



## Νέες τεχνολογίες στην αντιμετώπιση των ζιζανίων



Πτυχιακή εργασία της φοιτήτριας  
**Νικολακοπούλου Δήμητρα**

Αμαλιάδα 2021

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Α. Λιόπα-Τσακαλίδη

## **Αντί προλόγου**

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε στο εργαστήριο Βοτανικής και Ζιζανιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστήμων του Πανεπιστήμιου Πατρών. Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας και Πρόεδρο του Τμήματος Δρ. Α. Λιόπα –Τσακαλίδη για την αδιάκοπη επιστημονική καθοδήγηση, την κυρία Ροδίτη Λητώ για την πολύπλευρη βοήθεια, τις πολύτιμες συμβουλές και το ειλικρινές ενδιαφέρον της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

## Περιεχόμενα

Αντί προλόγου .....	2
Περίληψη.....	4
Σκοπός της εργασίας .....	5
Κεφάλαιο 1 .....	6
1 Ζιζάνια .....	6
1.1 Ιστορική αναδρομή - Ζιζάνια.....	8
1.2 Ζημίες από τα Ζιζάνια .....	9
1.3 Ωφέλη από τα ζιζάνια.....	12
1.4 Ανταγωνισμός με τα καλλιεργούμενα φυτά.....	12
1.5 Αντιμετώπιση ζιζανίων.....	13
1.5.1 Καλλιεργητικά μέτρα.....	13
1.2.2 Ολοκληρωμένο σύστημα αντιμετώπισης των ζιζανίων .....	24
Κεφάλαιο 2 .....	27
2 Διαχείριση ζιζανίων με νέες τεχνολογίες.....	27
2.1 Εφαρμογή γεωργικών ελκυστήρων στην γεωργία.....	27
2.2 Εφαρμογή ρομποτικής στην γεωργία .....	28
Κεφάλαιο 3 .....	32
3 Διαδίκτυο των πραγμάτων.....	32
3.3 Έλεγχος των ζιζανίων- Μελέτες περιπτώσεων Διαδίκτυου των πραγμάτων .....	33
Βιβλιογραφία.....	49

## Περίληψη

Η πτυχιακή εργασία αποτελείται τρία (3) κεφάλαια. Στο 1ο κεφάλαιο περιλαμβάνονται στοιχεία για τα ζιζάνια, η διασπορά τους, μία ιστορική διαδρομή για τα ζιζάνια, τα κυριότερα μονοετή και πολυετή ζιζάνια στη χώρα μας. Επίσης αναφέρονται οι επιβλαβείς επιδράσεις των ζιζανίων τα οφέλη τους, ο ανταγωνισμός με τα καλλιεργούμενα φυτά, η αντιμετώπισή τους και τα καλλιεργητικά μέσα (αμειψισπορά, οργώματα, κάλυψη του εδάφους, βοτάνισμα, μηχανική μέθοδος, το κάψιμο των ζιζανίων, η κατάκλιση, η ηλιοαπολύμανση του εδάφους, ο έλεγχος των ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα) και στη συνέχεια αναφέρεται το ολοκληρωμένο σύστημα αντιμετώπισης των ζιζανίων που δεν είναι απλά μία άλλη μέθοδος ελέγχου των ζιζανίων αλλά μία διαφορετική αντίληψη και προσέγγιση του προβλήματος που αφορά τα ζιζάνια και τις καλλιέργειες. Στο κεφάλαιο 2 γίνεται ανάλυση και αναφορά για την Διαχείριση ζιζανίων με νέες τεχνολογίες την εφαρμογή γεωργικών ελκυστήρων στην γεωργία. Το κεφάλαιο 3 αφορά το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) που χρησιμοποιείται σε γεωργικές καλλιέργειες, οι τύποι των εφαρμογών, όπως τα συστήματα εντοπισμού θέσης, τα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα, η τηλεπισκόπηση, η τεχνητή νοημοσύνη, τα συστήματα μεταβλητών εφαρμογών, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη. και οφέλη του διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία. Στο τέλος αναφέρεται πως γίνεται ο έλεγχος των ζιζανίων σήμερα με το διαδίκτυο των πραγμάτων και οι τελευταίες μελέτες περιπτώσεων που υπάρχουν ερευνητικά διεθνώς.

## **Σκοπός της εργασίας**

Ο σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της **νέων τεχνολογιών στην αντιμετώπιση των ζιζανίων**. Αρχικά, έγινε μια σύντομη περιγραφή του ορισμού των ζιζανίων και της ιστορικής αναδρομή τους και στη συνέχεια περιγράφονται οι ζημίες και το οφέλη από τα ζιζάνια, ο ανταγωνισμός με τα καλλιεργούμενα φυτά, η διαχείριση των ζιζανίων με τις νέες τεχνολογίες, ο έλεγχος των ζιζανίων και οι σύγχρονες μελέτες περιπτώσεων του διαδικτύου των πραγμάτων.

## **Κεφάλαιο 1**

### **1 Ζιζάνια**

Με τον όρο **ζιζάνια** εννοείται κάθε αυτοφυές φυτό το οποίο αναπτύσσεται σε τυχαίες χρονικές στιγμές ανάλογα με τον βιολογικό τους κύκλο και σε περιοχές στις οποίες δεν είναι επιθυμητά.

Τα ζιζάνια είναι συνήθως άγρια φυτά μέσα στην καλλιέργεια. Έχουν την ιδιότητα να είναι πιο ανθεκτικά και να έχουν μικρότερες απαιτήσεις σε σχέση με τα καλλιεργούμενα φυτά. Τα ζιζάνια επωφελούνται στην γεωργική εκμετάλλευση όλες τις περιποιήσεις που προσφέρει ο αγρότης/παραγωγός περισσότερο από τα φυτά της καλλιέργειας.

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα φυτά μιας καλλιέργειας ως προς τους βασικούς παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών όπως είναι, το νερό, τα θρεπτικά στοιχεία, η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία κ.α. Τα ζιζάνια αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την παραγωγή μιας καλλιέργειας αφού την ανταγωνίζονται μειώνοντας τις αποδόσεις της. Ο ανταγωνισμός γίνεται για το νερό, τα θρεπτικά στοιχεία αλλά και το φως. Η γεωργική εκμετάλλευση η οποία δεν έχει καθόλου ζιζάνια τηρεί μια προϋπόθεση μιας καλής παραγωγής.

Τα ζιζάνια εμφανίζουν χαρακτηριστικές μορφολογικές και φυσιολογικές διαφορές με τα καλλιεργούμενα φυτά. Οι διαφορές που παρατηρούνται αφορούν τον ταχύτερο ρυθμό φυτρώματος των σπόρων, την ταχύτερη και πλούσια ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, τον ταχύτερο ρυθμό απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων και νερού, την ταχύτερη ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας, τον μεγαλύτερο δείκτη της φυλλικής επιφάνειας, τον υψηλότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης, την αντοχή στην μείωση και στην διάρκεια φωτός, την μεγαλύτερη βιομάζα, το μεγαλύτερο ύψος και την μικρότερη εξάρτηση της ανάπτυξής τους από τις εδαφικές και τις κλιματικές συνθήκες (Ελευθεροχωρινός, 2008). Η διαχείριση των ζιζανίων αφορά τον συστηματικό συνδυασμό αρχών και μεθόδων για την πρόληψη των ζημιών σε ένα αγρό-οικοσύστημα (Λόλας, 2013).

#### ***Διασπορά των ζιζανίων***

Η διασπορά των ζιζανίων δηλαδή η μεταφορά και η εξάπλωση τους από ένα αγρό σε άλλο, από μια χώρα σε άλλη, ακόμα και από ήπειρο σε ήπειρο γίνεται με την βοήθεια του ανθρώπου, των ζώων, του ανέμου και του νερού.

## Διάκριση ζιζανίων

Η διάκριση των ζιζανίων με βάση την διάρκεια που χρειάζονται για να ολοκληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο χωρίζονται στα ετήσια, τα διετή και τα πολυετή είδη. Τα ετήσια ζιζάνια ολοκληρώνουν τον βιολογικό κύκλο της βλάστησης, ανάπτυξης, ανθοφορίας και σποροποίησης σε ένα χρόνο. Το χαρακτηριστικό των ετήσιων ζιζανίων είναι ότι παράγουν πολύ μεγάλο αριθμό σπόρων. Υπάρχουν δυο κατηγορίες ετήσιων ζιζανίων τα θερινά ή εαρινά ετήσια ζιζάνια, που βλαστάνουν την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι σποροποιούν το φθινόπωρο και πεθαίνουν στις αρχές του χειμώνα και τα χειμερινά ετήσια που βλαστάνουν το φθινόπωρο, αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ανθοφορούν προς τα τέλη του χειμώνα και αρχές της άνοιξης, παράγουν σπόρο την άνοιξη και πεθαίνουν νωρίς το καλοκαίρι. Τα διετή ζιζάνια συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε διάστημα μεγαλύτερο από ένα και μικρότερο από τρία χρόνια και αναπαράγονται με σπόρο. Συνήθως ανθοφορούν και σποροποιούν κατά τη διάρκεια του 2<sup>ου</sup> χρόνου. Τα πολυετή ζιζάνια αναπαράγονται τόσο με σπόρο όσο και με αγενή αναπαραγωγή και ζουν για τρία ή περισσότερα χρόνια. Παράγουν νέα υπέργεια βλάστηση αγενώς από μεταμορφωμένους βλαστούς όπως τα ριζώματα οι στόλωνες οι κόνδυλοι και οι βολβοί ή μεταμορφωμένες ρίζες όπως οι έρπουσες ρίζες και η πασσαλώδη ρίζα. Τα κυριότερα μονοετή ζιζάνια της χώρας μας παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες 1, 2. Διακρίνονται σε ετήσια θερινά αγρωστώδη ζιζάνια σε ετήσια θερινά πλατύφυλλα ζιζάνια, και σε θερινά κύπελλο ήδη ζιζάνια.

Πίνακας 1: Κυριότερα μονοετή ζιζάνια

	Ετήσια ζιζάνια
<b>Ετήσια θερινά αγρωστώδη ζιζάνια</b>	<b>Ετήσια θερινά πλατύφυλλα ζιζάνια</b>
<i>Echinochloa crus-galli</i> (κοινή μουχρίτσα)	<i>Solanum nigrum</i> (αγριοτομάτα)
<i>E. oryzicola</i> = <i>E. phyllorogon</i> (κατακόρυφης έκφυσης μουχρίτσα)	<i>Amaranthus retroflexus</i> (τραχύ βλίτο)
<i>E. erecta</i> = <i>E. hispidula</i> (κατακόρυφης έκφυσης μουχρίτσα)	<i>Amaranthus blitoides</i> (πλαγιαστό βλίτο)
<i>Echinochloa oryzoides</i> (ορυζοειδής μουχρίτσα)	<i>Chenopodium album</i> (λουβουδιά)
<i>Oryza sativa</i> (κόκκινο ρύζι)	<i>Portulaca oleracea</i> (γλιστρίδα)
<i>Leptochloa fascicularis</i> (λεπτοχλόη)	<i>Datura stramonium</i> (τάτουλας)
	<i>Xanthium strumarium</i> (αγριομελιτζάνα)
	<i>Xanthium spinosum</i> (ασπράγκαθο)
	<i>Abutilon theophrasti</i> (αγριοβαμβακιά)
	<i>Tribulus terrestris</i> (τριβόλι)

<i>Leersia oryzoides</i> (λεέρσια)	<i>Polygonum persicaria</i> (αγριοπιπεριά)
<i>Setaria viridis</i> (πράσινη σετάρια)	<i>Polygonum lapathifolium</i> (λαπάτσα)
<i>Setaria verticillata</i> (σπονδυλωτή σετάρια)	<i>Heliotropium europeum</i> (ηλιοτρόπιο)
<i>Setaria glauca, S. pumila</i> (κίτρινη σετάρια)	<i>Hibiscus trionum</i> (αγριοϊβισκος)
<i>Digitaria sanguinalis</i> (αιματόχορτο)	<i>Chrozophora tinctoria</i> (χρωζοφόρα)
<i>Eleusine indica</i> (ελευσίνη)	<i>Ipomoea purpurea, I. hederacea</i> (ιπόμια)

### **Ετήσια θερινά κυπεροειδή ζιζάνια**

*Cyperus difformis* (μοσχοκύπερη)

Τα πολυετή ζιζάνια διακρίνονται σε πολυετή αγρωστώδη ζιζάνια, σε πολυετή κυπεροειδή ζιζάνια σε πολυετή πλατύφυλλα ζιζάνια και σε παρασιτικά ζιζάνια.

Πίνακας 2: Κυριότερα πολυετή ζιζάνια

Πολυετή αγρωστώδη ζιζάνια	Πολυετή κυπεροειδή ζιζάνια
<i>Cynodon dactylon</i> (αγριάδα)	<i>Cyperus rotundus</i> (πορφυρή κύπερη)
<i>Sorghum halepense</i> (βέλιουρας)	<i>Cyperus esculentus</i> (κίτρινη κύπερη)
<i>Paspalum distichum</i> (νεραγριάδα)	
<i>Phragmites australis</i> (νεροκάλαμο)	
<i>Elymus repens</i> (αγρόπυρο)	
Πολυετή πλατύφυλλα ζιζάνια	Παρασιτικά ζιζάνια
<i>Convolvulus arvensis</i> (περικοκλάδα)	<i>Orobanche</i> sp. (οροβάγχη)
<i>Cirsium arvense</i> (κίρσιο)	<i>Cuscuta</i> sp. (κουσκούτα, λύκος)
<i>Solanum elaeagnifolium</i> (σολανό)	<i>Cardaria draba</i> (βρωμολάχανο)
	<i>Taraxacum officinale</i> (αγριοράδικο)
	<i>Rumex</i> spp (λάπαθο)

## **1.1 Ιστορική αναδρομή - Ζιζάνια**

Η χρήση χημικών ουσιών για τον έλεγχο των ζιζανίων χρονολογείται από την εποχή της κλασσικής αρχαιότητας στην Ελλάδα και στην Ρώμη. Τα φυτοφάρμακα ή αλλιώς φυτοπροστατευτικά αναπτύχθηκαν τα τελευταία εξήντα περίπου χρόνια. Το 1942 ο Ελβετός Muller ανακαλύπτει το DDT, ενώ το 1946 τα εργαστήρια της εταιρίας φαρμάκων BAYER κατασκευάζουν το παραθείο. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου πολέμου, η εντομοκτόνος δράση του DDT (1942), χρησιμοποιήθηκε ευρέως για την



προστασία της γεωργικής παραγωγής, ανακαλύφθηκε στην Ελβετία, ενώ εντομοκτόνα οργανοφωσφορικά μίγματα παρασκευάστηκαν στην Γερμανία. Το 1945 το πρώτο καρβαμιδικό ζιζανιοκτόνο που δρα στο έδαφος παράχθηκε από Άγγλους εργάτες, ενώ το οργανοχλωριακό Chlordane κυκλοφόρησε στην Αμερική και την Γερμανία. Στην περίοδο μεταξύ 1950 και 1955 παράγωγα ουρίας χρησιμοποιήθηκαν ως ζιζανιοκτόνα στην Αμερική. Μεταξύ 1955 και 1960 άλλα καινούργια προϊόντα περιελάμβαναν ζιζανιοκτόνες τριαζίνες και τεταρτοταγή αμμωνιακά ζιζανιοκτόνα. Σήμερα, σχεδόν όλα τα παράγωγα της ουρίας με καλή ζιζανιοκτόνο δράση περιέχουν 3 υποκαταστάτες των αμινομάδων και ένα υδρογόνο, το οποίο σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου και σχηματίζει και ενισχύει την ζιζανιοκτόνο δράση των ουσιών.

Η χημική καταπολέμηση των εχθρών των καλλιεργειών στη χώρα μας άρχισε ουσιαστικά γύρω στα 1945 στις φυτείες των σιτηρών με την εμφάνιση σε αυτές των πλατύφυλλων ζιζανίων. Η αντιμετώπιση των ζιζανίων κατά την περίοδο αυτή (1960-90) βασίστηκε κυρίως στη χρήση και εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων. Τα ζιζανιοκτόνα πριν κυκλοφορήσουν στο εμπόριο υποβάλλονται σε σειρά μελετών και Εγκρίνονται από αρμόδιες υπηρεσίες για χρήση σύμφωνα με την Ορθή Γεωργική Πρακτική.

Από το 1991, η ΕΕ διαθέτει νομοθετικό πλαίσιο για την έγκριση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, την προώθηση της ορθολογικής χρήσης τους και τη μείωση του κινδύνου που ενέχει η χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, χρησιμοποιούνται για την πρόληψη, την καταστροφή ή τον έλεγχο επιβλαβών οργανισμών και ασθενειών. Χρησιμοποιούνται για την προστασία των καλλιεργειών και των φυτικών προϊόντων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη συγκομιδή. Στα φυτοπροστατευτικά προϊόντα περιλαμβάνονται και τα ζιζανιοκτόνα. Η Επιτροπή εγκρίνει τις δραστικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιούνται στα εγκεκριμένα στα κράτη μέλη φυτοπροστατευτικά προϊόντα, και ελέγχει εάν τα κράτη μέλη εφαρμόζουν τη σχετική νομοθεσία της ΕΕ. Προωθεί επίσης την ολοκληρωμένη φυτοπροστασία ώστε να ενθαρρύνει τη χρήση προληπτικών, φυσικών ή άλλων μη χημικών μεθόδων ελέγχου των επιβλαβών οργανισμών πριν την προσφυγή σε ΦΠΠ.

## **1.2 Ζημιές από τα Ζιζάνια**

Τα ζιζάνια προκαλούν ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά,

- στα φυσικά λιβάδια (εξάπλωση δηλητηριωδών ζιζανίων ή ζιζανίων με ασήμαντη θρεπτική αξία),
- στον άνθρωπο (αλλεργίες, δηλητηριάσεις), όσο και
- στα ζώα (δηλητηριάσεις).

