



Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και
Περιφερειακής Ανάπτυξης

Προπτυχιακή διπλωματική εργασία

Αγροδασοπονικά συστήματα: κατανομή, χρησιμότητα και
αξιολόγηση των ωφελειών τους.

Agroforestry systems: distribution, utility and assessment of
their benefits

Φοιτητής: Γεώργιος Φωτόπουλος

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Όλγα Χριστοπούλου

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2024

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τις πολύπλευρες πτυχές των συστημάτων αγροδασοπονίας, εστιάζοντας στη χρησιμότητά τους και τη συνολική αξιολόγηση των οφελών τους. Η αγροδασοπονία, η ολοκληρωμένη προσέγγιση της χρήσης γεωργικών και δασοκομικών πρακτικών στην ίδια γη, έχει αναγνωριστεί ως στρατηγική βιώσιμης διαχείρισης γης που ενισχύει τη βιοποικιλότητα, βελτιώνει τη δομή του εδάφους κι αυξάνει τη δέσμευση άνθρακα παρέχοντας παράλληλα οικονομική σταθερότητα στις κοινότητες. Η ανάλυση εμβαθύνει στα οικολογικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη της αγροδασοπονίας και προσδιορίζει τις κύριες προκλήσεις και ευκαιρίες που επηρεάζουν την εφαρμογή της παγκοσμίως. Μέσω λεπτομερούς βιβλιογραφικής ανασκόπησης και συγκριτικών περιπτώσιολογικών μελετών, αυτή η έρευνα υπογραμμίζει τις δυνατότητες της αγροδασοπονίας να συμβάλλει σημαντικά στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι με επαρκή υποστήριξη μέσω πολιτικής, έρευνας και πρακτικής, η αγροδασοπονία μπορεί να αποτελέσει ακρογωνιαίο λίθο για την επίτευξη οικολογικής και κοινωνικο-οικονομικής ανθεκτικότητας στα αγροτικά τοπία.

Λέξεις κλειδιά: Αγροδασοπονία, βιώσιμη διαχείριση γης, βιοποικιλότητα, υγεία του εδάφους, δέσμευση άνθρακα, οικονομικά οφέλη, αειφόρος ανάπτυξη, υποστήριξη πολιτικής.

Abstract

This thesis explores the information about what agroforestry system is, where people practice agroforestry system, how people use agroforestry system and finally description and comparison of agroforestry system advantages. Agroforestry, the integrated approach of using agricultural and forestry practices on the same land, has been recognized as a sustainable land management strategy that enhances biodiversity, improves soil structure and increases carbon sequestration while providing economic stability to communities. This paper will discuss why it is necessary to engage in agroforestry, what it is all about in terms of the advantages that come with it, the disadvantages and options that define agroforestry and possibilities of the activity all over the world. As claimed by the review of the materials and the comparison of the cases integrated in the present research, it is possible to conclude that there is a high potential of the agroforestry that will be able to facilitate the achievement of SDGs. This argumentation of the results implies that provided appropriate policy support, research-and-development, and practice, agroforestry might turn into the cornerstone of ecological and socio-economic equilibriums in these environments.

Keywords: Agroforestry, sustainable land management, biodiversity, soil health, carbon sequestration, economic benefits, sustainable development, policy support.

Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Στις σπουδές μου ήταν καθοριστική η συμβολή των καθηγητών μου στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα, στους οποίους οφείλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Ιδιαίτερα επιθυμώ να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια για την παρούσα διπλωματική εργασία, κα Όλγα Χριστοπούλου, για την επιστημονική και συμβουλευτική καθοδήγηση που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας με τις εύστοχες και πολύ εποικοδομητικές παρατηρήσεις της.

Οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους συναδέλφους μου, χωρίς τη βοήθεια των οποίων δε θα ήταν δυνατή η διεξαγωγή της έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για τη στήριξη και την κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της πορείας μου. Χωρίς τη συνεισφορά και την υποστήριξη τους, δεν θα ήταν δυνατόν να ολοκληρώσω αυτή την εργασία επιτυχώς. Ευχαριστώ θερμά όλους σας για την υποστήριξή σας και τη συνεισφορά σας σε αυτή τη διπλωματική εργασία.

Δήλωση

Βεβαιώνω ότι η παρούσα εργασία είναι δική μου, δεν έχει συγγραφεί από άλλο πρόσωπο με ή χωρίς αμοιβή, δεν έχει αντιγραφεί από δημοσιευμένη ή αδημοσίευτη εργασία άλλου και δεν έχει προηγουμένως υποβληθεί για βαθμολόγηση στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ή αλλού. Βεβαιώνω ότι είμαι εν γνώσει των κανόνων περί λογοκλοπής του ΤΜΧΠΠΑ και ότι στο πλαίσιο αυτού έχουν τηρηθεί όλοι οι κανόνες κατά την ακαδημαϊκή δεοντολογία, σχετικά με αναφορές, βιβλιογραφία, κ.λπ., τόσο από έντυπες όσο και από ηλεκτρονικές πηγές. Σε περίπτωση λογοκλοπής αποδέχομαι όλες ανεξαιρέτως τις ποινές που προβλέπουν οι εκάστοτε Κανονισμοί του ΠΘ ή και του ΤμΧΠΠΑ.

Ημερομηνία: 18/07/2024

Ονοματεπώνυμο: Γεώργιος Φωτόπουλος

Υπογραφή:

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Ιστορικό διάγραμμα παραδοσιακών αγροδασικών πρακτικών.....	10
Εικόνα 2: Διάγραμμα διαφορετικών τύπων αγροδασικών συστημάτων.....	12
Εικόνα 3: Σύγκριση των παραδοσιακών και σύγχρονων αγροδασικών συστημάτων	25
Εικόνα 4: Γράφημα που συνοψίζει τα οφέλη των συστημάτων αγροδασοπονίας.....	32
Εικόνα 5: Ένα επιτυχημένο αγροδασικό σύστημα στην πράξη	40

Κατάλογος ακρωνυμίων και συντομογραφιών

- GIS - Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών
- ΜΚΟ - Μη Κυβερνητική Οργάνωση
- Κ.Λ.Π. – Και Λοιπά

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	4
1.1 Ιστορικό για τη σημασία των Αγροδασοπονικών Συστημάτων	4
1.2 Επισκόπηση της Δομής της διπλωματικής	6
Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία	8
Κεφάλαιο 3: Ιστορική και Εννοιολογική Επισκόπηση Αγροδασοπονικών Συστημάτων	11
3.1 Ορισμοί Αγροδασοπονικών Συστημάτων	11
3.2 Ταξινομήσεις Αγροδασοπονικών Συστημάτων	14
3.3 Χρησιμότητα και Αξιολόγηση Αγροδασοπονικών Συστημάτων	15
3.4 Ιστορική Ανάπτυξη και Υιοθέτηση Αγροδασοπονικών Πρακτικών σε παγκόσμιο και περιφερειακό επίπεδο	17
Κεφάλαιο 4: Κατανομή και Υιοθέτηση Αγροδασοπονικών Συστημάτων	20
4.1 Γεωγραφική Κατανομή Αγροδασοπονικών Συστημάτων	20
4.2 Περιφερειακή δυναμική στην Αγροδασική Υιοθέτηση	22
4.3 Αγροδασοπονία: Η κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα	24
4.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση και τη βιωσιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων	27
4.5 Στρατηγικές για την ενίσχυση της υιοθέτησης της αγροδασοπονίας	29
Κεφάλαιο 5: Χρησιμότητα και Οφέλη Αγροδασοπονικών Συστημάτων	32
5.1 Επισκόπηση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση των οφελών	32
5.2 Οικονομικά Οφέλη	34
5.3 Περιβαλλοντικά Οφέλη	37
5.4 Κοινωνικά και Πολιτιστικά Οφέλη	39
5.5 Προκλήσεις και περιορισμοί στις τρέχουσες πρακτικές αξιολόγησης	42
5.6 Ευκαιρίες για βελτίωση και καινοτομία στις μεθόδους αξιολόγησης	44

Κεφάλαιο 6: Μέθοδοι Αξιολόγησης και Εκτίμηση Αποτελεσμάτων 47

6.1 Ανάλυση Μελέτης Περίπτωσης και Συγκριτικές Αξιολογήσεις.....	47
6.2 Ανασκόπηση Οικονομικών, Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Ωφελειών	48
6.2.1 Οικονομικά οφέλη:.....	49
6.2.2 Περιβαλλοντικά οφέλη:.....	49
6.2.3 Κοινωνικά οφέλη:	50
6.3 Λεπτομερής επισκόπηση των προκλήσεων και των περιορισμών	51
6.4 Σύνθεση Μεθοδολογιών και Συστάσεις για Μελλοντικές Αξιολογήσεις.....	52
6.5 Ανάπτυξη νέων δεικτών και εργαλείων	54

Κεφάλαιο 7: Προκλήσεις, Ευκαιρίες και Μελλοντικές Κατευθύνσεις 57

7.1 Σύνθεση των κύριων προκλήσεων που αντιμετωπίζει η εφαρμογή της αγροδασοπονίας	57
7.2 Ευκαιρίες για έρευνα, πολιτική και πρακτική	59
7.3 Συστάσεις για ενδιαφερόμενους φορείς και φορείς χάραξης πολιτικής	61

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα 64

8.1 Σύνοψη Κύριων Ευρημάτων	64
-----------------------------------	----

Βιβλιογραφία 65

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Ιστορικό για τη σημασία των Αγροδασοπονικών Συστημάτων

Τα αγροδασικά συστήματα αντιπροσωπεύουν μια πρακτική βιώσιμης διαχείρισης γης που ενσωματώνει τα δέντρα με τις καλλιέργειες ή τις κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Αυτά τα συστήματα έχουν σχεδιαστεί για να επωφελούνται από τα διαδραστικά οφέλη που προκύπτουν από το συνδυασμό δέντρων και θάμνων με γεωργικές καλλιέργειες ή/και ζώα. Μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τις υπηρεσίες οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένης της δέσμευσης άνθρακα, της βελτίωσης του εδάφους και της διατήρησης της βιοποικιλότητας, συμβάλλοντας έτσι στους ευρύτερους στόχους της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας (Nair, 2011; Moreno & Rolo, 2019). Οι Papanastasis et al. (2009) υπογραμμίζουν πώς έχουν εξελιχθεί τα παραδοσιακά αγροδασικά συστήματα στην Ελλάδα, ενσωματώνοντας δέντρα και καλλιέργειες για την ενίσχυση της παραγωγικότητας της γης, την προώθηση της βιοποικιλότητας και την υποστήριξη των αγροτικών μέσων διαβίωσης, επιδεικνύοντας μια μακροχρόνια δέσμευση για πρακτικές βιώσιμης διαχείρισης γης. Οι αγροδασοπονικές πρακτικές αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο όχι μόνο για τα οικολογικά τους οφέλη αλλά και για το ρόλο τους στη βελτίωση της επισιτιστικής ασφάλειας και της οικονομικής ανθεκτικότητας στις αγροτικές κοινότητες (Leakey, 2012; Kay et al., 2019).



Εικόνα 1: Ιστορικό διάγραμμα παραδοσιακών αγροδασικών πρακτικών

Η πολυλειτουργικότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων επιτρέπει την ταυτόχρονη παραγωγή πολλαπλών καλλιεργειών και δασικών προϊόντων, τα οποία μπορούν να παρέχουν οικονομική σταθερότητα στις αγροτικές κοινότητες διαφοροποιώντας τις πηγές εισοδήματος και μειώνοντας τον κίνδυνο. Επιπλέον, η ενσωμάτωση πολυετούς βλάστησης σε γεωργικά τοπία μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη δομή του εδάφους, ενισχυμένη διείσδυση νερού και μειωμένη διάβρωση, βελτιώνοντας έτσι τις αποδόσεις των καλλιεργειών με την πάροδο του χρόνου (Beer et al., 1990; Lin, 2010). Τα αγροδασικά συστήματα έχουν επίσης αποδειχθεί ότι ρυθμίζουν τις καλλιέργειες έναντι των ακραίων καιρικών συνθηκών, όπως οι ξηρασίες και οι έντονες βροχοπτώσεις, οι οποίες γίνονται πιο συχνές λόγω της κλιματικής αλλαγής (Lasco et al., 2011; Dawson et al., 2014).

Από οικονομική άποψη, η αγροδασοπονία έχει διαπιστωθεί ότι είναι επωφελής αυξάνοντας την παραγωγικότητα της γης και παρέχοντας πιο βιώσιμες επιλογές διαβίωσης. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα αγροδασικά συστήματα μπορούν να αυξήσουν τη συνολική παραγωγή και την κερδοφορία ανά εκτάριο σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία (Gross, 2022; Montagnini & Nair, 2004). Τα περιβαλλοντικά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της ενισχυμένης βιοποικιλότητας και των υπηρεσιών οικοσυστήματος, συμβάλλουν στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των γεωργικών τοπίων (Bhagwat et al., 2008; Biederman & Harpole, 2013). Επιπλέον, τα αγροδασικά συστήματα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανακύκλωση και αποθήκευση άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι στις προσπάθειες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής (Kumar & Nair, 2011; Zomer et al., 2016).

Όσον αφορά τα κοινωνικά οφέλη, η αγροδασοπονία μπορεί να οδηγήσει σε ισχυρότερους κοινοτικούς δεσμούς και βελτιωμένη ποιότητα ζωής για τους αγρότες παρέχοντας πιο σταθερά γεωργικά εισοδήματα και διαφοροποιώντας τις πηγές τροφίμων, που ενισχύουν την επισιτιστική ασφάλεια και τη διατροφή (Antwi-Agyei et al., 2021; Mantzanas et al., 2016).

Επιπλέον, τα αγροδασικά συστήματα μπορούν να προσαρμοστούν σε διάφορες κοινωνικο-οικονομικές και οικολογικές συνθήκες, γεγονός που τα καθιστά μια ευέλικτη επιλογή για την αντιμετώπιση τοπικών και περιφερειακών περιβαλλοντικών προκλήσεων (Den Herder et al., 2016; Den Herder et al., 2017). Η προσαρμοστικότητα και η επεκτασιμότητα της αγροδασοπονίας την καθιστούν ελκυστική επιλογή για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τους σχεδιαστές που στοχεύουν στην επίτευξη πολλαπλών αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών στόχων (Pantera et al., 2018; Norgrove & Beck, 2016).

Παρά αυτά τα οφέλη, η υιοθέτηση αγροδασοπονικών πρακτικών ποικίλλει ευρέως σε διάφορες περιοχές λόγω διαφόρων παραγόντων και εμποδίων, συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων κατοχής γης, της έλλειψης γνώσης και της ανεπαρκούς πολιτικής υποστήριξης (Kizos & Plieninger, 2008; Ntawuruhunga et al., 2023). Η αποτελεσματική εφαρμογή αγροδασοπονικών συστημάτων απαιτεί την κατανόηση αυτών των παραγόντων για την προσαρμογή των αγροδασοπονικών πρακτικών στις τοπικές ανάγκες και συνθήκες (Meragiaw, 2017; Shaffril et al., 2018).

Συνολικά, τα αγροδασικά συστήματα προσφέρουν μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για βιώσιμες γεωργικές και δασικές πρακτικές που ωφελούν τόσο τους ανθρώπους όσο και τον πλανήτη. Παρέχοντας μια δυναμική και ολοκληρωμένη χρήση των πόρων γης, η αγροδασοπονία αντιπροσωπεύει μια βασική λύση για την επίτευξη στόχων βιώσιμης ανάπτυξης, ιδιαίτερα σε περιοχές που απειλούνται από την υποβάθμιση της γης, τη λειψυδρία και την απώλεια βιοποικιλότητας (Jose, 2009; Garrity, 2004). Η συνεχιζόμενη έρευνα και ανάπτυξη στις αγροδασοπονικές πρακτικές είναι ζωτικής σημασίας για την ενίσχυση της υιοθέτησής τους και τη βελτιστοποίηση των οφελών τους σε διαφορετικές οικολογικές ζώνες και γεωργικά συστήματα (Udawatta & Jose, 2012; Casanova-Lugo et al., 2016).

1.2 Επισκόπηση της Δομής της διπλωματικής

Η παρούσα διπλωματική οργανώνεται σε πολλά κεφάλαια που διερευνούν συστηματικά το αντικείμενο της αγροδασοπονίας:

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία. Περιγράφει τη διαδικασία βιβλιογραφικής ανασκόπησης που χρησιμοποιείται για τη συλλογή και ανάλυση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και τα κριτήρια επιλογής πηγών.

Κεφάλαιο 3: Ιστορική και Εννοιολογική Επισκόπηση των Αγροδασοπονικών Συστημάτων. Παρέχει ορισμούς, ταξινομήσεις και την ιστορία ανάπτυξης των αγροδασοπονικών πρακτικών σε παγκόσμιο και περιφερειακό επίπεδο.

Κεφάλαιο 4: Κατανομή και Υιοθέτηση Αγροδασοπονικών Συστημάτων. Εξετάζει τη γεωγραφική κατανομή και τους παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση αγροδασοπονικών συστημάτων, με ιδιαίτερη έμφαση στην Ελλάδα.

Κεφάλαιο 5: Χρησιμότητα και Οφέλη των Συστημάτων Αγροδασοπονίας. Αξιολογεί τα διάφορα οφέλη της αγροδασοπονίας, συμπεριλαμβανομένων των οικολογικών, οικονομικών και κοινωνικών αποτελεσμάτων.

Κεφάλαιο 6: Μέθοδοι Αξιολόγησης και Εκτίμηση Αποτελεσμάτων. Αναλύει διαφορετικές μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των αγροδασοπονικών συστημάτων και την αποτελεσματικότητά τους.

Κεφάλαιο 7: Προκλήσεις, Ευκαιρίες και Μελλοντικές Κατευθύνσεις. Προσδιορίζει τις κύριες προκλήσεις και ευκαιρίες για τη αγροδασοπονία και προσφέρει συστάσεις για τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα. Συνοψίζει τα ευρήματα, συζητά τις συνεισφορές της μελέτης και προτείνει τομείς για μελλοντική έρευνα.

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία αυτής της διπλωματικής εργασίας επικεντρώνεται κυρίως σε μια ολοκληρωμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει τη συστηματική συλλογή, ανάλυση και σύνθεση της υπάρχουσας ερευνητικής βιβλιογραφίας που σχετίζεται με τα αγροδασικά συστήματα, εστιάζοντας ειδικά στην χρησιμότητα και την αξιολόγησή τους. Ο στόχος της χρήσης μιας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι η συγκέντρωση και η ερμηνεία του τεράστιου όγκου της υπάρχουσας γνώσης για τη αγροδασοπονία για τον εντοπισμό τάσεων, κενών και περιοχών για μελλοντική έρευνα, καθώς και για την κατανόηση του θέματος με βάση παλαιότερες και τρέχουσες επιστημονικές εργασίες.

Η διαδικασία συλλογής δεδομένων για αυτή τη βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει σχεδιαστεί σχολαστικά για να συγκεντρώσει ένα ολοκληρωμένο φάσμα δημοσιευμένης βιβλιογραφίας που εξετάζει τις διάφορες πτυχές των συστημάτων αγροδασοπονίας. Αυτό περιλαμβάνει μια συστηματική αναζήτηση μέσω ακαδημαϊκών βάσεων δεδομένων για να διασφαλιστεί η συμπερίληψη σχετικών μελετών υψηλής ποιότητας.

Ακαδημαϊκές βάσεις δεδομένων και μηχανές αναζήτησης που χρησιμοποιούνται:

Για να διασφαλιστεί η διεξοδική επισκόπηση της βιβλιογραφίας, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες βάσεις δεδομένων:

JSTOR και ScienceDirect: Αυτές οι πλατφόρμες επιλέγονται για τις εκτενείς συλλογές επιστημονικών περιοδικών που καλύπτουν περιβαλλοντική επιστήμη και γεωργικά θέματα.

SpringerLink και Scopus: Αυτές οι βάσεις δεδομένων παρέχουν πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα δημοσιεύσεων για τη δασοπονία και τη βιώσιμη διαχείριση της γης, συμπεριλαμβανομένων βιβλίων και άρθρων συνεδρίων.

Web of Science: Γνωστό για την ολοκληρωμένη ευρετηρίαση αναφορών, αυτό το εργαλείο βοηθά στον εντοπισμό έρευνας με υψηλή αναφορά που είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των τάσεων και των εξελίξεων στη αγροδασοπονία.

Στρατηγική αναζήτησης:

Η αναζήτηση βιβλιογραφίας περιλαμβάνει συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά και φράσεις που συνδέονται άμεσα με τις βασικές πτυχές της διατριβής. Αυτά περιλαμβάνουν:

"agroforestry systems"

"sustainable land management"

"ecosystem services of agroforestry"

"adoption of agroforestry"

"economic benefits of agroforestry"

"environmental impact of agroforestry"

"social benefits of agroforestry"

"evaluation methods in agroforestry"

Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού

Μόνο οι δημοσιεύσεις από το έτος 2010 και μετά θεωρείται ότι επικεντρώνονται στις πρόσφατες εξελίξεις και τις τρέχουσες τάσεις στην έρευνα στη αγροδασοπονία.

Η βιβλιογραφία πρέπει να περιλαμβάνει εμπειρικές μελέτες που παρέχουν δεδομένα για τις επιπτώσεις των αγροδασοπονικών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων περιπτώσιολογικών μελετών ή συγκριτικών αναλύσεων.

Περιλαμβάνονται θεωρητικές εργασίες εάν συμβάλλουν στην εννοιολογική πρόοδο στις αγροδασοπονικές πρακτικές ή στις μεθοδολογίες αξιολόγησης.

Δημοσιεύσεις σε άλλες γλώσσες εκτός από τα αγγλικά αποκλείονται λόγω των γλωσσικών ικανοτήτων του ερευνητή.

Η γκρίζα βιβλιογραφία, όπως κυβερνητικές εκθέσεις ή διατριβές, περιλαμβάνεται όταν προσφέρει σημαντικές πληροφορίες ή δεδομένα που δεν είναι διαθέσιμα σε περιοδικά με κριτές.

Αυτή η μεθοδική προσέγγιση στη συλλογή δεδομένων διασφαλίζει ότι η επισκόπηση καλύπτει ένα ευρύ φάσμα έρευνας για τη αγροδασοπονία, παρέχοντας μια σταθερή βάση για την ανάλυση της κατανομής, της χρησιμότητας και της αξιολόγησης αυτών των συστημάτων.

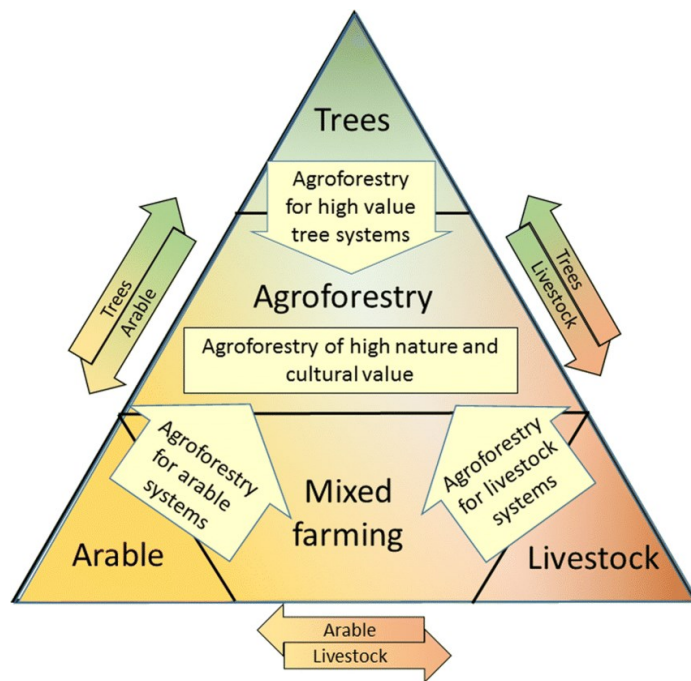
Με την τήρηση αυτών των λεπτομερών διαδικασιών, η εργασία στοχεύει να συμπυκνώσει τις πιο σχετικές και ενημερωμένες γνώσεις στον τομέα της αγροδασοπονίας.

Κεφάλαιο 3: Ιστορική και Εννοιολογική Επισκόπηση Αγροδασοπονικών Συστημάτων

Η Αγροδασοπονία, ένα σύνθετο και πολυλειτουργικό σύστημα διαχείρισης γης, συνδυάζει στοιχεία δασοπονίας και γεωργίας για τη δημιουργία βιώσιμων και παραγωγικών τοπίων. Προάγει τις οικολογικές και οικονομικές αλληλεπιδράσεις που ωφελούν τόσο το περιβάλλον όσο και τις κοινότητες που εξαρτώνται από τη γη (Nair, 2009). Στην Ελλάδα, η ιστορική εξέλιξη των αγροδασοπονικών συστημάτων αναδεικνύει τη μακροχρόνια ενοποίηση των γεωργικών και δασικών πρακτικών. Οι Papanastasis et al. (2009) παρέχουν μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση του τρόπου με τον οποίο έχουν εξελιχθεί τα παραδοσιακά ελληνικά αγροδασικά συστήματα από τη νεολιθική περίοδο. Η μελέτη τους τονίζει τον κρίσιμο ρόλο που έπαιξαν αυτά τα συστήματα στην υποστήριξη των αγροτικών μέσων διαβίωσης ανά τους αιώνες, ιδιαίτερα σε ορεινές περιοχές όπου αναπτύχθηκαν δασοκομικά συστήματα που συνδυάζουν τη βόσκηση με τη διαχείριση των δασών για να καλύψουν τις διαφορετικές ανάγκες των τοπικών κοινοτήτων. Η σκόπιμη ενσωμάτωση δέντρων σε συστήματα καλλιέργειας, όπως οι ελιές και οι καρυδιές, ήταν ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό αυτών των πρακτικών, ενισχύοντας τόσο την οικολογική βιωσιμότητα όσο και την οικονομική βιωσιμότητα.

3.1 Ορισμοί Αγροδασοπονικών Συστημάτων

Η αγροδασοπονία, όπως ορίζεται από τον Nair (2011), ενσωματώνει στοιχεία της δασοπονίας στα γεωργικά συστήματα, δημιουργώντας μια προσέγγιση βιώσιμης διαχείρισης γης που μπορεί να ενισχύσει τα περιβαλλοντικά οφέλη και τις οικονομικές αποδόσεις. Αυτή η πρακτική αξιοποιεί τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δέντρων και άλλων γεωργικών στοιχείων, όπως οι καλλιέργειες και τα ζώα, εντός της ίδιας μονάδας διαχείρισης. Η πολυπλοκότητα αυτών των συστημάτων μπορεί να ποικίλλει πολύ, αντανακλώντας την προσαρμογή τους σε συγκεκριμένες οικολογικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες σε διαφορετικές περιοχές (Moreno & Rolo, 2019).



