή των εισροών, των μικροκλιματικών δεδομένων και των αποδόσεων, διευκολύνοντας τη συμμόρφωση με το κανονιστικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των αγορών ως προς τη βιωσιμότητα της παραγωγής.

Στον τομέα της φυτοπροστασίας, ολοένα και περισσότερο αναπτύσσονται προγνωστικά μοντέλα που βασίζονται σε παραμέτρους όπως η σχετική υγρασία, η διάρκεια διύγρανσης των φύλλων και η θερμοκρασία, με στόχο την πρόβλεψη

ασθενειών όπως το κυκλοκόνιο (*Spilocaea oleagina*). Επιπλέον, η παρακολούθηση του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*) μέσω φερομονικών παγίδων συνδεδεμένων με ψηφιακές πλατφόρμες επιτρέπει την απομακρυσμένη και σε πραγματικό χρόνο παρακολούθηση και αξιολόγηση των πληθυσμιακών δυναμικών. Οι πρακτικές αυτές συνάδουν με τις αρχές της ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας (IPM), μειώνοντας την εξάρτηση από προληπτικούς ψεκασμούς και περιορίζοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα (Navrozidis et al., 2023).

Αν και η πλήρης αυτοματοποίηση και η ρομποτική συγκομιδή δεν έχουν ακόμη εφαρμοστεί στην ελαιοκαλλιέργεια και ειδικότερα στις επιτραπέζιες ποικιλίες όπως η ελιά Χαλκιδικής, κυρίως λόγω των ιδιοτεροτήτων της ποικιλίας και της ευαισθησίας του καρπού σε μηχανικές καταπονήσεις, παρατηρείται αυξανόμενος πειραματισμός με ημιμηχανικά βοηθήματα συγκομιδής και συστήματα βελτιστοποίησης της διαχείρισης της κόμης. Οι καινοτομίες αυτές, σε συνδυασμό με τον ψηφιακό προγραμματισμό εργασιών, συμβάλλουν στη μερική αντιμετώπιση της μείωσης του απαιτούμενου εργατικού δυναμικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΡΕΥΝΑ - ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

4.1 Μεθοδολογία έρευνας

Η έρευνα διεξάγεται στο πλαίσιο μελέτης που αφορά τις σύγχρονες πρακτικές άρδευσης ακριβείας στην καλλιέργεια ελιάς Χαλκιδικής. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν η δημιουργία κατάλληλου ερωτηματολογίου (Παράρτημα εργασίας). Ειδικότερα, συντάχθηκε ερωτηματολόγιο τριών (3) σελίδων, όπου στην πρώτη σελίδα αναφέρεται ο τίτλος της έρευνας *«Ερωτηματολόγιο για τις σύγχρονες πρακτικές άρδευσης ακριβείας στην καλλιέργεια ελιάς Χαλκιδικής»* και στη συνέχεια ακολουθούσε ένα σύντομο μήνυμα προς τους ελαιοπαραγωγούς προκειμένου να τους ενημερώσει για την εμπιστευτικότητα της συγκεκριμένης έρευνας, παρέχοντάς τους χρήσιμες οδηγίες για την ορθή συμπλήρωσή του. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 27 ερωτήσεις στα αναλύεται στα ακόλουθα τέσσερα (4) πεδία:

Το πρώτο πεδίο περιλαμβάνει στοιχεία που αφορούν με το προφίλ του παράγωγου όπως ο χώρος εργασίας, η ηλικία, το κύριο επάγγελμα του παραγωγού, οι δραστηριότητες, η εξειδίκευση στην παράγωγή ελαιόλαδου, η συμμετοχή σε κλαδικές ενώσεις κ.α.

Το δεύτερο πεδίο αφορά την αποτύπωση υφιστάμενης κατάστασης σε σχέση με τις πρακτικές άρδευσης στην περιοχή διεξαγωγής της έρευνας.

Το τρίτο πεδίο σχετίζεται με τη χρήση εξοπλισμού και εφαρμογών ΓΑ για άρδευση και λίπανση στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις του ερωτηθέντος.

Το τέταρτο πεδίο αφορά στην κατανόηση του ερωτηματολογίου από τους συμμετέχοντες καθώς και τον βαθμό δυσκολίας συμπλήρωσής του.

Στο σύνολό τους οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν ελαιοπαραγωγοί, με διαφοροποιήσεις ως προς την ηλικία και το μορφωτικό τους επίπεδο. Επισημαίνεται ότι οι παραγωγοί προέρχονταν από διάφορες περιοχές της Χαλκιδικής και τις ευρύτερης περιοχής.

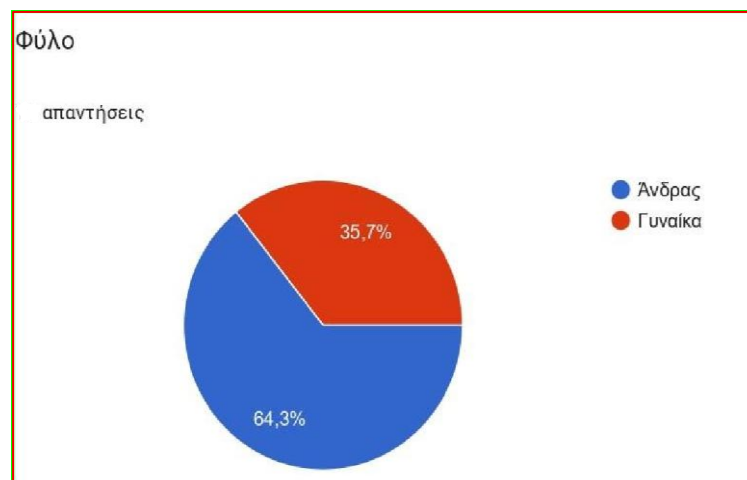
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1 Αποτελέσματα – Συζήτηση

Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε και διανεμήθηκε μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας Google Forms. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 39 άτομα. Οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν υποβλήθηκαν σε επεξεργασία και ανάλυση, ενώ τα αποτελέσματα αποτυπώθηκαν σε γραφήματα, με στόχο την σαφέστερη οπτικοποίηση και κατανόηση των δεδομένων. Τα γραφήματα αυτά παρουσιάζονται και αναλύονται αναλυτικά στην ενότητα που ακολουθεί.

5.1.1 Προσωπικά στοιχεία

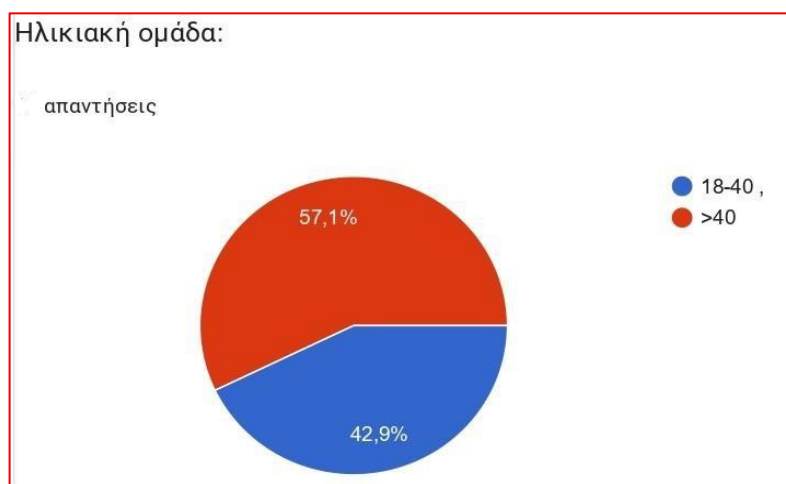
Αναφορικά με τη δημογραφική σύσταση του δείγματος ως προς το φύλο (Εικ. 1), παρατηρείται μια υπεροχή του ανδρικού φύλου. Συγκεκριμένα, επί συνόλου 39 συμμετεχόντων, οι άνδρες αποτελούν την πλειοψηφία με ποσοστό 64,3% (25 άτομα), ενώ οι γυναίκες αντιπροσωπεύουν το 35,7% (14 άτομα). Η κατανομή αυτή υποδηλώνει μεγαλύτερη συμμετοχή του ανδρικού πληθυσμού στην ελαιοκαλλιέργεια στην περιοχή της Χαλκιδικής.



Εικόνα 1: Αποτύπωση φύλλου των συμμετεχόντων παραγωγών στην έρευνα.

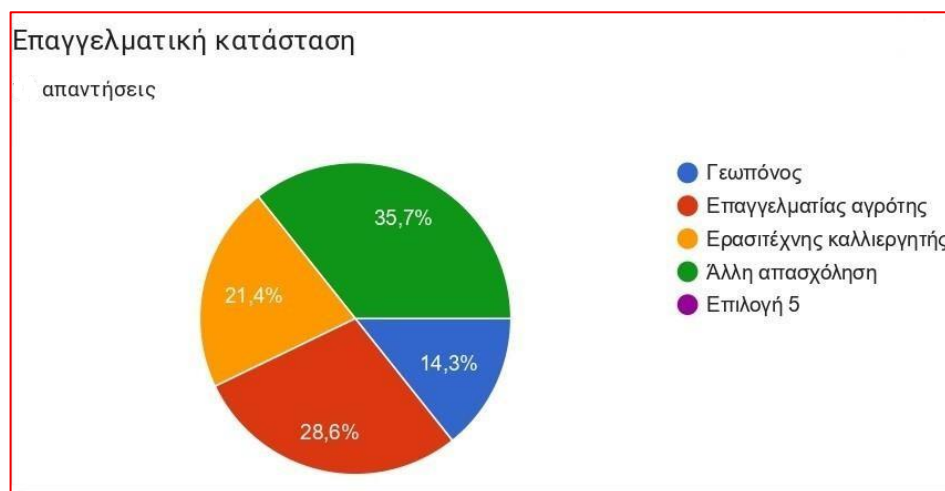
Με βάση την ηλικιακή αποτύπωση των συμμετεχόντων παραγωγών στην έρευνα προκύπτει ότι η πλειοψηφία του δείγματος ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 18-40 ετών, η οποία αριθμεί 22 άτομα (56,4%). Αντίθετα, οι συμμετέχοντες άνω των 40 ετών αποτελούν το 43,6% του δείγματος, με συνολικά 17 άτομα (Εικ. 2). Το γεγονός ότι πάνω από τους 30

μισούς ερωτηθέντες είναι νεότερης ηλικίας (έως 40 ετών) είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικό για την έρευνα, καθώς οι νεότεροι παραγωγοί εμφανίζονται συνήθως περισσότερο εξοικειωμένοι και θετικοί απέναντι στην υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως οι εφαρμογές της Γεωργίας Ακριβείας (Εικ. 2).



Εικόνα 2: Απεικόνιση ηλικιακής ομάδας των συμμετεχόντων παραγωγών στην έρευνα.

