



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ**

**ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ**



**Πτυχιακή εργασία του σπουδαστή:**

**Κωνσταντίνου Χολιασμένου**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Α. Λιόπα-Τσακαλίδη

Μάρτιος 2011

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ.....</b>	<b>4</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>5</b>
<b>ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....</b>	<b>6</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> .....</b>	<b>7</b>
<b>ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ .....</b>	<b>8</b>
1.1 Ερμηνεία του όρου .....	8
1.2 Αρχές και κατευθύνσεις της αειφορικής γεωργίας.....	17
1.3 Γεωργία και περιβάλλον.....	19
1.4 Αειφορική γεωργία και βιοποικιλότητα .....	22
1.5 Αγροοικοσυστήματα και αγροπεριβάλλον.....	24
1.6 Αειφορική γεωργία και τοπίο .....	26
1.7 Αειφορική γεωργία και νερό .....	30
1.8 Αειφορική γεωργία και ποιότητα εδάφους.....	34
1.9 Δείκτες για την αειφορική γεωργία .....	37
1.9.1 Δείκτες που σχετίζονται με τις αγροτικές διαδικασίες.....	38
1.9.2 Αγροπεριβαλλοντικοί δείκτες (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD)) .....	39
1.9.3 Αγροπεριβαλλοντικοί δείκτες εισροών στην γεωργία.....	40
1.9.4 Αγροπεριβαλλοντικοί δείκτες εκροών από την γεωργία .....	43
1.9.5 Άλλοι αγροπεριβαλλοντικοί δείκτες για την γεωργία .....	46
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> .....</b>	<b>49</b>
<b>ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ.....</b>	<b>50</b>
2.1 Αποφάσεις και εφαρμογή της μεθόδου .....	53

2.2 Παραδείγματα γεωργίας ακριβείας .....	55
2.2.1 Συστήματα υποστήριξης απόφασης (Decision Support Systems).....	55
2.2.2 Συστήματα παρακολούθησης αποδόσεων (Crop Production Modeling) .....	55
2.2.3 Τεχνολογία συστημάτων μεταβλητών εφαρμογών (Variable Rate Application Technology) .....	56
2.2.4 Συμβουλευτικό σύστημα τηλε-ενημέρωσης αγροτών για την άρδευση των καλλιεργειών .....	57
2.2.5 Συσχέτιση χαρτών παραγωγής και ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο βαμβάκι....	58
2.2.6 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων .....	59
2.2.7 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (ΣΓΠ) και λογισμικό χαρτογράφησης .....	61
2.2.8 Συστήματα χαρτογράφησης συγκομιδής (Yield Mapping Systems).....	62
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>63</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>64</b>

## **Αντί προλόγου**

*Θα ήθελα να αφιερώσω την παρούσα πτυχιακή εργασία στον προσφάτως εκλιπόντα πατέρα μου, που σε όλη μου την ζωή με στήριξε, με βοήθησε και αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για όλα μου τα έργα.*

*Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα και την αδελφή μου για όλα όσα μου έχουν προσφέρει όλα τα χρόνια της φοίτησής μου.*

*Θερμές ευχαριστίες στην επίκουρο καθηγήτρια Δρ. Α. Λιόπα -Τσακαλίδη για την βοήθεια, την υποστήριξη και τις κριτικές συζητήσεις που είχα μαζί της κατά την διάρκεια της υλοποίησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.*

*Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές και τους καθηγητές μου που μετέτρεψαν σε μια όμορφη εμπειρία την φοίτησή μου όλα αυτά τα χρόνια.*

**Κωνσταντίνος Χολιασμένος**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με τον όρο αειφορική γεωργία εννοούμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα φυτικής και ζωικής παραγωγής που θα μπορεί μακροπρόθεσμα να ικανοποιήσει τις διατροφικές ανάγκες του πληθυσμού της γης, να βελτιώσει την περιβαλλοντική ποιότητα και την βάση των φυσικών πόρων στην οποία βασίζεται η γεωργική οικονομία, να κάνει περισσότερο αποτελεσματική την χρήση των μη ανανεώσιμων πόρων και να ενώσει, όπου είναι κατάλληλο, τους φυσικούς βιολογικούς κύκλους, να διατηρήσει την οικονομική βιωσιμότητα των γεωργικών εφαρμογών και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των αγροτών και ολόκληρης της κοινωνίας. Η αειφορική γεωργία έχει ως στόχο το τρίπτυχο περιβάλλον, οικονομία, κοινωνία και βάσει αυτών, θέτει στόχους για τα έργα της αειφορικής γεωργίας στα επόμενα χρόνια.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, αναλύθηκαν με σαφήνεια όλα τα θέματα που απασχολούν την αειφορική γεωργία και την γεωργία ακριβείας.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε μια ερμηνεία του όρου «αειφορική γεωργία», τονίσθηκαν οι στόχοι, οι εφαρμογές καθώς και η σημασία της αειφορικής γεωργίας. Αναλύθηκαν οι αρχές και οι κατευθύνσεις της αειφορικής γεωργίας, οι σχέσεις αειφορικής γεωργίας και περιβάλλοντος και παρατέθηκαν οι δείκτες της αειφορικής γεωργίας.

Στην συνέχεια αναλύθηκε ο όρος γεωργία ακριβείας που είναι μια τέτοια νέα μέθοδος γεωργικής διαχείρισης, που έχει ως στόχο την μείωση του κόστους παραγωγής και των επιπτώσεων στο περιβάλλον, μέσω της σωστής διαχείρισης εισροών σε μια καλλιέργεια. Παρατέθηκαν παραδείγματα για την χρήση της, και αναλύθηκαν τα τεχνολογικά συστήματα που καθιστούν εφικτή την εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας όπως συστήματα υποστήριξης απόφασης, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να παρουσιαστεί και να αναπτυχθεί η έννοια της αειφορικής γεωργίας από κάθε οπτική γωνία. Πιο συγκεκριμένα, ο στόχος της πτυχιακής εργασίας ήταν να ερευνηθούν πηγές σχετικές με το θέμα, όπως η αρχική ιδέα της αειφορικής γεωργίας, η ανάπτυξη με τα χρόνια, έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και συγγράμματα που έχουν εκδοθεί, τεχνολογικά συστήματα υποστήριξης, ισχύουσες νομοθεσίες και κανονισμοί, προγράμματα στήριξης, μελλοντικές προοπτικές ανάπτυξης και να μελετηθούν οι επιπτώσεις της αειφορικής γεωργίας σε όλους τους τομείς που επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα, όπως γεωργία, κοινωνία, περιβάλλον, πλούτος γεωργικού πληθυσμού, άνθρωπος και μελλοντικές γενεές.

Αυτή η μορφή γεωργίας που αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα φυτικής και ζωικής παραγωγής, έχει σαν βασικές αρχές, να προασπίζει αξίες όπως η προστασία του περιβάλλοντος, η ανάπτυξη της οικονομίας, η ικανοποίηση των διατροφικών αναγκών της παρούσας αλλά και των μελλοντικών γενιών, η μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας των μη ανανεώσιμων πόρων και η βελτίωση της ποιότητας ζωής ολόκληρης της κοινωνίας, ενώ παράλληλα εξαρτάται άμεσα από τεχνολογικές εφαρμογές, συνεχή έρευνα και ανάπτυξη ιδεών.

Γενικότερα, η αειφορική γεωργία θεωρείται μια αναγκαία κατάσταση που αργά ή γρήγορα θα πρέπει να υιοθετήσει ο αγροτικός πληθυσμός της γης και θα πρέπει να εντάξουν στα γεωργικά τους προγράμματα οι κυβερνήσεις όλου του κόσμου, προκειμένου να υπάρξει εξασφάλιση της αειφορίας των φυσικών πόρων του πλανήτη ενώ ταυτόχρονα να καλύπτονται οι ανάγκες σίτισης του πληθυσμού και η οικονομικές ανάγκες της αγροτικής κοινωνίας. Αυτός είναι και ο λόγος που υπάρχει τόσο μεγάλο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη αυτού του τομέα και σχεδιασμός μελέτης από διάφορους οργανισμούς σε ολόκληρο τον πλανήτη.

Εν κατακλείδι, μορφές γεωργίας που δεν θα συμβαδίζουν με την αειφορική γεωργία θα εγκαταλειφθούν αργά ή γρήγορα, διότι οι συνέπειές τους είτε βραχυπρόθεσμες, είτε μακροπρόθεσμες, θα υποβαθμίσουν ή θα καταστρέψουν τους φυσικούς πόρους και το περιβάλλον και τα οικονομικά οφέλη συνεχώς θα μειώνονται προκαλώντας αντιδράσεις και αναπόφευκτα, κοινωνική έκρηξη.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

### 1.1 Ερμηνεία του όρου

Ο όρος “αιφόρος” αναφέρεται για πρώτη φορά στο Σοφοκλή και έχει υιοθετηθεί από τη δασοπονία, όπου σημαίνει μια συγκεκριμένη μέθοδο διαχείρισης του δάσους, κατά την οποία “*όταν αφαιρείται από το δάσος ... όγκος ξύλου ίσος ή και λιγότερος με αυτόν που έχει παραχθεί κατά το θεωρούμενο διάστημα, λέγεται ότι το δάσος αιφορεί*”» (Σακιώτη, 2003, Αγγελίδης et al, 2004:8). Η WCED (World Commission for the Environment and Development - Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη), με την έκθεση Brundtland, όρισε ως Αειφόρο ανάπτυξη «*[...] αυτή που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να μειώνει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών ανθρώπων να ικανοποιήσουν τις δικές τους*» (Φλογαΐτη, 2006:84). Συμπληρωματικός του παραπάνω ορισμού είναι αυτός των IUCN (International Union for Conservation of Nature - Διεθνής Ένωση για την Προστασία της Φύσης), UNEP (United Nations Environmental Programme - Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών), WWF (World Wildlife Fund - Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση): «*Η ανάπτυξη είναι αειφόρος όταν βελτιώνει την ποιότητα ζωής στο πλαίσιο των ορίων που θέτει η φέρουσα ικανότητα των οικοσυστημάτων που υποστηρίζουν τη ζωή*».

Αφορμή της έννοιας της αειφορίας στάθηκε μια ανησυχία που προκλήθηκε από τα περιβαλλοντικά ζητήματα στη δεκαετία του '60 και αναδείχθηκε μέσα από πολλά βήματα σε διεθνή και εθνικά προγράμματα, που συνδυάζουν την οικονομική και επιχειρηματική ανάπτυξη με την κοινωνική και την περιβαλλοντική ευθύνη. Ακριβής και απόλυτος ορισμός της αειφορίας και συνεπώς της αειφορικής γεωργίας είναι αδύνατος. Για κάποιους π.χ. υποδηλώνει σταθερότητα και ικανότητα διατήρησης των πόρων επί μακρών, ενώ για άλλους αποφυγή καταστροφής ή υποβάθμισης των φυσικών πόρων.

Η «Αειφορία» είναι μια λέξη που χρησιμοποιείται και καθορίζεται από πολλές απόψεις. Πολλοί χρησιμοποιούν τη λέξη «αειφορία» εννοώντας τη «φιλικότητα στο περιβάλλον», ή ως έναν όρο που σχετίζεται κυρίως με την ανάπτυξη του τρίτου κόσμου. Αλλά η αειφορία σημαίνει πολλά περισσότερα. Όταν οι φυσικοί πόροι καταναλώνονται σε βιώσιμα επίπεδα, οι άνθρωποι μπορούν να συνεχίσουν να καταναλώνουν από αυτούς για όλα τα επόμενα χρόνια, από την σημερινή γενιά και μέχρι την επόμενη. Όταν οι φυσικοί πόροι χρησιμοποιούνται σε μη βιώσιμα επίπεδα,



αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Η αειφόρος ανάπτυξη είναι μια δυναμική διαδικασία που βοηθά όλους τους ανθρώπους να κατανοήσουν τις δυνατότητές τους και να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής τους με τρόπους που ταυτόχρονα να προστατεύουν και να ενισχύουν τα συστήματα υποστήριξης της ζωής στη Γη.

Η λέξη **αειφορία** υποδηλώνει μονιμότητα ή μακροπρόθεσμη συντήρηση. Καθώς αναφέρεται στη γεωργία, η αειφορία χαρακτηρίζει γεωργικά συστήματα που είναι “ικανά να διατηρήσουν την παραγωγικότητά τους και τη χρησιμότητά τους έπ’ αόριστο”. Τέτοια συστήματα πρέπει να μπορούν να διατηρήσουν τους φυσικούς πόρους, να βοηθήσουν την κοινωνία, να είναι εμπορικά ανταγωνιστικά και οικολογικά υγιή.

Σύμφωνα με τον ορισμό, ο όρος αειφορική γεωργία σημαίνει ένα ολοκληρωμένο σύστημα φυτικής και ζωικής παραγωγής που θα μπορεί μακροπρόθεσμα :

- ✓ να ικανοποιήσει τις διατροφικές ανάγκες του πληθυσμού της γης,
- ✓ να βελτιώσει την περιβαλλοντική ποιότητα και την βάση των φυσικών πόρων στην οποία βασίζεται η γεωργική οικονομία,
- ✓ να κάνει περισσότερο αποτελεσματική την χρήση των μη ανανεώσιμων πόρων και να ενώσει, όπου είναι κατάλληλο, τους φυσικούς βιολογικούς κύκλους,
- ✓ να διατηρήσει την οικονομική βιωσιμότητα των γεωργικών εφαρμογών και
- ✓ να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των αγροτών και ολόκληρης της κοινωνίας.

Η αειφορική γεωργία είναι μία φιλοσοφία που βασίζεται σε ανθρώπινους σκοπούς και στην κατανόηση των μακροπρόθεσμων επιδράσεων των δραστηριοτήτων μας στο περιβάλλον και άλλα είδη. Η χρήση αυτής της φιλοσοφίας οδηγεί την εφαρμογή προηγούμενης εμπειρίας και των τελευταίων επιστημονικών προόδων στη δημιουργία ολοκληρωμένων καλλιεργητικών συστημάτων τα οποία μπορούν να διατηρούν τους φυσικούς πόρους. Τέτοια συστήματα μειώνουν την περιβαλλοντική υποβάθμιση, διατηρούν την παραγωγικότητα, προάγουν την οικονομική βιωσιμότητα μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα και διατηρούν σταθερές τις αγροτικές κοινότητες και την ποιότητα ζωής.

Ωστόσο οι συζητήσεις για την επίτευξη των στόχων της αειφορίας παρουσιάζουν κάποιες αντιθέσεις. Οι υποστηρικτές της αειφορικής γεωργίας

προέρχονται από διαφορετικά περιβάλλοντα και γεωργικές πρακτικές. Οι απόψεις τους ως προς το ποια στοιχεία είναι αποδεκτά ή μη αποδεκτά σε ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα ορισμένες φορές αντικρούονται. Γεγονός είναι ότι, "απέχουμε ακόμη αρκετά από το να γνωρίζουμε ποιες ακριβώς μέθοδοι και συστήματα μπορούν να οδηγήσουν στην αειφορία". Σήμερα οι αειφορικές γεωργικές πρακτικές συνήθως περιλαμβάνουν:

✓ Εναλλαγή καλλιεργειών που καταπολεμούν ζιζάνια, ασθένειες, έντομα και άλλα παράσιτα, εξασφαλίζουν εναλλακτικές πηγές αζώτου στο έδαφος και μειώνουν τον κίνδυνο μόλυνσης των νερών από γεωργικά φάρμακα.

✓ Στρατηγικές καταπολέμησης των παρασίτων που δεν είναι επιβλαβείς για τα οικοσυστήματα, τους αγρότες και τους καταναλωτές. Αυτές περιλαμβάνουν ολοκληρωμένες τεχνικές καταπολέμησης των παρασίτων που μειώνουν την ανάγκη για παρασιτοκτόνα μέσω πρακτικών όπως χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, κατάλληλος χρόνος φύτευσης και βιολογική καταπολέμηση των παρασίτων.

✓ Αυξημένη μηχανική /βιολογική καταπολέμηση ζιζανίων. Περισσότερες πρακτικές για την διατήρηση του εδάφους και του νερού και σωστή χρήση ζωικών και φυτικών λιπασμάτων.

✓ Χρήση φυσικών ή συνθετικών εισροών με τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπάρχουν κίνδυνοι για τον άνθρωπο, τα ζώα και το περιβάλλον.

Αυτή η προσέγγιση περικλείει ολόκληρη την γεωργική εκμετάλλευση, βασισμένη στην πείρα και εξειδίκευση των αγροτών, των επιστημόνων και των ειδικών από δημόσιους και ιδιωτικούς τομείς.

Για την αειφορική ανάπτυξη η γεωργία παίζει σημαντικό ρόλο. Εκτός από τα εγκαταλελειμμένα εδάφη στα οποία υπάρχουν φυτά, και οι γεωργικές εκμεταλλεύσιμες επιφάνειες χρειάζεται να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της αειφορίας.

Ο όρος **περιβάλλον, οικονομία και κοινωνία** διαμορφώνουν ένα **τρίγωνο** συζήτησης γύρω από την αειφορία και λαμβάνοντας υπόψη μας τις τρεις αυτές κατευθύνσεις μπορούμε να πάρουμε μέτρα και να κάνουμε έργα τα οποία για τις επόμενες γενιές να είναι αειφορικά.



**Εικ. 1.1:** Definition: "Sustainable agriculture is a productive, competitive and efficient way to produce safe agricultural products, while at the same time protecting and improving the natural environment and social/economic conditions of local communities.

Το τρίπτυχο για την αειφορική γεωργία (Callaway και Francis 1993, Goodland 1995)

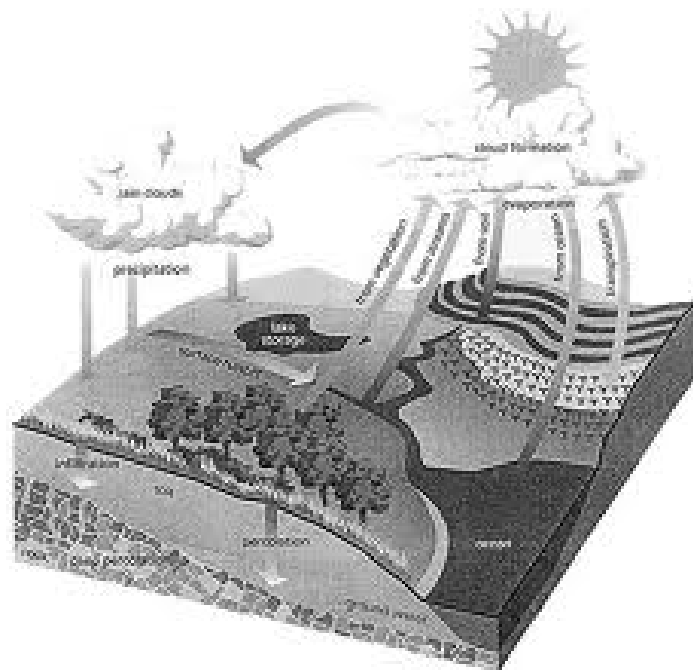


**Εικ.1.2:** (Αειφορική γεωργία είναι ένας παραγωγικός, ανταγωνιστικός και αποδοτικός τρόπος να παράγουμε ασφαλή γεωργικά προϊόντα, ενώ ταυτόχρονα προστατεύουμε και βελτιώνουμε το φυσικό περιβάλλον και τις κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες των τοπικών κοινοτήτων.)

1. **Περιβάλλον**
2. **Οικονομία**
3. **Κοινωνία**

*Η σημασία της αειφορίας για την καλλιέργεια γεωργικών φυτών. Η γεωργία έχει σημαντική θέση στη συζήτηση για την αειφορία. Από την μια μεριά οι γεωργικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται σήμερα πρέπει να φροντίσουν για την διατροφή όλου του πληθυσμού της γης και από την άλλη αποτελούν την αιτία για περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα. Για αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη παραγωγής αρκετών διατροφικών μέσων με την ταυτόχρονη ικανοποίηση των στόχων της αειφορίας. Θα πρέπει επομένως να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:*

- Άριστη λίπανση (ισορροπία θρεπτικών στοιχείων, ανάλυση εδαφών).
- Λήψη μέτρων για τα εδάφη, όπου οι επιφάνειες τους βρίσκονται στο στάδιο της μετάβασης σε οικολογικές.
- Βέλτιστη ποσότητα παραγωγής, ώστε να επιτευχθεί το μέγιστο σε κύριες καλλιέργειες.
- Κατάλληλη προστασία του εδάφους (δείκτες προστασίας του εδάφους, προστασία από την διάβρωση).
- Εκλογή και χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων.



**Εικ. 1.3:** Αειφορία περιβάλλοντος

**Η Αειφορική Γεωργία ψάχνει** για να βρει μεθόδους που θα βοηθήσουν τους παραγωγούς να συνεχίσουν να παράγουν επαρκή και ασφαλή τρόφιμα που μπορούν να αναπτυχθούν κατά τη διάρκεια της επόμενης χιλιετίας. Ενοποιεί όλα τα στοιχεία της διαχείρισης -- παρασιτοκτόνα, λιπάσματα, απόβλητα, ενέργεια, οικονομικά, κτλ.

Όπως ορίστηκε από το Κογκρέσο, η αειφορική γεωργία είναι ένα "ολοκληρωμένο σύστημα πρακτικών φυτικής και ζωικής παραγωγής που έχουν συγκεκριμένη για κάθε θέση εφαρμογή που μακροπρόθεσμα θα:

1. "ικανοποιήσει τις ανάγκες σε τρόφιμα και ίνες
2. "ενισχύσει την ποιότητα του περιβάλλοντος και τη βάση των φυσικών πόρων από τις οποίες εξαρτάται η αγροτική οικονομία
3. "κάνει την πιο αποδοτική χρήση των μη ανανεώσιμων πόρων και των πόρων του αγροκτήματος και θα ενοποιήσει, όπου είναι δυνατό, τους φυσικούς βιολογικούς κύκλους και ελέγχους
4. "διατηρήσει την οικονομική βιωσιμότητα των λειτουργιών στο αγρόκτημα και
5. "βελτιώσει την ποιότητα ζωής για τους αγρότες και την κοινωνία σαν σύνολο."

