



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Διπλωματική Εργασία

**ΟΙ ΑΝΤΙΑΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΓΕΩΡΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΞΥΠΗΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ**

του

ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΑΜΠΑΤΖΙΔΗ

Επιβλέπων καθηγητής: ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού
Διπλώματος Ειδίκευσης στα Πληροφορικά Συστήματα

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Αναστάσιο Οικονομίδη για την καθογήση του και τις συμβουλές του για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης την οικογένεια μου, τη σύζυγο και τη κόρη μου για την ηθική συμπαράσταση που μου παρείχαν καθώς και την υπομονή που έδειξαν κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Ευχαριστώ επίσης τους γονείς μου για τη πολύτιμη βοήθεια τους χωρίς την οποία δε θα μπορούσα να τα είχα καταφέρει.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έξυπνη γεωργία αποτελεί ένα σύγχρονο υπόδειγμα διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων με τη χρήση Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ), υποστηρίζοντας τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και παρέχοντας προστιθέμενη αξία στον αγροτικό κλάδο. Παρά τα σημαντικά της οφέλη σε όρους αύξησης της απόδοσης της παραγωγής, διευκόλυνσης και τυποποίησης των καλλιεργητικών εργασιών, κερδοφορίας, εξοικονόμησης κόστους και περιβαλλοντικής προστασίας, η χρήση των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας είναι ακόμα περιορισμένη, τόσο στον ευρωπαϊκό χώρο όσο και στην Ελλάδα. Δεδομένης της σημαντικής αναπτυξιακής δυναμικής της, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των απόψεων και στάσεων των Ελλήνων γεωργών απέναντι στις εφαρμογές έξυπνης γεωργίας, μελετώντας το βαθμό υιοθέτησής τους, καθώς και τους επιμέρους παράγοντες που τον επηρεάζουν. Στην έρευνα συμμετείχαν 204 γεωργοί που δραστηριοποιούνται στην περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας, οι οποίοι κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα ειδικά κατασκευασμένο ερωτηματολόγιο 21 ερωτήσεων. Σύμφωνα με τα ερευνητικά αποτελέσματα, διαπιστώθηκε ότι ο βαθμός υιοθέτησης των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας είναι εξαιρετικά χαμηλός, ωστόσο, το ενδιαφέρον των γεωργών για τη χρήση τους είναι αυξημένο. Παράλληλα, βρέθηκε ότι οι Έλληνες παραγωγοί θεωρούν ως σημαντικότερο όφελος της έξυπνης γεωργίας τη μείωση του κόστους παραγωγής, ενώ βασικά εμπόδια υιοθέτησης αναδείχθηκαν η αδυναμία πρόσβασης σε σχετική πληροφόρηση και η έλλειψη επαρκών κεφαλαίων. Τέλος, τεκμηριώθηκε ότι οι παράγοντες που επιδρούν στις αντιλήψεις των γεωργών για την έξυπνη γεωργία περιλαμβάνουν το εκπαιδευτικό τους επίπεδο και τον τύπο των γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Συμπερασματικά, η υιοθέτηση των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας από τους Έλληνες γεωργούς είναι μεν περιορισμένη, αλλά διαθέτει αξιόλογη δυναμική ώστε να καταστεί ο κλάδος περισσότερο παραγωγικός και μακροχρόνια βιώσιμος. Για να είναι αυτό εφικτό απαιτείται η ενεργοποίηση όλων των ομάδων ενδιαφέροντος και η συστηματοποίηση των προσπαθειών για την ενημέρωση των γεωργών και τη στόχευση των καταλληλότερων καλλιεργειών και ομάδων πληθυσμού που θα μπορούσαν να επωφεληθούν από τις τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας.

Λέξεις κλειδιά: έξυπνη γεωργία, γεωργία ακριβείας, παράγοντες υιοθέτησης, Έλληνες γεωργοί.

ABSTRACT

Smart agriculture is a modern example of farm management using Information and Communication Technologies (ICT), supporting decision-making processes and providing added value to the agricultural sector. Despite its significant benefits in terms of increased production efficiency, facilitation and standardization of farming, profitability, cost savings and environmental protection, the use of smart farming applications is still limited, both in Europe and in Greece. Given its significant development potential, the aim of this research is to investigate the views and attitudes of Greek farmers towards smart farming applications, studying their extent of adoption and the factors that influence it. The survey involved 204 farmers in the Central Macedonia region who were asked to complete a specially designed 21-question questionnaire. According to the research results, the adoption rate of smart farming technologies has been found to be extremely low; however, farmers' interest in using them is increased. At the same time, was found that Greek producers consider the reduction of production costs as a major benefit of smart farming, while the main barriers to adoption are their inability to access relevant information and the lack of sufficient capital. Finally, it has been documented that the factors influencing farmers' perceptions of smart farming include their educational level and type of farm. In conclusion, the adoption of smart and precision agriculture applications by Greek farmers is limited, but it has considerable potential to make the industry more productive and long-term viable. This requires the activation of all stakeholders and the systematization of efforts to inform farmers and target the most appropriate crops and population groups that could benefit from smart farming technologies.

Keywords: smart farming, precision agriculture, adoption factors, Greek farmers.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	4
ΕΞΥΠΙΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	4
1.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....	4
1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	6
1.3 ΕΞΥΠΙΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	10
1.4 ΓΕΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ.....	13
1.5 ΟΦΕΛΗ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	19
ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΕΞΥΠΙΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	19
2.1 ΒΑΘΜΟΣ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ	19
2.2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ	21
2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ	22
2.3.1 Δημογραφικοί παράγοντες.....	22
2.3.2 Οργανωσιακοί παράγοντες	24
2.3.3 Τεχνολογικοί παράγοντες	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	29
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	29
3.1 ΕΙΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	29
3.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ	30
3.3 ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	32
3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	33
3.5 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	35
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	47

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	47
5.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ	47
5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	49
5.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	61

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Έλεγχοι εσωτερικής αξιοπιστίας.....	34
Πίνακας 2: Δημογραφικά στοιχεία	36
Πίνακας 3: Επίπεδο γνώσης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας.....	37
Πίνακας 4: Επίπεδο χρήσης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας.....	38
Πίνακας 5: Ενδιαφέρον χρήσης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας.....	38
Πίνακας 6: Γνώση και χρήση του συστήματος gaisense	39
Πίνακας 7: Βαθμός σημαντικότητας των στόχων έξυπνης γεωργίας.....	40
Πίνακας 8: Είδη καλλιεργειών για αποτελεσματική εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας	40
Πίνακας 9: Βαθμός οφελών από την εφαρμογή έξυπνης γεωργίας.....	41
Πίνακας 10: Βαθμός εμποδίων από την εφαρμογή έξυπνης γεωργίας.....	42
Πίνακας 11: Συσχέτιση κατά Pearson της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας.....	43
Πίνακας 12: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση την ηλικία.....	43
Πίνακας 13: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση το επίπεδο εκπαίδευσης ...	44
Πίνακας 14: Συσχέτιση κατά Pearson της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας και του βαθμού τεχνολογικής ευχέρειας.....	44
Πίνακας 15: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση τα έτη εμπειρίας στις καλλιέργειες.....	45
Πίνακας 16: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση το είδος της καλλιέργειας ..	45
Πίνακας 17: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση το μέγεθος της καλλιέργειας	46

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έξυπνη γεωργία, εξειδικευμένος μέρος της οποίας αποτελεί η γεωργία ακριβείας, αναφέρεται στη χρήση των σύγχρονων Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στη διαχείριση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και των διάφορων καλλιεργητικών εργασιών. Το σύγχρονο αυτό υπόδειγμα αποτελεί την τρίτη επανάσταση στη γεωργία, επιφέροντας κρίσιμες αλλαγές στο γεωργικό κλάδο στο πλαίσιο της προσπάθειας εκσυγχρονισμού του και επίτευξης μακροχρόνιας οικονομικής, διατροφικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Τα οφέλη εφαρμογής των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας είναι πολλαπλά τόσο για τον ίδιο τον παραγωγό όσο και για το ευρύτερο αγροτικό οικοσύστημα, καθώς οδηγεί σε αύξηση των αποδόσεων, ποιοτική αναβάθμιση των προϊόντων, ενίσχυση της κερδοφορίας και διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών, περιορίζοντας παράλληλα το κόστος και τις απαιτήσεις σε εισροές. Παράλληλα, η εξοικονόμηση πόρων και η τυποποίηση της διαχείρισης των καλλιεργητικών εκτάσεων επιφέρει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη σε όρους μείωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των καλλιεργειών, διασφαλίζοντας μελλοντικά την επάρκεια σε τρόφιμα, δεδομένης της σταδιακής αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού αλλά και της αυστηροποίησης του ρυθμιστικού πλαισίου περί προστασίας του περιβάλλοντος.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, παρουσιάζεται ένα έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον σχετικά με την υιοθέτηση των εφαρμογών της έξυπνης γεωργίας και ειδικότερα αναφορικά με τους παράγοντες που την επηρεάζουν, τόσο διεθνώς όσο και στον ευρωπαϊκό χώρο. Η σύγχρονη έρευνα καταδεικνύει ότι, παρά τα σημαντικά οφέλη της έξυπνης γεωργίας, ο βαθμός υιοθέτησής της είναι αρκετά περιορισμένος, ακόμα και σε χώρες όπου η γεωργία αποτελεί βασικό πυλώνα της οικονομικής τους ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας. Παράλληλα, αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει τους παράγοντες που επιδρούν στην πρόθεση ή στην πραγματική υιοθέτηση των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας, εστιάζοντας σε τεχνολογικές, οργανωσιακές, γεωργικές, συμπεριφορικές και δημογραφικές μεταβλητές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών περιλαμβάνουν το μέγεθος της γεωργικής εκμετάλλευσης, το είδος της καλλιέργειας, την αντιληπτή χρησιμότητα της τεχνολογίας, την ευκολία χρήσης της, το βαθμό εξοικείωσης των αγροτών με τους Η/Υ και το διαδίκτυο, καθώς και το κοινωνικοδημογραφικό τους προφίλ.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των στάσεων και απόψεων των Ελλήνων αγροτών απέναντι στις τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας, λαμβάνοντας υπόψη το δημογραφικό τους υπόβαθρο, καθώς και άλλους παράγοντες που σχετίζονται με τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Απώτερος στόχος της μελέτης είναι να αναδειχθεί ο βαθμός υιοθέτησης των εν λόγω τεχνολογιών, τα αντιληπτά οφέλη και εμπόδια, και οι μεταβλητές που επιδρούν στα προαναφερθέντα, ώστε να χαρτογραφηθεί το πεδίο εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας στην Ελλάδα. Για την υλοποίηση της έρευνας κατασκευάστηκε ειδικό ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από 204 αγρότες που δραστηριοποιούνται στην περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας και πιο συγκεκριμένα στους νομούς Πιερίας και Σερρών. Αφού συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα, ακολούθως επεξεργάστηκαν στατιστικά.

Η δομή της παρούσας μελέτης έχει ως εξής: στο πρώτο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο που διέπει την έξυπνη γεωργία και γεωργία ακριβείας, καταγράφοντας τις βασικές έννοιες, το ιστορικό πλαίσιο ανάπτυξής τους, τις τεχνολογίες και τα συστήματα από τα οποία υποστηρίζεται, την ανάπτυξή της στην Ευρώπη και στην Ελλάδα, καθώς και τα οφέλη της. Στο δεύτερο κεφάλαιο επιχειρείται μια βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με την υιοθέτηση της έξυπνης γεωργίας διεθνώς, στην οποία καταγράφονται τα διεθνή δεδομένα, τα θεωρητικά μοντέλα υιοθέτησης και τα ευρήματα των μελετών για τους δημογραφικούς, οργανωσιακούς και τεχνολογικούς παράγοντες που την επηρεάζουν. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας και στο τέταρτο τα ερευνητικά αποτελέσματα. Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με τη συζήτηση των ευρημάτων και τα συμπεράσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΞΥΠΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

1.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η «έξυπνη γεωργία» (smart farming) αποτελεί ένα σύγχρονο υπόδειγμα διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων με τη χρήση των διαθέσιμων Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) (Wofert et al, 2017). Ως εναλλακτικός ή ειδικότερος όρος της έξυπνης γεωργίας χρησιμοποιείται σήμερα η «γεωργία ακριβείας» (precise agriculture), η οποία έχει οριστεί γενικά ως «η εφαρμογή των σωστών μεθόδων γεωργίας στο σωστό χρόνο και στο σωστό μέρος» (Gebbers & Adamchuk, 2010). Ο πρώτος σχετικός ορισμός εντοπίζεται σε κείμενο πολιτικής της Βουλής των Αντιπροσώπων των ΗΠΑ το 1997, σύμφωνα με το οποίο η γεωργία ακριβείας είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα γεωργίας βασισμένο στην πληροφόρηση και στην παραγωγή, το οποίο αποσκοπεί στην αύξηση της αποδοτικότητας, της παραγωγικότητας και της κερδοφορίας, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις ακούσιες επιπτώσεις στη φύση και στο περιβάλλον (Zhang et al, 2002). Ο εν λόγω ορισμός υιοθετεί μια ολιστική προσέγγιση για τη διαχείριση όλου του συστήματος γεωργικής παραγωγής με τη χρήση των σύγχρονων ΤΠΕ (Zhang et al, 2002).

Στη βάση αυτής της ολιστικής προσέγγισης, διάφοροι ορισμοί για τη γεωργία ακριβείας (ή έξυπνη γεωργία, εναλλακτικά) έχουν προταθεί μέχρι και σήμερα. Για παράδειγμα, οι Aubert et al (2012) την ορίζουν ως ένα διοικητικό σύστημα που εφαρμόζεται για τη διαχείριση της χωρικής και χρονικής μεταβλητότητας της καλλιέργειας και του εδάφους σε ένα χωράφι, με σκοπό την αύξηση της κερδοφορίας και της παραγωγικότητας. Αντίστοιχα, οι Reichardt & Jurgens (2009) υποστηρίζουν ότι η γεωργία ακριβείας είναι ένα συνεκτικό σύνολο μεθόδων για την αποτελεσματική διαχείριση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, στοχεύοντας στην αύξηση του κέρδους, της απόδοσης και της ποιότητας, και παράλληλα στον περιορισμό του κόστους και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επίσης, σύμφωνα με τους Bongiovanni & Lowenberg-DeBoer (2004), ως γεωργία ακριβείας μπορεί να

οριστεί η ηλεκτρονική παρακολούθηση και ο έλεγχος που πραγματοποιούνται με την εφαρμογή μεθόδων συλλογής δεδομένων, επεξεργασίας πληροφοριών και συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων με στόχο τη χωρική και χρονική κατανομή των εισροών μιας καλλιέργειας.

Βασικός στόχος της γεωργίας ακριβείας είναι η υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων κατά τη διαχείριση μιας καλλιέργειας, καθώς και η αύξηση του αριθμού των ορθών αποφάσεων που λαμβάνονται ανά μονάδα καλλιεργούμενης έκτασης, λαμβάνοντας υπόψη το διαθέσιμο χρόνο (McBratney et al, 2005). Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της διευκόλυνσης της συλλογής των απαιτούμενων δεδομένων από το χωράφι, καθώς και της γρήγορης και αξιόπιστης επεξεργασίας τους, ώστε να είναι εφικτή η προσαρμογή των γεωργικών πρακτικών που εφαρμόζονται (McBride Daberkow, 2003). Αντίστοιχα, οι εν λόγω διαδικασίες πραγματοποιούνται με τη συνδυαστική χρήση των σύγχρονων ΤΠΕ, όπως είναι ο εξοπλισμός ακριβείας, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT), τα μεγάλα δεδομένα (big data), τα συστήματα γεω-εντοπισμού (GPS), τα μη επανδρωμένα οχήματα, η ρομποτική, οι γεωργικοί αυτοματισμοί και τα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης.

Η τεχνολογία της γεωργίας ακριβείας επιτρέπει στους αγρότες να αντιλαμβάνονται τις χωροχρονικές διακυμάνσεις στους παραγωγικούς πόρους που απαιτούνται και, έτσι, να υιοθετούν τις κατάλληλες πρακτικές με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια (Aubert et al, 2012). Ως εκ τούτου, η τεχνολογία αυτή αντιπροσωπεύει ουσιαστικά ένα σύγχρονο υπόδειγμα στις γεωργικές πρακτικές, καθώς επιτρέπει τη σύλληψη του χωραφιού ως μιας ετερογενούς και παράλληλα ολιστικής οντότητας, δίνοντας τη δυνατότητα προσαρμογής των αντίστοιχων καλλιεργητικών μεθόδων. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνει την αποδοτικότητα και παραγωγικότητα, συμβάλλοντας παράλληλα στη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος. Αντίστοιχα, μπορεί να υποστηριχθεί ότι η τεχνολογία της έξυπνης γεωργίας είναι περισσότερο διευρυμένη, καθώς περιλαμβάνει το σύνολο των διαθέσιμων ΤΠΕ και στοχεύει όχι μόνο στην παρακολούθηση των διακυμάνσεων σε μια καλλιέργεια αλλά, συνολικά, στη συγκεντρωτική διαχείρισή της (Wolfert et al, 2017).

Τα συστήματα έξυπνης γεωργίας χρησιμοποιούνται σε ερευνητικό επίπεδο από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 και έγιναν για πρώτη φορά εμπορικά διαθέσιμα στις αρχές της επόμενης δεκαετίας (Zhang et al, 2002). Εξετάζοντάς τα σε ένα ιστορικό

πλαίσιο, η ανάδειξη αυτού του υποδείγματος διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων ονομάστηκε «τρίτη επανάσταση», ακολουθώντας τις δύο πρώτες της αναπαραγωγής των φυτών και της γενετικής. Αντίστοιχα, συνέπεσε με το κύμα της Πράσινης Επανάστασης που οριοθετείται χρονικά στις αρχές του 1990 και συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Μάλιστα, ο όρος «γεωργία 4.0» (farming 4.0) έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει αυτήν την εξέλιξη στη γεωργία, υποδηλώνοντας την ολοένα αυξανόμενη χρήση των μεγάλων δεδομένων και του IoT (Clasen, 2016). Σήμερα, η έξυπνη γεωργία και η γεωργία ακριβείας αποτελούν τους βασικούς μηχανισμούς εκσυγχρονισμού της αγροτικής οικονομίας, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και της ανάγκης διασφάλισης της επάρκειας των αποθεμάτων τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο, δεδομένης της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της ταχείας πληθυσμιακής αύξησης.

1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας είναι σήμερα εφικτή χάρη στην ανάπτυξη διάφορων τεχνολογιών hardware και software, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό ολοκληρωμένων συστημάτων παρακολούθησης των συνθηκών που διέπουν την παραγωγή και τη διαχείριση της καλλιέργειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτών είναι οι τεχνολογίες αισθητήρων που συνδυάζονται με διαδικασίες που έχουν τη δυνατότητα συσχέτισης των χαρτογραφημένων συνθηκών στο χωράφι με τις κατάλληλες γεωργικές πρακτικές, όπως η καλλιέργεια, η σπορά, η γονιμοποίηση, η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων και η συγκομιδή (Joint Research Centre of the European Commission, 2014). Ιδιαίτερα σημαντική πρόοδος έχει επιτευχθεί στο πεδίο της ανάπτυξης, μικροχαρτογράφησης και ακρίβειας της τεχνολογίας του παγκόσμιου δορυφορικού συστήματος πλοήγησης (Global Navigation Satellite System – GNSS) από το 1999 και μετά.

Έτσι, η τεχνολογία GNSS, της οποίας το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο είναι το GPS, εφαρμόζεται σήμερα σε πολλές γεωργικές εκμεταλλεύσεις για εργασίες που σχετίζονται με το γεωγραφικό εντοπισμό (π.χ. συστήματα αυτόματης καθοδήγησης) και την παραγωγή πληροφοριών γεωγραφικής αναφοράς (π.χ. συστήματα χαρτογράφησης απόδοσης). Η εν λόγω τεχνολογία έχει επιτρέψει την ανάπτυξη σύγχρονων μεθόδων και συστημάτων που εφαρμόζονται στο πλαίσιο της

έξυπνης γεωργίας, όπως είναι η αυτόματη άρδευση και συγκομιδή και τα συστήματα ελεγχόμενης γεωργικής κυκλοφορίας (Controlled Traffic Farming – CTF) (Kingwell & Fuchsbichler, 2011). Οι μέθοδοι αυτοί δίνουν τη δυνατότητα στα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια να οδηγούν με ακρίβεια επαναλαμβανόμενες διαδρομές, περιορίζοντας έτσι τις πιθανότητες ανθρώπινου λάθους που προέρχονται από σφάλματα του χειριστή, μειώνοντας τη σωματική κόπωση του αγρότη, βελτιώνοντας την απόδοση στις σχετικές δραστηριότητες και, παράλληλα, έχοντας και αξιόλογα περιβαλλοντικά οφέλη (Gasso et al, 2013).