Εικόνα 2: Διάγραμμα διαφορετικών τύπων αγροδασικών συστημάτων

Η ευελιξία των συστημάτων αγροδασοπονίας είναι εμφανής στις διάφορες ταξινομήσεις τους, καθεμία προσαρμοσμένη για την επίτευξη συγκεκριμένων λειτουργιών και πλεονεκτημάτων. Για παράδειγμα, τα silvopastoral συστήματα συνδυάζουν την καλλιέργεια δέντρων με την εκτροφή ζώων, αξιοποιώντας τα φυσικά οφέλη των δέντρων για να παρέχουν καταφύγιο και χορτονομή στα ζώα, ενώ ενισχύουν τη γονιμότητα και τη δομή του εδάφους μέσω βιολογικών κύκλων. Αυτός ο τύπος συστήματος είναι ιδιαίτερα επωφελής σε περιοχές όπου η ενσωμάτωση του ζωικού κεφαλαίου στο σύστημα εκτροφής μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη αποδοτικότητα χρήσης γης και αυξημένη βιοποικιλότητα (Jose, 2009).

Τα συστήματα Silvoarable, μια άλλη κατηγορία, ενσωματώνουν την αροτραία καλλιέργεια με δέντρα, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιωμένα μικροκλίματα για τις καλλιέργειες, μειωμένη διάβρωση και ενισχυμένη γονιμότητα του εδάφους μέσω της πτώσης των απορριμμάτων και της αποσύνθεσης των ριζών. Αυτά τα συστήματα, συμπεριλαμβανομένων πρακτικών όπου οι καλλιέργειες καλλιεργούνται σε σειρές διάσπαρτες με ζώνες δέντρων ή θάμνων, είναι αποτελεσματικά στη βελτιστοποίηση της χρήσης γης και στην αύξηση της παραγωγικότητας ανά μονάδα επιφάνειας. Αποδεικνύουν πώς η αγροδασοπονία μπορεί να υποστηρίξει ταυτόχρονα τη γεωργική παραγωγή και τη διατήρηση του περιβάλλοντος (Bhagwat et al., 2008).

Σε περιοχές με πυκνή δενδροκάλυψη, οι πρακτικές δασοκαλλιέργειας επιτρέπουν την καλλιέργεια καλλιεργειών ανθεκτικών στη σκιά κάτω από το θόλο ενός υπάρχοντος δάσους. Αυτό το σύστημα υποστηρίζει μια ποικιλία ειδών φυτών, τα οποία μπορούν να συλλεχθούν για

τρόφιμα, ιατρικούς σκοπούς ή άλλες χρήσεις, διατηρώντας παράλληλα τη δασική κάλυψη που ωφελεί το οικοσύστημα. Αυτή η μορφή αγροδασοπονίας είναι ιδιαίτερα σημαντική σε τροπικές περιοχές όπου συμβάλλει στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και παρέχει κρίσιμους πόρους για τις τοπικές κοινότητες (Garrity, 2004).

Οι οικιακοί κήποι είναι μια μορφή αγροδασοπονίας ιδιαίτερα διαδεδομένη στις τροπικές περιοχές. Αυτά τα πολύπλοκα, πολυεπίπεδα συστήματα κοντά σε οικογενειακές κατοικίες ενσωματώνουν διάφορους τύπους φυτών, συμπεριλαμβανομένων των λαχανικών, των φρούτων, των βοτάνων και των φαρμακευτικών ειδών. Οι οικιακοί κήποι εκτιμώνται ιδιαίτερα για το ρόλο τους στην ενίσχυση της επισιτιστικής ασφάλειας, στην παροχή διατροφικής ποικιλομορφίας και ως δίκτυ ασφαλείας σε περιόδους οικονομικών ή κλιματικών πιέσεων. Αντιπροσωπεύουν έναν μικρόκοσμο βιώσιμης γεωργίας, αντανακλώντας την παραδοσιακή γνώση και προάγοντας τη διατήρηση της αγροβιοποικιλότητας (Kumar & Nair, 2011).

Κάθε τύπος αγροδασικού συστήματος προσφέρει μοναδικά πλεονεκτήματα και αντιμετωπίζει ξεχωριστές προκλήσεις. Η επιτυχία αυτών των συστημάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον σωστό σχεδιασμό και τη διαχείριση που λαμβάνει υπόψη τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες και τις πολιτιστικές πρακτικές. Οι αποτελεσματικές αγροδασοπονικές πρακτικές μπορούν να μετριάσουν την υποβάθμιση της γης, να ενισχύσουν την αγροτική παραγωγικότητα και να παρέχουν οικονομική σταθερότητα στις αγροτικές κοινότητες, καθιστώντας τις βασικό συστατικό των στρατηγικών βιώσιμης ανάπτυξης (Antwi-Agyei et al., 2021; Kay et al., 2019).

Συνολικά, οι διαφορετικοί ορισμοί και ταξινομήσεις των αγροδασοπονικών συστημάτων υπογραμμίζουν τις δυνατότητές τους να προσαρμοστούν σε διάφορα γεωγραφικά και κοινωνικοοικονομικά περιβάλλοντα. Παρέχοντας μια δυναμική διασύνδεση μεταξύ γεωργίας και δασοπονίας, οι αγροδασοπονικές πρακτικές όχι μόνο συμβάλλουν στη βιωσιμότητα των γεωργικών τοπίων αλλά προσφέρουν επίσης μια ανθεκτική προσέγγιση στη διαχείριση των φυσικών πόρων και στην υποστήριξη των αγροτικών μέσων διαβίωσης. Αυτή η προσαρμοστικότητα και η πολυλειτουργικότητα καθιστούν τη αγροδασοπονία μια κρίσιμη στρατηγική στην παγκόσμια προσπάθεια για την επίτευξη της επισιτιστικής ασφάλειας και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.

3.2 Ταξινομήσεις Αγροδασοπονικών Συστημάτων

Τα συστήματα αγροδασοπονίας, με τις ποικίλες εφαρμογές και τα οφέλη τους, ταξινομούνται σε διαφορετικούς τύπους με βάση τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ δέντρων, καλλιεργειών και μερικές φορές ζώων. Αυτές οι ταξινομήσεις υπογραμμίζουν την προσαρμοστικότητα της αγροδασοπονίας σε διάφορες περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες, παρέχοντας πολλαπλούς τρόπους για την ενίσχυση τόσο της αγροτικής παραγωγικότητας όσο και της βιωσιμότητας του οικοσυστήματος (Nair, 2011).

Συστήματα Silvopastoral: Αυτά τα συστήματα ενσωματώνουν στην καλλιέργεια δέντρων την διαχείριση βοσκοτόπων και ζώων, δημιουργώντας συνεργατικές αλληλεπιδράσεις που ωφελούν το περιβάλλον και την αγροτική παραγωγικότητα. Σε δασοκτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, τα δέντρα παρέχουν σκιά και καταφύγιο που μειώνουν το άγχος στα ζώα, βελτιώνουν την καλή διαβίωση των ζώων και αυξάνουν την παραγωγικότητα της χορτονομής. Επιπλέον, η παρουσία ζώων διευκολύνει τον κύκλο των θρεπτικών συστατικών μέσω της εναπόθεσης κοπριάς, η οποία ενισχύει τη γονιμότητα του εδάφους και υποστηρίζει την ανάπτυξη των δέντρων. Τα συστήματα Silvopastoral είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στη Λατινική Αμερική και έχουν αναγνωριστεί για το ρόλο τους στη βιώσιμη διαχείριση των ζώων, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη δέσμευση άνθρακα (Moreno & Rolo, 2019; Jose, 2009).

Συστήματα Silvoarable: Επίσης γνωστά ως γεωργοκτηνοτροφικά συστήματα, αυτά περιλαμβάνουν την ενοποίηση καλλιεργειών με δέντρα στην ίδια γη. Μια κοινή πρακτική σε αυτήν την ταξινόμηση είναι η καλλιέργεια όπου οι καλλιέργειες καλλιεργούνται στους χώρους ανάμεσα σε σειρές δέντρων. Τα δέντρα λειτουργούν ως ανεμοφράκτες, βελτιώνουν τη δομή του εδάφους και βοηθούν στη διατήρηση της υγρασίας, αυξάνοντας έτσι την ανθεκτικότητα των γεωργικών συστημάτων στις κλιματικές ακραίες συνθήκες. Αυτό το σύστημα όχι μόνο ενισχύει την απόδοση των καλλιεργειών, αλλά παρέχει επίσης επιπλέον ξυλεία ή φρούτα από τα δέντρα, διαφοροποιώντας τις πηγές εισοδήματος για τους αγρότες (Bhagwat et al., 2008).

Δασοπονία: Αυτός ο τύπος αγροδασοπονίας περιλαμβάνει την ανάπτυξη καλλιεργειών ανθεκτικών στη σκιά του δάσους. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για τροπικές περιοχές όπου το δασικό περιβάλλον μπορεί να αξιοποιηθεί για την καλλιέργεια μιας ποικιλίας καλλιεργειών, συμπεριλαμβανομένων των φαρμακευτικών βοτάνων, των μπαχαρικών και των λαχανικών. Η δασοπονία βοηθά στη διατήρηση της δασικής κάλυψης, παρέχοντας παράλληλα οικονομικά οφέλη από τα δασικά προϊόντα μη ξυλείας. Αυτό το σύστημα εκτιμάται για την ικανότητά του να διατηρεί τη βιοποικιλότητα και να παρέχει βιώσιμα μέσα διαβίωσης στις τοπικές κοινότητες (Garrity, 2004).

Οικιακοί κήποι: Πρόκειται για σύνθετα, ολοκληρωμένα συστήματα γεωργίας που βρίσκονται συχνά κοντά σε οικογενειακές κατοικίες σε τροπικές περιοχές. Οι κήποι περιλαμβάνουν πολλαπλά στρώματα βλάστησης, που αποτελούνται από ένα μείγμα ειδών καλλιέργειας και δέντρων, συμπεριλαμβανομένων οπωροφόρων δέντρων, δέντρων ξυλείας και λαχανικών. Αυτοί οι κήποι είναι ζωτικής σημασίας για την επισιτιστική ασφάλεια των νοικοκυριών και τη διατροφική ποικιλομορφία. Αντιπροσωπεύουν ένα μοντέλο αποδοτικότητας και βιωσιμότητας των πόρων, το οποίο συχνά διαχειρίζεται με ελάχιστες εξωτερικές εισροές και ευθυγραμμίζεται στενά με τις παραδοσιακές οικολογικές γνώσεις και πρακτικές (Kumar & Nair, 2011).

Αγροδασοπονία Πολυστρωμάτων: Συχνά παρόμοια με τα φυσικά δασικά οικοσυστήματα, τα πολυστρώματα περιλαμβάνουν πολλαπλά στρώματα καλλιεργειών και δέντρων σε διαφορετικά ύψη, μεγιστοποιώντας τη χρήση του κατακόρυφου χώρου. Αυτά τα συστήματα έχουν σχεδιαστεί για να μιμούνται τη δομή ενός δάσους, όπου κάθε στρώμα χρησιμοποιεί το φως και τα θρεπτικά συστατικά με διαφορετικό τρόπο, οδηγώντας σε εξαιρετικά αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων. Η αγροδασοπονία Multistrata είναι αξιοσημείωτη για την υψηλή βιοποικιλότητά της και την ικανότητά της να παρέχει ένα σταθερό οικοσύστημα που υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα ειδών άγριας ζωής, εκτός από τη γεωργική της παραγωγή (Antwi-Agyei et al., 2021).

Η ταξινόμηση των αγροδασοπονικών συστημάτων σε αυτούς τους τύπους παρέχει ένα πλαίσιο για την κατανόηση των διαφόρων τρόπων με τους οποίους μπορεί να εφαρμοστεί η αγροδασοπονία για την επίτευξη συγκεκριμένων γεωργικών και οικολογικών στόχων. Κάθε τύπος προσφέρει μοναδικά οφέλη και προκλήσεις, προσαρμοσμένες σε διαφορετικές κλιματικές και γεωγραφικές περιοχές, καθιστώντας την αγροδασοπονία μια ευέλικτη και προσαρμόσιμη πρακτική. Η στρατηγική εφαρμογή αυτών των συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στη βιωσιμότητα, την παραγωγικότητα και την ανθεκτικότητα στα αγροτικά τοπία, ικανοποιώντας τόσο τις τοπικές ανάγκες όσο και τους ευρύτερους περιβαλλοντικούς στόχους (Kay et al., 2019).

3.3 Χρησιμότητα και Αξιολόγηση Αγροδασοπονικών Συστημάτων

Η χρησιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων εκτείνεται πολύ πέρα από τις συμβατικές γεωργικές πρακτικές, προσφέροντας πολυλειτουργικά οφέλη που περιλαμβάνουν ενισχυμένη βιοποικιλότητα, βελτιωμένη ποιότητα εδάφους και αυξημένη οικονομική ανθεκτικότητα μεταξύ των αγροτικών κοινοτήτων. Κάθε τύπος αγροδασοπονικών συστήματος

φέρνει μοναδικά πλεονεκτήματα προσαρμοσμένα στις συγκεκριμένες ανάγκες και περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα και την παραγωγικότητα (Nair, 2011; Moreno & Rolo, 2019).

Τα συστήματα Silvopastoral, για παράδειγμα, παρέχουν κρίσιμες υπηρεσίες οικοσυστήματος, όπως ενδαιτήματα για την άγρια ζωή, βελτιωμένη διήθηση νερού και βελτιωμένη δομή του εδάφους, τα οποία είναι πολύ σημαντικά για τη βιώσιμη διαχείριση των ζώων. Η ενσωμάτωση δέντρων και θάμνων σε βοσκοτόπους όχι μόνο μειώνει τη διάβρωση αλλά βελτιώνει επίσης το μικροκλίμα για την ανάπτυξη των βοσκοτόπων, γεγονός που μπορεί να αυξήσει την παραγωγικότητα και την υγεία των ζώων που βόσκουν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη διαβίωση των ζώων και αυξημένη παραγωγή γάλακτος και κρέατος, συμβάλλοντας σημαντικά στην οικονομική παραγωγή των αγροτικών οικονομιών (Jose, 2009; Garrity, 2004).

Τα συστήματα Silvoarable, από την άλλη πλευρά, αποδεικνύουν τη χρησιμότητά τους ενισχύοντας την αγροτική παραγωγικότητα μέσω της βελτιωμένης γονιμότητας του εδάφους και της διατήρησης της υγρασίας, που διευκολύνονται από τη στρατηγική φύτευση σειρών δέντρων. Αυτά τα συστήματα μπορούν να μειώσουν σημαντικά την ευπάθεια των καλλιεργειών σε ακραίες καιρικές συνθήκες σταθεροποιώντας τις θερμοκρασίες και διατηρώντας την υγρασία του εδάφους, η οποία είναι ιδιαίτερα πολύτιμη σε περιοχές επιρρεπείς σε ξηρασίες ή υπερβολικές βροχοπτώσεις. Οι διπλές εκροές των καλλιεργειών και της ξυλείας ή της παραγωγής φρούτων εξασφαλίζουν μια ποικιλόμορφη πηγή εισοδήματος για τους αγρότες, ενισχύοντας την οικονομική σταθερότητα και παρέχοντας ένα αποθεματικό έναντι των διακυμάνσεων της αγοράς (Bhagwat et al., 2008; Kumar & Nair, 2011).

Η δασοπονία και τα πολυστρώματικά αγροδασικά συστήματα δίνουν έμφαση στη διατήρηση του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα επιτρέπουν τη βιώσιμη συγκομιδή ξυλείας και μη ξυλείας δασικών προϊόντων. Αυτά τα συστήματα είναι ιδιαίτερα ζωτικής σημασίας σε τροπικές περιοχές, όπου υποστηρίζουν μια περίπλοκη δομή θόλου που φιλοξενεί μια μεγάλη ποικιλία φυτικών και ζωικών ειδών. Μιμούμενοι τις φυσικές δασικές συνθήκες, αυτές οι αγροδασοπονικές πρακτικές προάγουν τη βιοποικιλότητα και βοηθούν στη διατήρηση της αυτόχθονης χλωρίδας και πανίδας, που συχνά απειλούνται από τη συμβατική γεωργική επέκταση (Antwi-Agyei et al., 2021).

Η αξιολόγηση των αγροδασοπονικών συστημάτων είναι τόσο περίπλοκη όσο και τα ίδια τα συστήματα, απαιτώντας ολοκληρωμένες μεθοδολογίες που να περιλαμβάνουν οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές πτυχές. Από οικονομική άποψη, η αξιολόγηση περιλαμβάνει

συχνά αναλύσεις παραγωγικότητας, κερδοφορίας και πρόσβασης στην αγορά. Περιβαλλοντικά, οι αξιολογήσεις επικεντρώνονται στη δέσμευση άνθρακα, τον εμπλουτισμό του εδάφους και τους δείκτες βιοποικιλότητας. Κοινωνικά, εξετάζονται οι επιπτώσεις στην ανθεκτικότητα της κοινότητας, την επισιτιστική ασφάλεια και τις παραδοσιακές πρακτικές. Αυτές οι αξιολογήσεις είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των απτών και άυλων οφελών της αγροδασοπονίας και για την υποστήριξη της ευρύτερης υιοθέτησής τους (Kay et al., 2019; Shaffril et al., 2018).

Στην πράξη, η αξιολόγηση των αγροδασοπονικών συστημάτων συχνά περιλαμβάνει τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μεθόδους, όπως ανάλυση απόδοσης, δειγματοληψία εδάφους και βιοποικιλότητας και κοινωνικοοικονομικές έρευνες. Οι διαχρονικές μελέτες είναι ιδιαίτερα πολύτιμες, καθώς παρέχουν πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις και τη βιωσιμότητα των αγροδασοπονικών πρακτικών. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, οι ερευνητές και οι επαγγελματίες χρησιμοποιούν αυτές τις αξιολογήσεις για να βελτιώσουν τις πρακτικές διαχείρισης, να προσαρμόσουν τις πολιτικές υποστήριξης και να βελτιστοποιήσουν τα οφέλη των συστημάτων αγροδασοπονίας για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων περιφερειακής ανάπτυξης (Moreno & Rolo, 2019; Antwi-Agyei et al., 2021).

Συνολικά, η χρησιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων για την προώθηση της αειφόρου διαχείρισης της γης είναι καλά αναγνωρισμένη. Η ικανότητά τους να ενσωματώνουν οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους τους καθιστά βασική στρατηγική για την αντιμετώπιση παγκόσμιων προκλήσεων όπως η επισιτιστική ασφάλεια, η κλιματική αλλαγή και η απώλεια βιοποικιλότητας. Αξιολογώντας και κατανοώντας τα πολύπλευρα οφέλη της αγροδασοπονίας, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να αξιοποιήσουν καλύτερα αυτά τα συστήματα για να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα και την παραγωγικότητα των γεωργικών τοπίων παγκοσμίως.

3.4 Ιστορική Ανάπτυξη και Υιοθέτηση Αγροδασοπονικών Πρακτικών σε παγκόσμιο και περιφερειακό επίπεδο

Η ιστορική ανάπτυξη των αγροδασοπονικών πρακτικών εκτείνεται σε χιλιάδες χρόνια, με στοιχεία που υποδηλώνουν ότι οι αρχαίοι πολιτισμοί ασκούσαν δαισθητικά μορφές αγροδασοπονίας για βιώσιμη χρήση γης και παραγωγή τροφίμων. Ο σκόπιμος συνδυασμός δέντρων και καλλιεργειών, εμφανής από τα αρχαία ελληνικά και ρωμαϊκά συγγράμματα, αντανακλά μια πρώιμη κατανόηση των οικολογικών και οικονομικών οφελών της ολοκληρωμένης φύτευσης (Moreno & Rolo, 2019). Σε τροπικές περιοχές, αυτόχθονες πληθυσμοί όπως αυτοί στη λεκάνη του Αμαζονίου ανέπτυξαν πολύπλοκα αγροδασικά

συστήματα, τα οποία έπαιξαν κρίσιμο ρόλο στη βιωσιμότητα των πολιτισμών τους, πολύ πριν επισημοποιηθεί η σύγχρονη έννοια της αγροδασοπονίας (Garrity, 2004).

Τον εικοστό αιώνα, η δομημένη ανάπτυξη της αγροδασοπονίας ως επιστημονικού κλάδου άρχισε να διαμορφώνεται, ιδιαίτερα με την ίδρυση διεθνών φορέων όπως το Παγκόσμιο Κέντρο Αγροδασοπονίας στη δεκαετία του 1970. Το Παγκόσμιο Κέντρο Αγροδασοπονίας, το οποίο ήταν παλαιότερα γνωστό ως Διεθνές Κέντρο Έρευνας στη Αγροδασοπονία (ICRAF), ιδρύθηκε το 1978. Έχει έδρα στο Ναϊρόμπι της Κένυας. Το κέντρο αποτελεί μέρος του CGIAR Consortium, μιας παγκόσμιας συνεργασίας που ενώνει οργανισμούς που ασχολούνται με την έρευνα για ένα μέλλον με ασφάλεια. Αυτή η περίοδος σηματοδότησε μια στροφή από τις παραδοσιακές σε πιο προσανατολισμένες στην έρευνα προσεγγίσεις στη αγροδασοπονία, καθοδηγούμενη από την παγκόσμια αναγνώριση των δυνατοτήτων της να αντιμετωπίσει την επισιτιστική ασφάλεια, την υποβάθμιση του εδάφους και την αποψίλωση των δασών (Jose, 2009). Η προώθηση της αγροδασοπονίας θεωρήθηκε ως μια κρίσιμη απάντηση στις περιβαλλοντικές κρίσεις της εποχής, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου οι συμβατικές γεωργικές πρακτικές αποδείχθηκαν μη βιώσιμες.

Σε περιφερειακό επίπεδο, η υιοθέτηση των αγροδασοπονικών πρακτικών έχει ποικίλλει σημαντικά, επηρεασμένη από οικολογικούς, οικονομικούς και πολιτιστικούς παράγοντες. Στην Αφρική, η αγροδασοπονία έχει ενσωματωθεί σε διάφορες γεωργικές πολιτικές για την καταπολέμηση της ερημοποίησης και τη βελτίωση της επισιτιστικής ασφάλειας. Η χρήση δέντρων που δεσμεύουν το άζωτο για τον εμπλουτισμό του εδάφους - μια πρακτική που χρονολογείται από αιώνες πριν - αναγνωρίζεται πλέον για την επιστημονική της βάση και προωθείται εκτενώς στην υποσαχάρια Αφρική (Nair, 2011; Kumar & Nair, 2011). Αυτή η περιοχή έχει γνωρίσει σημαντική καινοτομία στη αγροδασοπονία, ιδιαίτερα μέσω της ανάπτυξης τεχνικών φυσικής αναγέννησης που διαχειρίζονται οι αγρότες, οι οποίες έχουν αναζωογονήσει εκτεταμένες περιοχές υποβαθμισμένης γης.

Στην Ασία, οι παραδοσιακές πρακτικές αγροδασοπονίας, όπως τα συστήματα οικιακού κήπου στην Ινδονησία και τις Φιλιππίνες, έχουν τελειοποιηθεί και προσαρμοστεί στις σύγχρονες προκλήσεις. Αυτά τα συστήματα εκτιμώνται ιδιαίτερα για την ικανότητά τους να διατηρούν υψηλή βιοποικιλότητα και να παρέχουν προστασία έναντι των οικονομικών διακυμάνσεων, χάρη στα διαφορετικά αποτελέσματά τους. Επιπλέον, σε χώρες όπως η Ινδία, η αγροδασοπονία θεωρείται ως ένας τρόπος για την επίτευξη αρκετών Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με την ανακούφιση της φτώχειας, τη μηδενική πείνα και τη δράση για το κλίμα (Bhagwat et al., 2008).

Η προσέγγιση της Λατινικής Αμερικής στη αγροδασοπονία έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από την τεράστια βιοποικιλότητά της και την ανάγκη διατήρησής της. Τα συστήματα *Silvopastoral*, τα οποία ενσωματώνουν δέντρα ξυλείας, οπωροφόρα δέντρα και ζώα, είναι ευρέως διαδεδομένα, καθοδηγούμενα τόσο από οικολογικά κίνητρα όσο και από οικονομική αναγκαιότητα. Αυτά τα συστήματα είναι ιδιαίτερα εμφανή σε χώρες όπως η Βραζιλία και η Κόστα Ρίκα, όπου υπάρχει υψηλή ευαισθητοποίηση για τις οικολογικές υπηρεσίες που παρέχονται από τα δάση και τις απειλές που θέτει η γεωργία (Antwi-Agyei et al., 2021).

Σε εύκρατες περιοχές όπως η Βόρεια Αμερική και η Ευρώπη, οι σύγχρονες αγροδασοπονικές πρακτικές ήταν πιο αργές στην ανάπτυξη αλλά έχουν αποκτήσει δυναμική τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της αυξανόμενης περιβαλλοντικής συνείδησης και της αναζήτησης βιώσιμων γεωργικών πρακτικών. Στην Ευρώπη, οι αγροδασοπονικές πρακτικές προσαρμόζονται στις σύγχρονες γεωργικές ανάγκες, εστιάζοντας στη δημιουργία παραγωγικών και βιώσιμων συστημάτων χρήσης γης που συμβάλλουν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, στη δέσμευση άνθρακα και στην αποκατάσταση του τοπίου (Den Herder et al., 2017).

Η αξιολόγηση των αγροδασοπονικών πρακτικών παγκοσμίως έδειξε ότι, ενώ υπάρχουν πολυάριθμα οφέλη, υπάρχουν επίσης σημαντικά εμπόδια στην υιοθέτηση. Αυτά περιλαμβάνουν έλλειψη γνώσης και κατάρτισης, οικονομικούς και πολιτικούς περιορισμούς και πολιτιστικές στάσεις απέναντι στη χρήση της γης. Η υπέρβαση αυτών των εμποδίων απαιτεί στοχευμένη έρευνα, υποστήριξη πολιτικής και εκπαίδευση για να καταδειχθούν τα μακροπρόθεσμα οφέλη της αγροδασοπονίας έναντι της συμβατικής γεωργίας (Shaffril et al., 2018; Kay et al., 2019).

Συμπερασματικά, η ιστορική εξέλιξη και η περιφερειακή υιοθέτηση των αγροδασοπονικών πρακτικών αντικατοπτρίζουν μια πλούσια μίξη παραδοσιακής γνώσης και σύγχρονης επιστημονικής έρευνας. Η μοναδική προσέγγιση κάθε περιοχής στη αγροδασοπονία διαμορφώνεται από τις συγκεκριμένες περιβαλλοντικές προκλήσεις και τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Καθώς η παγκόσμια κοινότητα προσαρμόζεται περισσότερο στην επείγουσα ανάγκη για βιώσιμες πρακτικές διαχείρισης της γης, η αγροδασοπονία ξεχωρίζει ως βασική στρατηγική που προσφέρει τόσο προσαρμοστικότητα όσο και πολλαπλά οφέλη, διασφαλίζοντας τη συνάφειά της στο μέλλον της γεωργίας και της διατήρησης του περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 4: Κατανομή και Υιοθέτηση Αγροδασοπονικών Συστημάτων

4.1 Γεωγραφική Κατανομή Αγροδασοπονικών Συστημάτων

Τα αγροδασικά συστήματα, που χαρακτηρίζονται από την ενσωμάτωση δέντρων και θάμνων σε γεωργικά και κτηνοτροφικά περιβάλλοντα, κατανέμονται παγκοσμίως σε ποικίλες κλιματικές ζώνες και τοπία, καθένα προσαρμοσμένο για τη βελτιστοποίηση της χρήσης γης και τη βελτίωση της οικολογικής βιωσιμότητας. Η γεωγραφική τους εξάπλωση είναι τεράστια, από τα πυκνά δάση των τροπικών περιοχών έως τις εύκρατες γεωργικές εκτάσεις του βόρειου ημισφαιρίου, αντανακλώντας την προσαρμοστικότητα και την ποικιλομορφία των αγροδασοπονικών πρακτικών (Nair, 2011).