Τα ζιζάνια θεωρούνται ως μία από τις σημαντικότερες απειλές για την γεωργική παραγωγή, δεδομένου ότι επηρεάζουν έμμεσα την παραγωγή των καλλιεργειών μέσω του ανταγωνισμού τους με την καλλιέργεια για θρεπτικά συστατικά, αποτελούν εστία ανάπτυξης εχθρών των καλλιεργειών, μειώνουν την απόδοση και την ποιότητα με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους της επεξεργασίας (Zimdahl, 2018). Μεγαλύτερη σπουδαιότητα αποδίδεται στις ζημιές που προκαλούν τα ζιζάνια κυρίως στα καλλιεργούμενα φυτά, εξαιτίας του ανταγωνισμού μεταξύ τους για θρεπτικά στοιχεία, νερό, φως και χώρο. Αποτέλεσμα του ανταγωνισμού μεταξύ ζιζανίων και καλλιεργούμενα φυτά, είναι η μειωμένη ανάπτυξη των και συνεπώς η υποβάθμιση της ποιότητας και η μείωση της παραγωγής. Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την έκταση της ζημιάς των καλλιεργούμενων φυτών εξαιτίας του ανταγωνισμού είναι:

1. το είδος του ζιζανίου
2. πυκνότητα του ζιζανιοπληθυσμού
3. η ομοιομορφία κατανομής των ζιζανίων
4. ο χρόνος εμφάνισης και παραμονής των ζιζανίων
5. το είδος του καλλιεργούμενου φυτού
6. ποικιλία του καλλιεργούμενου φυτού
7. πυκνότητα του καλλιεργούμενου φυτού
8. ο τύπος του εδάφους
9. προσθήκη θρεπτικών στοιχείων και νερού.

Τα ζιζάνια δεν μειώνουν μόνο την παραγωγή και αυξάνουν το κόστος των παραγομένων προϊόντων. Σε καλλιέργειες η αυξημένη ύπαρξη των ζιζανίων χρειάζεται συγκεκριμένες διεργασίες για την καταπολέμησή τους (οργώματα, σκαλίσματα, εφαρμογή ζιζανιοκτόνων). Επίσης χρειάζεται καθαρισμός από τους σπόρους διότι το γεωργική εκμετάλλευση μολύνεται με σπόρους που θα δώσουν ζιζάνια την επόμενη χρονιά.

Η μείωση των αποδόσεων είναι αποτέλεσμα του ανταγωνισμού και της αλληλοπάθειας. Τα ζιζάνια κατά κύριο λόγο είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικά προς τα καλλιεργούμενα φυτά και είναι σε θέση να κυριαρχήσουν έναντι των καλλιεργειών, αφού ικανοποιούν πρώτα τις δικές τους ανάγκες σε αφομοιώσιμα θρεπτικά στοιχεία, νερό, φως και χώρο, αποστερώντας τα από τις καλλιέργειες. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας του άνισου ανταγωνισμού είναι οι καλλιέργειες να μην μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά, μη έχοντας στη διάθεση τους τα απαραίτητα εκείνα στοιχεία που θα συντελέσουν στην κανονική αύξησή τους. μείωση της απόδοσης λόγω του ανταγωνισμού από τα ζιζάνια δεν είναι πάντα ίδια γιατί εξαρτάται και επηρεάζεται απο

διάφορους παράγοντες. Άλλο φαινόμενο που οδηγεί σε μείωση των αποδόσεων είναι αλληλοπάθεια. Ορισμένα ζιζάνια έχουν την ιδιότητα να εκκρίνουν χημικές ουσίες στο έδαφος, οι οποίες παρεμποδίζουν την κανονική αύξηση των καλλιεργούμενων φυτών. Οι ζημιές που προκαλούν τα ζιζάνια δεν περιορίζονται μόνο στα καλλιεργούμενα φυτά, αλλά επεκτείνονται και στα φυσικά λιβάδια (εξάπλωση δηλητηριωδών ζιζανίων), στον άνθρωπο (αλλεργίες, δηλητηριάσεις) και στα ζώα (δηλητηριάσεις). Πολλά ζιζάνια είναι ξενιστές εντόμων και παθογόνων μικροοργανισμών.

### ***Δηλητηρίαση ανθρώπων και ζώων***

Οι σπόροι ή τα βλαστικά τμήματα πολλών ζιζανίων περιέχουν ουσίες δηλητηριώδεις για τον άνθρωπο. Για παράδειγμα, οι βλαστοί και τα 28 φύλλα του ζιζανίου κόνειο (*Lolium temulentum*) περιέχουν τις δηλητηριώδεις για τον άνθρωπο ουσίες κωνεΐνη και τεμουλίνη, αντίστοιχα. Μερικά ζιζάνια παράγουν γύρη που προκαλεί αλλεργίες σε πάρα πολλούς ανθρώπους, ενώ άλλα είναι δηλητηριώδη για τα ζώα. Η αγριάδα (*Cynodon dactylon*) ανήκει στην πρώτη κατηγορία, ενώ στη δεύτερη ανήκουν τα ζιζάνια μεθυστική ήρα (*Lolium temulentum*) και φτέρη (*Pteridium aquilinum*). Στην δεύτερη επίσης κατηγορίας ανήκει και ο βέλιουρας (*Sorghum halepense*), του οποίου τα φύλλα και οι βλαστοί περιέχουν το γλυκοζίτη δουρένη, ο οποίος διασπάται με τη βοήθεια ενός ενζύμου παράγοντας υδροκυάνιο θανατηφόρο για τον άνθρωπο και τα ζώα. Στην περιοχή της Μάνης ευτυχώς τα είδη αυτά δεν αναπτύσσονται ωστόσο επικίνδυνα είναι τα λούπινα (*Lupinus angustifolius*) για τα ζώα, ο φλώμος (*Euphorbia spp*) επειδή εκκρίνει ένα παχύρευστο υγρό το οποίο μπορεί να προκαλέσει αλλεργίες ακόμα και κνησμό στους οφθαλμούς.

### ***Επιβλαβείς επιδράσεις των ζιζανίων***

Τα υδροχαρή ζιζάνια μειώνουν την ταχύτητα ροής του νερού αρδεύσεως στα κανάλια, προκαλούν απόθεση ιλύος και εμποδίζουν σοβαρά τη ναυσιπλοΐα σε λίμνες και πλωτά ποτάμια. Δεδομένα από τις ΗΠΑ δείχνουν ότι τα υδροχαρή ζιζάνια προκαλούν απώλειες σε νερό που θα ήταν αρκετό για να αρδεύουν τρία εκατομμύρια στρέμματα. Άμεσες και καταστροφικές είναι οι ζημιές που προκαλούν τα ολοπαρασιτικά ζιζάνια των γενών *Cuscuta* και *Orobanchaceae* τα οποία απομυζούν τα φυτά οδηγώντας τα σε μαρασμό, κοχεξία και τελικά στο θάνατο. Η κουσκούτα (*Cuscuta spp.*) περιέχει δύο ουσίες, την κουσκουταλίνη, οι οποίες είναι μάλλον ισχυρά ναρκωτικά. ΓΓ αυτό η διατροφή ζώων

με μηδική παρασιτισμένη από κουσκούτα πρέπει να πρέπει να αποφεύγεται. Η παρουσία υψηλών ζιζανίων στις πλευρές των δρόμων είναι εξαιρετικά επικίνδυνη επειδή μειώνει την ορατότητα ιδιαίτερα στις στροφές και στις διασταυρώσεις. Μερικά ζιζάνια, όπως για παράδειγμα το αγριοκρέμμυδο (*Allium* spp.), είναι επιζήμια επειδή όταν βοσκηθούν από γαλακτοπαραγωγά ζώα μεταδίδουν στο γάλα ανεπιθύμητη οσμή και γεύση, ενώ άλλα καθιστούν τη λειτουργία των μηχανών συγκομιδής δύσκολη, δαπανηρή και πολλές φορές αδύνατη. Επίσης, η εξάπλωση ενός άγευστου ζιζανίου ή ζιζανίου με μικρή θρεπτική αξία σε φυσικά λιβάδια, ή η παρουσία ζιζανίων στις γραμμές τρένων και στους βιομηχανικούς χώρους είναι ανεπιθύμητη επειδή περιορίζει την αποτελεσματική χρησιμοποίησή τους.

### **1.3 Ωφέλη από τα ζιζάνια**

Τα ζιζάνια δεν είναι πάντοτε επιζήμια, αντίθετα υπάρχουν περιπτώσεις που τα ίδια φυτά είναι δυνατό να έχουν ευεργετικές επιδράσεις:

- συμβάλουν στην ισορροπία των οικολογικών συστημάτων,
- περιορίζουν τη διάβρωση του εδάφους,
- αυξάνουν τη γονιμότητα του εδάφους,
- αποτελούν πηγή γενετικού υλικού,
- χρησιμοποιούνται για τις φαρμακευτικές και τις αρωματικές τους
- ιδιότητες,

χρησιμοποιούνται ως λαχανικά

### **1.4 Ανταγωνισμός με τα καλλιεργούμενα φυτά**

Η σπουδαιότερη ζημιά που προκαλούν τα ζιζάνια στις διάφορες καλλιέργειες προέρχεται από τον ανταγωνισμό με τα καλλιεργούμενα φυτά για χώρο, φως, θρεπτικά στοιχεία και νερό. Είναι δύσκολο να καθοριστεί εάν ο ανταγωνισμός αυτός γίνεται για το νερό, τα θρεπτικά στοιχεία ή το φως, ή και για τους τρεις παράγοντες. Η πρακτική σημασία δεν έχει ο παράγοντας για τον οποίο ανταγωνίζονται τα ζιζάνια αλλά το μέγεθος της ζημιάς που προκαλούν στην παραγωγή των καλλιεργούμενων φυτών. Οι Fotiadis et al, (2009) στην έρευνα τους *Ανάπτυξη φυτών ζιζανίων και καλλιέργειών υπό πίεση καδμίου και του δυναμικού φυτοπροστασίας τους* αναφέρονται στους

σπουδαιότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την έκταση της ζημιάς των καλλιεργούμενων φυτών:

- το είδος του ζιζανίου
- η πυκνότητα του ζιζανιοπληθυσμού
- η ομοιομορφία κατανομής των ζιζανίων
- ο χρόνος εμφάνισης και παραμονής των ζιζανίων
- το είδος του καλλιεργούμενου φυτού
- η ποικιλία του καλλιεργούμενου φυτού
- η πυκνότητα του καλλιεργούμενου φυτού
- ο τύπος του εδάφους
- η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων και νερού.

Η ποιότητα του εδάφους μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου και λόγω της παρουσία των ζιζανίων.

## **1.5 Αντιμετώπιση ζιζανίων**

Επιτυχημένο πρόγραμμα αντιμετώπισης των ζιζανίων είναι εκείνο που περιορίζει στο ελάχιστο τις δυσμενείς επιπτώσεις από τα ζιζάνια ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει τις τυχόν ευνοϊκές επιδράσεις που μπορεί τα ζιζάνια να έχουν στις δενδρώδεις καλλιέργειες. Έτσι, δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα που πρέπει να ακολουθηθεί, αλλά παίρνονται διάφορα μέτρα, προς την παραπάνω κατεύθυνση, που ποικίλλουν ανάλογα με την περιοχή, την ηλικία της φυτείας, τα είδη των ζιζανίων που υπάρχουν και την πυκνότητα φύτευσης των δένδρων. Η αντιμετώπιση των ζιζανίων γίνεται με καλλιεργητικά μέτρα, χρησιμοποιημένου σπόρου σποροπαραγωγής, αμειψισπορά, καλλιέργεια ποικιλιών φυτών ανταγωνιστικών έναντι των ζιζανίων, οργώματα, καλλιέργεια ποικιλιών φυτών ανταγωνιστικών έναντι των ζιζανίων, απολύμανση εδάφους, κάλυψη του εδάφους, βοτάνισμα, μηχανική μέθοδος, κάψιμο των ζιζανίων, κατάκλιση ή αποστράγγιση, ηλιοαπολύμανση του εδάφους, έλεγχος ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα, (χημική μέθοδος, υπολειμματική δράση ζιζανιοκτόνων και αμειψισπορά), ολοκληρωμένο σύστημα αντιμετώπισης των ζιζανίων.

### **1.5.1 Καλλιεργητικά μέτρα**

Η αμειψισπορά (εναλλαγή καλλιεργειών) θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα καλλιεργητικά μέτρα προς αντιμετώπιση των ζιζανίων. Ωστόσο, για να είναι επιτυχές

αυτό, σημαντική προϋπόθεση είναι οι εναλλασσόμενες καλλιέργειες να διαφέρουν ως προς τον βιολογικό κύκλο (χειμερινές, ανοιξιότικες), έτσι ώστε να παρέχεται η δυνατότητα:

α) εφαρμογής ποικιλίας μέτρων αντιμετώπισης των ζιζανίων και

β) χρησιμοποίηση τελεσφόρων ζιζανιοκτόνων.

Παράλληλα, η αμειψισπορά με τη ικανότητα που παρέχει για εναλλαγή ζιζανιοκτόνου εμποδίζει και τον σχηματισμό ανθεκτικών βιοτύπων (ζιζανίων) στα ζιζανιοκτόνα. Ακόμη, η καλή προετοιμασία της σποροκλίνης, όπως επίσης και η επιλογή σπόρου ομοιόμορφου μεγέθους, η πυκνότερη και σε ομοιόμορφο βάθος σπορά των καλλιεργούμενων φυτών συμβάλλουν επίσης στην αντιμετώπιση των ζιζανίων λόγω του ότι τα μέτρα αυτά πετυχαίνουν ταχύτερη και ομοιόμορφη εγκατάσταση εύρωστης καλλιέργειας και κατ' επέκταση ανταγωνιστικότερης στα ζιζάνια. Αξίζει να σημειωθεί πως το ίδιο επιτυγχάνεται και όταν οι λιπάνσεις και οι αρδεύσεις πραγματοποιούνται εγκαίρως, όπως επίσης και όταν οι εχθροί και τα παθογόνα αντιμετωπίζονται αποτελεσματικότερα.

Ο πιστοποιημένος σπόρος έχει ως βασικά χαρακτηριστικά την καθαρότητα και φυτρωτική ικανότητα. Είναι ένα προϊόν που ανήκει μέσα στα πλαίσια της Εθνικής και Ευρωπαϊκής νομοθεσίας, φιλικός ως προς το περιβάλλον και τις διεθνείς συνθήκες.

Ο πιστοποιημένος σπόρος διασφαλίζει στους καλλιεργητές την παραγωγή ποιοτικών και ασφαλών γεωργικών προϊόντων.

Η χρήση πιστοποιημένου σπόρου έχει αρκετά πλεονεκτήματα:

- έχει ποικιλιακή καθαρότητα και ταυτότητα
- είναι απαλλαγμένος από σπόρους ζιζανίων
- έχει ελεγχθεί φυτοπαθολογικά, για την αποφυγή διάδοσης ασθενειών
- διασφαλίζεται βλαστική-φυτρωτική ικανότητα, σύμφωνα με τα ισχύοντα από τις κείμενες νομοθεσίες (ISTA). Σε αντίθετη περίπτωση, ο παραγωγός θα αναγκάζεται να χρησιμοποιεί μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου και να προβαίνει σε επανασπορές λόγω κακού φυτρώματος.

- ποιοτικά χαρακτηριστικά

Πιο συγκεκριμένα, πιστοποιημένος σπόρος στην Ελλάδα σημαίνει:

- αύξηση της εγχώριας σποροπαραγωγής (σιτάρι, μηδική, βامβάκι κ.ά.).
- πρόσθετο εισόδημα για μεγάλο αριθμό αγροτών για παραγωγή πιστοποιημένου σπόρου.

## ***Αμειψισπορά***

Είναι κοινά αποδεκτό πως επιζήμια ζιζάνια όπως αγριοντοματιά, οροβάγγη, περικοκλάδα έχουν τη δυνατότητα να μειωθούν σημαντικά και να ελεγχθούν καλύτερα και ανεμπόδιστα όταν στο γεωργική εκμετάλλευση καλλιεργηθεί μια συγκεκριμένη καλλιέργεια παρά μια άλλη. Ένα σημαντικό παράδειγμα αποτελεί η οροβάγγη η οποία περιορίζεται σημαντικά με καλλιέργεια σιταριού για 5 έως 10 χρόνια. Ένα ακόμη αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι αγριομελιτζάνα, η οποία όχι μόνο εμποδίζεται να μεγαλώσει ελεύθερα στο σιτάρι αλλά ελέγχεται ικανοποιητικά με αρκετά ζιζανιοκτόνα σιταριού. Επιπρόσθετα, με την αμειψισπορά π.χ. ο καπνός προστατεύεται από δυσκολοεξόντωσης ασθένειες (φυτόφθορα κ.α.), εχθρούς (νηματώδεις κ.α.) με παράλληλη “αμειψισπορά ζιζανιοκτόνων”. Το τελευταίο, έχει κατα συνέπεια να αποτρέπεται η εύνοια στην επικράτηση ορισμένων κληνήρη ζιζανίων σε βάρος άλλων, ακόμη να περιορίζονται τυχόν φυτοτοξικά υπολείμματα ζιζανιοκτόνων με μεγάλη διάρκεια ζωής στο έδαφος και παράλληλα να προλαβαίνει ή να επιβραδύνει αξιοσημείωτα την εμφάνιση ανθεκτικότητας ζιζανίων σε ζιζανιοκτόνα.



Εναλλαγή καλλιεργειών (αμειψισπορά)

## ***Οργώματα***

Είναι γεγονός πως η κατεργασία του εδάφους αποτελεί και για τις καλλιέργειες έναν κυρίαρχο παράγοντα επιτυχίας. Ειδικότερα, τα οργώματα είναι από τα πιο αποτελεσματικά μέτρα αντιμετώπισης και διαχείρισης των ζιζανίων. Τονίζεται εδώ πως, μπορεί να πραγματοποιηθεί ένα φθινοπωρινό όργωμα τον Οκτώβριο τη χρονική στιγμή όπου οι καιρικές συνθήκες το επιτρέψουν. Πιο συγκεκριμένα το όργωμα αυτό είναι βαθύ και ενισχύει σημαντικά την καταστροφή και περιορισμό δυσκολοεξόντωσης πολυετών ζιζανίων. Δύο αξιοσημείωτα παραδείγματα που μπορούμε να παραθέσουμε εδώ είναι η κύπερη και ο βέλιουρας. Έπιπροσθέτως, ένα ακόμη όφελος από το βαθύ φθινοπωρινό όργωμα είναι η καταστροφή του σκληρού ορίζοντα που σχηματίζεται στο έδαφος και

σε βάθος 15-20 cm, πράγμα το οποίο ανασυγκροτεί τη δομή και τον αερισμό του εδάφους και παραχωρεί στα φυτά να αναπτύξουν βαθύτερο ριζικό σύστημα αξιοποιώντας στο μέγιστο βαθμό το νερό, όπως επίσης και τα θρεπτικά στοιχεία.