Μία ακόμη σημαντική τεχνολογία που αξιοποιείται στην έξυπνη γεωργία είναι η τεχνολογία μεταβλητού ρυθμού (Variable Rate Technology – VRT), η οποία επιτρέπει αυξημένα επίπεδα ακρίβειας στη σπορά, τη βελτιστοποίηση της πυκνότητας φύτευσης και τη βελτιωμένη απόδοση όσον αφορά τις εφαρμογές ζιζανιοκτόνων, φυτοφαρμάκων και θρεπτικών ουσιών, με αποτέλεσμα τη μείωση τόσο του κόστους όσο και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Sundmaeker et al, 2016). Επίσης, η τεχνολογία αισθητήρων είναι εξίσου σημαντική για την ανάπτυξη εφαρμογών έξυπνης γεωργίας, επιτρέποντας τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από το χωράφι. Οι συσκευές αυτές σχεδιάζονται για την καταγραφή δεδομένων τόσο σε στατικές συνθήκες (in-situ) όσο και εν κινήσει (on-the-go), και μπορούν μάλιστα να χρησιμοποιηθούν και για την αξιολόγηση της κατάστασης του εδάφους, όπως είναι οι αισθητήρες φαινόμενης ηλεκτρονικής αγωγιμότητας (Apparent Electrical Conductivity – ECA), οι αισθητήρες γ-ραδιομετρικού εδάφους και οι συσκευές παρακολούθησης της υγρασίας. Άλλες συσκευές προσφέρουν δυνατότητες καταγραφής πληροφοριών σχετικά με τις καιρικές συνθήκες ή μικροκλιματικών δεδομένων (π.χ. θερμόμετρο, υγρόμετρο, κλπ) (Liaghat & Balasundram, 2010).

Η τεχνολογία αισθητήρων, επίσης, γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη όσον αφορά το σχεδιασμό συστημάτων που ποσοτικοποιούν τη φυσιολογική κατάσταση της καλλιέργειας (π.χ. αισθητήρες αζώτου). Τα συστήματα αυτά βασίζονται σε τεχνολογίες τηλεπισκόπησης, συγκεντρώνοντας δεδομένα με βάση ένα επιλεγμένο σημείο ή ευρύτερο χώρο, όπου η χωρική ανάλυση, δηλαδή το μέγεθος των εικονοστοιχείων (pixels) που απεικονίζονται ψηφιακά, μπορεί να κυμαίνεται από λιγότερο από 2 εκατοστά μέχρι και πάνω από 10 μέτρα (Mulla, 2013). Η ανίχνευση δεδομένων σε διάφορα μήκη κύματος (ορατά, κοντά σε υπέρυθρη ακτινοβολία,

θερμικά) με τη χρήση πολυφασματικών ή υπερφασματικών καμερών επί αεροσκαφών και δορυφορικών πλατφόρμων έχει ως στόχο την καταγραφή και επεξεργασία δεικτών βλάστησης που μπορούν να περιγράψουν αποτελεσματικά την κατάσταση του εδάφους (π.χ. περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, επίπεδο στρες), καθώς και το πώς αυτό μετασχηματίζεται στο χώρο και στο χρόνο. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία αυτή επιτρέπει την παραγωγή ευαίσθητων δεδομένων για τους αγρότες που θα ήταν αδύνατη σε περίπτωση χρήσης συμβατικών τεχνολογιών.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζεται κατά τα τελευταία χρόνια στην ανάπτυξη τεχνολογιών μη επανδρωμένων αεροσκαφών ελαφρού βάρους (Unmanned Aerial Vehicles – UAV), τα γνωστά drones, τα οποία αναπτύχθηκαν αρχικά για στρατιωτικούς σκοπούς αλλά σήμερα, εφαρμόζονται πιλοτικά σε διάφορα συστήματα έξυπνης γεωργίας ή γεωργίας ακριβείας. Η εξέλιξη αυτών, τα αεροσκάφη τηλεχειρισμού (Remotely Piloted Aerial Systems – RPAS), διατίθενται ήδη στην αγορά και είναι πλήρως λειτουργικά, επιτρέποντας την παραγωγή εικόνας σε εξαιρετικά καλή ανάλυση σε επίπεδο αγροκτήματος (Veroustraete, 2015).

Η αντίστοιχη λειτουργία από τις δορυφορικές πλατφόρμες είναι σημαντικά χαμηλότερης ανάλυσης και είναι, γενικά, πιο δαπανηρή για τους αγρότες. Για παράδειγμα, το ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Κοπέρνικος» που χρησιμοποιεί διαστημική τεχνολογία παρέχει δορυφορικά δεδομένα σε χαμηλότερη ανάλυση από ότι τα σύγχρονα drones, αν και προς το παρόν αποδεικνύεται εξαιρετικά χρήσιμο για την παραγωγή δεδομένων που επιτρέπουν ασφαλέστερες προβλέψεις για την απόδοση της καλλιέργειας. Επίσης, παρέχει χάρτες ικανοποιητικής ακρίβειας για εκτάσεις γης, αγροτικές εκτάσεις υψηλής φυσικής αξίας και φυσικές ή ημιφυσικές εκτάσεις, με αποτέλεσμα η εν λόγω πληροφόρηση να αξιοποιείται συνολικά προς όφελος της γεωργίας αλλά και για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) (Joint Research Centre of the European Commission, 2014).

Η τεχνολογία των drones βρίσκει ευρεία εφαρμογή στη γεωργία ακριβείας, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορες γεωργικές πρακτικές, όπως η εικονική περιήραξη, η διαχείριση της αγέλης και ο έλεγχος της φυσιολογικής κατάστασης των καλλιεργειών (Walter et al, 2017). Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία των Das et al (2019), η παγκόσμια αγορά των γεωργικών drones ανέρχεται σε αξία στα 32,4 δις, ενώ υπολογίζεται ότι η χρήση τους θα αυξηθεί τα επόμενα χρόνια κατά 80%. Θα

πρέπει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι το ρυθμιστικό-νομοθετικό πλαίσιο λειτουργίας τους αποτελεί μέχρι και σήμερα μια πρόκληση για την περαιτέρω αξιοποίησή τους στη γεωργία, ιδιαίτερα στην Ευρώπη.

Μία επιπλέον τεχνολογία που υποστηρίζει την έξυπνη γεωργία είναι η ρομποτική, δεδομένου ότι πολλές γεωργικές εργασίες αποτελούνται από επαναλαμβανόμενα και τυποποιημένα καθήκοντα, επιτρέποντας την ανάπτυξη διάφορων ρομποτικών εφαρμογών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτών είναι τα γεωργικά ρομπότ, γνωστά και ως Agbots, τα οποία εκτελούν διάφορες εργασίες (π.χ. φύτευση, άρδευση, συγκομιδή). Ωστόσο, η ρομποτική τεχνολογία έχει ακόμα ιδιαίτερα υψηλό κόστος και, για το λόγο αυτό, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλό βαθμό υιοθέτησης, με εξαίρεση ίσως τη γαλακτοβιομηχανία, όπου χρησιμοποιείται για το αυτόματο άρμεγμα των ζώων. Υπολογίζεται ότι στην Ολλανδία, πρωτοπόρο χώρα στη γεωργία ακριβείας, περίπου το 30% των εκμεταλλεύσεων χρησιμοποιούν ρομποτική τεχνολογία για αυτές τις εργασίες (Brewster et al, 2018). Τα γεωργικά ρομπότ χρησιμοποιούν, επίσης, τεχνολογία αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification – RFID), και με την εφαρμογή ενός συστήματος ετικέτας που τοποθετείται είτε στα φυτά είτε στα ζώα, παράγει δεδομένα εξ αποστάσεως. Η τεχνολογία RFID αξιοποιείται σήμερα ευρέως σε χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης (Γερμανία, Δανία, Σουηδία) (Bach et al, 2016). Παρόμοια ανάπτυξη γνωρίζει και η τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), με τις αντίστοιχες συσκευές να αξιοποιούνται για την παραγωγή, συγκέντρωση και αποστολή δεδομένων από το χωράφι. Οι συσκευές αυτές έχουν διάφορες μορφές (π.χ. αισθητήρες, ρολόι χειρός, κλπ.) (Anand et al, 2016).

Εκτός των βασικών τεχνολογιών που αναπτύχθηκαν παραπάνω, η έξυπνη γεωργία υποστηρίζεται και από διάφορες εφαρμογές λογισμικού (software), όπως είναι τα Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Αγροκτημάτων (Farm Management Information Systems – FMIS). Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για τη συλλογή γεωργικών δεδομένων, τα οποία επιδέχονται επεξεργασίας για την υποστήριξη της ορθολογικής λήψης αποφάσεων. Επίσης, βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορες γεωργικές εργασίες, όπως η διαχείριση αγέλης, η εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας, η συντήρηση των γεωργικών μηχανημάτων και η διαχείριση των ανθρώπινων πόρων που απασχολούνται σε μια μεγάλη γεωργική εκμετάλλευση (Brewster et al, 2018).

Σημειώνεται, ωστόσο, ότι τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν χαμηλό βαθμό υιοθέτησης στην Ευρώπη, όπου οι περισσότερες γεωργικές εκμεταλλεύσεις είναι μικρού μεγέθους και οικογενειακού ιδιοκτησιακού καθεστώτος.

Τέλος, η ανάπτυξη των τεχνολογιών των μεγάλων δεδομένων (big data) και της εκμάθησης μηχανών (machine learning) αποτελεί μία επιπλέον καινοτομία, καθώς αυτές μπορούν να συνδυαστούν αποτελεσματικά με τις προαναφερθείσες εφαρμογές για την παραγωγή ενός μεγάλου εύρους και αριθμού δεδομένων από διαφορετικές πηγές (π.χ. αισθητήρες, drones, GPS) (Liakos et al, 2018). Βέβαια, η αποτελεσματική αξιοποίηση αυτών των δεδομένων από τον μεμονωμένο αγρότη δεν είναι ένα εύκολο εγχείρημα, καθώς απαιτεί συγκεκριμένες γνώσεις, ικανότητες και δεξιότητες. Για παράδειγμα, ο μετασχηματισμός των ετερογενών δεδομένων που παράγονται από δορυφορικούς χάρτες ή αισθητήρες που παρέχουν πληροφορίες για τη φυσιολογική κατάσταση της καλλιέργειας ή του εδάφους, με στόχο τη λήψη αποφάσεων για τη συνολική διαχείριση της γεωργικής εκμετάλλευσης, απαιτεί την ανάπτυξη συγκεκριμένων σχεδίων, ώστε να είναι εφικτή η κατανόηση των αιτιωδών σχέσεων μεταξύ των διάφορων μεταβλητών που σχετίζονται με την απόδοσή της (Das et al, 2019). Στην περίπτωση αυτή, τα συστήματα FMIS αποδεικνύονται ζωτικής σημασίας, αλλά η υιοθέτηση και λειτουργία τους στην καθημερινή γεωργική πρακτική δεν είναι μια εύκολη υπόθεση.

1.3 ΕΞΥΠΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η προώθηση της έξυπνης γεωργίας και της γεωργίας ακριβείας αποτελεί βασικό στόχο της ευρωπαϊκής πολιτικής για τα επόμενα χρόνια. Εκτός των προβλέψεων της ΚΑΠ, τον Απρίλιο του 2019 υπεγράφη από 23 κράτη-μέλη της ΕΕ, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, η διακήρυξη συνεργασίας για «ένα έξυπνο και βιώσιμο ψηφιακό μέλλον για την ευρωπαϊκή γεωργία και την ύπαιθρο», σηματοδοτώντας τις συστηματικές προσπάθειες που πρόκειται να ακολουθήσουν σε αυτόν τον τομέα (European Commission, 2019). Ανάλογες πρωτοβουλίες σε επίπεδο πολιτικής εντοπίζονται και στην Ελλάδα, με χαρακτηριστικά παραδείγματα το Τριμερές Μνημόνιο Συνεργασίας για τη Γεωργία Ακριβείας μεταξύ του Υπουργείου Ψηφιακής Πολιτικής, του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που υπεγράφη το 2018, και το έργο «Ψηφιακός μετασχηματισμός του

γεωργικού τομέα» που βρίσκεται σε στάδιο διαβούλευσης. Στις χώρες της ΕΕ αναμένεται μέχρι και το 2025 να τοποθετηθούν πάνω από 16 εκατομμύρια συσκευών που χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες αισθητήρων και IoT, από τα 7,8 εκατομμύρια που ήταν το 2017 (Καλαμαρά, 2018). Παράλληλα, το σύστημα «Κοπέρνικος» αναμένεται να υποστηρίξει τις προσπάθειες περαιτέρω προώθησης των σχετικών τεχνολογιών στις ευρωπαϊκές γεωργικές εκμεταλλεύσεις, παρέχοντας υπηρεσίες χαρτογράφησης και συλλογής δεδομένων από το χωράφι.

Επίσης, το ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Ορίζοντας 2020» έχει χρηματοδοτήσει το Θεματικό Δίκτυο Έξυπνης Γεωργίας Smart AKIS, ένα έργο που προωθείται από την Ευρωπαϊκή Σύμπραξη Καινοτομίας «Γεωργική Παραγωγικότητα και Βιωσιμότητα» (EIP-AGRI). Η εν λόγω σύμπραξη, πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, προωθεί την καινοτομία στη γεωργία και τη δασοκομία, ώστε αυτές να καταστούν βιώσιμοι και παραγωγικοί κλάδοι, αντιμετωπίζοντας με επάρκεια τις σύγχρονες προκλήσεις, όπως οι ευμετάβλητες τιμές της αγοράς, η κλιματική αλλαγή, η όξυνση του ανταγωνισμού στην αγορά και η αустηροποίηση του περιβαλλοντικού ρυθμιστικού πλαισίου (<https://ec.europa.eu/eip/agriculture/>). Το Smart AKIS, το ευρωπαϊκό θεματικό δίκτυο έξυπνης γεωργίας, αποτελείται από 13 εταιρίες που δραστηριοποιούνται σε 8 ευρωπαϊκές χώρες (ακαδημαϊκά ιδρύματα, γεωργικές ενώσεις, συνεταιρισμοί, εταιρίες παροχής συμβουλευτικών υπηρεσιών). Στην πλατφόρμα του δικτύου παρουσιάζονται αναλυτικά πάνω από 1.500 εφαρμογές έξυπνης γεωργίας που εφαρμόζονται επί του παρόντος από γεωργούς και επαγγελματίες του κλάδου, καθώς και πολυάριθμα συνεργατικά και διαδραστικά έργα καινοτομίας (<https://www.smart-akis.com/index.php/el/home-el/>). Επίσης, η πλατφόρμα διαθέτει 50 συνδέσμους με επιχειρηματικές ομάδες και 700 ενεργούς χρήστες. Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι η Σύμπραξη EIP-AGRI χρηματοδοτεί άλλα δέκα θεματικά δίκτυα που σχετίζονται έμμεσα με τις εφαρμογές της έξυπνης γεωργίας (π.χ. έξυπνη γαλακτοπαραγωγή 4D4F, Διαμεσολάβηση καινοτομίας στη γεωργία).

Στην Ελλάδα, η σημαντικότερη ίσως πρωτοβουλία μέχρι και σήμερα στο εξεταζόμενο πεδίο είναι το σύστημα ευφυούς γεωργίας Gaiasense, το οποίο είναι ένα καινοτόμο εργαλείο παροχής συμβουλευτικής υποστήριξης στους αγρότες αναφορικά με τη χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας σε διάφορες γεωργικές

εργασίες (π.χ. άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία) (<https://www.neuropublic.gr/ypiresies/eyfyis-georgia-gaiasense/>). Το σύστημα αυτό διαθέτει πάνω από 200 σταθμούς που βρίσκονται σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, στους οποίους συλλέγονται δεδομένα για τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και τις καλλιεργητικές εργασίες, υποστηρίζοντας τις σημαντικότερες καλλιέργειες της χώρας (π.χ. ελιά, σταφύλι, ροδάκινο, βαμβάκι). Μέσα στα δύο πρώτα χρόνια πιλοτικής εφαρμογής αυτής της πρωτοβουλίας σημειώθηκαν σημαντικά οικονομικά οφέλη για τους παραγωγούς, τόσο λόγω της μείωσης του κόστους όσο και εξαιτίας της αύξησης της απόδοσης της παραγωγής, τα οποία ανάλογα με την καλλιέργεια κυμαίνονται μεταξύ 18% και 36% (Καλαμαρά, 2018). Το κόστος συμμετοχής στο σύστημα Gaiasense είναι εξαιρετικά χαμηλό και δεν απαιτεί σημαντικές επενδύσεις. Ως εκ τούτου, αποτελεί μια ιδιαίτερα σημαντική ευκαιρία για τους Έλληνες αγρότες που επιθυμούν να βελτιστοποιήσουν την παραγωγή τους με τη χρήση συστημάτων έξυπνης γεωργίας.

Σε ερευνητικό επίπεδο, το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών συντονίζει μια σειρά έργων έξυπνης γεωργίας. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα Gates-game αποτελεί μια πρωτοβουλία του ιδρύματος που απευθύνεται σε επαγγελματίες του γεωργικού κλάδου. Το Gates-game είναι ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι που παρέχει παράλληλα γνώσεις στο χρήστη σχετικά με εφαρμογές της έξυπνης γεωργίας, δίνοντας τη δυνατότητα πληροφόρησης για τις επιπτώσεις των διάφορων καλλιεργητικών μεθόδων και επιλογών στο περιβάλλον και στην οικονομία. Επίσης, το πρόγραμμα Optima βρίσκεται ακόμα σε φάση ανάπτυξης και αφορά τη χρήση τεχνολογίας γεωργίας ακριβείας για τη διαχείριση των ψεκαστικών μηχανημάτων και τον περιορισμό των εισροών σε φυτοφάρμακα και άλλα χημικά σκευάσματα. Ακόμη, η εταιρία AgroKnow συντονίζει το ευρωπαϊκό έργο BigDataGrapes, το οποίο αξιοποιεί τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων και τεχνητής νοημοσύνης για την επιλογή και διαχείριση αμπελοκαλλιιεργειών, ώστε να λαμβάνονται οι κατάλληλες αποφάσεις σε επίπεδο καλλιέργειας (π.χ. επιλογή παρτίδας σταφυλιού). Αντίστοιχα, το έργο Apollo, με συντονίστρια εταιρία την Draxis, συγκεντρώνει δεδομένα από τους δορυφόρους του προγράμματος «Κοπέρνικος» και παρέχει σχετική πληροφορία στους αγρότες. Προς το παρόν, το πρόγραμμα εφαρμόζεται στα Γιαννιτσά σε καλλιέργειες καλαμποκιού και βαμβακιού, με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα (Agrofood, 2019).

Το Ελληνικό Ινστιτούτο Βιο-οικονομίας και Αγρο-τεχνολογίας του ΕΚΕΤΑ συμμετέχει στην πρωτοβουλία EUXDAT που χρηματοδοτείται από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Ορίζοντας 2020», η οποία επίσης χρησιμοποιεί τεχνολογίες big data για την αξιοποίηση μετεωρολογικών και άλλων δεδομένων από drones, δορυφόρους, αισθητήρες και συσκευές τεχνητής νοημοσύνης. Το έργο αυτό εφαρμόζεται πιλοτικά σε καλλιέργειες της Χαλκιδικής. Ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου Κρήτης συμμετείχε στο έργο Recare, το οποίο αφορά στην εφαρμογή σύγχρονων ΤΠΕ για την αποτελεσματικότερη διαχείριση του εδάφους και την άρδευση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων από εναλλακτικές πηγές, ενώ από το 2017, εφαρμόζεται στην Κρύα Βρύση Πέλλας ένα πρωτοποριακό πρόγραμμα έξυπνης γεωργίας με τη συμμετοχή του τοπικού Αγροτικού Συνεταιρισμού Αμπελοπαραγωγών που συνεργάζεται με την Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή και το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. Σε μία έκταση 600 στρεμμάτων έχουν εγκατασταθεί αυτόματοι μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιούν τεχνολογία αισθητήρων και κινητής τηλεφωνίας, με αποτέλεσμα τη μείωση των εξόδων κατά 50% σε λιπάσματα και φυτοφάρμακα (Αβουκάτος, 2019).

Δύο ακόμη έργα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, το Magic που αφορά την καλλιέργεια βιομηχανικών φυτών σε υποβαθμισμένα εδάφη και το Panacea για την καλλιέργεια μη τροφικών ειδών, προωθούν σχετικές καινοτομίες στην αγροτική παραγωγή. Συνολικά, στην Ελλάδα υλοποιούνται διάφορες πρωτοβουλίες για την προώθηση της έξυπνης γεωργίας και της γεωργίας ακριβείας με αξιόλογα μέχρι τώρα αποτελέσματα στις επιλεγμένες περιοχές όπου εφαρμόζονται τα σχετικά έργα, αξιοποιώντας σε ένα βαθμό και τα ευρωπαϊκά χρηματοδοτικά και ερευνητικά προγράμματα που έχουν εντατικοποιηθεί σε ρυθμό κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Βέβαια, στο μεγαλύτερο μέρος των ελληνικών γεωργικών εκμεταλλεύσεων, οι οποίες παραμένουν κατακερματισμένες, οι εφαρμογές της έξυπνης γεωργίας δεν έχουν υιοθετηθεί επαρκώς, με το εξεταζόμενο πεδίο να βρίσκεται ακόμα σε εμβρυϊκό στάδιο.