Στις τροπικές περιοχές, όπου η αγροδασοπονία έχει βαθιές ιστορικές ρίζες, αυτά τα συστήματα αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των παραδοσιακών γεωργικών πρακτικών. Περιοχές όπως η Νοτιοανατολική Ασία, η Αφρική και η Λατινική Αμερική χρησιμοποιούν τη αγροδασοπονία όχι μόνο για να ενισχύσουν την επισιτιστική ασφάλεια αλλά και για να διατηρήσουν την οικολογική ισορροπία. Για παράδειγμα, στη Νοτιοανατολική Ασία, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Ινδονησία και οι Φιλιππίνες, οι αγροδασοπονικές πρακτικές είναι συχνά περίπλοκες, με συστήματα πολλαπλών στρωμάτων που μιμούνται τα φυσικά δασικά οικοσυστήματα. Αυτά τα συστήματα υποστηρίζουν την βιοποικιλότητα, συμβάλλοντας στη διατήρηση τόσο της γεωργικής παραγωγικότητας όσο και των δασικών πόρων (Jose, 2009; Bhagwat et al., 2008).

Στην Αφρική, η αγροδασοπονία υιοθετείται ευρέως ως στρατηγική για την καταπολέμηση της υποβάθμισης του εδάφους και της ερημοποίησης, κρίσιμα ζητήματα που επηρεάζουν τη γεωργική παραγωγικότητα της ηπείρου. Η χρήση δέντρων που δεσμεύουν το άζωτο, για παράδειγμα, βοηθά στην αναπλήρωση της γονιμότητας του εδάφους και παρέχει την απαραίτητη σκιά και καταφύγιο για τις καλλιέργειες και τα ζώα. Χώρες όπως η Κένυα και η Αιθιοπία έχουν εθνικά προγράμματα που προωθούν την αγροδασοπονία ως μέσο για τη βελτίωση των αποδόσεων των καλλιεργειών και τη διατήρηση των αγροτικών μέσων διαβίωσης υπό μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες (Antwi-Agyei et al., 2021; Garrity, 2004).

Τα αγροδασικά συστήματα της Λατινικής Αμερικής είναι ποικίλα, με κάθε χώρα να προσαρμόζει τις πρακτικές της με βάση τις τοπικές οικολογικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Στη Βραζιλία, η αγροδασοπονία χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση των υποβαθμισμένων εδαφών του Αμαζονίου με συστήματα που παρέχουν οικονομικά οφέλη μέσω της παραγωγής φρούτων, ξηρών καρπών και ξυλείας, διατηρώντας παράλληλα τη

βιοποικιλότητα του τροπικού δάσους. Ομοίως, σε χώρες της Κεντρικής Αμερικής όπως η Κόστα Ρίκα, τα αγροδασικά συστήματα ενσωματώνουν την παραγωγή καφέ και κακάο με δέντρα της περιοχής, ενισχύοντας τη βιοποικιλότητα και βελτιώνοντας την ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή (Moreno & Rolo, 2019; Den Herder et al., 2017).

Στην Ευρώπη και την Βόρεια Αμερική, αν και η αγροδασοπονία είναι μια σχετικά νεότερη πρακτική, κερδίζει ραγδαία έδαφος λόγω των περιβαλλοντικών και οικονομικών οφελών της. Στην Ευρώπη, χώρες όπως η Γαλλία και η Γερμανία έχουν αναπτύξει συγκεκριμένες αγροδασικές πολιτικές που υποστηρίζουν την ενσωμάτωση των δέντρων σε γεωργικές εκτάσεις για την επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων που σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα, τη διατήρηση του εδάφους και τη δέσμευση άνθρακα. Αυτές οι πολιτικές όχι μόνο υποστηρίζουν τη γεωργική βιωσιμότητα αλλά και ενισχύουν τη γραφική ομορφιά και την οικολογική ποικιλομορφία του τοπίου (Kay et al., 2019).

Η Βόρεια Αμερική έχει δει μια δομημένη ανάπτυξη συστημάτων αγροδασοπονίας μέσω πρωτοβουλιών όπως το Εθνικό Αγροδασικό Κέντρο του USDA, το οποίο προωθεί πρακτικές όπως η καλλιέργεια και οι παραποτάμιες δασικές εκτάσεις. Αυτές οι πρακτικές έχουν σχεδιαστεί για τη βελτιστοποίηση της χρήσης γης, την προστασία των υδάτινων πόρων και την ενίσχυση των ενδιαιτημάτων άγριας ζωής, παρέχοντας μια πρακτική επίδειξη του τρόπου με τον οποίο η αγροδασοπονία μπορεί να ενσωματωθεί σε συμβατικές γεωργικές πρακτικές για την επίτευξη πολλαπλών οφελών (Shaffril et al., 2018).

Παρά την ευρεία υιοθέτηση και επιτυχία της αγροδασοπονίας σε διάφορες περιοχές, η εφαρμογή της δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Παράγοντες όπως τα ζητήματα κατοχής γης, η έλλειψη τεχνικών γνώσεων και η ανεπαρκής πρόσβαση στην αγορά συχνά εμποδίζουν την υιοθέτηση αγροδασοπονικών πρακτικών. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων μέσω εξατομικευμένων υπηρεσιών υποστήριξης πολιτικής, έρευνας και επέκτασης είναι σημαντικά για την επέκταση και τη βιωσιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων παγκοσμίως (Moreno & Rolo, 2019).

Συμπερασματικά, η γεωγραφική κατανομή των αγροδασοπονικών συστημάτων υπογραμμίζει την ευελιξία και την προσαρμοστικότητά τους σε διαφορετικά περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά πλαίσια. Από τις τροπικές έως τις εύκρατες ζώνες, οι αγροδασικές πρακτικές προσαρμόζονται και βελτιώνονται συνεχώς για να ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένες τοπικές ανάγκες και προκλήσεις. Ενθαρρύνοντας την κατανόηση της διανομής και της λειτουργικότητας αυτών των συστημάτων, οι υπεύθυνοι των πολιτικών αποφάσεων και οι επαγγελματίες μπορούν να αξιοποιήσουν καλύτερα τις δυνατότητές τους για την

αντιμετώπιση παγκόσμιων ζητημάτων όπως η επισιτιστική ασφάλεια, η απώλεια βιοποικιλότητας και η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

4.2 Περιφερειακή δυναμική στην Αγροδοασική Υιοθέτηση

Η υιοθέτηση συστημάτων αγροδοασοπονίας ποικίλλει σε περιφερειακό επίπεδο, επηρεασμένη από μια σειρά οικολογικών, πολιτιστικών και κοινωνικοοικονομικών παραγόντων. Η κατανόηση αυτών των περιφερειακών δυναμικών είναι ζωτικής σημασίας για την εφαρμογή στρατηγικών που προωθούν την αποτελεσματική χρήση της αγροδοασοπονίας ως πρακτικής βιώσιμης διαχείρισης γης.

Στη Νοτιοανατολική Ασία, η αγροδοασοπονία ασκείται εδώ και αιώνες ως αναπόσπαστο μέρος των αγροτικών μέσων διαβίωσης, συνδυάζοντας τη γεωργική παραγωγή με τη διαχείριση των δασών. Χώρες όπως η Ινδονησία και οι Φιλιππίνες διαθέτουν ποικίλα αγροδοασικά συστήματα που περιλαμβάνουν την αξιοποίηση πολυετών καλλιεργειών, όπως ο καφές και το καουτσούκ κάτω από τα δάση. Αυτά τα συστήματα δεν είναι μόνο σημαντικά για την τοπική οικονομία αλλά και για τη διατήρηση του περιβάλλοντος, συμβάλλοντας στη διατήρηση της δασικής κάλυψης και της βιοποικιλότητας σε περιοχές που είναι επιρρεπείς στην αποψίλωση των δασών (Jose, 2009). Επιπλέον, η παραδοσιακή γνώση που σχετίζεται με τη αγροδοασοπονία σε αυτές τις περιοχές υποστηρίζει βιώσιμες γεωργικές πρακτικές που είναι προσαρμοσμένες στις τοπικές οικολογικές συνθήκες (Bhagwat et al., 2008).

Στην υποσαχάρια Αφρική, οι αγροδοασοπονικές πρακτικές υιοθετούνται κυρίως για την αντιμετώπιση προκλήσεων όπως η υποβάθμιση του εδάφους, η ερημοποίηση και η επισιτιστική ανασφάλεια. Η ενσωμάτωση ταχέως αναπτυσσόμενων ψυχανθών στα συστήματα καλλιέργειας βελτιώνει τη γονιμότητα του εδάφους μέσω της δέσμευσης αζώτου και παρέχει ζωτροφές, καύσιμα και τροφή που χρειάζονται στις αγροτικές κοινότητες. Προγράμματα σε χώρες όπως η Κένυα και η Αιθιοπία έχουν δείξει με επιτυχία πώς η αγροδοασοπονία μπορεί να κλιμακωθεί για να βελτιώσει την επισιτιστική ασφάλεια και να ενισχύσει την ανθεκτικότητα έναντι της κλιματικής μεταβλητότητας (Antwi-Agyei et al., 2021; Garrity, 2004).

Η Λατινική Αμερική παρουσιάζει ένα δυναμικό φάσμα εφαρμογών αγροδοασοπονίας, με σημαντική έμφαση στην αποκατάσταση και διατήρηση της βιοποικιλότητας στα γεωργικά τοπία. Στη Βραζιλία, τα αγροδοασικά συστήματα αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των προσπαθειών αναδάσωσης στον Αμαζόνιο, όπου συμβάλλουν στο συνδυασμό της οικονομικής ανάπτυξης με τη διατήρηση των δασών. Αυτά τα συστήματα υποστηρίζουν τη βιώσιμη παραγωγή κακάο, αçaí και άλλων γηγενών προϊόντων, παρέχοντας οικονομικά οφέλη

διατηρώντας παράλληλα τις οικολογικές λειτουργίες (Moreno & Rolo, 2019). Ομοίως, στην Κεντρική Αμερική, χώρες όπως η Κόστα Ρίκα έχουν εφαρμόσει αγροδασοπονία για να διατηρήσουν την παραγωγή καφέ κάτω από τη σκιά των δέντρων, η οποία ενισχύει τη βιοποικιλότητα και την ανθεκτικότητα των καλλιεργειών (Den Herder et al., 2017).

Στην Ευρώπη, η υιοθέτηση της αγροδασοπονίας είναι πιο πρόσφατη, αλλά κερδίζει ραγδαία δυναμική λόγω της ευθυγράμμισής της με τις περιβαλλοντικές πολιτικές που στοχεύουν στη βιώσιμη ανάπτυξη, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη δράση για το κλίμα. Οι ευρωπαϊκές αγροδασικές πολιτικές ενθαρρύνουν την ενσωμάτωση των δέντρων σε ποιμενικές εκτάσεις και γεωργικές εκτάσεις για τη βελτίωση των υπηρεσιών οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένης της δέσμευσης άνθρακα, της διαχείρισης των υδάτων και της διατήρησης του εδάφους. Χώρες όπως η Γαλλία και η Γερμανία έχουν αναπτύξει συγκεκριμένες αγροδασοπονικές πρωτοβουλίες που υποστηρίζουν τους αγρότες μέσω οικονομικών κινήτρων και τεχνικής κατάρτισης, προωθώντας την ευρύτερη υιοθέτηση αυτών των πρακτικών (Kay et al., 2019).

Η περιφερειακή δυναμική της υιοθέτησης της αγροδασοπονίας στην Ελλάδα καταδεικνύει μια μοναδική αλληλεπίδραση γεωγραφικών, οικολογικών και κοινωνικοοικονομικών παραγόντων. Οι Papanastasis et al. (2009) τεκμηριώνουν εκτενώς πώς τα παραδοσιακά συστήματα αγροδασοπονίας, ιδιαίτερα οι πρακτικές *silvopastoral*, ήταν αναπόσπαστα στη διαχείριση των διαφορετικών τοπίων των ορεινών περιοχών. Αυτά τα συστήματα έχουν αποδειχθεί απαραίτητα για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους και τη στήριξη των αγροτικών οικονομιών. Η προσαρμοστικότητα αυτών των συστημάτων σε σύγχρονες αγροδασοπονικές πρακτικές, όπως η ενσωμάτωση ενεργειακών καλλιεργειών και ειδών δέντρων της κάθε περιοχής, δείχνει τις δυνατότητές τους για ευρύτερη υιοθέτηση σε παρόμοια μεσογειακά περιβάλλοντα. Αυτή η δυνατότητα υπογραμμίζεται από την ικανότητα αυτών των συστημάτων να παρέχουν υπηρεσίες οικοσυστήματος ενισχύοντας παράλληλα την αγροτική παραγωγικότητα και την οικονομική ανθεκτικότητα.

Η δέσμευση της Βόρειας Αμερικής με τη αγροδασοπονία έχει εξελιχθεί μέσω πρωτοβουλιών όπως το Εθνικό Κέντρο Αγροδασοπονίας του USDA, το οποίο προωθεί τις αγροδασοπονικές πρακτικές ως βιώσιμες λύσεις για βιώσιμη γεωργία. Η εστίαση σε αυτήν την περιοχή είναι στη δημιουργία λωρίδων προστασίας, ανεμοθραυστών, καλλιέργειας σοκακιών που αντιμετωπίζουν περιβαλλοντικές ανησυχίες όπως η διάβρωση του εδάφους, η ποιότητα του νερού και η συνδεσιμότητα των οικοτόπων. Αυτές οι πρακτικές όχι μόνο ενισχύουν τη βιωσιμότητα των γεωργικών εργασιών αλλά βελτιώνουν επίσης την κερδοφορία και την αισθητική αξία του τοπίου (Shaffril et al., 2018).

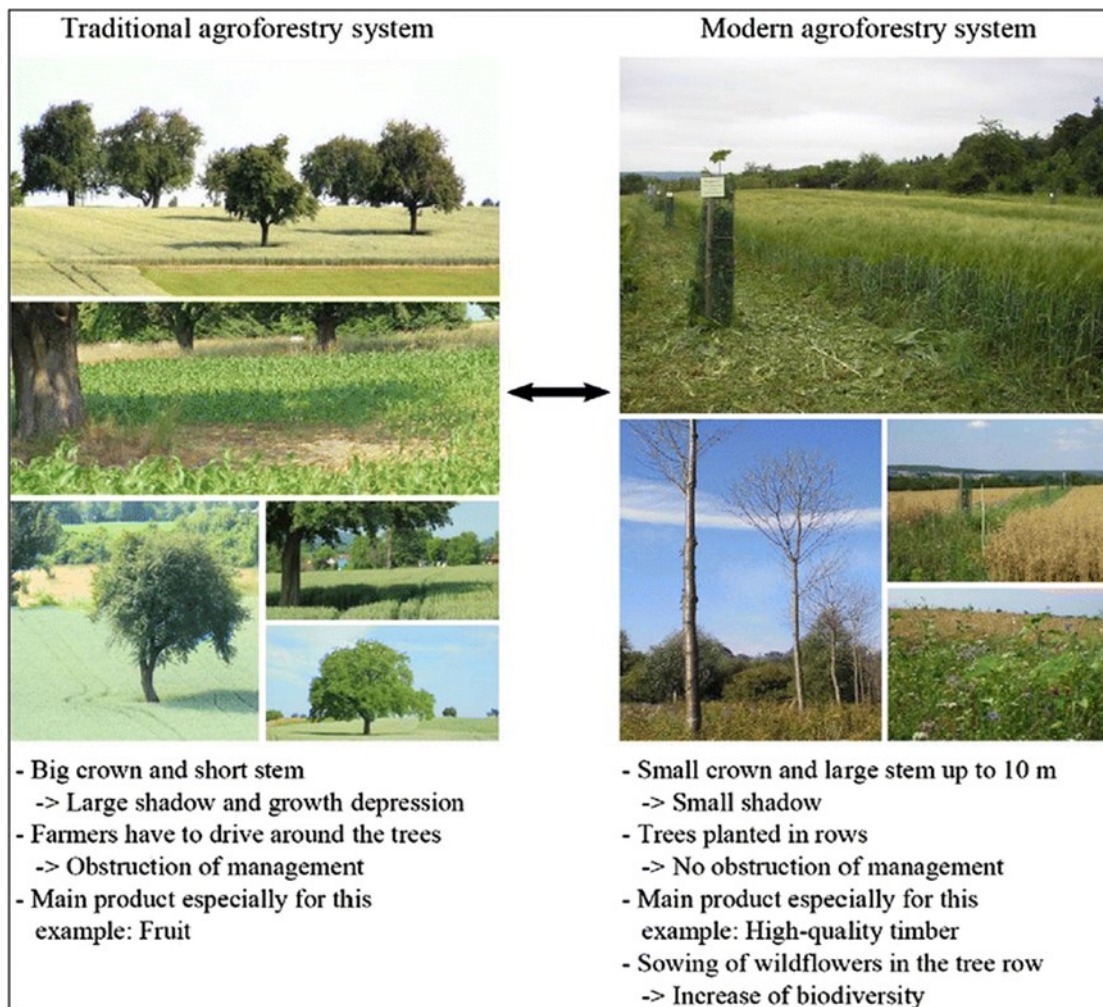
Παρά αυτές τις εξελίξεις, αρκετές προκλήσεις εμποδίζουν την ευρεία υιοθέτηση της αγροδασοπονίας. Ζητήματα όπως η ανασφάλεια της κατοχής γης, η περιορισμένη πρόσβαση στις αγορές, η ανεπαρκής γνώση των οφελών από τη αγροδασοπονία και η έλλειψη τεχνικής εμπειρογνομosύνης είναι κοινά εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Σε περιοχές όπου οι παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές είναι βαθιά ριζωμένες, μπορεί επίσης να υπάρξει πολιτισμική αντίσταση στην υιοθέτηση νέων γεωργικών συστημάτων. Η υπέρβαση αυτών των εμποδίων απαιτεί στοχευμένες κυβερνητικές πολιτικές, επενδύσεις έρευνας και ανάπτυξης και ισχυρές υπηρεσίες επέκτασης που μπορούν να παρέχουν στους αγρότες τη γνώση και τα εργαλεία που είναι απαραίτητα για την επιτυχή εφαρμογή της αγροδασοπονίας (Moreno & Rolo, 2019; Antwi-Agyei et al., 2021).

Συμπερασματικά, η περιφερειακή δυναμική της υιοθέτησης της αγροδασοπονίας αντικατοπτρίζει μια σύνθετη αλληλεπίδραση περιβαλλοντικών, οικονομικών και πολιτιστικών παραγόντων. Κάθε περιοχή παρουσιάζει μοναδικές ευκαιρίες και προκλήσεις για την εφαρμογή αγροδασοπονικών συστημάτων. Κατανοώντας αυτές τις περιφερειακές ιδιαιτερότητες, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, οι επαγγελματίες και οι κοινότητες μπορούν να προωθήσουν και να προσαρμόσουν καλύτερα τις αγροδασοπονικές πρακτικές για να καλύψουν τις τοπικές ανάγκες και να συμβάλουν αποτελεσματικά στους παγκόσμιους στόχους βιωσιμότητας.

4.3 Αγροδασοπονία: Η κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα

Πιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα η υιοθέτηση αγροδασοπονικών πρακτικών παρουσιάζει μοναδική περιφερειακή δυναμική που επηρεάζεται από γεωγραφικούς, οικολογικούς και κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Ιστορικά, η αγροδασοπονία στην Ελλάδα περιελάμβανε την ενσωμάτωση της βοσκής των ζώων με τη δασική διαχείριση, ιδιαίτερα στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές, οι οποίες χαρακτηρίζονται από μεικτά τοπία γεωργίας και δασικές εκτάσεις. Αυτή η παραδοσιακή πρακτική, γνωστή ως *silvopastoralism*, ήταν σημαντική για τις αγροτικές κοινότητες, παρέχοντάς τους μια βιώσιμη πηγή εισοδήματος και επισιτιστική ασφάλεια. Πρόσφατες μελέτες έχουν επισημάνει τη δυνατότητα επέκτασης της αγροδασοπονίας στην Ελλάδα με την ενσωμάτωση ενεργειακών καλλιεργειών και τοπικών ειδών δέντρων για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας και τη συμβολή στις προσπάθειες διατήρησης του εδάφους (Pantera et al., 2018; Mantzanas et al., 2016). Τέτοιες πρωτοβουλίες αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο για το ρόλο τους στην προώθηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και στην ενίσχυση των αγροτικών οικονομιών, ειδικά σε περιοχές που αντιμετωπίζουν ερήμωση και οικονομική παρακμή.

Τα αγροδασικά συστήματα αποτελούν μια παραδοσιακή μορφή χρήσης της γης στην Ελλάδα, ιδιαίτερα στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές. Εντούτοις όμως είναι ελάχιστα γνωστά στις Υπηρεσίες που είναι υπεύθυνες για τη διαχείριση της γης και δεν έχουν τύχει της δέουσας προσοχής από την επιστημονική κοινότητα. Κι αυτό γιατί το μοντέλο της γεωργίας που εφαρμόστηκε στα μεταπολεμικά χρόνια και το οποίο είχε ως στόχο τη μεγιστοποίηση της γεωργικής παραγωγής οδήγησε στη μετατροπή πολλών από τα μικτά αυτά συστήματα σε μονοκαλλιέργειες με αποτέλεσμα να απομακρυνθούν τα δένδρα, τα οποία εμποδίζουν τη χρήση των μηχανημάτων. Από την άλλη μεριά, η πολιτική της επιδότησης της γεωργικής παραγωγής από την Ευρωπαϊκή Ένωση που εφαρμόστηκε μέχρι τη 10ετία του 1990 συνέβαλε επίσης στην κοπή των δένδρων, επειδή αυτά έπρεπε να εξαιρεθούν από την παραγωγική επιφάνεια των χωραφιών, που μπορούσε να επιδοτηθεί (Ελληνικό Αγροδασικό Δίκτυο).



Εικόνα 3: Σύγκριση των παραδοσιακών και σύγχρονων αγροδασικών συστημάτων. Πηγή: Springer Link Άρθρο: Agroforestry in Europe a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany

Κατά τα τελευταία έτη έχει διαπιστωθεί ότι η προστασία των παραδοσιακών αγροδασικών συστημάτων κρίνεται επιτακτική για τη διατήρηση της καλής κατάστασης των εδαφών, της βιοποικιλότητας και του αγροτικού τοπίου καθώς και για την εξασφάλιση οικονομικής στήριξης του πληθυσμού της υπαίθρου που δραστηριοποιείται στον ημιορεινό και ορεινό χώρο. Επίσης, κρίνεται αναγκαία η δημιουργία νέων συστημάτων που να μπορούν να συνδυάσουν δασική και γεωργική παραγωγή και να καταστούν οικονομικά βιώσιμα (Ελληνικό Αγροδασικό Δίκτυο).

Το Ελληνικό Αγροδασικό Δίκτυο

Σκοποί του Δικτύου

- Συλλογή αναλυτικών πληροφοριών για τα αγροδασικά συστήματα της Ελλάδας και προτάσεις για τη διατήρηση και αειφορική διαχείρισή τους.
- Παρακολούθηση των οδηγιών και κανονισμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικών με τα συστήματα αυτά.
- Διερεύνηση πρακτικών διαχείρισης που σχετίζονται με τα συστήματα αυτά και παροχή πληροφοριών.
- Παροχή τεχνικών οδηγιών σε αγρότες ή οργανισμούς που επιθυμούν την ενασχόληση τους με την αγροδασοπονία.

Τα Παραδοσιακά Αγροδασικά Συστήματα του ΔΗΜΟΥ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ

Ο Δήμος Μουζακίου, που εντοπίζεται γεωγραφικά στο δυτικό τμήμα της Περιφερειακής Ενότητας Καρδίτσας, κρίνεται αντιπροσωπευτικός της Περιφέρειας Θεσσαλίας, καθώς καταλαμβάνει πεδινές, ημιορεινές και ορεινές περιοχές. Επιπλέον, εντοπίζονται υπολειμματικά αγροδασικά συστήματα κυρίως στον ορεινό και ημιορεινό, αλλά και στον πεδινό χώρο, πλησίον της απαρχής των κλιτύων των βουνών (Αναβίωση Αγροδασικών Τοπίων την εποχή της κλιματικής αλλαγής σελ. 175).

Ο Δ. Μουζακίου καταλαμβάνει έκταση 31.326.97 Ha και περιλαμβάνει 27 τοπικές κοινότητες με συνολικό πληθυσμό 13.768 μόνιμους κατοίκους (Απογραφή 2011). Οι δασογεωργικές εκτάσεις καταλαμβάνουν 556.38 Ha (1.78%). τα δασολιβαδικά συστήματα (κάλυψη δένδρων 10-40%) 3815.39 Ha (12.18%). οι γεωργικές καλλιέργειες 35,57%, τα ποσλίβαδα 7,68%. τα δάση (κάλυψη δένδρων >40%) 33.75%, τα αραιά θαμνολίβαδα (κάλυψη θάμνων 10-40%) 1,61%. τα πυκνά θαμνολίβαδα (κάλυψη θάμνων >40%) 2.51%. οι αστικοί χώροι 4.65% και οι γυμνές εκτάσεις 0,27% (Αναβίωση Αγροδασικών Τοπίων την εποχή της κλιματικής αλλαγής σελ. 175).

Στις επικράτειες κυρίως των Τ.Κ. Βατσουινιάς και Ελληνόπυργου - Αγίου Ακάκιου αποτυπώνονται σήμερα εκτεταμένα, αλλά εγκαταλειμμένα δασογεωργικά συστήματα, τα οποία σύμφωνα με σημερινές μαρτυρίες εγκαταστάθηκαν σταδιακά από το 1960 ως φυτοφράχτες. Τα δένδρα στα συστήματα αυτά ήταν καρυδιές (για καρπούς και ξύλο), συκαμιές (μουριές, για συλλογή μούρων, φυλλοσανού και πασσάλων για τη στήριξη αναρριχώμενων ποικιλιών φασολιών), κερασιές, μηλιές, φιρικιές, κορομηλιές, συκιές, κраниές, αγριοφουντουκιές, αχλαδιές και βελανιδιές. Τα δένδρα συνδυάζονταν με καλλιέργειες, όπως σιτηρά, μία ντόπια ποικιλία ξηρικού καλαμποκιού, ρεβίθια, φακές, ρόβι, πατάτες, τριφύλλι για σποροπαραγωγή και αμπέλια που συνήθως συνδυάζονταν με αχλαδιές και βελανιδιές (Αναβίωση Αγροδασικών Τοπίων την εποχή της κλιματικής αλλαγής σελ. 177).