#### ***Απολύμανση εδάφους***

Στο σημείο αυτό κάνουμε λόγο για την ηλιοαπολύμανση του εδάφους, όπου δρα αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση των ζιζανίων. Ειδικότερα, την συγκεκριμένη περίοδο όπου υπάρχει έντονη ακτινοβολία, το έδαφος είναι αναγκαίο να καλύπτεται με διαφανές πλαστικό υλικό. Πιο συγκεκριμένα, η διάρκεια εφαρμογής αυτής της μεθόδου έχει βαρύνουσα σημασία το να ξεπερνά τις τέσσερις εβδομάδες. Η συγκεκριμένη μέθοδος εξουδετερώνει τα ζιζάνια στο σπόρο, κάτι το οποίο δεν γίνεται εφικτό από τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα. Είναι αλήθεια πως εξαίρεση αποτελεί το βρωμιούχο μεθύλιο το οποίο βέβαια έχει αποσυρθεί.

#### ***Κάλυψη του εδάφους***

Είναι κοινά αποδεκτό πως η κάλυψη του εδάφους με αδρανή υλικά όπως πριονίδι, φλοιός, κωνοφόρων, άχυρο ή αδιαφανή φύλλα πλαστικών είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται από μικρό αριθμό γεωργών σε καλλιέργειες υψηλής προσόδου, όπως κηπευτικά. Αναλυτικότερα, δυο από τους κυριότερους σκοπούς της κάλυψης του εδάφους είναι αρχικά, η μείωση των απωλειών της υγρασίας του εδάφους αλλά και επιπρόσθετα η άνοδος της θερμοκρασίας του που συντελούν στην πρόωμη ανάπτυξη των συγκεκριμένων φυτών που καλλιεργούνται. Αξίζει βέβαια να σημειωθεί εδώ πως τα υλικά κάλυψης του εδάφους όμως εμποδίζουν παράλληλα και την ανάπτυξη ορισμένων ζιζανίων. Ειδικότερα, αυτό πραγματοποιείται με την μηχανική αντίσταση που ασκούν και τις συνθήκες σκότους που δημιουργούν. Είναι χρήσιμο να τονισθεί επίσης πως η κάλυψη του εδάφους με αδρανή υλικά και ειδικότερα με φύλλα πλαστικού εφαρμόζεται, όπως προαναφέρθηκε, σε περιορισμένη έκταση στην πράξη λόγω του υψηλού κόστους στην αγορά και εφαρμογής του πλαστικού. Τέλος, η περιορισμένη χρήση αυτής οφείλεται επίσης και στην μειωμένη αποτελεσματικότητά της εναντίον ορισμένων πολυετών ζιζανίων.





*Κάλυψη εδάφους με πλαστικό, έτοιμο για μεταφύτευση λαχανικών.*

### ***Βοτάνισμα***

Υποστηρίζεται πως το βοτάνισμα θεωρείται μια από τις αρχαιότερες αλλά και απλούστερες μεθόδους καταπολέμησης των ζιζανίων. Η συγκεκριμένη μέθοδος, κατά την οποία η αφαίρεση των ζιζανίων πραγματοποιείται με το χέρι, τείνει να εξαλειφθεί και να καταργηθεί λόγω του ότι είναι επίπονη, χρονοβόρα, αλλά έχει και υψηλό κόστος σε συνδιασμό με την αδυναμία εφαρμογής της σε μη γραμμικές καλλιέργειες. Ακόμη, η μέθοδος του βοτανίσματος είναι πλέον αδύνατον να εφαρμοστεί και στην περίπτωση εξουδετέρωσης πολυετών ζιζανίων ακόμη και σε γραμμικές καλλιέργειες. Με τα παραπάνω δεδομένα δεν εκπλήσσει το γεγονός πως δεν συνιστάται αυτή η μέθοδος διότι η απομάκρυνση των ζιζανίων αυτών με τα υπόγεια αναπαραγωγικά τους όργανα εγκυμονεί τον κίνδυνο της ταυτόχρονης απομάκρυνσης και κάποιων φυτών των καλλιεργειών. Εντούτοις, η συγκεκριμένη μέθοδος παρά τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω ως μειονεκτήματα της χρήσης της, φαίνεται πως λόγω του χαμηλού κόστους της ανθρώπινης εργασίας εφαρμόζεται ακόμη σε κάποιες χώρες, καθώς επίσης σε σπορεία, σε μικρούς λαχανόκηπους και σε καλλιέργειες Βιολογικής Γεωργίας.



Καταπολέμηση ζιζανίων με τα χέρια και με εργαλεία χειρός

### ***Μηχανική μέθοδος***

Η μηχανική μέθοδος ορίζεται ως ο τρόπος αντιμετώπισης των ζιζανίων με εργαλεία κατεργασίας του εδάφους όπως άροτρο, καλλιεργητή, δισκοβάρνα, φρέζα, σκαλιστήρι και φρεζοσκαλιστήρι όπως επίσης και με χορτοκοπτικές μηχανές. Η συγκεκριμένη μέθοδος θεωρείται λιγότερο επίπονη και χρονοβόρα συγκριτικά με το βοτάνισμα. Ωστόσο η αποτελεσματικότητα της επηρεάζεται από: α) το είδος του χρησιμοποιημένου εργαλείου, β) την εποχή εφαρμογής της, γ) το είδος του ζιζανίου και τέλος δ) το είδος του φυτού που καλλιεργείται. Όσον αφορά στην κατεργασία του εδάφους με άροτρο (όργωμα) είναι η πρώτη επέμβαση που γίνεται για την προετοιμασία του εδάφους πριν την σπορά των καλλιεργούμενων φυτών. Επιπροσθέτως, το άροτρο, εκτός από τη σε βάθος ανακίνηση του εδάφους, πρέπει να σημειωθεί πως καταστρέφει το φύτρωμα ζιζανίων αλλά και παραχώνει τους σπόρους τους σε μεγάλο βάθος από όπου το φύτρωμα τους πραγματοποιείται με δυσκολία. Παράλληλα, φέρνει στην επιφάνεια του εδάφους (από τα βαθύτερα στρώματα του) όργανα αγενούς αναπαραγωγής πολυετών ζιζανίων, τα οποία στη συνέχεια είναι εκτιθέμενα είτε στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα ή στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού παγώνουν ή ξηραίνονται, αντίστοιχα. Ως μειονέκτημα του οργώματος λαμβάνει χώρα το ότι δημιουργεί ανομοιόμορφη και ακατάλληλη για σπορά επιφάνεια. Γιαυτό το λόγο άλλωστε ακολουθείται πάντοτε από μια ή παραπάνω επεμβάσεις καλλιεργητή, δισκοσβάρνα ή φρέζα. Ωστόσο αυτές εκτός από τη δυνατότητα που παρέχουν για ισοπέδωση και ψιλοχωμάτισμα του εδάφους, συμβάλλουν παράλληλα και στην καταστροφή των ζιζανίων που φυτρώνουν ύστερα από το όργωμα. Ως αποτέλεσμα αυτών δημιουργούνται κατάλληλες προϋποθέσεις για εγκατάσταση εύρωστης και κατ' επέκταση ανταγωνιστικότερης έναντι των ζιζανίων καλλιέργειας. Είναι γεγονός πως η κατεργασία του εδάφους με μηχανικά σκαλιστήρια ή φρεζοσκαλιστήρια, σε αντίθεση με τα γεωργικά εργαλεία που αναφέρθηκαν παραπάνω, γίνεται πράξη κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των γραμμικών καλλιεργειών και σκοπεύει, εκτός από τη δημιουργία ευνοϊκών εδαφικών συνθηκών για την σωστή ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών, την αντιμετώπιση των ζιζανίων που ξέφυγαν της δράσης των ζιζανιοκτόνων και αναπτύχθηκαν μεταξύ των γραμμών τους. Επιπλέον, τα γεωργικά αυτά εργαλεία, ώστε να συμβάλλουν αποτελεσματικά στο πρόγραμμα καταπολέμησης των ζιζανίων, είναι

απαραίτητο να χρησιμοποιούνται όταν τα περισσότερα ζιζάνια έχουν φυτρώσει και όταν το έδαφος δεν έχει αρκετή υγρασία και η θερμοκρασία είναι σχετικά υψηλή. Ωστόσο, οι συνθήκες αυτές είναι πολύ σημαντικές και απαραίτητες διότι ελαχιστοποιούν την πιθανότητα μηχανικής ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά (οι βλαστοί τους δεν είναι υδαρείς γι' αυτό και δύσκολα σπάζουν) και επισπεύδουν την ξήρανση των εκριζωμένων ζιζανίων. Είναι σημαντικό να τονισθεί πως η φρέζα, πέραν της προετοιμασίας κατάλληλης σποροκλίνης στα φυτά που καλλιεργούνται, χρησιμοποιείται και ως προς την αντιμετώπιση των ζιζανίων σε θαμνώδεις και δενδρώδεις καλλιέργειες. Παράλληλα, μια μόνο επέμβαση, οποτεδήποτε και αν γίνει, θεωρείται αρκετή για την ολική καταστροφή των ετήσιων φυτρωμένων ζιζανίων. Εντούτοις, η ίδια όμως επέμβαση, είναι αναγκαίο να ακολουθείται και από κάποιες άλλες παρόμοιες επεμβάσεις σε χρονικά διαστήματα τέτοια που, δεν επιτρέπουν στα νέα φυτά να δημιουργήσουν καινούργια υπόγεια αναπαραγωγικά όργανα και που προκαλούν την εξάντληση των αποταμιευμένων ουσιών των αναπαραγωγικών οργάνων που ήδη υπάρχουν, τα οποία εν τέλει είναι αδύνατο να δώσουν καινούργια φυτά. Δεν πρέπει να λησμονούμε ακόμη πως οι χορτοκοπτικές μηχανές, σε αντίθεση με τα εργαλεία κατεργασίας του εδάφους, δεν προβαίνουν σε πλήρη καταστροφή των φυτρωμένων ζιζανίων αλλά αποκόπτουν το μεγαλύτερο μέρος των υπέργειων τμημάτων τους. Ός συνέπεια προκύπτει η μείωση της ανταγωνιστικής τους ικανότητας και ο περιορισμός στο ελάχιστο της παραγωγής τους σε σπόρο. Επομένως, η συνεχής και μακρόχρονη χρήση των μηχανών αυτών συμβάλλει αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση ετήσιων ζιζανίων και κατα συνέπεια της παραγωγής τους σε σπόρο. Απεναντίας, η συγκεκριμένη μέθοδος επηρεάζει στο ελάχιστο τα πολυετή ζιζάνια που εξακολουθούν να αναπαράγονται αγενώς. Αξιοσημείωτο είναι πως τα μηχανικά μέσα αναμφισβήτητα έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην αύξηση της αποδοτικότητας της εργασίας όπως επίσης συνέβαλαν ριζικά στην καταπολέμηση των ζιζανίων. Ωστόσο, η χρήση τους κατα των ζιζανίων δεν είναι ούτε η καλύτερη ούτε και η οικονομικότερη λύση. Αυτό οφείλεται στο υψηλό κόστος αγοράς και λειτουργίας των μηχανημάτων αυτών, όπως και στο ότι εξαρτάται η χρήση τους από τις καιρικές συνθήκες και στην αδυναμία τους να αντιμετωπίσουν τα ζιζάνια παντού και πάντα. Επίσης, η επανειλημμένη χρήση τους συχνά προκαλεί συμπίεση και δημιουργεί αδιαπέραστο στρώμα σε ορισμένα εδάφη, ενώ σε άλλα (επικλινή) επισπεύδη τη διάβρωση τους. Κλείνοντας, το τελευταίο συμβαίνει όταν το όργωμα των εδαφών αυτών γίνεται κάθετα και όχι παράλληλα προς τις ισοϋψείς τους.



Μηχανικό σκαλιστήρι για σιτηρά

### ***Κάψιμο των ζιζανίων***

Το κάψιμο ανεπιθύμητης βλάστησης σε όχθες τάφρων, πλευρές δρόμων και ακαλλιέργητες εκτάσεις είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρύτατα εδώ και πολλά χρόνια. Το κάψιμο όμως των ζιζανίων σε γραμμικές καλλιέργειες με ειδικούς καυστήρες που φέρονται σε γραμμικές καλλιέργειες με ειδικούς καυστήρες που φέρονται σε ελκυστήρες και κατευθύνουν τη φλόγα μεταξύ των γραμμών έχει μικρή εφαρμογή διεθνώς, ενώ στη χώρα μας δεν χρησιμοποιείται καθόλου. Οι κυριότεροι λόγοι είναι α) το υψηλό κόστος αγοράς και λειτουργίας των καυστήρων, β) η ανύπαρκτη δράση εναντίον ζιζανίων που βρίσκονται στην έναρξη του φυτρώματος ή βλάστησης τους και γ) η μειωμένη αποτελεσματικότητα εναντίον των πολυετών ζιζανίων. Κάψιμο του Βάτου, Οι καυστήρες κατά τη λειτουργία τους χρησιμοποιούν ως καύσιμο βουτάνιο ή προπάνιο ή μίγμα των δύο αερίων. Η χρήση τους είναι αποτελεσματική όταν εφαρμόζονται σε πολύ μικρά ζιζάνια. Η θερμοκρασία της φλόγας, η οποία είναι γύρω στους 1000°C δεν καίει εντελώς τα ζιζάνια αλλά νεκρώνει τα κύτταρα των νεαρών φύλλων και βλαστών τους. Αυτό συμβαίνει επειδή η έκθεση τους στη φλόγα διαρκεί λιγότερο από 1/10 του δευτερολέπτου, που δεν είναι αρκετό για το πλήρες κάψιμο τους. Τα καλλιεργούμενα φυτά, κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, αποφεύγουν τη ζημιά

μόνον όταν οι βλαστοί τους περιβάλλονται από φλοιό, διαφορετικά έχουν την ίδια τύχη με τα ζιζάνια.

### ***Κατάκλιση ή αποστράγγιση***

Ο τρόπος αυτός αντιμετώπισης, ανάλογα με την κατάταξη των ζιζανίων από πλευράς υδατικών αναγκών (υδροχαρή, μη υδροχαρή), στηρίζει την αποτελεσματικότητα του στον τρόπο διαχείρισης του νερού. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί την κατάκλιση για να δημιουργήσει συνθήκες έλλειψης οξυγόνου στα μη υδροχαρή ζιζάνια ή την αποστράγγιση (σε κανάλια άρδευσης ή σε λιμνάζουσες περιοχές) με σκοπό τη στέρηση του νερού από τα υδροχαρή ζιζάνια τα οποία τελικά νεκρώνονται. Η χρησιμοποίηση της κατάκλυσης ή της αποστράγγισης για την καταπολέμηση ζιζανίων δεν είναι πρόσφατη, αλλά έχει εφαρμοστεί στο παρελθόν με μεγάλη επιτυχία. Για παράδειγμα, η κατάκλυση της καλλιέργειας του ρυζιού νερού και για 3-8 εβδομάδες μείωσε σημαντικά τον πληθυσμό της μουχρίτσας (*Echinochloa crusgalli*) μέσα στην καλλιέργεια αυτή, ενώ δίμηνη κατάκλιση με νερό όχι μόνο μείωσε την πυκνότητα του πολυετούς ζιζανίου *Centaurea repens*, όπως συνέβη με το ζιζάνιο της προηγούμενης περίπτωσης, αλλά προκάλεσε και την πλήρη εξάλειψη του. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της προσέγγισης στην καταπολέμηση υδροχαρών ζιζανίων, ενδεικτικά αναφέρω ότι η εφαρμογή της στα κανάλια άρδευσης της Καλιφόρνιας των ΗΠΑ προκάλεσε σημαντική μείωση στον πληθυσμό των υδροχαρών ζιζανίων σκιρπός (*Scirpus* spp.) και ψαθί (*Typha* spp.).

### ***Ηλιοαπολύμανση του εδάφους***

Η απολύμανση του εδάφους με ηλιακή ακτινοβολία (soil solarization) είναι μια από τις αποτελεσματικότερες μεθόδους αντιμετώπισης των ζιζανίων. Αυτή γίνεται με κάλυψη του εδάφους από διαφανή ή αδιάφανη πλαστικά σε περίοδο έντονης και διαρκούς ηλιακής ακτινοβολίας. Το έδαφος κατά την κάλυψη θα πρέπει να είναι ψιλοχωματισμένο και υγρό, ενώ η διάρκεια της κάλυψης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τέσσερις εβδομάδες. Η μέθοδος αυτή καταπολεμά τα ζιζάνια στο στάδιο των σπόρων, δηλαδή σ' ένα στάδιο που τα περισσότερα ζιζανιοκτόνα εδάφους (όπως 49 θα δούμε στο έκτο κεφάλαιο αυτού του βιβλίου), με εξαίρεση το βρωμιούχο μεθύλιο, αδυνατούν να πετύχουν. Ο μηχανισμός της δράσης της δεν είναι πολύ κατανοητός. Μερικοί υποστηρίζουν ότι οι σπόροι νεκρώνονται εξαιτίας της άμεσης επίδρασης της

υψηλής θερμοκρασίας του εδάφους (60 - 60°C). Άλλοι όμως πιστεύουν ότι η υψηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με την ικανοποιητική υγρασία του εδάφους ευνοούν την ανάπτυξη μερικών μικροοργανισμών οι οποίοι προσβάλλουν τους σπόρους των ζιζανίων, των οποίων η ευαισθησία στους μικροοργανισμούς αυτούς αυξάνεται κάτω από τέτοιες συνθήκες.