Εν συντομία η Αειφορική Γεωργία είναι:

1. Οικονομικά βιώσιμη.
2. Κοινωνικά υποστηρίξιμη.
3. Οικολογική.

Η Αειφορική Γεωργία έχει οριστεί με πολλούς τρόπους. Για παράδειγμα έχει οριστεί σαν ένα σύστημα που μπορεί αόριστα να συντηρήσει τον εαυτό του χωρίς να υποβαθμίζει τη γη, το περιβάλλον, ή τους ανθρώπους. Αντικατοπτρίζει το ενδιαφέρον μας για την μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της γεωργίας.

Οι ερευνητές στο Πανεπιστήμιο της Nebraska την έχουν ορίσει ως "μια στρατηγική διαχείρισης που βοηθά τον παραγωγό να επιλέξει υβρίδια και ποικιλίες, πρακτικές καλλιέργειας, προγράμματα γονιμότητας του εδάφους, και προσεγγίσεις διαχείρισης των παρασίτων που μειώνουν το κόστος των αγορασμένων εισροών, ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις του συστήματος στο άμεσο και γύρω περιβάλλον του αγροκτήματος, και παρέχουν ένα σταθερό επίπεδο παραγωγής και κέρδους από την καλλιέργεια."

Το ενδιαφέρον για την αειφορική γεωργία προκύπτει από την αυξανόμενη ανησυχία για την ασφάλεια των τροφίμων, και των επιδράσεων των πρόσθετων τροφίμων και χημικών λιπασμάτων, παρασιτοκτόνων και ζιζανιοκτόνων. Η μόλυνση των υπόγειων υδάτων σε μερικές Κεντροδυτικές πολιτείες από αγροτικά χημικά, έχει παρακινήσει προσπάθειες για τη μείωση της εφαρμογής χημικών και λιπασμάτων. Η

εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε έχοντας σαν κύριο σκοπό την πληροφόρηση σχετικά με την αειφορική γεωργία στον διεθνή χώρο σήμερα.

Η λέξη **αειφορία ή αειφορική ανάπτυξη**, όπως εμείς σήμερα συχνά χρησιμοποιούμε, είναι ανακάλυψη του '70. Αργότερα, με τον όρο (our common future), της οργάνωσης για το περιβάλλον και την ανάπτυξη, έγινε παγκοσμίως γνωστό ότι στον πλανήτη μας η αειφορία είναι μια επείγουσα ανάγκη. Η λέξη αειφορία υποδηλώνει μονιμότητα ή μακροπρόθεσμη συντήρηση.

Για την **γεωργία**, η αειφορία χαρακτηρίζει γεωργικά συστήματα που είναι “ικανά να διατηρήσουν την παραγωγικότητά τους και τη χρησιμότητά τους έπ’ αόριστο”. Τέτοια συστήματα πρέπει να μπορούν να διατηρήσουν τους φυσικούς πόρους, να βοηθήσουν την κοινωνία, να είναι εμπορικά ανταγωνιστικά και οικολογικά υγιή. Η γεωργία έχει μεταβληθεί εντυπωσιακά, ιδιαίτερα μετά την λήξη του Β Παγκόσμιου Πολέμου. Η παραγωγή τροφίμων και φυτικών ινών ανήρθε στα ύψη χάρη σε νέες τεχνολογίες, μηχανοποίηση, αυξημένη χρήση χημικών, εξειδίκευση και κυβερνητικές πολιτικές που υποστηρίζουν την μεγιστοποίηση της παραγωγής. Αυτές οι αλλαγές χρειάζονται μικρό αριθμό ανειδίκευτων εργατών με ελάχιστες αγροτικές γνώσεις για την παραγωγή του μεγαλύτερου μέρους των τροφίμων και των φυτικών ινών. Αν και αυτές οι αλλαγές είχαν πολλά θετικά αποτελέσματα και μείωσαν τους κινδύνους στις αγροκαλλιέργειες, ωστόσο είχαν και σημαντικές απώλειες. Ανάμεσά τους είναι χαρακτηριστικές η εξάντληση του εδάφους, η μόλυνση των υπόγειων νερών, η παρακμή των οικογενειακών αγροκτημάτων, η παραμέληση των εργασιακών συνθηκών των αγροτών, τα αυξημένα έξοδα παραγωγής και η επιδείνωση των οικονομικών και κοινωνικών συνθηκών στις αγροτικές κοινότητες .

Σήμερα η τάση για την αειφορική γεωργία συγκεντρώνει αυξημένη υποστήριξη και αποδοχή εντός της συμβατικής γεωργίας. Η αειφορική γεωργία όχι μόνο απευθύνεται σε πολλά περιβαλλοντικά και κοινωνικά ζητήματα αλλά και προσφέρει πρωτότυπες και οικονομικά εφαρμόσιμες ευκαιρίες σε καλλιεργητές, εργαζόμενους, καταναλωτές και πολλούς άλλους σε ολόκληρο το σύστημα διατροφής. Προκειμένου να διαφυλάξουμε τη γεωργία και τον κόσμο γενικότερα για τις μελλοντικές γενιές, θα πρέπει να δράσουμε τώρα, έτσι ώστε να αναπτύξουμε συστήματα παραγωγής που θα στηρίζονται λιγότερο στους μη-ανανεώσιμους πετροχημικούς πόρους και περισσότερο στην εναρμόνιση με τις φυσικές διεργασίες, ούτως ώστε να επιτευχθούν οι πολλαπλοί στόχοι της οικονομικής, οικολογικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Προς την κατεύθυνση της αναζήτησης κατάλληλων συστημάτων

διαχείρισης, είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός αποτελεσματικού εργαλείου ελέγχου, το οποίο θα μπορεί να αξιολογεί τις στρατηγικές της αειφορικής ανάπτυξης μέσω της διατήρησης της οργανικής ουσίας του εδάφους, περιορισμού της διάβρωσης, εξισορρόπησης της παραγωγής σε αρμονία με το περιβάλλον και καλύτερης αξιοποίησης των ανανεώσιμων πόρων.

Οι συζητήσεις για την αειφορική γεωργία είναι λογικό να είναι ζωντανές, συναισθηματικές και μερικές φορές αμφιλεγόμενες. Η αύξηση της παραγωγικότητας της γεωργίας ήταν συμβατή και κατά μεγάλο βαθμό συνώνυμη με την αειφορική γεωργία. Όμως, υπάρχουν βάσιμες ενδείξεις ότι ένας από τους σημαντικότερους τρόπους αύξησης της αγροτικής παραγωγής, με τη χρήση χημικών, μπορεί να επιδεινώσει τα οικολογικά προβλήματα. Δυστυχώς πολλοί ερευνητές ακόμα δεν ανησυχούν ανοιχτά με τα θέματα της αειφορίας και έχουν την κοινή στάση ότι "όλα αυτά που κάνουμε είναι αειφορικά." Πολλοί υποστηρικτές της αειφορικής γεωργίας θα διαφωνούσαν και θα επιχειρηματολογούσαν ότι η επιτυχία της μετάβασης προς την αειφορική γεωργία εξαρτάται από τη χρήση των περιορισμένων μη ανανεώσιμων πόρων (π.χ., ορυκτά καύσιμα, συγκεκριμένα χημικά) όσο πιο φειδωλά γίνεται και από την επίτευξη μέγιστης ανταπόδοσης από την εφαρμογή τους κάνοντας χρήση των βιολογικών κύκλων που υπάρχουν στη φύση και περιφρονούνται πολύ από την γεωργία των ημερών μας.

Αειφορική γεωργία, γενικά, χαρακτηρίζεται η οικολογικά υγιής γεωργία, η οικονομικά βιώσιμη, η κοινωνικά δίκαιη και ανθρώπινη. Μορφές γεωργίας που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις αυτές αργά ή γρήγορα θα εγκαταλειφθούν, αφού οι βραχυπρόθεσμες ή και οι μακροπρόθεσμες συνέπειες τους θα είναι η υποβάθμιση ή η καταστροφή του οικοσυστήματος και των φυσικών πόρων, τα πενιχρά οικονομικά αποτελέσματα, η μαζική δυσαρέσκεια που θα οδηγήσει αναπόφευκτα σε κοινωνική έκρηξη. Ο όρος «αειφορική γεωργία» δηλώνει τους τελικούς στόχους που πρέπει να επιτευχθούν. Άλλοι όροι δηλώνουν τα μέσα με τα οποία θα αναπτυχθεί αειφορική γεωργία, όπως π.χ. όροι «ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης» και «πρακτικές άριστης διαχείρισης».

Ο Vosti(1999) μιλώντας για τους δεσμούς μεταξύ αειφορικής γεωργίας, ανάπτυξης και ελάφρυνσης της φτώχειας, αναγνώρισε έξι βασικές αρχές. Οποιοσδήποτε ορισμός της αειφορικής ανάπτυξης πρέπει να περιλαμβάνει την έννοια της βελτίωσης της ποιότητας ζωής των ανθρώπων, η οποία θα στηρίζεται στους πόρους που έχουν αυτοί στη διάθεση τους.

Ο Brooks (1999) διακρίνει την αειφορική ανάπτυξη από άποψη μικροεπιπέδου (επιπέδου γεωργικής εκμετάλλευσης ) από εκείνη σε μακροεπίπεδο που εστιάζεται σε μακροοικονομικά μεγέθη και σε ανάλυση της ασκούμενης πολιτικής. Ταυτόχρονα σημειώνει ότι είναι προτιμότερο να εστιάζει κανείς στη συνεχή ροή των φυσικών πόρων-αυτή που προκαλείται από την υποβάθμιση και την εξάντληση τους από τον άνθρωπο- παρά να εστιάζει στην ανακυκλούμενη ροή του εισοδήματος.

Η γεωργία είναι στο επίκεντρο της κοινωνίας και της οικονομίας. Εξασφαλίζει τη διατροφική ασφάλεια και επάρκεια του πλανήτη, παρέχει ανανεώσιμες πρώτες ύλες, προστατεύει το περιβάλλον, δημιουργεί θέσεις εργασίας και διατηρεί ζωντανό και υγιή τον κοινωνικό και οικονομικό ιστό στην περιφέρεια. Η γεωργία αντιμετωπίζει μια σοβαρή πρόκληση, δηλαδή να θρέψει τον παγκόσμιο πληθυσμό (6,6 δισ. ανθρώπους σήμερα και ακόμη περισσότερους αύριο). Για να ανταποκριθεί στην πρόκληση αυτή πρέπει να είναι αειφορική. Το κυρίαρχο μοντέλο βιομηχανικής και εντατικής γεωργίας δεν είναι βιώσιμο. Εξαντλεί φυσικούς πόρους, ρυπαίνει και επιβαρύνει το έδαφος, τον αέρα και το νερό, σπαταλά ενέργεια και υδάτινους πόρους, απειλεί είδη και τη βιοποικιλότητα, επιβαρύνει την υγεία των καταναλωτών, απαξιώνει τη μικρή παραγωγή και τις τοπικές κοινότητες, συνοδεύεται από κακομεταχείριση ζώων, υπονομεύει την παραγωγική ικανότητα χωρών σαν τη δική μας.



## 1.2 Αρχές και κατευθύνσεις της αειφορικής γεωργίας

Σύμφωνα με το βιβλίο IUCN/UNEP/WWF(1991) η αειφορική κοινωνία μπορεί να δημιουργηθεί αν υιοθετηθούν και εφαρμοστούν οι ακόλουθες αρχές. Η μία αρχή είναι φυσικό να επικαλύπτει αλλά και να συμπληρώνει, να ενισχύει τις άλλες.

**Θεμελιώδης Ηθική Αρχή:** Σεβασμός και φροντίδα για τη ζωή

**Αρχές που προσδιορίζουν τις παραμέτρους μιας αειφορικής κοινωνίας**

- Βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων
- Διατήρηση του σφρίγγου και της ποικιλότητας της ζωής
- Ελαχιστοποίηση της εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πόρων
- Φροντίδα για τη φέρουσα ικανότητα της Γης

**Αρχές που προσδιορίζουν το επίπεδο των προσπαθειών**

- Αλλαγή προσωπικών συνηθειών και τρόπου ζωής
- Παροχή ευκαιριών στις τοπικές κοινωνίες ώστε να φροντίζουν οι ίδιες το περιβάλλον τους.
  - Δημιουργία εθνικού πλαισίου ολοκληρωμένης ανάπτυξης και διατήρησης των πόρων.
  - Δημιουργία παγκόσμιας συμμαχίας.

Η Επιτροπή Αειφορικής Γεωργίας του Ιλινόις (που ιδρύθηκε από το νομοθετικό σώμα του Ιλινόις στα 1992) προσδιόρισε αρκετές αρχές και στόχους για την διαχείριση αγροσυστημάτων υπό την αιγίδα της αειφορικής γεωργίας. Η Επιτροπή καθόρισε την αειφορική γεωργία σαν ένα σύνολο γεωργικής παραγωγής που εναλλάσσεται και συστημάτων μάρκετινγκ που είναι αειφορικά για τον καθένα.

✓ Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα βασίζεται στη συνετή χρήση ανανεώσιμων και ανακυκλώσιμων πηγών.

Ένα σύστημα που εξαρτάται από περιορισμένες πηγές όπως ορυκτά καύσιμα δεν μπορεί να διατηρηθεί έπ' αόριστο. Ένα αειφορικό σύστημα χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως π.χ. βιολογική, γεωθερμική, υδροηλεκτρική, ηλιακή ή αιολική. Η χρήση ανακυκλώσιμων πηγών όπως το νερό του εδάφους σε βαθμό μεγαλύτερο από αυτό που μπορεί να αναπληρωθεί εξαντλεί τα αποθέματα και δεν μπορεί να ανακυκλωθεί.

✓ Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα προστατεύει την ακεραιότητα των φυσικών συστημάτων έτσι ώστε οι φυσικοί πόροι να ανανεώνονται συνεχώς.

Αυτό σημαίνει ελάττωση του ρυθμού υποβάθμισης των φυσικών και γεωργικών οικοσυστημάτων. Ένα σύστημα δεν μπορεί να είναι αειφορικό όσο ο στόχος είναι απλώς η ελάττωση του ρυθμού υποβάθμισης του. Τα αειφορικά γεωργικά συστήματα πρέπει να διατηρούν ή να βελτιώνουν την ποιότητα του νερού του εδάφους και του επιφανειακού νερού και να ανανεώνουν τα υγιή γεωργικά εδάφη.

✓ **Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα βελτιώνει την ποιότητα ζωής ατόμων και κοινοτήτων.**

Με σκοπό τη μείωση της αστικοποίησης, οι αγροτικές κοινότητες πρέπει να προσφέρουν ένα καλό επίπεδο διαβίωσης που να περιλαμβάνει ποικίλες επαγγελματικές ευκαιρίες, ιατροφαρμακευτική περίθαλψη, κοινωνικές υπηρεσίες και πολιτιστικές δραστηριότητες. Πρέπει να δοθούν ευκαιρίες σε νέους ανθρώπους για την ανάπτυξη αγροτικών επιχειρήσεων με τρόπους που φροντίζουν το έδαφος, έτσι ώστε οι επόμενες γενιές να το παραλάβουν σε καλή κατάσταση.

✓ **Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα είναι επικερδές.**

Η μετάβαση σε νέες μεθόδους απαιτεί κίνητρα για όλους τους συμμετέχοντες. Μερικά από αυτά τα κίνητρα είναι απαραίτητα οικονομικά. Συστήματα και πρακτικές που δεν συμπεριλαμβάνουν την οικονομική ευημερία σαν ένα από τα κύρια κίνητρα δεν θα έχουν εθελοντική εφαρμογή.

✓ **Ένα αειφορικό γεωργικό σύστημα έχει σαν αρχή την μακροπρόθεσμη ευημερία όλων των μελών μιας αγροτικής κοινότητας.**

Ένα αγροοικοσύστημα θα πρέπει να θεωρηθεί σαν μια δυναμική αλληλοεξαρτώμενη κοινότητα που απαρτίζεται από το έδαφος, το νερό, τον αέρα και βιοτικά είδη. Όλα τα μέρη είναι σημαντικά γιατί συνεισφέρουν στο σύνολο. Αυτή η αρχή προσπαθεί να πετύχει την προστασία της ευημερίας της αγροτικής κοινότητας, η οποία είναι η ικανότητα αυτοανανέωσης.

### 1.3 Γεωργία και Περιβάλλον

Από την αρχαιότητα, ο άνθρωπος καλλιεργούσε την γη προσπαθώντας να εξασφαλίσει τα απαραίτητα για την ζωή. Χρησιμοποιούσε οτιδήποτε στο περιβάλλον για να επιβιώσει. Το σημαντικό στην όλη υπόθεση είναι πως οι προγόνι μας χρησιμοποιούσαν φυσικά προϊόντα και τεχνικές φιλικές στο περιβάλλον. Δυστυχώς ο σύγχρονος άνθρωπος δεν ακολουθεί παρόμοια πορεία στην ανάπτυξη της γεωργίας. Η γεωργία έχει αλλάξει δραματικά, ειδικά από το τέλος του 2ου παγκόσμιου πολέμου και έπειτα. Η παραγωγή τροφίμων και ινών αυξήθηκε με τρομερούς ρυθμούς λόγω των νέων τεχνολογιών, της μηχανοποίησης, της αυξημένης χρήσης των χημικών ουσιών, της εξειδίκευσης και των κυβερνητικών πολιτικών που ενθάρρυναν την μεγιστοποίηση της παραγωγής. Αν και αυτές οι αλλαγές είχαν πολλά θετικά αποτελέσματα και μείωσαν πολλούς κινδύνους της γεωργίας, είχαν και πολλές αρνητικές συνέπειες. Οι κυριότερες από αυτές ήταν η μείωση του χούμου, η ρύπανση των υπογείων υδάτων, η μείωση των αγροτικών οικογενειών, η συνεχής παραμέληση των συνθηκών ζωής και εργασίας των απασχολούμενων στη γεωργία, η αύξηση του κόστους παραγωγής και η κατάρρευση της οικονομικής και κοινωνικής κατάστασης των αγροτικών κοινοτήτων. Εθνικά και διεθνή περιβαλλοντικά ενδιαφέροντα είναι συχνά ασυμβίβαστα με τους στόχους των μικρογεωργών: να αυξήσουν τα εισοδήματά τους και να ζήσουν τις οικογένειές τους. Το πρόβλημα της υποβάθμισης του περιβάλλοντος δεν μπορεί να λυθεί στηριγμένο σε πολιτικές τιμών γεωργικών προϊόντων ικανών να ενθαρρύνουν τον γεωργό να αξιολογεί σωστά τους φυσικούς πόρους και συνεπώς να τους προστατεύει.

Η γεωργία πρέπει να έχει μακροπρόθεσμες οικονομικές προοπτικές, προκειμένου οι γεωργοί να κινητοποιηθούν να επενδύσουν σε βελτιωμένες γεωργικές τεχνικές. Αυτονόητο είναι, βέβαια και το γεγονός ότι η οικονομική επιτυχία της γεωργίας δε λύνει από μόνη της τα προβλήματα της υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Η σύγχρονη γεωργία έχει γίνει ένα τεχνολογικό μεγασύστημα, το οποίο υπόκειται όλο και περισσότερο στους κινδύνους που προέρχονται από την τεχνολογία. Τα προβλήματα που δημιουργεί εστιάζονται στην εξάντληση των φυσικών πόρων, στην ρύπανση και στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και στην παραγωγή προϊόντων που δεν διασφαλίζουν την υγεία και τη διατροφική ασφάλεια των καταναλωτών. Η ρύπανση των υδάτων, η υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους, η αλλοίωση στα αγροτικά τοπία, η μείωση της βιοποικιλότητας και παρουσία τοξικών ουσιών στα

διατροφικά είδη αποτελούν καθημερινή πραγματικότητα. Η ρύπανση των επιφανειακών νερών μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις σε όλα τα επίπεδα ενός οικοσυστήματος. Μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην υγεία των οργανισμών που βρίσκονται χαμηλά στην τροφική αλυσίδα και, συνεπώς, στη διαθεσιμότητα τροφής στα μεσαία και υψηλότερα στρώματα της τροφικής αλυσίδας. Μπορεί επίσης, να υποβαθμίσει τους υγροτόπους και να περιορίσει τη δυνατότητά τους να υποστηρίξουν τα τοπικά οικοσυστήματα και να ελέγξουν την ποιότητα του νερού της απορροής. Το ρυπασμένο επιφανειακό νερό μπορεί επίσης να έχει επιπτώσεις στην υγεία των ζώων, των ανθρώπων ή των υδρόβιων οργανισμών.