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου AGROTHERS (2018-2022). οι κάτοικοι του Τ.Κ. Βατσουινιάς ανέφεραν ότι στη δεκαετία του 70 φυτεύτηκαν λευκώνες, αλλά δεν ευδοκίμησαν και εγκαταλείφθηκαν. Τα αγροδασικά συστήματα φιλοξενούσαν αξιόλογο αριθμό ειδών της πανίδας τα περισσότερα εκ των οποίων δεν απαντώνται πια, όπως ορτύκια στα σιτηρά, τα οποία μετά την εμφάνιση των χορτοδετικών μηχανών εξαφανίστηκαν, φάσες, καλημάνες, μπεκάτσες, κοτσύφια, σιταρήθρες, λαγοί, ζαρκάδια και αγριογούρουνα. Δυστυχώς, τα παραδοσιακά αυτά συστήματα κινδυνεύουν με κατάρρευση, λόγω της αναμενόμενης φυσικής δάσωσης, με επακόλουθο τη μείωση των αγροτικών καλλιεργειών, γι' αυτό κρίθηκε απαραίτητη η μελέτη των διαχρονικών αλλαγών του αγροτικού τοπίου της επικράτειας του Δ. Μουζακίου (Αναβίωση Αγροδασικών Τοπίων την εποχή της κλιματικής αλλαγής σελ. 177).

4.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση και τη βιωσιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων

Η υιοθέτηση και η βιωσιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων επηρεάζεται από μια μυριάδα παραγόντων που καλύπτουν οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικο-πολιτιστικές διαστάσεις. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν είτε να διευκολύνουν είτε να εμποδίσουν την ευρεία εφαρμογή αγροδασοπονικών πρακτικών, ανάλογα με τις περιφερειακές ιδιαιτερότητες και το γενικότερο περιβάλλον πολιτικής (Moreno & Rolo, 2019).

Οικολογικοί Παράγοντες: Το τοπικό περιβάλλον παίζει καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό της σκοπιμότητας των αγροδασοπονικών πρακτικών. Παράγοντες όπως το κλίμα, ο τύπος του εδάφους, η τοπογραφία και η υπάρχουσα βιοποικιλότητα μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την επιτυχία των αγροδασοπονικών συστημάτων. Για παράδειγμα, σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις και γόνιμα εδάφη, μπορούν να ευδοκιμήσουν συστήματα πολλαπλών

στρωμάτων που μιμούνται τα φυσικά δάση, ενισχύοντας τη βιοποικιλότητα και την παραγωγικότητα. Αντίθετα, σε άνυδρες ή ημιάνυδρες περιοχές, οι αγροδασοπονικές πρακτικές πρέπει να προσαρμοστούν ειδικά για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας και των κακών εδαφικών συνθηκών, εστιάζοντας σε ανθεκτικά στην ξηρασία είδη και τεχνικές διατήρησης του εδάφους (Jose, 2009; Bhagwat et al., 2008).

Οικονομικοί παράγοντες: Η οικονομική βιωσιμότητα της αγροδασοπονίας είναι συχνά αποφασιστικός παράγοντας για τους αγρότες όταν εξετάζουν εάν θα υιοθετήσουν τέτοια συστήματα. Η δυνατότητα για αυξημένο εισόδημα μέσω διαφορετικών καλλιεργειών και παραγωγής ξυλείας αποτελεί σημαντικό κίνητρο. Ωστόσο, το αρχικό κόστος της δημιουργίας συστημάτων αγροδασοπονίας μπορεί να είναι υψηλό και τα οφέλη —αν και σημαντικά— μπορεί να χρειαστούν αρκετά χρόνια για να υλοποιηθούν. Αυτή η καθυστέρηση μπορεί να αποτρέψει τους αγρότες που χρειάζονται άμεσες επιστροφές για να συντηρήσουν τα προς το ζην. Επιπλέον, η πρόσβαση στις αγορές για τα αγροδασοπονικά προϊόντα, η διαθεσιμότητα επιδοτήσεων και οι μηχανισμοί οικονομικής στήριξης είναι κρίσιμες για τον προσδιορισμό της οικονομικής ελκυστικότητας της αγροδασοπονίας (Kay et al., 2019; Garrity, 2004).

Κοινωνικοπολιτιστικοί Παράγοντες: Οι πολιτιστικές πεποιθήσεις και πρακτικές επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την υιοθέτηση της αγροδασοπονίας. Σε πολλές αγροτικές κοινότητες, οι παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές είναι βαθιά ριζωμένες και η εισαγωγή νέων τεχνικών όπως η αγροδασοπονία μπορεί να αντιμετωπιστεί με σκεπτικισμό. Ωστόσο, σε περιοχές όπου τα δέντρα έχουν πολιτιστική ή πνευματική σημασία, η αγροδασοπονία μπορεί να γίνει πιο εύκολα αποδεκτή. Επιπλέον, η ασφάλεια της κατοχής γης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, οι αγρότες είναι πιο πιθανό να επενδύσουν στα μακροπρόθεσμα οφέλη της αγροδασοπονίας εάν έχουν εξασφαλίσει τα δικαιώματα στη γη τους. Χωρίς αυτήν την εξασφάλιση, το κίνητρο για την ενίσχυση της παραγωγικότητας της γης μέσω της αγροδασοπονίας μειώνεται (Antwi-Agyei et al., 2021; Shaffril et al., 2018).

Πολιτική και θεσμική υποστήριξη: Τα αποτελεσματικά πλαίσια πολιτικής είναι απαραίτητα για την προώθηση της αγροδασοπονίας. Οι πολιτικές που ενσωματώνουν την αγροδασοπονία στις εθνικές γεωργικές και περιβαλλοντικές στρατηγικές μπορούν να οδηγήσουν στην υιοθέτησή της. Αυτό περιλαμβάνει την παροχή τεχνικής υποστήριξης, χρηματοδότησης έρευνας και ανάπτυξης και υπηρεσιών επέκτασης που εκπαιδεύουν τους αγρότες σχετικά με τα οφέλη της αγροδασοπονίας και πώς να διαχειρίζονται αποτελεσματικά αυτά τα συστήματα. Η θεσμική υποστήριξη διαδραματίζει επίσης κρίσιμο ρόλο, καθώς μπορούν να διευκολύνουν την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών, να προσφέρουν προγράμματα κατάρτισης και να παρέχουν πρόσβαση σε οικονομικούς πόρους που είναι απαραίτητοι για την επιτυχή εφαρμογή

και βιωσιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων (Den Herder et al., 2017 Moreno & Rolo, 2019).

Τεχνολογικά και Γνωσιακά Εμπόδια: Η έλλειψη γνώσης και τεχνολογίας είναι ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο στην υιοθέτηση της αγροδασοπονίας. Οι αγρότες πρέπει να γνωρίζουν τις τεχνικές και τα οφέλη της αγροδασοπονίας για να τις υιοθετήσουν αποτελεσματικά. Αυτό απαιτεί ολοκληρωμένα προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης, τα οποία μπορούν να διευκολυνθούν από τις υπηρεσίες αγροτικής επέκτασης. Επιπλέον, η έρευνα σε τοπικές ειδικές αγροδασοπονικές πρακτικές μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη συστημάτων που είναι καλά προσαρμοσμένα στις τοπικές συνθήκες, αυξάνοντας την πιθανότητα επιτυχούς υιοθέτησης (Kumar & Nair, 2011; Antwi-Agyei et al., 2021).

Εν ολίγοις, η υιοθέτηση και η βιωσιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων εξαρτάται από μια σύνθετη σειρά παραγόντων που απαιτούν προσεκτική εξέταση και διαχείριση. Η αντιμετώπιση αυτών των παραγόντων μέσω ολοκληρωμένων προσεγγίσεων που λαμβάνουν υπόψη τις τοπικές οικολογικές συνθήκες, τα οικονομικά κίνητρα, την κοινωνικοπολιτιστική δυναμική και τα υποστηρικτικά περιβάλλοντα πολιτικής είναι ζωτικής σημασίας. Τέτοιες ολιστικές προσεγγίσεις μπορούν να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα των γεωργικών συστημάτων, να προωθήσουν τη βιωσιμότητα και να εξασφαλίσουν τη μακροπρόθεσμη επιτυχία των πρωτοβουλιών αγροδασοπονίας σε διαφορετικές περιοχές και αγροτικές κοινότητες.

4.5 Στρατηγικές για την ενίσχυση της υιοθέτησης της αγροδασοπονίας

Η ενίσχυση της υιοθέτησης συστημάτων αγροδασοπονίας απαιτεί στρατηγικές προσεγγίσεις που αντιμετωπίζουν τις πολύπλευρες προκλήσεις που εμποδίζουν την ευρεία εφαρμογή τους. Οι αποτελεσματικές στρατηγικές πρέπει να βασίζονται στην κατανόηση των τοπικών συνθηκών και να είναι προσαρμοσμένες ώστε να ανταποκρίνονται στις ειδικές ανάγκες διαφορετικών κοινοτήτων και οικοσυστημάτων.

Πολιτική και θεσμική υποστήριξη: Η δημιουργία ισχυρών πλαισίων πολιτικής που προωθούν ενεργά την αγροδασοπονία είναι ζωτικής σημασίας. Οι κυβερνήσεις και οι διεθνείς οργανισμοί πρέπει να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν πολιτικές που δίνουν κίνητρα για αγροδασοπονικές πρακτικές μέσω επιδοτήσεων, φορολογικών ελαφρύνσεων και επιχορηγήσεων. Αυτές οι πολιτικές θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνουν προγράμματα τεχνικής υποστήριξης που βοηθούν τους γεωργούς να μεταβούν από τις παραδοσιακές γεωργικές

πρακτικές σε ολοκληρωμένα συστήματα αγροδασοπονίας. Επιπλέον, οι πρωτοβουλίες πολιτικής θα πρέπει να στοχεύουν στην απλοποίηση των συστημάτων κατοχής γης για να παρέχουν στους αγρότες την ασφάλεια που απαιτείται για να επενδύσουν σε μακροπρόθεσμα έργα αγροτοδασοπονίας (Moreno & Rolo, 2019; Den Herder et al., 2017).

Εκπαίδευση και κατάρτιση: Η οικοδόμηση της ευαισθητοποίησης και της κατανόησης μέσω της εκπαίδευσης και της κατάρτισης είναι απαραίτητη για την ενίσχυση της υιοθέτησης της αγροδασοπονίας. Οι υπηρεσίες αγροτικής επέκτασης διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο σε αυτό, παρέχοντας στους αγρότες τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για την αποτελεσματική διαχείριση των αγροδασοπονικών συστημάτων. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα θα πρέπει να καλύπτουν οικολογικά οφέλη, πρακτικές διαχείρισης και οικονομικά πλεονεκτήματα της αγροδασοπονίας. Οι συνεργασίες με τοπικά πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα μπορούν επίσης να βοηθήσουν στη διάδοση έρευνας και πρακτικής γνώσης αιχμής στις αγροτικές κοινότητες (Kumar & Nair, 2011; Shaffril et al., 2018).

Οικονομικά κίνητρα και ανάπτυξη αγοράς: Η προσφορά οικονομικών κινήτρων σε αγρότες που υιοθετούν την αγροδασοπονία μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την ελκυστικότητα αυτών των συστημάτων. Αυτά τα κίνητρα μπορεί να περιλαμβάνουν δάνεια χαμηλού επιτοκίου, επιχορηγήσεις και εγγυημένες συμφωνίες αγοράς για αγροδασοπονικά προϊόντα. Επιπλέον, η ανάπτυξη αγορών για προϊόντα αγροτοδασοπονίας —όπως προϊόντα με οικολογική σήμανση που αναδεικνύουν βιώσιμες πρακτικές— μπορεί να ανοίξει νέες οικονομικές ευκαιρίες για τους αγρότες. Η ίδρυση συνεταιρισμών ή ενώσεων αγροτών μπορεί επίσης να προσφέρει μεγαλύτερη διαπραγματευτική δύναμη και καλύτερη πρόσβαση στις αγορές, συμβάλλοντας στη σταθεροποίηση των εισοδημάτων και στη μείωση των κινδύνων που συνδέονται με τις νέες γεωργικές πρακτικές (Kay et al., 2019; Antwi-Agyei et al., 2021).

Έρευνα και Ανάπτυξη: Η επένδυση στην έρευνα και ανάπτυξη είναι κρίσιμη για την προσαρμογή των αγροδασοπονικών συστημάτων στις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες και τις γεωργικές ανάγκες. Η έρευνα μπορεί να παρέχει πληροφορίες για τους πιο αποτελεσματικούς συνδυασμούς ειδών, πρακτικές διαχείρισης και οικονομικά μοντέλα για συστήματα αγροδασοπονίας σε διαφορετικές οικολογικές ζώνες. Η προσαρμοστική έρευνα που εμπλέκει τους αγρότες στο σχεδιασμό και την αξιολόγηση των αγροδασοπονικών συστημάτων μπορεί να διασφαλίσει ότι αυτά τα συστήματα είναι τόσο πρακτικά όσο και βιώσιμα. Επιπλέον, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για την παρακολούθηση και τη διαχείριση συστημάτων αγροδασοπονίας μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω την αποτελεσματικότητα και την ελκυστικότητά τους (Jose, 2009; Bhagwat et al., 2008).

Κοινοτική Συμμετοχή και Συμμετοχικές Προσεγγίσεις: Η συμμετοχή των κοινοτήτων στον σχεδιασμό και την υλοποίηση αγροδασοπονικών έργων είναι θεμελιώδης για την επιτυχία τους. Οι συμμετοχικές προσεγγίσεις που εμπλέκουν μέλη της κοινότητας στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων συμβάλλουν στη διασφάλιση της ευθυγράμμισης των αγροδασοπονικών συστημάτων με τις τοπικές ανάγκες και τις πολιτιστικές πρακτικές. Αυτές οι προσεγγίσεις μπορούν επίσης να ενδυναμώσουν τις κοινότητες, χτίζοντας την τοπική ικανότητα για βιώσιμη διαχείριση των πόρων. Τα κοινοτικά προγράμματα θα πρέπει να επικεντρωθούν στην επίδειξη των απτών οφελών της αγροδασοπονίας, όπως βελτιωμένες αποδόσεις καλλιεργειών, αυξημένη βιοποικιλότητα και βελτιωμένες υπηρεσίες οικοσυστήματος, για να παρακινήσουν την ευρύτερη κοινοτική υποστήριξη και συμμετοχή (Garrity, 2004; Moreno & Rolo, 2019).

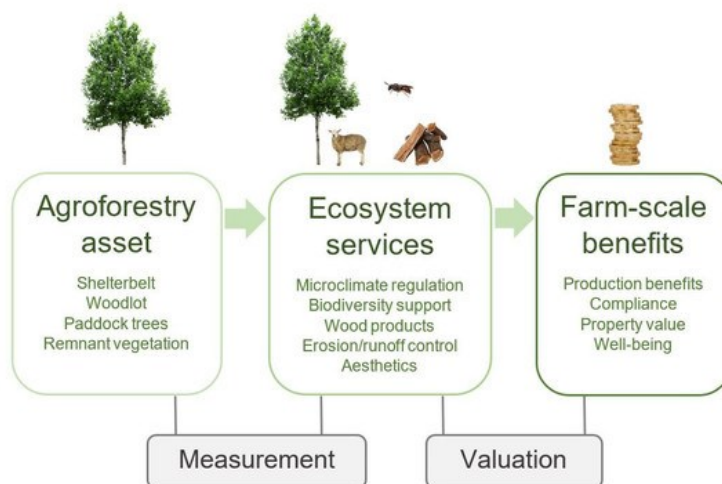
Ενσωμάτωση με Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ ή SDG): Η σύνδεση στρατηγικών υιοθέτησης αγροδασοπονίας με ευρύτερους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης μπορεί επίσης να ενισχύσει τις ευκαιρίες υποστήριξης και χρηματοδότησης. Η αγροδασοπονία συμβάλλει άμεσα σε αρκετούς ΣΒΑ, συμπεριλαμβανομένης της καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής, της διατήρησης των οικοσυστημάτων και της επίτευξης επισιτιστικής ασφάλειας. Με το να διαμορφώνουν τη αγροδασοπονία ως λύση σε παγκόσμιες προκλήσεις, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι επαγγελματίες μπορούν να προσελκύσουν διεθνή υποστήριξη και χρηματοδότηση, προωθώντας περαιτέρω την υιοθέτηση αυτών των συστημάτων (Antwi-Agyei et al., 2021; Kay et al., 2019).

Συμπερασματικά, η ενίσχυση της υιοθέτησης της αγροδασοπονίας απαιτεί συντονισμένη προσπάθεια σε πολλαπλά μέτωπα, συμπεριλαμβανομένης της μεταρρύθμισης της πολιτικής, της εκπαίδευσης, της οικονομικής υποστήριξης, της ανάπτυξης της αγοράς, της έρευνας και της συμμετοχής της κοινότητας. Αυτές οι στρατηγικές, όταν εφαρμοστούν αποτελεσματικά, μπορούν να βοηθήσουν να ξεπεραστούν τα εμπόδια στην υιοθέτηση της αγροδασοπονίας και να ανοίξουν το δρόμο για πιο βιώσιμες και παραγωγικές γεωργικές πρακτικές παγκοσμίως.

Κεφάλαιο 5: Χρησιμότητα και Οφέλη Αγροδασοπονικών Συστημάτων

5.1 Επισκόπηση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση των οφελών

Η αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων των συστημάτων αγροδασοπονίας είναι ένα πολύπλοκο έργο, δεδομένων των πολυδιάστατων επιπτώσεων που έχουν αυτά τα συστήματα στα οικοσυστήματα, τις οικονομίες και τις κοινωνίες. Μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των οφελών από την αγροδασοπονία απαιτεί μεθοδολογίες που είναι τόσο διαφορετικές και ολοκληρωμένες όσο και τα ίδια τα συστήματα. Η βιβλιογραφία για την αγροδασοπονία έχει αναπτύξει διάφορες προσεγγίσεις για την αξιολόγηση διαφορετικών πτυχών των συστημάτων αγροδασοπονίας, συνδυάζοντας οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές μεθοδολογίες για να παρέχει μια ολιστική άποψη των επιπτώσεών τους (Moreno & Rolo, 2019; Garrity, 2004).



Εικόνα 4: Γράφημα που συνοψίζει τα οφέλη των συστημάτων αγροδασοπονίας

Μεθοδολογίες Οικολογικής Αξιολόγησης: Τα οικολογικά οφέλη, όπως η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η ενίσχυση της γονιμότητας του εδάφους και η δέσμευση άνθρακα, είναι θεμελιώδεις πτυχές των αγροδασοπονικών συστημάτων. Αυτά συνήθως αξιολογούνται χρησιμοποιώντας μια ποικιλία οικολογικών δεικτών. Οι αξιολογήσεις βιοποικιλότητας συχνά περιλαμβάνουν έρευνες για τον πλούτο και την αφθονία των ειδών, οι οποίες βοηθούν στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η αγροδασοπονία επηρεάζει την τοπική χλωρίδα και πανίδα σε σύγκριση με τα συμβατικά γεωργικά συστήματα. Οι αξιολογήσεις ποιότητας του εδάφους συνήθως μετρούν παραμέτρους όπως η περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, τα επίπεδα θρεπτικών ουσιών και οι ρυθμοί διάβρωσης, παρέχοντας μια εικόνα για τη βιωσιμότητα των πρακτικών χρήσης γης. Η δέσμευση άνθρακα αξιολογείται μέσω εκτίμησης βιομάζας και

μετρήσεων άνθρακα στο έδαφος, οι οποίες είναι σημαντικές για την κατανόηση του ρόλου της αγροδασοπονίας στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (Jose, 2009; Bhagwat et al., 2008).

Τεχνικές οικονομικής αξιολόγησης: Οι οικονομικές αξιολογήσεις στην αγροδασοπονία επικεντρώνονται στην ανάλυση της παραγωγικότητας, της κερδοφορίας και της βιωσιμότητας από οικονομική άποψη. Οι τεχνικές συχνά περιλαμβάνουν ανάλυση κόστους-οφέλους, η οποία συγκρίνει τις αποδόσεις από τη αγροδασοπονία με αυτές των παραδοσιακών συστημάτων γεωργίας. Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) χρησιμοποιούνται συχνά για την αξιολόγηση των μακροπρόθεσμων οικονομικών οφελών από την υιοθέτηση αγροδασοπονικών πρακτικών. Αυτές οι οικονομικές αξιολογήσεις βοηθούν στην ανάδειξη των άμεσων και έμμεσων οικονομικών κερδών από τη αγροδασοπονία, καθιστώντας μια πειστική υπόθεση για την ευρύτερη υιοθέτησή τους (Kay et al., 2019; Antwi-Agyei et al., 2021).

Μέθοδοι Κοινωνικο-πολιτισμικής Αξιολόγησης: Τα κοινωνικά αποτελέσματα των αγροδασοπονικών συστημάτων αξιολογούνται μέσω ποσοτικών και ποιοτικών ερευνητικών μεθόδων. Οι έρευνες και οι συνεντεύξεις χρησιμοποιούνται συνήθως για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των τοπικών κοινοτήτων σχετικά με τη αγροδασοπονία. Αυτές οι μέθοδοι βοηθούν στην κατανόηση της κοινωνικο-πολιτιστικής δυναμικής που παίζει, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στις πρακτικές χρήσης γης, των αποτελεσμάτων στην επισιτιστική ασφάλεια και των αποτελεσμάτων στις τοπικές παραδόσεις και πρακτικές. Οι συμμετοχικές προσεγγίσεις, όπου τα μέλη της κοινότητας συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία αξιολόγησης, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές στην αποτύπωση των διαφοροποιημένων κοινωνικών οφελών και προκλήσεων που σχετίζονται με τα αγροδασικά συστήματα (Shaffril et al., 2018; Kumar & Nair, 2011).

Ολοκληρωμένες και διεπιστημονικές προσεγγίσεις: Δεδομένης της αλληλένδετης φύσης των οφελών που παρέχονται από τα αγροδασικά συστήματα, χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο ολοκληρωμένες μεθοδολογίες αξιολόγησης που συνδυάζουν οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές πτυχές. Αυτές οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις συχνά περιλαμβάνουν τη χρήση εργαλείων μοντελοποίησης που προσομοιώνουν τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις των αγροδασοπονικών πρακτικών σε διάφορους δείκτες. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) και η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιούνται επίσης για την ανάλυση των αλλαγών σε επίπεδο τοπίου που προκαλούνται από την αγροδασοπονία. Αυτές οι τεχνολογίες παρέχουν χωρικές και χρονικές γνώσεις που είναι ανεκτίμητες για εκτιμήσεις μεγάλης κλίμακας και για την παρακολούθηση των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου (Den Herder et al., 2017; Moreno & Rolo, 2019).

Προκλήσεις και καινοτομίες στις μεθοδολογίες: Μία από τις κύριες προκλήσεις για την αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων της αγροδασοπονίας είναι η σχετική χρονική κλίμακα. Πολλά οικολογικά και οικονομικά οφέλη από την αγροδασοπονία προκύπτουν σε μεγάλες περιόδους, τα οποία μπορεί να είναι δύσκολο να αποτυπωθούν σε βραχυπρόθεσμες μελέτες. Επιπλέον, η μεταβλητότητα στις αγροδασοπονικές πρακτικές σε διαφορετικές περιοχές απαιτεί ευέλικτες και προσαρμόσιμες μεθοδολογίες αξιολόγησης. Οι πρόσφατες καινοτομίες στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, όπως η χρήση drones για εναέριες έρευνες και προηγμένα στατιστικά μοντέλα για ανάλυση δεδομένων, βοηθούν στην αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, παρέχοντας πιο ακριβείς και ολοκληρωμένες αξιολογήσεις (Antwi-Agyei et al., 2021; Kay et al., 2019).

Συμπερασματικά, οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων των συστημάτων αγροδασοπονίας είναι ποικίλες και πολύπλοκες, αντανακλώντας την πολύπλευρη φύση αυτών των συστημάτων. Καθώς η αγροδασοπονία συνεχίζει να κερδίζει έδαφος ως πρακτική βιώσιμης διαχείρισης γης, η ανάπτυξη και η βελτίωση αυτών των μεθοδολογιών θα είναι ζωτικής σημασίας για τον ακριβή ποσοτικό προσδιορισμό και την κατανόηση του πλήρους φάσματος των πλεονεκτημάτων που μπορεί να προσφέρει η αγροδασοπονία. Αυτή η ολοκληρωμένη αξιολόγηση είναι απαραίτητη για την υποστήριξη της ευρύτερης εφαρμογής και για την καθοδήγηση της πολιτικής και της πρακτικής στη βιώσιμη χρήση γης παγκοσμίως.

5.2 Οικονομικά Οφέλη

Τα αγροδασικά συστήματα προσφέρουν σημαντικά οικονομικά οφέλη ενσωματώνοντας δέντρα, καλλιέργειες και μερικές φορές ζώα σε ένα συνεκτικό, παραγωγικό σύστημα. Αυτά τα οφέλη προέρχονται από την ενισχυμένη παραγωγικότητα της γης, τη διαφοροποίηση των πηγών εισοδήματος και την αυξημένη ανθεκτικότητα στις διακυμάνσεις της αγοράς και του περιβάλλοντος (Moreno & Rolo, 2019; Kay et al., 2019). Η ενσωμάτωση των πρακτικών βοσκής, αραιώσης και λίπανσης προβάτων στις φυτείες *Pinus pinaster* προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για τα οικονομικά οφέλη των συστημάτων αγροδασοπονίας. Οι Papanastasis et al. (1995) αναφέρουν ότι αυτές οι συνδυασμένες πρακτικές μπορούν να ενισχύσουν την παραγωγικότητα και την κερδοφορία των αγροδασοπονικών συστημάτων. Η μελέτη δείχνει ότι η στρατηγική αραιώσης και η λίπανση βελτιώνουν την ανάπτυξη τόσο των δέντρων όσο και της υποφυλλώδους στρώσης, η οποία με τη σειρά της προσφέρει υψηλότερες αποδόσεις στη

βόσκηση των ζώων. Αυτή η ενοποίηση της κτηνοτροφίας και της δασοπονίας όχι μόνο διαφοροποιεί τις πηγές εισοδήματος αλλά αυξάνει επίσης τη συνολική παραγωγικότητα της γης.