Ηλιοαπολύμανση του εδάφους

### ***Έλεγχος ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα***

Τα ζιζανιοκτόνα είναι προϊόντα φυτοπροστασίας, τα οποία προλαμβάνουν ή ελαττώνουν την ανάπτυξη ζιζανίων που ανταγωνίζονται την καλλιέργεια και κατ' αυτόν τον τρόπο μπορούν να αντικαταστήσουν ή να περιορίσουν το παραδοσιακό βοτάνισμα με τα χέρια ή με μηχανικά μέσα. Τα ζιζανιοκτόνα είναι παράγοντες που καταπολεμούν τα ζιζάνια. Συνήθως, γίνεται καταρχήν διάκριση μεταξύ εκλεκτικών ζιζανιοκτόνων και μη εκλεκτικών. Τα μη επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα είναι προϊόντα φυτοπροστασίας σχεδιασμένα για να εκκαθαρίζουν την γεωργική εκμετάλλευση από τα ζιζάνια μετά από τη συγκομιδή μιας καλλιέργειας και πριν από τη σπορά της επόμενης. Είναι δραστικά εναντίον πολλών ειδών φυτών, συμπεριλαμβανομένων και των καλλιεργούμενων ειδών, τα οποία και θα κατέστρεφαν εάν εφαρμόζονταν σε αυτά. Αντίθετα, τα επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα έχουν σχεδιασθεί έτσι ώστε να σκοτώνουν μόνο τα ζιζάνια, αφήνοντας ανέπαφη την καλλιέργεια επί της οποίας εφαρμόζονται. Από την άποψη του καλλιεργητή, ο πιο σημαντικός παράγοντας για να προσδιοριστεί η δυνατότητα της υποκατάστασης ενός προϊόντος είναι ο τύπος της καλλιέργειας, επί της οποίας χρησιμοποιείται ένα επιλεκτικό ζιζανιοκτόνο. Γι' αυτό το λόγο, τα μέρη υποστηρίζουν ότι τα επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα που προφυλάσσουν διαφορετικά είδη καλλιεργειών συνιστούν ξεχωριστές αγορές σχετικού προϊόντος για τις περισσότερες καλλιέργειες. Αντιθέτως, τα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να σκοτώνουν μόνο

τα ζιζάνια, αφήνοντας ανέπαφη την καλλιέργεια στην οποία εφαρμόζονται. Από την άποψη του καλλιεργητή, πιο σημαντικός παράγοντας για να προσδιοριστεί δυνατότητα της υποκατάστασης ενός προϊόντος, ζιζανιοκτόνο, είναι τύπος της καλλιέργειας στην οποία χρησιμοποιείται ένα εκλεκτικά ζιζανιοκτόνο. Οι καλλιεργητές λαμβάνουν επίσης υπόψη τα συγκεκριμένα είδη ζιζανίων από τα οποία πρέπει να προστατευθεί καλλιέργεια ανά πάσα στιγμή. Με ορισμένες εξαιρέσεις, οι δραστικές ουσίες που περιέχονται στα σκευάσματα ζιζανιοκτόνου είναι κυρίως δραστικές κατά ζιζανίων στο εσωτερικό της μίας από τις δύο κύριες κατηγορίες ζιζανίων, πλατύφυλλα ζιζάνια και αγρωστώδη . Επειδή σχεδόν κάθε καλλιέργεια προσβάλλεται κυρίως από μεικτούς "πληθυσμούς ζιζανίων" οι οποίοι περιέχουν και πλατύφυλλα ζιζάνια και αγρωστώδη, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται ζιζανιοκτόνα που καταστρέφουν και τα δύο είδη ζιζανίων. καλλιεργητής έχει δύο επιλογές: είτε να προμηθευτεί διάφορα ζιζανιοκτόνα με συγκεκριμένη εκλεκτικότητα και να τα αναμειγνύει ανάλογα με το είδος των εμφανιζόμενων ζιζανίων, είτε μπορεί να αγοράσει ένα έτοιμο προϊόν που περιέχει το επιθυμητό μείγμα δραστικών ουσιών για την καταπολέμηση των αγρωστωδών και των πλατύφυλλων ζιζανίων. Ένα άλλο σημαντικό κριτήριο επιλογής για τους καλλιεργητές είναι χρόνος εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου, οποίος σχετίζεται με την βλάστηση της καλλιέργειας. Γίνεται διάκριση ανάμεσα σε προσπαρτικά, προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα. Τα προσπαρτικά ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται στο έδαφος αμέσως πριν την σπορά. Κατά τη χρήση προφυτρωτικών, τα ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται αμέσως μετά τη σπορά. Τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται στα φυτά μετά τη βλάστηση της καλλιέργειας, όταν τα ζιζάνια έχουν 3-4 φύλλα. Επιπλέον, τα ζιζανιοκτόνα διαφέρουν μεταξύ τους διότι βασίζονται σε διαφορετικές τάξεις χημικών δραστικών ουσιών. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στον τομέα της αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας. Τα ζιζάνια στα οποία εφαρμόζονται συχνά οι ίδιοι τύποι ζιζανιοκτόνων έχουν την τάση να αναπτύσσουν ανθεκτικότητα σε αυτά τα ζιζανιοκτόνα με την πάροδο του χρόνου με μια διαδικασία αυτοεπιλογής. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη αυτή τάση ανάπτυξης ανθεκτικότητας με προσεκτική επιλογή των (συνδυασμών) ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και από τη μία περίοδο στην άλλη. Τα ζιζανιοκτόνα διατίθενται στην αγορά από τον κατασκευαστή και το διανομέα με βάση τόσο τις προστατευτικές τους ιδιότητες όσο και τα χαρακτηριστικά των χημικών ουσιών που περιέχουν. Επιπλέον, έχουν σημασία και οι πρακτικές που ακολουθούνται,

περιλαμβανομένου του αριθμού των εφαρμογών και της δυνατότητας ανάμειξης με άλλα προϊόντα για να επιτευχθεί ένα ευρύτερο φάσμα προστασίας.

Με τη μέθοδο αυτή ο έλεγχος - περιορισμός των ζιζανίων γίνεται με τη χρησιμοποίηση ζιζανιοκτόνων. Τα ζιζανιοκτόνα πλεονεκτούν έναντι των περισσότερων μεθόδων επειδή έχουν γρήγορη και μεγάλη αποτελεσματικότητα, εξασφαλίζουν πρόωμη καταπολέμηση (προφυτρωτικά) με αποτέλεσμα να μηδενίζεται ο ανταγωνισμός στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών είναι πιο αποτελεσματικά από τις καλλιεργητικές εργασίες στην αντιμετώπιση δυσκολοεξόντοτων πολυετών ζιζανίων και δεν καταστρέφουν τη δομή του εδάφους. Στις καλλιέργειες υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση και αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων με αποτέλεσμα να μην έχουμε πάντα τα επιθυμητά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, οργανικά και αργιλούχα (βαριά) εδάφη, χρειάζονται μεγαλύτερη δόση ζιζανιοκτόνου. Επιπλέον δεν υπάρχει ζιζανιοκτόνο που ελέγχει όλα τα ζιζάνια το ίδιο αποτελεσματικά. Πολλά ζιζανιοκτόνα είναι αποτελεσματικά μόνο στα αγρωστώδη ενώ άλλα ελέγχουν μόνο τα πλατύφυλλα. Άλλα δρουν μόνο από το έδαφος (ενσωματούμενα ή μη) ή μόνο από το φύλλωμα (μεταφυτρωτικά). Ακόμη δεν υπάρχει ζιζανιοκτόνο που να ελέγχει μεταφυτρωτικά πλατύφυλλα ζιζάνια, στο στάδιο των 3 -6- φύλλων. (Λόλας, 2015).

### **1.2.2 Ολοκληρωμένο σύστημα αντιμετώπισης των ζιζανίων**

Η ολοκληρωμένη διαχείριση ζιζανίων δεν είναι απλά μια άλλη μέθοδος ελέγχου ζιζανίων, αλλά μια διαφορετική αντίληψη και προσέγγιση του προβλήματος που αφορά τα ζιζάνια και τις καλλιέργειες. Η Ολοκληρωμένη διαχείριση των ζιζανίων (Integrated Weed Management) επιδιώκει τη διατήρηση των ζιζανίων σε πυκνότητες κάτω του επιπέδου ανταγωνισμού, εφαρμόζουν ελάχιστη ή καθόλου καλλιέργεια του εδάφους, ενσωματώνουν αγροτικές πρακτικές που αυξάνουν την ανταγωνιστική ικανότητα των καλλιεργειών, βελτιστοποιούν σε μακροχρόνια διάρκεια την παραγωγικότητα της αγροτικής εκμετάλλευσης με βάση οικονομικά- κοινωνικά και περιβαλλοντικά κριτήρια, αριστοποιούν το κέρδος για τον αγρότη και προσαρμόζονται σε ειδικές τοποθεσίες ή εκτάσεις. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση ζιζανίων είναι ένας τρόπος αντιμετώπισης ζιζανίων με μεθόδους που αλληλοσυμπληρώνονται. Οι μέθοδοι αυτοί επιλέγονται με κριτήρια οικονομικά, οικολογικά και κοινωνικά. Στόχος της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης είναι συγκράτηση των ζιζανιοπληθυσμών κάτω από το κρίσιμο επίπεδο και όχι στην πλήρη εξόντωση των ζιζανίων.



Η θεμελιώδης γνώση που απαιτείται για την ανάπτυξη της Ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζιζανίων αφορά τις κάτωθι συνιστώσες :

Κατεργασία του εδάφους .

Χρόνος εμφάνισης των ζιζανίων σε σχέση με την καλλιέργεια.

Κρίσιμη περίοδος για έλεγχο των ζιζανίων-‘Κατώφλια’ βιολογικού και οικονομικού ανταγωνισμού..

‘Παράθυρο’ συγκομιδής.

## Integrated Weed Management for the Vegetable Industry



Ολοκληρωμένη διαχείριση ζιζανίων: Μια πρακτική προσέγγιση για τους καλλιεργητές λαχανικών

Για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου απαιτείται γνώση και συνδυασμός άλλων επιστημών. Δεν υπάρχουν έτοιμες ‘συνταγές’ και γενικές λύσεις στη διαχείριση των ζιζανίων γιατί τα συστήματα Ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζιζανίων (Integrated Weed Management) είναι εξειδικευμένα για τοποθεσίες, καλλιέργεια και κοινότητες ζιζανίων. Απαιτούν τη συνεργασία εξειδικευμένων επιστημόνων για τον άριστο συνδυασμό των μεθόδων που χρησιμοποιούνται, και το κυριότερο προϋποθέτουν έρευνα τουλάχιστο σε πενταετή βάση για την εξαγωγή σχετικά ασφαλών συμπερασμάτων. Το πιο σημαντικό όμως είναι ότι απαιτείται επιστημονική γνώση για κάθε συστατικό του συστήματος που προκαλεί πίεση επιλογής (selection pressure) στα ζιζάνια (Βυζαντινόπουλος 1994).

Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων αποτελεί ένα εργαλείο της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Ζιζανίων. Η επιλογή του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου καθώς και η σωστή εφαρμογή του αποτελεί βασική επιδίωξη για την μείωση της αποτελεσματικότητας την πρόκληση φυτοτοξικότητας στις καλλιέργειες την περιβαλλοντική ρύπανση,) την αύξηση του κόστους και την ανάπτυξη ανθεκτικών βιότυπων. Η στρατηγική της ανάπτυξης του συστήματος της ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζιζανίων την Αμειψισπορά, την Καλλιέργεια εδάφους την Κρίσιμη περίοδος ανταγωνισμού ζιζανίων τις εναλλακτικές μέθοδοι (φυτοκάλυψη, αλληλοπάθεια) την

ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας, τα περιγραφικά μοντέλα, την εκπαίδευση, τις κλιματολογικές συνθήκες.

## Κεφάλαιο 2

### 2 Διαχείριση ζιζανίων με νέες τεχνολογίες

Η σύγχρονη διαχείριση ζιζανίων μέσω τεχνολογιών βασίζεται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες διαχείρισης για την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας και της απόδοσης χρήσης πόρων, μειώνοντας παράλληλα τις ακούσιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από ζιζανιοκτόνα. Ο εντοπισμός ζιζανίων είναι μια σημαντική δραστηριότητα που βοηθά στη λήψη αποφάσεων στη διαχείριση ζιζανίων και έχει πραγματοποιηθεί από εκπαιδευμένους ειδικούς μέσω εκτεταμένης και ρουτίνας οπτικής εξέτασης των πεδίων.

#### 2.1 Εφαρμογή γεωργικών ελκυστήρων στην γεωργία

##### *Γεωργικός ελκυστήρας, τρακτερ*

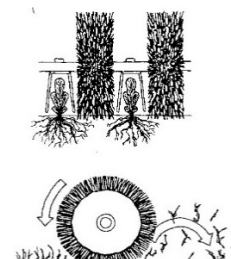
Υπάρχουν πολλά μηχανήματα με διαφορετικές αρχές λειτουργίας που χρησιμοποιούνται για τη μηχανική καταστροφή των διαφόρων ζιζανίων. Διακρίνονται σε σκαλιστήρια με υνιά ή λεπτά ελατηριωτά ελάσματα, τα περιστροφικά σκαλιστήρια, τα σκαλιστήρια φρέζες, τα σκαλιστήρια βούρτσες.



Σκαλιστήρι μηχανικού τύπου σε γραμμική καλλιέργεια



Περιστροφικά σκαλιστήρια με κλίση ως προς την κατεύθυνση κίνησης



Σκαλιστήρι με κατακόρυφα περιστρεφόμενες βούρτσες

##### *Σκαλιστήρια με υνιά ή ελάσματα:*

είναι καλλιεργητές που αφήνουν κενά για τις γραμμές της καλλιέργειας. Φέρουν υνιά διαφόρων τύπων, με συνηθέστερο αυτό του πέλματος χήνας. Η διαμόρφωση των υνιών πέλματος χήνας είναι τέτοια, που με τη σωστή ρύθμιση δεν διεισδύει στο έδαφος, αλλά κόβει μια λεπτή στιβάδα καταστρέφοντας τα ζιζάνια. Τα μεγαλύτερα ζιζάνια κόβονται, ενώ τα μικρότερα καταστρέφονται από την αναμόχλευση του εδάφους. Η σωστή

ρύθμιση των υνιών επιτυγχάνεται, όταν είναι παράλληλα με το έδαφος. Τα οδοντωτά σκαλιστήρια χρησιμοποιούνται για καταστροφή των ζιζανίων επί της σειράς. Οι τροχοί ρυθμίζονται να κινούνται κοντά στα φυτά. Τα σκαλιστήρια με υνιά ή ελάσματα είναι αποτελεσματικά για την καταστροφή μεγάλων και μικρών ζιζανίων, μεταξύ των σειρών, έχουν μεγάλες ταχύτητες εργασίας, ενώ δεν απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.

### ***Περιστροφικά σκαλιστήρια:***

Τα περιστροφικά σκαλιστήρια (rotary hoes) αποτελούνται από οδοντωτούς τροχούς με σταθερά δόντια. Οι οδοντώσεις έχουν ένα καμπύλο σχήμα με αποτέλεσμα να εισχωρούν στο έδαφος σε μικρό βάθος και να το αναμοχλεύουν εκριζώνοντας τα ζιζάνια. Είναι κατασκευασμένα είτε σε συνεχόμενες συστοιχίες οπότε περνούν πάνω από όλο το γεωργική εκμετάλλευση καταστρέφοντας τα νεαρά ζιζάνια, είτε συνδυάζονται με σκαλιστήρια για σκαλιστικές καλλιέργειες και σκαλίζουν πάνω στις σειρές.

### ***Σκαλιστήρια-φρέζες:***

Είναι μηχανήματα που αποτελούνται από φρέζες μικρού πλάτους που κινούνται ανάμεσα στις γραμμές των φυτών όπου κατεργάζονται το έδαφος και καταστρέφουν τα αναπτυγμένα ή νεαρά φυτωμένα ζιζάνια.

### ***Σκαλιστήρια βούρτσες:***

Τα σκαλιστήρια βούρτσες είναι νεότερη τεχνολογία μηχανικών μέσων καταστροφής των ζιζανίων. Χρησιμοποιούν βούρτσες από σκληρό πλαστικό ή σύρμα. Οι βούρτσες περιστρέφονται κατακόρυφα ή οριζόντια κάνοντας ένα επιφανειακό ξύσιμο του εδάφους. Με αυτόν τον τρόπο καταστρέφονται τα νεαρά ζιζάνια κόβοντας τους βλαστούς και ξεριζώνοντας τα μικρότερα.