*Εικ. 1.4: Γεωργική καλλιέργεια*

Η διεθνής ανησυχία για τη αειφορική ανάπτυξη και τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα έγινε εμφανής από τη συμμετοχή 178 χωρών στη Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για **το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη** στο Ρίο ντε Τζανέιρο, το 1992. Η λανθασμένη διαχείριση της γεωργίας έχει αναγνωριστεί ως ο κύριος παράγοντας της σοβαρής υποβάθμισης της καλλιεργήσιμης γης που έχει συμβεί κατά την τελευταία τριακονταετία. Έχει γίνει επίσης γνωστό ότι οι εφαρμοζόμενες γεωργικές πρακτικές διαχείρισης, όπως η άροση, οι μέθοδοι συγκομιδής, η χρήση λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα και των υδάτων. Στις μέρες μας, η γεωργία θεωρείται ως η ευρύτερα διαδεδομένη μη-σημειακή πηγή ρύπανσης των υδάτων εξαιτίας των εντατικών πρακτικών διαχείρισης του εδάφους που εφαρμόζονται και της επακόλουθης μεταβολής των κύκλων του άνθρακα, του αζώτου και του νερού στο έδαφος. Εάν συνεχιστεί η εφαρμογή των σημερινών καλλιεργητικών πρακτικών για ένα συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμό τον επόμενο αιώνα, η απαιτούμενη αύξηση της

απόδοσης των καλλιεργειών θα προκαλέσει αύξηση των εισροών στα αγροτικά συστήματα παραγωγής, με συνέπεια αυξημένες πιθανότητες ρύπανσης του περιβάλλοντος, υποβάθμισης και απώλειας των μη-ανανεώσιμων φυσικών πόρων .

Προκειμένου να διαφυλάξουμε **τη γεωργία και τον κόσμο γενικότερα** για τις μελλοντικές γενιές, θα πρέπει να δράσουμε τώρα, έτσι ώστε να αναπτύξουμε συστήματα παραγωγής για την κάλυψη των διατροφικών, και ενεργειακών αναγκών μας, τα οποία θα στηρίζονται λιγότερο στους μη-ανανεώσιμους πετροχημικούς πόρους, και περισσότερο στους ανανεώσιμους. Απαιτούνται συντηρητικές μέθοδοι καλλιέργειας και εναρμόνιση με τις φυσικές διεργασίες για να επιτευχθούν οι πολλαπλοί στόχοι της οικονομικής, οικολογικής και περιβαλλοντικής αειφορικής ανάπτυξης.

Προς την κατεύθυνση της αναζήτησης αειφορικών συστημάτων διαχείρισης, είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός αποτελεσματικού συστήματος ελέγχου, το οποίο θα μπορεί να αξιολογεί την πολιτική της αειφορικής ανάπτυξης μέσω διατήρησης της οργανικής ουσίας του εδάφους, περιορισμού της διάβρωσης, διατήρησης της παραγωγικότητας σε αρμονία με το περιβάλλον και καλύτερης αξιοποίησης των ανανεώσιμων πόρων. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αξιολόγησης πρέπει να συνδυάζει οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες και να συνεκτιμά την ποιότητα του εδαφικού πόρου. Η ποιότητα ή υγεία του εδαφικού πόρου αποτελεί πρωτεύον δείκτη της αειφορίας των διαφόρων μεθόδων διαχείρισης της γεωργικής γης, διότι η κατάσταση του εδάφους επηρεάζει σε τελική ανάλυση την ανθρώπινη υγεία, δρώντας αφενός ως κύριο υπόστρωμα παραγωγής τροφής και αφετέρου ως μεσαία επιφάνεια η οποία επηρεάζει την ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε και του νερού που πίνουμε .

Η δημιουργία αειφορικών συστημάτων διαχείρισης της γεωργικής γης περιπλέκεται από την αναγκαιότητα θεώρησης της χρησιμότητάς τους για τους ανθρώπους, της αποτελεσματικότητάς τους σε σχέση με τη κατανάλωση φυσικών πόρων και της ικανότητας τους να διατηρήσουν μια τέτοια ισορροπία με το περιβάλλον που να είναι ευνοϊκή για τους ανθρώπους, αλλά και για τα περισσότερα άλλα είδη. Στις ΗΠΑ κάποιοι προτείνουν ένα νέο όραμα (μια καινούργια αντίληψη) για τη «Γεωργία των Φυσικών Συστημάτων», σύμφωνα με το οποίο θα πρέπει να χτίσουμε την επιστήμη της γεωργικής αειφορίας χρησιμοποιώντας τη φύση ως οδηγό μας (Jackson, 1994).

Στην Ευρώπη η πολιτική, κοινωνική και οικονομική πραγματικότητα του παρόντος αποτελεί πρόκληση για μας, προκειμένου να αναπτύξουμε μια προσέγγιση διαχείρισης που ανταποκρίνεται στις άμεσες ανάγκες μας, ελαχιστοποιεί την απώλεια του εδαφικού πόρου, διατηρεί τη σταθερότητα του περιβάλλοντος και μειώνει τη μελλοντική χρήση των μη-ανανεώσιμων πόρων και καυσίμων (Hill et al., 1997). Η μεταρρύθμιση της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (CAP), που τέθηκε σε εφαρμογή το Μάιο του 1992, λαμβάνει υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος ενθαρρύνοντας τους αγρότες να εφαρμόζουν φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους καλλιέργειας της γης τους (π.χ. μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων).

#### **1.4 Αειφορική γεωργία και Βιοποικιλότητα**

Ο όρος «βιολογική ποικιλότητα», όρος που αποδίδεται στον αμερικανό βιολόγο Dr. Thomas Eugene Lovejoy, προτάθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '80 και αφορά στην ποικιλία της ζωής σε όλες τις μορφές, τα επίπεδα και τους συνδυασμούς τους. Η έννοια της βιοποικιλότητας αναφέρεται στην ποικιλία γενών, ειδών και οικοσυστημάτων από τα οποία αποτελείται η ζωή στη Γη. Στη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα που υπογράφηκε από πολλά κράτη μέλη κατά την Παγκόσμια Σύνοδο Κορυφής στο Rio de Janeiro (Βραζιλία) το 1992, η βιοποικιλότητα ορίζεται ως: “Βιολογική ποικιλότητα-Biological Diversity είναι η ποικιλότητα των ζώντων οργανισμών όλων των οικοσυστημάτων (χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων) καθώς και η ποικιλότητα των οικολογικών σχηματισμών των οποίων είναι μέλη. Στο τελευταίο περιλαμβάνεται η ποικιλότητα εντός των ειδών, ανάμεσα σε είδη και η ποικιλότητα οικοσυστημάτων.”

Αγροοικοσύστημα είναι το τεχνητό οικοσύστημα που έχει δημιουργηθεί από τον άνθρωπο με την άσκηση της γεωργίας προκειμένου να ικανοποιήσει τις ανάγκες της διατροφής του. Είναι ανοιχτό σύστημα, βρίσκεται δηλαδή σε επικοινωνία με το εξωτερικό του περιβάλλον, με το οποίο ανταλλάσσει ύλη και ενέργεια. Συνήθως ενισχύεται με εισροές από τον άνθρωπο (νερό, αγροχημικά κ.τ.λ.) και εξάγει ως εκροές τα παραγόμενα αγροτικά προϊόντα. Η βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος συσχετίζεται με την πολυπλοκότητα των σχέσεων και των λειτουργιών των διαφόρων έμβιων ειδών. Ένα οικοσύστημα χαρακτηρίζεται ως περισσότερο σταθερό όσο μεγαλύτερη είναι η βιοποικιλότητά του. Η υψηλή βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος του παρέχει περισσότερους μηχανισμούς αντιμετώπισης και

αυτορρύθμισης πιθανών εξωτερικών διαταραχών, συνεισφέροντας στην επαναφορά του στην αρχική κατάσταση ισορροπίας.

Το αγροτικό περιβάλλον είναι σαφώς ένα περιβάλλον διαβίωσης. Η σύνθετη οικολογία της χλωρίδας, και της πανίδας έχει προσαρμοστεί και έχει επηρεαστεί από τις δραστηριότητες καλλιέργειας. Στην Ευρώπη αυτή η συμβιωτική σχέση έχει εξελιχθεί, όχι μόνο αιώνες, αλλά χιλιάδες χρόνια. Το αποτέλεσμα είναι ότι πολλά είδη είναι εξαρτώμενα για τον κύκλο της ζωής τους στη συνέχεια των πρακτικών καλλιέργειας. Κατά συνέπεια, παραδείγματος χάριν, μόλις κοινά πουλιά όπως το Chough (*Pyrrhocorax pyrrhocora* X), που περιορίζεται τώρα σε μερικές περιοχές αναπαραγωγής στην Ευρώπη, στηρίζονται στα παραδοσιακά βοημένα λιβάδια.

Η εξαρτώμενη από το αγρόκτημα βιοποικιλότητα δεν είναι περιορισμένη στις περιοχές της NATURA 2000. Πέρα από 70% των απειλούμενων αγγειακών φυτικών ειδών στη Σουηδία εξαρτώνται από τα ανοικτά καλλιεργούμενα τοπία. Σε όλη την Ευρώπη, η αιώνια-παλαιά πρακτική σανοπαραγωγής έχει παράγει διαφορετική χλωρίδα χωραφιών που προσαρμόζεται σε μια γρήγορη αυξανόμενη εποχή και σπορά πριν από τον θερισμό. Και οι δύο, η πτώση και νωρίτερα η σανοπαραγωγή έχουν μοιραία οδηγήσει σε μια αντίστοιχη πτώση στους πληθυσμούς των χωραφιών χορταριών.

Οι απειλές στην αγρόκτημα-εξαρτώμενη βιοποικιλότητα εμπίπτουν ουσιαστικά σε δύο κατηγορίες: εντατικοποίηση και υπό-χρήση. Ενώ οι συνδέσεις μεταξύ της εντατικοποίησης και της βιοποικιλότητας αποτελούν το αντικείμενο πολλής συνεχούς έρευνας, οι κύριοι φορείς της αλλαγής περιλαμβάνουν:

- αυξημένη λίπανση (οργανικός ή ανόργανος)
- βελτίωση του εδάφους
- αποξήρανση και άρδευση εδάφους
- αυξημένη ειδίκευση όπως η μονοκαλλιέργεια και η πτώση της μικτής καλλιέργειας.
- απώλεια των περιθωρίων τομέων και των μη-καλλιεργημένων περιοχών βιότοπων όπως οι υγρές περιοχές, αγρόκτημα δασώδεις περιοχές, διαχωριστικοί φράχτες
- αλόγιστη χρήση των φυτοφαρμάκων

- αντικατάσταση των παραδοσιακών πρακτικών, όπως η σανοπαραγωγή που αντικαθίσταται από την παραγωγή χορταριού και η προσωρινή αγρανάπαυση από τα συνεχή δημητριακά

- αυξημένη μηχανοποίηση που οδηγεί στην εδαφολογική συμπίεση

Ο συνδυασμός μερικών από τις ανωτέρω πρακτικές θεωρείται, παραδείγματος χάριν, ότι έχει συμβάλει στην πτώση των αριθμών των πουλιών των καλλιεργήσιμων εδαφών. Εντούτοις, πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου το αγροτικό έδαφος απομακρύνθηκε από τη γεωργία για την προστασία της φύσης χωρίς να επιτευχθούν στη συνέχεια οι στόχοι προστασίας. Κατά συνέπεια, οι καλά-ρυθμισμένες αγροτικές πρακτικές έπρεπε να επανεισαχθούν προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για τα πουλιά. Τα αγρό περιβαλλοντικά μέτρα αναπτύσσουν τεχνικές για τη διατήρηση και τη βελτίωση του πληθυσμού των πουλιών.

Στα περισσότερα κράτη μέλη, τα αγρό-περιβαλλοντικά μέτρα έχουν εφαρμοστεί στα πλαίσια του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2078/92 για την προστασία της βιοποικιλότητας, παραδείγματος χάριν, με τη μείωση ή παύση της χρήσης του λιπάσματος και των φυτοφαρμάκων στη συντήρηση των περιστροφικών πρακτικών.

Σχετικά με την υπο-χρήση του γεωργικού εδάφους, η εγκατάλειψη μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες για το φυσικό περιβάλλον. Στις ορεινές περιοχές, άλλες λιγότερο προνομιούχες περιοχές όπως οι στεριές και οι βόρειες ζώνες, η διακοπή της γεωργίας οδηγεί γρήγορα στην ανάπτυξη θαμνότοπων και έπειτα δάσους με μια απώλεια των υψηλότερων επιπέδων βιοποικιλότητας που συνδέονται με το καλλιεργημένο περιβάλλον. Εντούτοις, η συνεχής ύπαρξη της καλλιέργειας μπορεί να μην είναι επαρκής για να συντηρήσει τη βιοποικιλότητα υπό την απουσία κατάλληλων πρακτικών. Κατά συνέπεια, όπου η διοικούμενη βοσκή αντικαταστάθηκε από ανεξέλεγκτα συστήματα διεύθυνσης ενός αγροκτήματος μεγάλης κλίμακας, το ημι-φυσικό περιβάλλον μπορεί να επιδεινωθεί.

### **1.5 Αγροοικοσυστήματα και αγροπεριβάλλον**

Η σχέση μεταξύ της γεωργίας και του περιβάλλοντος δεν είναι στατική. Η γεωργία έχει ενταθεί και η εντατικοποίηση έχει αυξήσει στη συνέχεια την πίεση επάνω στο περιβάλλον. Τα αγροοικοσυστήματα είναι κοινότητες φυτών και ζώων



που αλληλεπιδρούν με το φυσικό και χημικό τους περιβάλλον το οποίο έχει τροποποιηθεί από τον άνθρωπο για την παραγωγή τροφίμων, ινών, καυσίμων και άλλων προϊόντων για ανθρώπινη κατανάλωση και μεταποίηση.

Ο σχεδιασμός των αγροοικοσυστημάτων βασίζεται στην εφαρμογή αειφορικών αρχών, όπως:

- Βελτιστοποίηση της θρεπτικής διαθεσιμότητας και εξισορρόπηση της θρεπτικής ροής.
- Εξασφάλιση ευνοϊκών εδαφολογικών συνθηκών για την ανάπτυξη των φυτών.
- Ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας, του αέρα και του νερού μέσω της διαχείρισης του μικροκλίματος, της συλλογής νερού και της διαχείρισης του εδάφους μέσω της αυξανόμενης εδαφολογικής κάλυψης.
- Διαφοροποίηση ειδών και γενετική διαφοροποίηση του αγροοικοσυστήματος στο χρόνο και στο χώρο.
- Ενίσχυση των ευεργετικών βιολογικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συστατικών της αγροβιοποικιλότητας.

Αυτές οι αρχές μπορούν να εφαρμοστούν μέσω διάφορων τεχνικών και στρατηγικών και κάθε μια θα έχει διαφορετικά αποτελέσματα στην παραγωγικότητα, στην ελαστικότητα και στην ανθεκτικότητα του αγροτικού συστήματος, ανάλογα με τις τοπικές ευκαιρίες, τους περιορισμούς των πόρων και, στις περισσότερες περιπτώσεις, την αγορά. Ο τελικός στόχος του σχεδιασμού των αγροοικοσυστημάτων είναι να ενσωματωθούν τα στοιχεία έτσι ώστε το αγροοικοσύστημα να γίνει αειφορικό, δηλαδή να βελτιωθεί η συνολική βιολογική αποδοτικότητα, να διατηρηθεί η βιοποικιλότητα και η παραγωγικότητα του αγροοικοσυστήματος και να διατηρηθεί η ικανότητά αυτοσυντήρησης του.

**Αγροβιοποικιλότητα** – Οι πολυκαλλιέργειες είναι συνήθως πιο ευέλικτες οικονομικά και οικολογικά. Ενώ η μονοκαλλιέργεια έχει πλεονεκτήματα από την άποψη της αποδοτικότητας και της ευκολίας της διαχείρισης, η απώλεια της συγκομιδής σε οποιοδήποτε έτος θα μπορούσε να θέσει ένα αγρόκτημα εκτός αγοράς ή/ και να αναστατώσει σοβαρά τη σταθερότητα μιας κοινότητας που εξαρτάται από αυτή την συγκομιδή. Με την πολυκαλλιέργεια, οι αγρότες διαμοιράζουν τον οικονομικό κίνδυνο και είναι λιγότερο ευαίσθητοι στις ριζικές διακυμάνσεις τιμών που συνδέονται με τις αλλαγές στην προσφορά και τη ζήτηση. Με την κατάλληλη διαχείριση, η ποικιλομορφία μπορεί επίσης να βελτιώσει ένα αγρόκτημα από

βιολογική άποψη. Για παράδειγμα, στο σύστημα ετήσιων καλλιεργειών, η αμειψισπορά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καταπολέμηση των ζιζανίων, των παθογόνων και των εντομολογικών εχθρών. Επίσης, τα φυτά κάλυψης έχουν σταθεροποιητικά αποτελέσματα στο αγροοικοσύστημα με την συγκράτηση του εδάφους και των θρεπτικών ουσιών, την διατήρηση της εδαφικής υγρασίας με τα φυτικά υπολείμματα, και με την αύξηση του ρυθμού διήθησης του νερού και της εδαφολογικής υδατοχωρητικότητας.

Η βέλτιστη ποικιλομορφία μπορεί να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση της φυτικής και ζωικής παραγωγής στην ίδια αγροτική εκμετάλλευση. Αυτό ήταν η συνηθισμένη πρακτική για αιώνες μέχρι τα μέσα της 20ου αιώνα όταν η τεχνολογία, η κυβερνητική πολιτική και η οικονομία ανάγκασαν τα αγροκτήματα να γίνουν πιο εξειδικευμένα. Οι μικτές εκμεταλλεύσεις φυτικής και ζωικής παραγωγής έχουν διάφορα πλεονεκτήματα. Πρώτον, καλλιεργώντας προϊόντα σε γραμμές μόνο στις επίπεδες επιφάνειες εδάφους και λειμώνες ή κτηνοτροφικές καλλιέργειες σε απότομες κλίσεις μειώνεται η διάβρωση του εδάφους. Δεύτερον, οι λειμώνες και κτηνοτροφικές καλλιέργειες στην αμειψισπορά βελτιώνουν την ποιότητα του εδάφους, μειώνουν τη διάβρωση και η κοπριά από τα αγροτικά ζώα, στη συνέχεια, συμβάλλει στην γονιμότητα του εδάφους. Τρίτον, τα αγροτικά ζώα μπορούν να αμβλύνουν τις αρνητικές επιπτώσεις των περιόδων ξηρασίας καταναλώνοντας τα υπολείμματα της καλλιέργειας η οποία σε ένα σύστημα που θα είχε «μόνο φυτικές καλλιέργειες» θα θεωρούνταν αποτυχημένη. Τέλος, η διατροφή και η εμπορία είναι ευέλικτες στα συστήματα ζωικής παραγωγής. Αυτό μπορεί να προστατέψει τους αγρότες από τις διακυμάνσεις του εμπορίου και των τιμών και, σε συνδυασμό με τις φυτικές καλλιέργειες, να γίνει αποτελεσματικότερη χρήση της αγροτικής εργασίας.

### **1.6 Αειφορική γεωργία και Τοπίο**

Ένα τοπίο μπορεί να θεωρηθεί ως σύστημα που περιλαμβάνει μια συγκεκριμένη γεωλογία, χρήση εδάφους, φυσικά και κατασκευασμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, γλωρίδα και πανίδα, κοίτες και κλίμα. Σε αυτό πρέπει να προστεθούν σχέδια οίκησης και κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες. Το 51% του εδάφους της ΕΕ καλλιεργείται και η γεωργία παραμένει η κύρια χρήση εδάφους. Κατά συνέπεια οι αγρότες είναι ιστορικά και σε μεγάλο βαθμό ασυναίσθητα υπεύθυνοι για την ανάπτυξη και τη διαχείριση του τοπίου. Έχουν παράσχει

περιβαλλοντικά, και κοινωνικά οφέλη χωρίς ανταμοιβή, ακολουθώντας την παραγωγή τροφίμων, ινών και καυσίμων για την επιβίωση ή για το κέρδος.

Ειδικότερα, η συντήρηση και η βελτίωση της ποιότητας τοπίων επιτρέπουν την ικανοποίηση των αναγκών των ανθρώπων που επιθυμούν να έχουν μια αυθεντική εμπειρία της επαρχίας, κοντά στη φύση και μακριά από τις πολυπληθείς περιοχές τοπία είναι επομένως ένα ουσιαστικό συστατικό της δυνατότητας τουριστών των αγροτικών περιοχών. Το φυσικό τοπίο συνδέεται περίπλοκα με τις πρακτικές καλλιέργειας, οι οποίες το έχουν διαμορφώσει. Όπως με τη βιοποικιλότητα, το τοπίο μπορεί να απειληθεί από εγκατάλειψη της καλλιέργειας ή από τις αλλαγμένες πρακτικές. Η αποξήρανση των υγροτόπων με καθαρά γεωργοοικονομικά κριτήρια, με στόχο να αποδοθούν οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν στην γεωργία, αποτέλεσε σύνθημα φαινόμενο μέχρι τη δεκαετία του 1960. Η αξία των οικοσυστημάτων αυτών δεν έγκειται μονάχα στο γεγονός ότι αποτελούν ενδιαίτημα για σημαντικά και σπάνια είδη πανίδας και χλωρίδας, αλλά επιπλέον δρουν ως υδαταποθήκες και ρυθμιστές νερού και κλίματος. Η απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα και η απελευθέρωση οξυγόνου αποτελεί μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες τους. Επομένως η καταστροφή τους, έχει επιπτώσεις σε ένα σύνολο παραγόντων, από την εξαφάνιση ειδών μέχρι την αλλαγή του κλίματος των περιοχών αυτών. Όταν το καλλιεργημένο τοπίο δημιουργήθηκε, η κατευθυντήρια δύναμη ήταν η οικονομική ανάγκη και η αντίδραση των αγροτών ήταν η υιοθέτηση της καλύτερης διαθέσιμης γεωργικής τεχνολογίας. Κατά συνέπεια οι πέτρινοι τοίχοι ήταν απαραίτητοι για να καθαρίσουν τα χωράφια και για να ελέγξουν το απόθεμα.