Παραγωγικότητα και αποδοτικότητα πόρων: Τα συστήματα αγροδασοπονίας μεγιστοποιούν την αποδοτικότητα χρήσης των πόρων αξιοποιώντας τη συμπληρωματική φύση διαφορετικών φυτικών ειδών και γεωργικών πρακτικών. Για παράδειγμα, τα δέντρα με βαθιές ρίζες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε νερό και θρεπτικά συστατικά από βαθύτερα στρώματα εδάφους, τα οποία στη συνέχεια διατίθενται σε καλλιέργειες με ρηχές ρίζες, βελτιώνοντας τη συνολική παραγωγικότητα. Επιπλέον, τα δέντρα σε αγροδασικά συστήματα μπορούν να παρέχουν μικροκλιματικές συνθήκες που ρυθμίζουν τα είδη των καλλιεργειών έναντι των ακραίων καιρικών συνθηκών, αυξάνοντας πιθανώς τις αποδόσεις των καλλιεργειών και μειώνοντας τον κίνδυνο συνολικής αποτυχίας των καλλιεργειών λόγω κλιματικών ανωμαλιών (Jose, 2009; Bhagwat et al., 2008).

Διαφοροποίηση εισοδήματος: Ένα από τα κύρια οικονομικά πλεονεκτήματα της αγροδασοπονίας είναι η διαφοροποίηση των πηγών εισοδήματος για τους αγρότες. Ενσωματώνοντας δενδρώδεις καλλιέργειες που παράγουν φρούτα, ξηρούς καρπούς, φαρμακευτικά προϊόντα ή ξυλεία, οι αγρότες μπορούν να αξιοποιήσουν νέες αγορές που μπορεί να μην είναι διαθέσιμες μόνο μέσω της παραδοσιακής γεωργίας. Αυτή η διαφοροποίηση όχι μόνο αυξάνει το εισόδημα αλλά επίσης κατανέμει τον κίνδυνο σε πολλαπλές πηγές, κάτι που μπορεί να είναι σημαντικό για τη διατήρηση της χρηματοπιστωτικής σταθερότητας, ειδικά σε περιοχές που είναι επιρρεπείς σε κλυδωνισμούς της αγοράς (Antwi-Agyei et al., 2021; Garrity, 2004). Οι Papanastasis et al. (2009) υπογραμμίζουν πώς οι παραδοσιακές αγροδασοπονικές πρακτικές, όπως η ενσωμάτωση της ελιάς και της καρυδιάς με καλλιέργειες δημητριακών, παρείχαν από παλιά πολλαπλές ροές εισοδήματος στους αγρότες. Αυτά τα συστήματα όχι μόνο αποδίδουν φρούτα και ξηρούς καρπούς, αλλά υποστηρίζουν επίσης την παραγωγή ξυλείας και καυσόξυλου, μειώνοντας έτσι την οικονομική ευπάθεια. Αυτή η πολυλειτουργική προσέγγιση επέτρεψε στους Έλληνες αγρότες να αξιοποιήσουν διάφορες αγορές, ενισχύοντας την οικονομική σταθερότητα και την ανθεκτικότητά τους έναντι των διακυμάνσεων της αγοράς.

Μείωση κόστους και μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα: Τα συστήματα αγροδασοπονίας μπορούν να μειώσουν το κόστος που σχετίζεται με εισροές όπως τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα. Οι φυσικές διεργασίες σε αυτά τα συστήματα, όπως η δέσμευση αζώτου από ορισμένα είδη δέντρων, μειώνουν την ανάγκη για χημικά λιπάσματα. Τα δέντρα και οι θάμνοι μπορούν επίσης να σχηματίσουν φραγμούς που προστατεύουν τις καλλιέργειες από παράσιτα και ασθένειες, μειώνοντας την ανάγκη για χημικά φυτοφάρμακα. Αυτές οι μειώσεις στο κόστος

των εισροών μπορούν να μειώσουν σημαντικά το συνολικό κόστος της γεωργικής παραγωγής, καθιστώντας τη γεωργία πιο βιώσιμη και οικονομικά βιώσιμη μακροπρόθεσμα (Shaffril et al., 2018; Kumar & Nair, 2011). Σύμφωνα με τους Papanastasis et al. (2009), τα οφέλη για τη μείωση του κόστους και η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων είναι σαφώς εμφανή στις παραδοσιακές ελληνικές πρακτικές. Καθώς, συζητούν πώς η ενσωμάτωση δέντρων όπως η βελανιδιά και η ελιά σε αγροτικά τοπία βοηθά στη φυσική δέσμευση του αζώτου, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για χημικά λιπάσματα. Επιπλέον, αυτά τα δέντρα λειτουργούν ως φυσικά εμπόδια ενάντια στα παράσιτα και τις ασθένειες, ελαχιστοποιώντας την εξάρτηση από χημικά φυτοφάρμακα. Αυτό όχι μόνο μειώνει το κόστος για τους αγρότες, αλλά προωθεί επίσης μια πιο βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον προσέγγιση της γεωργίας. Οι συγγραφείς επεξηγούν περαιτέρω πώς αυτές οι πρακτικές συμβάλλουν στη μακροπρόθεσμη οικονομική βιωσιμότητα των αγροτικών περιοχών διατηρώντας τη γονιμότητα του εδάφους και υποστηρίζοντας τη βιοποικιλότητα.

Πρόσβαση στην αγορά και προστιθέμενη αξία: Τα αγροδασοπονικά προϊόντα συχνά προσελκύουν υψηλές τιμές, ειδικά εκείνες που χαρακτηρίζονται ως βιολογικά ή αειφόρου προέλευσης. Η ενσωμάτωση των αγροδασοπονικών πρακτικών στη γεωργία μπορεί να ενισχύσει την πρόσβαση των αγροτών στην αγορά επιτρέποντάς τους να πληρούν τα κριτήρια για πιστοποιημένα βιώσιμα προϊόντα. Επιπλέον, η αγροδασοπονία διευκολύνει την επεξεργασία προστιθέμενης αξίας, όπως η ξήρανση φρούτων, η εξόρυξη καρυδέλαιου ή η ξυλουργική, η οποία μπορεί να αυξήσει περαιτέρω το εισόδημα από τα αγροδασοπονικά προϊόντα (Den Herder et al., 2017; Moreno & Rolo, 2019).

Οικονομική Ανθεκτικότητα και Κοινωνική Ισότητα: Τα συστήματα αγροδασοπονίας συμβάλλουν στην οικονομική ανθεκτικότητα προστατεύοντας τη γεωργική παραγωγή από περιβαλλοντικούς και οικονομικούς κινδύνους, σταθεροποιώντας έτσι το γεωργικό εισόδημα. Αυτή η σταθερότητα είναι πολύ σημαντική για τους μικροκαλλιεργητές στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η γεωργία αποτελεί τη ραχοκοκαλιά της οικονομίας. Επιπλέον, η αγροδασοπονία μπορεί να προάγει την κοινωνική ισότητα παρέχοντας ευκαιρίες σε περιθωριακούς και μικρής κλίμακας αγρότες να βελτιώσουν τα μέσα διαβίωσής τους μέσω της πρόσβασης σε ένα πιο ποικίλο σύνολο πόρων και αγορών (Kay et al., 2019; Antwi-Agyei et al., 2021).

Υποστήριξη πολιτικής και κίνητρα: Η αποτελεσματική υποστήριξη και τα κίνητρα πολιτικής διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη μεγιστοποίηση των οικονομικών οφελών της αγροδασοπονίας. Οι κυβερνήσεις και οι διεθνείς φορείς μπορούν να ενθαρρύνουν την υιοθέτηση της αγροδασοπονίας παρέχοντας οικονομικά κίνητρα, τεχνική υποστήριξη και πρόσβαση στις αγορές. Οι πολιτικές που διευκολύνουν την ασφάλεια της κατοχής γης,

παρέχουν επιδοτήσεις για δενδροφύτευση και υποστηρίζουν το συνεργατικό μάρκετινγκ μπορούν να ενισχύσουν τις οικονομικές αποδόσεις από τα αγροδασικά συστήματα, καθιστώντας τα πιο ελκυστικά για τους αγρότες (Shaffril et al., 2018; Den Herder et al., 2017).

Συμπερασματικά, τα οικονομικά οφέλη της αγροδασοπονίας είναι τεράστια και ποικίλα, προσφέροντας ουσιαστικές ευκαιρίες για την ενίσχυση της αγροτικής παραγωγικότητας, τη διαφοροποίηση του εισοδήματος και τη μείωση του κόστους παραγωγής. Αυτά τα οφέλη συμβάλλουν όχι μόνο στην οικονομική σταθερότητα των μεμονωμένων αγροτών αλλά και στους ευρύτερους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης και της καταπολέμησης της φτώχειας. Η αποτελεσματική εφαρμογή, σε συνδυασμό με υποστηρικτικές πολιτικές και δομές αγοράς, μπορεί να ξεκλειδώσει το πλήρες οικονομικό δυναμικό των συστημάτων αγροδασοπονίας, προωθώντας την ευρεία υιοθέτησή τους και τη βιώσιμη διαχείρισή τους.

5.3 Περιβαλλοντικά Οφέλη

Τα αγροδασικά συστήματα αναγνωρίζονται για τα σημαντικά περιβαλλοντικά τους οφέλη, τα οποία είναι αναπόσπαστα για την προώθηση της οικολογικής βιωσιμότητας και της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Αυτά τα συστήματα ενσωματώνουν έξυπνα γεωργικές και δασικές πρακτικές για να βελτιώσουν την περιβαλλοντική υγεία σε όλα τα τοπία (Moreno & Rolo, 2019; Jose, 2009).



Εικόνα 5: Ένα επιτυχημένο αγροδασικό σύστημα στην πράξη

Διατήρηση του εδάφους και ενίσχυση της γονιμότητας: Ένα από τα κύρια περιβαλλοντικά οφέλη της αγροδασοπονίας είναι η ικανότητά της να διατηρεί το έδαφος και να βελτιώνει τη γονιμότητά του. Η παρουσία δέντρων σε γεωργικά περιβάλλοντα βοηθά στη σταθεροποίηση του εδάφους, αποτρέποντας τη διάβρωση που προκαλείται από τον άνεμο και το νερό. Τα συστήματα βαθιάς ριζοβολίας των δέντρων ενισχύουν τη δομή του εδάφους και αυξάνουν τη διαπερατότητα του εδάφους, γεγονός που βελτιώνει την κατακράτηση νερού και μειώνει την απορροή και την υποβάθμιση του εδάφους. Επιπλέον, πολλά είδη δέντρων που χρησιμοποιούνται σε αγροδασικά συστήματα είναι ικανά να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο, το οποίο είναι ένα κρίσιμο θρεπτικό συστατικό για τις καλλιέργειες. Αυτή η φυσική διαδικασία λίπανσης μειώνει την ανάγκη για χημικά λιπάσματα, τα οποία είναι συχνά επιβλαβή για το περιβάλλον (Bhagwat et al., 2008; Garrity, 2004).

Δέσμευση άνθρακα: Η αγροδασοπονία είναι μια σημαντική δεξαμενή άνθρακα, συμβάλλοντας στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής δεσμεύοντας διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Τα δέντρα και η βλάστηση στα αγροδασικά συστήματα αποθηκεύουν άνθρακα στη βιομάζα τους και στο έδαφος. Αυτή η διαδικασία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική επειδή τα αγροδασικά συστήματα περιέχουν συνήθως πιο ποικιλόμορφη και πυκνότερη βλάστηση από τα συμβατικά γεωργικά συστήματα, οδηγώντας σε μεγαλύτερο συνολικό δυναμικό δέσμευσης άνθρακα. Με τη μείωση των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου, η αγροδασοπονία συμβάλλει στις προσπάθειες μετριασμού της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής (Antwi-Agyei et al., 2021; Kumar & Nair, 2011).

Διατήρηση της βιοποικιλότητας: Τα συστήματα αγροδασοπονίας υποστηρίζουν ένα ευρύ φάσμα βιοποικιλότητας σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία. Μιμούμενη τα φυσικά οικοσυστήματα μέσω της ενσωμάτωσης διαφόρων ειδών δέντρων με καλλιέργειες και ζώα, η αγροδασοπονία παρέχει ενδιαιτήματα για πολλά φυτά και ζώα. Αυτή η ποικιλομορφία δεν περιλαμβάνει μόνο τα καλλιεργούμενα είδη αλλά και την αυτοφυή χλωρίδα και πανίδα που αποικίζουν το αγροδασικό τοπίο, προάγοντας την οικολογική ισορροπία και υποστηρίζοντας διαδρόμους άγριας ζωής μεταξύ κατακερματισμένων οικοτόπων. Η αυξημένη φυτική ποικιλότητα στα αγροδασικά συστήματα ενθαρρύνει επίσης τους επικονιαστές, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την αναπαραγωγή πολλών φυτικών και άγριων ειδών φυτών (Shaffril et al., 2018; Den Herder et al., 2017).

Διαχείριση και βελτίωση της ποιότητας των υδάτων: Τα αγροδασικά συστήματα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση των υδάτων βελτιώνοντας τον υδρολογικό κύκλο στα αγροτικά τοπία. Τα δέντρα στα αγροδασικά συστήματα μπορούν να μειώσουν την απορροή των επιφανειακών υδάτων, αυξάνοντας τη διείσδυση νερού στο έδαφος και

επαναφορτίζοντας τα υπόγεια ύδατα. Αυτή η διαδικασία βοηθά στη διατήρηση των τοπικών κύκλων του νερού και μπορεί να μειώσει τη σοβαρότητα των πλημμυρών και της ξηρασίας. Επιπλέον, σταθεροποιώντας το έδαφος και μειώνοντας την απορροή, τα αγροδασικά συστήματα συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση της ρύπανσης των υδάτων παγιδεύοντας ιζήματα και θρεπτικά συστατικά που διαφορετικά θα εισέρχονταν στα υδατικά συστήματα, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα του νερού (Kay et al., 2019; Moreno & Rolo, 2019).

Ρύθμιση του κλίματος και βελτίωση του μικροκλίματος: Πέρα από τα μεγάλης κλίμακας κλιματικά οφέλη, η αγροδασοπονία βελτιώνει επίσης τα τοπικά μικροκλίματα, τα οποία μπορούν να ενισχύσουν την ανάπτυξη και τη βιωσιμότητα των καλλιεργειών. Η παρουσία των δέντρων μετριάξει τις τοπικές θερμοκρασίες, μειώνοντας την ακραία ζέστη και το κρύο στο αγροτικό τοπίο. Αυτή η μετριοπάθεια μπορεί να προστατεύσει τις καλλιέργειες από ζημιές από τον παγετό και να μειώσει το θερμικό στρες τόσο στα φυτά όσο και στα ζώα, οδηγώντας σε πιο σταθερή και αυξημένη γεωργική παραγωγή. Επιπλέον, η σκιά που παρέχουν τα δέντρα μπορεί να μειώσει την εξάτμιση από το έδαφος και τα φυτά, καθιστώντας περισσότερο διαθέσιμο νερό για την ανάπτυξη των καλλιεργειών και των δέντρων (Jose, 2009; Bhagwat et al., 2008).

Συμπερασματικά, τα περιβαλλοντικά οφέλη των αγροδασοπονικών συστημάτων είναι ποικίλα και ουσιαστικά, αντιμετωπίζοντας μερικές από τις πιο πιεστικές οικολογικές προκλήσεις, όπως η υποβάθμιση του εδάφους, η απώλεια βιοποικιλότητας, η λειψυδρία και η κλιματική αλλαγή. Η πολυλειτουργικότητα της αγροδασοπονίας την καθιστά μια ελκυστική επιλογή βιώσιμης χρήσης γης που όχι μόνο υποστηρίζει την αγροτική παραγωγικότητα αλλά προάγει επίσης την οικολογική υγεία και ανθεκτικότητα. Αξιοποιώντας αποτελεσματικά αυτά τα περιβαλλοντικά οφέλη, η αγροδασοπονία μπορεί να διαδραματίσει κεντρικό ρόλο στη βιώσιμη ανάπτυξη και τις στρατηγικές διατήρησης του περιβάλλοντος παγκοσμίως.

5.4 Κοινωνικά και Πολιτιστικά Οφέλη

Τα αγροδασικά συστήματα όχι μόνο αποφέρουν οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, αλλά προσφέρουν επίσης σημαντικά κοινωνικά και πολιτιστικά πλεονεκτήματα, τα οποία είναι σημαντικά για τη βιώσιμη ανάπτυξη των κοινοτήτων. Αυτά τα οφέλη περιλαμβάνουν την ενίσχυση της επισιτιστικής ασφάλειας, τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και την ενίσχυση των δεσμών της κοινότητας, συμβάλλοντας σημαντικά στην αγροτική ανάπτυξη (Moreno & Rolo, 2019; Kay et al., 2019).

Ενίσχυση της επισιτιστικής ασφάλειας και της διατροφικής ποικιλομορφίας: Τα συστήματα αγροδασοπονίας συμβάλλουν ιδιαίτερα στην επισιτιστική ασφάλεια διαφοροποιώντας την παραγωγή και παρέχοντας μια σειρά προϊόντων διατροφής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αυτή η ποικιλομορφία είναι σημαντική για τους αγροτικούς πληθυσμούς, ιδιαίτερα σε περιοχές που είναι επιρρεπείς στην έλλειψη τροφίμων. Ενσωματώνοντας οπωροφόρα δέντρα και καλλιέργειες λαχανικών με την παραγωγή βασικών τροφίμων, η αγροδασοπονία διασφαλίζει μια πιο σταθερή, ποικίλη και θρεπτική παροχή τροφίμων, η οποία είναι απαραίτητη για την πρόληψη του υποσιτισμού και την ενίσχυση της συνολικής υγείας της κοινότητας. Επιπρόσθετα, η πολυετής φύση πολλών συστατικών της αγροδασοπονίας διασφαλίζει τη διαθεσιμότητα των πόρων τροφίμων ακόμη και σε περιόδους εκτός εποχής ή σε χρόνια όπου οι ετήσιες καλλιέργειες ενδέχεται να αποτύχουν λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών (Antwi-Agyei et al., 2021; Shaffril et al., 2018).

Διατήρηση της Παραδοσιακής Γνώσης και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς: Οι πρακτικές αγροδασοπονίας είναι συχνά βαθιά ριζωμένες στις τοπικές παραδόσεις και στα γηγενή συστήματα γνώσης. Αυτά τα συστήματα ενσωματώνουν γενιές σοφίας σχετικά με τη χρήση γηγενών φυτών για τρόφιμα, φάρμακα και άλλες πολιτιστικές πρακτικές. Προάγοντας τη αγροδασοπονία, οι κοινότητες όχι μόνο διατηρούν τη βιοποικιλότητά τους αλλά διατηρούν επίσης την πολιτιστική κληρονομιά και τη γνώση που διαφορετικά θα μπορούσαν να χαθούν σε κοινωνίες που εκσυγχρονίζονται ταχέως. Αυτή η διατήρηση είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της πολιτιστικής ταυτότητας και της συνέχειας, ειδικά μεταξύ των αυτόχθονων και τοπικών κοινοτήτων σε όλο τον κόσμο (Kumar & Nair, 2011; Bhagwat et al., 2008).

Ενίσχυση της κοινοτικής συνοχής και ανθεκτικότητας: Η αγροδασοπονία προάγει τη συνοχή της κοινότητας παρέχοντας κοινόχρηστους πόρους που διαχειρίζονται συλλογικά, όπως κοινοτικές δασικές εκτάσεις ή περιοχές βόσκησης κάτω από κάλυψη δέντρων. Αυτοί οι κοινόχρηστοι πόροι καλλιεργούν την αίσθηση της κοινοτικής ιδιοκτησίας και ευθύνης, τα οποία είναι απαραίτητα για τη συνεργατική διαχείριση των φυσικών πόρων. Επιπλέον, η αγροδασοπονία μπορεί να ενισχύσει την ανθεκτικότητα της κοινότητας έναντι οικονομικών ή κλιματικών κραδασμών παρέχοντας ποικίλες και βιώσιμες επιλογές διαβίωσης και ενισχύοντας συστήματα διαχείρισης πόρων που βασίζονται στην κοινότητα (Jose, 2009; Garrity, 2004).

Ενδυνάμωση μέσω της συμμετοχής χωρίς αποκλεισμούς και της ισότητας των φύλων: Οι πρωτοβουλίες αγροδασοπονίας συχνά ενθαρρύνουν τη συμμετοχή όλων των μελών της κοινότητας, συμπεριλαμβανομένων των γυναικών και των περιθωριοποιημένων ομάδων, στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Αυτή η προσέγγιση χωρίς αποκλεισμούς όχι μόνο διασφαλίζει ότι τα οφέλη από τη αγροδασοπονία μοιράζονται δίκαια, αλλά επίσης ενδυναμώνει τις γυναίκες

δίνοντάς τους μερίδιο σε παραγωγικούς πόρους και οικονομικές ευκαιρίες. Οι γυναίκες διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο σε πολλά αγροδασικά συστήματα, ιδιαίτερα στην παραγωγή δευτερευουσών καλλιεργειών και δασικών προϊόντων μη ξυλείας, τα οποία είναι σημαντικά για την οικονομία και τη διατροφή του νοικοκυριού (Den Herder et al., 2017; Moreno & Rolo, 2019).

Εκπαίδευση και Ανάπτυξη Ικανοτήτων: Η αγροδασοπονία παρέχει εκπαιδευτικές ευκαιρίες λειτουργώντας ως ζωντανό εργαστήριο για την εκμάθηση σχετικά με τη βιώσιμη γεωργία, τη βιοποικιλότητα και τη διατήρηση του περιβάλλοντος. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα που επικεντρώνονται εκεί μπορούν να διδάξουν τόσο σε παιδιά όσο και σε ενήλικες για τη σημασία της οικολογικής ισορροπίας και της βιώσιμης διαχείρισης των πόρων. Αυτά τα προγράμματα συχνά οδηγούν σε μεγαλύτερη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και υπεράσπιση εντός της κοινότητας, προωθώντας βιώσιμες πρακτικές σε άλλους τομείς της κοινοτικής ζωής (Antwi-Agyei et al., 2021; Kay et al., 2019).

Κοινωνική σταθερότητα και μείωση των συγκρούσεων: Σε περιοχές όπου η γη είναι σπάνια και ο ανταγωνισμός για πόρους είναι έντονος, η αγροδασοπονία μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των συγκρούσεων μεγιστοποιώντας την παραγωγικότητα της διαθέσιμης γης και παρέχοντας πιο δίκαιη πρόσβαση στους πόρους. Τα αγροδασικά συστήματα μπορούν να σχεδιαστούν για να δημιουργούν ζώνες προστασίας, οι οποίες μειώνουν τις εντάσεις οριοθετώντας τη σαφή και αμοιβαία επωφελή χρήση των κοινών πόρων. Αυτή η πτυχή της αγροδασοπονίας είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιοχές μετά τη σύγκρουση όπου η βιώσιμη και δίκαιη διαχείριση των πόρων μπορεί να συμβάλει στην οικοδόμηση της ειρήνης και στην κοινωνική σταθερότητα (Shaffril et al., 2018; Kumar & Nair, 2011).

Συμπερασματικά, τα κοινωνικά και πολιτιστικά οφέλη των αγροδασοπονικών συστημάτων είναι βαθιά και εκτεταμένα. Αυτά τα συστήματα όχι μόνο παρέχουν απτά οφέλη, όπως επισιτιστική ασφάλεια και οικονομικές ευκαιρίες, αλλά εμπλουτίζουν επίσης τον κοινωνικό ιστό και την πολιτιστική κληρονομιά, ενισχύοντας πιο συνεκτικές, ανθεκτικές και βιώσιμες κοινότητες. Ως εκ τούτου, η προώθηση της αγροτοδασοπονίας μπορεί να θεωρηθεί ως μια ολιστική προσέγγιση για την αγροτική ανάπτυξη, που συνδυάζει την οικονομική πρόοδο με την κοινωνική ευημερία και την περιβαλλοντική διαχείριση.

5.5 Προκλήσεις και περιορισμοί στις τρέχουσες πρακτικές αξιολόγησης

Η αξιολόγηση των πολύπλευρων πλεονεκτημάτων των συστημάτων αγροδασοπονίας παρουσιάζει αρκετές προκλήσεις και περιορισμούς, σε μεγάλο βαθμό λόγω της πολύπλοκης και ολοκληρωμένης φύσης αυτών των συστημάτων. Αυτές οι προκλήσεις μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ακρίβεια και την πληρότητα των αξιολογήσεων, επηρεάζοντας τις αποφάσεις πολιτικής και πρακτικής που σχετίζονται με τη αγροδασοπονία (Moreno & Rolo, 2019; Den Herder et al., 2017).

Χρονική κλίμακα και διαχρονικότητα: Μια σημαντική πρόκληση για την αξιολόγηση των αγροδασοπονικών συστημάτων είναι η μακροπρόθεσμη φύση πολλών από τα οφέλη τους. Τα οικολογικά και οικονομικά οφέλη όπως η ενίσχυση της γονιμότητας του εδάφους, η διατήρηση της βιοποικιλότητας και η πλήρης οικονομική απόδοση της επένδυσης συχνά εκδηλώνονται σε αρκετά χρόνια ή και δεκαετίες. Αυτή η μακροπρόθεσμη πτυχή καθιστά δύσκολη την ευθυγράμμιση των χρονοδιαγραμμάτων αξιολόγησης με τους βραχυπρόθεσμους κύκλους σχεδιασμού και αξιολόγησης που χαρακτηρίζουν τα περισσότερα γεωργικά έργα και μηχανισμούς χρηματοδότησης. Ως αποτέλεσμα, πολλά οφέλη μπορεί να υποτιμηθούν ή να παραβλεφθούν εντελώς στις τυπικές πρακτικές αξιολόγησης, οδηγώντας σε λιγότερες επενδύσεις στη αγροδασοπονία (Antwi-Agyei et al., 2021; Bhagwat et al., 2008).

Πολυπλοκότητα στη μέτρηση των οφελών: Τα οφέλη της αγροδασοπονίας είναι ποικίλα και διασταυρώνονται σε οικολογικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς τομείς. Η μέτρηση αυτών των αλληλένδετων οφελών απαιτεί διεπιστημονικές προσεγγίσεις και μεθοδολογίες, οι οποίες μπορεί να είναι πολύπλοκες και απαιτούν ένταση πόρων για την εφαρμογή τους. Για παράδειγμα, οι αξιολογήσεις δέσμευσης άνθρακα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη βιομάζα πάνω και κάτω από το έδαφος, που απαιτούν εξελιγμένες τεχνικές και μοντέλα μέτρησης. Ομοίως, οι αξιολογήσεις βιοποικιλότητας στα αγροδασικά συστήματα πρέπει να αξιολογούν όχι μόνο τον αριθμό των ειδών αλλά και τους οικολογικούς ρόλους και τις αλληλεπιδράσεις τους, γεγονός που προσθέτει επίπεδα πολυπλοκότητας στη διαδικασία αξιολόγησης (Jose, 2009; Kumar & Nair, 2011).