## **2.2 Εφαρμογή ρομποτικής στην γεωργία**

Η ιδέα της εφαρμογής της ρομποτικής στην γεωργία (robotic agriculture), δηλαδή η χρήση μηχανών σε γεωργικά περιβάλλοντα δεν είναι τόσο νέα. Στο παρελθόν πολλοί μηχανικοί είχαν κατορθώσει να κατασκευάσουν αυτοκινούμενα τρακτέρ. Τα περισσότερα από αυτά λειτουργούσαν σε ένα περιβάλλον βιομηχανικού σχεδιασμού γεωργίας στο οποίο οι συνθήκες ήταν γνωστές και τα οχήματα κινούνταν πάνω σε προκαθορισμένες τροχιές. Η σημερινή προσπάθεια έγκειται στο να δημιουργηθούν

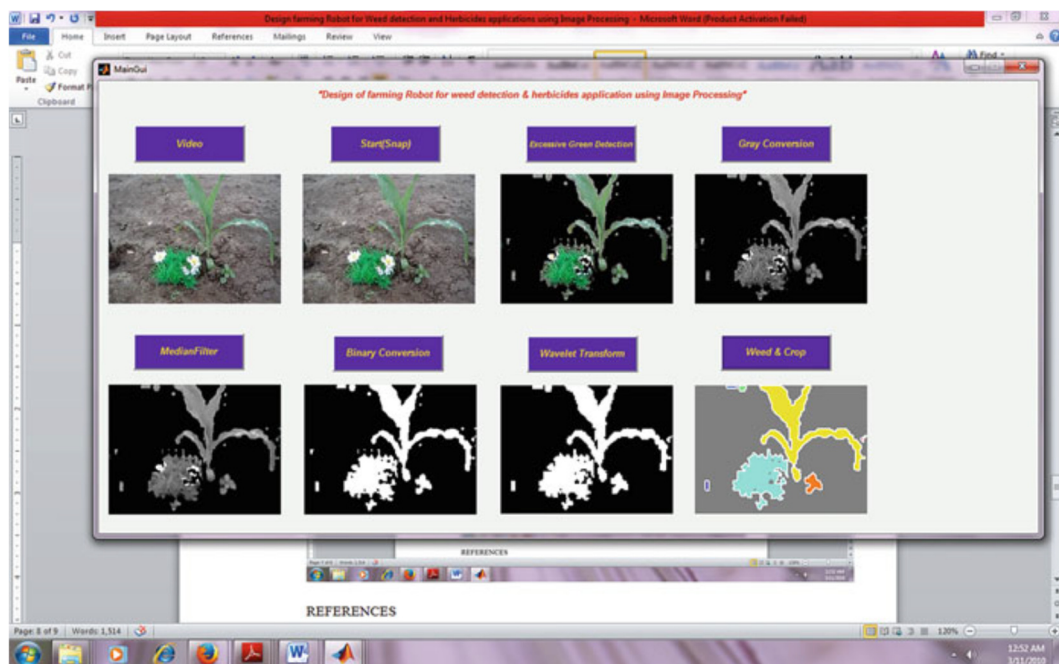
μικρότερα οχήματα όπου με την ιδανική ευφυΐα θα μπορούν να εργάζονται σε ένα αμετάβλητο ή ημιφυσικό περιβάλλον. Οι μηχανές μπορούν να εμφανίζουν λογική συμπεριφορά όταν θα πρέπει να λειτουργούν κάτω από αναγνωρίσιμες συνθήκες. Για αυτό το λόγο είναι πολύ σημαντικό πως θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με τέτοια τεχνογνωσία ώστε να προσδιορίζουν τι θα έκαναν εξίσου οι άνθρωποι κάτω υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες και να αναλύουν τις ενέργειες αυτές κάτω από μηχανικό έλεγχο. Η προσέγγιση της αντιμετώπισης των καλλιεργειών και του εδάφους, ειδικευμένα ανάλογα με τις ανάγκες τους από μικρά αυτόνομα ρομπότ είναι το φυσικό επόμενο βήμα στην εξέλιξη της Γεωργίας Ακριβείας (Precision Farming (PF)). Με την γεωργία ακριβείας έχουμε ως επακόλουθο μείωση του κόστους εργασίας. Μια νέα, σημαντική τάση είναι η ιδέα δημιουργίας οχημάτων που θα είναι μικρού μεγέθους, θα σπαταλούν μικρότερη ενέργεια , επίσης που θα μπορούν να εργάζονται κάτω από διάφορες συνθήκες και τέλος, να είναι ασφαλή.

Η γεωργία είναι ένας τομέας που απαιτεί αυτοματοποίηση στις διάφορες εφαρμογές του. Τα ρομποτικά συστήματα είναι νέα, προηγμένη τεχνολογία χρησιμοποιείται στις αγροτικές καλλιέργειες. Η αυξημένη χρήση ζιζανιοκτόνων επηρεάζει την υγεία των ανθρώπων και των ζώων. Παλαιότερα το σύστημα ελέγχου ζιζανίων πραγματοποιούσε ομοιόμορφο ψεκασμό στον αγρό που μπορεί να έβλαπτε την κατάσταση των καλλιεργειών. Εκτός από αυτό, υπάρχει αρνητική επίδραση στο φυτό και στο έδαφος, κατασπαταλάται μεγάλος αριθμός ζιζανιοκτόνων και ψεκάζεται μόνο σε ένα μέρος του ζιζανίου στο γεωργική εκμετάλλευση. Τα ρομπότ λειτουργούν σαν τον άνθρωπο και πολύ πιο αποδοτικά.. Ένα αυτοσυντηρούμενο ρομπότ διαθέτει σύστημα ενέργειας, εγκέφαλο, σύστημα κίνησης, πόδια (τροχούς) και συσκευές διαχείρισης αντικειμένων όπως χέρια. Επιπλέον, η συγκεκριμένη μορφή ρομπότ είναι αυτοσυντηρούμενη και δεν βασίζεται σε κάποιο άλλο μηχανισμό για την λειτουργία του. Είναι ολοκληρωμένο τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Η διασύνδεση του ρομπότ με τα όργανα ελέγχου πραγματοποιείται με καλώδια, υπέρυθρες ακτίνες όπως και ραδιοκύματα. Είναι σημαντικό να τονισθεί πως δεν έχουν σχεδιαστεί όλα τα ρομπότ ώστε να κινούνται στο έδαφος. Μερικά έχουν σχεδιαστεί να κινούνται σε σταθερή τροχιά και να διαχειρίζονται αντικείμενα. Ωστόσο, ο μεγαλύτερος αριθμός τύπων ρομπότ βρίσκεται τοποθετημένος σε σταθερή βάση και εκτελεί συνεχώς και με μεγάλη ακρίβεια την ίδια επαναλαμβανόμενη εργασία.

Η διαδικασία χαρτογράφησης των ζιζανίων είναι η καταγραφή της θέσης των ζιζανίων και συγκεκριμένα της πυκνότητας της βιομάζας των διαφόρων ζιζανίων που

αναπτύσσονται μέσα στο χώρο της καλλιέργειας. Ειδικότερα, η διαδικασία χαρτογράφησης των ζιζανίων πραγματοποιείται είτε με την αναγνώριση και καταγραφή αυξημένης φυλλικής επιφάνειας εκτός των σειρών σποράς, με αποτέλεσμα τα ζιζάνια να αναγνωρίζονται σύμφωνα με το εξωτερικό περίγραμμα του φυλλώματος τους. Συμπληρωματικά, η χαρτογράφηση των ζιζανίων είναι επίσης δυνατόν να πραγματοποιηθεί με την αναγνώριση χρώματος. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένας χάρτης ζιζανίων ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σωστή θεραπεία της επιλεγόμενης καλλιέργειας.

Οι Bhong et al, (2020) στο άρθρο τους *Σχεδιασμός ρομπότ καλλιέργειας για ανίχνευση ζιζανίων και εφαρμογές ζιζανιοκτόνων χρησιμοποιώντας εικόνα Επεξεργασία, έχουν ως κύριο στόχο την ανίχνευση των ζιζανίων στη συγκομιδή χρησιμοποιώντας μια τεχνική επεξεργασίας εικόνας.*



#### Ξεχωριστό ζιζάνιο και συγκομιδή

Στη συνέχεια δίνουν τις εισόδους των περιοχών ζιζανίων σε ένα αυτόματο σύστημα ψεκασμού με το φυτοφάρμακο μόνο σε άμεσες περιοχές ζιζανίων με τη βοήθεια του ρομπότ. Φωτογράφισαν το γεωργική εκμετάλλευση για να ανιχνεύσουν τα ζιζάνια με ακρίβεια. Με βάση πρόσφατη έρευνα της επιστήμης των ζιζανίων, το 33% των απωλειών στον αγροτικό τομέα μπορεί να προκληθεί μόνο από τα ανεπιθύμητα ζιζάνια. Οι ερευνητές προτείνουν ένα σύστημα το οποίο είναι ικανό να ανιχνεύσει ζιζάνια. Αυτό το σύστημα είναι αυτοματοποιημένο. Αποτελείται από σύστημα ελέγχου με βάση δέκτη RF Trans που μεταδίδει τα ασύρματα σήματα σύμφωνα με την είσοδο που επιλέγεται

με βάση το χρώμα που ανιχνεύεται από την ενότητα MATLAB. Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά συστήματα: (i) MATLAB ενότητα (ii) Ρομποτική ενότητα (iii) ασύρματο σύστημα μετάδοσης (iv) Ανίχνευση ζιζανίων (v) Σύστημα ψεκασμού ζιζανιοκτόνων. Συμπερασματικά προκύπτει ότι λόγω της αλλαγής στην καιρική κατάσταση, τα φυτά ζιζάνια αναπτύσσονται κατά μήκος της καλλιέργειας. Έτσι είναι δύσκολο να αναγνωρισθεί η καλλιέργεια και το ζιζάνιο. Το προτεινόμενο σύστημα δίνει μια ευκολία για να διακρίνει το ζιζάνιο και τη σοδειά Το προτεινόμενο σύστημα καθιστά την ταυτοποίηση ευκολότερη και επιτρέπει στον αγρότη να χρησιμοποιήσει την περιοχή που επηρεάζεται από τα ζιζάνια για τον μελλοντικό έλεγχο ζιζανίων και η απόδοση της σοδειάς είναι μεγαλύτερη. Το ρομπότ Designed Farming αφαιρεί το ζιζάνιο. Το κύριο πλεονέκτημα του αγροτικού ρομπότ είναι η εξοικονόμηση κόστους εργασίας..

## Κεφάλαιο 3

### 3 Διαδίκτυο των πραγμάτων

Με τον όρο διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT ) γίνεται αναφορά στην ισχυρή επικοινωνία μεταξύ ψηφιακού και φυσικού κόσμου. Ο όρος αυτός έκανε την εμφανισή του για πρώτη φορά το 1999, ενώ προτάθηκε από τον Kevin Ashton στο πλαίσιο της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας στην εταιρεία Procter & Gamble (Ghadimi et al, 2019). Ο όρος διαδίκτυο των πραγμάτων χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να περιγράψει τις απρόσκοπτα συνδεδεμένες συσκευές με τεχνολογία RFID με σκοπό τον εντοπισμό των εμπορευμάτων και την παρακολούθηση των αποθεμάτων. Ένας ορισμός που δόθηκε σύμφωνα με τους Manavalan et al.(2019) για τον όρο Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι ο εξής: «Τεχνολογία που είναι διαισθητική, ισχυρή και κλιμακωτή, που επιτρέπει τον ψηφιακό μετασχηματισμό του συνδεδεμένου κόσμου μέσω του διαδικτύου και επικοινωνεί όλες τις σχετικές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σε όλη την αλυσίδα αξίας». Ακόμη, το 1990 αρχίσαν να κάνουν την εμφάνιση τους οι φορητές συσκευές και ως εκ τούτου, οι αισθητήρες χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορους άλλους τομείς όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η παραγωγή, η υγειονομική περίθαλψη. Αξίζει να τονισθεί πως από το 2009 και ύστερα, οι βιομηχανικές και καταναλωτικές εφαρμογές του Διαδικτύου των πραγμάτων άρχισε να εμφανίζει σημαντικές αλλαγές προσφέροντας την κοινή χρήση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο με απομακρυσμένη εφαρμογή του Διαδικτύου των πραγμάτων. Επιπλέον, συνήθως οι συσκευές συνδέονται με συστήματα υπολογιστών μέσω ενσύρματων δικτύων δεδομένων ή Wi-Fi. Επίσης, σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονισθεί πως έως το 2021 η αγορά του Διαδικτύου των πραγμάτων η οποία περιλαμβάνει υλικό, λογισμικό, ολοκλήρωση συστημάτων και υπηρεσίες δεδομένων και τηλεπικοινωνιών θεωρείται αναμενόμενο πως πρόκειται να αυξηθεί σε 520 δισεκατομμύρια δολάρια. Οι συσκευές χρησιμοποιούν αισθητήρες για τη μέτρηση συγκεκριμένων φυσικών μεγεθών, όπως την τοποθεσία, την θερμοκρασία, την υγρασία, τα επίπεδα φωτός, όπως επίσης και την κίνηση, τον χειρισμό, την ταχύτητα κίνησης καθώς και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς όπως στα εργοστάσια, στα οχήματα, στα σπίτια, στα εργοτάξια, στις πόλεις.



Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) χρησιμοποιείται σε οπωρώνες, σε ελαιώνες, και γενικότερα σε γεωργικές καλλιέργειες. Εφαρμόζεται με πολλούς και διάφορους τρόπους όπως : Συστήματα Εντοπισμού Θέσης (GPS) –Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS)

*Τηλεπισκόπηση (Remote Sensing)*

*Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial intelligence)*

*Συστήματα μεταβλητών εφαρμογών (VRA ή VRT)*

*Μη επανδρωμένα αεροσκάφη (Drones)*

*Big Data*

### **Οφέλη του διαδικτύου των πραγμάτων στη γεωργία**

Το διαδίκτυο των πραγμάτων έχει σημαντικά οφέλη. Τα οφέλη αυτά που προκύπτουν από την εφαρμογή του στη γεωργία είναι η αύξηση της παραγωγής στις καλλιέργειες, η παρακολούθηση των ζώων στους στάβλους όπως επίσης και η μείωση του κόστους παραγωγής στις μεγάλες καλλιέργειες, η μείωση των εργαζομένων σε ένα αγρόκτημα και η μείωση στη σπατάλη πόρων, όπως του νερό. Τα δεδομένα, που συλλέγονται από αισθητήρες ευφυούς γεωργίας, από τις κλιματικές συνθήκες, από την ποιότητα του εδάφους, ή από την υγεία των ζώων. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της κατάστασης της γεωργικής επιχείρησής καθώς και της απόδοσης των εργατών γης και του αγρότη, της αποδοτικότητας του εξοπλισμού κ.α. Κάποια ακόμη είναι η διαχείριση κόστους και η μείωση των αποβλήτων που οφείλεται στον αυξημένο έλεγχο της παραγωγής, όπως επίσης και η βελτιωμένη κτηνοτροφία. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως οι αισθητήρες και οι μηχανές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση αναπαραγωγικών και υγειονομικών συμβάντων σε ζώα. Αναμφισβήτητα, η γεωγραφική παρακολούθηση θέσης μπορεί επίσης να βελτιώσει την παρακολούθηση και τη διαχείριση της κτηνοτροφίας. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι να αναφερθεί πως η εφαρμογή του IoT βελτιώνει την συνολική λειτουργική αποτελεσματικότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων παρέχοντας δεδομένα που επιτρέπουν τη βέλτιστη λειτουργία κάθε διεργασίας. Κατά συνέπεια, όλοι αυτοί οι παράγοντες μπορούν τελικά να οδηγήσουν σε αύξηση των γενικών εσόδων.

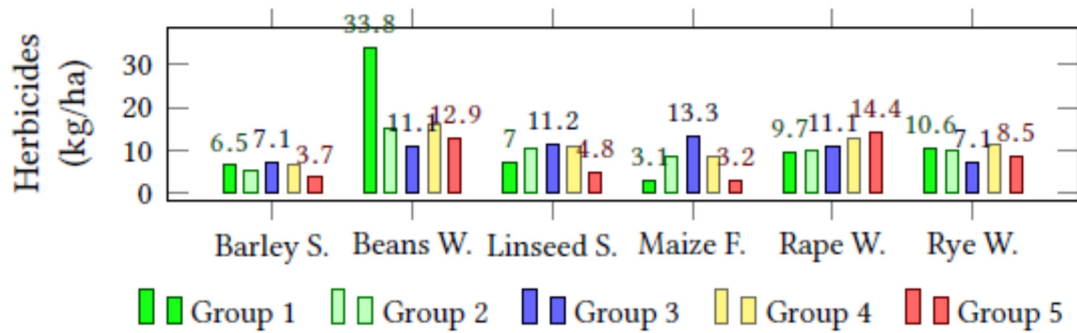
### **3.3. Έλεγχος των ζιζανίων- Μελέτες περιπτώσεων Διαδικτύου των πραγμάτων**

Πολλοί ερευνητές τα τελευταία χρόνια ερευνούν την αντιμετώπιση των ζιζανίων μιας καλλιέργειας μέσω της επεξεργασίας εικόνας με συστήματα IoT.

Οι Machleb et al, (2019) στο άρθρο *Αισθητήρας με βάση μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων: Παρούσα κατάσταση και προοπτικές* αναφέρονται στον μηχανικό έλεγχο των αγροτεμαχίων. Ο έλεγχος των ζωικών στρώσεων με μηχανικά μέσα είναι δύσκολος και απαιτεί το συνδυασμό διαφορετικών τεχνικών στρατηγικών καλλιέργειας για την επίτευξη οικονομικά αποδεκτών επιπέδων ελέγχου των ζιζανίων. Πρόσθετες προκλήσεις είναι η υψηλή εξάρτηση από τον καιρό και την αργή ταχύτητα εργασίας των μηχανικών λειτουργιών ελέγχου των νερών σε σύγκριση με ένα συμβατικό ψεκαστήρα. Σήμερα, οι κύριοι παράγοντες για την εισαγωγή του μηχανικού ελέγχου των ζιζανιοκτόνων περιλαμβάνουν την παγκόσμια εξάπλωση των ζιζανιοκτόνων σε ανθεκτικά ζιζάνια, καθώς και την έλλειψη ζιζανιοκτόνων για διάφορες καλλιέργειες. Τα ζιζανιοκτόνα έγιναν ένας περιορισμένος πόρος επειδή μόνο λίγα ζιζανιοκτόνα με έναν νέο τρόπο δράσης ανακαλύφθηκαν κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 ετών.

Τα γεωργικά ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιούν διαφορετικές εφαρμογές τομέων συμπεριλαμβανομένης της συγκομιδής ή του ελέγχου αγρών. Η εμφάνισή τους και η οργάνωσή τους μπορεί να διαφέρουν και μπορεί να αποτελούνται από ένα τροποποιημένο τρακτέρ σε μια μικρή εξειδικευμένη πλατφόρμα που ταξιδεύει το πεδίο αυτόνομα για να εκτελέσει μια λειτουργία καλλιέργειας. Τα ρομποτικά συστήματα αποτελούν βασικό μέρος των γραμμών εργασίας βιομηχανικού στυλ εδώ και πολλά χρόνια. Οι δυσμενείς συνθήκες για την απόκτηση εικόνας και η ιδανική τοποθέτηση της κάμερας σε σχέση με την εφαρμογή του μηχανισμού είναι σημαντικά ζητήματα. Το ρομπότ με τη μηχανική όραση μπορεί να διευκολύνει στον προσδιορισμό των εγκαταστάσεων συγκομιδών και στη σωστή διαχείριση της περιοχής που περιβάλλει τις εγκαταστάσεις συγκομιδών ανεξάρτητα από εάν οποιαδήποτε ζιζάνια είναι πραγματικά παρόντα. Αλλά η πρόσθετη προσπάθεια για τον εντοπισμό και τον εντοπισμό των ειδών μπορεί να γίνει σημαντική εάν μια χαμηλή πυκνότητα ζιζανίου με υψηλή θερμότητα είναι επιθυμητή για την αύξηση της βιοποικιλότητας ενός πεδίου. Σε ένα τέτοιο σενάριο, ένας αλγόριθμος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να αφήσει σπάνια είδη ζιζανίων σώα. Ο μηχανικός έλεγχος των ζιζανίων είναι ένα σύνθετο μέρος της γεωργίας. Απαιτεί σημαντική εμπειρία του αγρότη για να αναπτύξει μια μακροπρόθεσμη έννοια για να κρατήσει την πίεση των ζιζανίων όσο το δυνατόν χαμηλότερη. Με τις προόδους των αντιστάσεων ζιζανιοκτόνων και των πολιτικών προσπαθειών να ελαχιστοποιηθεί η χρήση των φυτοφαρμάκων, το μηχανικό ζιζάνιο και άλλες εναλλακτικές μεθόδους ελέγχου ζιζανιοκτόνων πρέπει να αναπτυχθούν περαιτέρω.