*Εικ. 1.5: Αγροτικό τοπίο*

Εντούτοις, η τεχνολογία έχει προχωρήσει στο βαθμό ότι οι προσταγές είναι τώρα απολύτως διαφορετικές. Κανένας εμπορικός αγρότης δεν θα συλλογιζόταν σήμερα να κατασκευάσει έναν πέτρινο τοίχο στη θέση ενός φράκτη. Αντί αυτού ο αγρότης που επιλέγει οικονομικά αποδοτική γεωργική πρακτική διαπιστώνει ότι πρέπει να θυσιαστούν πολλά παραδοσιακά χαρακτηριστικά γνωρίσματα τοπίων. Κατά συνέπεια τα πεζούλια πετρών ή γης μπορούν να περιέλθουν σε ερείπωση, που οδηγεί στη διάβρωση και ακόμα και σε απώλεια της δυνατότητας καλλιέργειας. Οι πέτρινοι τοίχοι είναι ακριβοί για να αποκατασταθούν και η γεωργική τους λειτουργία εκτοπίζεται από τον ηλεκτρικό φράκτη. Το τοπίο διαβίωσης, όπως τα κλαδεμένα και ξυλεμένα δέντρα, τα μικρά και ανώμαλα χωράφια, οι αγροτικές δασώδεις περιοχές και διαχωριστικοί φράχτες, ένα διαφορετικό μωσαϊκό των χρήσεων εδάφους, και παραδοσιακά σχέδια περιστροφής, συμπεριλαμβάνοντας την αγρανάπαυση, απειλούνται επίσης από τις εμπορικές πραγματικότητες που αντιμετωπίζει η γεωργία.

Στις περιθωριακές αγροτικές περιοχές, η συντήρηση του πολιτιστικού τοπίου αντιμετωπίζει μια διπλάσια πρόκληση. Όχι μόνο η κοινωνία επιθυμεί από τους αγρότες να υιοθετήσει ορισμένες περιβαλλοντικές πρακτικές, αλλά πρέπει να παραμείνουν στο έδαφος αρχικά. Η εγκατάλειψη ή η σχεδόν εγκατάλειψη που φανερώνεται ως χρήση, η παραμέληση ή farm amalgamation, είναι μια πραγματικότητα σε μέρη της ΕΕ και είναι σαφές ότι όταν παρακαμάζει η γεωργία, ο θαμνότοπος και το δάσος καταπατούνται και το ανοικτό τοπίο θα εξαφανιστεί. Στις παραγωγικές περιοχές, οι αγρότες θα είναι υπό πίεση να μεγιστοποιηθεί την παραγωγή και να

αφαιρέσουν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του τοπίου. Πολλά προγράμματα υπάρχουν στα κράτη μέλη για να καλύψουν τις δαπάνες της προστασίας του τοπίου και της πολιτιστικής κληρονομιάς του στα πλαίσια του κανονισμού για το αγρό-περιβάλλον. Στις λιγότερο προνομιούχες περιοχές, αντισταθμιστικά επιδόματα έχουν ως σκοπό να ενθαρρύνουν τους αγρότες για να διατηρήσουν, και να μην εγκαταλείψουν την επαρχία.

Τα τοπία που προστατεύονται συνεπάγονται την διατήρηση και συντήρηση των σημαντικών ή ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, βάσει της κληροδοτημένης τους αξίας που προέρχεται από τη φυσική τους διαμόρφωση ή/και την ανθρώπινη δραστηριότητα. Ως αειφόρα τοπία θεωρούμε τα τοπία τα οποία δύνανται να υπόκεινται σε αλλαγές χωρίς να κινδυνεύουν να υποστούν υποβάθμιση είτε στο ανθρωπογενές είτε στο φυσικό τους σκέλος.

**Επιλογή περιοχής, είδους και ποικιλίας** - Προληπτικές στρατηγικές, που υιοθετούνται νωρίς, μπορούν να μειώσουν τις εισροές και να βοηθήσουν στην καθιέρωση ενός συστήματος αειφορικής παραγωγής. Οπού καθίσταται δυνατό, θα έπρεπε να επιλέγονται καλλιέργειες ανθεκτικές σε εχθρούς και ασθένειες οι οποίες είναι ανεκτικές στο υπάρχον έδαφος ή στις συνθήκες της περιοχής. Όταν υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της περιοχής, παράγοντες όπως ο τύπος και το βάθος του εδάφους, οι προηγούμενες καλλιέργειες, και η θέση (π.χ. κλίμα, τοπογραφία) πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πριν την καλλιέργεια.



*Εικ. 1.6: Αγροτικό τοπίο*

## 1.7 Αειφορική γεωργία και νερό

Το νερό χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο προκειμένου να αυξήσει τις αποδόσεις των καλλιεργειών. Όπως και το έδαφος το νερό θεωρήθηκε κατ' αρχάς ως ανεξάντλητος πόρος και χρησιμοποιήθηκε χωρίς φειδώ. Τις τελευταίες όμως δεκαετίες και υπό το πλαίσιο της διαρκώς αυξανόμενης ζήτησής του έχει πλέον αντιμετωπισθεί ως πόρος σε ανεπάρκεια. Η γεωργία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού (70% σε παγκόσμιο επίπεδο και πάνω από 80% στις περισσότερες Μεσογειακές χώρες για τη παραγωγή τροφίμων, πρώτων υλών αλλά και παροχή εργασίας σε εκατομμύρια κατοίκων των αγροτικών περιοχών. Τόσο η ξηρική όσο και η αρδευόμενη γεωργία υποφέρουν τα μέγιστα από την έλλειψη νερού με αποτέλεσμα να απειλείται η διαβίωση δισεκατομμυρίων ανθρώπων, κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Σε πολλά μέρη της ΕΕ, έχουν εκφραστεί σοβαρές περιβαλλοντικές ανησυχίες για το επίπεδο εκμετάλλευσης του νερού για τη μέσση της άρδευσης, ιδιαίτερα στις Μεσογειακές χώρες. Στις περιοχές όπου η χρήση υπερβαίνει το ρυθμό ανεφοδιασμού και η στάθμη νερού μειώνεται οι περιβαλλοντικές συνέπειες μπορούν να είναι σοβαρές, π.χ. αλάτωση από το θαλάσσιο νερό που εισβάλλει στις υπόγειες πηγές, και απώλεια της βιοποικιλότητας ως αποτέλεσμα της αλλαγής στη ροή των κοιτών. Η άρδευση μπορεί να οδηγήσει στη μόλυνση των υδάτων λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης των φυτοφαρμάκων και των θρεπτικών ουσιών στο νερό που απορρέει. Επιπλέον, απαιτούνται ακόμα μεγαλύτεροι πόροι για την άντληση του νερού από τα βαθύτερα πηγάδια.

Η Ελλάδα θεωρείται πλούσια χώρα σε νερό, με το μέσο ύψος των ετήσιων βροχοπτώσεων να φτάνει στα 700 mm, που αντιστοιχεί σε 115 δισ. m<sup>3</sup>. Από αυτά χάνεται το 50% λόγω εξατμισοδιαπνοής και το 30% (περίπου 35 δισ. m<sup>3</sup>) λόγω επιφανειακής απορροής (καταλήγουν στη θάλασσα). Η άνιση κατανομή των βροχοπτώσεων, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις έχουν σαν αποτέλεσμα τα φαινόμενα λειψυδρίας που παρατηρούνται σε ορισμένες περιοχές της χώρας. Η σχέση ωστόσο ανάμεσα στη συνολική κατανάλωση ως προς τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους υπολογίζεται στο 12% και είναι ελαφρώς υψηλότερη από το μέσο όρο των χωρών του ΟΟΣΑ. Η Ελλάδα θεωρείται πλούσια σε νερό χώρα, με το μέσο ύψος των ετήσιων βροχοπτώσεων να διαμορφώνεται στα 700 mm, που αντιστοιχεί σε 115 δισ. m<sup>3</sup> Η γεωργία στην Ελλάδα καταναλώνει περίπου το

80% του νερού και αρδεύεται περίπου το 41,3% της καλλιεργούμενης έκτασης. Η ζήτηση του νερού για άρδευση είναι μεγάλη, ενώ η αποτελεσματικότητα του νερού άρδευσης είναι χαμηλή (σε πολλές περιπτώσεις κάτω του 55%). Η ανάγκη για πιο αποτελεσματική χρήση του νερού άρδευσης είναι επιτακτική λόγω του ανταγωνισμού με τους άλλους χρήστες (ύδρευση και βιομηχανία) και της αυξανόμενης ανησυχίας για το περιβάλλον, αφού η εφαρμοζόμενη αρδευτική πρακτική, σε πολλές περιπτώσεις διευκολύνει την υποβάθμιση των υπόγειων και επιφανειακών νερών. Για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα του νερού άρδευσης θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ορθολογική διαχείριση του νερού τόσο σε θέματα καθαρά τεχνικά όσο και σε κοινωνικο-οικονομικά. Και στην Ελλάδα η γεωργία είναι ο μεγάλος καταναλωτής νερού (78,5% για άρδευση), ακολουθεί η ύδρευση (περίπου 15,8%), ενώ μόνο το 5,7% καταναλώνεται από τη βιομηχανία. Η ζήτηση νερού άρδευσης είναι μεγάλη και αρδεύεται σήμερα το 41,2% της καλλιεργούμενης έκτασης. Η μέχρι σήμερα εφαρμοζόμενη διαχείριση θεωρούσε τη ζήτηση του νερού δεδομένη και επικεντρωνόταν στη διαχείριση της φυσικής προσφοράς του. Η κάλυψη των αναγκών βασιζόταν αποκλειστικά στην εξασφάλιση της μέγιστης προσφοράς νερού, δίνοντας ελάχιστη σημασία στον έλεγχο των αναγκών και στην προστασία των υδατικών πόρων. Αυτή η πρακτική έχει σοβαρά μειονεκτήματα όπως η χαμηλή οικονομική αποδοτικότητα, μεγάλες κοινωνικές βλάβες και άνιση κατανομή των ωφελημάτων και σοβαρές, συχνά ανυπέβλητες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η παραγωγή αγροτικών προϊόντων απαιτεί μεγάλη κατανάλωση νερού. Για παραγωγή 1 kg ξηράς ουσίας π.χ. σε πατάτες, τομάτες, σιτάρι και ρύζι απαιτούνται 0,5, 0,6-1,0, 0,9 και 1,9 m<sup>3</sup> νερού αντίστοιχα.

Η αποξήρανση και η άρδευση του εδάφους μπορούν να οδηγήσουν στην καταστροφή των βιότοπων, οι οποίοι ήταν μέρος των υγρών ή ξηρών συνθηκών που υπήρχαν πριν από τις πρωτοβουλίες διαχείρισης ύδατος. Επιπλέον, οι αποδοτικοί αγωγοί εδάφους και η προστασία από τις πλημμύρες των λιβαδιών μπορούν να οδηγήσουν στην πλημμύρα με την αύξηση της ταχύτητας της μέγιστης απορροής στα συστήματα ποταμών. Κατάλληλα συστήματα καλλιέργειας, συμπεριλαμβανομένης της συνεχούς χρήσης των κοιτών πλημμύρων, μειώνουν αυτόν τον κίνδυνο. Σχετικά με την ποιότητα νερού, η γεωργία είναι μια σημαντική πηγή νιτρικών και φωσφορικών αλάτων στο ύδωρ. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στον ευτροφισμό, με επακόλουθες επιβλαβείς επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και στα επίπεδα νιτρικού



άλατος, στα αποθέματα πόσιμου νερού, στα ύδατα επιφάνειας και εδάφους, τα οποία υπερβαίνουν τα πρότυπα της ΕΕ..

Επειδή η χρήση του νερού στη γεωργία είναι το μεγαλύτερο ποσοστό, η αύξηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης του, που είναι κάτω του 55%, θα συμβάλλει αναμφίβολα στην εξοικονόμηση αλλά και διασφάλιση του νερού για το μέλλον. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με **εφαρμογή αειφορικής αρδευτικής πρακτικής**, δηλαδή με μείωση των απωλειών νερού με τη βελτίωση του δικτύου μεταφοράς και διανομής του νερού, με υποχρεωτική εγκατάσταση σύγχρονων συστημάτων άρδευσης, με σχεδιασμό της άρδευσης με βάση τις συνθήκες κάθε περιοχής (κλίμα, έδαφος) και τις ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας, με εφαρμογή του κατάλληλου σχεδιασμού της άρδευσης που θα βασίζεται στις εδαφοκλιματικές συνθήκες και το είδος της καλλιέργειας, με λειτουργία ενός συστήματος ενημέρωσης των αγροτών για το σχεδιασμό της άρδευσης και τις ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό, με εφαρμογή τεχνικών άρδευσης για αποφυγή της αλάτωσης των εδαφών, με εφαρμογή τεχνικών άρδευσης που απαιτούν μειωμένη ποσότητα νερού, με καταγραφή με τη χρήση υδρομέτρου της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιήσαμε και με ενημέρωση για το κόστος του νερού, με χρησιμοποίηση συστήματος υδρολίπανσης και με αποτελεσματική συντήρηση του αρδευτικού δικτύου.

**Αειφορική διαχείριση του εδάφους σε σχέση με το νερό:** δηλαδή επιφανειακή καλλιέργεια του εδάφους για μείωση της απορροής, με καλλιέργεια κατά τις ισοϋψείς για συγκράτηση νερού και μείωση της διάβρωσης, με ελαχιστοποίηση της καλλιέργειας ώστε να διατηρήσουμε σε υψηλά επίπεδα την οργανική ουσία στο έδαφος, με εφαρμογή της φυτοκάλυψης του εδάφους (mulching) για μείωση των απωλειών νερού με εξάτμιση, με αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους στα επιφανειακά στρώματα για αύξηση της υδατοϊκανότητας, με έλεγχο της οξύτητας του εδάφους με εφαρμογή ασβεστίου κλπ. με εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου καταστροφής των ζιζανίων ώστε να μειωθεί ο ανταγωνισμός για το νερό και οι απώλειες λόγω διαπνοής από τα ζιζάνια.

**Αειφορική διαχείριση της καλλιέργειας σε σχέση με το νερό:** δηλαδή με επιλογή καλλιέργειας λαμβάνοντας υπόψη την βροχόπτωση, την διαθεσιμότητα του νερού άρδευσης και την απόδοση της καλλιέργειας, με επιλογή ποικιλιών που αντέχουν στην έλλειψη νερού, με επιλογή καλλιεργειών ή ποικιλιών που ολοκληρώνουν τον κύκλο τους σε όσο το δυνατό μικρότερο διάστημα, με ορθολογική χρήση των λιπασμάτων (ποσότητα και τύπος) σύμφωνα με τις ανάγκες της



καλλιέργειας (ανάλυση φύλλων). συνιστάται η χρήση λιπασμάτων βραδείας αποδέσμευσης, με μείωση της ποσότητας των λιπασμάτων σε χρονιές που αναμένεται μειωμένη παραγωγή (μείωση κόστους παραγωγής και επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, με ορθολογική χρήση των φυτοφαρμάκων (ποσότητα και ομοιομορφία εφαρμογής) σύμφωνα με τις οδηγίες των ειδικών, με εφαρμογή των φυτοφαρμάκων την κατάλληλη χρονική περίοδο για να αποφευχθούν οι δυσμενείς συνέπειες στους ωφέλιμους οργανισμούς, με εφαρμογή μεθόδων ολοκληρωμένης ή βιολογικής καταπολέμησης των εχθρών και ασθενειών όταν είναι δυνατό.

## 1.8 Αειφορική γεωργία και ποιότητα εδάφους

Το έδαφος αντιμετωπίζεται συχνά ως αδρανές μέσο υποστήριξης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Είναι όμως ένα δυναμικό, ζωντανό σύστημα στο οποίο λαμβάνουν χώρα σημαντικές βιογεωχημικές διεργασίες. Η πορεία σχηματισμού του εδάφους είναι τόσο βραδεία ώστε μπορεί να θεωρηθεί ως μη ανανεώσιμος φυσικός πόρος.

Η εντατικοποίηση της γεωργίας με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας οδηγεί τους καλλιεργητές στην υπερβάλλουσα χρήση των μέσων παραγωγής, όπως γεωργικά μηχανήματα, άρδευση, χρήση αγροχημικών κ.α. Βασικά προβλήματα υποβάθμισης τους εδάφους είναι η συμπίεση και η καταστροφή της δομής του, η μείωση της γονιμότητας, η αύξηση της αλατότητας και η οξίνιση, η ρύπανση με φυτοφάρμακα και η διάβρωση.



*Εικ. 1.7: Έδαφος και αειφορική γεωργία*

Η διαχείριση των εδαφών πρέπει να στηρίζεται σε ορισμένους θεμελιώδεις κανόνες. Η διατήρησή του είναι βασική επιταγή και αποτελεί χρέος της πολιτείας μέσα στα πλαίσια της προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς και των διεθνών συμβάσεων που έχει υπογράψει η χώρα μας. Σε περιπτώσεις υποβαθμισμένων εδαφών λόγω της κακής χρήσης τους, απαραίτητη θεωρείται η αποκατάσταση των βασικών λειτουργιών του που έχουν διαταραχθεί. Δραστηριότητες και έργα τα οποία έχουν επιπτώσεις στο έδαφος πρέπει να χωροθετούνται κατάλληλα ώστε οι επιπτώσεις να περιορίζονται.

Το γεωργικό έδαφος είναι κάτω από την αυστηρή απειλή από την εναλλακτικές χρήσεις του εδάφους και τις ανεπαρκείς πρακτικές χρήσης εδάφους. Ειδικότερα, περιοχές για την κατοικία και τη βιομηχανία καθώς επίσης και το επεκταμένο δίκτυο μεταφορών αφαιρούν, μερικές φορές εξ ολοκλήρου, την περιβαλλοντική αξία του εδάφους. Η γεωργία, αντίθετα, σε πολλές περιπτώσεις προστατεύει το έδαφος, αν και

μπορεί να ασκηθεί αρνητική πίεση στην ποιότητα του εδάφους. Τα καταστρεπτικά αποτελέσματα εμπίπτουν σε 3 κατηγορίες:

- φυσική υποβάθμιση, όπως διάβρωση, απερίμωση, πλημμύρισμα και συμπίεση,

- χημική υποβάθμιση, όπως οι αλλαγές στην οξύτητα, αλάτωση, μόλυνση από τα φυτοφάρμακα, τα βαριά μέταλλα, κ.λ.π. και

- βιολογική υποβάθμιση, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στους μικροοργανισμούς και στην περιεκτικότητα του χώματος σε μαυρόχωμα.

Οι κύριες γεωργικές κατευθυντήριες δυνάμεις για την εδαφολογική διάβρωση είναι μη αποδεκτές γεωργικές πρακτικές στα κεκλιμένα εδάφη, όπως η έλλειψη αποτελεσματικών μέτρων ελέγχου της διάβρωσης σε συστήματα παραγωγής όπως ορισμένοι τύποι εντατικής παραγωγής φρούτων και ελαίων, εδαφολογική συμπίεση μέσω της χρήσης βαριών μηχανημάτων, συστήματα καλλιέργειας που αφήνουν το χώμα γυμνό κατά τη διάρκεια της περιόδου βροχών, ακατάλληλα συστήματα άρδευσης, κάψιμο των υπολειμμάτων συγκομιδών, αφαίρεση των δέντρων και θάμνων στις όχθες ποταμών και μη προστατευτική για το χώμα μονοκαλλιέργεια.

Συγχρόνως, ορισμένα συστήματα καλλιέργειας, όπως η διαχειριζόμενη βοσκή, η παρουσία φρακτών και δέντρων, και τα παραδοσιακά σχέδια περιστροφής, μπορεί να είναι ουσιαστικά για να διατηρηθεί η εδαφολογική ποιότητα. Διάφορα προγράμματα γεωργικού περιβάλλοντος έχουν την προστασία των εδαφολογικών πόρων ως στόχο. Αυτά αφορούν προγράμματα για διασφάλιση ορισμένων περιστροφών σοδειάς και ειδικότερα την προώθηση της οργανικής καλλιέργειας. Τα προγράμματα υπάρχουν επίσης για να φρουρήσουν ενάντια στον κίνδυνο διάβρωσης και πυρκαγιάς, ιδιαίτερα σε σχέση με το εγκαταλειμμένο έδαφος. Προγράμματα αναδάσωσης υπό τον κανονισμό (ΕΟΚ) αριθ. 2080/92 μπορούν επίσης να έχουν μια σημαντική συμβολή στη μείωση της εδαφολογικής διάβρωσης.

Παρά τα θετικά αποτελέσματα που επιτυγχάνονται στις περιοχές που καλύπτονται από μέτρα αγροπεριβάλλοντος, η εδαφολογική διάβρωση αυξάνεται. Περίπου 115 εκατομμύρια εκτάρια στην Ευρώπη πάσχουν από διάβρωση ύδατος και 42 εκατομμύρια εκτάρια από τη διάβρωση αέρα. Ιδιαίτερα προβλήματα υπάρχουν στην περιοχή της Μεσογείου από:

- **επιπτώσεις από την μηχανική καλλιέργεια του εδάφους:** Η κατεργασία του εδάφους επιδιώκει τη βελτίωση της δομής του, εν τούτοις πολλές φορές δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την υποβάθμισή του. Η εισαγωγή βαρέων

μεγάλων και εξειδικευμένων γεωργικών μηχανημάτων, για τις ανάγκες κυρίως των αροτραίων καλλιεργειών, έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή της δομής του εδάφους, λόγω συμπίεσης. Με τη χρήση των μηχανημάτων αυτών συχνά σχηματίζεται στο υπέδαφος ένα αδιαπέρατο στρώμα εδάφους, με συνέπεια τη μείωση του αερισμού, της υδατοπερατότητας και της διηθητικότητας του εδάφους καθώς και του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών. Επίσης, η συνεχής κατεργασία του εδάφους επιταχύνει την οξείδωση της οργανικής ουσίας με συνέπεια την υποβάθμιση των παραγωγικών του δυνατοτήτων.