Στην Εικόνα 3 αποτυπώνεται η επαγγελματική ιδιότητα των 39 συμμετεχόντων, αναδεικνύοντας μια πολυπληθή ομάδα ενασχόλησης με την ελαιοκαλλιέργεια. Η πολυπληθέστερη κατηγορία αφορά άτομα που έχουν ως κύρια απασχόληση άλλη δραστηριότητα (14 άτομα, 35,7%), γεγονός που υπογραμμίζει την ύπαρξη ετεροαπασχολούμενων παραγωγών στη Χαλκιδική. Οι επαγγελματίες αγρότες ακολουθούν με ποσοστό 28,6% (11 άτομα), ενώ σημαντική είναι η παρουσία ερασιτεχνών καλλιεργητών (9 άτομα, 21,4%) και γεωπόνων (6 άτομα, 14,3%). Η συμμετοχή των γεωπόνων και των επαγγελματιών αγροτών (συνολικά 42,9%) προσδίδει ιδιαίτερη βαρύτητα στα αποτελέσματα, καθώς πρόκειται για άτομα με υψηλή τεχνική κατάρτιση και άμεση σχέση με τον αγροτικό τομέα.



Εικόνα 3: Απεικόνιση επαγγελματικής κατάστασης των συμμετεχόντων παραγωγών στην έρευνα.

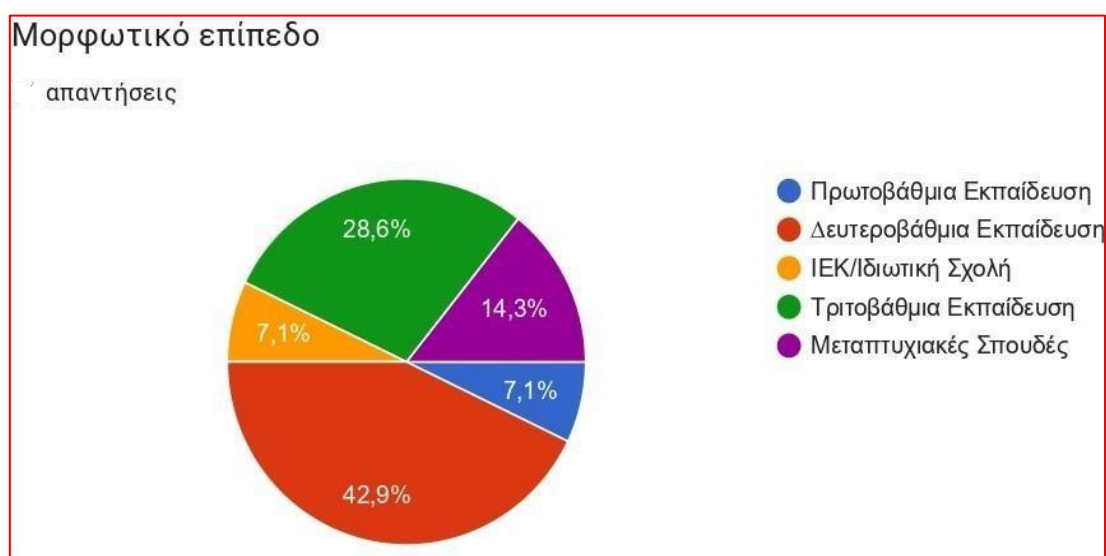
Στην εικόνα 4 παρουσιάζεται ότι η συντριπτική πλειοψηφία του δείγματος (**64,1%**, 25 άτομα) είναι μόνιμοι κάτοικοι Χαλκιδικής, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι συμμετέχοντες έχουν άμεση γνώση των εδαφοκλιματικών συνθηκών της περιοχής. Παράλληλα, ένα σημαντικό ποσοστό κατοικεί στη Θεσσαλονίκη (15,4%) ή σε άλλους νομούς (20,5%). Η ύπαρξη παραγωγών που διαμένουν εκτός του τόπου καλλιέργειας, ενισχύει το επιχείρημα για την αναγκαιότητα υιοθέτησης συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας, καθώς οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση και τον έλεγχο της άρδευσης χωρίς τη φυσική παρουσία του καλλιεργητή στο χωράφι.



Εικόνα 4: Γεωγραφική κατανομή της μόνιμης κατοικίας των συμμετεχόντων παραγωγών στην έρευνα.

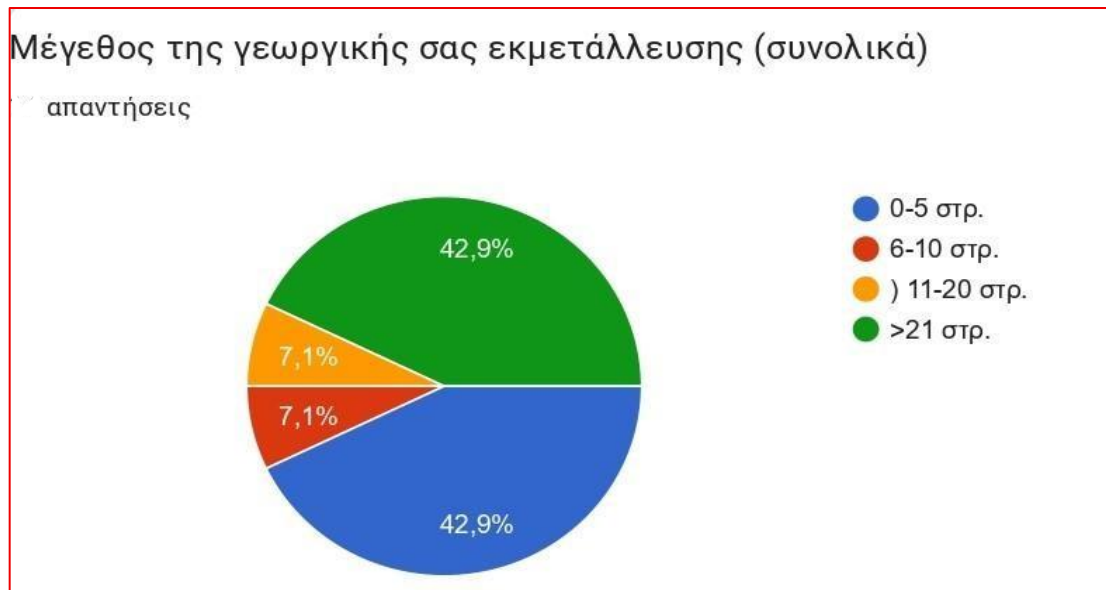
Το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων όπως αυτό αποτυπώνεται στην Εικόνα 5 καταδεικνύει το σχετικά υψηλό επίπεδο κατάρτισης των ασχολούμενων με την

ελαιοκαλλιέργεια στην Χαλκιδική. Συγκεκριμένα, σχεδόν οι μισοί ερωτηθέντες (42,9%, 17 άτομα) έχουν ολοκληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Παράλληλα, ένα σημαντικό ποσοστό του δείγματος διαθέτει ανώτατη εκπαίδευση, καθώς το 28,6% (11 άτομα) είναι απόφοιτοι τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και το 14,3% (6 άτομα) κατέχει μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών. Επιπλέον, ποσοστό 7,1% (3 άτομα) έχει ολοκληρώσει πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ αντίστοιχο ποσοστό (7,1%, 3 άτομα) διαθέτει εκπαίδευση επιπέδου ΙΕΚ ή ιδιωτικής σχολής. Το γεγονός ότι πάνω από το 40% του δείγματος διαθέτει πτυχίο ανώτατης εκπαίδευσης είναι ιδιαίτερα κρίσιμο, καθώς σύμφωνα με τους Fountas et al. (2015), το υψηλό επίπεδο εκπαίδευσης των παραγωγών αποτελεί καταλυτικό παράγοντα για την αποδοχή και την ορθή εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών, όπως η Γεωργία Ακριβείας, στην καθημερινή καλλιεργητική πρακτική.



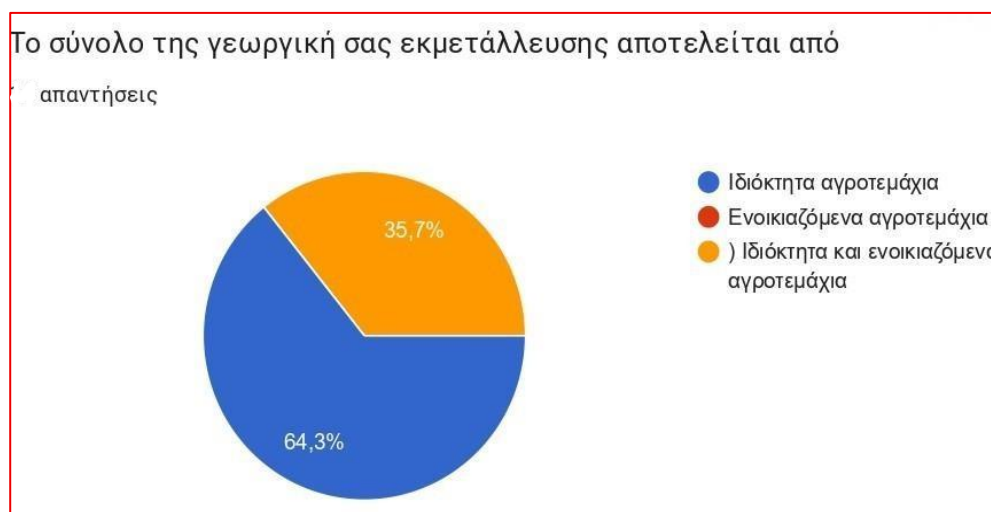
Εικόνα 5: Αποτύπωση του μορφωτικού επιπέδου των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Αναφορικά με την έκταση των ελαιώνων (Εικ. 6), παρατηρείται μια έντονη πόλωση στο δείγμα. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων κατανέμεται εξίσου σε δύο άκρα: το 42,9% (16 άτομα) διαχειρίζεται πολύ μικρές εκτάσεις (0-5 στρέμματα), ενώ ένα αντίστοιχο 42,9% (16 άτομα) καλλιεργεί αρκετά μεγάλες εκτάσεις άνω των 21 στρεμμάτων. Οι ενδιάμεσες κατηγορίες εκτάσεων (6-20 στρέμματα) αντιπροσωπεύουν μόλις το 14,2% των συμμετεχόντων. Η επικράτηση των μεγάλων εκμεταλλεύσεων υποδηλώνει πρόσφορο έδαφος για την απόσβεση επενδύσεων σε τεχνολογίες άρδευσης ακριβείας, ενώ το μεγάλο ποσοστό των μικροκαλλιεργητών αναδεικνύει την ανάγκη για προσιτές και συνεργατικές τεχνολογικές λύσεις.



Εικόνα 6: Μέγεθος της γεωργικής εκμετάλλευσης των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Σχετικά με το ιδιοκτησιακό καθεστώς των καλλιεργειών η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (64,1%, 25 άτομα) διαχειρίζεται αποκλειστικά ιδιόκτητα αγροτεμάχια, ενώ το υπόλοιπο 35,9% (14 άτομα) συνδυάζει ιδιόκτητες και ενοικιαζόμενες εκτάσεις (Εικ. 7). Το γεγονός ότι το σύνολο των ερωτηθέντων κατέχει τουλάχιστον ένα τμήμα ιδιόκτητης γης είναι εξαιρετικά θετικό για την υιοθέτηση νέων καινοτόμων τεχνολογιών άρδευσης. Οι παραγωγοί με ιδιόκτητη γη τείνουν να είναι πιο πρόθυμοι να επενδύσουν σε μόνιμο εξοπλισμό αιχμής (αισθητήρες, δίκτυα ελέγχου), καθώς η απόσβεση της επένδυσης συνδέεται άμεσα με την αναβάθμιση της δικής τους περιουσίας.



Εικόνα 7: Ιδιοκτησιακό καθεστώς των αγροτεμαχίων που καλλιεργούνται με ελιά των συμμετεχόντων στην έρευνα.