Ngo & Kechadi, (2020) αναφέρουν στην εργασία τους *ανακάλυψη γνώσης καλλιεργειών βασιζόμενη στην ενσωμάτωση γεωργικών μεγάλων δεδομένων* ότι γεωργικά δεδομένα μπορούν να δημιουργηθούν μέσω διαφόρων πηγών, όπως είναι το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), οι αισθητήρες, οι δορυφόροι, οι μετεωρολογικοί σταθμοί, τα ρομπότ, ο αγροτικός εξοπλισμός, τα γεωργικά εργαστήρια, οι αγρότες, οι κυβερνητικοί φορείς και αγροτικές επιχειρήσεις. Η ανάλυση αυτών των μεγάλων δεδομένων επιτρέπει στους αγρότες, τις εταιρείες και τους γεωπόνους να εξαγάγουν υψηλές επιχειρηματικές και επιστημονικές γνώσεις, βελτιώνοντας τις διαδικασίες λειτουργίας και την ποιότητα των προϊόντων τους. Ωστόσο, πριν από την ανάλυση αυτών των δεδομένων, διαφορετικές πηγές δεδομένων πρέπει να ομαλοποιηθούν, να ομογενοποιηθούν και να ενσωματωθούν σε μια ενοποιημένη αναπαράσταση δεδομένων. Σε αυτό το άρθρο οι Ngo & Kechadi, (2020) προτείνουν μια μέθοδο ολοκλήρωσης *γεωργικών μεγάλων δεδομένων* χρησιμοποιώντας ένα σχήμα αστερισμού που έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι αρκετά ευέλικτο για να ενσωματώνει διάφορα δεδομένα και μεγάλα μοντέλα μεγάλων δεδομένων. Εφαρμόζουν ορισμένες μεθόδους για την εξαγωγή γνώσεων με σκοπό τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών. Αυτές περιλαμβάνουν την εύρεση βέλτιστων ιδιοτήτων του εδάφους, τα ζιζανιοκτόνα και εντομοκτόνα, τόσο για την αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών όσο και για την προστασία του περιβάλλοντος. Ο έλεγχος των ζιζανίων θεωρείται γενικά απαραίτητος για την ανάπτυξη των καλλιεργειών και συχνά αντιμετωπίζεται με ζιζανιοκτόνα. Η χρήση ζιζανιοκτόνων αναφέρουν ότι πρέπει να μειωθεί επειδή έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και δημιουργούν προβλήματα υγείας στους ανθρώπους (Ngo & Kechadi, 2020). Οι Ngo & Kechadi, (2020) στην εργασία τους παρουσιάζουν μέσες ποσότητες ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται σε κάθε ομάδα απόδοσης ορισμένων καλλιεργειών επισημαίνοντας και δείχνοντας ότι οι αυξήσεις ζιζανιοκτόνων δεν αυξάνουν την απόδοση της καλλιέργειας. Έτσι αυτοί προτείνουν ένα συνολικό πλαίσιο για την ενσωμάτωση διαφόρων γεωργικών συνόλων δεδομένων που να είναι ευέλικτο και επεκτάσιμο σε άλλα μεγάλα γεωργικά δεδομένα με κριτήρια την ποιότητα και την ανάλυση μεγάλων δεδομένων ώστε να προκύψουν βέλτιστες ιδιότητες για τα ζιζανιοκτόνα και τα εντομοκτόνα για τις καλλιέργειες που μελετούν με εργαλεία πιο εξελιγμένους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης.

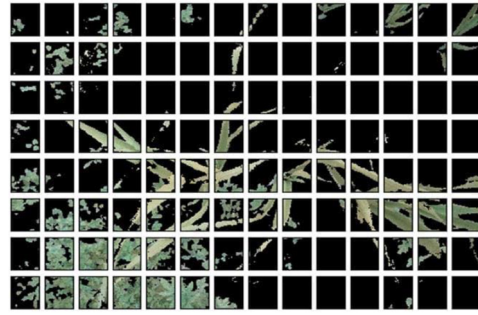


Μέσες ποσότητες ζιζανιοκτόνων.

Τα ζιζάνια μπορούν να αναγνωριστούν χρησιμοποιώντας την τηλεπισκόπηση βάσει των δικών τους φασμάτων μέσω του σχήματος του φύλλου και την οργάνωση του ζιζανίου φυτού.

Ο έλεγχος ζιζανίων γίνεται σήμερα με την εναέρια τηλεπισκόπηση από την αναγνώριση μικρών, απομονωμένων ζιζανίων. Η τηλεπισκόπηση με δορυφόρους είναι κατάλληλη για έλεγχο ζιζανίων που εμφανίζονται σε μεγάλες, πυκνές συστάδες μέσα σε μια καλλιέργεια. Με βάση το έδαφος η εγγύτητα είναι περισσότερο κατάλληλη από την τηλεανίχνευση εντοπισμού και την ταυτοποίηση μικρών, απομονωμένων ζιζανίων σε μια καλλιέργεια. Το Proximal sensing έχει χρησιμοποιηθεί για παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο (López-Granados, 2011). Η διάκριση ζιζανίων από το έδαφος βασίζεται κυρίως σε γραφική ανάκλαση στο κόκκινο τμήμα του το φάσμα έναντι της ανακλαστικότητας στο τμήμα NIR του φάσματος. (LópezGranados, 2011). Ο ψεκασμός ζιζανιοκτόνων σε ειδική περιοχή έχει αναπτυχθεί με διάφορα συστήματα προκειμένου να εντοπιστεί το μολυσμένο μέρος. Χρησιμοποιώντας αυτά τα συστήματα, οι οπτικοί αισθητήρες είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τα συγκεκριμένα φυτά και το έδαφος από την υφή και την υψηλή ανακλαστικότητα τους (Khattab et al, 2016).

Οι Khan *et al*, (2020) στο άρθρο τους *IoT και ασύρματο δίκτυο αισθητήρων βασισμένο σε αυτόνομο ρομπότ καλλιέργειας* προτείνουν ένα δίκτυο κινητής ρομποτικής με βάση το IoT για εφαρμογές γεωργικής εκμετάλλευσης. Τα κύρια και δευτερεύοντα ρομπότ ενσωματώνουν το δίκτυο ασύρματου αισθητήρα και συνδέονται μέσω του πρωτοκόλλου NRF για αξιόπιστη κοινή χρήση δεδομένων αισθητήρα. Το κύριο ρομπότ μεταδίδει επίσης αυτά τα δεδομένα στον διακομιστή IoT.



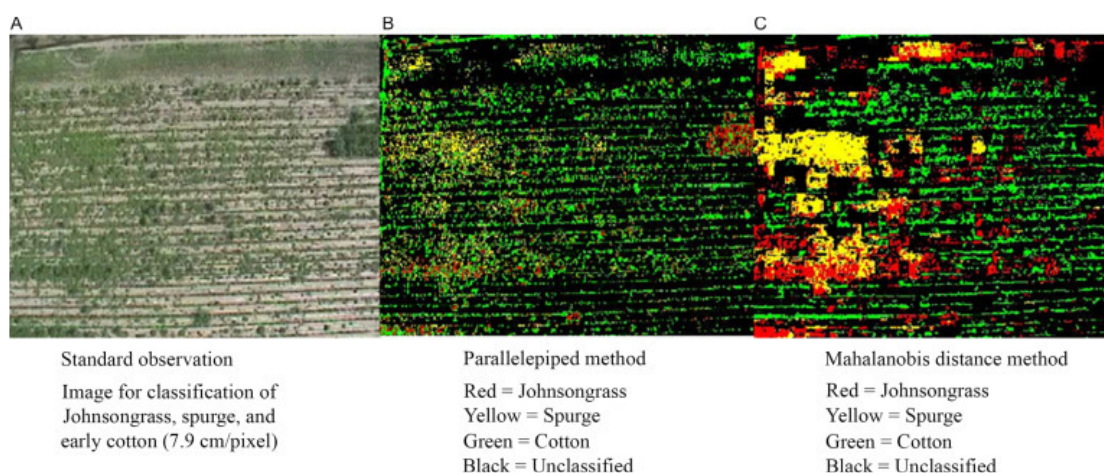
Ακατέργαστη εικόνα που αποκτήθηκε από την κάμερα του ρομπότ

Τμηματοποίηση χρώματος για αφαίρεση φόντου

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτής της έρευνας περιλαμβάνουν την ανίχνευση ζιζανίων μέσω επεξεργασίας εικόνας και αισθητήρες για τη συλλογή φωτός, υγρασίας, υγρασίας, θερμοκρασίας. Τα ρομπότ είναι επίσης εξοπλισμένα με αισθητήρα υπερήχων για την αποφυγή εμποδίων κατά την πλοήγηση. Ο προτεινόμενος αλγόριθμος υπολογιστικής όρασης για την ανίχνευση ζιζανίων βασίζεται σε ανάλυση χαρακτηριστικών υφής και τεχνητά νευρικά δίκτυα. Ο αλγόριθμος εφαρμόζεται σε έναν βασικό υπολογιστή Raspberry Pi 3 για ταξινόμηση εικόνων ζιζανίων και μη ζιζανίων.

Οι Singh et al, (2020) στο άρθρο τους *Μη επανδρωμένα αεροσκάφη για ανίχνευση ζιζανίων ακριβείας και διαχείριση ,προοπτικές και προκλήσεις* αναφέρουν ότι η σύγχρονη διαχείριση ζιζανίων ακριβείας βασίζεται σε συγκεκριμένους τρόπους διαχείρισης για την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας και της απόδοσης χρήσης πόρων, μειώνοντας παράλληλα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τα ζιζανιοκτόνα. Ο εντοπισμός ζιζανίων είναι μια σημαντική δραστηριότητα που βοηθά στη λήψη αποφάσεων στη διαχείριση ζιζανίων και έχει πραγματοποιηθεί από εκπαιδευμένους ειδικούς μέσω εκτεταμένης οπτικής εξέτασης των πεδίων. Οι πρόσφατες εξελίξεις σε εργαλεία που βασίζονται σε μη επανδρωμένα αεροσκάφη (UAS) και στη γεωχωρική τεχνολογία πληροφοριών δημιούργησαν τεράστιες εφαρμογές για αποτελεσματική και οικονομική αξιολόγηση των προσβολών ζιζανίων, καθώς και για τη διαχείριση ζιζανίων για συγκεκριμένους ιστότοπους. Η χρήση των τεχνολογιών που βασίζονται σε UAS για εφαρμογές διαχείρισης ζιζανίων βρίσκεται επί του παρόντος στα πρώτα στάδια της, αλλά αυτό το πεδίο γνώρισε ταχεία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια όσον αφορά την απόκτηση και την ανάλυση των εναέριων δεδομένων. Η χρήση τεχνολογιών που βασίζονται σε UAS για εφαρμογές διαχείρισης ζιζανίων βρίσκεται επί του παρόντος στα πρώτα στάδια της, αλλά αυτό το πεδίο γνώρισε ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια από την άποψη της απόκτησης και ανάλυσης εναέριων δεδομένων.

Υπάρχουν προκλήσεις στην αξιοπιστία της πλατφόρμας UAS, την ικανότητα και την ενσωμάτωση αισθητήρων, την προεπεξεργασία εικόνας, την ποσοτική αξιολόγηση και πρόβλεψη, την ανάπτυξη τελικού προϊόντος και την παράδοση προϊόντων. Αυτή η ανασκόπηση συνοψίζει τις τρέχουσες γνώσεις σχετικά με τη χρησιμότητα των πλατφορμών UAS και των εργαλείων τηλεανίχνευσης για τον εντοπισμό ζιζανίων και τη διαχείριση ζιζανίων ακριβείας. Τα ζιζάνια είναι μεγάλα παράσιτα καλλιεργήσιμων πεδίων που ανταγωνίζονται για νερό, θρεπτικά συστατικά, φως και χώρο και προκαλούν σοβαρές μειώσεις στην απόδοση και την ποιότητα των καλλιεργειών.



Ταξινόμηση εικόνας για τα ζιζάνια (7,9 cm / pixel) χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους: (A) τυπική παρατήρηση, (B) μέθοδος παραλληλεπίπεδου και (C) μέθοδος απόστασης mahalanobis.

Τα χρώματα στα (B) και (C) υποδεικνύουν διαφορετικά ζιζάνια.

Κόκκινο = Johnsongrass,

Yellow = Spurge,

Green = Cotton,

Black = Unclassified.

Οι αγρότες/καλλιεργητές χρησιμοποιούν συχνά μεθόδους για τη διαχείριση ζιζανίων αλλά τα ζιζανιοκτόνα έχουν γίνει η πιο προτιμώμενη μέθοδος τα τελευταία 50 χρόνια. Η αποτελεσματική διαχείριση ζιζανίων εξαρτάται από τον σωστό εντοπισμό αγρών για τον εντοπισμό κυρίαρχων ειδών ζιζανίων και τη χωρική κατανομή τους σε ένα χωράφι. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται μέσω του επιτόπιου εντοπισμού χρησιμοποιούνται για την επιλογή της πιο αποτελεσματικής και οικονομικής αντιμετώπισης ζιζανίων. Ωστόσο, η χειροκίνητη ανίχνευση ζιζανίων είναι μια δύσκολη υπόθεση σε μεγάλες αγροτικές περιοχές, ειδικά σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Συχνά είναι ανακριβές λόγω της κακής χωρικής κάλυψης και της υποκειμενικότητας του ανθρώπου. Η τηλεπισκόπηση παρέχει ακριβή και έγκαιρη συλλογή δεδομένων, η οποία βοηθά στην

εφαρμογή βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στρατηγικών για τη διαχείριση των καλλιεργειών. Η συμπερίληψη της τηλεπισκόπησης σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ζιζανίων μπορεί να συμβάλει στη βελτιστοποίηση της χρήσης ζιζανιοκτόνων και στη μείωση του κινδύνου εξέλιξης της ανθεκτικότητας στα ζιζανιοκτόνα. Ωστόσο, οι επίγειοι αισθητήρες έχουν περιορισμένη χρησιμότητα υπό συνθήκες υγρού εδάφους και οι λειτουργίες είναι περισσότερο χρονοβόρες εάν πρέπει να καλυφθεί μια μεγάλη περιοχή. Επιπλέον, η έλλειψη πληροφοριών σχετικά με τις συνθήκες πεδίου πριν από τις εργασίες ελέγχου ζιζανίων περιορίζει τη σωστή επιλογή και εφαρμογή των επιλογών ελέγχου ζιζανίων. Τα εναέρια συστήματα μπορούν να παρέχουν ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι της επίγειας ανίχνευσης για συγκεκριμένες εφαρμογές. Η τηλεπισκόπηση μέσω δορυφόρου είναι καταλληλότερη από τους επίγειους αισθητήρες για τη συλλογή χωρικών πληροφοριών ευρείας κλίμακας, ιδιαίτερα σε περιφερειακές και ηπειρωτικές κλίμακες και χρησιμοποιείται συχνά για την παρακολούθηση των καλλιεργειών και την εκτίμηση της απόδοσης. Ωστόσο, οι δορυφορικές εικόνες είναι λιγότερο χρήσιμες στο κάλυμμα του cloud και οι χωρικές, φασματικές και ραδιομετρικές αναλύσεις είναι συνήθως χαμηλές. Έτσι, η τηλεπισκόπηση μέσω δορυφόρου δεν επαρκεί για αποτελεσματικές εφαρμογές διαχείρισης ζιζανίων σε μεμονωμένες κλίμακες πεδίου. Η προεπεξεργασία εικόνας και η εξαγωγή πληροφοριών πραγματοποιούνται συνήθως εξωτερικά στη φάση απόκτησης δεδομένων, αν και αναπτύσσονται νέες τεχνολογικές τεχνολογίες για την παροχή προεπεξεργασίας, ανάλυσης και ελέγχου πλοήγησης. Οι κοινές πλατφόρμες UAS είναι πολύ πιο ευέλικτες υπό μεταβλητές καιρικές συνθήκες σε σύγκριση με άλλες πλατφόρμες τηλεπισκόπησης. Η χρήση του UAS φέρνει δυνατότητες αλλαγής στη διαχείριση ζιζανίων στη γεωργία. Η ακριβής γεωργία είναι η εφαρμογή αισθητήρων και γεωχωρικών τεχνικών για τον εντοπισμό παραλλαγών πεδίου και τη διαχείριση τους χρησιμοποιώντας στοχευμένες στρατηγικές. Οι εξελίξεις στις δυνατότητες του αισθητήρα έχουν βελτιώσει την ακρίβεια της ανίχνευσης και της ταξινόμησης ζιζανίων. Οι αισθητήρες επιτρέπουν την αναγνώριση αντικειμένων και όταν συνδυάζονται με προσαρμοστικούς αλγόριθμους μπορούν να προκαλέσουν μια συγκεκριμένη μηχανική απόκριση. Αυτά τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιούν προγραμματισμό τεχνητής νοημοσύνης και νευρωνικά δίκτυα για την επεξεργασία εικόνας σε πραγματικό χρόνο και τη λήψη αποφάσεων. Η αλληλεπίδραση ζιζανίων, καλλιεργειών και εδάφους εισάγει πολυπλοκότητα στο σύστημα.