1.4 ΓΕΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

Σε γενικούς όρους, τα οφέλη της γεωργίας ακριβείας μπορούν να διακριθούν σε τρεις βασικούς τομείς: (1) την οικονομία, (2) το περιβάλλον, και (3) την κοινωνία (Joint Research Centre of the European Commission, 2014). Από οικονομικής άποψης, η

εισαγωγή συστημάτων που επιτρέπουν τη λήψη ορθολογικότερων αποφάσεων στη γεωργία επιφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη, προσφέροντας τη δυνατότητα αύξησης του περιθωρίου κέρδους και της συνολικής κερδοφορίας χωρίς να αυξάνεται παράλληλα το κόστος της καλλιέργειας. Σε μετά-ανάλυση 234 σχετικών ερευνών που δημοσιεύτηκαν μεταξύ 1988 και 2005, οι Griffin et al (2005) πράγματι κατέδειξαν ότι η γεωργία ακριβείας είναι μια κερδοφόρος επιλογή στο περίπου 70% των εξεταζόμενων περιπτώσεων.

Όσον αφορά το περιβάλλον, οι μέθοδοι της γεωργίας ακριβείας έχουν αδιαμφισβήτητα οφέλη για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και κινδύνων, εκτός των δυνατοτήτων βελτιστοποίησης της παραγωγής και αναβάθμισης της ποιότητας των προϊόντων. Αυτό συμβαίνει διότι μειώνεται η ανθρώπινη παρέμβαση και οι διακυμάνσεις στην παραγωγή που οφείλονται σε φυσικούς παράγοντες (Aubert et al, 2012). Ως εκ τούτου, η γεωργία ακριβείας έχει αναδειχθεί σε μια πρακτική διαχείρισης των καλλιεργητικών εκτάσεων που συνδέεται άμεσα με τη βιώσιμη γεωργία και την αειφόρο αγροτική ανάπτυξη (Gebbers & Adamchuk, 2010).

Πράγματι, υπάρχουν σήμερα σαφείς ερευνητικές ενδείξεις που καταδεικνύουν ότι η χρήση των μεθόδων της γεωργίας ακριβείας οδηγεί σε μείωση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της αποδοτικότητας των καυσίμων που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του άνθρακα (Balafoutis et al, 2017). Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι η υιοθέτηση των εν λόγω συστημάτων έχει σημαντικά οφέλη όσον αφορά στη μείωση της έκπλυσης νιτρικών αλάτων στις καλλιέργειες, γεγονός που αποδεικνύει ότι η γεωργία ακριβείας μπορεί να περιορίσει τη μόλυνση των υπόγειων υδάτων και τη διάβρωση του εδάφους (Silva et al, 2011). Ακόμη, όπως αναφέρουν οι Zhang et al (2002), η γεωργία ακριβείας συμβάλλει καθοριστικά στη μείωση της χρήσης αγροχημικών ουσιών, η οποία αποτελεί και βασικό στόχο της αγροτικής πολιτικής και της σχετικής περιβαλλοντικής νομοθεσίας τόσο στην ΕΕ όσο και στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου.

Η γεωργία ακριβείας, επίσης, παρουσιάζει και ορισμένα οφέλη σε κοινωνικό επίπεδο, κυρίως όσον αφορά στις συνθήκες εργασίας στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Για παράδειγμα, τα συστήματα αυτόματης οδήγησης καθιστούν το αγροτικό έργο

λιγότερο κουραστικό, μειώνοντας το φόρτο εργασίας και επιτρέποντας τον αγρότη να κατανέμει καλύτερα το έργο του, να εξοικονομήσει χρόνο και να τον διαθέσει σε περισσότερο παραγωγικές εργασίες (Swinton & Lowenberg-Deboer, 2001). Χαρακτηριστικό στην περίπτωση αυτή είναι το παράδειγμα των τεχνολογιών που υιοθετούνται στην κτηνοτροφία παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων, με τις οποίες παρέχονται τεράστιες ευκαιρίες βελτίωσης της διαχείρισης των ζώων, μειώνοντας έτσι τις εργασιακές απαιτήσεις (π.χ. άρμεγμα) και, την ίδια στιγμή, βελτιώνοντας τις συνθήκες διαβίωσής τους. Εκτός αυτού, σε κοινωνικό επίπεδο θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι σύγχρονες μέθοδοι της γεωργίας ακριβείας είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της επάρκειας τροφής σε παγκόσμια κλίμακα μελλοντικά, λαμβάνοντας υπόψη τη σταθερή αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και την, κατά συνέπεια, αύξηση των απαιτήσεων σε σχετικά αποθέματα (Telabrou et al, 2015).

1.5 ΟΦΕΛΗ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

Εκτός των γενικών οφελών που αναφέρθηκαν παραπάνω, τα συστήματα γεωργίας ακριβείας υιοθετούνται ολοένα και περισσότερο από μεμονωμένους αγρότες στις καλλιέργειές τους κυρίως λόγω των οικονομικών οφελών που απορρέουν από τη μείωση των απαιτήσεων σε γεωργικές εισροές, τη βελτίωση της αποδοτικότητας στη διαχείριση της καλλιέργειας και την καλύτερη συμμόρφωση στην ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία (Kutter et al, 2011). Σε οικονομικό επίπεδο, ο κυρίαρχος στόχος της χρήσης των εν λόγω συστημάτων είναι η αύξηση της κερδοφορίας, η οποία προέρχεται από την αποδοτικότερη χρήση των αγροτικών εισροών (π.χ. καύσιμα, χημικά, εργασία, μηχανήματα), την αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας σε όρους παραγωγής και τις δυνατότητες επιλεκτικής συγκομιδής, κυρίως όσον αφορά προϊόντα υψηλής ποιότητας (Chen et al, 2009). Όπως αναφέρει ο Maohua (2011), τα συστήματα γεωργίας ακριβείας μπορούν να βοηθήσουν τον αγρότη να επιτύχει αυτούς τους στόχους μέσω της κατανόησης της ποικιλότητας των ιδιοτήτων του εδάφους και της καλλιέργειας, καθώς και άλλων παραγόντων που σχετίζονται με τη μεταβλητότητα της γεωργικής απόδοσης, διευκολύνοντας έτσι τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και τη γενικότερη διαχείριση των καλλιεργειών.

Θα πρέπει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι η αυξημένη κερδοφορία βασίζεται στην υπόθεση ότι η εξοικονόμηση πόρων που υλοποιείται από οποιαδήποτε σχετική εφαρμογή υπερβαίνει σημαντικά το κόστος είτε της πρόσθετης εργασίας που χρειάζεται είτε της αγοράς του εξειδικευμένου εξοπλισμού (Larson et al, 2008). Ως εκ τούτου, τα ευρήματα που αφορούν την αυξημένη κερδοφορία στην περίπτωση της γεωργίας ακριβείας είναι μικτά. Για παράδειγμα, οι Timmermann et al (2002) κατέδειξαν ότι η χρήση συστημάτων έξυπνης γεωργίας για τον έλεγχο των ζιζανιοκτόνων έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική εξοικονόμηση κόστους στις αντίστοιχες εισροές, η οποία ωστόσο δεν μεταφράζεται αυτόματα σε κερδοφορία. Η τελευταία εξαρτάται και από άλλους παράγοντες που σχετίζονται με την τεχνολογία ή την επένδυση (Tey & Brindal, 2012).

Οι παράγοντες αυτοί θέτουν ορισμένες προκλήσεις στους αγρότες αναφορικά με την πλήρη χρήση και αξιοποίηση των συστημάτων γεωργίας ακριβείας. Εκτός του ότι απαιτούν πολύπλοκες γνώσεις σχετικά με τη μηχανική λειτουργία του εξοπλισμού και τη συλλογή των δεδομένων, τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν επίσης ένα υψηλό επίπεδο γνώσης και εμπειρίας για τη διαχείριση των τελευταίων, την ερμηνεία τους και τη χρήση στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για την εφαρμογή των βέλτιστων αγρονομικών λύσεων (Robertson et al, 2012). Είναι, λοιπόν, σαφές ότι οι δεξιότητες αυτές διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ των μεμονωμένων αγροτών, γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν είναι πάντα εφικτή η αξιοποίηση του πλήρους εύρους των οφελών που απορρέουν από τη γεωργία ακριβείας. Εκτός του τεχνολογικού παράγοντα, διακυμάνσεις στην προσδοκώμενη κερδοφορία προέρχονται και από το κόστος της αρχικής επένδυσης, το οποίο βέβαια έχει μειωθεί με την πάροδο του χρόνου (Jochinke et al, 2007). Ωστόσο, παραμένει μέχρι και σήμερα ιδιαίτερα υψηλό, καθώς τα χρηματοδοτικά κίνητρα και οι επιδοτήσεις που παρέχονται στους αγρότες δεν έχουν καταστήσει τα συστήματα γεωργίας ακριβείας οικονομικά προσιτά στους περισσότερους εξ αυτών (Tey & Brindal, 2012). Ως εκ τούτου, το υψηλό κόστος των σχετικών επενδύσεων παρεμποδίζει συχνά την επίτευξη κερδοφορίας, τουλάχιστον σε βραχυχρόνιο επίπεδο.

Εκτός των οφελών σε όρους κερδοφορίας, οι μέθοδοι της γεωργίας ακριβείας προσφέρουν αναβαθμισμένες δυνατότητες βελτίωσης της ποιότητας και της απόδοσης μιας καλλιέργειας. Ένα κλασικό παράδειγμα στην περίπτωση αυτή είναι η

αμπελοκαλλιέργεια, όπου η ποιότητα του σταφυλιού που αντανακλάται στο κρασί ως το τελικό της προϊόν, κυμαίνεται σημαντικά μεταξύ των αμπελώνων. Ομοίως, η απόδοση των σταφυλιών δεν είναι η ίδια από αμπελώνα σε αμπελώνα, καθώς ακόμα και σε πλήρως ομοιόμορφα καλλιεργούμενες εκτάσεις, παρουσιάζονται διαφορές στην απόδοση και στην ποιότητα, οι οποίες με τη σειρά τους οφείλονται σε χωρικές μεταβλητότητες σε όρους φυσικών ιδιοτήτων και γονιμότητας του εδάφους (Bramley & Hamilton, 2007). Επομένως, οι τεχνολογίες γεωργίας ακριβείας, τουλάχιστον σε θεωρητικό επίπεδο, επιτρέπουν την καλύτερη διαχείριση της μεταβλητής παραγωγής, π.χ. μέσω της εξακρίβωσης των απαιτήσεων σε φυλλικά λιπάσματα, οδηγώντας σε αύξηση της απόδοσης σε καλλιεργητικές εκτάσεις χαμηλής παραγωγικότητας, καθώς και σε βελτίωση των ποιοτικών προδιαγραφών τους, ακόμα και σε ορισμένα αγροτεμάχια του ίδιου αμπελώνα (Amo et al, 2012).

Ακόμη, σημαντικά για τους αγρότες είναι και τα οφέλη σε περιβαλλοντικούς όρους, διευκολύνοντας μάλιστα τη συμμόρφωσή τους με την περιβαλλοντική νομοθεσία. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι οι αντίστοιχες εφαρμογές έχουν τη δυνατότητα να περιορίσουν σημαντικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τη γεωργία, ενώ η βελτίωση της ευθυγράμμισης μεταξύ των γεωργικών εισροών με τις καλλιεργητικές ανάγκες οδηγεί σε μείωση της χρήσης των πρώτων, γεγονός που ομοίως μειώνει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα μιας καλλιέργειας (Reichertdt & Jurgens, 2009). Για παράδειγμα, η χρήση μόνο του απαιτούμενου αζώτου για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής απόδοσης της καλλιέργειας μειώνει σημαντικά τη μόλυνση από νιτρικά άλατα στα υπόγεια ύδατα και τη ρύπανση των υδατικών πηγών (Biermachera et al, 2009). Τα οφέλη αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά όχι μόνο σε επίπεδο μεμονωμένης καλλιέργειας αλλά και συνολικά για τη γεωργία, καθώς η μη σημειακή γεωργική ρύπανση είναι μείζων αιτία μόλυνσης των υδάτων μεγάλων γεωγραφικών περιοχών. Συνολικά, λοιπόν, παράλληλα με την ενίσχυση της οικονομικής αποτελεσματικότητας στις δραστηριότητες γεωργικών εκμεταλλεύσεων, οι μέθοδοι γεωργίας ακριβείας προσφέρουν και περιβαλλοντική προστασία, έχοντας αδιαμφισβήτητη οικονομική και οικολογική υπεροχή έναντι των συμβατικών μεθόδων (Takacs-Gyorgy, 2008).

Τέλος, εξίσου σημαντικά είναι και τα οφέλη που προκύπτουν όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των μεμονωμένων γεωργικών εργασιών και καθηκόντων (π.χ.

διαχείριση του στόλου, διαχείριση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης, έλεγχος παραγωγής). Για παράδειγμα, η έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών σε δέντρα και φυτά μέσω της τεχνολογίας αισθητήρων, ο έλεγχος των συνθηκών στο χωράφι (π.χ. φωτισμός, υγρασία εδάφους) και η αποτελεσματική παρακολούθηση των αναγκών άρδευσης της καλλιέργειας προσφέρουν αναβαθμισμένες δυνατότητες βελτίωσης της παραγωγής και της ποιότητας της καλλιέργειας (Jensen et al, 2012). Αντίστοιχα, η μείωση του χρόνου εργασίας σε τυποποιημένες διαδικασίες (π.χ. σπορά), η περιστολή των δαπανών εφαρμογών φυτοφαρμάκων και ο περιορισμός της χρήσης εισροών (π.χ. νερό άρδευσης) οδηγούν σε σημαντική μείωση του κόστους, και άρα, αύξηση της κερδοφορίας (Elijah et al, 2018). Εν κατακλείδι, σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης τα οφέλη της έξυπνης γεωργίας είναι εξαιρετικά σημαντικά, επιτρέποντας την ενίσχυση της ποιότητας και απόδοσης της παραγωγής, καθώς και τον περιορισμό των περιβαλλοντικών κινδύνων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΙΟΘΕΤΗΣΗ ΕΞΥΠΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΒΑΘΜΟΣ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ

Παρά τα αδιαμφισβήτητα οφέλη της έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας, τα διαθέσιμα δεδομένα καταδεικνύουν ότι τα αντίστοιχα συστήματα δεν υιοθετούνται με ταχείς ρυθμούς από τον αγροτικό κόσμο. Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών στη γεωργία είναι σπάνια άμεση, από τη στιγμή που αυτές θα γίνουν εμπορικά διαθέσιμες, καθώς αν και διάφορες πρωτοβουλίες ενδέχεται να αναλαμβάνονται για την προώθησή τους στους αγρότες, η απόφαση για τη χρήση τους είναι μια περίπλοκη διαδικασία που επηρεάζεται από πλήθος παραγόντων (Dimara & Skuras, 2003). Επίσης, η υιοθέτηση των συστημάτων της γεωργίας ακριβείας δεν περιορίζεται απλά στην εισαγωγή τεχνολογικών εργαλείων στο χωράφι, αλλά αντίθετα, έχει άμεσες επιδράσεις σε όλη τη διαδικασία διαχείρισης της αγροτικής καλλιέργειας και, μάλιστα, σε γεωργικές πρακτικές που δεν είναι άμεσα συνδεδεμένες με αυτές τις τεχνολογίες (Sharma et al, 2011).

Έτσι, ενώ σήμερα διατίθενται πολυάριθμα εργαλεία που εντάσσονται στο υπόδειγμα της έξυπνης γεωργίας και υποστηρίζουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, ο βαθμός υιοθέτησής τους είναι εξαιρετικά περιορισμένος διεθνώς (Bramley, 2009). Αν και τα διαθέσιμα δεδομένα είναι περιορισμένα, έχει διαπιστωθεί ότι για παράδειγμα, στη Γερμανία αυτός ανέρχεται σε λιγότερο από 10% (Reichardt et al, 2009). Σε παρόμοια έρευνα επίσης στη Γερμανία διαπιστώθηκε ότι, συνολικά, οι τεχνολογίες γεωργίας ακριβείας υιοθετούνται από λιγότερο από το 30% των αγροτών (Kutter et al, 2011). Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι ο βαθμός υιοθέτησης των εν λόγω τεχνολογιών εξαρτάται σε γενικούς όρους από διάφορους παράγοντες, όπως η περιοχή και ο βαθμός εστίασης της αγροτικής οικονομίας στην τεχνολογία ιστορικά (Robertson et al, 2007).

Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι ενώ στις ΗΠΑ και στην Αυστραλία η χρήση των συστημάτων γεωργίας ακριβείας είναι σχετικά υψηλή και αυξάνεται σταθερά με την πάροδο του χρόνου (Miller et al, 2017), κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει στον ευρωπαϊκό χώρο, ο οποίος υπολείπεται σημαντικά (van den Wal et al, 2017). Οι παράγοντες που συντελούν σε αυτές τις διακυμάνσεις είναι πολλαπλοί, συμπεριλαμβανομένων του κόστους της επένδυσης (π.χ. αγορά εξοπλισμού, κόστος διαχείρισης δεδομένων), της περιορισμένης έκθεσης του αγροτικού πληθυσμού σε σύγχρονες τεχνολογίες και της ανεπαρκούς πολιτικής για την προώθησή τους (Joint Research Centre of the European Commission, 2014). Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι ο βαθμός υιοθέτησης διαφοροποιείται σημαντικά και μεταξύ των επιμέρους συστημάτων γεωργίας ακριβείας. Για παράδειγμα, τα συστήματα γεωεντοπισμού χρησιμοποιούνται στο 30% περίπου των μεγάλων γεωργικών εκμεταλλεύσεων στην Αυστραλία, ενώ πιο εξειδικευμένες τεχνολογίες που κάνουν χρήση των μεγάλων δεδομένων έχουν υιοθετηθεί σε ποσοστό λιγότερο του 1% (McCallum & Sargent, 2008).

Όπως προαναφέρθηκε, στον ευρωπαϊκό χώρο η υιοθέτηση των εξεταζόμενων συστημάτων δεν έγινε με τους ρυθμούς που αναμενόταν, είτε γιατί τα συστήματα αυτά δεν κατάφεραν να επιφέρουν τα προσδοκώμενα οφέλη για τους αγρότες είτε γιατί πολλοί εξ αυτών δεν είναι ιδιαίτερα πρόθυμοι να προχωρήσουν σε ανάλογες επενδύσεις (Mandel et al, 2011). Ορισμένα από τα εμπόδια που έχουν καταγραφεί περιλαμβάνουν την πολυπλοκότητα της τεχνολογίας, την ασυμβατότητα του εξοπλισμού, τις υψηλές απαιτήσεις σε χρόνο για την εκμάθησή της και την απουσία αξιολογής κερδοφορίας (Robertson et al, 2012). Από την άλλη πλευρά, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών παρατηρείται μια σημαντική ανάπτυξη στην αγορά, καθώς έχει καταγραφεί ότι σήμερα, περίπου το 70-80% του γεωργικού εξοπλισμού που πωλείται στην Ευρώπη ενσωματώνει κάποια τεχνολογία έξυπνης γεωργίας (CEMA, 2014). Επίσης, ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Σουηδία, η Δανία, η Φινλανδία και η Γερμανία, παρουσιάζουν υψηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης στην εν λόγω αγορά, καθώς ολοένα και περισσότεροι αγρότες υιοθετούν τα συστήματα γεωργίας ακριβείας (Say et al, 2018).

2.2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ

Ο σχετικά χαμηλός βαθμός υιοθέτησης των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας αποτελεί ένα ζήτημα ιδιαίτερου ερευνητικού ενδιαφέροντος, καθώς αρκετοί ερευνητές έχουν επιχειρήσει να διερευνήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση ενσωμάτωσης αυτών των τεχνολογιών από την πλευρά του γεωργού. Παράλληλα, διάφορα θεωρητικά μοντέλα έχουν αξιοποιηθεί για να πλαισιώσουν αυτό το ερευνητικό πεδίο, εκ των οποίων τα δύο δημοφιλέστερα είναι η θεωρία της διάχυσης της καινοτομίας και το μοντέλο αποδοχής της τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, η θεωρία της διάχυσης της καινοτομίας (Diffusion of Innovation – DOI) επικεντρώνεται στα αντιληπτά χαρακτηριστικά μιας καινοτομίας για να εξηγήσει τις σχετικές διακυμάνσεις στην υιοθέτησή της (Aubert et al, 2012).

Τα επιμέρους αυτά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν την παρατηρησιμότητά της (ο βαθμός στον οποίο τα αποτελέσματά της είναι ορατά στους δυνητικούς χρήστες), τη χρησιμότητα (ο βαθμός στον οποίο η καινοτομία γίνεται αντιληπτή ως ανώτερη της τρέχουσας πρακτικής), τη συμβατότητα (ο βαθμός στον οποίο η καινοτομία είναι σύμφωνη με τις τρέχουσες κοινωνικοπολιτισμικές αξίες, τις αντιληπτές ανάγκες και τις προηγούμενες ιδέες), τη δυνατότητα δοκιμής της (ο βαθμός στον οποίο μπορεί να δοκιμαστεί και να βιωθεί από το χρήστη), και την ευκολία χρήσης (ο βαθμός στον οποίο είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί ή να γίνει κατανοητή) (Aubert et al, 2012). Βάσει αυτής της θεωρητικής προσέγγισης, η απόφαση υιοθέτησης μιας τεχνολογίας γεωργίας ακριβείας μπορεί να εξηγηθεί από τις αντιλήψεις του μεμονωμένου αγρότη για τα χαρακτηριστικά της.