5.1.2 Χρήση εξοπλισμού και εφαρμογών Γεωργίας Ακριβείας (ΓΑ) για άρδευση και λίπανση στην εκμετάλλευσή σας

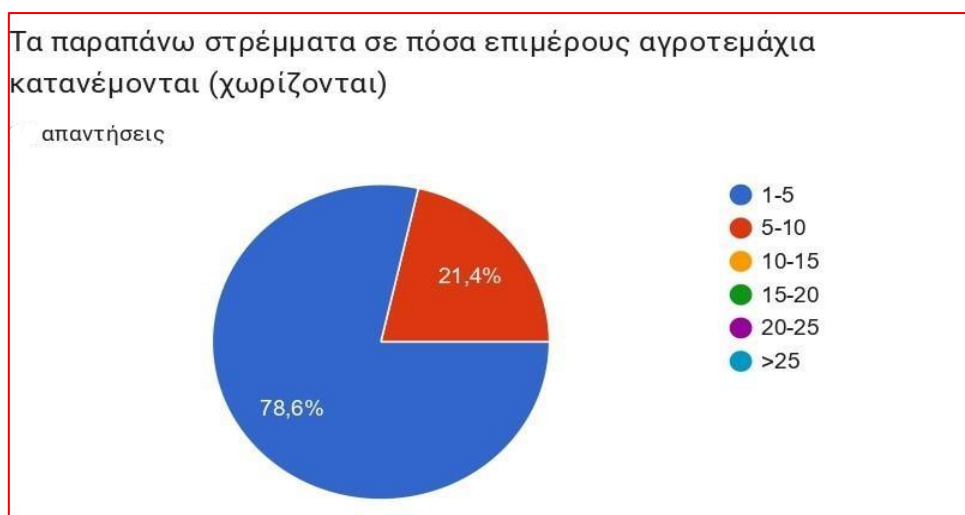
Στην εικόνα 8 παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη ομάδα ερωτηθέντων (43,6%, 17 άτομα) διαχειρίζεται μικρούς ελαιώνες έως 10 στρέμματα. Ωστόσο, υπάρχει μια σημαντική παρουσία μεσαίων και μεγάλων εκμεταλλεύσεων, με το 20,5% (8 άτομα) να καλλιεργεί 10-20 στρέμματα και ένα συνολικό 35,9% (14 άτομα) να διαθέτει εκτάσεις άνω των 20 στρεμμάτων. Η ύπαρξη παραγωγών με μεγάλες εκτάσεις ελιάς (άνω των 50 στρεμμάτων) είναι καθοριστικής σημασίας, καθώς σε αυτές τις περιπτώσεις η διαχείριση των υδάτινων πόρων μέσω της Γεωργίας Ακριβείας μπορεί να επιφέρει τη μέγιστη οικονομική και περιβαλλοντική ωφέλεια.



Εικόνα 8: Αποτύπωση του μεγέθους εκτάσεων των συμμετεχόντων που προορίζονται αποκλειστικά για την ελαιοκαλλιέργεια.

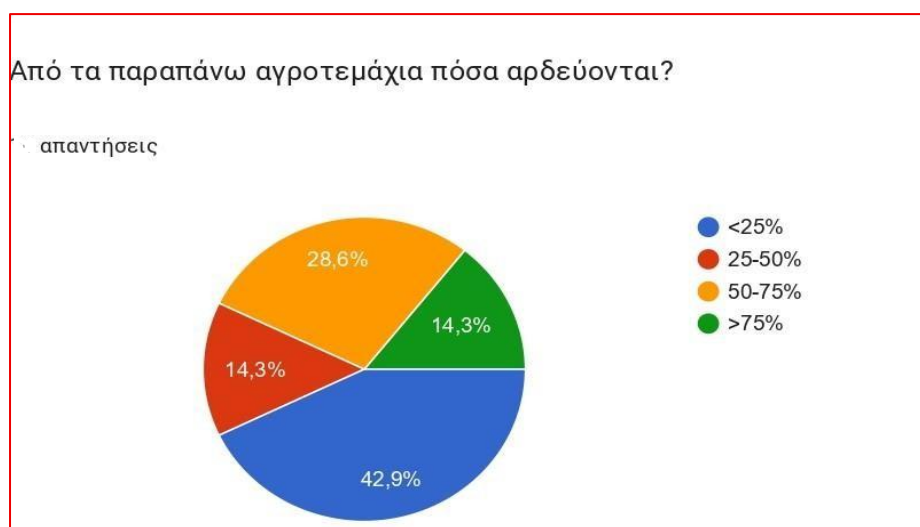
Σημαντικός παράγοντας για την υιοθέτηση νέων και καινοτόμων καλλιεργητικών πρακτικών αποτελεί, μεταξύ άλλων, και ο βαθμός συγκέντρωσης του αγροτικού κλήρου. Στην Εικόνα 9 απεικονίζεται η διασπορά της εκμετάλλευσης σε επιμέρους αγροτεμάχια. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (76,9%, 30 άτομα) διαχειρίζεται από 1 έως 5 αγροτεμάχια, ενώ το 23,1% (9 άτομα) κατανέμει την καλλιέργειά του σε 5 έως 10 διαφορετικά σημεία. Ο σχετικά περιορισμένος αριθμός αγροτεμαχίων για το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος αποτελεί συγκριτικό πλεονέκτημα για την εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας στην άρδευση. Η συγκέντρωση της παραγωγής σε μικρότερο αριθμό τοποθεσιών συμβάλλει στη μείωση του κόστους εγκατάστασης κεντρικών

μονάδων ελέγχου και αισθητήρων, καθιστώντας την επένδυση σε αυτοματοποιημένα συστήματα διαχείρισης περισσότερο προσιτή και λειτουργικά αποδοτική.



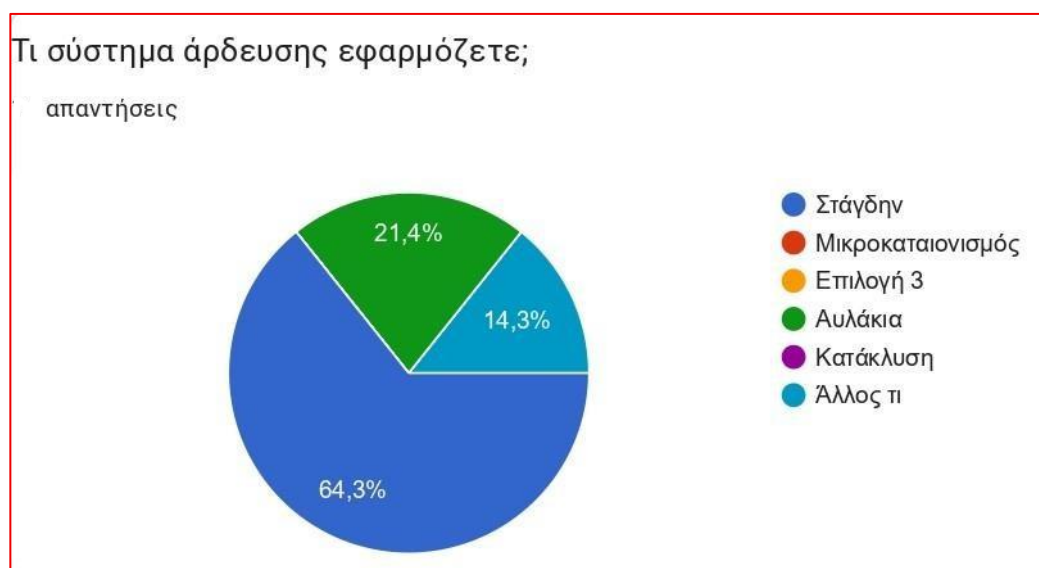
Εικόνα 9: Διασπορά της εκμετάλλευσης σε επιμέρους αγροτεμάχια

Στην Εικόνα 10 αποτυπώνεται η έκταση των αρδευόμενων εκτάσεων σε σχέση με το σύνολο της εκμετάλλευσης των ερωτηθέντων. Παρατηρείται ότι το 41% (16 άτομα) αρδεύει πάνω από το 25% των αγροτεμαχίων του, ενώ ένα σημαντικό ποσοστό (28,2%, 11 άτομα) αρδεύει το 50-70% της συνολικής του έκτασης, γεγονός που ενισχύει την αναγκαιότητα για την ορθολογική διαχείριση του νερού. Κατά συνέπεια, η υιοθέτηση συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική για τον περιορισμό των απωλειών και τη διασφάλιση της βιωσιμότητας και της παραγωγικότητας της ελαιοκαλλιέργειας στην περιοχή της Χαλκιδικής.



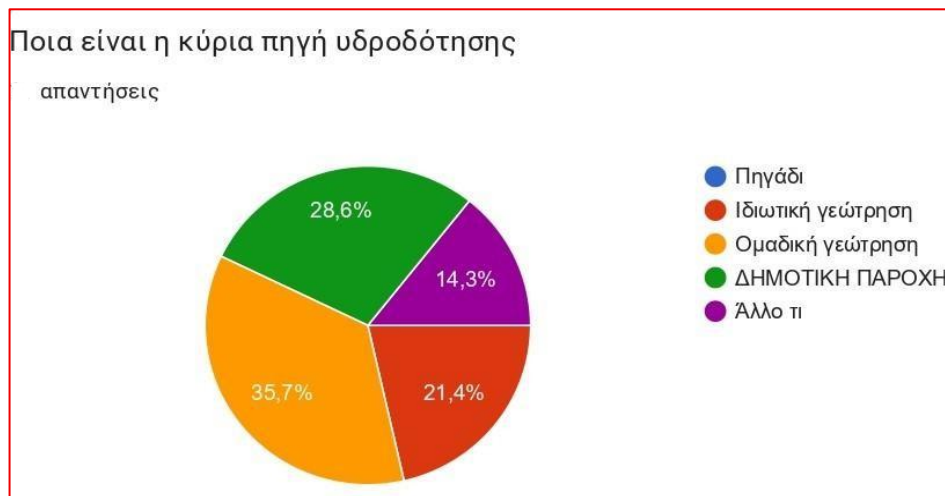
Εικόνα 10: Ποσοστό αρδευόμενων αγροτεμαχίων επί του συνόλου της γεωργικής εκμετάλλευσης των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Όσον αφορά τις μεθόδους άρδευσης που εφαρμόζονται, η συντριπτική πλειοψηφία (64,1%, 25 άτομα) χρησιμοποιεί τη στάγδην άρδευση, η οποία θεωρείται η πλέον αποδοτική μέθοδος για την εξοικονόμηση νερού, ενώ ένα σημαντικό ποσοστό (20,5%) εξακολουθεί να ποτίζει με αυλάκια που αποτελεί μια παραδοσιακή μέθοδο (Εικ. 11). Το υψηλό ποσοστό χρήσης στάγδην άρδευσης στο δείγμα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικό, καθώς τέτοια συστήματα μπορούν εύκολα να αναβαθμιστούν σε συστήματα ακριβείας με την προσθήκη ηλεκτροβανών και αισθητήρων, επιτρέποντας στον παραγωγό να ελέγχει τη ροή με βάση τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας (García et al., 2020).