Υπάρχουν πολλές προκλήσεις με την τρέχουσα τεχνολογία UAS για τη διευκόλυνση της αποτελεσματικής αναγνώρισης και διαφοροποίησης ειδών ζιζανίων. Μερικές από τις αξιοσημείωτες προκλήσεις περιλαμβάνουν την πλοήγηση UAS, προκλήσεις πτήσεων δυνατότητες αισθητήρα; ζητήματα απόκτησης, διαχείρισης και ανάλυσης δεδομένων · και ρυθμιστικοί παράγοντες. Η πλειοψηφία αυτών των προκλήσεων είναι κοινές σε εφαρμογές τηλεμεταφοράς που βασίζονται σε UAS στη γεωργία.

Οι Skacevet al., (2020) στο άρθρο τους *Σχετικά με την ανάπτυξη του εργαλείου αυτόματης ανίχνευσης ζιζανίων* αναφέρουν ότι ο στόχος αυτού του έργου είναι η ψηφιοποίηση και η βελτίωση της γεωργικής βιομηχανίας. Το εργαλείο που δημιούργησαν χρησιμοποιείται για την ανίχνευση ζιζανίων, επιτρέποντας στους αγρότες να εντοπίζουν και να το αφαιρούν εύκολα. Κατά τη διάρκεια της έρευνας σε τομείς που απαιτούσαν ψηφιοποίηση, ο έλεγχος των ζιζανίων ήταν ένα από τα πιο δύσκολα ζητήματα. Το ζιζάνιο ανταγωνίζεται και ξεπερνά άλλα φυτά στον αγώνα για τη διατροφή, το νερό και το φως του ήλιου. Στη μάχη ενάντια στο ζιζάνιο, υπάρχουν πολλές διαφορετικές τακτικές. Όπως η χειροκίνητη αφαίρεση ζιζανίων, η οποία χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό σε μικρότερους κήπους και γκαζόν (μια πολύ αποτελεσματική αλλά απαιτητική και χρονοβόρα μέθοδος), η μηχανική κατεργασία μπορεί να αφαιρέσει ζιζάνια γύρω από φυτά σε διάφορα σημεία της διαδικασίας καλλιέργειας και αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερες εκτάσεις (δεν είναι τόσο ακριβής όσο η χειροκίνητη αφαίρεση, αλλά είναι πολύ πιο γρήγορη), ζιζανιοκτόνα, μια από τις ευκολότερες και ταχύτερες αλλά και πιο βλαβερές μεθόδους αφαίρεσης ζιζανίων (τα ζιζανιοκτόνα σκοτώνουν ορισμένους στόχους αφήνοντας την επιθυμητή καλλιέργεια σχετικά αβλαβής). Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι για την απομάκρυνση των ζιζανίων, αλλά η ομοιότητα μεταξύ όλων αυτών είναι ο χρόνος. Το μεγαλύτερο πρόβλημα με το ζιζάνιο είναι να ανακαλυφθεί εγκαίρως, διότι μεγαλώνει πολύ γρήγορα και μπορεί να προκαλέσει μεγάλη ζημιά στην καλλιέργεια, προτού οι αγρότες έχουν την ευκαιρία να το αφαιρέσουν. Οι ερευνητές σε σχέση με τους μηχανισμούς ανίχνευσης ζιζανίων και UAV κατέληξαν στη δημιουργία ενός πρόσθετου εργαλείου/ πλατφόρμας. Χρησιμοποίησαν ένα δίκτυο με εικόνες (με και χωρίς ζιζάνια) που χρησιμοποιούνται στον αλγόριθμο για την ανίχνευση ζιζανίων σε μια δεδομένη εικόνα.

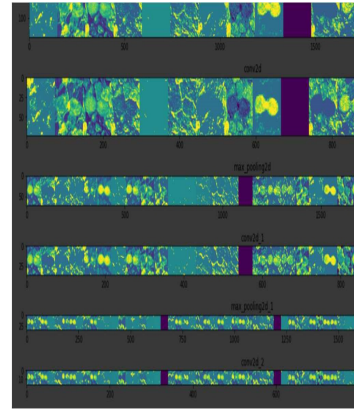




Παράδειγμα «χωρίς  
ζιζάνια»



Παράδειγμα «ζιζανίων»



Η εικόνα διέρχεται από  
επίπεδα

Οι εικόνες συγκεντρώνονται από μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV's) που είναι πιο γνωστά ως drone. Τα drone είναι εξοπλισμένα με υπερσύγχρονες κάμερες, συστήματα παρακολούθησης με αισθητήρες. Η χρήση του μηχανήματος έχει ως αποτέλεσμα

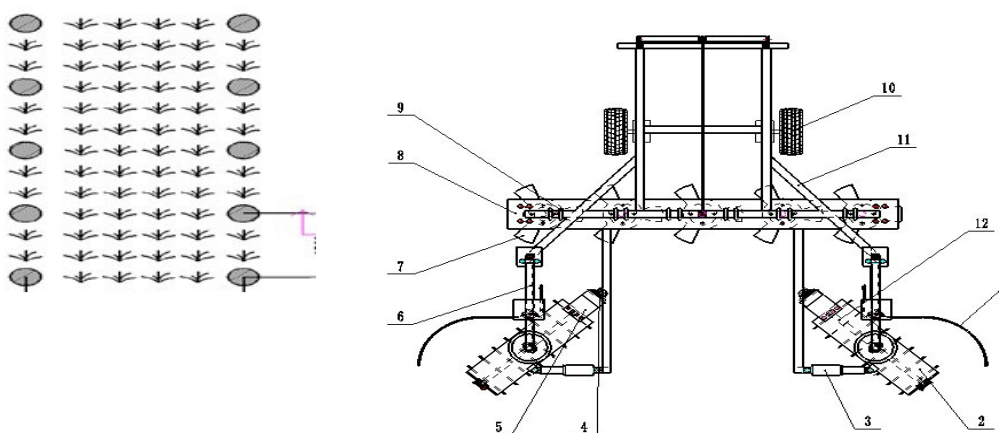
- Καταμέτρηση καλλιεργειών
- Ανίχνευση διαρροών
- Παρακολούθηση καλλιεργειών
- Εκτίμηση εδάφους
- Προγραμματισμός συγκομιδών
- Ανίχνευση παρασίτων

Για ανίχνευση ζιζανίων, γίνεται χρήση κηφώνων VTOL για τη φορητότητα και την ακρίβειά τους. Τοποθετείται με ελαφριές, προσαρμόσιμες, πολυφασματικές κάμερες με RGB και υπέρυθρους αισθητήρες. Η ανίχνευση ζιζανίων με αυτόν τον τρόπο αυξάνει την αποτελεσματικότητα και είναι η καλύτερη εναλλακτική λύση για τον χειροκίνητο έλεγχο.

Οι Wang et al, (2020) στο άρθρο τους *Σχεδιασμός αμπελώνων με σύστημα αποφυγής εμποδίων από ζιζάνια*, αναφέρουν πως το παραδοσιακό πρόβλημα στις καλλιέργειες αμπελώνων αναφέρεται στα ζιζάνια μεταξύ των σειρών, και το επακόλουθο πρόβλημα μεταξύ των φυτών αυξάνει το κόστος της παραγωγής σταφυλιών. Προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα του ζιζανίου μεταξύ των σειρών και των εγκαταστάσεων, και για να μειώσει το κόστος παραγωγής των σταφυλιών, αυτό το άρθρο αναφέρεται στον σχεδιασμό ενός μηχανήματος σε αμπελώνες που μπορεί να αφαιρέσει τα ζιζάνια μεταξύ των σειρών και μεταξύ των εγκαταστάσεων. Κατά την αφαίρεση των ζιζανίων μεταξύ των εγκαταστάσεων, με ακρίβεια και ταχύτητα, αποφεύγει τη ζημία στα αμπέλια. Το

μηχάνημα απευθύνεται κυρίως σε αμπελώνες με διάστιχο 2,8 μ. και απόσταση φυτών 1,5μ.

Η συσκευή τριών σημείων χρησιμοποιείται για να κρεμάσει τα λειτουργικά μέρη πίσω από το τρακτέρ για τα ζιζάνια. Η απαιτήσεις του μηχανήματος μεταξύ των σειρών είναι χαμηλή, το ζιζάνιο είναι ικανοποιητικό, και οι ρίζες δεν μπορούν να αφαιρεθούν εντελώς. Το πιο σημαντικό, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του μεταξύ των φυτών της άμπελου είναι να μην υποστούν βλάβη. Η βασική ιδέα του σχεδιασμού είναι η εξής: το μέρος μεταξύ των φυτών εισάγεται σε γωνία για την σωστή εκτέλεση και το άλλο μέρος βρίσκεται μεταξύ των σειρών για το ζιζάνιο. Όταν το μηχάνημα μεταξύ των φυτών πρόκειται να χτυπήσει το αμπέλι, ο αισθητήρας θα στείλει ένα σήμα στο κέντρο ελέγχου για να εκτελέσει τη δράση του τιμονιού, έτσι ώστε το μηχάνημα εκ των προτέρων μεταξύ των φυτών θα είναι μακριά από το αμπέλι, και η ταχύτητα της συσκευής θα μειωθεί για να αποφευχθεί ο τραυματισμός στο αμπέλι.



Σχεδιάγραμμα

Βασική δομή του μηχανήματος αποφυγής εμποδίων αμπελώνων

Τα μέρη του μηχανήματος μεταξύ των σειρών σχεδιάζονται για να κόψουν τα ζιζάνια με την κοπή των μίσχων ζιζάνιων όταν τα αγγίζουν οι λεπίδες του περιστρεφόμενου κόπτη υψηλής ταχύτητας τους μίσχους των ζιζάνιων, αλλά ο σκοπός της αφαίρεσης των ζιζάνιων είναι να διατηρηθεί το νερό. Η μέγιστη διάμετρος του κόπτη είναι 450mm, έτσι πέντε περιστροφικοί κόπτες απαιτούνται για να συνεργαστούν συγχρόνως για να αφαιρέσουν τα ζιζάνια μεταξύ των σειρών.

Το ζιζάνιο μεταξύ των καλλιεργειών απαιτεί αποδοτικότερα εργαλεία για τα ζιζάνια επειδή είναι απαραίτητο να αφαιρεθούν τα ζιζάνια μεταξύ των εγκαταστάσεων και να χαλαρώσει το χώμα μεταξύ των εγκαταστάσεων, το οποίο βοηθά τα αμπέλια να απορροφήσουν τις θρεπτικές ουσίες καλύτερα. Ο τύπος λεπίδων επιλέγεται από το δίσκο

με μια εγκοπή, επειδή η ικανότητά του να αφαιρέσει τα ζιζάνια είναι σχετικά ισχυρή, η απόδοση του χόματος είναι σχετικά ισχυρή, και είναι ευκολότερο να γυρίσει το χώμα. Οι Helali et all (2020) στο άρθρο τους *Επιπτώσεις διαφορετικών ζιζανιοκτόνων στον έλεγχο ζιζανίων στα σταφύλια*, αναφέρουν ότι η καλλιέργεια σταφυλιών είναι μία από τις πιο κερδοφόρες αγροκαλλιεργητικές επιχειρήσεις στην Ινδία. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο πλήρης ανταγωνισμός εποχής λόγω των μη διαχειριζόμενων ζιζανίων θα μπορούσε να προκαλέσει μειώσεις απόδοσης μέχρι 37%, το βάρος ζαχαροκάλαμου κατά 68%, τον αριθμό συστάδων ανά αμπέλου κατά 28% και το βάρος μούρων κατά 3% (Byrne και Howell, 1978) . Η απειλή των ζιζανίων θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς στην παραγωγή σταφυλιών, καθώς τα ζιζάνια έχουν μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στο δυσμενές περιβάλλον και μεγαλύτερες δυνατότητες διαίωσισης σε σύγκριση με τα καλλιεργούμενα είδη φυτών. Τα ζιζάνια θέτουν σε κίνδυνο την παραγωγικότητα των καλλιεργειών μέσω του ανταγωνισμού για τους φυτικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένου του νερού, των θρεπτικών συστατικών του εδάφους και του φωτός. Η χλωρίδα γενικά, ποικίλλει ανάλογα με το κλίμα και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Τα ζιζανιοκτόνα έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμα για τον έλεγχο των ζιζανίων στην αμπελοκαλλιέργεια. Ωστόσο, λόγω της ευαισθησίας της αμπέλου σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα, οι καλλιεργητές πρέπει να είναι προσεκτικοί κατά την επιλογή και την εφαρμογή του κατάλληλου ζιζανιοκτόνου με τον κατάλληλο ρυθμό. Το πείραμα σε πεδίο πραγματοποιήθηκε σε ποικιλία του σταφυλιού (*Vitis vinifera L.*), μετά το κλάδεμα του οκτωβρίου του 2019 για να δοκιμαστεί η επίδραση των διαφόρων ζιζανιοκτόνων για τον έλεγχο των ζιζανίων στους αμπελώνες σε ξηρό κλίμα ζώνης της πειραματικής περιοχής στη βόρεια ξηρή αγροτική ζώνη της Καρνάτακα (Ζώνη-3). Η δοκιμή σχεδιάστηκε σε τυχαίοποιημένο πλήρες μπλοκ (RCBD), έχοντας δέκα θεραπείες με τρεις αναπαραγωγές. Αυτά τα αμπέλια ανατράφηκαν στο ριζοβολία Dog Ridge σε απόσταση 3.0x1.5 μ. Τέσσερα αμπέλια επιλέχθηκαν ως οικόπεδο μονάδα. Δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας, από το πείραμα δηλαδή βλάβη στην άκρη/επιφάνεια των φύλλων, μαρασμό, καθαρισμός φλεβών, νέκρωση και την θεραπειών ζιζανιοκτόνων.

Οι Pandey et all (2020) στο άρθρο *μια λογοτεχνική ανασκόπηση μη ζιζανιοκτόνου, ρομποτική: δεκτης προόδου*, αναφέρουν ότι τα ζιζάνια είναι από τα κύρια παράσιτα στη αγροτική παραγωγή, με άνοδο του αριθμού ζιζανιοκτόνων-ανθεκτικών πληθυσμών ζιζανίων. Οι ερευνητές παρουσιάζουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση διαχείρισης των που ενσωματώνει πολλαπλές στρατηγικές και είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική

διαχείριση των ζιζανίων. Ο αυτόνομος, μηχανικός έλεγχος των ζιζανιοκτόνων είναι ένα κρίσιμο μέτρο σε οποιοδήποτε ολοκληρωμένο πρόγραμμα διαχείρισης των ζιζανιοκτόνων. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στην ανάπτυξη ρομποτικών συστημάτων ελέγχου των ζιζανίων, ιδιαίτερα σε σχέση με τη βελτίωση της πλοήγησης, του ελέγχου και των μεθόδων ανίχνευσης των ζιζανίων που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη. Το έργο αναφέρεται στην καθοδήγηση ενός ρομπότ, με βάση το έδαφος μέσα από ένα πεδίο για την αποτελεσματική διαχείριση των καλλιεργειών, του οποίου η κίνηση περιορίζεται στην κίνηση παράλληλα με προϋπάρχουσες σειρές καλλιεργειών μέσα στο πεδίο. Επιπλέον, είναι σημαντικό οι παραγόμενες τροχιές να είναι σχεδόν βέλτιστες.

Οι Mainardis et al, (2020) στο άρθρο τους *Σύγκριση μεταξύ ελέγχου ζιζανίων φλόγας, κοπής και οργώματος στον αμπελώνα: Επίδρασεις στην κοινότητα των φυτών, την ποικιλομορφία και την αφθονία*, αναφέρουν ότι η επίδραση των διαφορετικών τεχνικών διαχείρισης για τον έλεγχο των φυτών στον αμπελώνα συγκρίθηκαν στις παρούσες εργασίες, εστιάζοντας στην ποικιλομορφία των φυτών και την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης σε ένα πείραμα δύο ετών στην κοινότητα των αμπελώνων. Το ζιζάνιο φλόγας που τροφοδοτείται από βιομάζα (με δύο εντάσεις) εφαρμόστηκε ως καινοτόμος τεχνική ελέγχου εγκαταστάσεων σε αντίθεση με τις πρακτικές οργωμάτων και κοπής. Η λειτουργική ανάλυση έδειξε ότι η διαχείριση σειρών επηρέασε σημαντικά τη συχνότητα των ετήσιων φυτών, το ύψος των φυτών, το δείκτη βάθους ρίζας και την εμφάνιση φυτών με όργανα αποθήκευσης. Όσον αφορά τη σύνθεση των ειδών, διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές: μόνο οι δύο φλεγόμενες θεραπείες (π.χ. ήπια έναντι έντονης) και το απαλό φλεγόμενο vs κούρεμα είχαν σταθερή σύνθεση ειδών. Κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2018 και 2019 πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα πεδίου για να συγκριθεί η επίδραση των φλεγόμενων (με δύο εντάσεις), του οργωμάτων και του κουρέματος στον έλεγχο των ζώων στη σειρά του αμπελώνα. Μονόπλευρη φλόγα εφαρμόστηκε με ένα πρωτότυπο βιομάζας, που αποτελείται από μια χοάνη καυσίμων. Πραγματοποιήθηκαν τρεις εφαρμογές ετησίως, με μέση ταχύτητα αντίστοιχα 4,1 km/h. Η πειραματική περιοχή περιελάμβανε 16 σειρές δοκιμών (δηλαδή, 4 κύριες επεξεργασίες x 4 τεμάχια)· σε κάθε σειρά, 4 σημεία δειγματοληψίας κατανεμήθηκαν ομοιόμορφα εντός της διαθέσιμης θέσης μεταξύ των φυτών αμπέλου και της θέσης αμπέλου, για συνολικά 64 μέτρα. Η επιλογή αυτή έγινε, δεδομένου ότι η θέση αυτή θεωρήθηκε ιδιαίτερα αντιπροσωπευτική για την αποτελεσματικότητα του ελέγχου των γραμμών, ως ένας από τους πιο δύσκολους τομείς διαχείρισης. Τα πραγματικά

