



ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ-ΑΓΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Διαχρονική Εξέλιξη των Σπαρτικών Μηχανών Σιτηρών και Μικρών
Σπόρων»*



Όνομα Φοιτητή: Τριανταφυλλούδης Αναστάσιος
Επιβλέπων Καθηγητής: Ράπτης Ιωάννης

Λάρισα 2025

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τις σπουδές μου στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και πιο συγκεκριμένα στο Τμήμα Αγροτεχνολογίας στην Λάρισα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ράπτη Ιωάννη για την αμέριστη υποστήριξή του, την καθοδήγηση και το χρόνο που μου διέθεσε δίνοντας οδηγίες και συμβουλές για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να πω και ένα μεγάλο ευχαριστώ τόσο στην οικογένειά μου για την ηθική υποστήριξη αλλά και την υπομονή που έδειξε μαζί μου, όσο και στους συμμαθητές και φίλους μου πλέον, σε όλο το διάστημα των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	2
Περίληψη.....	4
Abstract	5
Εισαγωγή.....	6
1.1. Ιστορική Αναδρομή των Σπαρτικών Μηχανών	6
1.2. Εξελίξεις κατά τον 19 ^ο αιώνα	8
1.3. Εκμηχάνιση των σπαρτικών μηχανών	10
1.4. Παγκόσμια ανάπτυξη σπαρτικών μηχανών.	13
Κεφάλαιο 2	16
Σύγχρονες Σπαρτικές μηχανές	16
2.1. Περιγραφή και τρόποι σποράς σήμερα.....	16
2.2. Μέρη & Τύποι Σπαρτικών Μηχανών	20
2.3. Συγκριτική ανάλυση των διαφορετικών τύπων σπαρτικών μηχανών.	39
2.4. Εφαρμογές και πλεονεκτήματα.....	41
2.5. Κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις από την χρήση των σύγχρονων σπαρτικών μηχανών	43
Κεφάλαιο 3	47
Τεχνολογικές Εξελίξεις και Καινοτομίες στις Σπαρτικές Μηχανές.	47
3.1. Ηλεκτρομηχανικές σπαρτικές μηχανές.....	47
3.2. Συστήματα GPS, GIS και αυτόματη καθοδήγηση	50
3.3. Αισθητήρες και τεχνολογίες ακριβείας	51
3.4. Ρομποτικές Σπαρτικές Μηχανές	52
Κεφάλαιο 4	56
Προκλήσεις και Μελλοντικές Προοπτικές.....	56
4.1. Τεχνολογικές προκλήσεις και λύσεις.....	56
4.2. Βελτιώσεις στην απόδοση και ακρίβεια.....	59
4.3. Μελλοντικές τάσεις και καινοτομίες	61
Συμπεράσματα.....	69
Βιβλιογραφικές Αναφορές	70

Περίληψη

Οι σπαρτικές μηχανές αποτελούν ένα από τα πιο κρίσιμα γεωργικά εργαλεία για τη σωστή και αποδοτική σπορά των καλλιεργειών. Πριν από την ανάπτυξη των μηχανημάτων αυτών, η σπορά γινόταν με το χέρι, ενώ με την εισαγωγή των μηχανών, η γεωργία γνώρισε μεγάλη άνθηση.

Πλεονεκτήματα, όπως η σωστή τοποθέτηση των σπόρων σε συγκεκριμένα βάθη και αποστάσεις και η ομοιόμορφη διανομή τους στο χωράφι βελτιώνουν τη βλάστηση, μειώνουν την απώλεια σπόρων και προάγουν τη βέλτιστη χρήση των φυσικών πόρων, όπως είναι το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, ενώ συγχρόνως η χρήση τους έχει μειώσει σημαντικά την ανάγκη για ανθρώπινη εργασία, αυξάνοντας έτσι την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων.

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να μελετήσει τη διαχρονική εξέλιξη των σπαρτικών μηχανών σιτηρών και μικρών σπόρων, αναλύοντας τις τεχνολογικές καινοτομίες που έχουν αλλάξει την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια της σποράς στη γεωργία. Η κατανόηση της εξέλιξης αυτών των μηχανημάτων είναι κρίσιμη για να εκτιμήσουμε τον ρόλο τους στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής και τη συμβολή τους στην κάλυψη των αυξανόμενων διατροφικών αναγκών παγκοσμίως.

Η εργασία εξετάζει ιστορικά, τεχνολογικά και πρακτικά στοιχεία, ενώ επικεντρώνεται τόσο στην παλαιότερη όσο και στη σύγχρονη τεχνολογία σποράς. Τέλος, παρουσιάζονται οι εξελίξεις στην τεχνολογία των σπαρτικών μηχανών που αφορούν κυρίως την αυτοματοποίηση, τη χρήση λογισμικών αλλά και τη ρομποτική.

Η ακρίβεια στη σπορά και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης αποτελούν βασικές προτεραιότητες τόσο για τους αγρότες όσο και για τους κατασκευαστές, ενώ οι νέες τεχνολογίες στοχεύουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της σποράς και στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που δημιουργούν η κλιματική αλλαγή και οι περιορισμένοι φυσικοί πόροι.

Λέξεις – Κλειδιά: Σπαρτικές μηχανές, γεωργία, σπορά, παραγωγικότητα, απόδοση, τεχνολογία, ρομποτική, ακρίβεια, κλιματική αλλαγή.

Abstract

Seed drills are among the most critical agricultural tools for the proper and efficient sowing of crops. Before the development of those machinery, sowing was done by hand, but due to the introduction of these machines, agriculture experienced significant growth.

Advantages, such as the precise placement of seeds at specific depths and distances, as well as their uniform distribution in the field, improving germination, reducing seed loss, and promoting the best use of natural resources like water and soil nutrients. At the same time, their use has significantly reduced the need for human labor, thus increasing productivity and efficiency in agricultural operations.

This paper aims to study the evolution of seed drills for cereals and small seeds over time, analyzing the technological innovations that have improved the efficiency and accuracy of sowing in agriculture. Understanding the evolution of these machines is crucial to appreciate their role in increasing agricultural production and their contribution to meeting the growing global food demands.

The paper refers to historical, technological, and practical aspects, focusing on both older and modern sowing technologies. Finally, it presents the advancements in seed drill technology, particularly regarding automation, software use, and robotics. Precision in sowing and improved energy efficiency are key priorities for both farmers and manufacturers, while recent technologies aim to reduce the environmental impact of sowing and address the challenges posed by climate change and limited natural resources.

Keywords: Seed drills, agriculture, sowing, productivity, efficiency, technology, robotics, precision, climate change.

Εισαγωγή

1.1. Ιστορική Αναδρομή των Σπαρτικών Μηχανών

Οι πρώτες μορφές σπαρτικών μηχανών αποτελούν ένα καθοριστικό κομμάτι της ιστορίας και της ανάπτυξης της γεωργίας, καθώς μέσα από αυτήν την εξέλιξη ο άνθρωπος άρχισε να εκμεταλλεύεται την γη. Επιπλέον, η εξέλιξη στην τεχνολογία αυτών των μηχανών αντανακλά την ανάγκη του παραγωγού να βελτιώσει και να αυξήσει τόσο την παραγωγή όσο και την απόδοση των καλλιεργειών του.

Οι πρώτοι γεωργοί, κατά την εποχή της εμφάνισης των πρώτων εργαλείων, χρησιμοποίησαν απλά χειροκίνητα εργαλεία για την σπορά των χωραφιών τους και ειδικά για την σπορά σιτηρών. Τέτοια εργαλεία ήταν απλοί σπαρτικοί μύλοι ή χειροκίνητες σπαρτικές μηχανές που λειτουργούσαν αρχικά με την χρήση της ανθρώπινης δύναμης ή αργότερα με την βοήθεια των ζώων που εξημέρωναν. Με την χρήση των εργαλείων αυτών γινόταν σωστή τοποθέτηση των σπόρων σε μια σειρά. Μάλιστα, σύμφωνα με τον Καραμάνο κ.α. (2022), αναφέρεται πως στην Κίνα το 2.800 π.Χ. και στην Ασσυρία το 680 π.Χ., οι γεωργοί χρησιμοποιούσαν σπαρτικές μηχανές με την μορφή βαρελιού τοποθετημένου σε τροχούς που είχε μια χοάνη με 3 ράμφη (Hine, 1961).



Εικόνα 1 Καλλιέργεια του αγρού στην Μεσοποταμία (<https://www.xorisorianews.gr/>)

Στην Αρχαία Βαβυλώνα, το 1200 π.Χ. ένα είδος σπαρτικής μηχανής που χρησιμοποιούσαν ήταν μια χοάνη που ήταν στερεωμένη στο σταβάρι ενός άροτρου.

Ωστόσο, για να είναι επιτυχής η σπορά έπρεπε ο γεωργός να έχει κάποια σχετική εμπειρία, δηλαδή να γνώριζε τις αποστάσεις και την ποσότητα σπόρου που θα χρησιμοποιήσει για την σπορά, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και το είδος των σπόρων (Hine, 1961).

Ένας ακόμη τρόπος σποράς ήταν οι σπόροι να σκορπίζονται με το χέρι και στη συνέχεια οι γεωργοί χρησιμοποιούσαν ξύλινα ή πέτρινα εργαλεία για να τους καλύψουν με χώμα. Η μέθοδος αυτή όμως αποδείχθηκε αναποτελεσματική καθώς συχνά οδηγούσε σε άνισο καταμερισμό των σπόρων και κατ' επέκταση σε χαμηλή απόδοση των καλλιεργειών.

Με την πάροδο του χρόνου, οι γεωργοί άρχισαν να χρησιμοποιούν πιο προηγμένα εργαλεία σποράς. Στην Κίνα, κατά τη διάρκεια της δυναστείας των Χαν (202 π.Χ. - 220 μ.Χ.), αναπτύχθηκαν οι πρώτες μορφές σπαρτικών μηχανών που λειτουργούσαν με την βοήθεια των ζώων. Αυτές οι μηχανές είχαν τη δυνατότητα να ανοίγουν αυλάκια στο έδαφος, να τοποθετούν τους σπόρους και να τους καλύπτουν με χώμα, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση της σποράς.

Στην διάρκεια της μεσαιωνικής περιόδου, οι σπαρτικές μηχανές εξελίχθηκαν, εισάγοντας μηχανισμούς που λειτουργούσαν κυρίως με νερό για να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια της σποράς. Αυτές οι μηχανές ήταν συνήθως συνδεδεμένες με μηχανικούς μύλους από νερό για την κίνηση τους και χρησιμοποιούνταν ευρέως στην ευρωπαϊκή γεωργία της εποχής.

Κατά τη διάρκεια της εποχής της Αναγέννησης, προτάθηκαν οι πρώτες μηχανές που χρησιμοποιούσαν τον ατμό ως πηγή ενέργειας για την κίνηση τους. Αυτή η εξέλιξη ήταν σημαντική για την αύξηση της αποτελεσματικότητας και της παραγωγικότητας στην γεωργία, ενθαρρύνοντας έτσι την ανάπτυξη της γεωργικής παραγωγής σε ευρύτερη κλίμακα.

Το 1636 μ.Χ. στην Ευρώπη κατασκευάστηκε η πρώτη σπαρτική μηχανή από τον *Joseph Locatelli*, η οποία είχε ένα κυλινδρικό ξύλινο δοχείο σπόρου στο οποίο υπήρχε μέσα ένας άξονας με κουταλάκια. Καθώς λοιπόν ο άξονας περιστρεφόταν ο σπόρος παραλαμβανόταν από τα κουταλάκια και τον έριχναν στις χοάνες, όπου από εκεί έπεφτε έπειτα στο έδαφος. Το μηχάνημα αυτό βελτιώθηκε στην συνέχεια από τον *Jethro Jull* το 1730 και τον *James Cook* το 1785 και χρησιμοποιήθηκε ευρέως στην Αγγλία (Bernacki et al., 1972).

Μία από τις πρώτες σημαντικές εφευρέσεις ήταν η σπαρτική μηχανή του *Jethro Tull*, ενός Άγγλου γεωπόνου και εφευρέτη από το Berkshire. Ο *Tull*, αφού πρώτα έκανε την έρευνα του στις χώρες της Γαλλίας και της Ιταλίας, έκανε πρώιμες προόδους στη φύτευση καλλιεργειών με την εφεύρεση του πρώτου «σποροτρύπανου» το 1701 μ.Χ. Αυτό το μηχανικό σπαρτικό με την βοήθεια κυλίνδρων, έσπερνε αποτελεσματικά στο σωστό βάθος και στο σωστό διάστημα ανοίγοντας αυλάκια στο έδαφος και στη συνέχεια κάλυπτε τον σπόρο για να μπορέσει να αναπτυχθεί. Η συγκεκριμένη καινοτομία βελτίωσε σημαντικά την απόδοση της σποράς και έθεσε τα θεμέλια για την περαιτέρω ανάπτυξη των σπαρτικών μηχανών.

Το 1750 κατασκευάζεται η πρώτη σπαρτική μηχανή με διασπαρτικό σύστημα τύπου φατνίων, στη Γαλλία από τον *Dumahel de Monceau* και λίγα χρόνια αργότερα, το 1754, κατασκευάζεται η σπαρτική μηχανή με κουτάλια, ενώ τέλος, το 1843, κατασκευάζεται επίσης η πρώτη σπαρτική για ζαχαρότευτλα στο Βέλγιο.

1.2. Εξελίξεις κατά τον 19^ο αιώνα

Η εξέλιξη των σπαρτικών μηχανών κατά τη διάρκεια του 19^{ου} αιώνα ήταν σημαδιακή για την ανάπτυξη της γεωργίας και τη βελτίωση της παραγωγικότητας. Οι καινοτομίες στην τεχνολογία της σποράς, από τις πιο απλές μηχανικές λύσεις έως τις πιο πολύπλοκες αυτοματοποιημένες μηχανές, επέτρεψαν στους αγρότες να σπέρνουν πιο αποτελεσματικά και αποδοτικά, συμβάλλοντας σημαντικά τόσο στην οικονομική όσο και στην κοινωνική πρόοδο.

Κατά τη διάρκεια του 19^{ου} αιώνα, οι σπαρτικές μηχανές εξελίχθηκαν περαιτέρω, με την προσθήκη νέων μηχανισμών και τη χρήση καλύτερων υλικών. Οι σπαρτικές μηχανές αυτής της περιόδου, σε σχέση με τις πρώτες, μπορούσαν να σπέρνουν μεγαλύτερες εκτάσεις σε μικρότερο χρόνο, ενώ παράλληλα μείωσαν την ανάγκη για χειρωνακτική εργασία.

Στις αρχές μάλιστα του 19^{ου} αιώνα, κατασκευάστηκε η πρώτη σπαρτική μηχανή γραμμικής σποράς στην Πενσυλβάνια της Αμερικής. Η πρώτη επίσης μηχανή σποράς καλαμποκιού κατασκευάστηκε το 1939 από τον Rockwell στις Η.Π.Α.

Επιπλέον, η Α' Βιομηχανική επανάσταση που έλαβε χώρα εκείνη την περίοδο, έφερε σημαντικές αλλαγές και στη γεωργία, καθώς είχαμε ραγδαία ανάπτυξη μηχανοκίνητων γεωργικών εργαλείων και μηχανών. Παράλληλα, σε συνδυασμό με την αμειψισπορά,

την κοπριά και την καλύτερη προετοιμασία του εδάφους, υπήρξε σταθερή αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών στην Ευρώπη. Συγχρόνως, η έλευση της ατμοκίνητης ενέργειας, έδωσε μια νέα διάσταση στην παραγωγή καλλιεργειών, με τις πρώτες μηχανοκίνητες σπαρτικές μηχανές να κάνουν την εμφάνισή τους περίπου στα μέσα του αιώνα, κυρίως στην Ευρώπη και την Αμερική, που λειτουργούσαν με τη βοήθεια ατμομηχανών και αργότερα με κινητήρες εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) (Τσατσαρέλης, 2018).

Δύο από τους πιο σημαντικούς καινοτόμους της εποχής αυτής που αξίζει να αναφερθούμε είναι οι Αμερικανοί εφευρέτες *Cyrus McCormick* και *John Deere*. Ο πρώτος που θεωρείται στην Αμερική «ο πατέρας της σύγχρονης γεωργίας», είναι γνωστός κυρίως για την ανάπτυξη των θεριστικών μηχανημάτων, αλλά οι ιδέες του και οι καινοτομίες του επεκτάθηκαν και στη σπορά. Ανέπτυξε μηχανές που μπορούσαν να συνδυάσουν τη σπορά με άλλες εργασίες, όπως π.χ. τη καλλιέργεια του εδάφους και τη κάλυψη των σπόρων με χώμα.



**Εικόνα 2. Η πρώτη μηχανή θερισμού του Cyrus McCormick
(<https://www.farmanddairy.com/>).**

Ο John Deere, από την άλλη, συνέβαλε σημαντικά στην ανάπτυξη της σπαρτικής



Εικόνα 3. Επίδειξη καινοτόμων σπαρτικών εργαλείων από τον John Deere
(<https://exhibits.museum.state.il.us/>).

τεχνολογίας με την κατασκευή των πρώτων χαλύβδινων αρότρων, τα οποία ήταν πολύ πιο ανθεκτικά από τα ξύλινα που χρησιμοποιούνταν μέχρι τότε. Τα άροτρα του Deere διευκόλυναν την προετοιμασία του εδάφους για τη σπορά και βελτίωσαν την αποδοτικότητα των σπαρτικών μηχανών.

Επιπλέον, το 1920, με την εισαγωγή της "Drill Seeder" του John Deere, που αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ και χρησιμοποιούσε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης για να κινεί τους κυλίνδρους και τα άλλα εξαρτήματα, επιτεύχθηκε ταχύτερη και ακριβέστερη τοποθέτηση των σπόρων στο έδαφος.

1.3. Εκμηχάνιση των σπαρτικών μηχανών

Η εκμηχάνιση των γεωργικών μηχανημάτων και εργαλείων, όπως και των σπαρτικών μηχανών αποτέλεσε μια σημαντική πρόοδο για τη γεωργία, με εκτεταμένες κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η μετάβαση από τις χειροκίνητες και μηχανικές μεθόδους στις σύγχρονες μηχανοκίνητες τεχνολογίες επέτρεψε στους

αγρότες να βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους, να μειώσουν το κόστος εργασίας τους αλλά και να προωθήσουν την αειφορία – βιωσιμότητα στη γεωργική παραγωγή (Κουτσοβίτης κ.α., 2019).



Εικόνα 4. Ο πρώτος γεωργικός ελκυστήρας περιορισμένης χρήσεως το 1928 που έκαιγε κηροζίνη από την εταιρεία Allis Chalmers στις Η.Π.Α. (<https://tractorzoom.com/>).

Κατά συνέπεια και στη διάρκεια του 20^{ού} αιώνα, οι σπαρτικές μηχανές συνέχισαν να εξελίσσονται, έγιναν πλέον μηχανοκίνητες, προστέθηκαν καινούριες τεχνολογίες, καθώς αναπτύχθηκε παράλληλα και ο τομέας της φυσικής και της χημείας, με την απόδοσή τους να αυξάνεται και αυτή.

Οι μηχανές έγιναν πιο ανθεκτικές και αξιόπιστες, ενώ παράλληλα μειώθηκαν οι απαιτήσεις για συντήρηση και επισκευές. Χρησιμοποιούσαν κινητήρες εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), έγιναν πιο ακριβείς και ταχύτερες, μπορούσαν δηλαδή να σπέρνουν μεγάλες εκτάσεις γης σε σύντομο χρονικό διάστημα, αυξάνοντας τόσο την παραγωγικότητα όσο και την αποδοτικότητα των γεωργικών εργασιών.

Οι σκληρές χειρωνακτικές εργασίες παραγκωνίστηκαν, καθώς την εποχή ειδικά πριν από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο έγινε εισαγωγή του διαξονικού γεωργικού ελκυστήρα. Η ωριαία απόδοση, ανά στρέμμα καλλιεργούμενης έκτασης, της γεωργικής εργασίας

όπως π.χ. είναι το όργωμα ή η σπορά, αυξήθηκε πολλαπλάσια και οι συνθήκες της



Εικόνα 5. Διαξονικός ελκυστήρας τύπου Massey Fergusson (MF100) που τοποθετείται χρονολογικά μεταξύ του 1964 και του 1975 (Περιοδικό Αγρότης, Έκδοση Ιούλιος 2016).

γεωργικής εργασίας βελτιώθηκαν εντυπωσιακά (Κουτσοβίτης κ.α., 2019).

Η αλματώδης τεχνολογική εξέλιξη του γεωργικού ελκυστήρα, ειδικά τις τελευταίες δεκαετίες μαζί με την παράλληλη εξέλιξη των γεωργικών εργαλείων κυρίως με την χρήση τεχνολογικών καινοτομιών έδωσε απεριόριστες δυνατότητες άσκησης του γεωργικού επαγγέλματος. Η προστασία του περιβάλλοντος ενισχύθηκε καθώς πλέον μέσω των καινοτομιών αυτών παρέχεται δυνατότητα για ακριβέστερη μέτρηση και



Εικόνα 6. Σπορά βαμβακιού το 1972 στον Θεσσαλικό Κάμπο φωτογραφία του Τλούπα Τάκη (Περιοδικό Γεωργία & Κτηνοτροφία, 6/2024).

εφαρμογή των σπόρων, σε σωστή σειρά, στον σωστό χρόνο και με μεγαλύτερο ποσοστό απόδοσης.

1.4. Παγκόσμια ανάπτυξη σπαρτικών μηχανών.

Η παγκόσμια ανάπτυξη των σπαρτικών μηχανών είναι ένα συνεχώς εξελισσόμενο πεδίο, το οποίο έχει συμβάλει καθοριστικά στη βελτίωση της γεωργικής παραγωγικότητας και αποδοτικότητας. Η εξέλιξη αυτή δεν περιορίζεται μόνο σε τεχνολογικά προηγμένες χώρες, αλλά έχει επηρεάσει τη γεωργία σε παγκόσμιο επίπεδο, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα και δυνατότητες, τόσο στις ανεπτυγμένες χώρες όσο και στις μη.