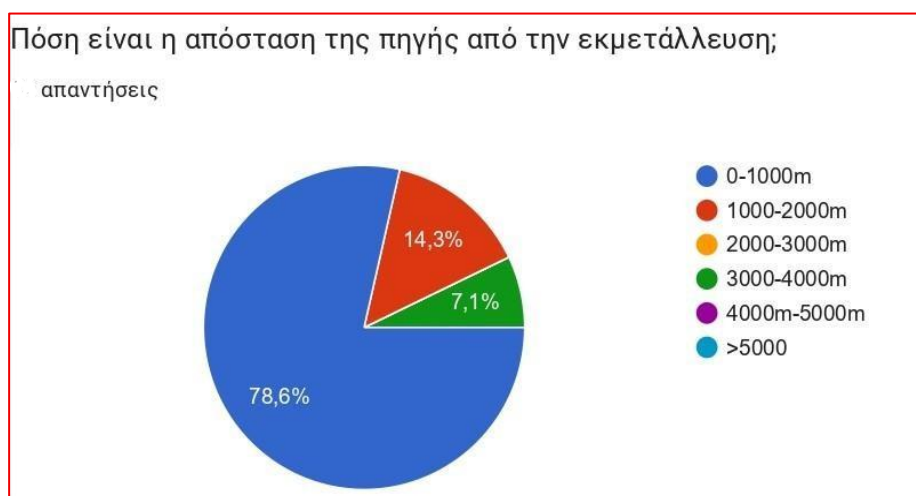
Εικόνα 11: Μέθοδοι άρδευσης των ελαιώνων στη Χαλκιδική.

Στην ερώτηση σχετικά με τις πηγές υδροδότησης που χρησιμοποιούν οι συμμετέχοντες για την άρδευση των ελαιώνων τους, η πλειοψηφία του δείγματος (36,8%, 14 άτομα) δηλώνει ότι βασίζεται σε ομαδικές γεωτρήσεις. Ακολουθούν οι παραγωγοί που δήλωσαν ότι χρησιμοποιούν τη δημοτική παροχή (28,9%) και τις ιδιωτικές γεωτρήσεις/παροχές (21,1%), ενώ ένα μικρότερο ποσοστό (13,2%, 5 άτομα) χρησιμοποιεί άλλες πηγές (Εικ. 12). Η εξάρτηση από ομαδικά και δημοτικά δίκτυα καθιστά την υιοθέτηση Γεωργίας Ακριβείας ακόμη πιο επιτακτική, καθώς η ακριβής δόση άρδευσης συμβάλλει στη δίκαιη κατανομή των περιορισμένων υδάτινων πόρων και στη μείωση του ενεργειακού κόστους άντλησης για το σύνολο των παραγωγών .



Εικόνα 12: Πηγές υδροδότησης των αρδευόμενων ελαιώνων στη Χαλκιδική.

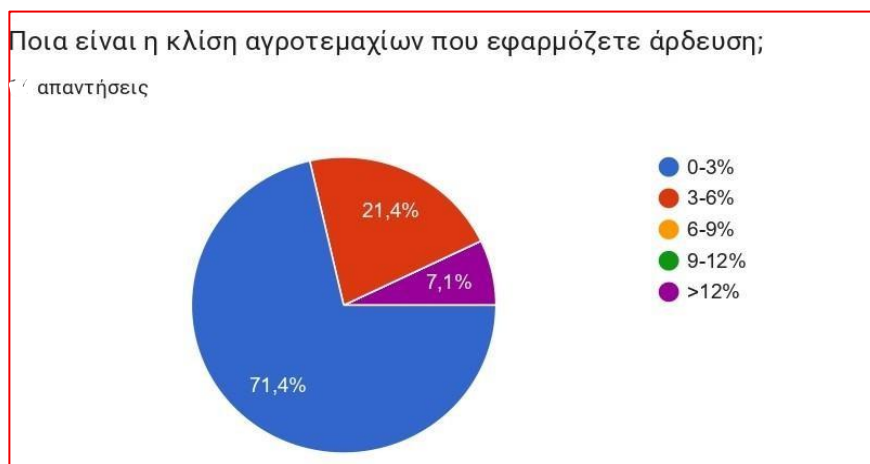
Στην εικόνα 13 αποτυπώνεται η απόσταση της πηγής υδροδότησης από τα αγροτεμάχια, καθώς αποτελεί μια παράμετρο που επηρεάζει σημαντικά το κόστος μεταφοράς του νερού και τις ενεργειακές απαιτήσεις της άρδευσης. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων (78,9%, 30 άτομα) δηλώνει ότι η πηγή υδροδότησης βρίσκεται σε κοντινή απόσταση, έως 1000 μέτρα, γεγονός που διευκολύνει την εγκατάσταση υποδομών. Μόλις το 13,2% δήλωσε ότι η απόσταση των αγροτεμαχίων από την πηγή υδροδότησης απέχει 1000–2000 μέτρων. Η μικρή απόσταση από την πηγή για το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος στη Χαλκιδική αποτελεί πλεονέκτημα για την εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας, καθώς επιτρέπει την ευκολότερη τοποθέτηση αισθητήρων ροής και αυτοματοποιημένων συστημάτων ελέγχου χωρίς την ανάγκη για δαπανηρές υποδομές μεταφοράς ή εξαιρετικά σύνθετα δίκτυα τηλεμετρίας.



Εικόνα 13: Απόσταση πηγής υδροδότησης από την αγροτική εκμετάλλευση των συμμετεχόντων

στην έρευνα.

Η κλίση του εδάφους των ελαιώνων, αποτελεί ένα παράγοντα που επηρεάζει καθοριστικά την απορροή του νερού και την ομοιομορφία της άρδευσης. Στην συγκεκριμένη έρευνα φαίνεται ότι η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων (71,8%, 28 άτομα) διαθέτει αγροτεμάχια με πολύ χαμηλή κλίση (0–3%), γεγονός που βοηθά στην καλύτερη κατανομή του αρδευτικού νερού και κατά συνέπεια διευκολύνει και την εφαρμογή πρακτικών γεωργίας ακριβείας. Σε εδάφη με μικρή κλίση, τα συστήματα στάγδην άρδευσης επιτυγχάνουν υψηλή λειτουργική αποδοτικότητα, διασφαλίζοντας ομοιόμορφη κατανομή του αρδευτικού νερού στη ριζόσφαιρα των δέντρων. Επιπρόσθετα, για το 20,5% των ερωτηθέντων (8 άτομα) που καλλιεργούν σε εδάφη με κλίση 3–6% και για το 7,7% (3 άτομα) των οποίων οι εκμεταλλεύσεις βρίσκονται σε εδάφη με κλίση άνω του 12%, η ανάγκη εφαρμογής τεχνολογιών ελέγχου της πίεσης και ακριβούς προγραμματισμού της άρδευσης καθίσταται ακόμη πιο επιτακτική, προκειμένου να περιοριστούν πιθανές απώλειες νερού και να διασφαλιστεί η αποτελεσματική διαχείριση των υδατικών πόρων.



Εικόνα 14: Κλίση εδάφους των αρδευόμενων αγροτεμαχίων των συμμετεχόντων στην έρευνα.

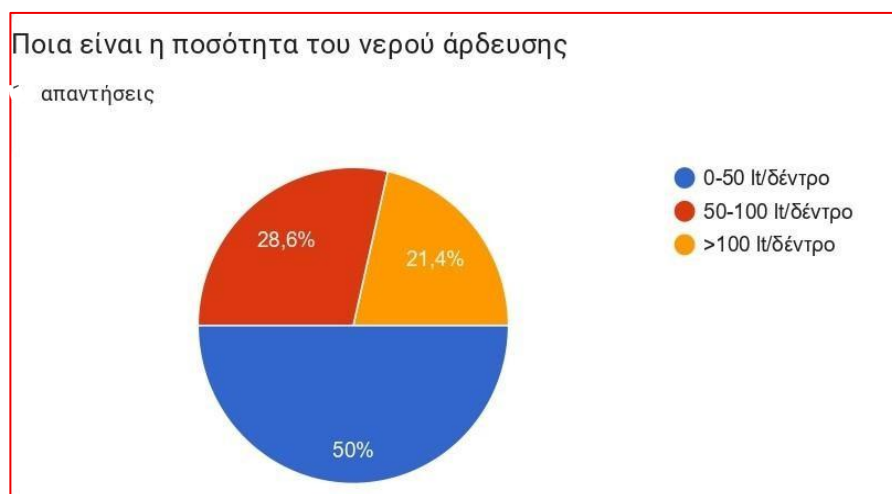
Κρίσιμος παράγοντας είναι και η συχνότητα με την οποία οι παραγωγοί αρδεύουν τους ελαιώνες τους. Από την έρευνα προκύπτει ότι, σχεδόν οι μισοί από τους ερωτηθέντες (46,2%, 18 άτομα) εφαρμόζουν άρδευση μία φορά την εβδομάδα, το 30,8% (12 άτομα) ποτίζει μία φορά τον μήνα, ενώ το 23,1% (9 άτομα) επιλέγει τη συχνότητα των 15 ημερών (Εικ. 15). Η εφαρμογή της άρδευσης που βασίζεται κυρίως στην εμπειρική γνώση των ελαιοπαραγωγών καταδεικνύει την ανάγκη υιοθέτησης συστημάτων Γεωργίας Ακριβείας. Τα συστήματα αυτά μπορούν να επιτρέψουν στους παραγωγούς τη μετάβαση από ένα "σταθερό ημερολογιακό πρόγραμμα" σε ένα δυναμικό σύστημα

λήψης αποφάσεων, όπου το πότισμα θα γίνεται ακριβώς τη στιγμή που το δέντρο το έχει ανάγκη, αποφεύγοντας τη σπατάλη.



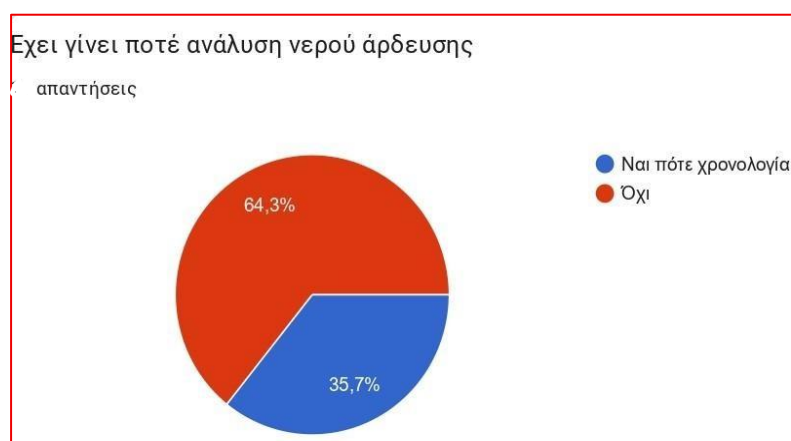
Εικόνα 15: Συχνότητα άρδευσης των ελαιώνων κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Στην ερώτηση σχετικά με την ποσότητα νερού που εφαρμόζεται ανά δέντρο οι μισοί από τους συμμετέχοντες στην έρευνα (51,3%, 20 άτομα) εφαρμόζουν μια αρδευτική δόση που δεν ξεπερνά τα 50 λίτρα νερού ανά δέντρο, ποσότητα που συνάδει με την πιο συντηρητική προσέγγιση όσον αφορά τη διαχείριση του νερού άρδευσης. Ωστόσο, ένα σημαντικό ποσοστό των ερωτηθέντων (25,6%, 10 άτομα) δηλώνει ότι η αρδευτική δόση που εφαρμόζει κυμαίνεται από 50–100 λίτρα νερού ανά δέντρο, ενώ το 23,1% (9 άτομα) δηλώνει ότι υπερβαίνει τα 100 λίτρα ανά δέντρο (Εικ. 16). Η μεγάλη αυτή διακύμανση στις ποσότητες υπογραμμίζει την απουσία ενός ενιαίου συστήματος υπολογισμού των αρδευτικών αναγκών. Στο πλαίσιο αυτό, η εφαρμογή τεχνολογιών Γεωργίας Ακριβείας θα μπορούσε να επιτρέψει τον ακριβή προσδιορισμό της απαιτούμενης δόσης άρδευσης, λαμβάνοντας υπόψη το φαινολογικό στάδιο ανάπτυξης του καρπού και τις τιμές εξατμισοδιαπνοής. Με τον τρόπο αυτό θα ήταν δυνατή η αποφυγή τόσο της υποάρδευσης όσο και της υπερβολικής κατανάλωσης νερού, συμβάλλοντας σε μια πιο αποδοτική και βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων (Patakas, 2012).