ευρήματα υποδεικνύουν ότι οι κοινότητες των αμπελώνων στις σειρές των αμπελώνων διαμορφώνονται έντονα από την εφαρμοσμένη τεχνική διαχείρισης, η οποία δρα κυρίως επηρεάζοντας την αφθονία των φυτών και τη σύνθεση των ειδών. Το καινοτόμο δοκιμασμένο ζιζάνιο φλόγας που τροφοδοτείται από βιομάζα έδειξε ότι περιέχει την κάλυψη των ζιζάνιων (που χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο της φυτικής βιομάζας) και το ύψος των φυτών. . Με την υιοθέτηση μιας βιώσιμης προσέγγισης ενός περιβάλλοντος χωρίς ζιζανιοκτόνα, πρέπει να διερευνηθούν πρόσθετες τεχνικές ελέγχου των ζιζανιοκτόνων, όπως οι καλλιέργειες κάλυψης. Επιπλέον, η διαφοροποίηση των μεθόδων ελέγχου των αμπελώνων θα μπορούσε να επιτευχθεί σε μια πιο βιώσιμη διαχείριση των αμπελώνων, αυξάνοντας την οικολογική ποικιλομορφία του οικοσυστήματος. Η καινοτόμος διαχείριση προτάθηκε ως φιλική προς το περιβάλλον προσέγγιση συνδυάζοντας βιολογικές, χημικές, πολιτιστικές και μηχανικές μεθόδους . Η στρατηγική αυτή συνίσταται για την αύξηση της απόδοσης και στην ελαχιστοποίηση της οικονομικής ζημίας, στη μείωση ταυτόχρονα των κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία και του περιβάλλοντος και για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Οι Mainardis et al (2020) σύγκριναν διάφορες τεχνικές (έντονο και απαλό φλεγόμενο, κούρεμα, όργωμα) για να καθοριστεί η αποτελεσματικότητα του ελέγχου στους αμπελώνες, εστιάζοντας στην ανταπόκριση της φυτικής κοινότητας και της αποδοτικότητας των φυτών, δεδομένης της περιβαλλοντικής σημασίας των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Το όργωμα και η φλόγα αποδείχθηκαν αποδοτικότερα από το κούρεμα στα φυτά ελέγχου, ενώ ο αριθμός των ειδών ήταν ουσιαστικά αμετάβλητος μεταξύ των διαφορετικών εφαρμοσμένων τεχνικών. Επιβεβαιώθηκε ότι η ανάλυση των λειτουργικών χαρακτηριστικών των φυτών είναι εξαιρετικά κατατοπιστική κατά την αξιολόγηση της ανταπόκρισης των φυτικών κοινοτήτων στις πρακτικές διαχείρισης των αμπελώνων, ειδικά σε σύγκριση με τους συνήθεις δείκτες ταξινομικής ποικιλομορφίας. Τα ευρήματά μας έδειξαν ότι το φλεγόμενο πρέπει να ληφθεί υπόψη σε ένα βιώσιμο μοντέλο διαχείρισης αμπελώνων, καθώς μετατοπίζει την κοινότητα των φυτών σε μια ιδιόμορφη και ευνοϊκή σύνθεση για ευκολότερη διαχείριση. Επιπλέον, η φλεγόμενη διατηρημένη φυτική ποικιλομορφία, συμβάλλοντας στη βιώσιμη προοπτική της γεωργίας. Οι μηχανικές πρακτικές αποδείχθηκαν είτε λιγότερο αποτελεσματικές (π.χ. κούρεμα) είτε να παράγουν διαταραχές υψηλής συχνότητας στο έδαφος (δηλαδή όργωμα). Ωστόσο, τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά, συμπεριλαμβανομένου των επιπτώσεων σχετικά με τον ανταγωνισμό των καλλιεργειών και τα είδη που επιμένουν στον αμπελώνα.

Οι Valencia-Gredilla et al (2020) στο άρθρο τους *Διαφορετικά συστήματα διαχείρισης κάλυψης βλάστησης εδάφους για τη διαχείριση του Cynodon dactylon σε έναν αρδευόμενο αμπελώνα*, μας αναφέρουν ότι τα σταφύλια είναι μια από τις πιο σημαντικές και κερδοφόρες καλλιέργειες στον κόσμο. Όμως η παραγωγή σταφυλιών μπορεί να μειωθεί λόγω της παρουσίας των ζιζανίων στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών με ανταγωνισμό για το νερό και τα θρεπτικά συστατικά. Ο έλεγχος των ζιζανιοκτόνων στους αμπελώνες πραγματοποιείται συνήθως με εφαρμογές όπως το όργωμα ή με τη χρήση ζιζανιοκτόνων. Οι Valencia-Gredilla et al αναφέρουν ότι το γεγονός αυτό κάνει έντονη την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των πρακτικών κάλυψης εδάφους και των τεχνικών ελέγχου των ζιζανίων. Στη μελέτη τονίζεται η σημασία της γνώσης για το πώς η διαχείριση της βλάστησης επηρεάζει τη χλωρίδα των ποσών για τη βελτίωση της βιωσιμότητας των συστημάτων παραγωγής σταφυλιών κρασιού. Εντούτοις, οι εφαρμογές ζιζανιοκτόνων έχουν αλλάξει με την πάροδο του χρόνου για διαφορετικούς λόγους. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε εμπορικό αμπελώνα οινοποίησης στο Raimat, τα εφαρμοσμένα ζιζανιοκτόνα ήταν glyphosate. Αρχικά, υπήρξε μια σημαντική προσβολή, τόσο εντός όσο και μεταξύ των σειρών του C. dactylon, και αυτό εκτιμήθηκε μεταξύ 4% και 10% στην αρχή του πειράματος. Πραγματοποιήθηκε ένας εντελώς τυχαίος σχεδιασμός, με τέσσερα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης του εδάφους.

Οι Dankhara et al (2019) στην έρευνά τους *Ανάλυση ισχυρών τεχνικών ανίχνευσης ζιζανίων με βάση το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)* αναφέρουν τις σύγχρονες τεχνικές γεωργικής καλλιέργειας με χρήση ζιζανιοκτόνου με στόχο τα ανεπιθύμητα ζιζάνια στα αγροκτήματα. Χρησιμοποιώντας αυτά τα ζιζανιοκτόνα, τα οποία έχουν οξεία τοξικότητα, υπάρχουν επιβλαβείς επιπτώσεις, ακόμη και μετά από μόνο μία κατάποση. Νέες και αποτελεσματικές προσεγγίσεις με τη χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) αναπτύσσονται για την ανάπτυξη μοντέλου ανίχνευσης, για τη μείωση της ανθρώπινης παρέμβασης επί τόπου και ενίσχυση του μοντέλου κατάρτισης με την εξέταση των δεδομένων που αποθηκεύονται στο διακομιστή. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν αυθεντικά ρομπότ χρόνου που μπορούν να ανιχνεύσουν με ακρίβεια τις εγκαταστάσεις και έτσι να τις ταξινομήσουν σε καλλιέργειες και ζιζάνια, χρησιμοποιώντας το κατηγορηματικό εκπαιδευμένο μοντέλο. Με την ανάκτηση και την αποθήκευση των πληροφοριών που βασίζονται στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), η οποία μπορεί να προσεγγιστεί από το ρομπότ ανίχνευσης ζιζάνιο σε αληθινό χρόνο. Η εφαρμογή ευφυών αυτόνομων ρομπότ που χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων

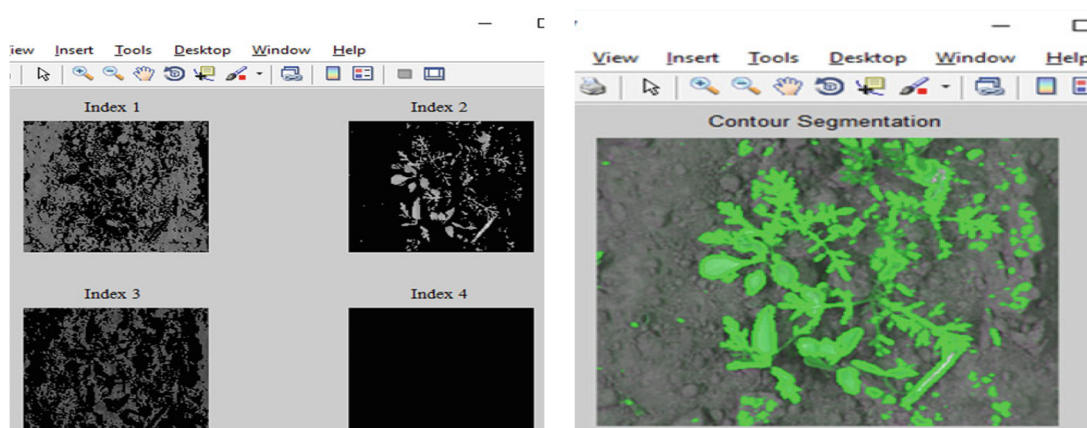
(IoT) στον γεωργικό τομέα μπορεί να οδηγήσει σε έντονη μείωση της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης και των προσπαθειών που απαιτούνται σε διάφορα γεωργικά καθήκοντα. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) στην ανίχνευση ζιζανίων θα βοηθήσει το χρήστη/καλλιεργητή για να αφαιρέσει τα ζιζάνια. Ως εκ τούτου, η χρήση εκλεκτικού ζιζανιοκτόνου με βάση το IoT μπορεί να βοηθήσει σε σημαντική μείωση της ποσότητας των ζιζανιοκτόνων και κατά συνέπεια να μειώσει τη διαδικασία χωρίς σημαντικές ανθρώπινες απαιτήσεις στο πεδίο. Ουσιαστικό και ζωτικής σημασίας μέλημα είναι να μοντελοποιηθεί ένα έξυπνο ρομπότ που είναι σε θέση να ταξινομήσει με ακρίβεια για να αυξήσει την παραγωγικότητα στη συνέχεια.



Τύπος ζιζανίου φύτεια σε σειρά ανίχνευση ζιζανίου

Η χρήση ρομπότ είναι επίσης ευεργετική σε σχέση με το ζιζανιοκτόνο, το οποίο μειώνει δραστικά τη χρήση ζιζανιοκτόνου στον τομέα, βοηθώντας στη μείωση πολλών προβλημάτων υγείας.

Οι Karthikeyan et al, (2021) στην εργασία τους Αναγνώριση ζιζανίων στον τομέα της γεωργίας μέσω του IoT αναφέρουν το IoT ως μια εξελισσόμενη ευφυή τεχνολογία για τη γεωργία. Οι Karthikeyan et al, (2021) χρησιμοποίησαν περίπλοκα νευρωνικά δίκτυα (CNNs) και την μέθοδο ακρίβειας και προσπάθησαν διακρίνουν τα ζιζάνια από την καλλιέργεια με σκοπό τον εντοπισμό του ζιζανίου και την εφαρμογή συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στα φυτά.



Αντικείμενο αναγνωρισμένης εικόνας

Εικόνα ανίχνευσης χρώματος

Τα χαρακτηριστικά σχήματος των φυτών χρησιμοποιούνται κυρίως για την ταυτοποίηση του ζιζανίου στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης των φυτών. Λόγω της διαφοράς των χαρακτηριστικών του σχήματος των ζιζανίων στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης, μπορεί να γίνει η διάκριση καλλιέργειας και ζιζανίου.



## Βιβλιογραφία

- Bhattacharjee, A., Das, P., Basu, D., Roy, S., Ghosh, S., Saha, S., ... & Rana, TK (2017, Οκτώβριος). Έξυπνη καλλιέργεια χρησιμοποιώντας IOT. Το 8ο Ετήσιο Συνέδριο Πληροφορικής, Ηλεκτρονικής και Κινητής Επικοινωνίας IEEE 2017 (IEMCON) (σελ. 278-280). IEEE.
- Bhong, V. S., Waghmare, D. L., Jadhav, A. A., Bahadure, N. B., Bhaldar, H. K., & Vibhute, A. S. (2020). Design farming robot for weed detection and herbicides applications using image processing. In *Techno-societal 2018* (pp. 413-422). Springer, Cham
- Castro, A. I., Jurado-Expósito, M., Peña-Barragán, J. M., & López-Granados, F. (2012). Airborne multi-spectral imagery for mapping cruciferous weeds in cereal and legume crops. *Precision Agriculture*, 13(3), 302-321.
- Chettri, L., & Bera, R. (2019). Μια ολοκληρωμένη έρευνα για το Internet of Things (IoT) προς τα ασύρματα συστήματα 5G. *IEEE Internet of Things Journal*, 7 (1), 16-32.
- Fotiadis, E. A., Pritsa, T. S., Vardavakis, E., & Lolos, P. C. (2009). Growth of weed and crop plants under cadmium stress and their phytoremediation potential. *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(2), 175-181.
- Helali, D., Reddi, S. G., Basavaraj, P., Mallikarjun, A., Ramanagouda, S. H., & Siddanna, T. (2020). Impact of different herbicides on weed control in grape (*Vitis vinifera* L.) cv. '2A clone'. *IJCS*, 8(5), 288-291.
- Karthikeyan, P., Manikandakumar, M., Subarnaa, D. S., & Priyadharshini, P. (2021). Weed Identification in Agriculture Field Through IoT. In *Advances in Smart System Technologies* (pp. 495-505). Springer, Singapore.
- Khan, A., Aziz, S., Bashir, M., & Khan, M. U. (2020, March). IoT and Wireless Sensor Network based Autonomous Farming Robot. In *2020 International Conference on Emerging Trends in Smart Technologies (ICETST)* (pp. 1-5). IEEE.
- Khattab, A., Abdelgawad, A., Yelmarthi, K.: Design and implementation of a cloud-based IoT scheme for precision. In: 2016 28th International Conference on Microelectronics (ICM), Giza, 201–204 (2016).
- Lamb, D. W., & Brown, R. B. (2001). Pa—precision agriculture: Remote-sensing and mapping of weeds in crops. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 78(2), 117-125.

- López-Granados, F. (2011). Weed detection for site-specific weed management: mapping and real-time approaches. *Weed Research*, 51(1), 1-11.
- Mainardis, M., Boscutti, F., Rubio Cebolla, M. D. M., & Pergher, G. (2020). Comparison between flaming, mowing and tillage weed control in the vineyard: Effects on plant community, diversity and abundance.
- Moreno, H., Valero, C., Bengochea-Guevara, J. M., Ribeiro, Á., Garrido-Izard, M., & Andújar, D. (2020). On-Ground Vineyard Reconstruction Using a LiDAR-Based Automated System. *Sensors*, 20(4), 1102.
- Ngo, V. M., & Kechadi, M. T. (2020, January). Crop knowledge discovery based on agricultural big data integration. In *Proceedings of the 4th International Conference on Machine Learning and Soft Computing* (pp. 46-50).
- Pandey, P., Dakshinamurthy, H. N., & Young, S. (2020). A Literature REVIEW OF NON-HERBICIDE, ROBOTIC WEEDING: A Decade OF PROGRESS.
- Singh, V., Rana, A., Bishop, M., Filippi, A. M., Cope, D., Rajan, N., & Bagavathiannan, M. (2020). Unmanned aircraft systems for precision weed detection and management: Prospects and challenges. In *Advances in Agronomy* (Vol. 159, pp. 93-134). Academic Press.
- Skacev, H., Micovic, A., Gutic, B., Dotilic, D., Vesic, A., Ignjatovic, V., ... & Zivkovic, M. (2020, May). On the Development of the Automatic Weed Detection Tool. In *2020 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC)* (pp. 123-126). IEEE.
- Valencia-Gredilla, F., Royo-Esnal, A., Juárez-Escario, A., & Recasens, J. (2020). Different Ground Vegetation Cover Management Systems to Manage *Cynodon dactylon* in an Irrigated Vineyard. *Agronomy*, 10(6), 908.
- Wang, H., You, Y., Guo, Z., Zhang, X., Lv, J., & Bai, X. (2020). Design of vineyard obstacle avoidance weeder. In *2020 ASABE Annual International Virtual Meeting* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Zimdahl, R. L. *Fundamentals of Weed Science*, 5th ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2018
- Βυζαντινόπουλος Σ. (1994). Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση των ζιζανίων Γεωργία και Ανάπτυξη. Μάιος (1994): 18-20, 62-69
- Γέμτος, Θ., & Καβαλάρης, Χ. (2015). Μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων και εχθρών των φυτών.

- Ελευθεροχωρινός, Η. (2008). Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα
- Κατάκου, Ε. (2015). Βιολογική αντιμετώπιση ζιζανίων των καλλιεργειών στην περιοχή της Μεσσηνιακής Μάνης.
- Κολιπέτσας, Κ. Ε. (2011). *Προσομοίωση ρομποτικών συστημάτων στη γεωργία* (Master's thesis).
- Λόλας, Π. Χ. (2013). Τύχη και Συμπεριφορά στο Περιβάλλον. In Λ. Π. Χ., Ζιζάνια-Ζιζανιοκτόνα "Τύχη και Συμπεριφορά στο Περιβάλλον" (σελ. 589). Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.
- Λόλας, Π. Χ. (2015). Ζιζανιολογία: Ζιζάνια-ζιζανιοκτόνα, τύχη και συμπεριφορά στο περιβάλλον, Αθήνα: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.
- Μενγκέζι, Γ. (2020). *Εφοδιαστική αλυσίδα και τεχνολογίες Industry 4.0* (Master's thesis, Πανεπιστήμιο Πειραιώς).
- Παμπουλάκης, Ν., & Τσόπελα, Ε. (2020). Χρήση Νέων Τεχνολογιών στη διαχείριση των καλλιεργειών.
- Παπαϊωάννου, Ν. Ι. (2006). *Επισκόπηση ζιζανίων αμπελώνων περιοχής Σάμου* (Bachelor's thesis).
- Τζιάπρας, Κ. (2007). *Επισκόπηση ζιζανίων σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών, φασολιού και ελιάς περιφέρειας Λευκωσίας* (Bachelor's thesis).
- <http://www.fytokomia.gr/permalink/9136.html>
- <https://blog.farmacon.gr/katigories/tehniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/1651-i-simasia-tis-ameipsisporas>.
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF\\_%CF%84%CF%89%CE%BD\\_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD).
- [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF\\_%CF%84%CF%89%CE%BD\\_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD)
- <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/1327>
- <https://www.soilwealth.com.au/resources/webinar-recordings/integrated-weed-management-webinar-1-of-3-a-practical-approach-for-vegetable-growers/>
- <https://doi.org/10.1109/ICM.2016.7847850>