Μεταβλητότητα χωρικής και κλίμακας: Τα αγροδασικά συστήματα ποικίλλουν σημαντικά ως προς το σχεδιασμό και την εφαρμογή τους, επηρεαζόμενα από τις τοπικές οικολογικές συνθήκες και τα κοινωνικοοικονομικά πλαίσια. Αυτή η μεταβλητότητα αποτελεί πρόκληση για την ανάπτυξη τυποποιημένων εργαλείων αξιολόγησης που είναι τόσο ευέλικτα ώστε να ανταποκρίνονται στις τοπικές διαφορές και αρκετά αυστηρά ώστε να παρέχουν συγκρίσιμα δεδομένα σε διαφορετικά συστήματα και περιοχές. Η κλίμακα των αγροδασοπονικών

πρακτικών - από τις μικρές εκμεταλλεύσεις έως τις μεγάλες εμπορικές δραστηριότητες - περιπλέκει περαιτέρω την ανάπτυξη ομοιόμορφων πρωτοκόλλων αξιολόγησης, απαιτώντας συχνά προσαρμοσμένες προσεγγίσεις που μπορεί να απαιτούν πόρους και να είναι δύσκολο να γενικευθούν (Shaffril et al., 2018; Kay et al., 2019).

Κοινωνικο-πολιτισμική δυναμική: Η αξιολόγηση των κοινωνικών επιπτώσεων της αγροδασοπονίας, όπως οι βελτιώσεις στην επισιτιστική ασφάλεια, η ανθεκτικότητα της κοινότητας και οι πολιτιστικές αξίες, περιλαμβάνει ποιοτικές μετρήσεις που μπορεί να είναι υποκειμενικές και δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν. Τα κοινωνικο-πολιτισμικά οφέλη είναι συχνά ανάλογα με το πλαίσιο, βαθιά συνυφασμένα με τοπικές ταυτότητες, παραδόσεις και πρακτικές, γεγονός που καθιστά δύσκολη την αξιολόγησή τους μέσω συμβατικών επιστημονικών μεθόδων. Επιπλέον, οι συμμετοχικές προσεγγίσεις που είναι απαραίτητες για την απόκτηση αυτών των οφελών μπορεί να είναι χρονοβόρες και απαιτούν βαθιά κατανόηση της δυναμικής της τοπικής κοινότητας (Garrity, 2004; Moreno & Rolo, 2019).

Θέματα οικονομικής αποτίμησης: Οι οικονομικές αξιολογήσεις των συστημάτων αγροδασοπονίας συχνά δυσκολεύονται να λάβουν υπόψη τα έμμεσα οφέλη, όπως οι υπηρεσίες οικοσυστήματος, που περιλαμβάνουν τον καθαρισμό του νερού, τη ρύθμιση του κλίματος και την επικονίαση. Αυτές οι υπηρεσίες παρέχουν σημαντική οικονομική αξία, αλλά σπάνια αποτυπώνονται σε παραδοσιακές αναλύσεις κόστους-οφέλους. Επιπλέον, τα οικονομικά οφέλη της αγροδασοπονίας μπορεί να μην είναι άμεσα εμφανή στους αγρότες, ειδικά σε σύγκριση με πιο συμβατικές και εντατικές γεωργικές πρακτικές που αποφέρουν ταχύτερες αποδόσεις. Αυτή η αντίληψη μπορεί να εμποδίσει την ευρύτερη υιοθέτηση και τη σωστή αποτίμηση των οφελών από την αγροδασοπονία (Antwi-Agyei et al., 2021; Den Herder et al., 2017).

Πολιτικοί και θεσμικοί φραγμοί: Τέλος, τα υπάρχοντα πολιτικά και θεσμικά πλαίσια συχνά δεν υποστηρίζουν ολοκληρωμένες αξιολογήσεις των αγροδασοπονικών συστημάτων. Οι πολιτικές μπορεί να μην έχουν την ιδιαιτερότητα για την αντιμετώπιση των μοναδικών χαρακτηριστικών της αγροδασοπονίας ή να μην παρέχουν την απαραίτητη υποστήριξη για μακροπρόθεσμη παρακολούθηση και αξιολόγηση. Οι θεσμικοί περιορισμοί, συμπεριλαμβανομένης της περιορισμένης χρηματοδότησης για έρευνα και ανάπτυξη στην αγροδασοπονία, μπορούν να περιορίσουν περαιτέρω το εύρος και το βάθος των αξιολογήσεων, οδηγώντας σε ένα χάσμα μεταξύ των πιθανών και των πραγματοποιηθέντων οφελών των αγροδασοπονικών συστημάτων (Shaffril et al., 2018; Kumar & Nair, 2011).

Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί μια συντονισμένη προσπάθεια για την ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων αξιολόγησης που να είναι προσαρμόσιμες, ολοκληρωμένες και

ικανές να συλλάβουν όλο το φάσμα των οφελών που παρέχονται από τα αγροδοασικά συστήματα. Οι βελτιώσεις στην τεχνολογία, η αυξημένη διεπιστημονική συνεργασία και η ισχυρότερη πολιτική υποστήριξη είναι απαραίτητες για να ξεπεραστούν οι περιορισμοί που αντιμετωπίζονται επί του παρόντος στην αξιολόγηση των αγροδοασοπονικών συστημάτων.

5.6 Ευκαιρίες για βελτίωση και καινοτομία στις μεθόδους αξιολόγησης

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αγροδοασοπονικών συστημάτων παρουσιάζει μοναδικές προκλήσεις λόγω της πολύπλοκης, πολυλειτουργικής φύσης τους. Ωστόσο, αυτές οι προκλήσεις προσφέρουν επίσης σημαντικές ευκαιρίες για βελτίωση και καινοτομία στις μεθοδολογίες αξιολόγησης. Οι προηγμένες τεχνολογίες, οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις και η ενισχυμένη εμπλοκή των ενδιαφερομένων μπορούν όλα να συμβάλουν σε πιο αποτελεσματικές και ολοκληρωμένες αξιολογήσεις (Moreno & Rolo, 2019; Den Herder et al., 2017).

Τεχνολογικές Καινοτομίες: Οι πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία παρέχουν νέους δρόμους για τη βελτίωση των αξιολογήσεων της αγροδοασοπονίας. Η τεχνολογία τηλεπισκόπησης, για παράδειγμα, μπορεί να προσφέρει πολύτιμα δεδομένα για την κάλυψη των δέντρων, τις αλλαγές χρήσης γης και την εκτίμηση της βιομάζας σε μεγάλες εκτάσεις και παρατεταμένες περιόδους. Αυτή η τεχνολογία, σε συνδυασμό με τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS), επιτρέπει την ακριβή, επεκτάσιμη και οικονομικά αποδοτική παρακολούθηση των επιπτώσεων της αγροδοασοπονίας στο περιβάλλον. Επιπλέον, οι εξελίξεις στην ανάλυση δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής μάθησης και των προσεγγίσεων μεγάλων δεδομένων, μπορούν να βοηθήσουν στην ανάλυση σύνθετων αλληλεπιδράσεων εντός συστημάτων αγροδοασοπονίας, παρέχοντας βαθύτερες γνώσεις για τις οικολογικές και οικονομικές τους επιπτώσεις (Shaffril et al., 2018; Kay et al., 2019).

Διεπιστημονικές Μέθοδοι: Η αγροδοασοπονία περιλαμβάνει εγγενώς πολλαπλούς κλάδους - γεωργία, δασοπονία, περιβαλλοντική επιστήμη και οικονομία. Η έμφαση στις διεπιστημονικές μεθοδολογίες έρευνας μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο ολιστική κατανόηση των αγροδοασοπονικών συστημάτων. Για παράδειγμα, η ενσωμάτωση οικολογικών μοντέλων με εργαλεία οικονομικής αποτίμησης μπορεί να βοηθήσει στην ποσοτικοποίηση των υπηρεσιών οικοσυστήματος που παρέχονται από αγροδοασοπονικές πρακτικές, όπως η δέσμευση άνθρακα και η διατήρηση της βιοποικιλότητας, από οικονομική άποψη. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση όχι μόνο ενισχύει την ακρίβεια των αξιολογήσεων αλλά επίσης κάνει τα

αποτελέσματα πιο σχετικά με τη χάραξη πολιτικής και τον προγραμματισμό (Jose, 2009; Bhagwat et al., 2008).

Συμμετοχικές Προσεγγίσεις: Η συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων, των αγροτών και άλλων ενδιαφερομένων στη διαδικασία αξιολόγησης είναι ζωτικής σημασίας για την αποτύπωση των κοινωνικο-πολιτιστικών διαστάσεων της αγροδασοπονίας. Οι συμμετοχικές προσεγγίσεις μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για τα τοπικά συστήματα γνώσης και την κοινωνική δυναμική που επηρεάζουν την υιοθέτηση και την επιτυχία των αγροδασοπονικών πρακτικών. Αυτές οι προσεγγίσεις διασφαλίζουν ότι οι αξιολογήσεις βασίζονται στην πραγματικότητα των τοπικών πρακτικών και συμβάλλουν στην οικοδόμηση ικανοτήτων μεταξύ των τοπικών ενδιαφερομένων. Επιπλέον, βοηθούν στον εντοπισμό πρακτικών προκλήσεων και ευκαιριών από την αρχή, διασφαλίζοντας ότι οι λύσεις είναι συναφείς και βιώσιμες (Kumar & Nair, 2011; Garrity, 2004).

Διαχρονικές Μελέτες: Δεδομένης της μακροπρόθεσμης φύσης πολλών οφελών από τη αγροδασοπονία, η εκπόνηση μακροπρόθεσμων μελετών παρακολούθησης και αξιολόγησης είναι απαραίτητη. Οι διαχρονικές μελέτες μπορούν να παρακολουθούν τις αλλαγές με την πάροδο του χρόνου, παρέχοντας ανεκτίμητα δεδομένα για τη βιωσιμότητα και την εξέλιξη των αγροδασοπονικών συστημάτων. Αυτές οι μελέτες είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την αξιολόγηση διαδικασιών που εξελίσσονται αργά, όπως η ενίσχυση της γονιμότητας του εδάφους, η δέσμευση άνθρακα και οι αλλαγές στη βιοποικιλότητα. Η χρηματοδότηση και η υποστήριξη για μακροπρόθεσμη έρευνα είναι κρίσιμες, καθώς εκτείνονται πέρα από τους τυπικούς κύκλους επιχορηγήσεων και απαιτούν συνεχή δέσμευση από τους φορείς χρηματοδότησης (Antwi-Agyei et al., 2021; Moreno & Rolo, 2019).

Τυποποίηση Μετρήσεων: Η ανάπτυξη τυποποιημένων μετρήσεων για την αξιολόγηση συστημάτων αγροδασοπονίας μπορεί να βοηθήσει στη σύγκριση και τη γενίκευση των ευρημάτων σε διαφορετικές περιοχές και συστήματα. Οι τυποποιημένες μετρήσεις θα πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτες ώστε να προσαρμόζονται στις τοπικές παραλλαγές, αλλά αρκετά ισχυρές ώστε να διασφαλίζεται η σύγκριση. Αυτή η τυποποίηση μπορεί να διευκολύνει ευρύτερες μετα-αναλύσεις και να βοηθήσει στη σύνθεση ευρημάτων από διαφορετικές μελέτες, συμβάλλοντας σε μια πιο ολοκληρωμένη παγκόσμια κατανόηση των επιπτώσεων της αγροδασοπονίας (Shaffril et al., 2018; Den Herder et al., 2017).

Έρευνα με γνώμονα την πολιτική: Υπάρχει επίσης ανάγκη για έρευνα με γνώμονα την πολιτική που μπορεί να ενημερώσει και να διαμορφώσει άμεσα πολιτικές που σχετίζονται με τη αγροδασοπονία. Η έρευνα που ευθυγραμμίζεται με τους στόχους πολιτικής, όπως ο

μετριασμός της κλιματικής αλλαγής ή η αγροτική ανάπτυξη, μπορεί να επηρεάσει αποτελεσματικότερα τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Αυτή η έρευνα θα πρέπει να στοχεύει στο να καταδείξει με σαφήνεια πώς η αγροδασοπονία μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη των στόχων πολιτικής, παρέχοντας μια ισχυρή λογική για την υιοθέτηση και υποστήριξη αγροδασοπονικών πρακτικών (Kay et al., 2019; Antwi-Agyei et al., 2021).

Η καινοτομία στις μεθόδους αξιολόγησης των συστημάτων αγροδασοπονίας είναι ζωτικής σημασίας για την αξιοποίηση του πλήρους φάσματος των πλεονεκτημάτων τους και για τη διασφάλιση ότι τα συστήματα αυτά αναγνωρίζονται και εφαρμόζονται ως αποτελεσματικές λύσεις σε πολλές παγκόσμιες προκλήσεις. Με την προώθηση των μεθόδων αξιολόγησης μέσω της τεχνολογίας, της διεπιστημονικής έρευνας, των συμμετοχικών προσεγγίσεων και της ολοκλήρωσης των πολιτικών, η πραγματική αξία της αγροδασοπονίας μπορεί να εκτιμηθεί και να πραγματοποιηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Κεφάλαιο 6: Μέθοδοι Αξιολόγησης και Εκτίμηση Αποτελεσμάτων

6.1 Ανάλυση Μελέτης Περίπτωσης και Συγκριτικές Αξιολογήσεις

Η ανάλυση περιπτώσεων και οι συγκριτικές αξιολογήσεις είναι σημαντικές για την κατανόηση της αποτελεσματικότητας και της προσαρμοστικότητας των αγροδασοπονικών συστημάτων. Μια συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης που αποτελεί παράδειγμα αυτού είναι η εφαρμογή αγροδασοπονικών πρακτικών στις περιοχές που καλλιεργούνται καφέ στην Κόστα Ρίκα. Αυτό το παράδειγμα υπογραμμίζει πώς η ενσωμάτωση δέντρων και καλλιεργειών μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη βιοποικιλότητα διατηρώντας παράλληλα την αγροτική παραγωγικότητα (Moreno & Rolo, 2019; Shaffril et al., 2018).

Συστήματα αγροδασοπονίας καφέ της Κόστα Ρίκα: Στην Κόστα Ρίκα, ο καφές καλλιεργείται παραδοσιακά κάτω από ένα θόλο από διάφορα είδη δέντρων, τα οποία εξυπηρετούν πολλαπλές οικολογικές και οικονομικές λειτουργίες. Τα δέντρα παρέχουν σκιά που μειώνει τις ακραίες θερμοκρασίες και προστατεύει τα φυτά του καφέ από το άμεσο ηλιακό φως, βελτιώνοντας την ποιότητα των κόκκων. Βοηθούν επίσης στη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους και στη μείωση της διάβρωσης, συμβάλλοντας στην ενισχυμένη κατακράτηση νερού και στην υγεία του εδάφους στις φυτείες καφέ (Jose, 2009; Antwi-Agyei et al., 2021).

Οφέλη για τη βιοποικιλότητα: Ένα από τα βασικά περιβαλλοντικά οφέλη που παρατηρήθηκαν σε αυτήν την περίπτωση μελέτης είναι η αύξηση της βιοποικιλότητας. Η ποικιλία των δέντρων που χρησιμοποιούνται στα αγροδασικά συστήματα καφέ της Κόστα Ρίκα - που κυμαίνονται από ιθαγενή είδη έως οπωροφόρα δέντρα - δημιουργεί ενδιαιτήματα για ένα ευρύ φάσμα άγριας ζωής, ιδιαίτερα για πτηνά και έντομα, τα οποία είναι σημαντικά για τον έλεγχο των παρασίτων και την επικονίαση. Οι ερευνητές έχουν τεκμηριώσει υψηλότερη βιοποικιλότητα σε αυτά τα αγροδασικά συστήματα σε σύγκριση με εκείνα όπου ο καφές καλλιεργείται σε μονοκαλλιέργεια. Αυτή η βιοποικιλότητα όχι μόνο υποστηρίζει την οικολογική ανθεκτικότητα, αλλά προσελκύει επίσης τον οικότουρισμό, παρέχοντας μια πρόσθετη ροή εισοδήματος στους ντόπιους αγρότες (Kay et al., 2019; Garrity, 2004).

Οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις: Οικονομικά, η διαφοροποίηση μέσω της αγροδασοπονίας δίνει τη δυνατότητα στους αγρότες να μετριάσουν τους κινδύνους που σχετίζονται με τις διακυμάνσεις της τιμής του καφέ παρέχοντας εναλλακτικές πηγές εισοδήματος, όπως φρούτα ή ξυλεία. Κοινωνικά, οι αγροδασοπονικές πρακτικές στην Κόστα Ρίκα έχουν ενισχύσει τους δεσμούς της κοινότητας, καθώς οι αγρότες συνεργάζονται για τη διαχείριση των κοινών πόρων και την εμπορία των προϊόντων τους συλλογικά. Επιπλέον, αυτές

οι πρακτικές συνέβαλαν στη διατήρηση της τοπικής γνώσης και παραδόσεων που σχετίζονται με τα αυτόχθονα είδη και τις φυσικές μεθόδους καλλιέργειας (Kumar & Nair, 2011; Bhagwat et al., 2008).

Συγκριτική αξιολόγηση: Σε σύγκριση με άλλες περιοχές όπου ο καφές καλλιεργείται στον ήλιο χωρίς τη χρήση αγροδασοπονικών πρακτικών, το μοντέλο της Κόστα Ρίκα δείχνει ανώτερες επιδόσεις στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα και την οικονομική σταθερότητα. Η συγκριτική ανάλυση αποκαλύπτει ότι τα συστήματα καφέ που καλλιεργούνται στη σκιά έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος χημικής εισροής, μειωμένη διάβρωση του εδάφους και καλύτερη ανθεκτικότητα των καλλιεργειών στην κλιματική μεταβλητότητα, υπογραμμίζοντας τα οφέλη από την ενσωμάτωση των αγροδασοπονικών πρακτικών στην παραδοσιακή γεωργία (Moreno & Rolo, 2019; Den Herder et al., 2017).

Προκλήσεις και καινοτομίες: Παρά τα οφέλη, η υιοθέτηση της αγροδασοπονίας στην Κόστα Ρίκα αντιμετωπίζει προκλήσεις όπως η αρχική επένδυση που απαιτείται για τη δημιουργία διαφορετικών ειδών δέντρων και η ανάγκη για εκπαίδευση των αγροτών σε σύνθετες δεξιότητες διαχείρισης αγροδασοπονίας. Οι καινοτομίες σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνουν προγράμματα που καθοδηγούνται από την κυβέρνηση και τις ΜΚΟ που παρέχουν τεχνική και οικονομική υποστήριξη στους αγρότες που μεταβαίνουν σε συστήματα αγροδασοπονίας. Αυτά τα προγράμματα είναι ζωτικής σημασίας για την υπέρβαση των αρχικών φραγμών και την επίδειξη της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας της αγροδασοπονίας (Shaffril et al., 2018; Antwi-Agyei et al., 2021).

Συμπερασματικά, η μελέτη περίπτωσης αγροδασοπονίας καφέ της Κόστα Ρίκα παρέχει πολύτιμες γνώσεις για το πώς η αγροδασοπονία μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας, τη βελτίωση της γεωργικής παραγωγικότητας και την υποστήριξη των τοπικών οικονομιών. Η επιτυχία αυτού του μοντέλου αποτελεί απόδειξη της δυνατότητας των συστημάτων αγροδασοπονίας να αντιμετωπίσουν περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές προκλήσεις στην αειφόρο γεωργία, προσφέροντας σημαντικά μαθήματα για παρόμοιες πρωτοβουλίες παγκοσμίως.

6.2 Ανασκόπηση Οικονομικών, Περιβαλλοντικών και Κοινωνικών Ωφελειών

Τα αγροδασικά συστήματα είναι γνωστά για τα πολύπλευρα οφέλη τους σε οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς τομείς. Η ανάλυση αυτών των οφελών μέσω συγκεκριμένων δεικτών προσφέρει μια σαφέστερη κατανόηση των επιπτώσεών τους. Αυτή η ανασκόπηση επικεντρώνεται σε μια συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης δασο-κτηνοτροφικών συστημάτων

στην Κολομβία, η οποία ενσωματώνει δέντρα, βοσκότοπους και ζώα, παρέχοντας μια ολιστική άποψη των οφελών που σχετίζονται με τις αγροδασοπονικές πρακτικές (Moreno & Rolo, 2019; Kay et al., 2019).

6.2.1 Οικονομικά οφέλη:

Διαφοροποίηση εισοδήματος: Στα κολομβιανά συστήματα άγριο-κτηνοτροφίας, οι αγρότες επωφελούνται από πολλαπλές πηγές εισοδήματος, όπως το κρέας, το γάλα και η ξυλεία, αντί να βασίζονται αποκλειστικά στις παραδοσιακές πωλήσεις ζώων. Αυτή η διαφοροποίηση ενισχύει την οικονομική σταθερότητα προστατεύοντας το γεωργικό εισόδημα έναντι των διακυμάνσεων σε οποιαδήποτε ενιαία αγορά (Antwi-Agyei et al., 2021).

Μείωση κόστους: Η ενσωμάτωση των δέντρων με τις περιοχές βόσκησης ζώων μειώνει την ανάγκη για εξωτερική τροφή, καθώς τα δέντρα παρέχουν πρόσθετη χορτονομή και βελτιώνουν την ποιότητα του χόρτου των βοσκοτόπων μέσω της ενισχυμένης γονιμότητας του εδάφους. Αυτό μειώνει άμεσα το λειτουργικό κόστος που σχετίζεται με τις αγορές ζωοτροφών (Garritty, 2004).

Ενίσχυση της παραγωγικότητας: Η παρουσία δέντρων έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει το μικροκλίμα των βοσκοτόπων, μειώνοντας το θερμικό στρες στα ζώα και ενισχύοντας τα ποσοστά παραγωγής γάλακτος, αυξάνοντας έτσι τη συνολική παραγωγικότητα των αγροκτημάτων (Jose, 2009).

6.2.2 Περιβαλλοντικά οφέλη:

Διατήρηση της βιοποικιλότητας: Τα δέντρα στα δασο-κτηνοτροφικά συστήματα χρησιμεύουν ως ενδιαιτήματα για την τοπική άγρια ζωή και υποστηρίζουν υψηλότερη βιοποικιλότητα από τα παραδοσιακά βοσκοτόπια. Οι δείκτες βιοποικιλότητας περιλαμβάνουν την ποικιλία και την αφθονία των ειδών που καταγράφονται σε αυτά τα συστήματα σε σύγκριση με τους συμβατικούς βοσκότοπους (Bhagwat et al., 2008).

Βελτίωση της υγείας του εδάφους: Τα συστήματα βαθιάς ριζοβολίας των δέντρων βοηθούν στην πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους και ενισχύουν τον κύκλο των θρεπτικών συστατικών, διατηρώντας υψηλότερα επίπεδα οργανικής ύλης στο έδαφος. Αυτό μπορεί να εκτιμηθεί ποσοτικά με τη μέτρηση των αποθεμάτων άνθρακα του εδάφους και των ρυθμών διάβρωσης (Kumar & Nair, 2011).

Δέσμευση άνθρακα: Οι αγροδασοπονικές πρακτικές συμβάλλουν σημαντικά στη δέσμευση άνθρακα, έναν κρίσιμο παράγοντα για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Αυτό ποσοτικοποιείται με τη μέτρηση της ποσότητας άνθρακα που αποθηκεύεται τόσο στη βιομάζα όσο και στο έδαφος των αγροδασοπονικών συστημάτων (Shaffril et al., 2018).

6.2.3 Κοινωνικά οφέλη:

Κοινοτική ευημερία: Τα συστήματα δασοπονίας στην Κολομβία συνέβαλαν καθοριστικά στην ενίσχυση των αγροτικών μέσων διαβίωσης παρέχοντας σταθερό εισόδημα και ευκαιρίες απασχόλησης, οι οποίες ενισχύουν την κοινοτική ευημερία. Οι δείκτες για αυτό το όφελος περιλαμβάνουν τα ποσοστά απασχόλησης και τα επίπεδα εισοδήματος εντός της κοινότητας (Den Herder et al., 2017).

Πολιτιστική Διατήρηση: Αυτά τα συστήματα βοηθούν στη διατήρηση των παραδοσιακών γεωργικών πρακτικών που είναι πολιτιστικά σημαντικές για τις τοπικές κοινότητες. Αυτή η πτυχή μπορεί να αξιολογηθεί μέσω κοινοτικών ερευνών που αξιολογούν την αντιληπτή αξία της παραδοσιακής γνώσης και πρακτικών (Moreno & Rolo, 2019).

Ασφάλεια Τροφίμων: Αυξάνοντας την παραγωγικότητα των βοσκοτόπων και παρέχοντας πρόσθετα βρώσιμα προϊόντα, όπως φρούτα και ξηρούς καρπούς από δέντρα, τα silvopastoral συστήματα συμβάλλουν στην επισιτιστική ασφάλεια. Αυτό συχνά μετριέται με αλλαγές στη διαθεσιμότητα και την ποικιλία των προϊόντων διατροφής που είναι προσβάσιμα στις τοπικές κοινότητες (Antwi-Agyei et al., 2021).

Συμπερασματικά, τα κολομβιανά συστήματα δασοπονίας απεικονίζουν πώς η αγροδασοπονία μπορεί να χρησιμεύσει ως βιώσιμη γεωργική πρακτική που προσφέρει σημαντικά οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση αυτών των συστημάτων παρέχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα των επιπτώσεών τους, υπογραμμίζοντας τις δυνατότητες της αγροδασοπονίας να ενισχύσει την παραγωγικότητα, να διατηρήσει το περιβάλλον και να βελτιώσει την ανθρώπινη ευημερία. Τέτοιες λεπτομερείς αξιολογήσεις είναι απαραίτητες για την υποστήριξη της επέκτασης των αγροδασοπονικών πρακτικών παγκοσμίως, αποδεικνύοντας την αξία τους στη βιώσιμη ανάπτυξη και την οικολογική διατήρηση.

6.3 Λεπτομερής επισκόπηση των προκλήσεων και των περιορισμών

Η αξιολόγηση των αγροδασοπονικών συστημάτων περιλαμβάνει εγγενείς προκλήσεις και περιορισμούς που μπορούν να περιπλέξουν την αξιολόγηση του πραγματικού τους αντίκτυπου. Αυτές οι προκλήσεις μπορούν να παραμορφώσουν τις αντιλήψεις και ενδεχομένως να εμποδίσουν την ευρύτερη υιοθέτηση και βελτιστοποίηση των αγροδασοπονικών πρακτικών. Μια συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης που απεικονίζει αυτές τις πολυπλοκότητες είναι η εφαρμογή συστημάτων silvopastoral στη Νικαράγουα, τα οποία ενσωματώνουν δέντρα, θάμνους και ζώα (Moreno & Rolo, 2019; Kay et al., 2019).