Εικόνα 16: Αποτύπωση ποσότητας νερού άρδευσης ανά δέντρο ελιάς των συμμετεχόντων στην έρευνα.

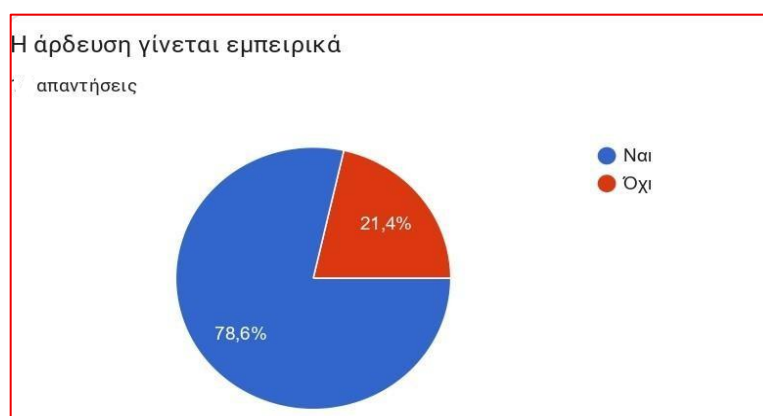
Η διενέργεια αναλύσεων νερού αποτελεί μια κρίσιμη παράμετρο που επηρεάζει την ποιότητα της άρδευσης. Στην περιοχή της Χαλκιδικής η πλειονότητα των ερωτηθέντων ελαιοκαλλιεργητών (64,1%, 25 άτομα) δήλωσε ότι δεν προβαίνει σε ανάλυση νερού, ενώ μόλις το 35,9% (14 άτομα) πραγματοποιεί τους σχετικούς ελέγχους. Το εύρημα αυτό αναδεικνύει ένα σημαντικό έλλειμμα πληροφόρησης σχετικά με την ποιότητα του αρδευτικού νερού (π.χ. αλατότητα, pH), η οποία επηρεάζει άμεσα την υγεία των ελαιόδεντρων και τη μακροπρόθεσμη γονιμότητα του εδάφους. Στο πλαίσιο της Γεωργίας Ακριβείας, η γνώση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού είναι απαραίτητη, καθώς επιτρέπει τον ακριβή σχεδιασμό της άρδευσης και της υδρολίπανσης.



Εικόνα 17: Ποσοστό παραγωγών που πραγματοποιούν ανάλυση αρδευτικού νερού στο πλαίσιο της διαχείρισης της άρδευσης.

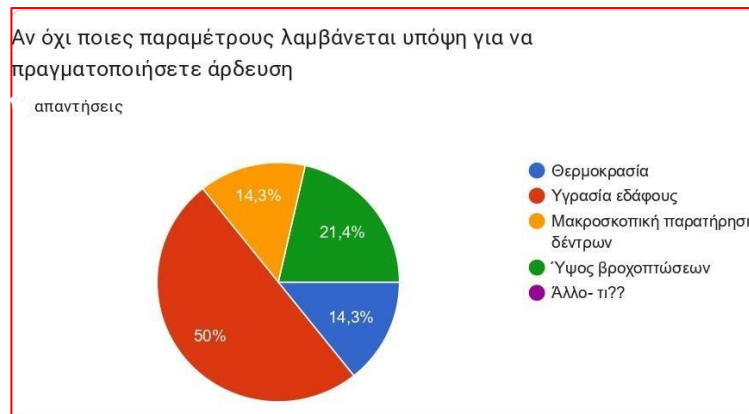
Στην ερώτηση σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι παραγωγοί αποφασίζουν πότε και πόσο θα ποτίσουν, η συντριπτική πλειονότητα των ερωτηθέντων (76,9%, 30 άτομα)

παραδέχεται ότι η άρδευση διενεργείται εμπειρικά, στηριζόμενη στην προσωπική κρίση και την παράδοση. Μόνο το 23,1% (9 άτομα) ακολουθεί κάποια άλλη, πιο συστηματική μέθοδο (Εικ. 18). Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει την ανάγκη για εισαγωγή συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων. Η εμπειρική άρδευση ενέχει τον κίνδυνο είτε της υπο-άρδευσης, που μειώνει την παραγωγή, είτε της υπερ-άρδευσης, που οδηγεί σε σπατάλη πόρων και έκπλυση θρεπτικών συστατικών. Η αντικατάσταση της εμπειρίας από δεδομένα αισθητήρων υγρασίας εδάφους και μετεωρολογικών σταθμών αποτελεί το κλειδί για τη βιωσιμότητα της ελαιοκαλλιέργειας στη Χαλκιδική (Cammalleri et al., 2013).



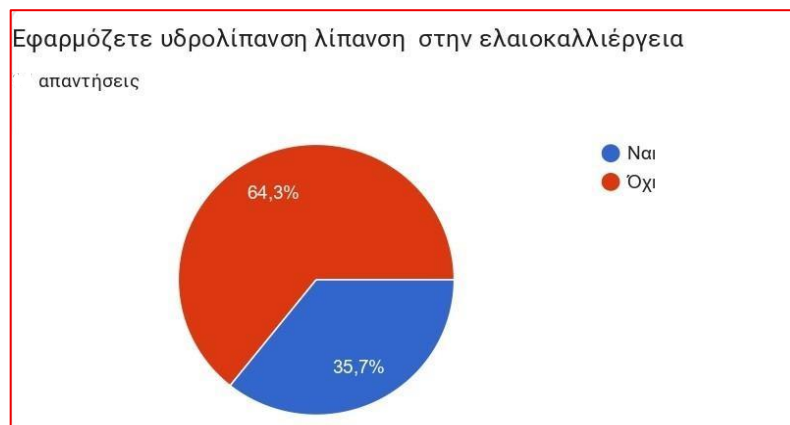
Εικόνα 18: Τρόπος λήψης αποφάσεων σχετικά με την άρδευση από τους συμμετέχοντες στην έρευνα.

Στην περίπτωση των παραγωγών που δεν πραγματοποιούν εμπειρική άρδευση το 48,7% (19 άτομα) των ερωτηθέντων δηλώνει ότι βασίζεται στην εκτίμηση της υγρασίας του εδάφους μακροσκοπικά ενώ το 20,5% (8 άτομα) δηλώνει ότι παρακολουθεί το ύψος των βροχοπτώσεων προκειμένου να υπολογίσει τον χρόνο άρδευσης (Εικ. 19). Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι απαιτείται μετάβαση σε πιο προηγμένες τεχνικές παρακολούθησης, οι οποίες θα υποστηρίζουν συστήματα λήψης αποφάσεων και θα επιτρέπουν τον ακριβή προσδιορισμό τόσο του χρόνου εφαρμογής της άρδευσης όσο και της κατάλληλης αρδευτικής δόσης.



Εικόνα 19: Κριτήρια λήψης αποφάσεων για την έναρξη της άρδευσης.

Στο γράφημα που ακολουθεί αποτυπώνεται η τάση των ελαιοπαραγωγών ως προς την εφαρμογή πρακτικών υδρολίπανσης στους ελαιώνες. Η υδρολίπανση αποτελεί μια σημαντική καλλιεργητική πρακτική που συνδυάζει την άρδευση με τη λίπανση, με στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας χρήσης των λιπασμάτων και, κατά συνέπεια, την αύξηση της παραγωγικότητας της καλλιέργειας.



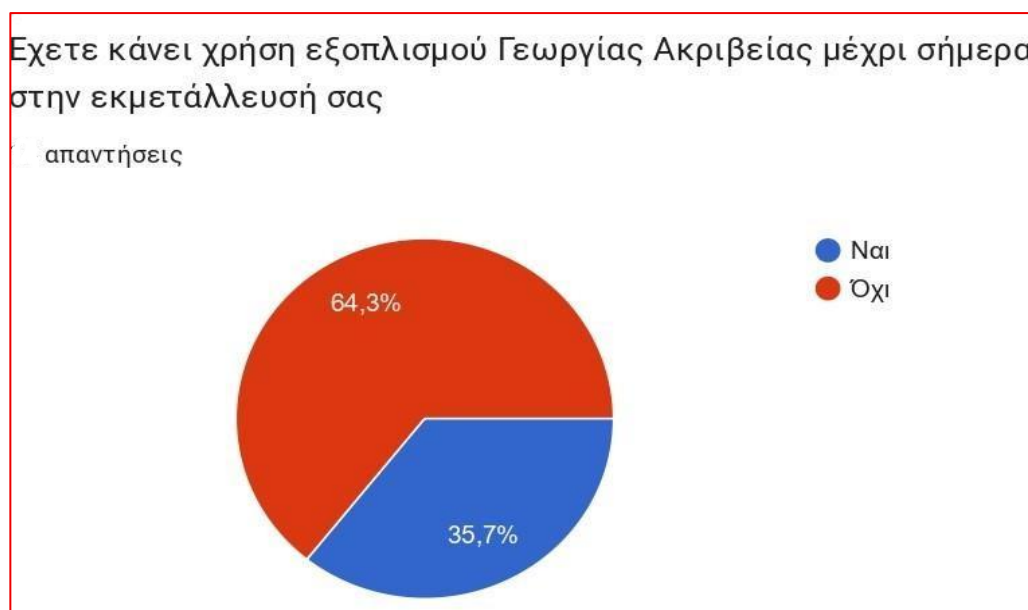
Εικόνα 20: Εφαρμογή υδρολίπανσης στους ελαιώνες της Χαλκιδικής.

Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι η πλειονότητα των ερωτηθέντων (64,1%, 25 άτομα) δεν εφαρμόζει υδρολίπανση, γεγονός που καταδεικνύει ότι υπάρχει σημαντικό περιθώριο βελτίωσης στη διαχείριση της λίπανσης σε συνδυασμό με την άρδευση στους ελαιώνες της Χαλκιδικής. Το χαμηλό ποσοστό εφαρμογής της συγκεκριμένης καλλιεργητικής πρακτικής θα μπορούσε να αποδοθεί στην έλλειψη εξειδικευμένου εξοπλισμού ή τεχνικής καθοδήγησης των παραγωγών. Ωστόσο, η υιοθέτηση της υδρολίπανσης αποτελεί βασικό πυλώνα, καθώς επιτρέπει την παροχή θρεπτικών στοιχείων ακριβώς στη ριζόσφαιρα και τη χρονική στιγμή που το δέντρο τα χρειάζεται, συμβάλλοντας στη μείωση του κόστους των λιπασμάτων και στον περιορισμό της

περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

5.1.3 Χρήση εξοπλισμού και εφαρμογών Γεωργίας Ακριβείας (ΓΑ) για άρδευση και λίπανση στην εκμετάλλευσή σας

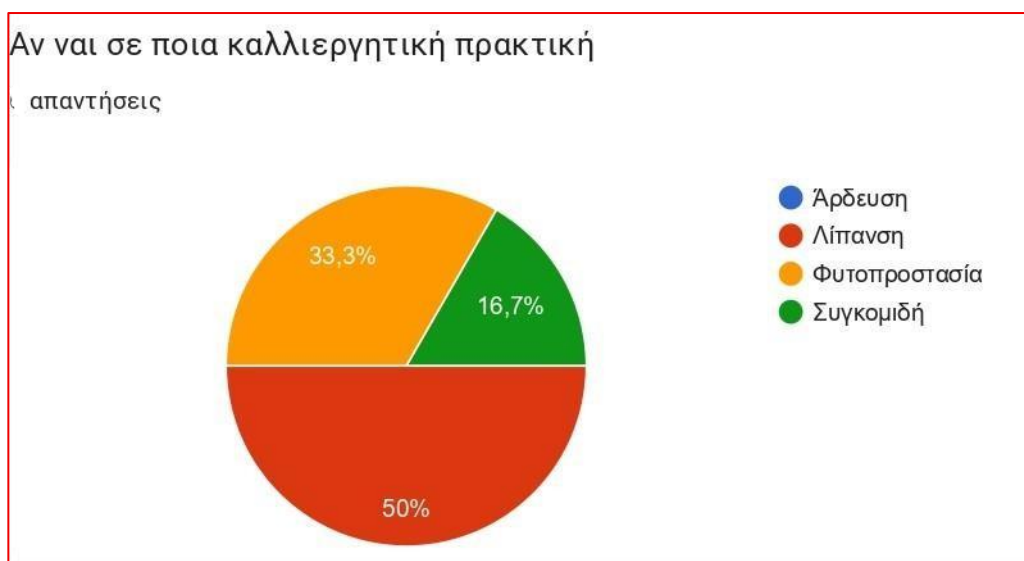
Στην ενότητα αυτή του ερωτηματολογίου διερευνάται το ποσοστό εφαρμογής πρακτικών γεωργίας ακριβείας από τους ελαιοπαραγωγούς της Χαλκιδικής. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού παραμένει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα στην περιοχή, καθώς η πλειονότητα των ερωτηθέντων (64,1%, 25 άτομα) δήλωσε ότι δεν έχει χρησιμοποιήσει ποτέ τέτοια συστήματα. Αντίθετα, το 35,9% (14 άτομα) έχει ήδη προβεί σε μερική εφαρμογή εξοπλισμού ΓΑ στις καλλιέργειές του. Το εύρημα αυτό αναδεικνύει την ύπαρξη ενός σημαντικού "ψηφιακού χάσματος" στην ελαιοκαλλιέργεια, καθώς, παρά την παρουσία ενός αρχικού ποσοστού παραγωγών που υιοθετούν καινοτόμες τεχνολογίες, η πλειοψηφία των παραγωγών παραμένει προσκολλημένη σε παραδοσιακές μεθόδους, διαχείρισης. Τα παραπάνω ενισχύουν την άποψη για στοχευμένη ενημέρωση, εκπαίδευση και επίδειξη των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η αξιοποίηση των τεχνολογιών Γεωργίας Ακριβείας, ιδιαίτερα στον τομέα της άρδευσης.



Εικόνα 21: Χρήσης εξοπλισμού Γεωργίας Ακριβείας στην εκμετάλλευση των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Όσον αφορά την ερώτηση σχετικά με τους τομείς της καλλιεργητικής διαδικασίας στους οποίους οι συμμετέχοντες ελαιοπαραγωγοί θα επιθυμούσαν να αξιοποιήσουν

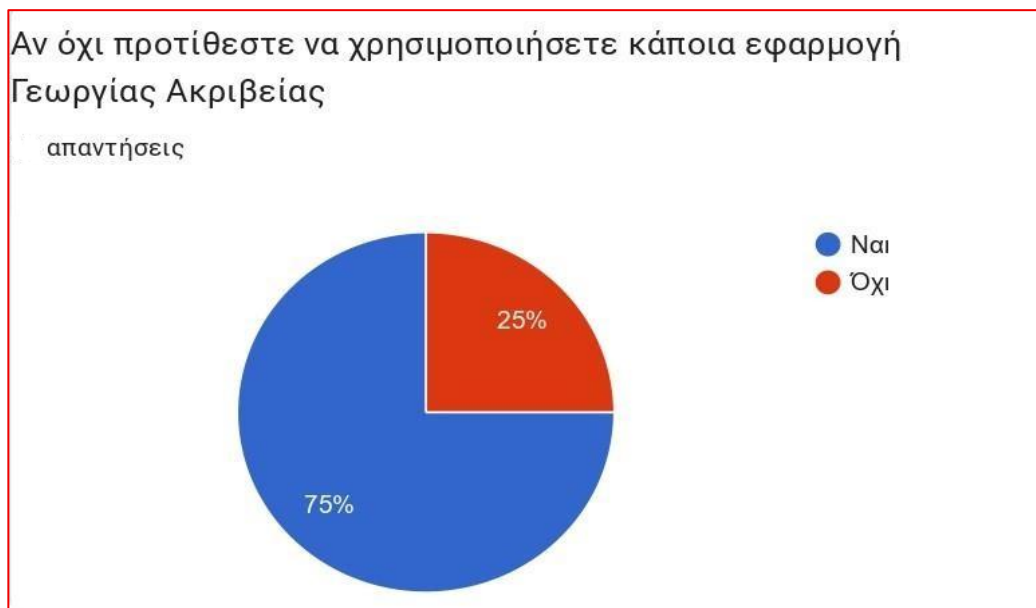
τεχνολογίες Γεωργίας Ακριβείας, προκύπτει ότι ο σημαντικότερος τομέας εφαρμογής είναι η λίπανση, καθώς σχεδόν οι μισοί ερωτηθέντες (48,7%, 19 άτομα) δήλωσαν ενδιαφέρον για τη χρήση σχετικού εξοπλισμού. Ακολουθεί ο τομέας της φυτοπροστασίας με ποσοστό 33,3% (13 άτομα), ενώ η συγκομιδή συγκεντρώνει το μικρότερο ποσοστό, με 18% (7 άτομα). Τα παραπάνω ευρήματα καταδεικνύουν ότι οι παραγωγοί της Χαλκιδικής αναζητούν τεχνολογικές λύσεις κυρίως για τη βελτιστοποίηση των χημικών εισροών, καθώς τις θεωρούν κρίσιμους παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά το κόστος παραγωγής. Ωστόσο, η περιορισμένη αναφορά στην άρδευση ως διακριτού τομέα εφαρμογής τεχνολογιών Γεωργίας Ακριβείας υπογραμμίζει την ανάγκη για περαιτέρω ενημέρωση των παραγωγών σχετικά με τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη που μπορεί να προσφέρει η εφαρμογή ακριβέστερων μεθόδων διαχείρισης της άρδευσης στους ελαιώνες της Χαλκιδικής.



Εικόνα 22: Τομείς εφαρμογής τεχνολογιών Γεωργίας Ακριβείας στην ελαιοκαλλιέργεια της Χαλκιδικής.

Στην παρακάτω γράφημα αποτυπώνεται η στάση των συμμετεχόντων απέναντι στην προοπτική υιοθέτησης καινοτόμων λύσεων στο πλαίσιο των αρχών της Γεωργίας Ακριβείας. Παρά το γεγονός ότι η τρέχουσα χρήση εξοπλισμού ΓΑ είναι περιορισμένη (όπως είδαμε σε προηγούμενες ενότητες), η συντριπτική πλειονότητα των ερωτηθέντων (74,4%, 29 άτομα) δηλώνει διατεθειμένη να χρησιμοποιήσει εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας στο μέλλον, ενώ μόλις το 25,6% (10 άτομα) εμφανίζεται επιφυλακτικό ή αρνητικό στη χρήση νέων τεχνολογιών. Το εύρημα αυτό είναι εξαιρετικά ενθαρρυντικό για τη βιωσιμότητα της ελαιοκαλλιέργειας στη Χαλκιδική,

καθώς αποδεικνύει ότι υπάρχει το απαραίτητο ενδιαφέρον και η δεκτικότητα των παραγωγών. Η πρόκληση πλέον μετατοπίζεται από την "άρνηση της τεχνολογίας" στην παροχή των κατάλληλων οικονομικών κινήτρων και της τεχνικής υποστήριξης για την υλοποίηση αυτών των καινοτόμων πρακτικών.

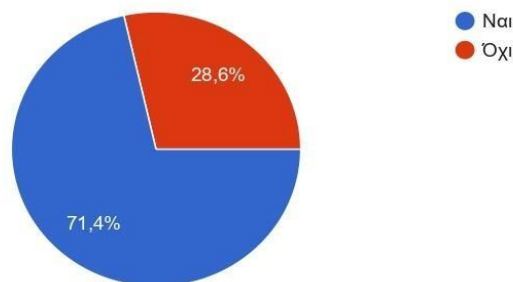


Εικόνα 23: Πρόθεση υιοθέτησης τεχνολογιών Γεωργίας Ακριβείας στο μέλλον από τους συμμετέχοντες ελαιοπαραγωγούς στην έρευνα.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της άρδευσης, αλλά και γενικότερα την εφαρμογή όλων των καλλιεργητικών πρακτικών, είναι το μικροκλίμα της περιοχής. Στο πλαίσιο αυτό, η άποψη των συμμετεχόντων στην έρευνα σχετικά με τη χρησιμότητα εγκατάστασης ενός τοπικού μετεωρολογικού σταθμού στην εκμετάλλευσή τους θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική. Από τις απαντήσεις των παραγωγών που συμμετείχαν στην έρευνα προέκυψε ότι η μεγάλη πλειονότητα των ερωτηθέντων (71,8%, 28 άτομα) θεωρεί απαραίτητη την εγκατάσταση τέτοιου εξοπλισμού, αναγνωρίζοντας τη σημασία των μικροκλιματικών δεδομένων (όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία του αέρα και η βροχόπτωση) για τον αποτελεσματικό προγραμματισμό των καλλιεργητικών εργασιών και ιδιαίτερα της άρδευσης. Το εύρημα αυτό αποτελεί σαφή ένδειξη ότι οι ελαιοπαραγωγοί της Χαλκιδικής αντιλαμβάνονται την ανάγκη μετάβασης από την αξιοποίηση γενικών προγνώσεων καιρού σε δεδομένα που αντανακλούν το μικροκλίμα της δικής τους εκμετάλλευσης, γεγονός που μπορεί να συμβάλει σε πιο στοχευμένη και αποτελεσματική διαχείριση των καλλιεργητικών πρακτικών.