• **επιπτώσεις από την άρδευση:** Η συνεχής επέκταση των αρδευόμενων εκτάσεων και οι μεγάλες απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό εξαντλούν τα υδατικά αποθέματα. Αποτέλεσμα της πρακτικής αυτής είναι η πτώση της στάθμης των υπόγειων νερών. Παράλληλα οι επιφανειακοί υδάτινοι αποδέκτες υφίστανται μείωση του όγκου των υδάτων τους, κατά τους θερινούς μήνες που στην περίπτωση των ποταμών εμφανίζεται με τη μείωση της παροχής τους και έχει επιπτώσεις μέχρι τις εκβολές τους.

• **επιπτώσεις από τη λίπανση:** Τα χημικά λιπάσματα αποτελούν βασικό συντελεστή για την αύξηση των αποδόσεων. Η συνεχής και σε αυξημένες συνήθως ποσότητες εφαρμογή τους, προκαλεί μείωση της γονιμότητας του εδάφους, ελάττωση της σταθερότητάς της δομής του και ενδεχόμενα τη ρύπανση του εδάφους. Μεταξύ των χημικών λιπασμάτων, τα χρησιμοποιούμενα ευρέως είναι από τα αζωτούχα τα νιτρικά, το θειικό αμμώνιο και η ουρία, και από τα φωσφορικά οι υπερφωσφορικές ενώσεις.

**Διαχείριση εδάφους** - Μια κοινή φιλοσοφία μεταξύ αυτών που εφαρμόζουν την αειφορική γεωργία είναι ότι το "υγιές" έδαφος είναι ένα βασικό συστατικό αειφορίας δηλ. το υγιές έδαφος θα δώσει υγιή φυτά με άριστη ευρωστία και λιγότερο ευαίσθητα στα παράσιτα. Ενώ σε πολλές καλλιέργειες τα βασικά παράσιτα επιτίθενται ακόμα και στα πιο υγιή φυτά, το κατάλληλο έδαφος, το νερό και η διαχείριση θρέψης μπορούν να αποτρέψουν μερικά προβλήματα παρασίτων που παρουσιάζονται σε στρεσαρισμένα φυτά ή λόγω θρεπτικής δυσαναλογίας. Επιπλέον, τα συστήματα διαχείρισης καλλιεργειών που υποβαθμίζουν την ποιότητα του εδάφους συχνά έχουν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες απαιτήσεις νερού, θρεπτικών στοιχείων, φυτοφαρμάκων, και/ή ενέργειας για κατεργασία για να διατηρήσουν τις αποδόσεις. Σε αειφορικά συστήματα, το έδαφος θεωρείται ένα εύθραυστο και ζωντανό μέσο που πρέπει να προστατεύεται και να διατρέφεται για να εξασφαλιστεί η

μακροχρόνια παραγωγικότητα και σταθερότητά του. Οι μέθοδοι για την προστασία και την ενίσχυση την παραγωγικότητας του εδάφους περιλαμβάνουν τη χρησιμοποίηση των φυτών κάλυψης, κομπόστας και/ ή κοπριάς, την μείωση της κατεργασίας, την αποφυγή κίνησης οχημάτων στα υγρά εδάφη και την διατήρηση εδαφικής κάλυψης με φυτά ή φυτικά υπολείμματα.

### 1.9 Δείκτες για την αειφορική γεωργία

Προσπάθειες για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος εκτίμησης της αειφορίας σε επίπεδο αγρού έγιναν πρόσφατα από τους Gomez et al. (1996) και Doran (1997). Με τον όρο «δείκτης (indicator, indice)» εννοείται μια απλή μεταβλητή ή μια μεταβλητή η οποία έχει προκύψει από τη σύνθεση επί μέρους παραμέτρων και παρέχει πληροφορία ή περιγράφει ένα φαινόμενο. Οι δείκτες ως αποτέλεσμα πρωτογενών και επεξεργασμένων δεδομένων χρησιμοποιούνται για να απλοποιήσουν και να ποσοτικοποιήσουν την πληροφορία που αφορά σύνθετα φαινόμενα, συμβάλλοντας κατ' αυτόν τον τρόπο στη διευκόλυνση της επικοινωνίας. Ένας δείκτης μπορεί να είναι μια ποιοτική μεταβλητή, μια συγκριτική μεταβλητή ή μια ποσοτική μεταβλητή.

Οι δείκτες αειφορίας δημιουργήθηκαν για να καλύψουν αυτό το κενό ενώ μετά τη Διάσκεψη στο Ρίο για το Περιβάλλον, το 1992, η χρήση τους γνώρισε μεγαλύτερη εξάπλωση. Στην Ατζέντα 21 αναφέρεται η ανάγκη αναγνώρισης της σημασίας των δεικτών αειφορίας από εθνικές κυβερνήσεις αλλά και από διεθνείς οργανισμούς.

Οι δείκτες αειφορίας μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για:

- Την κατάσταση του περιβάλλοντος, της οικονομίας και της κοινωνίας.
- Διάφορες αδυναμίες και έντονα προβλήματα, με έμφαση σε θέματα που πρέπει να επιλυθούν.
- Επιδόσεις πράξεων πολιτικής ως εργαλεία εκτίμησης της επίδοσης, τα οποία ελέγχουν κατά πόσο οι άνθρωποι οδηγούνται σωστά στο δρόμο προς τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Οι δείκτες (indicators, indices) χρησιμεύουν στους υπεύθυνους λήψεων αποφάσεων για το σχεδιασμό και την εφαρμογή σχεδίων διαχείρισης σε όλα τα επίπεδα σχεδιασμού. Ο Gomez πρότεινε μία δομή βασισμένη σε επιλεγμένους δείκτες με οριακές τιμές, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο τις ανάγκες των αγροτών για παραγωγικότητα, κέρδος, σταθερότητα και βιωσιμότητα, αλλά και εκείνες που

απαιτούνται για τη διατήρηση των εδαφικών και υδατικών πόρων. Ο Doran τροποποίησε και επέκτεινε αυτή τη δομή ώστε να συμπεριληφθούν και άλλες ανάγκες προστασίας της κοινωνίας και του περιβάλλοντος. Αν και η ανάπτυξη μιας κατάλληλης μεθόδου εκτίμησης της ποιότητας εδάφους θα αποδειχθεί αποτελεσματικό εργαλείο για την παρακολούθηση των πρακτικών διαχείρισης, η μέτρηση της ποιότητας του εδάφους μεμονωμένα δεν μπορεί να βελτιώσει τη αειφορία του συγκεκριμένου συστήματος διαχείρισης του εδάφους. Οι στρατηγικές που έχουν προταθεί (Doran et al., 1997) για την εξασφάλιση της αειφορικής διαχείρισης χρειάζεται να αξιολογηθούν και να ελεγχθούν κάτω από μια ποικιλία κλιματικών συνθηκών και πρακτικών διαχείρισης.

### **1.9.1 Δείκτες που σχετίζονται με τις αγροτικές διαδικασίες (Ευρωπαϊκό Συμβουλευτικό Φόρουμ για το Περιβάλλον και την Αειφορική Ανάπτυξη )**

- Η έκταση της γης που χρησιμοποιείται για χαμηλής εισροής αγροτική οργανική παραγωγή
  - Συνολικοί τόνοι διαφορετικών ειδών λιπασμάτων /παρασιτοκτόνων ανά σοδειά
  - Κατάλληλη να οργωθεί γη με την επιφύλαξη διαφόρων ειδών διάβρωσης
  - Ένταση της χρήσης νερού, για παράδειγμα, πότισμα ανά εκτάριο ή ανά σοδειά
  - Ο αριθμός αγροκτημάτων με ολοκληρωμένα σχέδια καλλιέργειας - συμπεριλαμβάνοντας /εξαιρώντας αγροκτήματα μέσα σε σχέδια αγρό-περιβάλλοντος
  - Συνολική έκταση ημι-φυσικών λιβαδικών φυσικών τοπίων
  - Αριθμός νεκρών ζώων που χρησιμοποιούνται σαν ζωοτροφή κάθε χρόνο.

Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συνόλου δεικτών αγροτικής ανάπτυξης πρέπει επίσης να εξεταστεί, καλύπτοντας για παράδειγμα:

- Μέσους όρους απασχόλησης /ανεργίας στις αγροτικές περιοχές
- Μέση απόσταση που καλύπτεται πηγαίνοντας για τη δουλειά, από ανθρώπους που ζουν σε αγροτικές περιοχές
- Μέσος όρος της ηλικίας αυτών που αφήνουν το σχολείο στις αγροτικές περιοχές
- Αριθμός εργατών του πρώτου βαθμού της υγειονομικής περίθαλψης κατά κεφαλή.

Άλλα αντικείμενα που σχετίζονται με την παροχή τροφής πάνω στα οποία θα η περιστασιακή έκθεση θα είναι πολύτιμη, περιλαμβάνουν:

- Την έκταση των ποικιλιών σημαντικών σοδειών που είναι φυτεμένες και διαθέσιμες στους καταναλωτές
- Μέσος αριθμός των μιλίων που καλύφθηκαν ταξιδεύοντας από τρόφιμα είδη του εμπορίου μέσα στο καλάθι αγορών του μέσου πολίτη
- Το ποσοστό τροφίμων που πωλήθηκαν μέσω τοπικών διεξόδων
- Συνολικές πωλήσεις των ορμονών ανάπτυξης και των αντιβιοτικών που προορίζονται για χρήση σε ζωοτροφές.

Πρέπει να αναγνωριστεί η σημασία του ρόλου των καταναλωτών στην επιδίωξη της αειφορικής γεωργίας, στην ικανότητά τους να ελαχιστοποιήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μέσω κατανάλωσης και ζήτησης αειφορικών προϊόντων για να αγοράσουν. Πρέπει να βρεθούν νέοι τρόποι που να φέρουν τους καταναλωτές πιο κοντά στους παραγωγούς, να διευκολύνουν τις υπεύθυνες αποφάσεις αγοράς, και να ενισχύουν όργανα που προωθούν τα τοπικά προϊόντα, ποικιλίες και ικανότητες. Ο ανταγωνισμός και τα θέματα της εσωτερικής αγοράς χρειάζονται προσεκτική εξέταση όταν αναπτύσσονται μηχανισμοί που επιδιώκουν αυτούς τους στόχους. Πρέπει να αναπτυχθούν νέοι μηχανισμοί βασισμένοι στην πληροφορία όπως η σήμανση και τα συστήματα πληροφοριών για να προωθηθεί η κατανόηση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων της ποιότητας και ποικιλίας, και δοθεί στους καταναλωτές καλύτερη πρόσβαση στην πληροφορία για την ασφάλεια.

### **1.9.2 Αγροπεριβαλλοντικοί δείκτες (Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD))**

Η Επιτροπή Περιβαλλοντικής Πολιτικής του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) ίδρυσε το Joint Working Party για τη Γεωργία και το Περιβάλλον ("the JWP"). Το JWP εξέτασε την ανάπτυξη αγροπεριβαλλοντικών δεικτών, για να παρέχουν πληροφορίες για τις τρέχουσες τάσεις και καταστάσεις του φυσικού περιβάλλοντος στη γεωργία, και να βοηθήσουν τους δημιουργούς της πολιτικής στην ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αποφάσεων για πολιτική και των διεργασιών της αγοράς, και για να ελέγχουν την αποτελεσματικότητα των πολιτικών που προωθούν την αειφορική γεωργία. Οι

δείκτες είναι βασισμένοι σε κριτήρια όπως πολιτική και αναλυτική ορθότητα και μετρησιμότητα.

### **1.9.3 Αγροπεριβαλλοντικοί δείκτες εισροών στη γεωργία**

Αυτή η ομάδα αγροπεριβαλλοντικών δεικτών παρέχει πληροφορίες για τις "εισροές" στην αγροτική δραστηριότητα που μπορεί με τη σειρά της να οδηγήσει σε επιπτώσεις στην περιβαλλοντική ποιότητα.

#### Ισορροπία Αγροτικών θρεπτικών ουσιών

*Ορισμός:* Η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων (όπως χημικά λιπάσματα, κοπριά ζώων και απόβλητα) μπορούν να συνεισφέρουν σε προβλήματα ευτροφίας, όξυνσης, κλιματικής αλλαγής και της τοξικής μόλυνσης του εδάφους, του νερού και του αέρα, ενώ μπορεί να προκαλέσει την υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους.

*Μέτρηση:* Η μεικτή ισορροπία θρεπτικών ουσιών της συνολικής ποσότητας αζώτου (N) και φωσφορικού άλατος (P), που αντίστοιχα εφαρμόζεται στην αγροτική γη με τη χρήση χημικών λιπασμάτων και κοπριάς ζώων, μειώνουν την ποσότητα N και P που απορροφάται από τα αγροτικά φυτά.

#### Χρήση παρασιτοκτόνων από τη γεωργία

*Ορισμός:* Οι κίνδυνοι που συνδέονται με τη χρήση παρασιτοκτόνων (όπως μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα και άλλα παρασιτοκτόνα), ιδιαίτερα με την επιμονή και τοξικότητα των ενεργών παρασιτοκτόνων συστατικών στο έδαφος, στο νερό και τον αέρα, και στην τροφική αλυσίδα του ανθρώπου και τον ζώων.

*Μέτρηση:* Ακολουθεί μια δύο δρόμων προσέγγιση:

Υπολογισμό της ποσότητας ενεργών παρασιτοκτόνων συστατικών που διαιρούνται σε τέσσερις ομάδες παρασιτοκτόνων (μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα και άλλα παρασιτοκτόνα) ανά εκτάριο αγροτικής γης ή αρόσιμης και μόνιμης γης σοδειάς.

Δουλεύει πάνω στην κατηγοριοποίηση των περιβαλλοντικών κινδύνων, σε συνεργασία με το OECD Φόρουμ Παρασιτοκτόνων, ώστε τελικά να μπορούν να ομαδοποιηθούν τα παρασιτοκτόνα ανάλογα με τους ενδεχόμενους περιβαλλοντικούς κινδύνους.

#### Παραγωγές σοδειάς



*Ορισμός:* Η μακροπρόθεσμη παραγωγή σοδειάς τείνει να παρέχει πληροφορίες για την βιολογική παραγωγική ικανότητα της αγροτικής γης και την ικανότητα της γεωργίας να συντηρήσει την ικανότητα παραγωγής και να διαχειριστεί τους κινδύνους παραγωγής.

*Μέτρηση:* Οι μακροπρόθεσμες παραγωγές σημαντικών σοδειών, ανά εκτάριο και η μεταβλητότητα των παραγωγών σοδειάς που καταδεικνύεται από την σταθερή απόκλιση των παραγωγών ανά εκτάριο.

#### Διαχείριση λιπασμάτων

*Ορισμός:* Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από το φιλτράρισμα και την εξάτμιση των θρεπτικών ουσιών λιπασμάτων δεν εξαρτώνται μόνο από την ποσότητα που εφαρμόζεται και τις συνθήκες του αγρο-οικοσυστήματος αλλά επίσης από τις πρακτικές διαχείρισης του αγροκτήματος σε σχέση με την εφαρμογή και αποθήκευση του λιπάσματος, ιδιαίτερα σε σχέση με τον χειρισμό, αποθήκευση και διάθεση της κοπριάς των ζώων.

*Μέτρηση:* Το μέγεθος των πληθυσμών ζώων που υπόκειται σε πρακτικές διαχείρισης κοπριάς και οι πρακτικές διαχείρισης που χρησιμοποιούνται για λιπάσματα /απόβλητα που ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως το είδος της στέγασης των ζώων, το είδος και η χωρητικότητα των εγκαταστάσεων αποθήκευσης της κοπριάς, και η περιοδικότητα και μέθοδος εφαρμογής.

#### Διαχείριση παρασίτων του αγροκτήματος

*Ορισμός:* Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από το φιλτράρισμα και την εξάτμιση των παρασιτοκτόνων δεν εξαρτώνται μόνο από την ποσότητα που εφαρμόζεται και τις συνθήκες του αγρο-οικοσυστήματος αλλά επίσης από τις πρακτικές διαχείρισης του αγροκτήματος που επηρεάζουν την εφαρμογή των παρασιτοκτόνων.

*Μέτρηση:* Μερίδιο της συνολικής αρόσιμης και μόνιμης γης σοδειάς στο οποίο εφαρμόζονται πρακτικές ολοκληρωμένης διαχείρισης παρασίτων.

#### Διαχείριση Προστασίας του Αγροτικού Εδάφους

*Ορισμός:* Οι όροι ποιότητα εδάφους, υποβάθμιση εδάφους, εδαφική υγεία και ικανότητα ανάκαμψης του εδάφους χρησιμοποιούνται συχνότερα σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της ορθολογικής στρατηγικής, με βασικό σκοπό την επιτακτική ανάγκη για τη διατήρηση του περιβάλλοντος. Η ανάγκη για βελτίωση της ποιότητας ζωής και διατήρησης των φυσικών πόρων συντέλεσε στο να αναγνωριστεί η αξία των

εδαφικών πόρων. Συνήθως, η εδαφική ποιότητα παραβλέπεται, επειδή οι υδατικοί πόροι και η ατμόσφαιρα θεωρούνται περισσότερο βασικοί για την υγεία του ανθρώπου. Ωστόσο, οι εδαφικοί πόροι επηρεάζουν άμεσα την ποιότητα της ατμόσφαιρας και της υδρόσφαιρας και εν συνεχεία της υγείας του ανθρώπου. Η αναγνώριση των εδαφικών λειτουργιών οδηγεί στην επιλογή των κατάλληλων δεικτών. Σύμφωνα με τους Doran και Parkin (1996) οι δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να ανταποκρίνονται στα ακόλουθα κριτήρια:

- Να καλύπτουν και να συσχετίζουν όλο το φάσμα όλων των φυσικών διεργασιών που εξελίσσονται στο περιβάλλον,
- να ενσωματώνουν τις βιολογικές, φυσικές και χημικές διεργασίες και τα χαρακτηριστικά τους,
- να είναι εύχρηστοι και εύκολα υπολογίσιμοι,
- να είναι ευαίσθητοι στις αλλαγές της διαχείρισης και της κατάστασης του περιβάλλοντος,

Αφού η διάβρωση του εδάφους προκαλείται από τις συνδυασμένες επιδράσεις της βροχόπτωσης, του αέρα και της τοπογραφίας, αυτή μπορεί να επιδεινωθεί από την εφαρμογή συγκεκριμένων πρακτικών διαχείρισης του αγροκτήματος, όπως η υπερβόσκηση και οι μονοκαλλιέργειες.

*Μέτρηση:* Μερίδιο της συνολικής αγροτικής γης πάνω στο οποίο εφαρμόζονται πρακτικές προστασίας του εδάφους, όπως η χρήση χειμερινών σοδειών κάλυψης και συστημάτων εναλλαγής, πρακτικές οργώματος που ελαχιστοποιούν τη διάβρωση του εδάφους.

#### Διαχείριση ποτίσματος

*Ορισμός:* Η διαχείριση και το είδος των συστημάτων ποτίσματος θα επηρεάσουν την αποδοτικότητα της χρήσης νερού και επομένως το βαθμό επίπτωσης που έχει στα φυσικά τοπία, προκαλεί μόλυνση του νερού, αλμύρυνση, πλημμύρες, όξυνση και οδηγεί απώλεια ιζημάτων και διάβρωση.

*Μέτρηση:* Περιοχή διαφορετικών κατηγοριών συστημάτων διαχείρισης του ποτίσματος, ορισμένα με βάση τη σχετική τους αποδοτικότητα στη χρήση νερού, σαν μερίδιο τις συνολικής ποτισμένης αγροτικής γης.

#### Διαχείριση ολόκληρου του αγροκτήματος

*Ορισμός:* Η αειφορία στο επίπεδο του αγροκτήματος εξαρτάται από την ενοποίηση των κοινωνικών, οικονομικών και οικολογικών στοιχείων που περικλείουν

ένα αγρόκτημα, και επομένως, τη σημασία ενός συστήματος διαχείρισης ολόκληρου του αγροκτήματος, που υποδηλώνει πρόσβαση και χρήση συστημάτων στήριξης αποφάσεων, και την εκπαίδευση και μόρφωση των αγροτών.

*Μέτρηση:* Το JWP έχει επισημάνει ότι αυτός ο δείκτης αξίζει περαιτέρω εξέταση παρόλο που δεν έχει σκιαγραφηθεί κάποια μέθοδος μέτρησης. Πιθανές μέθοδοι μέτρησης του δείκτη περιλαμβάνουν τον συνδυασμό ποικίλων σχετικών δεικτών διαχείρισης σε ένα σύστημα που περιλαμβάνει παράγοντες όπως την έκταση οργανικής καλλιέργειας, την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών στους χρήστες γης, και επίσης το ρυθμό αποδοχής από τους αγρότες των περιβαλλοντικών σχεδίων του αγροκτήματος, των προτύπων και αδειών (π.χ. για εφαρμογή παρασιτοκτόνων).

#### **1.9.4 Αγροπεριβαλλοντικοί δείκτες εκροών από την γεωργία**

Αυτή η ομάδα αγροπεριβαλλοντικών δεικτών παρέχει πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή "εκροές" από τη διαδικασία αγροτικής παραγωγής.

##### Υποβάθμιση του αγροτικού εδάφους

*Ορισμός:* Η ποιότητα του εδάφους επηρεάζεται από φυσικές διαδικασίες, κυρίως από τη διάβρωση από το νερό και τον άνεμο και την τοπογραφία, αλλά μπορεί να επιδεινωθεί από την καλλιέργεια μέσω της μετατόπισης υλικών του εδάφους ή της διάβρωσης, και από τη χημική και φυσική χειροτέρευση του εδάφους όπως η αλμύρυνση του εδάφους, η όξυνση, η τοξική μόλυνση, η συμπίεση, η πλημμυρά, και τα παρακμάζοντα επίπεδα της οργανικής ύλης του εδάφους.