Το δεύτερο πιο δημοφιλές μοντέλο που έχει χρησιμοποιηθεί για την ερμηνεία της υιοθέτησης των εφαρμογών της έξυπνης γεωργίας είναι το Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model – TAM), το οποίο δίνει έμφαση στις συμπεριφορικές προθέσεις απέναντι στην καινοτομία (Legris et al, 2003). Οι δύο βασικοί παράγοντες υιοθέτησης που λαμβάνει υπόψη αυτό το μοντέλο είναι η αντιληπτή ευκολία χρήσης (Perceived Ease of Use – PEU) και η αντιληπτή χρησιμότητα (Perceived Usefulness – PU). Σύμφωνα με τους Aubert et al (2012), οι παράγοντες αυτοί είναι επαρκείς για να εξηγήσουν τις διάφορες συμπεριφορικές μεταβλητές που διαμεσολαβούν την αποδοχή μιας νέας τεχνολογίας, όπως είναι η

ικανότητα χρήσης Η/Υ και το εκπαιδευτικό επίπεδο. Η εφαρμογή της προσέγγισης του TAM στην έρευνα περί υιοθέτησης των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας υποθέτει, λοιπόν, ότι οι αντιλήψεις των αγροτών σχετικά με την ευκολία χρήσης και τη χρησιμότητά τους όχι μόνο επιδρούν στο βαθμό αποδοχής τους αλλά εξηγούν και τον αντίκτυπο άλλων ατομικών και κοινωνικοδημογραφικών παραγόντων. Όπως αναφέρουν οι Pierpaoli et al (2013), το μοντέλο αυτό είναι κατάλληλο για την κατανόηση και ερμηνεία των στάσεων των αγροτών απέναντι στις μεθόδους της γεωργίας ακριβείας, καθώς και για τη διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στην υιοθέτησή τους.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η σχετική έρευνα έχει αναδείξει και διάφορα άλλα εναλλακτικά μοντέλα ερμηνείας των στάσεων των αγροτών απέναντι στις έξυπνες τεχνολογίες. Για παράδειγμα, οι Cavallo et al (2014) προτείνουν ότι οι χρήστες καινοτομιών στη γεωργία μπορούν να διακριθούν σε τρεις ευρύτερες κατηγορίες, τους «απρόθυμους», τους «πρόθυμους» και τους «καινοτόμους». Οι πρώτοι είναι συνήθως ιδιοκτήτες μικρών γεωργικών εκμεταλλεύσεων και σπάνια επιθυμούν να υιοθετήσουν μια νέα τεχνολογία, παραμένοντας προσκολλημένοι στις συμβατικές γεωργικές πρακτικές, ενώ οι δεύτεροι δείχνουν κάποιο ενδιαφέρον αλλά συνήθως παρεμποδίζονται να υιοθετήσουν την καινοτομία κυρίως λόγω έλλειψης κεφαλαίου ή ασυμβατότητας της τεχνολογίας με τα χαρακτηριστικά της γεωργικής εκμετάλλευσης. Τέλος οι τρίτοι είναι αγρότες που δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για καινοτόμες πρακτικές, είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση του διαδικτύου και των Η/Υ, συνηθίζουν να επενδύουν σε νέες τεχνολογίες και, συνήθως, είναι ιδιοκτήτες μεγαλύτερου μεγέθους εκμεταλλεύσεων. Συνολικά, τα διάφορα μοντέλα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην ερευνητική βιβλιογραφία έχουν αναδείξει διάφορους παράγοντες που επιδρούν στην υιοθέτηση των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας ή γεωργίας ακριβείας, όπως αναλύεται διεξοδικότερα παρακάτω.

2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ

2.3.1 Δημογραφικοί παράγοντες

Το κοινωνικοδημογραφικό προφίλ των αγροτών αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική μεταβλητή της υιοθέτησης των τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας (Barnes et al, 2019).

Σε μια μετά-ανάλυση των σχετικών ερευνών, οι Pierpaoli et al (2013) διαπίστωσαν ότι το εκπαιδευτικό επίπεδο, η ηλικία και ο βαθμός εξοικείωσης με τους Η/Υ των αγροτών είναι βασικοί παράγοντες υιοθέτησης αυτών των εφαρμογών. Οι Ascough et al (1999) υποστηρίζουν ότι η αυτοπεποίθηση των αγροτών όσον αφορά τη χρήση των Η/Υ και, ευρύτερα, της τεχνολογίας συνιστά μείζων προσδιοριστικό παράγοντα της προθυμίας υιοθέτησης της καινοτομίας στη γεωργία, ενώ οι Rezaei-Moghaddam & Salehi (2010) υποστηρίζουν ότι το ίδιο ισχύει και το υψηλό επίπεδο εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, οι αγρότες ανώτερου εκπαιδευτικού επιπέδου ή αυτοί που έχουν ολοκληρώσει κάποιου είδους αγροτικής εκπαίδευσης ή εξειδίκευσης, τείνουν να είναι περισσότερο πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν τις νέες τεχνολογίες, δεδομένου μάλιστα ότι η εκπαίδευση σχετίζεται θετικά με την απόκτηση τεχνολογικών και επιχειρηματικών δεξιοτήτων (Barnes et al, 2019). Επίσης, οι Kutter et al (2011) αναφέρουν ότι οι δεξιότητες χρήσης Η/Υ και σχετικών εφαρμογών επιδρούν σημαντικά στην πρόθεση υιοθέτησης των συστημάτων έξυπνης γεωργίας, με την αδυναμία διαχείρισης των δεδομένων και προβλημάτων συμβατότητας των εν λόγω συστημάτων να αναδεικνύονται σε βασικά εμπόδια υιοθέτησης.

Όσον αφορά την ηλικία, τα ευρήματα είναι μικτά. Σε έρευνα των Larson et al (2009) βρέθηκε ότι οι αγρότες νεαρότερης ηλικίας είναι πιθανότερο να υιοθετούν εφαρμογές γεωργίας ακριβείας, λαμβάνοντας υπόψη ότι έχουν και περισσότερο μακροχρόνιο εργασιακό ορίζοντα. Από την άλλη πλευρά, σε μελέτη των Torbett et al (2009) τεκμηριώθηκε ότι ο βαθμός υιοθέτησης αυξάνεται με την ηλικία, με τους αγρότες άνω των 50 ετών να παρουσιάζονται πιο πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν τις σχετικές εφαρμογές, κυρίως λόγω εμπειρίας ή διαθεσιμότητας κεφαλαίων προς επένδυση. Αντίστοιχα, σε παρόμοια έρευνα των Daberkow & McBride (2003) βρέθηκε ότι η επίδραση της ηλικίας δεν είναι σαφής. Στην Ευρώπη, οι Kutter et al (2011) βρήκαν ότι οι αγρότες κάτω των 50 ετών, αυτοί που έχουν υψηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης και αυτοί που έχουν εργαστεί στο παρελθόν για μεγαλύτερες εταιρίες του κλάδου τείνουν να αποδέχονται ευκολότερα τις νέες τεχνολογίες, ενώ σε παρόμοια ευρήματα κατέληξαν και οι McBride & Daberkow (2003).

Αναφορικά με την επαγγελματική-εργασιακή εμπειρία, οι σχετικές μελέτες επίσης έχουν αναδείξει μικτά ερευνητικά ευρήματα. Για παράδειγμα, οι Lambert et al (2014) έδειξαν ότι όσο αυξάνεται η εργασιακή εμπειρία στις καλλιέργειες τόσο αυξάνεται

και ο βαθμός υιοθέτησης των τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας, και σε παρόμοια ευρήματα κατέληξαν και οι Reichardt et al (2009), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η θετική αυτή σχέση οφείλεται στο γεγονός ότι πιο έμπειροι αγρότες είναι καλύτερα ενημερωμένοι για τις τεχνολογικές εξελίξεις στην αγορά, πιθανόν και λόγω πιο διευρυμένων επαγγελματικών δικτύων. Από την άλλη πλευρά, οι Aubert et al (2012) διαπίστωσαν ότι η μικρότερη εμπειρία που συνδυάζεται και με νεαρότερη ηλικία επηρεάζει θετικά την πρόθεση υιοθέτησης. Σε πρόσφατη έρευνα των Paustian & Theuvsen (2017) επίσης βρέθηκε ότι αυτή επηρεάζεται θετικά από μία μικρής έως μέτριας χρονικής διάρκειας εργασιακή εμπειρία στις καλλιέργειες (5 έως 20 έτη). Στην Ιρλανδία, οι Das et al (2019) έδειξαν ότι οι αγρότες με μεγαλύτερη εργασιακή εμπειρία και αυτοί που είναι άνω των 65 ετών είναι γενικά απρόθυμοι να εγκαταλείψουν τις συμβατικές γεωργικές πρακτικές και αντιστέκονται στην ψηφιοποίηση της εργασίας τους, μια αντίληψη μάλιστα που φαίνεται να περνάει από γενιά σε γενιά στις οικογενειακές γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

Τέλος, το καθεστώς εργασίας όσον αφορά τη διάκρισή του σε πλήρη και μερική απασχόληση αποτελεί έναν ακόμη δημογραφικό παράγοντα που έχει εξεταστεί στην προηγούμενη ερευνητική βιβλιογραφία. Ο Edwards-Jones (2006) αναφέρει ότι το καθεστώς απασχόλησης συνιστά βασική μεταβλητή της διαδικασίας λήψης αποφάσεων σε μια γεωργική εκμετάλλευση, ενώ σε μελέτη των Daberkow & McBride (2003) βρέθηκε ότι η πλήρης γεωργική απασχόληση επιδρά θετικά στην υιοθέτηση των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας. Ομοίως, οι Paustian & Theuvsen (2017) βρήκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στα ποσοστά των αγροτών που υιοθετούν τις εν λόγω τεχνολογίες βάσει του καθεστώτος απασχόλησης, με τους αγρότες πλήρους απασχόλησης να ενσωματώνουν τις μεθόδους της γεωργίας ακριβείας σε ποσοστό που φτάνει το 34%, με το αντίστοιχο για τους αγρότες μερικής απασχόλησης να ανέρχεται μόλις στο 11%.

2.3.2 Οργανωσιακοί παράγοντες

Τα οργανωσιακά χαρακτηριστικά, όπως είναι ο τύπος της ιδιοκτησίας, το είδος της καλλιέργειας, η περιοχή της γεωργικής εκμετάλλευσης και το μέγεθός της, αποτελούν επίσης κρίσιμης σημασίας μεταβλητές των στάσεων των αγροτών απέναντι στις τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας. Ιδιαίτερα στις μικρού μεγέθους εκμεταλλεύσεις, οι

στάσεις του ιδιοκτήτη είναι ο σημαντικότερος παράγοντας υιοθέτησης, ο οποίος εξαρτάται από την καινοτομικότητά του, το εισόδημα, το διαθέσιμο κεφάλαιο και τις δυνατότητες άντλησης πληροφόρησης για τις τεχνολογικές εξελίξεις (Aubert et al, 2012). Σύμφωνα με τους Fountas et al (2005), η υιοθέτηση των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σύστημα λήψης αποφάσεων που εφαρμόζεται σε μια γεωργική εκμετάλλευση, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζεται από το ιδιοκτησιακό καθεστώς. Σε άλλη έρευνα των Roberts et al (2004) διαπιστώθηκε ότι ο βαθμός υιοθέτησης είναι συνάρτηση της ενημερότητας του ιδιοκτήτη σχετικά με τα κόστη και τα οφέλη αυτών των τεχνολογιών, και σε μελέτη των Kutter et al (2011) τεκμηριώθηκε ότι σημαντική μεταβλητή είναι και η διαθεσιμότητα πληροφοριών από το ευρύτερο περιβάλλον της γεωργίας (αγροτικοί συνεταιρισμοί, συμβουλευτικές επιχειρήσεις, ερευνητικά κέντρα, κρατικοί φορείς, άλλοι επαγγελματίες). Όπως αναφέρουν οι Konig et al (2012), η πρόσβαση σε έγκυρη πληροφόρηση είναι καθοριστικής σημασίας για την ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνολογιών στον αγροτικό κλάδο.

Το είδος της καλλιέργειας (π.χ. οικογενειακή, συμβατική, οικολογική, κλπ.) επίσης επηρεάζει το βαθμό στον οποίο υιοθετούνται τα συστήματα γεωργίας ακριβείας. Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι οι συμβατικές εκμεταλλεύσεις είναι καταλληλότερες, σύμφωνα με τις απόψεις των αγροτών, για την εφαρμογή αυτών των συστημάτων, καθώς επιτρέπουν την αποκόμιση περισσότερων οφελών σε όρους απόδοσης και εξοικονόμησης κόστους σε καύσιμα και φυτοφάρμακα (Jensen et al, 2012). Σύμφωνα με τους Walton et al (2008) οι ιδιοκτήτες συμβατικών καλλιεργειών που απαιτούν μεγάλο μέγεθος εκμεταλλεύσεις (π.χ. δημητριακά, βαμβάκι) είναι πιθανότερο να υιοθετήσουν τις μεθόδους της έξυπνης γεωργίας. Εξίσου σημαντική μεταβλητή είναι και η οικονομική κατάσταση της επιχείρησης, όπως αυτή αποτυπώνεται σε διάφορες σχετικές μεταβλητές (π.χ. πωλήσεις, αξία παραγωγής, κερδοφορία, εισόδημα), καθώς αυτή επηρεάζει το διαθέσιμο κεφάλαιο που μπορεί να επενδυθεί σε μια νέα τεχνολογία (Robertson et al, 2012).

Δεδομένου ότι οι εφαρμογές γεωργίας ακριβείας έχουν συνήθως υψηλό κόστος συγκριτικά με πιο ώριμες τεχνολογίες, η διαθεσιμότητα κεφαλαίου είναι πολύ σημαντικός παράγοντας υιοθέτησης. Ωστόσο, σε έρευνα των Larson et al (2008) δεν επιβεβαιώνεται αυτή η διαπίστωση. Μία ακόμη μεταβλητή που έχει καταγραφεί στη

βιβλιογραφία είναι η τοποθεσία της γεωργικής εκμετάλλευσης, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι όταν αυτές βρίσκονται σε μέρη υψηλής φυσικής αξίας τότε ο βαθμός υιοθέτησης είναι υψηλότερος (D'Emden et al, 2006). Σημαντική επίδραση σε αυτόν μπορεί, επίσης, να ασκεί και η δυνατότητα του ιδιοκτήτη να προσλάβει κάποιον εξωτερικό σύμβουλο τεχνολογίας (Robertson et al, 2012).

Τέλος, από τις οργανωσιακές μεταβλητές, αυτή που φαίνεται να είναι η σημαντικότερη είναι το μέγεθος της εκμετάλλευσης. Συνήθως, μεγάλες εκμεταλλεύσεις μεγέθους άνω των 500 ha θεωρούνται καταλληλότερες για την εφαρμογή συστημάτων έξυπνης γεωργίας, επιτρέποντας την επίτευξη οικονομιών κλίμακας λόγω μεγέθους (Kutter et al, 2011). Οι περισσότερες έρευνες σε αυτό το πεδίο συνηγορούν στη διαπίστωση ότι οι ιδιοκτήτες μεγάλων εκτάσεων είναι περισσότερο πρόθυμοι να υιοθετήσουν αυτές τις τεχνολογίες (Paustian & Theuvsen, 2017; Barnes et al, 2019; Das et al, 2019). Εκτός αυτού, οι μεγαλύτερου μεγέθους εκμεταλλεύσεις είναι συνήθως και πιο κερδοφόρες, γεγονός που υποδηλώνει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα κεφαλαίων που μπορούν να αξιοποιηθούν για σχετικές επενδύσεις, ακόμα και σε περιόδους οικονομικής ύφεσης (Adrian et al, 2005). Σε παρόμοια ευρήματα κατέληξαν και οι Lambert et al (2015), οι οποίοι βρήκαν ότι οι ιδιοκτήτες αυτοί είναι περισσότερο πρόθυμοι να επενδύσουν σε τεχνολογίες γεωργίας ακριβείας, λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομίες κλίμακας που απορρέουν από το μεγάλο μέγεθος της εκμετάλλευσης.

Ακόμη, σε έρευνα των Reichardt & Jurgens (2009) διαπιστώθηκε ότι οι εκμεταλλεύσεις με αυξημένο αριθμό εξωτερικών εργαζομένων (εκτός του στενού οικογενειακού κύκλου) υιοθετούν περισσότερο αυτές τις τεχνολογίες, με το βαθμό υιοθέτησης να καταγράφεται σημαντικά χαμηλότερος για εκμεταλλεύσεις οικογενειακής ιδιοκτησίας. Σε σχετική μελέτη στην Ουγγαρία επίσης βρέθηκε ότι οι ιδιοκτήτες αγροκτημάτων μεγέθους άνω των 300 ha, καθώς και αυτοί που είναι νεαρότερης ηλικίας, τείνουν να είναι και περισσότερο πρόθυμοι να επενδύσουν σε μεθόδους γεωργίας ακριβείας (Lencses et al, 2014). Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι οι μεγαλύτερου μεγέθους εκμεταλλεύσεις έχουν αναβαθμισμένες δυνατότητες δικτύωσης με ερευνητικά κέντρα, συμβουλευτικές εταιρίες και άλλους οργανισμούς, με αποτέλεσμα να ενημερώνονται ευκολότερα για τις τεχνολογικές εξελίξεις,

διατηρώντας παράλληλα καλύτερη πρόσβαση σε εξωτερικά κεφάλαια και δανεισμό (Kutter et al, 2011).

2.3.3 Τεχνολογικοί παράγοντες

Η τελευταία κατηγορία παραγόντων που επηρεάζουν τις στάσεις των αγροτών απέναντι στις εφαρμογές της έξυπνης γεωργίας σχετίζεται με την ίδια την τεχνολογία, περιλαμβάνοντας μεταβλητές όπως η αντιληπτή χρησιμότητα, η ευκολία χρήσης και το κόστος (Barnes et al, 2019). Η χρησιμότητα, όπως αυτή αντανακλάται στις αντιλήψεις των αγροτών περί εφαρμοσιμότητας και ωφέλειας που προκύπτει από την τεχνολογία, είναι ιδιαίτερα σημαντική για την υιοθέτησή της. Οι Kutter et al (2011) έδειξαν ότι οι αγρότες που υιοθετούν τις τεχνολογίες γεωργίας ακριβείας είναι συνήθως πιο σίγουροι για τα οικονομικά τους οφέλη και τα πλεονεκτήματά τους έναντι των συμβατικών μεθόδων, ενώ συνήθως θεωρούν ότι αυτές δεν είναι ιδιαίτερα περίπλοκες στην εφαρμογή τους. Επίσης, οι Ehsani et al (2010) διαπίστωσαν ότι υψηλότερος βαθμός υιοθέτησης εντοπίζεται σε περιπτώσεις αγροτών που πιστεύουν ότι μια νέα τεχνολογία θα είναι αξιόπιστη και λειτουργική, ενώ παράλληλα δεν θα έχει ιδιαίτερα υψηλό κόστος, ή τουλάχιστον αυτό θα υπολείπεται μελλοντικά των οικονομικών οφελών που μπορούν να προκύψουν σε όρους απόδοσης της παραγωγής και κερδοφορίας.

Τη σημαντικότητα της αντίληψης περί του οικονομικού οφέλους που μπορεί να προκύψει από την τεχνολογία τονίζουν και οι Barnes et al (2019), οι οποίοι παράλληλα επισημαίνουν ότι οι θετικές στάσεις απέναντι στην τεχνολογία, την καινοτομία και τη νέα πληροφορία εντείνουν την τάση υιοθέτησής της. Το ίδιο συμβαίνει και όταν οι αγρότες θεωρούν ότι μια νέα τεχνολογία ενέχει σχετικά περιορισμένο βαθμό αβεβαιότητας (Marra et al, 2010). Η κερδοφορική ικανότητα των τεχνολογικών έξυπνης γεωργίας αποτελεί βασικό προβληματισμό μεταξύ των γεωργών και, για το λόγο αυτό, τόσο η έλλειψη επαρκούς πληροφόρησης για την οικονομική απόδοση των αντίστοιχων επενδύσεων όσο και η περιορισμένη ικανότητά τους να αξιολογούν οικονομικά αυτές τις τεχνολογίες, αναδεικνύονται σε βασικά εμπόδια υιοθέτησής τους (Robertson et al, 2007). Ως εκ τούτου, τα περιορισμένα επίπεδα εμπιστοσύνης σε μια νέα τεχνολογία γεωργίας ακριβείας αποτελούν βασικό παράγοντα της πρόθεσης ενσωμάτωσής της (Eidt et al, 2012).