3.Θεωρείτε απαραίτητη την εγκατάσταση μετεωρολογικού σταθμού στην εκμετάλλευσή σας;

απαντήσεις

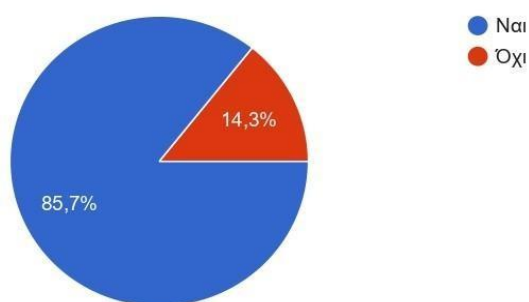


Εικόνα 24: Γνώμη των παραγωγών για την αναγκαιότητα εγκατάστασης μετεωρολογικού σταθμού στην εκμετάλλευσή τους.

Επιπρόσθετα, στο γράφημα που ακολουθεί αποτυπώνεται η ιδιαίτερα θετική στάση των συμμετεχόντων απέναντι στη χρήση αισθητήρων εδαφικής υγρασίας με στόχο τη συνεχή παρακολούθηση της εξάντλησης του εδαφικού νερού και τον ακριβέστερο προσδιορισμό του χρόνου άρδευσης. Συγκεκριμένα, η συντριπτική πλειονότητα του δείγματος (84,6%, 33 άτομα) δηλώνει πρόθυμη να χρησιμοποιήσει αισθητήρες εδαφικής υγρασίας στην καλλιέργειά της (Εικ. 25). Το εύρημα αυτό καταδεικνύει ότι οι παραγωγοί αντιλαμβάνονται τη σημασία της παρακολούθησης και καταγραφής της εδαφικής υγρασίας στο ενεργό ριζόστρωμα της καλλιέργειας ως βασικό εργαλείο για την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των υδάτινων πόρων και τη βελτίωση της ποιότητας της ελίας (Rallo et al., 2014).

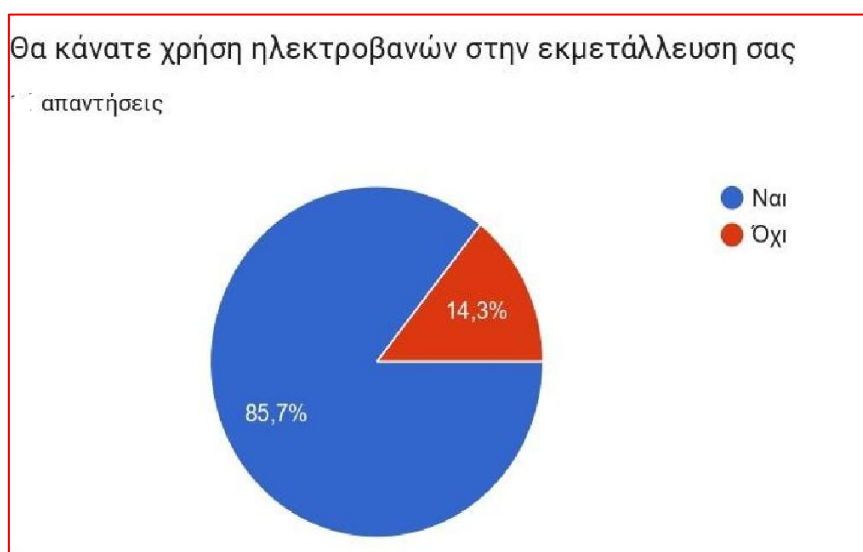
4.Θα κάνετε χρήση αισθητήρων παρακολούθησης της εδαφικής υγρασίας στην εκμετάλλευσή σας;

απαντήσεις



Εικόνα 25: Πρόθεση χρήσης αισθητήρων εδαφικής υγρασίας από τους παραγωγούς που συμμετέχουν στην έρευνα.

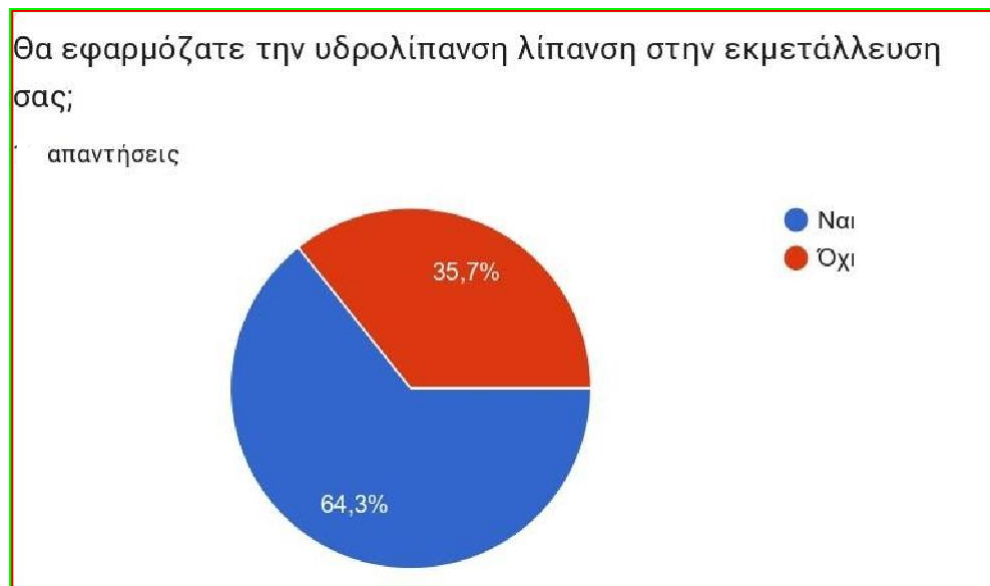
Στη συνέχεια εξετάστηκε η πρόθεση των συμμετεχόντων ελαιοπαραγωγών στην έρευνα να ενσωματώσουν ηλεκτροβάνες στο αρδευτικό τους δίκτυο προκειμένου να επιτυγχάνεται ο αυτοματοποιημένος έλεγχος της άρδευσης και η ακριβέστερη διαχείριση της παροχής του αρδευτικού νερού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η συντριπτική πλειονότητα των ερωτηθέντων (84,6%, 33 άτομα) θα έκανε χρήση ηλεκτροβανών, ενώ μόλις το 15,4% (6 άτομα) εκφράζει έλλειψη ενδιαφέροντος. Η ευρεία αυτή αποδοχή, σε συνδυασμό με το ενδιαφέρον που εξέφρασε ένα σημαντικό τμήμα των ερωτηθέντων ελαιοπαραγωγών για τη χρήση αισθητήρων εδαφικής υγρασίας, υποδηλώνει ότι οι ελαιοκαλλιέργειες της Χαλκιδικής επιθυμούν τον αυτοματισμό της άρδευσης, αναγνωρίζοντας τα πιθανά οικονομικά οφέλη που μπορεί να προκύψουν από την υιοθέτηση τέτοιων πρακτικών.



Εικόνα 26: Χρήση ηλεκτροβανών για την αυτοματοποίηση της άρδευσης από τους συμμετέχοντες ελαιοπαραγωγούς της Χαλκιδικής.

Τέλος, διερευνήθηκε η πρόθεση των συμμετεχόντων στην έρευνα σχετικά με τη δεκτικότητά τους στην εφαρμογή υδρολίπανσης ως μέρος της καλλιεργητικής διαχείρισης, πρακτική η οποία μπορεί να ενσωματωθεί αποτελεσματικά σε ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα άρδευσης. Η πλειονότητα των ερωτηθέντων (64,1%, 25 άτομα) δηλώνει θετική στην υιοθέτηση της υδρολίπανσης, αναγνωρίζοντας προφανώς τα πλεονεκτήματα του συνδυασμού άρδευσης και λίπανσης για την ευρωστία των ελαιόδεντρων (Εικ. 27). Αντίθετα, το 35,9% (14 άτομα) διατηρεί αρνητική στάση. Το εύρημα αυτό, σε συνδυασμό με την γενικότερη τάση σημαντικού μέρους των ελαιοκαλλιεργειτών να υιοθετήσουν νέες καινοτόμες πρακτικές άρδευσης, υποδηλώνει ότι οι παραγωγοί της Χαλκιδικής εμφανίζονται έτοιμοι να μεταβούν σε ένα

ολοκληρωμένο σύστημα ψηφιακής διαχείρισης της καλλιέργειας. Στο πλαίσιο αυτό, η παροχή νερού και θρεπτικών στοιχείων μπορεί να πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ακρίβεια, συμβάλλοντας στη μείωση του κόστους παραγωγής, στη βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος και παράλληλα στην προστασία του περιβάλλοντος.



Εικόνα 27: Πρόθεση των συμμετεχόντων για υιοθέτηση πρακτικών υδρολίπανσης στο μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η παρούσα έρευνα ανέδειξε σημαντικά στοιχεία σχετικά με τις πρακτικές άρδευσης και τη στάση των ελαιοπαραγωγών της Χαλκιδικής απέναντι στις νέες τεχνολογίες Γεωργίας Ακριβείας. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι, παρότι οι περισσότεροι παραγωγοί εφαρμόζουν σύγχρονες μεθόδους άρδευσης, όπως η στάγδην άρδευση, η διαχείριση του νερού πραγματοποιείται σε μεγάλο βαθμό εμπειρικά και χωρίς τη συστηματική χρήση επιστημονικών δεδομένων.

Η περιορισμένη εφαρμογή πρακτικών όπως η εγκατάσταση μετεωρολογικού σταθμού, η χρήση αισθητήρων παρακολούθησης της εδαφικής υγρασίας, η ανάλυση του νερού άρδευσης και η χρήση τεχνικών υδρολίπανσης υπογραμμίζει την ανάγκη για ενίσχυση της ενημέρωσης και της τεχνικής υποστήριξης των παραγωγών σχετικά με νέες, καινοτόμες καλλιεργητικές πρακτικές. Τέτοιες πρακτικές δύνανται να συμβάλουν αποφασιστικά στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας των καλλιεργειών. Στο πλαίσιο αυτό, καθοριστικό ρόλο αναμένεται να διαδραματίσει η διαπιστωμένη προθυμία των ελαιοπαραγωγών της Χαλκιδικής να υιοθετήσουν εφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας, γεγονός που ενισχύει την υπόθεση ότι υφίσταται σημαντικό περιθώριο βελτίωσης τόσο της αποδοτικότητας όσο και της βιωσιμότητας των καλλιεργειών.

Με βάση τα παραπάνω, προτείνονται τα εξής:

Ενίσχυση της εκπαίδευσης και κατάρτισης των παραγωγών μέσω εξειδικευμένων σεμιναρίων και προγραμμάτων επιμόρφωσης, με έμφαση στη χρήση τεχνολογιών Γεωργίας Ακριβείας και στη βελτιστοποίηση της ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Προώθηση της χρήσης αισθητήρων και μετεωρολογικών σταθμών, στη γεωργική πρακτική, με σκοπό τη λήψη αποφάσεων άρδευσης βάσει πραγματικών δεδομένων αντί αποκλειστικά της εμπειρικής γνώσης.

Εφαρμογή συστημάτων υδρολίπανσης, τα οποία δύνανται να συμβάλουν τόσο στη μείωση του κόστους εισροών όσο και στη βελτιστοποίηση της απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά, ενισχύοντας παράλληλα την αποδοτικότητα χρήσης πόρων και την παραγωγική απόδοση των καλλιεργειών.