*Μέτρηση:* Βαθμός και μερίδιο της συνολικής αγροτικής γης που επηρεάζεται από την υποβάθμιση του εδάφους από τις επιδράσεις της διάβρωσης από το νερό και τον αέρα, την αλμύρυνση, την όξυνση, τους τοξικούς φορείς μόλυνσης, τη συμπίεση, την πλημμύρα, και τα παρακμάζοντα επίπεδα της οργανικής ύλης του εδάφους.

##### Μόλυνση του νερού από τη Γεωργία

*Ορισμός:* Επίπτωση της γεωργία στην ποιότητα του νερού της επιφάνειας, του υπεδάφους, και της θάλασσας από την διαφυγή ή διύλιση αζώτου, φωσφορικού άλατος, τοξικών υπολειμμάτων από παρασιτοκτόνα, όξινων ουσιών (κυρίως αμμώνιο) και ίζημα του εδάφους.

*Μέτρηση:* Ποιότητα των νερών της επιφάνειας, του υπεδάφους και της θάλασσας, αντίστοιχα, μετρημένα από τις συγκεντρώσεις σε βάρος ανά λίτρο νερού του αζώτου, φωσφορικού άλατος, διαλυμένου οξυγόνου, τοξικών υπολειμμάτων παρασιτοκτόνων, αμμωνίου και ιζημάτων του εδάφους.

#### Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη γεωργία

*Ορισμός:* Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου μπορεί να προκαλέσουν παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας και να οδηγήσουν σε κλιματολογική αλλαγή. Η Γεωργία είναι μια πηγή αυτών των αερίων, κυρίως από ορυκτά καύσιμα, λιπάσματα, απόβλητα μηρυκαστικών ζώων, ρυζοχώραφα, και τη μείωση της οργανικής ύλης από τη διάβρωση του εδάφους, και επίσης ένας εξολοθρευτής αυτών των αερίων, κυρίως με τη ρύθμιση του άνθρακα από οργανική ύλη του εδάφους και τις σοδειές.

*Μέτρηση:* Μια καθαρή ισορροπία της απελευθέρωσης και συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου - διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) και νιτρικό οξύ (N<sub>2</sub> O) - από τη γεωργία εκφρασμένη ισοδύναμα του CO<sub>2</sub>. Ίσως είναι ακόμα απαραίτητο να αποκαλυφθεί το επίπεδο αβεβαιότητας για τις εκτιμήσεις αυτού του δείκτη.

#### Εκπομπές όξινου αέρα από τη Γεωργία

*Ορισμός:* Με τη χρήση λιπασμάτων, την καύση ορυκτών καυσίμων και αποβλήτων, η γεωργία συνεισφέρει στη δημιουργία αέριων εκπομπών που σχηματίζουν οξέα, που μπορούν να καταστρέψουν την αγροτική και δασοπονική παραγωγή, τα φυσικά τοπία άγριας ζωής, τα κτίρια, και να αυξήσουν τα αναπνευστικά προβλήματα. Τα αγροτικά φυτά μπορούν να απορροφήσουν τις όξινες αέριες εκπομπές.

*Μέτρηση:* Οι ετήσιες εκπομπές των ενδεχόμενων όξινων ουσιών (όπως διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου και αμμωνία) από τη γεωργία εκφρασμένες σε ισοδύναμα όξυνσης.

#### Αγροτική Βιοποικιλότητα

*Ορισμός:* Η βιοποικιλότητα των φυτών και των ζώων που χρησιμοποιούνται για αγροτική παραγωγή είναι σημαντική για τη γενετική προστασία και βελτίωση των ποικιλιών αγροτικών φυτών μέσα σε βελτιώσεις ειδών και ζώων, όμως, η εξάρτηση από έναν περιορισμένο αριθμό ποικιλιών και γενεών για αγροτική παραγωγή μπορεί να αυξήσει την ευαισθησία τους στα παράσιτα και τις ασθένειες και με τη σειρά της

να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ανάγκη για χημικά για να προστατευτούν τα φυτά από αυτούς τους κινδύνους.

*Μέτρηση:* Ο συνολικός αριθμός ποικιλιών /γενεών που χρησιμοποιείται για την παραγωγή σημαντικών σοδειών /ζώων, και το μερίδιο των τριών κύριων ποικιλιών γενεών που χρησιμοποιούνται στη συνολική παραγωγή σοδειάς /ζώων, αντίστοιχα. Ακόμα, καταγραφή του αριθμού των τραπεζών φυτικών γονιδίων σε μια χώρα, το έτος ίδρυσής τους, και τον αριθμό ειδών και ποικιλιών που έχουν.

#### Φυσικά και ημι-φυσικά οικολογικά συστήματα που επηρεάζονται από τη Γεωργία

*Ορισμός:* Η Γεωργία μπορεί να βλάψει την άγρια ζωή μέσω της επίπτωσής της στα φυσικά οικοσυστήματα, εξαιτίας της υιοθέτησης συγκεκριμένων πρακτικών συστημάτων καλλιέργειας και της διύλισης λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων, παρόλο που συγκεκριμένα είδη άγριας ζωής μπορεί να γίνουν εξαρτώμενα από συγκεκριμένα είδη συστημάτων καλλιέργειας. Επιπλέον, η γεωργία μπορεί επίσης να επηρεάσει αρνητικά τα φυσικά οικοσυστήματα μέσα από την αυξημένη επαφή ανάμεσα σε αγροτική και μη-αγροτική γη, η κατάτμηση των οικοσυστημάτων μέσα σε αγροτικές περιοχές, και επίσης μέσα από την αφαίρεση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών οικοσυστημάτων όπως οι wetlands, παρόλο που μερικά είδη συστημάτων καλλιέργειας μπορεί να δώσουν ώθηση σε συγκεκριμένα οικοσυστήματα από τα οποία συγκεκριμένα είδη άγριας ζωής εξαρτώνται.

*Μέτρηση:* Τρεις μέθοδοι μέτρησης προτείνονται:

- Αλλαγές στην περιοχή επιλεγμένων οικοσυστημάτων σε κίνδυνο, όπως wetlands, woodlands και βοσκότοποι, και αλλαγές στα χαρακτηριστικά μικρής κλίμακας οικοσυστημάτων (π.χ. field hedges, open ditches, stonewalls, etc.)

- Η κατάτμηση των φυσικών οικοσυστημάτων μετρούμενη από την αλλαγή στο μήκος της περιμέτρου των φυσικών οικοσυστημάτων σε αγροτικά εδάφη και η αλλαγή στον αριθμό αυτών των υπολειμμάτων φυσικών οικοσυστημάτων σε αγροτική γη

- Η αλλαγή στο μήκος της "ζώνης επαφής" ανάμεσα στα αγροτικά και μη-αγροτικά εδάφη (ανά περιοχή) διαιρεμένη με τη συνολική γη αυτής της περιοχής.

#### Αγροτικό τοπίο

*Ορισμός:* Η προστασία του τοπίου είναι αποδεκτή ως σημαντικό αντικείμενο για πολλές OECD χώρες, ώστε να διατηρηθεί η πολιτιστική κληρονομιά και η δημόσια πρόσβαση στο ύπαιθρο. Όμως, η σημασία του θέματος του τοπίου

αμφισβητείται από μερικές OECD χώρες καθώς το τοπίο δεν θεωρείται ότι σχετίζεται με τη γεωργία επειδή είναι κυρίως αισθητική ερώτηση, το τοπίο επίσης θεωρείται κυρίως σαν θέμα που αφορά την προστασία των φυσικών οικοσυστημάτων που ήδη καλύπτεται από τον προηγούμενο δείκτη, ενώ το θέμα του τοπίου μπορεί επίσης να εμπλέκει την προστασία συγκεκριμένων συστημάτων καλλιέργειας και προτύπων χρήσης γης που δεν θεωρούνται ως ένα περιβαλλοντικό ζήτημα. Ακόμα, ο ορισμός του τοπίου μπορεί να είναι δύσκολος εξαιτίας της τάσης του τοπίου να είναι πολύ θέση-συγκεκριμένο και επηρεασμένο από συγκεκριμένα συστήματα καλλιέργειας.

Μέτρηση: Το JWP έχει επισημάνει ότι αυτός ο δείκτης αξίζει περισσότερη εξέταση παρόλο που δεν έχει σκιαγραφηθεί μοναδική μέθοδος μέτρησης. Οποιαδήποτε μέτρηση του τοπίου εμποδίζεται, αφήνοντας κατά μέρος δυσκολίες στον ορισμό του δείκτη, από το γεγονός ότι οι αγροτικές πρακτικές μπορούν να οδηγήσουν σε θετικές και αρνητικές επιπτώσεις σε ένα τοπίο. Ακόμα, η μέτρηση του τοπίου μπορεί να είναι δύσκολη επειδή η αξία που τοποθετείται σε ένα συγκεκριμένο τοπίο και η φυσική επίπτωση της γεωργίας σε ένα τοπίο είναι συχνά πολύ υποκειμενική, ενώ άλλοι τομείς (π.χ. δασοπονία) και γνωρίσματα (π.χ. ιστορικά μνημεία, αγροτικά χωρία) μπορεί να συνεισφέρουν επίσης στο αγροτιστικό (agrarian) τοπίο. Οι πιθανότητες που μπορεί να υπάρχουν για να μετρήσουμε το τοπίο περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνικών αξιολόγησης, όπως τυχαίες τεχνικές αξιολόγησης, και τη φυσική μέτρηση των αλλαγών σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του τοπίου (π.χ. stonewalls, field hedges, trees, etc.)

### **1.9.5 Άλλοι αγροπεριβαλλοντικοί δείκτες για την γεωργία**

Κατά τη διάρκεια της Συνάντησης των Ειδικών και της JWP συνάντησης το Δεκέμβριο του 1994 άλλοι πέντε δείκτες προτάθηκαν. Καθώς δεν έγιναν ουσιαστικές συζητήσεις στις συναντήσεις του Δεκεμβρίου για αυτούς τους πέντε δείκτες, έχουν οριστεί με μικρότερη ακρίβεια και η προτεινόμενη μέθοδος μέτρησης για κάθε δείκτη περιγράφεται με λιγότερες λεπτομέρειες σε σχέση με τους παραπάνω δείκτες.

### Αειφορική χρήση των υπόγειων υδάτων από τη Γεωργία

*Ορισμός:* Σε πολλές χώρες τα υπόγεια ύδατα είναι ένας σπάνιος πόρος για τον οποίο υπάρχει μεγάλος ανταγωνισμός ανάμεσα σε διαφορετικούς χρήστες, για παράδειγμα, από τη γεωργία, τη βιομηχανία, τα κτίρια και τα σπίτια, οδηγώντας στην πιθανότητα ότι τομείς όπως η γεωργία θα μπορούσαν να υπονομεύσουν τα υπόγεια ύδατα.

*Μέτρηση:* Το JWP έχει επισημάνει ότι αυτός ο δείκτης απαιτεί περισσότερη εξέταση παρόλο που δεν έχει σκιαγραφηθεί κάποια μέθοδος. Μια πιθανότητα που ίσως υπάρχει για να μετρηθεί ο δείκτης είναι να ελεγχθούν τα επίπεδα εξαγωγής από τη γεωργία.

### Οικονομικά, Χρηματοδοτικά και Κοινωνικά ζητήματα της αειφορικής γεωργίας

*Ορισμός:* Ο ορισμός της αειφορικής γεωργίας, για μερικές OECD χώρες, αφορά όχι μόνο τους περιβαλλοντικούς παράγοντες αλλά επίσης οικονομικά /χρηματοδοτικά /κοινωνικά ζητήματα.

*Μέτρηση:* Το JWP έχει επισημάνει ότι αυτός ο δείκτης απαιτεί περισσότερη εξέταση παρόλο που δεν έχει σκιαγραφηθεί κάποια μέθοδος. Μια πιθανότητα που μπορεί να εξεταστεί για να μετρηθεί ο δείκτης καλύπτει την αλλαγή στις μακροπρόθεσμες πραγματικές καθαρές εκροές του αγροκτήματος (πραγματική αξία της αγροτικής παραγωγής μείον την πραγματική αξία των εξόδων του αγροκτήματος) και την αλλαγή στο επίπεδο διαχειριστικών ικανοτήτων των αγροτών, ιδιοκτητών γης και διαχειριστών γης στην οικονομική διαχείριση, στην πρακτική καλλιέργειας και στην περιβαλλοντική οικονομία.

### Ενημερία των ζώων του αγροκτήματος

*Ορισμός:* Το JWP έχει επισημάνει ότι αυτός ο δείκτης αξίζει περαιτέρω εξέταση παρόλο που δεν έχει σκιαγραφηθεί κάποιος μοναδικός ορισμός.

*Μέτρηση:* Παρόλο που δεν έχει σκιαγραφηθεί ακόμα μέθοδος μέτρησης για το δείκτη, είναι πιθανό ότι μερικές χώρες έχουν καθιερώσει κανονισμούς και δείκτες απόδοσης, οι οποίοι ελέγχονται, που σχετίζονται με τις ακόλουθες βασικές προϋποθέσεις για την ευημερία των ζώων: ελευθερία από την δίψα, την πείνα και τον υποσιτισμό, παροχή κατάλληλης άνεσης και καταφυγίου, ελευθερία από το άγχος, την ικανότητα να επιδείξουν φυσικά πρότυπα συμπεριφοράς και την πρόληψη ή άμεσα διάγνωση και θεραπεία των τραυματισμών, ασθενειών ή προσβολής από παράσιτα.

### Καθαρή Αγροτική Ενεργειακή Ισορροπία

*Ορισμός:* Η γεωργία χρησιμοποιεί την ενέργεια, κυρίως ορυκτά καύσιμα, και είναι επίσης μια πηγή ενέργειας, μέσω της παραγωγής βιομάζας. Η καθαρή αγροτική ενεργειακή ισορροπία θεωρείται από κάποιους ως ένας δείκτης της αειφορίας της γεωργίας.

*Μέτρηση:* Το JWP έχει επισημάνει ότι αυτός ο δείκτης αξίζει περαιτέρω εξέταση παρόλο που δεν έχει σκιαγραφηθεί κάποια μοναδική μέθοδος μέτρησης. Όμως, μια πιθανότητα είναι να μετρήσουμε την εισροή ενέργειας που συνδέεται με την αγροτική χρήση των ορυκτών καυσίμων ανά μονάδα εκροής.

### Προστασία της αγροτικής γης

*Ορισμός:* Αυτός ο δείκτης απεικονίζει μερικούς από τους τρόπους με τους οποίους οι αγροτικές πρακτικές μπορούν να συνεισφέρουν στην προστασίας της γης και, επομένως, να αυξήσουν την περιβαλλοντική ποιότητα διαμέσου, για παράδειγμα, της βελτίωσης της ποιότητας του εδάφους, την πρόληψη πλημμύρων, και την προστασία του νερού.

*Μέτρηση:* Το JWP έχει επισημάνει ότι αυτός ο δείκτης αξίζει περαιτέρω εξέταση παρόλο που δεν έχει σκιαγραφηθεί κάποια μοναδική μέθοδος μέτρησης. Όμως, τα χαρακτηριστικά του δείκτη μπορούν να μετρηθούν διαμέσου, για παράδειγμα, της μέτρησης των επιπέδων υπόγειων υδάτων, της υγρασίας του εδάφους, του μήκους της κατατομής του εδάφους, του βαθμού κλίσης του εδάφους, του είδους και της ποσότητας βλάστησης, και του επιπέδου βροχόπτωσης.

Μέχρι πρόσφατα, η έννοια της γεωργικής ανάπτυξης συνδεόταν με το μετασχηματισμό της γεωργίας από τον παραδοσιακό στο σύγχρονο τρόπο ζωής. Άμεση επιδίωξη ήταν η αύξηση της παραγωγής μέσω της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας και της καλύτερης χρήσης των τεχνολογικών επιτευγμάτων της γεωπονικής επιστήμης. Σήμερα βρισκόμαστε στην κατάσταση, όπου η γεωργία χρειάζεται να αντιμετωπίσει όλες τις προβαλλόμενες προκλήσεις, με την επιπλέον αποστολή της να γίνει αειφορική. Καθώς η μορφή της γεωργικής εκμετάλλευσης μετακινείται από την απλή εφαρμογή εισροών στη διαχείριση των φυσικών πόρων και στην προώθηση της ορθής χρήσης των κάθε μορφής εισροών με βάση την εμπειρία και τη γνώση, η φύση των καθηκόντων των Γεωργικών Εφαρμογών, είναι επόμενο να μεταλλάσσεται.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

## ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια οι εξωτερικές επιρροές όπως το παγκόσμιο εμπόριο, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες και οι καταναλωτικές προτιμήσεις ασκούν νέες πιέσεις στη γεωργική βιομηχανία. Η ανάγκη να προσαρμοστούν οι αλλαγές της παραγωγής και του μάρκετινγκ έχει θέσει τους φορείς, που ασχολούνται με τη γεωργική έρευνα, σε μια διαδικασία αναζήτησης νέων τεχνολογιών. Οι τεχνολογίες που παρέχουν πληροφορίες μπορούν να δώσουν την απάντηση στην αγορά και στις κοινωνικές πιέσεις. Υπάρχουν πλέον τεχνικές για να πραγματοποιούνται ακριβείς μετρήσεις και να υπάρχει συνεχής ενημέρωση για την κατάσταση του καλλιεργήσιμου εδάφους.

Η γεωργία ακριβείας είναι μια νέα μορφή διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, που έχει ως στόχο να αντιμετωπίσει την παραλλακτικότητα των παραμέτρων που επηρεάζουν την γεωργική παραγωγή, όπως ο τύπος του εδάφους, το pH, η στράγγιση, τα θρεπτικά στοιχεία, η οργανική ουσία, το νερό, η προσβολή από ασθένειες, η εμφάνιση ζιζανίων κ.α. Η βασική ιδέα είναι ο διαχωρισμός μιας μεγαλύτερης έκτασης σε μικρότερα ομοιόμορφα τμήματα (ζώνες διαχείρισης, - management zones) και η διαχείριση τους σύμφωνα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε μιας ζώνης.

Η Γεωργία Ακριβείας, έρχεται να αντιμετωπίσει την αγνοημένη έως πρόσφατα παραλλακτικότητα του αγροτεμαχίου, με στόχο να μειώσει τόσο το κόστος παραγωγής, όσο και τις επιπτώσεις των εισροών στο περιβάλλον. Η τεχνική της Γεωργίας Ακριβείας βασίζεται στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, τη Γεωργική Μηχανική, τις Μετρήσεις στο Πεδίο, τα Συστήματα Εντοπισμού Θέσης και την Τηλεπισκόπηση.

Στο διεθνή ακαδημαϊκό χώρο έχουν ήδη δημιουργηθεί εργαστήρια, τμήματα και κέντρα Γεωργίας Ακριβείας, ενώ στο τεχνικό-οικονομικό οικοδόμημα έχουν αναπτυχθεί νέες σχέσεις και συνεργασίες γύρω από τις ανάγκες του νέου γεωργικού κλάδου. Οι έννοιες που ενσωματώνονται στη γεωργία ακριβείας προσφέρουν την υπόσχεση της αυξανόμενης παραγωγικότητας μειώνοντας τις δαπάνες παραγωγής και ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιδράσεις. Αγρότες που υπερνικούν τα στοιχεία της φύσης με αυτοματοποιημένα μηχανήματα που ελέγχονται με ακρίβεια μέσω δορυφόρων και τοπικών αισθητήρων και χρησιμοποιούν λογισμικό που προγραμματίζει και προβλέπει ακριβώς την ανάπτυξη της σοδειάς, είναι η εικόνα στην οποία προσβλέπει η γεωργία ακριβείας. Οι τεχνολογίες που παρέχουν

πληροφορίες επιτρέπουν στο σύγχρονο καλλιεργητή να λάβει λεπτομερείς πληροφορίες για σημεία μικρότερης κλίμακας από αυτή του αγροτεμαχίου. Αυτές οι πληροφορίες σε συνδυασμό με τις πρακτικές καλλιέργειας των προηγούμενων χρόνων επιτρέπουν την αποτελεσματική διαχείριση του αγροτεμαχίου σε μικρότερες κλίμακες.

Η γεωργία ακριβείας θεωρείται περισσότερο μία ακολουθία από τεχνολογίες παρά μια ενιαία τεχνολογία. Οι αγρότες των οποίων οι εφαρμογές έχουν πολυάριθμα διαφορετικά χαρακτηριστικά —όπως διαφορετικές καλλιέργειες, καιρό, τύπους παρασίτων, και διαχειριστικές μεθόδους—θα χρησιμοποιήσουν αναμφισβήτητα τα ποικίλα χαρακτηριστικά αυτής της ακολουθίας. Όλα αυτά τα συστατικά έχουν κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα την αύξηση της ροής των πληροφοριών στη γεωργία. Η γεωργία ακριβείας προσφέρει νέες τεχνολογίες για να καλύψει τις ανάγκες για πληροφορίες που είναι απαραίτητες στη διαχείριση της παραγωγής.