Η επένδυση σε κεφαλαιουχικό εξοπλισμό αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την οικονομική ευημερία και ανάπτυξη οποιουδήποτε τομέα της οικονομίας. Στον αγροτικό τομέα, οι επενδύσεις σε αγροτικά μηχανήματα, τα οποία αποτελούν τεχνολογικές καινοτομίες που εξοικονομούν εργασία, έχουν πολύπλευρες επιπτώσεις στην αγροτική παραγωγή και στην ευρύτερη οικονομία. Η επίδραση των επενδύσεων αυτών δεν περιορίζεται μόνο στη βελτίωση της παραγωγικότητας, αλλά εκτείνεται και στην υποστήριξη και ανάπτυξη άλλων κλάδων μέσω της αύξησης της ζήτησης (*effective demand 'pull' process*).

Σε παγκόσμια κλίμακα, οι γεωργικοί ελκυστήρες αποτελούν πολύ εξελιγμένα μηχανήματα, με διαθέσιμη ισχύ ανάλογη των απαιτήσεων (5-300kW) και με χαρακτηριστικά που τους καθιστούν κατάλληλους για πλήθος εργασιών. Παράλληλα όμως αναπτύχθηκαν και τελειοποιήθηκαν και τα υπόλοιπα γεωργικά μηχανήματα, είτε αυτά που παίρνουν ισχύ από τον ελκυστήρα, τα λεγόμενα παρελκόμενα, είτε και τα αυτοκινούμενα. Σχεδόν πρόσφατα (2010-2020), εισάχθηκαν στην γεωργία μηχανήματα νέας τεχνολογίας με χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων, που μετατρέπουν τον γεωργικό ελκυστήρα ουσιαστικά σε αυτόνομο επίγειο όχημα (Στρωτός, 2024).

Το ποσοστό εκμηχάνισης παρατηρείται κυρίως σε ανεπτυγμένες χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής (ΗΠΑ), αν και υπάρχουν εργασίες που απαιτείται η ανθρώπινη παρέμβαση όπως π.χ. η συγκομιδή ευπαθών καρπών. Αντίθετα, υπάρχουν και χώρες, ιδιαίτερα υποανάπτυκτες, όπως αυτές του τρίτου κόσμου όπως τις αποκαλούμε, όπου η ανθρώπινη και ζωική παρέμβαση για την εκτέλεση των γεωργικών πράξεων ακόμα υφίσταται (Τσατσαρέλης, 2003).

Οι επενδύσεις σε αγροτικά μηχανήματα στην Ελλάδα, κατά την περίοδο 2000-2008, παρουσίασαν διακυμάνσεις, αλλά η γενική τους τάση ήταν ανοδική. Μετά το 2008, η εικόνα ήταν ανάμικτη. Συγκεκριμένα, οι επενδύσεις σε εξοπλισμό μεταφορών



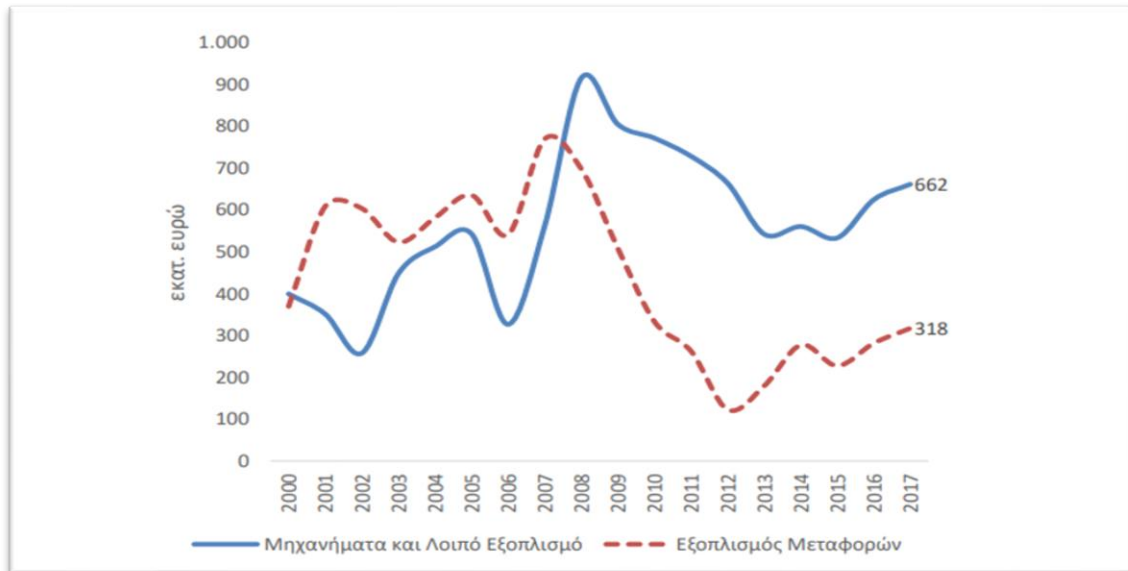
*Εικόνα 6. Σπορά στο νότιο άκρο της ερήμου Σαχάρας, στην περιοχή Σαχέλ.
(<https://www.womantoc.gr/>).*

μειώθηκαν δραματικά, φτάνοντας στο χαμηλότερο επίπεδο το 2012, πριν από την εφαρμογή των νέων προγραμμάτων της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) για την περίοδο 2014-2020. Μετά από αυτό, υπήρξε ανάκαμψη, αλλά οι επενδύσεις δεν έφτασαν τα επίπεδα πριν την οικονομική κρίση (2009-2018). Αντίθετα, οι επενδύσεις σε μηχανήματα και λοιπό εξοπλισμό επίσης μειώθηκαν, αλλά παρέμειναν σε σχετικά υψηλά επίπεδα. Το Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης που εφαρμόστηκε μετά το 2014 είχε θετική επίδραση σε αυτή την κατηγορία επενδύσεων (IOBE, 2019).

Παρά τα δεδομένα που δείχνουν ποσοτική αύξηση στη ζήτηση αγροτικών μηχανημάτων, οι επενδύσεις σε τεχνολογικό εξοπλισμό στον αγροτικό τομέα δεν κατάφεραν να ενισχύσουν την ποιοτική αναβάθμιση και την ανταγωνιστικότητα της γεωργικής παραγωγής. Ειδικά τα τελευταία χρόνια, το συνολικό επίπεδο επενδύσεων

δεν ήταν αρκετό για να καλύψει την ανάγκη για ανανέωση του κεφαλαίου στον αγροτικό τομέα.

Πίνακας 1. Επενδύσεις αγροτικού τομέα σε εξοπλισμό μεταφορών και μηχανήματα, 2000-2017 (Πηγή Eurostat, IOBE, 2019).



Πίνακας 2. Τα Γεωργικά μηχανήματα στο σύνολο της χώρας μας κατά τα έτη 2021 – 2022(ΕΛΣΤΑΤ, 2024).

Τύπος μηχανήματος	2021	2022	Μεταβολή (%) 2022/2021
Γεωργικοί ελκυστήρες	361.481	352.800	-2,4
Σπαρτικές	57.940	56.443	-2,6
Ψεκαστικά	248.527	235.386	-5,3
Αλωνιστικές μηχανές και μηχανήματα συγκομιδής	*35.867	36.176	0,9
Αντλίες αρδεύσεων	236.955	229.782	-3,0
Αρδευτικά συγκροτήματα	*383.940	377.505	-1,7
Λοιπά μηχανήματα	*400.574	398.232	-0,6

Κεφάλαιο 2

Σύγχρονες Σπαρτικές μηχανές

2.1. Περιγραφή και τρόποι σποράς σήμερα.

Η λειτουργία των σημερινών σπαρτικών μηχανών βασίζεται σε σύγχρονα και προηγμένα συστήματα ελέγχου και αυτοματισμού, με συνέπεια να γίνεται η τοποθέτηση των σπόρων σε καθορισμένες θέσεις και στο σωστό βάθος. Επιπλέον, μπορούν να προσαρμοστούν σε διαφορετικά είδη εδαφών, εξασφαλίζοντας έτσι σταθερές συνθήκες για τη βλάστηση, ανεξάρτητα από τις ιδιαιτερότητες του εδάφους ή τις κλιματικές συνθήκες. Η τεχνολογία αυτή έχει φέρει μια πραγματική επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι αγρότες πραγματοποιούν τη σπορά, καθώς μειώνει την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση και αυξάνει την αποδοτικότητα της διαδικασίας (Τσατσαρέλης, 2003).

Σήμερα πλέον, σύμφωνα με τον Τσατσαρέλη (2000), χρησιμοποιούνται όχι μόνο στις σπαρτικές μηχανές αλλά και στα υπόλοιπα γεωργικά μηχανήματα ηλεκτρονικές διατάξεις οι οποίες ρυθμίζουν και σταθεροποιούν το βάθος και τις αποστάσεις σποράς καθώς και την ποσότητα του σπόρου. Επιπλέον, νέες μέθοδοι σποράς έκαναν την



Εικόνα 7. Ευέλικτη σπαρτική μηχανή σ' όλες τις συνθήκες, δηλαδή σε καλλιεργημένα, ακαλλιεργητα (no till), αλλά και πάνω σε ήδη υπάρχουσες καλλιέργειες, όπως π.χ. σπορά σιτηρών σε συνδυασμό με ψυχανθή για εμπλουτισμό εδάφους στο Ζάππειο Λάρισας το 2021 (<https://giorgoskatsadonis.blogspot.com/>).

εμφάνισή τους όπως για παράδειγμα είναι η αντλία που αντλεί από το δοχείο τους καλυμμένους με gel σπόρους που τους τοποθετεί κατευθείαν στο έδαφος, ή η σπορά που γίνεται με ταυτόχρονη κάλυψη του εδάφους με πλαστικό, ή η κατευθείαν σπορά σε ακαλλιέργητο έδαφος.

Παράλληλα, γίνονται εφαρμογές νέων μηχανών για ειδικές χρήσεις και ευαίσθητους σπόρους, ενώ νέες ιδέες σποράς δοκιμάζονται είτε με μικρή επιτυχία είτε όχι, όπως για παράδειγμα η σπορά με υπερηχητική ταχύτητα του σπόρου (Τσατσαρέλης, 2000).

Ο γεωργός πλέον σήμερα έχει την ευχέρεια να διαλέξει για την σπορά της κάθε καλλιέργειάς του από μια ευρεία γκάμα σπαρτικών μηχανών που χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Μηχανές για σπορά σε γραμμές (ή γραμμικής σποράς).
- Μηχανές για σπορά ακριβείας.
- Μηχανές για σπορά στα πεταχτά.
- Μηχανές για κατευθείαν σπορά.
- Μηχανές φύτευσης και μεταφύτευσης.
- Ειδικές σπαρτικές μηχανές.

Στην «σπορά στα πεταχτά» ή αλλιώς και ως «χύδην σπορά», η σπορά γίνεται με ειδικές μηχανές ή με τις κοινές σπαρτικές που όμως έχουν αφαιρεθεί οι σωλήνες διανομής του σπόρου και έχει τοποθετηθεί μια επίπεδη επιφάνεια (σανίδα συνήθως) με κλίση ακριβώς κάτω από τις εξόδους του σποροκιβωτίου. Επιπλέον, η σπορά αυτή μπορεί να γίνει και με τον αυλακωτό κυλινδρικό σπορέα που συγχρόνως εξασφαλίζει την συμπίεση του εδάφους πριν αλλά και μετά την σπορά. Θεωρείται πως δίνει καλά αποτελέσματα σε όλα σχεδόν τα εδάφη, εκτός όμως από τα αργιλώδη, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε στις ξηρές είτε στις υγρές περιοχές. Τέλος, μπορεί να γίνει και με τον λιπασματοδιανομέα, όπου η κάλυψη του σπόρου γίνεται με οδοντωτό σβάρνισμα (εργαλείο δευτερεύουσας κατεργασίας – σβάρνα) που ακολουθεί (Καραμάνος κ.α., 2022).

Ο τρόπος αυτός όμως παρουσιάζει το βασικό μειονέκτημα της ανομοιομορφίας στην διασπορά, όπως και επιπλέον της δυσκολίας στο φύτευμα με αποτέλεσμα οι αποδόσεις των καλλιεργειών να είναι μικρές. Η ανομοιομορφία του βάθους στο οποίο φθάνει τελικά ο σπόρος, λόγω τόσο των ανωμαλιών του εδάφους (πέτρες ή επικλινή εδάφη) αλλά και της κάλυψής του, δίνει το κακό και ανομοιόμορφο φύτευμα της καλλιέργειας.

Στην χώρα μας ο τρόπος αυτός χρησιμοποιούταν παλιά για όλα τα σιτηρά, τα ψυχανθή, το βαμβάκι, κ.α. (Καραμάνος, κ.α., 2022). Ωστόσο, σε χώρες με ανεπτυγμένη γεωργία, στις οποίες τα φυτά όπως ο αραβόσιτος ή το ρύζι καλλιεργούνται σε συγκεντρωμένες ζώνες (ζώνες καλλιέργειας), όπως π.χ. η Ιαπωνία, η Κίνα ή Η.Π.Α. η σπορά αυτή γίνεται με την βοήθεια των ελικοπτέρων ή των αεροπλάνων.

Στην γραμμική σπορά ή στην σπορά σε γραμμές, οι μηχανές που χρησιμοποιούνται ρυθμίζουν την ποσότητα του σπόρου, το βάθος σποράς αλλά και τις αποστάσεις ή και την πυκνότητα της σποράς. Η διέλευση των γεωργικών μηχανημάτων που εκτελούν τις μετέπειτα καλλιεργητικές φροντίδες γίνεται πιο εύκολα καθώς ο σπόρος είναι τοποθετημένος σε γραμμές. Φέρουν ειδικά ακόμη εξαρτήματα (συνήθως σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες) που απομακρύνουν το τυχόν ξερό επιφανειακό στρώμα ώστε ο σπόρος να τοποθετείται κατευθείαν σε υγρό έδαφος (Αυγουστής, . Επιπλέον οι μηχανές αυτές καλύπτουν το σπόρο, συμπιέζουν το έδαφος με σκοπό να αποκτήσουν καλύτερη επαφή μεταξύ τους και ο σπόρος να απορροφήσει καλύτερα την επιθυμητή υγρασία. Τέλος, κάποιες από τις σπαρτικές αυτές μηχανές εφόσον είναι εξοπλισμένες με κάποιο ειδικό εξάρτημα, μπορεί να εκτελούν συγχρόνως και την λίπανση σε ορισμένες θέσεις ή λωρίδες δεξιά και αριστερά από την γραμμή σποράς (Τσατσαρέλης, 2003).

Οι μηχανές αυτές χρησιμοποιούνται για τα σιτηρά και για τους μικρούς σπόρους, γι' αυτό και ονομάζονται και μηχανές σιτηρών. Εφαρμόζοντας την γραμμική σπορά, οι σπόροι πέφτουν ο ένας μετά τον άλλον (συνεχής σπορά), ή να τοποθετούνται περισσότεροι από ένας μαζί σε προκαθορισμένες θέσεις (σπορά σε όρχους ή σε ομάδες). Επειδή όμως στην σπορά σε όρχους τα φυτά που φυτρώνουν ανταγωνίζονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα στις περισσότερες περιπτώσεις να είναι αναγκαίο το αραίωμα, καλλιεργητική δηλαδή φροντίδα που ανεβάζει το κόστος της καλλιέργειας, έχει επικρατήσει κυρίως η συνεχής σπορά. Ουσιαστικά η σπορά σε όρχους πλέον προτιμάται σε ορισμένα φυτά και κάτω από συγκεκριμένες περιπτώσεις όπως π.χ. την συμπλήρωση των κενών σημείων ενός χωραφιού εξαιτίας κακού φυτρώματος φυτών καλλιέργειας (Καραμάνος κ.α., 2022)

Στην κατευθείαν σπορά, χρησιμοποιούνται μηχανές για σπορά σε ακαλλιεργητο έδαφος ενώ πρόκειται για μηχανές για γραμμική ή σπορά ακριβείας με πρόσθετα εντούτοις εξαρτήματα για την διάνοιξη της αυλακιάς ή με κάποιες άλλες επιπλέον

τροποποιήσεις, που χρησιμοποιούνται για την σπορά καλαμποκιού, σιτηρών, ηλίανθου, σόγιας, ζαχαρότευτλων ή σόγιας, κ.α. (Τσατσαρέλης, 2000).

Στην σπορά ακρίβειας, που θεωρείται μια βελτιωμένη τεχνική γραμμικής σποράς, οι σπόροι πέφτουν πάνω στην γραμμή ένας-ένας και σε επιθυμητή σταθερή απόσταση. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών που ενδείκνυται είναι συνήθως μεγαλύτερες από 25cm. Στην σπορά αυτή υπάρχει οικονομία στον σπόρο και μεγάλη αποφυγή αραιώματος της καλλιέργειας, αρκεί ο σπόρος να έχει μεγάλη βλαστική ικανότητα. Εφαρμόζεται τόσο στα λαχανικά όσο και τα τελευταία χρόνια και στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας όπως το βαμβάκι, το ζαχαρότευτλο, τον αραβόσιτο, κ.α.



Εικόνα 8. Σπαρτική ανοιζιάτικων καλλιεργειών με 6 γραμμές και γραμμοχαράκτες καλαμποκιού (Κατέρης, 2015).

Στην φύτευση και μεταφύτευση φυτών με μεγάλους σπόρους (βολβοί ή κόνδυλοι) όπως π.χ. του σκόρδου, της πατάτας ή του κρεμμυδιού, κ.α. χρησιμοποιούνται ειδικές σπαρτικές μηχανές καθώς τα παραπάνω φυτά διαφέρουν από τα φυτά μεγάλης καλλιέργειας στο μέγεθος, την μορφή και την αντοχή τους. Η σπορά τους γίνεται κατά γραμμές και σε σταθερές αποστάσεις επάνω στην γραμμή.

Τέλος, στις ειδικές σπαρτικές μηχανές συγκαταλέγονται αυτές που χρησιμοποιούνται για ορισμένα άλλα φυτά όπως π.χ. ο καπνός, ή κάποια λαχανοκομικά είδη (μαρούλια, φράουλες, κ.α.) που αρχικά σπέρνονται σε σπορεία και στην συνέχεια μεταφυτεύονται με γυμνή ρίζα με την βοήθεια κάποιου εργάτη ή αυτόματα. Επίσης στις μηχανές αυτές περιλαμβάνονται και ορισμένοι τύποι μηχανών που είναι κατάλληλες για ειδικούς

τρόπους σποράς όπως π.χ. στη σπορά με παράλληλη κάλυψη των σειρών (ή σαμαριών) με πλαστικές ταινίες (Τσατσαρέλης, 2000).

2.2. Μέρη & Τύποι Σπαρτικών Μηχανών

Ο σχεδιασμός των σύγχρονων σπαρτικών μηχανών, επιτρέπει τη χρήση τους σε διαφορετικές καλλιέργειες, όπως είναι τα σιτηρά και οι μικροί σπόροι αφού η προσαρμοστικότητά τους τις καθιστά ιδανικές για την κάλυψη των αναγκών των σύγχρονων γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Συνεπώς, διακρίνονται σε σπαρτικές μηχανές χειμερινών σιτηρών, ανοιξιάτικων καλλιεργειών (βάμβακος-αραβόσιτου), μικρών σπόρων (μηδικής, τριφυλλιών), τεύτλων και πατάτας. Κάθε τύπος έχει σχεδιαστεί για να καλύπτει διαφορετικές γεωργικές ανάγκες, με στόχο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης, τη μείωση του κόστους και του χρόνου και στην απαλλαγή του καλλιεργητή από αυτήν επίπονη εργασία (Τσατσαρέλης, 2000).

Σε γενικές γραμμές και σύμφωνα με τον Τσατσαρέλη (2000), οι σπαρτικές μηχανές αποτελούνται από διάφορα συστήματα ή και μηχανισμούς που συνεργάζονται μεταξύ τους με σκοπό την μεταφορά του σπόρου από το δοχείο της, την εναπόθεσή του στην σποροκλίνη σε καθορισμένες αποστάσεις και βάθος και τέλος την κάλυψή του. Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται μια σπαρτική μηχανή είναι τα εξής παρακάτω ενώ σε κάποιες μηχανές που χρησιμοποιούνται για διαφορετικές σπορές, τα μέρη ή οι μηχανισμοί μπορεί να διαφοροποιούνται.

- *Το πλαίσιο της μηχανής* ή το βασικό σκελετό πάνω στον οποίο στηρίζονται οι διάφοροι μηχανισμοί της σπαρτικής. Οι μεγάλες μηχανές είναι επι το πλείστο ελκόμενες, όπου το πλαίσιο φέρει τροχούς τόσο για την στήριξή του όσο και για την μετακίνησή του ενώ συγχρόνως ενεργοποιούν και το διασπαρτικό σύστημα. Αντίθετα, οι μικρότερες μηχανές είναι κυρίως φερόμενες, δηλαδή το πλαίσιο φέρεται στο υδραυλικό σύστημα ανάρτησης των εργαλείων του γεωργικού ελκυστήρα. Σε σύγχρονους τύπους σπαρτικών παρατηρείται πως μεγάλοι τύποι φερόμενων μηχανών μπορεί να βρίσκονται στο πρόσθιο σύστημα ανάρτησης των εργαλείων (συνήθως το δοχείο σπόρου ή το δοχείο του λιπάσματος) και οι υπόλοιποι μηχανισμοί να βρίσκονται στο οπίσθιο τμήμα ανάρτησης.

Επιπλέον, στις πιο σύγχρονες μηχανές που είναι κυρίως για κατευθείαν σπορά ή συνδυάζονται με εργαλεία κατεργασίας του εδάφους, το πλαίσιο είναι μεγάλο και στιβαρό με σκοπό να αντέχει όλες όλο το βάρος αλλά και τις ισχυρές δυνάμεις που αναπτύσσονται στην διάρκεια της σποράς.



Εικόνα 9. Σπαρτική μηχανή με ανεξάρτητα για κάθε σειρά γραμμής δοχεία σπόρου (<https://www.agro-siec.pl/>).

- Το δοχείο του σπόρου (σποροκιβώτιο), που μπορεί να είναι είτε ενιαίο για όλες τις γραμμές σποράς με το πλάτος του να είναι τόσο όσο και το πλάτος της σποράς ή να τοποθετείται κεντρικά, είτε να είναι ξεχωριστό για κάθε γραμμή. Τα δοχεία των σπόρων χωράνε τόσους σπόρους όσο και οι προδιαγραφές που επισημαίνονται από τους κατασκευαστές τους. Πρέπει ωστόσο να δίνεται ιδιαίτερη σημασία ως προς την χωρητικότητα των δοχείων αφού αυτή είναι που

καθορίζει τον βαθμό απόδοσης του μηχανήματος καθώς επηρεάζει σημαντικά τους νεκρούς χρόνους (π.χ. ο χρόνος που απαιτείται για την μετακίνηση του μηχανήματος για γέμισμα ή ο χρόνος που απαιτείται για να γεμίσουν τα δοχεία ή το δοχείο της) (Τσατσαρέλης, 2000).