Οικονομική ενίσχυση και επιδοτήσεις, με στόχο τη διευκόλυνση της αρχικής επένδυση σε εξοπλισμό Γεωργίας Ακριβείας, ιδιαίτερα για μικρού και μεσαίου

μεγέθους εκμεταλλεύσεις, προκειμένου να βελτιωθεί η αποδοτικότητα, η βιωσιμότητα και η ανταγωνιστικότητα των καλλιεργειών.

Συμπερασματικά, η υιοθέτηση τεχνολογιών Γεωργίας Ακριβείας αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη βιώσιμη ανάπτυξη της ελαιοκαλλιέργειας στη Χαλκιδική. Η ενσωμάτωση αυτών των καινοτόμων πρακτικών προάγει όχι μόνο την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων, αλλά συνεισφέρει επίσης στην αύξηση της παραγωγικότητας και τη διασφάλιση της περιβαλλοντικής προστασίας της περιοχής. Η ανάγκη για τεχνολογικό εκσυγχρονισμό καθίσταται ιδιαίτερα επιτακτική, δεδομένων των προβλέψεων της κλιματικής αλλαγής στη Χαλκιδική, η οποία αναμένεται να αυξήσει σημαντικά τις αρδευτικές απαιτήσεις των ελαιώνων τις επόμενες δεκαετίες (Drosos et al., 2021).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Mantzanas, K., Pantera, A., Koutsoulis, D., Papadopoulos, A., Kapsalis, D., Ispikoudis, S., ... & Papanastasis, V. P. (2021). Intercrop of olive trees with cereals and legumes in Chalkidiki, Northern Greece. *Agroforestry Systems*, 95(5), 895-905.

Navrozidis, I., Alexandridis, T., Moshou, D., Haugommard, A., & Lagopodi, A. (2022). Implementing sentinel-2 data and machine learning to detect plant stress in olive groves. *Remote Sensing*, 14(23), 5947.

Kalfas, I., Anagnostopoulou, C., & Manios, E. M. (2023). The impact of climate change on olive crop production in Halkidiki, Greece. *Environmental Sciences Proceedings*, 26(1), 69.

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

Roma, E. (2023). Remote and proximal sensing in precision oliviculture.

Wurzel, R. K., Di Lullo, M., & Liefferink, D. (2023). The European council, council and member states: Jostling for influence. In *Handbook on European Union Climate Change Policy and Politics* (pp. 38-52). Edward Elgar Publishing.

NEUROPUBLIC. (χ.χ.). Chalkidiki – Olive: Yanni's Olive Grove. <https://www.neuropublic.gr/en/case-studies/chalkidiki-olive/>

Prodromou, M., Fountas, S., & Gikas, G. (2016). Precision Agriculture Applications in a High Density Olive Grove Adapted for Mechanical Harvesting in Greece. In D. Bochtis et al. (Eds.), *Information and Communication Technologies for Agriculture* (pp. 119-132). Springer, Cham. doi.org

Sadri, S., & Eslami, A. (2022). *Precision agriculture: Technology and applications*. Academic Press.

Drosos, V.C., Giovanis, G. and Tsiaras, S. (2021). The Impact of Climate Change on Olive Crop Production: The Case of Halkidiki, Greece. *International Journal of Sustainable Agricultural Research*, 8(2), pp. 94-105.

https://www.consilium.europa.eu/el/policies/from-farm-to-fork/?utm_source=cha

Fountas, S., Aggelopoulou, K., & Gemtos, T. A. (2015). *Precision agriculture: Crop management*

for improved productivity and reduced environmental impact or improved sustainability. Supply chain management for sustainable food networks, 41-65.

García, J.M., Hueso, A. and Gómez-del-Campo, M. (2020). Deficit irrigation strategies in olive trees: A review. *Agricultural Water Management*, 229, 105957.

Patakas, A. (2012). *Αρδευση Καλλιεργειών*. [Irrigation of Crops]. Athens: Stamoulis Publications.

Cammalleri, C., Rallo, G., Agnese, C., Ciraolo, G., Minacapilli, M. and Provenzano, G. (2013). Combined use of in situ and remote sensing data to estimate olive orchard evapotranspiration. *Biosystems Engineering*, 114(3), pp. 290-301.

Rallo, G., Agnese, C., Minacapilli, M. and Provenzano, G. (2014). Comparison between stepwise and continuous soil water capacitance sensors for olive orchard irrigation scheduling. *Agricultural Water Management*, 133, pp. 27-37.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο

Έρευνα που αφορά τις Σύγχρονες πρακτικές άρδευσης ακριβείας στη καλλιέργεια της ελιάς Χαλκιδικής.

Το παρόν ερωτηματολόγιο αποτελεί μέρος της διπλωματικής εργασίας με τίτλο: “ Σύγχρονες πρακτικές άρδευσης ακριβείας στη καλλιέργεια της ελιάς Χαλκιδικής. Υφιστάμενη κατάσταση, προκλήσεις και προοπτικές” εκπονείται στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών “Γεωργία Ακριβείας” του Ελληνικό Ανοικτού Πανεπιστημίου (ΕΑΠ).

Σκοπός της μελέτης είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορά την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών Γεωργίας Ακριβείας στην άρδευση των καλλιεργειών από τους παραγωγούς στο Νομό Χαλκιδικής. Οι πληροφορίες και οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμες.

Το ερωτηματολόγιο έχει σχεδιαστεί με στόχο τη συλλογή πληροφοριών στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής και η συμμετοχή σας σε αυτή τη μελέτη είναι εθελοντική. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου απαιτεί περίπου 15 λεπτά. Παρακαλούμε διαβάστε προσεκτικά τις ερωτήσεις που ακολουθούν και απαντήστε με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια. Να θυμάστε ότι δεν υπάρχουν σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις. Στα πλαίσια της έρευνας που διεξάγουμε μας ενδιαφέρει πρωτίστως η προσωπική σας γνώμη.

Σας ευχαριστούμε εκ των προτέρων για τον χρόνο που θα διαθέσετε για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΕΛΙΑΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

Προσωπικά Στοιχεία

Φύλο

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Άνδρας ☐ Γυναίκα

Ηλικιακή ομάδα:

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ 18-40 ,

☐ >40

Επαγγελματική κατάσταση

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Γεωπόνος

☐ Επαγγελματίας αγρότης

☐ Ερασιτέχνης καλλιεργητής

☐ Άλλη απασχόληση

Περιοχή μόνιμης κατοικίας

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Ν. Χαλκιδικής ☐ Ν. Θεσσαλονίκης ☐ Άλλος νομός

Μορφωτικό επίπεδο

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση ☐ Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ☐ ΙΕΚ/Ιδιωτική Σχολή

☐ Τριτοβάθμια Εκπαίδευση ☐ Μεταπτυχιακές Σπουδές

Μέγεθος της γεωργικής σας εκμετάλλευσης (συνολικά)

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ 0-5 στρ.

☐ 6-10 στρ.

☐) 11-20 στρ.

☐ >21 στρ.

Το σύνολο της γεωργική σας εκμετάλλευσης αποτελείται από

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Ιδιότητα αγροτεμάχια

☐ Ενοικιαζόμενα αγροτεμάχια

☐ Ιδιότητα και ενοικιαζόμενα αγροτεμάχια

Αποτύπωση υφιστάμενης κατάστασης όσον αφορά τις πρακτικές άρδευσης στην περιοχή έρευνας

Πόσα στρέμματα ελιές καλλιεργείτε

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ 0-10

☐ 10-20

☐ 20-30

☐ 30-40

☐ 40-50

☐ >50

Τα παραπάνω στρέμματα σε πόσα επιμέρους αγροτεμάχια κατανέμονται (χωρίζονται)

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ 1-5

☐ 5-10

☐ 10-15

☐ 15-20

☐ 20-25

☐ >25

Από τα παραπάνω αγροτεμάχια πόσα αρδεύονται?

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ <25%

☐ 25-50%

☐ 50-75%

☐ >75%

Τι σύστημα άρδευσης εφαρμόζετε;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Στάγδην

☐ Μικροκαταιονισμός

☐ Αυλάκια

☐ Κατάκλυση

☐ Άλλος τι

Ποια είναι η κύρια πηγή υδροδότησης

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Πηγάδι

- ☐ Ιδιωτική γεώτρηση
- ☐ Ομαδική γεώτρηση ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ
- ☐ Άλλο τι

Πόση είναι η απόσταση της πηγής από την εκμετάλλευση;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ 0-1000m
- ☐ 1000-2000m
- ☐ 2000-3000m
- ☐ 3000-4000m
- ☐ 4000m-5000m ☐ >5000

Ποια είναι η κλίση αγροτεμαχίων που εφαρμόζετε άρδευση;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ 0-3%
- ☐ 3-6%
- ☐ 6-9%
- ☐ 9-12%
- ☐ >12%

Ποια είναι η συχνότητα άρδευσης

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ 1φ/βδομάδα
- ☐ 1φ/15 ημέρες
- ☐ 1φ/20 ημέρες
- ☐ 1φ/μήνα

Ποια είναι η ποσότητα του νερού άρδευσης

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ 0-50 lt/δέντρο
- ☐ 50-100 lt/δέντρο
- ☐ >100 lt/δέντρο

Έχει γίνει ποτέ ανάλυση νερού άρδευσης

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι πότε χρονολογία ☐ Όχι

Η άρδευση γίνεται εμπειρικά

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι
- ☐ Όχι

Αν όχι ποιες παραμέτρους λαμβάνεται υπόψη για να πραγματοποιήσετε άρδευση

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Θερμοκρασία
- ☐ Υγρασία εδάφους
- ☐ Μακροσκοπική παρατήρηση δέντρων
- ☐ Ύψος βροχοπτώσεων
- ☐ Άλλο- τι??

Εφαρμόζετε υδρολίπανση λίπανση στην ελαιοκαλλιέργεια

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι

☐ Όχι

Ερωτηματολόγιο που αφορά την χρήση εξοπλισμού και εφαρμογών Γεωργίας Ακριβείας (ΓΑ) για άρδευση και λίπανση στην εκμετάλλευσή σας

Έχετε κάνει χρήση εξοπλισμού Γεωργίας Ακριβείας μέχρι σήμερα στην εκμετάλλευσή σας

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Ναι

☐ Όχι

Αν ναι σε ποια καλλιεργητική πρακτική

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Άρδευση ☐ Λίπανση

☐ Φυτοπροστασία ☐ Συγκομιδή

Αν όχι προτίθεστε να χρησιμοποιήσετε κάποια εφαρμογή Γεωργίας Ακριβείας

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Ναι ☐ Όχι

3. Θεωρείτε απαραίτητη την εγκατάσταση μετεωρολογικού σταθμού στην εκμετάλλευσή σας;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Ναι ☐ Όχι

4. Θα κάνατε χρήση αισθητήρων παρακολούθησης της εδαφικής υγρασίας στην εκμετάλλευσή σας;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Ναι ☐ Όχι

Θα κάνατε χρήση ηλεκτροβανών στην εκμετάλλευσή σας

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Ναι ☐ Όχι

Θα εφαρμόζατε την υδρολίπανση λίπανση στην εκμετάλλευσή σας;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

☐ Ναι ☐ Όχι

Υπάρχουν στο ερωτηματολόγιο μη κατανοητές ερωτήσεις; Αν ναι, ποιες είναι και σε ποια σημεία τους;

Υπάρχει κάτι άλλο που επιθυμείτε να προσθέσετε ή να επισημάνετε;

Σας ευχαριστώ πολύ για την συμμετοχή σας στην έρευνα

ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