Η αντιληπτή χρησιμότητα των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας δεν σχετίζεται αποκλειστικά με την κερδοφορία και τη συνεισφορά τους στην απόδοση της καλλιέργειας, αλλά και με την ευκολία προσαρμογής τους στις τρέχουσες γεωργικές πρακτικές. Οι Pierpaoli et al (2013) επισημαίνουν ότι για να ενσωματωθεί επιτυχώς μια τέτοια τεχνολογία, οι αγρότες θα πρέπει να θεωρούν ότι αυτή δεν απαιτεί σημαντικές και κρίσιμες αλλαγές στο τρέχον εργασιακό και διοικητικό status quo της γεωργικής εκμετάλλευσης. Βέβαια, η επιτυχία ενσωμάτωσης εξαρτάται και από άλλους παράγοντες πέραν των τεχνολογικών, όπως η εξοικείωση με τους Η/Υ και το διαδίκτυο, η ηλικία και το εκπαιδευτικό επίπεδο. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι η ικανότητα χρήσης Η/Υ και οι τεχνολογικές δεξιότητες αναδεικνύονται σε βασική προβλεπτική μεταβλητή της υιοθέτησης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας (Isgin et al, 2008).

Τέλος, εκτός της αντιληπτής χρησιμότητας, η ευκολία χρήσης είναι ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας διαμόρφωσης των στάσεων των αγροτών απέναντι στις σύγχρονες ΤΠΕ που υιοθετούνται στον κλάδο τους. Όπως αποδεικνύουν οι Aubert et al (2012), διάφορα χαρακτηριστικά της ευκολίας χρήσης (π.χ. συμβατότητα υποσυστημάτων μεταξύ τους, εφαρμοσιμότητα, δυνατότητα δοκιμής, ευκολία αντιμετώπισης τεχνικών προβλημάτων, ευκολία συντήρησης και αναβάθμισης) διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην απόφαση υιοθέτησης αυτών των τεχνολογιών, σε συνάρτηση με το βαθμό τεχνολογικής εξειδίκευσης του αγρότη. Εν κατακλείδι, οι παράγοντες που διαμορφώνουν τις στάσεις των αγροτών απέναντι στις νέες τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας είναι ποικίλοι και περιλαμβάνουν τόσο οργανωσιακές όσο και τεχνολογικές μεταβλητές, ενώ το κοινωνικοδημογραφικό και επαγγελματικό προφίλ τους επίσης συνιστά κρίσιμο παράγοντα υιοθέτησής τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 ΕΙΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Το πλαίσιο της συγκεκριμένης έρευνας αποφασίσθηκε βάσει του ερευνητικού σκοπού και στόχων. Παράλληλα, η διερεύνηση του θεωρητικού πλαισίου που αναπτύχθηκε και η προσπάθεια σύνδεσής του με τη στατιστική μελέτη οδήγησαν στην απόφαση η συγκεκριμένη έρευνα να είναι ποσοτική με τη χρήση ερωτηματολογίου κλειστού τύπου. Η ανάληψη της απόφασης για τη διεξαγωγή ποσοτική έρευνας έχει σημαντικά πλεονεκτήματα.

Ένα από αυτά είναι η μέτρηση μέσω μαθηματικών μεθόδων και η ποσοτικοποίηση των στάσεων και αντιλήψεων των ερωτηθέντων γύρω από τα ζητήματα που αφορούν το βαθμό χρήσης των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας, των οφελών που προκύπτουν από αυτή αλλά και των αντίστοιχων εμποδίων για την εφαρμογή της (Kothari, 2004). Παράλληλα, η ποσοτική έρευνα παρέχει τη δυνατότητα της διερεύνησης των σχέσεων που προκύπτουν ανάμεσα στις υπό εξέταση μεταβλητές, με την διενέργεια ελέγχων αιτιότητας, αλληλοσυσχετίσεων και επιρροής (Marczyk et al, 2005).

Σε πρακτικούς όρους, η ποσοτική έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίων παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα περιστολής του κόστους και του χρόνου που απαιτούνται για τη συλλογή των δεδομένων, αλλά και για την κωδικοποίησή τους. Επιπρόσθετα, η στατιστική ανάλυση καθίσταται εύκολη καθώς τα σύγχρονα υπολογιστικά πακέτα βοηθούν στη γρήγορη εξαγωγή των αποτελεσμάτων (Newman et al, 1998). Παρόλα αυτά θα πρέπει να τονιστούν μια σειρά μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν την ποσοτική έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίων, όπως είναι η μη δυνατότητα για την παροχή διευκρινήσεων στους συμμετέχοντες, ο χαμηλός βαθμός ανταπόκρισης σε αυτή και η χαμηλή συνοχή των απαντήσεων (Newman et al, 1998). Αξίζει να σημειωθεί ότι η απόφαση για χρήση της ποσοτικής μεθοδολογίας έρευνας δεν απομειώνει την αξία άλλων μεθόδων έρευνας όπως η ποιοτική και η μικτή έρευνα, οι οποίες κρίθηκε ότι δεν αρμόζουν στον σκοπό και στόχους της μελέτης.

3.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ

Το ερευνητικό εργαλείο της μελέτης κατασκευάστηκε αποκλειστικά για τη συγκεκριμένη έρευνα δεδομένων του σκοπού και των στόχων της στατιστικής ανάλυσης. Πρόκειται για ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου το οποίο περιλαμβάνει 2 ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται τα δημογραφικά στοιχεία των ερωτηθέντων και πιο συγκεκριμένα, το φύλο τους, η ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκουν, το επίπεδο εκπαίδευσής τους, εάν έχουν λάβει αγροτική εκπαίδευση και το είδος αυτής, το επίπεδο γνώσης και ικανότητας χρήσης τεχνολογιών πληροφορικής και κινητών, τα έτη εμπειρίας τους στις καλλιέργειες, καθώς και το είδος της αγροτικής απασχόλησης (πλήρους ή μερικής). Επίσης, στην πρώτη ενότητα του ερευνητικού εργαλείου αποσαφηνίζεται σειρά στοιχείων που αφορούν τις καλλιέργειες των ερωτηθέντων και πιο συγκεκριμένα το είδος τους, το μέγεθός τους, ο αριθμός των ατόμων της οικογένειας που εργάζονται στην ίδια εκμετάλλευση και ο αριθμός των εργαζομένων σε αυτή εκτός της οικογένειας. Το σύνολο των απαντήσεων είναι ονομαστικού τύπου.

Στη δεύτερη ενότητα του ερευνητικού εργαλείου εμπεριέχονται ερωτήσεις που αφορούν τις στάσεις και απόψεις των ερωτηθέντων όσον αφορά τις τεχνολογίες και πρακτικές της έξυπνης γεωργίας. Αρχικά, μέσω διχοτομικών απαντήσεων (Ναι/ Όχι) διερευνάται ο βαθμός γνώσεις και λειτουργίας, χρήσης και ενδιαφέροντος χρήσης 16 τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας οι οποίες είναι οι:

1. Αυτόνομες ρομποτικές μηχανές (π.χ. γεωργικά ρομπότ)
2. Τρακτέρ χωρίς οδηγό
3. Αυτόματες μηχανές σποράς
4. Αυτόματη άρδευση
5. Ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής
6. Drones για απεικόνιση, φύτευση και άλλες εργασίες
7. Μηχανές σποράς από αέρος
8. Μηχανές αυτόματου ψεκασμού
9. Συστήματα επίβλεψης συνθηκών αποθήκευσης
10. Συστήματα διαχείρισης στόλου
11. Συστήματα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών

12. Συστήματα γεω-εντοπισμού
13. Τηλεματική παρακολούθηση καλλιεργειών
14. Εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας
15. Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης
16. Γεωργικοί αισθητήρες

Εν συνεχεία, μέσω διχοτομικών απαντήσεων εξετάζεται το ποσοστό των αγροτών που γνωρίζουν και το σύστημα έξυπνης γεωργίας *gaiasense* καθώς και το ποσοστό εκείνων που το χρησιμοποιούν. Επιπλέον, μέσω 10 στοιχείων οι απαντήσεις των οποίων προσδιορίζονται με 5βάθμια αύξουσα κλίμακα Likert διερευνάται ο βαθμός της σημαντικότητας των στόχων διαχείρισης των καλλιεργειών μέσω των πρακτικών έξυπνης γεωργίας. Η μέση βαθμολογία των συγκεκριμένων στοιχείων συνιστούν το συγκεντρωτικό παράγοντα «Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας». Τα στοιχεία που εξετάζονται είναι τα εξής:

1. Έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών σε δέντρα και φυτά
2. Στοχευμένη θεραπεία προσβεβλημένων ειδών
3. Μείωση χρόνου σποράς, φυτείας και συγκομιδής
4. Ασφαλής πρόβλεψη και παρακολούθηση καιρικών συνθηκών
5. Διαχείριση στόλου
6. Διαχείριση εγκαταστάσεων αποθήκευσης
7. Αυτοματοποίηση εργασίας
8. Παρακολούθηση αναγκών άρδευσης
9. Έλεγχος συνθηκών φωτισμού, εδάφους και ποιότητας αέρα
10. Αποτελεσματική διαχείριση παραγωγής

Μέσω μια ερώτησης πολλαπλής επιλογής, οι ερωτηθέντες καλούνται να απαντήσουν αναφορικά με τα είδη των καλλιεργειών στις οποίες μπορεί να εφαρμοσθεί αποτελεσματικότερα η έξυπνη γεωργία, ενώ στη συνέχεια του ερευνητικού εργαλείου αποτυπώνονται οι αντιλήψεις των ερωτηθέντων σχετικά με τα οφέλη της χρήσης των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας. Ο αντίστοιχος συγκεντρωτικός παράγοντας «Οφέλη έξυπνης γεωργίας» προσδιορίζεται μέσω 11 στοιχείων 5βάθμιας αύξουσας κλίμακας Likert που αναφέρονται στο βαθμό των ωφελειών που προκύπτουν από τη χρήση τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας τα οποία είναι τα εξής:

1. Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων
2. Περιορισμός της χρήσης αρδευτικού νερού
3. Αποτελεσματική αντιμετώπιση κινδύνων παραγωγής
4. Αύξηση ποιότητας παραγωγής
5. Αύξηση ποσότητας παραγωγής
6. Δημιουργία πρόσθετης αξίας στα αγροτικά προϊόντα
7. Μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων παραγωγής
8. Μείωση κόστους παραγωγής
9. Συμμόρφωση με το κανονιστικό πλαίσιο της ΕΕ
10. Μείωση του κόστους εργασίας
11. Προσέλκυση περισσότερων πελατών

Τέλος, το ερωτηματολόγιο ολοκληρώνεται με τη διερεύνηση των στοιχείων που αποτελούν εμπόδια για την εφαρμογή των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας. Ο αντίστοιχος παράγοντας «Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας» προσδιορίζεται μέσω 10 στοιχείων 5βάθμιας αύξουσας κλίμακας Likert τα οποία είναι τα εξής:

1. Περιορισμένες γνώσεις για τις αντίστοιχες πρακτικές
2. Έλλειψη επαρκών οικονομικών πόρων
3. Υψηλό κόστος συστημάτων
4. Έλλειψη χρηματοδότησης
5. Ελλιπής πληροφόρηση από κρατικούς μηχανισμούς
6. Δυσκολία συνεργασίας μεταξύ αγροτών
7. Ανεπαρκής υποστήριξη από θεσμικούς φορείς
8. Περιορισμένες αγροτικές ικανότητες και δεξιότητες
9. Αδυναμία πρόσβασης σε πληροφορίες
10. Περιορισμένος αριθμός εξειδικευμένων εταιριών έξυπνης γεωργίας

3.3 ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από αγρότες οι οποίοι ζουν και εργάζονται στην περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας και πιο συγκεκριμένα στους νομούς Πιερίας και Σερρών. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος δειγματοληψίας ευκολίας ή ευχέρειας και η διανομή των ερωτηματολογίων και συλλογή των

απαντήσεων διήρκεσε 12 ημέρες (1/9/2019 έως 11/9/2019). Πριν την τελική διανομή των ερωτηματολογίων προηγήθηκε πιλοτική έρευνα με το διαμοιρασμό των ερωτηματολογίων σε 5 άτομα για τον εντοπισμό ασαφειών ή δυσκολιών στη συμπλήρωση του. Αποδείχθηκε ότι η ανταπόκριση των ερωτηθέντων στο ερωτηματολόγιο ήταν ικανοποιητική και εν συνεχεία εκκίνησε η συλλογή των δεδομένων. Το ερωτηματολόγιο διαμοιράσθηκε σε 303 αγρότες και το τελικό δείγμα ανήλθε σε 204 άτομα. Κατά συνέπεια το ποσοστό ανταποκρισιμότητας στην έρευνα ισούται με 67,3%.

3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, είναι, τόσο περιγραφικές, όσο και επαγωγικές, όπως αναλύονται παρακάτω:

- Μέτρα θέσης και διασποράς και συγκεκριμένα ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση
- Ποσοστά κατανομής συχνοτήτων
- Ο παραμετρικός έλεγχος Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One Way ANOVA), ώστε να διαπιστωθεί η ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφοροποιήσεων στις μέσες βαθμολογίες μεταβλητών που προσδιορίζονται με ιεραρχική κλίμακα με βάση χαρακτηριστικά τα οποία προσδιορίζονται από περισσότερες από 2 κατηγορίες
- Ο παραμετρικός συντελεστής γραμμικής συσχέτισης r του Pearson στην περίπτωση συσχέτισης δύο μεταβλητών ιεραρχικής κλίμακας
- Το επίπεδο σημαντικότητας που προκαθορίζεται για τη διεξαγωγή των ελέγχων υποθέσεων είναι το $\alpha=0,05$.

Τα δεδομένα της έρευνας αφού συγκεντρώθηκαν σε υπολογιστικά φύλλα, κωδικοποιήθηκαν στο στατιστικό πακέτο SPSS 20.0, μέσω του οποίου και αναλύθηκαν ώστε να προκύψουν τα παρουσιαζόμενα αποτελέσματα. Δεδομένου του μεγάλου δείγματος έγινε χρήση αποκλειστικά παραμετρικών στατιστικών μεθόδων καθώς υιοθετείται η κανονική κατανομή για τα δεδομένα.

3.5 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

Για τι μεταβλητές οι οποίες προκύπτουν μέσω της συνολικής μέσης βαθμολογίας σειράς στοιχείων απαιτείται έλεγχος εσωτερικής αξιοπιστίας των παραγόντων. Χρησιμοποιήθηκε ο αντίστοιχος έλεγχος του Cronbach (1951), η επιθυμητή τιμή του οποίου είναι ίση με 0,60 και άνω. Σε αυτή την περίπτωση, οι προκύπτοντες συνολικοί παράγοντες είναι αποδεκτοί προς ανάλυση καθώς η εσωτερική συνοχή των απαντήσεων είναι ικανοποιητική. Μέσω των αντίστοιχων ελέγχων προέκυψε ότι οι συντελεστές Alpha κατά Cronbach είναι οι εξής:

Πίνακας 1: Έλεγχοι εσωτερικής αξιοπιστίας

Παράγοντας	Cronbach's Alpha
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	0,851
Οφέλη έξυπνης γεωργίας	0,777
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας	0,790

Δεδομένων των υψηλών τιμών του συντελεστής Alpha για τους συγκεντρωτικούς παράγοντες η εσωτερική συνοχή και αξιοπιστία των δεδομένων κρίνεται ικανοποιητική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ξεκινώντας την παράθεση των αποτελεσμάτων της στατιστικής μελέτης και εστιάζοντας στα δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων, αρχικά προκύπτει ότι η συντριπτική πλειοψηφία αυτών (98,0%) είναι άνδρες, ενώ μόλις το 2,0% γυναίκες. Σχετικά με την ηλικία των συμμετεχόντων στην έρευνα, παρατηρείται ότι το 3,4% αυτών είναι κάτω των 25 ετών, το 11,8% από 25 έως 34 ετών, το 8,8% από 35 έως 44 ετών το 41,2% από 45 έως 54 ετών και το 34,8% μεγαλύτεροι των 55 ετών. Το 27,0% του δείγματος αποτελείται από αποφοίτους Δημοτικού, το 71,1% από αποφοίτους Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και το 2,0% από αποφοίτους Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ παράλληλα, το 82,8% των ερωτηθέντων δεν έχει λάβει αγροτική εκπαίδευση, το 2,9% είναι απόφοιτοι ΕΠΑΣ, το 2,9% απόφοιτοι του Κέντρου Κατάρτισης «Δήμητρα» και το 4,9% απόφοιτοι δημοσίου ΙΕΚ.

Το επίπεδο αυτοαξιολόγησης της γνώσης και ικανότητας τεχνολογιών πληροφορικής και κινητών κρίνεται ως καθόλου ικανοποιητικό για το 16,2% των ερωτηθέντων, ως λίγο ικανοποιητικό για το 45,6% αυτών, ως μέτρια ικανοποιητικό για το 19,1%, ως αρκετά ικανοποιητικό για το 14,7% και πολύ ικανοποιητικό για το 4,4%. Το 7,4% των αγροτών έχει έως 5 έτη εμπειρίας στις καλλιέργειες, το 6,4% από 6 έως 10 έτη, το 12,7% από 11 έως 15 έτη, το 28,9% από 16 έως 20 έτη και το 44,6% περισσότερα από 20 έτη εμπειρίας. Παράλληλα, το 85,3% των ερωτηθέντων δηλώνει πλήρους αγροτικής απασχόλησης και το 14,7% μερικής, με το 4,4% των καλλιεργειών να είναι μεγάλες συμβατικές, το 92,6% μικρές συμβατικές και το 2,9% βιολογικές. Το μέγεθος των καλλιεργειών είναι από 1 έως 99 εκτάρια για το 44,6% των αγροτών, από 100 έως 199 εκτάρια για το 39,7% αυτών, από 200 έως 299 εκτάρια για το 12,3% και περισσότερα από 300 εκτάρια για το 6,3%. Το 2,9% των ερωτηθέντων απαντά ότι στην ίδια εκμετάλλευση εργάζεται έως 1 άτομο της οικογένειας, το 88,7% έως 2, το 7,4% έως 3 και το 1,0% περισσότερα από 3, ενώ τέλος, στο 7,4% των καλλιεργειών εργάζονται 1 έως 2 άτομα εκτός της οικογένειας, στο 79,9% 3 έως 4 άτομα, το 6,9% 5 έως 6 άτομα και στο 5,9% περισσότερα από 6 άτομα.

Πίνακας 2: Δημογραφικά στοιχεία

		N	%
Φύλο	Άνδρας	200	98,0%
	Γυναίκα	4	2,0%
Ηλικία	<25	7	3,4%
	25-34	24	11,8%
	35-44	18	8,8%
	45-54	84	41,2%
	>55	71	34,8%
Επίπεδο εκπαίδευσης	Απόφοιτος Δημοτικού	55	27,0%
	Απόφοιτος Γυμνασίου/Λυκείου	145	71,1%
	Απόφοιτος ΑΕΙ/ΤΕΙ	4	2,0%
	Κάτοχος μεταπτυχιακού τίτλου	0	0,0%
Αγροτική εκπαίδευση	Καθόλου	169	82,8%
	Απόφοιτος ΕΠΑΣ	6	2,9%
	Απόφοιτος Κέντρου Κατάρτισης <<Δήμητρα>>	6	2,9%
	Απόφοιτος ιδιωτικού/δημόσιου ΙΕΚ	10	4,9%
	Άλλο	13	6,4%
Επίπεδο γνώσης/ικανότητας χρήσης τεχνολογιών πληροφορικής και κινητών	Καθόλου ικανοποιητικό	33	16,2%
	Λίγο ικανοποιητικό	93	45,6%
	Μέτρια ικανοποιητικό	39	19,1%
	Αρκετά ικανοποιητικό	30	14,7%
	Πολύ ικανοποιητικό	9	4,4%
Έτη εμπειρίας στις καλλιέργειες	<5	15	7,4%
	6-10	13	6,4%
	11-15	26	12,7%
	16-20	59	28,9%
	<20	91	44,6%
Είδος αγροτικής ενασχόλησης	Πλήρους απασχόλησης	174	85,3%
	Μερικής απασχόλησης	30	14,7%
Είδος καλλιέργειας	Μεγάλη συμβατική	9	4,4%
	Μικρή/οικογενειακή συμβατική	189	92,6%
	Βιολογική	6	2,9%
	Σε διαδικασία μετατροπής σε βιολογική	0	0,0%
Μέγεθος καλλιέργειας	1-99 ha	91	44,6%
	100-199 ha	81	39,7%
	200-299 ha	25	12,3%

	300-499 ha	0	0,0%
	>500 ha	7	3,4%
Άτομα της οικογένειας που εργάζονται στην ίδια εκμετάλλευση	<1	6	2,9%
	<2	181	88,7%
	<3	15	7,4%
	>3	2	1,0%
	1-2	15	7,4%
Αριθμός εργαζομένων εκτός οικογένειας στην ίδια εκμετάλλευση	3-4	163	79,9%
	5-6	14	6,9%
	>6	12	5,9%

Στη συνέχεια της μελέτης παρατηρείται ότι οι τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας τις οποίες γνωρίζουν οι περισσότεροι αγρότες είναι η αυτόματη άρδευση (84,8%), τα ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής (74,5%), οι γεωργικοί αισθητήρες (57,8%), οι εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας (53,4%), τα τρακτέρ χωρίς οδηγό (52,9%), οι αυτόματες μηχανές σποράς (51,5%), οι μηχανές αυτόματου ψεκασμού (51,5%), οι αυτόματες ρομποτικές μηχανές (47,5%) και τα συστήματα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών (47,1%).