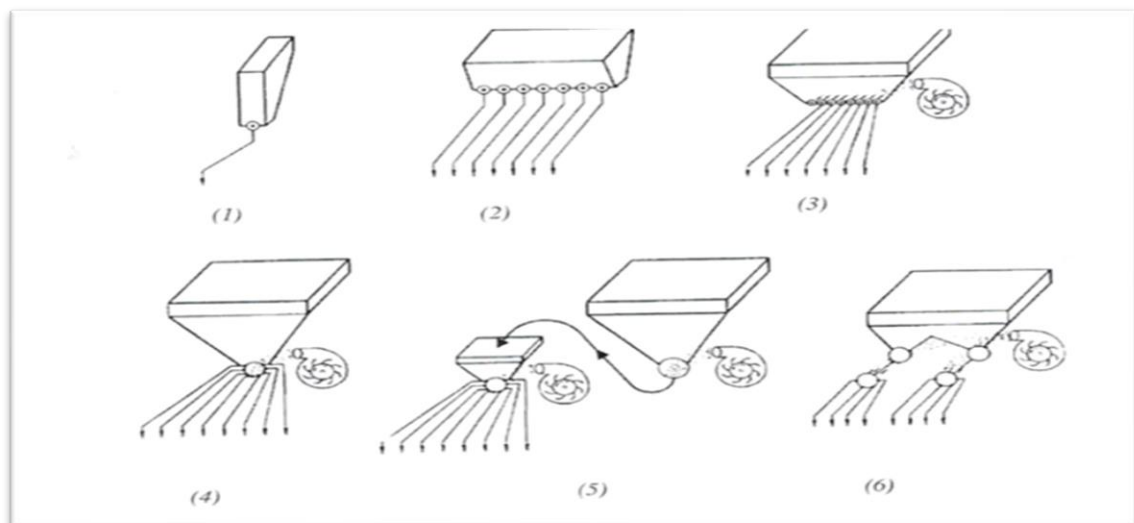
- Το διασπαρτικό σύστημα που ο ρόλος του είναι να παραλάβει το σπόρο από το δοχείο, να τον μεταφέρει στο σύστημα μεταφοράς και να τον τοποθετήσει στο έδαφος. Ουσιαστικά αποτελεί την καρδιά της σπαρτικής μηχανής και ο ρόλος του είναι καταλυτικός. Χωρίζεται σε 2 βασικούς τύπους, τον μηχανικό και τον πνευματικό (δηλαδή με την ροή του αέρα). Ο πρώτος τύπος είναι απλός αλλά δεν σταθεροποιεί εντελώς τις αποστάσεις επάνω στις γραμμές όταν οι σπόροι δεν έχουν δεχτεί διαλογή σε μέγεθος και σχήμα. Χρησιμοποιείται κυρίως από τις μηχανές γραμμικής σποράς (π.χ. σιτηρών) και από τις μηχανές σποράς ακριβείας (π.χ. ζαχαρότευτλων ή βάμβακος). Ο δεύτερος τύπος διασπαρτικού συστήματος είναι πιο πολύπλοκος αλλά σταθεροποιεί πιο καλά τις αποστάσεις μεταξύ και επάνω στις γραμμές παρόλο που οι σπόροι δεν έχουν σταθερό και

ομοιόμορφο μέγεθος. Δημιουργώντας ρεύμα αέρα με ελαφρά πίεση ή υπό πίεση, οι σπόροι οδηγούνται μεμονωμένα προς τους αγωγούς μεταφοράς. Χρησιμοποιείται περισσότερο το σύστημα υπό πίεση και από τις μηχανές σποράς ακριβείας.

- Το *σύστημα μεταφοράς του σπόρου*, όπου ο σπόρος μεταφέρεται μέσω αγωγών προς το έδαφος και επηρεάζει σημαντικά τις αποστάσεις σποράς πάνω στην γραμμή. Η μεταφορά αυτή μπορεί να γίνει με τη βοήθεια είτε της βαρύτητας είτε ρεύματος αέρα.

Η μεταφορά με την βοήθεια της βαρύτητας χρησιμοποιείται ευρέως στις κλασικές σπαρτικές μηχανές για γραμμική σπορά ή στις μηχανές σποράς ακριβείας. Για καλύτερα αποτελέσματα σποράς είναι ιδανικό η απόσταση μεταξύ του διασπαρτικού συστήματος και του εδάφους να είναι μικρή και οι αγωγοί να είναι κατακόρυφοι. Στην περίπτωση που συμβαίνει το αντίθετο η μεταφορά του σπόρου βοηθιέται από το ρεύμα αέρα που δημιουργείται από τον ανεμιστήρα του συστήματος.

Η μεταφορά με το ρεύμα αέρα υπερτερεί σε σχέση με την βαρύτητα καθώς αυτό δεν επηρεάζεται από αξιόλογα ούτε από το μήκος του αγωγού μεταφοράς μήτε από την κλίση του. Μάλιστα αναφέρεται πως η ταχύτητα μεταφοράς είναι αρκετά υψηλή (περίπου 20m/sec) και κατά την φάση όπου ο σπόρος τοποθετείται στο έδαφος, μειώνεται. Ανάλογα με το είδος του δοχείου, το διασπαρτικό σύστημα και το σύστημα μεταφοράς υπάρχουν και οι ανάλογες διαμορφώσεις των σπαρτικών (*Εικόνα 10*).



Εικόνα 10. Διαμορφώσεις σπαρτικών μηχανών με διαφορετικό διασπαρτικό σύστημα (Τσατσαρέλης, 2000).

- Στην (1) διαμόρφωση, υπάρχουν τόσα στοιχεία που αποτελούνται από το δοχείο σπόρου και το διασπαρτικό σύστημα, όπου ο σπόρος μεταφέρεται με την βοήθεια της βαρύτητας για κάθε γραμμή σποράς. Χρησιμοποιείται συνήθως από τις μηχανές σποράς ακριβείας.
- Στην (2) διαμόρφωση, υπάρχει κοινό δοχείο σπόρου και κοινός άξονας διασπαρτικού συστήματος για όλες τις γραμμές σποράς με πλάτος όσο και το πλάτος σποράς, αλλά για κάθε σειρά είναι χωριστός ο διασπαρτικός μηχανισμός. Χρησιμοποιείται κυρίως για σπαρτικές γραμμικής σποράς.
- Στην (3) διαμόρφωση, το κεντρικό δοχείο σπόρου είναι κοινό αλλά το διασπαρτικό σύστημα είναι χωριστό για κάθε σειρά και η μεταφορά γίνεται με αέρα. Χρησιμοποιείται είτε στις μηχανές σποράς ακριβείας είτε στις μηχανές γραμμικής σποράς.
- Στην (4) διαμόρφωση, τόσο το κεντρικό δοχείο όσο και το διασπαρτικό σύστημα είναι κοινό για όλες τις γραμμές και η μεταφορά γίνεται με αέρα. Χρησιμοποιείται και αυτό όπως ακριβώς και στην (3) διαμόρφωση.
- Στην (5) διαμόρφωση, υπάρχει στο πρόσθιο τμήμα του γεωργικού ελκυστήρα ένα κεντρικό δοχείο σπόρου με μεγάλη χωρητικότητα, ενώ πιο πίσω υπάρχει ένα δεύτερο μικρότερο με κοινό διασπαρτικό σύστημα για όλες τις γραμμές. Η μεταφορά σπόρου γίνεται με ρεύμα αέρα και χρησιμοποιείται από πολύ μεγάλες μηχανές με σκοπό την αποφυγή συχνών γεμισμάτων.
- Στην (6) διαμόρφωση, υπάρχει ένα κεντρικό δοχείο που στην έξοδό του γίνεται η διανομή σε περισσότερα σημεία, δηλαδή για κάθε ομάδα γραμμών υπάρχει ένας κεντρικός διανομέας και η μεταφορά του σπόρου επιτυγχάνεται με το ρεύμα αέρα. Τόσο η προδιανομή αυτή όσο και η χρήση περισσότερων διανομέων αποσκοπεί στην καλύτερη διανομή του σπόρου, ειδικά σε πολύ μεγάλες μηχανές.
- Το *σύστημα διάνοιξης της αυλακιάς*, όπου αναλαμβάνει την διάνοιξη ενός αυλακιού στο έδαφος, στο επιθυμητό βάθος και στο οποίο θα τοποθετηθεί ο σπόρος. Ο ρόλος του για την σπορά είναι και αυτός εξίσου σημαντικός με τα υπόλοιπα μέρη της σπαρτικής μηχανής καθότι ρυθμίζεται το βάθος και το πλάτος της σποράς, με αποτέλεσμα οι αποστάσεις σποράς να είναι σταθερές και με σωστό πλάτος μεταξύ των γραμμών και τέλος, ο σπόρος να καλύπτεται με χώμα. Ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους, το είδος του σπόρου, τον τύπο

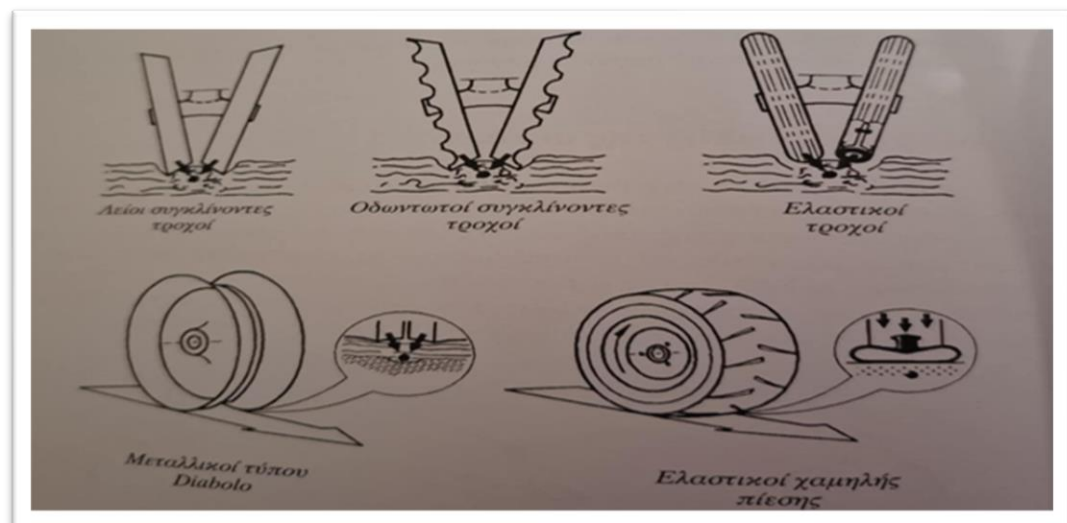
της σπαρτικής μηχανής και την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η σποροκλίνη μπορεί να έχει ένα μονό ή διπλό ειδικό υνάκι, υνάκι με πέδιλο ή μονό ή διπλό δίσκο, κ.α. στις σπαρτικές μηχανές που γίνεται η σπορά κατευθείαν το σύστημα μπορεί να έχει και πρόσθετους δίσκους ή υνάκια με στόχο την διάνοιξη ενός



Εικόνα 11. Είδη συστήματος διάνοιξης της αυλακιάς (Τσατσαρέλης, 2000).

κανονικού αυλακιού που θα έχει σταθερό πλάτος και βάθος (Τσατσαρέλης, 2000).

- Το σύστημα κάλυψης του σπόρου, όπου χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα, διπλοί κεκλιμένοι τροχοί, συγκλίνοντες (οδοντωτοί ή λείοι), από μέταλλο ή από πλαστικό επικάλυμμα, τροχοί τύπου diablo, κ.α., ενώ στις κλασικές σπαρτικές



Εικόνα 12. Τροχοί κάλυψης των σπόρων σε σπαρτικές μηχανές σποράς ακριβείας (Τσατσαρέλης, 2000).

μηχανές γραμμικής σποράς η κάλυψη μπορεί να γίνει με αλυσίδες ή σβάρνες. Στις σπορές ακριβείας χρησιμοποιούνται επιπλέον τροχοί οι οποίοι πέρα από την κάλυψη μπορούν και θρυμματίζουν και να συμπιέζουν ελαφρώς το έδαφος με σκοπό ο σπόρος να έρθει πιο γρήγορα σε επαφή με το έδαφος και να αποκτήσει την επιθυμητή υγρασία για την βλάστησή του.

- Τους *βοηθητικούς μηχανισμούς*, κυρίως ρυθμίσεων και ελέγχου (ποσότητας σποράς, αποστάσεων, κ.α.). Βέβαια, οι πιο σύγχρονες και νέας τεχνολογίας μηχανές έχουν επιπλέον κάποιες αξιόλογες ηλεκτρονικές διατάξεις για τους απαραίτητους ελέγχους ή κάποιες ρυθμίσεις με σκοπό το μέγιστο αποτέλεσμα, όπως για παράδειγμα βοηθητικοί μηχανισμοί αναδίπλωσης των στοιχείων μεταφοράς και διάνοιξης με υδραυλικούς κυλίνδρους (σε βαριές και μεγάλες μηχανές) ή βοηθητικοί τροχοί που ενεργοποιούνται από υδραυλικούς κυλίνδρους (σε μηχανές μεγάλου πλάτους).

Στους βοηθητικούς μηχανισμούς συγκαταλέγονται και οι μηχανισμοί για την λίπανση ή την εφαρμογή φυτοφαρμάκων, οι οποίοι βοηθούν στην ταυτόχρονη



Εικόνα 13. Σπαρτική μηχανή σιτηρών με ξεχωριστά δοχεία για τον σπόρο και το λίπασμα (Γέμτος & Καβαλάρης, 2015).

λίπανση (χρήση λιπασματοδιανομέα) ή χρήση φυτοφαρμάκων (προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων) με την σπορά. Τέλος, στους μηχανισμούς αυτούς συγκαταλέγονται και οι μηχανισμοί που βοηθούν στην κάλυψη του εδάφους με πλαστικές ταινίες κατά την σπορά για την πιο ταχεία βλάστηση του

σπόρου (για ιδανική θερμοκρασία και υγρασία βλάστησης) (Τσατσαρέλης, 2000).

Μηχανές γραμμικής σποράς (Grain drills)

Οι μηχανές γραμμικής σποράς ή σιτηρών μπορούν και σπέρνουν τον σπόρο σε σταθερές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών αλλά οι θέσεις των σπόρων είναι τυχαίες πάνω στις γραμμές. Οι παράγοντες που συμβάλλουν για την ομοιόμορφη κατανομή των σπόρων επάνω στις γραμμές είναι ο τύπος του μηχανήματος, το σχήμα των σπόρων, η μορφή της επιφάνειάς τους, η ομοιομορφία του σχήματός τους, η ταχύτητα σποράς αλλά και η επιφάνεια του εδάφους (Blunk et al., 2021).

Οι μηχανές αυτές έχουν ευρεία χρήση για την σπορά χειμερινών σιτηρών, ανοιξιότικων καλλιεργειών (βαμβάκι ή αραβόσιτος), σόγιας ή για την σπορά μικρότερων σπόρων όπως π.χ. μηδικής, τριφυλλιών ή αγρωστωδών λειμώνων, σπαρτικές μηχανές τεύτλων και πατάτας. Κάθε τύπος έχει σχεδιαστεί για να καλύπτει διαφορετικές γεωργικές ανάγκες, με στόχο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης και τη μείωση του κόστους της καλλιέργειας.

Οι σπαρτικές μηχανές που χρησιμοποιούνται για την γραμμική σπορά, είναι είτε οι κλασσικές σπαρτικές μηχανές, όπου ο σπόρος μεταφέρεται με την βαρύτητα, είτε οι πνευματικές σπαρτικές μηχανές που χρησιμοποιούν ρεύμα αέρα για την μεταφορά του σπόρου. Στις πρώτες το πλάτος εργασίας είναι έως 4m ενώ μπορεί όμως να αυξηθεί συνδέοντας επιπλέον 2 ή περισσότερες ανεξάρτητες μηχανές και συνήθως το δοχείο σπόρου μπορεί και εκτείνεται σε όλο το πλάτος εργασίας. Στις δεύτερες το πλάτος εργασίας εκτείνεται στα 4-8m και έχουν να μην ένα δοχείο σπόρου με μεγάλη χωρητικότητα αλλά δεν εκτείνεται όμως σε όλο το πλάτος εργασίας.

Επίσης, με βάση τον τρόπο μεταφοράς τους διακρίνονται στις:

- *Ημιφερόμενες*, που έχουν ελαφριά κατασκευή και φέρονται στο υδραυλικό σύστημα του γεωργικού ελκυστήρα κατά τις μεταφορές και τις στροφές - κεφαλάρια. Στην διάρκεια της χρήσης τους στηρίζονται στους τροχούς του πλαισίου τους ενεργοποιώντας έτσι το διασπαρτικό τους σύστημα.
- *Συρόμενες ή ελκόμενες*, που είναι μεγάλου εύρους και οι μηχανισμοί τους όπως π.χ. η διάνοιξη της αυλακιάς ή της ρύθμισης βάθους, εξαρτώνται και ρυθμίζονται από τους υδραυλικούς κυλίνδρους. Μεταφέρονται είτε σε ειδικές πλατφόρμες μεταφοράς είτε φέρουν ειδικούς τροχούς μεταφοράς που

ενεργοποιούνται από τους υδραυλικούς κυλίνδρους. Επιπλέον, οι τροχοί αυτοί τοποθετούνται σε τέτοιες θέσεις μετατρέποντας το πλάτος εργασίας σε μήκος



Εικόνα 14. Ελκόμενη σπαρτική μηχανή με διπλούς δίσκους και τριπλό καζάνι. Κατάλληλη για όλους τους σπόρους καθώς και για μικρούς λεπτούς σπόρους μικρών γραμμαρίων (<https://kritikos-sa.com/>).

κατά την μεταφορά τους ενώ στις πνευματικές μηχανές μεγάλου εύρους που έχουν ένα κεντρικό σποροδοχείο γίνεται αναδίπλωση των εξωτερικών στοιχείων σποράς.

Τα τελευταία χρόνια όμως λόγω της εξέλιξης των σπαρτικών μηχανών κατασκευάζονται και μηχανές γραμμικής σποράς που αποτελούν τμήματα ολοκληρωμένων μηχανημάτων κατεργασίας και σποράς τόσο με δυναμοδοτούμενα μηχανήματα, όπως π.χ. φρέζες ή περιστροφικές σβάρνες, όσο και με καλλιεργητές ή και μηχανές για κατευθείαν σπορά σε ακαλλιέργητο έδαφος (Τσατσαρέλης, 2000).

Πνευματικές σπαρτικές μηχανές (pneumatic seed drills, air seeders)

Η διασπορά των σπόρων σε αυτές τις μηχανές γίνεται μηχανικά ενώ χρησιμοποιείται ρεύμα αέρος (αεροαντλία) για την μεταφορά και την τοποθέτηση των σπόρων στο έδαφος. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την ακριβή διανομή και σπορά των σπόρων, εξασφαλίζοντας την ομοιόμορφη κάλυψη μεγάλων εκτάσεων και τη μείωση των απωλειών σπόρων ή του αραιώματος μετά το φύτεμα. Οι πνευματικές σπαρτικές μηχανές είναι ιδανικές για μεγάλες καλλιεργήσιμες εκτάσεις καθώς μπορούν να σπείρουν σε πλάτος μεγαλύτερο από εκείνο του δοχείου, ενώ συγχρόνως, μπορούν να κάνουν και 3 διαφορετικές εργασίες:

1. Να σπείρουν με μεγάλη ακρίβεια στο επιθυμητό βάθος.

2. Να τοποθετήσουν το λίπασμα συγκεντρωμένο και δίπλα στον σπόρο ώστε αυτός να το εφοδιάζεται όταν το χρειάζεται.
3. Να τοποθετήσουν το φυτοφάρμακο πάνω από την σειρά των σπόρων είτε σε υγρή μορφή, είτε σε σκόνη και μάλιστα σε μια λωρίδα 30cm δεξιά και αριστερά από την σειρά των σπόρων, εκεί δηλαδή που το έδαφος δεν μπορεί να σκαλιστεί εύκολα από τα σκαλιστήρια (Καραμάνος κ.α., 2022).

Όπως και στις κλασσικές σπαρτικές μηχανές, έτσι και εδώ κατασκευάζονται είτε ως ημιφερόμενες, είτε ως ελκόμενες. Και στις 2 περιπτώσεις πάντως, μπορούν να τοποθετούν τους τροχούς τους σε πλάτος ίσο με εκείνο των τροχών του γεωργικού ελκυστήρα με αποτέλεσμα ουσιαστικά να ακολουθούν τα ίχνη του. Τέλος, διακρίνονται σε 2 βασικούς τύπους στις μηχανές με ανεξάρτητο για κάθε σειρά διασπαρτικό σύστημα (πολλαπλοί διανομείς) και στις μηχανές με κεντρικό κοινό διασπαρτικό σύστημα για όλες τις σειρές (Τσατσαρέλης, 2000).

Σπαρτικές για μικρούς σπόρους

Οι σπαρτικές για μικρούς σπόρους χρησιμοποιούνται για καλλιέργειες όπως το τριφύλλι, το λούπινο, τα λαχανικά και άλλες μικρές καλλιέργειες. Αυτές οι μηχανές είναι ειδικά σχεδιασμένες για να χειρίζονται τους μικρούς και ελαφριούς σπόρους με μεγαλύτερη ακρίβεια, ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι σπόροι δεν θα διασκορπιστούν ανεξέλεγκτα και θα παραμείνουν στο έδαφος για να βλαστήσουν.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι σπαρτικών για μικρούς σπόρους, μερικοί από τους οποίους περιλαμβάνουν:

- *Πνευματικές σπαρτικές για μικρούς σπόρους (pneumatic seed drills for small seeds, air seeders, jet drills)*

Οι εν λόγω μηχανές χρησιμοποιούν παρόμοια τεχνολογία με τις πνευματικές σπαρτικές για σιτηρά, αλλά είναι ειδικά σχεδιασμένες για μικρούς σπόρους. Ο αέρας μεταφέρει τους σπόρους με ακρίβεια στο έδαφος, αποφεύγοντας την υπερβολική διασπορά τους. Εξαιτίας του τρόπου μεταφοράς του σπόρου, παρουσιάζουν πλάτος εργασίας μεγαλύτερο από τις κλασσικές μηχανές, δηλαδή περίπου 4-12m και συνήθως μεγαλύτερο του σποροδοχείου.