Πολυπλοκότητα στην απομόνωση των επιπτώσεων: Μία από τις κύριες προκλήσεις στην αξιολόγηση των συστημάτων της Νικαράγουας είναι η δυσκολία απομόνωσης των επιπτώσεων της αγροδασοπονίας από άλλους περιβαλλοντικούς ή διαχειριστικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, οι βελτιώσεις στην ποιότητα του εδάφους και στην υγεία των ζώων μπορεί επίσης να επηρεαστούν από ταυτόχρονες αλλαγές στις γεωργικές πρακτικές ή τις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες, όχι μόνο από τις αγροδασοπονικές πρακτικές. Αυτό καθιστά δύσκολο να αποδοθούν συγκεκριμένα οφέλη απευθείας στα στοιχεία της αγροδασοπονίας, περιπλέκοντας την αξιολόγηση και δυνητικά οδηγώντας σε υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση του αντίκτυπου της αγροδασοπονίας (Jose, 2009; Antwi-Agyei et al., 2021).

Προκλήσεις χρονικής και χωρικής κλίμακας: Τα οφέλη της αγροδασοπονίας, όπως η αυξημένη βιοποικιλότητα και η δέσμευση άνθρακα, συχνά εκδηλώνονται σε μεγάλες περιόδους και σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες. Στη Νικαράγουα, τα μακροπρόθεσμα οικολογικά οφέλη και τα οικολογικά οφέλη σε επίπεδο τοπίου είναι δύσκολο να μετρηθούν στα βραχυπρόθεσμα πλαίσια που χρησιμοποιούνται συνήθως στις γεωργικές αξιολογήσεις. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη ολοκληρωμένων δεδομένων που αποτυπώνουν πλήρως τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και τις υπηρεσίες οικοσυστήματος που παρέχονται από τη αγροδασοπονία, οδηγώντας σε κοντόφθαλμες αποφάσεις πολιτικής που ενδέχεται να μην υποστηρίζουν βιώσιμες πρακτικές (Shaffril et al., 2018; Garrity, 2004).

Ποσοτικοποίηση των μη απτών οφελών: Τα συστήματα αγροδασοπονίας στη Νικαράγουα παρέχουν σημαντικά μη απτά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς και της ενισχυμένης ανθεκτικότητας της κοινότητας. Ωστόσο, αυτές οι κοινωνικές και πολιτιστικές επιπτώσεις είναι συχνά ποιοτικές και υποκειμενικές, γεγονός που καθιστά δύσκολο τον ποσοτικό προσδιορισμό και την ενσωμάτωσή τους σε παραδοσιακές αναλύσεις κόστους-οφέλους. Η έλλειψη ποσοτικών δεδομένων για αυτά τα οφέλη μπορεί να οδηγήσει σε

υποτίμησή τους στον πολιτικό και οικονομικό σχεδιασμό, παρά τη σημασία τους για την κοινοτική ευημερία και την πολιτιστική ταυτότητα (Kumar & Nair, 2011; Bhagwat et al., 2008).

Θέματα Οικονομικής Αποτίμησης: Η αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας των συστημάτων αγροδασοπονίας θέτει σημαντικές προκλήσεις λόγω της πολυπλοκότητας της λογιστικής για ποικίλες και αλληλεξαρτώμενες εκροές. Στο πλαίσιο της Νικαράγουας, η άμεση σύγκριση των οικονομικών εκροών από την παραδοσιακή γεωργία έναντι της αγροδασοπονίας μπορεί να είναι παραπλανητική χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι προστιθέμενες οικολογικές και κοινωνικές αξίες που δημιουργούνται από τη αγροδασοπονία. Επιπλέον, το αρχικό κόστος και οι καθυστερημένες οικονομικές αποδόσεις που σχετίζονται με τη δημιουργία και τη διατήρηση αγροδασοπονικών συστημάτων μπορούν να αποτρέψουν τις επενδύσεις, ειδικά σε περιοχές που αντιμετωπίζουν οικονομικούς περιορισμούς (Den Herder et al., 2017; Moreno & Rolo, 2019).

Πολιτικοί και θεσμικοί περιορισμοί: Η ανάπτυξη και η εφαρμογή πολιτικών που υποστηρίζουν αποτελεσματικά τη αγροδασοπονία στη Νικαράγουα συχνά παρεμποδίζεται από θεσμικούς περιορισμούς, όπως η ανεπαρκής χρηματοδότηση, η έλλειψη τεχνικής εμπειρογνωμοσύνης και η ανεπαρκής κρατική υποστήριξη. Αυτά τα θεσμικά εμπόδια μπορούν να περιορίσουν την αποτελεσματική αξιολόγηση και προώθηση των αγροδασοπονικών συστημάτων, περιορίζοντας την αναγνώριση και την κλιμάκωση των οφελών τους σε ολόκληρη τη χώρα (Antwi-Agyei et al., 2021; Kay et al., 2019).

Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί μια διαφοροποιημένη προσέγγιση που περιλαμβάνει την ανάπτυξη εξελιγμένων εργαλείων αξιολόγησης, μακροπρόθεσμες ερευνητικές δεσμεύσεις και πολιτικές που αναγνωρίζουν και δίνουν κίνητρα για τα πολυλειτουργικά οφέλη της αγροδασοπονίας. Η υπέρβαση αυτών των περιορισμών είναι απαραίτητη για την ακριβή αξιολόγηση και την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των αγροδασοπονικών συστημάτων στη Νικαράγουα και πέραν αυτής, για την προώθηση του ρόλου τους σε βιώσιμες γεωργικές πρακτικές και αγροτική ανάπτυξη.

6.4 Σύνθεση Μεθοδολογιών και Συστάσεις για Μελλοντικές Αξιολογήσεις

Η αξιολόγηση των αγροδασοπονικών συστημάτων είναι ένα περίπλοκο έργο, που απαιτεί μια σύνθεση μεθοδολογιών που μπορούν να αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια τα ποικίλα οφέλη και τις προκλήσεις τους. Δεδομένης της πολυπλοκότητας των επιπτώσεων στη αγροδασοπονία,

είναι σημαντικό να ενσωματωθούν διάφορες μεθοδολογίες και να καινοτομήσουμε νέες προσεγγίσεις για μελλοντικές αξιολογήσεις (Moreno & Rolo, 2019; Den Herder et al., 2017).

Ενσωμάτωση παραδοσιακών και καινοτόμων μεθόδων: Μια ισορροπημένη προσέγγιση που συνδυάζει παραδοσιακές μετρήσεις πεδίου με καινοτόμες τεχνολογίες όπως η τηλεπισκόπηση και το GIS είναι ζωτικής σημασίας για ολοκληρωμένες αξιολογήσεις. Οι παραδοσιακές μέθοδοι παρέχουν λεπτομερείς τοπικές γνώσεις, ενώ οι τεχνολογικές προσεγγίσεις προσφέρουν ευρύτερες προοπτικές σε επίπεδο τοπίου και μπορούν να παρακολουθούν τις αλλαγές με την πάροδο του χρόνου αποτελεσματικά. Για παράδειγμα, η τηλεπισκόπηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των αλλαγών χρήσης γης και της βιομάζας, οι οποίες είναι κρίσιμες για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της δέσμευσης άνθρακα και της αποκατάστασης τοπίου των αγροδασοπονικών συστημάτων (Jose, 2009; Shaffril et al., 2018).

Ενίσχυση της διεπιστημονικής έρευνας: Η αγροδασοπονία περιλαμβάνει εγγενώς πολλαπλούς κλάδους - οικολογία, κοινωνιολογία, οικονομία και πολλά άλλα. Η ενίσχυση της διεπιστημονικής έρευνας μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση και την αξιολόγηση του τρόπου λειτουργίας των αγροδασοπονικών συστημάτων και επηρεάζουν διάφορες πτυχές των οικοσυστημάτων και των ανθρώπινων κοινοτήτων. Για παράδειγμα, η σύνδεση των οικολογικών δεδομένων με τα κοινωνικοοικονομικά αποτελέσματα μπορεί να βοηθήσει στην αποσαφήνιση των σχέσεων μεταξύ της διατήρησης της βιοποικιλότητας και των βελτιώσεων του βιοπορισμού, παρέχοντας μια σαφέστερη εικόνα των οφελών της αγροδασοπονίας (Kay et al., 2019; Bhagwat et al., 2008).

Συμμετοχικές προσεγγίσεις αξιολόγησης: Η συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων στη διαδικασία αξιολόγησης όχι μόνο εμπλουτίζει την ποιότητα των δεδομένων με τοπικές γνώσεις και παρατηρήσεις, αλλά διασφαλίζει επίσης ότι οι διαδικασίες αξιολόγησης είναι σχετικές και αποδεκτές από εκείνους που επηρεάζονται περισσότερο από τις αγροδασοπονικές πρακτικές. Οι μελλοντικές αξιολογήσεις θα πρέπει να ενσωματώνουν περισσότερο συμμετοχικές προσεγγίσεις, όπου οι τοπικοί ενδιαφερόμενοι συμμετέχουν ενεργά στο σχεδιασμό και τη διεξαγωγή της έρευνας. Αυτή η συνεργασία μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό και την ιεράρχηση των πιο σχετικών δεικτών και αποτελεσμάτων από την οπτική γωνία της κοινότητας (Kumar & Nair, 2011; Antwi-Agyei et al., 2021).

Ανάπτυξη τυποποιημένων αλλά ευέλικτων πλαισίων: Η ανάπτυξη τυποποιημένων πλαισίων αξιολόγησης που μπορούν να προσαρμοστούν σε διαφορετικά περιφερειακά πλαίσια είναι απαραίτητη για τη σύγκριση των δεδομένων σε διαφορετικές μελέτες και περιοχές. Αυτά τα

πλαίσια πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτα ώστε να ενσωματώνουν τοπική μεταβλητότητα, αλλά αρκετά τυποποιημένα ώστε να διασφαλίζουν ότι τα δεδομένα είναι συνεπή και συγκρίσιμα. Αυτή η προσέγγιση διευκολύνει τις μετα-αναλύσεις και τις συνθέσεις μεγαλύτερης κλίμακας που μπορούν να ενημερώσουν τις παγκόσμιες πολιτικές και πρακτικές (Garritty, 2004; Moreno & Rolo, 2019).

Συστάσεις για μελλοντικές αξιολογήσεις: Οι μελλοντικές αξιολογήσεις θα πρέπει να επικεντρώνονται σε:

Ανάπτυξη και επικύρωση νέων δεικτών που μπορούν να συλλάβουν το ευρύ φάσμα των επιπτώσεων στη αγροδασοπονία, ιδιαίτερα τα μη απτά οφέλη όπως οι πολιτιστικές αξίες και οι υπηρεσίες οικοσυστήματος.

Αύξηση της χρήσης τεχνολογίας για τη μείωση του χρόνου και του κόστους εργασίας που συνδέονται με τις παραδοσιακές μεθόδους, καθιστώντας τις αξιολογήσεις πιο εφικτές και συχνές.

Διασφάλιση ότι τα αποτελέσματα της αξιολόγησης κοινοποιούνται αποτελεσματικά σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη, συμπεριλαμβανομένων των υπευθύνων χάραξης πολιτικής, για να επηρεάσουν την πολιτική και την πρακτική με ουσιαστικούς τρόπους.

Ενθάρρυνση μακροπρόθεσμων μελετών που μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για τη βιωσιμότητα και τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της αγροδασοπονίας, αντιμετωπίζοντας το τρέχον κενό στα μακροπρόθεσμα δεδομένα (Den Herder et al., 2017; Antwi-Agyei et al., 2021).

Με τη σύνθεση μεθοδολογιών και την υιοθέτηση συστάσεων για μελλοντικές αξιολογήσεις, ο τομέας της αγροδασοπονίας μπορεί να κινηθεί προς πιο ισχυρές, ακριβείς και ολοκληρωμένες αξιολογήσεις. Αυτή η πρόοδος είναι ζωτικής σημασίας για την επίδειξη της πραγματικής αξίας των συστημάτων αγροδασοπονίας, επηρεάζοντας τις παγκόσμιες πρακτικές βιώσιμης διαχείρισης της γης και υποστηρίζοντας την κλιμάκωση επιτυχημένων μοντέλων αγροδασοπονίας παγκοσμίως.

6.5 Ανάπτυξη νέων δεικτών και εργαλείων

Η πρόοδος των μεθόδων αξιολόγησης για τα αγροδασικά συστήματα απαιτεί την ανάπτυξη νέων δεικτών και εργαλείων που μπορούν να αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια τις πολύπλοκες επιπτώσεις τους. Αυτή η εξέλιξη είναι ζωτικής σημασίας για την παροχή αξιόπιστων δεδομένων σε ενδιαφερόμενους φορείς και φορείς χάραξης πολιτικής, διευκολύνοντας καλύτερα

ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με την εφαρμογή και την υποστήριξη αγροδασοπονικών πρακτικών (Moreno & Rolo, 2019; Den Herder et al., 2017).

Δημιουργία ολοκληρωμένων δεικτών: Για να μετρηθούν αποτελεσματικά οι πολύπλευρες επιπτώσεις της αγροδασοπονίας, πρέπει να αναπτυχθούν νέοι δείκτες που να περιλαμβάνουν οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαστάσεις. Αυτοί οι δείκτες θα πρέπει να σχεδιαστούν ώστε να αποτυπώνουν όχι μόνο άμεσα οφέλη, όπως η απόδοση και το εισόδημα των καλλιεργειών, αλλά και τα έμμεσα οφέλη όπως οι υπηρεσίες οικοσυστήματος, η διατήρηση της βιοποικιλότητας και η κοινωνική ευημερία. Για παράδειγμα, οι δείκτες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν τον οργανικό άνθρακα του εδάφους ως μέτρο για τη βελτίωση της υγείας του εδάφους, την ποικιλότητα των ειδών της άγριας ζωής για τη βιοποικιλότητα και τα τοπικά ποσοστά απασχόλησης για τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις. Η ανάπτυξη αυτών των περιεκτικών δεικτών απαιτεί μια συνεργατική προσέγγιση που περιλαμβάνει ερευνητές, επαγγελματίες και τοπικές κοινότητες για να διασφαλιστεί η συνάφεια και η εφαρμογή (Kay et al., 2019; Bhagwat et al., 2008).

Καινοτόμα εργαλεία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων: Η χρήση προηγμένων τεχνολογιών όπως η τηλεπισκόπηση, το GIS και η τεχνολογία drone μπορεί να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο συλλέγονται και αναλύονται τα δεδομένα για τα αγροδασικά συστήματα. Αυτά τα εργαλεία προσφέρουν τη δυνατότητα παρακολούθησης μεγάλων περιοχών συστηματικά και συνεχώς, παρέχοντας δεδομένα που είναι κρίσιμα για την αξιολόγηση των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου και σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες. Επιπλέον, η ενσωμάτωση των αναλυτικών στοιχείων μεγάλων δεδομένων και της μηχανικής μάθησης μπορεί να βοηθήσει στην επεξεργασία πολύπλοκων συνόλων δεδομένων, επιτρέποντας την εξαγωγή σημαντικών προτύπων και τάσεων που ενημερώνουν τη βιωσιμότητα και την παραγωγικότητα των συστημάτων αγροδασοπονίας (Jose, 2009; Shaffril et al., 2018).

Συμμετοχικά εργαλεία για τη συμμετοχή της κοινότητας: Η ανάπτυξη εργαλείων που διευκολύνουν τη συμμετοχή της κοινότητας στη διαδικασία παρακολούθησης και αξιολόγησης είναι απαραίτητη για την αποτύπωση της τοπικής γνώσης και τη διασφάλιση ότι τα οφέλη της αγροδασοπονίας αξιολογούνται με ακρίβεια από κοινοτική προοπτική. Αυτά τα εργαλεία μπορεί να περιλαμβάνουν εφαρμογές για φορητές συσκευές για συλλογή δεδομένων, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μέλη της κοινότητας για την καταγραφή παρατηρήσεων και σχολίων σχετικά με τις αγροδασοπονικές πρακτικές. Τέτοια συμμετοχικά εργαλεία όχι μόνο ενδυναμώνουν τις κοινότητες αλλά επίσης ενισχύουν την ακρίβεια των δεδομένων

ενσωματώνοντας τοπικές γνώσεις και εμπειρίες (Kumar & Nair, 2011; Antwi-Agyei et al., 2021).

Προσαρμοστικά Πλαίσια Διαχείρισης: Τα νέα εργαλεία αξιολόγησης θα πρέπει να υποστηρίζουν προσαρμοστικά πλαίσια διαχείρισης που επιτρέπουν τη συνεχή βελτίωση των αγροδασοπονικών πρακτικών με βάση τα σχόλια από τις τρέχουσες αξιολογήσεις. Αυτή η προσέγγιση διασφαλίζει ότι τα αγροδασικά συστήματα παραμένουν ανταποκρινόμενα στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες και στους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Τα προσαρμοστικά πλαίσια απαιτούν δυναμικά εργαλεία που μπορούν να επεξεργάζονται και να αναλύουν γρήγορα δεδομένα, παρέχοντας έγκαιρες πληροφορίες που ενημερώνουν τις αποφάσεις διαχείρισης και τις προσαρμογές πολιτικών (Garrity, 2004; Moreno & Rolo, 2019).

Συστάσεις για εφαρμογή: Για την αποτελεσματική ενσωμάτωση αυτών των νέων δεικτών και εργαλείων, συνιστάται:

Καθιερώνονται προγράμματα κατάρτισης για ερευνητές και επαγγελματίες για να ενισχύσουν την ικανότητά τους να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά προηγμένες τεχνολογίες και συμμετοχικές μεθόδους.

Θα δημιουργηθούν μηχανισμοί χρηματοδότησης για την υποστήριξη της ανάπτυξης και της εγκατάστασης αυτών των εργαλείων, ιδίως σε περιοχές όπου η αγροδασοπονία έχει σημαντικές δυνατότητες αλλά περιορισμένους πόρους.

Θα δημιουργηθούν δίκτυα συνεργασίας μεταξύ ακαδημαϊκών ιδρυμάτων, κυβερνητικών φορέων και μη κυβερνητικών οργανισμών για την ανταλλαγή γνώσεων, μεθοδολογιών και πόρων, διευκολύνοντας την ευρεία υιοθέτηση βελτιωμένων πρακτικών αξιολόγησης (Den Herder et al., 2017; Antwi-Agyei et al., 2021).

Αναπτύσσοντας νέους δείκτες και εργαλεία προσαρμοσμένα στα μοναδικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αγροδασοπονίας, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τις επιπτώσεις αυτών των συστημάτων, προωθώντας την ευρύτερη εφαρμογή τους και βελτιστοποιώντας τη συμβολή τους στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Κεφάλαιο 7: Προκλήσεις, Ευκαιρίες και Μελλοντικές Κατευθύνσεις

7.1 Σύνοψη των κύριων προκλήσεων που αντιμετωπίζει η εφαρμογή της αγροδασοπονίας

Η αγροδασοπονία, μια πρακτική βιώσιμης διαχείρισης γης που συνδυάζει τη γεωργία και τη δασοπονία, αντιμετωπίζει αρκετές σημαντικές προκλήσεις που μπορούν να εμποδίσουν την ευρεία εφαρμογή της. Αυτές οι προκλήσεις είναι ποικίλες και καλύπτουν οικολογικά, τεχνικά, οικονομικά και θέματα που σχετίζονται με την πολιτική, καθεμία από τις οποίες απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και επίλυση για να διευκολυνθεί η υιοθέτηση και η αποτελεσματικότητα των αγροδασοπονικών συστημάτων.

Οικολογικές και Βιολογικές Προκλήσεις: Μία από τις κύριες οικολογικές προκλήσεις είναι η πολυπλοκότητα της ενσωμάτωσης πολλαπλών ειδών με διαφορετικές βιολογικές ανάγκες σε ένα ενιαίο σύστημα. Αυτή η ενσωμάτωση μπορεί να οδηγήσει σε ανταγωνισμό για φως, νερό και θρεπτικά συστατικά, εκτός εάν γίνει προσεκτική διαχείριση. Η επιτυχία της αγροδασοπονίας εξαρτάται σημαντικά από την επιλογή συμβατών ειδών που μπορούν να συνυπάρχουν συνεργιστικά. Επιπλέον, τα αγροδασικά συστήματα μπορεί να είναι ευάλωτα σε εισβολές παρασίτων και ασθένειες, οι οποίες μπορεί να εξαπλωθούν πιο εύκολα στα διαφορετικά περιβάλλοντα που δημιουργούν αυτά τα συστήματα. Η διαχείριση αυτών των βιολογικών πολυπλοκοτήτων απαιτεί μια βαθιά κατανόηση των οικολογικών αλληλεπιδράσεων, η οποία μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο σε περιοχές που δεν διαθέτουν τέτοια τεχνογνωσία (Moreno & Rolo, 2019; Jose, 2009).

Τεχνικά κενά και κενά γνώσης: Οι τεχνικές γνώσεις σχετικά με τον τρόπο σχεδιασμού, εφαρμογής και διατήρησης αποτελεσματικών συστημάτων αγροδασοπονίας δεν είναι ομοιόμορφα διαθέσιμες. Πολλοί αγρότες, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, δεν έχουν πρόσβαση στην πιο πρόσφατη έρευνα και τις βέλτιστες πρακτικές στην αγροδασοπονία. Αυτό το κενό μπορεί να οδηγήσει σε μη βέλτιστα σχέδια που αποτυγχάνουν να μεγιστοποιήσουν τα πιθανά οφέλη της αγροδασοπονίας ή, χειρότερα, να οδηγήσουν σε οικολογική υποβάθμιση. Επιπλέον, υπάρχει συχνά έλλειψη τοποθεσιών επίδειξης που μπορούν να επισκεφτούν οι αγρότες για να μάθουν για τη αγροδασοπονία από πρώτο χέρι και να δουν τα οφέλη και τις προκλήσεις της σε πραγματικό χρόνο (Shaffril et al., 2018; Garrity, 2004).

Οικονομικοί και χρηματοοικονομικοί περιορισμοί: Το αρχικό κόστος εγκατάστασης για συστήματα αγροδασοπονίας μπορεί να είναι σημαντικά υψηλότερο από ό,τι για την παραδοσιακή γεωργία, κυρίως λόγω της ανάγκης για πρόσθετους πόρους, όπως διάφορα σπορόφυτα και υλικά για τη στήριξη των δέντρων. Επιπλέον, τα οφέλη της αγροδασοπονίας,

όπως η αυξημένη βιοποικιλότητα, η βελτίωση της υγείας του εδάφους και η δέσμευση άνθρακα, συνήθως προκύπτουν μακροπρόθεσμα, κάτι που μπορεί να μην ευθυγραμμίζεται με τις άμεσες οικονομικές ανάγκες των μικροκαλλιεργητών. Αυτοί οι οικονομικοί παράγοντες μπορούν να αποτρέψουν την υιοθέτηση αγροδασοπονικών πρακτικών, ειδικά μεταξύ των αγροτών που απαιτούν γρήγορες αποδόσεις για να διατηρήσουν τα προς το ζην τους (Kumar & Nair, 2011; Bhagwat et al., 2008).

Πολιτικοί και θεσμικοί φραγμοί: Σε πολλές περιφέρειες, οι υφιστάμενες γεωργικές πολιτικές και οι επιδοτήσεις είναι προσανατολισμένες προς τη συμβατική γεωργία, με ελάχιστη έως καθόλου υποστήριξη για την αγροδασοπονία. Αυτή η έλλειψη υποστήριξης πολιτικής μπορεί να αποθαρρύνει τους αγρότες από την υιοθέτηση αγροδασοπονικών πρακτικών, καθώς ενδέχεται να μην βλέπουν σαφές νομικό ή οικονομικό όφελος από αυτό. Επιπλέον, ζητήματα με την κατοχή γης και τα δικαιώματα πρόσβασης μπορούν να περιπλέξουν την προθυμία των ιδιοκτητών γης ή των αγροτών να επενδύσουν σε μακροπρόθεσμα έργα αγροδασοπονίας, τα οποία είναι εγγενώς πιο μόνιμα και ενσωματωμένα στη γη από τις ετήσιες καλλιέργειες (Den Herder et al., 2017; Moreno & Rolo, 2019). Στην Ελλάδα, αυτά τα εμπόδια περιλαμβάνουν ανεπαρκή πλαίσια πολιτικής, έλλειψη νομικής αναγνώρισης για τις αγροδασοπονικές πρακτικές και περιορισμένη θεσμική υποστήριξη. Η μελέτη των Papanastasis et al. (2009) τονίζει ότι η απουσία ολοκληρωμένων πολιτικών χρήσης της γης και ο κατακερματισμός των τομέων της γεωργίας και της δασοπονίας περιπλέκουν περαιτέρω την εφαρμογή των αγροδασοπονικών συστημάτων.

Αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων: Για να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια, απαιτούνται συντονισμένες προσπάθειες από διάφορους ενδιαφερόμενους φορείς, συμπεριλαμβανομένων των κυβερνήσεων, των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, των μη κυβερνητικών οργανώσεων και της αγροτικής κοινότητας. Οι αυξημένες επενδύσεις στην έρευνα στη αγροδασοπονία μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση οικολογικών και τεχνικών προκλήσεων αναπτύσσοντας νέες μεθόδους για τη συμβατότητα των ειδών και τη διαχείριση των παρασίτων. Τα οικονομικά κίνητρα και οι υποστηρικτικές πολιτικές είναι ζωτικής σημασίας για τη μείωση των οικονομικών κινδύνων για τους αγρότες και την ενθάρρυνση τους να επενδύσουν στη αγροδασοπονία. Τα προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης μπορούν να καλύψουν το χάσμα γνώσης, παρέχοντας στους αγρότες τις δεξιότητες και τις πληροφορίες που απαιτούνται για την εφαρμογή αποτελεσματικών αγροδασοπονικών πρακτικών.

Στην περίπτωση της Ελλάδας, οι Papanastasis et al. (2009) προτείνουν διάφορες στρατηγικές για να ξεπεραστούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα παραδοσιακά αγροδασικά συστήματα. Όπως στρατηγικές που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη

ολοκληρωμένων πολιτικών χρήσης γης που αναγνωρίζουν και υποστηρίζουν αγροδοασοπονικές πρακτικές, την παροχή νομικών πλαισίων που διευκολύνουν την υιοθέτηση αυτών των συστημάτων και τη δημιουργία θεσμικών μηχανισμών υποστήριξης. Επιπλέον, υποστηρίζουν την αύξηση των υπηρεσιών έρευνας και επέκτασης για την εκπαίδευση των αγροτών σχετικά με τα οφέλη της αγροδοασοπονίας και την παροχή της απαραίτητης τεχνικής βοήθειας.

Συνοπτικά, ενώ η αγροδοασοπονία παρουσιάζει μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για τη βιώσιμη γεωργία, η αντιμετώπιση των κύριων προκλήσεων που αντιμετωπίζει είναι απαραίτητη για την επιτυχή εφαρμογή και την επεκτασιμότητα της. Αντιμετωπίζοντας αυτά τα ζητήματα, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα των γεωργικών συστημάτων, να προωθήσουν τη βιοποικιλότητα και να υποστηρίξουν τα μέσα διαβίωσης των αγροτικών κοινοτήτων παγκοσμίως.