Πίνακας 3: Επίπεδο γνώσης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας

	Ναι		Όχι	
	N	%	N	%
Αυτόνομες ρομποτικές μηχανές (π.χ. γεωργικά ρομπότ)	97	47,5%	107	52,5%
Τρακτέρ χωρίς οδηγό	108	52,9%	96	47,1%
Αυτόματες μηχανές σποράς	105	51,5%	99	48,5%
Αυτόματη άρδευση	173	84,8%	31	15,2%
Ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής	152	74,5%	52	25,5%
Drones για απεικόνιση, φύτευση και άλλες εργασίες	7	3,4%	197	96,6%
Μηχανές σποράς από αέρος	28	13,7%	176	86,3%
Μηχανές αυτόματου ψεκασμού	105	51,5%	99	48,5%
Συστήματα επίβλεψης συνθηκών αποθήκευσης	28	13,7%	176	86,3%
Συστήματα διαχείρισης στόλου	33	16,2%	171	83,8%
Συστήματα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών	96	47,1%	108	52,9%
Συστήματα γεω-εντοπισμού	39	19,1%	165	80,9%
Τηλεματική παρακολούθηση καλλιεργειών	31	15,2%	173	84,8%
Εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας	109	53,4%	95	46,6%
Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης	22	10,8%	182	89,2%
Γεωργικοί αισθητήρες	118	57,8%	86	42,2%

Παρά τον σχετικά υψηλό βαθμό γνώσης των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας από

μέρους των αγροτών που συνιστούν το δείγμα της έρευνας προκύπτει ότι ο βαθμός χρήσης αυτών είναι ιδιαίτερα χαμηλός. Πιο συγκεκριμένα, η μόνη περίπτωση που παρατηρείται διευρυμένη χρήση είναι αυτή των μηχανών αυτόματης άρδευσης, οι οποίες χρησιμοποιούνται από το 64,7% των ερωτηθέντων.

Πίνακας 4: Επίπεδο χρήσης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας

	Ναι		Όχι	
	N	%	N	%
Αυτόνομες ρομποτικές μηχανές (π.χ. γεωργικά ρομπότ)	3	1,5%	201	98,5%
Τρακτέρ χωρίς οδηγό	1	0,5%	203	99,5%
Αυτόματες μηχανές σποράς	0	0,0%	204	100,0%
Αυτόματη άρδευση	132	64,7%	72	35,3%
Ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής	2	1,0%	202	99,0%
Drones για απεικόνιση, φύτευση και άλλες εργασίες	2	1,0%	202	99,0%
Μηχανές σποράς από αέρος	2	1,0%	202	99,0%
Μηχανές αυτόματου ψεκασμού	2	1,0%	202	99,0%
Συστήματα επίβλεψης συνθηκών αποθήκευσης	2	1,0%	202	99,0%
Συστήματα διαχείρισης στόλου	2	1,0%	202	99,0%
Συστήματα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών	2	1,0%	202	99,0%
Συστήματα γεω-εντοπισμού	2	1,0%	202	99,0%
Τηλεματική παρακολούθηση καλλιεργειών	4	2,0%	200	98,0%
Εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας	2	1,0%	202	99,0%
Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης	2	1,0%	202	99,0%
Γεωργικοί αισθητήρες	2	1,0%	202	99,0%

Σχετικά με το ενδιαφέρον χρήσης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας, αυτό παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξημένο όσον αφορά τις εφαρμογές αυτόματης άρδευσης, τις αυτόματες μηχανές σποράς, τα ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής, τις μηχανές αυτόματου ψεκασμού, τις εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας και τους γεωργικούς αισθητήρες.

Πίνακας 5: Ενδιαφέρον χρήσης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας

	Ναι		Όχι	
	N	%	N	%
Αυτόνομες ρομποτικές μηχανές (π.χ. γεωργικά ρομπότ)	27	13,2%	177	86,8%
Τρακτέρ χωρίς οδηγό	94	46,1%	110	53,9%
Αυτόματες μηχανές σποράς	103	50,5%	101	49,5%
Αυτόματη άρδευση	170	83,3%	34	16,7%
Ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής	151	74,0%	53	26,0%

Drones για απεικόνιση, φύτευση και άλλες εργασίες	7	3,4%	197	96,6%
Μηχανές σποράς από αέρος	25	12,3%	179	87,7%
Μηχανές αυτόματου ψεκασμού	104	51,0%	100	49,0%
Συστήματα επίβλεψης συνθηκών αποθήκευσης	27	13,2%	177	86,8%
Συστήματα διαχείρισης στόλου	31	15,2%	173	84,8%
Συστήματα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών	94	46,1%	110	53,9%
Συστήματα γεω-εντοπισμού	39	19,1%	165	80,9%
Τηλεματική παρακολούθηση καλλιεργειών	30	14,7%	174	85,3%
Εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας	107	52,5%	97	47,5%
Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης	21	10,3%	183	89,7%
Γεωργικοί αισθητήρες	116	56,9%	88	43,1%

Στη συνέχεια της μελέτης, προκύπτει ότι το ποσοστό των ερωτηθέντων που γνωρίζουν το σύστημα έξυπνης γεωργίας *gaiasense* είναι ιδιαίτερα χαμηλό, καθώς ισούται με μόλις 6,9%. Παράλληλα, κανείς αγρότης δεν χρησιμοποιεί το αντίστοιχο σύστημα στην καθημερινή πρακτική.

Πίνακας 6: Γνώση και χρήση του συστήματος *gaiasense*

	N	%
Γνωρίζετε το σύστημα έξυπνης γεωργίας <i>gaiasense</i> ;	Ναι	14
	Όχι	190
Το χρησιμοποιείτε;	Ναι	0
	Όχι	204

Αναφορικά με τη σημαντικότητα των στόχων των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας, προκύπτει ότι το σημαντικότερα εξ αυτών είναι η ασφαλής πρόβλεψη και παρακολούθηση καιρικών συνθηκών (M.O.=3,70, T.A.=1,44), η στοχευμένη θεραπεία προσβεβλημένων ειδών (M.O.=3,65, T.A.=1,42), η διαχείριση του στόλου (M.O.=3,61, T.A.=1,49) και η διαχείριση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης (M.O.=3,59, T.A.=1,47). Ελαφρώς χαμηλότερης σημαντικότητας στόχοι από τη χρήση των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας παρατηρείται ότι είναι η αυτοματοποίηση των γεωργικών εργασιών (M.O.=3,45, T.A.=1,54), η παρακολούθηση των αναγκών άρδευσης (M.O.=3,47, T.A.=1,49), ο έλεγχος των συνθηκών φωτισμού, εδάφους και ποιότητας αέρα (M.O.=3,42, T.A.=1,48) και η αποτελεσματική διαχείριση της παραγωγής (M.O.=3,41, T.A.=1,56). Η σημαντικότητα των στόχων της έξυπνης γεωργίας κρίνεται αρκετά υψηλή στο σύνολό της, καθώς η αντίστοιχη μέση βαθμολογία της συγκεκριμένης διάστασης ισούται με 3,53 (T.A.=0,94).

Πίνακας 7: Βαθμός σημαντικότητας των στόχων έξυπνης γεωργίας

	Καθόλου		Λίγο		Μέτρια		Πολύ		Πάρα πολύ		M.O.	T.A.
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
Εγκαιρη ανίχνευση ασθενειών σε δέντρα και φυτά	32	15,7%	25	12,3%	35	17,2%	34	16,7%	78	38,2%	3,50	1,49
Στοχευμένη θεραπεία προσβεβλημένων ειδών	22	10,8%	26	12,7%	43	21,1%	24	11,8%	89	43,6%	3,65	1,42
Μείωση χρόνου σποράς, φυτείας και συγκομιδής	34	16,7%	26	12,7%	27	13,2%	33	16,2%	84	41,2%	3,52	1,53
Ασφαλής πρόβλεψη και παρακολούθηση καιρικών συνθηκών	25	12,3%	24	11,8%	30	14,7%	34	16,7%	91	44,6%	3,70	1,44
Διαχείριση στόλου	31	15,2%	23	11,3%	26	12,7%	39	19,1%	85	41,7%	3,61	1,49
Διαχείριση εγκαταστάσεων αποθήκευσης	28	13,7%	24	11,8%	39	19,1%	25	12,3%	88	43,1%	3,59	1,47
Αυτοματοποίηση εργασίας	36	17,6%	27	13,2%	30	14,7%	32	15,7%	79	38,7%	3,45	1,54
Παρακολούθηση αναγκών άρδευσης	26	12,7%	41	20,1%	30	14,7%	25	12,3%	82	40,2%	3,47	1,49
Έλεγχος συνθηκών φωτισμού, εδάφους και ποιότητας αέρα	29	14,2%	37	18,1%	31	15,2%	33	16,2%	74	36,3%	3,42	1,48
Αποτελεσματική διαχείριση παραγωγής	31	15,2%	43	21,1%	28	13,7%	16	7,8%	86	42,2%	3,41	1,56
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας											3,53	0,94

Σχετικά με τα είδη των καλλιεργειών στα οποία μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικότερα το πλαίσιο της έξυπνης γεωργίας παρατηρείται ότι αυτές είναι οι μεγάλες συμβατικής καλλιέργειας εκμεταλλεύσεις (84,3%), η κτηνοτροφία (88,2%) και οι βιολογικές καλλιέργειες (84,8%). Αντίθετα, χαμηλό είναι το ποσοστό των αγροτών που θεωρούν ότι η έξυπνη γεωργία μπορεί να εφαρμοσθεί αποτελεσματικά στις μικρές οικογενειακές εκμεταλλεύσεις, καθώς το αντίστοιχο ποσοστό ισούται με 15,7%.

Πίνακας 8: Είδη καλλιεργειών για αποτελεσματική εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας

	Ναι		Όχι	
	N	%	N	%
Μεγάλες συμβατικής καλλιέργειας εκμεταλλεύσεις	172	84,3%	32	15,7%
Μικρές οικογενειακές εκμεταλλεύσεις	32	15,7	172	84,3
Κτηνοτροφία	180	88,2%	24	11,8%
Βιολογικές καλλιέργειες	173	84,8%	31	15,2%

Επιπλέον, παρατηρείται ότι τα σημαντικότερα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας είναι η μείωση του κόστους εργασίας (Μ.Ο.=3,77, Τ.Α.=1,45) και η συμμόρφωση των εργασιών καλλιέργειας με το κανονιστικό πλαίσιο της Ε.Ε. (Μ.Ο.=3,61, Τ.Α.=1,47), ενώ χαμηλότερης σημασίας οφέλη είναι η μείωση του κόστους παραγωγής (Μ.Ο.=3,49, Τ.Α.=1,58), η αποτελεσματική αντιμετώπιση των κινδύνων της παραγωγής (Μ.Ο.=1,49, Τ.Α.=1,52) και η προσέλκυση περισσότερων πελατών (Μ.Ο.=3,28, Τ.Α.=1,60). Σε γενικούς όρους τα οφέλη από την εφαρμογή των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας παρατηρείται να είναι αρκετά διευρυμένα με την αντίστοιχη μέση βαθμολογία της συγκεκριμένης διάστασης να ισούται με 3,62 (Τ.Α.=0,88).

Πίνακας 9: Βαθμός οφελών από την εφαρμογή έξυπνης γεωργίας

	Καθόλου		Λίγο		Μέτρια		Πολύ		Πάρα πολύ		Μ.Ο	Τ.Α.
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων	28	13,7%	32	15,7%	24	11,8%	37	18,1%	83	40,7%	3,56	1,49
Περιορισμός της χρήσης αρδευτικού νερού	41	20,1%	22	10,8%	24	11,8%	25	12,3%	92	45,1%	3,51	1,61
Αποτελεσματική αντιμετώπιση κινδύνων παραγωγής	32	15,7%	32	15,7%	26	12,7%	32	15,7%	82	40,2%	3,49	1,52
Αύξηση ποιότητας παραγωγής	25	12,3%	38	18,6%	24	11,8%	28	13,7%	89	43,6%	3,58	1,50
Αύξηση ποσότητας παραγωγής	23	11,3%	37	18,1%	36	17,6%	30	14,7%	78	38,2%	3,50	1,44
Δημιουργία πρόσθετης αξίας στα αγροτικά προϊόντα	22	10,8%	43	21,1%	26	12,7%	34	16,7%	79	38,7%	3,51	1,45
Μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων παραγωγής	21	10,3%	39	19,1%	33	16,2%	32	15,7%	79	38,7%	3,53	1,43
Μείωση κόστους παραγωγής	37	18,1%	29	14,2%	25	12,3%	24	11,8%	89	43,6%	3,49	1,58
Συμμόρφωση με το κανονιστικό πλαίσιο της ΕΕ	30	14,7%	21	10,3%	31	15,2%	39	19,1%	83	40,7%	3,61	1,47
Μείωση του κόστους εργασίας	26	12,7%	23	11,3%	16	7,8%	46	22,5%	93	45,6%	3,77	1,45
Προσέλκυση περισσότερων πελατών	41	20,1%	36	17,6%	31	15,2%	17	8,3%	79	38,7%	3,28	1,60
Οφέλη έξυπνης γεωργίας											3,62	0,88

Αναφορικά με τα εμπόδια εφαρμογής των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας προκύπτει ότι αυτά είναι αρκετά υψηλά (Μ.Ο.=3,50, Τ.Α.=0,95). Μάλιστα, οι ερωτηθέντες θεωρούν ότι υπάρχει ιδιαίτερα υψηλή αδυναμία πρόσβασης τους σε πληροφορίες (Μ.Ο.=3,65, Τ.Α.=1,51), αλλά και περιορισμένος αριθμός

εξειδικευμένων εταιριών έξυπνης γεωργίας (Μ.Ο.=3,64, Τ.Α.=1,38), ενώ σημαντική είναι επίσης και η έλλειψη επάρκειας οικονομικών πόρων (Μ.Ο.=3,56, Τ.Α.=1,58).

Πίνακας 10: Βαθμός εμποδίων από την εφαρμογή έξυπνης γεωργίας

	Καθόλου		Λίγο		Μέτρια		Πολύ		Πάρα πολύ		Μ.Ο	Τ.Α.
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
Περιορισμένες γνώσεις για τις αντίστοιχες πρακτικές	33	16,2%	31	15,2%	27	13,2%	30	14,7%	83	40,7%	3,49	1,53
Έλλειψη επαρκών οικονομικών πόρων	39	19,1%	20	9,8%	25	12,3%	28	13,7%	92	45,1%	3,56	1,58
Υψηλό κόστος συστημάτων	36	17,6%	30	14,7%	22	10,8%	31	15,2%	85	41,7%	3,49	1,56
Έλλειψη χρηματοδότησης	31	15,2%	39	19,1%	35	17,2%	20	9,8%	79	38,7%	3,38	1,52
Ελλιπής πληροφόρηση από κρατικούς μηχανισμούς	32	15,7%	33	16,2%	23	11,3%	25	12,3%	91	44,6%	3,54	1,55
Δυσκολία συνεργασίας μεταξύ αγροτών	27	13,2%	40	19,6%	38	18,6%	25	12,3%	74	36,3%	3,39	1,47
Ανεπαρκής υποστήριξη από θεσμικούς φορείς	30	14,7%	31	15,2%	32	15,7%	33	16,2%	78	38,2%	3,48	1,49
Περιορισμένες αγροτικές ικανότητες και δεξιότητες	35	17,2%	33	16,2%	22	10,8%	37	18,1%	77	37,7%	3,43	1,54
Αδυναμία πρόσβασης σε πληροφορίες	29	14,2%	29	14,2%	18	8,8%	36	17,6%	92	45,1%	3,65	1,51
Περιορισμένος αριθμός εξειδικευμένων εταιριών έξυπνης γεωργίας	21	10,3%	26	12,7%	40	19,6%	35	17,2%	82	40,2%	3,64	1,38
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας											3,50	0,95

Στη συνέχεια της μελέτης επιχειρείται συσχέτιση των διαστάσεων της σημαντικότητας των στόχων της έξυπνης γεωργίας, των οφελών που προκύπτουν από αυτή και των εμποδίων εφαρμογής της κατά ζεύγη με τη χρήση του παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης r του Spearman. Όπως παρατηρείται, η αύξηση της σημαντικότητας των στόχων των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας σηματοδοτεί επίσης αυξημένη αντίληψη περί των οφελών που προκύπτουν από αυτή και το αντίστροφο ($r=0,848$, $p<0,001$). Επίσης, οι ερωτηθέντες που θεωρούν ότι οι στόχοι της έξυπνης γεωργίας είναι σε υψηλό βαθμό σημαντικοί επίσης θεωρούν ότι συναντώνται υψηλά εμπόδια εφαρμογής των αντίστοιχων πρακτικών ($r=0,885$, $p<0,001$), ενώ αντίστοιχη είναι η σχέση των μεταβλητών των οφελών από την εφαρμογή πρακτικών έξυπνης γεωργίας ($r=0,853$, $p<0,001$).

Πίνακας 11: Συσχέτιση κατά Pearson της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας

		Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	Οφέλη έξυπνης γεωργίας	Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	r	1		
	p			
Οφέλη έξυπνης γεωργίας	r	0,848	1	
	p	0,000		
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας	r	0,885	0,853	1
	p	0,000	0,000	

Στη συνέχεια της μελέτης και με τη χρήση του ελέγχου Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης διερευνάται η ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικών διαφοροποιήσεων στη μέση βαθμολογία των υπό διερεύνηση παραγόντων με βάση την ηλικία των αγροτών του δείγματος. Προκύπτει ότι οι αγρότες κάτω των 25 ετών αναγνωρίζουν υψηλότερου βαθμού σημαντικότητα των στόχων της έξυπνης γεωργίας, αλλά και μεγαλύτερο βαθμό οφελών και εμποδίων στην εφαρμογή των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας. Παρόλα αυτά οι διαφοροποιήσεις των μέσων βαθμολογιών των διαστάσεων με βάση την ηλικία των ερωτηθέντων δεν κρίνονται στατιστικά σημαντικές, καθώς το παρατηρηθέν επίπεδο σημαντικότητας είναι υψηλότερο του $\alpha=0,05$ σε κάθε περίπτωση.

Πίνακας 12: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση την ηλικία

	Ηλικία										p
	<25		25-34		35-44		45-54		>55		
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	3,91	1,07	3,42	0,84	3,61	1,07	3,51	0,90	3,53	0,98	0,800
Οφέλη έξυπνης γεωργίας	3,75	1,18	3,28	0,88	3,68	1,02	3,49	0,94	3,60	0,92	0,540
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας	3,91	1,02	3,39	0,84	3,50	1,18	3,48	0,94	3,53	0,95	0,786

Παράλληλα, προκύπτει ότι ο βαθμός αντίληψης της σημαντικότητας των στόχων της έξυπνης γεωργίας δεν διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά με βάση το επίπεδο εκπαίδευσης των αγροτών του δείγματος ($p=0,385$), ενώ αντίστοιχα είναι τα αποτελέσματα που προκύπτουν βάσει του αντίστοιχου ελέγχου Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης όσον αφορά τα εμπόδια εφαρμογής των

πρακτικών της έξυπνης γεωργίας ($p=0,631$). Αντίθετα, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις της αντίληψης των οφελών από την εφαρμογή των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας με βάση το επίπεδο εκπαίδευσης των συμμετεχόντων στην έρευνα για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,10$ ($p=0,068$), με τους αγρότες υψηλότερου εκπαιδευτικού επιπέδου να αναγνωρίζουν διευρυμένα οφέλη από την εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας.

Πίνακας 13: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση το επίπεδο εκπαίδευσης

	Επίπεδο εκπαίδευσης						p
	Απόφοιτος Δημοτικού		Απόφοιτος Γυμνασίου/Λυκείου		Απόφοιτος ΑΕΙ/ΤΕΙ		
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	3,40	0,98	3,59	0,93	3,30	0,35	0,385
Οφέλη έξυπνης γεωργίας	2,50	0,91	3,48	0,95	3,58	0,16	0,068
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας	3,51	0,91	3,52	0,98	3,05	0,50	0,631

Εν συνεχεία, παρατηρείται ότι το επίπεδο γνώσης και ικανότητας χρήσης των τεχνολογιών πληροφορικής και κινητών των αγροτών του δείγματος είναι ασυσχέτιστο με τις αντιλήψεις τους περί της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας. Οι αντίστοιχοι συντελεστές συσχέτισης r κατά Pearson κρίνονται μη στατιστικά σημαντικοί στο σύνολο τους καθώς το παρατηρηθέν επίπεδο σημαντικότητας είναι μεγαλύτερο το $\alpha=0,05$ σε κάθε περίπτωση.

Πίνακας 14: Συσχέτιση κατά Pearson της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας και του βαθμού τεχνολογικής ευχέρειας

	Επίπεδο γνώσης/ικανότητας χρήσης τεχνολογιών πληροφορικής και κινητών	
	r	p
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	0,009	0,904
Οφέλη έξυπνης γεωργίας	0,062	0,865
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας	0,012	0,867

Πίνακας 15: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση τα έτη εμπειρίας στις καλλιέργειες

	Έτη εμπειρίας στις καλλιέργειες										p
	<5		6-10		11-15		16-20		<20		
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	3,33	0,72	4,10	0,81	3,66	0,94	3,52	0,86	3,46	1,02	0,161
Οφέλη έξυπνης γεωργίας	3,28	0,76	3,80	1,02	3,47	1,07	3,49	0,90	3,58	0,94	0,629
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας	3,17	0,76	3,68	1,11	3,69	0,94	3,38	0,96	3,56	0,95	0,334

Στη συνέχεια της μελέτης προκύπτει ότι οι αγρότες οι οποίοι το είδος της καλλιέργειάς τους είναι συμβατικό και μικρού/οικογενειακού μεγέθους παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερο επίπεδο αντίληψης της σημαντικότητας των στόχων της έξυπνης γεωργίας ($p < 0,001$). Παράλληλα η ίδια ομάδα αγροτών αναγνωρίζει χαμηλότερο επίπεδο ωφελειών από την εφαρμογή των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας ($p = 0,001$), αλλά και χαμηλότερα επίπεδα εμποδίων ($p = 0,002$).