Κατασκευάζονται ως ημιφερόμενες, δηλαδή φερόμενες κατά την μεταφορά τους και ημιφερόμενες κατά την εργασία τους, ή ως ελκόμενες. Οι τροχοί τους και στις 2

περιπτώσεις μπορούν να τοποθετηθούν σε πλάτος ίσο με το πλάτος των τροχών του γεωργικού ελκυστήρα με σκοπό να ακολουθούν τα ίχνη τους.



Εικόνα 15. Πνευματική μηχανή μικρών σπόρων (προσωπικό αρχείο).

Μπορούν να διακριθούν με βάση το διασπαρτικό τους σύστημα σε: 1. Μηχανές με ανεξάρτητο διασπαρτικό σύστημα για κάθε σειρά και 2. Μηχανές με κοινό διασπαρτικό σύστημα για όλες τις σειρές (Τσατσαρέλης, 2000).

➤ Σπαρτικές με αυλακώσεις (groove seed drills)

Αυτές οι μηχανές δημιουργούν μικρές αυλακώσεις στο έδαφος, όπου οι σπόροι τοποθετούνται με ακρίβεια, διασφαλίζοντας ότι το βάθος σποράς είναι κατάλληλο για μικρούς σπόρους που χρειάζονται προσοχή ώστε να βλαστήσουν σωστά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορους τύπους εδάφους, συμπεριλαμβανομένων των σκληρών και πετρώδων εδαφών, ενώ πολλές από αυτές τις μηχανές είναι σχεδιασμένες για εύκολη χρήση και συντήρηση, καθιστώντας τις ιδανικές για μικρές και μεγάλες καλλιέργειες (Ford, 2024).

Σπαρτικές Μηχανές για κατευθείαν σπορά

Οι μηχανές αυτές (*no till ή direct till*) είναι ειδικής κατασκευής και χρησιμοποιούνται συνήθως σε ελαφριά εδάφη. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε ακαλλιέργητο έδαφος και σπέρνουν κυρίως σιτηρά καθώς και άλλα φυτά, όπως π.χ. χορτοδοτικά. Με μια μόνο διέλευση επιτυγχάνεται η σπορά με περιορισμένη ή χωρίς προηγούμενη κατεργασία σε μια πολύ στενή λωρίδα εδάφους.

Διακρίνονται στις ημιφερόμενες και στις ελκόμενες. Πρόκειται για πολύ βαριά κατασκευή, με βάρος περίπου 650kg-900kg/m πλάτους κατεργασίας και πλάτος εργασίας περίπου 2-12m, με σκοπό την καλύτερη διείσδυση τους στο ακαλλιέργητο έδαφος. Φέρουν επιπλέον εξαρτήματα για το άνοιγμα της αυλακιάς, την ρύθμιση του βάθους της σποράς, την συμπίεση του σπόρου στο βάθος της αυλακιάς και την κάλυψη του σπόρου. Τέλος, αποτελείται από ένα στιβαρό πλαίσιο με τροχούς επιφάνειας που μπορούν και στηρίζουν όλους τους μηχανισμούς (Τσατσαρέλης, 2000).

Μηχανές σποράς ακριβείας

Οι εν λόγω μηχανές (*row-crop planters*) σπέρνουν κατά γραμμές μεμονωμένους σπόρους σε σταθερές και προκαθορισμένες αποστάσεις τόσο μεταξύ όσο και επάνω στις γραμμές. Θεωρούνται ιδανικές για καλλιέργειες που απαιτούν αποστάσεις σειρών >25cm, όπως π.χ. καλαμπόκι, βαμβάκι, ηλιάνθο, διάφορα ψυχανθή και μικρούς σπόρους λαχανικών και ελαιούχων φυτών, ενώ για την επιτυχία της σποράς απαιτείται κατάλληλη προετοιμασμένη σποροκλίνη χωρίς βόλους και φυτικά υπολείμματα (Jasa & Dickey, 1982). Χωρίζονται στις μηχανικές σπαρτικές μηχανές, στις πνευματικές σπαρτικές μηχανές και στις μηχανές κατευθείαν σποράς ακρίβειας (*direct planter*). Μάλιστα, οι πρώτες υπερτερούν των άλλων καθώς φέρουν μηχανικό διασπαρτικό σύστημα που είναι απλό, στιβαρό και έχει μειωμένο κόστος κατασκευής. Οι δεύτερες ωστόσο απαιτούν μικρότερες ποσότητες σπόρου, διατηρούν πιο σταθερές αποστάσεις και μπορούν να εργαστούν καλύτερα με σπόρους που είναι ποικίλοι κατά το μέγεθος.

Διακρίνονται και αυτές οι μηχανές στις φερόμενες (στην μεταφορά) που κατασκευάζονται για την σπορά 4-12 γραμμών, στις ημιφερόμενες που κατά την χρήση τους στηρίζονται είτε σε 2 μεγάλους τροχούς είτε σε 1 μικρό μεταλλικό για κάθε στοιχείο σποράς, και σπανιότερα στις συρόμενες που κατασκευάζονται για μεγάλες εκμεταλλεύσεις έως 24 σειρών (Τσατσαρέλης, 2000).

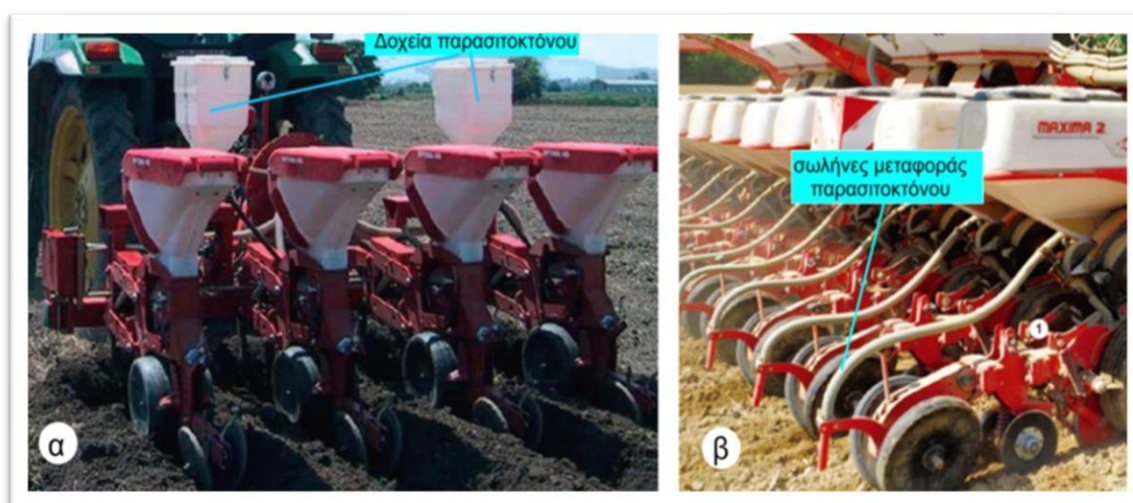
Επιπλέον, οι μηχανές αυτές έχουν την δυνατότητα να φέρουν πρόσθετα εξαρτήματα για την λίπανση και την εφαρμογή φυτοφαρμάκων (ζιζανιοκτόνων, εντομοκτόνων ή παρασιτοκτόνων) των καλλιεργειών όπως π.χ. το βαμβάκι ή το καλαμπόκι, κατά την σπορά, με σκοπό την μείωση των διελεύσεων, την μείωση του κόστους και την ταυτόχρονη προστασία τους.

Οι τροχοί των μηχανών αυτών είναι ανεξάρτητοι, με δυνατότητα κίνησης κατά μήκος του πλαισίου χωρίς προκαθορισμένες θέσεις. Ένα πλήρες κιβώτιο ταχυτήτων είναι

προσαρτημένο στη δομή των τροχών, με αλλαγή ταχυτήτων που επιτρέπει μια ποικιλία συνδυασμών για τη σωστή ρύθμιση των ρυθμών εφαρμογής λιπασμάτων και σπόρων. Η συνδυασμένη δομή τροχού και κιβωτίου ταχυτήτων καθιστά δυνατή την αλλαγή της θέσης του συγκροτήματος ανάλογα με την απόσταση και τον αριθμό των σειρών. Η κίνηση συμβαίνει σε όλο το συγκρότημα, χωρίς ανησυχία σχετικά με την ευθυγράμμιση των γραναζιών και των αλυσίδων. Ανεξάρτητα από τη θέση κατά μήκος του πλαισίου, τα κιβώτια ταχυτήτων είναι προσβάσιμα από το πίσω μέρος του μηχανήματος, με απόλυτη άνεση και ασφάλεια, και η κίνηση ρυθμίζεται χωρίς την ανάγκη εργαλείων (Kuhn, 2024).

Τόσο η λίπανση όσο και η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων πραγματοποιούνται με την βοήθεια της βαρύτητας (μηχανικές) ή με την βοήθεια του ρεύματος αέρα (πνευματικές).

Τέλος, όλες οι σπαρτικές μηχανές ακριβείας, φέρουν και βοηθητικούς μηχανισμούς, όπως για παράδειγμα μαρκαδόρους ή σημαδευτές, συμπλέκτη των διασπαρτικών συστημάτων, συστήματα προετοιμασίας και μανόμετρα.



Εικόνα 16. Σπαρτικές μηχανές που φέρουν σύστημα για την εφαρμογή φυτοφαρμάκων. Στην (α) φαίνεται το σύστημα εφαρμογής κοκκωδών παρασιτοκτόνων προσαρμοσμένο επάνω σε σπαρτική ακριβείας & στην (β) οι σωλήνες μεταφοράς του παρασιτοκτόνου στο έδαφος (Γέμτος & Καβαλάρης, 2015).

Μηχανές για σπορά στα πεταχτά (Broadcasting)

Οι μηχανές για σπορά στα πεταχτά βρίσκουν εφαρμογή τα τελευταία χρόνια για την σπορά φυτών που δεν απαιτούν καλή σποροκλίση όπως για παράδειγμα τα χειμερινά και τα εαρινά σιτηρά, το ρύζι ή φυτά χλωρής λίπανσης. Χρησιμοποιείται ακόμη και για

περιπτώσεις όπου οι εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στον αγρό δεν επιτρέπει τους προαναφερόμενους τρόπους σποράς λόγω κλίσης του εδάφους, υπερβολικής υγρασίας ή ακαταλληλότητα του εδάφους λόγω παρουσίας πετρών ή χαλικιών. Σχεδόν πάντα όμως μετά από την σπορά ακολουθεί η ενσωμάτωση και η



Εικόνα 17. Γραμμοχαράκτης σε σπαρτική μηχανή (<https://www.kuhn.com/>).

κάλυψη του σπόρου με μηχανικά μέσα.

Αν και μειονεκτεί στην ομοιόμορφη κατανομή των σπόρων, πρόκειται για μια μέθοδο που επιτρέπει την πολύ γρήγορη εγκατάσταση της καλλιέργειας με μειωμένο αριθμό εργατικών χεριών και καυσίμων, με πιο ορθή και οικονομική χρήση των λιπασματοδιανομέων και διασπορέων και με μειωμένη επιβάρυνση του εδάφους λόγω του μεγάλου πλάτους εργασίας.

Χρησιμοποιείται σε χώρες κυρίως της Β. Ευρώπης (Γερμανία ή Δανία) και της Β. Αμερικής όπου υπάρχουν μεγάλες καλλιεργούμενες εκτάσεις με σιτηρά και που κατά την διάρκεια της σποράς επικρατούν δυσμενείς συνθήκες (π.χ. μεγάλη υγρασία) που δεν επιτρέπουν την κανονική σπορά.

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την σπορά στα πεταχτά είναι τα εξής:

- Μηχάνημα σποράς που φέρουν λιπασματοδιανομείς με 1 ή 2 περιστρεφόμενους δίσκους.
- Μηχάνημα σποράς που φέρουν λιπασματοδιανομείς με παλινδρομικώς κινούμενο στόμιο (βραχίονα).
- Μηχάνημα σποράς που φέρουν λιπασματοδιανομείς με ρεύμα αέρα.

- Αεροπλάνα.
- Σύνθετα μηχανήματα γραμμικής σποράς (φρέζες με σπαρτικές).

Ειδικές σπαρτικές μηχανές

➤ Σπαρτικές μηχανές τύπου φυτευτηρίων



Εικόνα 18. Η ημι-αυτόματη μηχανή τύπου φυτευτηρίων SFOGGIA F/C – 18 για τομάτα, καπνό και λάχανο (<https://anagnou.gr/>).

Αυτές οι μηχανές τύπου φυτευτηρίων (*punch planters*) συνίσταται για την μεταφύτευση φυτών όπως π.χ. του καπνού. Οι μηχανές αυτές φύτευσης χρησιμοποιούνται για τη φύτευση ή σπορά φυτών των οποίων «ο σπόρος» δεν



Εικόνα 19. Σπαρτική μηχανή τύπου φυτευτηρίου (Plantape, 2024)

έχει τη βοτανική έννοια του, αλλά αποτελεί τροποποιημένο τμήμα του φυτού, όπως

π.χ. είναι οι κόνδυλοι, οι βολβοί ή και τα φυτώρια. Τα ήδη ανεπτυγμένα φυτά, έχουν διαστάσεις μεγάλες, η υγρασία τους είναι πιο υψηλή και απαιτούν ειδικούς χειρισμούς (Μητσοτάκη, 2008).

Τα 3 στάδια κατά τα οποία πραγματοποιείται η φύτευση είναι α. η διάνοιξη της οπής με κατασκευές τύπου κύπελου (κώνου) όπου η κορυφή είναι προς τα κάτω, β. η τοποθέτηση του σπόρου και γ. κάλυψη με χώμα.

Πλεονεκτεί αρκετά καθώς δημιουργείται το κατάλληλο περιβάλλον για το φυτό και την ανάπτυξη των φυτών και αυτό γιατί γίνεται καλή επαφή του μικρού φυτού με το έδαφος. Επιπλέον, οι μηχανές αυτές διανοίγουν οπές με σταθερό βάθος και σε σταθερές αποστάσεις και μπορούν να δουλέψουν χωρίς κάποια προβλήματα (Shaw, 1993).

➤ Σπορά με ταυτόχρονη κάλυψη με φύλλα πλαστικού

Πρόκειται για μια μέθοδο σποράς που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σπορά βάμβακος και βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στα λαχανοκομικά είδη. Το κόστος της είναι αρκετά υψηλό καθώς κατά την σπορά γίνεται και ταυτόχρονη κάλυψη με φύλλα



Εικόνα 20. Σπαρτική μηχανή με συνδεδασμένο πλαστικό σπόρο στρώσεων, το οποίο επιτρέπει την τοποθέτηση του πλαστικού και του σπόρου απευθείας μέσω αυτού σε μία δίοδο εργασίας. (<https://www.panagrotiki.gr/>).

πλαστικού από εύκαμπτο πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας, φωτοδιασπώμενο και με μικρή διάρκεια ζωής (<100 ημέρες). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εφαρμόζεται αποκλειστικά για προϊόντα μεγάλης εμπορικής αξίας.

Η κάλυψη του εδάφους ευνοεί την θέρμανσή του ιδιαίτερα κατά τις αρχές της άνοιξης και γίνεται πρωιμότερα η εγκατάσταση φυτών που είναι ευαίσθητα σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ουσιαστικά δημιουργείται το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» όπου την ημέρα η ακτινοβολία του ήλιου θερμαίνει το έδαφος και την νύχτα, η θερμότητα που εκπέμπεται από το έδαφος συγκρατείται από το πλαστικό, ενώ επιτυγχάνεται συγχρόνως και συγκράτηση της απαιτούμενης υγρασίας (Τσατσαρέλης, 2000).

➤ **Σπαρτικές ρυζιού**

Το ρύζι, πέρα από τις κλασσικές μεθόδους (σπορά στα πεταχτά ή μηχανές γραμμικής



Εικόνα 21. Σπορά ρυζιού σε ξηρό έδαφος στην Αυστραλία (<https://www.sunrice.com.au/>).

σποράς) μπορεί να σπαρθεί και με ειδικές μηχανές σποράς ή και με την χρήση σπορειών για μεταφύτευση (κυρίως στην Άπω Ανατολή). Σύμφωνα με τον Gao & Ma (1997), ανέφεραν πως η εν λόγω σπορ έδωσε καλύτερες αποδόσεις με μειωμένο κόστος και ανθρώπινη εργασία από ότι με τις ήδη προηγούμενες.

Οι σπαρτικές αυτές είναι ειδικά διαμορφωμένες σπαρτικές γραμμικής σποράς που αποτελούνται από 2 δοχεία, στο ένα τοποθετείται ο σπόρος και στο άλλο το ζιζανιοκτόνο. Πριν όμως από τους διανομείς των ζιζανιοκτόνων υπάρχουν τα μακριά δόντια της σβάρνας που προηγούνται του διασπαρτικού συστήματος και που βοηθούν στην προετοιμασία του εδάφους, διασφαλίζοντας την καλύτερη ενσωμάτωση των σπόρων.

Οι σπόροι εδώ δεν οδηγούνται κατευθείαν στο έδαφος αλλά με μέσω κοντών σωλήνων σε τροχούς που φέρουν φατνία στην περιφέρεια τους. Συνεπώς, οι σπόροι δεν

πέφτουν συνεχόμενα σε γραμμές, αλλά συγκεντρώνονται σε ομάδες (όρχους) καθώς περιστρέφονται οι δίσκοι και απελευθερώνονται σταδιακά στην επιφάνεια του εδάφους. Αυτή η μέθοδος σποράς επιτρέπει τη βελτιωμένη κατανομή των φυτών, συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων (νερό, θρεπτικά συστατικά) και μειώνει τον ανταγωνισμό μεταξύ τους.

Συνολικά, η συγκεκριμένη σπαρτική μηχανή συνδυάζει τη γραμμική σπορά με τη σπορά κατ' όρχους, προσφέροντας ένα πιο αποδοτικό σύστημα εγκατάστασης της καλλιέργειας, με στόχο τη βελτίωση των αποδόσεων και τη μείωση του ανταγωνισμού από τα ζιζάνια.

➤ Σπαρτικές για τεύτλα

Οι σπαρτικές αυτές μηχανές δεν διαφέρουν σημαντικά από αυτές που χρησιμοποιούνται για το βαμβάκι και τον αραβόσιτο. Έχουν τον ίδιο διασπαρτικό μηχανισμό αλλά εδώ ο δίσκος έχει μικρότερες εγκοπές και ο μηχανισμός που προωθεί τον σπόρο να μπει στις εγκοπές του δίσκου απαρτίζεται από μια βούρτσα αρκετά



Εικόνα 22. Πνευματική σπαρτική μηχανή 6 σειρών Agricola Italiana P300 για παντζάρι (τεύτλα), σόγια (<https://www.agroenos.com/products/agricola>).

σκληρή. Παράλληλα, ο μηχανισμός απομάκρυνσης του σπόρου από τις εγκοπές αποτελείται από ένα μικρό κατακόρυφο οδοντωτό τροχό που περιστρέφεται και ωθεί τον σπόρο προς τον σωλήνα (Κουτσοβίτης κ.α., 2019).

Η σπορά των τεύτλων γίνεται σε 6-12 σειρές ανάλογα με την μηχανή που διαθέτουμε στα κεφαλάρια του χωραφιού και εν συνεχεία, παράλληλα προς την μεγαλύτερη και ευθύγραμμη πλευρά του χωραφιού, με σκοπό οι σειρές σποράς να είναι ευθύγραμμες ώστε να αποφευχθούν μελλοντικές ζημιές κατά το σκάλισμα ή την συγκομιδή. Τόσο τα συστήματα διανομής όσο και η τοποθέτηση των σπόρων καθορίζονται από τις λειτουργίες που ορίζει ο κατασκευαστής και η ταχύτητα των μηχανημάτων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 4-5km/h.

Επιπλέον, ο καλλιεργητής να παρακολουθεί στενά την λειτουργία όλων των συστημάτων της εν λόγω σπαρτικής καθώς σε βαριά και υγρά εδάφη, μαζεύεται λάσπη στους τροχούς, ενώ στα ελαφρά εδάφη χρειάζεται προσοχή στην ρύθμιση και την διατήρηση του βάθους σποράς.

Στις πνευματικές μηχανές σποράς τεύτλων, πρέπει να διατηρείται ο δυναμολήπτης με συνεχώς υψηλές στροφές ώστε να μην υπάρξουν κενά βοθρία ή άσπαρτα τμήματα στο χωράφι. Η υποπίεση αυτή ρυθμίζεται σε συνάρτηση με το είδος του σπόρου (γυμνό κουφέτο) (EBZ, 2001).

➤ Σπαρτικές για πατάτες

Οι σπαρτικές για τις πατάτες έχουν τις ίδιες αρχές λειτουργίας με τις υπόλοιπες σπαρτικές μηχανές, αλλά διαφέρουν όμως κατασκευαστικά λόγω της ιδιομορφίας του σπόρου (πατατόσπορος) και της εφαρμοζόμενης καλλιεργητικής τεχνικής. Το πολλαπλασιαστικό υλικό για την καλλιέργεια της πατάτας είναι ο κόνδυλος που έχει πολύ μεγάλο μέγεθος, με αρκετή υγρασία και μη ανθεκτικό φλοιό. Κατ' ακολουθία, οι κατασκευαστές των εν λόγω σπαρτικών έχουν τοποθετήσει ένα αρκετά μεγάλο δοχείο σπόρου και ένα διασπαρτικό μηχανισμό εξειδικευμένο στο να μην τραυματίζει τους κονδύλους (Κατέρης, 2015).

Το βάθος φύτευσης της πατάτας εξαρτάται από το είδος του εδάφους. Συνεπώς, σε ελαφρά εδάφη η φύτευση γίνεται πιο βαθιά, περίπου 12–15cm, ενώ σε βαρύτερα εδάφη γίνεται περίπου σε βάθος 7–10cm. Η φύτευση σε μεγαλύτερο βάθος από το κανονικό, θα καθυστερήσει το φύτρωμα και πιθανόν μερικοί βλαστοί δεν θα μπορέσουν να βγουν στην επιφάνεια (Χατζηδημητρίου, 2009).