7.2 Ευκαιρίες για έρευνα, πολιτική και πρακτική

Η αγροδοασοπονία υπόσχεται ουσιαστικά την αντιμετώπιση παγκόσμιων προκλήσεων όπως η κλιματική αλλαγή, η επισιτιστική ασφάλεια και η απώλεια βιοποικιλότητας. Παρά τα εμπόδια που αντιμετωπίζει, η αγροδοασοπονία παρουσιάζει πολλές ευκαιρίες για καινοτομία και πρόοδο στην έρευνα, την πολιτική και την πρακτική. Αυτές οι ευκαιρίες μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητα των αγροδοασοπονικών συστημάτων παγκοσμίως.

Ευκαιρίες στην Έρευνα: Υπάρχει μια πλούσια οδός για επιστημονική έρευνα σχετικά με τους βέλτιστους συνδυασμούς ειδών που μεγιστοποιούν τόσο τα οικονομικά όσο και τα περιβαλλοντικά οφέλη. Η έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί στον εντοπισμό των συνδυασμών δέντρων-καλλιέργειας-ζωικού κεφαλαίου που ταιριάζουν καλύτερα για συγκεκριμένα κλίματα και εδάφη, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα και την παραγωγικότητα των αγροδοασοπονικών συστημάτων. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη για μακροπρόθεσμες οικολογικές και κοινωνικοοικονομικές μελέτες για την καλύτερη κατανόηση της δυναμικής της αγροδοασοπονίας με την πάροδο του χρόνου και σε διάφορες οικολογικές ζώνες. Καινοτόμες τεχνολογίες όπως η τηλεπισκόπηση, η χαρτογράφηση GIS και η επιτήρηση drone προσφέρουν νέες δυνατότητες για την παρακολούθηση και τη διαχείριση αγροδοασοπονικών συστημάτων πιο αποτελεσματικά και σε μεγαλύτερη κλίμακα (Moreno & Rolo, 2019; Jose, 2009).

Ευκαιρίες στην πολιτική: Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής έχουν την ευκαιρία να δημιουργήσουν ευνοϊκά περιβάλλοντα για την αγροδοασοπονία μέσω υποστηρικτικής νομοθεσίας και κινήτρων. Αυτό περιλαμβάνει την ενσωμάτωση της αγροδοασοπονίας στις

εθνικές γεωργικές και περιβαλλοντικές στρατηγικές, την προσφορά επιδοτήσεων ή φορολογικών ελαφρύνσεων για αγροδασικά έργα και την παροχή χρηματοδότησης για την έρευνα και ανάπτυξη της αγροδασοπονίας. Τα πλαίσια πολιτικής μπορούν επίσης να σχεδιαστούν για να ενθαρρύνουν πρακτικές κατανομής της γης που προάγουν τη βιοποικιλότητα παράλληλα με τη γεωργική παραγωγή. Επιπλέον, η θέσπιση σαφών πολιτικών κατοχής γης είναι ζωτικής σημασίας, καθώς παρέχει στους αγρότες και τους ιδιοκτήτες γης την ασφάλεια που απαιτείται για να επενδύσουν σε μακροπρόθεσμες αγροδασοπονικές πρακτικές (Shaffril et al., 2018; Garrity, 2004).

Ευκαιρίες στην πράξη: Πρακτικά, η αγροδασοπονία μπορεί να προωθηθεί μέσω έργων επίδειξης που παρουσιάζουν τα οφέλη της στις τοπικές κοινωνίες και τους αγρότες. Αυτά τα έργα μπορούν να χρησιμεύσουν ως κόμβοι μάθησης και κέντρα καινοτομίας όπου οι αγρότες μπορούν να λάβουν κατάρτιση και εμπειρία από πρώτο χέρι με τη αγροδασοπονία. Επιπλέον, η ανάπτυξη συνεταιριστικών μοντέλων μπορεί να διευκολύνει την ανταλλαγή πόρων, τη γνώση και την πρόσβαση στην αγορά μεταξύ των μικροκαλλιεργητών, καθιστώντας την αγροδασοπονία πιο βιώσιμη και κερδοφόρα. Οι προσεγγίσεις που βασίζονται στην κοινότητα διασφαλίζουν ότι η εφαρμογή αγροδασοπονικών συστημάτων είναι προσαρμοσμένη στις τοπικές ανάγκες και πολιτιστικά κατάλληλη, αυξάνοντας την πιθανότητα επιτυχίας και υιοθέτησης (Kumar & Nair, 2011; Bhagwat et al., 2008).

Διεπιστημονική συνεργασία: Η ενθάρρυνση της συνεργασίας μεταξύ των κλάδων μπορεί να ενισχύσει την κατανόηση και την εφαρμογή της αγροδασοπονίας. Οι συνεργασίες μεταξύ οικολόγων, οικονομολόγων, κοινωνιολόγων και γεωπόνων μπορούν να οδηγήσουν σε πιο ολιστικά και βιώσιμα αγροδασικά μοντέλα. Αυτές οι συλλογικές προσπάθειες μπορούν επίσης να επεκταθούν πέρα από τον ακαδημαϊκό χώρο, με τη συμμετοχή ΜΚΟ, κυβερνητικών φορέων και του ιδιωτικού τομέα για την προώθηση της καινοτομίας και την κλιμάκωση των επιτυχημένων πρακτικών (Den Herder et al., 2017; Moreno & Rolo, 2019).

Ανάπτυξη Ικανοτήτων και Εκπαίδευση: Υπάρχει μια σημαντική ευκαιρία για επενδύσεις στην εκπαίδευση και τη δημιουργία ικανοτήτων σε όλα τα επίπεδα, από τοπικούς αγρότες έως κυβερνητικούς αξιωματούχους. Εκπαιδευτικά προγράμματα που επικεντρώνονται στα οφέλη και τη διαχείριση της αγροδασοπονίας μπορούν να αυξήσουν την ευαισθητοποίηση και την υιοθέτηση. Τα προγράμματα κατάρτισης, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες, μπορούν να εξοπλίσουν τους αγρότες με τις δεξιότητες που απαιτούνται για την αποτελεσματική διαχείριση σύνθετων αγροδασοπονικών συστημάτων. Τέτοιες πρωτοβουλίες διασφαλίζουν ότι η μεταφορά γνώσης και η ανάπτυξη δεξιοτήτων είναι συνεχείς και εξελισσόμενες (Antwi-Agyei et al., 2021; Kay et al., 2019).

Συμπερασματικά, η αγροδασοπονία παρουσιάζει πολλές ευκαιρίες που, εάν αξιοποιηθούν σωστά, μπορούν να οδηγήσουν σε ουσιαστικές βελτιώσεις στις πρακτικές βιώσιμης διαχείρισης της γης παγκοσμίως. Με την προώθηση της έρευνας, τη διαμόρφωση υποστηρικτικών πολιτικών και την εφαρμογή πρακτικών επιτόπιων στρατηγικών, η αγροδασοπονία μπορεί να συμβάλει σημαντικά σε ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό γεωργικό μέλλον. Αυτές οι προσπάθειες όχι μόνο θα αντιμετωπίσουν τις περιβαλλοντικές και οικονομικές προκλήσεις αλλά θα ενισχύσουν επίσης την κοινωνική ευημερία των κοινοτήτων που ασχολούνται με γεωργικές πρακτικές.

7.3 Συστάσεις για ενδιαφερόμενους φορείς και φορείς χάραξης πολιτικής

Τα αγροδασικά συστήματα προσφέρουν σημαντικά οφέλη για την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, την οικονομική σταθερότητα και την κοινωνική ισότητα. Για να μεγιστοποιηθούν αυτά τα οφέλη, είναι ζωτικής σημασίας για τους ενδιαφερόμενους φορείς και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να υιοθετήσουν μια συνολική προσέγγιση που υποστηρίζει την επέκταση και τη βαθιά ενσωμάτωση των αγροδασοπονικών πρακτικών. Ακολουθούν βασικές συστάσεις που στοχεύουν στην προώθηση της ανάπτυξης και της ευρείας υιοθέτησης της αγροδασοπονίας.

Ανάπτυξη πλαισίων υποστηρικτικής πολιτικής: Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στη δημιουργία υποστηρικτικών νομοθετικών περιβαλλόντων που αναγνωρίζουν και προωθούν τα πολύπλευρα οφέλη της αγροδασοπονίας. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την ανάπτυξη επιδοτήσεων για εισροές (ενέργεια, λιπάσματα, αγροχημικά κτλ.) αγροδασοπονίας, φορολογικά κίνητρα για αγροδασικά έργα και επιχορηγήσεις για έρευνα και ανάπτυξη. Οι πολιτικές θα πρέπει επίσης να διευκολύνουν την πρόσβαση στην αγορά για τα αγροδασικά προϊόντα πιστοποιώντας και προωθώντας τα ως βιώσιμα αγαθά, τα οποία μπορούν να ενισχύσουν την εμπορευσιμότητα και την ελκυστικότητα των καταναλωτών. Επιπλέον, η ενσωμάτωση της αγροδασοπονίας σε εθνικές γεωργικές και περιβαλλοντικές στρατηγικές διατήρησης μπορεί να προσφέρει μια πιο σταθερή βάση για την προώθηση και την υιοθέτησή της (Moreno & Rolo, 2019; Shaffril et al., 2018).

Ενίσχυση της ασφάλειας της κατοχής γης: Η σαφής και ασφαλής κατοχή γης είναι απαραίτητη για την υιοθέτηση της αγροδασοπονίας, καθώς παρέχει στους ιδιοκτήτες γης και στους αγρότες την εμπιστοσύνη να επενδύσουν σε μακροπρόθεσμα έργα αγροτοδασοπονίας. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να εργαστούν για να απλοποιήσουν και να

αποσαφηνίσουν τους νόμους περί ιδιοκτησίας γης, να διασφαλίσουν την προστασία των δικαιωμάτων γης και να διευκολύνουν την επίλυση διαφορών γης. Αυτό θα ενθάρρυνε περισσότερους γαιοκτήμονες και αγρότες να υιοθετήσουν αγροδοασοπονικές πρακτικές, γνωρίζοντας ότι οι επενδύσεις τους προστατεύονται νομικά (Garrity, 2004; Den Herder et al., 2017).

Επένδυση στην εκπαίδευση και τη ανάπτυξη ικανοτήτων: Είναι σημαντική η επένδυσή σε ολοκληρωμένα προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης για αγρότες, τεχνικούς γεωργίας και άλλους ενδιαφερόμενους φορείς. Αυτά τα προγράμματα θα πρέπει να καλύπτουν τις αρχές της αγροδοασοπονίας, τα οφέλη της και τις τεχνικές πρακτικής διαχείρισης. Η οικοδόμηση ικανοτήτων σε τοπικό επίπεδο διασφαλίζει ότι οι αγροδοασικές πρακτικές γίνονται κατανοητές και εφαρμόζονται αποτελεσματικά. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες θα πρέπει να στοχεύουν στην ενσωμάτωση της παραδοσιακής γνώσης με τη σύγχρονη επιστημονική έρευνα, προωθώντας καινοτομίες που είναι πολιτιστικά σχετικές και τεχνολογικά προηγμένες (Kumar & Nair, 2011; Antwi-Agyei et al., 2021).

Πρωώθηση της Έρευνας και της Ανάπτυξης: Οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να υποστηρίξουν αλλά και να επενδύσουν στην έρευνα στη αγροδοασοπονία για τη συνεχή βελτίωση των πρακτικών και των τεχνολογιών. Η έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στη βελτιστοποίηση των σχεδίων αγροδοασοπονίας για διαφορετικές οικολογικές ζώνες, στην ανάπτυξη νέων αγροδοασοπονικών ειδών που είναι πιο ανθεκτικά στην κλιματική αλλαγή και στον ποσοτικό προσδιορισμό των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων της αγροδοασοπονίας. Ο δημόσιος και ο ιδιωτικός τομέας μπορούν να συνεργαστούν για τη χρηματοδότηση αυτής της έρευνας, διασφαλίζοντας ότι η γνώση που παράγεται είναι προσβάσιμη και εφαρμόσιμη σε ένα ευρύ φάσμα αγροδοασοπονικών συστημάτων (Jose, 2009; Bhagwat et al., 2008).

Πρωώθηση διατομεακών συνεργασιών: Η ενθάρρυνση συνεργασιών σε διαφορετικούς τομείς —όπως η γεωργία, η δασοπονία, η προστασία του περιβάλλοντος και ο πολεοδομικός σχεδιασμός— μπορεί να οδηγήσει σε πιο ολοκληρωμένες και αποτελεσματικές αγροδοασοπονικές πρακτικές. Αυτές οι συνεργασίες μπορούν να βοηθήσουν στην ευθυγράμμιση των διαφόρων στόχων χρήσης γης και στη μεγιστοποίηση της χρήσης των πόρων. Η συμμετοχή μη κυβερνητικών οργανώσεων, ακαδημαϊκών ιδρυμάτων και κοινοτικών ομάδων σε αυτές τις προσπάθειες μπορεί να προσφέρει πρόσθετη υποστήριξη και καινοτομία,

οδηγώντας την επιτυχία των αγροδασοπονικών έργων (Moreno & Rolo, 2019; Kay et al., 2019).

Παρακολούθηση και αξιολόγηση των επιπτώσεων στη αγροδασοπονία: Η ανάπτυξη ισχυρών πλαισίων παρακολούθησης και αξιολόγησης είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των αγροδασοπονικών πρακτικών και πολιτικών. Αυτά τα πλαίσια θα πρέπει να περιλαμβάνουν σαφείς δείκτες και σημεία αναφοράς για την επιτυχία, επιτρέποντας στους ενδιαφερόμενους να παρακολουθούν την πρόοδο, να εντοπίζουν τομείς προς βελτίωση και να προσαρμόζουν τις στρατηγικές όπως απαιτείται. Η συνεχής παρακολούθηση βοηθά επίσης στην επίδειξη των απτών οφελών της αγροδασοπονίας, η οποία μπορεί να υποστηρίξει την περαιτέρω ανάπτυξη πολιτικής και τη συμμετοχή της κοινότητας (Den Herder et al., 2017; Antwi-Agyei et al., 2021).

Με την εφαρμογή αυτών των συστάσεων, τα ενδιαφερόμενα μέρη και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά την κλίμακα και τον αντίκτυπο της αγροδασοπονίας, καθιστώντας την ακρογωνιαίο λίθο της αειφόρου διαχείρισης της γης και της αγροτικής ανάπτυξης παγκοσμίως.

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα

8.1 Σύνοψη Κύριων Ευρημάτων

Η σύνθεση της εκτεταμένης βιβλιογραφίας για την αγροδασοπονία σε όλη την διπλωματική εργασία έχει αποκαλύψει πολυάριθμα οφέλη και στρατηγικές γνώσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο τα αγροδασικά συστήματα μπορούν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά και να αξιοποιηθούν για την ενίσχυση της αειφορίας στη γεωργία.

- **Οικολογικά Οφέλη:** Τα αγροδασικά συστήματα ενισχύουν σημαντικά την οικολογική υγεία ενσωματώνοντας τα δέντρα με τις καλλιεργητικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Αποδεικνύεται ότι τα αγροδασικά συστήματα συμβάλλουν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, βελτιώνουν τη δομή και τη γονιμότητα του εδάφους και βοηθούν στη διαχείριση των υδάτων.
- **Οικονομικά οφέλη:** Από οικονομική άποψη, η αγροδασοπονία παρέχει αρκετά πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών συστημάτων μονοκαλλιέργειας. Επιτρέπει τη διαφοροποίηση του εισοδήματος μέσω της παραγωγής πολλαπλών προϊόντων όπως ξυλεία, φρούτα και ζωοτροφές, επιπλέον των παραδοσιακών αποδόσεων των καλλιεργειών.
- **Κοινωνικές παροχές:** Στον κοινωνικό τομέα, τα αγροδασικά συστήματα υποστηρίζουν τις τοπικές κοινωνίες παρέχοντας πιο σταθερές και ποικίλες ευκαιρίες διαβίωσης. Συμβάλλουν στην επισιτιστική ασφάλεια βελτιώνοντας τη διαθεσιμότητα των προϊόντων διατροφής και διαφοροποιώντας τις δίαιτες.
- **Συστάσεις για υποστηρικτική πολιτική και πρόσθετη έρευνα:** Αποτελεί ανάγκη η ενίσχυση των ερευνητικών προσπαθειών εύρεσης βέλτιστων συνδυασμών φυτικών ειδών και τεχνικών διαχείρισης προσαρμοσμένων σε συγκεκριμένα οικολογικά και κοινωνικοοικονομικά πλαίσια. Είναι αναγκαίες οι υποστηρικτικές πολιτικές που δίνουν κίνητρα για την υιοθέτηση της αγροδασοπονίας, όπως επιδοτήσεις, προγράμματα τεχνικής βοήθειας και διασφάλιση δικαιωμάτων γης.

Συμπερασματικά, η δυνατότητα της αγροδασοπονίας συμβάλει σημαντικά στη βιώσιμη ανάπτυξη. Προσφέρει μια ολιστική προσέγγιση που μπορεί να αντιμετωπίσει πολλαπλές παγκόσμιες προκλήσεις συνδέοντας τη διατήρηση του περιβάλλοντος με οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Ωστόσο, η αξιοποίηση του πλήρους δυναμικού της αγροδασοπονίας απαιτεί την υπέρβαση των υφιστάμενων προκλήσεων μέσω στοχευμένης έρευνας, υποστήριξης πολιτικής και συνεργατικών προσπαθειών μεταξύ των διαφόρων ενδιαφερομένων.

Βιβλιογραφία

- Alavalapati, J.R. and Mercer, D.E. eds., 2004. Valuing agroforestry systems: methods and applications (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Anderson, L.S. and Sinclair, F.L., 1993. Ecological interactions in agroforestry systems.
- Antwi-Agyei, P., Abalo, E.M., Dougill, A.J. and Baffour-Ata, F., 2021. Motivations, enablers and barriers to the adoption of climate-smart agricultural practices by smallholder farmers: Evidence from the transitional and savannah agroecological zones of Ghana. *Regional Sustainability*, 2(4), pp.375-386.
- Baliton, R.S., Wulandari, C., Landicho, L.D., Budiono, P., Herwanti, S., Rusita, R., Paelmo, R., Cabahug, R.E., Comia, R.A., Visco, R.A. and Castillo, A.K., 2017. Ecological services of agroforestry landscapes in selected watershed areas in the Philippines and Indonesia. *Biotropia*, 24(1), pp.71-84.
- Beer, J., Bonnemann, A., Chávez, W., Fassbender, H.W., Imbach, A.C. and Martel, I., 1990. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) or poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica: V. Productivity indices, organic material models and sustainability over ten years. *Agroforestry systems*, 12, pp.229-249.
- Bhagwat, S.A., Willis, K.J., Birks, H.J.B. and Whittaker, R.J., 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity?. *Trends in ecology & evolution*, 23(5), pp.261-267.
- Biederman, L.A. and Harpole, W.S., 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. *GCB bioenergy*, 5(2), pp.202-214.
- Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Parsons, D., Caamal-Maldonado, A., Piñeiro-Vázquez, A.T. and Díaz-Echeverría, V., 2016. Environmental services from tropical agroforestry systems. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 22(3), pp.269-284.
- Dawson, I.K., Carsan, S., Franzel, S., Kindt, R., van Breugel, P., Gaudal, L., Lillesø, J.P.B., Orwa, C. and Jamnadass, R., 2014. Agroforestry, livestock, fodder production and climate change adaptation and mitigation in East Africa: issues and options. World Agroforestry Center, Nairobi. Kenya.
- den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada, M.R., Palma, J.H.N., Sidiropoulou, A., Santiago Freijanes, J., Crous-Duran, J., Paulo, J., Tomé, M., Pantera, A. and Papanastasis, V., 2016. Current extent and trends of agroforestry in the EU27. Deliverable report, 1, p.76.
- Den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada, R.M., Palma, J.H., Sidiropoulou, A., Freijanes, J.J.S., Crous-Duran, J., Paulo, J.A., Tomé, M., Pantera, A. and Papanastasis,

- V.P., 2017. Current extent and stratification of agroforestry in the European Union. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 241, pp.121-132.
- Garrity, D.P., 2004. Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. *Agroforestry systems*, 61, pp.5-17.
 - Gross, C.D., 2022. Agroforestry and Biochar for Climate Change Mitigation: Carbon Storage, Soil Carbon Cycling, and Greenhouse Gas Emissions.
 - Jose, S., 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry systems*, 76, pp.1-10.
 - Kay, S., Graves, A., Palma, J.H., Moreno, G., Roces-Díaz, J.V., Aviron, S., Chouvardas, D., Crous-Duran, J., Ferreiro-Domínguez, N., de Jalón, S.G. and Măciacășan, V., 2019. Agroforestry is paying off—Economic evaluation of ecosystem services in European landscapes with and without agroforestry systems. *Ecosystem services*, 36, p.100896.
 - Kizos, T. and Plieninger, T., 2008, June. Agroforestry systems change in the Mediterranean: some evidence from Greek and Spanish examples. In *International conference" studying, modeling and sense making of planet Earth"*, Mytilene (pp. 1-6).
 - Kumar, B.M. and Nair, P.R. eds., 2011. Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges.
 - Lasco, R.D., Habito, C.M.D., Delfino, R.J.P., Pulhin, F.B. and Concepcion, R.N., 2011. Climate change adaptation for smallholder farmers in Southeast Asia.
 - Leakey, R.R., 2012. *Living with the trees of life: towards the transformation of tropical agriculture*. Cabi.
 - Lin, B.B., 2010. The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. *Agricultural and forest meteorology*, 150(4), pp.510-518.
 - Mantzanas, K., Papanastasis, V., Pantera, A., Papadopoulos, A. and Burgess, P., 2016. *System Description: Silvoarable Agroforestry in Greece*.
 - Meragiaw, M., 2017. Role of agroforestry and plantation on climate change mitigation and carbon sequestration in Ethiopia. *Journal of Tree Sciences*, 36(1), pp.1-15.
 - Montagnini, F. and Nair, P.R., 2004. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. In *New Vistas in Agroforestry: A Compendium for 1st World Congress of Agroforestry, 2004* (pp. 281-295). Springer Netherlands.
 - Montagnini, F., Cusack, D., Petit, B. and Kanninen, M., 2004. Environmental services of native tree plantations and agroforestry systems in Central America. *Journal of Sustainable Forestry*, 21(1), pp.51-67.

- Moreno, G. and Rolo, V., 2019. Agroforestry practices: silvopastoralism. In *Agroforestry for sustainable agriculture* (pp. 119-164). Burleigh Dodds Science Publishing.
- Nair, P.R., 2011. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. *Journal of environmental quality*, 40(3), pp.784-790.
- Norgrove, L. and Beck, J., 2016. Biodiversity function and resilience in tropical agroforestry systems including shifting cultivation. *Current Forestry Reports*, 2, pp.62-80.
- Ntawuruhunga, D., Ngowi, E.E., Mangi, H.O., Salanga, R.J. and Shikuku, K.M., 2023. Climate-smart agroforestry systems and practices: A systematic review of what works, what doesn't work, and why. *Forest Policy and Economics*, 150, p.102937.
- Pantera, A., Burgess, P.J., Mosquera Losada, R., Moreno, G., López-Díaz, M.L., Corroyer, N., McAdam, J., Rosati, A., Papadopoulos, A.M., Graves, A. and Rigueiro Rodríguez, A., 2018. Agroforestry for high value tree systems in Europe. *Agroforestry Systems*, 92, pp.945-959.
- Pantera, A., Papadopoulos, A. and Papanastasis, V.P., 2018. Valonia oak agroforestry systems in Greece: an overview. *Agroforestry systems*, 92(4), pp.921-931.
- Pantera, A., Papadopoulos, A., Kasselaki, M., Papanastasis, V., Mantzanas, K. and Fotiadis, G., 2016. System report: agroforestry with orange groves in Crete, Greece. *Contribution to Deliverable*, 3(3.1).
- Pantera, A., Papadopoulos, A., Kitsikopoulos, D., Mantzanas, K., Papanastasis, V. and Fotiadis, G., 2017. Lessons learnt: Olive agroforestry in Molos, Central Greece. Project: AGFORWARD (Grant Agreement N 613520).
- Pantera, A., Papadopoulos, A., Kitsikopoulos, D., Mantzanas, K., Papanastasis, V. and Fotiadis, G., 2016. System report: olive agroforestry in Molos, Central Greece. *AGFORWARD Deliv*, 3(9).
- Papanastasis, V., Koukoura, Z., Alifragis, D. and Makedos, I., 1995. Effects of thinning, fertilisation and sheep grazing on the understory vegetation of *Pinus pinaster* plantations. *Forest Ecology and Management*, 77(1-3), pp.181-189.
- Papanastasis, V.P., Mantzanas, K., Dini-Papanastasi, O., and Ispikoudis, I., 2009. Traditional Agroforestry Systems and Their Evolution in Greece. In: A. Rigueiro-Rodríguez, J. McAdam, and M.R. Mosquera-Losada, eds. *Agroforestry in Europe*. Dordrecht: Springer, pp. 89-109.
- Ramachandran Nair, P.K., Mohan Kumar, B. and Nair, V.D., 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of plant nutrition and soil science*, 172(1), pp.10-23.

- Schroth, G., Krauss, U., Gasparotto, L.J.A.D., Duarte Aguilar, J.A. and Vohland, K., 2000. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agroforestry systems*, 50, pp.199-241.
- Shaffril, H.A.M., Krauss, S.E. and Samsuddin, S.F., 2018. A systematic review on Asian's farmers' adaptation practices towards climate change. *Science of the total Environment*, 644, pp.683-695.
- Sileshi, G.W., Mafongoya, P.L. and Nath, A.J., 2020. Agroforestry systems for improving nutrient recycling and soil fertility on degraded lands. *Agroforestry for Degraded Landscapes: Recent Advances and Emerging Challenges-Vol. 1*, pp.225-253.
- Tziolas, E., Ispikoudis, S., Mantzanas, K., Koutsoulis, D. and Pantera, A., 2022. Economic and environmental assessment of olive agroforestry practices in northern Greece. *Agriculture*, 12(6), p.851.
- Udawatta, R.P. and Jose, S., 2012. Agroforestry strategies to sequester carbon in temperate North America. *Agroforestry Systems*, 86, pp.225-242.
- Udawatta, R.P., Rankoth, L.M. and Jose, S., 2021. Agroforestry for biodiversity conservation. *Agroforestry and ecosystem services*, pp.245-274.
- Verchot, L.V., Van Noordwijk, M., Kandji, S., Tomich, T., Ong, C., Albrecht, A., Mackensen, J., Bantilan, C., Anupama, K.V. and Palm, C., 2007. Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 12, pp.901-918.
- Zomer, R.J., Neufeldt, H., Xu, J., Ahrends, A., Bossio, D., Trabucco, A., Van Noordwijk, M. and Wang, M., 2016. Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Scientific reports*, 6(1), p.29987.
- Ελληνικό Αγροδασικό Δίκτυο, <http://www.agroforestry.gr/pages/gr/the-agroforestry-systems/>
- Αναβίωση Αγροδασικών Τοπίων την εποχή της κλιματικής αλλαγής. (σελ. 175-177) https://issuu.com/3576579/docs/reviving_agroforestry_enop_gr-issuu