Πίνακας 16: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση το είδος της καλλιέργειας

	Είδος καλλιέργειας						p
	Μεγάλη συμβατική		Μικρή/οικογενειακή συμβατική		Βιολογική		
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	4,24	0,91	3,46	0,91	4,65	0,86	0,000
Οφέλη έξυπνης γεωργίας	4,23	1,01	3,46	0,90	4,62	0,93	0,001
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας	4,03	1,16	3,44	0,92	4,63	0,90	0,002

Τέλος, οι αντιλήψεις των ερωτηθέντων όσον αφορά τη σημαντικότητα των στόχων, τα οφέλη και τα εμπόδια εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας δεν διαφοροποιούνται στατιστικά σημαντικά με βάση το μέγεθος των καλλιεργειών τους όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των αντίστοιχων ελέγχων Ανάλυσης Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης ($p > 0,05$ σε κάθε περίπτωση).

Πίνακας 17: One Way ANOVA της σημαντικότητας των στόχων, των οφελών και των εμποδίων εφαρμογής της έξυπνης γεωργίας με βάση το μέγεθος της καλλιέργειας

	Μέγεθος καλλιέργειας								p
	1-99 ha		100-199 ha		200-299 ha		>500 ha		
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	
Σημαντικότητα στόχων έξυπνης γεωργίας	3,56	0,94	3,39	0,88	3,69	1,08	4,20	0,77	0,100
Οφέλη έξυπνης γεωργίας	3,52	0,99	3,46	0,82	3,68	1,09	3,97	1,02	0,446
Εμπόδια εφαρμογής έξυπνης γεωργίας	3,56	0,95	3,40	0,88	3,59	1,13	3,66	1,26	0,660

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Η έξυπνη γεωργία αποτελεί ένα σύγχρονο υπόδειγμα ολιστικής διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων με τη χρήση ΤΠΕ, η οποία στοχεύει στην αύξηση της απόδοσης, την τυποποίηση των καλλιεργητικών εργασιών, την ενίσχυση της κερδοφορίας και την περιστολή του κόστους, διατηρώντας παράλληλα περιορισμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα (Zhang et al, 2002; Reichardt & Jurgens, 2009; Wofert et al, 2017). Ωστόσο, παρά τα σημαντικά οφέλη που αυτή επιφέρει, ο βαθμός υιοθέτησής της είναι ακόμα χαμηλός, δεδομένου και του σχετικά υψηλού κόστους των αντίστοιχων τεχνολογιών, αλλά και της περιορισμένης γνώσης και ενημέρωσης των αγροτών για τις τεχνολογικές εξελίξεις στον κλάδο τους (Bramley, 2009; Reichardt et al, 2009). Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση των απόψεων και στάσεων των Ελλήνων αγροτών απέναντι στις εφαρμογές της έξυπνης γεωργίας, ώστε να χαρτογραφηθεί ερευνητικά αυτό το πεδίο και να αναδειχθούν οι παράγοντες υιοθέτησής της.

Σύμφωνα με τα ερευνητικά αποτελέσματα, αρχικά, διαπιστώθηκε ότι ο βαθμός υιοθέτησης των εφαρμογών της έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά χαμηλός, όπως έχει τεκμηριωθεί και για τις περισσότερες χώρες της Ευρώπης (Mandel et al, 2011; Kutter et al, 2011; Say et al, 2018). Αν και η πλειοψηφία του δείγματος της έρευνας έχει κάποια γνώση για τα συστήματα έξυπνης γεωργίας, στην πράξη αυτά δεν έχουν ενσωματωθεί σχεδόν καθόλου από τους Έλληνες παραγωγούς, με εξαίρεση τα συστήματα αυτόματης άρδευσης. Από την άλλη πλευρά, το ενδιαφέρον τους για την υιοθέτησή τους στο μέλλον καταγράφεται ιδιαίτερα έντονο, δεδομένου μάλιστα του υψηλού βαθμού συνειδητοποίησης των οφελών που μπορούν να προκύψουν, όπως έχει καταγραφεί και σε προηγούμενες μελέτες (Griffin et al, 2005; Gebbers & Adamchuk, 2010; Aubert et al, 2012). Μάλιστα, σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι οι περισσότεροι αγρότες που συμμετείχαν στην έρευνα θεωρούν ότι οι τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας μπορούν καλύτερα να εφαρμοστούν σε μεγάλες συμβατικής καλλιέργειας εκμεταλλεύσεις,

καθώς και στην κτηνοτροφία. Πράγματι, στη σχετική έρευνα έχει διαπιστωθεί ότι οι αυτού του τύπου οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις είναι καταλληλότερες για την εφαρμογή αυτών των συστημάτων, επιτρέποντας την αποκόμιση περισσότερων οφελών σε όρους απόδοσης και εξοικονόμησης κόστους (Walton et al, 2008; Jensen et al, 2012).

Όσον αφορά τα αντιληπτά οφέλη της έξυπνης γεωργίας, τα σημαντικότερα που αναδείχθηκαν στην παρούσα μελέτη περιλαμβάνουν τη μείωση του κόστους εργασίας, την αντιμετώπιση των κινδύνων της παραγωγής και την προστασία του περιβάλλοντος σύμφωνα με τις αντίστοιχες ρυθμιστικές προβλέψεις, επιβεβαιώνοντας τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών αναφορικά με τα σημαντικά οφέλη που αναγνωρίζουν οι αγρότες από τη χρήση αυτών των τεχνολογιών (Chen et al, 2009; Reichardt & Jurgens, 2009; Jensen et al, 2012; Elijah et al, 2018). Ωστόσο, η αναγνώριση αυτών των οφελών δεν αρκεί για την υιοθέτηση των εφαρμογών της έξυπνης γεωργίας, καθώς ιδιαίτερα σημαντικά είναι τα εμπόδια που επισημαίνονται από τους Έλληνες παραγωγούς, με κυριότερα εξ αυτών την αδυναμία πρόσβασης σε πληροφόρηση, την περιορισμένη ανάπτυξη της ελληνικής αγοράς σε αυτόν τον κλάδο και την έλλειψη επαρκών οικονομικών πόρων και κεφαλαίων. Τα εν λόγω ευρήματα συμφωνούν με τα ευρήματα της προηγούμενης βιβλιογραφίας, στην οποία έχει διαπιστωθεί ότι η διαθεσιμότητα πληροφόρησης από το οργανωσιακό και επιχειρηματικό περιβάλλον του κλάδου της γεωργίας, ο βαθμός ανάπτυξης της αγοράς, η πρόσβαση σε εξειδικευμένους συμβούλους και το κόστος των εφαρμογών συνιστούν βασικά εμπόδια υιοθέτησης της έξυπνης γεωργίας (Roberts et al, 2004; Larson et al, 2008; Kutter et al, 2011; Konig et al, 2012; Robertson et al, 2012).

Τέλος, οι δημογραφικοί και οργανωσιακοί παράγοντες που φαίνεται ότι επιδρούν στην αναγνώριση των στόχων, οφελών και εμποδίων της έξυπνης γεωργίας περιλαμβάνουν το εκπαιδευτικό επίπεδο των αγροτών και το είδος της καλλιέργειας, καθώς οι υπόλοιποι παράγοντες που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές σχέσεις. Συγκεκριμένα, στη μελέτη διαπιστώθηκε ότι οι αγρότες υψηλότερου εκπαιδευτικού επιπέδου αναγνωρίζουν και σε μεγαλύτερο βαθμό τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας, όπως έχει τεκμηριωθεί και σε άλλες έρευνες που συσχετίζουν την εκπαίδευση με το βαθμό υιοθέτησής της (Rezaei-Moghaddam & Salehi, 2010; Pierpaoli et al, 2013; Barnes et al, 2019). Επίσης, βρέθηκε ότι οι αγρότες μικρού μεγέθους οικογενειακών

εκμεταλλεύσεων δεν δίνουν την ίδια έμφαση στόχους που μπορεί να εξυπηρετήσει η έξυπνη γεωργία, επιβεβαιώνοντας τη σημασία που διαδραματίζει το μέγεθος της γεωργικής εκμετάλλευσης στην υιοθέτηση των αντίστοιχων τεχνολογικών εφαρμογών (Paustian & Theuvsen, 2017; Barnes et al, 2019; Das et al, 2019). Τέλος, αν και η ηλικία δεν επιδρά στατιστικά σημαντικά στις σχετικές αντιλήψεις των αγροτών, στην έρευνα διαπιστώθηκε ότι οι αγρότες ηλικίας κάτω των 25 ετών αναγνωρίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό τα οφέλη της έξυπνης γεωργίας, γεγονός που υποδηλώνει και μεγαλύτερη πρόθεση υιοθέτησης, εύρημα που έρχεται σε συμφωνία με σχετικές μελέτες στον ευρωπαϊκό χώρο (Larson et al, 2009; Paustian & Theuvsen, 2017).

5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι εφαρμογές της έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας αναπτύσσεται ραγδαία κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, μετασχηματίζοντας τον αγροτικό κλάδο και φέρνοντας επανάσταση στις καλλιεργητικές εργασίες. Τα οφέλη εφαρμογής αυτού του σύγχρονου υποδείγματος για τη γεωργία είναι ποικίλα και σχετίζονται τόσο με την απλοποίηση των εργασιών στο χωράφι όσο και με τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης της παραγωγής, οδηγώντας τελικά σε αύξηση της απόδοσης και της κερδοφορίας, καθώς και σε μείωση του σχετικού κόστους. Την ίδια στιγμή, η έξυπνη γεωργία έχει πολύ σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη, συμβάλλοντας έτσι στη βιωσιμότητα του κλάδου συνολικά και στην αειφόρο ανάπτυξη. Ωστόσο, παρά τα εξαιρετικά σημαντικά οφέλη, ο βαθμός υιοθέτησής της είναι ακόμα εξαιρετικά περιορισμένος, τουλάχιστον στις λιγότερο ανεπτυγμένες γεωργικά χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας.

Όπως διαπιστώθηκε και στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, το ποσοστό υιοθέτησης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας στη χώρα είναι εξαιρετικά χαμηλό και περιορίζεται κυρίως σε πιλοτικές εφαρμογές και εντοπισμένες γεωγραφικά τοποθεσίες όπου υλοποιούνται μεμονωμένες πρωτοβουλίες, με την αξιοποίηση των αντίστοιχων ευρωπαϊκών έργων. Ωστόσο, η επιτυχία των μέχρι τώρα πρωτοβουλιών δείχνει ότι η έξυπνη γεωργία έχει πολύ μεγάλη αναπτυξιακή δυναμική στην ελληνική αγορά, τουλάχιστον από τις μεγαλύτερου μεγέθους συμβατικές εκμεταλλεύσεις. Βέβαια, το υψηλό επίπεδο κατακερματισμού των γεωργικών εκμεταλλεύσεων στη χώρα και το κυρίαρχο οικογενειακό ιδιοκτησιακό καθεστώς συνιστούν κρίσιμης σημασίας

εμπόδια για την περαιτέρω ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών. Παράλληλα, σημαντικά εμπόδια συνιστούν και το σχετικά υψηλό κόστος τους, δεδομένης μάλιστα της έλλειψης κεφαλαίων προς επένδυση και της περιορισμένης πρόσβασης των περισσότερων παραγωγών σε εξωτερικά κεφάλαια.

Επιπλέον, η ενσωμάτωση των εφαρμογών της έξυπνης γεωργίας στον ελληνικό αγροτικό κλάδο παρεμποδίζεται από τη σχετική έλλειψη πληροφόρησης που παρέχεται από το ευρύτερο οικοσύστημα της γεωργίας. Από φάνηκε και από ευρήματα της έρευνας, οι περισσότεροι αγρότες θεωρούν ότι δεν διαθέτουν την απαραίτητη πρόσβαση σε πληροφοριακούς πόρους, με αποτέλεσμα η ανεπαρκής ενημέρωση του συνολικού γεωργικού πληθυσμού να αναδεικνύεται σε κρίσιμο παράγοντα αδυναμίας εκσυγχρονισμού του κλάδου. Παρά το γεγονός ότι στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται πλέον αρκετές εξειδικευμένες εταιρίες, ενώ διάφοροι γεωργικοί, εκπαιδευτικοί και ερευνητικοί φορείς αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες προώθησης της έξυπνης γεωργίας, μπορεί να υποστηριχθεί πως ακόμα η προσπάθεια αυτή δεν έχει συστηματοποιηθεί επαρκώς, με τη συμμετοχή όλων των ομάδων ενδιαφέροντος. Εξίσου ελλιπής είναι και η γεωργική πολιτική της χώρας σε αυτά τα ζητήματα.

Δεδομένου, λοιπόν, ότι οι δυνατότητες ανάπτυξης και υιοθέτησης των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας στην Ελλάδα είναι αδιαμφισβήτητα αξιόλογες, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή μιας στοχοθετημένης και ολοκληρωμένης πολιτικής σε αυτό το πεδίο κρίνεται αναγκαία, ώστε ο γεωργικός κλάδος να καταστεί περισσότερο παραγωγικός, κερδοφόρος και μακροχρόνια βιώσιμος, σε ένα διεθνές περιβάλλον έντονου ανταγωνισμού. Για να είναι αυτή η πολιτική επιτυχής, εκτός της ενεργοποίησης των ομάδων ενδιαφέροντος (π.χ. αγροτικοί συνεταιρισμοί, ερευνητικά κέντρα, εκπαιδευτικά ιδρύματα, γεωργικοί και κρατικοί φορείς), απαιτείται και η στόχευση των καταλληλότερων γεωργικών εκμεταλλεύσεων όπου η έξυπνη γεωργία μπορεί να επιφέρει άμεσα οφέλη. Ομοίως, ιδιαίτερα επωφελής για την προώθηση της έξυπνης γεωργίας μπορεί να αποδειχθεί και η στόχευση ειδικότερων πληθυσμιακών αγροτικών ομάδων, όπως οι νέοι και υψηλής εκπαίδευσης ή εξειδίκευσης αγρότες, οι οποίοι σε ένα συνεργατικό πλαίσιο μπορούν από κοινού να υποστηρίξουν τον εκσυγχρονισμό του κλάδου.

5.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα έρευνα χαρακτηρίζεται από ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Ο σημαντικότερος περιορισμός αφορά το δείγμα, καθώς μπορεί αυτό μεν να είναι επαρκές σε αριθμό, αλλά περιορίζεται γεωγραφικά, αποτελούμενο από αγρότες που δραστηριοποιούνται στους νομούς Πιερίας και Σερρών. Ως εκ τούτου, δεν ήταν εφικτή μια *ex post* διερεύνηση των αντιληπτών οφελών και εμποδίων εφαρμογής των τεχνολογιών έξυπνης γεωργίας, η οποία θα μπορούσε να υλοποιηθεί με ένα δείγμα αγροτών που έχουν συμμετάσχει σε σχετικές πρωτοβουλίες (π.χ. Κρύα Βρύση Πέλλας). Ένας ακόμη περιορισμός της μελέτης αφορά στην έλλειψη σχετικών εμπειρικών δεδομένων στην Ελλάδα, καθώς το υπόδειγμα της έξυπνης γεωργίας βρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης στη χώρα. Τέλος, περιορισμό της έρευνας αποτελεί και το γεγονός ότι δεν συνεκτιμήθηκαν και άλλες μεταβλητές που πιθανόν επηρεάζουν την πρόθεση ή το βαθμό υιοθέτησης της έξυπνης γεωργίας, όπως είναι για παράδειγμα η ποιότητα του εδάφους της καλλιέργειας και ο βαθμός ενεργοποίησης των αγροτικών φορέων.

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω περιορισμούς, η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει περαιτέρω τις μεταβλητές που επιδρούν στην ενσωμάτωση των εφαρμογών έξυπνης γεωργίας και γεωργίας ακριβείας στην Ελλάδα, χρησιμοποιώντας μεγαλύτερα πληθυσμιακά δείγματα τόσο σε αριθμητικούς όσο και σε γεωγραφικούς όρους. Επίσης, αντικείμενο της μελλοντικής έρευνας είναι και η εξέταση του ρόλου που διαδραματίζουν στην προώθηση των πρακτικών της έξυπνης γεωργίας και άλλες ομάδες ενδιαφέροντος, όπως είναι τα ερευνητικά ινστιτούτα, οι κρατικοί φορείς, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, οι ιδιωτικές εταιρίες και οι αγροτικοί συνεταιρισμοί. Ακόμη, οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να λάβουν υπόψη τους και άλλους παράγοντες που διαμορφώνουν τις στάσεις των αγροτών απέναντι στις νέες τεχνολογίες. Τέλος, η υλοποίηση μιας *ex post* έρευνας σε δείγμα αγροτών στην Ελλάδα που έχουν ήδη υιοθετήσει σε μεγάλο βαθμό τα συστήματα της έξυπνης γεωργίας μπορεί να αναδείξει ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τα πραγματικά οφέλη και τα αντίστοιχα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι αγρότες κατά την εφαρμογή τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

Adrian, A. M., Norwood, S. H., & Mask, P. L. (2005). Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 48(3), 256-271.

Anand, N., & Vikram, P. (2016). *Smart Farming: IoT Based Smart Sensors Agriculture Stick for Live Temperature and Moisture Monitoring using Arduino Cloud Computing & Solar Technology*. The International Conference on Communication and Computing Systems (ICCCS-2016).

Arno, J., Rosell, J. R., Blanco, R., Ramos, M. C., & Martí'nez-Casasnovas, J. A. (2012). Spatial variability in grape yield and quality influenced by soil and crop nutrition characteristics. *Precision Agriculture*, 13(3), 393–410.

Ascough II, J. C., Hoag, D. L., Frasier, W. M., & McMaster, G. S. (1999). Computer use in agriculture: an analysis of Great Plains producers. *Computers and Electronics in Agriculture*, 23(3), 189-204.

Aubert, B. A., Schroeder, A., & Grimaudo, J. (2012). IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision support systems*, 54(1), 510-520.

Bach, M. P., Zoroja, J., & Loupis, M. (2016). RFID usage in European enterprises and its relation to competitiveness: Cluster analysis approach. *International Journal of Engineering Business Management*, 8, 1-12.

Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., Wal, T., Soto, I., & Eory, V. (2017). Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics. *Sustainability*, 9(8), 1339.

Barnes, A. P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sánchez, B., & Gómez-Barbero, M. (2019). Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy*, 80, 163-174.

- Biermachera, J. T., Brorsenb, B. W., Epplinb, F. M., Soliec, J. B., & Raun, W. R. (2009). The economic potential of precision nitrogen application with wheat based on plant sensing. *Agricultural Economics*, 40, 397–407.
- Bongiovanni, R., & Lowenberg-DeBoer, J. (2004). Precision agriculture and sustainability. *Precision Agriculture*, 5(4), 359-387.
- Bramley, R. G. V. (2009). Lessons from nearly 20 years of Precision Agriculture research, development, and adoption as a guide to its appropriate application. *Crop and Pasture Science*, 60(3), 197-217.
- Bramley, R. G. V., & Hamilton, R. P. (2007). Terroir and precision viticulture: are they compatible? *Journal internationale des Sciences de la Vigne et du Vin*, 41(1), 1–8.
- Brewster, C., Jan, E., Raymond, K. F. M., Rakers, P., Iver, T., Jürgen, V., & Astrid, W. (2018). *Strategic Research and Innovation Agenda*. Brussels: ETIP Wind.
- Cavallo, E., Ferrari, E., Bollani, L., & Coccia, M. (2014). Attitudes and behaviour of adopters of technological innovations in agricultural tractors: A case study in Italian agricultural system. *Agricultural Systems*, 130, 44-54.
- CEMA (2014). *Precision farming: producing more with less*. Available at: www.cema-agri.org/page/precision-farming-0
- Chen, W., Bell, R. W., Brennan, R. F., Bowden, J. W., Dobermann, A., Rengel, Z., et al. (2009). Key crop nutrient management issues in the Western Australia grains industry: a review. *Australian Journal of Soil Research*, 47, 1–18.
- Clasen, M. (2016). Farming 4.0 und andere anwendungen des internet der dinge. In Ruckelshausen, A. et al. (Eds.), *Proceedings of GIL annual meeting 2016* (pp. 15–18). Bonn: Koellen.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- D’Emden, F. H., Llewellyn, R. S., & Burton, M. P. (2006). Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: An application of duration analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), 630–647.