Η αξία μιας βάσης δεδομένων για τις πρακτικές γεωργίας ακριβείας αυξάνεται όταν τα επίπεδα των χωρικών δεδομένων αναφέρονται το ένα στο άλλο. Η εγγραφή των στοιχείων θα γίνει ιδιαίτερα σημαντική καθώς οι μονάδες διαχείρισης γίνονται μικρότερες και καθώς διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία των αγροτεμαχίων (η ακρίβεια θέσης επιβεβαιώνεται σε μερικά εκατοστόμετρα). Αναμένεται ότι τα δεδομένα που αναφέρονται στη φυσική θέση θα επιτρέψουν σε διαφορετικούς τύπους πληροφοριών να συγκριθούν και να αναλυθούν ποσοτικά από πολλαπλές θέσεις. Παραδείγματος χάριν, οι φυσικές ιδιότητες των δειγμάτων εδαφολογικών πυρήνων που συλλέχθηκαν από ένα αγροτεμάχιο θα μπορούσαν να συγκριθούν με άλλα, διαθέσιμα στο χώρο, ρητά στοιχεία για τη λήψη απόφασης, όπως τα χαρακτηριστικά των χαρτογραφημένων εδαφολογικών μονάδων, της τοπογραφίας, τα στοιχεία οργάνων ελέγχου παραγωγής, την άρδευση, την θρεπτική αξία, ή τις εφαρμογές φυτοφαρμάκων που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της μεταβλητότητας των εφαρμογών.

**Στο παρελθόν**, οι αγρότες συνέλλεγαν δείγματα εδάφους από τον αγρό, τα έστελναν για ανάλυση και έπαιρναν πίσω μια προτεινόμενη φόρμα λίπανσης για όλο το χωράφι, βασισμένη σε μέσα χαρακτηριστικά του χωραφίου. Δεν είχε δοθεί μεγάλη σημασία στην περιοχή ή στον αριθμό δειγμάτων που είχαν ληφθεί γιατί είχε επικρατήσει η άποψη πως το έδαφος περιείχε ενιαία χαρακτηριστικά σε όλη την καλλιεργούμενη έκταση. Αυτή ήταν η μια οπτική γωνία. Η καταγραφή και διαχείριση

της παραλλακτικότητας στο αγροτεμάχιο ήταν αδύνατη λόγω της μη ανεπτυγμένης τεχνολογίας της εποχής.

**Στις αρχές της δεκαετίας του 1990**, η χρήση του Παγκοσμίου Συστήματος Εντοπισμού (GPS) , η ανάπτυξη τελειοποιημένων ηλεκτρονικών αισθητήρων, και η τηλεπισκόπηση κατέστησαν εφικτή την χρήση της γεωργίας ακριβείας και μαζί την διαχείριση της παραλλακτικότητας σε ένα αγροτεμάχιο.

Στις Η.Π.Α., η γεωργία ακριβείας εφαρμόζεται κυρίως σε περιοχές όπου υπάρχουν προβλήματα λειψυδρίας (μεσοδυτικές και δυτικές πολιτείες), ανωμαλίες ή ιδιαιτερότητες ως προς διάφορα χαρακτηριστικά των εδαφών, ή έντονες ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων, λόγω παρατεταμένης εξαντλητικής εκμετάλλευσης.

**Στο διεθνή χώρο** όχι μόνο η ερευνητική προσπάθεια, αλλά και ο βαθμός εφαρμογής της μεθόδου έχουν ήδη αναπτυχθεί σε πολύ σημαντικό βαθμό.

**Στον ελληνικό χώρο**, το Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.), έχει εντάξει τη Γεωργία Ακριβείας στα ερευνητικά αντικείμενά του.

Τα πλεονεκτήματα της γεωργίας ακριβείας περιλαμβάνουν καλύτερες μέσες αποδόσεις, μειωμένα κόστη εισροών, και φυσικά περιβαλλοντικά οφέλη που συμβάλλουν στη αειφορική διαχείριση της γεωργίας. Ωστόσο ειδικοί παρατήρησαν πως τα οικονομικά οφέλη που αποκομίζει κάποιος γεωργός είναι περισσότερο βασισμένα στα επίπεδα παραλλακτικότητας μέσα στο αγροτεμάχιο. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν δυο παράγοντες παραλλακτικότητας. Σε περιοχές μεγάλης παραλλακτικότητας είναι απαραίτητη η χρήση συστημάτων και πρακτικών ακριβείας προς μεγιστοποίηση του κέρδους και μείωση των εισροών και φυσικά προστασία του περιβάλλοντος και εξασφάλιση αειφορίας.

Παρόλα αυτά η μεγάλη πλειοψηφία των γεωργών παραμένει ακόμη μακριά από τη νέα μέθοδο και οι κυριότεροι λόγοι γι' αυτό είναι το υψηλό κόστος της επένδυσης και τα μη αποδεδειγμένα οφέλη. Υπάρχουν και παραγωγοί που έχουν θέσει σε εφαρμογή πρακτικές γεωργίας ακριβείας και στην χώρα μας ακόμα. Προγράμματα χρηματοδοτούμενα από την Ε.Ε. έχουν τεθεί σε εφαρμογή και άλλα σχεδιάζονται προς υποστήριξη τέτοιων ιδεών. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα "Future Farm", που ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2008 και ολοκληρώθηκε το Δεκέμβρη του 2010. Είχε ως στόχο να αναπτύξει την πρόταση για το σύγχρονο αγρόκτημα του 2020, με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, με υψηλά στάνταρ ποιότητας, ασφάλειας και ενεργειακής αυτονομίας. Χρηματοδοτήθηκε με 3.000.000 ευρώ από την Ευρωπαϊκή Ένωση

(Ε.Ε.), στο πλαίσιο του 7ου ερευνητικού προγράμματος πλαισίου και σ' αυτό συμμετέχουν 15 πανεπιστήμια και επιχειρήσεις από 10 χώρες-μέλη της Ένωσης. Στο πρόγραμμα συμμετέχουν και τέσσερα αγροκτήματα από τέσσερις χώρες της Ε.Ε.: τη Δανία, την Τσεχία, την Ελλάδα και τη Γερμανία. Το βασικό γνώρισμα των αγροκτημάτων αυτών είναι ότι χαρακτηρίζονται και έχουν αναδειχθεί για την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στην παραγωγική διαδικασία αλλά και τη χρήση σύγχρονων συστημάτων στη διαχείριση, τον έλεγχο και τη λήψη αποφάσεων.

## **2.1 Αποφάσεις και εφαρμογή μεθόδου**

Η Γεωργία Ακριβείας, δεν ταυτίζεται με κάποια συγκεκριμένη διαχειριστική τακτική. Απλώς, επιτρέπει στο διαχειριστή (παραγωγό, γεωπόνο, σύμβουλο, εταιρεία, ή έμπειρο σύστημα) την καλύτερη κατανόηση και το μεγαλύτερο δυνατό έλεγχο των χειρισμών στο αγροτεμάχιο.

Η **συλλογή πληροφορίας** είναι διαδικασία χρονοβόρα και απαιτεί εξαρχής σωστό σχεδιασμό και σημαντική επένδυση, τόσο από την άποψη του οικονομικού κόστους όσο και του χρόνου. Η σχέση κόστους μεταξύ δεδομένων / λογισμικού / εξοπλισμού στις μεγάλες εφαρμογές μπορεί να φτάσει ακόμη και την αναλογία 100 / 10 / 1. Αυτό δείχνει και τη σημασία που έχουν τα δεδομένα και μάλιστα τα ακριβή, ενημερωμένα, ολοκληρωμένα και σωστά καταχωρημένα, είτε πρόκειται για χωρικά, είτε για μη χωρικά δεδομένα. Η πυκνότητα δειγματοληψίας και η χωρική ανάλυση είναι, γενικά, ανάλογες με το οικονομικό κόστος και το χρόνο επένδυσης.

Το βασικότερο είδος πληροφορίας, όσον αφορά τη Γεωργία Ακριβείας, είναι οι χωρικές συντεταγμένες. Είναι η πληροφορία που πρέπει να συνοδεύει τις περισσότερες από τις άλλες μορφές πληροφορίας (χαρτογράφηση αποδόσεων, εφαρμογή εισροών, κ.λπ.), προκειμένου αυτές να αποκτούν γεωγραφικά χαρακτηριστικά. Μόνη εξαίρεση αποτελεί η πληροφορία που προέρχεται από τους Αισθητήρες, αφού τροφοδοτεί απευθείας τα Συστήματα Μεταβλητών Εφαρμογών με τη βοήθεια τυποποιημένων αλγορίθμων. Η απαιτούμενη ακρίβεια των χωρικών συντεταγμένων στη Γεωργία Ακριβείας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων σημαντικότεροι είναι το μέγεθος του αγροτεμαχίου, ο βαθμός παραλλακτικότητας ή ομοιομορφίας του, ο τύπος της καλλιέργειας (μεγάλες καλλιέργειες, δενδροκομία, λαχανοκομία, κ.λπ.) και τα λογιστικά δεδομένα ή κάποια σχετική μελέτη σκοπιμότητας (αν δηλαδή η επιλογή μεγάλης ακρίβειας ανταποδίδει

το κόστος της). Το Environmental Remote Sensing Center, University of Wisconsin – Madison (2000) θεωρεί ικανοποιητική για τις γεωργικές εφαρμογές μία χωρική ακρίβεια μεταξύ 2 και 5 μέτρων. Η πρώτη χρονικά πληροφορία που λαμβάνεται είναι οι αποδόσεις των προηγούμενων ετών. Η παραλλακτικότητα των αποδόσεων αυτών, καθώς και η σοβαρότητά της, αποτυπώνονται στους χάρτες αποδόσεων, οι οποίοι όμως δεν μπορούν να προσδιορίσουν τα αίτια αυτής της παραλλακτικότητας. Για τη διάγνωση των αιτίων της παραλλακτικότητας και περαιτέρω διερεύνηση χρησιμοποιούνται η Τηλεπισκόπηση και οι Μετρήσεις Πεδίου. Το κύριο χαρακτηριστικό των Αισθητήρων είναι άμεση μέτρηση και καταγραφή (μέθοδος πραγματικού χρόνου), σε αντίθεση με τη Χαρτογράφηση Αποδόσεων, την Τηλεπισκόπηση και τις αναλύσεις στο Εργαστήριο, οι οποίες απαιτούν χρόνο ή ερμηνεία ή και τα δύο μέχρι την αξιοποίηση της πληροφορίας τους. Π.χ. ένας αισθητήρας υγρασίας των κόκκων των σιτηρών μπορεί να βοηθήσει άμεσα στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του θερισμού και τις απαιτήσεις αποθήκευσης ή ξήρανσης. Το κύριο χαρακτηριστικό των αναλύσεων στο Εργαστήριο είναι η μεγάλη αξιοπιστία τους (που τις καθιστά κατάλληλες για υπερπήδηση αμφιβολιών και επιβεβαίωση), αλλά και το υψηλό κόστος τους (που καθιστά απαγορευτική την πυκνή και συχνή δειγματοληψία).

Για τη **διαχείριση της πληροφορίας** στη Γεωργία Ακριβείας, δηλαδή την ανάλυση και επεξεργασία της πληροφορίας, χρησιμοποιούνται τα Γ.Σ.Π. και ακολουθούνται τα εξής στάδια:

- Εισαγωγή δεδομένων (χάρτες, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, μετρήσεις στο πεδίο, ψηφιακά αρχεία, κ.ά.).
- Αποθήκευση και επιλεκτική επανάκτηση δεδομένων μέσω λογικών ερωτημάτων, καθώς και γρήγορη και ασφαλής ενημέρωση και διόρθωσή τους.
- Διαχείριση, ανάλυση και μοντελοποίηση δεδομένων. Στη φάση αυτή, για την ανάδειξη των αιτίων της παραλλακτικότητας, χρησιμοποιούνται στατιστικές τεχνικές για τη συσχέτιση με αυτήν σταθερών (τύπος εδάφους, ρέματα, ψηλά δένδρα, κ.ά.) και μεταβλητών (σπορά, ψεκασμοί, λιπάνσεις, κ.ά.) παραγόντων. Συνήθως διαφορετικοί παράγοντες είναι σημαντικοί για διαφορετικά σημεία του αγροτεμαχίου.
- Απόδοση αποτελεσμάτων, συσχέτισεων, αναλύσεων και άλλων διαδικασιών, με τη μορφή χαρτών, πινάκων, γραφημάτων και άλλων μορφών.

## 2.2 Παραδείγματα Γεωργίας Ακριβείας

### 2.2.1 Συστήματα υποστήριξης απόφασης (Decision Support Systems)

Τα συστήματα υποστήριξης απόφασης (dss) χρησιμοποιούνται στη γεωργία για την τακτική, την στρατηγική, που θα ακολουθηθεί για την υποστήριξη μιας απόφασης. Οι παραγωγοί βρίσκονται αντιμέτωποι συνεχώς με τη λήψη αποφάσεων, συνεπώς τέτοια εργαλεία γίνονται όλο και περισσότερο χρήσιμα στο αγρόκτημα. Τα συστήματα υποστήριξης απόφασης δεν χρησιμοποιούνται πολύ από τους γεωργικούς παραγωγούς σήμερα.

### 2.2.2 Συστήματα Παρακολούθησης Αποδόσεων (Crop Production Modeling)

Τα Συστήματα Παρακολούθησης Αποδόσεων (Yield Monitoring Systems, **Crop Production Modeling**) είναι συστήματα που μετρούν και καταγράφουν τις αποδόσεις των καλλιεργειών κατά τη συγκομιδή. Τα υλικά μετρούνται, είτε ποσοτικά, είτε ποιοτικά (π.χ. ποσότητα συγκομιζόμενων κόκκων ενός σιτηρού, είτε περιεχόμενη υγρασία στους κόκκους, αντίστοιχα) και για τις μετρήσεις αυτές έχουν επινοηθεί διάφορα συστήματα, όπως του ποτενσιόμετρου, το ραδιομετρικό, το σύστημα φόρτισης κελιού, το ογκομετρικό, κ.ά. Οι μετρήσεις καταγράφονται σε πίνακες μαζί με τις τιμές των αντίστοιχων χωρικών συντεταγμένων, που λαμβάνονται την ίδια στιγμή από G.P.S., ώστε με αυτόν τον τρόπο οι στοιχειώδεις αποδόσεις συνδέονται με τη θέση. Μέσω των Γ.Σ.Π., οι παραπάνω πίνακες μετατρέπονται σε χάρτες αποδόσεων (yield maps).

Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μεθόδων της γεωργίας ακριβείας απαιτείται μια ευρεία σειρά αξιόπιστων μοντέλων ανταπόκρισης της καλλιέργειας χωρικά που να παρέχει τη βάση για τις σωστές υποδείξεις. Υπάρχουν ήδη πολλά πρότυπα για την πρόβλεψη της ανταπόκρισης της σοδειάς στο κλίμα, στις θρεπτικές ουσίες, στο νερό, στο φως, και σε άλλες συνθήκες, όμως τα περισσότερα από αυτά δεν περιλαμβάνουν έναν χωρικό συντελεστή κατάλληλο για τις εφαρμογές γεωργίας ακριβείας (Sadler και Russell, 1997).

Ακριβείς υποδείξεις μπορούν να γίνουν μέχρι το σημείο που οι σχέσεις γίνονται κατανοητές μεταξύ των εδαφολογικών ιδιοτήτων και της μορφολογίας επιφάνειας (δηλ., κλίση, κυρτότητα, θέση τοπίων, διοχέτευσης και συλλογής του νερού,) που

προέρχονται από τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους. Τα μοντέλα διαμόρφωσης καλλιέργειας δεν προσφέρουν μια πανάκεια για την επίλυση προβλήματος και έχουν περιορισμένη δυνατότητα να μιμηθούν τα διάφορα μέρη ενός βιολογικού συστήματος.

### **2.2.3 Τεχνολογία συστημάτων μεταβλητών εφαρμογών (Variable Rate Application Technology)**

Τα Συστήματα Μεταβλητών Εφαρμογών (Variable Rate Application Technology - V.R.A. ή V.R.T.) είναι συστήματα γεωργικής μηχανικής, που μεταβάλουν την ποσότητα εφαρμογής των εισροών (σπόρων, λιπασμάτων, νερού, φαρμάκων, κ.λπ.) ή και αλλάζουν το εφαρμοζόμενο είδος (π.χ. την ποικιλία του σπόρου, ή το είδος του λιπάσματος) την ίδια στιγμή που εφαρμόζουν τις εισροές αυτές, αναλόγως με το σημείο του αγροτεμαχίου στο οποίο βρίσκονται.

Ιστορικά, οι μέθοδοι μεταβλητών εφαρμογών εισήχθησαν από τη βιομηχανία κατά τα μέσα της δεκαετίας του '80. Τα ποσοστά εφαρμογής λιπάσματος καλίου, αζώτου, φωσφόρου, διέφεραν γιατί είναι βασισμένα σε μια προκαθορισμένη στρατηγική χαρτών. Τα αγροτικά μηχανήματα έχουν εξοπλιστεί με συστήματα μεταβλητών εφαρμογών για τις εφαρμογές λιπάσματος που απαιτούν ένα τυποποιημένο υγρό μίγμα. Σε αυτήν την περίπτωση, τα ποσοστά εφαρμογής λιπασμάτων είναι βασισμένα στις ιδιότητες του εδάφους που μετριοούνται σε πραγματικό χρόνο.

Στους διαθέσιμους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τα συστήματα μεταβλητών εφαρμογών περιλαμβάνονται εκείνοι που ανταποκρίνονται στην οργανική ουσία, την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, το βάθος της ανώτερης στοιβάδας του εδάφους (χούμος), την υγρασία του εδάφους, την περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα, και τη φασματική ανάκλαση της καλλιέργειας. Οι υποστηρικτές, της μεθοδολογίας που είναι βασισμένη σε αισθητήρες, που λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο, έχουν παρατηρήσει ότι οι συνθήκες του εδάφους και της γεωργικής παραγωγής παρουσιάζουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα από τις μετρήσεις που λαμβάνονται από τις σύγχρονες μεθοδολογίες που είναι βασισμένες σε χάρτες.

Τα αγροτεμάχια είναι ιδιαιτέρως ετερογενή. Η αυξανόμενη δειγματοληψία θα οδηγήσει στον ακριβή χαρακτηρισμό της παραλλακτικότητας εντός του αγροτεμαχίου. Οι βελτιώσεις στην τεχνολογία συστημάτων Μεταβλητών Εφαρμογών



και στα μοντέλα καλλιεργειών αναμένεται να προωθήσουν γρήγορα μια υψηλότερη χωρική πυκνότητα των μετρημένων παραμέτρων του εδάφους και των καλλιεργειών. Οι αισθητήρες απαιτείται να είναι γρήγοροι, αποδοτικοί και να μπορούν να αξιολογήσουν τους σημαντικούς παράγοντες στην παραγωγή. Οι Moran et Al (1996) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι επίγειοι αισθητήρες παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την οργανική ουσία και την υγρασία του εδάφους, την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, τα ποσοστά αζώτου και νιτρικών αλάτων, τη συμπίεση, την εδαφολογική σύσταση, το επίπεδο αλατότητας, την ανίχνευση ζιζανίων και την κάλυψη των καταλοίπων από τις καλλιέργειες..

Αυτές οι παράμετροι καθώς επίσης το pH του εδάφους, η διαθεσιμότητα του σε φώσφορο και κάλιο δεν μπορούν να εξακριβωθούν από την τεχνολογία ανίχνευσης από απόσταση. Επιπλέον, η χρήση των επίγειων αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο παρέχει στους καλλιεργητές τον έλεγχο του συγχρονισμού της απόκτησης στοιχείων που δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί με τις τεχνικές αισθητήρων από δορυφόρους ή από αεροσκάφη. Οι αισθητήρες έχουν αναπτυχθεί ή είναι εν εξελίξει για να μετρήσουν της συνθήκες της καλλιέργειας και του εδάφους συμπεριλαμβανομένης της οργανικής ουσίας του εδάφους, της περιεκτικότητας του σε υγρασία, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, του θρεπτικού επιπέδου, και του συντελεστή ανάκλασης καλλιεργειών και ζιζανίων (Sudduth et Al, 1997).

Μερικοί σημαντικοί δείκτες μπορούν να καθοριστούν περισσότερο από τις σχέσεις τους με άλλες μεταβλητές παρά από τον άμεσο προσδιορισμό. Η εδαφολογική αγωγιμότητα είναι κατάλληλη για τις ταυτόχρονες δοκιμές, της αλατότητας, της εδαφολογικής υγρασίας, της οργανικής ουσίας, της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, του εδαφολογικού τύπου και της εδαφολογικής σύστασης, που διεξάγονται σε πραγματικό χρόνο.

#### **2.2.4 Συμβουλευτικό σύστημα τηλε-ενημέρωσης αγροτών για την άρδευση των καλλιεργειών**

Η ορθολογική χρήση του νερού είναι μια αναγκαιότητα σε περιοχές με έλλειψη νερού. Στην αναπτυγμένη γεωργία, οι απώλειες της παραγωγής λόγω μη σωστής θρέψης ή φυτο-υγείας έχουν μειωθεί σημαντικά, ενώ αυτές που έχουν σχέση με τη διαθεσιμότητα του νερού άρδευσης συνεχίζουν να είναι μεγαλύτερες από τις απώλειες που προκαλούνται από όλες τις άλλες αιτίες συνολικά. Γι' αυτό τα

τελευταία χρόνια γίνονται σημαντικές προσπάθειες προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα του νερού άρδευσης μέσω καλύτερης διαχείρισης.

Συμβουλευτικές υπηρεσίες άρδευσης μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά τους αγρότες στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τους περιβαλλοντικούς κινδύνους και συμβάλλοντας στην αειφορία του αγροτικού τομέα. Ένα τέτοιο πληροφοριακό σύστημα τηλε-ενημέρωσης των αγροτών για σχεδιασμό της άρδευσης, βασισμένο σε πραγματικά δεδομένα (κλιματικά, έδαφος, καλλιέργεια) αναπτύχθηκε και λειτουργεί στην Κρήτη στο πλαίσιο του προγράμματος BEWARE με στόχο να προωθήσει την ορθολογική χρήση του νερού άρδευσης. Η πληροφορία για την αρδευτική δόση στους αγρότες δίνεται με ένα απλό τηλεφώνημα, μέσω υπηρεσίας αυτόματης εξυπηρέτησης που χρησιμοποιεί την τεχνολογία αναγνώρισης φωνής. Οι αγρότες των περιοχών εφαρμογής ενημερώθηκαν για τη λειτουργία της αυτόματης τηλεφωνικής υπηρεσίας, για να δίνουν στο σύστημα τις αναγκαίες πληροφορίες (τοποθεσία καλλιέργειας, είδος καλλιέργειας, τύπος εδάφους, ημερομηνία προηγούμενης άρδευσης).