Οι μηχανές αυτές αποτελούνται από τον άξονα με τους τροχούς που στηρίζουν το πλαίσιο με τα υπόλοιπα μέρη της μηχανής όπως είναι το μεγάλο δοχείο του πατατόσπορου, το διασπαρτικό μηχανισμό που δεν τραυματίζει τους κόνδυλους, το σύστημα διάνοιξης του εδάφους και το σύστημα κάλυψης του πατατόσπορου. Η



Εικόνα 23. Σπαρτική μηχανή πατάτας (<https://www.panagrotiki.gr/>).

διάνοιξη του εδάφους γίνεται από ένα υνί που έχει οριζόντια τομή σε σχήμα V που σχίζει με ευκολία το έδαφος και το αυλάκι που σχηματίζεται έχει αρκετό πλάτος (περίπου 10cm) για να δεχθεί τον πατατόσπορο (Κουτσοβίτης κ.α., 2019).

Χωρίζονται σε αυτόματες και ημιαυτόματες μηχανές. Στις πρώτες δεν είναι απαραίτητο η παρουσία ενός εργάτη, χρησιμοποιούνται μόνο για επίπεδο έδαφος, είναι εφοδιασμένες με εξαρτήματα αυλακώματος και παραχώματος του σπόρου και απαιτούν ομοιόμορφο σπόρο. Οι ημιαυτόματες αντίθετα χρειάζονται την παρουσία ενός εργάτη, αποτελούνται από 2-6 σπαρτικά σώματα όπου το καθένα αντιστοιχεί σε μια γραμμή σποράς, όμοια μεταξύ τους και συνδεδεμένα στο ίδιο πλαίσιο. Ο χρόνος σποράς για τις ημιαυτόνομες είναι περίπου 8στρ./ώρα, ενώ οι αυτόματες προσφέρουν μια απόδοση σποράς της τάξεως 16στρ./ώρα, δηλαδή μισό χρόνο σποράς (Χατζηδημητρίου, 2009).

2.3. Συγκριτική ανάλυση των διαφορετικών τύπων σπαρτικών μηχανών.

Οι σπαρτικές μηχανές θεωρούνται απαραίτητες γεωργικές μηχανές στους καλλιεργητές, με σκοπό τη διανομή των σπόρων στο έδαφος με τον καλύτερο ομοιόμορφο τρόπο και σε κατάλληλα επίπεδα. Η επιλογή της κατάλληλης σπαρτικής μηχανής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι π.χ. το είδος της καλλιέργειας, το έδαφος (δομή, υφή και τύπο), το κόστος επένδυσης καθώς και η επιθυμητή επιλογή του εκάστοτε γεωργού. Καθώς υπάρχουν αρκετοί τύποι σπαρτικών μηχανών θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στα πλεονεκτήματα αλλά και στα μειονεκτήματα του εκάστοτε μηχανήματος με σκοπό την ορθή επιλογή από τους καλλιεργητές (Τσατσαρέλης, 2003).

Οι σπαρτικές μηχανές με ακίδες ή δίσκους (*Drill Seeders*) χρησιμοποιούνται για να ανοίξουν αυλάκια στο έδαφος μέσα στα οποία τοποθετούνται οι σπόροι. Στη συνέχεια, οι σπόροι καλύπτονται με χώμα μέσω ειδικών εξαρτημάτων, εξασφαλίζοντας την επαφή τους με το έδαφος και προωθώντας τη καλύτερη βλάστηση.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι η μέγιστη ακρίβεια στη σπορά, καθώς οι σπόροι τοποθετούνται σε ομοιόμορφο βάθος, παρατηρείται πιο βελτιωμένη βλάστηση των σπόρων λόγω της καλύτερης επαφής τους με το έδαφος, καθώς και μειωμένη απώλεια σπόρων κάνοντας έτσι καλύτερη χρήση των πόρων σε σύγκριση με τις μηχανές διασποράς.

Αντίθετα, παρατηρούνται μεγαλύτεροι χρόνοι λειτουργίας τους με αποτέλεσμα να υπάρχει ανάγκη για περισσότερη συντήρηση λόγω της πολυπλοκότητας των μηχανισμών της. Το κόστος απόκτησης και λειτουργίας μιας τέτοιας σπαρτικής μηχανής είναι υψηλότερο σε σχέση με τις υπόλοιπες μηχανές ενώ η χρήση τους σε εδάφη με κλίση ή σε βαριά εδάφη είναι περιορισμένη.

Οι μηχανές σποράς ακρίβειας είναι ειδικές για τη σπορά μεγάλων σπόρων, όπως π.χ. το καλαμπόκι, το βαμβάκι ή τον ηλιόσπορο. Χρησιμοποιούν ένα σύστημα ελέγχου που επιτρέπει την τοποθέτηση των σπόρων σε προκαθορισμένες αποστάσεις και βάθη, εξασφαλίζοντας υψηλή ακρίβεια και ελεγχόμενη χρήση των σπόρων.

Τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από την χρήση τους είναι η ακριβή τοποθέτηση των σπόρων σε συγκεκριμένες αποστάσεις και βάθη, με επακόλουθο τη μέγιστη

απόδοση καλλιέργειας. Θεωρούνται ιδανικές για καλλιέργειες που απαιτούν ακριβή έλεγχο, όπως π.χ. το καλαμπόκι ή τα φασόλια, ενώ παράλληλα γίνεται η βέλτιστη απόδοση χρήσης των σπόρων και των λιπασμάτων.

Αντίστροφα των πλεονεκτημάτων τους, παρουσιάζουν υψηλότερο κόστος απόκτησης και συντήρησης σε σχέση με τις πιο απλές σπαρτικές, απαιτούν ταυτόχρονα έμπειρους χειριστές και γνώστες ειδικά για την συντήρησή τους ενώ παρουσιάζουν μειωμένη ευελιξία καθώς δεν είναι κατάλληλες για όλες τις καλλιέργειες (Τσατσαρέλης, 2003).

Οι πνευματικές σπαρτικές μηχανές με την χρήση αέρα, μεταφέρουν και τοποθετούν τους σπόρους στο έδαφος. Οι σπόροι διοχετεύονται μέσω αεραγωγών στα αυλάκια και καλύπτονται στη συνέχεια με το χώμα.

Η τεχνολογία αυτή παρέχει ομοιομορφία και υψηλή ακρίβεια στη διανομή των σπόρων λόγω της χρήσης αέρα, μπορεί να διαχειριστεί διαφορετικά είδη σπόρων και μεγέθη με ευκολία, ενώ παρουσιάζει την βέλτιστη απόδοση ακόμα και σε μη ομοιογενείς εδαφικές συνθήκες. Το κύριο πλεονέκτημα της πνευματικής σπαρτικής μηχανής σε σύγκριση με τη μηχανική έγκειται στη μεγαλύτερη ευελιξία στη χρήση, επειδή δεν απαιτείται η ακρίβεια της ευθυγράμμισης του σπόρου (για παράδειγμα, στη μηχανική σπαρτική μηχανή, εάν ο σπόρος δεν είναι τοποθετημένος με ακρίβεια, δεν πέφτει καλά στην τρύπα, κολλάει και κινδυνεύει να σπάσει, ενώ στο πνευματικό ο κίνδυνος αυτός δεν υπάρχει χάρη στην αναρρόφηση των σπόρων).

Δυστυχώς όμως, απαιτούν πολύπλοκα και ακριβή συστήματα λειτουργίας, που αυξάνουν το κόστος, η συντήρησή τους θεωρείται πιο απαιτητική σε σχέση με τις παραδοσιακές μηχανές και οι «ευαίσθητοι» μηχανισμοί της μπορούν να επηρεαστούν εύκολα από σκόνη ή φθορές.

Σύμφωνα με τις παραπάνω αναφορές παρατηρούμε πως οι μηχανές διασποράς σπόρων και οι μηχανές με δίσκους ή ακίδες είναι πιο οικονομικές και ιδανικές για μεγάλες εκτάσεις, ενώ οι πνευματικές και οι ακριβείς σπαρτικές μηχανές να είναι ναι μεν πιο ακριβές αλλά ο καλλιεργητής κερδίζει σε λειτουργικά κόστη (Αυγουστής, 1996).

2.4. Εφαρμογές και πλεονεκτήματα

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές στην πάροδο των χρόνων, έχουν εξελιχθεί σημαντικά σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους σποράς, προσφέροντας μια σειρά από πλεονεκτήματα που βελτιώνουν κυρίως την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων χωρίς όμως να ζημιώνουν πλέον το περιβάλλον. Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτών των σύγχρονων σπαρτικών μηχανών μπορούν να συνοψιστούν στα εξής παρακάτω:

1. Ακρίβεια Σποράς

Στις σύγχρονες σπαρτικές μηχανές, ιδιαίτερα στις σποράς ακριβείας, γίνεται ακριβής και ορθή τοποθέτηση των σπόρων στο έδαφος, τόσο σε βάθος όσο και σε απόσταση, με αποτέλεσμα την μείωση της σπατάλης των σπόρων, την βελτίωση της κατανομής των φυτών, που όλα αυτά οδηγούν σε υψηλότερη απόδοση της καλλιέργειας.

2. Ομοιόμορφη Κατανομή

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές διασφαλίζουν την ομοιόμορφη κατανομή των σπόρων στο χωράφι, μειώνοντας τα κενά και την υπερβολική συγκέντρωση σπόρων σε ορισμένες περιοχές. Η ομοιόμορφη αυτή κατανομή των σπόρων προάγει την ισοδύναμη βλάστηση των φυτών και, κατά συνέπεια, την ομοιομορφία στην ανάπτυξη των καλλιεργειών χωρίς να υπάρχει ανταγωνισμός ανάμεσα στα φυτά, την μη ύπαρξη κενών ή την ανάγκη για αραιώμα φυτών σε ορισμένα σημεία του αγρού.

3. Αυξημένη Παραγωγικότητα

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές δίνουν την δυνατότητα στους αγρότες να καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις πιο γρήγορα και με λιγότερη εργασία, αυξάνοντας την παραγωγικότητα ενώ συγχρόνως μειώνουν το κόστος εργασίας. Η χρήση εργατικών χεριών μπορεί να μειωθεί στο μέγιστο, χωρίς να χρειάζεται να αυξηθεί ο χρόνος που πραγματοποιείται η σπορά του αγρού.

4. Μείωση Κόστους Σπόρων

Χάρη στην ακρίβεια και τον καλύτερο έλεγχο, οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές μειώνουν τη σπατάλη των σπόρων, οδηγώντας έτσι σε εξοικονόμηση κόστους για τους παράγωγους, ιδιαίτερα σημαντικό όταν αφορά καλλιέργειες υψηλής αξίας ή σπόρους ακριβούς.

5. Αυτόματη Εφαρμογή Λιπασμάτων

Πολλές σύγχρονες σπαρτικές μηχανές διαθέτουν επιπλέον δυνατότητες όπως π.χ. είναι η ταυτόχρονη εφαρμογή λιπασμάτων, γεγονός που βελτιστοποιεί την απόδοση της καλλιέργειας και μειώνει τις επιπλέον εφαρμογές λιπασμάτων, αυξάνοντας ουσιαστικά την απόδοση της καλλιέργειας.

6. Βελτίωση της Βλάστησης

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές διασφαλίζουν την ομοιόμορφη και ελεγχόμενη επαφή των σπόρων με το έδαφος, κάτι που προάγει την καλύτερη βλάστηση. Η σωστή και γρήγορη κάλυψη των σπόρων με το έδαφος καθώς και οι ιδανικές συνθήκες υγρασίας συμβάλλουν στη βέλτιστη βλάστηση των σπόρων.

7. Προσαρμογή σε Διάφορες Συνθήκες Εδάφους

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές είναι σχεδιασμένες να λειτουργούν σε ποικίλες συνθήκες εδάφους, από μαλακό και εύφορο έως σκληρό και βραχώδες έδαφος. Κάποιες μηχανές, όπως οι μηχανές **no-till**, μπορούν να πραγματοποιήσουν την σπορά χωρίς προετοιμασία του εδάφους, προστατεύοντας έτσι τη δομή του εδάφους και μειώνοντας τη διάβρωση του.

8. Τεχνολογία Αυτόματος Καθοδήγησης και Ακριβείας

Η χρήση συστημάτων καθοδήγησης *Global Positioning System- GPS* τα τελευταία χρόνια στις σπαρτικές μηχανές μειώνει την ανθρώπινη παρέμβαση και αυξάνει την ακρίβεια στις διαδρομές του αγρού, αποφεύγοντας σε μεγάλη κλίμακα τα κενά σημεία στον αγρό. Αυτό μειώνει τις απώλειες από φυτά και την ανάγκη για επανασπορά, εφαρμογές που συντελούν στην αύξηση της αποδοτικότητας μιας καλλιέργειας.

9. Προσαρμοστικότητα σε Διάφορους Σπόρους και Καλλιέργειες

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές μπορούν να προσαρμοστούν για διαφορετικά είδη σπόρων, επιτρέποντας στους παραγωγούς να χρησιμοποιούν την ίδια μηχανή για πολλές καλλιέργειες. Αυτή η ευελιξία βελτιώνει τη λειτουργική αποδοτικότητα και μειώνει την ανάγκη χρήσης πολλαπλών μηχανημάτων για κάθε καλλιέργεια.

10. Αειφορία αγρού

Οι σπαρτικές μηχανές **no-till** προάγουν τη διατήρηση του εδάφους, τη μείωση της διάβρωσης του, τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους αλλά και την διατήρηση της

βιοποικιλότητας, αποτελώντας ένα σημαντικό εργαλείο για την γεωργία του μέλλοντος. Αυτή η πρακτική σποράς απαιτεί λιγότερη κατανάλωση ενέργειας και μειώνει την ανάγκη για βαριά μηχανήματα άροσης, συμβάλλοντας στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματός τους και στην αύξηση της βιωσιμότητας του αγρού όπου πραγματοποιείται η κάθε καλλιέργεια.

11. Μείωση Ανθρωπίνων Σφαλμάτων

Η αυτοματοποίηση που προσφέρουν οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές μειώνουν τα λάθη που προέρχονται από τον άνθρωπο - χρήστη. Με τα συστήματα ελέγχου αλλά και παρακολούθησης, η λειτουργία των σπαρτικών μηχανών γίνεται πιο αποδοτική και ακριβής.

Σε γενικές γραμμές και σύμφωνα με τον Sharaby et al. (2019), οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές και ιδιαίτερα οι σπαρτικές μηχανές σποράς ακριβείας, προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα για τους γεωργούς, όπως είναι η βελτιωμένη ακρίβεια, η εξοικονόμηση κόστους, η αύξηση της παραγωγικότητας και η μείωση της περιβαλλοντικής μόλυνσης. Ανάλογα με τις ανάγκες της καλλιέργειας και του αγροκτήματος, η επιλογή του κατάλληλου μηχανήματος σποράς και η χρήση του μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση των καλλιεργειών και να ενισχύσει τη βιωσιμότητα της γεωργικής παραγωγής.

2.5. Κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις από την χρήση των σύγχρονων σπαρτικών μηχανών

Η χρήση των σύγχρονων σπαρτικών μηχανών από τους καλλιεργητές δεν έχει επιφέρει μόνο αλλαγές στον τρόπο καλλιέργειας αλλά παράλληλα έχει επιφέρει και σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές επιδράσεις, ειδικά στον αγροτικό τομέα και στις τοπικές κοινότητες.

Οικονομικές επιδράσεις

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές θεωρούνται ο καταλύτης για περαιτέρω γεωργική καινοτομία. Η επιτυχία τους απέδειξε τις δυνατότητες εκμηχάνισης στη γεωργία και ενέπνευσε εφευρέτες και γεωπόνους να αναπτύξουν πιο προηγμένα μηχανήματα και τεχνικές. Αυτή η συνεχιζόμενη καινοτομία στη γεωργία έχει επιφέρει μακροπρόθεσμες

οικονομικές επιπτώσεις, οδηγώντας σε αύξηση της παραγωγικότητας, της αποδοτικότητας και της συνολικής γεωργικής ανάπτυξης.

Η αποτελεσματικότητα και η αυξημένη παραγωγικότητα που επέφερε η εκμηχάνιση των σπαρτικών μηχανών παρείχε στις αγροτικές κοινότητες την ευκαιρία να δημιουργήσουν πλεονάζουσα παραγωγή. Αυτό το πλεόνασμα, όταν πωλούνταν σε τοπικές ή περιφερειακές αγορές, δημιουργούσε οικονομικές ευκαιρίες και συνέβαλε στην εμφάνιση μιας μεσαίας τάξης στις αγροτικές κοινωνίες. Η μεσαία τάξη απέκτησε οικονομική επιρροή, οδηγώντας σε πολιτιστικές και κοινωνικές αλλαγές (Turner, 2024).

Επιπρόσθετα, επιτρέπουν την πιο γρήγορη και ακριβή φύτευση σπόρων, αυξάνοντας την αποδοτικότητα των γεωργικών εργασιών. Αυτό σημαίνει ότι οι αγρότες μπορούν να σπέρνουν περισσότερα στρέμματα σε λιγότερο χρόνο, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση της παραγωγικότητας. Συγχρόνως, με την ακριβή τοποθέτηση των σπόρων στο έδαφος, μειώνεται η σπατάλη σπόρων και η χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο το συνολικό κόστος της καλλιέργειας.

Επιπλέον, με τη χρήση αυτοματοποιημένων και υψηλής τεχνολογίας σπαρτικών μηχανών, μειώνεται η ανάγκη για χειρωνακτική εργασία, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του κόστους παραγωγής, καθώς οι αγρότες εξοικονομούν χρήματα από τη μείωση του κόστους προσωπικού και την ανάγκη για εύρεση εργατικών χεριών.

Οι μηχανές αυτές λόγω ότι εξασφαλίζουν πιο ομοιόμορφη φύτευση, βελτιώνουν την ποιότητα της παραγωγής και αυξάνουν τη δυνατότητα για καλύτερη τιμολόγηση των προϊόντων στις αγορές. Συνεπακόλουθο, με τη μείωση κόστους και την αύξηση της παραγωγικότητας, οι αγρότες μπορούν να αυξήσουν τα κέρδη τους, βελτιώνοντας την οικονομική τους βιωσιμότητα (Τσατσαρέλης, 2003).

Τέλος, η χρήση σύγχρονων σπαρτικών μηχανών απαιτεί σημαντική αρχική επένδυση, κάτι που μπορεί να επιβαρύνει σημαντικά τους μικρότερους αγρότες που ίσως δεν διαθέτουν το κεφάλαιο για την αγορά τέτοιων τεχνολογιών. Οι δε αγρότες που έχουν μεγαλύτερο κλήρο γης μπορούν πιο εύκολα να έχουν πρόσβαση σε νέες σύγχρονες σπαρτικές, με αποτέλεσμα όμως να δημιουργούνται πιθανώς ανισότητες στον αγροτοοικονομικό τομέα.

Κοινωνικές επιδράσεις

Η μηχανοποίηση των γεωργικών εργασιών, όπως είναι η σπορά, μειώνει την ανάγκη για χειρωνακτική εργασία. Αυτό το γεγονός μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια θέσεων εργασίας για τους εποχικούς εργαζόμενους που παραδοσιακά εργάζονται στη γεωργία, επηρεάζοντας αρνητικά τόσο τα εισοδήματα των ιδίων όσο και των κοινοτήτων. Η μείωση αυτή των παραδοσιακών αγροτικών θέσεων εργασίας μπορεί να ωθήσει τους νέους ειδικά ανθρώπους να μεταναστεύσουν στις πόλεις για καλύτερες ευκαιρίες απασχόλησης, εντείνοντας τον μαρασμό του αγροτικού πληθυσμού και την αύξηση της αστικοποίησης. Κατα συνέπεια, αυτή η μετατόπιση της εργασίας οδήγησε σε αλλαγές στις κοινωνικές δομές, στα πρότυπα μετανάστευσης και στην ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων και επαγγελμάτων (Turner, 2024).

Επιπλέον, τα κέρδη αποδοτικότητας και παραγωγικότητας που επέφερε η μηχανοποίηση των σπαρτικών σπόρων επέτρεψαν στους αγρότες να καλλιεργήσουν μεγαλύτερες εκτάσεις γης. Αυτή η επέκταση των γεωργικών συνόρων όχι μόνο αύξησε την παραγωγή τροφίμων, αλλά επίσης διευκόλυνε τον αποικισμό νέων εδαφών, καθώς οι αγρότες αναζητούσαν νέα εδάφη για καλλιέργεια και ευκαιρίες για να βελτιώσουν τα μέσα διαβίωσής τους (Turner, 2024).

Επιπρόσθετα, η χρήση σύγχρονων σπαρτικών μηχανών απαιτεί γνώση και εξειδίκευση δημιουργώντας συνεπώς νέες θέσεις εργασίας που απαιτούν τεχνικές γνώσεις και δεξιότητες, ενισχύοντας έτσι την τεχνολογική εκπαίδευση στον αγροτικό τομέα. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στις γεωργικές δραστηριότητες μπορεί να ενισχύσει όμως τη γενικότερη εκπαίδευση και κατάρτιση του αγροτικού πληθυσμού, δημιουργώντας ένα πιο μοντέρνο και τεχνολογικά καταρτισμένο κοινωνικό σύνολο.

Τέλος, η αύξηση της παραγωγικότητας μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερες ποσότητες προϊόντων με το μικρότερο κόστος, γεγονός που μπορεί να ενισχύσει τις τοπικές αγορές, αυξάνοντας το εμπόριο αλλά και τα εισοδήματα των αγροτικών κοινοτήτων.

Συμπερασματικά, οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις της χρήσης σύγχρονων σπαρτικών μηχανών είναι σε μεγάλο βαθμό θετικές. Τόνωσε τη γεωργική ανάπτυξη, επέτρεψε την οικονομική ανάπτυξη και επέφερε κοινωνικές αλλαγές μετατοπίζοντας τη δυναμική της εργασίας και προωθώντας την καινοτομία (Turner, 2024). Ωστόσο, οι κοινωνικές επιπτώσεις από την χρήση τους είναι πιο σύνθετες, καθώς μπορεί να

οδηγήσουν σε απώλειες θέσεων εργασίας και ενίσχυση των κοινωνικών ανισοτήτων, με την παράλληλη όμως τεχνολογική αναβάθμιση των αγροτικών κοινοτήτων. Ο αντίκτυπός της μπορεί ακόμα να γίνει αισθητός στις σύγχρονες γεωργικές πρακτικές και στην παγκόσμια οικονομία.