- Daberkow, S. G., & McBride, W. D. (2003). Farm and operator characteristics affecting the awareness and adoption of precision agriculture technologies in the US. *Precision Agriculture*, 4(2), 163-177.
- Das, J., Sharma, S., & Kaushik, A. (2019). Views of Irish Farmers on Smart Farming Technologies: An Observational Study. *AgriEngineering*, 1(2), 164-187.
- Dimara, E., & Skuras, D. (2003). Adoption of agricultural innovations as a two-stage partial observability process. *Agricultural Economics*, 28(3), 187-196.
- Edwards-Jones, G. (2006). Modelling farmer decision-making: Concepts, progress and challenges. *Animal Science*, 82, 783–790.
- Ehsani, P., Sankaran, S., & Dima, C, (2010). *Grower Expectations of New Technologies for Applications in Precision Horticulture*. Florida: University of Florida.
- Eidt, C. M., Hickey, G. M., & Curtis, M. A. (2012). Knowledge integration and the adoption of new agricultural technologies: Kenyan perspectives. *Food Security*, 4(3), 355-367.
- Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. N. (2018). An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(5), 3758-3773.
- Fountas, S., Blackmore, S., Ess, D., Hawkins, S., Blumhoff, G., Lowenberg-Deboer, J., & Sorensen, C. G. (2005). Farmer experience with precision agriculture in Denmark and the US Eastern Corn Belt. *Precision Agriculture*, 6(2), 121-141.
- Gasso, V., Sørensen, C. A., Oudshoorn, F. W., & Green, O. (2013). Controlled traffic farming: A review of the environmental impacts. *European Journal of Agronomy*, 48, 66-73.
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828-831.
- Griffin, T., Lambert, D., & Lowenberg-DeBoer, J. (2005). *Economics of Lightbar and Auto-Guidance GPS Navigation Technologies*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers.

Isgin, T., Bilgic, A., Forster, D. L., & Batte, M. (2008). Using count data models to determine the factors affecting farmers' quantity decisions of precision farming technology adoption. *Computers and Electronics in Agriculture*, 62, 231–242.

Jensen, H. G., Jacobsen, L. B., Pedersen, S. M., & Tavella, E. (2012). Socioeconomic impact of widespread adoption of precision farming and controlled traffic systems in Denmark. *Precision Agriculture*, 13(6), 661-677.

Jochinke, D. C., Noonon, B. J., Wachsmann, N. C., & Norton, R. M. (2007). The adoption of precision agriculture in an Australian broadacre cropping system—Challenges and opportunities. *Field Crops Research*, 104, 68–76.

Joint Research Centre (JRC) of the European Commission (2014). *Precision agriculture: an opportunity for EU farmers – potential support with the CAP 2014-2010*. Brussels: Directorate General for Internal Policies, Policy Department B, Structural and Cohesion Policies.

Kingwell, R., & Fuchsbichler, A. (2011). The whole-farm benefits of controlled traffic farming: An Australian appraisal. *Agricultural Systems*, 104(7), 513-521.

Konig, B., Kuntosch, A., Bokelmann, W., Doernberg, A., Schwerdtner, W., Busse, M., et al. (2012). Sustainable innovation in agriculture: Complex challenges in the innovation system. *Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung*, 81(4), 71–92.

Kothari, C. R. (2004). *Research methodology: Methods and techniques*. New York: New Age International.

Kutter, T., Tiemann, S., Siebert, R., & Fountas, S. (2011). The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming. *Precision Agriculture*, 12(1), 2-17.

Lambert, D. M., English, B. C., Harper, D. C., Larkin, S. L., Larson, J. A., Mooney, D. F., & Reeves, J. M. (2014). Adoption and frequency of precision soil testing in cotton production. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 3, 106-123.

Lambert, D. M., Paudel, K. P., & Larson, J. A. (2015). Bundled adoption of precision agriculture technologies by cotton producers. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2, 325-345.

- Larson, J. A., Roberts, R. K., English, B. C., Larkin, S. L., Marra, M. C., Martin, S. W., et al. (2008). Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. *Precision Agriculture*, 9(4), 195–208.
- Legris, P., Ingham, J., & Colletette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40(3), 191-204.
- Lencsés, E., Takács, I., & Takács-György, K. (2014). Farmers' perception of precision farming technology among Hungarian farmers. *Sustainability*, 6(12), 8452-8465.
- Liaghat, S., & Balasundram, S. K. (2010). A review: The role of remote sensing in precision agriculture. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 5(1), 50-55.
- Liakos, K., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. *Sensors*, 18(8), 2674.
- Mandel, R., Lawes, R., & Robertson, M. (2011). What's preventing growers from implementing precision agriculture (PA)? In: J. Paterson, & C. Nicholls (eds), *Proceedings of the Agribusiness Crop Updates Conference* (pp. 148-152), 23-24 February 2011, Perth
- Maohua, W. (2001). Possible adoption of precision agriculture for developing countries at the threshold of the new millennium. *Computers and Electronics in Agriculture*, 30, 45–50.
- Marczyk, G., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). *Essentials of research design and methodology*. London: John Wiley & Sons Inc.
- Marra, M. C., Rejesus, R. M., Roberts, R. K., English, B. C., Larson, J. A., Larkin, S. L., & Martin, S. (2010). Estimating the demand and willingness-to-pay for cotton yield monitors. *Precision Agriculture*, 11(3), 215-238.
- McBratney, A., Whelan, B., Ancev, T., & Bouma, J. (2005). Future directions of precision agriculture. *Precision Agriculture*, 6(1), 7-23.

McBride, W. D., & Daberkow, S. G. (2003). Information and the adoption of precision farming technologies. *Journal of Agribusiness*, 21(345), 21-38.

McCallum, M., & Sargent, M. (2008). *The economics of adopting PA technologies on Australian farms*. Proceedings of the 9th International Conference on Precision Agriculture, Denver, Colorado, USA, 20-23 July, 2008.

Miller, N. J., Griffin, T. W., Bergtold, J., Ciampitti, I. A., & Sharda, A. (2017). Farmers' adoption path of precision agriculture technology. *European Conference on Precision Agriculture*, 8, 708–712.

Mulla, D. J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering*, 114(4), 358-371.

Newman, I., Benz, C. R., & Ridenour, C. S. (1998). *Qualitative-quantitative research methodology: Exploring the interactive continuum*. London: SIU Press.

Paustian, M., & Theuvsen, L. (2017). Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agriculture*, 18(5), 701-716.

Pierpaoli, E., Carli, G., Pignatti, E., & Canavari, M. (2013). Drivers of precision agriculture technologies adoption: a literature review. *Procedia Technology*, 8, 61-69.

Reichardt, M., & Jürgens, C. (2009). Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. *Precision Agriculture*, 10(1), 73-94.

Reichardt, M., Jürgens, C., Klöble, U., Hüter, J., & Moser, K. (2009). Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities. *Precision Agriculture*, 10(6), 525.

Rezaei-Moghaddam, K., & Salehi, S. (2010). Agricultural specialists' intention toward precision agriculture technologies: Integrating innovation characteristics to technology acceptance model. *African Journal of Agricultural Research*, 5(11), 1191-1199.

Roberts, R. K., English, B. C., Larson, J. A., Cochran, W. R., Goodman, W. R., Larkin, S. L., et al. (2004). Adoption of site-specific information and variable-rate

technologies in cotton precision farming. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36(1), 143–158.

Robertson, M. J., Llewellyn, R. S., Mandel, R., Lawes, R., Bramley, R. G. V., Swift, L., & O’Callaghan, C. (2012). Adoption of variable rate fertiliser application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. *Precision Agriculture*, 13(2), 181-199.

Robertson, M., Isbister, B., Maling, I., Oliver, Y., Wong, M., Adams, M., & Tozer, P. (2007). Opportunities and constraints for managing within-field spatial variability in Western Australian grain production. *Field Crops Research*, 104(1-3), 60-67.

Say, S. M., Keskin, M., Sehri, M., & Sekerli, Y. E. (2018). Adoption of precision agriculture technologies in developed and developing countries. *Online Journal of Science and Technology*, 8, 7–15.

Sharma, A., Bailey, A., & Fraser, I. (2011). Technology adoption and pest control strategies among UK cereal farmers: Evidence from parametric and nonparametric count data models. *Journal of Agricultural Economics*, 62(1), 73-92.

Silva, C. B., de Moraes, M. A. F. D., & Molin, J. P. (2011). Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. *Precision Agriculture*, 12(1), 67-81.

Sundmaeker, H., Verdouw, C., & Wolfert, S. (2016). *Internet of food and farm 2020*. Delft: River Publishers.

Swinton, S. M., & Lowenberg-Deboer, J. (2001). Global adoption of precision agriculture technologies, who, when and why. In G. Grenier, & S. Blackmore (Eds.), *European Conference on Precision Agriculture*, pp. 557–562.

Takacs-Gyorgy, K. (2008). Economic aspects of chemical reduction on farming: Role of precision farming—Will the production structure change? *Cereal Research Communications*, 36, 19–22.

Talebpour, B., Türker, U., & Yegül, U. (2015). The role of precision agriculture in the promotion of food security. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 4(1), 1-23.

Tey, Y. S., & Brindal, M. (2012). Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precision Agriculture*, 13(6), 713-730.

Timmermann, C., Gerhards, R., Krohmann, P., Sokefeld, M., & Kuhbauch, W. The economic and ecological impact of the site-specific weed control. In: G. Grenier and S. Blackmore (Ed.), *Proceedings of the 3rd European conference on precision agriculture*, (p. 563–568). Agro Montpellier, Montpellier, France.

Torbett, J. C., Roberts, R. K., Larson, J. A., & English, B. C. (2007). Perceived importance of precision farming technologies in improving phosphorus and potassium efficiency in cotton production. *Precision Agriculture*, 8(3), 127-137.

van der Wal, T., Vullings, L. A., Zaneveld-Reijnders, J., & Bink, R. J. (2017). *Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland* (No. 2820). Wageningen Environmental Research.

Veroustraete, F. (2015). The rise of the drones in agriculture. *EC Agriculture*, 2(2), 325-327.

Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017). Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6148-6150.

Walton, J. C., Lambert, D. M., Roberts, R. K., Larson, J. A., English, B. C., Larkin, S. L., et al. (2008). Adoption and abandonment of precision soil sampling in cotton production. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 33(3), 428–448.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.

Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture-a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2-3), 113-132.

Ελληνική βιβλιογραφία

Agrofood (2019). *Πράσινη αγροτική παραγωγή με δορυφόρους και ρομπότ*. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://greenagenda.gr> (τελευταία πρόσβαση στις 06/09/2019).

Αβουκάτος, Ν. (2019). *Ευφυής γεωργία σε 600 στρέμματα επιτραπέζιων σταφυλιών στην Κρύα Βρύση Πέλλας*. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://greenagenda.gr> (τελευταία πρόσβαση στις 06/09/2019).

Καλαμαρά, Λ. (2018). *Πώς η «έξυπνη» γεωργία αυξάνει την παραγωγικότητα στο χωράφι*. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://www.naftemporiki.gr/afieromata/story/1414577/pos-i-eksupni-georgia-auksanei-tin-paragogikotita-sto-xorafι> (τελευταία πρόσβαση στις 06/09/2019).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
Φύλο	<input type="checkbox"/> Άνδρας <input type="checkbox"/> Γυναίκα
Ηλικία	<input type="checkbox"/> <25 <input type="checkbox"/> 25-34 <input type="checkbox"/> 35-44 <input type="checkbox"/> 45-54 <input type="checkbox"/> >55
Επίπεδο εκπαίδευσης	<input type="checkbox"/> Απόφοιτος Δημοτικού <input type="checkbox"/> Απόφοιτος Γυμνασίου/Λυκείου <input type="checkbox"/> Απόφοιτος ΤΕΙ/ΑΕΙ <input type="checkbox"/> Κάτοχος μεταπτυχιακού τίτλου
Αγροτική εκπαίδευση	<input type="checkbox"/> Καθόλου <input type="checkbox"/> Απόφοιτος ΕΠΑΣ <input type="checkbox"/> Απόφοιτος Κέντρου Κατάρτισης «Δήμητρα» <input type="checkbox"/> Απόφοιτος ιδιωτικού/δημόσιου ΙΕΚ <input type="checkbox"/> Άλλο
Επίπεδο γνώσης/ικανότητας χρήσης τεχνολογιών πληροφορικής και κινητών	<input type="checkbox"/> Καθόλου ικανοποιητικό <input type="checkbox"/> Λίγο ικανοποιητικό <input type="checkbox"/> Μέτρια ικανοποιητικό <input type="checkbox"/> Αρκετά ικανοποιητικό <input type="checkbox"/> Πολύ ικανοποιητικό
Έτη εμπειρίας στις καλλιέργειες	<input type="checkbox"/> <5 <input type="checkbox"/> 6-10 <input type="checkbox"/> 11-15 <input type="checkbox"/> 16-20 <input type="checkbox"/> >20
Είδος αγροτικής ενασχόλησης	<input type="checkbox"/> Πλήρους απασχόλησης <input type="checkbox"/> Μερικής απασχόλησης
Περιοχή καλλιέργειας	_____
Είδος καλλιέργειας	<input type="checkbox"/> Μεγάλη συμβατική <input type="checkbox"/> Μικρή/οικογενειακή συμβατική <input type="checkbox"/> Βιολογική <input type="checkbox"/> Σε διαδικασία μετατροπής σε βιολογική
Μέγεθος καλλιέργειας	<input type="checkbox"/> 1-99 ha

	<input type="checkbox"/> 100-199 ha <input type="checkbox"/> 200-299 ha <input type="checkbox"/> 300-499 ha <input type="checkbox"/> >500 ha
Άτομα της οικογένειας που εργάζονται στην ίδια εκμετάλλευση	<input type="checkbox"/> <1 <input type="checkbox"/> <2 <input type="checkbox"/> <3 <input type="checkbox"/> >3
Αριθμός εργαζομένων εκτός οικογένειας στην ίδια εκμετάλλευση	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1-2 <input type="checkbox"/> 3-4 <input type="checkbox"/> 5-6 <input type="checkbox"/> >6
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	
Ποιες από τις τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας γνωρίζετε πώς λειτουργεί; (μπορείτε να επιλέξετε όσες απαντήσεις θέλετε)	<input type="checkbox"/> Αυτόνομες ρομποτικές μηχανές (π.χ. γεωργικά ρομπότ) <input type="checkbox"/> Τρακτέρ χωρίς οδηγό <input type="checkbox"/> Αυτόματες μηχανές σποράς <input type="checkbox"/> Αυτόματη άρδευση <input type="checkbox"/> Ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής <input type="checkbox"/> Drones για απεικόνιση, φύτευση και άλλες εργασίες <input type="checkbox"/> Μηχανές σποράς από αέρος <input type="checkbox"/> Μηχανές αυτόματου ψεκασμού <input type="checkbox"/> Συστήματα επίβλεψης συνθηκών αποθήκευσης <input type="checkbox"/> Συστήματα διαχείρισης στόλου <input type="checkbox"/> Συστήματα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών <input type="checkbox"/> Συστήματα γεω-εντοπισμού <input type="checkbox"/> Τηλεματική παρακολούθηση καλλιεργειών <input type="checkbox"/> Εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας <input type="checkbox"/> Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης <input type="checkbox"/> Γεωργικοί αισθητήρες
Χρησιμοποιείτε κάποια από τις τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας; (μπορείτε να επιλέξετε όσες απαντήσεις θέλετε)	<input type="checkbox"/> Αυτόνομες ρομποτικές μηχανές (π.χ. γεωργικά ρομπότ) <input type="checkbox"/> Τρακτέρ χωρίς οδηγό <input type="checkbox"/> Αυτόματες μηχανές σποράς <input type="checkbox"/> Αυτόματη άρδευση

	<input type="checkbox"/> Ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής <input type="checkbox"/> Drones για απεικόνιση, φύτευση και άλλες εργασίες <input type="checkbox"/> Μηχανές σποράς από αέρος <input type="checkbox"/> Μηχανές αυτόματου ψεκασμού <input type="checkbox"/> Συστήματα επίβλεψης συνθηκών αποθήκευσης <input type="checkbox"/> Συστήματα διαχείρισης στόλου <input type="checkbox"/> Συστήματα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών <input type="checkbox"/> Συστήματα γεω-εντοπισμού <input type="checkbox"/> Τηλεματική παρακολούθηση καλλιεργειών <input type="checkbox"/> Εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας <input type="checkbox"/> Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης <input type="checkbox"/> Γεωργικοί αισθητήρες					
Ποιες από τις τεχνολογίες έξυπνης γεωργίας θα ενδιαφερόσασταν να χρησιμοποιήσετε; (μπορείτε να επιλέξετε όσες απαντήσεις θέλετε)	<input type="checkbox"/> Αυτόνομες ρομποτικές μηχανές (π.χ. γεωργικά ρομπότ) <input type="checkbox"/> Τρακτέρ χωρίς οδηγό <input type="checkbox"/> Αυτόματες μηχανές σποράς <input type="checkbox"/> Αυτόματη άρδευση <input type="checkbox"/> Ρομποτικά εξαρτήματα συγκομιδής <input type="checkbox"/> Drones για απεικόνιση, φύτευση και άλλες εργασίες <input type="checkbox"/> Μηχανές σποράς από αέρος <input type="checkbox"/> Μηχανές αυτόματου ψεκασμού <input type="checkbox"/> Συστήματα επίβλεψης συνθηκών αποθήκευσης <input type="checkbox"/> Συστήματα διαχείρισης στόλου <input type="checkbox"/> Συστήματα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών <input type="checkbox"/> Συστήματα γεω-εντοπισμού <input type="checkbox"/> Τηλεματική παρακολούθηση καλλιεργειών <input type="checkbox"/> Εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας <input type="checkbox"/> Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης <input type="checkbox"/> Γεωργικοί αισθητήρες					
Γνωρίζετε το σύστημα έξυπνης γεωργίας gaiasense;	<input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Όχι					
Το χρησιμοποιείτε;	<input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Όχι					
Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω για τη διαχείριση της αγροτικής σας καλλιέργειας;	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Καθόλου</td> <td style="text-align: center;">Λίγο</td> <td style="text-align: center;">Μέτρια</td> <td style="text-align: center;">Πολύ</td> <td style="text-align: center;">Πάρα πολύ</td> </tr> </table>	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ		

<ol style="list-style-type: none"> 1. Έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών σε δέντρα και φυτά 2. Στοχευμένη θεραπεία προσβεβλημένων ειδών 3. Μείωση χρόνου σποράς, φυτείας και συγκομιδής 4. Ασφαλής πρόβλεψη και παρακολούθηση καιρικών συνθηκών 5. Διαχείριση στόλου 6. Διαχείριση εγκαταστάσεων αποθήκευσης 7. Αυτοματοποίηση εργασίας 8. Παρακολούθηση αναγκών άρδευσης 9. Έλεγχος συνθηκών φωτισμού, εδάφους και ποιότητας αέρα 10. Αποτελεσματική διαχείριση παραγωγής 						
<p>Πού θεωρείτε ότι μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικότερα η έξυπνη γεωργία; (μπορείτε να επιλέξετε μέχρι τρεις απαντήσεις)</p>	<input type="checkbox"/> Μεγάλες συμβατικής καλλιέργειας εκμεταλλεύσεις <input type="checkbox"/> Μικρές οικογενειακές εκμεταλλεύσεις <input type="checkbox"/> Ειδικές ποικιλίες και καλλιέργειες <input type="checkbox"/> Κτηνοτροφία <input type="checkbox"/> Βιολογικές καλλιέργειες					
<p>Πόσο σημαντικά θεωρείτε ότι είναι τα παρακάτω οφέλη της έξυπνης γεωργίας;</p>	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">Καθόλου</td> <td style="width: 20%;">Λίγο</td> <td style="width: 20%;">Μέτρια</td> <td style="width: 20%;">Πολύ</td> <td style="width: 10%;">Πάρα πολύ</td> </tr> </table>	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων 2. Περιορισμός της χρήσης αρδευτικού νερού 3. Αποτελεσματική αντιμετώπιση κινδύνων παραγωγής 4. Αύξηση ποιότητας παραγωγής 5. Αύξηση ποσότητας παραγωγής 6. Δημιουργία πρόσθετης αξίας στα αγροτικά προϊόντα 7. Μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων παραγωγής 8. Μείωση κόστους παραγωγής 9. Συμμόρφωση με το κανονιστικό πλαίσιο της ΕΕ 10. Μείωση του κόστους εργασίας 11. Προσέλκυση περισσότερων πελατών 						
<p>Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω εμπόδια για την εφαρμογή της έξυπνης γεωργίας;</p>	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">Καθόλου</td> <td style="width: 20%;">Λίγο</td> <td style="width: 20%;">Μέτρια</td> <td style="width: 20%;">Πολύ</td> <td style="width: 10%;">Πάρα πολύ</td> </tr> </table>	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ		

1. Περιορισμένες γνώσεις για τις αντίστοιχες πρακτικές
2. Έλλειψη επαρκών οικονομικών πόρων
3. Υψηλό κόστος συστημάτων
4. Έλλειψη χρηματοδότησης
5. Ελλιπής πληροφόρηση από κρατικούς μηχανισμούς
6. Δυσκολία συνεργασίας μεταξύ αγροτών
7. Ανεπαρκής υποστήριξη από θεσμικούς φορείς
8. Περιορισμένες αγροτικές ικανότητες και δεξιότητες
9. Αδυναμία πρόσβασης σε πληροφορίες
10. Περιορισμένος αριθμός εξειδικευμένων εταιριών έξυπνης γεωργίας