Για την καταγραφή της υγρασίας του εδάφους εγκαταστάθηκε ένα δίκτυο αισθητήρων υγρασίας εδάφους μέχρι βάθους ενός μέτρου και στα δύο τμήματα του αγρού. Παράλληλα γίνονταν μετρήσεις της υδατικής κατάστασης της καλλιέργειας και των φυσιολογικών λειτουργιών του φυτού που εξαρτώνται από αυτή (φωτοσύνθεση, διαπνοή κ.λπ.). Η ποσότητα του νερού άρδευσης καταγραφόταν με τη χρήση υδρομέτρων.

### **2.2.5 Συσχέτιση χαρτών παραγωγής και ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο βαμβάκι**

Η μελέτη των χαρτών παραγωγής βαμβακιού επί δύο χρόνια στην Ελλάδα έδειξε μεγάλη μεταβλητότητα της παραγωγής μέσα στο ίδιο χωράφι. Ακόμη και σε αγροτεμάχια μικρής έκτασης, ζώνες διαφορετικής παραγωγής είναι εμφανείς. Οι συστηματικοί παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή αφορούν τη δομή και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, που καθορίζουν άμεσα την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε κάθε σημείο του χωραφιού. Από μετρήσεις που έγιναν σε καλλιέργεια βαμβακιού στη χώρα μας και σε αγροτεμάχια της Κεντρικής Ελλάδας, προέκυψε ότι σε πολλά αγροτεμάχια υπάρχουν διαφορές στην παραγωγή που μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ζώνες διαφορετικής παραγωγής.

## 2.2.6 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων

Οι τεχνολογίες που παρέχουν πληροφορίες μπορούν να δώσουν την απάντηση στην αγορά και στις κοινωνικές πιέσεις. Υπάρχουν πλέον τεχνικές για να πραγματοποιούνται ακριβείς μετρήσεις και να υπάρχει συνεχής ενημέρωση για την κατάσταση του καλλιεργήσιμου εδάφους. Σήμερα, παρ' όλο ότι υπάρχει η δυνατότητα να αποκτηθούν δεδομένα μέσω εργαλείων όπως οι αισθητήρες που λειτουργούν δίνοντας συνεχείς πληροφορίες, τα όργανα ελέγχου παραγωγής και οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων, πολλές φορές δεν υπάρχει η δυνατότητα να ερμηνευτούν αυτά τα δεδομένα.

Όπως ακριβώς η αειφορική γεωργία χρειάζεται γνώσεις πολλών επιστημονικών κλάδων για να υλοποιηθεί, έτσι και η γεωργία ακριβείας προκύπτει ως σύγκλιση διάφορων τεχνολογιών με εφαρμογή σε αρκετές διαχειριστικές πρακτικές. Κάθε τομέας της τεχνολογίας που παρέχει πληροφορίες μικροηλεκτρονική, αισθητήρες, υπολογιστές, τηλεπικοινωνίες είναι μία εξελικτική διαδικασία συνεχούς βελτίωσης.



*Εικ. 2.1: Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων*

Οι αισθητήρες καλλιεργειών και εδάφους που λειτουργούν στα αγροτικά μηχανήματα, οι εφαρμογές λιπάσματος, και τα συστήματα χαρτογράφησης παραγωγής είναι τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο του τομέα της γεωργίας από την βιομηχανία. Η γεωργία ακριβείας περιλαμβάνει την ολοκλήρωση αυτών των τεχνολογιών πληροφοριών με την αγρονομική γνώση. Το επόμενο μεγάλο βήμα στον κόσμο της πληροφορικής, μετά τη δημιουργία του παγκοσμίου διαδικτυακού χώρου είναι η σύνδεση του ψηφιακού με τον φυσικό κόσμο.

Σχετικά με την παρατήρηση του φυσικού κόσμου μέσω του ψηφιακού, μέχρι πρόσφατα υπήρχαν αρκετοί περιορισμοί σε ότι σχετίζεται με την κλίμακα και την λεπτομέρεια τέτοιων παρατηρήσεων. Την κατάσταση αυτή έρχονται να αλλάξουν τα

ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, μια νέα κατηγορία δικτύων υπολογιστών που υπόσχονται, σε ένα βαθμό, να γεφυρώσουν τον φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο και να μας βοηθήσουν στην καλύτερη παρατήρησή του, αλλά και να γίνουν μέρος της καθημερινότητάς μας. Με τον όρο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων εννοούμε ένα πλήθος υπολογιστικών κόμβων, οι οποίοι διαθέτουν μικρό φυσικό μέγεθος, δυνατότητες ασύρματης επικοινωνίας και φέρουν αισθητήρες που τους επιτρέπουν να παρατηρούν διάφορα φυσικά μεγέθη (όπως θερμοκρασία, υγρασία, κτλ.). Το πλήθος των κόμβων, οι υπολογιστικές τους δυνατότητες, το μέγεθός τους, το είδος των αισθητήρων τους, κτλ, είναι όλοι τους παράγοντες που μεταβάλλονται και μπορούν να διαφέρουν ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται.

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων έχουν ξεκινήσει κάποια βήματα και στον χώρο της γεωργίας ακριβείας. Χρίζουν προσοχής, γιατί μπορεί να αποδειχθούν πολύτιμα στα χέρια κάποιου αγρότη που εφαρμόζει πρακτικές ακριβείας, και αυτό γιατί μπορούν να κάνουν μια σειρά από διαδικασίες και μετρήσεις που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο. Αυτές είναι:

#### Καλλιέργειες - Γεωργία ακριβείας:

- Πρόβλεψη ξεσπάσματος ασθενειών
- Προειδοποίηση - διάγνωση παγετού
- Διαχείριση άρδευσης
- Παρακολούθηση υγρασίας χώματος
- Παρακολούθηση υγρασίας φύλλων και προσβολής από ηλιακή ακτινοβολία
- Παρακολούθηση περιεκτικότητας αλάτων στο χώμα – Ηλεκτρική αγωγιμότητα χώματος
- Βελτιστοποίηση ελλειμματικού ποτίσματος (deficit irrigation)
- Εξοικονόμηση νερού

#### Επίσης είναι χρήσιμα και σε πιο γενικευμένους γεωργικούς τομείς όπως:

- Διαχείριση φυτωρίων
- Μελέτη μικροκλίματος - Μετεωρολογικοί σταθμοί
- Ρύπανση αέρα – Παρουσία χημικών ενώσεων
- Ρύπανση εδάφους και υδάτων
- Παρακολούθηση ποιότητας νερού
- Παρακολούθηση στάθμης και ροής νερού

Οι παραπάνω υπηρεσίες που προσφέρουν είναι απλά μερικά από τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων ενδείκνυνται για παρακολούθηση περιοχών που δεν έχουν υποδομές (γραμμές καλωδίων, δεδομένων, ρεύματος κλπ). Η εγκατάσταση και λειτουργία είναι γρήγορη και δεν απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία. Επίσης αναπροσαρμογή και αναδιάταξη των σημείων μέτρησης γίνεται με χαμηλό έως μηδενικό κόστος. Το συνολικό κόστος είναι πολύ χαμηλότερο σε σχέση με αντίστοιχα ενσύρματα συστήματα όπου απαιτούνται πολλά μέτρα καλωδίων. Τέλος είναι εύκολη η εγκατάσταση περισσότερων αισθητήρων και σε δυσκολότερα σημεία για πιο ακριβείς μετρήσεις.

### **2.2.7 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (ΣΓΠ) και λογισμικό χαρτογράφησης**

Το ΣΓΠ είναι μία οργανωμένη συλλογή από υπολογιστές, λογισμικό, γεωγραφικά δεδομένα και προσωπικό, σχεδιασμένη να λαμβάνει, αποθηκεύει, ενημερώνει, διαχειρίζεται, αναλύει, και παρουσιάζει όλα τα είδη της πληροφορίας του γεωγραφικού χώρου.

Τα ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα που μπορούν να αποθηκευτούν, να αναλυθούν, να ενσωματωθούν, και να επιδειχθούν σε διαφορετικές απεικονίσεις, διαμορφώνουν τον πυρήνα της γεωργίας ακριβείας. Το GIS μπορεί να αποθηκεύσει τα αγροτικά αρχεία των εισροών και των αποτελεσμάτων τους σε μια χωρική σειρά. Παραδείγματος χάριν, τα δεδομένα που αφορούν τις εφαρμογές αμειψισποράς, του οργώματος, των θρεπτικών ουσιών και των φυτοφαρμάκων, της καλλιέργειας, του εδαφολογικού τύπου, των δρόμων, μπορούν να αποθηκευτούν σε διαφορετικά layer. Το GIS θα ενισχύσει άλλα συστατικά της γεωργίας ακριβείας όπως η παρακολούθηση της παραγωγής και της έρευνας που διεξάγεται στο αγροτεμάχιο (δηλ., μοντέλα καλλιέργειών και τεστ αποτελεσματικότητας) καθώς επίσης θα παράσχει την καλύτερη τήρηση αρχείων για τους παραγωγούς.

### 2.2.8 Συστήματα χαρτογράφησης συγκομιδής (Yield mapping Systems)

Τα συστήματα χαρτογράφησης συγκομιδής καταγράφουν τη σχετική κατανομή του χώρου της παραγωγής ενώ γίνεται η συγκομιδή. Αυτά τα συστήματα συλλέγουν στοιχεία όσον αφορά την καλλιέργεια και χαρακτηριστικά όπως η περιεκτικότητα σε υγρασία. Οι χάρτες που προκύπτουν μπορούν να επεξηγήσουν εντυπωσιακά τους τομείς της παραλλακτικότητας της παραγωγής είτε από τις φυσικές διαδικασίες είτε από τις γεωργικές πρακτικές. Επειδή η απόδοση είναι ένας βασικός παράγοντας στις περισσότερες αποφάσεις διαχείρισης, οι ακριβείς χάρτες παραγωγής επιδιώκονται για να επιβεβαιώσουν τις αποφάσεις του χειρισμού του χώρου.



Εικ. 2.2 : Αισθητήρες υγρασίας εδάφους.

Τα όργανα καταγραφής συγκομιδής έχουν αναπτυχθεί για μερικές μόνο καλλιέργειες, κυρίως σιτηρών και δημητριακών. Αξιόπιστα όργανα ελέγχου για τα λαχανικά, τα φρούτα, το βαμβάκι, και άλλες μεγάλης αξίας συγκομιδές είναι αυτήν την περίοδο υπό ανάπτυξη αλλά δεν είναι ακόμα ευρέως διαθέσιμα. Η παραγωγή είναι δυσκολότερο να ελεγχθεί για τα φρούτα ή άλλες καλλιέργειες που μαζεύονται με το χέρι. Η χρήση των οργάνων ελέγχου παραγωγής περιορίζεται αυτήν την περίοδο στις καλλιέργειες που συλλέγονται μηχανικά σε ένα ενιαίο πέρασμα, όπως οι πατάτες, τα ζαχαρότευτλα, και οι ντομάτες επεξεργασίας. Άλλες τεχνικές όπως η τηλεπισκόπιση μπορούν να παρέχουν εναλλακτικές λύσεις για τα όργανα ελέγχου.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η αειφορική γεωργία παρουσιάζει μια εντελώς νέα αντίληψη στον χώρο της γεωργίας. Αποβλέπει στην διαφοροποίηση της συμβατικής γεωργίας καθώς στοχεύει σε συγκεκριμένους τομείς και κρίνεται αναγκαία η μετάβαση από την συμβατική στην αειφορική γεωργία. Αυτό γιατί η συμβατική γεωργία έχει επίδραση αρνητική σε όλο το οικοσύστημα του πλανήτη μας.
- Η λανθασμένη διαχείριση της γεωργίας έχει επιφέρει ρύπανση αέρα και υδάτων, αλλοίωση εδάφους, απειλεί την βιοποικιλότητα, παρουσιάζεται μείωση υδατινών πόρων, αλλοίωση αγροτικών προϊόντων και άρα φόβος κατανάλωσης και πολλά ακόμη αρνητικά που παρουσιάστηκαν.
- Η αειφορική γεωργία έχει τις λύσεις σε κάθε πρόβλημα και ανησυχία που προκύπτει. Κρίνεται επιτακτική η ανάγκη μετάβασης σε αειφορικές λύσεις καθώς προτείνονται εφικτές τακτικές διατήρησης του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα λαμβάνονται υπόψη όλοι οι κοινωνικοί παράγοντες και προβλέπεται η οικονομική πλευρά της γεωργίας που ως σκοπό έχει την διαβίωση της αγροτικής οικογένειας που αποτελεί την βάση της κοινωνίας μας.
- Οι δείκτες της αειφορικής γεωργίας και η προβολή τους σε κυβερνήσεις και οργανισμούς παίζουν πρωτεύοντα ρόλο. Αυτή η προσπάθεια συγκέντρωσης στοιχείων για την εκτίμηση της αειφορίας είναι πολύ σημαντική γιατί αναγνωρίζει τους στόχους και εξετάζει στατιστικές κάνοντας εφικτή την επίτευξη των στόχων.
- Η ενημέρωση των αγροτών για την αναγκαιότητα χρήσης των νέων τεχνολογιών και η προβολή της αειφορικής γεωργίας κρίνεται απαραίτητη.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσσες πηγές:

- Brooks M. (1999). 'Alien annual grasses and fire in the Mojave Desert.' Publisher: Madrono.
- Callaway B., Francis C. (1993) - 'Crop Improvement for Sustainable Agriculture' - University of Nebraska Press
- Doran, J.W., Saffey, M. (1997) – 'Defining and assessing soil health and sustainable productivity', Biological Indicators of Soil Health, CAB International, New York.
- Doran, J.W., Sarantonio, M., Leibig, M. (1996) – 'Soil health and sustainability.' Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Gomez, F., Barazangi, M., and Bensaid, M. (1996) – 'Active tectonism in the intracontinental Middle Atlas Mountains of Morocco: Synchronous crustal shortening and extension' Journal of the Geological Society of London, 153, 389-402, 1996.
- Goodland, R. (1995) – 'The Concept of Environmental Sustainability.' - Annual Review of Ecology and Systematics
- Heieh, S.C. (2005) – 'Organic farming for sustainable agriculture in Asia with special reference to Taiwan experience, National Pingtung University of Science and Technology.' Available online (accessed on 31 January 2010): <http://www.agnet.org/library/eb/558/>
- Hill, D.P., Bailey, R.A., Sorey, M.L., Hendley, J.W. II, and Stauffer, P.H., (1997) – 'Living With a Restless Caldera' Long Valley, California: U.S. Geological Survey Fact Sheet 108-96
- IUCN/UNEP/WWF (1991) - 'Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living'. Gland, Switzerland.
- Jackson W. (1994) – 'Becoming native to this place' , Published by The University Press Of Kentucky
- Komatsuzaki M. – Ohta H. (2007), 'Soil management practice for sustainable agroecosystem.' - College of Agriculture, Ibaraki University
- Man Yu (2000) 'Economic and environmental evaluation of precision farming practices in irrigated cotton production – Dissertation in agricultural and applied economics' – Texas Tech University



- Moran, E. C., Helfand, D. J., Becker, R. H., & White, R. L. (1996) – ‘The Einstein two-sigma catalog’
- OECD (1998), OECD ‘Work on Sustainable Development, a discussion paper on work to be undertaken over the period 1998-2001’, see OECD web-site: <http://www.oecd.org>.
- Pykh, Y.A., Hyatt, D.E. and Lenz, R.J.M., eds (1999) – ‘Advances in Sustainable Development: Environmental Indices Systems Analysis Approach.’ Oxford, -EOLSS Publishers.
- Sadler E. J. , Russell G. (1997) – ‘The state of site-specific management for agriculture’, Madison WI USA
- Sudduth K.A., Hummel J.W., Birrell S.J. (1997) – ‘Sensors for site-specific management.’ Madison, WI.
- Vosti S., Reardon T. (1999) - ‘Sustainability, Growth, and Poverty Alleviation: A Policy and Agroecological Perspective’ , Publisher: Springer

#### **Ελληνικές πηγές:**

- AgroPlan (2005) – ‘Εγχειρίδιο επαγγελματικής κατάρτισης’ - Ενότητα 3: Αειφορική Γεωργία και Περιβάλλον
- FOCUS περιοδικό (2000) - Τεύχος Νο 6 (Αύγουστος 2000)
- Αγγελίδης Ζ., Παπαδοπούλου Π., Αθανασίου Χρ. (2004) – ‘Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και τη Βιωσιμότητα’, Θεσσαλονίκη, Δ/νση Δ/θμιας Εκπ/σης Ανατ. Θεσ/νίκης, Γραφείο Π.Ε
- Δαουτόπουλος, Γ., (2002) “ Αειφορική γεωργία: Το όραμα της ελληνικής γεωργίας” Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία, Ιανουάριος 2002
- Κάνταρος Η. (2007) - Εφημερίδα ΟΙΚΟ-ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ : ‘Το νερό στην γεωργία’ - <http://www.ecofinder.gr/article> (search : αειφόρος γεωργία και κλιματική αλλαγή)
- Καρυδάς Χ. , Συλλαίος Ν. – ‘Πεδία και τρόποι καταγραφής της παραλλακτικότητας στην γεωργία ακριβείας’ - ([http://users.auth.gr/~silleos/new\\_page\\_6.htm](http://users.auth.gr/~silleos/new_page_6.htm))
- Καρυδάς Χ., Συλλαίος Ν. (2000) - ‘Γεωργία Ακριβείας: Περιγραφή της μεθόδου – Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές’, 2ο ειδικό συνέδριο “Πληροφοριακά συστήματα στον Αγροτικό Τομέα” της Ελληνικής

Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών, Χανιά, 10/2000, Πρακτικά : σελ. 134-146

- Κουτσούρης, Α., (2002) ‘Αειφορική γεωργία’ Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Ζυγός
- Μυλωνάς Γ. (2008) – ‘Σχεδιασμός, προσομοίωση και πειραματική ανάπτυξη πρωτοκόλλων διάδοσης πληροφορίας και εφαρμογών σε ασύρματα δίκτυα αισθητήρων’ – Διδακτορική Διατριβή – Πανεπιστήμιο Πατρών Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής
- Σακελλαριάδης, Σ., (2000), ‘Οικοσυστήματα – ειδικά θέματα αειφορικής γεωργίας’ Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη
- Σακιώτης Γ. (2003) – ‘Η δημόσια συζήτηση στην Ελλάδα για την αειφόρο ανάπτυξη’ – Οικοτοπία περιοδικό τεύχος 24, σελ. 74-79, Ιανουάριος-Μάρτιος 2003
- Σιαρδός, Γ.,(2002), ‘Αειφορική γεωργία και ανάπτυξη’, Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Ζυγός
- Σιδηράς, Ν., (1999). ‘Οργανική λίπανση και αμειψισπορές’ ΔΗΩ Αθήνα
- Φλογαΐτη, Ευ. (2006), ‘Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την αειφορία’, Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα.
- Φτάκα Α. (2006) – ‘Η γεωργία ακριβείας ως εργαλείο της γεωργικής πρακτικής για την αειφόρο ανάπτυξη’ - MSc Thesis, Environmental Science Department University of the Aegean.
- Χαρτζουλάκης Κ., Μπερτάκη Μ. (2009) - Πρακτικά 25<sup>ου</sup> συνεδρίου της Ελληνικής εταιρίας επιστήμης Οπωροκηπευτικών – Τεύχος Α – ‘Ορθολογική διαχείριση του νερού άρδευσης: αναγκαιότητα για αειφόρο αγροτική ανάπτυξη’ - ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών, 73100 Χανιά, Κρήτης

**Πηγές από το διαδίκτυο:**

[http://eap.mcgill.ca/AASA\\_1.htm](http://eap.mcgill.ca/AASA_1.htm)

<http://el.wikipedia.org/wiki> (search: αμειψισπορά)

<http://markos-arthra.blogspot.com> (search: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 2010)

[http://newsmessinia.blogspot.com/2010/09/blog-post\\_1592.html](http://newsmessinia.blogspot.com/2010/09/blog-post_1592.html)

<http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/ELFactSheet-05.pdf>

[http://www.comoutos.gr/downloads/articles/bio/bioarticle\\_004.htm](http://www.comoutos.gr/downloads/articles/bio/bioarticle_004.htm)  
[http://www.eoc.csiro.au/aciarc/book/PDF/Monograph\\_84\\_Chapter\\_24.pdf](http://www.eoc.csiro.au/aciarc/book/PDF/Monograph_84_Chapter_24.pdf)  
<http://www.ersc.wisc.edu/>  
[http://www.highlands.state.nj.us/njhighlands/master/tr\\_sustainable\\_ag.pdf](http://www.highlands.state.nj.us/njhighlands/master/tr_sustainable_ag.pdf)  
<http://www.inventorengineering.gr/apps-environmental.shtml>  
[http://www.itr.si/javno/youth\\_farm/el/agriculture2.html](http://www.itr.si/javno/youth_farm/el/agriculture2.html) (Κεφ. 3.1 , 3.3 )  
<http://www.kee.gr/perivallontiki/teacher6.html>  
[http://www.usaid.gov/pubs/usaid\\_eval/pdf\\_docs/pnaby214.pdf](http://www.usaid.gov/pubs/usaid_eval/pdf_docs/pnaby214.pdf)