Κεφάλαιο 3

Τεχνολογικές Εξελίξεις και Καινοτομίες στις Σπαρτικές Μηχανές.

Η γεωργική παραγωγή έχει άμεσα συνδεθεί με την αειφορία. Στο πλαίσιο αυτό και για την διατήρηση των φυσικών πόρων του πλανήτη μας, η χρήση σύγχρονων γεωργικών μηχανημάτων θα πρέπει όχι μόνο να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της αειφορίας αλλά και να διασφαλίζει συγχρόνως ένα ασφαλές περιβάλλον εργασίας στους παραγωγούς, καθώς αυτοί αποτελούν ζωτικής σημασίας παράγοντα της συνέχειας της ζωής της υπαίθρου (Σεβαστέλη, 2023).

Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας έχει φέρει σημαντικές αλλαγές και βελτιώσεις στα γεωργικά μηχανήματα, καθιστώντας τα πιο αποδοτικά, ακριβή και φιλικά προς το περιβάλλον, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της παραγωγικότητας και στην ενίσχυση της βιωσιμότητας της γεωργίας.

Η εποχή της ψηφιακής τεχνολογίας και της πληροφορικής έχει φέρει επαναστατικές αλλαγές και στις σπαρτικές μηχανές. Η εισαγωγή της ηλεκτρονικής και των συστημάτων αυτοματισμού έχει βελτιώσει σημαντικά την ακρίβεια και την αποδοτικότητα των μηχανών αυτών, μετατρέποντας τα έτσι σε απαραίτητα γεωργικά εργαλεία για τους καλλιεργητές της γης.

Μια από τις εξελίξεις αυτές είναι και η χρήση σύγχρονων σπαρτικών μηχανών, οι οποίες είναι σχεδιασμένες για να προσφέρουν υψηλή απόδοση και ακρίβεια, μειώνοντας παράλληλα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον πλανήτη. Μερικές από αυτές που θα αναλυθούν παρακάτω είναι οι ηλεκτροστατικές σπαρτικές μηχανές, οι οποίες είναι πιο ακριβείς και πιο εξελιγμένες σε σχέση με τις πνευματικές μηχανές, οι σπαρτικές μηχανές με συστήματα GPS, ή οι μηχανές με αισθητήρες και τεχνολογίες ακρίβειας.

3.1. Ηλεκτρομηχανικές σπαρτικές μηχανές

Οι ηλεκτρομηχανικές σπαρτικές μηχανές αντιπροσωπεύουν μια από τις σημαντικότερες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της σποράς. Οι εν λόγω μηχανές χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά συστήματα για την ακριβή τοποθέτηση των σπόρων, επιτρέποντας έτσι τη βελτιστοποίηση της σποράς σε σχέση με τις συνθήκες του

εδάφους και την καλλιέργεια, ενώ ταυτόχρονα είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες που μετρούν την ταχύτητα και την απόσταση για την βέλτιστη τοποθέτηση των σπόρων σε συγκεκριμένες αποστάσεις. Χρησιμοποιούνται για τη σπορά σιτηρών και μικρών σπόρων, όπως μαρούλι, καρότο, παντζάρι, ραδίκι, σπανάκι, μπρόκολο, μαϊντανό, σέλινο, ρόκα κ.ά.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά που φέρουν είναι:



Εικόνα 24. Σύγχρονη Σπαρτική Μηχανή Vitsem της Pöttinger (<https://profi.gr/>).

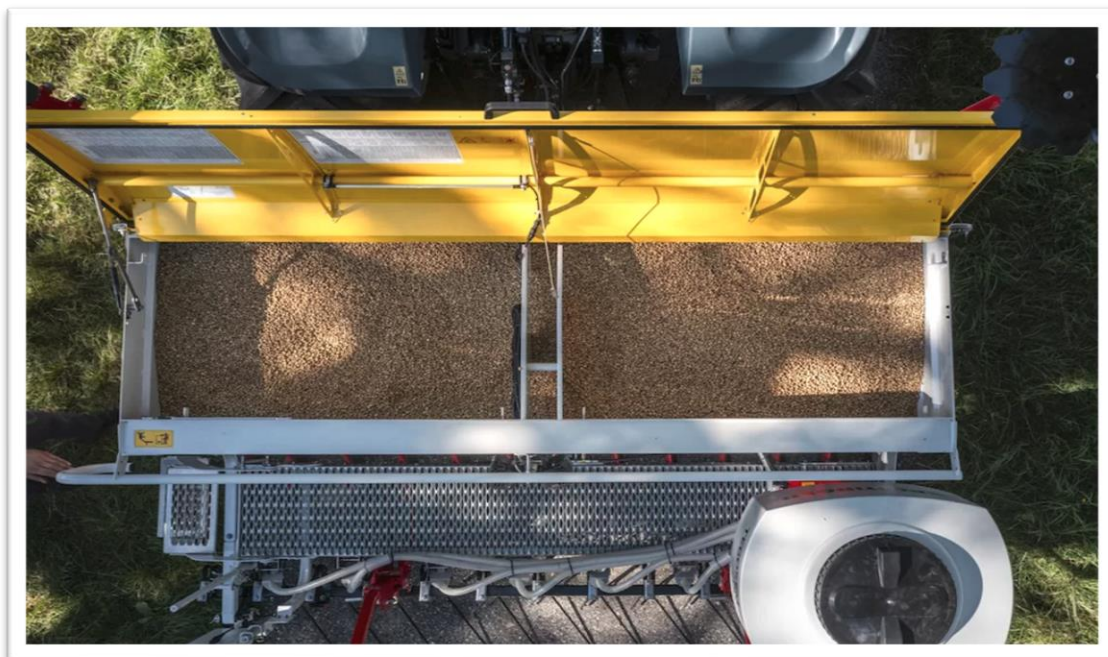
➤ Αισθητήρες και Αυτόματοι Ελεγκτές

Οι αισθητήρες αυτοί μετρούν παραμέτρους όπως την ταχύτητα, την απόσταση και την πυκνότητα των σπόρων, ενώ οι αυτόματοι ελεγκτές προσαρμόζουν τη σπορά σε πραγματικό χρόνο, με στόχο την βελτιστοποίηση της σποράς και την αύξηση της αποδοτικότητας.

➤ Αυτόματη Ρύθμιση Βάθους Σποράς με Ηλεκτρονικά Συστήματα Ελέγχου

Οι μηχανές αυτές καθώς είναι εξοπλισμένες με ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου μπορούν να ρυθμίσουν την ακριβή ποσότητα και την θέση των σπόρων καθώς και να προσαρμόσουν το βάθος σποράς ανάλογα με τις συνθήκες και τους τύπους του εδάφους

αλλά και τις απαιτήσεις της ανάλογης καλλιέργειας, εξασφαλίζοντας την ιδανική ανάπτυξη των φυτών.



Εικόνα 25. Δεξαμενή σπαρτικής μηχανής όπου τοποθετείται ο κατάλληλος σπόρος που θα χρησιμοποιηθεί στην καλλιέργεια (<https://profi.gr/>).

➤ Διαλογή Σπόρων

Με τη νέα γενιά αυτών των σπαρτικών μηχανών έχει επίσης βελτιωθεί η διαλογή, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί με ένα ηλεκτρικό σύστημα που διατίθεται κατόπιν παραγγελίας, ενώ οι δεξαμενές συλλογής, ορατές από το πλάι, επιτρέπουν την άμεση αναγνώριση τυχόν ανωμαλιών και εξασφαλίζουν τη σωστή πλευρική κατανομή.

➤ Ευελιξία & Προσαρμοστικότητα

Οι ηλεκτρομηχανικές σπαρτικές μηχανές είναι σχεδιασμένες για να προσαρμόζονται εύκολα σε διαφορετικές καλλιέργειες και συνθήκες. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σπορά διαφόρων τύπων σπόρων, από μικρούς σπόρους λαχανικών έως μεγαλύτερους σπόρους δημητριακών.

Παρουσιάζουν λόγω της ακριβής τοποθέτησης των σπόρων αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας, χωρίς σε ορισμένες περιπτώσεις να χρειάζεται να γίνει αραίωση των φυτών. Επιπλέον, μειώνεται το κόστος των σπόρων αφού η ακριβής σπορά μειώνει την ποσότητα των σπόρων. Η ομοιόμορφη βλάστηση και ανάπτυξη των φυτών βελτιώνει την ποιότητα της παραγωγής, καθώς οι μηχανές αυτές εξασφαλίζουν ότι κάθε σπόρος

τοποθετείται στη σωστή θέση και βάθος, εξασφαλίζοντας την καλύτερη δυνατή βλάστηση. Τέλος, πολλές από αυτές τις μηχανές είναι σχεδιασμένες για εύκολη χρήση και συντήρηση. Οι αγρότες μπορούν να προγραμματίσουν τις μηχανές για να λειτουργούν αυτόματα, μειώνοντας την ανάγκη για χειροκίνητη παρέμβαση

3.2. Συστήματα GPS, GIS και αυτόματη καθοδήγηση

Η εισαγωγή των συστημάτων GPS και GIS στις σπαρτικές μηχανές έχει φέρει επανάσταση στη γεωργία ακριβείας. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την ακριβή καθοδήγηση των μηχανών, εξασφαλίζοντας την ομοιόμορφη κατανομή των σπόρων και τη βέλτιστη χρήση των αγροτικών εκτάσεων, ενώ συγχρόνως μειώνεται η ανάγκη για χειρωνακτική καθοδήγηση.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά που φέρουν είναι:

➤ Δορυφορική Καθοδήγηση

Με την χρήση δορυφορικών σημάτων (GPS) καθορίζεται η ακριβή θέση της σπαρτικής

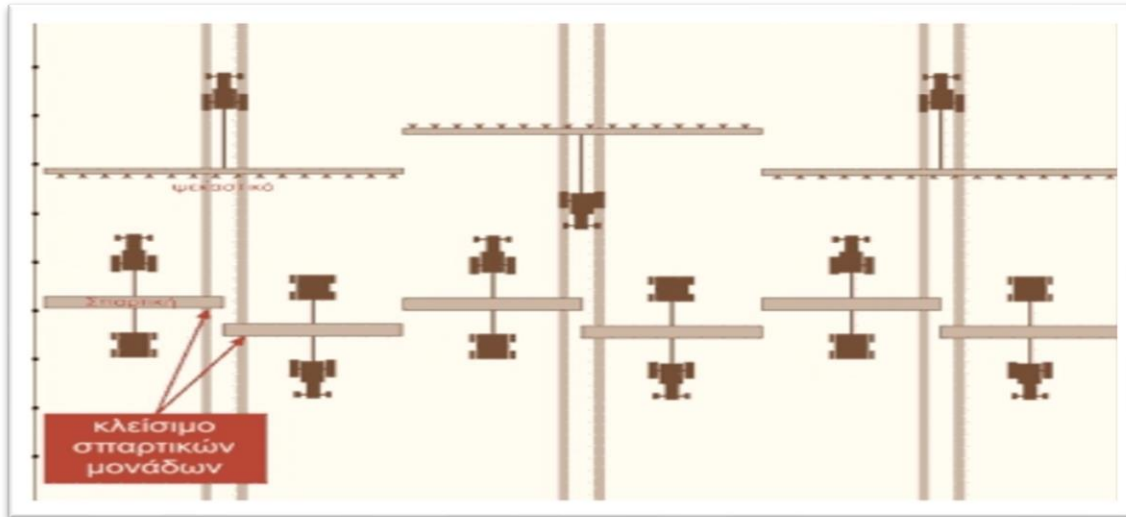


Εικόνα 26. Γεωργικά Μηχανήματα εφοδιασμένα με συστήματα GPS & GIS
(<https://www.agro-siec.pl/>).

μηχανής. Επιπλέον, με την βοήθεια των GPS και της εταιρείας *Controlled Traffic Farming* (2011), που συνδυάζει τη δημιουργία μόνιμων διαδρομών ελεγχόμενης κυκλοφορίας μέσω της εφαρμογής συστημάτων αειφορικής διαχείρισης του εδάφους, όπως π.χ. την μειωμένη κατεργασία και την μηδενική κατεργασία, επιτυγχάνεται η αποφυγή συμπίεσης των χωραφιών που προκαλεί μεγάλο αριθμό προβλημάτων, π.χ. μειωμένη ικανότητα του σπόρου να βλαστήσει (Γέμτος & Καβαλάρης, 2015).

➤ Αυτόματη Καθοδήγηση

Οι σπαρτικές μηχανές που χρησιμοποιούν αυτόματη καθοδήγηση (*tramlining*), μέσω των συστημάτων GIS & GPS, παρέχουν την δημιουργία προκαθορισμένων διαδρομών κίνησης των σπαρτικών μηχανών, ελαχιστοποιώντας τα σφάλματα από την πλευρά



Εικόνα 27. Δημιουργία γραμμών κίνησης των σπαρτικών μηχανημάτων (tramlines) (Γέμτος & Καβαλάρης, 2015).

του χειριστή, καθώς οι μηχανές λειτουργούν αυτόματα χωρίς να υπάρχει ανάγκη για χειροκίνητη παρέμβαση.

Στα κύρια πλεονεκτήματα της αυτόματης καθοδήγησης περιλαμβάνονται η μείωση της κόπωσης του χειριστή, επιτρέποντας έτσι στους αγρότες να επικεντρωθούν σε άλλες εργασίες, η αύξηση της ακρίβειας στην τοποθέτηση των σπόρων μειώνοντας τα λάθη και τις επικαλύψεις, καθώς και η βελτίωση αποδοτικότητας, αφού αυξάνουν την αποδοτικότητα της σποράς, μειώνοντας τον χρόνο και την εργασία που απαιτείται (Porter et al., 2022).

3.3. Αισθητήρες και τεχνολογίες ακριβείας

Οι αισθητήρες των μικροϋπολογιστών και των προγραμμάτων έχουν παίξει και αυτές καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη των σπαρτικών μηχανών. Τα σήματα από τους αισθητήρες κάνουν πιο εύκολη και πιο άνετη την ζωή του χειριστή, ενώ παράλληλα η ποιότητα της σποράς γίνεται καλύτερη. Μέσα από τον θάλαμο του γεωργικού ελκυστήρα, ο χειριστής δέχεται οπτικά – φωτεινά σήματα μέσω ενδεικτικών λυχνιών, ακουστικά -ηχητικά σήματα και ψηφιακά σήματα.

Μερικοί από αυτούς μπορεί να είναι:

- ✓ *Αισθητήρες Εδάφους*, που μετρούν παραμέτρους όπως π.χ. είναι η υγρασία, η θερμοκρασία αλλά και η πυκνότητα του εδάφους.
- ✓ *Αισθητήρες Σπόρων*, που μπορούν και ελέγχουν την ποσότητα και την κατανομή των σπόρων που σπέρνονται.
- ✓ *Αισθητήρες για τον υπολογισμό της ταχύτητας μετακίνησης των σπόρων στους τροχούς*, που ελέγχει ουσιαστικά την απόσταση σποράς επάνω στην γραμμή. Κάθε μεταβολή στην ταχύτητα προκαλεί νέο υπολογισμό και αυτόματη ρύθμιση, αν χρειάζεται, του ανοίγματος τροφοδοσίας μέσω υδραυλικών ή ηλεκτρικών μηχανισμών (Τσατσαρέλης, 2000).

Η χρήση των παραπάνω αισθητήρων επιτρέπει την προσαρμογή της σποράς στις συνθήκες του εδάφους, εξασφαλίζοντας έτσι την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών, ενώ



Εικόνα 28. Οθόνες σε σύγχρονο τρακτέρ όπου μέσω των αισθητήρων και του GPS πραγματοποιείται η σπορά ακριβείας (προσωπικό αρχείο).

η ακριβής σπορά που πραγματοποιείται, μειώνει την ανάγκη για χρήση χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, προστατεύοντας συνεπώς το ήδη επιβαρυνόμενο περιβάλλον.

3.4. Ρομποτικές Σπαρτικές Μηχανές

Οι ρομποτικές σπαρτικές μηχανές άρχισαν πλέον δειλά-δειλά να εμφανίζονται στην γεωργία αποτελώντας καινοτομία ειδικά στον τομέα της γεωργίας ακριβείας, καθώς προσφέρει προηγμένες λύσεις για τη σπορά καλλιεργειών με ακρίβεια και

αποδοτικότητα. Οι μηχανές αυτές συνδυάζουν την ρομποτική τεχνολογία, τα συστήματα πλοήγησης και τους αυτοματισμούς για να εκτελούν τη σπορά με την ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση, συμβάλλοντας έτσι στη βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας και στη μείωση του κόστους.

Οι ρομποτικές σπαρτικές μηχανές καθώς είναι εξοπλισμένες με συστήματα αυτόνομης



Εικόνα 29. Μελλοντική εικόνα από ρομποτική σπαρτική μηχανή...

πλοήγησης, όπως π.χ. GPS και αισθητήρες, μπορούν να κινούνται στον αγρό με μεγάλη ακρίβεια. Οι μηχανές αυτές μπορούν να προγραμματιστούν για να σπείρουν σπόρους σε συγκεκριμένα σημεία, με ακρίβεια χιλιοστού, διασφαλίζοντας ότι κάθε σπόρος τοποθετείται στο ιδανικό βάθος και σε σωστή απόσταση από τον επόμενο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω προηγμένων αλγορίθμων και αισθητήρων που συλλέγουν δεδομένα από το έδαφος και το περιβάλλον (Rajak et al., 2023).

Η χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών εξασφαλίζει την καλύτερη δυνατή χρήση των σπόρων και των λιπασμάτων, μειώνοντας τη σπατάλη και αυξάνοντας την απόδοση. Επιπρόσθετα, οι ρομποτικές αυτές μηχανές μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ακόμα και σε δύσκολες συνθήκες, όπως π.χ. τη νύχτα ή κάτω από δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

Το κύριο πλεονέκτημά των ρομποτικών σπαρτικών μηχανών είναι η ικανότητά τους να βελτιώνουν την αποδοτικότητα των γεωργικών εργασιών. Χάρη στην ακρίβεια που προσφέρουν, μειώνεται η ανάγκη για επανάληψη της σποράς με αποτέλεσμα οι καλλιέργειες να αναπτύσσονται πιο ομοιόμορφα, αυξάνοντας την συνολική απόδοση των καλλιεργειών.

Ένα επιπλέον όφελος της τεχνολογίας αυτής είναι η μείωση της ανάγκης για ανθρώπινη εργασία ή εργατικών χεριών, γεγονός που οδηγεί στην μείωση του κόστους με ταυτόχρονη αύξηση της αποδοτικότητας της καλλιέργειας. Ουσιαστικά, οι μηχανές αυτές μπορούν να σπέρνουν μεγάλες εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση αυξάνοντας την παραγωγικότητα της.

Επιπρόσθετα, η Τεχνητή Νοημοσύνη (**AI**), που χρησιμοποιείται τα τελευταία 2 χρόνια, με την χρήση αλγορίθμων, μπορεί να βοηθήσει στην ανάλυση των δεδομένων και στην ορθή λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο.

Τέλος, οι καινοτόμες αυτές σπαρτικές μηχανές βοηθούν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της γεωργίας, χάρη στην ακριβή τοποθέτηση των σπόρων και των λιπασμάτων, μειώνοντας την υπερβολική χρήση λιπασμάτων, η οποία συχνά οδηγεί σε μόλυνση των υδάτων. Ως επακόλουθο, μειώνεται το αποτύπωμα άνθρακα και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Παρόλα αυτά όμως, οι ρομποτικές σπαρτικές μηχανές αντιμετωπίζουν επίσης και ορισμένες προκλήσεις. Ένα από τα βασικά ζητήματα που προκύπτει είναι το υψηλό κόστος των μηχανών αυτών, το οποίο αποτελεί τροχοπέδη για μικρούς ειδικά αγρότες που δεν διαθέτουν τα απαραίτητα κεφάλαια για τέτοιες επενδύσεις, με συνέπεια μια μόνο μερίδα αγροτών να μπορεί να επενδύσει σε αυτά.

Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή απαιτεί εκπαίδευση και τεχνική υποστήριξη, κάτι που μπορεί να είναι περιορισμένο σε απομακρυσμένες περιοχές ή μη θεμιτό από αγρότες προχωρημένης ηλικίας.

Άλλο ένα εξίσου σημαντικό ζήτημα, είναι η συντήρηση και η διαχείριση των δεδομένων που συλλέγονται από τις μηχανές. Οι ρομποτικές σπαρτικές μηχανές παράγουν μεγάλο όγκο δεδομένων, τα οποία πρέπει να αναλυθούν και να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής. Η σωστή διαχείριση των δεδομένων αυτών απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις αλλά και υποδομές, κάτι που αποτελεί πρόκληση για ορισμένες εκμεταλλεύσεις.

Μελλοντικά, η ανάπτυξη της ρομποτικής τεχνολογίας στη γεωργία αναμένεται να συνεχιστεί περαιτέρω με την ενσωμάτωση ακόμα πιο προηγμένων συστημάτων Τεχνητής νοημοσύνης (**AI**) και Μηχανικής μάθησης (**ML**). Οι μελλοντικές δηλαδή ρομποτικές σπαρτικές μηχανές θα είναι ικανές να προσαρμόζονται αυτόματα στις

αλλαγές του εδάφους και των καιρικών συνθηκών σε πραγματικό χρόνο, βελτιώνοντας έτσι ακόμα περισσότερο την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα της σποράς.

Τέλος, η συνεργασία των ρομποτικών σπαρτικών μηχανών με άλλες γεωργικές τεχνολογίες, όπως π.χ. τα **drones** και την άρδευση ακριβείας, θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια πλήρως αυτοματοποιημένη και ολοκληρωμένη προσέγγιση στη γεωργία. Οι εξελίξεις αυτές θα μπορούσαν να επαναπροσδιορίσουν τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η σπορά και η καλλιέργεια, δίνοντας την ευκαιρία στους αγρότες να επικεντρωθούν περισσότερο στη στρατηγική διαχείριση των εκμεταλλεύσεων τους.

Επομένως, οι ρομποτικές σπαρτικές μηχανές αντιπροσωπεύουν μια σημαντική πρόοδο στην τεχνολογία της γεωργίας, προσφέροντας ακριβείς, αποδοτικές και



*Εικόνα 30. Σπορά ρυζιού με την χρήση Drone
(https://www.youtube.com/watch?v=2ykUiW_0bnE).*

βιώσιμες λύσεις για τη σπορά των καλλιεργειών. Αν και υπάρχουν αρκετές προκλήσεις, η συνεχής ανάπτυξη και βελτίωση της τεχνολογίας υπόσχεται να ενισχύσει την αποδοτικότητα της γεωργίας και να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συμβάλλοντας κατ' επέκταση στην ανάπτυξη μιας πιο βιώσιμης και καινοτόμου γεωργίας.

Κεφάλαιο 4

Προκλήσεις και Μελλοντικές Προοπτικές

4.1. Τεχνολογικές προκλήσεις και λύσεις

Οι σπαρτικές μηχανές αποτελούν τον βασικότερο πυλώνα όσον αφορά στον εξοπλισμό της γεωργικής παραγωγής, καθώς συμβάλλουν στην αποτελεσματική σπορά και μεγιστοποιούν τις αποδόσεις των καλλιεργειών. Με την εξέλιξη των τεχνολογιών, έχουν προκύψει νέες προκλήσεις και λύσεις για τη βελτίωση της απόδοσης αυτών των μηχανών. Ωστόσο, υπάρχουν και αρκετές, κύριες συνήθως, τεχνολογικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι γεωργοί κατά τη χρήση τους. Μερικές από αυτές μαζί με τις προτεινόμενες λύσεις που έχουν αναπτυχθεί για την αντιμετώπισή τους, αναφέρονται επιγραμματικά παρακάτω.

Η ακριβής τοποθέτηση των σπόρων σε σταθερές αποστάσεις και βάθη είναι απαραίτητη για την ομοιομορφή ανάπτυξη των φυτών. Οποιαδήποτε απόκλιση από αυτά τα δεδομένα μπορεί να προκαλέσει ανισότητες στην ανάπτυξη των καλλιεργειών και κατ' επέκταση μείωση της παραγωγής.

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές εξοπλίζονται με τεχνολογίες τύπου *Precision Planting*, δηλαδή, χρησιμοποιώντας GPS και αισθητήρες, οι μηχανές αυτές μπορούν να σπείρουν με ακρίβεια σε συγκεκριμένα σημεία του αγρού. Επίσης, η ενσωμάτωση μεταβλητού ρυθμού σποράς (*Variable Rate Technology - VRT*) επιτρέπει τη ρύθμιση της ποσότητας των σπόρων ανάλογα με τις εδαφικές συνθήκες, βελτιώνοντας την απόδοση.

Επιπρόσθετα, οι αγροί πολύ συχνά εμφανίζουν διαφορές στις εδαφικές συνθήκες, όπως π.χ. διαφορετικά επίπεδα περιβάλλοντος, συμπίεση, υφή και δομή, γεγονός που επηρεάζει αρκετά στην ομοιομορφία της σποράς.

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές εξοπλίζονται με αισθητήρες που καταγράφουν σε πραγματικό χρόνο τις συνθήκες του εδάφους. Οι αισθητήρες αυτοί παρέχουν δεδομένα σχετικά με την υγρασία του εδάφους, επιτρέποντας έτσι στη σπαρτική μηχανή να προσαρμόζει το βάθος της σποράς, ενώ συγχρόνως υπάρχουν και οι σπαρτικές μηχανές χωρίς άροτρο (*no-till seeders*) που μειώνουν τη διάβρωση εδαφών και διατηρούν τη δομή τους.



Εικόνα 17. Air Seeders (Σπαρτικές αέρος) (<https://blog.machinefinder.com/>).

Μια ακόμη πρόκληση που έχουν να αντιμετωπίσουν οι σπαρτικές μηχανές είναι αυτή της συμπίεσης του εδάφους από τη χρήση βαριών μηχανημάτων. Η συμπίεση αυτή που γίνεται, μειώνει την ικανότητα του εδάφους να αποστραγγιστεί σωστά, γεγονός που επηρεάζει αρνητικά κυρίως στο φύτευμα της καλλιέργειας αλλά και στην γενικότερη ανάπτυξη των καλλιεργειών.

Η ανάπτυξη πιο ελαφριών σπαρτικών μηχανημάτων μειώνει την πίεση στο έδαφος, ενώ η χρήση τεχνολογιών όπως τα συστήματα ελέγχου πίεσης ελαστικών (*CTIS*) και η ειδική χαμηλή πίεση βοηθάει στη μείωση της συμπίεσης. Οι σπαρτικές μηχανές αέρος (*air seeders*) που λειτουργούν με ροή αέρα, ωθεί με δύναμη τον σπόρο στο έδαφος συνήθως μαζί με κάποιο απαραίτητο λίπασμα χωρίς να απαιτείται πλήρη επαφή μεταξύ τους, ενώ δεν είναι απαραίτητο να έχει προηγηθεί όργωμα πριν την σπορά. Ουσιαστικά μπορεί να πρόκειται για ένα βαρέως όχημα αλλά οι λειτουργίες που κάνει μειώνουν τα συχνά περάσματα στον αγρό από τα επιπλέον γεωργικά μηχανήματα που θα προκαλέσουν την συμπίεση του εδάφους.

Η διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων από τους αγρούς όπως π.χ. οι χάρτες εδάφους, οι συνθήκες εδάφους ή και οι καιρικές συνθήκες καθιστούν απαραίτητη την ανάγκη για την αποτελεσματική διαχείριση τους. Κατ' ακολουθίαν, η χρήση συστημάτων διαχείρισης γεωργικών δεδομένων επιτρέπει τη συγκέντρωση και την ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, βοηθώντας στην ορθή λήψη αποφάσεων για την σπορά.

Η απόκτηση αλλά και η συντήρηση των σύγχρονων σπαρτικών μηχανών με τις προηγμένες τεχνολογίες που αναφέρθηκαν απαιτούν σημαντικές οικονομικές επενδύσεις από τους καλλιεργητές, οι οποίες όμως δυστυχώς δεν είναι προσιτές για όλους τους. Παράλληλα, η προμήθεια ανταλλακτικών μπορεί να είναι δυσεπίλυτη και δαπανηρή, ιδιαίτερα κατά την περίοδο των σπορών, όπου τόσο η διάγνωση των προβλημάτων όσο και η επισκευή των ζημιών πρέπει να είναι αμεσότητα.

Η δυνατότητα ενοικίασης ή χρήσης του εξοπλισμού μέσω μοντέλων γεωργίας ως υπηρεσία π.χ. *Agriculture as a Service*. Το συγκεκριμένο μοντέλο σύμφωνα με τον Prasad et al. (2021), μέσω της αναδυόμενης τεχνολογίας, το οικονομικό και προσιτό από όλους τους αγρότες αυτό εργαλείο θα μπορούσε να μειώσει τα κόστη αλλά θα συνέβαλλε σημαντικά στην ανάπτυξη της κοινωνικό-οικονομίας οποιουδήποτε έθνους.



Εικόνα 31. *Agriculture ή Farming as a service* είναι μια προσέγγιση όπου οι υπηρεσίες που σχετίζονται με τη γεωργία, από τη διαχείριση των καλλιεργειών έως τη μίσθωση εξοπλισμού, παρέχονται μέσω λύσεων που βασίζονται στην τεχνολογία. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα μοντέλο που συνδυάζει την εξοικείωση της παραδοσιακής γεωργίας με τα οφέλη της σύγχρονης τεχνολογίας, προσφέροντας μια πιο ισορροπημένη και ρεαλιστική άποψη για το μέλλον της γεωργίας (<https://agtecher.com/>).

Επιπλέον, μέσω της χρήσης επιδοτήσεων και προγραμμάτων υποστήριξης από τις κυβερνήσεις και τους οργανισμούς ενισχύεται η δυνατότητα απόκτησης αλλά και συντήρησης αυτών των τεχνολογιών.

Όσον αφορά την αμεσότητα στην διόρθωση των βλαβών και στην αντικατάσταση των ανταλλακτικών, τα συστήματα απομακρυσμένης διάγνωσης έχοντας την δυνατότητα να καθορίζουν την παρακολούθηση των μηχανών σε πραγματικό χρόνο από τους κατασκευαστές ή τους προμηθευτές υπηρεσιών, μειώνουν στο μέγιστο τον

χρόνο επισκευής, ενώ συγχρόνως η χρήση προληπτικής συντήρησης και η ανάλυση των δεδομένων λειτουργίας μπορούν να βοηθήσουν στην πρόβλεψη πιθανών προβλημάτων πριν καν εμφανιστούν.

Η χρήση βαρέων τύπου μηχανημάτων, όπως είναι και οι σπαρτικές μηχανές μαζί με τους γεωργικούς ελκυστήρες, αυξάνουν τις εκπομπές διοξειδίου των μηχανημάτων λόγω της μεγάλης χρήσης ορυκτών καυσίμων, δημιουργώντας κατ' επέκταση προβλήματα στο ήδη επιβαρυνόμενο περιβάλλον. Η ανάπτυξη υβριδικών και ηλεκτρικών σπαρτικών μηχανών μειώνει την εξάρτηση τους από τα ορυκτά καύσιμα και περιορίζει τις εκπομπές του διοξειδίου, ενώ επιπλέον οι κατασκευαστές των εν λόγω μηχανημάτων επενδύουν σε ανακυκλώσιμα υλικά και σε λιγότερο ρυπογόνες διαδικασίες με στόχο να μειώσουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των μηχανών αυτών.

Οι συνεχείς μεταβολές του κλίματος που παρουσιάζει μεγαλύτερης έντασης ακραίων και απρόβλεπτων καιρικών φαινομένων, επηρεάζει κατ' επέκταση και την καταλληλότητα των σποριών καθώς και την παραγωγικότητα μιας καλλιέργειας.

Η ενσωμάτωση τεχνολογιών γεωργίας ακριβείας η οποία χρησιμοποιεί δεδομένα από δορυφόρους, μετεωρολογικούς σταθμούς και αισθητήρες βοηθάει τους καλλιεργητές να προσαρμόζουν τη σπορά των αγρών ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και να λαμβάνουν αποφάσεις με βάση αυτά τα δεδομένα.

Επιπρόσθετα, η σωστή χρήση αλλά και η συντήρηση των σύγχρονων αυτών σπαρτικών μηχανών απαιτεί εκπαίδευση και τεχνογνωσία, την οποία πολλοί γεωργοί, ιδιαίτερα οι πιο μεγάλοι σε ηλικία, δεν διαθέτουν. Η δημιουργία προγραμμάτων κατάρτισης και εκπαίδευσης που εστιάζουν στις νέες τεχνολογίες και στην κατάλληλη χρήση τους, καθώς και η ανάπτυξη διαδικτυακών πλατφορμών μάθησης και εκπαιδευτικών εφαρμογών, θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος αλλά και στην αποδοχή τους ειδικά από τους νέους αγρότες που είναι σαφέστατα πιο εξοικειωμένοι με αυτού του είδους την τεχνολογία.

4.2. Βελτιώσεις στην απόδοση και ακρίβεια

Αν και τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αλματώδεις καινοτομίες στην τεχνολογία των σπαρτικών μηχανών, υπάρχει ακόμα το περιθώριο για περαιτέρω βελτιώσεις τόσο στην απόδοση όσο και ακρίβεια των μηχανών αυτών καθώς, όπως και προαναφέρθηκε,

έχουν καθοριστική σημασία για τη βελτίωση της γεωργικής παραγωγής. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας, μπορούν να προσφέρουν ακόμα πιο μεγάλη ακρίβεια, αποδοτικότητα και βιωσιμότητα.

Η χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) αλλά και με την ενσωμάτωση επιπλέον



Εικόνα 32. Αισθητήρας υγρασίας (Serikul et al, 2018).

αισθητήρων γίνεται εφικτό να παρακολουθούνται συνεχώς και σε πραγματικό χρόνο οι συνθήκες του εδάφους, η υγρασία, η σύσταση και η πυκνότητα του. Με την χρήση της AI δίνεται η δυνατότητα για αυτόνομες αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο για την καλύτερη κατανομή των σπόρων, μειώνοντας την κατανάλωση πόρων και αυξάνοντας την

ακρίβεια. Επιπλέον, οι αισθητήρες θα μπορούν να ρυθμίζουν την πυκνότητα της σποράς και τη θέση του σπόρου ανάλογα με τις συνθήκες εδάφους και το ανάγλυφό του.

Με την χρήση αυτόνομων ρομπότ σποράς, η σπορά θα είναι ακριβέστερη και αποδοτικότερη καθώς θα υπάρχει η δυνατότητα της συνεχούς και μη κοπιαστικής λειτουργίας με αποτέλεσμα επίσης την μείωση εξάρτησης από τον ανθρώπινο παράγοντα.

Η χρήση νέων υλικών καθώς και η βελτίωση της κατασκευής των σπαρτικών μηχανών, όπως π.χ. πιο ελαφρές και πιο ανθεκτικές μειώνει την κατανάλωση καυσίμου αλλά και τη φθορά των μηχανημάτων, ενώ παράλληλα, η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των μερών που έρχονται σε επαφή με το έδαφος μπορεί να μειώσει την αντίσταση, κάνοντας ευκολότερη την σπορά.

Σε μια εποχή όπου γίνεται μεγάλος λόγος για την ηλεκτροκίνηση και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των γεωργικών πράξεων, δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε την ενεργειακή απόδοση και την ηλεκτροκίνηση στις σύγχρονες σπαρτικές μηχανές. Συνεπώς οι μηχανές αυτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν ηλεκτροκινητήρες αντί για κινητήρες εσωτερικής καύσης (MEK) με σκοπό την

σημαντική μείωση του κόστους λειτουργίας τους, των εκπομπών ρύπων, καθώς και την ενίσχυση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας της γεωργίας γενικότερα.

Επιπρόσθετα, με τη χρήση τεχνολογιών όπως π.χ. τα **Big data** και τη Μηχανική μάθηση (**ML**), οι σπαρτικές μηχανές θα μπορούν να βασίζονται σε προβλέψεις και ιστορικά δεδομένα ώστε να προσαρμόζουν τις παραμέτρους σποράς, με στόχο την αύξηση της ακρίβειας στη διαχείριση των σπόρων και την μεγιστοποιήσει την απόδοση της σοδειάς.

4.3. Μελλοντικές τάσεις και καινοτομίες

Οι μελλοντικές τάσεις και οι καινοτομίες που συνεχώς αναδύονται στις σπαρτικές μηχανές, εστιάζουν στη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ακρίβειας και της βιωσιμότητας. Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, όπως είναι η γεωργία ακριβείας, η ρομποτική, τα συστήματα αυτοματισμού και η τεχνητή νοημοσύνη (AI), διαμορφώνουν τον τρόπο με τον οποίο οι σπαρτικές μηχανές θα λειτουργούν στο άμεσο μέλλον.

Υβριδικές Τεχνολογίες και Συνεργασία Μηχανών

Οι υβριδικές τεχνολογίες στις σπαρτικές μηχανές αναφέρονται σε συστήματα που συνδυάζουν διαφορετικές πηγές ενέργειας, τεχνολογίες ακριβείας και μηχανισμούς για τη βελτίωση της απόδοσης και της βιωσιμότητας στη σπορά. Σε συνεργασία με άλλες μηχανές όπως τα ρομπότ ή τα drones μπορούν να απογειώσουν την απόδοση και την παραγωγικότητα των καλλιεργειών φροντίζοντας παράλληλα για την αειφορία του πλανήτη.

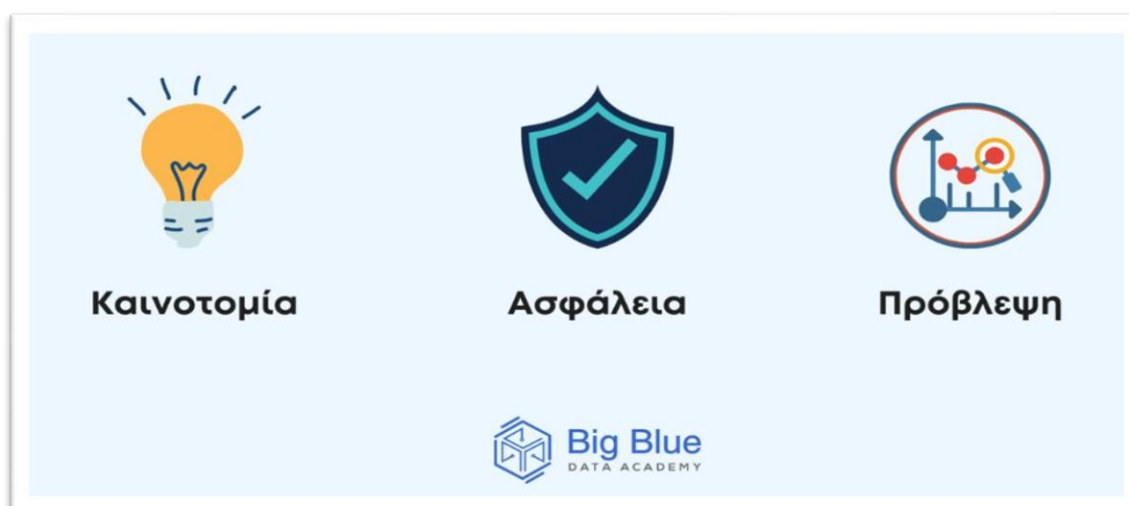
Τα drones μπορούν να συνεργάζονται με τις σπαρτικές μηχανές για την επιθεώρηση των χωραφιών πριν και μετά τη σπορά (επιτήρηση) όσο και για την συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Μέσω της αποτύπωσης των συνθηκών του εδάφους που επικρατούν την ίδια χρονική στιγμή, η σπαρτική μηχανή θα κατευθύνεται για την ακριβή κατανομή των σπόρων. Επιπλέον, μέσω της παρακολούθησης από ψηλά της κατάστασης των καλλιεργειών κατά την σπορά, τυχόν προβλήματα θα προσδιορίζονται και θα αντιμετωπίζονται νωρίτερα.

Η χρήση των υβριδικών τεχνολογιών επιτρέπει την ολοκληρωμένη προσέγγιση στη σπορά, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλές παραμέτρους, που μέσω της συνεργασίας

μηχανών και συστημάτων θα οδηγήσει σε αυξημένη απόδοση και βελτίωση της ποιότητας των καλλιεργειών.

Προηγμένοι αισθητήρες & τεχνολογία Internet of Things (IoT) σε Cloud

Η ενσωμάτωση εξελιγμένων αισθητήρων βασισμένοι στην τεχνολογία *Internet of*



Εικόνα 33. Πλεονεκτήματα του IoT (<https://bigblue.academy/>).

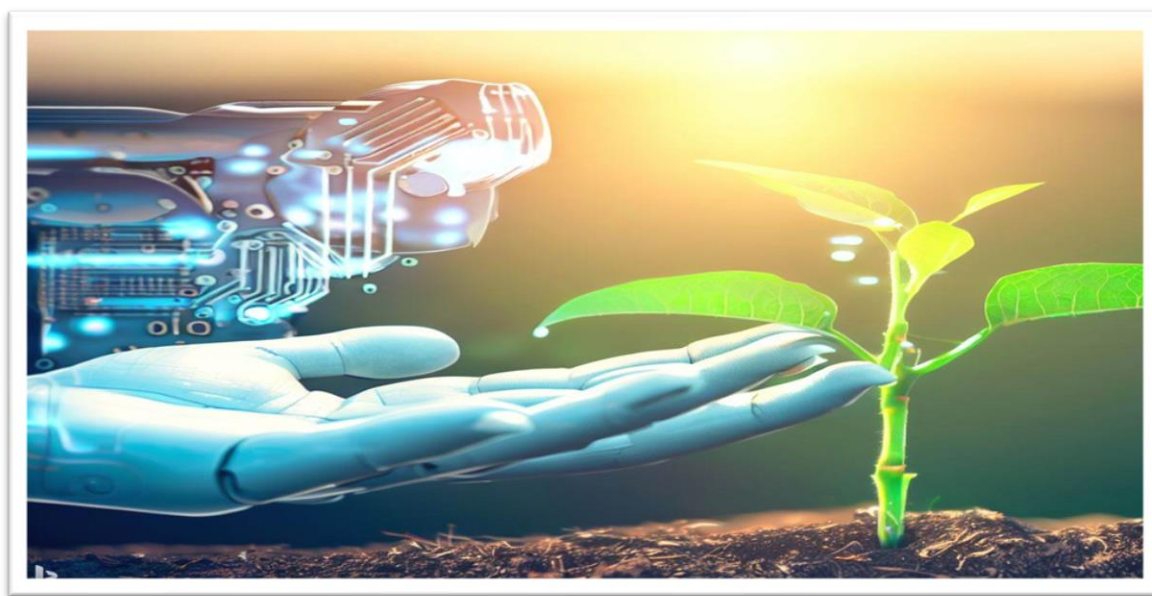
Things (IoT) με συστήματα **Cloud** επιτρέπει τη σύνδεση των σπαρτικών μηχανών και άλλων αγροτικών μηχανημάτων σε ένα κεντρικό δίκτυο, επιτρέποντας την αποθήκευση και την ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων όπως π.χ. την υγρασία του εδάφους, την πυκνότητα του ή την θερμοκρασία του σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε μέσω της διασύνδεσης των μηχανών μέσω *cloud* για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων από πολλαπλές σπαρτικές μηχανές σε διάφορες τοποθεσίες, είτε και την ευέλικτη διαχείριση των λειτουργιών των μηχανών με απομακρυσμένο έλεγχο και βελτίωση της αποδοτικότητας σε πραγματικό χρόνο κάνοντας αυτόματα αναπροσαρμογή της σποράς (Ανδρονικάκης, 2023).

Αν και βέβαια πρόκειται για ένα προηγμένο και καινοτόμο σύστημα διαχείρισης δεδομένων, θα πρέπει να συνυπολογιστούν και τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από αυτό. Τέτοιου είδους προβλήματα είναι το σημαντικό οικονομικό κόστος των αισθητήρων σε μεγάλες γεωργικές εκτάσεις, που περιλαμβάνει δαπάνες για την αγορά υλικού, την εγκατάσταση λογισμικού, τη λειτουργία του συστήματος, την κατανάλωση ενέργειας, τη συντήρηση και το εργατικό δυναμικό. Επιπλέον, απαιτούνται προσπάθειες για τη βελτίωση της τεχνολογικής κατάρτισης των αγροτών και την κατανόηση των εφαρμογών του *IoT* στη γεωργία, ώστε να διασφαλιστεί ότι τα εν λόγω

συστήματα χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά. Επιπρόσθετα, οι ανησυχίες σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής και την ασφάλεια των δεδομένων αποτελούν και αυτά με την σειρά τους σημαντικά εμπόδια για την εφαρμογή σε μεγάλη κλίμακα, καθώς «χάκερς» μπορεί να εκμεταλλευτούν τα τρωτά σημεία στα αποθηκευμένα στο *cloud* δεδομένα, διαταράσσοντας δυνητικά τις γεωργικές διαδικασίες και την παραγωγικότητα (Rajak et al., 2023).

Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και Μηχανική Μάθηση (ML)

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και η μηχανική μάθηση (ML) μπορούν να διαδραματίσουν βασικό ρόλο στην εξέλιξη των σπαρτικών μηχανών. Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να προβλέπουν τις ιδανικές συνθήκες σποράς, να αναλύουν ιστορικά δεδομένα και να λαμβάνουν έξυπνες αποφάσεις για την κατανομή των πόρων. Μέσω της ανάλυσης μεγάλων συνολικών χωροχρονικών δεδομένων (*big data*) θα μπορούν να προσαρμόζουν αυτόματα την ταχύτητα και το βάθος σποράς ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους, ενώ παράλληλα με τη συνεχή τροφοδότηση των μηχανών με νέα δεδομένα, οι αλγόριθμοι θα μπορούν να βελτιώνονται, αυξάνοντας την αποδοτικότητα (Ανδρονικάκης, 2023).



Εικόνα 34. Τεχνητή Νοημοσύνη και γεωργία (ΕΑΣΘ, 2023).

Αγρορομποτική (Agri-Robots)

Πρόκειται για την μελέτη και κατασκευή αγροτικών ρομπότ που κάνουν αυτόνομες γεωργικές εργασίες, όπως π.χ. τη σπορά, τον ψεκασμός και το μηχανικό έλεγχο ζιζανίων, τη συλλογή φρούτων, την παρακολούθηση των αγροκτημάτων μέρα και νύχτα για μια αποτελεσματική αναφορά, επιτρέποντας έτσι στους αγρότες να μειώσουν τις περιβαλλοντικές παρατηρήσεις, να αυξήσουν την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα και να διαχειριστούν μεμονωμένα φυτά με νέους τρόπους (Ανδρονικάκης, 2023). Στην περίπτωση της σποράς, η ενσωμάτωση ρομποτικών βραχιόνων ή ρομποτικών συστημάτων σποράς θα μπορούσε να αυξήσει περαιτέρω την ακρίβεια στην τοποθέτηση σπόρων, ακόμα και σε χωράφια με μεταβλητή μορφολογία ή με δύσκολα εδάφη.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια για την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) με τη ρομποτική με στόχο την ανάπτυξη εξελιγμένων γεωργικών ρομπότ ικανών να εκτελούν ευαίσθητες εργασίες, όπως είναι η επιλεκτική συγκομιδή, ή η εργασία τους σε δύσκολα περιβάλλοντα, αν και η υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη γεωργία θα εξαρτηθεί από διάφορους παράγοντες, όπως π.χ. οι τεχνολογικές εξελίξεις, η οικονομική προσβασιμότητα, τα ρυθμιστικά πλαίσια αλλά και σε μεγάλο μέρος η αποδοχή των αγροτών (Ανδρονικάκης, 2023).



Εικόνα 35. AI, ρομπότ & γεωργία (<https://gain.gr/>).

Είναι σχεδόν σίγουρο πως στο μέλλον ομάδες μικρών (στόλοι) αυτόνομων ρομπότ θα αναλαμβάνουν τη σπορά, μειώνοντας τον χρόνο και την ανάγκη για βαρέα μηχανήματα και θα μπορούν να συνδυάζουν διάφορες λειτουργίες, όπως είναι η σπορά, η λίπανση και η παρακολούθηση καλλιεργειών, αυξάνοντας κατ' επέκταση την απόδοση των καλλιεργειών.

Ηλεκτροκίνηση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)

Η βιωσιμότητα της γεωργίας αλλά και η αειφορία του πλανήτη είναι δυο σημαντικοί παράγοντες στις μελλοντικές καινοτομίες που πρέπει να συνυπολογιστούν. Η χρήση



***Εικόνα 36. Γεωργικός ελκυστήρας με ηλιακό πάνελ στην κορυφή
(<https://www.freepik.com/>).***

των σπαρτικών μηχανών πρέπει να γίνει πιο φιλική στο περιβάλλον μέσω της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) ή της ηλεκτροκίνησης. Οι μηχανές αυτές έτσι θα αποκτήσουν ενεργειακή αυτονομία χωρίς να εξαρτώνται από τα ορυκτά καύσιμα (βενζίνη ή πετρέλαιο). Εξάλλου το κόστος ενέργειας αποτελεί μεγάλο πονοκέφαλο για τον Έλληνα αγρότη, καθώς όσο αυτό αυξάνεται, αυξάνεται κατ' ακολουθία και το κόστος χρήσης των γεωργικών μηχανημάτων και της παραγωγής (Καβαλάρης, 2024).

Μέσω της ηλιακής ενέργειας, μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτές διάφορα ηλιακά συστήματα, όπως π.χ. ηλιακά πάνελ με στόχο την μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Επιπλέον, μέσω της χρήσης βελτιωμένων μπαταριών και ηλεκτρικών συστημάτων τα μηχανήματα αυτά γίνονται αποδοτικότερα.

Εκπαίδευση παραγωγών μέσω Εικονικής Πραγματικότητας (VR) - Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) και Μικτής Πραγματικότητας (XR).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η εκπαίδευση των γεωργών στις αυτές μηχανές με νέες τεχνολογίες πρέπει να πραγματοποιηθεί με σκοπό την κατάρτιση τους και την



Εικόνα 37. Γεωργία και Εικονική Πραγματικότητα – VR, Εικόνα από Queppelin (<https://agtecher.com/>).

ανάπτυξη περαιτέρω δεξιοτήτων. Σε μια εποχή που η ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι καλπάζουσα θα πρέπει να εφοδιαστούν με γνώσεις που θα μπορούν να αποκτήσουν σε εικονικά περιβάλλοντα εκπαίδευσης για την εξάσκηση σε σενάρια σποράς χωρίς κίνδυνο λάθους, αλλά και για την εκπαίδευση τους στη συντήρηση και την βελτιστοποίηση των σπαρτικών μηχανών. Μερικές από τις εφαρμογές που βοηθούν στην εγκυρότερη και σε πραγματικές συνθήκες εκπαίδευση είναι η Εικονική Πραγματικότητα (*VR*) η Επαυξημένη Πραγματικότητα (*AR*) και η Μικτή Πραγματικότητα (*XR*).

Με τον όρο Μικτή Πραγματικότητα (*XR*) εννοείται ο όρος αυτός που καλύπτει όλο το φάσμα της ενοποίησης πραγματικών και ψηφιακών εμπειριών, περιλαμβάνοντας τεχνολογίες όπως η Επαυξημένη Πραγματικότητα (*AR*) και η Εικονική Πραγματικότητα (*VR*), καθώς και τα επίπεδα που βρίσκονται ανάμεσά τους. Στην Επαυξημένη Πραγματικότητα, οι ψηφιακές πληροφορίες τοποθετούνται πάνω στο πραγματικό περιβάλλον, βελτιώνοντας την αντίληψή μας και επιτρέποντας αλληλεπιδράσεις τόσο με τον φυσικό όσο και με τον ψηφιακό κόσμο, χωρίς να αποκλείεται η φυσική αίσθηση του περιβάλλοντος μας. Αντίθετα, η Εικονική Πραγματικότητα απομονώνει τους

χρήστες από τον φυσικό χώρο, βυθίζοντάς τους πλήρως σ' ένα εικονικό περιβάλλον και δημιουργώντας μια καθηλωτική εμπειρία. Η Μικτή Πραγματικότητα συνδυάζει αυτές τις τεχνολογίες, επιτρέποντας μια απρόσκοπτη σύνθεση του πραγματικού και ψηφιακού κόσμου, ώστε οι χρήστες να αλληλοεπιδρούν ταυτόχρονα και με τους 2 σε πραγματικό χρόνο.

Ενσωμάτωση σπαρτικών μηχανών με πλατφόρμες Blockchain

Η χρήση της πλατφόρμας Blockchain γίνεται με σκοπό την παρακολούθηση και την πιστοποίηση της αλυσίδας παραγωγής των γεωργικών προϊόντων. Συνδέοντας τις σπαρτικές μηχανές με τα συστήματα αυτά και την εφαρμογή, θα γίνεται καταγραφή



Εικόνα 38. Η τεχνολογία Blockchain που πλέον έχει εισαχθεί στη σύγχρονη φάρμα (<https://agtecher.com/>).

δεδομένων σχετικά με την σπορά, για να διασφαλίζεται έτσι η ιχνηλασιμότητα, η ακεραιότητα και η διαφάνεια στην διαδικασία παραγωγής, να πιστοποιείται η ποιότητα και η προέλευση των προϊόντων

Οι τεχνολογικές εξελίξεις και καινοτομίες στις σπαρτικές μηχανές έχουν φέρει πλέον σημαντικές αλλαγές στη γεωργία, αυξάνοντας την παραγωγικότητα, βελτιώνοντας την ακρίβεια και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι ηλεκτρομηχανικές σπαρτικές μηχανές, τα συστήματα GPS & GIS και οι αισθητήρες έχουν συμβάλει στην ανάπτυξη της γεωργίας ακριβείας, επιτρέποντας στους αγρότες να σπέρνουν πιο αποτελεσματικά και αποδοτικά. Η συνεχής εξέλιξη όμως αυτών των τεχνολογιών υπόσχεται ακόμη μεγαλύτερες βελτιώσεις στο μέλλον, καθιστώντας τη γεωργία πιο

βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον. Οι μελλοντικές σπαρτικές μηχανές θα είναι εφικτό να είναι εξοπλισμένες με ευφυή συστήματα ελέγχου, ΑΙ και ρομποτική, οδηγώντας σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα και ακρίβεια στη σπορά, ενώ παράλληλα, η ενσωμάτωση ηλεκτροκίνητων και βιώσιμων ενεργειακών λύσεων θα συμβάλει στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.

Το μόνο σίγουρο είναι πως ο συνδυασμός όλων αυτών των τεχνολογιών και καινοτομιών θα αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο θα πραγματοποιείται η γεωργία στο μέλλον, κάνοντάς την πιο έξυπνη και φιλική προς το περιβάλλον.

Συμπεράσματα

Η χρήση σπαρτικών μηχανών έχει εξελιχθεί ραγδαία, αντιμετωπίζοντας σημαντικές τεχνολογικές προκλήσεις μέσα από καινοτόμες λύσεις. Οι σύγχρονες τεχνολογίες, όπως οι αισθητήρες, τα συστήματα γεωργίας ακριβείας και οι αυτόματες μηχανές, βελτιώνουν ήδη την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα των αγροτικών εκμεταλλεύσεων, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Παρά τα υψηλά κόστη και την ανάγκη για εκπαίδευση, αυτές προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως είναι η ακριβής σπορά, η μείωση της συμπίεσης του εδάφους και η προσαρμογή στις διαφοροποιημένες εδαφικές συνθήκες καθώς και τα ακραία καιρικά φαινόμενα (Cisneros, 2024).

Οι σύγχρονες σπαρτικές μηχανές έχουν εξελιχθεί για να προσφέρουν λύσεις στις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι αγρότες, όπως η ανάγκη για γρήγορη και ακριβή σπορά, η προσαρμογή σε διάφορους τύπους εδάφους και κλιματικών συνθηκών και η βελτιστοποίηση της παραγωγής. Οι τεχνολογίες όπως η υδραυλική ρύθμιση βάθους, η χρήση ηλεκτρικών συστημάτων για την κίνηση, καθώς και τα ελαφριά και ευέλικτα μοντέλα προσφέρουν λύσεις σε διάφορα αγροτικά σενάρια. Ωστόσο, η προσαρμογή των μηχανημάτων στις τοπικές συνθήκες, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, παραμένει ένα σημείο κλειδί για τη μαζική υιοθέτηση αυτών των τεχνικών.

Η υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών εξαρτάται από την επένδυση στην εκπαίδευση, κατάλληλες υποδομές και τη διάθεση για έρευνα και ανάπτυξη. Οι γεωργοί που θα αγκαλιάσουν αυτές τις καινοτομίες θα είναι καλύτερα εξοπλισμένοι να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της σύγχρονης γεωργίας, ενισχύοντας την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα της παραγωγής (Cisneros, 2024).

Συνοψίζοντας, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η διαχρονική εξέλιξη των σπαρτικών μηχανών σιτηρών και μικρών σπόρων αποδεικνύει τη σημασία της καινοτομίας και της τεχνολογικής προόδου στον αγροτικό τομέα. Οι νέες τάσεις που προκύπτουν δείχνουν ότι η γεωργία συνεχίζει να εξελίσσεται, ανταγωνιζόμενη τις προκλήσεις της παραγωγής τροφίμων και της βιωσιμότητας. Η κατανόηση αυτής της εξέλιξης θεωρείται κρίσιμη τόσο για την προσαρμογή όσο και για την πρόοδο του αγροτικού τομέα στο μέλλον (Omashok, 2023).

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Bernacki, H., Haman, J., & Konaforjski, C. (1972). *Agriculture Machines. Theory and Construction*, Vol. II., Warsaw.
- Blunk, S., Bussell, J.S., Sparkes, D.L., Martine, I., Mooney, j.s., Sturrock, C. (2021). *The effects of tillage on seed-soil contact and seedling establishment*, Soil & Tillage Research, Vol.206, Elsevier BV.
- Cisneros, R. (2024). *The Evolution And Modern-Day Application Of The Seed Drill*, Available at <https://shuntool.com/article/is-the-seed-drill-still-used-today>
- Controlled Traffic Farming, (2011). Ανακτήθηκε από:
<http://www.controlledtrafficfarming.com/content/default.aspx>
- Dholu, Manishkumar and Ghodinde, K.A. (2018). *Internet of Things (IoT) for Precision Agriculture Application*, 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI), p.p. 339-342, IEEE, Tirunelveli, India, <https://doi.org/10.1109/ICOEI.2018.8553720>
- Ford, N. (2024). *Aitchison Seed Drills*, Available at <https://directdriller.com/aitchison-seed-drills/>
- Hine, H.J. (1961). *Dictionary of Agricultural Engineering*, Cambridge.
- Jasa, P.J., Dickey, E.C. (1982). *Tillage factors affecting corn seed spacing*. Transactions of the ASAE, 25(4).
- Omashok, (2023). *Innovations in seed trapper technology in 2024*, Available at <https://omagroindia.com/blog/innovations-in-seed-drill-technology-in-2024/>
- Porter, W., Baxter, L., Tucker, J., & Virk, S. (2022). *GPS Guidance Options for Forage Systems*, University of Georgia, Extension, Bulletin 1546, Available at https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201546_1.PDF
- Prasad, S. M., Mishra, S. S., & Singh, S., J. (2001). *Effect of establishment methods, fertility levels and weed management practices on rice (Oryza sativa)*. Indian Journal of Agronomy 46(2): 216–21.
- Rajak, P., Ganguly, A., Adhikary, S., & Bhattacharya, S. (2023). *Internet of Things and smart sensors in agriculture: Scopes and challenges*. Journal of Agriculture and Food Research, 14, 100776.
- Sardal, Niharand Patel, Ankitand Sawant, Vinaya. (2020). *Smart Farming*, Proceedings of International Conference on Recent Trends in Machine Learning, IoT, Smart Cities and Applications, p.p. 269–278, Springer Singapore, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-7234-0_23
- Serikul, P., Nakpong, N., & Nakjuatong, N. (2018). *Smart Farm Monitoring via the Blynk IoT Platform*, 6th International Conference on ICT and Knowledge Engineering,

- Sharaby, N., Doroshenko, A., Butovchenko, A., & Legkonogih, A. (2019). *A Comparative analysis of Precision seed planters*, E3S Web of Conferences 135, 01080. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501080>
- Shaw, L.N. (1993). *Plant supply systems for automatic transplanters*, ASAE, 93-1021.
- Turner, S. (2024). *How Did The Seed Drill Impact Society*, Available at https://storables.com/garden/how-did-the-seed-drill-impact-society/#culturalandsocietalchanges_1_9

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αθανασίου, Μ. (2016). *Συλλεκτικά γεωργικά μηχανήματα του Μουσείου Κυπριακής Υπαίθρου*, Περιοδικό Αγρότης Ιούλιος-Αύγουστος, σελ. 54-55, Λευκωσία. Ανακτήθηκε από <http://flipbooks.agrokypros.gov.cy>
- Ανδρονικάκης, Α. (2023). *Μπορεί η Τεχνητή Νοημοσύνη να φέρει την επανάσταση στον πρωτογενή τομέα;* Ανακτήθηκε από <https://www.ypaithros.gr/>
- Αυγουστής, Α. (1996). *Γεωργικός Ελκυστήρας*, ΤΕΙ Λάρισας.
- Γέμτος, Θ., & Καβαλάρης, Χ. (2015). *Μηχανήματα Καλλιεργητικών Φροντίδων*, Ελληνικά Ηλεκτρονικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα, Αθήνα. Ανακτήθηκε από www.kallipos.gr
- EBZ (2001). *Σπαρτικές μηχανές τεύτλων*, Διαθέσιμο στο <https://www.ebz.gr/uploads/geop/spartmix.pdf>
- ΕΛΣΤΑΤ (2024). *Ετήσια Γεωργική Στατιστική Έρευνα για το έτος 2022*, Πειραιάς.
- IOBE. (2019). *Αγροτικά Μηχανήματα και Ανταγωνιστικότητα του Αγροτικού Τομέα στην Ελλάδα*, Εκδόσεις IOBE, Διαθέσιμο στο https://iobe.gr/docs/research/RES_05_F_02122019_REP_GR.pdf
- Καβαλάρης, Χ. (2024). *Βασικές Αρχές για Βελτιστοποίηση Απόδοσης Γεωργικού Ελκυστήρα*, Περιοδικό Γεωργία & Κτηνοτροφία, vol.5, σελ. 20-26.
- Καραμάνος, Α., Αυγουλάς, Χ., & Βυθοπούλου, Ε. (2022). *Φυτική Παραγωγή*, ΤΕΕ, Τομέας Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διοφάντος.
- Κατέρης, Δ. (2015). *Γεωργικά Μηχανήματα (Εργαστήριο)*, ΤΕΙ Ηπείρου, Άρτα, Διαθέσιμο από: <http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG111/>
- Κουτσοβίτης, Ν., Μακρυγιάννης, Π., & Παγώνης, Κ. (2019). *Εκμηχάνιση της Γεωργίας και Αρδεύσεις*, ΤΕΕ, Τομέας Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων Διοφάντος.
- Μητσοτάκη, Μ.Α. (2008). *Σύγχρονος Εξοπλισμός Φύτευσης και Σποράς*, Α.ΤΕΙ Καλαμάτας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων, Καλαμάτα.

- Σεβαστέλη, Κ.Δ. (2023). *Αμπελουργικά και Δενδροκομικά Τρακτέρ*, Περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία, vol. 6, σελ. 72-77.
- Στρωτός, Γ. (2024). *Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως, Γεωργικοί Ελκυστήρες*, Σημειώσεις μαθήματος ΜΕΚ, Τμήμα Γεωπονίας-Αγροτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Τλούμας, Τ. (2024). *Η Αγροτική Ζωή από το Παρελθόν*, Περιοδικό Γεωργία & Κτηνοτροφία, vol. 5 & 6, σελ. 16-19.
- Τσατσαρέλης, Κ. (2018). *Εκμηχάνιση της γεωργίας στην χώρα μας*, Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, Λάρισα.
- Τσατσαρέλης, Κ. (2000). *Αρχές Μηχανικής Κατεργασίας του Εδάφους και Σποράς*, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Τσατσαρέλης, Κ. (2003). *Μηχανική Συγκομιδή Γεωργικών Προϊόντων*, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
- Χατζηδημητρίου, Κ. (2009). *Οικονομικότητα Παραγωγικότητα Πατάτας Κ. Νευροκοπίου*, Μεταπτυχιακή Εργασία, ΑΠΘ, Σχολή Γεωπονίας, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας, Θεσσαλονίκη.

Ηλεκτρονικές Πηγές

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Jethro_Tull_\(agriculturist\)#Growing_soil](https://en.wikipedia.org/wiki/Jethro_Tull_(agriculturist)#Growing_soil)
- <https://www.womantoc.gr/stories/article/20-afrikanikes-xores-ergazodai-gia-na-dimiourgisoun-to-megalo-prasino-teixos-tis-afrikis/>
- <https://profi.gr/parelkomena/6277/pio-isxures-kai-pio-filikes-pros-ton-xristi-oi-spartikes-pottinger-vitasem/>
- <https://www.agri-motion.com/en/news/precision-seed-drill-what-it-is-for-and-how-it-works-agri-motion>
- <https://blog.machinefinder.com/30734/air-seeder-process>
- <https://blog.machinefinder.com/33521/john-deere-planter-history>
- <https://potentialsmagazine.ieee.org/2021/11/01/agriculture-as-a-service/#:~:text=Agriculture%20as%20a%20service.%20November%201,%202021%20by%20Shitala>
- <https://yourstory.com/2023/07/farming-as-a-service-faas-revolutionalising-new-age-agriculture-agritech-startups>
- <https://www.prefer.gr/technologia/efarmoges-technitis-noimosynis-sti-georgia/6617/>
- <https://easth.gr/index.php/eidiseis/1892-2023-08-22-09-51-14>
- <https://gain.gr/pos-i-techniti-noimosini-kai-to-iot-anadiamorfoun-ti-georgia/>
- <https://www.euractiv.gr/section/georgia-kai-trofima/news/gefyra-megalon-kai-mikron-agroton-i-eyfyis-georgia/>
- <https://adi-platform.com/resource/%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7/>

- <https://www.ypaithros.gr/mporei-texniti-noimosyni-na-ferei-epanastasi-protogeni-tomea/>
- <https://www.agro-siec.pl/blog/john-deere-go-operations-center-poznaj-jego-mozliwosci/>
- <https://agtecher.com/el/agri-vr-ar-xr/>
- <https://agtecher.com/faas-farming-as-a-service/>
- <https://www.qlik.com/us/augmented-analytics/big-data-ai>
- <https://www.talend.com/resources/big-data-agriculture/>
- <https://www.kuhn.com/en/crop/seed-drills/precision-seed-drills/precision-mechanical-seed-drills/ppk>
- <https://www.youtube.com/watch?v=WMI8d7fKT08>